

UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ

# Bakalářská práce

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní

Protipovodňová prevence  
Michaela Koubková

Bakalářská práce  
2011

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní  
Akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michaela KOUBKOVÁ**  
Osobní číslo: **E08573**  
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Management ochrany podniku a společnosti**  
Název tématu: **Protipovodňová prevence**  
Zadávatel katedra: **Ústav ekonomiky a managementu**

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

- 1) cíl práce
  - 2) ochrana obyvatelstva obecně
  - 3) povodně obecně
  - 4) povodňová rizika a připravenost v Pardubickém regionu
  - 5) analýza prevence v Pardubickém regionu
  - 6) návrhy a doporučení
- Práce musí obsahovat nové poznatky a prokázat znalost používání teoretických nástrojů.


Rozsah grafických prací: -  
Rozsah pracovní zprávy: cca 30 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:


- BARTLOVÁ, Ivana. Prevence a připravenost na závažné havárie. [s.l.] : Edice SPBI Spektrum, 2008. 47 s. ISBN 978-80-7385-049-4.  
BARTLOVÁ, Ivana; DAMEC, Jaroslav. Prevence technologických zařízení. [s.l.] : Edice SPBI Spektrum, 2002. 243 s. ISBN 80-86634-10-8.  
ČAMROVÁ, Lenka; JÍLKOVÁ, Jiřina. Povodně v území : institucionální a ekonomické souvislosti. 1. Vydání. Praha : Eurolex Bohemia, 2006. 172 s. ISBN 80-7379-000-9.  
HESTER, R. E., HARRISON, R. M. Risk Assessment and Risk Management. Cambridge : Royal Society of Chemistry. 1998. ISBN 0-85404-240-7  
LÁTAL, I.; ŠTANTEJSKÝ, M. Bezpečnostní zásady ochrany podniku : prevence a řešení krizových situací. 1. vyd. Praha : Prospektrum, 2001. 120 s. ISBN 80-7175-091-3  
NĚMEC, Jan; HLADNÝ, Josef. Voda v České republice. Praha : Consult Praha, 2006. 253 s. ISBN 80-903482-1-1.  
ROUDNÝ, Radim; LINHART, Petr. Krizový management. 2005. Pardubice : Univerzita Pardubice. Fenomén krize, s. 97. ISBN 80-7194-674-555-747-04.  
Zákon č. 254/2001 - o vodách  
Zákon č. 305/2004 - o povodích  
Konceptce protipovodňové ochrany pro Pardubický kraj

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Radim Roudný, CSc.  
Ústav ekonomiky a managementu

Datum zadání bakalářské práce: 9. října 2010  
Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2011

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

L.S.

  
doc. Ing. Marcela Kožerová, Ph.D.  
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 10. listopadu 2010

## PROHLÁŠENÍ AUTORA

Prohlašuji:

Tuto práci jsem 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 mojí 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 11. 4. 2011

Michaela Koubková

## PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala panu doc. Ing. Radimu Roudnému, CSc. za pečlivé vedení mé práce, za cenné připomínky a rady k obsahu práce. Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Jiřímu Praxovi, za příjemnou spolupráci a poskytnutí materiálů, a rodině a přátelům za podporu během celého mého studia. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat im memoriám panu doc. RNDr. Petru Linhartovi, CSc., který mě svým výkladem inspiroval k vypracování této práce.

## ANOTACE

Tato bakalářská práce vymezuje základní pojmy a legislativu, týkající se ochrany obyvatelstva. Práce dále pojednává o povodňových rizicích a prevenci ve městě Pardubice. Zkoumá a porovnává odhadované škody s náklady na protipovodňová opatření.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Mimořádná událost, povodeň, protipovodňová opatření, Pardubice, řeka Labe

## TITLE

Flood prevention

## ANOTATION

This bachelor work defines elementary terms and legislation according to protection of the population. The next subject of the work is about flood risk and prevention in Pardubice city. It investigates and compares estimated damages with costs of flood measures.

## KEYWORDS

Flood, incident, flood control, Pardubice, Elbe river

# OBSAH

Úvod .....	10
1 Ochrana obyvatelstva obecně .....	11
1.1 Základní pojmy .....	11
1.2 Ochrana obyvatelstva .....	14
1.2.1 Úkoly dotčených orgánů a osob.....	14
1.2.2 Varování a evakuace obyvatel .....	15
1.3 Legislativa .....	17
1.3.1 Důležité zákony .....	17
2 Povodně obecně .....	19
2.1 Stupně povodňové aktivity .....	19
2.2 Přírozené povodně.....	20
2.1.1 Bleskové lokální povodně .....	21
2.3 Zvláštní povodně .....	21
2.4 Instituce zabývající se problematikou povodní.....	22
2.5 Protipovodňová opatření.....	24
2.6 Předpovědní a hlásná povodňová služba .....	27
2.7 Program „Prevence před povodněmi“ .....	28
3 Povodňová rizika a připravenost města Pardubice.....	30
3.1 Charakteristika území .....	30
3.2 Protipovodňová opatření v Pardubicích.....	35
3.2.1 Prevenční opatření - Labe.....	37
3.2.2 Prevenční opatření – Chrudimka .....	39
3.2.3 Náklady .....	40
3.3 Plán evakuace při přirozených povodních .....	40
3.4 Protipovodňová opatření celkem .....	42
4 Analýza protipovodňových opatření.....	43
4.1 Úsek Železniční most – Cihelna .....	47
4.2 Úsek Cihelna – Brozany, ústí Chrudimky – Halda .....	49
4.3 Úsek Brozany – Ráby.....	51
4.4 Řeka Chrudimka.....	52
4.5 Hodnocení a návrhy.....	54
Závěr .....	57



Seznam literatury .....	59
Seznam obrázků a tabulek .....	61

## Úvod

Práce je zaměřena na problematiku povodní a to z toho důvodu, že se v poslední době několikrát do roka dozvídáme z médií o mnoho místech na celém světě, která byla zasažena ničivými povodněmi. Bohužel se stává, že během krátkého období je stejné místo postiženo povodněmi i několikrát. Kladu si otázku, čím to je, že pokaždé jsou škody vysoké. Nejde tomu nějak předejít? Co vlastně způsobuje vznik povodní? Možná některé klimatické změny mají vliv na vznik povodní, ale dle mého názoru, jsou větším problémem zásahy člověka do přírody. Docházelo zde k narovnání koryt řek, což má za následek rychlejší proudění vody a tím i možnost většího rozlití řeky ven z koryta do okolního prostředí. Dále tu jsou různé úpravy zemědělských půd a lesních porostů. A to především postupné vykácení lesů a celkové změny přirozeného prostředí, které si s větším množstvím vody dokázalo poradit samo. Nezbývá nic jiného, než se pokusit vrátit přírodě její přirozený ráz a také se soustředit na protipovodňová opatření, které alespoň zmírní škody a ztráty, na včasné varování obyvatelstva a jejich následnou evakuaci do bezpečí. To vše však stojí nemalé peníze. To vše jsou důvody, proč jsem se rozhodla pro toto téma.

První část se zaměřuje na obecný popis ochrany obyvatelstva a povodní. Čtenář se zde seznámí se základními pojmy, jako jsou mimořádná událost, povodeň, stupeň povodňové aktivity a další. Tato část je zpracováním literárních a internetových zdrojů.

V další části je popsáno město Pardubice a jeho povodňová rizika. Tato část obsahuje popis protipovodňových opatření, která zde byla vybudována, a jejich následnou analýzu. Druhá část má induktivní charakter, vychází se z informací poskytnutých p. Ing. Praxem, Povodím Labe a oddělením Krizového řízení města Pardubice a směřuje k hodnocení analýzy.

Prvním cílem práce je stručné definování ochrany obyvatelstva, povodní a protipovodňových opatření. Druhým cílem je popis protipovodňových opatření v Pardubicích a jejich analýza.

# **1 Ochrana obyvatelstva obecně**

## **1.1 Základní pojmy**

K tomu, aby se co nejlépe dala definovat ochrana obyvatelstva, je potřeba si vymezit několik pojmů, které jsou pro tuto oblast důležité. Patří mezi ně nežádoucí událost, mimořádná událost, hrozba, riziko a prevence.

### **Nežádoucí událost**

Nežádoucí událost nastává ve chvíli, kdy se věci nevyvíjejí tak, jak bychom si přáli a dochází při tom ke vzniku nežádoucích jevů, situací či událostí. Tyto události můžeme rozdělit do dvou skupin. První z nich jsou nežádoucí výsledky aktivit, jež mohou mít kladný i záporný výsledek a jsou vždy způsobeny lidským konáním, tzn. jsou antropogenní. Druhou skupinu tvoří mimořádné události, ty se vyznačují tím, že jsou nechtěné a že mají pouze negativní výsledek. Mimořádné události dále členíme podle příčin na:

- přírodní,
- antropogenní (tj. způsobené člověkem),
- smíšené.

### **Příklady mimořádných událostí**

#### ***Zemětřesení***

Zemětřesení patří mezi nejčastější přírodní katastrofy. Ročně se zaregistruje několik desítek tisíc otřesů, které často proběhnou bez větších následků. Pokud zemětřesení nastane v zalidněné oblasti, jdou škody na majetku do vyšších částek a ztráty na životech, nebo újmy na zdraví lidí jsou obrovské. V současné době se k měření intenzity využívá 12 stupňová stupnice, která byla zveřejněna roku 1902 italským vulkanologem Mercallim. Geofyzici rozdělují zemětřesení podle energie otřesu a k tomu jim slouží Richterova stupnice.

#### ***Sesuvy půdy***

Sesuvy půdy většinou doprovázejí vulkanickou činnost nebo zemětřesení. Může však jít i o zřícení zemské hmoty z vyšších pohoří. Mohou vzniknout samy od sebe, nebo je způsobí jeden z činitelů – voda, mráz. Mezi jejich nežádoucí vlastnosti patří to, že se

vyskytují na tom samém místě vícekrát. Další takovou vlastností je, že se objevují často v obydlených místech. To je způsobeno v některých případech i nevhodným chováním člověka, který svojí činností naruší rovnováhu hornin, půdy a vody.

### **Laviny**

Každým rokem se stane obětí lavin několik desítek lidí. Laviny se objevují pravděpodobně vždy na stejných místech, jen čas zřícení je nepředvídatelný. Můžeme přibližně určit období, ve kterém se laviny vyskytují nejčastěji.

### **Hrozba**

„Jakýkoliv fenomén, který má potencionální schopnost poškodit chráněné zájmy objektu. Míra hrozby je daná velikostí možné škody, pravděpodobností a časovou vzdáleností možného uplatnění této hrozby.“ [7, str. 10]

„Hrozba je síla, událost, aktivita nebo osoba, která má nežádoucí vliv na bezpečnost nebo může způsobit škodu.“ [7, str. 10]

Hrozbou může být tedy v podstatě cokoliv, např. makroekonomické vlivy, kriminální aktivita, přírodní jev a mnoho dalších. Hrozba (T = anglicky threat) 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 (potencionální)

p ..... pravděpodobnost vzniku

t ..... čas

$x_1-x_n$ ... další ukazatele či faktory

[7, str. 14]

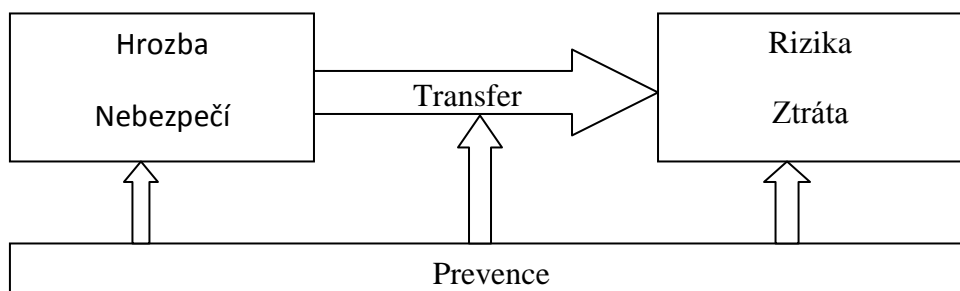
Ve většině případů dochází k tzv. interakci hrozeb, což znamená, že určitá hrozba nepůsobí samostatně, ale vyvolá i další možné hrozby. Například u povodní se často setkáváme s rabováním opuštěných domů, rozkrádáním humanitární pomoci, či podvodníky, kteří předstírají, že chtějí pomoci aj.

## Ztráta

Každá nežádoucí událost má za výsledek ztrátu, která může být:

- Potencionální – je očekávaná v budoucnosti.
- Reálná – známá po aktivaci hrozby.

Ztráta lze vyjádřit různými způsoby, př. ztráta na životech, zatopená plocha, rozsah poškození aj., ale nejdůležitější je její finanční vyjádření.



Obr. č. 1.1 Schéma vzniku ztráty

Zdroj: [7, str. 13]

## Riziko

„Riziko vyjadřuje míru budoucího ohrožení objektu, respektive aktiva hrozbami, které vedou ke škodě.“ Velikost rizika můžeme vyjádřit pomocí vzorce:

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

kde je Z..... ztráta

p ..... pravděpodobnost

t ..... čas

x ..... další faktory

[7, str. 14]

Častěji se však vychází z pojetí jako závislosti,

$$R = p \times Z$$

[7, str. 14]

kde pro praktické použití ztrátu Z i pravděpodobnost p členíme maximálně na pět stupňů. V běžném životě se riziko hodnotí nejrůznějšími způsoby podle dostupných informací, možnosti jejich zpracování a požadavku na výsledek.

## Prevence

Prevenci dělíme na dvě skupiny:

- 1) Aktivní, nazývajících se pouze prevence, která snižuje účinek na objekt před aktivací hrozby, př. výstavba protipovodňových hrází.
- 2) Pasivní, nazývajících se připravenost, která omezuje výsledné ztráty po aktivaci hrozby; zahrnují se do ní informace o aktivaci hrozby, zásah při působení hrozby (po vzniku mimořádné události) a likvidaci, což je omezení vzniku dalších škod.

