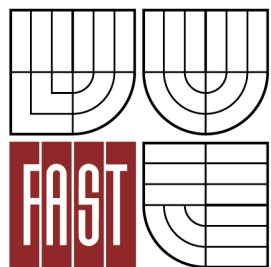




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

STUDIE ŘEŠENÍ OCHRANY MALÉ OBCE PŘED EXTRAVILÁNOVOU VODOU

STUDY OF POSSIBILITIES PROTECTION OF SMALL VILLAGE AGAINST RURAL ZONE WATER

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

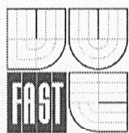
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAN HOLÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. RUDOLF MILERSKI, CSc.

BRNO 2013



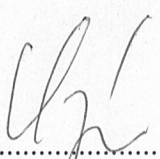
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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. Jan Holý
Název	Studie řešení ochrany malé obce před extravilánovou vodou
Vedoucí diplomové práce	Ing. Rudolf Milerski, CSc.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	11. 1. 2013

V Brně dne 31. 3. 2012


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




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

Podklady a literatura

vodohospodářská mapa 1:50 000
katastrální mapa a mapa 1:5 000 k. ú. malé obce
průtokové poměry – HMÚ Brno
metodika výpočtu odtoku z velmi malých povodí
hydrologické poměry ČSSR
rekognoskace terénu avlastní měřená data

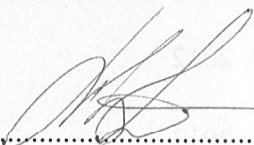
Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

V rámci své diplomové práce zpracuje diplomant návrh vodohospodářských opatření v k. ú. malé obce, která zabrání častému průniku extravilánových vod do zájmového území. Výpočty odtoku z velmi malého povodí budou provedeny minimálně dvěma metodami. Pro převedení velkých vod bude navržen systém průlehů a příkopů a ochranných nádrží.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Rudolf Milerski, CSc.
Vedoucí diplomové práce



Abstrakt

Diplomová práce popisuje problematiku povodňových situací, opatření proti povodním a ochranu malé obce před povodněmi. Rozsah práce je rozdělen do dvou částí. První část obehnamuje s problematikou povodní, jejich mírou ovlivnění, zásahy člověka a následky. Dále jsou zde popsány způsoby ochrany obcí a konkrétní technická protipovodňová opatření. Ve druhé části je řešen návrh vodohospodářského opatření v podobě suché nádrže, která částečně zabrání průniku extravilánových vod do vybrané obce. Návrh sestává z průvodní zprávy, souhrnné technické zprávy a projektové dokumentace.

Klíčová slova: povodeň, protipovodňová ochrana, protipovodňové opatření, povodňová vlna, kulminační průtok, suchá nádrž, hráz

Abstract

This master's thesis deals with the problem of flood situations, measure against floods and protection of small villages against water from rural areas. The scope of work is divided into two parts. The first part apprises of flooding, affecting their level of human intervention, consequences. There are also described ways to protect villages and specific technical flood protection measures. The second part describes water management measures in the form of a dry tank which partially prevents the penetration of water from rural zone into the selected village. The project consists of accompanying report, summary technical report and project documentation.

Keywords: flood, flood protection, anti-flood measure, flood wave, peak flow, dry reservoir, dam

Bibliografická citace VŠKP

HOLÝ, Jan. *Studie řešení ochrany malé obce před extravilánovou vodou*. Brno, 2012. 44 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Rudolf Milerski, CSc..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 30.12.2012

.....
podpis autora
Jan Holý

Poděkování:

Děkuji Ing. Rudolfovi Milerskému CSc. za pomoc, ochotu, cenné rady a odborné vedení při psaní této diplomové práce.

Obsah

1	ÚVOD.....	9
2	ČLOVĚK A POVODNĚ	10
2.1.1	Civilizační změny krajiny.....	10
2.2	Následky povodní	11
3	ŘEŠENÍ OCHRANY OBCE PROTI EXTRAVILÁNOVÉ VODĚ.....	14
3.1	způsoby ochrany obcí	14
3.1.1	Převedení vody z extravilánu	14
3.1.2	Zpomalení vody z extravilánu	15
3.1.3	Zadržení vody z extravilánu	16
3.2	Základní technická opatření k ochraně obcí před extravilánovými vodami.....	16
4	PROBLÉM S EXTRAVILÁNOVOU VODOU V OBCI CHRUDICHROMY	21
5	PRŮVODNÍ ZPRÁVA	22
5.1	Identifikační údaje	22
5.2	Základní charakteristika stavby a jejího užívání.....	22
5.3	Výchozí podklady.....	23
5.4	Charakteristika území a stavebního pozemku	23
5.4.1	Poloha stavby v území obce	23
5.4.2	Dotčené orgány a organizace.....	23
5.4.3	Přírodní poměry	24
5.4.4	Poloha vůči záplavovému území	26
5.4.5	Dotčené pozemky	27
5.5	ČLENĚNÍ STAVBY NA PROVOZNÍ SOUBORY A STAVEBNÍ OBJEKTY.....	27
5.6	Orientační údaje stavby	28
5.6.1	Základní údaje stavby	28
5.6.2	Celková bilance nároků všech druhů energií a vody	28
5.7	Údaje o provedených průzkumných pracích	28
5.8	Budoucí provoz.....	28
6	SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	29
6.1	Urbanistické, architektonické a stavebně technické řešení.....	29
6.1.1	Zhodnocení staveniště	29
6.1.2	Urbanistické a architektonické řešení.....	29

6.1.3	Technické řešení	29
6.1.4	Popis provozních souborů a stavebních objektů.....	30
6.1.5	Nápojení stavby na dopravní a technickou infrastrukturu.....	32
6.2	Vliv stavby na životní prostředí.....	32
6.3	Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí.....	33
6.4	Požární ochrana	33
6.5	Ochranná pásma	33
6.6	Hydrotechnické výpočty	33
6.6.1	Návrh a výpočet nádrže	34
7	ZÁVĚREČNÁ DOPORUČENÍ PRO OBCE OHROŽENÉ EXTRAVILÁNOVÝMI VODAMI	39
8	ZÁVĚR.....	40
	Seznam použitých zdrojů:	42
	Seznam použitých obrázků.....	43
	Seznam tabulek.....	43
	Seznam zkratek a symbolů	44
	Seznam příloh	44

1 ÚVOD

V posledních letech postihují naše území časté záplavy. Tyto záplavy způsobují extrémní hydrometeorologické situace. Zasažená je krajina i osídlení. Záplavy ve skutečně postižených či reálně ohrožených obcích a městech jsou důležitým mezníkem, co se týče společensko-ekonomického rozvoje. Rovnováha přírody je ovlivňována vlivem rozvoje, činností člověka, a urbanizace krajiny, a dochází tak k narušování životního prostředí. To ovlivňuje vývoj vodních toků. Ve veřejném zájmu je zamezit vzniku povodní a předcházení vzniku škod. Větší zřetel se bere na ekologické, hydrometeorologické, vodohospodářské aspekty. Navrhují se nová protipovodňová opatření a zkoumá se efektivita stávajících jednotlivých protipovodňových opatření.

Cílem této diplomové práce bylo zpracování studie řešení ochrany malé obce před extravilánovou vodou. Práce je tematicky rozdělena do dvou částí.

První část obecně pojednává o teorii, příčinách, vzniku a důsledcích povodní. Popisuje vhodné možnosti ochrany před povodňovými průtoky a vymezuje výčet technických opatření.

Druhá část se již zabývá studií ochrany proti vodě v extravilánu konkrétní obce. V obci Chrudichromy hrozí záplavy, a proto byla vybrána pro tuto studii. Místní obyvatelé se bojí přívalových dešťů. Voda zde stéká z přilehlých svahů do obce a může zaplavit domy ve spodní části obce. Navrženým řešením v obci je stavba suché nádrže nad obcí a vyčištění zaneseného stávajícího rybníka rovněž v této lokalitě nad obcí.

2 ČLOVĚK A POVODNĚ

Civilizace je vodou ovlivňována už od svých počátků. Samotný vývoj osídlení je spojen s vodou. Osídlení se na našem území rozvíjelo podél vodních toků, ať už velkých řek nebo malých potoků. Pozitivní stránka osídlení podél vodních toků může být ale vždy narušena možnými povodněmi. I když mohou být následky povodní ničivé, je dnes už zbytečné řešit, že zakládání a budování historických sídel v inundačních územích vodních toků nebylo ideálním řešením. Situace se sice dá jen obtížně změnit, ale je třeba se z ní poučit a pro budoucí sídelní rozvoj z ní vyvodit poučení.

2.1.1 Civilizační změny krajiny

Na níže položené hustě urbanizované prostředí obcí navazuje mnohdy zemědělsky intenzivně využívaná krajina v extravilánu, která logicky zaujímá výše položené plochy.

Zejména v období socialistického zemědělství v rámci procesu kolektivizace v polovině 20. století dochází ke scelování pozemků. Původně pestrá vlastnická struktura umožňující rozmanitý způsob využívání půdy s druhově pestrrou skladbou plodin se proměnila ve velkoplošné lány se zemědělskými monokulturami. Extravilán sídel se významně proměnil, mizely přirozené terénní a vegetační bariéry: meze, břehy a jejich porosty.

Takto deformovaná krajina ztrácí retenční schopnost, zadržuje menší množství vody, je mnohem více náchylná k vodní erozi, urychluje stékání vody do údolí a na vodní toky vytváří enormní tlak. Nestabilní a velmi kolísavé jsou průtoky v korytech toků, jejich kapacita se stává nedostatečnou a nároky na rezervy v průtocích rostou.

Změny vodního režimu krajiny ale nejsou způsobeny pouze zemědělským využíváním. Nároky na odvodnění sídel a parametry vodních toků zvyšuje také neuvážený extenzivní rozvoj malých sídel. Nově urbanizované a často právě také výše položené rozvojové plochy zvyšují zastavěnou a zpevněnou plochu obce, mizí prostory pro přirozené vsakování povrchových vod a odtok z ploch významnou měrou urychlují, prostřednictvím kanalizační soustavy ho rychle přesunují do vodních toků.

Postupná přeměna krajiny vlivem civilizačních změn je naznačena na obrázku 2.1. Jsou zde zobrazeny procentuální poměry plošných prvků krajiny řeky Moravy v různých dobách od středověku až po současnost. Zřejmá je největší změna zastoupení polí a luk od roku 1953 do roku 1999. V tomto časovém rozmezí se poměr polí zvýšil z 36 % na 58 % a poměr luk se snížil z 29 % na necelých 9 %. Tyto velké krajinné změny, jak už bylo zmíněno, jsou

zapříčiněny vlivem socialistického zemědělství v rámci velkoplošného obhospodařování půdy. Alespoň poměr zastoupení lesů od roku 1836 do 1999, zůstává podobný, klesl z 28 % na necelých 26 %, což jsou poměrně přijatelné hodnoty. [2]

Rychlost odtoku vody z krajiny pak může ovlivňovat také nevhodné trasování pozemních komunikací, souběžných odvodňovacích příkopů a nedostatky či chyby v trasování a dimenzování kanalizačního systému.

Odtok vody z krajiny také ovlivňují negativní regulace vodních toků (narovnání, ohrázování) i úpravy vodního režimu (odvodňování, meliorace), které přináší jen krátkodobý efekt. Většinou jen urychlují odvod vod z krajiny a z dlouhodobého hlediska mohou zvyšovat rychlost nástupu povodňových situací a objem kulminačních průtoků.

Okrajovou roli, nikoliv nepodstatnou, v této problematice, jak už bylo zmíněno, hrají klimatické změny. Civilizačních vlivů na ztrátu retenční schopnosti krajiny může být však mnohem více, a zpravidla se jedná o kombinaci více faktorů s multiplikačními efekty.

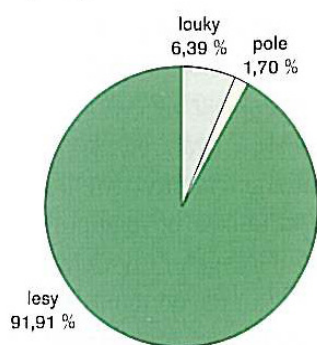
Dalšími tématy jako definicí povodně, historií osídlení, historií opatření proti povodním a příčinami vzniku povodní se zabývala bakalářská práce [1].

2.2 NÁSLEDKY POVODNÍ

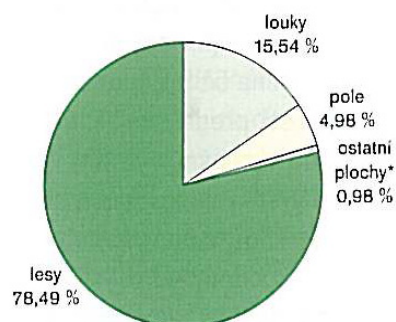
Následky povodní se vyskytují jak v neosídlené krajině, tak v urbanizovaných územích. Záplavy v urbanizovaných územích mají většinou velmi rychlý nástup a obyvatelé se na ně nestihnou připravit. Ve městech a obcích mohou být škody způsobeny nejenom rozlitím toků do ulic. Stává se, že kanalizace nezvládají pojmout všechny srážky a voda se pak rozlévá. Ohroženy bývají nejen sklepní ale zejména přízemní prostory budov. Následky z povodní, které vznikly buď vybřežením vodního toku nebo důsledkem nedostatečných dimenzí kanalizace, jsou téměř srovnatelné.

