



Zdravotně  
sociální fakulta  
Faculty of Health  
and Social Sciences

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**Šetření závislostí vybraných parametrů  
protipovodňových opatření ve vybraných obcích  
v Ústeckém kraji v povodí Ohře a Labe**

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Studijní program:

**OCHRANA OBYVATELSTVA**

**Autor:** Bc. Jana Palánová

**Vedoucí práce:** doc. RNDr. Přemysl Záškodný CSc.

České Budějovice 2019

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci s názvem *Šetření závislostí vybraných parametrů protipovodňových opatření ve vybraných obcích v Ústeckém kraji v povodí Ohře a Labe* jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby diplomové práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 13. 5 2019

.....

Jana Palánová

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala panu doc. RNDr. Přemyslu Záškodnému CSc. za odborné vedení mé diplomové práce a konzultace při zpracování. Dále Ing. Liboru Líbalovi za cenné rady a připomínky. A v neposlední řadě mé rodině, která mě při psaní této práce podporovala.

# Šetření závislostí vybraných parametrů protipovodňových opatření ve vybraných obcích v Ústeckém kraji v povodí Ohře a Labe

## Abstrakt

Diplomová práce se zabývala vztahem mezi počtem ohrožených obyvatel povodní a přidělených finančních prostředků na protipovodňová opatření v Ústeckém kraji v povodí Ohře a Labe, charakteristikou protipovodňové problematiky v České republice obecně a v Ústeckém kraji zvláště a dalšími parametry ovlivňujícími povodňovou problematiku.

K dosažení cílů použila tato práce metody sběru dat, metody obecně teoretické a také metody zpracování datových souborů. Významným krokem byla aplikace dvojrozměrné statistické analýzy, a to regresní a korelační analýzy. Další zvolenou metou byla SWOT analýza. Řešení popsaných výzkumných problémů bylo spojeno s procesem verifikace následujících hypotéz:

Hypotéza H1: Statistická závislost mezi počty ohrožených obyvatel a výši prostředků protipovodňové ochrany je dána lineární regresí. Tato hypotéza byla potvrzena, přínosem potvrzení hypotézy je také stanovení významné role počtu ohrožených obyvatel pro zjišťování výše finančních prostředků pro PPO

Hypotéza H2: Statistická závislost mezi počtem ohrožených obyvatel a výši prostředků na protipovodňová opatření je dána silnou pozitivní korelací. Tato hypotéza však byla potvrzena jen částečně. Prokázala pozitivní korelaci, ale nebyla však pozitivní korelací silnou, pouze slabou. Tento výsledek poukazuje na důraz nezbytnosti nezanedbávat zkoumání dalších parametrů ovlivňujících přístup k ochraně obyvatelstva v obcích.

Verifikace hypotéz H1 a H2 a provedená SWOT analýza umožnily učinit i další dílčí závěry. Ačkoliv se diplomová práce zabývala limitem  $Q_{100}$ , ukázalo se, že v Ústeckém kraji se vyskytují nejčastěji povodně, které odpovídají  $Q_{10}$  povodni. Proto i mnoho protipovodňových opatření v obcích v tomto kraji vychází z tohoto zjištění. Realizovaná protipovodňová opatření na úrovni  $Q_{20} - Q_{100}$  se zdají být dostačující.

## Klíčová slova

Povodně; protipovodňová opatření; obyvatelstvo; finance; povodňové škody.

## **Abstract**

This thesis discusses the relationship between the population endangered by floods and the funds allocated to flood control measures in the Ústí nad Labem Region in the drainage basin of the Ohře and Elbe rivers, the general characteristics of flood control issues in the Czech Republic and particularly in the Ústí nad Labem Region, as well as other parameters that impact flood issues.

In order to achieve its objectives, this dissertation utilised data collection and general theoretical and data file processing methods. A significant step was the application of two-dimensional statistical analyses, specifically regressive and correlation analyses. Another selected method was SWOT analysis. Solving the described research problems was associated with the process of verifying the following hypotheses:

Hypothesis H1: The statistical dependence between the number of endangered inhabitants and the amount of funds for flood protection is based on linear regression. This hypothesis was confirmed, and the benefit of the confirmation of the hypothesis is also the determination of the significant role of the number of endangered inhabitants in ascertaining the amount of funds for flood control measures.

Hypothesis H2: The statistical dependence between the number of the endangered inhabitants and the amount of funds for flood control measures is based on a strong positive correlation. This hypothesis was partially confirmed. A positive correlation was proved, though only a weak one rather than the expected strong correlation. This result indicates the necessity of not ignoring the examination of all parameters that affect approaches to the protection of the population in the municipalities.

The verification of hypotheses H1 and H2 and the performance of a SWOT analysis made it possible to make other partial conclusions as well. Although the dissertation discussed floods at the  $Q_{100}$  limit, floods that correspond to level  $Q_{10}$  were proved to occur most frequently in the Ústí nad Labem Region. It is also for this reason that many flood control measures in the municipalities in this region are based on this finding. The flood control measures implemented at levels  $Q_{20}$ – $Q_{100}$  seem to be adequate.

## **Keywords**

Floods; flood control measures; population; funding; flood damage.

## Obsah

Úvod.....	9
1 Teoretická část .....	11
1.1 Právní úprava ČR v oblasti povodní .....	11
1.1.1 Povodňové plány .....	13
1.1.2 Poplachové plány.....	14
1.1.3 Krizové plány .....	14
1.2 Základní pojmy související s povodí.....	15
1.2.1 Povodeň .....	15
1.2.2 Druhy povodní .....	15
1.2.3 Stupně povodňové aktivity .....	16
1.2.4 Povodňové orgány .....	17
1.2.5 Protipovodňová opatření dostupná v ČR a v zahraničí.....	18
1.2.6 Opatření prováděna před povodní.....	21
1.2.7 Opatření prováděna při povodni .....	25
1.2.8 Opatření prováděna po povodni.....	26
1.2.9 Povodeň v roce 2002 .....	28
1.2.10 Povodeň v roce 2013 .....	29
1.2.11 Obecná komparace následků povodně 2002 a 2013 v ČR.....	29
1.3 Úkony související s PPO .....	30
1.3.1 Technickobezpečnostní dohled po dobu výstavby PPO.....	31
1.3.2 Údržba PPO .....	31
1.3.3 Právní úprava financování PPO.....	33
1.3.4 Programy PPO a jejich finanční zajištění .....	34
2 Cíl práce a HYPOTÉZA .....	38
3 Metodika výzkumu .....	39
3.1 Jednotlivé kroky metodiky .....	39

3.2	Měření statistických závislostí – podrobnější popis regresní a korelační analýzy .....	40
4	Výsledky .....	43
4.1	Upřesnění metodiky zjišťování počtu ohrožených obyvatel.....	43
4.2	Charakteristika Ústeckého kraje .....	44
4.3.	Posouzení stavu pro určení efektivity PPO.....	44
4.3.1.	Škody způsobené povodní v roce 2002 v Ústeckém kraji ve vybraných obcích .....	46
4.4.	Charakteristika protipovodňových staveb vybudovaných do roku 2015 ve vybraných obcích.....	50
4.4.1.	Protipovodňová ochrana Štětí.....	50
4.4.2	Protipovodňová ochrana Roudnice nad Labem .....	51
4.4.3.	Protipovodňová ochrana Křešice .....	52
4.4.4.	Protipovodňová ochrana Lovosice a Píšťany .....	53
4.4.5.	Protipovodňová ochrana Ústí nad Labem.....	55
4.4.6.	Protipovodňová ochrana Děčín.....	56
4.4.7.	Protipovodňová ochrana Terezín .....	57
4.4.8.	Protipovodňová ochrana Bohušovice nad Ohří .....	60
4.5.	Celkové náklady na PPO realizované do roku 2015 ve vybraných obcích Ústeckého kraje .....	61
4.6.	Úroveň ochrany vybudovaných PPO ve vybraných obcích Ústeckého kraje .....	63
4.7.	Měření statistických závislostí mezi počty ohrožených obyvatel a výši přidělených finančních prostředků PPO .....	65
4.8.	SWOT ANALÝZA .....	75
4.8.1.	Kroky k navýšení efektivity ochrany ohroženého obyvatelstva povodní: ....	84
5	DISKUSE.....	86
6	Závěr .....	94
7	Seznam použité literatury.....	96

8	Seznam použitých obrázků .....	102
9	Seznamu použitých tabulek .....	103
10	Přílohy.....	105
11	Seznam použitých zkratk .....	111



## ÚVOD

Problematika povodní v České republice se stále vyskytuje a je aktuálním tématem, proto je nezbytné neustálé sledování vodní hladiny a konání případných opatření. V Ústeckém kraji se nacházejí řeky a přítoky, které ohrožují obyvatelstvo nejen svými rozlivy, ale také zaplavením objektů s nebezpečnými látkami. Nikdy povodním nelze zcela zabránit, ale je možné eliminovat jejich průběh a následky, proto se v Ústeckém kraji na rizikových území v povodí Labe a Ohře začala od roku 2002 realizovat protipovodňová opatření. Z těchto důvodů se bude diplomová práce zabývat cílem, který spočívá v posouzení vztahu mezi počtem ohrožených obyvatel povodní a přidělených finančních prostředků na protipovodňová opatření v Ústeckém kraji v povodí Ohře a Labe. Je nezbytné podotknout, že důležitou součástí pro určení protipovodňových opatření je vliv i dalších parametrů. Druhým cíle bude posouzení daných parametrů na bázi SWOT analýzy. V aplikaci SWOT analýzy je nutné zjištění slabých a silných stránek ve způsobu aplikace protipovodňových opatření, včetně uvedení přehledu příležitostí a hrozeb. Aby tyto úkoly byly splněny, bude potřebné vymezit ucelený náhled právní úpravy, která se týká povodňové problematiky v České republice, vysvětlit nezbytné pojmy spojené s popisem charakteristiky zkoumaného území a s popisem možných způsobů financování a udržení protipovodňového opatření. Potřebné údaje o počtu ohrožených obyvatel a o finanční stránce protipovodňových opatřeních budou shromažďovány prostřednictvím Dokumentace oblasti s významným povodňovým rizikem v povodí Ohře a Labe (dokumentace byla vypracována v roce 2014). Uvedená dokumentace navazuje na činnost, která vyplývá z přijetí Směrnice evropského parlamentu.

Plnění výzkumných úkolů bude spojeno s procesem verifikace následujících hypotéz:

Hypotéza H1: Statistická závislost mezi počty ohrožených obyvatel a výši prostředků protipovodňové ochrany je dána lineární regresí.

Hypotéza H2: Statistická závislost mezi počtem ohrožených obyvatel a výši prostředků na protipovodňová opatření je dána silnou pozitivní korelací.

Postup, při realizaci aplikovaného kvantitativního výzkumu, bude záležet na sběru dat a v teoretickém zařazení z hlediska vědního oboru Ochrany obyvatelstva. Dále v konkrétním provedení sběru dat metodami empirickými, v roztřídění datových souborů

logickými metodami a ve zpracování získaných datových souborů metodami dvojrozměrných statistických analýz, konkrétně regresní a korelační analýzou. Celý výzkum bude vycházet ze spolupráce klasických empirických, logických výzkumných metod a metod šetření datových souborů.

# 1 TEORETICKÁ ČÁST

Problematika povodní v České republice (dále jen v ČR) je v dnešní době již známější pojem, než tomu bylo v minulosti. Dnes se řadí k častým tématům mimořádných událostí (dále jen MU) s kterými se občané mohou setkat v každém ročním období. Setkávají se spíše s přirozenými povodněmi než se zvláštními povodněmi. Proto důležitým prvkem této problematiky je ochrana obyvatelstva. Aby ochrana obyvatelstva byla dostatečně účinná, je nutné věnovat pozornost prevenci před povodní. S tím souvisí i následující právní úprava ČR v oblasti povodní a krizového řízení za povodni.

## *1.1 Právní úprava ČR v oblasti povodní*

Právní úprava v ČR je v oblasti povodní důležitou částí neboť upravuje oblast mimořádných či krizových situacích a s tím související práva a povinnosti dotčených subjektů. Ochrana obyvatelstva v oblasti povodní zaujímá podstatnou úlohu v připravenosti. Připravené obyvatelstvo ulehčuje situaci zasahujícím jednotkám a celému průběhu povodně. Právní úprava se nezaobírá jen ochranou obyvatelstva, ale také připraveností obcí a krajů. Řeší problematiku veřejného zdraví, obnovu území či ochrany životního prostředí.

### **Seznam právní úpravy ČR související s problematikou povodní**

- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých předpisů (vodní zákon),
- Zákon č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení), ve znění pozdějších předpisů,
- Zákon č. 129/2000 Sb., o krajích (obecné zřízení), ve znění pozdějších předpisů,
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů,
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon),
- 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 zákonů (zákon o pojišťovnictví), ve znění pozdějších předpisů, (zákon o státní pomoci při obnově území),
- Zákon č. 241/2002 Sb., o hospodářských opatřeních pro krizové stavy,

- Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), ve znění pozdějších předpisů,
- Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů,
- Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí
- Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny
- Vyhláška č. 380/2002 Sb., k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva,
- Vyhláška č. 236/2002 Sb., Ministerstva životního prostředí o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovení záplavových území,
- Vyhláška č. 216/2011 Sb., o náležitostech manipulačních a provozních řádů vodních děl,
- Vyhláška č. 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracování návrhu stanovování záplavových území,
- Vyhláška č. 24/2011 Sb., o plánech povodí a plánech pro zvládání povodňových rizik,
- Vyhláška č. 470/2012 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků
- Vyhláška č. 216/2011 Sb., o náležitostech manipulačních řádů a provozních řádů vodních děl,
- Metodický pokyn Ministerstva životního prostředí k zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby (Věstník MŽP, částka 12, č. 9/2011),
- Metodický pokyn MŽP červenec 2000/č.7 Stanovení zvláštních účinků za povodní a jejich začlenění do povodňových plánů,
- Metodický pokyn MŽP září 2005/č. 9 Metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí pro zpracování plánu ochrany území pod vodním dílem před zvláštní povodní,
- Odborný pokyn ČHMÚ prosinec 2012 Odborné pokyny pro provádění hlásné povodňové služby.

Ochrana před povodněmi je zabezpečována dle povodňových plánů a to v daném místě ohrožení. Pokud v území je vyhlášen krizový stav pak se jedná dle krizových plánů. Podmínky vyhlášení a doba trvání krizového stavu je obsažena v zákoně č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), ve znění pozdějších předpisů. Kde jsou zapsané i pravomoci a úkoly orgánů krizového řízení.