## 1.2 Ochrana obyvatelstva

Pojem ochrana obyvatelstva se používá pro systém určený k ochraně chráněných aktiv, zejména obyvatelstva za mimořádné události. Ochrana obyvatelstva má charakter sdruženého systému, který obsahuje vazby, vztahy a konkrétní opatření. [10, str. 33]

<b>Druh události</b>	Každodenní události	Katastrofy a nouzové situace	Ozbrojený konflikt
<b>Oblasti činností</b>	<b>zábrana škod</b>	<b>ochrana proti katastrofám</b>	<b>civilní ochrana</b>
<b>Kompetence</b>	Samospráva, nižší úroveň státní správy		stát
<b>Záchranné subjekty</b>	požárníci zdravotnické záchranářství → pomocné služby policie		
	celostátní síly → armáda		

Obr. č. 1.2 Struktura ochrany obyvatelstva

Zdroj: [10, str. 33]

### 1.2.1 Úkoly dotčených orgánů a osob

Nejdůležitější je, aby byl každý občan informovaný a připravený. K tomu slouží především orgány obcí, zaměstnavatelé, orgány kraje a správní úřady, které poskytují

informace o možných ohroženích, preventivních opatřeních a postupu při řešení následků mimořádných událostí.

**Orgány obce** při plnění svých úkolů ochrany veřejného zájmu a při výkonu státní správy v přenesené působnosti bezprostředně zajišťují úkoly ochrany obyvatelstva ve vztahu k občanům na území obce, popř. ve správním obvodu obce s rozšířenou působností. [9, str. 118]

**Právnícké osoby a podnikající fyzické osoby** při zabezpečování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci musí plnit i opatření, týkající se případného vzniku mimořádné události. Zajišťují úkoly ochrany obyvatelstva ve vztahu ke svým zaměstnancům. Jde hlavně o upozornění na možná rizika, plánování opatření, stanovení postupů řešení mimořádných událostí a také pomoc zaměstnancům, kteří byly mimořádnou událostí postiženi. Tyto úkoly jsou zapracovány do vnitřních havarijních plánů a plánů krizové připravenosti.

### 1.2.2 Varování a evakuace obyvatel

Definice pojmu varování: „Varování je komplexní souhrn organizačních, technických a provozních opatření zabezpečujících včasné předání varovné informace o reálně hrozící nebo již vzniklé mimořádné události, vyžadující realizaci opatření na ochranu obyvatelstva.“ [7, str. 79]

Při každé mimořádné události je důležité včasné varování obyvatelstva na blížící se nebezpečí. Informování o mimořádných událostech a krizových situacích bude třeba řešit i vůči cizím státním příslušníkům, kteří pobývají na území ČR, a také vůči občanům ČR, kteří žijí v zahraničí a to prostřednictvím zastupitelských úřadů. Lidé, kteří jsou přímo ohroženi, se mohou lépe připravit a zachránit alespoň část svého majetku a tím by se snížily i následné škody. Při povodních by sami lidé z dotčených obcí sledovat stav toku, který je ohrožuje. Je dobré, aby si lidé:

- Připravili evakuační zavazadlo – které bude obsahovat důležité dokumenty, deky, jídlo, pití.
- Zajistili trvalý příjem zpráv – aby měli při sobě rádio, či jiný komunikační prostředek, z kterého by se dozvíдали aktuální informace.

- Sledovali informační systém, informace od orgánů samosprávy.
- Informovali své sousedy, příbuzné.
- Připravili zvířata na evakuaci.
- Dbali pokynů orgánů obce a záchranářů.

K varování obyvatel slouží několik prostředků:

- 1) Sirény (koncové prvky JSVV) – jejich zkouška probíhá vždy první středu v měsíci ve 12hod. a je doplněn hlášením: „Zkouška sirén, právě proběhla zkouška sirén.“
- 2) Místní rozhlasy.
- 3) Média – televizní vysílání (Česká televize, regionální televize, kabelové televize), rozhlasové stanice (Český rozhlas, regionální rádia).
- 4) Mobilní rozhlašovací prostředky – vozidla s rozhlasovým zařízením.
- 5) Osobní vyhlášení – např. hlídkami policie, hasičů aj.
- 6) Sdělení od spoluobčanů.

**Evakuace** je velmi časté a účinné opatření na ochranu obyvatel. Je realizována v době, kdy mimořádná událost hrozí nebo je na počátku. Může být:

- **Samovolná** – obyvatelé se sami rozhodnou evakuovat, orgány pověřené evakuací by však měli mít o této evakuaci přehled, aby tím zamezili nežádoucím jevům.
- **Řízená** – je realizována zodpovědnými orgány.

Ještě než se začnou lidé evakuovat, měli by si připravit **evakuační zavazadlo** se jmenovkou. Váha by neměla překročit 25 kg pro dospělé a 10 kg pro děti. Obsahem evakuačního zavazadla je:

- Osobní a další potřebné doklady (př. pojistné dokumenty, technický průkaz od vozidla aj.),
- léky a zdravotní potřeby,
- cennosti (peníze, platební karty, šperky aj.),
- sezónní oblečení,
- hygienické potřeby,
- ložní potřeby (např. spací pytel nebo deky a další),
- jídelní nádobí, kapesní nůž, otvírák na konzervy, potřeby na šití,



- základní trvanlivé potraviny, včetně nápojů na 2–3 dny.

Než dojde k opuštění domova, je nutné:

- Uzavřít přívody (vody, plynu, elektřiny) a vypojit elektrické spotřebiče ze zásuvky,
- zajistit ohrožené předměty,
- předzásobit krmení domácích zvířat, připravit je k případné evakuaci (malá domácí zvířata je možné vzít s sebou),
- uzavřít okna a ostatní vstupy do objektu, uzamknout dům či byt,
- ověřit činnost sousedů, pomoci jim s evakuací,
- mít připravené evakuační zavazadlo.

### 1.3 Legislativa

K zásadním změnám v legislativě, která se zabývá problematikou ochrany obyvatelstva, je přijetí usnesení vlády České republiky ze dne 12. listopadu 1997 č. 710 ke koncepci zabezpečení úkolů civilní ochrany definovaných Dodatkovým protokolem I k Ženevským úmluvám o ochraně obětí mezinárodních konfliktů z 12. srpna 1949. Dalším významným datem je 28. června 2000, kdy došlo k naplnění vládního ustanovení č. 710, přijetím tzv. krizového balíčku, a do našeho právního řádu byl nově zařazen pojem ochrana obyvatelstva (zákon č. 239/2000 Sb., o krizovém řízení).

#### 1.3.1 Důležité zákony

**Ústavní zákon č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky** ve znění pozdějších předpisů stanovuje základní povinnosti státu, mezi něž patří zajištění svrchovanosti a územní celistvosti České republiky, ochrana demokratických základů a ochrana životů, zdraví a majetku. Povoluje vládě v případě ohrožení vyhlásit nouzový stav, stav ohrožení státu a válečný stav.

**Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení** (krizový zákon) ve znění pozdějších předpisů stanoví působnost a pravomoc státní orgánů a orgánů územní samosprávy, práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na krizové situace, které nesouvisejí se zajišťováním obrany České republiky.

**Zákon č. 254/ 2001 Sb.** o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) stanovuje povodňová opatření, záplavová území, stupně povodňové aktivity, povodňové plány a prohlídky. Zákon dále 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. V roce 2008 byla přijata tzv. malá novela, která umožňuje snadnější realizaci protipovodňových opatření, které jsou veřejným zájmem, pomocí majetkových vazeb. Jedná se o výkup daných pozemků, pokud ale nedojde ke shodě, může být potřebný pozemek i vyvlastněn.

**Zákon č. 239/2000 Sb.** o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů definuje integrovaný záchranný systém, stanoví složky integrovaného záchranného systému a jejich působnost, působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků. Zákon dále 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.

## 2 Povodně obecně

Povodně se řadí mezi přírodní katastrofy. Voda, způsobující škody, nemusí územím pouze téct jako řeka, ale může se jednat o místo, které nemá dostatečný odtok a náhle napadne velké množství srážek. Příroda si ve většině případů dokáže s větším množstvím vody poradit sama, a proto více škod vzniká na majetku lidí. Ve vyspělejších zemích se naštěstí lidé nestávají tak často a v takové míře obětmi povodní. Je to především díky včasnému varování a následné evakuaci obyvatel do bezpečí. V současnosti vznikají v souvislosti s povodněmi i další hrozby. Při zatopení různých průmyslových podniků, rafinérií, skladů aj. se do vody dostává spousta chemických látek, které mohou na dlouhou dobu kontaminovat místa, které by jinak nebyly ohroženy.

### 2.1 Stupně povodňové aktivity

Stupeň povodňové aktivity (SPA) určuje míru povodňového nebezpečí, které je vázané na směrodatné limity. Těmito limity zpravidla bývají stavy toků a jejich průtok na příslušném hlásném profilu, případně se jedná o mezní či kritické hodnoty jiného jevu. Rozsah opatření při řízení ochrany před povodněmi se vyjadřuje třemi stupni povodňové aktivity:

- I. *stupeň SPA (stav bdělosti)*** – nastává při nebezpečí přirozené povodně a zaniká, pominou-li příčiny takového nebezpečí; vyžaduje věnovat zvýšenou pozornost vodnímu toku nebo jinému zdroji povodňového nebezpečí, zahajuje činnost hlásná a hlídková služba; na vodních dílech nastává tento stav při dosažení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností z hlediska bezpečnosti díla nebo při zjištění mimořádných okolností, jež by mohly vést ke vzniku zvláštní povodně.
- II. *stupeň SPA (stav pohotovosti)*** – se vyhláší v případě, že nebezpečí přirozené povodně přerůstá v povodeň; vyhláší se také při překročení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností na vodním díle z hlediska jeho bezpečnosti; aktivizují se povodňové orgány a další účastníci ochrany před povodněmi, uvádějí se do pohotovosti prostředky na zabezpečovací práce, provádějí se opatření ke zmírnění průběhu povodně podle povodňového plánu.

**III. stupeň SPA (stav ohrožení)** – se vyhláší při nebezpečí vzniku škod většího rozsahu, ohrožení životů a majetku v záplavovém území; vyhláší 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 a podle potřeby záchranné práce nebo evakuace. [18]

Povodeň začíná buď vyhlášením druhého, či třetího stupně povodňové aktivity, nebo jde o situaci, kdy nebyl vyhlášen ani druhý, ani třetí stupeň, ale stav nebo průtok v příslušném profilu nebo srážka dosáhla směrodatné úrovně pro některý z těchto stupňů povodňové aktivity podle povodňového plánu příslušného územního celku.

## 2.2 Přírozené povodně

Přírozené povodně jsou způsobené působením přírodních vlivů, zejména dešťů, tání sněhu a chodem ledů. Tento druh povodní je nejčastějším jevem. Rozlišujeme čtyři typy přírozených povodní:

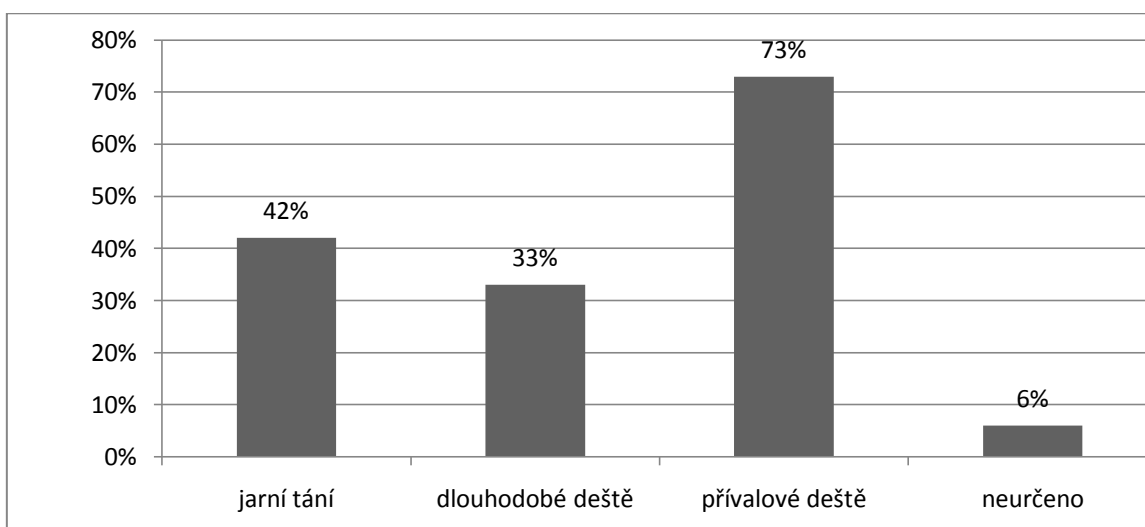
- 1) **Zimní nebo jarní povodně způsobené táním sněhu, případně v kombinaci s dešťovými srážkami** – nejčastěji se vyskytují v podhorských tocích a postupují do nižších míst, kde teče větší řeka.
- 2) **Letní povodně způsobené dlouhotrvajícími regionálními dešti** – jejich výskyt je na všech tocích a řekách, větší následky jsou především na středních a větších tocích.
- 3) **Letní povodně způsobené krátkodobými intenzivními srážkami** – mohou se vyskytnout kdekoliv, mají rychlý průběh a zasahují malé území.
- 4) **Zimní povodně způsobené ledovými jevy na tocích** – vyskytují se na úsecích toků, které jsou náchylné k tvorbě ledových jevů, nastávají i při relativně malých průtocích.

Kromě tohoto rozdělení přírozených povodní, které obsahuje informace o původu, místu výskytu a období povodně, můžeme povodně rozdělit na regionální a lokální.

### 2.1.1 Bleskové lokální povodně

Každým rokem na území České republiky nastane 60–100 lokálních bleskových povodní, které poškozují obce zejména na horních částech toků a v podhorských či horských oblastech. Jejich následky řeší především orgány obce ve spolupráci s postiženými občany, se správci toků a správci povodí. Obecní úřad se dále zabývá i případnou realizací protipovodňové ochrany. Má však omezené finanční prostředky a územní pravomoci.

Bezprostřední příčinou lokálních povodní jsou přívalové deště, jarní tání a v některých obcích i dlouhodobé deště nebo kombinace dvou z uvedených faktorů.