Z urbanizovaných území srážky odtékají o mnoho rychleji než z přirozené krajiny a následkem jsou rychlé povodně. Ovlivňuje to hlavně dešťová či jednotná kanalizace a nevhodná úprava koryt toků vedoucích obcí. Pokud kapacitně relativně malý potok protéká velkým urbanizovaným územím je riziko záplav ještě markantnější. I takové záplavy mohou v nejhorších případech způsobit kromě majetkových škod také ohrožení na životech. Následky povodní mají neblahý vliv i na vlastní koryta toků a přírodní prostředí v jejich okolí. Jedná se o značnou erozi, poškození vegetace a přirozeného prostředí živočichů.

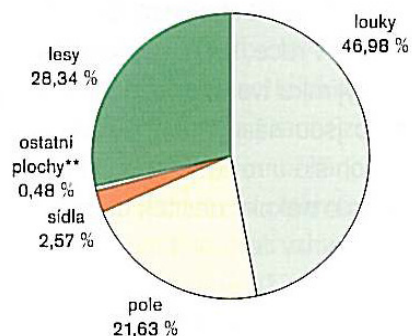
Starověk (odhad)



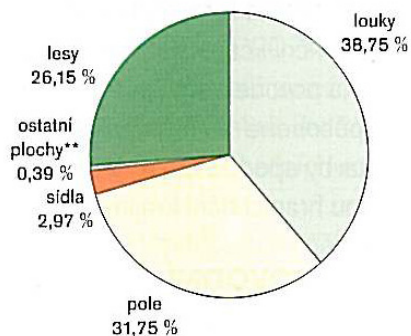
Sřředověk (odhad)



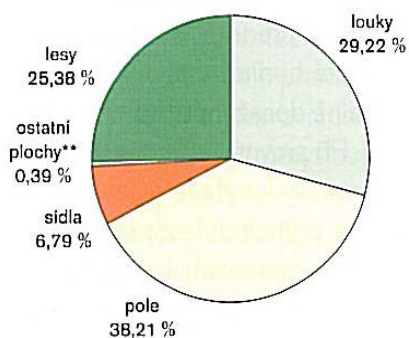
Rok 1836



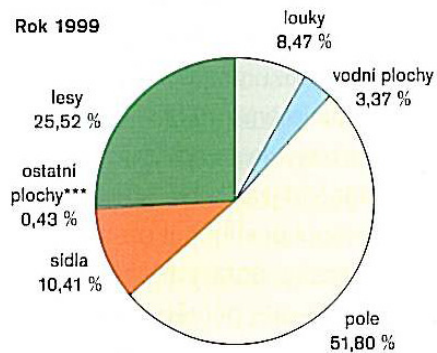
Rok 1877



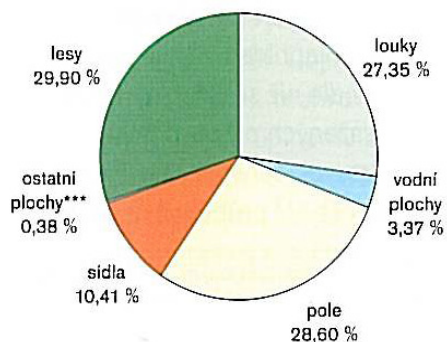
Rok 1953



Rok 1999



Návrhy



Vysvětlivky k ostatním plochám

- * plochy zastoupené méně než 1,00 % z celkové plochy území (tj. vodní plochy, ostatní ekologicky vhodné a nevhodné plochy, sídla)
- ** plochy zastoupené méně než 1,00 % z celkové plochy území (tj. vodní plochy, ostatní ekologicky vhodné a nevhodné plochy)
- *** plochy zastoupené méně než 1,00 % z celkové plochy území (tj. ostatní ekologicky vhodné a nevhodné plochy)

Obr. 2.1: Poměr zastoupení hlavních plošných prvků v krajině řeky Moravy [2]

Škody po povodních jsou různého charakteru. První místo mají zcela určitě ztráty na životech. Pak je to poškození zdraví a majetku. Pokud jde o škody občanů žijících a působících v ohrožených lokalitách, tak to mohou být i škody sociálního a psychického rázu. Takové škody se pro mnohé stanou celoživotním traumatem. Škody na majetku jsou způsobené na budovách, v infrastruktuře, na zemědělských půdách a hospodářské škody. Na prvním místě jsou obydlí, ať už rodinné domy nebo byty v sídlištní zástavbě. Na dalších místech je vybavení domácností a veškeré drobné jmění získané během života. Na stejné úrovni je pravděpodobně i jmění mimo vlastní obydlí dané osobním vlastnictvím (kůlny, stodoly, dílny, stáje, mechanizační prostředky, nástroje a další majetek nacházející se v některém z uvedených míst). Neméně podstatné jsou škody v souvislosti s ekonomickou základnou (výrobní a podnikatelská infrastruktura: objekty a haly, sídla firem, sklady materiálu, strojní zařízení atd.) Mohou vést ke značným ekonomickým škodám: ke snížení příjmů a ztrátám pracovních příležitostí.

Odstraňování následků povodní je spojeno s velkým množstvím činností a práce, vyžaduje značné finanční náklady. Často povodeň staticky naruší budovy nebo ji zcela strhne. Lidé se pak ze dne na den ocitají bez střechy nad hlavou. Proto se v poslední době hojně realizují protipovodňová opatření, která těmto následkům budou předcházet. [1]

3 ŘEŠENÍ OCHRANY OBCE PROTI EXTRAVILÁNOVÉ VODĚ

Ochranou proti vodě se rozumí opatření předcházející a zabraňující majetkovým škodám a škodám na životním prostředí. Ochrana se provádí preventivně zvyšováním retence v povodí, ovlivňováním průběhu povodní, úpravou koryt a budováním různých ochranných objektů. Tvorba a regulace vývoje měst, krajiny a také protipovodňových opatření je cílem územního plánování a úkolem urbanismu.

Související téma urbanistických východisek - legislativní územně plánovací předpoklady, majetkoprávní předpoklady a technické předpoklady bylo rozebráno v bakalářské práci [1].

3.1 ZPŮSOBY OCHRANY OBCÍ

Povodňové situace, které se na území České republiky udály, vyvolávají soustavné diskuse o tom, zda je možné problémy protipovodňové ochrany a ochrany před extravilánovými vodami řešit zvětšováním retenční schopnosti krajiny nebo technickými opatřeními. Jak hodnocení na území České republiky, tak i zahraniční zkušenosti prokazují, že účinným řešením je pouze kombinace obou přístupů. Tedy koncepce ochrany založená na podrobné analýze příčin a důsledků, na znalosti charakteristiky území s podchycením vzájemných vazeb.

Obce je dnes nutné před záplavami chránit mnohem více než kdykoliv dřív. Zhoršenou retenční schopnost krajiny způsobuje vysoký podíl orné půdy (nadměrné zornění), absence stabilizačních mezí, hydromeliorační zásahy v pramenných oblastech, zhutnění půd, zhoršený zdravotní stav lesa, snížení hydrologické funkce lesa. V důsledku nefungující retenční schopnosti krajiny dochází k velké rozkolísanosti průtoků ve vodních tocích a přibývá vodohospodářsky pasivních území. V ploše povodí se přistupuje k opatřením, která extravilánovou vodu zpomalí, zadrží nebo převedou.

3.1.1 Převedení vody z extravilánu

Převedení vody tokem bez rozlití do krajiny či urbanizovaného území (obce) spočívá v dostatečné kapacitě koryt vodních toků. Pokud vodní tok nestíhá převádět akumulární průtoky povodní, je nutná jeho úprava. Úpravou toku se rozumí rozšíření koryta, změna podélného sklonu, změna drsnosti. Pokud to situační podmínky dovolí, lze úpravou vodního toku docílit převedení požadovaného návrhového průtoku. Návrhový průtok se většinou stanoví z ekonomické rozvahy. Prvním aspektem při stanovení návrhového průtoku je

velikost škod a náklady potřebné k jejich nápravě. Druhým aspektem jsou náklady potřebné na samotnou úpravu vodního toku. Zvětšení kapacity koryta může napomoci výstavba hrází podél vodního toku, ale to obvykle ve stísněných podmínkách zastavěných území není možné kvůli potřebě záboru velkých ploch. Ne vždy lze úpravu toku provést. Pokud to prostorové podmínky nedovolují, lze přejít k jinému řešení a to odkloněním toku do umělého obtokového koryta.

3.1.2 Zpomalení vody z extravilánu

Odtok vody z krajiny lze zpomalit preventivními protierozními a protipovodňovými opatřeními, která zadržují vodu v krajině a zpomalují její odtok. V podstatě jde o zvýšení retenční schopnosti krajiny. Zhoršenou retenční schopnost způsobuje vysoký podíl orné půdy (nadměrné zornění), absence stabilizačních mezí, hydromeliorační zásahy v pramenných oblastech, zhutnění půd, zhoršený zdravotní stav lesa, snížení hydrické funkce lesa. V důsledku nefungující retenční schopnosti krajiny dochází k velké rozkolísanosti průtoků ve vodních tocích a přibývá vodohospodářsky pasivních území.

Retenční schopnost se zachovává a obnovuje díky těmto faktorům:

- optimální druhová skladba lesů s vyšším podílem listnatých dřevin
- širší věková skladba lesů, zamezení holosečí
- usměrňování, regulace nebo omezování zemědělské činnosti (správné situování vhodných kultur, vhodný způsob obdělávání, snížení nebo úplná eliminace erozně náchylných plodin v rizikových povodích)
- orba polí směrem po vrstevnicích
- rozšíření ploch s trvalým travním porostem
- zachování a zřizování přirozených překážek povrchového odtoku (remízů, mezí, průlehů, příkopů, mokřadů a přirozených nádrží)
- zachování přirozené linie vodních toků v krajině (meandrů a slepých ramen)
- omezení a redukce zpevněných ploch v zastavěném území (v intravilánu)
- vhodné komplexní pozemkové úpravy

Tato opatření jsou účinná jen pro průtoky nízké N letosti. V intravilánu, kde jsou nutná opatření před 100 letými průtoky, má tento způsob ochrany jen malý význam, jelikož účinnost těchto opatření při 100 letých průtocích je pouze okolo 4 % snížení kulminačního průtoku. Jako poměrně účinné opatření ke snížení kulminačního odtoku z krajiny lze použít revitalizace vodních toků. Účinek je však patrný jen v malých povodích.

3.1.3 Zadržení vody z extravilánu

K zadržení záplavy se navrhuje ochranné (retenční) nádrže. Ochranná hráz zabezpečuje ochranu území ležícího pod ní. Měl by se zde zadržet celý povodňový průtok nebo alespoň jeho velká část. K návrhu retenční nádrže je třeba znát akumulční povodňový průtok. Prof. Ing. Jan Šálek [3] dělí z provozního hlediska ochranné hráze rybníčního typu do těchto tří skupin:

- Suché ochranné nádrže určené k zachycení povodňových odtoků, jejich krátkodobé akumulaci a postupnému vypouštění při snížených vodních stavech
- Ochranné hráze s přesně vymezeným velkým ochranným prostorem určený k zachycení povodňových průtoků, resp. ke snížení kulminace povodňových průtoků malým zásobním prostorem
- Nádrž rybníčního typu s vymezeným dalším automaticky vyprazdňovaným retenčním prostorem (záloho­vý prostor) a neovladatelným retenčním prostorem

Každá ochranná hráz se navrhuje s bezpečnostním objektem (přelivem) pro případ, že by nebyla schopna zadržet celý povodňový průtok. Tímto objektem je převeden objem vody, který ochranná hráz není schopna zadržet.

