

Univerzita Pardubice

Fakulta ekonomicko-správní

Povodňová prevence

Bc. Klára Pavlíčková

**Diplomová práce
2014**

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Klára Pavlíčková**
Osobní číslo: **E12591**
Studijní program: **N6202 Hospodářská politika a správa**
Studijní obor: **Regionální rozvoj: Bezpečnost regionu**
Název tématu: **Povodňová prevence**
Zadávající katedra: **Ústav regionálních a bezpečnostních věd**

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

Práce se zaměřuje na povodně jako významné mimořádné události a jejich prevenci. Diplomová práce bude obsahovat obecný popis povodní, možnosti prevence a popis vybraného toku či lokality. Hlavním předmětem zkoumání je analýza prevence a vymezení rizik.

Zásady:

- Obecný popis povodní a možnosti prevence.
- Popis vybraného toku či lokality.
- Vymezení rizik a prevence v dané lokalitě.
- Analýza prevence s uvedením hlavních poznatků a doporučení.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **cca 50 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

ALLABY, Michail, GARRATT, Richard. Floods. 2. vydání. New York: VB Hermitage, 2003. ISBN 0-8160-4794-4.

BARTLOVÁ, Ivana. Prevence a připravenost na závažné havárie. Ostrava: SPBI Spektrum, 2008. ISBN 978-80-7385-049-4.

ČAMROVÁ, Lenka, JÍLKOVÁ, Jiřina. Povodně v území: institucionální a ekonomické souvislosti. 1. vydání. Praha : Eurolex Bohemia, 2006. ISBN 80-7379-000-9.

FARAZMAND, Ali. Handbook Crisis and Emergency Management. New York: Taylor & Francis, 2001. ISBN 0-8247-0422-3.

KONVIČKA, Miloslav a kol. Město a povodeň: strategie rozvoje měst po povodních. 1. vydání. Brno: ERA, 2002. ISBN 80-86517-38-1.

LÁTAL, Ivo, ŠTANTEJSKÝ, Michal. Bezpečnostní zásady ochrany podniku: prevence a řešení krizových situací. 1. vyd. Praha: Prospektrum, 2001. ISBN 80-7175-091-3.


Vedoucí diplomové práce:


doc. Ing. Radim Roudný, CSc.

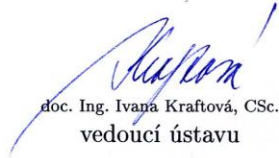
Ústav regionálních a bezpečnostních věd

Datum zadání diplomové práce: **1. října 2013**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2014**


doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.
děkanka

L.S.


doc. Ing. Ivana Kraftová, CSc.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 1. října 2013

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 30. 4. 2014

Bc. Klára Pavlíčková

PODĚKOVÁNÍ:

Tímto bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce doc. Ing. Radimu Roudnému, CSc. za jeho odbornou pomoc, která mi pomohla při zpracování diplomové práce.

Mé poděkování patří také Mgr. Michaele Vetterlové za cenné rady a připomínky, bez kterých by se tato práce neobešla. A v neposlední řadě děkuji svým rodičům za trpělivost a podporu v průběhu studia.

ANOTACE

Tato práce je zaměřena na problematiku povodní, zejména na protipovodňovou ochranu v povodí řeky Třebovky. Práce se zabývá zhodnocením ekonomické efektivity investice realizované v úseku Dlouhá Třebová – Hylváty ex ante a ex post. Předmětem mého zájmu bylo také zjištění, zda je účinná hráz Hvězda a poldry v horním povodí Třebovky při povodňových průtocích.

KLÍČOVÁ SLOVA

Povodeň, ochrana, riziko, prevence povodní, Třebovka, protipovodňová opatření, hráz Hvězda

TITLE

Flood prevention

ANNOTATION

This work is focused on flooding, including flood protection in the catchment area of the Třebovka river. The work deals with the evaluation of economic efficiency of investments made in long section Dlouhá Třebová - Hylváty ex ante and ex post. The object of my interest was also to determine effectiveness of the dam Hvězda and the polders in the upper basin Třebovka during flood flows.

KEYWORDS

Flood, protection, risk, flood preventiv, Třebovka, blood control, dam Hvězda

OBSAH

ÚVOD	10
1 ZÁKLADNÍ POJMY.....	11
1.1 KRIZE	11
1.2 HROZBA	11
1.3 RIZIKO	12
1.4 ZTRÁTA	12
1.5 PREVENCE.....	13
1.6 MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST	13
1.6.1 Členní mimořádných událostí.....	14
2 PRÁVNÍ ÚPRAVA	15
3 POVODŇ A JEJÍ CHARAKTERISTIKY.....	18
3.1 DEFINICE POJMU POVODĚŇ	18
3.2 ROZDĚLENÍ POVODNÍ.....	19
3.3 STUPNĚ POVODŇOVÉ AKTIVITY	19
3.4 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VZNIK A PRŮBĚH POVODŇE	20
3.5 POVODŇOVÉ RIZIKO.....	22
3.5.1 Mapa povodňového rizika	23
3.6 OCHRANA PŘED POVODŇEMI	23
3.6.1 Organizace povodňové ochrany v ČR.....	24
3.6.2 Institucionální zabezpečení povodňové ochrany v ČR.....	26
3.6.3 Předpovědní a hlásná služba.....	27
3.6.4 Strategie ochrany před povodněmi.....	28
3.6.5 Protipovodňová opatření.....	30
3.7 POVODŇOVÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ ČR	32
4 POVODÍ LABE, S. P.....	34
4.1 PŮSOBNOST	34
4.2 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	36
4.3 POSLÁNÍ.....	37
4.4 ŘEKA LABE.....	37
4.5 ŘEKA TŘEBOVKA.....	39
5 PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ NA ŘECE TŘEBOVCE.....	43
5.1 VÝSTAVBA POLDRŮ	43
5.2 REKONSTRUKCE HRÁZE RYBNÍKU HVĚZDA	44
5.3 ÚPRAVA TOKU TŘEBOVKY.....	45
5.3.1 Úsek Třebovice – Česká Třebová	45
5.3.2 Úsek Dlouhá Třebová – Hylváty.....	46
6 ANALÝZA PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ	48
6.1 ANALÝZA POVODŇOVÉHO RIZIKA.....	48
6.2 ZHODNOCENÍ EKONOMICKÉ EFEKTIVNOSTI INVESTICE	50
6.2.1 Analýza efektivnosti investice ex ante.....	52
6.2.2 Analýza efektivnosti investice ex post.....	54
6.2.3 Citlivostní analýza.....	58
6.2.4 Shrnutí.....	60
6.3 REGRESNÍ ANALÝZA PRŮTOKŮ A SRÁŽEK	60
6.4 ANALÝZA ÚČINNOSTI PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY	64
6.5 ZHODNOCENÍ PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY.....	69
ZÁVĚR.....	71
POUŽITÁ LITERATURA	73
SEZNAM PŘÍLOH.....	76

SEZNAM TABULEK

TABULKA 1: NÁKLADY NA REALIZACI PROTIPOVODŇOVÉHO OPATŘENÍ	52
TABULKA 2: DÍLČÍ VÝPOČTY KE ZHODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI INVESTICE EX ANTE	53
TABULKA 3: DÍLČÍ VÝPOČTY KE ZHODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI INVESTICE EX POST	55
TABULKA 4: STANOVENÍ ENVIRONMENTÁLNÍHO UKAZATELE	57
TABULKA 5: STANOVENÍ TECHNICKÉHO UKAZATELE	58
TABULKA 6: NAVÝŠENÍ NÁKLADŮ NA ZÁKLADĚ CITLIVOSTNÍ ANALÝZY	59
TABULKA 7: VÝSLEDNÉ VÝPOČTY ANALÝZY NÁKLADŮ A UŽITKŮ	59
TABULKA 9: ÚDAJE POTŘEBNÉ K REGRESNÍ ANALÝZE PRŮTOKŮ A SRÁŽEK	61
TABULKA 10: INDEX DETERMINACE A KORELAČNÍ KOEFICIENT JEDNOROZMĚRNÉ REGRESE PRO ÚHRN SRÁŽEK	61
TABULKA 11: VÝSLEDNÉ HRANICE A KOEFICIENTY A A B JEDNOROZMĚRNÉ REGRESE PRO ÚHRN SRÁŽEK	61
TABULKA 12: INDEX DETERMINACE A KORELAČNÍ KOEFICIENT JEDNOROZMĚRNÉ REGRESE PRO DLOUHODOBÝ NORMÁL	62
TABULKA 13: VÝSLEDNÉ HRANICE A KOEFICIENTY A A B JEDNOROZMĚRNÉ REGRESE PRO DLOUHODOBÝ NORMÁL	62
TABULKA 14: VÝSLEDNÝ INDEX DETERMINACE A KORELAČNÍ KOEFICIENT AGREGOVANÉ ANALÝZY	63
TABULKA 15: : VÝSLEDNÉ HRANICE A KOEFICIENTY AGREGOVANÉ REGRESE	64
TABULKA 16: ÚDAJE POTŘEBNÉ K ANALÝZE ÚČINNOSTI PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY	65
TABULKA 17: INDEX DETERMINACE A KORELAČNÍ KOEFICIENT JEDNOROZMĚRNÉ REGRESE PŘED PPO	65
TABULKA 18: VÝSLEDNÉ HRANICE A KOEFICIENTY A A B JEDNOROZMĚRNÉ REGRESE PŘED PROTIPOVODŇOVÝM OPATŘENÍM	66
TABULKA 19: VÝSLEDNÝ INDEX DETERMINACE A KORELAČNÍ KOEFICIENT JEDNOROZMĚRNÉ REGRESE PO REALIZACI PROTIPOVODŇOVÉHO OPATŘENÍ	66
TABULKA 20: VÝSLEDNÉ HRANICE A KOEFICIENTY A A B JEDNOROZMĚRNÉ REGRESE PO REALIZACI PROTIPOVODŇOVÉHO OPATŘENÍ	66
TABULKA 21: TRANSFORMACE POVODŇOVÝCH PRŮTOKŮ V HORNÍM POVODÍ ŘEKY TŘEBOVKY	68

SEZNAM ILUSTRACÍ

OBRÁZEK 1: SCHÉMA VZNIKU ZTRÁTY	13
OBRÁZEK 2: TRVÁNÍ PRŮTOKOVÉ VLNY	21
OBRÁZEK 3: POVODŇOVÉ RIZIKO	22
OBRÁZEK 4: INSTITUCIONÁLNÍ ZABEZPEČENÍ OCHRANY PŘED POVODŇEMI V ČR	26
OBRÁZEK 5: ORGANIZAČNÍ STRUKTURA POVODÍ LABE, S. P.	36
OBRÁZEK 6: OBLAST POVODÍ LABE	37
OBRÁZEK 7: POVODÍ OHŘE A DOLNÍHO LABE	38
OBRÁZEK 8: TICHÁ ORLICE S PŘÍTKEM TŘEBOVKY	39
OBRÁZEK 9: MAPA POVODÍ TŘEBOVKY	40
OBRÁZEK 10: ZAPLAVENÉ ÚZEMÍ PŘI POVODNI V ROCE 1997	41
OBRÁZEK 11: UMÍSTĚNÍ DOKONČENÝCH POLDRŮ V POVODÍ TŘEBOVKY	44
OBRÁZEK 12: SCHÉMA REKONSTRUKCE NÁDRŽE HVĚZDA	45
OBRÁZEK 13: DRUHÁ ETAPA ÚPRAVY ŘEKY TŘEBOVKY	47

SEZNAM GRAFŮ

GRAF 1: NEJDELŠÍ VODNÍ TOKY VE SPRÁVĚ POVODÍ LABE, S. P.	34
GRAF 2: VODNÍ TOKY S NEJVĚTŠÍ PLOCHOU POVODÍ	35
GRAF 3: NEJDELŠÍ VODNÍ TOKY V POVODÍ LABE, S. P.	35
GRAF 4: PRŮBĚH PRŮTOKŮ NA TŘEBOVCE V ROCE 2006	42
GRAF 5: SIMULACE POVODŇOVÝCH ŠKOD V SYNTETICKÉ ŘADĚ PŘED PROTIPOVODŇOVÝM OPATŘENÍM	49
GRAF 6: SIMULACE POVODŇOVÝCH ŠKOD V SYNTETICKÉ ŘADĚ PO PROTIPOVODŇOVÉM OPATŘENÍ	49
GRAF 7: LINEÁRNÍ REGRESNÍ PŘÍMKA ÚHRNŮ SRÁŽEK A PRŮTOKŮ	62
GRAF 8: LINEÁRNÍ REGRESNÍ PŘÍMKA DLOUHODOBÉHO ÚHRNU A PRŮTOKŮ	63
GRAF 9: LINEÁRNÍ REGRESNÍ PŘÍMKA ÚHRNU SRÁŽEK A PRŮTOKŮ PŘED A PO REALIZACI PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY	67
GRAF 10: TRANSFORMACE POVODŇOVÝCH PRŮTOKŮ V HORNÍM POVODÍ ŘEKY TŘEBOVKY	68

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

ČR	Česká republika
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
EU	Evropská unie
Sb.	Sbírka zákonů
PPO	protipovodňová ochrana
ř. km	říční kilometr
IZS	Integrovaný záchranný systém
s. p.	státní podnik
VD	vodní dílo

ÚVOD

Pro téma mé diplomové práce jsem si vybrala problematiku povodní, protože je to stále velmi aktuální a Česká republika je takřka protkána sítí vodních toků, které o sobě v posledních desetiletí dávají vědět. Povodně se staly závažným přírodním jevem pro velkou část obyvatel České republiky. Jedná se o katastrofu, po níž zůstávají lidské oběti a miliardové škody. S určitou nadsázkou by se dalo říct, že povodeň se stala něčím normálním, něčím, co patří k životu.

Povodeň je slovo, které vyvolává mrazení v zádech, strach a beznaděj u čím dál většího počtu lidí, které jsou odkázány na rozmary přírody. Mimořádné povodně na našem území prokázaly, že i v této oblasti se nacházejí určité rezervy a prevence povodní je v některých oblastech nedostatečná.

Strukturálně je má práce rozčleněna do šesti částí. V první z nich se věnuji popsání základních pojmů, které jsou klíčové pro další výklad. V druhé části stručně nastiňuji právní úpravu, která je z mého pohledu nejdůležitější. Třetí část se věnuje obecně problematice povodní, která byla zpracována na základě literatury a dalších teoretických zdrojů. Další dvě části práce jsou zpracovány na základě podkladů o Povodí Labe, s. p., stání podnik a internetových zdrojů. V šesté kapitole je provedeno zhodnocení ekonomické investice do protipovodňové ochrany v úseku Dlouhá Třebová – Hylváty ex ante, na základě projektové dokumentace a ex post, na základě skutečně vynaložených nákladů. Dále zpracována regresní analýzy průtoků a srážek, z čehož zhodnotím účinnost hráze Hvězda a poldrů při povodňovém průtoku. Tato kapitola je zpracována na základě interních dokumentu Povodí Labe, s. p., provozovna Vysoké Mýto v kombinaci se statistickými a matematickými metodami.

Hlavní cíle diplomové práce jsou:

- **obecný popis problematiky povodní se zaměřením na prevenci,**
- **popis protipovodňové ochrany na řece Třebovce,**
- **posoudit efektivnost vynaložených peněžních prostředků na protipovodňovou ochranu,**
- **analýzou ověřit účinnost protipovodňových opatření.**

1 ZÁKLADNÍ POJMY

Pro lepší pochopení daného tématu je potřeba vymezit si základní pojmy, které jsou pro problematiku povodní důležité, jsou jimi: krize, hrozba, riziko, ztráta, prevence a mimořádná událost.

1.1 Krize

Krize je pojem, který se v současné době používá v mnoha situacích – krize životního prostředí, politická krize a také krize podniku, které představují trvale nebo po delší dobu negativní odchylku od normálního stavu [9]. Je to tedy situace, kdy dochází k výraznému narušení rovnováhy. Některé krize bývají obtížně předvídatelné a vždy spjata s hrozbou.

1.2 Hrozba

„Hrozba je síla, událost, aktivita nebo osoba, která má nežádoucí vliv na bezpečnost nebo může způsobit škodu [11].“

Hrozbou může být přírodní jev, kriminální aktivita, nedostatečně chráněné informace, makroekonomické vlivy a mnoho dalších. Při hodnocení hrozby je primární velikost hrozby, tj. schopnost způsobit škodu. Hrozby se dále dělí na:

- úmyslné (např. krádež, podvod atd.),
- neúmyslné (např. přírodní mimořádná událost či nedbalost) [11].

Hrozba může být charakterizována různým způsobem, obecně je funkcí

$$T = f(I, p, t, x_1, x_2, \dots, x_n),$$

Kde je I intenzita účinku v místě vzniku (potenciální),

p pravděpodobnost vzniku,

t čas,

x_1 až x_n další ukazatele či faktory.

Ve většině případů hrozba nepůsobí samostatně, ale vyvolává další hrozby, tzv. interakce hrozeb. Interakce hrozeb posuzujeme dvojí způsobem. Prvním z nich je aktivační hledisko, což znamená, kolik hrozeb vyvolá určitá hrozba. Druhým z nich, kterým lze posuzovat interakce hrozeb je iniciační hledisko, které nám říká, kolika hrozbami může být určitá hrozba iniciována. Například povodeň jakožto přírodní mimořádná událost, tedy neúmyslná hrozba,

je často doprovázena rabováním opuštěných domů a bytů, rozkrádáním humanitární pomoci či zvýšeným výskytem podvodníků, kteří předstírají pomoc apod. [11].

1.3 Riziko

„Riziko vyjadřuje míru budoucího ohrožení objektu, respektive aktiva hrozbami, které vedou ke škodám [11].“ V této práci je riziko definováno jako pravděpodobnost, že při povodni vznikne škoda v území zasaženém povodní.

Velikost rizika lze vyjádřit, obdobně jako hrozbu, funkcí [11]:

$$R = f(Z, p, t, x_1, x_2, \dots, x_n)$$

kde je Z ztráta

p pravděpodobnost

t čas

x další faktory

Běžně se však používá i třídění rizika vycházející z pojetí rizika jako závislosti

$$R = p * Z.$$

V takovém případě pro praktické použití ztrátu Z i pravděpodobnost p členíme maximálně do pěti stupňů. V praxi se riziko hodnotí různými způsoby podle dostupných informací, možností jejich zpracování a požadavku na výsledek [11].

1.4 Ztráta

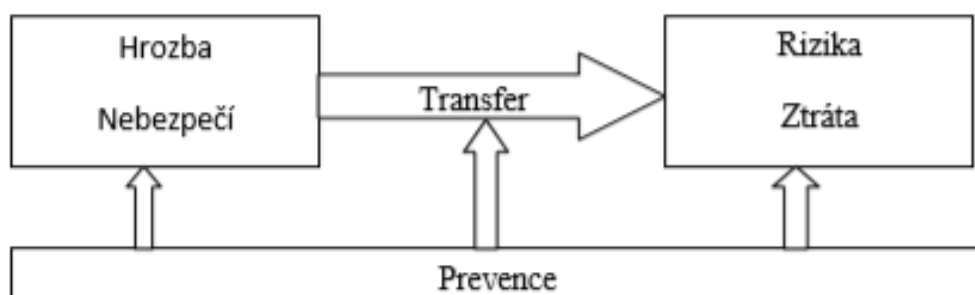
Každá nežádoucí událost má vždy ve svém výsledku ztrátu, která může být:

- potenciální – očekávaná v budoucnosti,
- reálná – po aktivaci hrozby [11].

Ztráta se podle potřeby vyjadřuje různými způsoby, např. ztráta na životech, zatopená plocha, rozsah poškození infrastruktury, atd. V každém případě je pro určení výše škody důležité finanční vyjádření [11].

Posloupnost předpokládaných nežádoucích jevů vedoucích od hrozby ke ztrátě je uvedena na obrázku 1.

Obrázek 1: Schéma vzniku ztráty



Zdroj: [11]

1.5 Prevence

Prevence se dělí do dvou skupin, a to na aktivní prevenci a pasivní prevenci. Aktivní se nazývá pouze prevence, která snižuje účinek hrozby na objekt před její aktivací, např. výstavba protipovodňových hrází. Za pasivní prevenci se považuje připravenost, která omezuje výsledné ztráty po aktivaci hrozby a zahrnuje v sobě informace o aktivaci hrozby, zásah při působení hrozby a likvidaci [11].

1.6 Mimořádná událost

Obecně lze mimořádnou událost definovat jako nenadálý částečně nebo zcela neovládaný, časově a prostorově ohraničený děj, který vznikl v souvislosti s provozem technických zařízení, působením živelních pohrom, neopatrným zacházením s nebezpečnými látkami nebo v souvislosti s epidemiemi a dalšími negativními vlivy [24].“

Dále lze mimořádnou událost definovat pomocí zákona č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, kde je stanoveno, že mimořádnou událostí je „škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací [15].“

Záchranné práce jsou činnosti k odvrácení nebo omezení bezprostředního působení rizik vzniklých mimořádnou událostí, zejména ve vztahu k ohrožení života, zdraví, majetku nebo životního prostředí, a vedoucí k přerušení jejich příčin. Za likvidační práce jsou považovány takové činnosti vedoucí k odstranění následků způsobených mimořádnou událostí, přičemž následky se rozumí dopady působící na osoby, zvířata, věci a životní prostředí [24].

1.6.1 Členní mimořádných událostí

Mimořádná událost může nabývat různých podob, mohou to být například přírodní katastrofy, epidemie, narušení životního prostředí v důsledku lidské činnosti nebo technogenní havárie způsobené s unikem nebezpečných látek, radioaktivního záření, apod.

Na členění mimořádných událostí lze nahlížet různými způsoby. První hledisko člení mimořádné události z hlediska přírodního, antropogenního nebo smíšeného původu. Přírodní původ mají povodně, zemětřesení či sesuvy půdy, jsou nezávislé na vůli člověka a jsou zapříčiněny pouze přírodními vlivy. Antropogenní mimořádné události jsou takové události, které jsou způsobené činností člověka, například průmyslové havárie. Mezi mimořádné události, které mají smíšený původ, patří např. změna podnebí vlivem produkce skleníkových plynů [24].

Druhým hlediskem je velikost území postiženého mimořádnou událostí, které může být lokální (nepřesahuje hranici obce), regionální (nepřesahuje hranici kraje) celostátní (dochází k postižení celého území státu) a globální (mimořádné události mají dopad na více států) [24].

Posledním hlediskem, které v této práci uvedu, je rychlost vzniku mimořádné události. Mimořádná událost se pak na základě uvedeného hlediska dělí na skokové mimořádné události, které vznikají během několika vteřin či minut (např. výbuch), dále jsou to krátkodobé mimořádné události, které vznikají během hodiny (požár). V případě, že rychlost vzniku trvá v řádu dnů, jedná se o tzv. střednědobé mimořádné události a v případě, že vznikají během doby delší jednoho měsíce, jedná se o dlouhodobé mimořádné události (např. změny ovzduší) [24].