Obr. č. 2.1 Bezprostřední příčiny lokálních povodní

Zdroj: [3, str. 75]

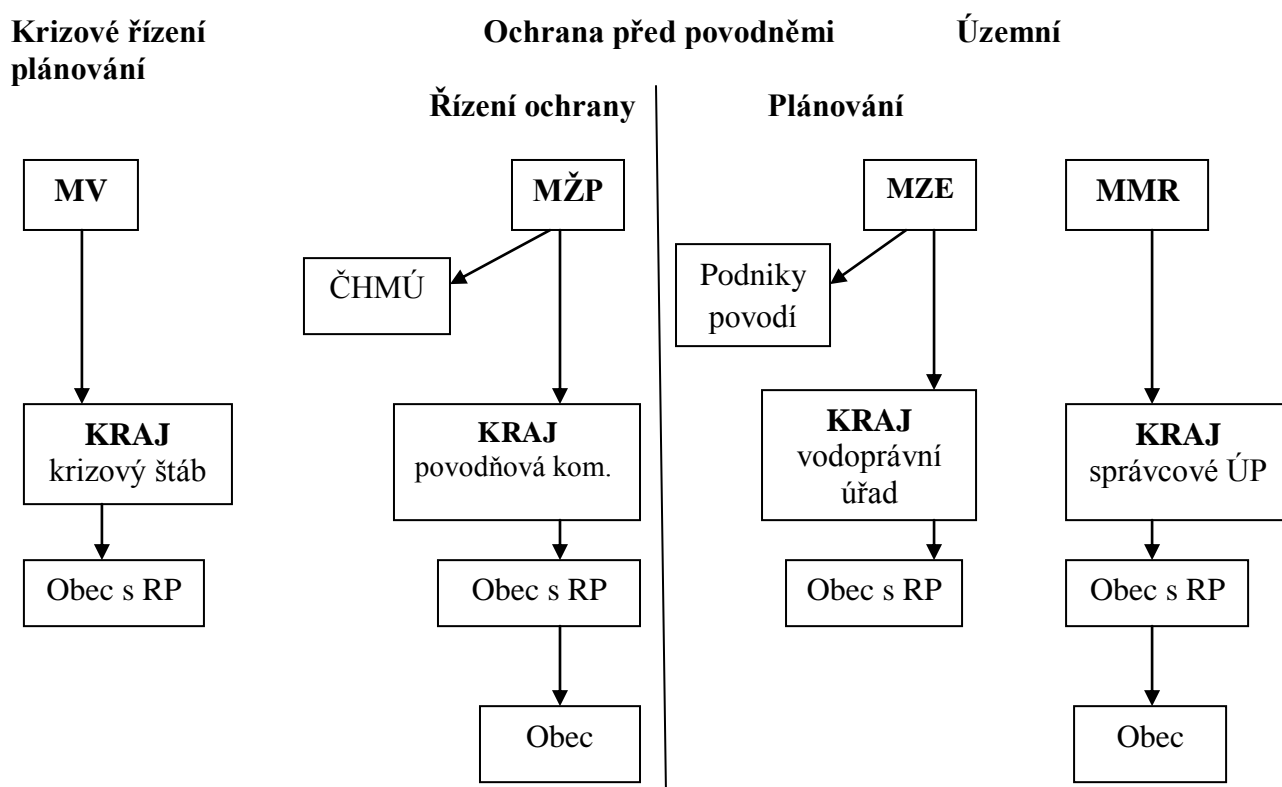
### 2.3 Zvláštní povodně

Zvláštní povodní se rozumí povodeň, která je způsobená poruchou nebo havárií vodního díla vzdouvajícího nebo akumulujícího vody. Rozeznávají se tři základní typy zvláštních povodní podle charakteru situace, která může při stavbě nebo provozu vodního díla nastat:

- *Zvláštní povodeň typu 1* – vzniká protržením hráze vodního díla.
- *Zvláštní povodeň typu 2* – vzniká poruchou hradičí konstrukce bezpečnostního zařízení, nebo výpustných zařízení vodního díla (neřízený odtok vody).
- *Zvláštní povodeň typu 3* – vzniká nouzovým řešením kritické situace ohrožující bezpečnost vodního díla prostřednictvím nezbytného mimořádného vypuštění vody z vodního díla. [18]

## 2.4 Instituce zabývající se problematikou povodní

Problematikou povodní se zabývá hlavně Ministerstvo životního prostředí ČR, v rámci kterého se schází Ústřední povodňová komise státu. Avšak vzhledem k celkovému rozdělení kompetencí a objemům finančních prostředků ve vodním hospodářství vykonává MŽP pouze řídicí úlohu v oblasti přímé ochrany před povodněmi. Další klíčovou institucí při realizaci povodňové strategie ČR je Ministerstvo zemědělství ČR, které je zřizovatelem podniků Povodí.



Obr. č. 2.2 Institucionální zabezpečení celkové ochrany před povodněmi v ČR  
Zdroj: [4, str. 38]

Neméně důležitým dokumentem je **Strategie ochrany před povodněmi pro území ČR**. Tento dokument byl formulován již po mohutných povodních v roce 1997, schválen Vládou byl však až v dubnu roku 2000. Hlavním posláním této Strategie je zlepšení protipovodňové ochrany pomocí preventivních opatření. Dalším významným úkolem je definování rozsahu odpovědnosti systému protipovodňové ochrany na úrovni subjektů vytvářejících linii: stát – orgány samosprávy – občanská a podnikatelská veřejnost. Na základě provedených analýz povodňových situací v České republice i ze zahraničních zkušeností vychází Strategie z následujících zásad:

- pro efektivní omezení následků povodní je nejpodstatnější prevence,
- na zabezpečení realizace preventivních opatření ke snížení škodlivých následků povodní se musí podílet kromě státu také subjekty – na úrovni krajů, obcí či fyzických osob – vlastníků nemovitostí,
- efektivní preventivní opatření je nutné uplatňovat systémově v ucelených hydrologických povodích a s provázáním vlivů po celé délce toku,
- pro efektivní ochranu před povodněmi je třeba vycházet z kombinace opatření v krajině a technických opatření,
- pro návrhy ochrany před povodněmi se využijí výstupy z moderních technologií matematického modelování (simulace) povodní,
- s ohledem na charakter a geografickou polohu České republiky je nezbytné řešit ochranu před povodněmi v mezinárodním kontextu, vychází se z mezistátních dohod o spolupráci v povodích řek přesahující hranice státu,
- vzhledem k finanční náročnosti je zabezpečení účinné ochrany před povodněmi víceletý proces,
- strategie je dlouhodobý dokument otevřený pro doplňující návrhy, které reagují na vývoj poznání a také na plnění navrhovaných opatření. (Koncepte protipovodňové ochrany Pardubického kraje.)

Dalším dokumentem, který souvisí s touto problematikou, je **povodňový plán**, v němž je obsažen souhrn všech organizačních a technických opatření, které jsou potřebné k odvrácení, případně ke snížení škod při povodních na životech a majetku obyvatel a na životním prostředí daného územního celku. Rozlišujeme tyto plány na:

- Povodňové plány obcí, v jejichž území může dojít k povodni,
- povodňové plány správních obvodů obcí s rozšířenou působností,
- povodňové plány správních obvodů krajů,
- povodňové plány povodí,
- povodňový plán České republiky,
- povodňové plány ohrožených staveb, které se nacházejí v záplavovém území
- pozemků, které se nacházejí v záplavových územích.

Obsah povodňových plánů upravuje technická norma TNV 75 2931. Povodňové plány mají zpravidla část věcnou a grafickou, obsahující relativně trvalé údaje o zdrojích povodňového nebezpečí, zátopovém území a opatřeních k ochraně před povodněmi, a část organizační se způsobem spojení na pracovníky a složky povodňové služby a jejich úkoly. Zpracovatelé povodňové plány každoročně přezkoumávají a podle potřeby doplňují a upravují. [18]

## **2.5 Protipovodňová opatření**

V oblasti prevence a možných opatření je asi nejvýhodnější kombinace třech možností.

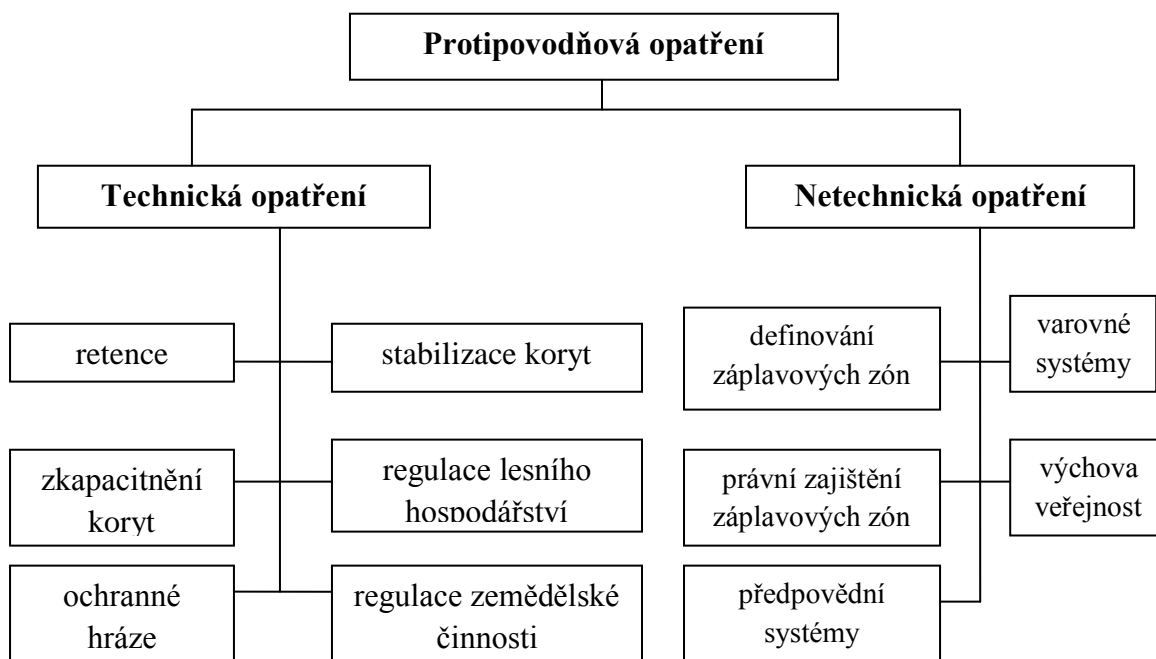
- Zpevnění řek a navýšení hrází, aby se nedostala voda z koryt řek.
- Rozptýlení povodňové vody v oblasti staveb.
- Přesídlení obyvatel z rizikových oblastí.

Různé kombinace uvedených možností závisí na závažnosti ohrožení, případné účinnosti a ekonomické efektivnosti řešení. Nikdy se však nedosáhne 100% účinnosti, protože jde o rozhodování za vysoké míry nejistoty, kde se objevuje víceúrovňové rozhodování a vliv různých zájmových skupin. Bohužel se otázka protipovodňových opatření stále nedostala na přední místo při vládních jednání. Většina peněžních prostředků, které jsou vyčleněny na mimořádné události, se využívá na úhradu škod a záchranných a likvidačních prací.

Příkladem mohou být čísla ČR, kde v letech 1997-2001 bylo vynaloženo téměř 20mld. Kč a v letech 2002-2003 až 23mld. Kč, z toho bylo vynaloženo 95 % na bezprostřední úhradu škod, tzv. obnovu po povodních. [4, str. 178]



Z toho vyplývá, že na preventivní opatření bylo použito pouhých 5 % z celkových vynaložených nákladů. Rozdělování těchto prostředků se uskutečňovalo převážně v rámci dotací Ministerstva zemědělství „Prevence před povodněmi“.



Obr. č. 2.3 Klasifikace protipovodňových opatření

Zdroj: [4, str. 214]

### Technická opatření

Technická opatření představují další zásahy do vodních toků nebo do jejich bezprostředního okolí za účelem usměrnění odtoku, zkapacitnění a vyčištění koryta apod. [4, str. 217]

Ve většině případů jde o problematiku, kterou se zabývají správci vodních toků (podniky Povodí, ZVHS, Lesy ČR), ale v některých případech přejímá iniciativu obec. Mezi technická opatření řadíme:

- bagrování, čištění toků, opravy břehů,
- obnova melioračních kanálů,
- hrázky, valy kolem vodních toků,

- narovnání toků,
- zkapacitnění mostků a propustků,
- vkládání splávků do toků a další.

### **Přírodě blízká opatření**

Přírodě blízká opatření mívají za úkol snížit povrchový odtok vody z území a zdržet více dešťové vody v místě dopadu. Zdá se, že realizování těchto opatření na horních částech povodí může zvýšit nejen ochranu níže položených míst, ale také ochránit obce před bleskovými lokálními povodněmi. Je nutné, aby se zajistily pozemky, na kterých budou opatření vybudována, a proto je zde důležitá spolupráce správců povodí s obcemi, ať formou dohody o využití obecních pozemků, nebo výkupem od soukromých vlastníků. Do přírodě blízkých řešení zahrnujeme:

- poldry včetně rozlivů na louky,
- revitalizace,
- dohoda se zemědělci (osevní postupy),
- zatravnění, zalesnění,
- realizace terénních vln na polích pro změnu odtoku.

### **Stanovení aktivních záplavových zón**

K určení záplavového území, resp. aktivní zóny záplavového území, se využívá Metodika stanovení aktivní zóny záplavového území (zkráceně „AZZU“). Toto území je definováno vyhláškou Ministerstva životního prostředí č. 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovení záplavového území, jako ***území v zastavěných částech obcí a v územích určených k zástavbě podle územních plánů, jež při povodni odvádí rozhodující část celkového průtoku, a tak bezprostředně ohrožuje život, zdraví a majetek lidí.*** [20]

Aktivní zóna je podle této vyhlášky stanovena na ustálený průtok odpovídající  $Q_{100}$ . Stanovení AZZÚ je velmi účinným preventivním opatřením. Ta část záplavového území, která je mimo aktivní zónu se výrazně nepodílí na přímém provádění povodňových průtoků, ale pokud dojde ke zvýšení povodňového stavu je také povodni zasažena.