3.2 ZÁKLADNÍ TECHNICKÁ OPATŘENÍ K OCHRANĚ OBCÍ PŘED EXTRAVILÁNOVÝMI VODAMI

Technická opatření jsou zaměřena na snížení škod při průtoku vod. Mezi taková opatření patří:

- úprava toků
- zřizování a údržba retenčních nádrží
- revitalizace vodních toků
- zadržení vody v krajině (viz předchozí kapitoly)
- vhodné komplexní pozemkové úpravy včetně návrhu vodohospodářských opatření
- zřizování protierozních vsakovacích nebo nárazových nádrží
- výstavba údolních nádrží ve vhodných pozicích
- obnova malých vodních nádrží (rybníků)
- stanovení manipulačních řádů vodohospodářských staveb a vodních nádrží
- permanentní péče a údržba odvodňovacích systémů
- čištění vodních toků a nádrží od nánosů a sedimentů

- údržba břehových porostů (vhodné umístění i druhová skladba) eventuálně jejich odstranění
- minimalizace výskytu odplavitelných předmětů, materiálu nebo produktů
- regulace a stabilizace vodních toků v zastavěném území obcí (ohrázování nebo eventuálně odsazení hrází, jezy, stupně, skluzy)
- vhodné trasování liniových staveb zejména dopravní infrastruktury (zamezovací nebo hradící efekty)
- zajištění a regulace odtoku vody z krajiny
- respektování hydrologických údajů a potřeb kapacit vodních toků při navrhování a dimenzování mostů, propustků a prostupů

Nejdůležitější a nejefektivnější přímá opatření jsou zvýšení kapacity vodního toku, výstavba ochranných hrází a výstavba retenčních nádrží.

Úprava toku - zkapacitnění

Koryta toků by měla mít dostatečnou kapacitu a měla by být stabilní. Koryto v intravilánu obce však nemusí být upraveno jako kanál. Dostatečné kapacity a stability lze většinou dosáhnout korytem, které si zachovává přirozenou členitost.

Návrh kapacity podle Plánu oblasti povodí [4]:

Při stanovení návrhového průtoku protipovodňových opatření vycházet z koncepčních dokumentů, týkajících se protipovodňové ochrany na území dotčených krajů a dále z hodnot doporučené zabezpečení ochrany podle pravděpodobnosti opakování povodňového nebezpečí takto:

- historická centra města, historická zástavba $\geq Q_{100}$
- souvislá zástavba, průmyslové areály $\geq Q_{50}$
- rozptýlená obytná a průmyslová zástavba a souvislá chatová zástavba $\geq Q_{20}$
- izolované objekty – individuální ochrana s přihlédnutím k počtu obyvatel zaplavovaného území, k hodnotě majetku a možné výši škod při povodni a k hloubce záplavy a rychlosti proudění v ní

Například v části D Plánu oblasti povodí Moravy - Ochrana před povodněmi a vodní režim krajiny, je zvětšení kapacity vodních koryt popsáno takto: „*Průtoková kapacita v údolních nivách vodních toků a v jejich korytech je jedním z hlavních kritérií dostatečného zabezpečení každého prostoru před povodněmi. Nejschůdnější a většinou i nejefektivnější*

cestou ke zvýšení této kapacity je zvětšení průřezového profilu koryta toku, což v širším smyslu zahrnuje i výstavbu inundačních hrází podél území, která mají být ochráněna. V této souvislosti je třeba přehodnotit i současnou míru a účel ochrany.

Při zvyšování kapacity koryt vodních toků je třeba věnovat zvýšenou pozornost tomu, aby v důsledku navržených opatření nedošlo k nadměrnému urychlení odtoku a tím ke zhoršení protipovodňové ochrany níže po toku. Ve většině řešených případů se na rozdíl od dřívější praxe nenavrhují žádná souvislá ohrázování toků v dlouhých úsecích, která by mohla významněji urychlit odtok povodní. Převážně se naopak navrhuje pouze lokální ohrázování podél jednotlivých sídelních útvarů a mezi nimi se připouští volný rozliv vody, který způsobuje zpomalení odtoku. “ [4]

Důležitá je údržba koryt vodního toku. Součástí údržby je čištění koryta od nánosů, sečení trávy podél břehů a prořezávání porostů. Znečištěné, zarostlé či zanesené koryto má horší hydraulické vlastnosti a jeho kapacita je menší, než navrhová. V nejhorších případech může být takové zanedbání i příčinou vybřežení toku.

Zřizování retenčních nádrží

Retenční nádrže tvoří ochranu proti velkým vodám a zároveň zadržují smyv. Prvořadá je u těchto nádrží funkce ochranná, tedy chránit území respektive objekty, které leží níže na toku, před velkými vodami. Ochranné nádrže se navrhuje proto, aby zachytily část nebo celý povodňový průtok a splaveniny, jež by způsobily pod nádrží škody. „*V podstatě se jedná o výběr vhodné lokality, stanovení velikosti ovladatelného a neovladatelného ochranného (retenčního) objemu nádrže v závislosti na požadovaném stupni ochrany zájmového území a určení kapacity výpustí a bezpečnostních přelivů. Základním úkolem při stanovení rozsahu snížení povodňových průtoků nádrží je nalezení vztahu mezi povodňovým průtokem, objemem retenčních prostorů nádrže a sníženým tzv. neškodným průtokem.*“ [5]

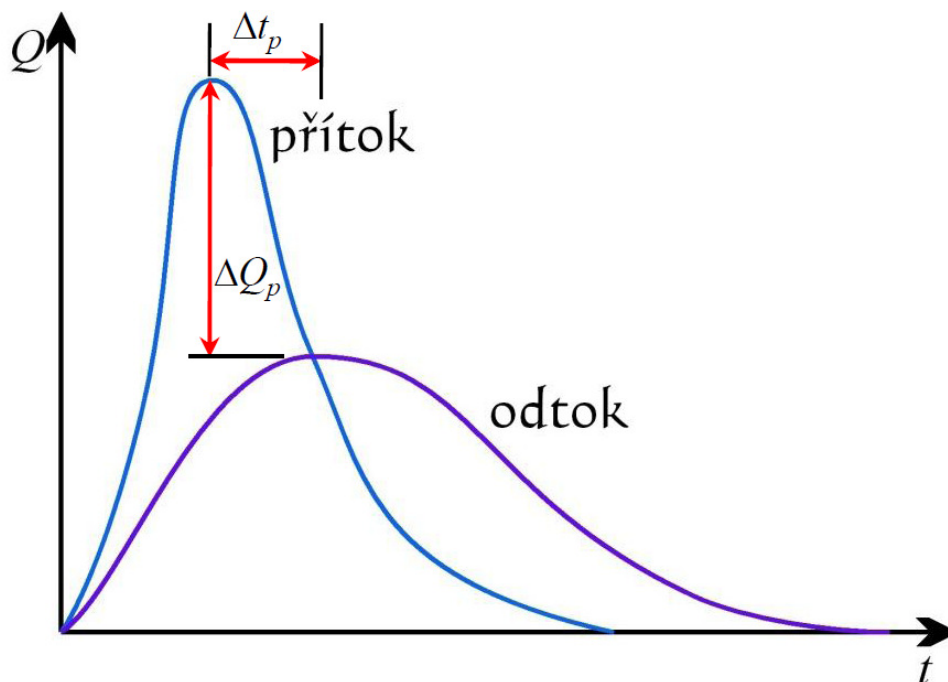
K ochraně před povodněmi je důležité snížení kulminačního průtoku a posun doby kulminace povodně. Kulminační průtok je důležité snížit kvůli rozsahu případného rozlívání vody do urbanizovaného území a posunutí doby kulminace hraje roli v realizaci ochranných opatření v časovém předstihu před kulminací. Na obrázku 3.1 je zjednodušeně znázorněna transformace povodňové vlny v nádrži.

Pro návrh nádrže je nutná řada podkladů např. geodetické, geologické, hydrogeologické, meteorologické, jakost povrchových a podzemních vod atd. Důležitou roli

hrají zejména údaje hydrologické, a to hodnota kulminačního průtoku, objem a průběh povodňové vlny. Pokud se retenční nádrž naplní a přeteče, může způsobit téměř stejné škody, jako kdyby nebyla postavena. Kvalita hydrologických údajů je rozhodující. Vždy je tu řada nejistot jako např. vliv klimatických změn.

Jak už bylo zmíněno, retenční nádrže se dělí do tří skupin. Pro účely ochrany malých obcí se nejčastěji používají suché nádrže, případně polosuché.

Polosuché - mají částečně trvalé zadržení vody. Minimální hladina udržuje hráz ve vlhkém prostředí. Tyto nádrže mohou plnit funkci malé vodní plochy. V zátopové oblasti jsou většinou prvky, které zatopení snášejí a z pohledu přírody a krajiny jsou cenné. Trvalé zadržení, ať už jen částečné je vhodné i z hlediska stability hráze. Tyto nádrže mohou také plnit ekologické funkce menší vodní plochy. Mohou tvořit biocentrum územního systému ekologické stability a také příznivě ovlivňovat biodiverzitu (druhovou rozmanitost).



Obr. 3.1 Transformace povodňové vlny [6]

Suché retenční nádrže (poldry) nemají stále zadržení vody. Celý jejich objem je určen k zachycení povodňových průtoků. Naplňují se jen při průchodu velkých vod vlivem tání na jaře a v zimě a v létě vlivem přívalových dešťů. Retenční nádrž je tedy reálně pro své účely využívána jen několik dní v roce nebo také vůbec. Je také možné, že kapacita nádrže nebude nikdy naplněna. Když ale náhle přijdou povodňové průtoky, dlouhodobá nečinnost nádrže může vést k mnoha problémům. Hráz nádrže může konsolidovat nebo může být poškozena hlodavci. Svůj vliv také může mít nedostatečná údržba. Spodní výpusti mohou být vlivem

sedimentace ucpány. Když je prostor pro zadržení vody zemědělsky obhospodařován, hráz může být orbou narušována. Rychlé naplnění suché nádrže pak může být rizikové. Funkce nádrže lze výše zmíněnými vlivy snížit nebo také zcela eliminovat.

Revitalizace vodních toků

Revitalizace vodního toku spočívá ve vytvoření koryta, jehož tvar a podélný profil se navrácí k tvarům blízkým přírodě. Dále jde o vytvoření typické struktury a doprovod vegetačními pásy s přirozenou skladbou dřevin. Samotnou revitalizaci lze dosáhnout dvěma způsoby. Prvním je umělé vytvoření struktur, které jsou blízké přírodě. Druhý způsob je zrušení opevnění koryta a zanechání koryta přirozeně se formovat. U tohoto způsobu však není zaručeno trvání a směr přirozeného samovolného formování koryt. Výsledky revitalizace se dostaví za velmi dlouhou dobu. Po zrušení opevnění samovolná přeměna narovnaného opevněného koryta zpět k přirozené struktuře může trvat 50 a více let.

Oproti technickým opatřením se při revitalizaci kapacita vodního toku většinou zmenšuje. V konečném důsledku jsou ale škody v přirozených či přírodě blízkých korytech menší než u napřímených a vyrovnaných, opevněných koryt. V přírodě blízkých korytech dochází při velkých průtocích k vybřežení vody a rozlití do krajiny. V narovnaných opevněných korytech voda sice nevybřeží, ale dále po toku se průtoky mohou rychle koncentrovat. Koryta toků v urbanizovaných územích jsou většinou dimenzována na 50-100 letou vodu. V posledních letech se ale ukazuje, že se nejde spolehnout jen na technická opatření. Samotné revitalizace sice nemohou zabránit povodním v intravilánech, ale mohou snížit nároky na technická opatření. Dalším pozitivním efektem revitalizace, je obnova ekosystémů, které se vážou právě na přirozené vodní toky. [7]

4 PROBLÉM S EXTRAVILÁNOVOU VODOU V OBCI CHRUDICHROMY

Obec Chrudichromy se nachází v Jihomoravském kraji, 43 km severně od Brna a 3 km severozápadně od Boskovic. V obci žije 182 obyvatel. Chrudichromy se rozprostírají na úpatí kopce Habří (441 m n. m.). Obcí protéká Chrudichromský potok, který má kousek nad obcí pravobřežní bezejmenný přítok. Povodí Chrudichromského potoka má plochu pouhých 1,46 km². Povrch kopce je však z převážné většiny využíván pro zemědělské účely a nově je zde vybudována rozsáhlá fotovoltaická elektrárna. Při přívalových deštích se potok rozvodňuje a ohrožuje zástavbu v obci. [8]

Jako řešení dané situace byla vybrána realizace suché nádrže východně nad obcí v povodí Chrudichromského potoka. Návrh a umístění nádrže je patrné z přílohy A.2 - Situace širších vztahů. Jako součástí protipovodňové ochrany obce je navržena také rekonstrukce stávajícího rybníka, který se nachází pod navrhovanou hrází a je ve špatném stavu.



Obr. 4.1 Ortofotomapa obce Chrudichromy [9]

5 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

5.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název stavby:	Suchá nádrž Chruduchromy
Místo stavby:	k. ú. Chrudichromy (654281)
Kraj:	Jihomoravský
Charakter stavby:	novostavba - protipovodňová opatření
Tok:	Chrudichromský potok
Číslo hydrologického pořadu:	4-15-02-041
Správce povodí:	Povodí Moravy, s. p. Dřevařská 11 602 00 Brno
Objednatel:	VUT FAST Brno Veveří 331/95 602 00 Brno
Zpracovatel:	Jan Holý Dlouhá 1229 686 01 Uherské hradiště

5.2 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA STAVBY A JEÍHO ÚŽÍVÁNÍ

Základní funkcí navrhované stavby suché nádrže je protipovodňová ochrana obce Chrudichromy v povodí Chrudichromského potoka. Realizací suché nádrže se podchytí převážná část objemu povodňové vlny, čímž se povodňová vlna transformuje a minimalizuje se tak nebezpečí záplav vybřežením povodňových průtoků z málo kapacitního koryta Chrudichromského potoka. Mimo období zvýšených průtoků bude nádrž užívána jako suchá, bez stálého zadržení vody. Nádrž je navržena jako průtočná s přímým bezpečnostním přepadem nadimenzovaným na Q_{100} a s vypouštěcím zařízením - spodní výpustí. Nádrž bude trvalého charakteru a veškeré stavební úpravy budou novostavbou.

