

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra krajinného managementu

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Diplomová práce

Řešení protipovodňové ochrany v zemědělsky využívané
a urbanizované krajině

Autor diplomové práce:

Tomáš Petr

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jana Moravcová, Ph.D.

2014

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš PETR**
Osobní číslo: **Z12708**
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Řešení protipovodňové ochrany v zemědělsky využívané a urbanizované krajině**
Zadávající katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Výběr dvou území ohrožených povodněmi v zemědělsky využívané a urbanizované krajině.
Průzkum zvolených lokalit s důrazem na možné povodňové riziko.
Analýza a popis zdrojů povodňového rizika ve zvolených lokalitách.
Návrh různých možností řešení protipovodňových opatření ve zvolených lokalitách.
Analýza funkčnosti jednotlivých navržených opatření.
Výběr nejvhodnější varianty protipovodňové ochrany s přihlédnutím k zachování intenzity zemědělské činnosti v území a ochraně zastavěných území.
Detailní popis nejvhodnějších alternativ pro obě zvolené lokality.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 50 stran textu
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:


DAVIE, T. 2008. Fundamentals of hydrology. Oxon: Routledge. 200 s. ISBN 978-0415220286.
DOLEŽAL, P., PAVLÍK, M., STRÍTECKÝ, L., DUMBROVSKÝ, M., MARTĚNEK, J. 2010. Metodický návod k provádění pozemkových úprav. Praha: Ministerstvo zemědělství - Ústřední pozemkový úřad. 173 s.
VAN ENGEN, H., KAMPE, D., TJALLINGII, S. (Eds.). 1995. Hydropolis. The role of water in urban planning. Proceedings of the international UNSECO-IHP workshop. Wageningen (The Netherlands) and Emscher region (Germany). March 29. -April 2. 1993. Leiden: Backhuys Publisher. 296 s. ISBN 90-73348-37-4.
VASILIEV, O. F., VAN GELDER, P. H. A. J. M., PLATE, E. J., BOLGOV, M. V. (Eds.). 2007. Extreme hydrological events: New concepts for security. Dordrecht: Springer. 500 s. ISBN 978-1-4020-5740-3.
Časopisy Journal of Hydrology, Hydrological Processes, Water Research, Soil and Water Research, Vodní hospodářství.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jana Moravcová, Ph.D.
Katedra krajinného managementu

Datum zadání diplomové práce: 4. března 2013
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2014


prof. Ing. Milošlav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 20. března 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci Řešení protipovodňové ochrany v zemědělsky využívané a urbanizované krajině jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, duben 2014

.....

Poděkování:

Chtěl bych touto cestou poděkovat Ing. Janě Moravcové, Ph.D. za odborné rady, pomoc a vedení při zpracovávání této diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům Úřadu městyse Ledenice a firmy VH-TRES spol. s r.o. za poskytnutí užitečných materiálů a v neposlední řadě také své rodině za veškerou podporu v mém studiu.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá problematikou povodní a jednotlivými druhy protipovodňových opatření, která přispívají ke zmírnění materiálních i lidských ztrát při povodňových stavech. Tato práce vymezuje hlavní teoretické pojmy na téma povodeň, čtenář je seznámen s krizovými situacemi a také s doporučeným postupem, jak se chovat při povodni. Praktická část zahrnuje výběr dvou území, jejich podrobnou charakteristiku, popis vybudovaných protipovodňových opatření a jejich schopnost zadržet a odvést nadměrné a dlouhotrvající srážky ze zemědělské půdy a intravilánu. V práci je také množství tabulek, obrázků a fotografií pro lepší představu a pochopení tématu. Seznam literatury, z které bylo čerpáno je uveden v závěrečné části práce.

Klíčová slova

Povodeň, protipovodňové opatření, protipovodňový obtokový kanál, retenční nádrž

Abstract

This thesis deals with different kinds of floods and flood control measures that contribute to the alleviation of human and material losses during flood conditions. This paper outlines the main theoretical concepts on the subject of the flood, the reader is familiar with crisis situations and also with the recommended procedure, How to behave during a flood. The practical part includes a choice of two areas, their detailed characterization, description built flood protection measures and their ability to intercept and divert excessive and prolonged rainfall on agricultural land and urban areas. The work is also a number of tables, figures and photos for a better idea and understanding of the topic. The list of references from which it was drawn is given in the final part.

Keywords

Flood, flood control, flood bypass channel, retention tank

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Literární přehled	10
2. 1 Základní pojmy související s problematikou povodní.....	10
2. 2 Definice povodně a její příčiny.....	14
2. 3 Přehled základní legislativy protipovodňové ochrany v ČR	15
2. 3. 1 Krizové řízení	15
2. 3. 2 Obecná ochrana před povodněmi	15
2. 3. 3 Územní plánování	16
2. 3. 4 Integrovaný záchranný systém.....	17
2. 4 Povodňový plán ČR.....	19
2. 4. 1 Stupně povodňové aktivity	19
2. 4. 2 Předpovědní a hlásná služba	21
2. 5 Strategie ochrany před povodněmi v ČR.....	23
2. 6 Tři hlavní pilíře protipovodňové ochrany.....	25
2. 6. 1 Přirozená retence.....	25
2. 6. 2 Technická protipovodňová ochrana.....	25
2. 6. 3 Prevence povodní.....	26
2. 7 Možnosti protipovodňové ochrany v zemědělské a urbanizované krajině	27
2. 7. 1 Ochranné hráze	27
2. 7. 2 Ochranné nádrže	28
2. 7. 3 Řízený poldr.....	30
2. 7. 4 Revitalizace vodních toků a jejich význam v Protipovodňové ochraně	31
2. 7. 5 Působení lesů v ochraně před povodněmi.....	34
2. 7. 6 Mobilní protipovodňové bariéry	36
2. 7. 7 Netradiční způsoby řešení protipovodňové ochrany	38

3. Metodika	41
3. 1 Základní informace o obci Ledenice	41
4. Výsledky a diskuze	42
4. 1 Historické povodně v Ledenicích a stavba rybníka Kačerovec	42
4. 2 Popis zájmové lokality	44
4. 2. 1 Vodní zdroje	44
4. 2. 2 Vodní toky	46
4. 2. 3 Odtokové poměry	47
4. 3 Protipovodňový obtokový kanál v Ledenicích	49
4. 3. 1 Základní údaje:	49
4. 3. 2 Technické řešení stavby:	52
4. 3. 3 Objekty v rámci protipovodňového kanálu:	54
4. 4 Retenční nádrž Kačerovec	56
4. 4. 1 Základní údaje o nádrži.....	56
4. 4. 2 Charakteristika území nádrže.....	57
4. 4. 3 Technické údaje o nádrži	58
4. 4. 4 Údaje o provozu.....	62
4. 5 Údaje o realizaci	63
4. 5. 1 Odvodňovací kanál	63
4. 5. 2 Retenční nádrž	63
5. Závěr	65
6. Seznam literatury	67
7. Seznam elektronických zdrojů.....	70
8. Seznam obrázků.....	72
9. Seznam příloh	73

1. Úvod

Pod slovem povodeň si snad každý člověk v dnešní době představí živelnou pohromu, která páchá vysoké škody na majetku, zdraví a životech lidí. Povodně, které na území České republiky proběhly, vyvolávají četné diskuse o tom, zda problémy povodňové ochrany je možné řešit zvětšováním retenční schopnosti krajiny nebo technickými opatřeními. Jak hodnocení na území České republiky, tak i zahraniční zkušenosti ukazují, že řešením je kombinace obou přístupů, založená na podrobné znalosti charakteristiky území s podchycením vzájemných vazeb.

Povodně vznikají vylitím vody z koryt řek a vodních nádrží většinou po nadměrných a dlouhotrvajících srážkách. Proč ale mají povodně tak negativní dopady až v posledních letech? Velkou zásluhu má na tom sám člověk, který si přeměnil krajinu k obrazu svému. Vykácel lesy kvůli orné půdě pro zemědělství, přičemž lesy dokázaly pojmout vysoké množství vody a zabránit tak snadnému rozlití vody mimo koryta. Dále narovnal a reguloval koryta řek, což má za následek zrychlení toku vody v korytu a tím i zvýšení šance na rozlití vody mimo koryto řeky. V místech kde se dříve přirozeně rozlévala řeka, už dnes v některých případech stojí domy, které také zvyšují účinek povodní. Člověku tedy nezbývá nic jiného než se pokusit o vrácení krajiny do původního stavu a zamezit tak vzniku povodní a především se zaměřit na protipovodňová opatření, která dokážou zmírnit škody.

2. Literární přehled

2.1 Základní pojmy související s problematikou povodní

Aktivní zóna záplavového území je území v zastavěných částech obcí a v územích určených k zástavbě podle územních plánů, jež při povodni odvádí rozhodující část celkového průtoku, a tedy jsou v ní bezprostředně ohroženy životy, zdraví a majetek lidí.

Blesková povodeň je zvláštní druh povodně, jež má krátké trvání a prudký vzestup s relativně vysokou kulminací. Vzniká následkem deště vysoké intenzity, který postihne malé povodí.

Doba proběhu povodňové vlny je doba, kterou potřebuje povodňová vlna k tomu, aby dorazila od jednoho vodočtu k druhému po proudu řeky. Zjednodušeně se do ní zahrnuje časový odstup vrcholů povodně. Tento odstup se však může značně odchýlit od doby proběhu, dojde-li v ústí větších přítoků řek ke skládání povodňových vln, čímž se vytvoří nový vrchol povodně.

Drsnost koryta vodního toku. Tekoucí voda je zbrzděna třením např. u dna řeky nebo na břehových svazích. Drsnost kontaktní plochy je měřítkem síly tření. Hrubé kusy kamení nebo prahy na dně zvyšují drsnost koryta. V prostoru mezi hrázemi brzdí tekoucí vodu vegetace. V důsledku vysoké drsnosti se redukuje průměrná průtočná rychlost. Při stejném odtoku se zvyšuje stav vody.

Infiltrace (vsakování do půdního prostředí) je proces, při němž se dešťová voda vsakuje do půdy a vyplňuje její póry. Je-li půda málo propustná, nemůže se voda dobře vsakovat a vzniká větší povrchový odtok. Podíl infiltrace udává množství vody, které se za určitou časovou jednotku může vsáknout do půdy.

Ledová povodeň. Led ve vodních tocích vzniká již tehdy, jsou-li teploty několik dní pod bodem mrazu. Nejprve zamrzají úseky s malou průtočnou rychlostí, další zamrzání zužuje průtočný profil vodního toku stále více a stavy vody začínají stoupat. Nebezpečné situace může způsobit odchod ledů. Led se přitom může v zúžených místech nahromadit a vytvořit ledové bariéry, jež brání vodě v odtoku. Jestliže se ledová

bariéra tlakem vody prolomí, uvolní se podobně jako při protržení hráze velké množství vody.

Odtok je ta část srážek, která odeče z území sítí potoků a řek. Měří se jako množství vody za jednotku času a udává se v metrech krychlových za sekundu (m^3/s). Odtok se stanovuje nepřímo přes rychlost vody. Průměrná průtoková rychlost se násobí plochou průtokového profilu ($m^2 \times m/s = m^3/s$). Tato měření se provádějí ve větších časových odstupech při rozdílných stavech vody. Na jejich základě se sestavuje odtoková křivka. Ke každému naměřenému stavu vody může být přiřazen na základě této odtokové křivky příslušný odtok.

Povodeň je fáze hydrologického režimu vodního toku, která se vyznačuje náhlým, obvykle krátkodobým zvýšením průtoků a vodních stavů. Zvýšení je vyvoláno dešti nebo táním sněhu a může se vyskytnout vícekrát během roku v různých ročních obdobích. Přejídné výrazné zvýšení hladiny toku, způsobené náhlým zvětšením průtoku nebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta (např. ledovou zácpou); zpravidla působí povodeň na některých úsecích toku hospodářské škody podle stupně vybudované ochrany.

Povodňová vlna. Stav vody se během povodně po řadu dní nepřetržitě zaznamenává. Vzniká takzvaná linie průchodu povodně ve specifickém tvaru vlny. Celkový proces vzestupu a sestupu (poklesu) povodně se nazývá povodňová vlna.

Povodňové orgány zajišťují přípravu na povodňové situace, řízení, organizaci a kontrolu všech příslušných činností v průběhu povodně a v období následujícím bezprostředně po povodni včetně řízení, organizace a kontroly činnosti ostatních účastníků ochrany před povodněmi. Po dobu povodně jsou povodňovými orgány:

- a) povodňové komise obcí a v hlavním městě Praze povodňové komise městských částí,
- b) povodňové komise obcí s rozšířenou působností a v hlavním městě Praze povodňové komise městských částí stanovené Statutem hlavního města Prahy,
- c) povodňové komise krajů,
- d) Ústřední povodňová komise.

Retence. V blízkosti koryta řeky a v říční nivě se během záplav přechodně zadržuje část vody. To vede k tomu, že voda po proudu řeky stoupá pomaleji. Povodňová vlna se zpomalí a sníží. Retence je tím větší, čím menší je spád dotčeného území.

Retenční prostor souží k přechodnému zadržení části povodně. Je aktivován zaplavením popřípadě řízeným napuštěním.

Revitalizace je zpětné odstranění napřímení vodního toku nebo přeložení koryta řeky s cílem obnovit její přirozené průtočné poměry a podpořit vlastní vývoj vodního toku. Revitalizacemi v širším smyslu se rozumějí takové zásahy, které posilují přírodní a krajinné hodnoty a současně příznivé vodohospodářské funkce vodního prostředí.

Říční niva je území kolem vodního toku, jež je utvářeno jeho dynamikou. Zahrnuje plochy, které přirozenou cestou ovlivňuje povodeň, buď přímo zaplavením, nebo nepřímo stoupajícími stavy vody. Říční niva je často identická s dnem údolí.

Stoletá voda (povodeň) – viz *Stoletý odtok*. Dále dle ČHMÚ: stoletá povodeň je taková povodeň, jejíž kulminační průtok je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen jednou za 100 let. Jde o statistickou charakteristiku nikoli predikční. Tudiž neplatí, že v případě výskytu stoleté povodně se další povodeň této velikosti či vyšší vyskytne až za 100 let.

Stupeň povodňové aktivity je míra povodňového nebezpečí vázaná na směrodatné limity, jimiž jsou zpravidla vodní stavy nebo průtoky v hlásných profilech na vodních tocích, popřípadě na mezní nebo kritické hodnoty jiného jevu uvedené v příslušném povodňovém plánu. Rozlišujeme 3 stupně povodňové aktivity: bdělost, pohotovost a ohrožení.

Urbanizované území je městské povodí, charakterizované vysokým podílem zpevněných ploch.

Vodní tok je vodní útvar, pro který je charakteristický stálý nebo dočasný pohyb vody v korytě ve směru celkového sklonu a který je napájen z vlastního povodí nebo z jiného útvaru.

Vodočet (vodoměrná stanice) je místo pro měření stavu vody. Nejjednodušší vodočet sestává z latě u břehu, jež je rozdělena na centimetrové dílky. Na ní lze odečítat výši vodní hladiny. Až na několik málo výjimek zaznamenávají všechny vodočty stavy písemně. Při písemném zaznamenávání se svislý pohyb plovákového tělesa automaticky přenáší na diagram (plovákový šachtový vodočet). U jiného způsobu měření se tlak vody, který závisí na hloubce vody, měří u dna vodního toku a kontinuálně se zaznamenává (tlakový vodočet). Navíc mohou být zaznamenané stavy vody zachyceny digitálně příslušnými přístroji a pomocí modemu pro dálkový přenos dat přímo načítány do počítače. Hlásič naměřených dat může stavy vody převádět do mluvené řeči. Údaje pak mohou být přímo odposlouchávány telefonicky.

Záplavové území je administrativně určené území, které může být při výskytu přirozené povodně zaplaveno vodou.

2. 2 Definice povodně a její příčiny

Povodně jsou převážně přírodní katastrofy, k nimž dochází vlivem nahodilých změn meteorologických situací. Zpravidla je způsobují prudké přívalové deště, jejichž intenzita je velká, značně proměnlivá, nebo se jedná o dlouhotrvající vydatné dešťové srážky. K povodním může docházet i v zimním období, kdy nastává náhlé táhlé tání sněhu, nebezpečné chody ledů, půda je ještě promrzlá a povrchový odtok je značný.

Povodní je i stav, kdy voda z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo je odtok vody nedostatečný, případně dojde k náhlému odtoku vody z nádrží či k dočasnému zmenšení průtočnosti koryta. Při těchto stavech dochází k výraznému zvýšení hladiny vody v toku nebo v jiných povrchových vodách, hrozí vylití vody z koryta a často dochází i k zaplavení území v okolí vodních toků – údolní nivy.

Obecně lze tedy povodeň definovat jako přechodné výrazné zvýšení hladiny vodního toku způsobené náhlým zvýšením průtoku nebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta, při kterém hrozí vylití vody z koryta nebo při kterém se voda z koryta vylévá a může způsobit škody (*ČSN 75 0101*).