AZZÚ je možné stanovit pouze na základě komplexního hydraulického výpočtu vhodným matematickým modelem. Základní princip této metodiky vychází z následujících kroků:

- 1) definice primárních území AZZÚ,
- 2) rozšíření primárních AZZÚ vhodnou metodou,
- 3) revize AZZÚ,
- 4) definice rozsahu aktivní zóny záplavového území vykreslením do mapy.

[20]

### **Regulace záplavových území**

Obce by si měly nechat vypracovat územní plán, kde bude vyznačeno záplavové území. Záplavovým územím se rozumí administrativně určené území, které může být v případě povodně zaplaveno vodou (Čamrová, 2006). Na tomto území by se nemělo stavět a mělo by dojít k přeměně ohroženého území na veřejnou zeleň. Avšak mnozí zástupci obce neberou vážně regulaci záplavového území a stavby, po předchozím upozornění investora na možná rizika, povolují. Přístupy k regulaci záplavového území:

- stavební uzávěry,
- jiná omezení pro zástavbu,
- povolení stavby (odpovědnost investora).

### **2.6 Předpovědní a hlásná povodňová služba**

K tomu, aby se zlepšila ochrana před povodněmi, je důležité mít včas všechny dostupné aktuální informace. Předpovědní povodňovou službu u nás zajišťuje Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) spolu se správci významných toků. Hlavním jejím úkolem je informování povodňových orgánů a ostatní subjekty povodňové ochrany o hrozícím nebezpečí.

Hlásná povodňová služba poskytuje informace povodňovým orgánům, které jsou potřebné k varování obyvatelstva a k řízení opatření k ochraně před povodněmi. Hlásná služba je organizována povodňovými orgány a podílejí se na ní všichni účastníci ochrany před povodněmi. Systém hlásné služby je decentralizovaný, založený na aktivitách všech

účastníků a přizpůsobený místním podmínkám. Systém musí být propojen s povodňovými plány a to zejména při:

- stanovení hlásných profilů a stupňů povodňové aktivity,
- zabezpečení pozorování hlásných profilů a předávání hlášení,
- opatření prováděná při dosažení nebo vyhlášení stupňů povodňové aktivity.

Hlásné profily jsou rozděleny do tří kategorií:

- **Kategorie A** – základní hlásné profily, provozovateli jsou ČHMÚ nebo Povodí.
- **Kategorie B** – doplňkové hlásné profily, zřizovatelem je kraj a provozovatelem místně příslušné obce.
- **Kategorie C** – pomocné hlásné profily, provozované účelově obcemi nebo vlastníky ohrožených nemovitostí. [19]

## 2.7 Program „Prevence před povodněmi“

Program „Prevence před povodněmi“ je rozdělen na dvě etapy, první etapa byla realizována v letech 2002-2007. Od roku 2007 až do roku 2013, původně do roku 2012, je naplánována druhá část. Náklady na první etapu, která byla zaměřena zejména na území postižená povodní v roce 1997 (Morava, Odra a povodí horního Labe), dosáhly výše cca 4,034 mld. Kč. Soustředila se na výstavbu technických prvků, které přinesly doložitelnou ekonomickou účinnost.

Na druhou etapu programu Prevence před povodněmi II je vyčleněno 10 mld. Kč dotačních prostředků, které jsou rozčleněny takto:

Zdroj	Státní rozpočet	Úvěr EIB	Výnosy z privatizací
Částka (Kč)	1,0	6,0	3,0

Zdroj: [http://eagri.cz/public/web/file/16403/PPP\\_2008\\_MZe.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/16403/PPP_2008_MZe.pdf)

Hlavním úkolem II. etapy je i nadále snižovat povodňové riziko v záplavových územích toků, posilování akumulace v údolních nivách a zvyšování koryt v intravilánech. Využívá se k tomu Metodika hodnocení priorit, ve které se objektivně určují projekty, které dosáhnou největšího efektu účinku a finančních nákladů. Vychází se z již dříve provedených studií, které byly provedeny při první etapě.

Tabulka 2.1 Přehled uskutečněného čerpání v letech 2007 a 2008 dle jednotlivých investorů (v mil. Kč)

Investor	Státní rozpočet		Vlastní zdroje
	2007	2008	
Povodí Labe, s. p.	6,277	222,835	25,866
Povodí Moravy, s. p.	26,616	51,997	17,899
Povodí Odry, s. p.	37,853	101,087	12,144
Povodí Ohře, s. p.	9,111	53,095	3,556
Povodí Vltavy, s. p.	58,357	216,604	23,652
Lesy ČR, s. p.	42,992	63,803	44,697
ZVHS	12,617	63,940	0,000
Obce	0	11,400	0,600
Hl. m. Praha	0	4,600	4,393
<b>Celkem</b>	<b>193,823</b>	<b>789,361</b>	<b>132,807</b>

Zdroj: <http://eagri.cz/public/web/file/16403/PPP2008MZe.pdf>

### 3 Povodňová rizika a připravenost města Pardubice

#### 3.1 Charakteristika území

Pardubice jsou statutárním městem na východě Čech a metropole Pardubického kraje. Leží ve východní části Polabí na soutoku řek Labe a Chrudimky. Žije zde kolem 90 tisíc obyvatel. Ve městě se nachází Univerzita Pardubice. Pardubické staré město je od roku 1964 městskou památkovou rezervací. Díky své poloze mají Pardubice výhodné spojení po silnici a zároveň se zde nachází železniční uzel, kde zastavují vlaky všech kategorií. Je zde také mezinárodní civilní letiště, které poskytuje obvyklé služby. Říční dopravu představuje parník Arnošt z Pardubic. V letních měsících mnoho turistů využívá cyklistické trasy, které vedou podél Labe skrz město až na Kunětickou horu.



Obr. č. 3.1 Pohled na historické jádro Pardubic

Zdroj: [www.regiony.ic.cz](http://www.regiony.ic.cz)

Nejvýznamnějším tokem, který protéká městem Pardubice, je bezesporu řeka **Labe**. Celková délka Labe na celém území České republiky je 370 km a délka na území Pardubického kraje je 53 km. Od Opatovic nad Labem, kde řeka vstupuje na území Pardubického kraje v nadmořské výšce 220 m, je Labe splavné. Tato řeka je důležitá nejen hlediska dopravy, ale také i jako zdroj vody pro průmysl, především chemický v Pardubicích, a energetiku (Opatovická a Chvaletická elektrárna). Z řeky odbočuje řada

náhonů dříve používaných k zásobení dnes již ze značné části zrušených rybníků. Nejdelší a nejznámější je Opatovický kanál, který z Labe odbočuje vpravo nad Opatovicemi a zpět do něj ústí u Semína, je celkem dlouhý 30 km. Původně byl vybudován v 16. století k zásobování rybníků, v současné době je využíván k zásobování užitkovou vodou (zemědělství, energetika, průmysl).



Obr. č. 3.2 Opatovická elektrárna

Zdroj: pardubice.idnes.cz

Povodí Labe na celém území kraje má rozlohu 739,6 km<sup>2</sup>. Průměrná nadmořská výška činí 256 m n. m. (min. 200 – max. 606 m n. m.). Povodí má velký podíl urbánního (8,8%) a agrárního (54,4%) využití území a hlinitopísčinych půd (42 %). Sklon do jednoho stupně má 70,5 % území. Odtokové povodí charakterizují stanice Němčice ( $Q_a$  46,2 m<sup>3</sup>/s) a Přelouč ( $Q_a$  56,4 m<sup>3</sup>/s). [13]



Obr. č. 3.3 Řeka Labe

Zdroj: [www.reka-labe.cz](http://www.reka-labe.cz)

Významným levobřežním přítokem Labe, který do něj ústí v Pardubicích v nadmořské výšce 216 m, je **Chrudimka**. Délka celého toku je 104,4 km, průměrný průtok u ústí má  $6,02 \text{ m}^3/\text{s}$ . Na jejím toku bylo zřízeno několik vodních nádrží (př. Sečská přehrada).

Povodí Chrudimky má rozlohu  $854,2 \text{ km}^2$ . Průměrná nadmořská výška činí 447 m n. m. (min. 213 – max. 800 m n. m). Využití území je podobné jako průměr pro kraj. Oproti průměru je zde však nižší podíl hlinitých (13,3%) a větší podíl písčitohlinitých (58%) půd. Sklonitost do 1 stupně má 39,6% území a 55,1% území má sklon mezi 1 a 5 stupni. Odtokové povodí v souhrnu charakterizuje stanice Nemošice ( $Q_a 5,99 \text{ m}^3/\text{s}$ ). [13]





Obr. č. 3.4 Ústí Chrudimky do Labe

Zdroj: [www.wikipedia.cz](http://www.wikipedia.cz)

Řeka **Loučná** pramení západně od Svitav u obce Karle v nadmořské výšce 541 m. Protéká Loučenskou tabulí ve Svitavské pahorkatině, potom vtéká do Pardubické kotliny, kde u Sezemic ústí zleva do Labe v nadmořské výšce 217 m. Délka toku je 81 km, plocha povodí je 732,4 km<sup>2</sup>, průměrný průtok u ústí 4,43 m<sup>3</sup>/s. Volné meandry řeky jsou před ústím regulovány čtyřmi jezy. Jejím nejvýznamnějším přítokem je řeka Desná, která do ní ústí zleva u Litomyšle.



Obr. 3.1 Řeka Loučná

Zdroj: [www.loucna.wz.cz](http://www.loucna.wz.cz)

Pro město Pardubice je největší rizikovým místem v oblasti protipovodňové ochrany soutok Labe a Chrudimky. Jako „krizový scénář“ může posloužit souběh stoletých vod z Labe (Němčice  $793 \text{ m}^3/\text{s}$ ), Loučné (Dašice  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ) a Chrudimky (Nemošice  $215 \text{ m}^3/\text{s}$ ). To že tato situace není nereálná, dokládá stav z 9. července 1997, kdy se v Pardubicích „sešel“ 10letý průtok z Němčic, 20letý průtok z Dašic a 10 – 20letý průtok z Nemošic. V té době chybělo na Chrudimce 10 cm k tomu, aby se řeka vylila z koryta a dostala se tak do města.



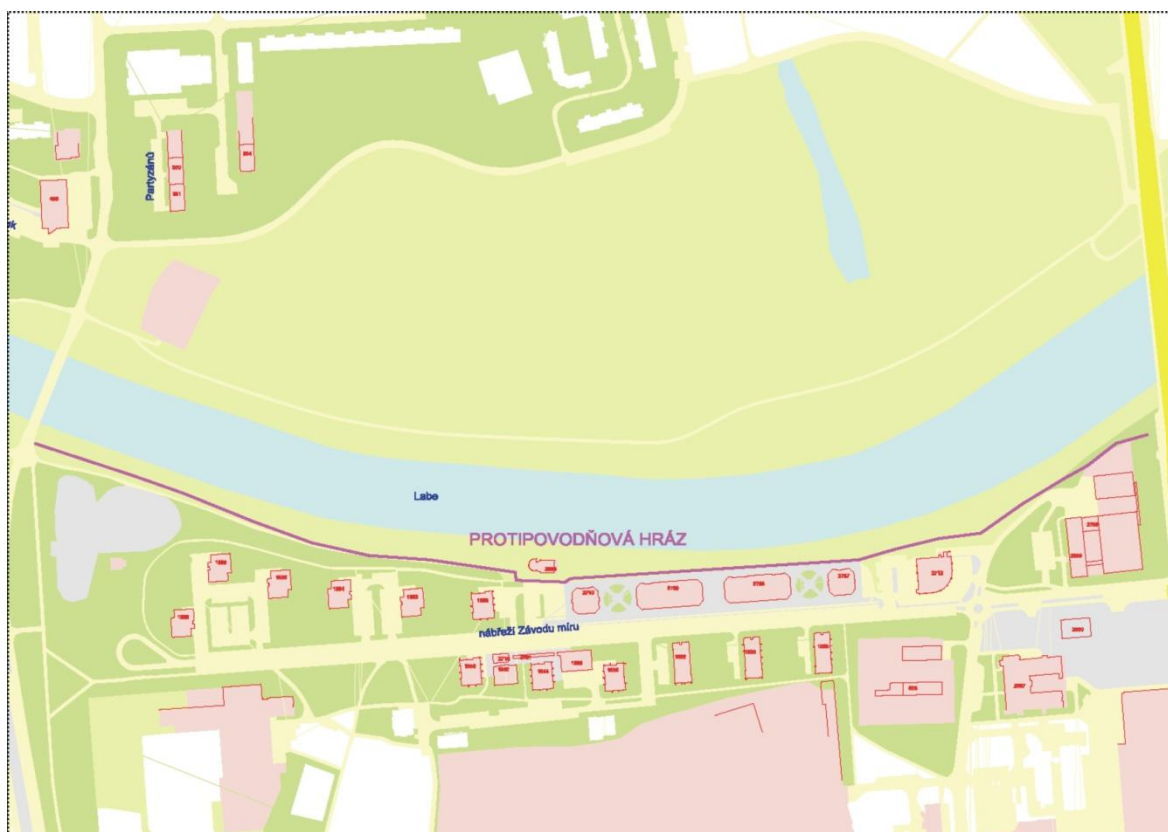
Obr. č. 3.2: Záplavové území města Pardubice

Zdroj: <http://gis.mmp.cz/cgi-bin/gsa10.cgi>

### 3.2 Protipovodňová opatření v Pardubicích

Budování protipovodňových opatření předcházely dvě větší povodně. A to v roce 1981 a v roce 1997, kdy již při průtoku  $600 \text{ m}^3/\text{s}$ , což odpovídá  $Q_{10}$ , docházelo k vylití vody z koryta. Bylo tedy jasné, že při ještě větším průtoku by byla zaplavena značná část města a voda by se dostala i do historické části. Proto byla v roce 1998 zpracována nová studie protipovodňové ochrany Pardubic. Tuto studii zpracovaly firmy DHI Hydroinform Praha a. s., která měla na starosti hydrotechnickou část, a firma Hydroprojekt Praha a. s., řešící technický návrh protipovodňových opatření. Studie zhodnotila stávající stav odtokových poměrů, to zahrnovalo výpočet hladin stoleté vody a stanovení rozsahu záplavového území. Celkový návrh byl rozdělen do jednotlivých etap, které umožnily dosáhnout cílového efektu ochrany města v závislosti na postupném získávání finančních prostředků na jejich realizaci. Po prostudování závěrů provedené studie se Povodí Labe,

státní podnik a město dohodlo na přípravě jednotlivých etap, které byly zařazeny do programu Ministerstva zemědělství č. 229 060. V dřívější době byla také vybudovaná protipovodňová hráz na nábřeží Závodu míru, která má ochránit v té době nově postavené sídliště Poseidon.