### ***1.1.1 Povodňové plány***

Povodňové plány jsou nejdůležitější dokumentací v oblasti povodní a povodňové ochrany. Obsahují způsob zajištění včasné a spolehlivé informace o situaci na daném území, způsob organizace a přípravy zabezpečovacích prací a údaje o způsobu ovlivnění odtokového režimu. Další důležitou funkcí těchto plánů je především stanovení způsobu aktivace povodňových orgánů a hlásné a hlídkové služby (Valášek, 2008). Tímto dokumentem se řeší ochrana daného území před povodní. Povodňové plány obsahují titulní list, úvodní část a dále se dělí na:

- věcnou část – v této části jsou uvedené potřebné údaje pro zajištění ochrany před povodní;
- organizační část – zde jsou zahrnuté jmenné seznamy, adresy nebo spojení na účastníky ochrany před povodněmi s jejich úkoly;
- grafickou část – v této části jsou převážně mapy či plány, kde jsou zakreslená záplavová území, evakuační trasy, hlásné profily nebo informační místa (Valášek, 2008).

Povodňové plány lze rozdělit:

- 1) povodňové plány obcí – zpracují orgány obcí, na jejichž území může vzniknout povodeň;
- 2) povodňové plány obcí s rozšířenou působností (dále jen ORP) – zpracují ORP;
- 3) povodňové plány krajů – zpracují příslušné orgány krajů v přenesené působnosti ve spolupráci s povodími;
- 4) povodňový plán ČR – zpracuje Ministerstvo životního prostředí na území ČR (Odvětvová technická norma vodního hospodářství, 2006).

Dle rozhodnutí vodoprávního úřadu povodňové plány zpracují i vlastníci nebo uživatelé těch nemovitostí, které jsou povodní ohroženy, nacházejí se v záplavovém území či zhoršují průběh povodně. Povodňový plán nemovitosti fyzických osob, kterým může být jednotlivý objekt, jako je např. rodinný dům, obsahuje informace o opatření pro ochranu života, zdraví a majetku, které provádějí obyvatelé nemovitosti či osoby uvedené v tomto plánu. Povodňový plán nemovitosti právnických a podnikajících fyzických osob stanoví opatření k záchraně zaměstnanců, materiálních hodnot objektu, včasný ukončení pracovního procesu, případně zabezpečení nebezpečných látek v objektu (Odvětvová technická norma vodního hospodářství, 2006).

### ***1.1.2 Poplachové plány***

Na územně příslušném OPIS IZS je uložen územně příslušný poplachový plán IZS ve kterém je spojení na základní i ostatní složky IZS. Dále je zde stanoven přehled sil a prostředků ostatních složek IZS a způsob povolávání a vyzvání vedoucích složek IZS. V tomto dokumentu lze nalézt jednotlivé síly a prostředky i pro povodeň. Poplachový plán je nezbytný při stanovení stupně poplachu a určení složek, které budou na MU nasazené. Pro určení sil a prostředků je základním plánem ústřední poplachový plán integrovaného záchranného systému s celostátní působností. Využívá se, pokud při MU, krizové situace anebo bezpečnostní akce je potřeba ústřední koordinace záchranných a likvidačních prací a zároveň jsou zákonem splněné podmínky. Anebo pokud si síly a prostředky vyžádá prostřednictvím operačního a informačního střediska (dále jen OPIS) integrovaného záchranného systému (dále jen IZS) kraje hejtman kraje, starosta ORP, ředitel hasičského záchranného sboru (dále jen HZS) kraje nebo velitel zásahu. Jestliže tyto síly a prostředky v kraji určité složky IZS již nemají k dispozici, ale jsou potřebné v daném kraji k provádění záchranných a likvidačních prací. (Ústřední poplachový plán IZS, 2014).

### ***1.1.3 Krizové plány***

Krizové plány jsou nezbytné dokumenty pro krizové plánování, které využívají obzvláště orgány krizového řízení a další dotčené subjekty. Využívají se pro plánování potřebných opatření a postupů směřující k řešení krizové situace. Zpracování plánu provádějí ministerstva jiné ústřední správní úřady, Česká národní banka, jiné státní orgány, kterým

to ukládá krizový zákon a dále pak krizové plány zpracují kraje a ORP. Vždy se skládá ze tří částí, které jsou nazvány částmi základní, operativní a pomocnou (Horák, 2011).

## ***1.2 Základní pojmy související s povodí***

K tomu, aby byla pochopena problematika povodní, je potřebné objasnit několik pojmů. Následující pojmy vysvětlí: jaké povodně mohou ČR postihnout, jaká je míra povodňového nebezpečí, jaké orgány povodňovou problematiku řeší při povodni a mimo povodeň a zejména jak se lze před povodněmi chránit.

### ***1.2.1 Povodeň***

Povodní se rozumí MU, u které se vyskytuje výrazné zvýšení vodní hladiny na vodních tocích nebo na povrchových vodách. Voda následně zaplavuje oblast mimo koryto vodního toku a způsobí škody tím, že přirozeně neodtéká nebo její odtok není dostatečný (Zákon 254/2001 Sb., 2001).

### ***1.2.2 Druhy povodní***

Povodně lze rozdělit do dvou kategorií: na přirozené povodně a zvláštní povodně. Mezi přirozené povodně je možno zahrnout dešťové, sněhové, ledové povodně a popřípadě i takové, které jsou způsobené dalšími vlivy. Typickým znakem přirozených povodní je jejich neovlivnitelnost a závislost na dalších okolních jevech. Jsou to povodně, které mají přírodní charakter (Brázdil, 2005).

Dešťové povodně jsou zapříčiněné srážkami, u kterých především záleží na vzniku, intenzitě a době jejich trvání. Dále dešťové povodně lze rozdělit na povodně z trvalých srážek nebo povodně ze srážek přívalových. Povodeň způsobena přívalovými srážkami je charakteristická v krátké době trvání, což znamená většinou několik hodin. Tyto povodně jsou tedy charakteristické velkou intenzitou a s doprovodem bouřek. Proto jsou označovány jako bleskové povodně (Flash floods and floods, b.r.). Tím vznikne povodňová vlna, kvůli které rychle stoupne hladina vody a dále pak způsobí značné škody. Další možnou situací v povodňové problematice je, že přívalové deště mohou přejít na srážky trvalé anebo naopak. Další skupinou jsou povodně sněhové. Jejich vznik lze pozorovat v zimním a jarním období, když se oteplí a jsou způsobeny náhlým táním sněhu. Dalším rizikem je pak tvorba ledových zácp a ledových nápěchů. Kombinace tání

ledu a dešťových srážek lze pak označit jako povodně smíšené (Brázdil, 2005) (Flood types, b.r.).

Zvláštní povodně jsou způsobeny umělými vlivy především lidského faktoru. Zvláštní povodně tedy nastávají zejména při stavbě a provozu vodních děl. Znamená to, že se vyskytnou problémy či nežádoucí situace spočívající v narušení hráze vodního díla, narušení hradičí konstrukce anebo může dojít k mimořádnému vypouštění vody z nádrže. Všechny tyto možné varianty mohou vést až k protržení hráze a ohrožení celého okolí tím samozřejmě i obyvatelstva. V závěru mají tudíž větší ničivý účinek než povodně přirozené. Je to dáno nárůstem průtoku při větších rychlostí proudění (Brázdil, 2005).

### ***1.2.3 Stupně povodňové aktivity***

Stupně povodňové aktivity (dále jen SPA) jsou stanoveny pro vyjádření míry povodňového nebezpečí. Kde tato míra je vázána na směrodatné limity. Směrodatné limity jsou vodní stavy či průtoky na vodních tocích a v hlásných profilech. Popřípadě to mohou také být mezní či kritické hodnoty jiných jevů, které jsou uvedené v příslušném povodňovém plánu (Blažková, 2015). Tyto stupně, které mohou být např. na vodočetné lati, jsou barevně rozpoznatelné (I. SPA – zelená barva, II. SPA – žlutá barva, III. SPA – červená barva).

#### **I. Stupeň povodňové aktivity – stav bdělosti**

Stav bdělosti nastává při nebezpečí přirozené povodně. To znamená, když vodní hladina stoupne a předpovědní povodňová služba vydá výstražné informace. Vodnímu toku či povodňovému zdroji je pak potřebné věnovat větší pozornost. A to z důvodu, aby se mohlo zabránit většímu povodňovému nebezpečí. Do činnosti se dále uvede hlásná a hlídková služba. Tento stav zanikne po pomnutí příčiny tohoto nebezpečí (Zákon 254/2001 Sb., 2001).

#### **II. Stupeň povodňové aktivity – stav pohotovosti**

Stav pohotovosti se vyhlásí, pokud nebezpečí přirozené povodně přeroste a nastane samotná povodeň, ale nedojde k větším rozlivům a škodám mimo koryto vodního toku. Vyhlášení tohoto stupně nastává po překročení mezních hodnot na vodním díle. Pak se aktivují povodňové orgány společně i s účastníky ochrany před povodněmi. Pro zmírnění



povodně se využívají prostředky na zabezpečovací práce a provádí se různá opatření dle povodňového plánu (Zákon 254/2001 Sb., 2001).

### **III. Stupeň povodňové aktivity – stav ohrožení**

Stav ohrožení se vyhlásí při bezprostředním ohrožení, při kterém vznikne škoda většího rozsahu či je v záplavovém území ohrožený život, zdraví a majetek obyvatelstva. Až po dosažení kritických hodnot na vodním díle se tento stav vyhlásí. Pak se zahajují nouzová opatření a lze i zahájit zabezpečovací a záchranné práce s případnou evakuací (Zákon 254/2001 Sb., 2001).

#### ***1.2.4 Povodňové orgány***

Mají úlohu ve své územní působnosti zajišťovat ochranu před povodní a řídit se povodňovými plány. To spočívá v přípravě na povodňovou situaci, řízení, organizování a zejména kontrolu všech činností při povodni a bezprostředně po ni. Povodňovými orgány jsou (Valášek, 2008):

- Mimo povodeň - orgány obce, obecní úřady ORP, krajské úřady a Ministerstvo životního prostředí (dále jen MŽP). Výjimka je v zabezpečení přípravy záchranných prací, tato činnost patří pod gesci Ministerstva vnitra (dále jen MV).
- Při povodni - povodňové komise (dále jen PK) obcí, ORP, krajů a Ústřední povodňové komise (dále jen ÚPK) (Valášek, 2008).

Při povodni jsou povodňovým orgánem povodňové komise, které jsou na jednotlivých úrovních. Ty jsou zřízeny jako výkonné složky, které slouží ke splnění mimořádných úkolů. Povodňové komise mohou vytvořit pracovní štáb. Pokud nastane situace, že povodeň je v tak velkém rozsahu, že svým rozsahem přesáhne územní obvod obce nebo pokud povodňový orgán obce nestačí vlastními silami a prostředky s kterými by činil potřebná opatření, pak převezme řízení povodňový orgán vyššího stupně. Ten nižší stupeň, od kterého bylo řízení převzato, zůstává dále činný a provádějí svá územní opatření v koordinaci s pokyny vyššího povodňového orgánu (Máková, 2013). ÚPK má v době povodně funkci spočívající v kontrole, řízení a koordinaci. A to při ohrožení rozsáhlého území a také pokud povodňová komise krajů nestačí svými silami s prostředky. Vláda ČR je jejím zřizovatelem (Valášek, 2008), (Blažková, 2015).

### 1.2.5 Protipovodňová opatření dostupná v ČR a v zahraničí

Protipovodňová opatření (dále jen PPO) jsou nezbytná pro zvládnutí povodňových rizik a situací. Jde o opatření přípravná, dále o opatření při nebezpečí povodně anebo opatření za povodně. Může jít i o opatření po povodni, která se pak navrhuje podle hrozících povodňových rizik v dané oblasti a na daném území (Adamec, 2012). PPO lze rozdělit do několika kategorií viz (tabulka 1):

**Tabulka 1 Rozdělení PPO**

<b>1. Dle konstrukční podstaty se PPO dělí na:</b>	
<b>Technická PPO (stavební) proti účinkům:</b>	
Vody v ploše povodí	regulace zemědělské činnosti, budování retenčních a protierozních opatření, regulace stavby lesů.
Na vodních tocích	retenční prostory v údolních nádržích a poldrech, zkapacitnění vodního koryta, snížení eroze (hloubkové a boční), údržba a čištění koryt, ochranné hráze.
<b>Netechnická PPO</b>	
Určení záplavových zón, předpovědní a varovné systémy a připravenost veřejnosti na povodňovou situaci.	
<b>2. Dle způsobu ochrany se PPO dělí na:</b>	

<b>Technická PPO</b>
Kapacitní úprava koryt, ohrazení vodního toku, výstavba retenčních nádrží.
<b>Přírodě blízká PPO</b>
Tato PPO směřují k ochraně osob a majetku v kombinaci se zajištěním ekologického stavu krajiny, proto jsou opatření aplikovaná v okolních nivách a v celé ploše povodí. Jsou to protierozní opatření, které podporují schopnost krajiny zpomalovat povrchový odtok, zadržovat vodu a snížit projevy vodní eroze. K tomu jsou určeny např. agrotechnická, organizační a biotechnická protierozní opatření.

*Zdroj: (Možnosti řešení povodňových situací, 2012), vypracování vlastní*

Taková opatření jsou prováděna před povodní. Dalším nezbytným prvkem je retence, neboť pro problematiku povodní je důležitá schopnost území zadržet vodu a to vodu z letních nebo zimních srážek. Schopnost retence je dosti proměnlivá, protože záleží na reliéfu a na způsobu užívání území nebo určité krajiny. Jde o utváření a fungování krajinných struktur. Dále pak i lesů, říčních nivy či půdních fondů. Pro snížení retenční schopnosti pak mají důležitý význam tzv. kritické prvky. Mezi kritické prvky lze zahrnout hrázové systémy podél vodního toku, prvky mobilní protipovodňové ochrany, různá zpevnění povrchu, zrychlení odtoku srážkové vody a to kanalizačním systémem (Konvička, 2002a). Zmíněná říční niva je území podél vodního toku, která je formována a vytváří se při povodních (Strahler, 2000). Niva je tvořena tzv. povodňovými usazeninami neboli sedimenty ve formě např. bahna či písku (Lewin, 1975).