2 PRÁVNÍ ÚPRAVA

Problematika povodní je upravena prostřednictvím pramenů práva, mezi které patří především normativní právní akty v podobě zákonů a podzákoných předpisů, a po vstupu České republiky do Evropské unie také předpisy komunitárního práva. V této části práce představím ty právní předpisy, které pokládám pro téma předkládané práce za podstatné.

Nejvyšší právní sílu má **ústavní zákon č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky**, který stanovuje základní povinnosti státu, mezi něž patří zajištění svrchovanosti a územní celistvosti České republiky, ochrana životů, zdraví, majetku a demokratických základů. Povoluje vládě v případě ohrožení vyhlásit nouzový stav, stav ohrožení státu a válečný stav.

Nejdůležitějším zákonem pro oblast povodní je **zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů** (dále jen „vodní zákon“), který stanovuje povodňová opatření, záplavová území, stupně povodňové aktivity, povodňové plány a prohlídky. Dále tento zákon ustanovuje předpovědní a hlášenou povodňovou službu, povodňové záchranné a zabezpečovací práce, dokumentaci a vyhodnocení povodní, povodňové orgány a náklady na opatření na ochranu před povodněmi.

Dne 28. června 2000 došlo k přijetí tzv. krizového balíčku, do kterého se řadí zákony uvedené níže v textu.

Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a o změně některých zákonů vymezuje základní pojmy týkající se krizového řízení (dále jen „krizový zákon“). Zákon dále stanovuje orgány krizového řízení a také práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na krizové situace a v době krizového stavu. Ustanovuje také právo kontrolovat dodržování tohoto zákona a pokuty při nesplnění povinnosti podle tohoto zákona a určuje náhrady škod a poskytování státní podpory při živelních pohromách.

Zákon č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů vymezuje integrovaný záchranný systém, stanoví složky integrovaného záchranného systému a jejich působnost, působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků. Dále zákon ustanovuje práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na mimořádné události a při záchranných a likvidačních pracích a při ochraně obyvatelstva před a po dobu vyhlášení stavu nebezpečí, nouzového stavu nebo stavu ohrožení státu.

Zákon č. 238/2000 Sb. o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů zřizuje Hasičský záchranný sbor České republiky, jehož základním

posláním je chránit životy a zdraví obyvatel a majetek před požáry a poskytovat účinnou pomoc při mimořádných událostech.

Zákon č. 241/2000 Sb. o hospodářských opatřeních pro krizové stavy a o změně některých souvisejících zákonů upravuje přípravu hospodářských opatření pro stav nebezpečí, nouzový stav a stav ohrožení státu a přijetí hospodářských opatření po vyhlášení krizových stavů. Zákon dále stanovuje pravomoci vlády a správních úřadů při přípravě a přijetí hospodářských opatření pro krizové stavy. Ustanovuje také práva a povinnosti fyzických a právnických osob při přípravě a přijetí hospodářských opatření pro krizové stavy.

Této problematice se týkají rovněž zákony upravující působnost jednotlivých orgánů.

Zákon č. 105/ 1991 Sb. o zřízení ministerstev a jiných ústředních orgánů státní správy České republiky

- působnost ústředních orgánů státní správy

Zákon č. 128/ 2000 Sb. o obcích (obecní zřízení)

- samostatná působnost obce, přenesená působnost a pověřený obecní úřad

Zákon č. 129/2000 Sb. o krajích (krajské zřízení)

- působnost orgánů státní správy

Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů

- práva a povinnosti orgánů ochrany veřejného zdraví i pro případy mimořádných událostí

Zákon č. 12/2002 Sb. o státní pomoci při obnově území postiženého živelní nebo jinou pohromou a o změně zákona č. 363/1999 Sb., o pojišťovnictví a o změně některých souvisejících předpisů (zákon o pojišťovnictví), ve znění pozdějších předpisů (zákon o státní pomoci při obnově území)

- poskytování státní podpory při živelních pohromách

Zákon č. 219/1999 Sb. o ozbrojených silách České republiky

- použití vojenské techniky při mimořádných situacích ohrožujících životy, majetkové hodnoty a životní prostředí

- spolupráce armádních složek při povodňových situacích

Jednotlivé okruhy problematiky povodní specifikují podzákonné právní předpisy, kterými jsou buď vyhlášky jednotlivých ministerstev, nebo nařízení vlády, jejichž příklady jsou uvedeny níže.

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 471/2001 Sb. o technicko-bezpečnostním dohledu nad vodními díly, který stanovuje výkon odborného technicko-bezpečnostního dohledu a kategorizuje vodohospodářská díla.

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 195/2002 Sb. o náležitostech manipulačních řádů a provozních řádů vodních děl.

Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 236/2002 Sb. o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území.

Kromě zákonných a podzákonných právních předpisů je tato problematika upravena ze strany ministerstev např. **Metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí k zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby** (Věstník MŽP č. 5/2003).

V oblasti komunitárního práva je nutné uvést směrnici Evropského parlamentu a Rady **2007/60/ES o vyhodnocování a zvládnání povodňových rizik** (dále jen „Povodňová směrnice“). Zavedením této směrnice si vodní politika Evropské unie stanovila za úkol vytvořit rámec pro vyhodnocování a zvládnání povodňových rizik za účelem omezení rizika nepříznivých účinků spojených s povodněmi ve Společenství, zejména na lidské zdraví, životní prostředí, kulturní dědictví a hospodářskou činnost.

3 POVODNĚ A JEJÍ CHARAKTERISTIKY

Povodně jsou přírodní fenomén, kterému nelze zabránit. Jejich nepravidelný výskyt a variabilní rozsah nepříznivě ovlivňuje vnímání rizik, která přinášejí, což komplikuje systematickou realizaci preventivních opatření. Povodně představují pro Českou republiku největší přímé nebezpečí v oblasti přírodních katastrof. Jsou příčinou závažných krizových situací, které provázejí nejenom rozsáhlé materiální škody, ale rovněž ztráty na životech obyvatel postižených území a rozsáhlá devastace kulturní krajiny včetně ekologických škod [30].

Povodně bezesporu patří mezi ničivé přírodní katastrofy, které každý rok zasahují mnoho oblastí světa. Během posledních desetiletí trend výskytu povodní roste exponenciálně, a to v důsledku zvyšující se frekvence prudkého deště, změn ve využívání půdy a neustále rostoucí koncentrace obyvatelstva a majetku v oblastech ohrožených povodněmi.

3.1 Definice pojmu povodeň

Pojem povodeň může být definován různými způsoby. Podle ČSN 73 6511 z roku 1975 se povodní rozumí *„přechodné výrazné zvýšení hladiny toku, způsobené náhlým zvětšením průtoku anebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta (například ledovou zácpou) [4].“*

Povodeň je dle vodního zákona definována jako *„přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. Povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo je její odtok nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředném odtoku srážkových vod. [16]“*

Odbor OSN pro humanitární záležitosti, charakterizuje povodňovou pohromu jako *„událost s rozsáhlými lidskými a materiálními ztrátami nebo škodami na životním prostředí, které překračují možnosti postižené části společnosti vypořádat se s nimi z vlastních zdrojů [2].“*

3.2 Rozdělení povodní

Povodně lze rozdělit z hlediska vzniku, respektive její příčiny. Povodeň může být způsobena přírodními jevy, zejména táním, dešťovými srážkami nebo chodem ledů (přirozená povodeň), nebo jinými vlivy, zejména poruchou vodního díla, která může vést až k jeho havárii nebo nouzovým řešením kritické situace na vodním díle (zvláštní povodeň) [16].

Přirozené povodně vyskytující se na našem území se dále dělí do několika hlavních typů. Prvním typem jsou zimní a jarní povodně způsobené táním sněhové pokrývky, převážně v kombinaci s dešťovými srážkami. Tyto povodně se nejvíce vyskytují na podhorských tocích a propagují se dále i v nížinných úsecích velkých toků. Druhým typem jsou letní povodně způsobené dlouhotrvajícími regionálními dešti, které se vyskytují zpravidla na všech tocích v zasaženém území, obvykle s výraznými důsledky na středních a větších tocích. Třetím typem jsou letní povodně způsobené krátkodobými srážkami velké intenzity zasahující poměrně malá území. Mohou se vyskytovat kdekoli na malých vodních tocích a katastrofální důsledky mají zejména na sklonitých vějířovitých povodích. Posledním typem, který se v našich podmínkách vyskytuje, jsou zimní povodňové situace, nejčastěji způsobené ledovými jevy i při relativně menších průtocích. Vyskytují se v úsecích toků náchylných ke vzniku ledových nápěchů a ledových zácp [27].

Mezi zvláštní povodně se řadí povodně způsobené umělými vlivy, což jsou situace, jež mohou nastat na vodních dílech vzdouvajících vodu. Vlastníci (uživatelé) nebo správci vodních děl jsou povinni zajišťovat na těchto vodních dílech odborný technicko-bezpečnostní dohled, jehož účelem je průběžné zjišťování technického stavu vodního díla z hlediska jeho stability, bezpečnosti a možných poruch. Pro účely dohledu jsou vodní díla zařazena do I. až IV. kategorie podle výše škod v území pod vodním dílem při případné havárii. Pro díla I. a II. kategorie je vlastník nebo správce povinen zajistit provádění dohledu prostřednictvím pověřené odborné organizace [29].

3.3 Stupně povodňové aktivity

Stupně povodňové aktivity (SPA) vyjadřují míru povodňového nebezpečí. Přirozené povodně jsou vázány na směrodatné limity, jimiž jsou zpravidla vodní stavy nebo průtoky v hlásných profilech na vodních tocích, popřípadě na mezní nebo kritické hodnoty jiného jevu (např. denní úhrn srážek, hladina vody v nádrži, chod ledu, apod.) [23].

Rozsah opatření prováděných na ochranu před povodněmi se řídí mírou povodňového nebezpečí. Ta se vyjadřuje následujícími stupni [29]:

- 1. SPA – bdělost** – nastává při nebezpečí přirozené povodně a zaniká, pominou-li příčiny takového nebezpečí. Vyžaduje věnovat zvýšenou pozornost vodními toku nebo jinému zdroji povodňového nebezpečí. Zpravidla zahajuje svou činnost hlídková a hlásná služba. Stav bdělosti nastává rovněž vydáním výstražné informace Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), ve které je očekávaná situace označená některým ze stupňů povodňové aktivity a je vymezena oblast nebo vodní toky, na kterých nebezpečí povodně platí.
- 2. SPA – pohotovost** – vyhláší příslušný povodňový orgán, když nebezpečí přirozené povodně přerůstá v povodeň a v době povodně, když však ještě nedochází k větším rozlivům a škodám mimo koryto. Vývoj situace je nutné nadále sledovat, aktivizují se povodňové orgány a další složky povodňové služby, podle možnosti se provádějí opatření ke zmírnění průběhu povodně.

Vyhlašuje 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. SPA – ohrožení** – vyhláší příslušný povodňový orgán při bezprostředním nebezpečí nebo při vzniku škod většího rozsahu, ohrožení životů a majetku v záplavovém území.

Vyhlašuje se také při dosažení kritických hodnot sledovaných jevů a skutečností na vodním díle z hlediska jeho bezpečnosti současně se zahájením nouzových opatření. Provádějí se zabezpečovací práce a podle potřeby i záchranné práce nebo evakuace.

3.4 Faktory ovlivňující vznik a průběh povodně

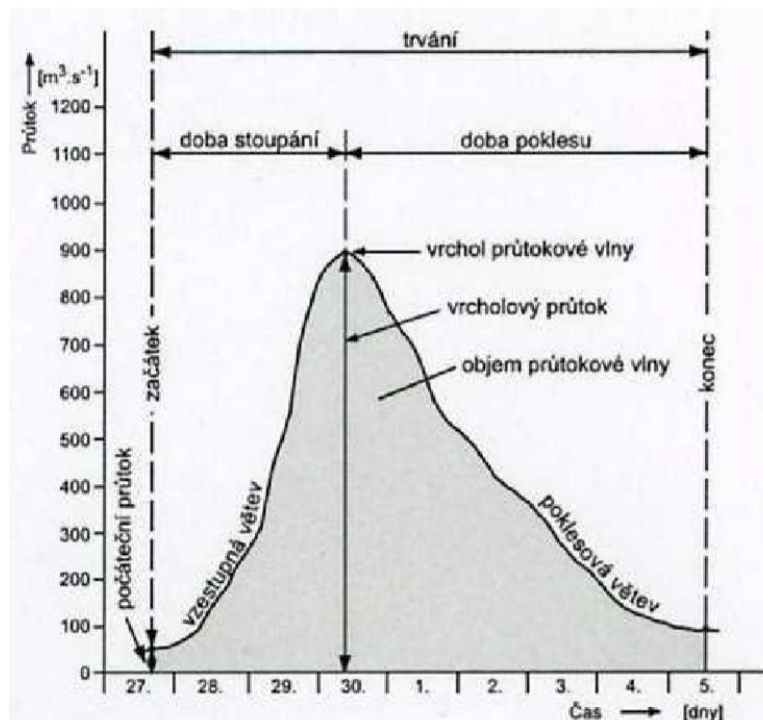
Vznik a průběh povodně je ovlivněn dvěma faktory, a to předběžnými a příčinnými. Předběžné faktory působí několik dnů až měsíců před vznikem povodně. Mezi ně patří nasycenost povodí, promrznutí půdy, výška sněhové pokrývky a její vodní hodnota [31].

Příčinné faktory působí několik hodin až dnů před vznikem povodně. Mezi tyto faktory patří dešťové srážky, kladné teploty vzduchu a rychlost větru ovlivňující rychlost tání sněhové pokrývky. Dalšími faktory, které ovlivňují vznik povodní, jsou kromě výše zmíněných meteorologických faktorů i faktory fyzicko-geografické a antropogenní, mezi něž patří:

- intercese, tj. zadržující účinek vegetace na padající srážky, daný druhem, hustotou a vývojovým stavem porostu, který může zpomalovat pohyb vody na povrchu, což má za příčinu prodloužení doby vsaku vody;
- detence, tj. schopnost zpomalovat odtok ze spadlých srážek, který může vést k dočasné akumulaci většího množství vody v rovinném terénu, než ve sklonitém;
- infiltrace, tj. vsak vody do půdních vrstev, který závisí na typu půdy;
- objem říční sítě, tj. plnění koryt toků včetně množství vody vtlačené do přilehlých podpovrchových částí břehové zóny v důsledku hydrostatického tlaku [31].

Za povodně dosahuje řeka nejvyšších vodních stavů a průtoků. Když hladina stoupne nad úroveň břehů a voda se rozlije mimo koryto řeky, nastává povodeň, kterou můžeme rozpoznat na křivce průtoků, která zobrazuje povodňovou vlnu (obrázek 2) [8].

Obrázek 2: Trvání průtokové vlny



Zdroj: [8]

Za počátek povodňové vlny se volí okamžik, kdy dochází k výraznému zvětšování průtoku. Ukončením se myslí chvíle, kdy průtok klesne na počáteční úroveň. Jeden ze základních parametrů u povodně je kulminační průtok, který udává maximální průtok

u povodňové vlny. Dalším důležitým faktorem je objem povodňové vlny, který se udává v m^3 a jde o množství vody, které proteklo daným místem od začátku do konce povodňové vlny. S tím souvisí pojem n-leté povodně (Q_n), což jsou čísla vypočítávající se pro jednotlivé řeky a jde o určité velikosti [8].

Velikost a dobu trvání povodně také ovlivňuje tvar terénu, velikost povodí, intenzita a doba trvání dešťů, propustnost půdy, rozsah a druh porostu, velikost zátopového území a přítomnost přirozených a umělých nádrží [8].

3.5 Povodňové riziko

Obecně se povodňové riziko definuje pomocí tří hlavních složek. Tyto složky jsou ve vzájemné vazbě a určují oblast rizika vymezeného pomocí jednotlivých stran trojúhelníku, který je zobrazen na obrázku 3. Zmenšením alespoň jedné ze stran trojúhelníku je možné snížit riziko související s povodněmi v záplavovém území [3].

Obrázek 3: Povodňové riziko



Zdroj: [3]

Jak je patrné z obrázku č. 3, složkou povodňového rizika je ohrožení, expozice a zranitelnost. Ohrožení představuje v případě povodni vlastní extrémní srážkotvorný proces. Jeho cílené pozitivní ovlivnění je možné jen v odtokové fázi, samotné ovlivnění srážek je však nemožné. Expozice neboli vystavení riziku představuje majetek a životní prostředí, které je ohrožené povodní. Snížení této složky je značně obtížné, protože využití prostoru v krajině se neustále zvyšuje a hodnota majetku vystavená riziku také stoupá. Změny v prostorové struktuře majetku nejsou snadno realizovatelné, v praxi se uplatňují pomocí nepřímých ekonomických nástrojů v podobě výše pojistného při zabezpečení majetku nebo pomocí daní.

V současné době se obce alespoň snaží v rámci rozvoje objem majetku a počet obyvatel v přímém ohrožení povodní alespoň nezvyšovat. V praxi mnohdy tyto snahy ustupují jiným tendenčním zájmům a společenským prioritám. Poslední složkou povodňového rizika je zranitelnost, která představuje míru schopnosti odolávat účinkům povodně. Čím víc se využití krajiny vzdaluje od jejího přírodního rámce a čím víc je ovlivněno činností člověka, tím více je prostředí zranitelnější. Pokud jsou si jedinci i celá komunita vědomi reálného rizika, jejich zranitelnost je menší. Tato složka tedy může být posuzována jak z hlediska dopadu na majetek, tak i přímo na obyvatele [3].

3.5.1 Mapa povodňového rizika

Charakteristiky možných povodňových událostí, a z nich i vyplývající ohrožení pro člověka a jeho věcné hodnoty, lze prostorově znázornit na mapě povodňového rizika. Mapa povodňového rizika ukazuje existující ohrožení a měla by sloužit jako podklad pro rozhodování všem zainteresovaným subjektům, ať už jsou to úřady odpovědné za územní plánování, složky integrovaného záchranného systému (dále jen „IZS“) připravující se na krizové situace nebo občan, jehož domov leží v potenciálně ohrožené oblasti. Detailní zpracování map povodňového rizika záleží na potenciálních škodách a na potenciálním riziku. Při jakékoliv změně na daném území, například při vybudování ochranných staveb, je třeba mapu povodňového rizika upravit [3].

Mapa povodňového rizika slouží jako podklad pro stanovení záplavových území a jejich aktivních zón, stanovení potenciálních povodňových škod na daném území, tvorbu povodňových plánů, územní plánování a plánování protipovodňových opatření ke snížení škod, ať už technickými nebo přírodě blízkými opatřeními, která budou vysvětlena v následující kapitole.

3.6 Ochrana před povodněmi

Ochrana před povodněmi jsou opatření k předcházení a zamezení škod při povodních na životech, majetku obyvatelstva a na životním prostředí. Tato ochrana je prováděna především systematickou prevencí, ovlivňováním průběhu povodní a je zabezpečována zejména podle povodňových plánů [12].

Povodňovými plány se podle vodního zákona rozumějí *„dokumenty, které obsahují způsob zajištění včasných a spolehlivých informací o vývoji povodně, možnosti ovlivnění odtokového režimu, organizaci a přípravu zabezpečovacích prací; dále obsahují způsob zajištění včasné aktivizace povodňových orgánů, zabezpečení hlásné a hlídkové služby a ochrany objektů,*

přípravy a organizace záchranných prací a zajištění povodní narušených základních funkcí v objektech a v území a stanovené směrodatné limity stupňů povodňové aktivity [16].“

Povodňové plány obsahují potřebné údaje pro ochranu před povodněmi určitého objektu, obce, uceleného povodí nebo jiného územního celku. Orgány a právnické nebo fyzické osoby zpracovávají povodňové plány v rozsahu, který odpovídá jejich potřebám nebo v rozsahu uloženém povodňovým orgánem. Základní strukturu povodňových plánů tvoří:

- povodňové plány obcí (v jejichž územních obvodech je pravděpodobnost výskytu povodní),
- povodňové plány správních obvodů obcí s rozšířenou působností,
- povodňové plány správních obvodů krajů,
- a Povodňový plán České republiky [29].

Obsah povodňových plánů upravuje technická norma TNV 75 2931. Povodňové plány zpravidla obsahují část věcnou (relativně trvalé údaje o zdrojích povodňového nebezpečí a o opatřeních k ochraně před povodněmi), část operační (spojení na pracovníky a složky povodňové ochrany) a část grafickou (obsahuje zpravidla mapy nebo plány, na kterých jsou zakresleny zejména záplavová území, evakuační trasy a místa soustředění, hlásné profily, informační místa). Povodňové plány se každoročně přezkoumávají a podle potřeby doplňují a upravují [29].

3.6.1 Organizace povodňové ochrany v ČR

Ochrana před povodněmi je řízena povodňovými orgány, které ve své územní působnosti zabezpečují 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 ostatních účastníků ochrany před povodněmi. Povodňové orgány se při své činnosti řídí povodňovými plány. Postavení a činnost povodňových orgánů je specifikována ve dvou časových úrovních [29].

První z časových úrovní, je doba mimo povodeň, kdy jsou povodňovými orgány obecní úřady obcí s rozšířenou působností a v hlavním městě Praze úřady městských částí stanovené Statutem hlavního města Prahy, orgány obcí a v hlavním městě Praze orgány městských částí, krajské úřady, Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo vnitra, které zabezpečuje přípravu záchranných prací [29].

Druhou časovou úrovní je doba v průběhu povodně, kdy 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 a Ústřední povodňová komise [29].

Povodňové komise zřizují orgány státní správy a samosprávy jako své výkonné složky k plnění mimořádných úkolů v době povodně. Povodňové komise mohou k plnění svých operativních úkolů vytvářet pracovní štáby. V době povodně, která svým rozsahem přesáhne územní obvod povodňového orgánu nižšího stupně, nebo v případech, kdy povodňový orgán nižšího stupně nestačí vlastními silami a prostředky činit potřebná opatření a není vyhlášen krizový stav, převezme řízení ochrany před povodněmi povodňový orgán vyššího stupně (obec s rozšířenou působností, krajský úřad, nebo ústřední povodňový orgán, kterým je Ministerstvo životního prostředí). V případě vyhlášení krizových stavů podle krizového zákona, přecházejí oprávnění a povinnosti povodňových orgánů na místně příslušné orgány krizového řízení [25].