Obr. č. 3.5 Protipovodňová hráz nábřeží Závodu Míru

Zdroj: Stavební úřad Pardubice

Stavební práce byly zahájeny na podzim roku 2002. První etapy se týkaly především úpravami na pravém břehu Labe, protože by zde potenciálně došlo při stoleté vodě k největším škodám, jelikož se zde nachází hustě obydlené části města (Polabiny, Staré Hradiště, Trnová, Cihelna, Ohrazenice a Rosice nad Labem). Další etapy byly zaměřeny na levý břeh Labe a na oba břehy řeky Chrudimky. Ačkoliv se jednalo o výstavbu ochranných hrází, které měly zamezit nátoky do záplavového území, tak se tu objevil problém, že by mohlo dojít ke zhoršení povodňové ochrany obcí nad Pardubice, především obce Ráby a Kunětice. Proto se zpracoval projekt zahrnující se do

protipovodňových opatření v Pardubicích, které snižují negativní dopad zvýšení hladiny vlivem ohrazování na další obce.

### **3.2.1 Prevenční opatření - Labe**

#### ***Pravý břeh Labe, Cihelna – Brozany***

Zde se jednalo o zvýšení již stávající hrázky a výstavbu nové brozanské hrázky. Celková délka úpravy je 3030 m, celkové množství hutněného násypu pro tuto akci činilo 16 176 m<sup>3</sup>. Ochrana začíná u jezu, v areálu Povodí Labe, s. p., kde byla provedena ochranná betonová zídka výšky cca 0,3 m. Dále v délce 1984 m se jedná o sypanou homogenní zemní hrázku podél Labe. Výška nové hrázky je 0,6 – 1,2 m. Na počátečních 406 m je koruna hráze pouze ohumusována, v dalších úsecích vede asfaltobetonová komunikace o šířce 3,5 m. Tato akce, kde generálním dodavatelem byla firma Labská s. r. o. Pardubice, byla zahájena 11/2002 a ukončena 12/2004.

#### ***Pravý břeh Labe, Železniční most – Cihelna***

V této etapě šlo zejména o pravobřežní nivy Labe a částečně sídliště Polabiny, kdy se vystavěla hráz s korunou převýšenou 0,50 m nad hladinou Labe při průtoku  $Q_{100}$ . Hráz byla sypána ze soudržných zemin a na koruně je zřízena asfaltobetonová vozovka o šířce 4 m. Jádru hráze bylo provedeno z popelového stabilizátoru z Elektrárny Opatovice. Celková délka hráze od mostu k nádraží ČD je 616 m, kde je max. výška 2,4 m. V úseku vedoucím mezi mostem k nádraží ČD a mostem P. Wonky je hráz vedena souběžně s Labem a v celé délce je na koruně hráze asfaltobetonová vozovka. Svahy jsou ohumusovány a zatravněny. Celková délka této části je 1014 m a max. výška hráze je 3,3 m. V následném úseku od mostu P. Wonky k ulici K Cihelně vede ochranná hráz v místě stávající panelové cesty a její konstrukce je stejná jako v předcházejícím úseku. Celková délka hráze je 442 m. Akce, kde hlavním dodavatelem byla společnost M-silnice Hradec Králové, a. s., byla zahájena 04/2004 a ukončena 11/2005.

#### ***Prohrábka Labe, jez Pardubice – soutok s Loučnou***

Účelem této stavby byla úprava nivelety koryta Labe v délce 3000 m. Celkový objem odtěžených zemin činil cca 61 000 m<sup>3</sup>. V odtěžené zemině se nacházely naplaveniny charakteru písků i štěrků s různou příměsí jílu, podložní slíny i rozrušené slínovce. Zemina, která byla při této akci vytěžena, byla převezena na deponie a její část byla použita do

násypů staveb protipovodňové ochrany Pardubic. Tato akce trvala něco málo přes rok (08/2005 – 09/2006) a jejím hlavním dodavatelem byla opět společnost Labská s. r. o.

#### ***Pravý břeh Labe, Brozany - Ráby***

Tato stavba navazuje na brozanskou hrázku, která byla vybudována v první etapě. Trasa je vedena podél východní hranice trvale zastavěného území obce Brozany. Nejprve je zde zemní hrázka dlouhá 185 m a poté v místě hranice pozemků zahrad jako betonová podezdívka plotu. Následně se stáčí na východ, kde vede po zvýšené asfaltobetonové polní cestě, která se po několika metrech stáčí na severovýchod a zde protíná ornou půdu. Dále křížuje Rábský odpad. Hrázová propustnost z rámcových profilů je na výtokovém čele opatřena stavítkem s ručním ovládním proti zpětnému povodňovému vzduť. V jedné části tato hráz přetíná státní silnici z Rábů do Kunětic, proto je v tomto místě přerušena a v případě nutnosti zde bude provedeno zahrazení pomocí mobilních vaků. Stavba vede v celé své délce, kromě úvodního úseku, po volném prostranství. Celková délka ochranných opatření, které byly vybudovány v období 11/2005 – 09/2006 a jejímž generálním dodavatelem byla společnost Chládek a Tintěra s. r. o., činí 2280 m.

#### ***Levý břeh Labe, most P. Wonky – Halda***

Pro tuto akci byla zvolena hodnota  $Q_{100}$  jako odpovídající míra ochrany. Vycházelo se zde z místních podmínek a také z majetkoprávních vztahů. U mostu P. Wonky, kde se nachází parkoviště, je vybudována betonová zídka v délce 85 m, která sahá do maximální výšky 0,35 m. Na ní navazuje zemní homogenní hráz s možností pojezdu až k areálu hydroelektrárny v délce 272 m. Poté je okolo areálu hydroelektrárny betonová zídka dlouhá 42 m. V úseku od jezu na Labi až po ústí Chrudimky do Labe je vybudována zemní homogenní hráz s možností pojezdu v délce 100 m a zároveň navazuje na hráz podél Chrudimky. Ne úseku ústí Chrudimky – Halda je navržena jednotná úprava a to zvýšení stávající zemní hráze provedením nástavby. Celková délka této úpravy je 2 785 m. Okolo zahrádkářské kolonie je hráz ponechána ve stávající úrovni a ochrannou funkci zde přebírá nově postavená betonová zídka v délce 119 m. Na konci úseku je přemostěn historický náhon Halda a mostní objekt je vybaven stavidlem pro možnost uzavření v případě výskytu povodňového ohrožení. Akce byla zahájena 11/2005 a ukončena 09/2006, generálním dodavatelem byla společnost Skanska a. s.

### 3.2.2 Prevenční opatření – Chrudimka

Stavba na Chrudimce je rozčleněna mosty na jednotlivé charakteristické úseky:

- *Vyústění do Labe – most na Bělobranské náměstí*

Na levém břehu v dolním úseku je vystavěna homogenní hráz v délce 232 m jako nástavba dříve postavené hráze. Od šachty shybky Spojilský odpad pod Chrudimkou pokračuje betonová opěrná zeď v délce 81 m a v dalším úseku dlouhém 183 m došlo k navýšení stávajících opěrných zdí. Na pravém břehu mezi ústím Chrudimky do Labe a Spojilským odpadem je provedena zemní hráz v délce 217 m. Dále za Spojilský odpad vede betonová zídka v délce 318 m, která je ukončena v koruně stávající nábrežní zdi vedoucí od mostu na Bělobranské náměstí.

- *Most na Bělobranském náměstí – Prokopův most*

Na levém břehu bylo naplánováno postavení kamenné zídky o délce 167 m, které je v místě výrazného násypu přerušena. Na pravém břehu je postavena kamenná zídka v délce 201 m. Místa, kde dochází k přechodu chodů, byla ponechána volná. V případě výskytu povodňového ohrožení budou tato místa zahrazena pomocí mobilního hrazení, tj. dřevěná hradidla osazovaná do drážek v zídkách.

- *Prokopův most – betonová lávka pro pěší*

Kvůli stísněnému prostoru byla na levém břehu navržena betonová zídka o délce 190 m. Na pravém břehu se v tomto úseku nacházejí Bubeníkovy sady. Zde došlo k vybudování cihlové zídky na obvodu parku v délce 365 m, protože navýšení zemní hráze nebylo možné z důvodu většího výskytu vzrostlých stromů. Vstupy do parku jsou ponechány volné s možností mobilního zařízení.

- *Betonová lávka pro pěší – most na rychlodráze*

Na tomto úseku se nachází několik technických opatření. Na začátku v úseku 27 m je zemní hráčka propojující vyvýšená místa. Dále se zde nachází 193 m dlouhá zvýšená podezdívka plotu areálu městských lázní a na to navazuje homogenní zemní hráz v délce 122 m. V místě, kde dochází ke zmenšení půdorysného prostoru pro vedení zemní hráze, pokračuje betonová zídka v délce 122 m. Na pravém břehu se nachází Matiční jezero, a proto se i tady stejně jako v případě Bubeníkových sadů provedlo ochranné opatření až za

ním. Po břehové hraně jezera vede zídka v délce 140 m. V další části pokračuje úhelníková opěrná zeď v délce 321 m. Dále pokračuje betonová zídka dlouhá 33 m. Do této akce byly zahrnuty i úpravy pro zachování funkčnosti Matičního jezera a to především jeho odbahněním a výstavbě nového vtoku a výtoku, nebo-li propojení Matičního jezera s Chrudimkou.

### 3.2.3 Náklady

Celkové náklady na všechna protipovodňová opatření se skládají z dílčích nákladů, které byly investovány do jednotlivých akcí. Tyto akce většinou neprobíhaly současně, ale navazovaly na sebe, a většinou byl i jiný dodavatel stavby. V tabulce (3.1) je přehled etap a úseků, dodavatelů a nákladů na vybudování protipovodňové ochrany.

Tabulka 3.1 Náklady na jednotlivé etapy PPO v Pardubicích

Etapa	Řeka	Dodavatel	Celkové náklady (v tis. Kč)
I. Cihelna – Brozany	Labe	Labská s. r. o.	21 479
II. Železniční most – Cihelna	Labe	M-silnice Hradec Králové a. s.	29 899
III. Prohrábka Labe	Labe	Labská s. r. o.	67 323
IV. Brozany – Ráby	Labe	Chládek - Tintěra s. r. o.	10 999
V. most P. Wonky – Halda	Labe	Skanska a. s.	24 275
V. oba břehy Chrudimky	Chrudimka	Skanska a. s.	24 275
Celkem (v tis. Kč)			<b>178 249</b>

Zdroj: upraveno podle dokumentu Protipovodňová ochrana Pardubic, Povodí Labe

### 3.3 Plán evakuace při přirozených povodních

Plán evakuace při přirozených povodních z roku 2008 je nedílnou součástí povodňového plánu statutárního města Pardubice a za jeho komplexní aktualizaci zodpovídá odbor krizového řízení. Přípravné práce na tomto dokumentu začaly již v roce 2003. Během následujících dvou let se nashromáždily data potřebná k dalšímu zpracování Plánu evakuace, který má čtyři části (E1, E2, E3, E4). V první části je vypsána legislativa, která se týká této problematiky, činnosti zajišťované po vyhlášení evakuace (evakuační prostory, trasy, dopravní zabezpečení), způsoby evakuace (samovolná x řízená) a dále harmonogram činností jednotlivých subjektů. Druhá část je grafická, ve třetí je vzor dokumentace evakuačního střediska a čtvrtá je zaměřena na dokumentaci místa nouzového



ubytování (seznamy veřejných a jiných ubytovacích zařízení (hotely, hostely, penziony, školská zařízení).

Při evakuaci je nezbytná spolupráce s dopravním podnikem města Pardubice, který poskytne autobusy, které budou využity pro transport obyvatel do evakuačních středisek nebo míst nouzového ubytování, poté s provozovateli evakuačních středisek a míst nouzového ubytování.

Evakuace se při povodních zahajuje na základě rozhodnutí územně příslušných povodňových orgánů (např. povodňová komise statutárního města Pardubice). Evakuace se provede v souladu s Plánem evakuace při přirozených povodních, podle povodňového plánu a s využitím výpisu havarijního plánu kraje pro území správního obvodu statutárního města Pardubice.

V případě že by se schylovalo k dosažení průtoku Labe na úroveň  $Q_{100}$ , je nutné zahájit evakuaci obyvatel z ohrožených území. Jejich přehled zpracuje a stanoví pořadí evakuace tajemník povodňové komise, v jejímž čele stojí primátor města. V současné době tato funkce připadá pí. Bc. Štěpánce Frankové. Doporučení k provedení evakuace navrhne primátorovi města také tajemník povodňové komise, případně v jeho nepřítomnosti tuto zodpovědnost přebírá pracovník vodoprávního úřadu města. Zahájení a ukončení evakuace bude vydáno a zveřejněno rozhodnutím primátora města. Ukončení evakuace musí být konzultováno a odsouhlaseno orgány, které jsou odpovědné za plnění úkolů, vyplývajících jim z obecně závazných právních předpisů.

Lidé z Pardubice, kteří by byli ohroženi povodní, se budou podle pokynů shromažďovat na místech, odkud budou převezeni do evakuačního střediska, příp. na místo nouzového ubytování. Hlavním evakuačním střediskem ve městě je multifunkční sportovní hala ČEZ Aréna v Sukově ulici, která se sice nachází poblíž řeky Labe, ale nezasahuje do záplavového území stanovené pro  $Q_{100}$ . Jako záložní evakuační středisko byla vybrána budova ZŠ Spořilov. Obě střediska se připravují zároveň pro případ, že by došlo k náhlým změnám povodňové síly.