Podle vzniku lze povodně rozdělit na:

- přirozené, které jsou způsobeny přírodními vlivy, např. při deštích, tání sněhu a chodu ledů;
- přívalové (umělé, zvláštní), které jsou způsobeny umělými vlivy, např. protržením hrází vodních děl, poruchami funkčních zařízení hydrotechnických staveb, popř. při řešení nouzových stavů na vodohospodářských dílech.

Základními příčinami přirozených povodní jsou:

- náhlé nebo intenzivní dešťové srážky;
- dlouhotrvající dešťové srážky;
- tání sněhu nebo ledu; souběh dešťových nebo sněhových srážek s táním;

- náhlé nahromadění ledů, dřeva a podobného materiálu v korytě, kde tvoří překážku odtoku.

2. 3 Přehled základní legislativy protipovodňové ochrany v ČR

V České republice můžeme legislativní a institucionální zabezpečení povodňových událostí popsat v rámci tří hlavních režimů fungování. Jedná se o:

1. Krizové řízení.
2. Ochranu proti povodním v době před a po vyhlášení krizových stavů.
3. Územní plánování v tzv. záplavových oblastech.

Ačkoliv jsou tyto režimy vzájemně propojeny především na úrovni samosprávných územních celků, budou v dalším výkladu analyzovány odděleně (*Jilková, Čamrová, 2004*).

2. 3. 1 Krizové řízení

Oblast krizového řízení byla v období povodní 2002 upravena následujícími právními normami, ze kterých budeme dále vycházet:

- Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení (dále jen krizový zákon),
- Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému,
- Zákon č. 241/2000 Sb., o hospodářských opatření pro krizové stavy.

Obecným principem krizového managementu je aktivace zvláštních metod řízení společnosti v období vyhlášení tzv. **krizového stavu** (*Antušák, 2003*). Krizový stav je tedy nutné chápat jako právní kategorii (označující mimořádnou událost podle příslušných definic) vyhlášenou krizovými orgány, tj. Parlamentem ČR (stav ohrožení, válečný stav), vládou ČR (nouzový stav), nebo hejtmanem kraje (stav nebezpečí).

2. 3. 2 Obecná ochrana před povodněmi

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (dále jen zákon o vodách) komplexně upravuje oblast vodního hospodářství včetně ochrany před povodněmi v období před vyhlášením krizového stavu a po jeho zrušení. V zákoně je uvedena jednak obecná

hierarchie vodoprávních úřadů (MZE – kraje – obce s rozšířenou působností), které sehrávají důležitou úlohu např. v procesu určování záplavových území, i linie, po které je řízena samotná ochrana před povodněmi. Personální zajištění obou blízkých oblastí se prolíná především na úrovni samospráv (*Jilková, Čamrová, 2004*).

Ochrana před povodněmi se skládá z tzv. **přípravných prací** (např. stanovení záplavových zón a stupňů povodňové aktivity, vytváření povodňových plánů, organizace předpovědní a hlášené služby, školení potenciálně poškozených obyvatel aj.) a **organizačního zajištění** situace při příchodu samotné povodně. Důsledná preventivní opatření přímo ovlivňují připravenost společnosti na příchod živelné katastrofy. Významným faktorem je tzv. **povodňová paměť** obyvatelstva.

2. 3. 3 Územní plánování

Proces územního plánování a činnost stavebních úřadů při povolování staveb ovlivňuje oblast povodňové problematiky především prostřednictvím regulace rozvoje v záplavových územích. Vychází přitom

- ze **Zákona č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním úřadu (Stavební zákon),**
- z **Vyhlášky Ministerstva pro místní rozvoj č. 135/2001 Sb., o územně plánovacích podkladech a územně plánovací dokumentaci.**

Územně plánovací dokumentaci (ÚPD) tvoří územní plány velkých územních celků (tj. kraje, ČR), územní plány obcí a regulační plány. V souvislosti s povodněmi bude hlavní pozornost soustředěna na tvorbu a využívání územních plánů obcí jako nejnižšího stupně veřejné správy. Hierarchie orgánů a jejich pravomoci v této podkapitole odpovídají stavu po reformě veřejné správy (*Jilková, Čamrová, 2004*).

2. 3. 4 Integrovaný záchranný systém

Integrovaný záchranný systém (IZS) je **efektivní systém vazeb, pravidel spolupráce a koordinace** záchranných a bezpečnostních složek, orgánů státní správy a samosprávy, fyzických a právnických osob při společném provádění záchranných a likvidačních prací a přípravě na mimořádné události. Tak aby stručně řečeno „nikdo nebyl opomenut, kdo pomoci může a vzájemně si nikdo z nich nepřekážel (Zákon č. 239/2000 Sb).“

Základní složky IZS:

- Hasičský záchranný sbor České republiky,
- Jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany,
- poskytovatelé zdravotnické záchranné služby,
- Policie České republiky.

Ostatní složky IZS:

- Vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil
- Obecní policie
- Orgány ochrany veřejného zdraví,
- Havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby,
- Zařízení civilní ochrany,
- Neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím.

Hasičský záchranný sbor ČR je hlavním koordinátorem a páteří integrovaného záchranného systému. V praxi to mj. znamená, že pokud zasahuje více složek IZS, na místě většinou velí příslušník Hasičského záchranného sboru ČR, který řídí součinnost složek a koordinuje záchranné a likvidační práce. Operační a informační středisko IZS (je jím operační a informační středisko HZS ČR) povolává a nasazuje potřebné síly a prostředky jednotlivých složek IZS v konkrétních lokalitách.

Na strategické úrovni je pak integrovaný záchranný systém koordinován krizovými orgány krajů a Ministerstva vnitra (*Zákon č. 238/2000 Sb.*).

Dle zákona o integrovaném záchranném systému **velitel zásahu má při provádění záchranných a likvidačních prací rozsáhlé pravomoci**. Může mj. zakázat nebo omezit vstup osob na místo zásahu, nařídít evakuaci osob nebo stanovit jiná dočasná omezení k ochraně života, zdraví, majetku a životního prostředí, velitel zásahu je rovněž ze zákona oprávněn vyzvat právnické a fyzické osoby k poskytnutí osobní nebo věcné pomoci. Firmy a občané mají ze zákona povinnost tuto žádost o pomoc při řešení mimořádné události vyslyšet (*Zákon č. 239/2000 Sb.*).

2. 4 Povodňový plán ČR

Povodňový plán České republiky je základním dokumentem pro ústřední řízení povodňové ochrany v České republice. Obsahuje podrobné rozdělení úkolů a činností při provádění opatření k ochraně před povodněmi na úrovni ústředních orgánů státní správy a organizací s celorepublikovou nebo významnou regionální působností. Důležitou částí plánu je organizace a struktura řízení povodňové ochrany (*TNV 75 2931*).

Ochrana před povodněmi je řízena povodňovými orgány, které ve své územní působnosti odpovídají za organizaci povodňové ochrany, řídí, koordinují a kontrolují činnost ostatních účastníků ochrany před povodněmi. Postavení a činnost povodňových orgánů jsou specifikována ve dvou časových úrovních:

mimo povodeň jsou povodňovými orgány:

orgány obcí a v hlavním městě Praze orgány městských částí, obecní úřady obcí s rozšířenou působností a v hlavním městě Praze úřady městských částí stanovené Statutem hlavního města Prahy, krajské úřady, Ministerstvo životního prostředí **během povodně** jsou povodňovými orgány:

povodňové komise obcí a v hlavním městě Praze povodňové komise městských částí, povodňové komise obcí s rozšířenou působností a v hlavním městě Praze povodňové komise městských částí stanovené Statutem hlavního města Prahy, povodňové komise krajů, Ústřední povodňová komise (*TNV 75 2931*).

Rozsah opatření prováděných na ochranu před povodněmi se řídí **mírou povodňového nebezpečí**. Ta se vyjadřuje třemi stupni povodňové aktivity (SPA):

2. 4. 1 Stupně povodňové aktivity

1. stupeň - bdělost (1. SPA) se nevyhlašuje, nastává při nebezpečí povodně a zaniká, pominou-li příčiny takového nebezpečí. Vyžaduje věnovat zvýšenou pozornost vodnímu toku nebo jinému zdroji povodňového nebezpečí, zpravidla zahajuje činnost hlídková a hlásná služba. Za stav bdělosti se rovněž považuje situace označená

předpovědní povodňovou službou ČHMÚ. Na vodních dílech nastává tento stav i při dosažení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností, které by z hlediska bezpečnosti díla nebo při zjištění mimořádných okolností mohly vést ke vzniku nebezpečí zvláštní povodně (Slavíková, 2007).

2. stupeň - pohotovost (2. SPA), vyhláší příslušný povodňový orgán v případě, že nebezpečí povodně přeroste ve skutečný povodňový jev, avšak ještě nedochází k větším rozlivům a škodám mimo koryto. Vývoj situace je nutno nadále pečlivě sledovat, aktivizují se povodňové orgány a další složky povodňové služby, uvádějí se do pohotovosti prostředky na zabezpečovací práce, podle možnosti se provádějí opatření ke zmírnění průběhu povodně. Vyhláší se také při překročení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností na vodním díle z hlediska jeho bezpečnosti. Aktivizují se povodňové orgány a další účastníci ochrany před povodněmi, uvádějí se do pohotovosti prostředky na zabezpečovací práce, provádějí se opatření ke zmírnění průběhu povodně podle povodňového plánu.

3. stupeň - ohrožení (3. SPA) vyhláší příslušný povodňový orgán při bezprostředním nebezpečí nebo při vzniku větších škod, při ohrožení životů a majetku v záplavovém území (Slavíková, 2007).

2. 4. 2 Předpovědní a hlásná služba

Včasné, kvalitní a aktuální informace jsou jednou ze základních podmínek zlepšení ochrany před povodněmi. Tyto informace mají zásadní význam pro řízení ochrany před povodněmi a přispívají k podstatnému snížení povodňových škod.

Možnosti předpovídání povodní jsou na území České republiky omezeny dobou doběhu povodňových průtoků. Teoretický předstih předpovědi na velkých tocích je omezen na 1 až 2 dny, na malých tocích s předpovědí nelze reálně uvažovat, neboť doba doběhu se v podmínkách ČR pohybuje v hodinách. Předpovědní povodňovou službu zabezpečuje Český hydrometeorologický ústav ve spolupráci se správci vodohospodářsky významných vodních toků. Hlavním účelem služby je informovat povodňové orgány a ostatní účastníky povodňové ochrany o nebezpečí vzniku povodně a jejím vývoji (*Strategie, 2000*).

Modernizaci a zajištění kvalitní předpovědní služby byla v posledních 2 až 3 letech věnována značná pozornost. Ve fázi realizace je řada investičních a neinvestičních opatření realizovaných podle rozhodnutí vlády v roce 1998, především nákup a instalace radarů pro potřeby včasné lokalizace možných srážek. Je nezbytné dosáhnout zlepšení střednědobé předpovědi počasí připojením České republiky k Evropskému centru pro střednědobou předpověď počasí (ECWFM), čímž se prodlouží a zpřesní prognóza situací, které mohou vyvolat povodně.

Hlásnou povodňovou službu organizují povodňové orgány a podílejí se na ní ostatní účastníci ochrany před povodněmi, zejména správci vodních toků a provozovatelé vodních děl. Hlásná povodňová služba zabezpečuje pravidelné informace povodňovým orgánům o vývoji povodňové situace v jednotlivých profilech vodních toků pro varování občanů a k řízení opatření k ochraně před povodněmi. Systém hlásné služby je decentralizovaný, založený na aktivitách všech účastníků ochrany před povodněmi a přizpůsobený místním podmínkám. Je nutné na jednotlivých úrovních řízení ochrany před povodněmi zajistit provázání hlásné služby s povodňovými plány (*Kovář, 2004*).

Včasné varování v územích ohrožených především náhlými povodněmi s velmi rychlým průběhem a katastrofálními následky lze zajistit pomocí lokálních varovných systémů. Jedná se o autonomní systémy, které umožní zpravidla bez nutnosti lidského zásahu varovat obyvatelstvo s předstihem, kterého centrální systémy nejsou schopny. Pracují většinou na základě měření a vyhodnocování intenzity srážek. Instalace těchto systémů by měla probíhat pod odborným dohledem ČHMÚ, jako garanta za jejich správné nastavení. Zahájení programu budování lokálních varovných systémů je navrhováno v materiálu Záměry tvorby programů ochrany před povodněmi, předkládaného společně s touto strategií. Je nezbytné zabezpečit kompatibilitu hlásných a varovných systémů na různých úrovních státní správy a zajistit předpoklady pro financování z různých zdrojů (Kovář, 2004).

2. 5 Strategie ochrany před povodněmi v ČR

Strategie ochrany před povodněmi je dokument, který na základě znalostí průběhů povodní a stávajících technických, organizačních a legislativních opatření formuluje návrhy a směry dalších možností k omezení jak rozsahu povodní, tak snížení jejich ničivých následků. Strategie vytváří rámec pro definování konkrétních postupů a preventivních opatření ke zvýšení systémové ochrany před povodněmi v České republice. Jejím cílem je rovněž vytvořit základ pro rozhodování veřejné správy nejen při konkrétní realizaci opatření proti povodním, ale rovněž pro usměrňování rozvoje území. Kromě věcné náplně má i charakter obecně politického dokumentu, který usměrňuje činnost veřejné správy a ovlivňuje socio-ekonomické sféry života v České republice (*Strategie, 2000*).

Významným úkolem Strategie je rovněž definovat rozsah odpovědnosti systému povodňové ochrany na úrovni stát – samospráva – občan. Opomenutí tohoto faktoru způsobuje nesprávné očekávání výhradní odpovědnosti státu, absenci účinné prevence na místní úrovni a omezenou iniciativu občanů (*Říha, 2000*).

Na základě provedených analýz povodňových situací v České republice i zahraničních zkušeností vychází Strategie ochrany před povodněmi v České republice z následujících zásad:

- pro efektivní omezení následků povodní je nejpodstatnější prevence,
- na zabezpečení realizace preventivních opatření ke snížení škodlivých následků povodní se musí podílet kromě státu také subjekty – ať na úrovni regionů, okresů, obcí anebo individuálních osob – vlastníků nemovitostí,
- efektivní preventivní opatření je nutné uplatňovat systémově v ucelených (hydrologických) povodích a s provázáním vlivů podél vodních toků,
- pro efektivní ochranu před povodněmi je třeba vycházet z kombinace opatření v krajině, která zvyšují přirozenou akumulaci a retardaci vody v území a technických opatření k ovlivnění povodňových průtoků,

- pro návrhy k ochraně před povodněmi je třeba využívat výstupy z moderních technologií matematického modelování (simulace) povodní, které zpřesňují vymezení rozsahu a průběhu povodní a zároveň dovolují posuzovat účinnost zvolených opatření podél celého vodního toku (*Říha, 2000*),
- s ohledem na charakter území a geografickou polohu České republiky je nezbytné řešit ochranu před povodněmi v mezinárodním kontextu, zejména v rámci stávajících mezistátních dohod o spolupráci v povodích řek přesahujících hranice státu,
- vzhledem k finanční náročnosti je zabezpečení účinné ochrany před povodněmi víceletý proces, kdy prioritou státního zájmu je podpora prevence oproti úhradě nákladů za škody způsobované povodněmi,
- Strategie je dokument s dlouhodobou platností otevřený pro doplňující návrhy, které budou reagovat na vývoj poznání a rovněž plnění navrhovaných opatření (*Strategie, 2000*).

2. 6 Tři hlavní pilíře protipovodňové ochrany

Existuje několik typů opatření, jimiž lze snižovat škody působené povodněmi. Nejúčinnější je vždy jejich rozumná kombinace.

2. 6. 1 Přírozená retence

Jak jsme již uvedli, povodně vznikají po silných a vytrvalých deštích, když půda již nedokáže pojmout další vodu. V nepozměněné krajině člověkem se voda z řek může vylít do říčních niv. Půda, vegetace a prohlubně v terénu vodu zadrží a postupně ji vracejí do řeky. Intenzivnější využívání říčních údolí způsobilo, že řekám bylo dovoleno vylévat se z břehů čím dál tím méně. Aby se utlumila povodeň již v místě svého vzniku, musíme existující nezastavěná území zajistit pro rozlivy a znovu aktivovat někdejší přírozená inundační území. K dosažení tohoto cíle se musí odsadit, či někde zcela odstranit hráze a řeky znovu napojit na jejich nivy, revitalizovat především drobné vodní toky, které byly v minulosti narovnány, a obnovovat krajinné prvky (remízky, mokřady, lužní lesy), které dokážou zadržet velké množství vody. Ke zvýšení retenčního potenciálu přispěje i zasakování dešťové vody v urbanizovaných oblastech a vhodně přizpůsobené obhospodařování půdy (*Slavíková, 2007*).