Mezi PPO lze řadit kombinaci pevných a mobilních protipovodňových prvků, opatření na kanalizaci, různých čerpadel, rozšíření koryt, úpravy vodních toků, povodňové prohlídky, předpovědní a hlásné povodňové služby nebo hlídkové služby apod. Pokud se bude jednat o výstavbu pevných protipovodňových prvků lze mezi ně zahrnout např.

výstavbu betonových zdí, zemní sypané hráze, protipovodňové bariéry či protipovodňové valy. Mezi mobilní protipovodňové prvky se řadí zejména protipovodňové stěny a hrazení různých průjezdů, která se stavějí v delší linii, která tvoří rovinu mezi nechráněnou a chráněnou částí. Nejčastější využití je podél toku řeky nebo potoků, které proudí obydlenu částí určité obce. Jde o ochranu územních celků nikoli jen jednotlivých budov. Tyto projekty pak bývají náročné, proto se PPO řeší komplexně a to např. železobetonovými stěnami s kombinací s mobilními prvky, zemními valy, přečerpávacími stanicemi apod. (Protipovodňová opatření - ochrana území, 2016) (Adamec, 2012).

### **Ochranné hráze**

Smyslem ochranných hrází a popřípadě povodňových zdí je koncentrovat vysoké průtoky do mezihrází a tím zabránit zaplavování v zahrázi až do jistého návrhového průtoku. Ochranné hráze se budují, pokud nelze vytvořit koryto toku s takovou kapacitou, která by odpovídala požadovanému navrhovanému průtoku a to z ekonomických, technických či environmentálních důvodu. Ochranná hráz pak může být konstrukce, která se nachází podél vodního toku a zajišťuje ochranu pozemků nebo staveb. Tyto hráze jsou tvořené ze zemin a různých stavebních materiálů, které slouží k ochraně inundačního území a jsou využívány jen při povodni (Říha, 2010).

### **Protipovodňové stěny a mobilní hrazení**

Tento způsob se využívá v místech, kde není možné vybudovat stabilní PPO a nezbytné při povodni využívat mobilní systémy protipovodňové ochrany. Lze tato opatření využít v celé délce toku v obci či jen v krátkých úsecích a to mezi stabilním opatřením jako jsou např. přerušované hráze. Jako základní mobilní PPO lze označit protipovodňové stěny, mobilní hrazení, pryžotextilní vaky nebo pytlové stěny (Máchová, 2013) (Bakoš, 2014).

Jedno z možných hrazení, který slouží k ochraně před povodní je systém hliníkových hradidlových profilů. Tento systém může být využit k zamezení úniku nebezpečných chemických látek do vodního toku. Výhodou tohoto hrazení je nízká hmotnost a tedy i lehká manipulace. Tyto znaky pak zaručují rychlé postavení a snadnou montáž. Skládá se z hradidel, upínáků, vodních profilů a ze dvou hliníkových sloupků, pod kterými se nacházejí nerezové kotevní desky. Mezi sloupky se pak upevní hliníkové hradidlové profily, které musejí být duté a vyztužené. Při samotné povodni se pak naplní vodou a tím

se zvýší celá stabilita konstrukce. Výška hrazení může být až 4 m. Po povodni se snadno demolují a zůstanou jen kotevní desky (Juraň, 2010).

### **PPO dostupné v zahraničí**

**Vaky floodsax** používají jako náhradu klasických pytlů s pískem. Těmito vaky se zabývá britská společnost. Jeho složení vyniká z poloporézní podšívky, která je vyplněna krystaly, které při kontaktu s vodou zvětší svůj objem. Ten objem se zvětší až na 90 % objemu vaku a to v čase tři minut. S tímto systémem lze postavit nepropustné hrazení bez práce v podobně plnění pytlů s pískem. Jeho hmotnost po zvýšení objemu činí 15 – 22 kg. Suché vaky se mohou využít v protipovodňové bariéře do míst, která prosakují a tím je ucpat (Juraň, 2010).

**Bariéry floodstop** fungují na principu zaplňování jednotlivých modulů při zvyšování vodní hladiny. Bariéry jsou sestaveny ze spojovacích klínů, které plní úlohu v zatěžkávání a těsnění bariér, neboť jsou přitlačovány k pevnému povrchu. Pokud vodní hladina klesne nebo povodně skončí, pak se bariéry samy vyprázdňují. Výška těchto bariér může dosahovat do 0,5 m nebo do 0,9 m. Povrchy vhodné pro umístění této bariéry jsou parkoviště, tráva, cesty nebo stezky (Juraň, 2010). Pozitivem toho hrazení do 0,5 je takové, že jej lze sestavit jen jednou osobou a není potřebná žádná technická montáž do země. Tento systém je možný využít jako alternativu ke klasickým pytlům s pískem. Bariéry lze opakovaně použít (Floodstopbarrie, 2006)

Opatření prováděna při povodni se vyznačují především v monitorování dané situace a neustálé komunikace mezi občany, povodňovými orgány, úřady, složkami IZS, ústředních správních úřadů a subjektů, kterých se daná problematika týká. Kromě činnosti hlášené a předpovědní povodňové služby, vyklízení záplavových území, řízení ovlivňování odtokových poměrů se zabezpečují i záchranné a zabezpečovací povodňové práce (Zídek, 2015). Důležité je podotknout, že ačkoli budou vybudovaná zmíněná PPO, nikdy neexistuje úplná absolutní ochrana území před povodní (Jánský, 2003).

#### ***1.2.6 Opatření prováděna před povodní***

Při řízení ochrany před povodněmi je důležitý rozsah opatření. Tento rozsah se pak řídí vývojem a nebezpečím povodňové situace, která představuje tři SPA (Blažková, 2015).

Ochrana před povodněmi zahrnuje zejména činnosti a opatření, které jsou určeny k předcházení a zvládnání povodňových rizik v daném ohroženém území, které se nachází blízko vodního toku (Zákon 254/2001 Sb., 2001). Mimo vymezení směrodatných limitů SPA, povodňových plánů, organizační a technických opatření se provádí i povodňové prohlídky, příprava předpovědní a hlásné služby a stanovení záplavového území. Dalšími nezbytnými úkoly jsou však: (Zídek, 2015).

- vyklízení záplavových území;
- příprava informačních systémů;
- školení pracovníků povodňové služby;
- technickobezpečnostní dohled na vodních dílech.

V dřívějších letech povodně v ČR nebyly tak ničivé a destruktivní jako dnes. Je to z důvodu rozšířené zástavby v blízkosti vodních toků, kde povodeň hrozí a kde je voda usměrňována mimo přirozená vodní koryta, pak se voda nemá kam rozlévat (Horák, 2015).

### **Povodňové prohlídky**

Minimálně jednou ročně se provádějí povodňové prohlídky povodňovými orgány. Tím se zjistí, zda jsou vodní toky, vodní díla nebo objekty a zařízení v záplavovém území v pořádku nebo se na nich nacházejí závady. Závady, které by při povodni mohly zvýšit nebezpečí a způsobit tak i větší rozsah škod. Když by tyto závady byly zjištěné, smí povodňové orgány v záplavovém území vyzvat vlastníky pozemků, staveb a zařízení k odstranění předmětů, které by situaci mohly zhoršit a ucpat koryta (Zákon 254/2001 Sb., 2001).

### **Předpovědní a hlásná služba**

Předpovědní a hlásná povodňová služba slouží k informování povodňových orgánů či jiných zainteresovaných osob a to o možném vzniku nebo vývoji povodně. Dále informuje o hydrometeorologických prvcích, které charakterizují tento vznik nebo vývoj. Jsou to zejména údaje o množství srážek, údaje o průtocích ve vybraných profilech či výška vodní hladiny apod. Tuto službu u nás zabezpečuje a spravuje Český hydrometeorologický ústav (dále jen ČHMÚ) ve spolupráci se správci povodí (Zákon 254/2001 Sb., 2001). Hlavní pracoviště ČHMÚ se nachází v Praze. Další regionální

pracoviště jsou v Ústí nad Labem, Českých Budějovicích, Plzni, Hradcem Králové, Ostravě a v Brně. Výstrahy jsou vydávány před povodňovými situacemi, intenzivními srážkami nebo bouřkami a to z centrálního předpovědního pracoviště ČHMÚ. Výstrahy pak slouží k aktivaci povodňových orgánů na různých úrovních řízení, dle potřeby. ČHMÚ v rámci předpovědní povodňové služby vydá předpovědi týkající se vodních stavů a průtoků ve vybraných profilech, a to pro celé území ČR (Máchová, 2013). K tomu, aby byla hlásná a předpovědní povodňová služba zabezpečena, je proveden výběr hlásných profilů. K tomu jsou stanoveny směrodatné limity pro SPA. Tyto hlásné profily jsou na vodních tocích rozděleny do tří kategorií:

- Kategorie A – základní hlásné profily, jejichž provozovatel je ČHMÚ
- Kategorie B – doplňkové hlásné profily, jejichž provozovateli jsou ČHMÚ a podniky Povodí
- Kategorie C – pomocné hlásné profily, jejichž provozovateli jsou podniky Povodí, obce nebo vlastníci ohrožených nemovitostí (Zákon 254/2001 Sb., 2001) (Papež, 2015)

Hlásná povodňová služba pak zabezpečuje informace zejména povodňovým orgánům. Činí tak z důvodu potřeby varování obyvatelstva a vyhlášení SPA, předává tak zprávy a hlášení, která jsou nezbytná pro vyhodnocení a řízení opatření na ochranu před povodní (Metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí: K zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby, 2011).

### **Záplavová území**

Dle vodního zákona č 254/2001 Sb. záplavová území jsou taková území, která jsou administrativně určená a která mohou být zaplavena vodou při přirozené povodni. Ta se může s určitou pravděpodobností objevovat jednou za několik let. Pak se taková situace označuje N-letá voda  $Q_5$ ,  $Q_{10}$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$ ,  $Q_{100}$ . Vodoprávní úřad je povinen na návrh správce vodního toku stanovit rozsah území a formuluje tzv. aktivní zónu záplavového území. To je území, kde dochází k rychlému aktivnímu proudění a převádění povodňového průtoku. V této zóně se pak nesmí umísťovat, povolovat a provádět stavby s výjimkou vodních děl, které upravují vodní toky. Dalším zákazem v této oblasti je provádět těžební činnost, skladovat materiál, který je odplavitelný a zřizovat oplocení včetně živých plotů anebo

zřizovat dočasná ubytovací centra jako jsou např. tábory (Zákon 254/2001 Sb., 2001), (Máchová, 2013).

### **Informování obyvatelstva**

O možném vzniku MU lze obyvatelstvo informovat pomocí opatření a to technického organizačního a provozního charakteru. Dále je možné informovat obyvatelstvo ne jen o možném vzniku MU ale také o přijímaných a provedených opatřeních. Informování zabezpečuje obecní úřad a zaměstnavatelé, kteří využívají údaje zejména od HZS kraje. Informace obsahuje zdroj rizika, činnost i přípravu IZS a obzvláště opatření ochrany obyvatelstva jako např. varování a evakuaci (dále jen EVA). Nejpodstatnější je komunikace s občany, následně včasné, pravidelné a zejména srozumitelné poskytnutí informací. Ty pak mohou být zveřejněné na webových stránkách správního úřadu, informačních telefonních linkách, školách či v médiích (Horák, 2011). Dále se obyvatelstvu může poskytnout tísňová informace, ve které se informuje o bezprostředním nebezpečí vzniku MU anebo při nastalé MU. Tísňová informace je pak sdělena po vyhlášení varovného signálu, při kterém jsou využité koncové prvky varování (Horák, 2011).

### **Varování obyvatelstva**

Varování obyvatelstva musí být včasné a účinné. Je součástí komplexního systému ochrany obyvatelstva. Varování je souhrn technických, organizačních a provozních opatření, která má upozornit obyvatelstvo na hrozící nebo už nastalou MU. Následuje tísňová informace. Tento systém je zajišťován a provozován Ministerstvem vnitra generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky (dále jen MV – GŘ HZS ČR). Systém je složen z vyznámajících center na celostátní a krajské úrovni a úrovni dalších provozovatelů, kde důležitou složkou jsou datové a rádiové sítě a koncové prvky varování, které jsou součástí tohoto systému. Jako koncové prvky varování jsou rotační sirény, elektronické sirény a dálkově ovládané rozhlasové. Na území ČR je vytvořený varovný signál tzv. Všeobecná výstraha. Všeobecná výstraha je po ukončení kolísavého tónu sirény, který činí 140 sekund s eventualitou zaznění až třikrát po sobě jdoucí v tříminutových intervalech, doplněna podstatnou mluvenou tísňovou informací (Horák, 2011).



## **Evakuace v rámci povodňového opatření**

Možnost EVA se plánuje ze záplavových území. Tato území jsou ohrožené přirozenými či zvláštními povodněmi. Plánování pak vychází z hydrologických výpočtů a analýz povodňového ohrožení. Záplavová území stanoví územně příslušný vodoprávní úřad, který předá dotčeným stavebním úřadům a MŽP mapovou dokumentaci. EVA závisí na aktuální situaci povodně. Je možné o ni rozhodnout a zahájit územně příslušným povodňovým orgánem, pokud se na ohroženém území vyhlásí stav nebezpečí anebo nouzový stav pak zahajuje EVA příslušným orgánem veřejné správy. K EVA se následně využívají povodňové a havarijní plány (Blažková, 2015).

### ***1.2.7 Opatření prováděná při povodni***

Opatření prováděná při povodni se vyznačují především v monitorování dané situace a neustále komunikace mezi občany, povodňovými orgány, úřady, složkami IZS, ústředních správních úřadů a subjektů, kterých se daná problematika týká. Kromě činnosti hlášené a předpovědní povodňové služby, vyklízení záplavových území, řízení ovlivňování odtokových poměrů se zabezpečují i záchranné a zabezpečovací povodňové práce (Zidek, 2015). Mezi další nezbytné kroky během povodně patří:

- náhradní doprava;
- zásobování potravinami, pitnou vodou, energií;
- činnost ostatních účastníků – Armáda ČR či humanitární pomoci;
- využití vojenské techniky pro řešení MU;
- materiální základna humanitární pomoci.

### **Povodňové zabezpečovací práce**

Povodňové zabezpečovací práce jsou technická opatření určena ke zmírnění průběhu povodní a jejich nežádoucích následků. Zahrnují práce k odstranění překážek na vodním toku nebo v určitých objektech jako jsou třeba mosty. Dále se sem řadí ochrana koryt a břehů, ničení ledových nápěchů a zácp ve vodním toku a opatření, která slouží proti přelití nebo protržení ochranných hrází. Jsou to provizorní uzavření protržených hrází a opatření proti zpětnému vzduť vody např. do kanalizací. Nezbytné jsou instalace protipovodňových zábran, opatření k omezení znečištění vody a opatření, která zajistí stabilizaci půd před sesuvy. Tyto práce zajišťují správci vodních toků a vlastníci daných

objektů či další subjekty dle povodňového plánu nebo kteří dostaly příkaz od povodňových orgánů (Zákon 254/2001 Sb., 2001), (Máchová, 2013).