Tabulka 3.2 Náklady spojené s evakuací

Činnost	Poznámka	Částka
dopravní zabezpečení	autobusy MHD - mzdy řidičů, provozní náklady	40000,-
provoz HES <sup>1</sup>	24hodinový provoz	80000,-
provoz MNU <sup>2</sup> (školská zař.)	24hodinový provoz (mimo stravování)	20000,-

Zdroj: Evakuační plán pro město Pardubice při přirozených povodních

Co se týká nákladů na stravování ve školských zařízeních, tak ty jsou stanoveny odpovědným odborem magistrátu. Ale jelikož není v žádném zákoně uveden druh ani množství potravin, které by měl občan v nouzových podmínkách dostat, je možné tuto výši v rozumné míře upravovat. Všechny uvedené náklady hradí město ze svého rozpočtu.

Při vyhlášení pohotovostního stavu jsou distribuovány informační letáky, které obyvatele seznamují s nastáním mimořádné události, aby se lidé mohli připravit na blížící se nebezpečí. Je zde uvedeno, co vše by mělo obsahovat evakuační zavazadlo, které si mají lidé připravit. Jsou zde i rady co dělat v případě, když je člověk nějakým způsobem tělesně postižený. Tito lidé mají zavolat na jednu z tísňových linek (150,155,158, 112) a požádat o pomoc, nebo mají vyvěsit z okna bílou látku, kterou dají na vědomí, že potřebují pomoci. Součástí letáku je i tabulka, do které se uvádí, jestli obyvatelé provádí samovolnou evakuaci nebo ne, a dále se vyplní adresa a seznam osob hlášených na této adrese a kam se evakovali v případě samovolné evakuace. Uvedou se také informace o zvířatech, či nebezpečných věcech, které zanechali doma.

### 3.4 Protipovodňová opatření celkem

Celková protipovodňová opatření svým rozsahem zahrnuje celé město Pardubice. Ať už se jedná o aktivní, či pasivní opatření. Pasivním opatřením se rozumí Evakuační plán města Pardubice při přirozených povodní. Díky tomuto plánu je evakuace vyřešena velmi dobře a tento plán by se dal využít nejen při povodňovém ohrožení. Aktivními opatřeními se zabýváme ve větším rozsahu dále.

<sup>1</sup> HES – hlavní evakuační středisko

<sup>2</sup> MNU – místo nouzového ubytování

#### 4 Analýza protipovodňových opatření

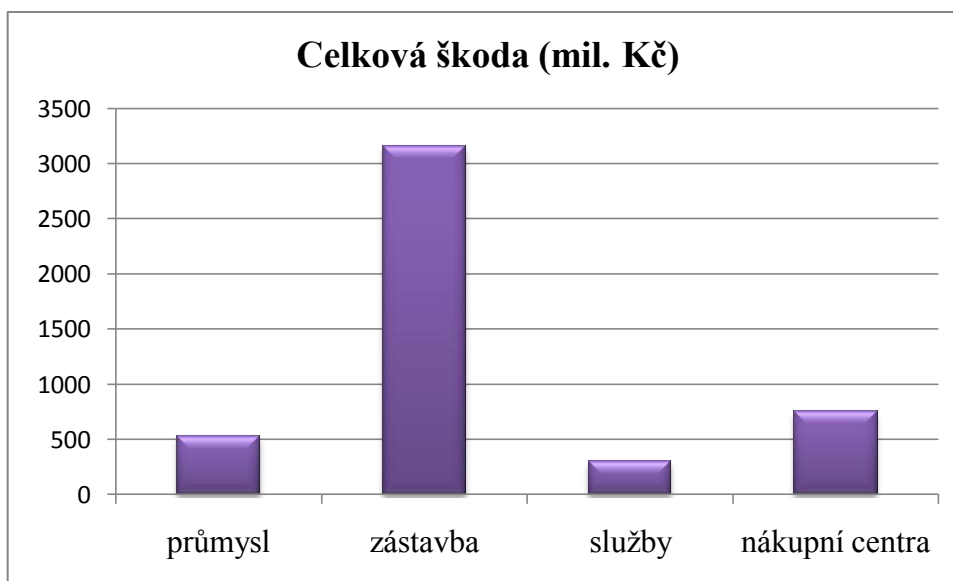
Ve své analýze se budu odkazovat na údaje uvedené v předešlé kapitole, v podkapitole Protipovodňová opatření v Pardubicích. Pro nedostatek většího množství údajů, půjde o zjednodušenou analýzu, ve které využiji především délky Labe a Chrudimky na území města Pardubice. Analýza bude provedena pouze na aktivní protipovodňová opatření, což jsou např. hráze, betonové zídky, odbahnění koryta řeky aj.

Tabulka 4.1 Přehled výše odhadovaných škod

Druh pozemku	Plocha (tis. m <sup>2</sup> )	Škoda Kč/m <sup>2</sup>	Celková škoda (mil. Kč)
Průmysl	1500	350	525
Zástavba	2100	1500	3150
Služby	500	600	300
nákupní centra	500	1500	750
<b>Celkem</b>			<b>4725</b>

Zdroj: Studie protipovodňové ochrany, DHI Hydroinform, 1998

V tabulce jsou uvedeny odhadované škody na různých druzích pozemku. Je zde odhadnuto, o jak velkou plochu by se jednalo. Celková škoda se zjistila tak, že se plocha vynásobila výší škody na čtvereční metr.



Obr. č. 4.1 Celková odhadovaná škoda u jednotlivých pozemků

Zdroj: upraveno podle DHI HydroInform, 1998

Z grafu (obr. č. 4.1) je patrné, že největších škod by bylo na pozemku, který je určený k zástavbě. Je to z toho důvodu, že poblíž řeky Labe se nachází na pravém břehu velké sídliště Polabiny a na levém břehu sídliště Poseidon. Co se týká řeky Chrudimky, tak ta protéká nedaleko historického jádra města a dále také dosti zastavěnou částí Pardubic. Je zajímavé, že na druhém místě jsou nákupní centra, jelikož Pardubice byly a jsou průmyslovým městem. Je to nejspíše tím, že veškerý průmysl se soustřeďuje do takových částí Pardubic, které nejsou ohroženy povodněmi. Zatímco nákupní centra se staví poblíž hustě osídlených lokalit.

V materiálu od společnosti DHI Hydroinform (1998) se uvádí, že počet ohrožených obyvatel je cca 35.000, což odpovídá zhruba jedné třetině obyvatel Pardubic. Opatření, která mají zvýšit ochranu před povodněmi, ochrání celkově 1800 ha území.

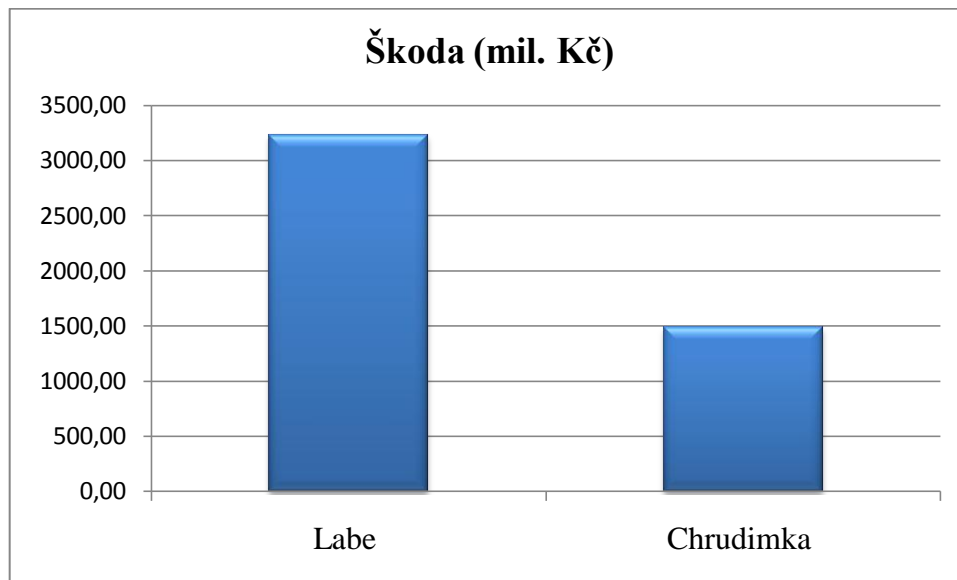
Jelikož nejsou informace, které by více specifikovaly škody, nebo jejich změnu oproti odhadovaným škodám v době, kdy nebyla protipovodňová opatření vybudována, proto ke své analýze využiji délku Labe na území města Pardubice, z které odvodím délku pravého a levého břehu. Tyto délky rozčlením do třech úseků, na kterých byla provedena protipovodňová opatření. První část se bude týkat úseku od Železničního mostu až po Cihelnu, respektive zdymadlo, další část vede od Cihelny po Brozany na pravém břehu a od ústí Chrudimky po Haldu na levém břehu a poslední částí je úsek z Brozan do Rábů. Do této analýzy musím zařadit i část řeky Chrudimky, protékající nedaleko centra města a ústící do Labe. Ke každé délce hráze přiřadím úměrný díl celkových odhadnutých škod.

Celková délka řeky Labe byla odhadnuta z říčních kilometrů uvedených v geografickém informačním systému Povodí Labe na 13 km. Délky úseku na pravém a levém břehu jsem vyčíslila z dokumentu Povodí Labe, kde jsou popsány jednotlivé etapy výstavby protipovodňového opatření. Délka Chrudimky v Pardubicích je odhadnuta na 6 km.

Tabulka 4.2 Rozdělení odhadovaných škod

Řeka	délka (m)	část z celkové délky (%)	Škoda (mil. Kč)
Labe (pravý a levý břeh)	26 000	68,42	3232,89
Chrudimka (pravý a levý břeh)	12 000	31,58	1492,11
<b>Celkem</b>	<b>38 000</b>	<b>100</b>	<b>4725</b>

Zdroj: vlastní zpracování



Obr. č. 4.2 Odhadované škody na Labi a Chrudimce

Zdroj: vlastní zpracování

Rozdělení celkové odhadované škody, způsobené povodní v Pardubicích, je velmi hrubě odhadnuto z nedostatku potřebných údajů. Poměrovou částí délek řek jsem vypočítala části škod, připadajících na Labe a Chrudimku. Kvůli délce Labe připadá více škod na tuto řeku a její přiléhající okolí, i když v určitých částech není ohrožena žádná zástavba. Zatímco Chrudimka ohrožuje i historické jádro města, kde by byly škody velmi vysoké.

Odhadnuté ztráty dále využiji při výpočtu účinnosti jak jednotlivých opatření, tak celkové efektivity. Životnost opatření jsem stanovila na 50 let. K výpočtu efektivity za celé období životnosti použiji vzorec:

$$\eta = \frac{Z \times p}{N}$$

Vzorec 4.1 Výpočet efektivity

$$\eta = \frac{Z \times p}{\frac{N}{\bar{z}}}$$

Vzorec 4.2 Výpočet efektivity

Z..... ztráta v mil. Kč

N..... náklady na opatření v mil. Kč

p ..... pravděpodobnost

ž..... životnost opatření

Pro konkrétní odhadnuté hodnoty vypadá výpočet takto (uvedené ztráty a náklady jsou vyjádřeny v mil. Kč)

$$\eta = \frac{4725}{178,249} = 26,51$$

nebo takto

$$\eta = \frac{4725 \times 0,01}{\frac{178,249}{50}} = 13,25$$

V prvním případě se celkové ztráty vydělily celkovými náklady na všechna opatření. Neuvažuje se zde pravděpodobnost nastání povodně, jde tedy o výpočet za neurčitosti. Nevíme, jestli povodeň vůbec nastane. V druhém případě se ztráty vynásobí pravděpodobností nastání, což v případě  $Q_{100}$  znamená jednu setinu, a náklady se vydělí dobou životnosti, čímž dostaneme náklady za rok. Pokud bychom předpokládali životnost 100 let, vyšlo by nám stejné číslo jako v případě, kdy je výpočet z hlediska neurčitosti. V obou případech vyšla návratnost relativně vysoká. Je to tím, že i při vynaložení relativně malé částky, dosáhneme později vyšších úspor. Nebude třeba vynakládat tolik finančních prostředků na likvidaci případných škod způsobených povodní.

#### 4.1 Úsek Železniční most – Cihelna

Pravý břeh tohoto úseku tvoří především velká část sídliště Polabiny a městská zeleň. Poblíž zdymadla na Cihelně se nachází areál Univerzity Pardubice. Při budování protipovodňového opatření došlo k zvýšení hráze, na které byla vytvořena stezka pro cyklisty nebo in-line bruslaře.

Na levém břehu se nachází sídliště Poseidon na nábřeží Závodu Míru, za mostem P. Wonky pak parkoviště, které je poblíž multifunkční sportovní haly ČEZ Arény. Je zde i areál hydroelekárny. Okolo sídliště Poseidon byla zbudovaná protipovodňová hráz již v dřívější době, protože to byla jedna z podmínek, které měly být splněny před kolaudací těchto domů.

Tabulka 4.3 Odhadovaná výše škody na 1. Úseku

	délka (m)	část (%)	škoda (mil. Kč)	náklady (mil. Kč)	náklady/m (v Kč)
pravý břeh	2685	-	-	28,899	9076,3
levý břeh	499	-	-	0	0,0
<b>celkem</b>	<b>3184</b>	<b>27,93</b>	<b>903,10</b>	<b>28,899</b>	<b>9076,3</b>

Zdroj: vlastní zpracování

Na první úsek připadá celkově 3184 metrů. Jedná se o součet délek na pravém a levém břehu v daném úseku. Část vyjadřuje procentuální vyjádření celkové délky úseku vzhledem k celkové délce všech protipovodňových opatření (hrází, betonových zídek aj.) na Labi v Pardubicích. Škoda na tomto území by činila 395,9 mil. Kč. Jak je patrné, pokud bychom poměrovou částí rozdělili škody na pravém a levém břehu, došli bychom k tomu, že by více škod vzniklo na pravém břehu, kde se nachází sídliště Polabiny a také část univerzitního areálu.