V České republice byla tato opatření dlouhodobě financována z programu MŽP ČR – Revitalizace říčních systémů. Program však disponoval omezenými finančními zdroji a preferoval spíše drobnější projekty. Značná část finančních prostředků programu byla rovněž věnována na odbahňování rybníků, které podle odborníků k retenci vody v krajině automaticky nepřispívají (záleží na následném managementu rybníků). V letech 2007-2013 se však otevírá možnost financovat obnovu retenčních schopností fondů EU. Jedná se zejména o Operační program životní prostředí a Program rozvoje venkova.

2. 6. 2 Technická protipovodňová ochrana

Tak, kde mají být chráněni lidé a jejich majetek, se nelze vzdát technických protipovodňových opatření. Hráze a stěny poskytují ochranu až do n-leté povodně, na kterou byly postaveny. Poldry a povodňové retenční nádrže cíleně zachycují část povodňových průtoků, které jsou do nich přesměrovány. Technická protipovodňová ochrana ovšem nesmí sloužit k tomu, aby umožňovala další rozvoj ohrožených území,

klade si za cíl pouze omezování povodňových škod na již existujícím majetku. Nezastavěná území postihovaná povodněmi musí být naopak ponechána jako retenční prostory pro rozlivy (*StMUGV, 2005*).

Technická opatření nikdy neposkytují absolutní ochranu ohroženého majetku, jelikož vždy může přijít větší povodeň, než na kterou jsou dimenzována. Je tedy nutné jejich účinnost hodnotit střizlivě a nevzbuzovat v lidech žijících za hrází dojem falešného bezpečí.

Technická protipovodňová opatření byla v minulosti financována zejména z rozsáhlého programu MZE ČR – Prevence před povodněmi. V letech 2007 – 2012 bude tento program pokračovat svojí druhou etapou.

2. 6. 3 Prevence povodní

Navzdory všem opatřením k posílení přirozeného retenčního potenciálu a technické protipovodňové ochrany zůstává zbytkové riziko, které lze minimalizovat pouze správnou prevencí. Ta spočívá zejména v omezení potenciálních povodňových škod – tj. ve vytyčení záplavových území, jejich zanesení do územních plánů a zajištění toho, aby tato území nebyla zastavěna. Mnoha škodám na stavbách lze navíc zabránit použitím vhodné stavební technologie. Patří sem mimo jiné optimální konstrukční řešení přízemí s ohledem na riziko zaplavení, volba odolných stavení materiálů a zabezpečení budovy protipovodňovými dveřmi a okny. To platí rovněž pro obydlená území, která se nacházejí za ochrannými hrázemi. Proti zbytkovému riziku je vhodné (je-li to možné) uzavřít pojištění pro případ povodní (*StMUGV, 2005*).

Postupuje-li velká voda územím, rozhoduje částečně o rozsahu povodňových škod včasné varování. Pro tyto účely je nutné zabezpečit kvalitní předpovědní a hláskou povodňovou službu. V případě zvýšených průtoků rozesílá ČHMÚ výstrahy.

Vytyčení záplavových území, předpovědní a hláskou povodňovou službu zajišťuje a financuje stát. V zastavování záplavových území a v přizpůsobení staveb riziku povodní hraje velkou roli rozhodování představitelů obcí a veřejnosti.

2. 7 Možnosti protipovodňové ochrany v zemědělské a urbanizované krajině

2. 7. 1 Ochranné hráze

Ochranu zájmového území před inundacemi zejména z větších toků umožňují ochranné hráze. Jsou vhodné zejména v nížinách.

Ochranné hráze se budují na absolutní nebo částečnou ochranu. Hráze na absolutní ochranu se navrhují na průtoky 50leté až 100leté, ve městech 200leté až 1000leté. Jsou to tzv. hlavní, zimní nebo nepřelévané hráze. Vyžadují značnou výšku anebo široké meziprázky, což je v užších údolích nevhodné. Hráze na částečnou ochranu chrání území před průtoky nižší doby opakování. Jsou to tzv. vedlejší, letní nebo přelévané hráze (*Dub, 1963*).

V některých případech byly navrhovány dvojité hrázové systémy (kombinované hráze), spočívající ve výstavbě vedlejší hráze v širokém předhrázi souběžně s hlavní hrází, jež mají zachytit povodňové vody nižší doby opakování. Dosáhne se tím ochrany části předhrázi, a to je pak možno zemědělsky využít (*Jůva, 1957*).

Podle polohového rozmístění hrází vzhledem k toku a k případným speciálním požadavkům ochrany se uvádějí v literatuře, tyto typy hrází:

- Uzavřené hráze, jež se připojují oboustranně na vyšší území, čímž se vytvářejí uzavřená chráněná území
- Otevřené hráze, jež se napojují na vyšší území jednostranně, takže velké vody mohou zaplavit chráněné území zpětným vzduťm
- Hráze proti zpětnému vzduťm, jež odbočují z hráze hlavního toku a sledují vedlejší tok do vzdálenosti dosahu zpětného vzduťm
- Obvodové hráze, chránící osady nebo menší území
- Břehové hráze, navazující bez předhrázi na říční nebo jezerní břehy
- Příčné hráze, spojující většinou podélné hráze s vyšším terénem; mají zamezit šíření záplav v případě protržení ochranné hráze.

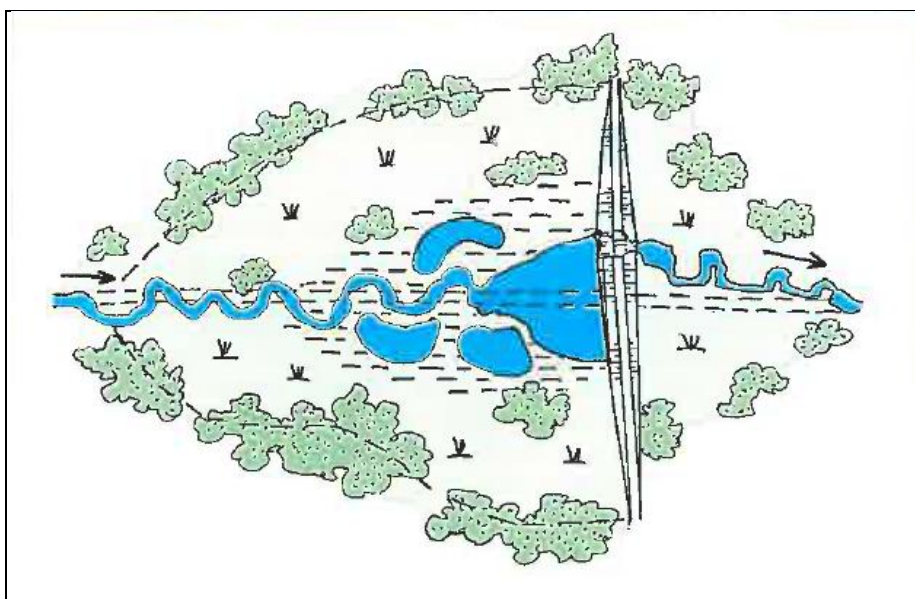
Při projektování ochranných hrází se postupuje tak, že se určí průtok, proti němuž se navrhuje ochrana, trasa hrází, vzdálenost a výška hrází, materiál k výstavbě, příčný profil, způsob ochrany svahu hrází a jejich těsnění, způsob zakládání a výstavby a druh a počet hrázových objektů. Průtok, na který se mají hráze dimenzovat, se určí metodami uvedenými v hydrologických publikacích. Správné vedení trasy ochranných hrází je základním požadavkem na jejich návrh. Převládá názor, že ochranné hráze jsou integrální součástí úprav toků a tvoří základ jejich úpravy na velkou vodu, a proto má být úprava včetně návrhu ochranných hrází řešena komplexně (Holý, 1984).

2. 7. 2 Ochranné nádrže

Vhodnou ochranou území před vnějšími vodami je zachycení povodňové vlny v nádržích. Voda z nádrží se vypouští postupně v množství zaručujícím bezpečné snížení povodňové odtoku. Ochrana pomocí nádrží je velmi účinná, navrhuje-li se jako součást komplexního řešení vodohospodářských soustav. Takové řešení zpravidla vyžaduje výstavbu retenčních nádrží na hlavním toku i jeho přítocích (Holý, 1984).

Ochranné retenční nádrže zachycují povodňové odtoky v ochranném retenčním prostoru, transformují povodňové vlny a chrání částečně až úplně území, resp. Objekty před negativními účinky velkých vod. Ochranné nádrže dělíme do těchto skupin:

- Suché ochranné nádrže využívají ochranný prostor na zachycení části až celého objemu povodňových odtoků, snižují kulminaci povodňového průtoku a po průchodu povodňové vlny se řízeně vyprazdňují. Dno suchých ochranných nádrží se využívá k zemědělským, resp. Lesnickým účelům (louky, výsadba rychlerostoucích dřevin).



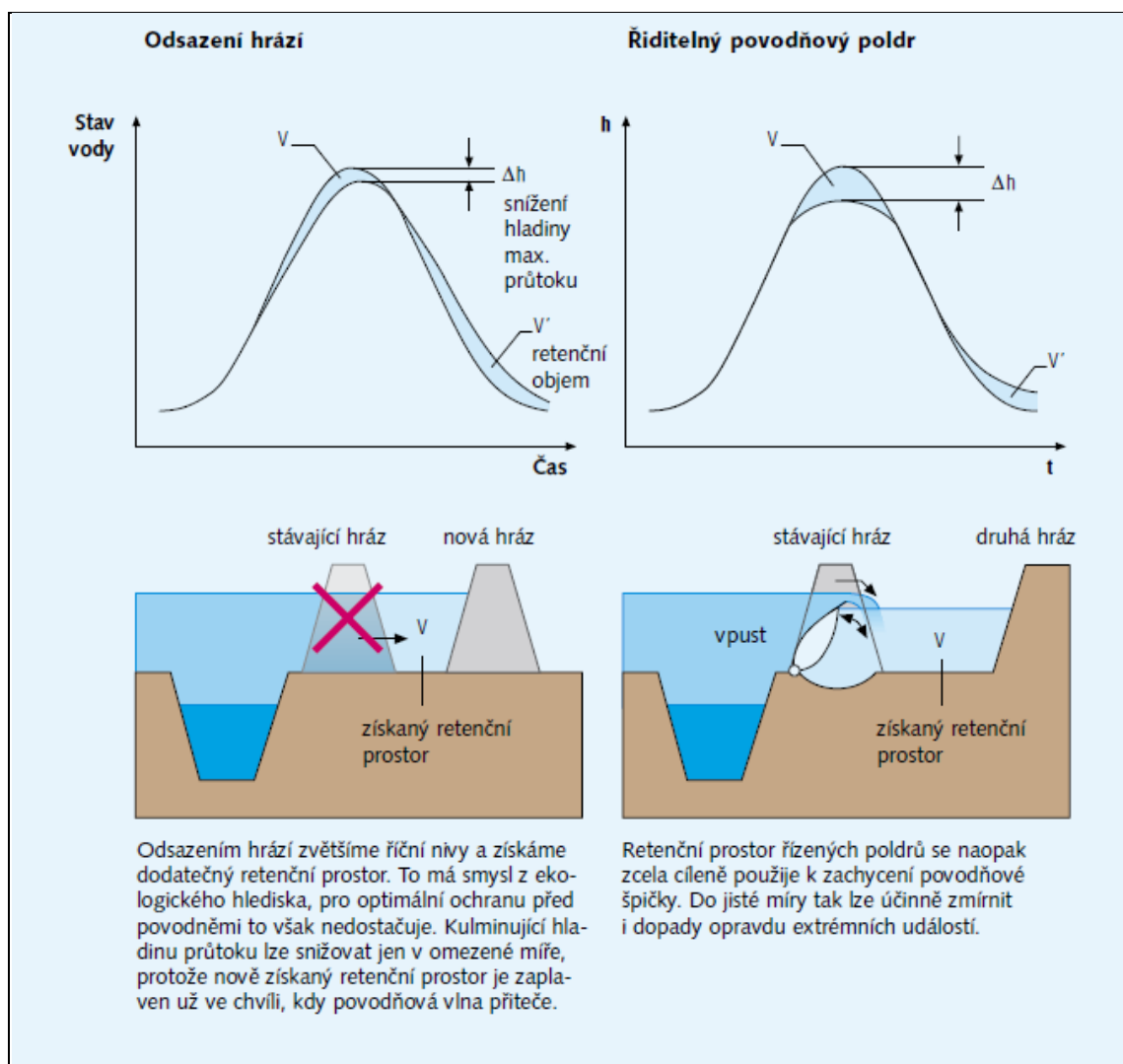
Obr. č. 1: Schéma retenční nádrže, zdroj: (Just, 2005)

- Ochranné nádrže s přesně vymezeným ochranným prostorem transformují povodňovou vlnu a po jejím průchodu řízeně vyprazdňují ochranný prostor až po hladinu malého zásobního prostoru, který je využíván k různým účelům.
- Protierozní nádrže plní řadu protierozních funkcí, zejména snižují podélný sklon údolí, a tím i erozní účinek vody, akumulují části až celé povodňové průtoky, čímž plní funkci ochrannou, zachycují splaveniny, zvyšují půdní vlhkost v okolí nádrže, vytvářejí podmínky pro rozvoj vegetačního krytu a část vody převádějí infiltrací do podzemních vod a zlepšují jakost vody pod nádrží.
- Vsakovací (infiltrační) nádrže se navrhují zejména k zachycení, krátkodobé akumulaci a převedení povrchových vod vsakem do podzemních vod. V oblastech s nedostatečnou zásobou podzemní vody navrhují se speciální infiltrační nádrže různého půdorysného uspořádání.
- Infiltrační výtopové zdrže využívají se k závlaze (povodňování) lužních lesů a přispívají k jejich záchraně.
- Nárazové nádrže jsou určeny k vyrovnávání nárazových průtokových vln ve vzdálených profilech toku při řízení průtoku ve vodním toku pod kompenzační nádrží apod. Vyrovnávací schopnost těchto nádrží se využívá k vyrovnání průtoku pod malými vodními elektrárnami (Šálek, 1997).

2. 7. 3 Řízený poldr

Poldr je nížinná plocha, chráněná hrázemi před zaplavením. Takové poldry známe nejen v přímořských oblastech severního Německa nebo v Nizozemí, nýbrž i na Dunaji. Pod pojmem povodňový poldr oproti tomu rozumíme plochy, které jsou při povodních cíleně zaplavovány. Od okolí musí být odděleny hrázemi, aby při povodních nedocházelo k zaplavení dalších oblastí. Na ploše poldru se kromě toho nesmí nacházet žádná zástavba ani důležitá infrastruktura (*STMUGV, 2003*).