Povodňové riziko zde v minulosti hrozilo pravidelně, ale v současné době s výstavbou fotovoltaické elektrárny v povodí Chrudichromského potoka ještě vzrostlo. V místech současné fotovoltaické elektrárny byl dříve travní porost, který přispíval k zadržení a vsakování srážek. Nyní je zde nainstalováno 34000 panelů a komunikace s jílovým podložím jsou uježděny těžkou technikou, což urychluje odtok vody z povodí. [10]

Součástí realizace protipovodňové ochrany obce Chrudichromy bude i vyčištění dvou propustků a rekonstrukce stávajícího rybníka Hájek. Propustky jsou pod cestou nad navrhovanou nádrží a protéká jimi Chrudichromský potok a jeho přítok k místu navrhované nádrže. Rybník, jenž se nachází pod navrhovanou nádrží, je ve špatném stavu již od povodní z osmdesátých let. Výpust rybníka je nefunkční a rybník je nejméně ze dvou třetin zanesen.

5.3 VÝCHOZÍ PODKLADY

- Vodohospodářská mapa 1:50 000
- Katastrální mapa a mapa 1:5 000 k. ú. Chrudichromy
- Průtokové poměry – HMÚ Brno
- Geodetické zaměření
- Metodika výpočtu odtoku z velmi malých povodí
- Hydrologické poměry ČSSR
- Fotodokumentace z terénní pochůzky

5.4 CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ A STAVEBNÍHO POZEMKU

5.4.1 Poloha stavby v území obce

Nádrž je navrhována ve východní části katastrálního území obce Chrudichromy nad intravilánem obce, nad místním rybníkem v údolní nivě Chrudichromského potoka a pod silnicí III. třídy. Chrudichromský potok i jeho bezejmenný pravobřežní přítok se do řešeného území dostává propustkem pod silnicí.

Území dotčené stavbou nádrže je převážně na pozemku náletového lesa a z malé části na zemědělsky využívaném pozemku. V blízkosti řešeného území vede polní cesta, která se napojuje na již zmíněnou silnici. Tato polní cesta bude sloužit k přístupu na staveniště. Poloha stavby v území obce je patrná z přílohy A.2 - Situace širších vztahů.

5.4.2 Dotčené orgány a organizace

- Obec Chrudichromy - stavba se nachází v části k. ú. Chrudichromy
- Povodí Moravy, s. p. - správce povodí
- Vlastníci a uživatelé dotčených pozemků

5.4.3 Přírodní poměry

Klimatické poměry

Řešené území leží na hranici dvou mírně teplých klimatických oblastí MT7 a MT11 podle Quittovy klasifikace. [11]

Tab. 5.1 Jednotlivé klimatické charakteristiky klimatických oblastí dle Quitta [11]:

Klimatické charakteristiky	Klimatická oblast	
	MT7	MT11
Počet letních dnů	30 – 40	40 – 50
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	140 – 160	
Počet mrazových dnů	110 – 130	
Počet ledových dnů	40 – 50	30 – 40
Průměrná teplota v lednu [°C]	-2 – -3	
Průměrná teplota v dubnu [°C]	6 – 7	7 – 8
Průměrná teplota v červenci [°C]	16 – 17	17 – 18
Průměrná teplota v dubnu [°C]	7 – 8	
Průměrný počet dnů se srážkami 1mm a více	100 – 120	90 – 100
Srážkový úhrn ve vegetačním období [mm]	400 – 450	350 – 400
Srážkový úhrn v zimním období [mm]	250 – 300	200 – 250
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60 – 80	50 – 60
Počet dnů jasných	120 – 150	
Počet dnů zamračených	40 – 50	

Hydrologické charakteristiky:

Navrhovaná vodní nádrž bude umístěna na Chrudichromském potoku východně nad obcí. Chrudichromský potok má v řešeném území pravobřežní bezejmenný přítok. Potok se vlévá do řeky Svitavy a ta se dále jižně brněnské aglomerace vlévá do řeky Svatky. Řešené území tedy spadá do povodí Svatky. Hydrologická data Chrudichromského potoka v profilu nad obcí Chrudichromy za stávajícím rybníkem byla převzata od ČHMÚ.

Hydrologické poměry Chrudichromského potoku [12]:

- Hydrologické číslo povodí: 4-15-02-041
- Plocha povodí: 1,46 km²
- Třída: III
- Průměrná roční výška srážek na povodí za období 1931 - 1980: 604 mm
- Průměrný roční průtok za období 1931 - 1980: 4,9 l/s

Tab. 5.2 M-denní průtoky [12]

M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q_{md} [l/s]	14,0	7,2	4,9	3,6	2,7	2,2	1,7	1,4	1,1	0,85	0,6	0,35	0,1

Tab. 5.3 N-leté průtoky [12]

N	1	2	5	10	20	50	100
Q_N [m ³ /s]	0,35	0,7	1,4	2,3	3,4	5,3	7,2

Geomorfologické poměry

Nadmořská výška k. ú. obce Chrudichromy se pohybuje v rozmezí 316 – 370 m. Nadmořská výška v místě navrhované nádrže je od 338 do 345 m. Reliéf obce Chrudichromy se rozprostírá na úpatí kopce Habří, který se pozvolna sklání do údolí řeky Svitavy.

Podle Demka [13] spadá řešené území do těchto geomorfologických jednotek:

- Provincie: Česká vysočina
- Subprovincie: Českomoravská soustava
- Oblast: Brněnská vrchovina
- Celek: Boskovická brázda
- Podcelek: Oslavanská brázda

Geologické poměry

V rámci návrhu nádrže a získání dat o geologických poměrech nebyl proveden inženýrsko-geologický průzkum, ale byly použity veřejně dostupné informace.

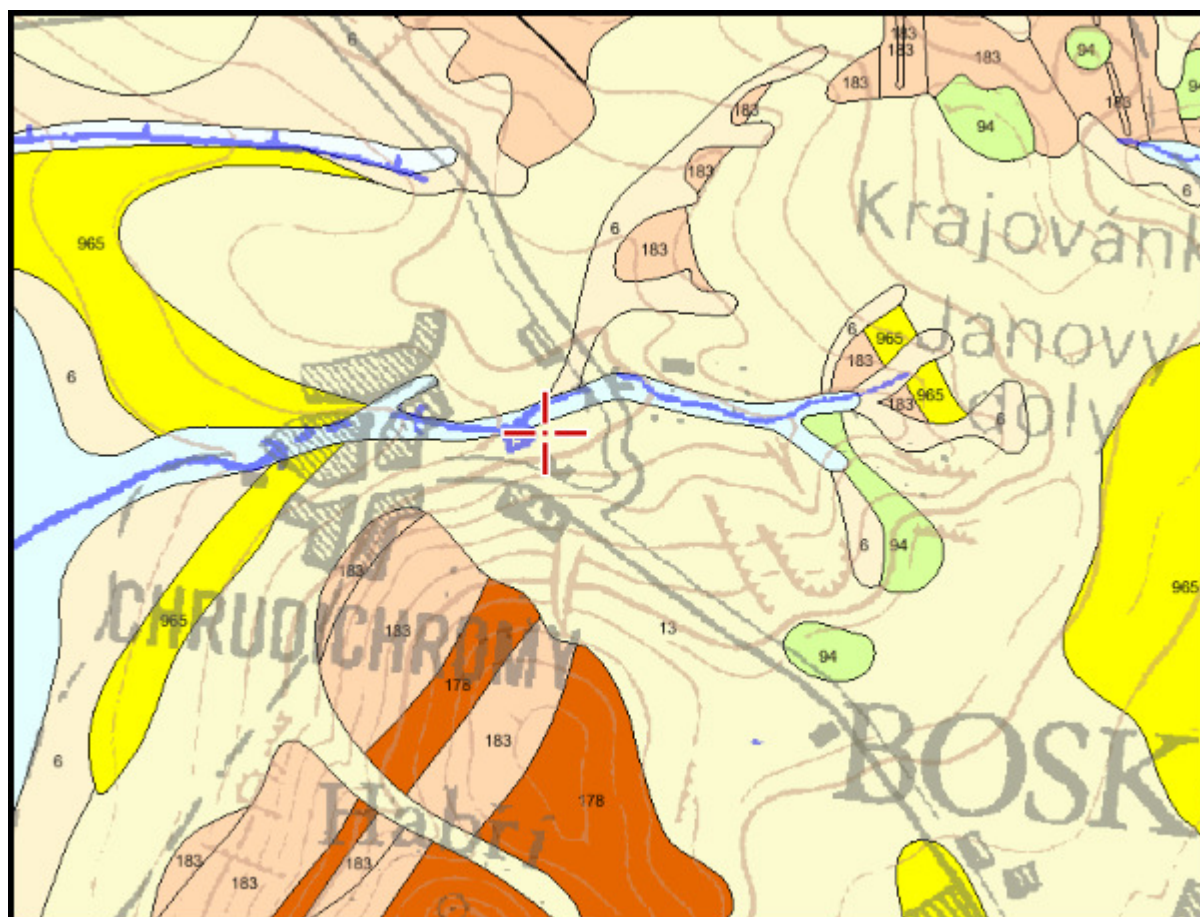
Z geologického hlediska náleží řešené území do oblasti Českého masivu - pokryvné útvary a postvariské magmatity. Podloží řešeného území je tvořeno horninami pocházejících z období čtvrtohor.

Podle geologické mapy, viz Obr. 5.1, zde zaujímá převažující část podloží nivní sediment. Jde o je nezpevněný sediment, který se vyskytuje ve formě hlíny, písku a šterku. Za vyšších vodních stavů je inundovaný.

Dále se na území vyskytují naváté sedimenty. Jde o spraš a sprašová hlíny, které jsou taktéž nezpevněné horniny. Hlavními minerálem je křemen s příměsemi a uhličitánem vápenatým.

Z části na území zasahuje také naváté sedimenty, což jsou písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment. Písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment je nezpevněný, různého mineralogického složení a barvy.

Při rekognoskaci terénu bylo zjištěno, že se v lokalitě navrhované nádrže vyskytuje půdní typ písčité hlína, která je dle normy ČSN 752410 [14] vhodná pro stavbu homogenní hráze.



Legenda:

	4: nivní sedimenty
	5: splachové sedimenty
	6: svahové sedimenty
	13: naváté sedimenty
	94: jílovec, prachovec, pískovec
	178: slepenec, brekcie
	183: jílovec, prachovec, pískovec
	965: mořské sedimenty

Obr. 5.1 Geologická mapa [15]

5.4.4 Poloha vůči záplavovému území

Poloha navrhovaného suché nádrže je v údolí Chrudichromského potoka, který způsobuje povodňové stavy v obci Chrudichromy. Hráz nádrže je navržena jako přehrazení údolního profilu Chrudichromského potoka. Nádrž je navržena tak, aby transformovala povodňovou vlnu, čímž se omezí povodňové nebezpečí v záplavovém území.