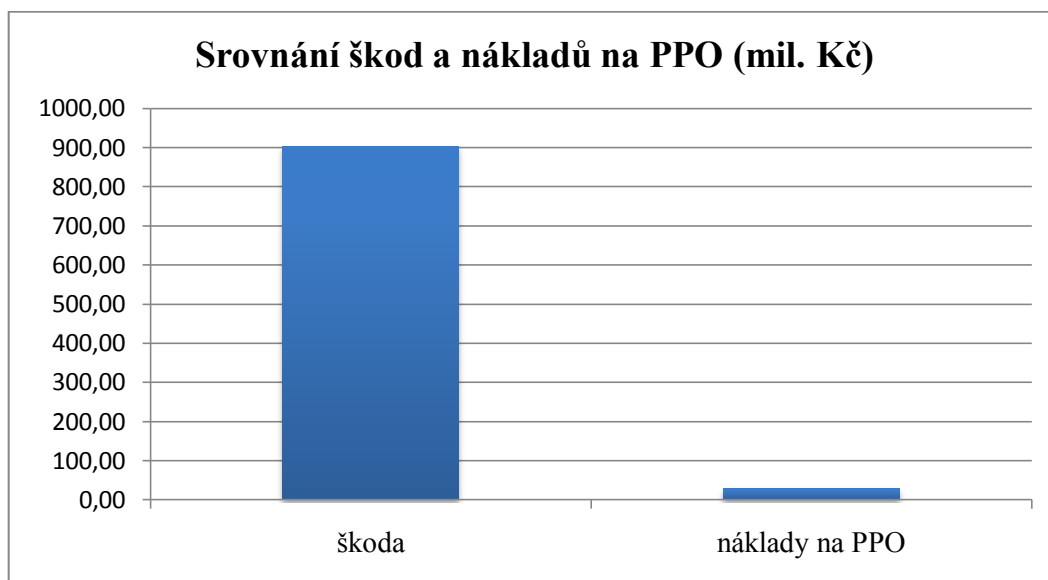
Návratnost dle vzorce (4.1)

$$\eta = \frac{903,10}{28,899} = 30,2$$

a dle vzorce (4.2)

$$\eta = \frac{903,10 \times 0,01}{\frac{29,899}{50}} = 15,1$$

Podle těchto výpočtů se bude návratnost pohybovat mezi 15,1 – 30,2. Náklady na jeden metr jsou 9 073 Kč.



Obr. č. 4.3 Srovnání škod a nákladů na PPO 1. úsek

Zdroj: vlastní zpracování

Náklady na výstavbu této etapy činily 29,899 mil. Kč. Je to relativně malá částka, když tato opatření mají zamezit škodě, tím dojde k úspoře, částky 903,1 mil. Kč. Návratnost tohoto opatření se pohybuje v rozmezí 15,1 až 30,2 Kč. Můžeme tedy říct, že



provedené opatření jsou efektivní a vyplatilo se do nich investovat finanční prostředky, které šly jak z rozpočtu města, tak i z dotačního programu Prevence před povodněmi.

## 4.2 Úsek Cihelna – Brozany, ústí Chrudimky – Halda

Tento úsek je na pravém břehu vedena volným prostranstvím okolo polí a luk. Zdálo by se, že tedy zde nemůže dojít k vysokým škodám, ale jelikož se jedná o prostor, který není příliš zarostlý a není zde jiný odvod většího množství vody, došlo by k zaplavení i vzdálenějších obcí, jako jsou např. Brozany. Na levém břehu se nachází ústí Chrudimky do Labe, jedno z kritických míst při povodních. Nedaleko tohoto místa stojí Zámek Pardubice, který má značnou historickou hodnotu. Dále zde leží zahrádkářská kolonie.

Tabulka 4.4 Odhadované škody na 2. Úseku

	délka (m)	část (%)	škoda (mil. Kč)	náklady (mil. Kč)	náklady/m (v Kč)
pravý břeh	3030	-	-	88,802	29307,6
levý břeh	2904	-	-	24,2745	8359,0
<b>celkem</b>	<b>5934</b>	<b>52,06</b>	<b>1683,10</b>	<b>113,0765</b>	<b>37666,6</b>

Zdroj: vlastní zpracování

Návratnost tohoto opatření byla mnou vyčíslena na:

$$\eta = \frac{1683,10}{113,0765} = 14,9$$

$$\eta = \frac{1683,10 \times 0,01}{\frac{113,0765}{50}} = 7,4$$

Na druhém mnou určeném úseku je celková délka provedených opatření 5 934 m. Což tvoří více než polovinu celkové délky všech opatření. Škoda je zde vyčíslena na 1 683,1 mil. Kč. Zdůvodnila bych to tím, že se na zkoumaném území nachází budova zámku, která má velmi vysokou hodnotu. Jinak větší část prochází volnou krajinou, kde by nedošlo k tak velkému ohrožení obyvatel. Návratnost je za předpokladu, že životnost opatření je 50 let, 7,4. V případě neurčitosti je to dvojnásobek. I zde se jedná o účinné opatření, do kterého se vyplatilo investovat.

V následujícím grafu je zobrazeno srovnání odhadovaných škod a vynaložených nákladů. Je zde zase patrné, že i přes relativně nízké náklady dojde k velké úspoře finančních prostředků v případě, že by nastala povodeň. Tato úspora by nejspíše nebyla tak vysoká, jak je zde naznačeno, ale z důvodu nedostatku materiálů, které by vyčíslovaly změny škod před a po zavedení opatření, jsem zvolila vyčíslení rizika použitím vzorce, kde se riziko rovná ztrátě.



Obr. č. 4.4 Srovnání škod a nákladů na PPO na 2. Úseku

Zdroj: vlastní zpracování

### 4.3 Úsek Brozany – Ráby

Opatření na tomto úseku jsou vedena podél trvale zastavěného území obce Brozany. Pokračuje až k obci Ráby. Z druhé strany jsou pouze louky, které by nestačily odvést všechnu vodu při povodňovém ohrožení. Toto opatření se týká pouze pravého břehu řeky Labe.

Tabulka 4.5 Odhadované škody na 3. Úseku

	délka (m)	část (%)	škoda (mil. Kč)	náklady (mil. Kč)	náklady/m (v Kč)
pravý břeh	2280	-	-	10,999	4824,1
levý břeh	0	-	-	0	0,0
<b>celkem</b>	<b>2280</b>	<b>20,00</b>	<b>646,69</b>	<b>10,999</b>	<b>4824,1</b>

Zdroj: vlastní zpracování

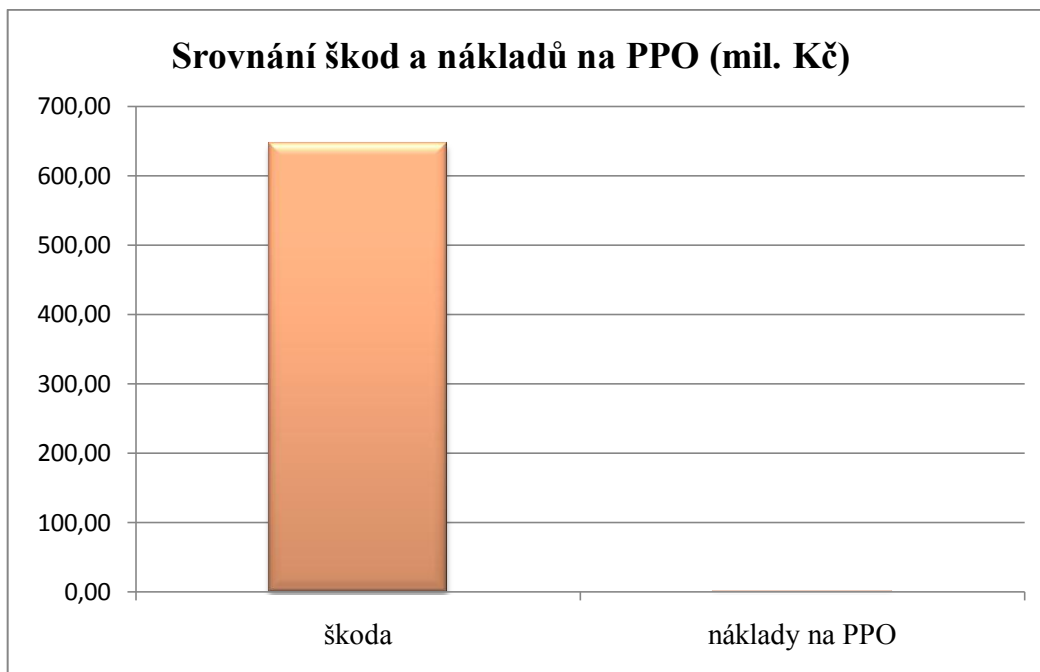
V tomto případě výpočet efektivnosti investice do protipovodňové ochrany vypadá následovně, dle vzorce (4-1)

$$\eta = \frac{646,69}{10,999} = 58,8$$

dle vzorce (4-2)

$$\eta = \frac{646,69 \times 0,01}{\frac{10,999}{50}} = 29,4$$

Celková délka protipovodňového opatření od Brozan do Rábů činí 2 280 m. Je to vlastně 1/5 celé délky provedených opatření na řece Labi. Odhadovaná škoda by vznikla především zaplavením osídlených obcí, na majetku obyvatel. Návratnost této investice se pohybuje v intervalu od 29,4 do 58,8. Náklady zde nebyly tak vysoké jako v ostatních případech. Na jeden metr se vynaložilo 4 824 Kč.



Obr. č. 4.5 Srovnání škod a nákladů na PPO na 3. úseku

Zdroj: vlastní zpracování

I v tomto případě jsou náklady na protipovodňové opatření velmi malé oproti odhadovaným škodám. Výše nákladů činila 10 999 mil. Kč. V porovnání se ztrátou je to nepatrné číslo, které ani nelze viditelněji vyznačit na grafu.

#### 4.4 Řeka Chrudimka

Řeka Chrudimka je významným přítok Labe, do kterého ústí nedaleko historického centra města Pardubice. Jelikož protéká hustě osídlenými částmi města, jsou odhadované škody značně vysoké. Protipovodňová opatření musela být v některých místech vynechána, aby zde mohli lidé i nadále nerušeně bez problémů procházet. Jde především o různé komunikace a vstupy do Bubeníkových sadů. V těchto místech se případně využije mobilních protipovodňových zátaras.

Tabulka 4.6 Škoda na náklady na PPO na Chrudimce

	délka (m)	škoda (mil. Kč)	náklady (mil. Kč)	náklady/m (Kč)
Chrudimka (oba břehy)	2902	1492,11	24,2745	8364,7

Zdroj: vlastní zpracování

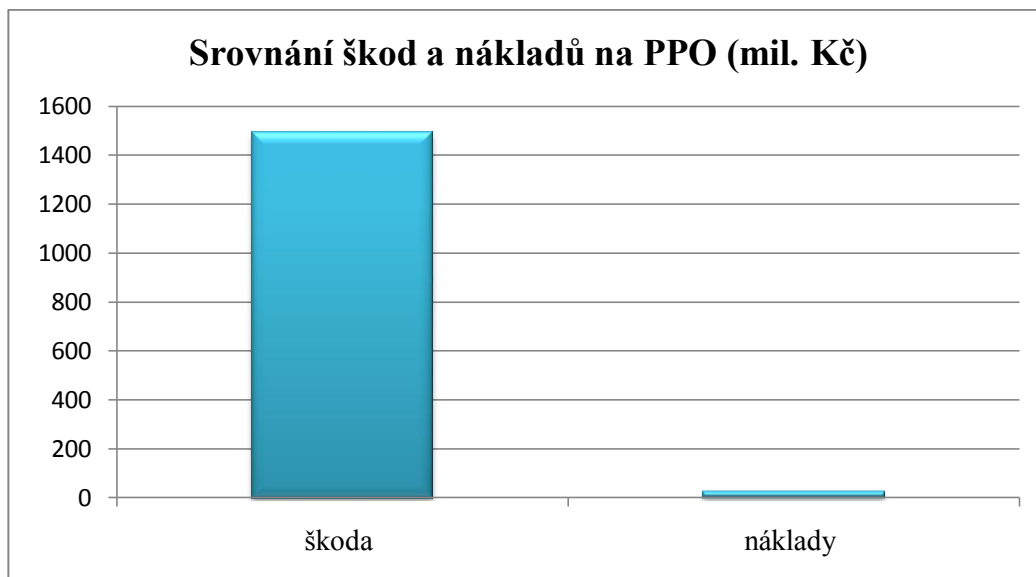
Výpočty návratnosti opatření, nejprve podle vzorce (4.1) a poté podle vzorce (4.2):

$$\eta = \frac{1492,11}{24,2745} = \mathbf{61,5}$$

$$\eta = \frac{1492,11 \times 0,01}{\frac{24,2745}{50}} = \mathbf{30,7}$$

Celková délka opatření je 2 902 m a náklady na jejich vybudování dosáhly výše 24,2745 mil. Kč. V některých částech se využijí pouze mobilní zátaras, jejichž údržba je financována z rozpočtu města. Návratnost investice do těchto preventivních opatření se pohybuje mezi 30,7 a 61,5. Znamená to, že na korunu nákladů, se zachrání až 61,5 Kč. V tomto úseku činily náklady na jeden metr 8 365 Kč.

Již v dřívější době se stalo, že chybělo pouhých 10 cm k tomu, aby se Chrudimka vylila ze svého koryta a zaplavila zejména staré město. Tady také byla vynaložena poměrně malá částka oproti škodám, které by mohly vzniknout při povodni (obr. 4.6). Tento odhad se může zdát malý, ale jelikož se jedná o zjednodušený model analýzy, kdy se celková škoda, která byla vyčíslena na celé město, rozdělovala poměrovou částí mezi různé úseky na Labi a Chrudimce. Dle mého názoru by zde byly škody vyšší, protože ve staré části města se nachází mnoho historických budov, jejichž případná oprava by byla velmi nákladná.



Obr. č. 4.6 Srovnání škod a nákladů na Chrudimce

Zdroj: vlastní zpracování

#### 4.5 Hodnocení a návrhy

Provedená analýza poskytuje pouze hrubý odhad, protože jsem neměla k dispozici podrobnější informace k jednotlivým úsekům. Tato analýza se vztahuje na aktivní protipovodňová opatření, tedy nezahrnuje náklady na vypracování různých plánů, jak postupovat v případě nastání povodňového ohrožení.