### **Povodňové záchranné práce**

Povodňové záchranné práce se skládají z technických a organizačních opatření, která jsou prováděna v době povodně. Je vytyčena k záchraně životů a majetků obyvatelstva, dále především k jejich EVA a péči o ně po nezbytně nutnou dobu. Může se to týkat i dalších zájmů jako je zdravotnictví, doprava nebo zásobování potravinami či pitnou vodou. Záchrana majetku a přemístění mimo ohrožení. Tyto záchranné práce zajišťují ve spolupráci s IZS povodňové orgány (Zákon 254/2001 Sb., 2001).

#### ***1.2.8 Opatření prováděná po povodni***

Mezi opatření, která se provádějí po povodni, patří především celkové vyhodnocení a dokumentace povodně, která se na daném území vyskytla. Účelem tohoto zdokumentování je zabezpečení záznamů o průběhu povodně a o provedených opatření, která souvisejí s ochranou před povodní. K tomu posluhují záznamy v povodňové knize či povodňovém deníku, dále průběžné záznamy údajů o provozu vodních děl, které ovlivňují průběh povodně a jednotlivé záznamy jednotlivých manipulací na vodních dílech. Jako další opatření prováděna po povodni jsou zaměřovací a zakreslující činnosti rozsáhlosti povodně a rozlití do okolí. Dále se označuje nejvýše dosažená vodní hladina a kontroly kvalit vody s tím souvisí zjištění možné příčiny znečištění vody. Dalším krokem je zapsat kompletní průběh povodně, zda PPO byla účinná, odborný odhad velikosti škod a zajistit návrh na odstranění povodňových následků. Dále se zpracuje zpráva o povodni a souhrnná zpráva o povodni za cele zasažené území (Máchová, 2013).

Opatření, které lze řadit k opatření při povodni tak i k opatření po povodni je problematika zdraví obyvatel. Při této MU jsou obyvatelé vystavováni nebezpečným infekcím, které mohou nastat kontaminací vody výkaly, které pocházejí z žump nebo čističek odpadních vod. Pro tento důvod je nezbytná ochrana těla pomocí gumových holínek a gumových rukavic. Dostatečně dbát na hygienu a desinfekci popřípadě dekontaminaci pitné vody. Příkladem se může jednat o bakteriální onemocnění názvem leptospiróza. Tato nákaza je přenosná ze zvířat. Lidé se mohou nakazit, pokud se po opadnutí povodně brodí bahnem, vstupují do zatopených sklepech apod. Diagnostiku leptospirózy zajišťují regionální laboratoře ve Zdravotním ústavu. Očkování se proti této nákaze u lidí v ČR neprování a

člověk, který onemocní je povinněm tento skutek ohlásit krajské hygienické stanici. Dále musí být léčen a hospitalizován na infekčním oddělení nemocnic (Zítek, 2005).

### **Povodňové škody**

Nikdy zcela přesně nejde určit výši škod, která byla způsobená povodní. Je to z důvodu, že někdy je nereálné škodu ocenit či oceňovací techniky jsou příliš komplikované. Obecně se povodňové škody rozdělují na ztráty na lidských životech nebo ekologické a ekonomické škody. Ty ekologické škody jsou součástí ekonomických škod, neboť nevyčíslitelnou ekologickou částí jsou úniky nebezpečných látek, které se mohou usadit na místech, které i po povodni mohou ovlivnit ekosystémy (Jílková, 2006).

Dalším pohledem dělení povodňových škod lze určit přímé a nepřímé povodňové škody (tabulka 2):

**Tabulka 2 Druhy povodňových škod na přímé a nepřímé škody**

<b>Dělení povodňových škod</b>	
<b>Přímé škody</b>	<b>Nepřímé škody</b>
Škody způsobené bezprostředním kontaktem s vodou.	Vliv povodně na společnost.
<b>Vyčíslitelné</b>	<b>Vyčíslitelné</b>
Lze jednoznačně definovat a specifikovat	-
Škody: majetku, kontaminaci a likvidaci přírodních zdrojů apod.	Škody: ušlý zisk výrobců a podnikatelů, ztráta kupní síly, náklady vynaložené na EVA apod.
<b>Nevyčíslitelné</b>	<b>Nevyčíslitelné</b>
Jsou nad rámec objektivně stanovené vyčíslitelné škody	-
Ztráty na životech, škody na kulturních objektech + historické hodnoty, zničení biotopů apod.	Výpadky společenského života - výuka na školách či orgánů veřejné správy a zejména zvýšení nemocnosti a úmrtí.

--	--

*Zdroj: (Jílková, 2006), vlastní zpracování*

Mezi faktory, které následně ovlivní výše škod, patří celý průběh povodně. S tím souvisí včasná informovanost o povodňovém nebezpečí. Dalšími faktory jsou operativní řízení vodohospodářských procesů po dobu trvání povodně, zejména připravenost a provádění opatření se způsobem zástavby a využití záplavových území a v neposlední řadě kapacita a stavy vodních toků či schopnost krajiny vodu zadržet apod. Důležitým bodem je však i připravenost občanů a jejich informování. (Jílková, 2006).

### **1.2.9 Povodeň v roce 2002**

Nejvýznamnější povodně v ČR nastaly v roce 2002. Tyto povodně jsou brány jako katastrofální a to i přes veškeré opatření, které v té době bylo k dispozici a snahu jednotlivých složek IZS i samotných občanů. Tato povodeň je charakteristická kvůli dvěma povodňovým vlnám. První se odehrála od 6. srpna do 7. srpna 2002 druhá pak od 11. srpna do 13. srpna 2002. Tato situace nastala díky tlakové níži nad východními Alpami 6. srpna 2002, která začala ovlivňovat zejména jižní Čechy. Nastaly vydatné trvalé deště a místy přivalové srážky. Den po té tlaková níže postupovala k jihovýchodu a tím vydatné srážky v ČR ustály. Následovala druhá tlaková níže od 10. srpna 2002, která postupovala z území Itálie až k severu až na území ČR. To zapříčinilo trvalé srážky, které od jihu postupně postihly celé území ČR. Nejzávažnější intenzita srážek byla zaregistrována v oblastech Šumavy, Krušných hor, Brd, Orlických hor, Českomoravské vrchoviny, Jeseníků, Beskyd a v oblasti Krkonoš. Rychlý vzestup vodní hladiny na vodních tocích pak zapříčinily krátkodobé intenzivní srážky doprovázené bouřkami v povodí Vltavy, Labe, Sázavy a Dyje. 14. srpna 2002 pak srážky ustály (Rudenský, 2002)

Nasazení celkového počtu hasičů na celém území ČR bylo 24 200. Zahraniční pomoc v ČR byla poskytnutá z osmi států s celkovým počtem 214 záchranářů. ČR dále přijala humanitární pomoc z 32 států a to ve formě záchranných týmů a technických prostředků zejména v podobě vysoušečů, čerpadel, hygienických prostředků, desinfekce a technik s obsluhou. Technika byla nabízena především Praze, Středočeskému a právě i Ústeckému kraji. Potřebná EVA na území ČR byla 123 200 osob. Využité byly čluny a vrtulníky, díky kterých se podařilo zachránit 3 374 osob. Celkový počet úmrtí za tyto povodně je 19 obětí (Statistické ročenky Hasičského záchranného sboru ČR, 2003).

V dolním úseku řeky Labe bylo nasazeno celkem 3 500 hasičů, kteří měli k dispozici techniku - dopravních prostředků, čerpadel a motorových člunů. 1 500 příslušníků Policie ČR plnili funkci hlídkové a strážní služby. Při opadnutí povodně se na likvidačních pracích zúčastnilo 2 000 příslušníků armády ČR (Kremsa, 2003). Veškeré jezy byly vyhrazeny nebo sklopeny. Dále došlo k zaplavení vodoměrných profilů v Mělníku, Ústí nad Labem a v Děčíně proto byly zajištěny náhradní vodočty. Ve dne 12. srpna 2002 se vyklízeli vytipované objekty. Bylo zastaveno několik výrobních podniků např. v Lovosicích Lovochemie a.s., v Ústí nad Labem tomu byla Spolchemie a.s. a Setuza s.s. Dále byl zastaven provoz přístavů a loděnic neboť problém nastal v uvolnění nákladních člunů. Dalším problémem nastal např. na Litoměřicku či v Ústí nad Labem neboť došlo k uzavření mostů z důvodu zaplavení příjezdových komunikací nebo přímo kvůli ohrožení mostní konstrukce (Kremsa, 2003).

#### ***1.2.10 Povodeň v roce 2013***

V období konce května a začátek června v roce 2013 nastala povodeň, jejíž příčinou byly dlouhotrvající a přívalové deště, které byly doprovázené bouřkami a ve velké intenzitě i krátkodobými srážkami. Proto byly tyto povodně považovány za klasické letní povodně. Bylo postihnuto několik krajů, kde byl vyhlášen i nouzový stav (Středočeský, Jihočeský, Plzeňský, Ústecký, Liberecká, Královehradecký a hlavní město Prahy), (Statistická ročenka 2013 Česká republika, 2014). V tomto roce nastaly dvě povodňové vlny v období 1. června 2013 až 13. června 2013 a další 25. června 2013 až 28. června 2018, protože se od 25. května 2013 tvořila tlaková níže a to nad celou Evropou. Od 24. června 2013 se objevily přehánky s největším srážkovým úhrnem, proto nastal vzestup vodních stavů. Během těchto povodní došlo k odstranění zátaras z koryt řek, odstranění bahenního nánosů a stromů, které byly polámané. Dalším úkolem bylo monitorování povodně a jakosti vod (Souhrnná zpráva o povodních v červnu 2013 v oblasti povodí Horního a středního Labe, 2014).

#### ***1.2.11 Obecná komparace následků povodně 2002 a 2013 v ČR***

Následující tabulka (tabulka 3) vyznačuje obecnou komparaci povodní v roce 2002 a 2013. Je zde porovnáno, o jaký typ povodně se v daný rok jednalo, počet povodňových vln, jaké byly zasažené oblasti, celkový počet zasažených obyvatel, jaká byla výše škod celkem a jaká v ústeckém kraji.

**Tabulka 3 Obecná komparace povodní v roce 2002 a 2013**

Komparace povodní 2002 a 2013	Povodně v srpnu 2002	Povodně v červnu 2013
<b>Typ povodní</b>	Letní regionální	Letní regionální
<b>Počet povodňových vln</b>	Dvě povodňové vlny	Dvě povodňové vlny a jedna přívalová
<b>Zasažené oblasti</b>	Povodí Vltavy, Berounky a dolní Labe	Povodí Vltavy, Berounky, dolní Vltavy, Labe
<b>Počet zasaženého území</b>	986 obcí	1373 obcí
<b>Počet obyvatel zasažených povodní</b>	3,2 mil. Kč	3,9 mil. Kč
<b>Celkové škody způsobené povodní</b>	73 mld. Kč	15 mld. Kč
<b>Škody způsobené povodní v Ústeckém kraji</b>	11 765 Kč	3 523 Kč

*Zdroj: (Statistické ročenky Hasičského záchranného sboru ČR, 2003), vlastní zpracování*

### **1.3 Úkony související s PPO**

V průběhu výstavby je nezbytné věnovat pozornost kontrolním prohlídkám, které jsou prováděné pracovníky dané a prověřené organizace i zhotovitele. Důležité jsou vizuální kontroly míst, které jsou přístupné a pozornost u postupů výstavby PPO či kvalitně prováděných prací. Dalším nezbytným krokem je kontrola dodržování předepsaných materiálů a technických postupů, které souvisejí s bezpečností a stabilitou celé určité PPO konstrukce. V průběhu výstavby musí být prováděny zkoušky různých materiálů jako betony, zeminy, malty či cihly apod. (Půbal, 2013).

### ***1.3.1 Technickobezpečnostní dohled po dobu výstavby PPO***

Technickobezpečnostní dohled se provádí v pravidelných prohlídkách při výstavbě PPO, které jsou spojené s vizuální kontrolou těch částí, které jsou přístupné. Pracovníci tohoto dohledu, kteří jsou pověřeni, provádějí obchůzky minimálně jednou za měsíc. Pozornost musí být věnována postupu výstavby, kvalitě prací, zásahům na díle i v jeho okolí a základní měření (Půbal, 2013).

Nutná péče musí být věnována výstavbě železobetonových podzemních částí prahů mobilního hrazení. A to zejména v napojování jejich jednotlivých dilatačních celků, realizaci těsnění dilatačních spár, stavy pracovních spár před betonáží a dále ochranným penetračním nátěřům betonových konstrukcí, než se to zasype zeminou. Kvůli dosedání těsnění hradidel musí být sledována kvalita povrchu dosedacích prahů především jejich rovnost a provedení povrchu v místě dilatačních spár (Půbal, 2013).

### **Specifika bezpečnosti staveb na ochranu před povodněmi**

Mezi stavby, které jsou vystaveny na ochranu před povodní, jako jsou ochranné hráze, zdi nebo mobilní prvky patří i vodní díla, nad kterými je potřebné provádět technickobezpečnostní dohled. Systémy PPO chrání oblasti s vyšší koncentrací obyvatelstva, avšak v případě nějaké závady, poruch nebo destrukce mohou obyvatelstvo a jejich majetek ohrozit. Proto při provozování PPO je nutná připravenost na selhání systému a na eliminaci účinků zaplaveného území. V rámci prevence se pak provádějí cvičné stavění mobilních stěn (Novák, 2011).

### ***1.3.2 Údržba PPO***

Veškerá PPO je nezbytné udržovat v řádném a zejména v provozuschopném stavu. To zahrnuje údržby, opravy a revize, které je nutné plánovat v době minimálních průtoků a při vhodných klimatických poměrů. Proto tato preventivní bezpečnostní opatření spočívá v kontrolních obchůzkách a prohlídkách valů, objektů či profilů mobilního hrazení v celé ohrožené oblasti, stavebních konstrukcí, bezpečnostních přelivů apod. Údržba a kontrola PPO se přizpůsobuje podle povodňové situace v dané oblasti, náročnosti PPO a využitelnosti území apod. (Půbal, 2013).