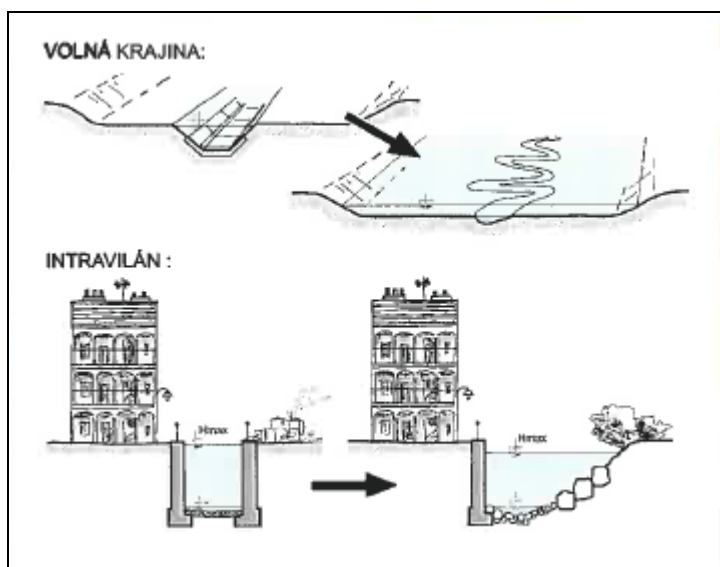
Předpokladem pro zřízení povodňového poldru je, aby poblíž vodního toku již existovala hráz. Na tuto stávající hráz se napojí další hráz, a to tak, aby vznikl kapsovitý útvar – povodňový poldr. V hrázi u řeky bude vybudována vpust, přes niž bude cílené zaplavování poldru řízeno. Po opadnutí povodně bude poldr během několika málo dní přes výpust zase vyprázdněn. Poldrové plochy budou zaplavovány jen při velkých povodních a až krátce před tím, než hladina toku bude kulminovat. Aby mohlo být docíleno optimálního využití záchytné kapacity, musí být k dispozici co možná nejpřesnější údaje o srážkách a očekávaném vývoji povodňové vlny (*STMUGV, 2003*)



Obr. č. 2: Řízené poldry jsou účinnější ochranou proti povodním než odsazování hrází, zdroj: (STMUGV, 2003)

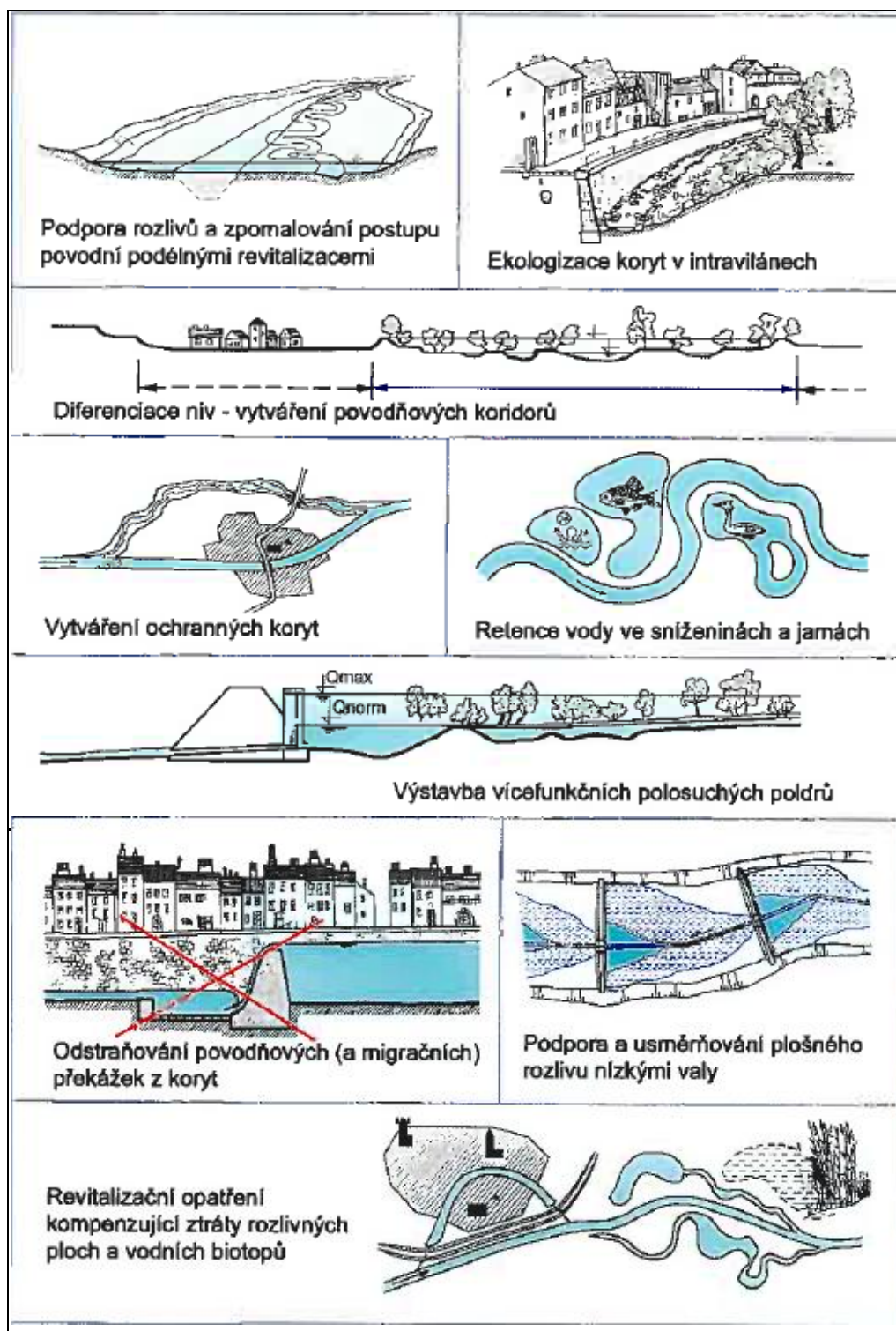
2.7.4 Revitalizace vodních toků a jejich význam v Protipovodňové ochraně

Revitalizace podle „Programu revitalizací vodních ekosystémů“ (MŽP ČR 1992) je možno revitalizace chápat jako komplex opatření pro obnovu hydrologického přírodě blízkého režimu v povodí z hlediska kvality i kvantity. Hlavním cílem revitalizací je obnova a péče o optimální vodní režim krajiny. Povodňové události v Evropě v letech 1993, 1995, 1997 a 2002 přinesly posun v pojetí protipovodňové ochrany, kdy vedle klasických technických přístupů jsou uplatňovány i ekohydrologické přírodě blízké přístupy (Langhammer, 2007).



Obr. č. 3: Dvě hlavní revitalizační úlohy v protipovodňové ochraně – ve volné krajině podpora tlumivých rozlivů povodní v nivách, v zastavěných územích ekologizace kapacitních koryt, zdroj: (Just, 2005)

V EU je dnes věnována značná pozornost protipovodňovým opatřením, což dokládá analýza a vyhodnocení možných přístupů „Best practices on flood prevention, protection and mitigation“. Pozornost je věnována především snížení extrémních povodňových průtoků. Všeobecně podporovaná je strategie poskytnutí nezbytného prostoru vodním tokům. Každý nárůst vodních stavů způsobený lidskými aktivitami (výstavba domů, zúrodňování mokřadů, atd.) by měl být kompenzován vhodným způsobem, např. odstraněním bariér v průchodnosti toku, kompenzací ploch, vytvořením nových retenčních prostor. Není povolen další zábor půdy v údolní nivě v oblasti tzv. zimních hrází (Nienhuis, Leuven 2001). Současně je však nezbytné změnit přístup lidí k povodňovým nebezpečím. Rovněž nová „Strategie ochrany před povodněmi pro území ČR“ (vláda ČR, č. 382, 2000) zdůrazňuje nezbytnost kombinovaného přístupu tzv. technických a netechnických opatření ke zvýšení ochrany obyvatel a majetku před následky povodňových situací. Je zde jednoznačně řečeno, že vedle klasických technických protipovodňových opatření, jsou umožněny např. rozlivy do oblastí, kde to situace dovoluje. Pro tato protipovodňová revitalizační opatření je možno čerpat prostředky ze strukturálních fondů EU v rámci zlepšení struktury krajiny s cílem podpořit biodiverzitu, stabilitu ekosystémů a retenci vody v krajině.



Obr. č. 4: Různé způsoby uplatnění přístupů revitalizací a přírodě blízkého vodního stavitelství v ochraně před povodněmi, zdroj: (Just, 2005)

Základním předpokladem úspěšné tzv. úplné revitalizace je poskytnutí dostatečného prostoru vodnímu ekosystému. V praxi je tento bod jedním z největších

problémů a to nejen v urbanizovaných územích, kde je prostoru nedostatek. Z tohoto, ale i jiných důvodů se rozlišují revitalizační přístupy v intravilánu a extravilánu. Úseky vodních toků protékající urbanizovaným územím není možno z revitalizace zcela vyřadit, neboť vodní tok je od pramene po ústí kontinuum. V intravilánech nebo v územích, kde není možno poskytnout vodnímu toku dostatečný prostor pro samovolný vývoj, je vhodná tzv. revitalizace částečná (Matoušková, 2003, Just, 2003). Princip spojitosti horního, středního a dolního toku je rovněž podstatný z pohledu protipovodňové ochrany. Realizovaná protipovodňová opatření na horním a středním toku, mohou výrazně napomoci snížení povodňových extrémů na dolních tocích. Metody revitalizace jsou v praxi úzce koncentrovány na změnu morfometrických charakteristik koryta vodního toku - vytvoření tzv. přírodě blízkého koryta s typickými strukturami, vytvoření zatravněných vegetačních doprovodných pásů s typickou dřevinnou skladbou.

Při samotných revitalizačních úpravách koryt vodních toků dochází zpravidla ke snižování průtočné kapacity koryt vodních toků, tedy opačnému postupu než při technických protipovodňových opatřeních. Při kalkulaci povodňových škod však mnohdy přírodě blízká koryta vodních toků vykazují zpravidla menší stupeň poškození než je tomu u uměle zpevněných úseků (Matoušková, 2003).

2. 7. 5 Působení lesů v ochraně před povodněmi

Poznatky lesnické hydrologie z celého světa ukazují, že rozhodující složkou lesních ekosystémů v jejich působení na srážkoodtokové procesy je lesní půda.

Vyvinutá a nepoškozená lesní půda může na ideálních podmínkách uplatnit retenční kapacitu v objemu 80 – 125 mm srážek, v běžných případech podle reálného stavu půdy na lokalitě můžeme počítat s 40 – 60 mm. Je to 5- 9krát více než u půd zemědělských díky struktuře zdravé lesní půdy, jejímu objemu nekapilárních pórů a možné intenzitě infiltrace, která zejména v povrchové vrstvě půdy mnohonásobně překračuje možné intenzity srážek. Lesní půda tak může snižovat objem velkých vod na malých tocích až na $\frac{1}{4}$ i za méně příznivých půdních poměrů (Krečmer, 2003).

I když za dlouhotrvajících, silných regionálních dešťů dojde po desítkách hodin k naplnění vodní kapacity lesních ekosystémů, les působí i potom lépe ve srážkoodtokovém procesu než bezlesí. Podpovrchový (hypodermický) odtok půd, jenž je charakteristickým, převažujícím druhem odtoku vody srážek pro lesní půdy, odvádí srážkovou vodu se zdržením (retardací) do toků a stále udržuje určitou infiltraci další srážkové vody do půdy (*Švihla, 2000*).

Je tu i další účinný jev, charakteristický pro dřevinné porosty. Lesní porost jako vydatná pumpa odčerpává vodu z půdy na transpiraci a vydatně tak uvolňuje její vodní kapacitu pro příjem dalších srážek. Je možno počítat, že lesní porosty odčerpají do 5 mm vody za 24 hodin, do 40 mm za týden za bezesrážkového počasí radiálního typu. Přízemní vegetace v proředěných porostech či na mýtinách může odčerpat do 26 mm z půdy za týden. Odčerpávací (desukční) schopnost lesa se ve srovnání s přízemní vegetací (bušení) projevuje výrazně na hlubších půdách s větším prostorem pro kořenové systémy dřevin. Desukční působení lesa na půdách náchylných k zamokření udržuje jejich volnou vodní kapacitu v rhizosféře a tak i tam les přispívá k zadržení (retenci) a zpomalení (retardaci) odtoku srážkových vod (*Švihla, 2000*).

Povrchový odtok srážkové vody je v lesích jen výjimečným jevem. Lesní půda s nadložní humusovou pokrývkou, s četnými nerovnostmi, upevňovaná obrovským síťovím živých i mrtvých kořenů, je velmi dobře chráněná před erozní činností vody.

Aby povrchový odtok byl v lesních porostech jen výjimečným jevem, je ovšem nezbytné používat při obhospodařování lesů (při těžbě a transportu dřeva, při obnově lesa i další péči) jen technologie šetrné k lesní půdě tak, aby nebyla nadměrně ani zhutňována ani mechanicky rozrušovaná. Jde o to, aby nebyla rozšiřovaná síť pro povrchový, navíc soustřeďující se odtok srážkových vod (*Krečmer, 2003*).

2. 7. 6 Mobilní protipovodňové bariéry

Mobilní bariéry jsou dvojího druhu:

1. **Pryžový vak** – který se rozvine a naplní vodou.
2. **Desky nebo profily z lehkých slitin** – v případě ohrožení se instalují mezi upevněné sloupky a ukotvují se na předem připravených drážkách v povrchu nebo na protipovodňové zdi, používají se také pro zabezpečení rizikových míst – např. podjezdy, podchody, apod (Skálová, 2000).

Navrhují se jako:

- **Protipovodňová stěna** – „nekonečný pásy vedený například na nábřeží, podél komunikací a na jiná strategická místa. Výhodou oproti nepohyblivým protipovodňovým opatřením nebo pryžovému vaku je, že pás se může podle potřeby dále prodlužovat (pouze zabudováním kotevní drážky) a navyšovat.
- **Výplň dveří, vrat, oken, apod.** – rozměry na míru podle přání zákazníka.

Většina firem zabývajících se protipovodňovými bariérami vyrábí oba tyto druhy. Ačkoli jsou protipovodňové bariéry aktuálním tématem, v České republice působí pouze několik firem, většinou se jedná o pobočky zahraničních společností (obvykle se sídlem v Německu). K českým firmám patří kromě SDP-Kovo ještě například Eko–systém nebo Lekosta s.r.o (Skálová, 2000).

Nejvýznamnější dodavatelé protipovodňových bariér v ČR jsou následující:

1. SDP-Kovo – plzeňská firma specializující se na svařované konstrukce a technologická zařízení z nízkouhlíkových, vysokopevných a nerezavějících ocelí. Vyrábí protipovodňový systém „Aqua–Finisý, který dodržuje klasický systém hradidlových ocelových profilu vložených mezi sloupky. Dá se použít v pásu na libovolnou vzdálenost i na ochranu objektu.



Obr. č. 5: Protipovodňové bariéry Aqua-Finis, zdroj: SDP-Kovo s. r. o.

2. Eko-system – hlavní dodavatel mobilního protipovodňového hrazení pro Prahu, které zabránilo zatopení některých částí hlavního města v roce 2002. Společnost byla založena v roce 1997 a má sídlo v Praze-Benicích (Laš, 2004).



Obr. č. 6: Použití bariér Eko-System v Praze, zdroj: Eko-systém s. r. o.

3. Lekosta s.r.o. – česká stavební firma se sídlem v Praze. Zabývá se úpravou domu a výrobou lešení a protipovodňových desek. Jejich řešení se skládá z polypropylenové desky upevněné do ocelové či hliníkové konstrukce. Slouží především k zabezpečení budov (používají je např. některá česká ministerstva na ochranu svých sídel). Jejich výhodou je snadná instalace (která ovšem vyžaduje úpravu fasády) a nízká hmotnost desek. Nejsou ale příliš modifikovatelné (desky jsou odlity z forem) a při instalaci např. na rodinný dům nepůsobí příliš esteticky (Laš, 2004).



Obr. č. 7: Deska na ocelové konstrukci, zdroj: Lekosta s.r.o.

2. 7. 7 Netradiční způsoby řešení protipovodňové ochrany

K zachycení a neškodnému odvedení povrchového odtoku slouží jednak klasická opatření, kterými jsou běžné způsoby protierozních opatření zaměřených na zvýšení infiltrace do půdy a podzemních vod, využívání neovládatelných ochranných prostorů, malých vodních nádrží, ochranné nádrže s řízeným velkým ovladatelným ochranným prostorem, suché ochranné (retenční) nádrže, využívání inundačního území v okolí vodních toků, stavba ochranných hrází aj. Většina těchto způsobů je dostatečně pečlivě propracovaná a využívá se (Šálek, 2003).

Malá pozornost se věnuje vývoji a využití netradičních způsobů ochrany před velkými vodami v horních částech povodí (Protipovodňová prevence, 2003). Jedná se většinou o řadu drobnějších nenáročných opatření a staveb, které jsou uvedené ve stručném přehledu níže v tabulce č. 1:

Č.	Druh opatření	Funkce
a)	Zvýšení vodní kapacity půd, vytváření umělé mikroretence, změna hospodaření	Zvyšování retenční schopnosti krajiny, zvýšená infiltrace vody
b)	Využívání přírodních depresí, vytváření umělé makroretence	Zvyšování akumulční schopnosti krajiny, obohacování podzemních vod
c)	Úprava inundací kolem vodních toků vytvářením soustavy plochých zdrží	Využívání přirozené retence a její doplnění o umělé regulační prvky
d)	Regulační a retardační drenáž na zemědělských půdách	Regulace vodního režimu v půdách, retardace odtoku
e)	Využívání závlahových výpočtových zdrží na lučních pozemcích	Dočasná akumulace, retardace odtoku, sedimentace jemných částic
f)	Akumulační závlahové vodojemy v rámci závlahové soustavy	Akumulace části povodňového odtoku a jeho závlahové využití

g)	Zvětšení neovladatelného a vytváření ovladatelného ochranného prostoru nádrží	Zvýšená akumulace a regulace vody v krajině využíváním všech prostor nádrží
h)	Návrh malých sudých ochranných nádrží s jednoduchými objekty	Cílená ochrana před velkými vodami bez nároků na náročné objekty
i)	Ochranné nádrže s vymezeným zálohovým prostorem	Řízené využívání malého ochranného prostoru nádrže
j)	Využití ochranného prostoru refugia pro rostliny a vodní živočichy	Krátkodobá akumulace ve vodním, nebo mokřadním ochranném prostoru refugia
k)	Umělá infiltrační zařízení na dešťové vody – infiltrační příkopy, průlehy	Postupné převádění dešťových vod do podzemních vod
l)	Využívání všech základních typů dešťových nádrží (akumulační, infiltrační)	Zajištění vyrovnávací, akumulační, sedimentační a infiltrační funkce
m)	Revitalizace přírodních a řízený provoz umělých mokřadů	Využívání ochranné (retenční) schopnosti mokřadů
n)	Revitalizace všech typů melioračních kanálů, výstavba tůní, retenčních prostor	Zvyšování ochranné (retenční) schopnosti melioračních zařízení

Většina těchto opatření spočívá v respektování vlastností krajiny, přírodních podmínek a způsobu jejich využívání mají ekologický charakter a dobře se začleňují do přírodního prostředí. Součástí těchto opatření jsou speciální drobné stavby a úpravy, které nenarušují její charakter a ekologickou vyváženost krajiny (*Protipovodňová prevence, 2003*).