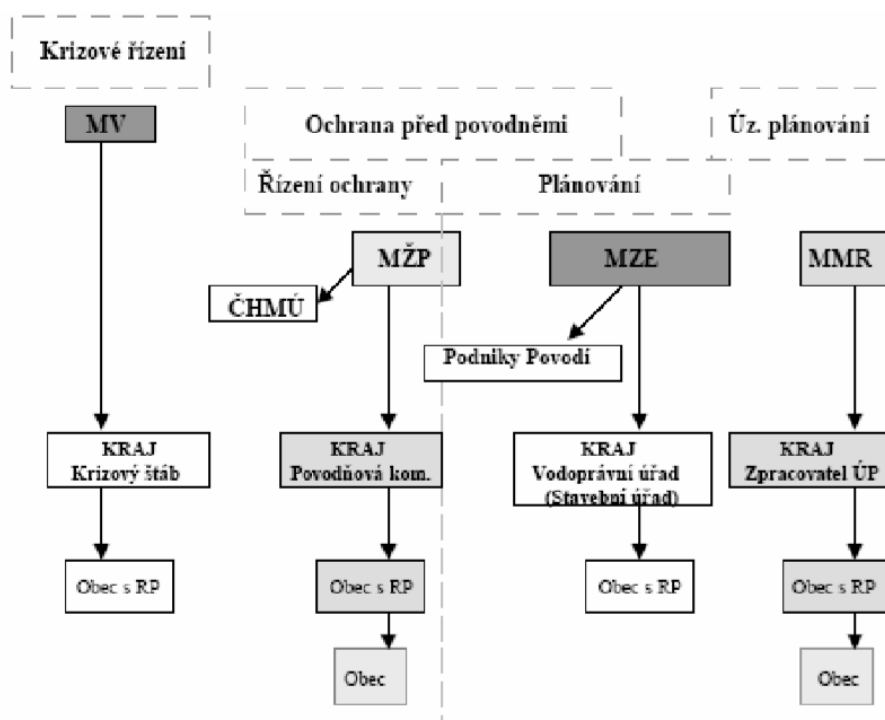
Ostatními účastníky povodňové ochrany, kteří se podílejí na ochraně před povodněmi v daném území, jsou zejména:

- správci významných vodních toků,
- správci drobných vodních toků,
- vlastníci (uživatelé) nebo správci objektů na vodních tocích,
- pracoviště předpovědní povodňové služby ČHMÚ,
- vlastníci (uživatelé) a správci nemovitostí v ohroženém území,
- hasičské záchranné sbory (HZS) a jednotky požární ochrany,
- útvary Policie ČR, složky Armády ČR, orgány ochrany veřejného zdraví,
- organizace pověřená prováděním technicko-bezpečnostního dohledu a další subjekty, které mohou pomoci například poskytnutím dopravního prostředku a těžkou mechanizací [29].

3.6.2 Institucionální zabezpečení povodňové ochrany v ČR

Hlavním povodňovým orgánem je Ministerstvo životního prostředí ČR, v rámci kterého se schází Ústřední povodňová komise státu. Povodňové komise existují též na všech úrovních správy a v případě povodňového ohrožení jsou aktivovány od nejnižšího stupně směrem nahoru. V případě, že povodeň přeroste v katastrofu přesahující rámec působnosti povodňové komise kraje, je aktivován i ústřední orgán Ministerstva životního prostředí ČR. Pokud dojde k vyhlášení krizového stavu, přebírá vedení Ministerstvo vnitra ČR a povodňové komise na všech úrovních správy jsou začleněny do krizových štábů [3].

Obrázek 4: Institucionální zabezpečení ochrany před povodněmi v ČR



Zdroj: [3]

Ministerstvo životního prostředí ČR v rámci plnění úkolů při ochraně před povodněmi řídí ochranu před povodněmi a vykonává nad ní dozor, pokud to nepřísluší Ministerstvu vnitra ČR (důvod uveden v textu výše). Rovněž zpracovává, předkládá a schvaluje povodňové plány, organizuje předpovědní a hlásné povodňové služby (viz následující kapitola). Dále zpracovává po projednání s dotčenými orgány veřejné správy Povodňový plán ČR a předkládá jej ke schválení Ústřední povodňové komisi. Ministerstvo životního prostředí ČR potvrzuje soulad povodňových plánů správních obvodů krajů s Povodňovým plánem ČR. A v neposlední řadě zajišťuje průzkumné a dokumentační práce většího rozsahu, které se týkají leteckého pozorování nebo snímkování [3].

V oblasti plánování je nezbytně nutná účast Ministerstva zemědělství ČR jako zřizovatele podniků Povodí a jako ústředního vodoprávního úřadu. Při vytváření strategií spolupracuje s Ministerstvem životního prostředí ČR. Důležitá role Ministerstva zemědělství ČR při plánování ochrany před povodněmi spočívá v přerozdělení peněžních prostředků, které pomocí dotačních titulů rozděljuje podnikům Povodí a dalším správcům vodních toků jako jsou například Lesy ČR nebo Zemědělská vodohospodářská správa. Tyto podniky jsou podřízené Ministerstvu zemědělství ČR a jsou na něm i finančně závislé. Další dotační programy běží i na Ministerstvu životního prostředí ČR, které v rámci ochrany vod realizuje zejména revitalizaci a další krajinnotvorné programy, jejichž efektem je ovlivňování povodňového průběhu v krajině [3].

Svoji neméně důležitou roli v systému povodňové ochrany plní i Ministerstvo vnitra ČR, které v období mimo povodeň usměrňuje IZS při přípravě záchranných a likvidačních prací, koordinuje úkoly při zabezpečení ochrany zdraví a života občanů, při ochraně pořádku a majetku a při případném vzniku mimořádné události. Dále mimo jiné navrhuje povodňovým orgánům obsah evakuačních opatření v povodňových plánech a podílí se na přípravě nouzového přežití obyvatelstva, zejména v oblasti humanitární pomoci povodněmi postiženému obyvatelstvu [3].

3.6.3 Předpovědní a hlásná služba

Kvůli povodním vznikají nejrůznější škody, kterým je potřeba zbránit. Na prevenci proti škodám se podílí hlavně předpovědní a hlásná služba, která je organizována podle § 73 vodního zákona.

Hlásná povodňová služba poskytuje informace povodňovým orgánům pro zabezpečení jejich úkolů v průběhu povodní. Povodňové orgány na jednotlivých stupních tyto informace potřebují zejména pro varování obyvatelstva, vyhlášení povodňové aktivity a vyhodnocení situace a řízení povodňových opatření [23].

Informace hlásné povodňové služby využívají jak povodňové orgány, tak orgány krizového řízení. V případě vyhlášení krizových stavů z důvodu povodní přejímají řízení ochrany před povodněmi, a tedy i řízení hlásné povodňové služby, orgány krizového řízení. Odpovědní pracovníci povodňových orgánů spolupracují dále na organizaci a zabezpečení hlásné povodňové služby podle povodňových plánů a na předávání informací podle zavedených schémat. Pro předávání informací hlásné povodňové služby se využívá Operační a informační služba (dále jen „OPIS“) HZS a složek IZS [23].

Další zdroj informací, který hlásná povodňová služba využívá, jsou informace z terénu. Tyto informace se týkají zejména stavu na vodních tocích v hlásných profilech, pro které jsou v povodňových plánech uvedeny směrodatné limity pro vyhlášení SPA. Dále jsou to informace o stavu vodních toků mimo hlásné profily, zejména stavu a průtočnosti koryt a mostních objektů, stavu ochranných hrází, rozlivech a povrchovém odtoku, v zimě o ledových jevech a také informace o stavu vodních děl, rybníků a dalších objektů na vodních tocích, které mohou průběh povodně ovlivnit. Některé tyto informace hlásí povodňovým orgánům správci vodních toků, správci povodí a vlastníci vodních děl, jiné musí povodňový orgán obce získávat pomocí hlídkové služby, která je určována z řad občanů znalých místních podmínek nebo tuto činnost zajišťuje městská policie. Základní struktura hlásné a hlídkové služby musí být připravena předem a zakotvena v povodňových plánech [23].

Předpovědní povodňová služba poskytuje orgánům, popřípadě dalším účastníkům ochrany před povodněmi, výstražné informace, další informace a předpovědi o nebezpečném vzniku povodně, vzniku povodně, dalším nebezpečném vývoji povodně a hydrometeorologických prvcích, kterými jsou srážky, vodní stavy či průtoky [23].

Předpovědní povodňovou službu zabezpečuje ČHMÚ ve spolupráci se správci povodí. V ČHMÚ zajišťují předpovědní povodňovou službu sjednocená pracoviště meteorologických a hydrologických předpovědí a to Centrální předpovědní pracoviště v Praze a šest regionálních předpovědních pracovišť na pobočkách ČHMÚ [30].

Povodně v roce 1997 odkryly nedostatky v předpovídání povodňových situací, a proto došlo i v této oblasti ke změnám, které vedly k lepší připravenosti, protože 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 hlavně přispívají k podstatnému snížení povodňových škod.

3.6.4 Strategie ochrany před povodněmi

Strategie ochrany před povodněmi pro území ČR (dále jen „Strategie“) je důležitým dokumentem, který na základě znalosti průběhů povodní a stávajících technických, organizačních a legislativních opatření formuje návrhy a směry dalších možností k omezení jak rozsahu povodní, tak i snížení jejich ničivých následků. Hlavním podnětem jejího zpracování byly povodně v roce 1997 a jejím cílem je vytvořit základ pro rozhodování veřejné správy nejen při konkrétní realizaci opatření proti povodním, ale rovněž při usměrňování rozvoje území. Po povodních v roce 2002 byla zpracována jakási „zpráva

o plnění“, v rámci které se došlo k závěru, že zásady uvedené ve Strategii jsou formulovány správně a není třeba je měnit [3],[30].

Na základě provedených analýz povodňových situací v České republice i zahraničních zkušeností vychází Strategie z následujících zásad [30]:

- pro efektivnost omezení následků povodní je nejpodstatnější prevence,
- na zabezpečení realizace preventivních opatření ke snížení škodlivých následků povodní se musí podílet kromě státu také subjekty na úrovni regionů, 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 povodí, které zpřesňují vymezení rozsahu a průběhu povodní a zároveň dovolují posuzovat účinnost zvolených opatření podél celého vodního toku,
- 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.

Dodržováním principů uvedených ve Strategii, které byly schváleny vládou a jejich reflektování a důsledné prosazování na všech úrovních řízení veřejné správy by mělo vést k významnému posílení aktivních protipovodňových opatření a tedy i vyšší efektivnosti ochrany proti povodním v ČR [3].

3.6.5 Protipovodňová opatření

Ochrana před povodněmi nebude nikdy absolutní, avšak nepříznivé dopady povodní je možné zmírnit uváženým územním plánováním a volbou vhodných protipovodňových opatření v ohrožených oblastech.

Opatření proti povodním chápeme jako ochranu lidských životů, zvířat a majetku před náhodně se vyskytující hrozbou – povodní. Úkolem této ochrany je ovlivnění odtokových poměrů, které spočívá v zachycení a snížení kulminačních průtoků a neškodném odvedení povodňových průtoků. S určitou nadsázkou by se dalo konstatovat, že každý autor uvádí rozdílnou klasifikaci. Dělení v této práci rozděluje protipovodňová opatření na aktivní a pasivní, z hlediska času a průběhu povodně na preventivní, operativní, organizační, dále také na ekologická a stavebně-technická opatření [10].

Hlavním cílem aktivních protipovodňových opatření je zajistit optimální rozvoj v záplavových územích, a tím rovněž optimalizovat dopad povodňových škod. Znamená to tedy, že tato opatření řeší problematiku škod „ex ante“ pomocí principů individuální odpovědnosti za využívání oblasti v okolí řek. Území, které může být s určitou pravděpodobností zaplaveno, nemůže být absolutně ochráněno před jakýmkoliv rozvojem. Míra rozvoje je však primárně utvářena ochotou jednotlivců usídlit se v rizikovém území s vědomím možného budoucího ohrožení. Odpovědnost za přiměřený rozvoj záplavových území přísluší také samosprávným obcím a městům. Míra využívání území je navržena v územním plánu obce, který je důležitým podkladem pro rozhodování v rámci stavebního řízení [3].

Pasivní opatření jsou přijímána na ochranu majetku a obyvatel, kteří se již v záplavovém území usídlili a jsou ochotni žít s určitou pravděpodobností výskytu povodně. Významným rozdílem oproti aktivním protipovodňovým opatřením je potřeba vynaložení dodatečných prostředků na realizaci pasivních opatření. Důležitou roli hrají při realizaci těchto opatření ústřední úroveň státní správy a neméně významnou roli zaujímají podniky Povodí, jejichž úkolem je především koordinace opatření v rámci celého povodí [10].

Preventivní protipovodňová opatření se realizují před hrozbou povodně a spočívají hlavně v sestavení povodňových plánů, zajištění spolehlivé a odborné hydrologické předpovědi povodňových situací, hlásné a kontrolní služby. Mezi preventivní opatření patří i opatření ekologického rázu jako například využití prvků spojených s přírodou a snížení kulminačních průtoků zejména v návaznosti na posílení infiltračních a retenčních schopností povodí. Dále je snahou odborníků snížit kulminační průtoky a rozložit povodňovou vlnu v prostoru a čase.

Mezi tyto opatření patří stavebně-technické prvky, které zvyšují retenční schopnost krajiny a urbanizovaného území a ty se dále mohou dělit na stabilní a mobilní prvky protipovodňové ochrany [10].

V době povodně jsou realizována operativní opatření, mezi která patří výstavba provizorních mobilních konstrukcí, které mají zabránit rozlití vody v případě přímé hrozby podle aktuální povodňové situace. V době povodně jsou prováděny záchranné a evakuační činnosti, které jsou z hlediska ochrany lidských životů velmi důležité [10].

Organizační opatření v souladu s cíly územního plánování sledují plochy a pozemky ohrožené povodněmi a jejich vazby tak, aby tato území ochránila před možnou povodní nebo alespoň minimalizovala negativní následky povodně. Za organizační opatření považujeme vymezení záplavových území a vymezení chráněných území k zabezpečení důležitých stávajících staveb, například historických objektů, atd. Nejúčinnějším opatřením je zabránění situování nových staveb do inundačních území, tedy do území, která jsou ohrožená povodní [10].

Ekologická protipovodňová opatření mají za úkol zvýšit retenční schopnost území (tj. schopnost zadržovat vodu) a zvýšit infiltrační schopnost (tj. schopnost vsakovat vodu do půdy). Mezi nejvýznamnější ekologické opatření patří přeměna orné půdy na lesní, avšak toto opatření se většinou projevuje až za několik desítek let, nehledě na značnou organizační a finanční náročnost spojenou s výkupem orné půdy a dlouhodobou přeměnou na les. Avšak z krajinotvorného hlediska je toto opatření vhodné a žádoucí. Dalším ekologickým opatřením je například rozšíření záplavového území a umožnění samovolného rozlití vody do plání, ve městech se používá lokální ohrázování koryt nebo zprůtočnění koryt řek [10].

Za ekologické protipovodňové opatření můžeme považovat i takové opatření související s naplňováním správné zemědělské praxe, která zahrnuje organizační opatření (vhodné umístění pěstovaných plodin, pásové pěstování plodin či návrhy vegetačních pásů mezi pozemky), agrotechnická opatření a vegetační opatření (půdoochranné obdělávání). Zemědělským hospodařením lze tak rovněž přispět ke zpomalení povrchového odtoku v povodí a zpomalení odtoku vody [19].

U stavebně-technických opatření je ochrana, jak již z názvu vyplývá, realizována technickými opatřeními na vodních tocích. Nejčastějším opatřením je úprava toků, která je spojována hlavně se zajištěním dostatečné kapacity koryt, které docílíme vhodným návrhem průtočného profilu, ohrázováním toku či pravidelnou údržbou, která spočívá v odstranění nánosů nebo porostů. Dalšími prvky protipovodňové ochrany jsou uměle vytvořené retenční

prostory jednak v nádržích, jednak v poldrech (suchých nádržích, která jsou zaplavena v průběhu povodně, čímž se transformuje povodňová vlna, která pak působí menší škody). Velkou nevýhodou těchto opatření je vysoká cena, náročnější údržba a do jisté míry i vliv na přírodní prostředí. Z těchto důvodů, i když je v poslední době módním řešením, naráží na značný odpor ekologů [10].

V České republice byla v minulosti protipovodňová ochrana realizována výhradně prostřednictvím technických opatření, která byla zaměřena hlavně na kapacitní úpravy koryt, ohrázování vodních toků a výstavbu velkých retenčních nádrží – přehrad. Tento způsob protipovodňové ochrany si vyžádal nemalé množství peněžních prostředků. Přesto, jak prokázaly velké povodně v posledních dvaceti letech, má uvedený systém určité limity a nedokáže zabránit vzniku katastrofálních škod a ztrátám na lidských životech. Ryze technická opatření na tocích mají negativní účinky na ekologické funkce krajiny. Proto se v posledních letech koncepce protipovodňové ochrany přesouvá do oblastí přírodě blízkých protipovodňových opatření [3].

3.7 Povodňová charakteristika území ČR

Česká republika má následkem značné členitosti svého území velmi hustou hydrografickou síť o délce cca 85 tis. km, která se nachází v oblasti mírného klimatického pásma. Rozdělení srážek v průběhu roku má spíše kontinentální charakter. Nejvyšší měsíční úhrny srážek připadají na květen až srpen, nejméně srážek je naopak v únoru a březnu. V letních měsících se často vyskytují krátkodobé vydatné srážky bouřkového charakteru, které zasahují poměrně malá území a mohou způsobit přívalové povodně. Území, která jsou ohrožena povodněmi z přívalových dešťů v Pardubickém kraji, se nacházejí v příloze A. Obecně by se dalo konstatovat, že dlouhodobý roční úhrn srážek stoupá se zvětšující se nadmořskou výškou, nesmí se opomíjet orografické vlivy terénu. Sněhová pokrývka se objevuje v průměru od poloviny prosince do poloviny března, na horách leží sníh někdy až do května. Výška sněhové pokrývky v průměru dosahuje v nížinách 10 až 20 cm, ve středních polohách 40 až 60 cm, na horách přes 100 cm. Období, kdy dochází k tání sněhové pokrývky, není pravidelné, tání významná pro vznik povodní mohou nastat prakticky od prosince až do dubna [27].

Díky husté hydrologické síti se povodňové události staly takřka běžnou součástí našich životů. Povodně způsobují v České republice značné škody, například v období 1980 - 1988 přišlo o život celkem deset lidí a průměrné roční škody přesahovaly více jak 500 mil. Kč. Škody při povodni v červenci 1981 na Berounce, Vltavě a Labi přesáhly částku jedné miliardy

Kč, kdy nejvíce škod bylo způsobeno v zemědělství, podle odhadů 40 - 50 %. Dalších 15 - 20% škod bylo způsobeno na vodních tocích a objektech a zbytek tvořily ostatní škody v zatopených územích a byla zaznamenána ztráta čtyř lidských životů. V posledních dvaceti letech postihly ČR dvě největší povodně za posledních 100 let. První z nich byla v roce 1997, kdy červencové povodně zasáhly nejničivěji území Moravy, došlo ke ztrátě šedesáti lidských životů a celkové přímé materiální škody (beze škod vzniklých výpadkem výroby apod.) dosáhly 63 mld. Kč. Druhá katastrofální povodeň byla v srpnu 2002, kdy povodně zasáhly především povodí Vltavy a následně i úsek dolního Labe. Jednalo se o největší zaznamenanou povodeň na území ČR, celkové škody dosáhly 73 mld. a došlo ke ztrátě sedmnácti lidských životů. V posledních létech prakticky každoročně dochází k nebezpečným povodňovým situacím [27].

4 POVODÍ LABE, S. P.

Povodí Labe, s. p. vznikl 1. ledna 2001 na základě zákona č. 305/2000 Sb. o povodních, jako právní nástupce Povodí Labe, a.s. se sídlem v Hradci Králové. Je správcem významných a určených vodních toků, provozuje a udržuje vodní díla ve vlastnictví státu, s nimiž má právo hospodařit.

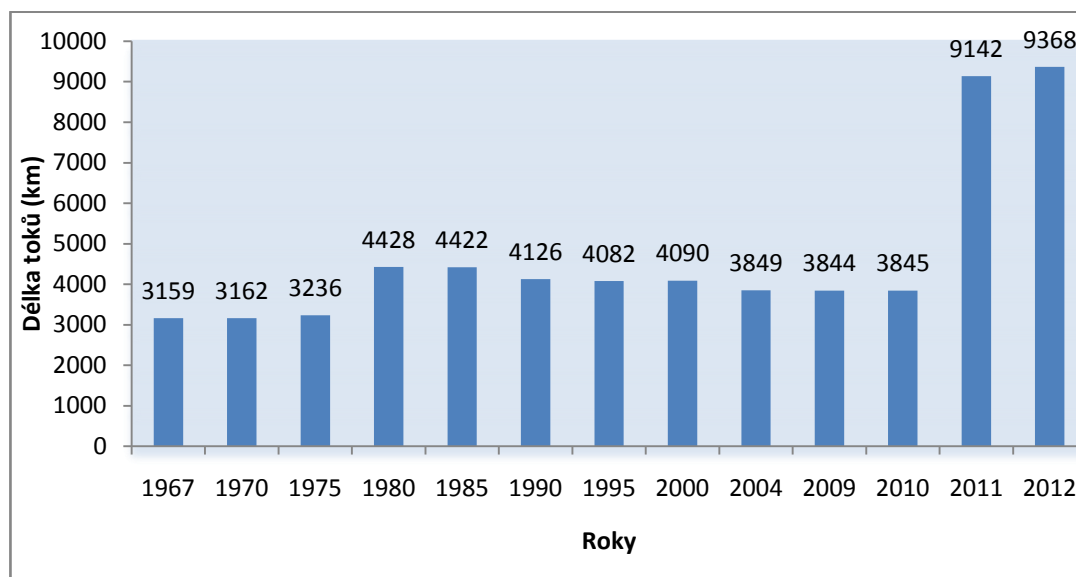


Zdroj: [32]

4.1 Působnost

Do působnosti Povodí Labe, s. p. spadá 19 % plochy České republiky a zasahuje do správního obvodu 7 krajů a 53 obcí s rozšířenou působností. Voda z této oblasti je z 94 % odváděna řekou Labe do Severního moře, zbývajících 6 % prostřednictvím Lužické a přítoků Kladské Nisy do Baltského moře. Povodí Labe, s. p. vykonává správu 2 880 vodních toků o celkové délce 9 367,7 km, 20 malých vodních elektráren, 23 přehrad a 196 jezů [26].