### **Údržba pevných částí PPO**

U pevných částí PPO se udržují či opravují dosedací prahy a boční drážky na vsunutí mobilního hrazení, zařízení pro řízené napouštění suterénu v objektu, které se provádí ověřením funkčnosti plováků uzavíracích armatur a těsnost potrubí či zda se neobjevují praskliny nebo jiné deformace, popřípadě odstraňovat nánosy. Kontrola přístřešků nebo krytů stavidel, čerpací a revizní šachty, šachty kanalizace a propustků. Dále zejména zemní násypy včetně svahů a korun protipovodňového hrazení a valů. To spočívá v údržbě zatravněných ploch (mulčování, sečení a likvidace travních hmot) pomocí mechanizace nebo odstraňování náletových dřevin. Podle potřeby u bezpečnostních přelivů jde o doplnění štěrku a lomové prosívky na povrchu koruny přelivu. Dále je nezbytné zpevňování korun hrází. Elektrorozvody se řídí příslušnými pokyny podle právních předpisů a norem (Půbal, 2013)

Z pohledu bezpečnosti hráze je nezbytné sledovat změnu výšky koruny hráze. Ukazatelem stavu hráze je druh a stav vegetace, která je na a v okolí hráze. Je nutno ji udržovat sekáním nejméně 2x ročně. Různé bodláky, mrkev obecná, hořčice, pelyněk je v každém ohledu na hrázi a v jejím nejbližším okolí nevhodnou volbou (Provozní řád pro vodní dílo Bohušovice nad Ohří, 2013).

### **Údržba mobilního protipovodňového hrazení a zařízení**

Mobilní hrazení, hradidla, rozpěry a stupice se opravují či udržují zejména po povodni nebo se provádí průběžná údržba dle pokynů výrobce. Společně údržba po demontáži po povodni se provádí i u hradících desek očištěním tlakovou vodou nebo opravy obvodového těsnění. Další údržba může spočívat i v různých protipovodňových dveřích např. v Terezíně v podzemním systému chodeb, u šoupat, kanalizačních hradítek a hradítek potrubních propustků nebo zabezpečení stavidel (Provozní řád pro vodní dílo Bohušovice nad Ohří, 2013).

### **Údržba technologií**

V provozních a montážních předpisech jsou obsaženy pokyny od výrobců pro provoz a údržbu jednotlivých strojů a zařízení daného výrobce, přičemž obsluha musí být seznámena s provozem, obsluhou či údržbou strojního zařízení. Údržba pak spočívá v pravidelné výměně součástí, které podléhají opotřebení, doplnění a výměně maziv nebo těsnění k zajištění bezporuchového provozu. To se provádí po určeném počtu provozních hodin, který stanoví dodavatel nebo výrobce, v případě že nenastane žádná závada.



Příkladem nutné údržby, opravy a revize mohou být: ponorná (kalová) čerpadla studen, mobilní kalové čerpadla, elektrocentrály. K revizi a údržbě dalších komponentních systému se mohou řadit: Traktor, žací stroj, vysokozdvizný vozík, nápuštní ventily s plovákem a uzávěrem, hadice a další technologické zařízení jako jsou jističe, kabelové rozvody apod. (Provozní řád pro vodní dílo Bohušovice nad Ohří, 2013).

Pro zvládnání celkového PPO v obcích, které se nacházejí blízko toků, je důležité pořídit aktualizované mapy matematického modelu, kde jsou zobrazené rozlivy n-letých povodní. Dalším krokem zjistit kótu hladiny v dané řece kdy je přerušen přívod elektrické energie a kdy je přerušena dodávka pitné vody a z funkce vypadává kanalizace. Řídit se zkušeností z minulých povodní a např. z povodně 2002 zaměřit kótu zatápných podlaží. Zajistit operativní přístup obce k on-line informacím od vodohospodářského dispečinku správce daného toku pomocí vybavení, které si zajistí obecní úřad. Dalším vhodným krokem je vytvoření webu obce pro komunikaci ohledně povodňové situace. Zajistit technické věci jako jsou přenosné osvětlovací tělesa, pramice, záchranné kruhy, pádla a vesty. Dále provést digitalizaci katastrálních map a vybudovat pomocný povodňový vodočet podle daných parametrů (Zídek, 2015).

### ***1.3.3 Právní úprava financování PPO***

Povodně se řadí mezi přírodní živelní pohromy, kterým se nelze vyhnout. Proto je v zájmu každé ohrožené osoby, aby se před povodněmi chránila. Zmírnit škody lze pomocí vhodného pojištění pro případ povodně nebo škody vzniklé následkem povodně na nemovitosti vlastníka. Po povodni v roce 1997 či 2002 se ke klientům změnil přístup. Takový postup je totiž v dnešní době omezený postupy všech pojišťoven. V některých oblastí je pojištění v tomto ohledu zcela vyloučené (Novák, 2011).

Z hlediska efektivity a praktického směru je skoro až nemožné, aby se o ochranu sebe a svého majetku postarala jen jednotlivá osoba. Proto je ochrana před povodněmi organizována obcemi, vyššími územními celky ale i státem. Pro tyto postupy se již musel zahrnout i právní rámec. Proto lze zmínit zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (Novák, 2011).

Na ochranu před povodní právnické a fyzické osoby provádějí opatření dle svého vlastního uvážení. Zabezpečovací práce na vodních tocích provádějí i hradí správci těchto toků a u vodních děl hradí zabezpečovací práce vlastníci vodních děl. Na svém

území mohou i jednotlivé obce konat opatření k ochraně majetku i osob. Na takovou výstavbu pak můžou požádat o příspěvek přímo od vlastníků majetku, který bude ochraňován před povodní. Tito vlastníci ale nejsou povinni ze zákona takový požadovaný příspěvek poskytnout. Pro takový případ obcím může přispět stát a kraje. Stát tak přispívá na úhradu opatření, které jsou ve veřejném zájmu. K tomu jsou pak založeny dotační programy. Pro ně pak vláda každý rok připraví závazná pravidla o poskytování finančních prostředků a způsob jejich kontroly a jejich užívání. Ty se pak stanou přílohou Zákona o státním rozpočtu ČR (Novák, 2011).

Ten kdo se stane navrhovatelem daných systémových PPO jsou zejména správci vodních toků, města a obce. Dle závazných pravidel jsou žadatelé o finanční podporu ze státního rozpočtu a investoři pro poskytování finančních prostředků v oblasti vod zejména správci vodních toků ve specifických případech i obce. Poskytování podpory do těchto programů má přesná pravidla. Závěrečné rozhodnutí pak záleží na odborném technicko - ekonomickém posudku pro PPO a to pomocí strategického a environmentálního experta. Cílem je opatření, která budou ekonomicky efektivní a aby nepoškodila životní prostředí. Vždy musí ochraňované hodnoty mít vyšší hodnotu než náklady na PPO (Novák, 2011).

#### ***1.3.4 Programy PPO a jejich finanční zajištění***

Kvůli častému výskytu povodní v posledním dvacetiletí se již skoro ve všech státech zpracovávají strategie prevence před povodněmi. Po povodních v roce 1997 a 1998 se zpracovala Strategie ochrany před povodněmi pro území ČR, která byla aktualizována v roce 2006. To nastalo v rámci Plánu hlavních povodí v ČR, který je strategickým dokumentem a to vodohospodářské politiky dle vodního zákona až do roku 2027 (Novák, 2011).

Finanční prostředky určené k protipovodňové ochraně je možné získat na základě prostředků z fondů Evropské unie, státního rozpočtu ve formě dotací, garancí na komerční úvěry či vlastních zdrojů investorů.

Realizaci preventivních PPO v působnosti ministerstva zemědělství se odehrávalo ve třech etapách (Novák, 2011):

#### **I. Etapa od roku 2002 do 2007**

- **Program Prevence před povodněmi** - byl zaměřený na povodí zasažené povodněmi do roku 2002. Jednalo se o povodí řek Moravy, Odry a horního Labe. Náklady činily 4,043 mld. Kč. Prostředky byly tvořené: Ze státního rozpočtu (3,623 mld. Kč), úvěr Evropskou investiční bankou (1,793 mld. Kč) a vlastní zdroje investorů (420 mil. Kč). Hlavním cílem bylo zvýšení možné retence vod na daném území, celkové zvýšení výkonnost koryt vodních toků zejména v kritických úsecích jako jsou zástavby, úpravy koryt. Realizováno bylo 435 akcí.
- **Program Obnovy, odbahnění a rekonstrukce rybníků a vodních nádrží** – celkové náklady 1,749 mld. Kč ze státního rozpočtu a vlastních zdrojů investorů (317,131 mil. Kč.) Hlavním cílem bylo zlepšení rybníčního fondu a také posílení vodohospodářských a mimo produkčních funkcí, rekonstrukce těles hrází a obnova retenčních prostorů nádrží. Bylo realizováno 230 akcí (Novák, 2011).

## **II. Etapa od roku 2007 do 2013**

- **Program Podpory prevence před povodněmi II.** – Plánované náklady 11,5 mld. Kč ze státního rozpočtu (4 mld. Kč), úvěr Evropskou investiční bankou (7 mld. Kč). Hlavním cílem bylo snížení úrovně ohrožených záplavových územích z nejvíce postižených oblastí povodní v roce 2002. V roce 2010 byl tento program rozšířený o program, který podporoval zadržování vody v suchých nádržích na malých vodních tocích (Novák, 2011).
- **Program Podpory obnovy, odbahnění a rekonstrukce rybníků a výstavby vodních nádrží** – Plánované náklady činili 4 mld. Kč. Zdroje financování: Státní rozpočet 900 ml. Kč, úvěr Evropskou investiční bankou (200 mil. Kč), prostředky z OSFA (299,9 mil. Kč), vlastní zdroje investorů (800,2 mil. Kč). Cílem bylo více zdůrazňovat a podpořit protipovodňové funkce rybníků a rybníčních hrází či vodních nádrží (Novák, 2011).
- **Další programy:** Pozemkové úpravy, Operační program životního prostředí, program rozvoje venkova ČR na období 2007 až 2013 a dobrý zemědělský a environmentální stav (Novák, 2011).

## **III. Etapa o roku 2014 do roku 2027**

- Dnešní programy, ze kterých jsou financovaná PPO, jsou založená na státní podpoře, které je financované ze státního rozpočtu společně s posílením

úvěrem od Evropské investiční banky. Cíle se záměry jsou obsahem Koncepce řešení problematiky ochrany před povodněmi v ČR s využitím technických a přírodě blízkých opatření (Novák, 2011).

V příloze A je zakreslena mapa týkající se PPO v rámci zmíněných I. – III. Programů.

### **Strategie ochrany před povodněmi na území ČR**

Tím, že povodním se nedá nikterak zabránit z pohledu jejich výskytu a rozsahu, které ovlivňuje vnímání povodňového rizika, stává se pak realizace preventivních opatření komplikovanou. Pro ČR jsou povodně největší přímé nebezpečí z ohledu přírodních katastrof, které způsobují kromě ztrát životů obyvatel tak i značné rozsáhle materiální škody a dochází k devastaci kulturní krajiny a ekologických škod. Ochrana před povodněmi není nikdy zcela absolutní, ale mohou se provést opatření, která povodeň a následné škody alespoň zmírní. K tomu lze právě využít i Strategii ochrany před povodněmi na území ČR, která byla aktualizována v roce 2006. Je to dokument, který díky zkušenostem z průběhu povodní z dřívějších dob a na stav technických či právních norem formuluje postup ke snížení škodlivých účinků. Cílem strategie je vytvořit základy pro rozhodování veřejné správy. Řadí se zde zejména výběr konkrétní realizace týkající se ochrany před povodní a základy pro usměrnění rozvoje území. Nezbytným úkolem Strategie je určit rozsah odpovědnosti za systém povodňové ochrany na úrovni státu, orgánů samosprávy, občanské a podnikatelské veřejnosti (Strategie ochrany před povodněmi, 2000). Po provedených analýz povodní v ČR vychází z následujících zásad:

- Nejefektivnější forma ochrany před povodní jsou preventivní opatření pro ochranu před povodněmi.
- Na zabezpečení realizace preventivních opatření, které směřují ke snížení škodlivých účinků povodní, se musejí podílet i vlastníci a správci nemovitostí.
- Pro efektivitu z oblasti ochrany před povodněmi je potřebné nalézt vyhovující kombinaci opatření v krajině a technická opatření k ovlivnění povodňových průtoků. Z oblasti preventivních opatření je nezbytné uplatňovat v ucelených povodích s ohledem na provázanost vlivů daných jednotlivých opatření podél toků.

- Je potřebné využívat kvalitní informace o geomorfologii území, rostlinném pokryvu, složení půd, moderních informačních technologií, které umožňují např. modelování povodní.
- Zabezpečení ochrany před povodněmi je kvůli finanční náročnosti víceletý proces, proto je prioritou státního zájmu podpořit prevenci než úhrada nákladů za škody, které jsou způsobené povodněmi (Strategie ochrany před povodněmi, 2000).

Povodně roku 2002 a 2013 nebyly jediné. Právě povodně v roce 2006 byly zlomové pro rozhodnutí o dalším řešení povodňové problematiky. „*V průběhu další extrémní povodně, která postihla Čechy na jaře 2006, rozhodla vláda Usnesením č. 383/2006 a č. 496/2006 o uvolnění finančních prostředků na realizaci dotačního programu 129 120 Podpora prevence před povodněmi II. Jeho hlavním cílem bylo další snižování povodňových rizik měst a obcí. Technická opatření zařazená do programu vycházela z výsledků studií odtokových poměrů jednotlivých vodních toků. V mnoha případech navazovala na opatření provedená v I. etapě a nebyla by bez nich realizovatelná. Opatření byla financovaná z úvěru poskytnutého Evropskou investiční bankou. Povodí Labe v oblasti své působnosti realizovalo 36 investičních akcí, na které bylo vynaloženo celkem 3,9 mld. Kč (Profil státního podniku, 2017).*“ Přestup na další etapu podpory prevence bylo klíčové. Mohla se zvýšit ochrana osob v záplavových území.

## 2 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZA

Mezi hlavní cíle diplomové práce lze zařadit posouzení vztahu týkající se počtu ohrožených obyvatel povodní a přidělených finančních prostředků na PPO v Ústeckém kraji v povodí Ohře a Labe. Přispět k metodice zjišťování počtu ohrožených obyvatel na přidělené finanční prostředky a posoudit roli dalších parametrů. Dalším cílem je posouzení určených parametrů na bázi SWOT analýzy. K tomu, aby tyto cíle byly splněny, je potřebné v teoretické části uvést ucelený náhled právní úpravy s nezbytnými pojmy, které se týkají povodňové problematiky v ČR a možný způsob financování a udržení PPO.