Netradiční způsoby ochrany před velkými vodami jsou důležitým doplňkem stávajících propracovaných způsobů ochrany, využívají dostupné možnosti na snížení povrchového odtoku a vhodným způsobem doplňují existující zařízení (*Šálek, 2003*).

3. Metodika

Jako jedním z prvních úkolů pro mou práci, bylo získání podkladů. Ty se skládají z několika hlavních částí. Základní informace o obci a jejím okolí byly získány z územního plánu obce platného od roku 2006. Podrobná technická zpráva o vybudování obtokového kanálu a retenční nádrže Kačerovec byla poskytnuta jednak z Úřadu městyse Ledenice, jednak z firmy VH-TRES spol. s r.o., která obě protipovodňová opatření vyprojektovala. Pro zpracování veškerých map byl použit program ArcGis (geografický informační systém), kde se pracovalo v prostředí ArcMAP a ArcCatalog.

3. 1 Základní informace o obci Ledenice

Městys Ledenice leží administrativně v okrese České Budějovice a náleží pod Jihočeský kraj. Příslušnou obcí s rozšířenou působností je rovněž okresní město České Budějovice. Obec Ledenice se rozkládá asi třináct kilometrů jihovýchodně od Českých Budějovic. Na území této obce, jež se honosí titulem městys, má hlášený trvalý pobyt kolem 2280 obyvatel. Ledenice se dále dělí na šest částí, konkrétně to jsou: Ledenice, Ohrazení, Ohrazeníčko, Růžov, Zaliny a Zborov.

Místní i přespolní děti naleznou v obci základní školu vyššího stupně a mateřská škola slouží pro mladší děti. Pro využití volného času je v obci k dispozici sportovní hřiště a další sportoviště. Dále bychom v obci našli knihovnu, kostel a hřbitov. V obci Ledenice má ordinaci jeden praktický lékař a jeden zubař. Kromě toho je zde umístěn i domov s pečovatelskou službou. Z další občanské vybavenosti je zde rovněž policejní stanice a poštovní úřad. Místní obyvatelé mohou využívat plynofikaci, kanalizaci i veřejný vodovod.

Městys Ledenice leží v průměrné výšce 515 metrů nad mořem. První zmínku o obci nalezneme v historických pramenech v roce 1291. Celková katastrální plocha obce je 3456 ha, z toho orná půda zabírá čtyřicet procent. Kolem jedné třetiny výměry obce je zalesněná. Vzhledem ke geografické poloze bychom našli v obci velmi málo ploch s travním porostem.

4. Výsledky a diskuze

4.1 Historické povodně v Ledenicích a stavba rybníka Kačerovec

V srpnu 1997 překvapila ledenické občany povodeň. Zdánlivě se jednalo o nepříliš významnou záležitost, ale z takových příhod je nutné si brát poučení do budoucna. V ledenické kronice bylo již dříve popsáno několik katastrofických povodní, zvláště z let 1895 -1930, kdy voda způsobila velké škody na majetku občanů v Lázeňské ulici a ve Zdržku. Menší, zanedbatelné na náměstí, Mysletínské i Budějovické ulici. Po regulaci Spolského potoka (asi v roce 1970) v dolní části obce se zdálo, že nebezpečí povodní v Ledenicích je zažehnané, ale bohužel v té době také došlo ke zrušení rybníka Kačerovec prokopáním hráze. Dešťové vody přitékající Trocnovskou, Budějovickou a Mysletínskou ulicí odvádí z náměstí vodovodní roura o průměru 100 cm, která vede pod domy. Zkapacitnění odtoku je dle vyjádření odborníků technicky neřešitelné.

V roce 1997 se ukázalo, že nestačí ani stoka, která vede pod farou, ta přetékala už na Budějovické ulici. *Odborníci už v té době dospěli k názoru, že jediným účinným řešením je obchvatný kanál (umělá terénní vlna), který odvede část přívalových dešťových vod z pozemků pod truhlářskou halou i přes Mysletínskou cestu k Budějovické ulici a dál do Slavičku.* Při zaměřování v terénu bylo konstatováno, že zde zřejmě v dřívějších dobách takový systém existoval a torza kanálu jsou v některých místech patrná.

Odborníci po provedených měřeních a prostudování záznamů o povodních z přelomu 19. a20. století došli k jednoznačnému závěru, kterým je obnova Kačerovce. Aby udržel (zbrzdil) vody přitékající do Ledenic přes Kaliště a Zaliny od Třebotovic a od Dubičného. Tím byla vytvořena rezerva potřebná pro vodu z plánovaného obchvatného kanálu. Stavbě kanálu však předcházela úprava hráze Slavičku a odbahnění Lazny. Každý si umí představit, že realizace takových plánů není levná záležitost. Samotná stavba Kačerovce spotřebovala přibližně 12,5 mil. Kč, úprava hráze Slaviček kolem 1 mil. Kč. Obci se podařilo získat finanční prostředky od ministerstva životního prostředí - 80 % nákladů na Kačerovec a Okresní úřad uvolnil

9,7 mil. Kč na protipovodňová opatření. Jednalo se o velké částky, které ale zdaleka nepokryly komplexní řešení protipovodňových opatření. V Ledenicích se zahájilo tím, co bylo v dané chvíli nejdůležitější a také nejnákladnější - stavbou rybníka Kačerovec. Nešlo zde totiž, na rozdíl od kanálu, provádět práce etapově (*STAROSTA F. Jelínek, 1999*).

"Povodeň 6. a 7. srpna 2000 napáchala škody hlavně na komunikacích a vodotečích (prašná vozovka do Jedlí a do Zborova). Byla poškozena dlažba a to i na chodnicích, zanesení kanalizačních vpustí a odvodňovacích rigolů, propustek na ulici 5. května. Celkové škody za 1,5 mil. Kč odstranila firma Doprastav z Č. Budějovic. Záchytný rybník Kačerovec se naplnil na více než 50 %." Dle měření hydrometeorologického ústavu spadlo v Ledenicích za noc 100 mm srážek (*ledenická kronika*).

Povodeň v roce 2002 se Ledenicemi přehnala v několika vlnách. Jako vždy byly nejvíce postiženy tyto části obce - Budějovická ulice, část náměstí, Nová ulice, Lazenská ulice. Vytopeno bylo několik domů a několik desítek sklepů. Srážkové průměry v roce 2002: (6. 8. - 85 mm, 7. 8. - 75 mm, 10. 8. - 37 mm, 11. 8. - 86 mm, 12. 8. - 80 mm)

4. 2 Popis zájmové lokality

4. 2. 1 Vodní zdroje

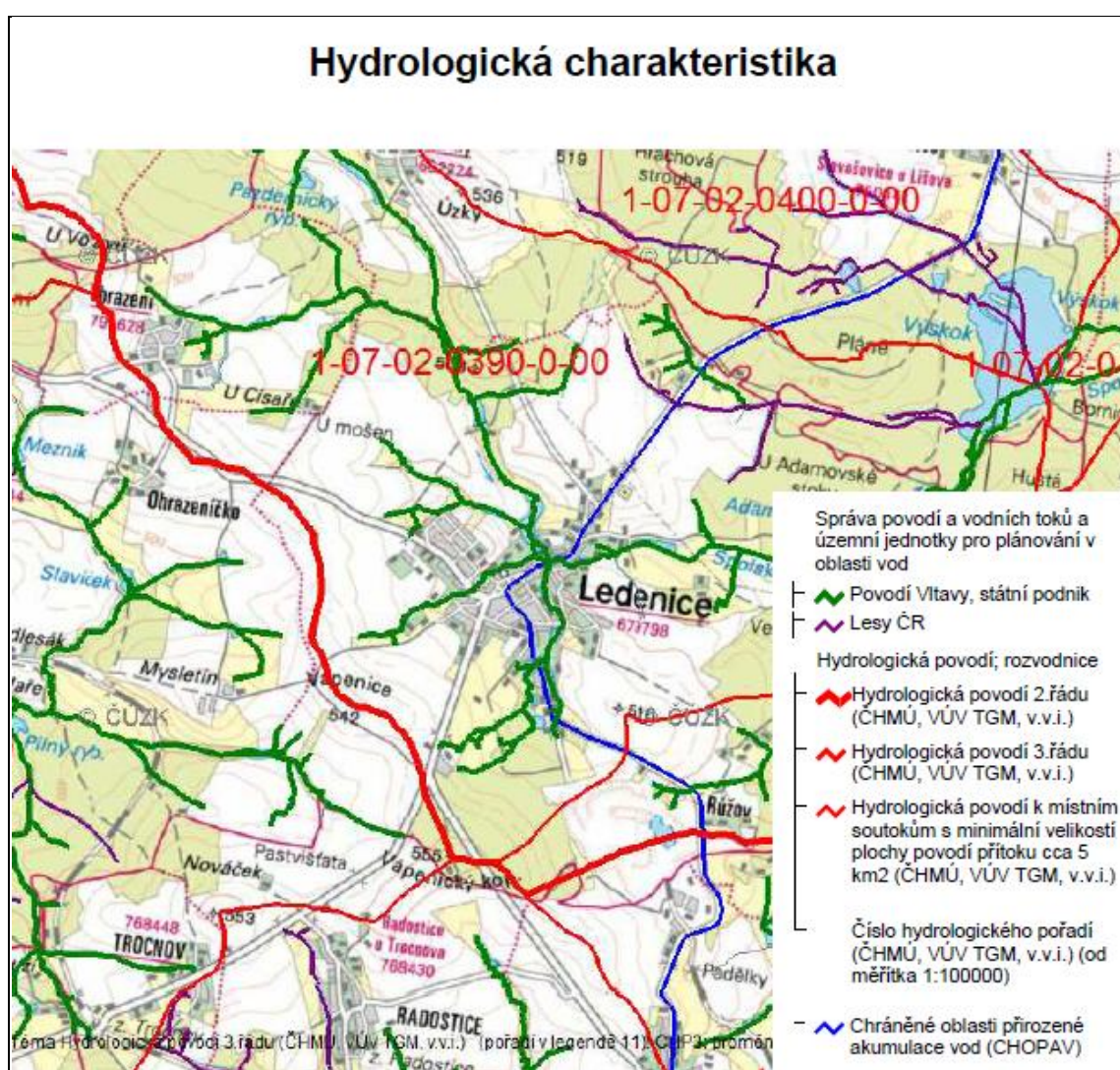
Východní část zájmového území (část Ledenic a Růžov) se nalézá v chráněné oblasti přirozené akumulace vod Třeboňská pánev. Hranice CHOPAV vede podél silnice II/148 z Borovan přes Ledenice směrem na Slavošovice. Tato oblast byla vyhlášena nařízením vlády ČR ze dne 10. 1. 1979, číslo 10/1979Sb. Při jakékoliv územní činnosti je nutno dodržovat zásady pro ochranu vod, obsažené ve výše uvedených podkladech. Dále se jihozápadní část zájmového území (Zborov a Ohrazeníčko) nalézá v ochranném pásmu II.b vodního zdroje Vidov. Veškerá činnost v tomto pásmu musí podléhat schváleným zásadám pro ochranu vodních zdrojů.

Jihozápadní část zájmového území (Zborov a Ohrazeníčko) patří do povodí řeky Malše a jejího pravostranného přítoku Zborovského potoka. Severovýchodní část zájmového území (Ledenice, Růžov, Ohrazení a Zaliny) patří do povodí řeky Lužnice a jejího pravostranného přítoku Spolského potoka. Malše i Lužnice jsou vodohospodářsky významné toky.

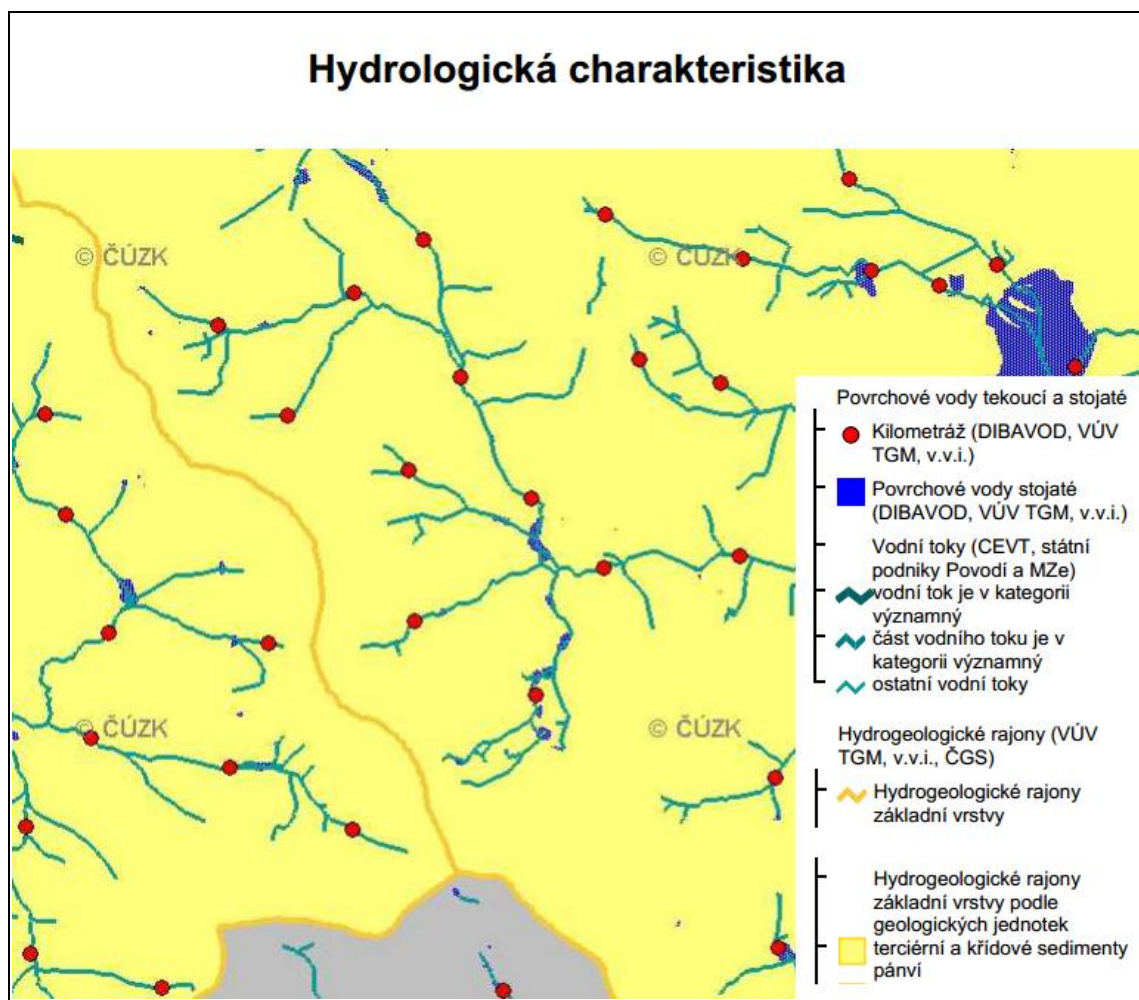
Celé zájmové území se nachází v blízkosti rozvodnice dvou úmoří a dále na rozvodnici dalších dílčích povodí. To se spolu s geologickou strukturou a morfologií terénu výrazně vymezuje v jeho projevech z vodohospodářského hlediska. Lze zde například odhadovat silně rozkolísaný režim podzemních vod v závislosti na momentální i dlouhodobé hydrologické situaci. V jednotlivých osadách (místních částech) chybí stabilní a z vodohospodářských potřeb úměrná vodoteč. To je nahrazeno výskytem množství přirozených recipientních prvků (ploch s vegetačním krytem či nezpevněným povrchem odvodňovacích rigolů místních komunikací, rybníčky apod.), které částečně kompenzují absenci vodního toku v intravilánech.

Vzhledem k poloze a rozsahu zařízení plošné meliorace území v okolí jednotlivých sídel je možno usuzovat, že vzniklo jako reakce na potíže se zamokřováním zemědělské půdy včetně navazujících potíží v území intravilánů v bezprostředním sousedství. Z tohoto důvodu je potřebná adekvátní péče (pravidelná dostatečná revize a údržba), vyplývající z důležitosti trvalé dlouhodobé funkce tohoto zařízení.

Povodňová situace v okolních osadách obce Ledenice nehrozí. Vyplývá to z umístění jednotlivých sídel vzhledem k hlavním vodotečím a z relativně dobré propustnosti a retenční schopnosti povrchu terénu. Je potřeba se však zabývat redukcí nátoků extravilánových vod do kanalizačního systému jednotlivých sídel, zejména s ohledem na realizaci plánovaných záměrů rozvoje jednotlivých lokalit (na okrajích sídel). Nedoporučují se žádná opatření, směřující k urychlení povrchového odtoku nebo jeho zvýšení.