5.4.5 Dotčené pozemky

Tab. 5.4 Seznam dotčených pozemků [16]

Parc.č.KN	Vlastník	Adresa	LV	Využití Výměra (m ²)
375/2	Oujezdský Jan	Chrudichromy 5, 680 01	37	Orná půda 8811
377/3	Obec Chrudichromy	Chrudichromy 48, 680 01	1	Ostatní plocha 1281
378/1	Obec Chrudichromy	Chrudichromy 48, 680 01	1	TTP 2153
378/2	Obec Chrudichromy	Chrudichromy 48, 680 01	1	TTP 201
378/3	Obec Chrudichromy	Chrudichromy 48, 680 01	1	TTP 363
378/4	Obec Chrudichromy	Chrudichromy 48, 680 01	1	TTP 110
380/1	Sychra Josef Sychrová Alena	Chrudichromy 4, 680 01 Chrudichromy 4, 680 01	39	TTP 709
382	Sychra Josef Sychrová Alena	Chrudichromy 4, 680 01 Chrudichromy 4, 680 01	39	TTP 5240
388/1	Obec Chrudichromy	Chrudichromy 48, 680 01	1	Ostatní plocha 190
389/1	Obec Chrudichromy	Chrudichromy 48, 680 01	1	TTP 7536
389/2	Musil Jan	Drnovice 287, 679 76	258	TTP 2254
390/1	Chlup Arnošt	Chrudichromy 63, 680 01	200	TTP 817
390/3	Chlup Arnošt	Chrudichromy 63, 680 01	200	TTP 527

5.5 ČLENĚNÍ STAVBY NA PROVOZNÍ SOUBORY A STAVEBNÍ OBJEKTY

- SO 01 - Úpravy v zátopě a vegetační úpravy
- SO 02 - Těleso hráze
- SO 03 - Spodní výpust
- SO 04 - Bezpečnostní přeliv
- SO 05 - Přeložka polní cesty

5.6 ORIENTAČNÍ ÚDAJE STAVBY

5.6.1 Základní údaje stavby

Typ vodní nádrže:	průtočná nádrž	
Kóta koruny hráze:	244,2	m n. m.
Max. výška hráze:	5,20	m
Délka hráze:	71,70	m
Kóta koruny bezpečnostního přelivu:	343,15	m n. m.
Kóta maximální hladiny:	343,85	m n. m.
Kóta maximální retenční hladiny:	343,15	m n. m.
Plocha hladiny při maximální retenční hladině:	7417,67	m ²
Plocha hladiny při maximální hladině:	9818,82	m ²
Objem při max. retenční hladině:	10470,92	m ³
Objem při max. hladině:	16532,16	m ³
Sklon návodního svahu:	1 : 3,3	
Sklon vzdušného svahu:	1 : 2	
Šířka koruny hráze:	3,0	m
Kategorie vodního díla:	IV	

5.6.2 Celková bilance nároků všech druhů energií a vody

Navrhovaná stavba nemá po výstavbě žádné nároky na potřeby energií a potřeby vody.

5.7 ÚDAJE O PROVEDENÝCH PRŮZKUMNÝCH PRACÍCH

V zájmové lokalitě bylo provedeno geodetické zaměření a rekognoskace terénu s fotodokumentací.

Při návrhu dimenzí nádrže byly použity hydrologické údaje zpracované Českým hydrometeorologickým ústavem v Brně.

K zjištění klimatických podmínek byly použity veřejně dostupné informace z neplacených serverů.

5.8 BUDOUCÍ PROVOZ

Navrhovaná stavba bude dána jako celek do správy a provozu obci Chrudichromy, která bude zajišťovat údržbu a celkový provoz nádrže. Mimo období zvýšených průtoků bude nádrž užívána jako suchá, bez stálého zadržení vody. Bude tedy potřeba pravidelně udržovat zeleň v zátopě nádrže a kontrolovat manipulační objekty nádrže.

6 SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

6.1 URBANISTICKÉ, ARCHITEKTONICKÉ A STAVEBNÉ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

6.1.1 Zhodnocení staveniště

Staveniště se nachází východně nad zástavbou obce Chrudichromy nad stávajícím rybníkem a pod místní komunikací III. třídy. Pozemky v místě navrhované hráze a v zátopě plní z větší části funkci lesa s vyšším stupněm zamokření půdy. Velmi malá část je obhospodařována jako orná půda nebo trvalý travní porost. Ve směru od východu na západ, přibližně v ose navrhované hráze, protéká neupravený Chrudichromský potok. Přístupnost staveniště je dobrá. Kolem řešeného území vede polní cesta, jejíž krátký úsek bude v rámci navrhované stavby poldru přeložen. V místě staveniště se nenacházejí žádná vedení podzemních inženýrských sítí.

6.1.2 Urbanistické a architektonické řešení

Na stavbu nejsou z urbanistického a architektonického hlediska kladeny zvláštní požadavky. Půjde o návrh technických konstrukcí vodního hospodářství. Poldr je navržen tak, aby se co nejlépe začlenil do krajiny

6.1.3 Technické řešení

Koncepce technického řešení se odvíjí od morfologie terénu a hydrologických dat Chrudichromského potoka. Suchá nádrž je navržen jako průtočná nádrž bez hladiny stálého zadržení a bude plnit funkci záchytné retenční nádrže. Údolí Chrudichromského potoka bude přehrazeno zemní sypanou hrází. Zemina pro těleso hráze bude odtěžena v zátopě nádrže. Spodní výpust nádrže bude o průměru DN 1000. Bezpečností přeliv je navržen jako čelní. Při transformaci povodňové vlny s kulminačním průtokem Q_{100} bude hladina stoupat ke kótě maximální retenční hladiny 343,15 m n. m. Hrana bezpečnostního přelivu je navržena také na kótě maximální hladiny. Bezpečnostní přeliv tedy nebude až do povodňových průtoků s kulminačním průtokem Q_{100} v provozu. Kdyby došlo k teoretickému ucpání spodní výpusti, hladina se zastaví na kótě 343,85 m n. m.. Na kótu 343,85 m n. m. je navržena maximální hladina v nádrži. Při takové výšce hladiny voda přeteče přes bezpečnostní přeliv paprskem o hloubce 0,70 m. Koruna hráze je navržena na kótě 344,20 m n. m., převýšení hráze nad maximální hladinou je 0,70 m. Hydrotechnické výpočty byly provedeny pomocí programu HEC-RAS 4.1.0.

6.1.4 Popis provozních souborů a stavebních objektů

SO 01 - Úpravy v zátopě a vegetační úpravy

Nejprve budou odstraněny veškeré dřeviny z plochy zátopy a z plochy určené ke stavbě tělesa hráze. Jde o náletový les o výměře 6 300 m² se stromy o průměru kmenů 20 - 40 cm. Odlesnění bude provedeno plošně na celém řešeném území. Odstraněné dřevo bude využito dle požadavků vlastníka.

Dále bude z celé plochy zátopy sejmuta ornice o mocnosti 30 cm. Ornice bude uložena na mezideponii a později bude použita na ohumusování hráze. Zbylá ornice bude odvezena na skládku. Další podmiňující úpravy terénu řešeného území a přilehlých pozemků, nutné při výstavbě, budou na zvážení stavební firmy a před dokončením stavby budou odstraněny nebo uvedeny do původního stavu. Na závěr se provede osetí nádrže travní směsí. Zatravnění bude plnit protierozní funkci.

SO 02 - Těleso hráze

Základní technické údaje hráze:

Kóta koruny hráze:	244,20	m n. m.
Kóta maximální retenční hladiny:	243,15	m n. m.
Kóta maximální hladiny:	243,85	m n. m.
Maximální výška hráze:	5,2	m
Délka hráze:	71,78	m
Šířka koruny hráze:	3	m
Sklon návodního svahu:	1 : 3,3	
Sklon vzdušného svahu:	1 : 2	

Charakteristiky zeminy:

C _{ef}	5	kPa
φ _{ef}	34	°
K	1.10 ⁻⁵ -1.10 ⁻¹⁰	m.s ⁻¹

Navrhované řešení tělesa hráze je patrné z přílohy B.1 - Vzorový příčný řez hráze. Hráz je navržena jako homogenní, zemní. Jako materiál pro těleso hráze bude použita zemina MS - hlína písčítá. Na základě zeminy určené pro těleso hráze byl dle příslušné normy ČSN 752410 [14] navržen sklon návodního svahu 1 : 3,3 a sklon vzdušného svahu 1 : 2. Materiál pro stavbu tělesa hráze bude odtěžen v místě zátopy nádrže.

Hutnění hráze bude probíhat po jednotlivých vrstvách o mocnosti 0,20 m. Před navážením první vrstvy musí být základová spára vlhká, bez stojící vody v prohlubních, což zajistí dobré spojení násypu s podložím. Při násypu je třeba vrstvy navážet na předchozí zhutněné vrstvy, které musí být zarovnané, ovšem ne příliš hladké či vyschlé. Jednotlivé vrstvy se musí dostatečně spojit, což zamezuje vzniku průsakových cest.

Koruna hráze bude zpevněna lehkou konstrukcí komunikace ze štěrkopísku. Nepřepokládá se častá obsluha a pojezd těžkou technikou. Komunikace koruny hráze bude navazovat na přeložku polní cesty, viz dále - SO 05 Přeložka polní cesty.

V patě vzdušného svahu je navržen odvodňovací štěrkový drén, který bude vyúšťovat do koryta. Jako drenážní potrubí je navrženo PVC DN 200. Filtrační vrstva je navržena z kameniva frakce 16-32 mm a obsyp potrubí z kameniva frakce 32-63 mm. Vzdušný i návodní svah hráze budou ohumusovány na tl. 0,10 m a osety travní směsí.

SO 03 - Spodní výpust

Spodní výpust bude osazena na vtokovém objektu. Vtokový objekt bude zhotoven z vodostavebního betonu C 30/37 a bude osazen jemnými česlemi. Aby docházelo k tlumení energie, bude výpust ústít do vývaru z kamenného záhozu. Potrubí spodní výpusti je navrženo v profilu DN 1000, z betonových trub TBH - Q 100/250, které budou obetonovány. Technické řešení spodní výpusti je patrné z přílohy B.2 - Výkres spodní výpusti.

SO 04 - Bezpečnostní přeliv

Navržen byl čelní bezpečnostní přeliv lichoběžníkového tvaru, který bude sloužit pro bezpečné převedení kulminačních potoků povodňových vln větších než Q_{100} nebo při ucpání spodní výpusti. Při nižších průtocích nebude přeliv v činnosti. Hrana přelivu je oproti koruně hráze snížena o 1,05 m. Napojení na hráz bude provedeno vysvahováním ve sklonu 1 : 1,5. Při teoretickém ucpání spodní výpusti a průtoku stoleté povodňové vlny by voda protékala přelivem s výškou paprsku 0,70 m. Převýšení koruny hráze by při takovém havarijním stavu bylo 0,35 m. Kóta koruny přelivu je navržena na 344,20 m n. m. Délka přelivné hrany je navržena na 8 m. Návodní strana přelivu bude ve sklonu 1 : 8 a bude opevněna kamennou dlažbou tl. 0,20 m do štěrkopísku tl. 0,20 m a bude zakončena betonovým prahem. Na návodní stranu bezpečnostního přelivu bude navazovat přelivná hrana, která bude ohraničena betonovými prahy a bude opevněna kamennou dlažbou tl. 0,20 m do betonu C 12/15 tl. 0,20 m. Betonové prahy budou z betonu C 30/37. Na přelivnou hranu bude navazovat balvanitý skluz, pod ním k utlumení kinetické energie kamenný vývar a dále zatravněný

průleh směřující do rybníka pod navrhovanou nádrží. Skluz bude opevněn štetovitě osazeným lomovým kamenem do betonu C 12/15 tl. 0,30 m a bude zakončen betonovým prahem.

SO 05 - Přeložka polní cesty

V rámci projektu bude v délce 195 m přeložen úsek polní cesty. Stávající polní cesta zasahuje svou částí do místa navrhované hráze a zátopy. Celková délka nově navrženého úseku je 210 m. Původní polní cesta je nezpevněná, jednoproudá s šířkou 3,0 m. Na tuto polní cestu budou kladeny velké nároky, jelikož bude jedinou příjezdovou komunikací k stavbě. Nově navržený úsek bude jiné konstrukce jako stávající polní cesta. Konstrukce navržené přeložky polní cesty je patrná z přílohy B.7 - Vzorový příčný řez polní cesty. Součástí stavebního objektu přeložky polní cesty bude i odstranění stávající polní cesty v řešeném území. Na přeložený úsek bude navazovat komunikace na koruně navrhované hráze.

6.1.5 Napojení stavby na dopravní a technickou infrastrukturu

Stavba nevyžaduje zvláštní napojení na technickou infrastrukturu.

Přístupnost staveniště je dobrá, příjezd je sjezdem ze silnice III. třídy (37418) a dále po zpevněné polní cestě, která na silnici navazuje. V rámci stavby bude část polní cesty přeložena. Stavba tedy nevyžaduje žádné zvláštní napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu. Dopravní zpřístupnění hráze a ovládacích prvků hráze bude provedeno zpevněným příjezdem, který se napojí na již zmíněnou navrhovanou přeložku trasy původní polní cesty, viz příloha A.4 - Situace stavby.

6.2 VLIV STAVBY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Stavba suché nádrže nebude mít po svém dokončení vliv na životní prostředí, jelikož nebude produkovat žádné odpady. Při realizaci ale pravděpodobně dojde k ovlivnění životního prostředí. Může dojít k zatížení okolí stavby hlukem a v suchém období zvýšenou prašností. Může docházet ke snížení kvality vody toku. Dlouhodobějším zakalením vody by mohl být ovlivněn biotop toku v níže položených oblastech. V takovém případě by bylo nutné stavební práce přerušit. Všechny odpadní materiály vzniklé při výstavbě budou odvezeny na skládku komunálního odpadu ve 24 km vzdáleném Blansku.

Na stavbě bude použita technika v dobrém stavu, aby nemohlo dojít k úniku ropných látek. V případě havárie musí být provedena okamžitá opatření zabráňující průniku nebezpečných látek do povrchové vody. Pracovníci budou proškoleni v oblasti činnosti v případě havárie.