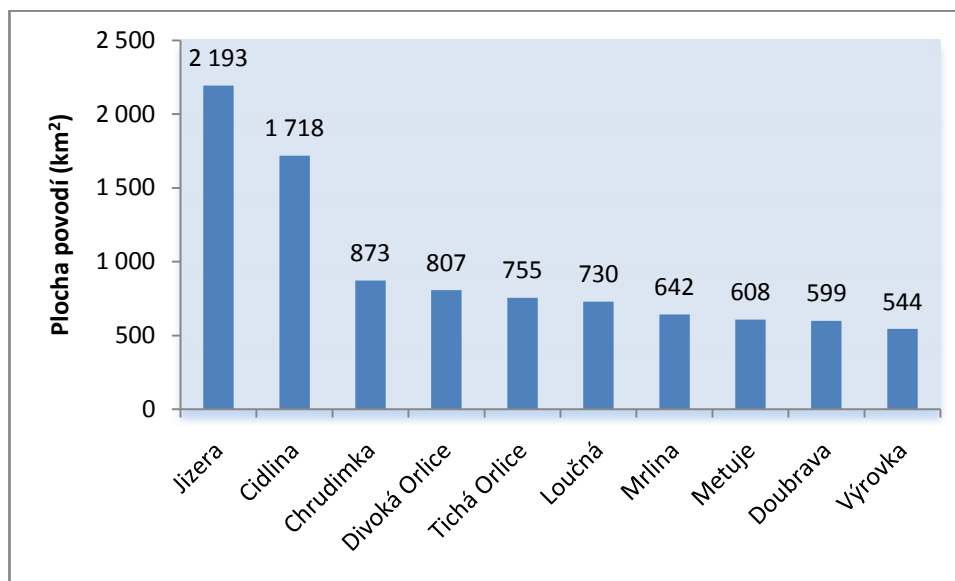
Graf 1: Nejdelší vodní toky ve správě Povodí Labe, s. p.



Zdroj: vlastní zpracování dle [32]

V roce 2011 došlo k výraznému nárůstu počtu a délek vodních toků, které stravuje Povodí Labe, s. p.. Tato změna souvisela to s transformací Zemědělské vodohospodářské správy do státních podniků Povodí a Lesů ČR.

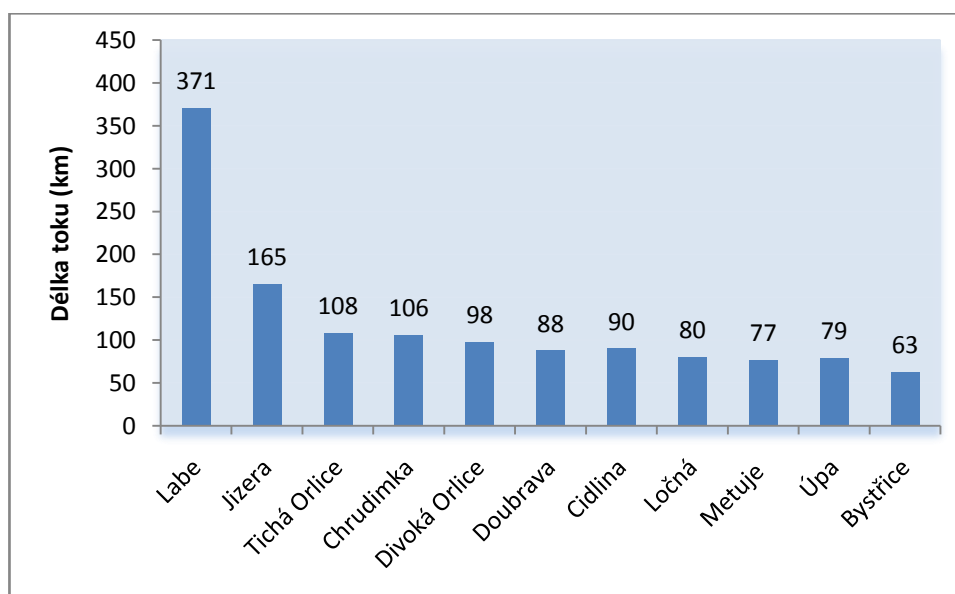
Graf 2: Vodní toky s největší plochou povodí



Zdroj: vlastní zpracování dle [32]

Povodí řeky Labe má plochu povodí 51 394 km², které je největší a v grafu 2 není uvedeno záměrně, protože příliš zkresluje ostatní hodnoty. Druhé největší povodí má Jizera a pak následuje Cidlina.

Graf 3: Nejdelsí vodní toky v Povodí Labe, s. p.



Zdroj: vlastní zpracování dle [32]

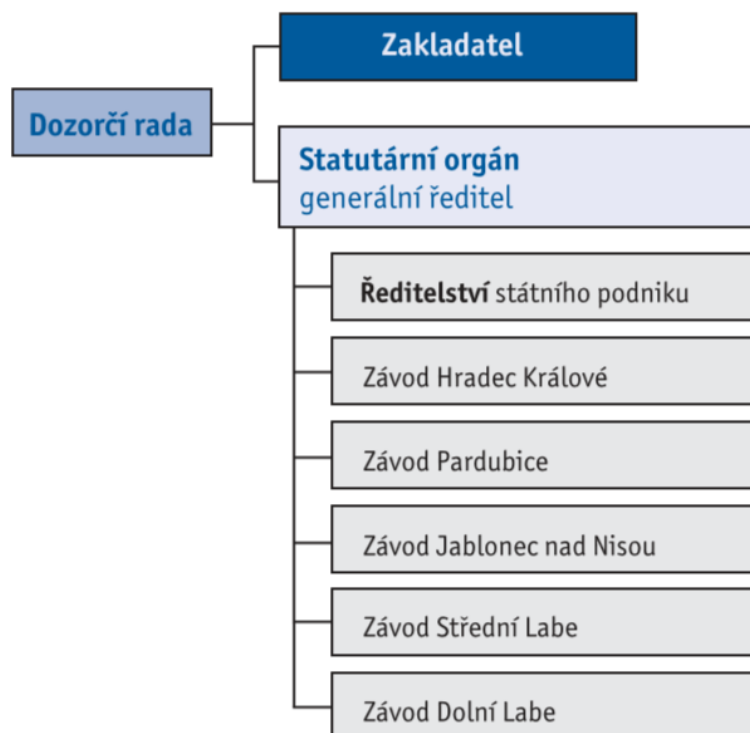
4.2 Organizační struktura

Organizační struktura a systém řízení Povodí Labe, s. p. odpovídá specifickým potřebám, které se týkají oboru vodních toků, hydrologických poměrů spravované oblasti povodí a potřebám územního uspořádání provozně technických činností, které jsou ve vazbě na síť vodních toků (znázorněno na obrázku 5).

Ředitelství státního podniku zabezpečuje plnění strategických vodohospodářských úkolů, centrálně provádí nezbytné odborné činnosti i metodické a dispečerské řízení všech organizačních útvarů Povodí Labe, s. p..

Závody zajišťují veškeré provozně technické činnosti a jsou to samostatně hospodařící jednotky vázané na úkoly stanovené plánem nebo operativně vedením státního podniku. Základním posláním závodů je trvalá správa vodních toků v rámci své územní působnosti, provoz a udržování vodních děl, se kterými má Povodí Labe, s. p. právo hospodařit, včetně dalších souvisejících doprovodných provozně technických činností.

Obrázek 5: Organizační struktura Povodí Labe, s. p.



Zdroj: vlastní zpracování dle [32]

4.3 Poslání

Hlavním posláním Povodí Labe, s. p. je výkon funkce správce povodí, správce významných a určených drobných vodních toků v oblasti povodí Horního a středního Labe a vlastního toku Labe od soutoku s Vltavou u Mělníka po státní hranici s Německem u Hřenska, provoz a údržba vodních děl ve vlastnictví státu, s nimiž má právo hospodařit, výkon práva hospodařit s nemovitým i movitým majetkem, který je rovněž ve vlastnictví státu a je Povodí Labe, s. p. svěřen k plnění úkolů a provozování podnikatelské činnosti. Dále nakládá s vodami z hlediska množství a jakosti v rámci soustavy vodních toků a vodních děl, které spravuje nebo provozuje, podle podmínek stanovených vodoprávními úřady a vytváří předpoklady a podmínky pro racionální, šetrné a ekologicky únosné využívání povrchových a podzemních vod, vodních toků a svěřeného hmotného i nehmotného majetku pro povolené nebo oprávněné účely.

4.4 Řeka Labe

Labe patří mezi nejdelší české řeky, pramení v Krkonoších a na území České republiky protéká dvěma povodími - Povodí Labe a Povodím Ohře a dolního Labe.

- a) Oblast Povodí Labe se dále dělí na horní (od pramene po Hradec Králové) a střední Labe (od Hradce Králové po Mělník) a je největší z osmi oblastí povodí v České republice, vymezených pro plánování v oblasti vod. Plocha oblasti povodí činí 14 735 km². Oblast povodí zasahuje celkem do pěti krajů – Královehradeckého, Pardubického, Libereckého, Středočeského kraje, kraj Vysočina a Magistrát hlavního města Prahy.

Obrázek 6: Oblast Povodí Labe



Zdroj: [26]

- b) Oblast dolního Labe (od Mělníku po státní hranici s Německem) leží v severozápadní části České republiky a spolu s Ohří tvoří území oblasti povodí Ohře a dolního Labe, které je znázorněno na obrázku 7. Plocha povodí má 5 613,7 km². Oblast povodí zasahuje celkem do pěti krajů – Ústeckého, Karlovarského, Libereckého, Středočeského a Plzeňského a do správního území 33 obcí s rozšířenou působností.

Obrázek 7: Povodí Ohře a dolního Labe



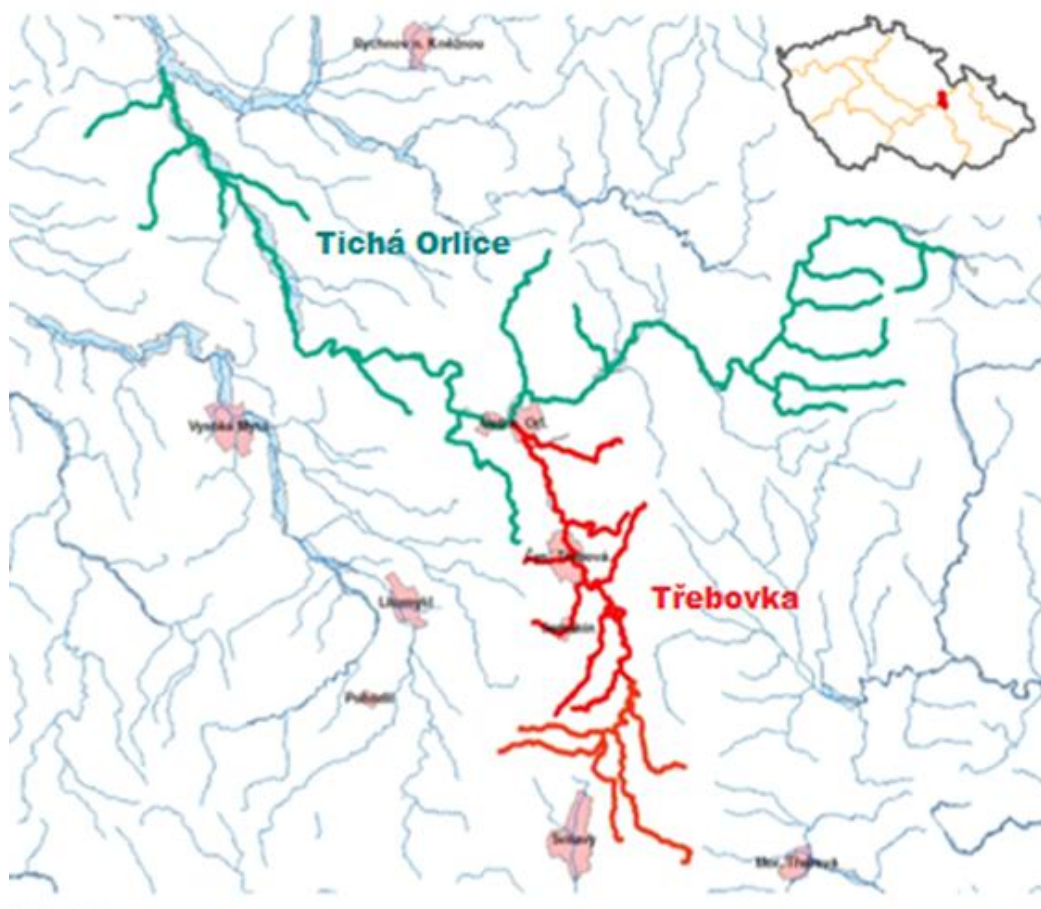
Zdroj: [26]

V Hradci Králové se do Labe vlévá Orlice s délkou 32,7 km. Tok řeky Orlice charakterizují četné meandry a slepá ramena. Jde o jeden z mála zachovalých a minimálně narušených vodních toků v České republice. Orlice vzniká soutokem dvou řek – Divoké Orlice a Tiché Orlice.

Divoká Orlice pramení na polském území severovýchodně od Velké Deštné v Orlických horách. Její tok tvoří 99,3 km, z čehož 29,5 km tvoří česko-polskou státní hranici. Odvodňuje území o ploše 806,5 km², z čehož leží 71,24 km² v Polsku.

Tichá Orlice pramení ve východních výběžcích Orlických hor na západním svahu Jeřábu. Její tok měří od pramene po soutok s Divokou Orlicí 107,5 km a jejím jediným větším přítokem je řeka Třebovka, která se do ní vlévá v Ústí nad Orlicí. Plocha povodí Tiché Orlice má 757,1 km² [21]. Na obrázku 8 je modrou barvou znázorněna Tichá Orlice včetně jejích přítoků a červená barva představuje řeku Třebovku s jejími přítoky.

Obrázek 8: Tichá Orlice s přítokem Třebovky



Zdroj: vlastní úprava dle [26]

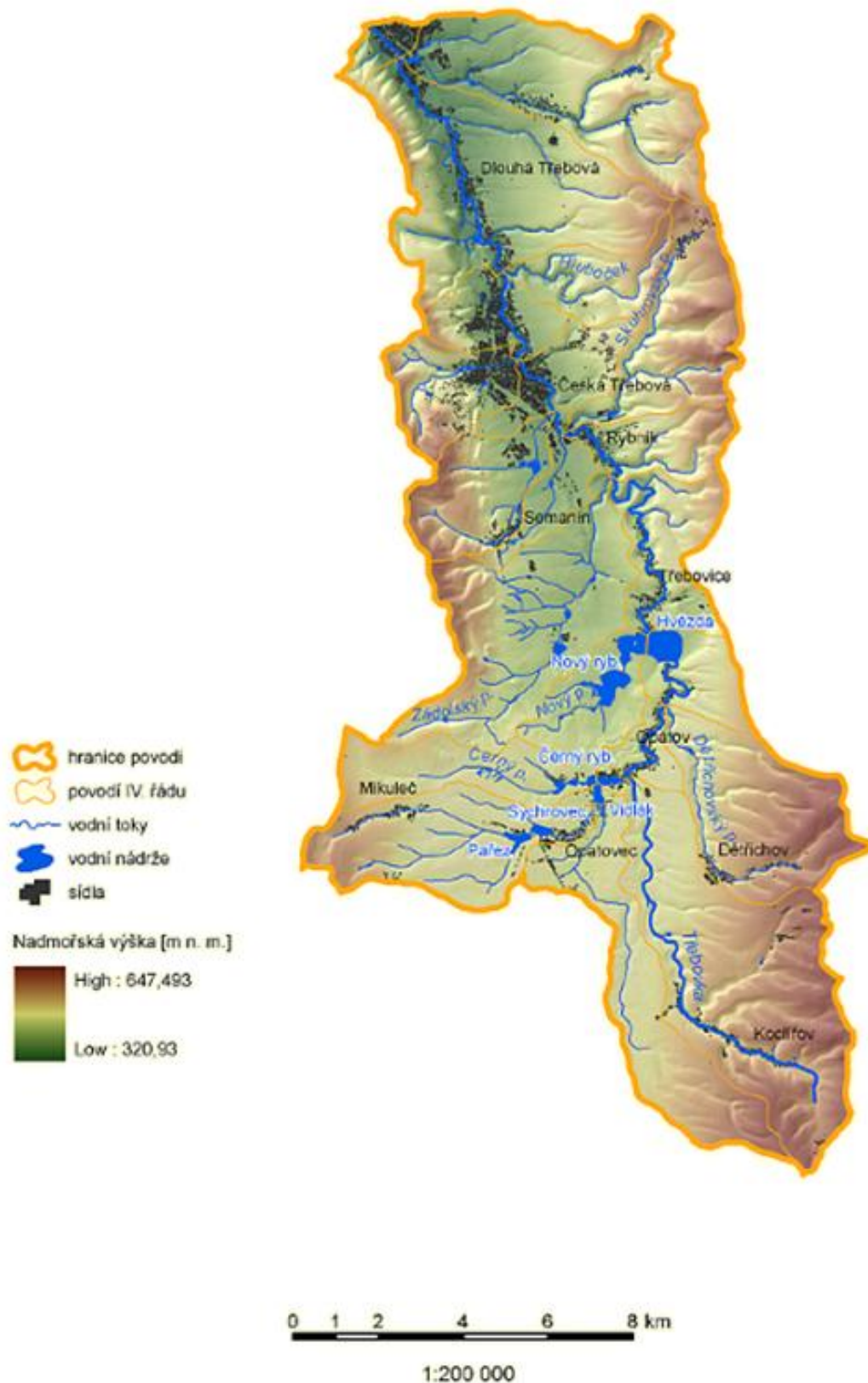
4.5 Řeka Třebovka

Třebovka je řeka ve východních Čechách, která pramení v Českotřebovské vrchovině u Koclířova. Protéká obcemi Opatov, Třebovice, Rybník, Česká Třebová, Dlouhá Třebová a v Ústí nad Orlicí se vlévá do Tiché Orlice.

Řeka Třebovka prochází krajem v podhůří Orlických hor. Se svou délkou 41 km nepatří sice mezi dominantní toky České republiky, ale přesto již mnohokrát v minulosti dokázala nevyzpytatelnost vodního živlu. Důkazem toho jsou povodně, které sužovaly lidi z jejího okolí v letech 1997 a 2006.

Na obrázku 9 je znázorněné celé povodí řeky Třebovky.

Obrázek 9: Mapa povodí Třebovky



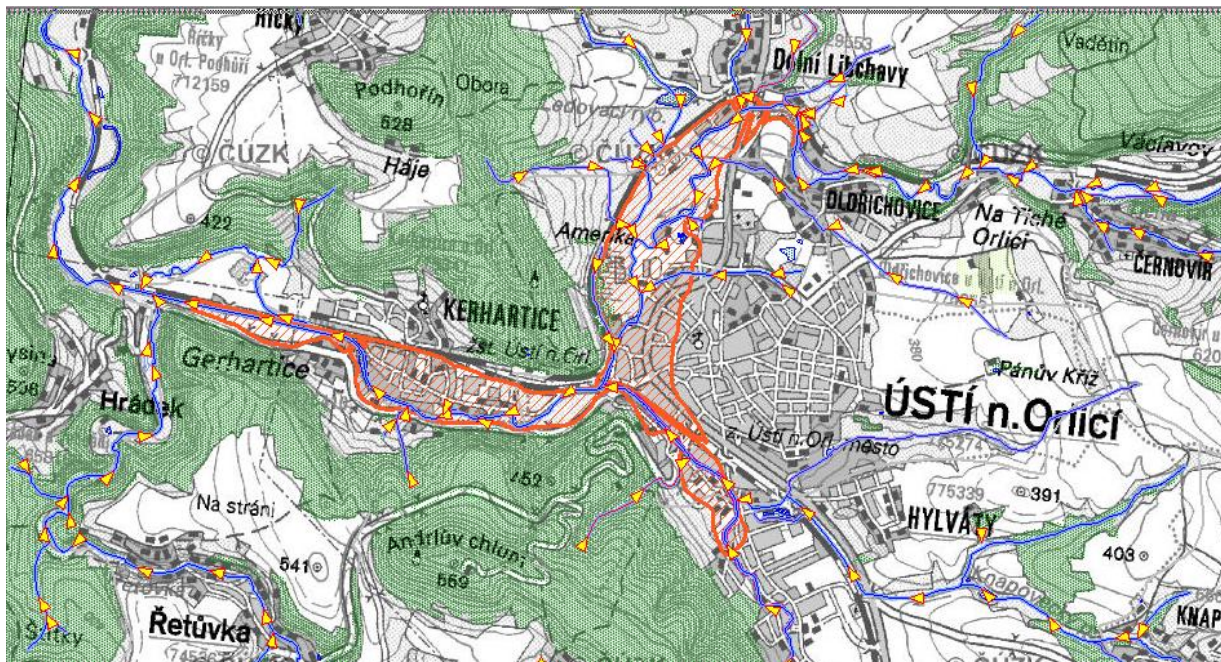
Zdroj:vlastní úprava dle [26]

Za posledních dvacet let řeku Třebovku postihly dvě velké povodně, a to katastrofální povodně z roku 1997 a jarní povodně z roku 2006.

Červencové povodně v roce 1997, které se vyskytly na celém severovýchodním území našeho státu ve dvou po sobě jdoucích vlnách (6.-11.7. a 18.-22.7.) dosáhly dosud nevídaného rozsahu a způsobily katastrofické následky.

Na Orlickoústecku bylo nejvíce postiženo povodí Tiché Orlice, zejména pak jejího přítoku Třebovky, na obrázku 10 je zaplavené území zvýrazněno červenou barvou. Proud vody, odtékající několik dnů celým údolím Třebovky, způsobil rozsáhlé škody na majetku a v obcích Opatov, Třebovice, Rybník, Česká Třebová, Dlouhá Třebová a Ústí nad Orlicí – Hylváty bylo nutno přikročit k evakuaci obyvatelstva. Nemovitosti, nacházející se v údolní nivě, byly buď zcela zničeny, značně poškozeny nebo silně znehodnoceny. Hráz rybníka Hvězda byla ohrožena rychle stoupající hladinou, ze které nebylo možno včas vyhradit stavidla bezpečnostního přelivu v souladu s manipulačním řádem rybníka. Povodňová komise proto operativně rozhodla o násilném otevření stavidel v době, kdy již hrozilo přelití hráze, jehož důsledkem by mohlo být její protržení s následnými ztrátami na lidských životech a destrukcí obytných domů.