Obr. č. 8: Hydrologická charakteristika 1, zdroj: Tomáš Petr, Arcmap10



Obr. č. 9: Hydrologická charakteristika 2, zdroj: Tomáš Petr, Arcmap10

4. 2. 2 Vodní toky

Ledenice: Stav vodních toků a vodních ploch je dobrý. I nadále je potřeba provádět údržbu vegetace zejména v okolí vodních toků vč. jejího doplňování. Pro snížení povodňového rizika v zájmovém území jsou doporučena další protipovodňových opatření, která znamenají snížení kulminačních průtoků, tj.:

- zvýšení přirozené retenční schopnosti území (používání kvalitních kultivovaných travních porostů s dobrou vsakovací účinností)
- zřízení retenčních prostorů objemu vody (volné prostory v nádržích) – na bezejmenné vodoteči od Růžova se navrhuje nalézt volný retenční objem v rámci rybníka Dolní Hradský a to zvýšením stávající hráze se zachováním kóty dnešní hladiny

- zvýšení průtočné kapacity vodotečí – pročištění koryta pod hrází Ledenického Slavíčka, bezejmenné vodoteče od Vápenice a koryta pod Dolním Hradským rybníkem a úprava zde nekapacitních překážek v korytech
- posílení průtočné kapacity vodotečí dalším korytem (obtokem) – u bezejmenné vodoteče od Vápenice je navrhován obtokový kanál, který převádí odtok extravilánových vod z horní části příslušného povodí (začíná u komunikace směr Borovany) směrem mimo zastavěnou oblast přes Budějovickou silnici k rybníku Ledenický Slavíček (do jeho přítoku) – kanál bude dimenzován na Q100
- nahrazení nekapacitních funkčních objektů nebo neexistujících objektů vodohospodářských děl kapacitními – nový přeliv rybníku Dolní Hradský a Horní Hradský.

V rámci protipovodňových opatření existují v Ledenicích záplavové oblasti: Spolský potok od Lazny k ČOV, soustava rybníků Dolní Hradský, Horní Hradský, Střední (Parčák), Parčáček, Dolní a Horní Jáma, Ledenický potok, údolí u rybníka Bagr (do doby vybudování obtokového kanálu), odpadní stoka (pod farou) od Budějovické silnice po rybník Lazna.

V ostatních sídlech je stav vodních toků a vodních ploch dobrý a budou zachovány beze změny. I nadále je potřeba provádět údržbu vegetace zejména v okolí vodních toků vč. jejího doplňování. V blízkosti toků a melioračních stok (do 6 m od břehové čáry) je přípustné zřizování staveb pouze tak, aby byl umožněn výkon správy vodních toků (údržba a čištění vodotečí –alespoň jednostranný volně přístupný pruh).

4. 2. 3 Odtokové poměry

Území sídla Ledenice patří do povodí řeky Lužnice (hydrologické povodí číslo 1-07- 02-039). Přírozeným vodním recipientem celého území je Spolský potok protékající obcí od severu k východu. Potok vstupuje do katastrálního území obce přibližně v prostoru konce vzduť rybníční nádrže Kačerovec (plocha hladiny 1.3 ha) a dále protéká užším údolím směrem k obci, ve kterém protéká rybníkem Lazna (plocha hladiny 1.94 ha). Koryto potoka nad Laznou je převážně upravené, s mírným poškozením. Koryto potoka v obci pod Laznou je upravené do obdélníkového koryta s

centrální malou betonovou kynetou. Boky profilu jsou tvořeny převážně kamennými zdmi či terasy. Kapacita koryta pod Laznou je Q10 až Q20 a při vyšších průtocích dochází k zaplavování okolních nemovitostí.

Potok Lazna má několik přítoků, které v zájmovém území pramení. Bezejmenné vodoteče přítékající ze západu přes rybník Ledenický Slavíček (plocha hladiny 0.73 ha) jsou víceméně neupravené a nacházejí se ještě mimo intravilán obce. Protékají přirozené dílčí údolnice a vtékají do tohoto rybníka. Koryto vodoteče pod hrází po zaústění do Lazny protéká hlubším úzkým údolím. Bezejmenná vodoteč od kopce Vápenice odvodňuje poměrně rozsáhlé dílčí povodí nad jihozápadem obce. Protéká malý rybníček Bagr (plocha hladiny 0.16 ha) a za silnicí směr České Budějovice prochází úzkým nedostatečně kapacitním koridorem v zástavbě směrem k zaústění pod bezpečnostním přelivem rybníka Lazna. Bezejmenné vodoteče z jihu u Růžova jsou víceméně upravené a protékají kaskádou několika rybníčků (Dolní – 0.16 ha, Střední – 0.85 ha a Horní Hradský – 0.56 ha). Mimo těchto rybníčků jsou zde i umělé nádržky s řízeným bočním nátokem.

Pro snížení povodňového rizika v zájmovém území již byla realizována taková protipovodňových opatření, která znamenají snížení kulminačních průtoků, tj.: - zřízení retenčních prostorů objemu vody (volné prostory v nádržích) – na Spolském potoce obnovení původní rybniční nádrže Kačerovec s malým objemem stálého hospodářského nadržení a s větším retenčním objemem - nahrazení nekapacitních funkčních objektů nebo neexistujících objektů vodohospodářských děl kapacitními – oprava bezpečnostního přelivu rybníku Lazna, rekonstrukce (zkapacitnění) bezpečnostního přelivu rybníku Ledenický Slavíček, zkapacitnění přelivu rybníka Střední (Parčák).

4. 3 Protipovodňový obtokový kanál v Ledenicích

Obtokový kanál začíná u silnice Trocnovská v prostoru nad zastavěným územím obce, pokračuje kolem obce severozápadním směrem k silnici Budějovická a odtud na severní okraj obce, kde je zaústěn do přítoku rybníka Ledenický Slavíček. Kanál je veden po mírně svažitém území o sklonu cca 4 až 5%. Trasa je tvořena střídavě přímými úseky a kruhovými oblouky, případně návaznosti kruhových oblouků. Trasa je rozvlněna, čímž respektuje morfologii terénu a zároveň vytváří dojem přirozeného koryta.

4. 3. 1 Základní údaje:

Délka záchytného průlehu....1250m

Šířka průlehu....20m

Délka svodného kanálu....243m

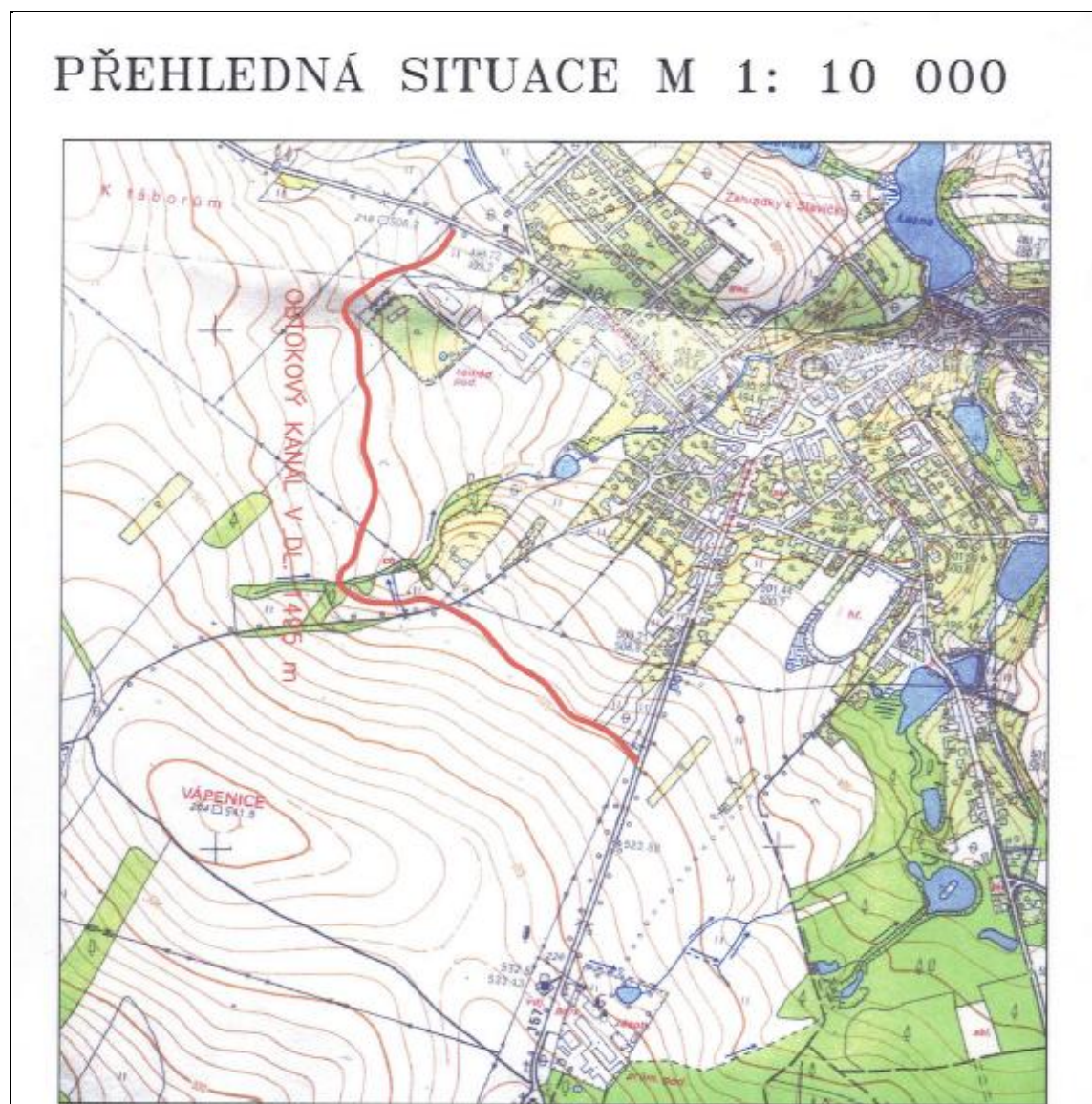
Číslo parcel dle KN: 3680/12,2972, 2634/6,

Zábor ZP: 15379m²

Výše uvedené údaje jsou vztaženy k místu křížení se silnicí na Č. Budějovice. Od silnice k rybníku Slavíček kanál pokračuje jako svodný v trase stávajícího melioračního odpadu.

Účelem obtokového kanálu je zachycení a odvedení extravilánových vod z povodí, které se nachází na jihozápadní straně obce pod vrchem Vápenice. Zdrojem povodňového ohrožení je zde jednak nedostatečná kapacita koryta bezejmenné vodoteče pod Vápenicí a dále povrchový odtok ze zemědělských pozemků v tomto povodí. Jedná se o svažité pozemky poměrně značných výměr. V případě přívalových srážek zde docházelo povrchovým odtokem k zaplavování obce a přetížení kanalizační sítě. Rovněž docházelo i k erozi na těchto zemědělských pozemcích. Zřízením obtokového kanálu jsou povrchové vody z horní části povodí svedeny do povodí sousedního, kde není zastavěné území ohroženo. Díky vrstevnicovému vedení je zároveň výrazně snížena možnost vzniku soustředěného povrchového odtoku (rozdělením svahu na dvě poloviny).

Větší část kanálu prochází přes plochy využívané v minulosti jako orná půda. Zřízením kanálu se zvýšil podíl trvalých travních porostů a došlo tak k snížení odnosu půdy následkem vodní eroze. Kanál je v území výrazným krajinným prvkem, rozdělujícím velké obdělávané plochy na více částí. Součástí provedeného kanálu je v některých úsecích doprovodná výsadba stromořadí.



Obr. č. 10: Trasa obtokového kanálu, zdroj: Ing. Děták, VH-TRES

Kanál, tak jak je vybudován, má rovněž značnou vsakovací schopnost. Limitním předpokladem pro zřízení kanálu bylo provedení úpravy funkčních objektů rybníka Ledenický slavíček (zajištění dostatečné kapacity bezpečnostního přelivu).

Kanál začíná u Trocnovské silnice v prostoru nad zastavěným územím obce a zajišťuje zde odvedení srážkových vod z komunikace i z obou silničních příkopů. Kanál je dále veden vrstevnicově s mírným spádem a propustkem dále podchází Mysletínskou silnici. V dalším úseku byla trasa limitována především podzemním sdělovacím vedením, nadzemním el. vedením (sloup) a dále morfologií terénu, neboť prochází údolnicí bezejmenné vodoteče. V místě přechodu údolnice je koryto opevněno a je zde odlehčovací přeпад, především z důvodu zamezení vymílání koryta kanálu při průchodu průtoků z přívalového deště údolnicí. Při výrazných srážkách lokálního charakteru bývá údolnicí spolu s vodou nesen i zerodovaný materiál (hlína, drobný kamenitý materiál apod.) K zachycení tohoto materiálu před vtokem do obtokového kanálu je vybudován zahloubený sedimentační prostor.

Koryto kanálu dále pokračuje opět po vrstevnici. V posledním úseku je průtok sveden opevněným úzkým korytem po spádnicí k Budějovické silnici. Poslední úsek kanálu, začínající propustkem pod Budějovickou silnicí pokračuje už intravilánem a po několika metrech navazuje na přítok rybníka Ledenický slavíček.

Příčné profily kanálu (kromě úseku vedeného po spádnicí) byly navrženy s velmi mírným sklonem břehů (1:5) tak, aby byl možný přejezd kanálu zemědělskou technikou a aby bylo možné kanál využívat jako běžný trvalý travní porost s možností sečení běžnou zemědělskou technikou.

4. 3. 2 Technické řešení stavby:

-trasa:

Trasa je tvořena střídavě přímými úseky a kruhovými oblouky, případně návazností kruhových oblouků. Trasa je rozvlněna, čímž respektuje morfologii terénu a zároveň vytváří více dojem přirozeného koryta. Poloměry oblouků se všude, kde je to možné, snaží respektovat požadavek na minimální hodnotu vzhledem k šířce koryta.

-niveleta:

Niveleta dna kanálu je nejčastěji vedena v mírném sklonu (nejméně však 0,2 %). Výjimku tvoří část úseku v délce cca 75 m v blízkosti Mysletínské silnice, kde je sklon nivelety 2,8 %. Svodný kanál v úseku mezi profily 1 až 5 je veden po spádnicí a má sklon cca 4 %. Poloha dna a tím i hloubka kanálu byla navržena na základě hydrotechnických výpočtů. Kanál je dimenzován na průtok Q100, přičemž uvažované převýšení břehové hrany nad Q100 je vždy minimálně 0,1 m. Při návrhu nivelety a trasy kanálu bylo snahou, aby nižší (pravá) břehová hrana byla tvořena přirozeným, rostlým terénem a aby nebylo nutné pravý břeh navyšovat hrázkou. Pravobřežní hrázka je pak pouze ve dvou kratších úsecích, kde nelze vhodnější řešení nalézt.

-příčné profily:

V průběhu celé trasy kanálu se vyskytují tři základní typy příčných profilů. Profily TYP II a III jsou přejezdné pro zemědělskou techniku a je možné je využívat jako trvalý travní porost (sečení běžnými prostředky - jako louku).

Profil TYP I má sklony břehů 1:1,5 a je částečně opevněný proti vymílání. Tento typ profilu je použit v úseku trasy vedeném po spádnicí.

profil TYP I.:

Tento typ příčného profilu byl proveden v úseku cca mezi profily 1 až 5. Sklony břehů jsou 1:1,5. Šířka ve dně je 1 m, dno i svahy koryta jsou opevněny kamennou rovnaninou tl. 30 cm. Rovnanina byla uložena do štěrkopískového lože tl. 10 cm.

Koryto bylo v místě použití profilu TYP I po cca 30 m vyztuženo příčnými železobetonovými prahy tl. 0,4 m. Práh byl ukončen 1 m za břehovou hranou koryta. Založen byl 0,8 m pod niveletou koryta. Materiálem prahu byl železobeton C30/37 –

XC4 – XF3 – XA1, vyztužen byl Kari sítí. V místě prahu je kce opevnění rovnaniny přerušeno.

profil TYP II.:

Příčný profil TYP II. byl proveden v úsecích s mírným namáháním koryta. Sklony břehů jsou 1:5, šířka ve dně je 1 m. Koryto je opevněno travním drnem. Koryto je do doby plného zapojení travního krytu chráněno geotextilií – kokosovou sítí. Kokosová síť dle údajů výrobce během 3 – 5 let podlehne rozpadu (travní drn již vyvinut a plní svou funkci) a tvoří pak substrát travního drnu. Koryto je nutno ve vegetačním období pravidelně sekat (2 – 3 x za vegetační období), aby byly dodrženy návrhové kapacity úpravy.

profil TYP III.:

Příčný profil TYP III. je proveden v úsecích s již vyšším namáháním koryta. Sklony břehů jsou 1:5, šířka ve dně je 1 m. Koryto je ve dně a patě opevněno pohozelem tl. 20 cm. Efektivním zrnem $d_e = 7,5$ cm. Pohoz je uložen na šterkopískový podsyp tl. 10 cm (dodrženy shodné parametry viz kap. kamenná rovnanina).