Vhodnou organizací stavebních prací a opatřeními bude negativní ovlivnění životního prostředí minimalizováno. Při stavbě se také budou respektovat zásady bezpečnosti práce, veškeré platné předpisy a normy.

6.3 OCHRANA STAVBY PŘED NEGATIVNÍMI ÚČINKY VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ

Na stavbu nejsou kladeny žádné zvláštní požadavky. Veškeré materiály použité na konstrukci nepodléhají korozivním účinkům.

6.4 POŽÁRNÍ OCHRANA

Vzhledem ke svému vodohospodářskému charakteru stavba tuto ochranu nevyžaduje. Není zde riziko požáru.

6.5 OCHRANNÁ PÁSMA

V současné době se v řešeném území nevyskytuje žádné vedení či zařízení, které by mělo ochranné pásmo

6.6 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

Základní údaje

Plocha povodí: 1,46 km²

Průtoky vypočtené dle Čerkašina [17]: $Q_{100} = 11,37 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{100} = 7,05 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{100} = 3,87 \text{ m}^3/\text{s}$

Průtoky vypočtené dle typizační směrnice "Návrhové průtoky pro velmi malá povodí" [18]:

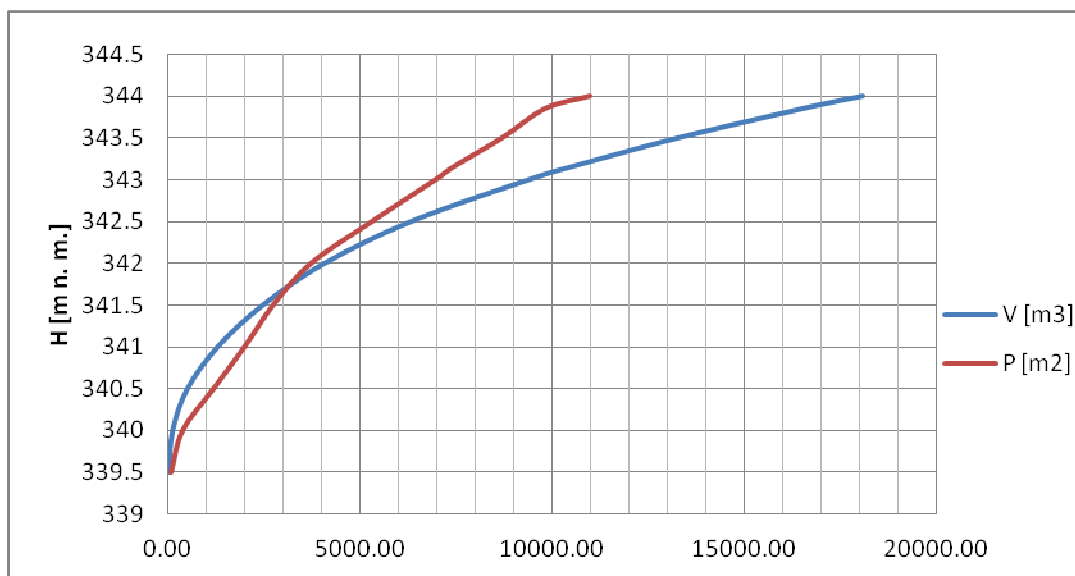
$Q_{100} = 7,0 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{50} = 5,8 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{20} = 3,9 \text{ m}^3/\text{s}$

Průtoky stanovené ČHMÚ [12]: $Q_{100} = 7,2 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{100} = 5,3 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{100} = 3,4 \text{ m}^3/\text{s}$

Hydrogramy povodní pro návrh nádrže budou získány pomocí typizační směrnice "Návrhové průtoky pro velmi malá povodí" úpravou na hodnoty stanovené ČHMÚ.

Tab. 6.1 Bathygrafické křivky navrhované nádrže

H [m n. m.]	h [m]	P [m ²]	P _d [km ²]	P _h [km ²]	P _p [m ²]	V [m ³]	ΣV [m ³]
339.5	0.2	65.56	0.00	65.56	32.78	6.56	6.56
340	0.5	364.71	65.56	364.71	215.14	107.57	114.12
340.5	0.5	1169.64	364.71	1169.64	767.17	383.59	497.71
341	0.5	1980.06	1169.64	1980.06	1574.85	787.43	1285.14
341.5	0.5	2725.06	1980.06	2725.06	2352.56	1176.28	2461.42
342	0.5	3715.17	2725.06	3715.17	3220.12	1610.06	4071.48
342.5	0.5	5304.05	3715.17	5304.05	4509.61	2254.81	6326.28
343	0.5	6960.93	5304.05	6960.93	6132.49	3066.24	9392.53
343.15	0.15	7417.67	6960.93	7417.67	7189.30	1078.40	10470.92
343.5	0.35	8699.58	7417.67	8699.58	8058.63	2820.52	13291.44
343.85	0.35	9818.82	8699.58	9818.82	9259.20	3240.72	16532.16
344	0.15	10988.71	9818.82	10988.71	10403.77	1560.57	18092.73



Obr. 6.1 Batygrafické křivky

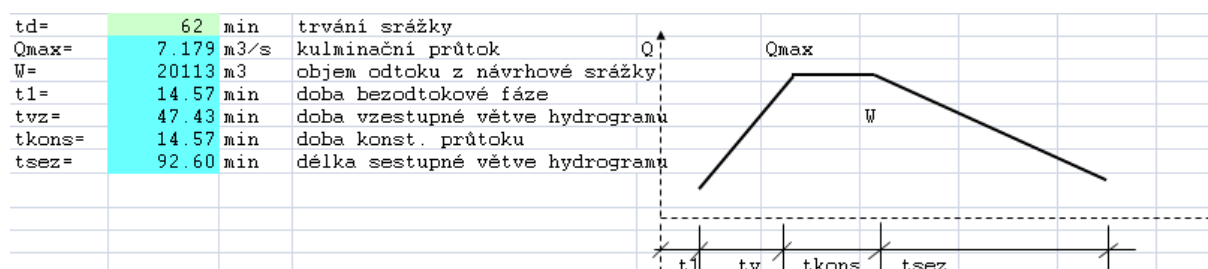
6.6.1 Návrh a výpočet nádrže

V programu HEC-RAS byl vytvořen model navrhované nádrže, který byl posouzen na povodňové vlny Q_{100} , Q_{50} a Q_{20} . Hydrogramy povodňových vln byly sestaveny na základě hydrologických údajů. Výpočet byl proveden pomocí typizační směrnice "Návrhové průtoky pro velmi malá povodí" [18]. Na základě získaných informací o průtocích a maximální hladině bylo postupnou optimalizací dimenzí jednotlivých funkčních objektů nádrže dospěno ke končným návrhovým parametrům nádrže. Výstupy získané pomocí Směrnice pro malá povodí z programu HEC-RAS jsou zobrazeny dále.

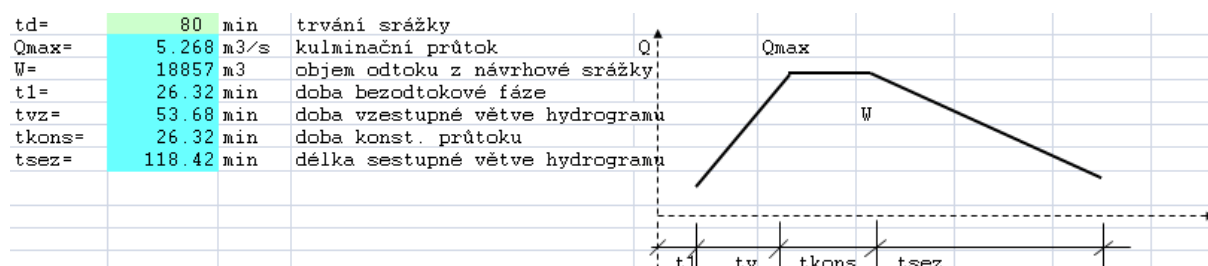
Výpočet hydrogramů povodňových vln pomocí typizační směrnice "Návrhové průtoky pro velmi malá povodí"

Stanovené vstupní hodnoty:

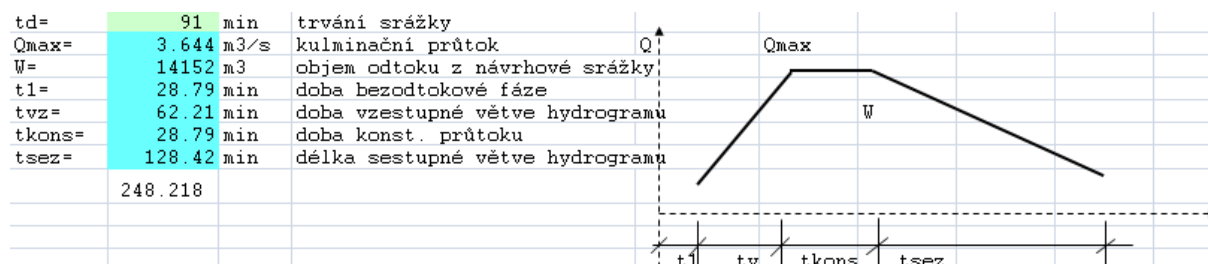
- Plocha povodí = 1.46 km^2
- Sklon svahu = 4.7 %
- Délka svahu = 1060 m.
- Hodnota CN křivky = 81 (s ohledem na druh pozemků)
- Hodnota návrhové srážky $H_{24,100} = 77.1 \text{ mm}$.
- Hodnota návrhové srážky $H_{24,50} = 70.1 \text{ mm}$
- Hodnota návrhové srážky $H_{24,20} = 61.2 \text{ mm}$
- Návrhová doba trvání srážky pro $Q_{100} = 62 \text{ min}$
- Návrhová doba trvání srážky pro $Q_{50} = 80 \text{ min}$
- Návrhová doba trvání srážky pro $Q_{20} = 91 \text{ min}$