Plnění vymezených cílů diplomové práce bude spojeno s procesem verifikace následujících hypotéz:

Hypotéza H1: Statistická závislost mezi počty ohrožených obyvatel a výši prostředků protipovodňové ochrany je dána lineární regresí.

Hypotéza H2: Statistická závislost mezi počtem ohrožených obyvatel a výši prostředků na protipovodňová opatření je dána silnou pozitivní korelací.

## **3 METODIKA VÝZKUMU**

### ***3.1 Jednotlivé kroky metodiky***

V následujících odstavcích budou shrnuty jednotlivé kroky směřující k metodice vědeckého výzkumu a k psaní diplomové práce. Bude řešena problematika sběru dat, teoretické zařazení podstaty sběru dat, vlastní získávání datových souborů, zpracování datových souborů metodami logickými a metodami statistickými.

#### **a) Podstata sběru dat**

Při studiu oboru civilní nouzové připravenosti mě zaujala problematika povodní, proto jsem v červnu v roce 2018 absolvovala studentskou praxi na státním podniku Povodí Ohře. Tato praxe se konala na závodě Terezín, kde mi byly poskytnuty veškeré informace, dokumenty a vysvětlení, které jsem při psaní této práce potřebovala.

Tato práce se bude zabývat jedním faktorem z mnoha dalších, které ovlivňují povodňovou problematiku a ochranu osob před povodněmi. Z jedním faktorů, které mohou napomoci ochránit obyvatelstvo před povodní, jsou finanční prostředky na výstavbu PPO a ovlivnit tak počty ohrožených obyvatel povodní. Ostatní faktory, které tuto problematiku ovlivňují, budou zmíněné v diskusi.

#### **b) Teoretické zařazení podstaty sběru dat**

Podstata sběru dat byla spojena s analýzou literárních a elektronických rešerší. Dále studium odborné literatury, která byla využita zejména v teoretické části diplomové práce.

#### **c) Vlastní získávání datových souborů**

Po dokončení teoretické části budou postupně shromažďována odborná data ve vybraných obcích. Tam bude provedena analýza a výklad povodňové problematiky v diskusi s odborníky. Dále budou shromážděna data týkající se celkového počtu obyvatel, škod z roku 2002 a data k porovnání účinnosti PPO a bližší specifikace PPO ve vybraných obcích.

#### **d) Zpracování datových souborů logickými metodami**

Ke zpracování získaných datových souborů budou využity metody všeobecně teoretické (logické) a statistické. Logickými metodami budou řešeny problémy týkající se následujících oblastí: Údaje, které se v některých případech mezi sebou neshodují, opominutí některých důležitých aspektů zkoumaného problému, neaktualizované údaje v dostupných a čerpaných dokumentech. Tyto problémy budou řešeny ověřením na obecních úřadech či jinými dokumenty. Pro úplnost budou krátce charakterizovány použité metody indukce a dedukce.

**Indukce** – metoda odvozuje z jedinečného výroku, rozhodne se obecný závěr. Úsudek pak shrnuje všechny jednotlivé případy, přičemž závěr je jasný nebo pravděpodobný či je splněn jen do určité míry.

**Dedukce** – metoda odvozuje z konkrétních skutečností skutečnosti obecné. Jedná se pak o přesnější vyvození nových výroků. Tato metoda se v této práci využije při odpovídání na dvě hypotézy.

#### **e) Zpracování datových souborů statistickými metodami**

##### **Regresní analýza**

Její úkol spočívá v nalezení případné teoretické regresní funkce k vystižení charakteru sledovaných závislostí (Záškodný, 2011).

##### **Korelační analýza**

Její úkolem je měření těsnosti neboli síly či intenzity sledovaných závislostí. Problematika je zkoumána, pokud změny náhodných veličin statistických znaků jsou vystiženy regresní funkcí (Záškodný, 2011).

### ***3.2 Měření statistických závislostí – podrobnější popis regresní a korelační analýzy***

Cestu k aplikaci regresní a korelační analýzy lze popsat následujícím způsobem:

- Sledování problému povodní v Ústeckém kraji;



- tento problém byl zkoumán prostřednictvím výběrového statistického souboru s rozsahem  $n = 8$  obcí;
- zjištění hodnot  $x_i$  odpovídajících počtu ohrožených obyvatel a  $s_i$  přidělených finančních prostředků na PPO. Přesné údaje budou uvedeny v tabulce;
- v PPO Lovosicko budou zkoumány 2 obce. Důvodem je zjištění informací pouze o celkovém vybudování PPO Lovosice i Píšťany dohromady. PPO Ústí nad Labem, část Střekov a levý břeh, budou považovány jako jedno PPO, neboť se tyto PPO nacházejí v téže obci;
- veškerá základní používaná data v tabulce i ve výpočtech se budou vztahovat k údajům obsažených v Dokumentaci oblasti s významným povodňovým rizikem z roku 2014.

Zpracování získaných dat pak umožní:

- vytvoření tabulky pro výpočet  $x_i$  a  $s_i$  a výpočet konkrétního problému;
- provedení procesu ortonormalizace souřadnicového systému;
- jednoduchou lineární regresi, která bude vyjádřena regresní přímkou  $y = b_0 + b_1 x$ ;
- aplikaci soustavy normálních rovnic pro lineární regresi: (Záškodný, 2011)

$$\sum s_i = k b_0 + b_1 \sum x_i \quad \sum s_i x_i = b_0 \sum x_i + b_1 \sum x_i^2$$

- nalezení regresní funkce;
  - výpočet koeficientu korelace následujícími kroky;
  - použité statistické znaky;
    - statistický znak 1 (SZ1) – ohrožené obyvatelstvo,
    - statistický znak 2 (SZ2) – financování PPO,
  - dosazení do vztahu pro Pearsonův koeficient lineární korelace, tento krok umožní získat těsnost měřených statistických závislostí mezi statistickými znaky (Záškodný, 2011)

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s}$$

- v rámci této analýzy je dále potřebné vyjádřit  $S_{xs}$ : (Záškodný, 2011)

$$S_{xs} = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{n} (x_i - O_{1x})(s_i - O_{1s})$$

- poté je potřebné určit  $\frac{n_i}{n} = \frac{1}{8}$ : (Záškodný, 2011)

$$S_{xs} = \frac{n_i}{n} [(x_1 - O_{1x})(s_1 - O_{1s}) + (x_2 - O_{1x})(s_2 - O_{1s}) + \dots + (x_9 - O_{1x})(s_9 - O_{1s})]$$

- dalším krokem bude doplnit údaje o směrodatných odchylkách  $S_x$  a  $S_s$ : (Záškodný, 2011)

$$S_x = \sqrt{\sum_{i=1}^k \frac{n_i}{n} (x_i - O_{1x})^2} = \sqrt{\frac{n_i}{n} [(x_1 - O_{1x})^2 + (x_2 - O_{1x})^2 \dots + (x_9 - O_{1x})^2]}$$

$$S_s = \sqrt{\sum_{i=1}^k \frac{n_i}{n} (s_i - O_{1s})^2} = \sqrt{\frac{n_i}{n} [(s_1 - O_{1s})^2 + (s_2 - O_{1s})^2 \dots + (s_9 - O_{1s})^2]}$$

Popsané kroky aplikace regresní a korelační analýzy umožní grafické vystižení lineární regrese a zkoumání hodnoty korelačního koeficientu (Záškodný, 2011). Po potvrzení či zamítnutí hypotéz bude možno aplikovat SWOT analýzu, která určí silné a slabé stránky zkoumaných parametrů týkajících se posouzení zjištěných údajů o problematice na daném území a možnou ochranu ohrožených obyvatel v tomto území a určení doporučujících kroků k navýšení efektivity ochrany obyvatel v ohroženém území.

## 4 VÝSLEDKY

### 4.1 *Upřesnění metodiky zjišťování počtu ohrožených obyvatel*

Při shromažďování dat týkající se celkového počtu ohrožených obyvatel povodní a přidělených finančních prostředků na PPO se údaje na dostupných zdrojích se mezi sebou neshodovala (po zaslání dotazů odborníkům na počet osob ohrožených povodní byly zjištěny jen počty evakuovaných osob v roce 2013 nebo často údaj nebyl vůbec znám). Proto bylo zapotřebí potřebné údaje sjednotit, a to prostřednictvím Dokumentace oblasti s významným povodňovým rizikem v povodí Ohře a Labe (dokumentace byla vypracována v roce 2014). Uvedená dokumentace navazovala na činnost, která vyplývá z přijetí Směrnice evropského parlamentu a Rady o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik ze dne 23.10. 2007. Tato směrnice byla v roce 2011 transponována Vodním zákonem a vyhláškou 24/2011 Sb. o plánech povodí a o plánech pro zvládání povodňových rizik (Dokumentace oblasti s významným povodňovým rizikem, 2014). Dále bylo nezbytné upřesnit povodňovou problematiku v daných územích. To znamená, jaké jsou možnosti rozlivu, problematika nivy, hydrologie apod. Po těchto informacích mohla nastat analýza konkrétních obcí, jejich ohrožených objektů a obyvatel ve vazbě na záplavová území. Počet ohrožených obyvatel se vztahuje na povodeň  $Q_{100}$ . Důvodem zvolení tohoto limitu je představa kulminačního průtoku, který je dosažený jednou za 100 let a ohrožuje největší počet obyvatelstva v obcích. Na vodočtu v Ústí nad Labem  $Q_{100}$  odpovídá stavu v 1163 cm.

Vzhledem k výše uvedeným údajům diplomová práce identifikovala problém v oblasti šetření závislostí vybraných parametrů protipovodňových opatření ve vybraných obcích v Ústeckém kraji v povodí Ohře a Labe. Problém byl řešen pomocí dotazů odborníkům, formou osobní konzultace, formou E-mailů a vyhledáváním informací a dokumentů z dostupných zdrojů. Bylo vybráno 8 obcí, u kterých bylo realizováno PPO do roku 2015, v rámci Programu 129 120 Podpora prevence před povodněmi – II. etapa. Zkoumané výzkumné údaje měly charakter kvantitativních znaků a přístupů, novou kvalitou bylo jen upřesňování počtu ohrožených obyvatel ve zkoumaných obcích.

## **4.2 Charakteristika Ústeckého kraje**

Ústecký kraj se nachází na severozápadě Čech. Sousedí s krajem Libereckým, Středočeským, Plzeňským a Karlovarským. Nachází se na hranici s Německem. V Ústeckém kraji protéká významná řeka Labe a Ohře s dalšími vodními toky např. Ploučnice, Modla apod. Tato oblast má několik krajinných typů - na Litoměřicku je významné zemědělství, na Mostecku jsou těžební místa či cestovní ruch. V okrese Chomutov leží významný prvek pro problematiku povodní a tím je nejdelší sypaná hráz ve střední Evropě - vodní nádrž Nechanice. Tato nádrž byla vybudována na řece Ohři. Řeka Labe je jednou z největších řek v Evropě a největší česká řeka. Pramení na severu Čech v Krkonoších na Labské louce. Protéká sousedním státem Německem a ústí do Severního moře. Její délka v ČR je 370, 74 km. Mělník je místo, kde se Vltava vlévá do Labe (Ústecký kraj, 2006). Řeka Ohře pramení v Německu (Bavorsko). U města Litoměřice se Ohře vlévá do řeky Labe. Její voda je využívána zejména na zavlažování a při výrobě vodní energie. Na jejím toku se nacházejí tři vodní přehradní nádrže. Těmi jsou Skalka, Nechanice a Kadaň. Řeku dále reguluje několik jezů (Kopp, 2014).

Diplomová práce se zabývá úsekem dolního toku Labe na území ČR. - od zaústění řeky Vltavy u obce Mělník ke státním hranicím. Dnešní vzhled řeky Labe je výsledkem dlouhodobých úprav řečiště, břehů a okolí. Tyto úpravy začali rozvojem říční, železniční logistiky, průmyslu a obchodu, energetiky a vodního hospodářství. Po řece se dříve splavovalo dřevo, později zemědělské produkty. Na Dolním Labi bylo vybudováno několik jezů a zdymadel. Řeka je obklopena na březích vzrostlými stromy, křovisky, hustými travinami a velkými plochami zemědělských půd. V určitých částech je území tvořeno budovami a objekty týkajícími se občanského, zemědělského či průmyslového charakteru, zahrádkářskými oblastmi, sportovišti a dětskými hřišti (Dokumentace oblasti s významným povodňovým rizikem, 2014).

## **4.3. Posouzení stavu pro určení efektivity PPO**

V Ústeckém kraji se povodně vyskytují poměrně často. Data z povodní jsou zaznamenána již od roku 1797. Největší průtok vodního toku je zaznamenán v roce 2002. V tento rok vodní hladina dosahovala na vodočtu 1196 cm, tudíž přesahovala označení stoleté vody. Tyto povodně na Ústecku způsobily mnoho škod a ztrát lidských životů. Od té doby se

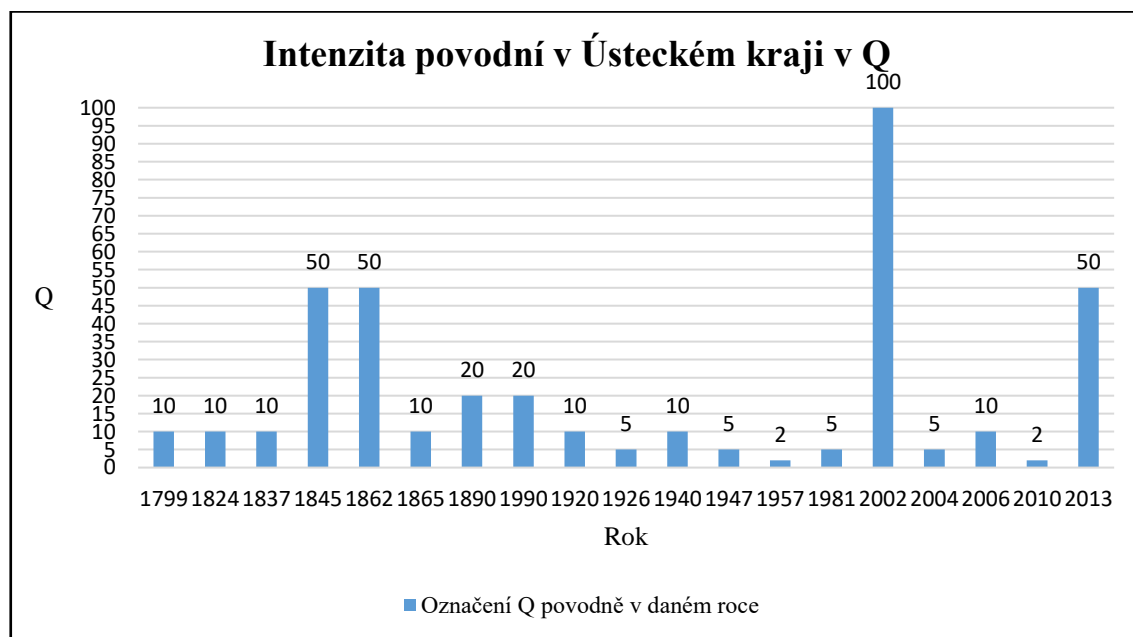
v nejhroženějších obcích začaly budovat PPO, které by při povodních měly zabránit problémům vyskytujících se již v roce 2002. Tabulka 4 znázorňuje hodnoty měření v profilu vodočtu Ústí nad Labem. Konkrétní limity vodních stavů pro instalaci mobilních protipovodňových zařízení je v příloze B.