Obrázek 10: Zaplavené území při povodni v roce 1997

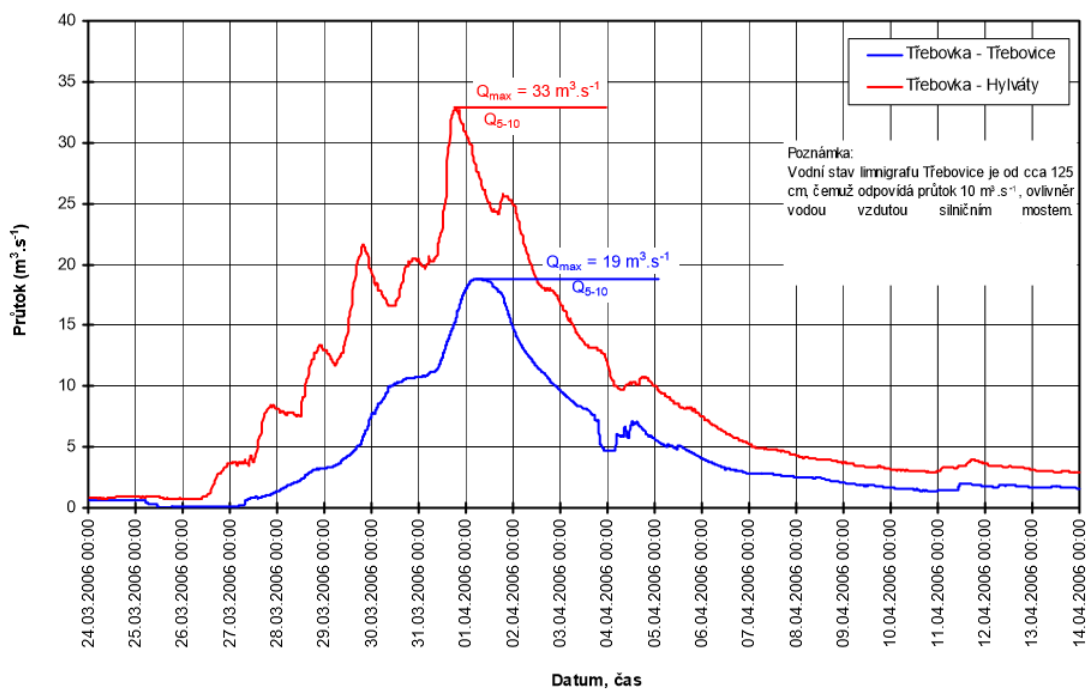


Zdroj: vlastní úprava dle [26]

Další významnou povodní byla jarní povodeň z roku 2006. Na přelomu března a dubna 2006 zasáhla celé území ČR povodeň, způsobená rychlým táním mocné sněhové pokrývky za příspěvku dešťových srážek. V měrných profilech na Třebovce vodní stavy překročily

hodnoty pro vyhlášení 3. SPA na celém jejím toku. V této době již byla zrealizována rekonstrukce rybníku Hvězda a byla ukončena výstavba poldrů. Při této povodni byla prověřena účinnost protipovodňových opatření. Průběh povodně zmírnily jak poldry, tak rybník Hvězda, které se naplnily, a tím byla povodeň cca Q_{20} snížena na průtok Q_{5-10} . Průběh povodňové vlny znázorňuje graf 4.

Graf 4: Průběh průtoků na Třebovce v roce 2006



Zdroj:vlastní úprava dle [32].

Nicméně situace dále po toku nebyla příznivá a právě tyto záplavy vedly místní zastupitele k úvahám, jak před vodou ochránit obyvatele Dlouhé Třebové a Hylvát. Následně byla zahájena kompletní rekonstrukce vodního toku Třebovka od rybníku Hvězda po Ústí nad Orlicí. Tato oblast byla posledním úsekem, která nebyla upravena a po její realizaci bude součástí komplexní protipovodňové ochrany v povodí Třebovky.

5 PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ NA ŘECE TŘEBOVCE

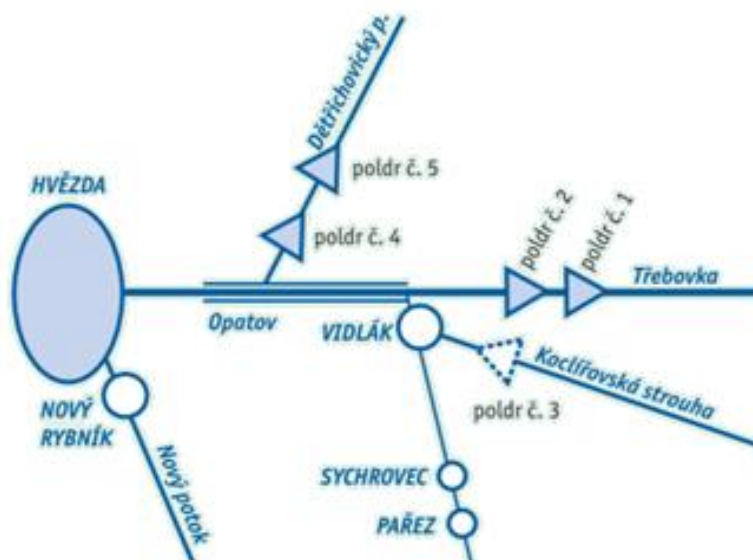
Na základě skutečností zmíněných v předcházející kapitole byla vypracována studie zabývající se komplexním řešením protipovodňové ochrany území Třebovky. Komplex těchto opatření obsahuje výstavbu celkem čtyř poldrů – záchytných nádrží na snížení kulminací povodňových průtoků v horní části povodí nad Opatovem, úpravu koryta Třebovky v Opatově na větší kapacitu, zvýšení ochranné funkce nádrže Hvězda, místní zkapacitnění koryta Třebovky od nádrže Hvězda až po Ústí nad Orlicí.

5.1 Výstavba poldrů

Účelem výstavby poldrů je výrazné snížení kulminací velkých vod odtékajících z nádrže do níže položeného toku Třebovky od Třebovic až po její zaústění do Tiché Orlice v Ústí nad Orlicí. Vzhledem k tomu, že v údolí Tiché Orlice nebyl nalezen vhodný prostor pro retenční nádrže s rozhodujícím vlivem na průběh povodní, bylo přijato řešení zajistit transformaci povodňových vln v horních částech povodí Třebovky výstavbou suchých nádrží – poldrů, respektive zvýšením ochranné funkce stávajících vodních nádrží.

Pro získání retenčních prostorů byly vyhledávány lokality v celém horním povodí Třebovky k umístění přiměřeně kapacitních poldrů. Bylo navrženo pět suchých nádrží, a to dvě na Třebovce, dvě na jejím pravostranném přítoku - Dětrichovský potok a jedna na levostranném přítoku – Koclířovská strouha. Od výstavby pátého poldru na Koclířovské strouze, bylo pro zásadní nesouhlas obce a vlastníků pozemků, upuštěno. Rozmístění rybníků a poldrů v povodí je patrné ze schematického obrázku 11.

Obrázek 11: Umístění dokončených poldrů v povodí Třebovky



Zdroj: vlastní úprava dle [34]

Realizace poldrů se stala jedním z klíčových prvků protipovodňové ochrany na řece Třebovce a díky jejich vybudování došlo ke snížení kulminace povodní na vtoku do Hvězdy a následnému ovlivnění průtoku dále po povodí. Kladem poldrů obecně bývá možnost dalšího využití v době mimo povodeň, má menší zátěž na krajinu, než třeba výstavba přehrady a poldry se většinou nacházejí mimo zastavěná území. Naopak nevýhodou můžou být problémy s výkupem pozemků, nemožnost vytvořit zásoby vody v případě sucha, zanášení nebo také komplikovanější údržba. Poldry samy o sobě neposkytují dostatečnou ochranu a v praxi bývají součástí dalších protipovodňových opatření.

5.2 Rekonstrukce hráze rybníku Hvězda

V horní části povodí se nachází řada rybníků, které byly vybudovány před několika sty lety, z nichž největší je rybník Hvězda. Po katastrofální povodni v roce 1997, kterou hráz rybníka jen s obtížemi vydržela, byla vypracována studie, která měla za účel zvýšit její ochrannou funkci. Byl realizován záměr, který obsahoval přestavbu tělesa hráze se zvýšením koruny o 2,5 m, osa tělesa rekonstruované hráze byla předsunuta před stávající osu směrem na vzdušnou stranu o 16 m, z čehož vyplynul i posun nové paty hráze o 30 m (viz obrázek č. 12).

Obrázek 12: Schéma rekonstrukce nádrže Hvězda



Zdroj:vlastní úprava dle [34]

Po rekonstrukci rybníku Hvězda se jeho využití nezměnilo. Naopak došlo ke zvýšení hospodářské hladiny rybníku o 20 cm pro zlepšení minimálních průtoků pod rybníkem v letních měsících. Hladina při stoleté vodě je o 1,3 m nad současnou korunou hráze a zvýšení koruny hráze je o 2,9 m nad současnou nejnižší úrovní. Rekonstrukcí se bezpečnost hráze zvýšila na převedení tisícileté vody (před rekonstrukcí bylo možno převést nejvýše stoletou vodu). A dalším kladem je možnost využití energetického potenciálu na vodním díle, protože zde byla provedena výstavba malé vodní elektrárny.

5.3 Úprava toku Třebovky

Řeka Třebovka protéká Třebovsko-Svitavskou brázdou. Údolní niva je od rybníku Hvězda až k ústí do Tiché Orlice hustě osídlena. Zkapacitnění koryta řeky Třebovky proběhlo ve dvou etapách. První etapa se týkala úseku od Třebovic do České Třebové a druhá z České Třebové do Ústí nad Orlicí – Hylváty.

5.3.1 Úsek Třebovice – Česká Třebová

V předmětném úseku se nacházejí obce Třebovice, Rybník a Česká Třebová. Aktivní ochranu těchto obcí zajistí zrekonstruovaná hráz rybníku Hvězda a výstavba pěti poldrů. Vliv retenčního objemu bude ovšem směrem po toku klesat. Největšími přítoky v tomto úseku jsou Zádolský, Semanínský, Křivolický, Skuhrovský potok a potok Hluboček.

V tomto úseku je kapacita koryta proměnná. Regulované úseky v České Třebové mají kapacitu Q_{20} - Q_{50} , v jedné části až Q_{100} . V obcích Třebovice a Rybník je naopak odhadnuta kapacita na Q_1 - Q_{20} . V některých úsecích se vylévají i jednoleté průtoky. Vzhledem k rozdílným průtokům došlo k realizaci opatření, díky kterým se dosáhlo ochrany všech obcí na úroveň Q_{50} .

V obci Třebovice byla provedena souvislá úprava koryta – rozšíření ve dně o 1 m v délce 4 km a zajištění svahu proti sesuvu. Součástí prací byla také rekonstrukce pěti lávek pro pěší. Úsek mezi Třebovicemi a Rybníkem má charakter přírodního meandrujícího toku s lužní inundací, proto tato část byla ponechána v původním stavu. V obci Rybník došlo ke snížení přelivné hrany jezu o 30 cm a v úsecích s nedostatečnou kapacitou došlo k rozšíření koryta. V České Třebové byl opraven jez a došlo k ohrázení části koryta.

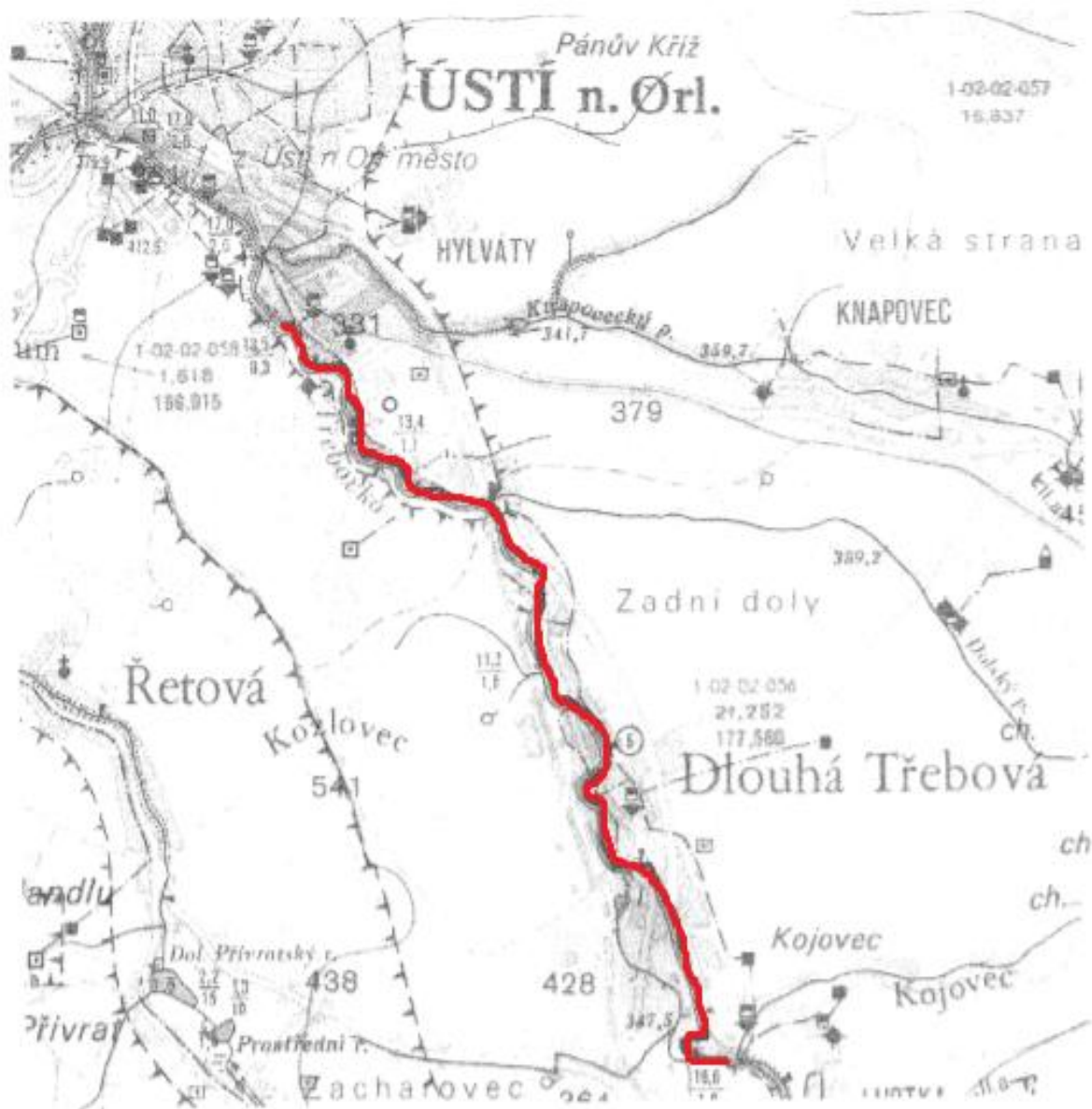
5.3.2 Úsek Dlouhá Třebová – Hylváty

V rámci realizace protipovodňových opatření na celém povodí Třebovky došlo i v tomto úseku ke zkapacitnění koryta řeky. Ve vytipovaném úseku šesti kilometrů bylo vybudováno několik opatření, které měly za cíl zprůchodnit a zpevnit koryto. Zanešené dno se prohloubilo o cca 30 – 80 cm tak, aby nově navrhovaný průtočný profil měl hloubku cca 2 – 2,5 m.

Úprava proběhla na přilehlých pozemcích řeky Třebovky v katastrálním území Lhotka u České Třebové, Dlouhá Třebová a Hylváty a (viz obrázek č. 13).

Po zkapacitnění koryta řeky a jejích objektů se zvýšil průtok na Q_{20} , který v součtu s realizací opatření v horních částech povodí (zvýšení retenčního prostoru nádrže Hvězda a výstavby čtyř poldrů), pak společně zajistí ochranu zájmového území na Q_{50} .

Obrázek 13: Druhá etapa úpravy řeky Třebovky



Zdroj: vlastní úprava dle [34]

6 ANALÝZA PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ

V této části práce je provedena analýza povodňového rizika, kde je vyjádřena současná hodnota povodňového rizika před a po realizaci protipovodňové ochrany na řece Třebovce v úseku Dlouhá Třebová – Hylváty. Tento úsek jsem dále analyzovala z ekonomického hlediska, kde jsem provedla analýzu ekonomického zhodnocení investice ex ante na základě projektové dokumentace a ex post, na základě skutečně vynaložených nákladů. Dále je provedena regresní analýza průtoků a srážek, na jejímž základě posoudím, zda realizovaná protipovodňová opatření na horním toku Třebovky (rekonstrukce hráze Hvězdy a výstavba poldrů) jsou účinná, a zda dochází k transformaci povodňové vlny.

6.1 Analýza povodňového rizika

Při výpočtech v kapitole 6.1 a 6.2 jsem vycházela z Metodiky pro posuzování protipovodňových opatření navržených do II. etapy programu „Prevence před povodněmi“, kterou schválila vláda České republiky v roce 2006. Tato metodika je založena na analýze nákladů a užitků. Náklady jsou dány celkovou hodnotou investice posuzovaného protipovodňového opatření. Pro vyčíslení užitků je použita metoda rizikové analýzy, kdy užitek spočívá ve vyčíslení rozdílu povodňových škod mezi současným stavem bez opatření a stavem po realizaci daných opatření.

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

$$R = E(D) \int_{Q_a}^{Q_b} D(Q) * f(Q) * dQ$$

kde $R = E(D)$ průměrné povodňové riziko na jeden rok [Kč]

$D(Q)$ výše škody při průtoku Q [Kč]

Q průtok [m^3/s^{-1}]

$f(Q)$ hustota pravděpodobnosti ročních kulminačních průtoků [-]

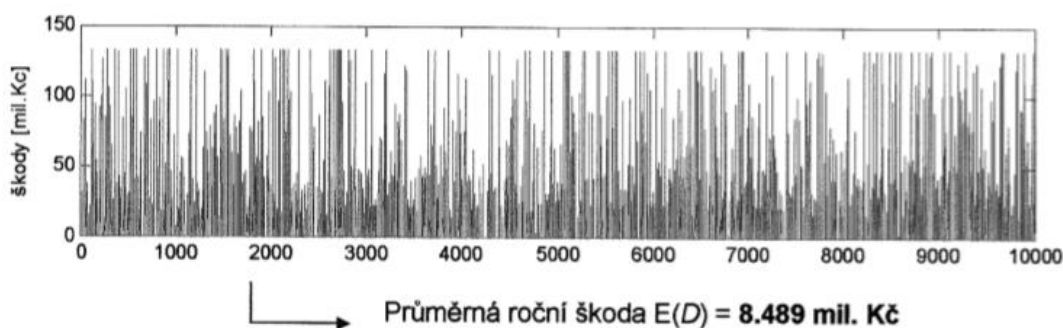
Q_a průtok, při kterém vznikají škody [m^3/s^{-1}]

Q_b průtok, při kterém je pravděpodobnost škod již blízká nule [m^3/s^{-1}].

Vzhledem k tomu, že nejsou známy všechny potřebné hodnoty pro vyčíslení povodňového rizika na řece Třebovce metodou numerických integrací, je použit stochastický postup metodou Monte-Carlo. Tento stochastický postup vychází z myšlenky generování syntetické řady ročních kulminačních průtoků, které způsobují v zájmovém území škody a následně je pomocí odvozené závislosti výše povodňových škod na průtoku simulována dlouhá (zpravidla 10 000-letá) řada ročních povodňových škod a z ní pak průměrná hodnota povodňového rizika na jeden rok.

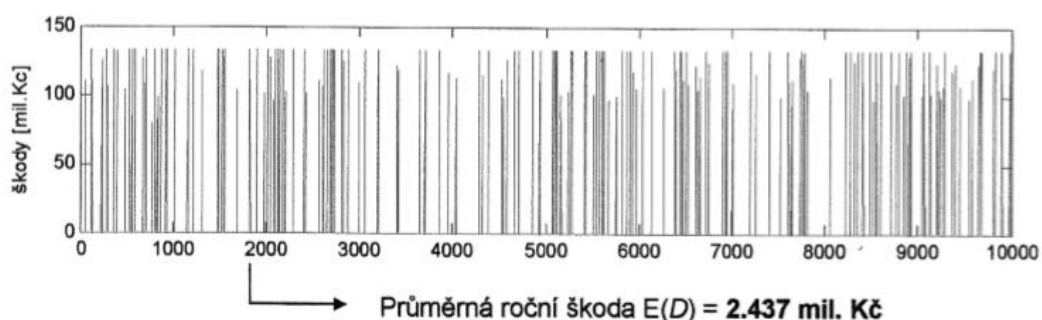
Touto metodou byly vyčísleny průměrné roční škody v obci před realizací opatření (graf 5) a po realizaci opatření (graf 6).

Graf 5: Simulace povodňových škod v syntetické řadě před protipovodňovým opatřením



Zdroj: vlastní úprava dle [34]

Graf 6: Simulace povodňových škod v syntetické řadě po protipovodňovém opatření



Zdroj: vlastní úprava dle [34]

Vzhledem k tomu, že navrhovaná míra ochrany protipovodňových opatření je 50 let, předpokládá se, že průtok větší než Q_{50} vyvolá stejné škody, jako kdyby opatření neexistovalo. Při nižších průtocích nebudou škody v oblasti žádné.

Po zjištění povodňového rizika ve finančních jednotkách na jednotku času je potřeba zjistit současnou hodnotu rizika. Pro výpočet současné hodnoty rizika (kapitalizované riziko) je použit diskontní přístup. Výpočet kapitalizovaného rizika je ovlivněn velikostí diskontní sazby, která byla v roce 2007 stanovena na 3 %. Současná hodnota rizika vychází ze vztahu pro výpočet věčné renty:

$$Rs = \frac{R}{D_s}$$

kde R_s současná hodnota rizika [Kč]

R průměrné povodňové riziko na rok [Kč]

D_s roční diskontní sazba v desetinném tvaru [-]

Průměrná povodňová škoda je 8,489 a diskontní sazba je stanovena na 3 %. Tyto hodnoty dosadíme do vzorce:

$$Rs = \frac{8,489}{0,03} = 282,955 \text{ mil. Kč}$$

Kapitalizované riziko před realizací protipovodňových opatření má hodnotu 282,955 mil. Kč za rok. Výpočet provedeme ještě jednou, ale tentokrát je průměrné roční riziko 2,437.

$$Rs = \frac{2,437}{0,03} = 81,246 \text{ mil. Kč}$$

Jak je již z výpočtu jasné, hodnota kapitalizovaného rizika po provedení protipovodňových opatření klesla o téměř 200 mil. Kč na 81,246 mil. Kč za rok, což je výrazné snížení.

6.2 Zhodnocení ekonomické efektivity investice

Metody ekonomické analýzy jsou ve světě běžně využívaným podpůrným nástrojem pro rozhodování, zda investici realizovat, či nikoliv. Slouží především pro hodnocení dopadů mimořádných událostí a pro posuzování efektivity preventivních opatření v případě realizace investice.

Efektivnost protipovodňových opatření se posuzuje podobně jako u jiných ochranných investic, kde je základním požadavkem nutnost, aby náklady vynaložené na protipovodňovou ochranu nebyly větší než hodnota majetku na chráněném území. V této kapitole bych chtěla

zjistit, zda byly náklady na protipovodňovou ochranu v případě řeky Třebovky vynaloženy efektivně.