Obr. 6.2 Získaný hydrogram povodně Q₂₀

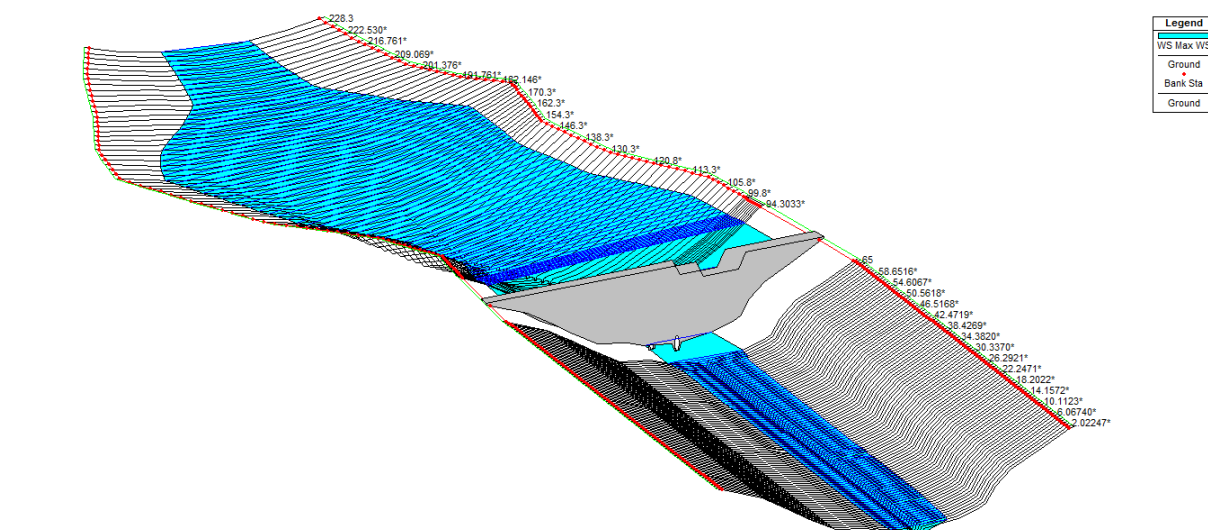


Obr. 6.3 Získaný hydrogram povodně Q₅₀

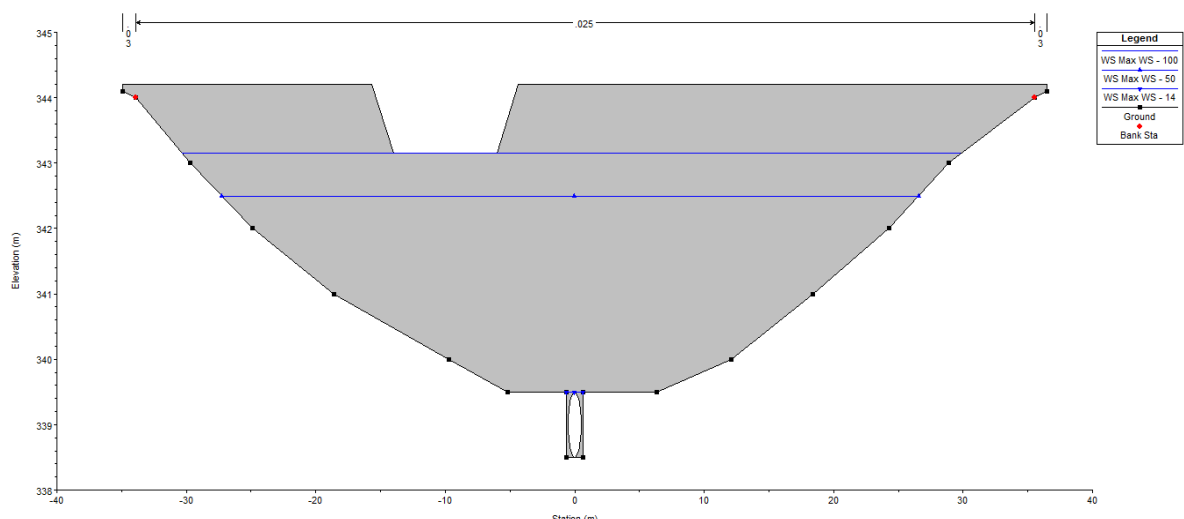


Obr. 6.4 Získaný hydrogram povodně Q₅₀

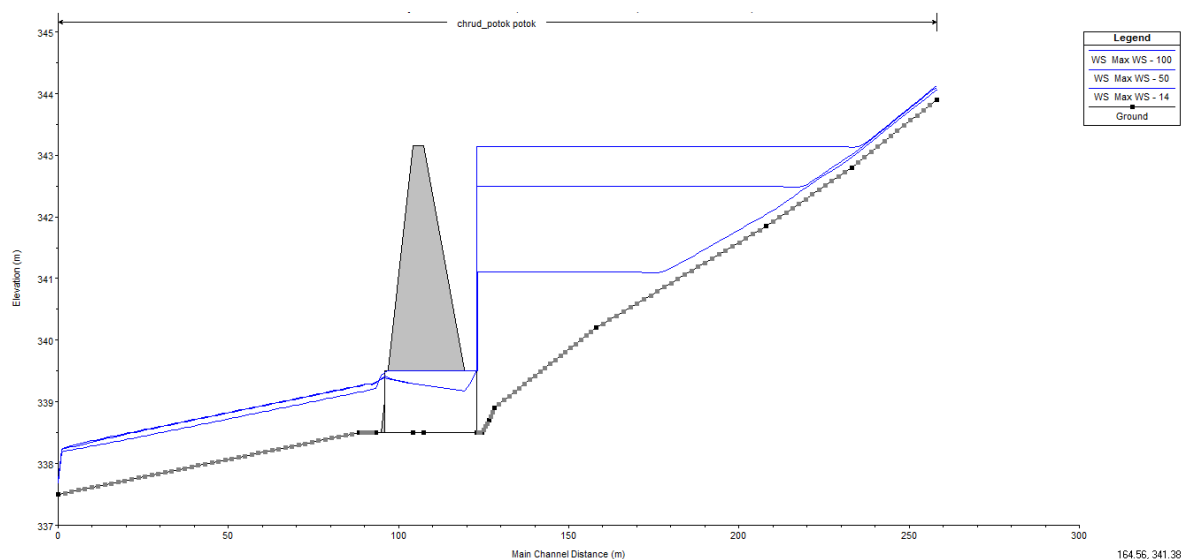
Výpočet a návrh nádrže v programu HEC-RAS 4.1



Obr.6.5 Model nádrže v programu HEC-RAS



Obr. 6.6 Příčný profil hráze s vyznačenými hladinami kulminačních průtoků Q_{100} , Q_{50} a Q_{20}



Obr. 6.7 Podélný profil nádrže s vyznačenými hladinami kulminačních průtoků Q_{100} , Q_{50} a Q_{20}

Tab. 6.2 Navržené parametry spodní výpusti

Culvert Data Editor

Add ... Copy Delete ... Culvert ID: Culvert #1

Solution Criteria: Highest U.S. EG Rename ...

Shape: Circular Span: Diameter: 1

Chart #: 1 - Concrete Pipe Culvert

Scale #: 1 - Square edge entrance with headwall

Distance to Upstrm XS: 0.01 Upstream Invert Elev: 338.5

Culvert Length: 27.1 Downstream Invert Elev: 338.5

Entrance Loss Coeff: 0.5 # identical barrels: 1

Exit Loss Coeff: 1

Manning's n for Top: 0.014

Manning's n for Bottom: 0.014

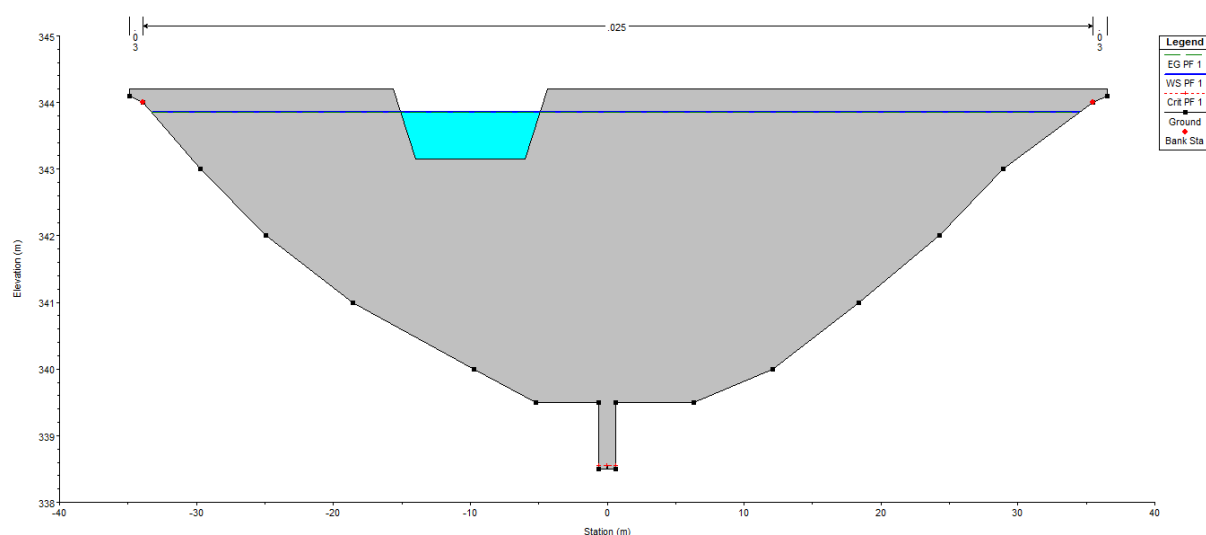
Depth to use Bottom n: 0

Depth Blocked: 0

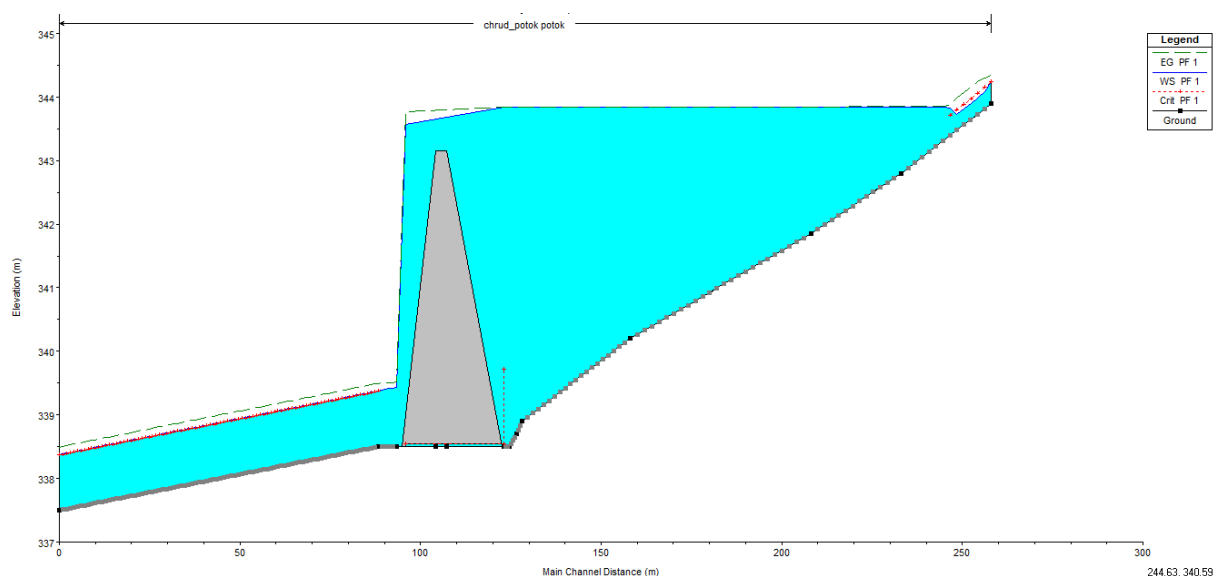
Centerline Stations		
	Upstream	Downstream
1	0.	0.
2		
3		
4		

Tab. 6.3 Maximální hodnoty v korytě toku po transformaci povodňové vlny Q_{100}

River:	chrud_potok	Profile:	Max W/S		
Reach:	potok	RS:	0		Plan: 100
Plan: 100 chrud_potok potok RS: 0 Profile: Max W/S					
E.G. Elev (m)	349.45	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	11.72	Wt. n-Val.		0.025	
W.S. Elev (m)	337.73	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	338.28	Flow Area (m2)		0.29	
E.G. Slope (m/m)	1.492851	Area (m2)		0.29	
Q Total (m3/s)	4.35	Flow (m3/s)		4.35	
Top Width (m)	1.46	Top Width (m)		1.46	
Vel Total (m/s)	15.17	Avg. Vel. (m/s)		15.17	
Max Chl Dpth (m)	0.23	Hydr. Depth (m)		0.20	
Conv. Total (m3/s)	3.6	Conv. (m3/s)		3.6	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		1.66	
Min Ch El (m)	337.50	Shear (N/m2)		2531.36	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2082.69	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			



Obr. 6.8 Příčný profil nádrže s vyznačenou hladinou kulminačního průtoku při maximální hladině vody



Obr. 6.9 Podélný profil nádrže s vyznačenou hladinou kulminačního průtoku při maximální hladině

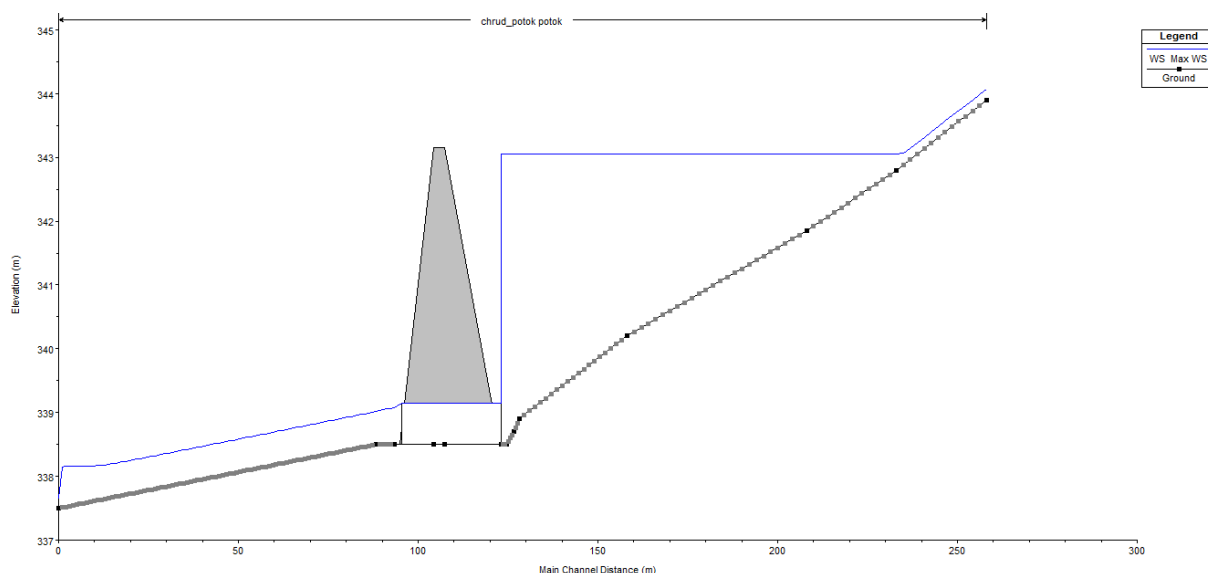
Tab. 6.4 Maximální hodnoty v profilu hráze za průchodu povodňové vlny Q_{100} při ucpané spodní výpusti

River:	chrud_potok	Profile:	PF 1	Culv Group:	Culvert #1
Reach	potok	RS:	79.865	Plan:	100
Plan: 100 chrud_potok potok RS: 79.865 Culv Group: Culvert #1 Profile: PF 1					
Q Culv Group (m ³ /s)	0.00	Culv Full Len (m)	27.08		
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	1.52		
Q Barrel (m ³ /s)	0.00	Culv Vel DS (m/s)	1.52		
E.G. US. (m)	343.85	Culv Inv El Up (m)	338.50		
W.S. US. (m)	343.85	Culv Inv El Dn (m)	338.50		
E.G. DS (m)	339.51	Culv Frctn Ls (m)	4.24		
W.S. DS (m)	339.43	Culv Exit Loss (m)	0.04		
Delta EG (m)	4.33	Culv Entr Loss (m)	0.06		
Delta WS (m)	4.41	Q Weir (m ³ /s)	7.18		
E.G. IC (m)	343.85	Weir Sta Lft (m)	-15.10		
E.G. OC (m)	343.85	Weir Sta Rgt (m)	-4.90		
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	0.00		
Culv WS Inlet (m)	338.55	Weir Max Depth (m)	0.70		
Culv WS Outlet (m)	338.55	Weir Avg Depth (m)	0.62		
Culv Nml Depth (m)		Weir Flow Area (m ²)	6.35		
Culv Crit Depth (m)	0.05	Min El Weir Flow (m)	343.15		

Výsledné transformace povodňových vln pro jednotlivé průtoky

- Při Q_{100} z 7,2 m³/s na 4.34 m³/s
- Při Q_{50} z 5.3 m³/s na 3.73 m³/s
- Při Q_{20} z 3.4 m³/s na 3.09 m³/s

Při nižších průtocích než Q_{100} je transformace povodňové méně účinná. Optimalizovat transformaci, tak aby byla účinnější a odtok z nádrže byl neškodný, lze provést zúžením průřezu spodní výpusti, a to např. vkládáním clony před potrubí spodní výpusti s průměrem otvoru DN 600.