**Tabulka 4 Měření v profilu vodočtu v Ústí nad Labem**

<b>Měření v profilu vodočtu v Ústí nad Labem</b>	
Q <sub>1</sub> – 591 cm Q <sub>2</sub> – 702 cm Q <sub>5</sub> – 826 cm Q <sub>10</sub> – 915 cm Q <sub>20</sub> – 997 cm Q <sub>50</sub> – 1094 cm	
<b>Q<sub>100</sub> – 1163 cm</b>	

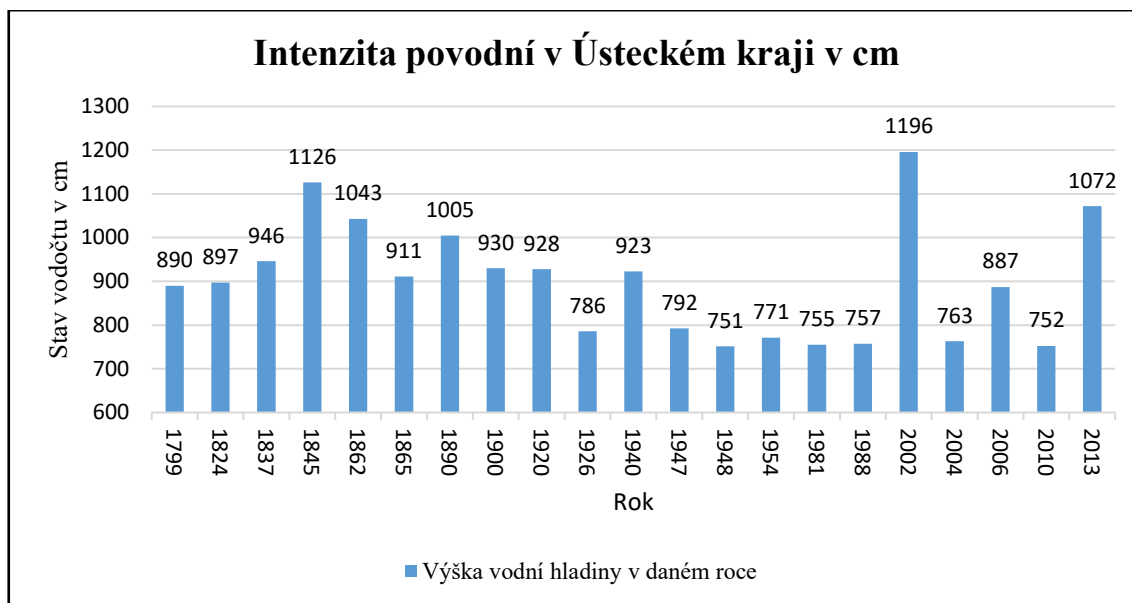
*Zdroj: (Dokumentace oblasti s významným povodňovým rizikem, 2014), vlastní zpracování*

Na obrázku (Obrázek 1) lze vidět, jaké povodně se v tomto kraji od 20. století vyskytovaly (včetně stupně ohrožení) nejčastěji



**Obrázek 1 Intenzita povodní v Ústeckém kraji v Q**

*Zdroj: vlastní zpracování*



**Obrázek 2 Intenzita povodní v Ústeckém kraji v cm**

*Zdroj: vlastní zpracování*

Výška hladiny měřená na vodočtech v Ústeckém kraji byla nejvyšší v roce 2002. Z obrázku (Obrázek 2) lze vidět, že v roce 1845 vodní hladina na vodočtu dosáhla o několik cm méně než tomu bylo v roce 2002. V roce 2013 se výška vodní hladiny měřená na vodočtu vyšplhala na 1072 cm. Je zde možné pozorovat, že Ústecký kraj se s povodněmi potýká opakovaně, přičemž povodně v roce 2002 byly pro tento kraj největší. Od 20. st se povodně typu  $Q_{100}$  vyskytly jednou. Nejčastější povodněmi v tomto kraji jsou povodně  $Q_{10}$ .

#### **4.3.1. Škody způsobené povodní v roce 2002 v Ústeckém kraji ve vybraných obcích**

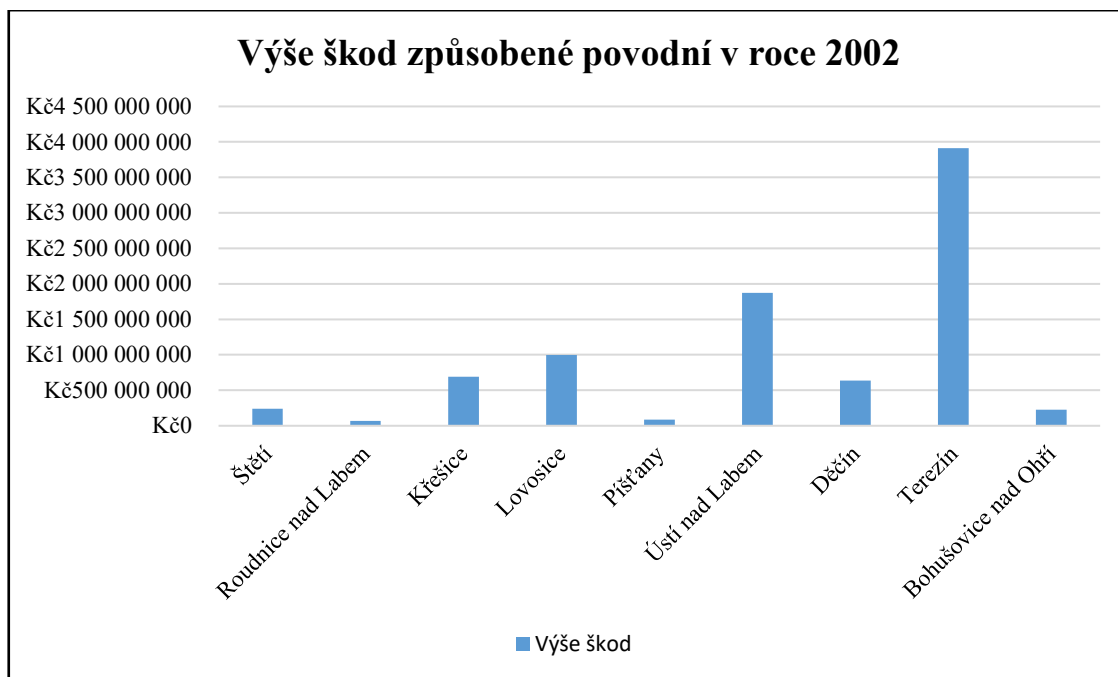
Škody způsobené povodní v roce 2002 (tabulka 5), v obcích u nichž byla po této povodni vybudovaná PPO do roku 2015, v rámci Programu 129 120 Podpory prevence před povodněmi – II. Etapa jsou následující:

**Tabulka 5 Škody způsobené povodní v roce 2002 u obcí mající PPO**

<b>Škody způsobené povodní v roce 2002 u obcí mající PPO</b>	
<b>Štětí</b>	238 265 000 Kč
<b>Roudnice nad Labem</b>	66 628 000 Kč
<b>Křešice</b>	690 323 000 Kč
<b>Lovosice</b>	996 343 000 Kč
<b>Píšťany</b>	85 845 000 Kč
<b>Ústí nad Labem</b>	1 872 989 000 Kč
<b>Děčín</b>	638 378 000 Kč
<b>Terezín</b>	3 911 000 000 Kč
<b>Bohušovice nad Ohří</b>	227 300 000 Kč

*Zdroj: vlastní zpracování*

V následujícím obrázku (Obrázek 3) lze přehledně vidět, že nejvyšší škody způsobené povodní byly v roce 2002 v obci Terezín. Jednalo se zejména o poškození staveb v občanské vybavenosti a podnikání a bytové fondy. V Ústí nad Labem se jednalo o stejné typy škod, avšak oblast bytového fondu byla poškozena znatelně více než v obci Terezín. U třetí obce, u které bylo vyčísleno nejvíce škod je obec Lovosice. Zde se jednalo nejvíce o technickou infrastrukturu a občanské vybavenosti a podnikání.



**Obrázek 3** Výše škod způsobené povodní v roce 2002, u obcí, které nyní mají PPO

*Zdroj: vlastní zpracování*

Škody způsobené povodní v roce 2002 u obcí, u kterých nejsou vybudovaná PPO do roku 2015, v rámci Programu 129 120 Podpora prevence před povodněmi – II. Etapa (tabulka 6) jsou následující:

**Tabulka 6** Škody způsobené povodní v roce 2002 u obcí nedisponujícími nyní s PPO

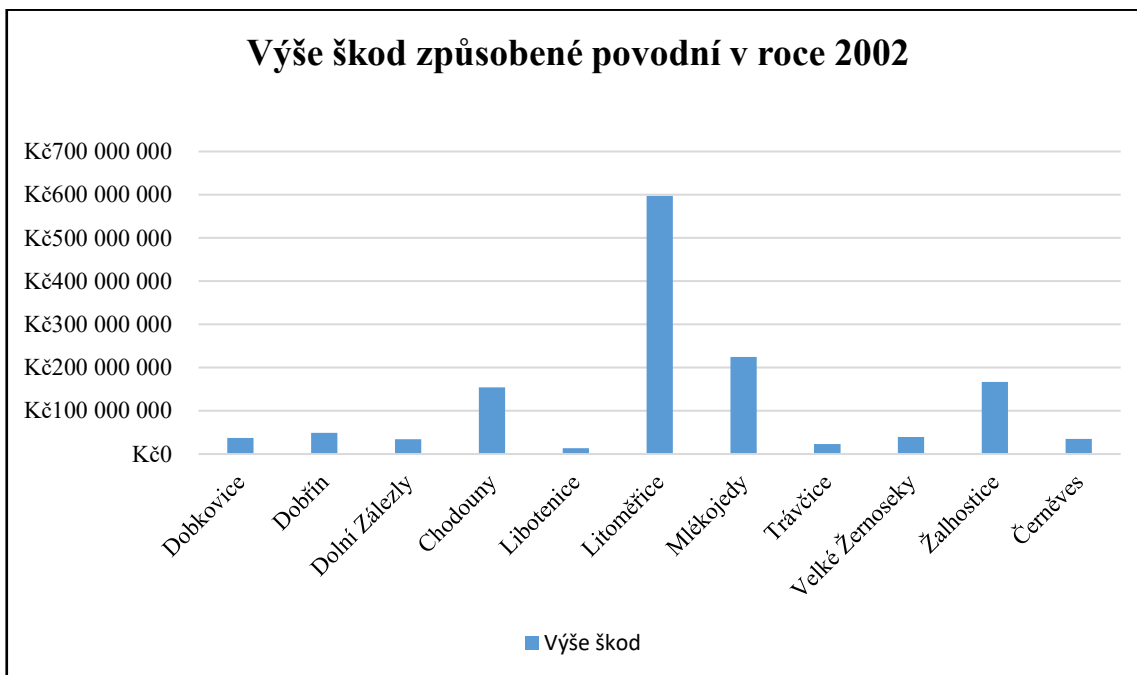
<b>Škody způsobené povodní v roce 2002 u obcí nedisponujícími nyní s PPO</b>	
<b>Dobkovice</b>	36 991 000 Kč
<b>Dobřín</b>	49 000 000 Kč
<b>Dolní Zálezly</b>	34 132 000 Kč
<b>Chodouny</b>	153 984 000 Kč
<b>Libotenice</b>	13 480 000 Kč
<b>Litoměřice</b>	597 055 000 Kč
<b>Mlékojedy</b>	225 000 000 Kč



<b>Trávčice</b>	23 000 000 Kč
<b>Velké Žernoseky</b>	39 334 000 Kč
<b>Žalhostice</b>	166 500 000 Kč
<b>Černěves</b>	35 106 000 Kč

*Zdroj: vlastní zpracování*

V následujícím obrázku (Obrázek 4) lze pozorovat nejvyšší škody způsobené povodní v roce 2002 - byly v Litoměřicích, Mlékojedech a Žalhosticích. V Litoměřicích se jednalo převážně o škody způsobené v oblasti občanské vybavenosti a podnikání. V Mlékojedech škody zasahovaly do oblasti bytových fondů. Obec Žalhostice disponovala se škodami bytových fondů a těsně k samému počtu škod i občanskou vybaveností a podnikání.



**Obrázek 4** Výše škod způsobené povodní v roce 2002 u obcí nedisponujících nyní s PPO

*Zdroj: vlastní zpracování*

#### **4.4. Charakteristika protipovodňových staveb vybudovaných do roku 2015 ve vybraných obcích**

S ohledem na způsobené škody v roce 2002 se začala řešit problematika PPO. V rámci Programu 129 120 Podpora prevence před povodněmi – II. Etapa se začala budovat v některých oblastech technická PPO. PPO v současné době již mají větší města ale i ta menší. Od té doby do roku 2015 byla vybudována PPO na řece Ohři a Labi. Zde se nacházejí významné obce, které disponují s PPO jedná se o PPO na řece Ohři: Terezín, Bohušovice nad Ohří. Na Labi: Roudnice nad Labem, Mělník, Štětí, Křešice, Lovosice, Píšťany, Ústí nad Labem a Děčín.

V následujících odstavcích bude popsána charakteristika PPO u vybraných obcích. PPO jsou popsána na úseku Dolního Labe, která byla vybudována do roku 2015 vybudované v rámci Programu 129 120 Podpora prevence před povodněmi – II. Etapa. Charakteristika je použita jen u obcí s dostupnými údaji. V sekci poznámek je uveden názor odborníků.