Koncepce řešení protipovodňové ochrany byla zpracována firmou Agroprojekce Litomyšl, s.r.o. Řešení bylo ve studii rozděleno na následující etapy:

- I. etapa (říční km 1,701 - 3,349) – v tomto úseku bylo navrženo zrušení stávajícího odpadního koryta, které mělo zborcený profil a následné rozšíření hlavního toku a jeho pročištění, protože již bylo zarostlé.
- II. etapa (říční km 3,349 - 3,423) – koryto bylo v tomto úseku prakticky kapacitní a z toho důvodu zde bylo navrženo pouze pročištění od nánosů a výřez keřů.
- III. etapa (říční km 3,423 - 6,062) – tento úsek byl považován za nejkritičtější z celé úpravy, protože cca v říčním km 3,903-4,023, kde pravý břeh je fixován opěrnou zdí, je silnice a levý svah prakticky zastavěn až po břehovou hranu, z tohoto důvodu zde byly volené oboustranné zdi.
- IV. etapa (říční km 6,062 - 6,482) – vzhledem k tomu, že se jedná o upravený profil, který svým profilem kapacitně vyhovoval v době návrhu řešení, bylo navrženo pouze pročištění dna.
- V. etapa (říční km 6,482 - 7,704) - v tomto úseku došlo k rozšíření koryta s tím, že bylo zachováno lomení koryta ostrým meandrem.
- VI. etapa (říční km 2,735) – stávající pevný jez byl částečně porušen a vzhledem k tomu, že délka přelivné hrany nevyhovovala pro převedení navrhovaného průtoku, bylo nutné jeho vybourání a nahrazení novým vakovým jezem.
- VII. etapa - mostní objekty a lávky – v celém zájmovém úseku dojde k výměně nebo úpravě vybraných přemostění.
- VIII. etapa - přeložky inženýrských sítí.
- IX. etapa - výsadba zeleně.

Úsek Dlouhá Třebová – Hylváty byl zrekonstruován v období od října 2007 do srpna 2010. Náklady na realizaci protipovodňových opatření byly dle projektové dokumentace zpracované firmou Agroprojekce Litomyšl, s.r.o. stanoveny na 190,504 mil. Kč. Náklady jsou členěny podle následující tabulky:

Tabulka 1: Náklady na realizaci protipovodňového opatření

Název	Náklady (mil. Kč)
Třebovka ř. km 1,701 – 3,349	49,384
Třebovka ř. km 3,349-3,423	0,076
Třebovka ř. km 3,423-6,062	64,169
Třebovka ř.km 6,062-6,482	0,353
Třebovka ř. km 6,482-7,704	48,390
Jez ř. km 2,735	7,271
Mostní objekty a lávky	12,093
Přeložky inženýrských sítí	5,021
Výsadba náhradní zeleně	3,747
Celkem	190,504

Zdroj: vlastní zpracování

Před samotnou realizací projektu byla zpracována studie proveditelnosti a příležitostí, kde byl tento projekt vyhodnocen jako přínosný a ekonomicky efektivní, jinak by tento projekt nebyl realizován. Studie proveditelnosti se běžně vypracovává při posuzování životaschopnosti projektu. V této části práce provedu analýzu přínosů a nákladů ex ante na základě dostupných dat ze zpracované projektové dokumentace. A vzhledem k tomu, že v průběhu prací došlo k navýšení nákladů, rozhodla jsem se provést i analýzu nákladů a užitků ex post, což je výhodou této analýzy.

Pro posouzení navržených protipovodňových opatření pomocí metody nákladů a užitků jsou použity ukazatele, které vychází ze standardních postupů vyčíslení ekonomické efektivity investic, tedy poměrový ukazatel efektivity, absolutní ukazatel efektivity a doba návratnosti.

6.2.1 Analýza efektivity investice ex ante

Následující analýzu jsem provedla na základě informací, které jsem získala z projektové dokumentace. Hodnoty, se kterými jsem pracovala v následujících kapitolách, uvádím v tabulce 2.

Tabulka 2: Dílčí výpočty ke zhodnocení efektivnosti investice ex ante

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Průměrné roční riziko (R)	8,489	2,437	mil. Kč/rok
Diskontní sazba (DS)	3	3	%
Kapitalizované riziko (Rs)	282,955	81,246	mil. Kč
Náklady (I)	0	190,504	mil. Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Poměrový ukazatel efektivnosti

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

$$PU = \frac{Rs \text{ (bez PPO)} - Rs \text{ (po realizaci PPO)}}{I}$$

kde Rs (bez PPO) současná hodnota rizika před realizací PPO [Kč]

Rs (po realizaci PPO).... hodnota kapitalizovaného rizika po realizaci PPO [Kč]

I celkové náklady na realizaci PPO [Kč]

Dosadíme hodnoty z tabulky 2:

$$PU = \frac{282955000 - 81246000}{150504000} = 1,34$$

Vzhledem k tomu, že poměrový ukazatel efektivnosti >1 , jde z dlouhodobého hlediska o rentabilní investici. Čím vyšší hodnotu tohoto parametru dostaneme, tím je vyšší i efektivnost dané investice.

Absolutní ukazatel efektivnosti

Tento ukazatel hodnotí dlouhodobý přínos protipovodňových opatření v absolutních hodnotách nákladů a užitků. Opět platí, že čím vyšší má parametr hodnotu, tím vyšší je i efektivnost dané investice.

Jeho hodnota je dána ze vztahu:

$$A_U = Rs \text{ (bez PPO)} - \{I + Rs \text{ (po realizaci PPO)}\}$$

kde význam symbolů je stejný jako v popisu ukazatele P_U .

$$A_U = 282.955.000 - (150.504.000 + 81.246.000) = 51.205.000 \text{ Kč}$$

Ukazatel popisuje finanční efekt navrženého protipovodňového opatření z dlouhodobého hlediska ve finančních jednotkách. V tomto případě je hodnota ukazatele kladná, a čím vyšší je hodnota parametru, tím je větší zhodnocení investice do protipovodňové ochrany. V tomto případě se jedná o ekonomicky rentabilní opatření, kdy hodnota uchráněného majetku dosahuje 51 mil. Kč.

Doba návratnosti

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

$$DN = \frac{I}{R(\text{bez PPO}) - R(\text{po realizaci PPO})}$$

kde I celkové náklady na realizaci PPO [Kč]

$R(\text{bez PPO})$ průměrné roční riziko před realizací PPO [Kč. rok⁻¹]

$R(\text{po realizaci PPO})$ průměrné roční riziko po realizaci PPO [Kč. rok⁻¹]

$$D_N = \frac{150.504.000}{8.489.000 - 2.437.000} = 26,5$$

Doba návratnosti investice je 26,5 roku. Za tuto dobu se peněžní příjmy z investice vyrovnají počátečnímu kapitálovému výdaji na investici. Jinak řečeno, po uplynutí této doby dojde ke splacení počáteční investice do protipovodňového opatření.

Z provedeného posouzení vyplývá, že se jedná o efektivní investici. Absolutní efektivnost je kladná. Z posouzení dále vyplývá, že jedna koruna investice povede ke snížení rizika o 1,43 Kč. Průměrná doba návratnosti investice je 26,5 let.

6.2.2 Analýza efektivity investice ex post

Jak již bylo řečeno v textu výše, během realizace protipovodňového opatření došlo k navýšení nákladů z projektovaných 190,504 mil. Kč na 204,093 mil. Kč. Z tohoto důvodu jsem analýzu nákladů a užitků provedla ex post na základě skutečně vynaložených nákladů, které jsem získala z výroční zprávy Povodí Labe, s. p..

V kapitole 6.1 jsem provedla výpočty, se kterými budu v této kapitole dále pracovat. Pro lepší přehlednost v tabulce 3 uvádím výpočty potřebné pro tuto analýzu.

Tabulka 3: Dílčí výpočty ke zhodnocení efektivnosti investice ex post

	Před realizací PPO	Po realizaci PPO	Jednotky
Průměrné roční riziko (R)	8,489	2,437	mil. Kč/rok
Diskontní sazba (DS)	3	3	%
Kapitalizované riziko (Rs)	282,955	81,246	mil. Kč
Náklady (I)	0	204,093	mil. Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Poměrový ukazatel efektivnosti

$$P_U = \frac{R_s (\text{bez PPO}) - R_s (\text{po realizaci PPO})}{I}$$

kde R_s (bez PPO) současná hodnota rizika před realizací PPO [Kč]

R_s (po realizaci PPO) hodnota kapitalizovaného rizika po realizaci PPO [Kč]

I celkové náklady na realizaci PPO [Kč]

Dosadíme hodnoty z tabulky 3:

$$P_U = \frac{282.955.000 - 81.246.000}{204.093.000} = 0,99$$

Poměrový ukazatel efektivnosti není větší jak 1, při striktním hodnocení bychom mohli konstatovat, že z dlouhodobého hlediska se jedná o nerentabilní investici. Avšak hodnota je hraniční a vzhledem k tomu, že některé efekty nelze převést na hotovostní toky, jako například uchráněné životy, může dojít ke zkreslení analýzy, a proto bych realizaci investici nehodnotila záporně.

Absolutní ukazatel efektivnosti

Jeho hodnota je dána ze vztahu:

$$A_U = R_s (\text{bez PPO}) - \{I + R_s (\text{po realizaci PPO})\}$$

kde význam symbolů je stejný jako v popisu ukazatele PU.

$$A_U = 282.955.000 - (204.093.000 + 81.246.000) = -2.384.000 \text{ Kč}$$

Ukazatel popisuje finanční efekt navrženého protipovodňového opatření z dlouhodobého hlediska ve finančních jednotkách. Aby byla investice ekonomicky rentabilní, výsledek musí

vyjít kladný, čím vyšší je hodnota parametru, tím je větší zhodnocení investice do protipovodňové ochrany. V tomto případě je výsledek záporný a jedná se tedy o ekonomicky nerentabilní opatření. Výše nákladů převyšuje hodnotu ochráněného majetku o 2,384 mil. Kč.

Doba návratnosti

Hodnota doby návratnosti je dána podle vztahu:

$$D_N = \frac{I}{R_{(\text{bez PPO})} - R_{(\text{po PPO})}}$$

kde I celkové náklady na realizaci PPO [Kč]

$R_{(\text{bez PPO})}$ průměrné roční riziko před realizací PPO [Kč. rok⁻¹]

$R_{(\text{po realizaci PPO})}$ průměrné roční riziko po realizaci PPO [Kč. rok⁻¹]

$$D_N = \frac{204.093.000}{8.489.000 - 2.437.000} = 33,7$$

Doba návratnosti investice je 33,7 let, po uplynutí této doby jsou zaplacený náklady na její realizaci a investice se stává ziskovou.

Pomocná kritéria

Jako pomocné kritérium pro hodnocení investice se v praxi běžně používá environmentální dopad navržených opatření, kvalita navrženého technického řešení staveb či posouzení reálnosti navrženého časového postupu realizace řešení. Je důležité podotknout, že tato kritéria bývají často ovlivněna subjektivním názorem hodnotitele, a proto je potřeba brát je s rezervou, z tohoto důvodu jsou v této práci uvedena pouze ilustrativně a nejsou zpracovány pro každou analýzu zvlášť.

Kritérium pro hodnocení investice se používá zejména v případě, jsou-li si dva či více projektů rovny podle základních ekonomických parametrů. Za pomocí vícekritériální analýzy se hodnotí následující body:

- K1 – udržování biodiverzity,
- K2 – poskytování vodních stanovišť,
- K3 - poskytování možnosti rekreace,

- K4 – přispívání k estetickému prožitku.

Jednotlivým kritériím přiřadí posuzovatel 1 bod (v případě kladných dopadů), 0 bodů (v případě nulových dopadů) nebo -1 bod (v případě záporných dopadů na životní prostředí). Následně bude každému kritériu přiřazena váha podle jeho významu v intervalu 0 až 1. Pro hodnocení protipovodňových opatření na řece Třebovce budou použity váhy a kritéria uvedená v tabulce 4.

Tabulka 4: Stanovení environmentálního ukazatele

Kritérium	Váha (w)
T1 = 1	1
T2 = 1	1
T3 = 1	0,5
T4 = 1	1
T5 = 1	0,5

Zdroj: vlastní zpracování

Dopad daného opatření na životní prostředí bude vyčíslen podle vztahu:

$$E = \sum_{i=1}^n w_i H_i$$

kde w_i váha i-tého dílčího kritéria,

H_i hodnocení podle i-tého dílčího kritéria.

$$E = \sum_{i=1}^4 (0 * 1) + (1 * 1) + (1 * 0,5) + (1 * 0,5) = 2$$

Kladná hodnota environmentálního ukazatele vyjadřuje převahu kladných dopadů nad zápornými. Při porovnání současné situace a situace po realizaci protipovodňové ochrany na řece Třebovce dosahuje ukazatel hodnoty 2, což je pozitivní dopad a stavba tedy nebude mít nepříznivý vliv na životní prostředí.

Ukazatel kvality navrženého technického řešení je dán následujícími aspekty:

- T1 - návrh technického řešení je proveditelné,
- T2 - po technické stránce je návrh řešení plný a v souladu s aktuální úrovní znalostí v příslušné oblasti, není v rozporu s technickými normami,
- T3 - technické řešení odpovídá současné úrovni poznání ve světě,

- T4 - náklady na provedení stavby odpovídají při porovnání podle souhrnných cen rozsahu navržených stavebních prací
- T5 - navržené řešení bude za předpokladu běžné údržby toku provozně bezpečné. Provozní spolehlivost souvisí s běžnou údržbou navrhovaného objektu a navazujícího koryta toku.

Postup je stejný jako u environmentálního rizika, s tím rozdílem, že bodování kritérií a vah je stanoveno v tabulce 5.

Tabulka 5: Stanovení technického ukazatele

Kritérium	Váha (w)
K1 = 0	1
K2 = 1	1
K3 = 1	0,5
K4 = 1	0,5

Zdroj: vlastní zpracování

$$E = \sum_{i=1}^4 (1 * 1) + (1 * 1) + (1 * 0,5) + (1 * 1) + (1 * 0,5) = 4$$

Kvalita ukazatele technického řešení vyšla kladná, tudíž můžeme konstatovat, že navržené technické řešení je vhodné k realizaci.

6.2.3 Citlivostní analýza

Velký problém při zpracování analýzy nákladů a užitků spatřuji v neprovádění citlivostní analýzy. Je důležité do rozpočtu zahrnout nepředvídatelné události, které nám mohou navýšit plánované náklady. Tato analýza zohledňuje vliv nejistot a rizik, protože může dojít k různým problémům, například se jedná o různé skupiny projektových prací (u skupiny zemních prací je možné, že při výkopu budou zjištěny jiné geologické poměry než předpokládané na základě geologického průzkumu, bude objeven archeologický nález, po výkopech dojde k zásypu stavební jámy v důsledku selhání podpor, nekvalitní materiál, apod.) a vnější vlivy působící na projekt (neplánovaná zrušení státní dotace, odstoupení dodavatele od smlouvy, zvýšení DPH, apod.). Tyto faktory by měly být zahrnuty do rozpočtu. V této kapitole zpracuji citlivostní analýzu k protipovodňové ochraně řeky Třebovky.

Tabulka 6: Navýšení nákladů na základě citlivostní analýzy

	Navýšení nákladů o								
	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
Náklady	194,310	196,215	198,120	200,025	201,930	203,835	205,740	207,645	209,550
Pu	1,038	1,028	1,018	1,008	0,999	0,990	0,980	0,971	0,963
Au	7,399	5,494	3,589	1,684	-0,221	-2,126	-4,031	-5,936	-7,841
Dn	32,107	32,736	33,366	33,681	34,625	33,681	33,995	34,310	34,625

Zdroj: vlastní zpracování

Při provedení citlivostní analýzy je hodnota navýšení nákladů čistě na rozhodnutí zpracovatele. Z tabulky 6 vyplývá, že oproti projektovaným nákladům došlo během její realizace o 7 % navýšení. Investice by byla efektivní, kdyby se náklady zvýšily o 5 %, a od tohoto bodu dále se realizace opatření stává neefektivní. Kdyby bylo při analýze nákladů a užitků provedeno navýšení plánovaných nákladů o 10 %, což je pesimistický pohled avšak zcela běžný, mohla by být investice zhodnocena přesněji. Pokud by došlo na základě citlivostní analýzy k navýšení nákladů o 10 % na 209,550 mil. Kč, poměrový ukazatel by nabýval hodnoty 0,963, tato hodnota je menší než 1 a proto bychom tuto investici hodnotili jako ekonomicky nerentabilní, náklady na realizaci jsou větší než hodnota uchráněného majetku. Absolutní ukazatel nabývá záporných hodnot, konkrétně - 7,841 mil. Kč. Finanční efekt z navrženého opatření z dlouhodobého hlediska svědčí také o ekonomicky nevýhodné realizaci tohoto opatření. Kdyby zpracovatel bral v potaz tento pesimistický pohled, mohl při zpracování analýzy hledat jiné možnosti, jak toto protipovodňové opatření realizovat efektivněji. Doba návratnosti se nijak závrtně nezměnila, proto tento ukazatel není pro porovnání zásadní. V tabulce 7 jsou uvedeny výsledky poměrového ukazatele, absolutního ukazatele a doby návratnosti pro plánované náklady, skutečně vynaložené náklady a náklady navýšené o 10 %.

Tabulka 7: Výsledné výpočty analýzy nákladů a užitků

	Plán	Skutečnost	Navýšení nákladů o 10%	Jednotky
Náklady	190,500	204,093	209,550	mil. Kč
Pu	1,059	0,988	0,963	-
Au	201,709	-2,384	-7,841	mil. Kč
Dn	31,477	33,723	34,625	roky

Zdroj: vlastní zpracování

Jak již bylo řečeno, při realizaci investičního záměru mohou nastat různé komplikace, které mohou konečnou výši nákladů ovlivnit, a proto by se při zpracování analýzy nákladů

a užitků měla brát v potaz citlivostní analýza. Při jejím zpracování dojde k záměrnému navýšení nákladů a díky tomu mohou nutit zpracovatele hledat úspory nebo volit jiný efektivnější a účelnější postup.

6.2.4 Shrnutí

Je důležité, aby během realizace nedocházelo ke zbytečnému plýtvání peněz a plánovaný rozpočet byl rozpočtován co nejpřesněji a při zpracování analýzy nákladů a užitků byla prováděna citlivostní analýza, na základě které by bylo možné navýšení nákladů předpokládat. V tabulce 5 jsou uvedeny výsledky analýzy efektivnosti, kde je možné vidět, jak se jednotlivé hodnoty změnily na základě zvýšení nákladů.

Z výše uvedených výpočtů, které se týkaly analýzy protipovodňové ochrany na řece Třebovce, by se mohlo zdát, že v rámci ochrany před povodněmi je zrealizované opatření zkapacitnění úseku Dlouhá Třebová - Hylváty nepřínosné a ekonomicky nerentabilní, i když technicky odpovídá úrovni znalostí a nepůsobí negativně na životní prostředí. Při hodnocení této veřejné zakázky je důležité podotknout, že i když ukazatele ekonomické efektivnosti nevyšly zrovna nejlépe a hodnoty jednotlivých ukazatelů nejsou ideální, je třeba se zamyslet nad tím, zda i přesto takovýto projekt nerealizovat. Poměrová efektivnost provedená na základě skutečně vynaložených nákladech vyšla 0,99, což je na hranici 1, z tohoto důvodu bych výsledek nehodnotila negativně. Vzhledem k tomu, že vyjádření společenského užítku je velmi náročné a některé efekty nelze do analýzy nákladů a užitků zahrnout, protože je nemůžeme převést na hotovostní toky, bych realizaci tohoto protipovodňového opatření nezavrhovala. Jak již bylo řečeno výše, provedením citlivostní analýzy bychom mohli navýšení nákladů předpokládat a hledat jiná řešení. Po realizaci tohoto opatření došlo k výraznému snížení povodňového rizika v zájmovém území, díky čemuž došlo ke zlepšení podmínek pro život a daná oblast se stala atraktivnější.

6.3 Regresní analýza průtoků a srážek

V této části práce bych chtěla pomocí regresní analýzy zjistit, do jaké míry jsou průtoky ovlivněny množstvím srážek. Statická data potřebná k analýze jsem čerpala ze stránek ČHMÚ a samotnou analýzu jsem provedla v programu MS Excel. Nejprve byla provedena analýza marginálních závislostí, a poté analýza agregovaných závislostí.

Tabulka 8: Údaje potřebné k regresní analýze průtoků a srážek

Tok	Třebovka				
	Pořadí	Datum	Průtok [m ³ /s-1]	Srážky (mm)	
				úhrn	dlouhodobý normál
1	8.7.1997	65	288	82	
2	31.3.2006	32,6	74	42	
3	13.3.1981	25	66	42	
4	3.1.2003	21	56	47	
5	12.7.1984	20,4	88	82	
6	19.3.2005	20,2	32	42	
7	15.1.2011	13,9	41	47	
8	20.7.2001	13	154	82	
9	22.7.2009	12,8	119	82	
10	2.6.2010	12,4	62	87	

Zdroj: vlastní zpracování

Nejdůležitějšími ukazateli jsou korelační koeficient a index determinace. Při provedení analýzy marginální závislosti vyšel korelační koeficient 0,745, který je poměrně vysoký. Index determinace má hodnotu 0,555, což znamená, že variabilitu průtoků můžeme z 55% vysvětlit variabilitou úhrnu srážek.

Tabulka 9: Index determinace a korelační koeficient jednorozměrné regrese pro úhrn srážek

Regresní statistika	
Násobné R	0,745
Hodnota spolehlivosti R	0,555
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,500
Chyba střední hodnoty	11,243
Pozorování	10

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 10: Výsledné hranice a koeficienty A a B jednorozměrné regrese pro úhrn srážek

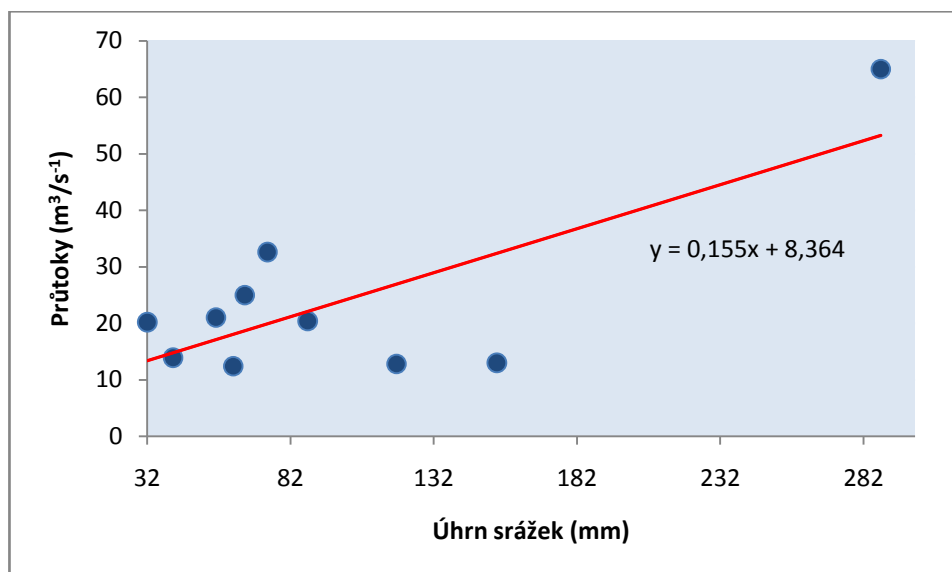
	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%	Horní 95%
Hranice	8,365	5,997	1,395	0,201	-5,465	22,195
Úhrn srážek	0,156	0,049	3,161	0,013	0,042	0,269

Zdroj: vlastní zpracování

Koeficienty jednorozměrné regrese pro úhrn srážek $A = 8,365$ a $B = 0,156$. Hranice horního a dolního intervalu spolehlivosti vyšly kladné, tudíž existuje přímá závislost mezi sledovanými veličinami.