Do vrstvy pohozu je vtlačěn humus a oset.

Koryto je do doby plného zapojení travního krytu chráněno geotextilií – kokosovou sítí. Kokosová síť dle údajů výrobce během 3 – 5 let podlehne rozpadu (travní drn je již vyvinut a plní svou funkci) a tvoří pak substrát travního drnu. Koryto je nutno ve vegetačním období pravidelně sekat (2 – 3 x za vegetační období), aby byly dodrženy návrhové kapacity úpravy.

4. 3. 3 Objekty v rámci protipovodňového kanálu:

- křížení průlehu s údolnicí I.

Hlavním důvodem ke zřízení tohoto objektu byla obava ze zanášení obtokového kanálu splávním ze zaústěné údolnice. Před vlastním křížením je na údolnici proveden sedimentační bazén o rozměrech 7,15x5,85 m. Sedimentační bazén je stabilizován na začátku a konci betonovým, resp. železobetonovým prahem. Prahy byly provedeny z betonu C30/37 – XC4 – XF3 – XA1. Železobetonový přelivný práh byl proveden z betonu C30/37 – XC4 – XF3 – XA1 a vyztužen Kari sítí. Přelivná hrana prahu je kruhově zaoblena. Dno a svahy bazénu ve sklonu 1:1 jsou opevněny kamennou dlažbou tl. 15 cm do betonu tl. 10 cm a štěrkopískového lože tl. 10 cm. Za přelivnou hranou směrem ke korytu je svah proveden jako kce balvanitý skluz o tl. 60 cm. Je navržen kamen o velikosti $d_e = 30$ cm. Konstrukce skluzu bude protažena až za protilehlou břehovou hranu (k pokračování údolnice pod korytem). Pro správnou funkci konstrukce bude nutno sedimentační bazén po výrazných srážkách zbavit uloženého materiálu.

- křížení průlehu s údolnicí II.

V rámci stavby byla zaústěna do kanálu i druhá údolnice. Zaústění bylo provedeno pomocí oblouku, který byl opevněn pohozelem (shodně s protilehlým břehem).

- rámový propustek pod Mysletínskou silnicí 1,5 x 1,0

Propustek byl navržen jako rámový z ŽB rámu o rozměrech 1,5 x 1,0 m. Délka propustku je 7,05 m. Čela propustků jsou provedena z kam. zdiva. Železobetonový rámový propustek je uložen na podkladovou ŽB desku tl. 30 cm a šířky 2,9 m. Betonové a železobetonové kce propustku jsou chráněny primární i sekundární protikorozi ochranou. Komunikace v místě překopu je obnovena.

- jímací objekt v silnici Ledenice - Trocnov

Tento objekt zajišťuje, že budou do obtokového kanálu svedeny vody z obou silničních příkopů i ze samotné komunikace. Vtokový objekt příkopu na levé straně komunikace (myšlen směr Ledenice – Borovany) je proveden jako krabicový se

šikmými, ukončujícími křídly. Stěny jsou provedeny železobetonové o tl. 0,3 m z betonu C30/37 – XC4 – XF3 – XA1. Jímací objekt v komunikaci je tvořen železobetonovým žlabem, který je překryt vtokovou mříží. Žlab je tvořen polorámem o tl. stěny 30 cm. Světlá šířka objektu je 40 cm. Jímací objekt v komunikaci je ukončen propustkovým čelem. Čela propustků jsou provedena z kamenného zdiva. Koryto za propustkem (soutok příkopu na pravé straně, jímacího objektu v komunikaci) je chráněno opevněním. Jedná se o kamennou dlažbou tl. 15 cm do betonu tl. 10 cm a štěrkopískového lože tl. 10 cm.

-vyústění drenáže

Drenážní systém protnutý novým korytem byl do vodoteče zaústěn ve formě drobných výtokových objektů.

-přechod pro dobytek

Pro migraci dobytka mezi pastvinami byl zřízen přechod. Přechod je opevněn kamenným pohozem.

4. 4 Retenční nádrž Kačerovec

4. 4. 1 Základní údaje o nádrži

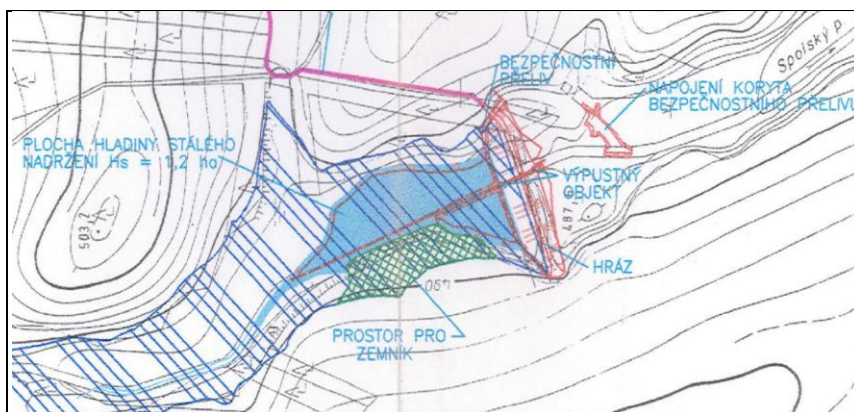
Účelem stavby nádrže je jednoznačně ochrana území pod profilem hráze před kulminačními povodňovými průtoky. Výstavbou hráze s vybavením potřebnými funkčními objekty je vytvořen volný retenční nádržní prostor pro možnost významné transformace povodňových vln a ochrany území pod hrází – především obce Ledenic, ale i objektů a sídel při Spolském potoce níže pod Ledenicemi.

Ochranná (retenční) nádrž s malým zásobním prostorem Kačerovec, tedy transformuje povodňovou vlnu, po jejím průchodu se pozvolna vyprázdní ochranný (retenční) prostor až po hladinu malého zásobního prostoru.

Malý zásobní prostor v rámci nádrže má účel především vytvořit útočiště pro udržení určitých vodních a vlhkomilných živočichů a rostlin, zlepšení mikroklimatu v lokalitě a revitalizaci krajiny v lokalitě.

Nádrž tvoří nová hráz, osazená v tradičním hrázovém profilu zrušené rybníční nádrže Kačerovec. Hráz je vybavena trubní výpustí s nízkým vtokovým objektem na návodní straně hráze a s objektem výtokovým uzpůsobeným k utlumení energie vytékající vody ve vývaru s rozražeči.

Retenční objem nádrže nezachytí celé větší objemy povodňových vln. Nádrž je tedy proto opatřena nehrazeným bezpečnostním bočním přelivem s navazujícím skluzem pod hráz.



Obr. č. 11: Přehledná situace retenční nádrže Kačerovec, zdroj: Ing. Vaclík, VH-TRES

4. 4. 2 Charakteristika území nádrže

Území nádrže se nachází asi 1300 m severoseverozápadně od Ledenic v zaříznutém údolí Spolského potoka v místě povodní dnes už zrušené rybníční nádrže Kačerovec. Podle geomorfologického členění Geografického ústavu ČSAV Brno leží lokalita v Českomoravské soustavě, orografickém celku Jihočeské pánve, části Lišovský práh. Terén je pahorkatinný, vyvýšenina Lišovského prahu odděluje Českobudějovickou a Třeboňskou pánev. Nadmořská výška terénu se pohybuje mezi 484 až 190 m. n. m.

Tab. č. 4: Průměrný úhrn srážek (mm) za období 1961 až 1991 na srážkoměrné stanici Ledenice

měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Průměrné srážky v mm	24	27	31	46	78	88	101	78	47	28	37	28
Celkem I – XII = 613 mm/rok												

4. 4. 3 Technické údaje o nádrži

Jedná se o homogenní hráz s opevněním návodního líce kamenným pohozen, hráz je opatřena v úseku 129.7 m dřevěnou těsnicí štětovou stěnou, při vzdušné patě hráze je proveden kamenný patní drén.

Tab. č. 2: Technické údaje o hrázi

Hráz	
Maximální výška hráze	6.2 m
Maximální hloubka vody	5.5 m
Celková délka hráze v koruně	167.59 m
Hladina stálého nadržení	484.70 m. n. m
Maximální hladina	489.00 m. n. m.
Kóta koruny v ose	489.74 m. n. m.
Plocha hladiny stálého nadržení	1.2 ha
Objem vody při hladině stálého nadržení	9 730 m ³
Plocha maximální hladiny	8.3 ha
Objem vody při maximální hladině	202 457 m ³
Maximální retenční objem	192 727 m ³

Tab. č. 3: Technické údaje o bezpečnostním přelivu

Bezpečnostní přeliv	
Nehrazený boční přeliv	$H_p = 0.6$ m
Účinná délka bezpečnostního přelivu	18.49 m
Délka v koruně	19.51 m
Návrhový průtok	$Q_{100} = 16$ m ³ /s ⁻¹

Hráz

Hráz je postavena jako homogenní s využitím místního zdroje zeminy z nedalekého zemníku. Tato zemina je pro homogenní hráz a těsnící funkci hráze vhodná až velmi vhodná. Dle klasifikace této zeminy pro dopravní stavby je však tato zemina nebezpečně namrzává.

Sklon návodního svahu je 1:3.7 do úrovně hladiny stálého nadržení a nad touto hladinou je proveden v poměru 1:3.2, sklon svahu vzdušného je 1:2.2. V prostoru hráze bylo pochopitelně nejprve provedeno odlesnění včetně odstranění pařezů. Původní těleso hráze bylo odtěženo shora minimálně 1 m pod korunu původní hráze. Na návodní straně byl nejdříve proveden zahloubený výkop jámy s šířkou v patě 4 m se sklony svahů 1:3. Dno jámy bylo 0.8 m pod úrovní upraveného dna při návodní patě hráze. Dno jámy bylo opět odvodněno k potoku. Z úrovně dna jámy byla provedena beraněná dřevěná štětová těsnící stěna tl.min. 0.16 m pro přehrazení propustnějších vrstev v podloží hráze (důvodem použití dřeva je ve velmi agresivní podzemní vodě). Použité dřevo je dub nebo modřín, úroveň zaberanění byla stanovena v běžných profilech hráze. Beranění štětové stěny proběhlo pomocí vodících pilot průměru 300 mm, předem zaberaněných po vzdálenosti 3 m. Na tyto vodící piloty byly upevněny dva páry kleštín průřezu 140/120, které se postupně beraní na požadovanou úroveň. Štětová stěna byla odříznuta v úrovni 1 m nad dnem jámy zářezu. Kleštiny byly pak odstraněny. Návodní svah je opevněn pohozelem z drceného kameniva v tloušťce 0.5 m, uložené na vrstvě z netříděného štěrkopísku v tloušťce 0.1 m jako filtru. Opevnění návodního svahu je opřeno o polozapuštěnou patku do dna před hrází. Od úrovně 0.6 m nad úrovní stálého nadržení je pohozelem na návodním svahu v tloušťce 0.1 m přehumusován a oset. Opevnění svahu pohozelem bude prováděno zdola od paty hráze. Koruna hráze o navržené šířce 4 m je vyspádována sklonem 2% do nádrže. Úroveň koruny byla navržena s 0.1 m převýšením nad nutnou mez z důvodu očekávaného sednutí tělesa hráze. Koruna hráze je zpevněna vrstvou štěrku frakce 32-63 o tloušťce 0.3 m. Štěrky je opět přehumusován a oset.

V patě návodního svahu je proveden kamenný patní drén frakce 32-125 normových rozměrů. Drén je obalen filtrem z netříděného štěrkopísku o tloušťce 0.3 m.

Část drénu u paty hráze je prohloubena a opatřena keramickou svodnou drenáží DN 180, zaústěnou do vývaru spodní výpusti. V centrální části hráze je prohloubena filtrační vrstva až k povrchu štěrkové a písčité vrstvy v podloží.

Vzdušný svah je z hlediska ochrany tělesa před namrzáním opatřen vrstvou nenamrzavé zeminy v tloušťce 0.8 m. Použitá zemina je písčitého charakteru (SW,SP, S-P). Vzdušný svah je opět oset.

Zemina hráze byla hutněna na min. 95% PS. Použitým hutnicím prostředkem byl vibrační ježkový válec o hmotnosti na 10 tun. Hutnění probíhalo po vrstvách max 0.4 m silných. Pro hutnění ve stísněných podmínkách u objektů, byla použita vibrační deska (WACKER). Během hutnění bylo třeba provádět průběžné kontrolní zkoušky míry zhutnění.

Výpustný objekt

Výpustný objekt zahrnuje vtokový objekt, výpustné potrubí, výtokový objekt s vývarem pro utlumení energie.

Vtokový objekt je řešen jako nízký železobetonový objekt s betonovým základem o půdorysných rozměrech 4.1 x 3.6 m. Objekt navazuje na koryto potoka v nádrži a při dně je v čelní stěně jinak uzavřeného objektu proveden vtokový otvor 2 x 0.5 m s osazením česlového pole hrubých česlí z tyčí 40/5 a světlosti průlin 120 mm. Boční stěny objektu tvoří přeliv s kótou odpovídající kótě stálého nadržení 484.70 m. n. m. B. p. v. V podélné ose objektu je provedena mírně vyvýšená 0.8 m široká lávka (kóta úrovně 485.00 m. n. m. podepřená mezilehle stěnou. Ve stěně a bocích objektu jsou zasazeny drážky U 80 pro osazení dvou polí dřevěných dluží. Přes dluže, které jsou sníženy pod boční stěny objektu asi na kótu 484.50 m. n. m. přepadá průtok v běžných hydrologických stavech.

Výpustné potrubí je ocelové DN 1000 s tloušťkou stěny 10 mm, obetonované. Obetonávka v tloušťce minimálně 0.2 m je provedena na desce podkladního betonu, při montážním podložení a stabilizaci potrubí betonovými podvaly 0.2 x 0.2 x 0.8 m. Boky obetonávky jsou provedeny ve sklonu 10:1 pro dobrou možnost přihutnění k výpustnému potrubí.

Výtokový objekt zahrnuje železobetonový otevřený krabicový objekt s usazeným uzávěrem o rozměrech 4 x 3.2 m. Na strop objektu vedou po svahu hráze od paty betonové prefabrikované schody 258/186. Na uzávěr navazuje železobetonový žlab vývaru s rozražeči. Vývar je zakončen železobetonovým prahem, vyvýšeným nad návazné dno. Vývar je modifikací výzkumem ověřeného Peterkova III pro vypočtené hodnoty při $Q_{\max} = 5.1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Doskok paprsku I = 4.1 m, první vzájemná hloubka 0.2 m a druhá vzájemná hloubka 1.75 m. Žlab vývaru je zavázán do boků koryta 2.5 m dlouhými křídly tl. 0.6 m. Za prahem vývaru jsou zaústěny trubní svody z patního drénu.

Použitý beton konstrukcí je typu V8T100A2 – B25 s antikorozní ochranou povrchů povlakem. Podkladní beton je třídy B20. Pro beton je použit struskový cement místo portlandského. Ocelové konstrukce jsou opatřeny základním a třemi vrchními antikorozními nátěry.

Bezpečnostní přeliv

Přeliv je vybudován u levého zavázání hráze jako nehrazený boční s kruhově zaoblenou přelivnou hranou. Návrhový průtok přelivu je přibližně $Q_{100} = 16 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Přepadová výška přelivu je 0.6 m. Účinná délka přelivu je 18.49 m, délka v koruně 19.51 m. Průměr zaoblení koruny je 0.8 m. V kruhovém zaoblení jsou prefabrikáty půdorysně kónické. Na přeliv navazuje šikmá zeď ve sklonu 10:1 k hrázi a ve sklonu 5:1 dovnitř spadiště, šířka spadiště je 3 m, sklon 8%. Délka spadiště je 14.5 m. Spadiště tvoří konstrukčně železobetonový žlab, protilehlá stěna přelivu je nad přeliv vyvýšena. Kóta přelivu je 488.40 m. n. m. B. p. v.

Na spadiště navazuje 3 m široká skluz, který je na konci rozšířen na šířku 4 m. Závěr skluzu provedený ve sklonu 10% je opatřen rozražeči výšky 0.3 m. Pod skluzem je v úseku 15 m zpevněno koryto velmi těžkým pohozelem.

Skluz tvoří železobetonový žlab se svislými stěnami v koruně šířky 0.6 m, kromě rubu stěny k hrázi. Stěny skluzu v průchodu hrázi sledují obrysem povrch hrázového tělesa. V koruně hráze je provedeno 4 m široké přemostění. Kraje přemostění

a schodovitý přístup k přelivu jsou opatřeny ocelovým zábradlím. Objekt skluzu je vybudován na zdravém skalním podloží.

Úpravy v nádrži

Prostor v nádrži pro stálé nadržení vody s kótou 484.70 byl odbahněn a vyspárován ve sklonu 0.5% ke korytu potoka. V nádrži se tak při této hladině pohybují hloubky mezi 0.7 m až 1.2 m. Břehové svahy od hladiny 484.70 k patě nádrže jsou provedeny ve sklonu 1:6, s cílem rozvoje vegetace rákosin. Prostor celé nádrže po vrstevnici 489.0 byl zbaven nepevných křovin a odplavitelného klestu.