Obr. 6.10 Podélný profil nádrže s vyznačenou hladinou kulminačního průtoku Q_{20} s vloženou clonou DN 600

S vloženou clonou je transformace při Q_{20} z 3.4 m³/s na 1.68 m³/s.

7 ZÁVĚREČNÁ DOPORUČENÍ PRO OBCE OHROŽENÉ EXTRAVILÁNOVÝMI VODAMI

Plánovitý, komplexní a systematický přístup v protipovodňové ochraně:

- územní studie - koncepce ochrany před povodněmi
- územní plán
- územní systém ekologické stability
- komplexní pozemkové úpravy

Využití kombinace řady nástrojů ochrany a prevence, jenž umožňuje:

- vícezdrojové financování
- získávání dotací z různých oblastí podpory [19]

Integrace protipovodňových a protierozních staveb a jejich multiplikační efekty - každé technické opatření a stavba by měla mít širší význam a v urbanizovaném prostředí či krajině plnit více funkcí, např:

- retenční nádrž = biocentrum územního systému ekologické stability
- protipovodňová hráz = těleso pozemní komunikace
- propustek nebo inundační prostup = podchod nebo podjezd
- revitalizace vodního toku = biokoridor územního systému apod. [1]

8 ZÁVĚR

Ochrana měst a obcí před povodněmi je složitá disciplína, jelikož povodně jsou živly a jejich výskyt v čase nelze předvídat. Mezi jednotlivým povodňovými událostmi mohou být velké časové prodlevy. Lidé tak snadno zapomínají na důsledky, které povodně způsobují a od preventivní ochrany se upouští. V současné době se na našem území povodně vyskytují poměrně často, a tak je protipovodňová ochrana velmi aktuální. Samotná příprava protipovodňových opatření je dlouhodobý proces. Od návrhu protipovodňového opatření k jeho realizaci je dlouhá cesta. Stěžejním problémem může být zejména vykoupení pozemků, na nichž jsou protipovodňová opatření navržena. Pokud se obec nedohodne třeba i s jedním vlastníkem dotčených pozemků, je nutné celkové přepracování návrhu nebo úplné zrušení výstavby konkrétních ochranných objektů. K rychlému cíli nemusí vést ani vyvlastnění pozemků od soukromých subjektů na základě zahrnutí stavebních opatření mezi veřejně prospěšné stavby v platném územním plánu obce.

Je také třeba si uvědomit, že i když je ochrana obce realizována, může být překonána. Je důležité, aby se protipovodňová ochrana zpracovávala komplexně a aby pokud možno spočívala v kombinacích různých typů opatření, ať už jde o opatření zadržující vodu v krajině, opatření zpomalující odtok z krajiny, nebo opatření, která vodu bezpečně převádějí. Zřetel by měl být brán na funkčnost ochranných staveb, což by měl zajišťovat správný návrh - technické řešení, volba materiálu, dimenze atd. Nesprávně navržené stavby mohou být totiž samotnou příčinou povodní.

V obci Chrudichromy bylo navrženo řešení protipovodňové ochrany formou výstavby suché nádrže. Suchá nádrž a její součásti, jako je spodní výpust a bezpečnostní přeliv, byla navržena na stoletou povodňovou vlnu. Transformace povodňové vlny při nižších vodních stavech (např. při dvacetileté povodňové vlně Q_{20}) by ale nebyla dostatečně účinná. Proto se předpokládá relativně levné řešení, avšak náročné na rychlou a operativní manipulaci, čili lidský faktor, které by spočívalo ve vkládání clony před potrubí spodní výpusti, čímž by se reguloval průtočný profil při nástupu povodňové situace.

Navržené řešení je tedy spíše teoretické, a proto je nutné tento návrh v konkrétních podmínkách dále optimalizovat. Uvedená situace a příklad obce Chrudichromy zřetelně prokazuje, že návrh suché nádrže není opatřením, které by řešilo zpomalení povrchového odtoku extravilánových vod. Neměl by tedy být jediným technickým opatřením, které řeší daný problém. Účinná preventivní opatření by měla být učiněna také v ploše povodí

Chrudichromského potoka, tj. pomocí hradících systémů napříč údolnic (příčný interakční prvek nebo biokoridor v rámci územního systému ekologické stability), změnou obdělávání půd, eventuálně i změnou vlastnické struktury pozemků ohrožených silnou extravilánovou erozí. Tato externí protipovodňová opatření by mohla být doprovázena také technickými opatřeními uvnitř obce, zejména zkapacitnění zatrubněné části potoka.

Pro absolutní bezpečnost a ochranu této malé obce by bylo nutné vytvořit komplexní soustavu retenčních nádrží doprovázenou již zmíněnými opatřeními v ploše povodí a v obci, přičemž je evidentní, že vynaložení takto vysokých nákladů na ochranu tak malé obce nebude reálné ani efektivní.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:

- [1] Holý, J.: *Bakalářská práce: Ochrana malých obcí proti extravilánové vodě*. Brno: VUT Brno., 2011. 45s.
- [2] KONVIČKA, M. a kol.: *Město a povodeň: Strategie rozvoje měst po povodních*. Brno: ERA group spol. s r.o., 2002.
- [3] ŠÁLEK, J., *Vodní hospodářství krajiny I*. Brno: PC-DIR, spol. s r.o., 1997.
- [4] *Plán oblasti povodí Moravy: Ochrana před povodněmi a vodní režim krajiny* [online]. 2009 [cit. 2012-11-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.pmo.cz/pop/2009/morava/end/index.html>>
- [5] ŠÁLEK, Jan a kol.: *Suché ochranné nádrže v projektování pozemkových úprav*. Brno: VUT Brno., 2000.
- [6] DAVID, V.: *Projekt 1 – malé vodní nádrže: 6. cvičení*. [online]. [cit. 2012-11-10]. Dostupné z WWW: <http://storm.fsv.cvut.cz/on_line/pjz1/06_cvic.pdf>.
- [7] MATOUŠKOVÁ, M.: *Revitalizace vodních ekosystémů a jejich význam v protipovodňové ochraně* [online]. 2009. [cit. 2012-11-16]. Dostupné z WWW: <http://web.natur.cuni.cz/geografie/vzgr/monografie/povodne/povodne_matouskova.pdf>
- [8] Obec Chrudichromy [online]. 2012. [cit. 2012-11-22]. Dostupné z WWW: <<http://chrudichromy.cz>>
- [9] Ortofotomapa obce Chrudichromy [online]. 2012. [cit. 2012-12-04]. Dostupné z WWW: <<http://mapy.cz/#x=16.632489&y=49.502542&z=14&l=15&c=2-3-8-15-25-H>>
- [10] OPATŘILOVÁ, K.: *Lidé se bojí záplav. Kvůli elektrárně* [online]. 2012. [cit. 2012-11-22]. Dostupné z WWW: <http://blanensky.denik.cz/zpravy_region/lide-se-boji-zaplav-kvuli-elektrarne20110413.html>
- [11] QUITT, E.: *Klimatické oblasti Československa*. Geografický ústav ČSAV, Brno, 1971.
- [12] Český hydrometeorologický ústav: *Hydrologická data Chrudichromského potoka*. Brno, 2007.
- [13] DEMEK, J.: *Hory a nížiny: zeměpisný lexikon ČSR.*, Praha: Academia, 1987. 584 s.
- [14] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: *Malé vodní nádrže ČSN 752410 2011*. Praha, 2011.
- [15] Česká geologická služba: *Geologická mapa 1:50000* [online]. 2012 [cit. 2012-12-08]. Dostupné z WWW: <http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=592728&x=1126809&s=1>

- [16] Český úřad zeměměřičský a katastrální: *Katastr nemovitostí* [online]. 2012. [cit. 2012-12-10]. Dostupné z WWW: <www.cuzk.cz>
- [17] ČERKAŠIN: *Hydrologická příručka*, HMÚ Praha, 1964.
- [18] Typizační směrnice "*Návrhové průtoky pro velmi malá povodí*". HDP Praha, 1989.
- [19] Finanční nástroje péče o přírodu a krajinu [online]. 2012. [cit. 2012-12-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.dotace.nature.cz/>>

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

- Obr. 2.1 Poměr zastoupení hlavních plošných prvku v krajině řeky Moravy
- Obr. 3.1 Transformace povodňové vlny
- Obr. 4.1 Ortofotomapa obce Chrudichromy
- Obr. 6.1 Batygrafické křivky
- Obr. 6.2 Získaný hydrogram povodně Q_{20}
- Obr. 6.3 Získaný hydrogram povodně Q_{50}
- Obr. 6.4 Získaný hydrogram povodně Q_{50}
- Obr. 6.5 Model nádrže v programu HEC-RAS
- Obr. 6.6 Příčný profil hráze s vyznačenými hladinami kulminačních průtoků Q_{100} , Q_{50} a Q_{20}
- Obr. 6.7 Podélný profil nádrže s vyznačenými hladinami kulminačních průtoků Q_{100} , Q_{50} a Q_{20}
- Obr. 6.8 Příčný profil nádrže s vyznačenou maximální hladinou vody
- Obr. 6.9 Podélný profil nádrže s vyznačenou hladinou kulminačního průtoku při maximální hladině
- Obr. 6.10 Podélný profil nádrže s vyznačenou hladinou kulminačního průtoku Q_{20} s vloženou clonou DN 600

SEZNAM TABULEK

- Tab. 5.1 Jednotlivé klimatické charakteristiky klimatických oblastí dle Quitta
- Tab. 5.2 M-denní průtoky
- Tab. 5.3 N-leté průtoky
- Tab. 5.4 Seznam dotčených pozemků
- Tab. 6.1 Batygrafické křivky navrhované nádrže
- Tab. 6.2 Navržené parametry spodní výpusti
- Tab. 6.3 Maximální hodnoty v korytě toku po transformaci povodňové vlny Q_{100}

Tab. 6.4 Maximální hodnoty v profilu hráze za průchodu povodňové vlny Q_{100} při
ucpané spodní výpusti

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČHMÚ	Český hydrometeorologický úřad	
k. ú.	katastrální území	
LV	list vlastnictví	
KN	katastr nemovitostí	
CN	číslo odtokové křivky	
TTP	trvalý travní porost	
MS	symbol hlíny písčité	
ČSN	česká technická norma	
DN	jmenovitý vnitřní průměr	
Q_N	N-letý průtok	(m^3/s)
Cef	soudržnost zeminy	(kPa)
φ_{ef}	úhel vnitřního tření zeminy	(°)
K	součinitel hydraulické vodivosti, filtrační součinitel	($m.s^{-1}$)

SEZNAM PŘÍLOH

A. SITUACE STAVBY

A.1	Přehledná situace	1:50 000
A.2	Situace širších vztahů	1:5 000
A.3	Situace katastru nemovitostí	1:1000
A.4	Situace stavby	1:500

B. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

B.1	Vzorový příčný řez hráze	1:100
B.2	Výkres spodní výpusti	1:50, 1:20
B.3	Výkres bezpečnostního přelivu	1:100
B.4	Podélný profil nádrže	1:500/100
B.5	Podélný profil hráze	1:250/50
B.6	Příčné řezy hráze	1:250/50
B.7	Vzorový příčný řez polní cesty	1: 50