Výsledná rovnice má tvar: $Y = 8,365 + 0,156 x_1$.

Graf 7: Lineární regresní přímka úhrnů srážek a průtoků



Zdroj: vlastní zpracování

Z provedené jednorozměrné analýzy úhrnů srážek a průtoků vyplývá přímá závislost sledovaných veličin, tedy, že výši průtoků ovlivňuje množství spadlých srážek.

Následně jsem provedla další jednorozměrnou analýzu, která se tentokrát týkala dlouhodobého úhrnu srážek. Při provedení analýzy marginální závislosti vyšel korelační koeficient 0,034, který je poměrně nízký. Index determinace má hodnotu 0,001, což znamená, že variabilitu průtoků nemůžeme vysvětlit variabilitou úhrnu srážek.

Tabulka 11: Index determinace a korelační koeficient jednorozměrné regrese pro dlouhodobý normál

Regresní statistika	
Násobné R	0,034
Hodnota spolehlivosti R	0,001
Nastavená hodnota spolehlivosti R	-0,124
Chyba střední hodnoty	16,850
Pozorování	10

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 12: Výsledné hranice a koeficienty A a B jednorozměrné regrese pro dlouhodobý normál

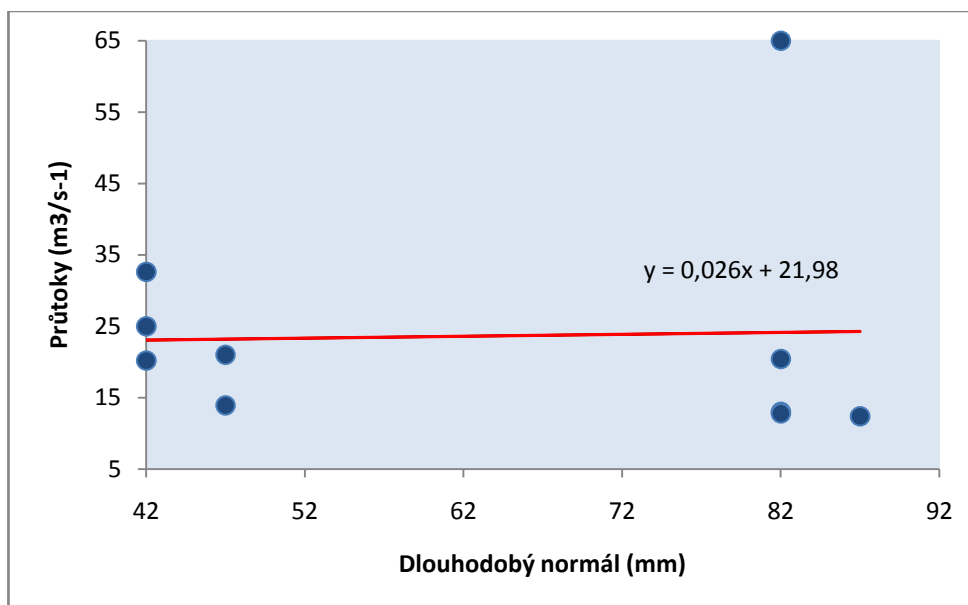
	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota p	Dolní 95%	Horní 95%
Hranice	21,981	18,043	1,218	0,258	-19,627	63,589
Dlouhodobý normál	0,026	0,271	0,096	0,926	-0,600	0,652

Zdroj: vlastní zpracování

Koeficienty jednorozměrné regrese pro dlouhodobý úhrn srážek jsou: $A = 21,981$ a $B = 0,026$. Hranice horního a dolního intervalu spolehlivosti vyšly u jednoho koeficientu kladné a u druhého záporné, tudíž neexistuje přímá závislost mezi sledovanými veličinami.

Výsledná rovnice má tvar: $Y = 21,981 + 0,026 x_1$.

Graf 8: Lineární regresní přímka dlouhodobého úhrnu a průtoků



Zdroj: vlastní zpracování

Z provedené jednorozměrné analýzy dlouhodobých srážek a průtoků vyplývá nepřímá závislost sledovaných veličin, tedy, že dlouhodobý normál spadlých srážek neovlivňuje výši průtoků.

Jako poslední jsem provedla agregovanou analýzu obou výše zmíněných veličin.

Tabulka 13: Výsledný index determinace a korelační koeficient agregované analýzy

Regresní statistika	
Násobné R	0,889
Hodnota spolehlivosti R	0,790
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,730
Chyba střední hodnoty	8,257
Pozorování	10

Zdroj: vlastní zpracování

Po provedení agregované analýzy vyšel korelační koeficient 0,889, který je vysoký. Index determinace je 0,790, což je také vysoké číslo, na jehož základě můžeme předpokládat, že variabilitu průtoků můžeme vysvětlit variabilitou úhrnu srážek a dlouhodobého normálu.

Tabulka 14: : Výsledné hranice a koeficienty agregované regrese

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%	Horní 95%
Hranice	30,295	8,989	3,370	0,012	9,038	51,551
Úhrn srážek	0,227	0,044	5,130	0,001	0,123	0,332
Dlouhodobý normál	-0,456	0,163	-2,798	0,027	-0,841	-0,071

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledná rovnice má tvar: $Y = 30,295 + 0,227 x_1 - 0,456 x_2$.

Na základě provedené analýzy nám vyplývá přímá i nepřímá závislost. Interval spolehlivosti úhrnu srážek je kladný, což znamená, že s rostoucím množstvím srážek roste průtok. Interval spolehlivosti dlouhodobého normálu je záporný, tedy s rostoucím dlouhodobým normálem klesá průtok. Tyto závěry jsou shodné s analýzou marginálních závislostí.

Z výše provedených analýz vyplývá, že velikost průtoků je přímo ovlivňována aktuálním úhrnem srážek. V případě dlouhodobého úhrnu nebyla prokázána žádná závislost. Na základě výše uvedeného bych v následující kapitole chtěla zjistit, zda se uvedené závěry změni v důsledku realizace protipovodňové ochrany.

6.4 Analýza účinnosti protipovodňové ochrany

V této kapitole jsem se rozhodla provést analýzu účinnosti protipovodňové ochrany, která se týká hráze Hvězda a poldrů nad ní. V různých publikacích jsem se dočetla, že jejich výstavbou dochází k transformaci povodňové vlny a v povodí pod těmito objekty je průtok výrazně nižší, než na vodních tocích, která jsou v tomto smyslu neupravená. Proto bych chtěla zjistit, zda dochází k transformaci povodňových průtoků na řece Třebovce v důsledku existence hráze Hvězda a poldrů.

Provedla jsem regresní analýzu, na základě které bych chtěla zjistit, zda výši průtoků ovlivňuje množství spadlých srážek i po realizaci protipovodňové ochrany. Z analýzy provedené výše vyplývá, že existuje přímá závislost mezi sledovanými veličinami, tedy, že výše srážek ovlivňuje průtoky. Tato analýza stejně jako předcházející byla provedena v MS Excel a údaje, se kterými jsem pracovala, se nachází v tabulce 16.

Tabulka 15: Údaje potřebné k analýze účinnosti protipovodňové ochrany

Tok	Třebovka		
Pořadí	Datum	Průtok (m ³ /s ⁻¹)	Úhrn srážek (mm)
1	13.3.1981	25	66
2	12.7.1984	20,4	88
3	8.7.1997	65	288
4	20.7.2001	13	154
5	3.1.2003	21	56
6	19.3.2005	20,2	32
7	31.3.2006	32,6	74
8	26.5.2007	4,1	66
9	27.1.2008	6,4	42
10	22.7.2009	12,8	119
11	2.6.2010	12,4	62
12	15.1.2011	13,9	41
13	25.2.2012	10,5	40
14	31.1.2013	5,3	55

Zdroj: vlastní zpracování

V květnu roku 2006 došlo k ukončení protipovodňové ochrany na řece Třebovce, konkrétně se jednalo o výstavbu čtyř poldrů a zvýšení hráze vodního díla Hvězda. Podrobněji jsem se tímto protipovodňovým opatřením zabývala v kapitole 5. Výše zmíněné datum je rozhodující pro následující analýzu.

Stejně jako v předcházejících analýzách i v této jsou nejdůležitějšími ukazateli korelační koeficient a index determinace. Jako první jsem provedla analýzu před realizací protipovodňové ochrany.

Tabulka 16: Index determinace a korelační koeficient jednorozměrné regrese před PPO

Regresní statistika	
Násobné R	0,774
Hodnota spolehlivosti R	0,599
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,518
Chyba střední hodnoty	11,992
Pozorování	7

Zdroj: vlastní zpracování

Po provedení analýzy marginální závislosti vyšel korelační koeficient 0,774, který je poměrně vysoký. Index determinace má hodnotu 0,599, což znamená, že variabilitu průtoků můžeme z 60 % vysvětlit variabilitou úhrnu srážek.

Tabulka 17: Výsledné hranice a koeficienty A a B jednorozměrné regrese před protipovodňovým opatřením

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%	Horní 95%
Hranice	11,693	7,547	1,549	0,182	-7,706	31,092
Úhrn srážek	0,152	0,056	2,731	0,041	0,009	0,295

Zdroj: vlastní zpracování

Koeficienty jednorozměrné regrese pro úhrn srážek $A = 11,693$ a $B = 0,152$. Hranice horního a dolního intervalu spolehlivosti vyšly kladné, tudíž existuje přímá závislost - s růstem množství srážek se zvyšuje i průtok.

Výsledná rovnice má tvar: $Y = 11,693 + 0,152 x_1$.

Následně byla provedena stejná analýza marginálních závislostí, s tím rozdílem, že již byla dokončena rekonstrukce hráze Hvězda a byly funkční i poldry.

Tabulka 18: Výsledný index determinace a korelační koeficient jednorozměrné regrese po realizaci protipovodňového opatření

Regresní statistika	
Násobné R	0,2133
Hodnota spolehlivosti R	0,0455
Nastavená hodnota spolehlivosti R	-0,1454
Chyba střední hodnoty	4,2787
Pozorování	7

Zdroj: vlastní zpracování

Korelační koeficient je 0,2133 a index determinace 0,0455 – variabilitu průtoků můžeme ze 4,5 % vysvětlit variabilitou úhrnu srážek. Došlo tedy k výraznému snížení indexu determinace z původních 60 % na pouhých 4,5 %.

Tabulka 19: Výsledné hranice a koeficienty A a B jednorozměrné regrese po realizaci protipovodňového opatření

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%	Horní 95%
Hranice	7,479	4,147	1,803	0,131	-3,182	18,139
Úhrn srážek	0,031	0,063	0,488	0,646	-0,131	0,192

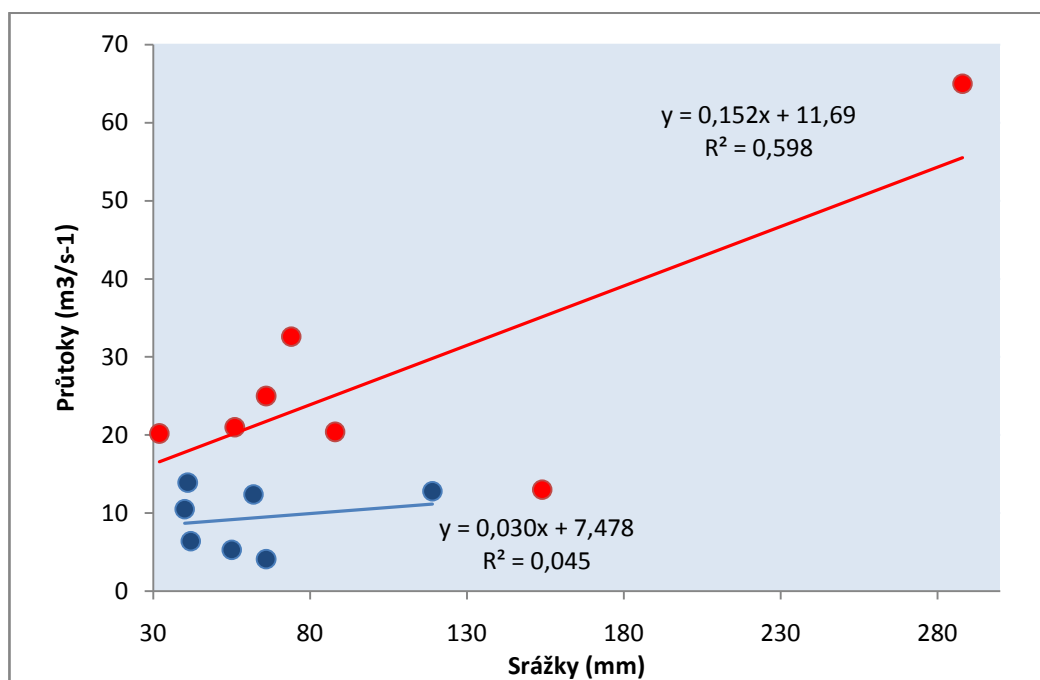
Zdroj: vlastní zpracování

Koeficienty jednorozměrné regrese pro dlouhodobý úhrn srážek po realizaci protipovodňové ochrany jsou: $A = 7,479$ a $B = 0,031$. Hranice horního a dolního intervalu spolehlivosti vyšly u jednoho koeficientu kladné a u druhého záporné, tudíž neexistuje přímá závislost – s dlouhodobým růstem úhrnu množství srážek se nezvyšuje průtok.

Výsledná rovnice má tvar: $Y = 7,479 + 0,031 x_1$.

Jak již z výše uvedeného vyplývá, před rekonstrukcí hráze Hvězda a výstavbou poldrů byla prokázána přímá závislost mezi průtoky a množstvím srážek, tedy, že se zvyšujícími se srážkami se zvyšoval i průtok. Když jsem provedla stejnou analýzu marginálních závislostí s tím rozdílem, že výše zmiňovaná hráz Hvězda a poldry již byly plně funkční, analýzou nebyla prokázána žádná závislost mezi sledovanými veličinami, s rostoucími srážkami již nedochází k růstu průtoků na řece Třebovce. Graf 9 znázorňuje výše zmíněné, kde červenou barvu představuje analýza provedená před protipovodňovým opatřením a modrá po realizaci protipovodňové ochrany.

Graf 9: Lineární regresní přímka úhrnu srážek a průtoků před a po realizaci protipovodňové ochrany



Zdroj: vlastní zpracování

Z výše uvedených důvodů mohu konstatovat, že realizované protipovodňové opatření, konkrétně rekonstrukce hráze Hvězda a výstavba poldrů, je účinné a dochází k pohlcení nadměrných průtoků. Na základě provedené analýzy mohu potvrdit, že dochází k transformaci povodňových průtoků na řece Třebovce v důsledku existence hráze Hvězda a čtyř poldrů.

Tento závěr potvrzuje i studie Heavily Modified Water Bodies – Methods and their applications on case study in the Elbe river, CR, ze které jsem zjistila konkrétní vyčíslení průtoků. V tabulce 21 jsou uvedeny jednotlivé průtoky a výše pohlcení povodňových průtoků pouze poldry a kombinací poldrů s nádrží Hvězda.

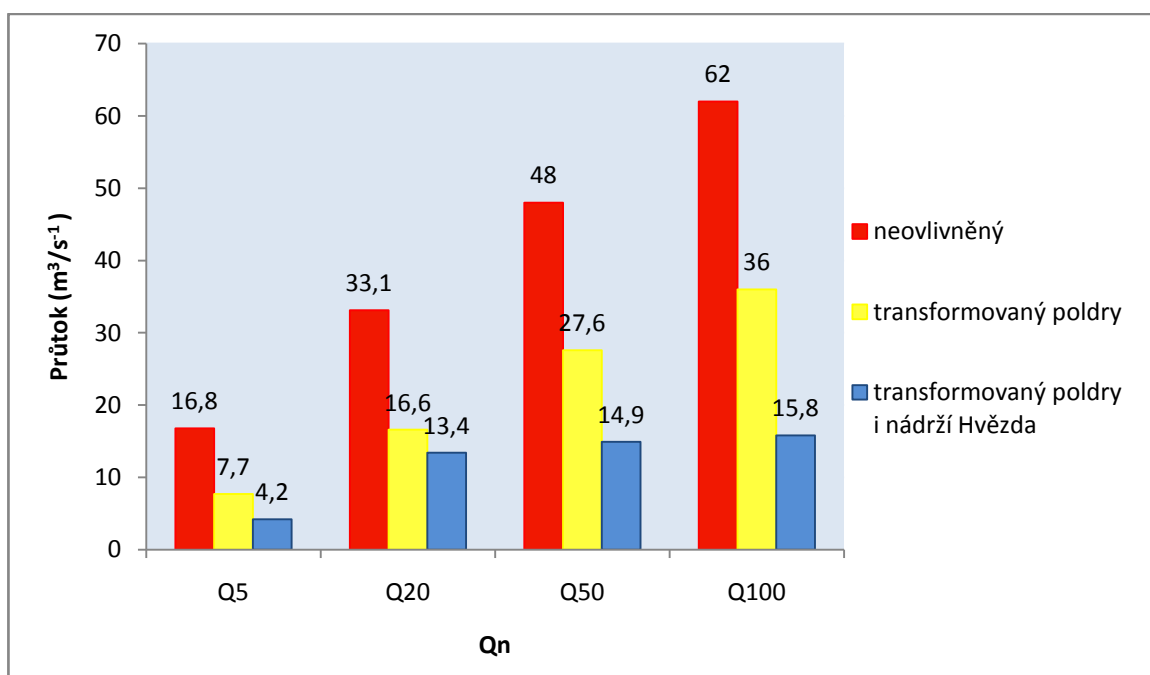
Tabulka 20: Transformace povodňových průtoků v horním povodí řeky Třebovky

Průtok	neovlivněný	transformovaný poldry	transformovaný poldry i nádrží Hvězda
Q ₅	16,8	7,7	4,2
Q ₂₀	33,1	16,6	13,4
Q ₅₀	48	27,6	14,9
Q ₁₀₀	62	36	15,8

Zdroj: vlastní zpracování dle [33]

Při povodňovém průtoku poldry transformují téměř polovinu vody, další polovinu z již sníženého průtoku transformuje nádrž Hvězda. Je zajímavé, že při stoleté povodni se průtok v dolním povodí jinak výrazně nezvýší a je shodný s dvacetiletou vodou. Při povodni v roce 1997 byl průtok na řece Třebovce $65 \text{ m}^3/\text{s}^1$, což mělo katastrofální následky, a kdyby tato situace nastala v současnosti, v dolním povodí Třebovky by byl vyhlášen „pouze“ stav pohotovosti. Tato situace je znázorněna v grafu 10.

Graf 10: Transformace povodňových průtoků v horním povodí řeky Třebovky



Zdroj: vlastní zpracování dle [33]

Jak již bylo popsáno v kapitole 5, protipovodňová opatření na řece Třebovce se skládaly jak z technického opatření, kterým byla rekonstruovaná hráz Hvězda, tak i z přírodě blízkého protipovodňového opatření, kterými jsou poldry. Od hráze Hvězda byl vodní tok upraven a zkapacitněn, v součtu všech dílčích opatření bylo dosaženo ochrany na Q_{50} .

Nádrž Hvězda spolu s poldry plní retenční funkci a při protipovodňové ochraně hraje nezastupitelnou roli. Retenční schopnost tohoto území je významná a pro území pod nádrží klíčová, protože dochází k výraznému snížení povodňové vlny. V tomto případě je protipovodňová ochrana dostačující a není potřeba hledat jinou alternativu ochrany. Vzhledem k výše uvedenému zdůvodnění mohu konstatovat, že realizovaná protipovodňová opatření zabezpečují celospolečenský užitek a zajišťují požadovaný stupeň ochrany před povodněmi.

6.5 Zhodnocení protipovodňové ochrany

V textu uvedeném výše jsem provedla analýzu protipovodňového opatření na řece Třebovce v úseku Dlouhá Třebová - Hylváty, kde jsem z analýzy rizika zjišťovala průměrnou povodňovou škodu a kapitalizované riziko. V této kapitole jsem chtěla zjistit, zda byly náklady na povodňovou prevenci na zájmovém toku vynaloženy efektivně. Nejprve jsem provedla analýzu ekonomického zhodnocení investice ex ante, kde jsem spočítala poměrový ukazatel efektivnosti, absolutní ukazatel efektivnosti a dobu návratnosti investice. Údaje, potřebné pro tuto analýzu, jsem čerpala z projektové dokumentace s názvem Třebovka: Dlouhá Třebová - Hylváty. Z provedeného posouzení vyplývá, že se jedná o efektivní investici. Absolutní efektivnost nabývá kladných hodnot, jedna koruna investice povede ke snížení rizika o 1,43 Kč a průměrná doba návratnosti investice je 26,5 let.

Během realizace protipovodňového opatření došlo k navýšení nákladů z projektovaných 190,504 mil. Kč na 204,093 mil. Kč, z tohoto důvodu jsem se rozhodla provést analýzu ekonomického zhodnocení investice rovněž ex post. V této analýze byly k výpočtu využity stejné ukazatele jako u analýzy ex ante. V tomto případě je poměrový ukazatel 0,99, což je hraniční hodnota a při posouzení společenského užitku bych realizované protipovodňové opatření nehodnotila záporně. Absolutní ukazatel efektivnosti vyšel záporný, což znamená, že se jedná o ekonomicky nerentabilní opatření, kdy výše nákladů převyšuje hodnotu ochráněného majetku o 2,384 mil. Kč. Doba návratnosti investice 33,7 let.

V praxi bývá zcela běžné, že se během realizace navýší projektované náklady z důvodů nepředvídatelných událostí, a proto by se měla provádět citlivostní analýza. Tato analýza

zohledňuje vliv nejistot a rizik, které by měly být zahrnuté do rozpočtu. Při zpracování citlivostní analýzy jsem navýšila náklady o 10 % a poměrový ukazatel vyšel 0,963, absolutní ukazatel efektivnosti je záporný, konkrétně – 7,841 mil. Kč a doba návratnosti se prodloužila na 34,6 let. Jak již bylo řečeno, provedením citlivostní analýzy bychom mohli navýšení nákladů předpokládat, což by mohlo nutit zpracovatele hledat úspory nebo volit jiný efektivnější a účelnější postup. I když hodnoty ekonomických ukazatelů nenabývají ideálních hodnot, je důležité podotknout, že díky realizaci protipovodňového opatření na řece Třebovce došlo k výraznému snížení povodňového rizika, což ocení zejména obyvatelé v zájmovém území.