Přístupová cesta

Pro trvalý možný příjezd ke hrázi je vybudováno místní štěrkové zpevnění (bez výkopu) lesní cesty v šíři 3.5 m v délce 375 m. Tato cesta částečně využívá lesní cesty s vyznačenou parcelou a částečně je umístěna do koridoru fyzicky existující cesty bez své vlastní parcely.

4. 4. 4 Údaje o provozu

Provoz nádrže a objektů hráze je bez potřeby trvalé obsluhy. Hráz je udržována sečením svahů a koruny hráze. Z nádrže bude po povodni odváděno naplavené splávi a páleno. Zarybnění malého zásobního prostoru je možné s vyloučením intenzivního chovu, s rizikem ztráty ryb při povodni (pohyb hladiny) i uspořádáním vtokového objektu. **Zásadně nesmí být pro rybochovné účely upraven jinak vtokový objekt či vzdouvána hladina nad uvažovanou kótu 484.70 m. n. m. a snižován tak retenční prostor.**

4. 5 Údaje o realizaci

4. 5. 1 Odvodňovací kanál

Odvodňovací kanál byl budován ve dvou etapách. První část byla dokončena v dubnu 2005 a druhá v květnu 2009. Celkové náklady činily 14 830 000 Kč.

Tuto stavbu ocenili obyvatelé Ledenic krátce po dokončení první etapy. Během bleskové povodně 23. května 2005 kanál schytl část vody z okolních polí a tím zmírnil povodňové škody v obci. V květnu 2008 byl kanál poškozen přívalovým deštěm a musel být vyčištěn a na kritických místech vytařasen lomovým kamenem.

Za několik týdnů po celkovém dokončení kanálu prověřil přívalový déšť novou stavbu. V noci z neděle 21. 6. na pondělí 22. 6. 2009 se kanál úplně naplnil, ochránil Ledenice a tím ověřil svoji funkčnost a opodstatněnost.

4. 5. 2 Retenční nádrž

Výstavba retenční nádrže Kačerovec proběhla jako odvodňovací kanál ve dvou etapách. V první etapě došlo ke zřízení mělkého provizorního koryta od koryta potoka do koryta skluzu od přelivu na levé straně. Koryto od přelivu bylo nejdříve pročištěno a pod hrází novým úsekem napojeno na koryto potoka. Koryto potoka před novým výpustným objektem bylo přesypáno zemní jámkou. Voda teda byla odvedena mimo staveniště výpustného objektu a spodní části delšího úseku hráze včetně prostoru beranění štětové stěny. Tyto části stavby byly teda založeny v relativně suchém prostředí.

V druhé etapě došlo k odstranění jámky z koryta potoka a k zprůtočnění hotového výpustného objektu. A nakonec k založení a dokončení objektu přelivu a celého tělesa hráze.

Obec získala na výstavbu Kačerovce dotaci deset milionů korun z programu revitalizace říčních systémů MŽP. Celkové náklady na vybudování této retenční nádrže činily 12 936 000 Kč. O znovuoobnovení Kačerovce obec usilovala už v minulosti, ale bez státního příspěvku nebyla realizace možná. Povolení ke zřízení vodohospodářského díla vydal Referát životního prostředí okresního úřadu v Českých Budějovicích 8. ledna 1999. Stavba byla dokončena 14. října téhož roku.

Nádrž poprvé prověřila blesková povodeň ve dnech 6. a 7. srpna 2000. Za noc spadlo v Ledenicích 100 mm srážek a retenční prostor se naplnil na padesát procent. I při dalších povodních, které postihují Ledenice skoro každý rok, přispěl Kačerovec k celkové ochraně obce.

5. Závěr

V dnešní době shledáváme, že uskutečněný rozsah odpřírodňujících technických zásahů do vodních toků a jejich niv přináší prokazatelná negativa. Velká část technických úprav, poškozujících přírodu a krajinu, byla nebo alespoň v dnešní době již je zbytečná. V této situaci vyvstávají vážné důvody pro opatření opačně orientovaná, napravující škody, způsobené dřívějšími jednostranně pojatými technickými úpravami vodních toků a jejich niv.

Počátkem nového tisíciletí byla v Ledenicích postupně vybudována větší část protipovodňových opatření na ochranu obce. Vliv uskutečněných opatření se již v minulých letech pozitivně projevil při častých bleskových povodních. V Ledenicích byla těmito úpravami významně posílena retenční schopnost krajiny, hlavně výstavbou retenční nádrže Kačerovec a obtokového kanálu v jihozápadní části obce.

Největší význam z hlediska ochrany Ledenic má retenční nádrž Kačerovec, vybudovaná na Spolském potoce nad Ledenicemi. Svým umístěním a provedením se Kačerovec stal významným prvkem okolní přírody a krajiny. Má pozitivní vliv nejen na retenci vody v krajině, ale i na nivu Spolského potoka, která je lokálním biokoridorem územního systému ekologické stability. Vodní plocha vytvořila předpoklad pro rozvoj flory a fauny vázané na stojaté vody a přispěla ke zvýšení ekologické stability krajiny.

K dalšímu zadržení vody v krajině by byla potřebná celková revitalizace všech vodních toků v celém zájmovém území. Nejvíce by byla potřebná revitalizace koryta Spolského potoka mezi nádržemi Kačerovec a Lazna a pak samotné obci. Tím by se zvýšila celková ekologická hodnota toku a estetická a rekreační funkce celého okolí.

Protipovodňový obtokový kanál vytváří obchvat kolem zastavěného území obce. Zachycuje a odvádí povrchový odtok ze zemědělských pozemků na jihozápadě obce směrem mimo zastavěnou oblast k rybníku Ledenický Slavíček. Kanál má značnou vsakovací schopnost a působí tak příznivě na zadržení vody v krajině. Z hlediska ochrany životního prostředí má pozitivní vliv na snížení erozního ohrožení území.

Při projektování kanálu byla navržena rozsáhlá doprovodná výsadba listnatých stromů a keřů, která však ještě není ve všech navržených úsecích provedena. Tuto výsadbu by bylo žádoucí dokončit, neboť bude vytvářet významný krajinný prvek a zvýší retenční schopnost a biologickou rozmanitost území.

6. Seznam literatury

ANTUŠÁK, E. *Úvod do teorie krizového managementu. I., 2. vydání.* Praha: Oeconomica, 2003. ISBN 80-245-0552-5.

ČSN 75 0101 *Základní vodohospodářské názvosloví*

DUB, O. *Hydrologie, hydrografie, hydrometrie.* Bratislava, SNTL, 1963.

HOLÝ, M. *Odvodňovací stavby. I. vyd.* Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury : Alfa, 1984.

JÍLKOVÁ, J. a L. ČAMROVÁ. *Povodně jako průřezový problém statní politiky.* Praha, 2004. ISBN 80-86684-09-1.

JUST, T. a kol. *Revitalizace vodního prostředí.* AOPK ČR, Praha, 2003.

JUST, T. *Vodohospodářské revitalizace: a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi.* Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2005. ISBN 80-239-6351-1.

JŮVA, K. *Odvodnění půdy.* Praha, SZN, 1957.

KONVIČKA, M. et al *Město a povodeň.: Strategie rozvoje měst po povodních.* Brno, 2002. ISBN 80-86517-38-1.

KOVÁŘ, M. *Ochrana před povodněmi.* Praha, 2004. ISBN 80-7254-499-3.

KREČMER V. *Lesy a povodně : celostátní seminář : 25. června 2003 Dům ČSVTS, Novotného lávka 5, Praha 1. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2003. ISBN 80-02-01564-9.*

LANGHAMMER, J. *Povodně a změny v krajině.* Praha: PřF UK v Praze, 2007. ISBN 978-80-86561-87-5.

LAŠ, V. *Mechanika kompozitních materiálu.* Plzeň: Nakladatelství ZCU, 2004. ISBN 80-7043-273.

MATOUŠKOVÁ, M. *Ekohydrologický monitoring jako podklad pro revitalizaci vodních toků: Disertační práce.* Praha: PřF UK v Praze, 2003.

METODICKÝ POKYN odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí k zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby, Věstník MŽP č. 9/2005

NIENHUIS, P.H., LEUVEN, R.S.E.W. *River restoration and flood protection: controversy or synergism?* Hydrobiologia, 2001.

PROTIPOVODŇOVÁ PREVENCE A KRAJINNÉ PLÁNOVÁNÍ : *sborník z mezinárodní konference, 18. a 19. března 2003 Pardubice*. Rozš. vyd. Pardubice : Česká společnost krajinných inženýrů - ČSSI, 2003. ISBN 80-903258-1-5.

ŘÍHA, J. *Vodní hospodářství 10. Vyd. 2. přeprac.* Praha : Vydavatelství ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02261-7

SKÁLOVÁ, J., KOUTSKÝ, J., MOTYCKA, V. *Nauka o materiálech*. Plzeň: Nakladatelství ZCU, 2000. ISBN 80-7082-677-0.

SLAVÍKOVÁ, L. et al *Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích*. Praha: IREAS, 2007. ISBN 978-80-86684-48-2.

STMUGV. *Bavorské státní ministerstvo pro životní prostředí, zdraví a ochranu spotřebitelů: Ochrana před povodněmi v Bavorsku – Strategie a příklady*. Praha, 2005.

STMUGV. *Bavorské státní ministerstvo pro životní prostředí, zdraví a ochranu spotřebitelů: Ochrana před povodněmi v Bavorsku - POLDRY*. Mnichov, 2003. ISBN 80-903244-9-5.

STRATEGIE. *Ochrany před povodněmi v České republice: (schválená vládním usnesením č. 382 ze dne 19. dubna 2000)*. Praha.

ŠÁLEK, J. *Malé vodní nádrže v životním prostředí*. Ostrava, 1999.

ŠÁLEK, J. *Vodní hospodářství krajiny I*. [Brno] : Vutium, 1997. ISBN 80-214-0949-5.

ŠVIHLA V. *Retenční schopnost půd Českého krasu*, Správa CHKO Český kras, 2000.

TLAPÁK, V., J. ŠÁLEK a V. LEGÁT. *Voda v zemědělské krajině*. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda, 1992. ISBN 80-209-0232-5.

TNV 75 2931 *Povodňové plány, červen 2006*

ZÁKON č. 238/2000 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

ZÁKON č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

ZÁKON č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), ve znění pozdějších předpisů

ZÁKON č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

7. Seznam elektronických zdrojů

EKO-SYSTEM s.r.o. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://www.eko-system.cz/>

HLÁSNÁ A PŘEDPOVĚDNÍ POVODŇOVÁ SLUŽBA, Český hydrometeorologický ústav. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://hydro.chmi.cz/hpps/index.php>

INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/integrovaný-zachranný-system.aspx>

KOMPLEXNÍ ŘEŠENÍ PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY OBCE LEDENICE ÚPRAVOU ODTOKOVÝCH POMĚRŮ EXTRAVILÁNU. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: http://theses.cz/id/g7j12g/Martin_Klhfek_-_Bakalsk_prce.pdf

LEGISLATIVA K OCHRANĚ PŘED POVODŇEMI. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://dpp.kr-kralovehradecky.cz/html/articles/art15708.htm>

MĚSTYS LEDENICE. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://www.ledenice.cz/>

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://www.ochranavod.cz/cz/voda>

PLATNÝ ÚZEMNÍ PLÁN OBCE LEDENICE OD ROKU 2006. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://www.ledenice.cz/index.php?oid=1775048>

POVODŇOVÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://www.povis.cz/html/>

POVODŇOVÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM V OCHRANĚ PŘED POVODŇEMI. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/povodne/10065-povodnovy-informacni-system-v-ochrane-pred-povodnemi>

POVODŇOVÝ PLÁN ČESKÉ REPUBLIKY. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: http://www.dppcr.cz/html_pub/

PŘEDBĚŽNÉ VYHODNOCENÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V ČESKÉ REPUBLICE
2011. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z:
http://www.povis.cz/mzp/smernice/2011/CZ_zprava_PFRA_APSFR.pdf

SDP - KOVO, spol. s r.o. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z:
<http://www.sdpkovo.cz/>

VH-TRES spol. s r.o. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://www.vhtres.cz/>

VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z:
<http://www.vodnihospodarstvi.cz/cze/index.htm>

8. Seznam obrázků

Obr. č. 1: Schéma retenční nádrže

Obr. č. 2: Řízené poldry jsou účinnější ochranou proti povodním než odsazování hrází

Obr. č. 3: Dvě hlavní revitalizační úlohy v protipovodňové ochraně – ve volné krajině podpora tlumivých rozlivů povodní v nivách, v zastavěných územích ekologizace kapacitních koryt

Obr. č. 4: Různé způsoby uplatnění přístupů revitalizací a přírodě blízkého vodního stavitelství v ochraně před povodněmi

Obr. č. 5: Protipovodňové bariéry Aqua-Finis

Obr. č. 6: Použití bariér Eko-System v Praze

Obr. č. 7: Deska na ocelové konstrukci

Obr. č. 8: Hydrologická charakteristika 1

Obr. č. 9: Hydrologická charakteristika 2

Obr. č. 10: Trasa obtokového kanálu

Obr. č. 11: Přehledná situace retenční nádrže Kačerovec

9. Seznam příloh

Příloha č. 1, Fotografie obtokového kanálu a retenční nádrže Kačerovec



Foto č. 1: Začátek obtokového kanálu u Trocnovské silnice, foto: Tomáš Petr



Foto č. 2: Pohled na spodní polovinu kanálu - směr ul. Budějovická, foto: Tomáš Petr



Foto č. 3: Napojení kanálu na přítok rybníka Ledenický slavíček, foto: Tomáš Petr



Foto č. 4: Pohled na balvanitý skluz, zdroj: <https://www.google.cz/maps/>



Foto č. 5: Obtokový kanál u Budějovické silnice, foto: Tomáš Petr



Foto č. 6: Obtokový kanál u Budějovické silnice, foto: Tomáš Petr



Foto č. 7: Pohled z propustku pod Budějovickou silnicí, foto: Tomáš Petr



Foto č. 8: Kačerovec – pohled z hráze, foto: Tomáš Petr



Foto č. 9: Kačerovec – Pohled na výpustný objekt, foto: Tomáš Petr



Foto č. 10: Kačerovec – pohled z hráze, foto: Tomáš Petr

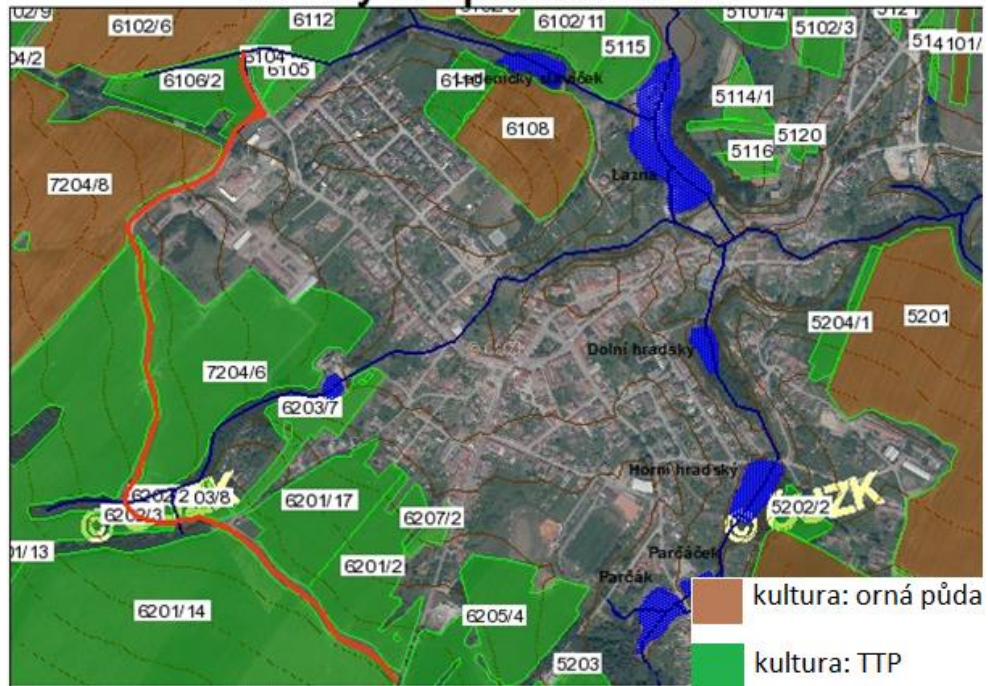


Foto č. 11: Kačerovec – pohled z hráze, foto: Tomáš Petr



Foto č. 12: Kačerovec – bezpečnostní přeliv a vývařiště s rozražeči, foto: Tomáš Petr

Kultury dle půdních bloků



Příloha č. 2, zdroj: Tomáš Petr, Arcmap10

Odvodnění



Příloha č. 3, zdroj: Tomáš Petr, Arcmap10