Nejprve jsem se zaměřila na odhady škod a jejich rozdělení mezi řeku Labe a řeku Chrudimku, protože obě protékají městem Pardubice. Větší část škod by dle mých propočtů vznikla na Labi, i když je to sporné. Labe je sice větší řeka a protéká větším územím města, ale na druhou stranu Chrudimka teče nedaleko centra města, kde se nachází mnoho historicky cenných budov. Faktem je, že podél Labe stojí část velkého sídliště Polabiny. Na grafu (obr. 4.1) je přehledně vidět, jaké škody a na jakém druhu pozemku by vznikly. Největší podíl připadá právě na zástavbu, za kterou se umístily nákupní centra, která bývají postavena poblíž obydlených míst.

Celkově se dá říct, že všechna opatření, která byla realizována, jsou účinná. Při vynaložení částky větší než 175 mil. Kč se dosáhne úspory přes 4 mld. Kč. Tyto čísla jsou pouze orientační, protože přesnější čísla jsem nedostala. V následující tabulce je přehled celkové účinnosti jednotlivých opatření a i celková efektivita všech opatření. Největší

efektivitu se dosáhlo na Chrudimce. Zde jsou uplatněny, jak stálé opatření, tak i mobilní zátarasy, které se využívají v místech, kde by stálé opatření narušilo dopravu, či průchodnost pro obyvatele, např. u vstupů do parku v Bubeníkových sadech. Překvapením může být II. úsek Labe, který je veden na pravém břehu od Cihelny do Brozan a na levém břehu od ústí Chrudimky po Haldu. V tomto úseku se na Labi vynaložila velká částka na prohrádku Labe. Část odtěžené zeminy byla využita na stavbu a navýšení hrází, tím na ostatních úsecích nevznikaly tak vysoké náklady za materiál.

Tabulka 4.7 Přehled návratnosti PPO

	<b>I.úsek Labe</b>	<b>II.úsek Labe</b>	<b>III. Úsek Labe</b>	<b>Chrudimka</b>	<b>Celkově</b>
<b>návratnost</b>	<15,1;30,2>	<7,4;14,9>	<29,4;58,8>	<30,7;61,5>	<13,3;26,5>

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce (4.7) jsou vypsány intervaly návratnosti jednotlivých úseků, na kterých se budovala protipovodňová opatření. Nejpřínosnější je to na Chrudimce, kde je návratnost nejvyšší. Je to z důvodu, že Chrudimka protéká obydlenu částí Pardubic, kde se také nachází historické centrum.

Tabulka 4.8 Přehled nákladů na metr (v Kč)

	<b>I.úsek Labe</b>	<b>II.úsek Labe</b>	<b>III. Úsek Labe</b>	<b>Chrudimka</b>
<b>náklady/m (Kč)</b>	9076	37667	4824	8365

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce (4.8) uvádím přehled nákladů, které byly vynaloženy na jeden metr opatření. Nejdražší je II. úsek Labe, který vede na pravém břehu od Cihelny do Brozan a na levém břehu od ústí Chrudimky po Haldu. Byla zde prováděna dosti nákladná úprava koryta Labe, to zvýšilo náklady na tento úsek. Nejlevnější byl úsek vedoucí z Brozan do Rábů, kde se částečně jako materiál použila vytěžená zemina z Labe. Tím pádem se nezvyšovaly náklady za materiál.

Popsaná protipovodňová opatření však není vše, co se v Pardubicích jako prevence provádí. V současnosti probíhá budování rybníku a suchého poldru, který by měl ochránit sídliště Dubina, Spojil a obec Staročensko před stoletou vodou. Tento projekt stojí 100 mil. Kč a město by rádo využilo částečného financování Evropskými fondy.

Ale je tady i opatření, které nebylo realizováno, i když bylo původně naplánováno a zařazeno do programu Ministerstva zemědělství „Prevence před povodněmi“. Jde o úsek na pravém břehu Labe Rosice – Rosická lávka. Šlo by o navýšení hrázky v délce 1300 m. Termín výstavby byl naplánován na rok 2007, ale dosud se nezačalo. Důvodem může být znovu posouzení výhodnosti a efektivnosti výstavby, kde se zjistilo, že by to nebylo výhodné. Nebo v důsledku zkrácení rozpočtu dotačního programu a rozpočtu města byla tato akce odložena na pozdější dobu. Bylo by vhodné se na tuto lokalitu znova podívat, protože v záplavovém území stojí i rodinné domy.



## Závěr

Práce se zabývá povodněmi a protipovodňovou prevencí. Tuto problematiku jsem si vybrala na základě toho, že povodně jsou v současné době častým jevem a stává se, že jedno místo je povodní zasaženo během krátké doby vícekrát.

První část je zaměřena na definování ochrany obyvatelstva. Čtenář je seznámen se základními pojmy, které souvisí s touto problematikou, jako je např. mimořádná událost, riziko, ochrana obyvatelstva aj. Dále se zde dozvídá o legislativě spojené s tímto tématem.

Druhá kapitola se zabývá obecným popisem povodní. Jsou zde definovány pojmy jako povodeň, stupeň povodňové aktivity, záplavové území a další. Tato část obsahuje i seznámení s institucemi, pod které spadá problematika povodní a protipovodňových opatření. V této kapitole je také popsáno rozlišení preventivních opatření na aktivní (př. hráze, poldry, rybníky, aj.) a pasivní (evakuační plány, informování obyvatel,...).

Další kapitola vymezuje region, na který jsem se ve své práci zaměřila, a to na město Pardubice. Popisuje se zde poloha města, dopravní obslužnost a vodní toky, které jsou pro město hrozbou. Největší řekou je Labe, která má dva důležité přítoky Chrudimku a Loučnou. Na obr. 3.2 je znázorněné záplavové území stanovené pro stoletou vodu. Dále jsou popsány protipovodňová opatření, které se v Pardubicích vybuďovala. Jednotlivé úseky byly důkladně prozkoumány a podle odborné studie společnosti DHI Hydroinform z roku 1998 byly navrženy způsoby efektivní ochrany před povodněmi. Tato opatření byla spolufinancována z dotačního programu Ministerstva zemědělství, který je popsán v kapitole 2. Tato část práce dále obsahuje popis pasivního opatření, kterým je Evakuační plán při přirozených povodních. Tento dokument byl zpracován Krizovým oddělením města Pardubice. Obsahuje povodňové mapy s vymezením aktivní záplavové zóny, postupy při evakuaci, popis evakuačních center a míst nouzového ubytování. V přílohách tohoto plánu najdeme úplný seznam míst nouzového ubytování a návrhy dokumentace spojené s provozem těchto míst.

Nejdůležitější částí práce je čtvrtá kapitola, která se zabývá analýzou efektivnosti protipovodňových opatření. Z důvodu nedostatku potřebných údajů byla použita velmi zjednodušená analýza, která je zaměřena pouze na aktivní preventivní opatření. Celkový odhad škod byl rozdělen mezi řeku Labe a Chrudimku poměrem jejich délek na území Pardubic. Větší část škod připadá na Labe, i když to není jednoznačné. Labe má sice větší

délku, ale zas protéká místy, na kterých není ohrožena zástavba. Zatímco Chrudimka vede zastavěnou částí Pardubic, místy dokonce nedaleko historického centra města, kde by její vylití z koryta způsobilo vysoké škody. Dalším údajem, který byl při analýze využit, jsou náklady na budování jednotlivých opatření. Nejvíce se investovalo do prohrábký Labe, kde došlo k úpravě koryta a navýšení průtoku. Vytěžený materiál se dále využil na budování hrází v ostatních případech.

Z provedené analýzy vychází, že nejvýhodnější investicí byla výstavba protipovodňových opatření na Chrudimce. Kde by došlo k úspoře až 61,5. Tato opatření chrání i historické centrum města. Co se týká Labe, nejlépe vychází úsek Brozany – Ráby. Dle mého názoru to může být tím, že zde není tak hustá zástavba a také náklady na stavbu preventivních opatření nebyly tak vysoké jako v ostatních případech. Nejdražším úsekem je úsek, který je na pravém břehu od Cihelny po Brozany a na levém břehu od ústí Chrudimky po Haldu, kde náklady na jeden metr činily 37 667 Kč. Je to způsobeno tím, že se v tomto úseku prováděla prohrábka Labe, která stála hodně finančních prostředků, a část vytěženého materiálu se využila na stavbu hrází i v jiných úsecích.

První cíl práce je naplněn v kapitole 1 a 2, kde je obecně popsána problematika ochrany obyvatelstva a povodní. Dále popis protipovodňových rizik a protipovodňových opatření je obsaženo v kapitole 3.1 a 3.2. Analýze těchto opatření je věnována kapitola 4. Z toho lze usoudit, že cíle byly splněny

## Seznam literatury

### Tištěné zdroje

- [1] BARTLOVÁ, Ivana. Prevence a připravenost na závažné havárie. [s.l.] : Edice SPBI Spektrum, 2008. 47 s. ISBN 978-80-7385-049-4.
- [2] BARTLOVÁ, Ivana; DAMEC, Jaroslav. Prevence technologických zařízení. [s.l.] : Edice SPBI Spektrum, 2002. 243 s. ISBN 80-86634-10-8.
- [3] ČAMROVÁ, Lenka; JÍLKOVÁ, Jiřina. Povodně v území: institucionální a ekonomické souvislosti. 1. Vydání. Praha : Eurolex Bohemia, 2006. 172 s. ISBN 80-7379-000-9.
- [4] ČAMROVÁ, Lenka; JÍLKOVÁ, Jiřina. Povodňové škody a nástroje k jejich snížení. 1. Vydání. Praha: Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku při FNH VŠE, 2006, 420s. ISBN 80-86684-35-0
- [5] HESTER, R. E., HARRISON, R. M. Risk Assessment and Risk Management. Cambridge: Royal Society of Chemistry. 1998. ISBN 0-85404-240-7
- [6] LÁTAL, I.; ŠTANTEJSKÝ, M. Bezpečnostní zásady ochrany podniku: prevence a řešení krizových situací. 1. vyd. Praha: Prospektrum, 2001. 120 s. ISBN 80-7175-091-3
- [7] LINHART, Petr; ROUDNÝ, Radim. Ochrana obyvatelstva a terorismus. 2009. Pardubice: Univerzita Pardubice. 237s. ISBN 978-80-7395-165-8.
- [8] NĚMEC, Jan; HLADNÝ, Josef. Voda v České republice. Praha: Consult Praha, 2006. 253 s. ISBN 80-903482-1-1.
- [9] REKTOŘÍK, Jaroslav, et al. Krizový management ve veřejné správě: *Teorie a praxe*. Vydání I. Praha: Ekopress, s. r. o., 2004. 249 s. ISBN 80-86119-83-1.
- [10] ROUDNÝ, Radim; LINHART, Petr. Krizový management. 2005. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 80-7194-674-555-747-04.

## **Firemní publikace**

[11] Evakuační plán města Pardubice při přirozených povodních. Pardubice: Krizové oddělení města Pardubice. 2010

[12] Protipovodňová ochrana Pardubic. Pardubice: Povodí Labe, 2008

[13] Koncepce protipovodňové ochrany pro Pardubický kraj

## **Zákony**

[14] Zákon č. 240/2001 Sb., o krizovém řízení

[15] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách

[16] Zákon č. 305/2004 Sb., o povodích

## **www stránky**

[18] *www.dppcr.cz* [online]. Verze 1.3.2. Praha: MŽP ČR, 2006, 22. 3.2011 [cit. 2011-04-17]. Povodňové plány. Dostupné z WWW:

<[http://www.dppcr.cz/html\\_pub/index.html?c\\_povodnove\\_plany.htm](http://www.dppcr.cz/html_pub/index.html?c_povodnove_plany.htm)>

[19] *hydro.chmi.cz* [online]. ČHMÚ, 2009 [cit. 2011-04-17]. Hlásné profily. Dostupné z WWW: <[http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_main.php?kat=HLPRF](http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_main.php?kat=HLPRF)>.

[20] *www.eagri.cz* [online]. 2005 [cit. 2011-04-17]. Stanovení aktivní záplavové zóny. Dostupné z WWW:

<[http://eagri.cz/public/web/file/16381/Metodika\\_stanoveni\\_AZZU.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/16381/Metodika_stanoveni_AZZU.pdf)>.

## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obr. č. 1.1 Schéma vzniku ztráty .....	13
Obr. č. 1.2 Struktura ochrany obyvatelstva .....	14
Obr. č. 2.1 Bezprostřední příčiny lokálních povodní .....	21
Obr. č. 2.2 Institucionální zabezpečení celkové ochrany před povodněmi v ČR .....	22
Obr. č. 2.3 Klasifikace protipovodňových opatření .....	25
Obr. č. 3.1 Pohled na historické jádro Pardubic .....	30
Obr. č. 3.2 Opatovická elektrárna .....	31
Obr. č. 3.3 Řeka Labe .....	32
Obr. č. 3.4 Ústí Chrudimky do Labe .....	33
Obr. č. 3.5 Protipovodňová hráz nábřeží Závodu Míru .....	36
Obr. č. 4.1 Celková odhadovaná škoda u jednotlivých pozemků .....	43
Obr. č. 4.2 Odhadované škody na Labi a Chrudimce .....	45
Obr. č. 4.3 Srovnání škod a nákladů na PPO 1. úsek .....	48
Obr. č. 4.4 Srovnání škod a nákladů na PPO na 2. Úseku .....	50
Obr. č. 4.5 Srovnání škod a nákladů na PPO na 3. úseku .....	52
Obr. č. 4.6 Srovnání škod a nákladů na Chrudimce .....	54

### Seznam tabulek

Tabulka 2.1 Přehled uskutečněného čerpání v letech 2007 a 2008 dle jednotlivých investorů (v mil. Kč) .....	29
Tabulka 3.1 Náklady na jednotlivé etapy PPO v Pardubicích .....	40
Tabulka 3.2 Náklady spojené s evakuací .....	42
Tabulka 4.1 Přehled výše odhadovaných škod .....	43
Tabulka 4.2 Rozdělení odhadovaných škod .....	44
Tabulka 4.3 Odhadovaná výše škody na 1. Úseku .....	47
Tabulka 4.4 Odhadované škody na 2. Úseku .....	49
Tabulka 4.5 Odhadované škody na 3. Úseku .....	51
Tabulka 4.6 Škoda na náklady na PPO na Chrudimce .....	52
Tabulka 4.7 Přehled návratnosti PPO .....	55
Tabulka 4.8 Přehled nákladů na metr (v Kč) .....	55