V kapitole šest je také provedena regresní analýza průtoků a srážek, kterou jsem zpracovala v MS Excel. Z provedené jednorozměrné analýzy úhrnů srážek a průtoků vyplývá přímá závislost mezi sledovanými veličinami, tedy závislost mezi výší průtoků a množstvím spadlých srážek. Při regresní analýze dlouhodobého úhrnu srážek nebyla prokázána žádná závislost, dlouhodobý úhrn srážek neovlivňuje výši průtoků na řece Třebovce. Následně jsem provedla analýzu účinnosti protipovodňové ochrany. Jak již bylo řečeno v kapitole 6.3, velikost průtoků je závislá na množství spadlých srážek, avšak po provedení regresní analýzy po realizaci protipovodňové ochrany (konkrétně rekonstrukcí hráze Hvězda a výstavby poldrů) jsem zjistila, že mezi sledovanými veličinami nebyla prokázána závislost, tedy množství spadlých srážek již neovlivňuje výši průtoků. Na základě uvedeného jsem došla k závěru, že zmíněná protipovodňová opatření plní retenční funkci na řece Třebovce a pro území pod nádrží jsou klíčová, protože dochází k významnému snížení povodňové vlny. Realizované protipovodňové opatření je dostačující, zajišťuje požadovaný stupeň ochrany před povodněmi a toto opatření zabezpečuje celospolečenský užitek.

Díky povodňové prevenci realizované na řece Třebovce došlo ke zlepšení podmínek pro život a daná oblast se stala atraktivnější. Je důležité si uvědomit, že povodně nejsou jenom o škodách, které způsobí, ale také o psychice lidí, kteří s ní musejí bojovat, a kteří s každým větším deštěm mají strach.

ZÁVĚR

Ve své diplomové práci s názvem „Povodňová prevence“ jsem se zabývala teoreticky a prakticky popisem ochrany před povodněmi v povodí řeky Třebovky. Práci jsem rozdělila do šesti kapitol.

V první kapitole teoreticky vysvětluji základní pojmy, které s danou problematikou souvisejí. Pokládala jsem za podstatné vysvětlit pojmy jako krize, hrozba, riziko, ztráta, prevence a mimořádná událost.

Ve druhé kapitole vymezuji základní právní předpisy, které pokládám pro téma předkládané práce za podstatné. Problematika povodní je upravena prostřednictvím pramenů práva, z nichž nedůležitější je zákon č. 254/2001 Sb. o vodách, ve znění pozdějších právních předpisů a po vstupu České republiky do Evropské unie také předpisy komunitárního práva, kde je nutné uvést směrnici Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik.

Ve třetí kapitole jsem se zabývala teoretickým popisem povodní a jejich charakteristik. V této kapitole jsou obsaženy informace týkající se rozdělení povodní, stupňů povodňové aktivity, faktorů ovlivňujících vznik a průběh povodní, dále je zde popsáno povodňové riziko, obecná ochrana před povodněmi, organizace a institucionální zabezpečení povodňové ochrany v České republice, předpovědní a hlásná služba, protipovodňová opatření a povodňová charakteristika území České republiky. První tři kapitoly jsou zpracovány výhradně z dostupné literatury a z elektronických zdrojů.

Čtvrtá kapitola je zpracována na základě veřejně dostupných zdrojů v kombinaci s interními dokumenty Povodí Labe, s. p., a zabývá se popisem státního podniku Povodí Labe, který je správcem vodních toků a provozuje a udržuje vodní díla ve vlastnictví státu. V této části jsem se zabývala charakteristikou povodí Třebovky a dále tato kapitola poskytuje informace o řece Labi, jakožto významnému vodnímu toku.

Pátá kapitola se zabývá popisem povodňové prevence na řece Třebovce. Obsahem této kapitoly je seznámení s vývojem protipovodňových opatření, která byla zrealizována v zájmovém území. Komplexní protipovodňová ochrana je rozdělena na dílčí části, které jsou podrobněji rozebrané a popsány. Tato kapitola je zpracována na základě interních dokumentů Povodí Labe, s. p. – provozní středisko Vysoké Mýto.

V poslední kapitole jsem provedla analýzu ekonomického zhodnocení protipovodňového opatření na řece Třebovce v úseku Dlouhá Třebová – Hylváty. Tato analýza byla na základě

projektové dokumentace provedena ex ante a na základě skutečně vynaložených nákladů ex post. Tyto dvě analýzy byly porovnány a vyhodnoceny. Dále jsem provedla regresní analýzu průtoků a srážek, kde jsem zjišťovala vzájemnou závislost mezi sledovanými veličinami a v následující kapitole jsem zjišťovala závislost po zrekonstruování hráze Hvězda a výstavbě poldrů, čímž jsem ověřovala účinnost protipovodňových opatření.

Je důležité, aby při plánování protipovodňových opatření probíhala diskuse mezi odborníky a správci vodních toků, která vyústí v efektivní ochranu, protože vhodnými opatřeními lze co nejvíce eliminovat míru ohrožení a velikost rizika, což bylo prokázáno v kapitole 6.4, kdy regresní analýza průtoků a srážek prokázala, že díky existenci hráze Hvězda a poldrů dochází k výraznému snížení povodňové vlny. Kombinací technického a přírodě blízkého opatření došlo k výraznému snížení průtoků v dolní části povodí, než kdyby byla opatření realizována samostatně. Část vody je zachycena v nádrži Hvězda, další část je rozlita v krajině, kde neškodí. Tam, kde rozliv není možný, např. ve městech, je ochrana území zajištěna pomocí ohrázování, tento způsob ochrany byl zvolen při zkapacitnění řeky Třebovky v úseku Dlouhá Třebová – Hylváty, kde řeka protéká hustou zástavbou a tento způsob ochrany je nejvhodnější. Z tohoto důvodu by se technická a přírodě blízká protipovodňová opatření měla v projektu doplňovat. Ekologická opatření jsou pro přírodu důležitá, ale před stoletou vodou nás neuchrání. Záleží na tom, jaké priority při ochraně před povodněmi si samospráva zvolí, když s Povodím Labe, s. p. projednávají realizaci opatření. Vždy by se mělo jednat o průnik otázek týkajících se bezpečnosti lidí a jejich majetku, dopadu staveb na životní prostředí a v neposlední řadě i finančních možností.

Hlavní cíle byly splněny následovně:

- **v prvních třech kapitolách je obecně popsána problematika povodní se zaměřením na prevenci,**
- **komplexní protipovodňová ochrana na řece Třebovce je popsána v páté kapitole,**
- **v šesté kapitole je provedeno ekonomické zhodnocení protipovodňové ochrany a analýza účinnosti protipovodňových opatření.**

POUŽITÁ LITERATURA

Odborná literatura

- [1] ALLABY, Michael. *Floods*. Rev. ed. New York: Facts On File, c2003, xii, 196 p. ISBN 08-160-4794-4.
- [2] BRÁZDIL, RUDOLF a KOLEKTIV. *Historické a současné povodně v České republice*. Masarykova univerzita v Brně, Český hydrometeorologický ústav v Praze. Brno – Praha, 2005. 370 s. ISBN 80-210-3864-0.
- [3] ČAMROVÁ, Lenka a Jiřina JÍLKOVÁ. *Povodňové škody a nástroje k jejich snížení*. Vydání 1. Praha: Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku (IEEP) Fakulty národohospodářské, Vysoká škola ekonomická v Praze, 2006. ISBN 80-866-8435-0.
- [4] ČSN (1975): *Názvosloví v hydrologii*. Československá státní norma 73 6511. Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření, Praha, 154 s.
- [5] DRÁB, Aleš. Riziková analýza záplavových území s podporou GIS: Flood risk analysis supported by GIS: teze habilitační práce. Brno: VUTIUM, 2010, 35 s. ISBN 978-80-214-4161-3.
- [6] DRÁB, Aleš. Riziková analýza záplavových území: seminář 2002 - sborník příspěvků. Vydání 1. Brno: Econ, 2002, 174 s. ISBN 80-864-3315-3.
- [7] FOŠUMPAUR, Pavel. *Optimalizace protipovodňové ochrany: Udržitelná výstavba*. Praha: ČVUT, 2005.
- [8] HRÁDEK, František a Petr KUŘÍK. *Hydrologie*. Vydání 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Lesnická fakulta ve vydavatelství Credit, 2002. ISBN 80-213-0950-4.
- [9] KONEČNÝ, Miloslav. *Management ochrany a tvorby životního prostředí: učebnice o životním prostředí pro studenty, podnikatele a veřejnost*. Vyd. 1. Karviná: Slezská univerzita, 1999, 383 s. ISBN 80-858-7900-X.
- [10] KONVIČKA, Miloš. *Město a povodeň: strategie rozvoje měst po povodních*. 1. vydání Brno: ERA, 2002. ISBN 80-865-1738-1.
- [11] LINHART, Petr; ROUDNÝ, Radim. *Ochrana obyvatelstva a terorismus*. 2009. Pardubice: Univerzita Pardubice. 237s. ISBN 978-80-7395-165-8

- [12] MARTÍNEK, Bohuslav a Petr LINHART. A KOL. *Ochrana člověka za mimořádných událostí* [online]. Praha: MV-generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2003 [cit. 2014-02-18]. ISBN 80-86640-08-6.
- [13] MUNZAR, Jan a Stanislav ONDRÁČEK. *Velké povodně na území České republiky: Ztráta historické paměti*. In: Historická geografie, ročník 33, Praha, 2005. 118 s. ISSN 0323-0988
- [14] STRAPATA, Ladislav, Pavel FOŠUMPAUR, Martin HORSKÝ, Miroslav BOUČEK a Petra NEŠVAROVÁ. *Posuzování účinnosti akcí protipovodňové ochrany v rámci činnosti strategického experta programu Prevence před povodněmi ČR*. Praha, 12 s.

Právní předpisy

- [15] Zákon č. 239/2000 Sb. o IZS, ve znění pozdějších právních předpisů
- [16] Zákon č. 254/2001 Sb., O vodách a související předpisy, ve znění pozdějších právních předpisů

Internetové zdroje

- [17] *Centrální datový sklad pro mapy povodňového nebezpečí a povodňových rizik* [online]. 2014 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z: <http://hydro.chmi.cz/cds/?lang=cs>
- [18] *Český hydrometeorologický ústav. Historická data* [online]. 2014 [cit. 2014-04-17]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&nc=1&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi&last=false
- [19] *EnviWeb: Krajina v hydrologicky dobrém stavu mírní povodňové vlny* [online]. 2011 [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/printclanek/urban/89410/>
- [20] *European Environment Agency*. [online]. 2014 [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <http://www.eea.europa.eu/themes/water>
- [21] *Geografický, hydrologický a vodohospodářský přehled v Povodí Labe*. [online]. 2004, s. 9 [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: <http://dpp.kr-kralovehradecky.cz>
- [22] *Meteorologická data: Grafy výšky sněhu, srážek a vodních stavů* [online]. 2014 [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://grafy.plaveniny.cz/cz/vodni-stav/>
- [23] *Metodický pokyn OOV MŽP k zabezpečení hlášené a předpovědní povodňové služby*. Ministerstvo životního prostředí [online]. 2013 [cit. 2014-01-31]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/metodicky_pokyn_povodnova_sluzba

- [24] *Mimořádné události* [online]. 2014 [cit. 2014-03-15]. Dostupné z:
<http://www.zachranny-kruh.cz/pro-verejnost/mimoradne-udalosti/zakladni-informace/co-jsou-to-mimoradne-udalosti.html>
- [25] *Ochrana před přirozenými a zvláštními povodněmi: Příručka*. In: [online]. [cit. 2014-02-16]. Dostupné z: www.firebrno.cz/uploads/...PDF.../Povodne_ochrana_prirucka.pdf
- [26] *Povodí Labe, s. p., s. p.* [online]. Hradec Králové, 2007 [cit. 2014-03-22]. Dostupné z:
http://www.pla.cz/planet/webportal/internet/cs/obsah/ucelove-publikace-pla_505.html
- [27] *Povodňová charakteristika území České republiky* [online]. 2014 [cit. 2014-03-14].
 Dostupný z www:
http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_document.php#A_Povodnova_charakteristika_uzemi_Ceske_republiky
- [28] *Povodňový informační systém: Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2014 [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://www.povis.cz/html/>
- [29] *Povodňový plán ČR. Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2012 [cit. 2014-02-16].
 Dostupné z: http://www.dppcr.cz/html_pub/index.html?c_povodnove_plany.htm
- [30] *Strategie ochrany před povodněmi v České republice* [online]. 2000, s. 12 [cit. 2014-02-16]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/strategie_ochrany_povodne
- [31] VANDASOVÁ, Kateřina. *Vliv změn v zástavbě na povodně na území v oblasti Prahy* [online]. Praha, 2011 [cit. 2014-01-31]. Dostupné z:
<https://dspace.cvut.cz/handle/10467/8324>. Diplomová práce. ČVÚT. Vedoucí práce doc. Ing. Lena Halounová, CSc.
- [32] *Výroční zprávy Povodí Labe, s. p., s. p.* [online]. 2014 [cit. 2014-03-12]. Dostupné z:
http://www.pla.cz/planet/webportal/internet/cs/obsah/vyrocnizpravy_508.html

Další zdroje

- [33] Heavily Modified Water Bodies – Methods and their applications on case study in the Elbe river, CR. Pilotní studie Třebovka a Tichá Orlice, březen 2005, 11 s.
- [34] Interní dokumenty Povodí Labe, s. p., provozní středisko Vysoké Mýto
- [35] Usnesení vlády České republiky ze dne 10. května 2006 č. 496 k financování protipovodňových opatření zajišťovaných Ministerstvem zemědělství
- [36] Věstník Ministerstva životního prostředí. Ročník XX, číslo 4. Praha, 2010, 108 s.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem v České republice

Příloha B Evidenční list hlásného profilu Ústí nad Orlicí – Hylváty

Příloha C Záplavové území v Ústí nad Orlicí – Hylváty




Příloha D Riziková území při přívalových srážkách v úseku Dlouhá Třebová – Ústí nad Orlicí

Příloha A Vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem v České republice

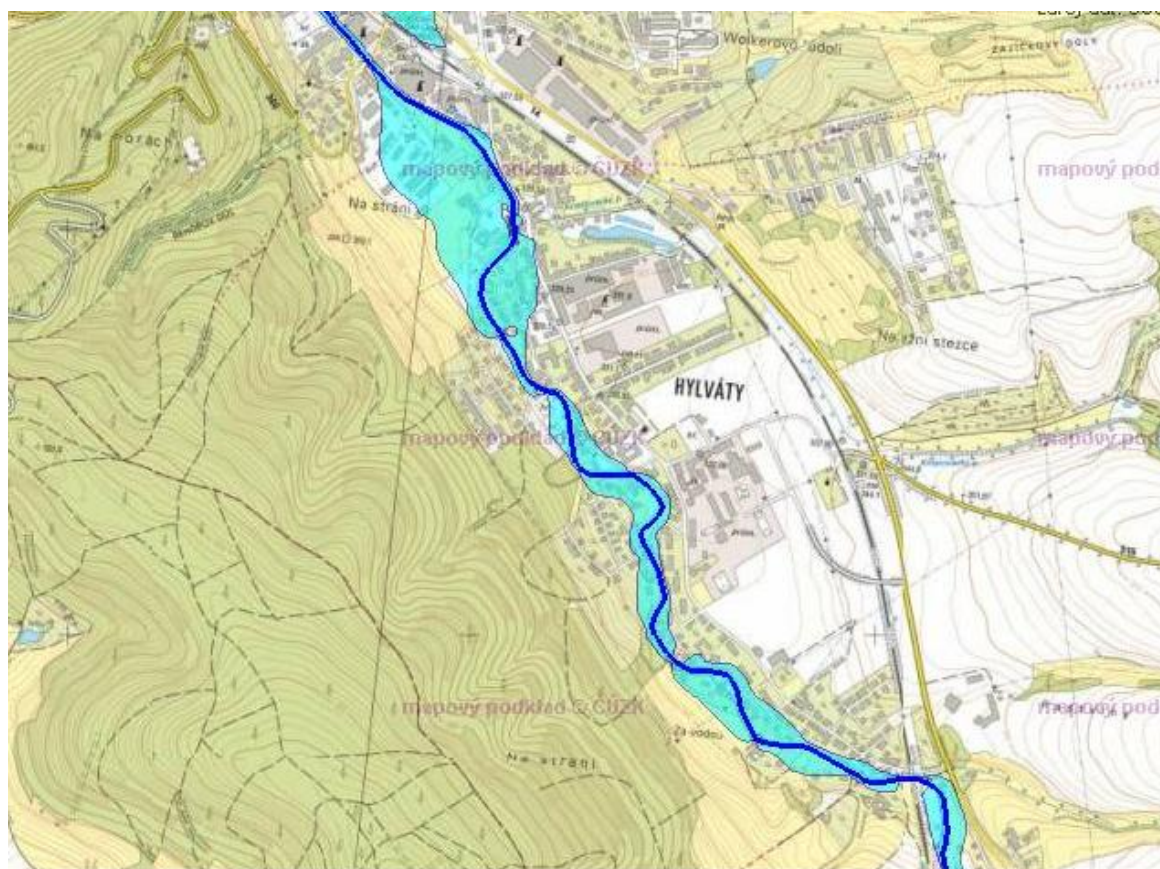


Zdroj: [17]

Příloha B Evidenční list hlásného profilu Ústí nad Orlicí – Hylváty

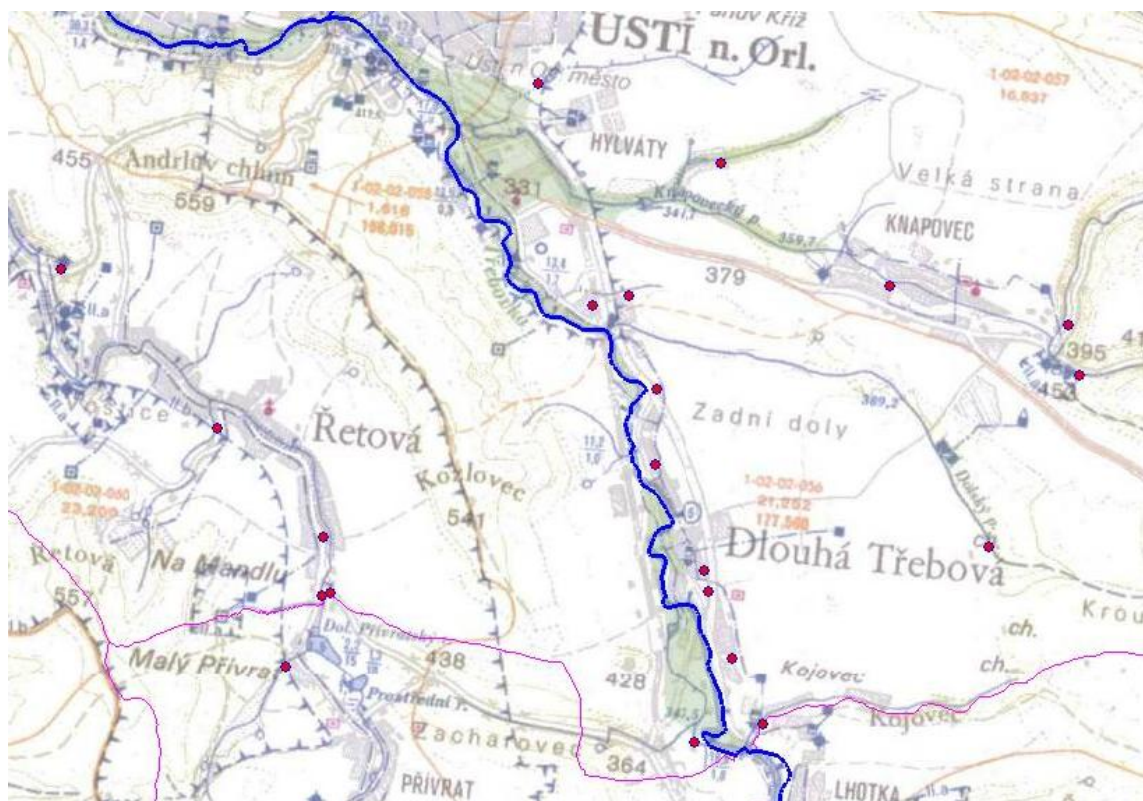
Evidenční list hlásného profilu č.24a				Stanice kategorie : B			
 							
Tok:	Třebovka	Stanice:	Hylváty				
Kraj:	Pardubický kraj	ORP:	Ústí nad Orlicí	Obec:	Ústí nad Orlicí		
Provozovatel stanice:				ČHMÚ Hradec Králové			
Centrum automatického sběru dat:				RPP ČHMÚ Hradec Králové			
Staničení:	3.40 [km]	Číslo hydrologického pořadí:	1-02-02-056				
Plocha povodí:	173,98 [km ²]	Zeměpisné souřadnice:	162502 v.d. 495714 s.š.				
Nula vodočtu:	332,95 [m.n.m.]	Procento plochy povodí toku:	88,9				
Stupně povodňové aktivity:	[cm]	[m ³ .s-1]	Platnost SPA pro úsek toku:				
bdělost	120	12,7	Dlouhá Třebová - Ústí nad Orlicí				
pohotovost	140	16,4	Kritické místo:				
ohrožení	160	20,4					
Průměrný roční stav:	49 [cm]	N-leté průtoky:	Q ₁	Q ₅	Q ₁₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
Průměrný roční průtok:	1,24 [m ³ s-1]	[m ³ s-1]	8,97	25,6	36,6	73,1	94,1
Odesílatel zpráv:	Četnost hlášení SPA:		I. 2 x denně				
MěÚ Ústí nad Orlicí			II. 3 x denně				
			III. 3hodinové hlášení				
Odesílatel podá zprávu:	Spojení na adresáta:		Příjemce dále vyrozumí:				
OÚ Dlouhá Třebová							
RPP ČHMÚ Hradec Králové	495436257, 604290293		VHD Povodí Labe Hradec Králové				
Nejvyšší zaznamenané vodní stavy:				Mapa v měřítku 1:50 000 :			
[cm]	V. - XI.	[cm]	XII. - IV.				
321	08.07.1997	180	12.03.1981				
163	20.07.2001	174	03.01.2003				
160	12.07.1984	170	19.03.2005				
138	24.07.2010	154	03.03.1999				
132	22.07.2009	153	24.12.1988				
Popis umístění profilu :							
u železničního mostu v Hylvátech, pravý břeh							
							
24a				[Generováno : 28.04.2014]			

Příloha C Záplavové území v Ústí nad Orlicí – Hylváty



Zdroj: [17]

Příloha D Riziková území při přívalových srážkách v úseku Dlouhá Třebová – Ústí nad Orlicí



Zdroj: [17]