##### **4.4.1. Protipovodňová ochrana Štětí**

Tabulka 7 znázorňuje, jaký vodní tok daným územím protéká a tím ohrožuje obyvatelstvo, jaké typy PPO byly realizované a do jaké úrovně, kdo je správcem vodního toku a zda byla funkčnost PPO splněna při povodni v roce 2013. Dále je krátce popsána povodňová situace a v příloze C záplavové území Štětí.

**Tabulka 7 PPO Štětí**

Počet obyvatel 2019: 8487
Počet trvale bydlících obyvatel, které jsou dotčeny povodňovým nebezpečím vztahované k roku 2014 (počet obyvatel celkem): 9083
<b>Vodní tok:</b> Labe
<b>Typ opatření:</b> ochranná zeď, mobilní hrazení, ochranná hráz
<b>Úroveň ochrany:</b> $Q_{100} + 40\text{cm}$
<b>Správce toku:</b> Povodí Labe S.P.

<p><b>Povodňová situace v roce 2013 v daném území:</b></p> <p>SPA byly v tomto roce dosaženy v profilu Mělník následovně:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2. SPA 2.6.2013 v 13:00 hod (500 cm, 1200 m<sup>3</sup>/s),</li> <li>• 3. SPA 2.6.2013 v 17:50 hod (550 cm, 1440 m<sup>3</sup>/s).</li> <li>• Kulminace dne 5.6.2013 ve 3:00 hod na úrovni 936 cm =&gt; Q<sub>50</sub> - Q<sub>100</sub>.</li> </ul>
<p><b>Vyhodnocení funkčnosti PPO k roku 2013 dle dokumentu Vyhodnocení povodně a funkčnosti PPO:</b></p> <p>Účel byl splněn</p>

*Zdroj: (Vyhodnocení povodně v červnu 2013, 2013), vlastní zpracování*

#### **4.4.2 Protipovodňová ochrana Roudnice nad Labem**

Tabulka 8 znázorňuje, jaký vodní tok daným územím protéká a tím ohrožuje obyvatelstvo, jaké typy PPO byly realizované a do jaké úrovně, kdo je správcem vodního toku a zda byla funkčnost PPO splněna při povodni v roce 2013. Dále je vložena poznámka související s povodní a v příloze D záplavové území Roudnice nad Labem.

#### **Tabulka 8 PPO Roudnice nad Labem**

Počet obyvatel 2019: 12382
Počet trvale bydlících obyvatel, které jsou dotčeny povodňovým nebezpečím vztahované k roku 2014 (počet obyvatel celkem): 13117
<b>Vodní tok:</b> Labe
<b>Typ opatření:</b> Mobilní hrazení
<b>Úroveň ochrany:</b> Q <sub>50</sub> -Q <sub>100</sub>
<b>Správce toku:</b> Povodí Labe S.P.
<p><b>Vyhodnocení funkčnosti PPO k roku 2013 dle dokumentu Vyhodnocení povodně a funkčnosti PPO:</b></p> <p>Vzniklá porucha části mobilního hrazení</p>

**Poznámka:**

Počet evakuovaných z roku 2002 není znám. Při povodni v roce 2013 neexistoval registr přechodných pobytů, tudíž obyvatelé opustili své domy bez ohlášení.

*Zdroj: (Vyhodnocení povodně v červnu 2013, 2013), vlastní zpracování*

**4.4.3. Protipovodňová ochrana Křešice**

Tabulka 9 znázorňuje, jaký vodní tok daným územím protéká a tím ohrožuje obyvatelstvo, jaké typy PPO byly realizované a do jaké úrovně, kdo je správcem vodního toku a zda byla funkčnost PPO splněna při povodni v roce 2013. Dále je vložena poznámka o počtu evakuovaných osob v roce 2013 a v příloze E záplavové území Křešice.

**Tabulka 9 PPO Křešice**

Počet obyvatel 2019: 1400
Počet trvale bydlících obyvatel, které jsou dotčeny povodňovým nebezpečím vztahované k roku 2014 (počet obyvatel celkem): 1438
<b>Vodní tok:</b> Labe
<b>Typ opatření:</b> ochranné hráze/zdi, mobilní stěny
<b>Úroveň ochrany:</b> Q <sub>20</sub>
<b>Správce toku:</b> Povodí Labe S.P.
<b>Vyhodnocení funkčnosti PPO k roku 2013 dle dokumentu Vyhodnocení povodně a funkčnosti PPO:</b>  Splnilo účel k navrhovanému průtoku - po zvýšení odhadu kulminačního průtoku nad návrhovou ochranu Q <sub>20</sub> byla nařízena EVA. Poté došlo k přelítí protipovodňové zdi, stav na vodočtu v Mělníce byl 859 cm. Chráněný prostor PPO byl zatopen.
<b>Poznámka:</b>  Při povodni v roce 2013 bylo evakuováno 1020 osob, 176 zasažených nemovitostí. Obec se skládá z 5 částí, přičemž z tohoto počtu jsou povodní vždy 3 části zasažené.

*Zdroj: (Vyhodnocení povodně v červnu 2013, 2013), vlastní zpracování*

#### **4.4.4. Protipovodňová ochrana Lovosice a Píšťany**

Tabulka 10 znázorňuje, jaký vodní tok daným územím protéká a tím ohrožuje obyvatelstvo, jaké typy PPO byly realizované a do jaké úrovně, kdo je správcem vodního toku a zda byla funkčnost PPO splněna při povodni v roce 2013. Dále je popsána bližší specifikace PPO na Lovosicku. v příloze F záplavové území Lovosice a Píšťany.

##### **Tabulka 10 PPO Lovosicko**

Počet obyvatel 2019: Lovosice – 8633, Píšťany - 203
Počet trvale bydlících obyvatel, které jsou dotčeny povodňovým nebezpečím vztahované k roku 2014 (počet obyvatel celkem): Lovosice – 8814, Píšťany - 208
<b>Vodní tok:</b> Labe
<b>Typ opatření:</b> zemní hráz, mobilní hrazení
<b>Úroveň ochrany:</b> Q20-Q100
<b>Správce toku:</b> Povodí Labe S.P.
<b>Vyhodnocení funkčnosti PPO k roku 2013 dle dokumentu Vyhodnocení povodně a funkčnosti PPO:</b>
Závažný problém byl na 120 m kvůli nesouhlasu vlastníka pozemku, kde chyběla linie ochrany, proto byla realizovaná provizorní zemní hráz. Další problémy byly způsobené průsaky. Ovšem stavba PPO byla nedokončena, ale splnila účel.

*Zdroj: (Vyhodnocení povodně v červnu 2013, 2013), vlastní zpracování*

##### **Bližší specifikace PPO Lovosice:**

PPO v Lovosicích se od povodně roku 2002 dostatečně změnila. V tento rok vznikly milionové škody a byl zaplavený celý areál průmyslové zóny Lovochemie, a.s. Od té doby se v obci realizovala výstavba PPO, která se využila k ochraně tohoto areálu. Dříve se využívalo především pytlového hrazení a řízené rozlivy, ale již v roce 2013 bylo vybudování PPO, tudíž PPO ochránilo průmyslový areál. Celková délka PPO je 5319 m

jehož investorem je Povodí Labe. Složení PPO Lovosice je z pevné zdi dlouhé 2421 m, mobilního hrazení (736 m), hráze se zdí (1240 m), hráze (1960 m), zemní sypané hráze, kamení, folie, propustku (12 ks). Tyto prvky jsou mezi sebou kombinované. Její počátek začíná v Prosmykách kamennou hrází u které v roce 2013 vznikaly průsaky vody do průmyslového areálu, proto byla využita mobilní čerpadla, která tuto situaci vyřešila. Dále PPO postupují přes pevnou zeď, která je v daných místech doplněna mobilním hrazením. Pokračuje k hrázi se zdí, která chrání areál před rozlivy Modly. Specifikum mobilního hrazení je v areálu Lovochemie, a.s. kde mobilní hrazení vedou přes železniční trať. Proto na těchto místech jsou přizpůsobené koleje, s kterými se může manipulovat. Na levém břehu po proudu řeky je vymezeno území pro případný řízený rozliv povodně. Tato oblast slouží pro ochranu Lovosic a ostatních nedalekých obcí, mezi které patří Píšťany, Žalhostice, Lukavec, Mlékojedy, Terezín, Bohušovice nad Ohří (Protipovodňové stavby, 2015).

- Plocha záplavy 316 ha
- Objem záplavy 1 500 tis. m<sup>3</sup> (Protipovodňové stavby, 2015).

#### **Bližší specifikace PPO Píšťany:**

PPO v Píšťanech je rozděleno do čtyř úseků. V prvním úseku je tvořeno zemní sypanou hrází šířka této hráze v koruny jsou 3m a je zpevněna šterkovou drtí. Druhém úseku je sypaná hráz dlouhá 109 m. Na suché straně valu jsou příkopové trávnice. Odvodnění příkopu pak je svedeno do propustku. Ve třetím úseku se nachází mobilní protipovodňová stěna s délkou 396 m, výškou 1,8 m a vyšší stěny jsou pak podepřené vzpěrami od sebe vzdálený 3 m. Podzemí je pak řešeno průběžným železobetonovým pásem. Mobilní stěna je skladována ve skladu mobilního hrazení, který se nachází v Lovosicích. Dohromady s hrazením Lovosické průmyslové zóny. Čtvrtý úsek je dlouhý 100 m a tvořený zemní hrází, která je těsněna folií na návodní straně (Protipovodňové stavby, 2015).

- Plocha záplavy 2,8 ha
- Objem záplavy 5 tis. m<sup>3</sup> (Protipovodňové stavby, 2015).

#### 4.4.5. Protipovodňová ochrana Ústí nad Labem

Počet trvale bydlících obyvatel, které jsou dotčeny povodňovým nebezpečím vztahované k roku 2014 (počet obyvatel celkem): 94853

Tabulka 11 znázorňuje, jaký vodní tok daným územím protéká a tím ohrožuje obyvatelstvo, jaké typy PPO byly realizované a do jaké úrovně, kdo je správcem vodního toku a zda byla funkčnost PPO splněna při povodni v roce 2013 v části Střekov a levého břehu. Dále byla funkčnost PPO splněna při povodni v roce 2013 v části Střekov a levého břehu. Dále je krátce popsána povodňová situace a v příloze G záplavové území Ústí nad Labem.

**Tabulka 11 PPO Ústí nad Labem**

<b><u>Zvýšení ochrany městské části Střekov</u></b>
<b>Vodní tok:</b> Labe
<b>Typ opatření:</b> ochranné hráze
<b>Úroveň ochrany:</b> Q <sub>20</sub>
<b>Povodňová situace v roce 2013 v daném území:</b>  SPA byly dosaženy v profilu Ústí nad Labem následovně: <ul style="list-style-type: none"><li>• 3. SPA dne 2.6.2013 v 13:00 hod.</li><li>• Kulminace Labe proběhla v 19:50 hod (1072 cm, 3 630 m<sup>3</sup>/s).</li><li>• Kulminační průtok dosáhl úrovně Q<sub>20</sub> - Q<sub>50</sub></li></ul>
<b>Vyhodnocení funkčnosti PPO k roku 2013 dle dokumentu Vyhodnocení povodně a funkčnosti PPO:</b>  PPO při do návrhové hladiny fungovalo. K jeho přelití došlo po překročení návrhového průtoku.

<b><u>Ústí nad Labem, levý břeh</u></b>
<b>Vodní tok:</b> Labe

<b>Typ opatření:</b> mobilní hrazení
<b>Úroveň ochrany:</b> Q <sub>20</sub> -Q <sub>100</sub>
<b>hodnocení funkčnosti PPO k roku 2013 dle dokumentu Vyhodnocení povodně a funkčnosti PPO:</b>  Účel nesplnilo, protože v té době probíhala PPO výstavba

*Zdroj: (Vyhodnocení povodně v červnu 2013, 2013), vlastní zpracování*

#### **4.4.6. Protipovodňová ochrana Děčín**

Tabulka 12 znázorňuje, jaký vodní tok daným územím protéká a tím ohrožuje obyvatelstvo, jaké typy PPO byly realizované a do jaké úrovně, kdo je správcem vodního toku a zda byla funkčnost PPO splněna při povodni v roce 2013. V příloze H záplavové území Děčín.

**Tabulka 12 PPO Děčín**

Počet obyvatel 2019: 48607  Počet trvale bydlících obyvatel, které jsou dotčeny povodňovým nebezpečím vztahované k roku 2014 (počet obyvatel celkem): 50613
<b>Vodní tok:</b> Labe
<b>Typ opatření:</b> železobetonová zeď, mobilní hrazení
<b>Úroveň ochrany:</b> Q <sub>20</sub> - Q <sub>50</sub>
<b>Správce toku:</b> Povodí Labe S.P.
<b>Vyhodnocení funkčnosti PPO k roku 2013 dle dokumentu Vyhodnocení povodně a funkčnosti PPO:</b>  PPO do své návrhové hladiny fungovala. Levý břeh Labe je navržen na Q <sub>20</sub> . Po překročení návrhové hladiny došlo k přelití vody do chráněné oblasti. Pravý břeh je navržen na Q <sub>50</sub> a zde PPO splnila svůj účel.

*Zdroj: (Vyhodnocení povodně v červnu 2013, 2013), vlastní zpracování*



#### 4.4.7. Protipovodňová ochrana Terezín

Tabulka 13 znázorňuje, jaký vodní tok daným územím protéká a tím ohrožuje obyvatelstvo, jaké typy PPO byly realizované a do jaké úrovně, kdo je správcem vodního toku a zda byla funkčnost PPO splněna při povodni v roce 2013. Dále je uvedena bližší charakteristika PPO Terezín a v příloze I záplavové území Terezín a Bohušovice nad Ohří.

**Tabulka 13 PPO Terezín**

Počet obyvatel 2019: 2847
Počet trvale bydlících obyvatel, které jsou dotčeny povodňovým nebezpečím vztahované k roku 2014 (počet obyvatel celkem): 3070
<b>Vodní tok</b> Ohře
<b>Typ opatření:</b> ochranné stěny, mob. hrazení, rekonstrukce nábrežních zdí
<b>Úroveň ochrany:</b> $Q_{2002} + 40\text{cm}$
<b>Správce toku:</b> Povodí Ohře S.P.
<b>Vyhodnocení funkčnosti PPO k roku 2013 dle dokumentu Vyhodnocení povodně a funkčnosti PPO:</b>
Stavba nedokončena, ale splnilo účel

*Zdroj: (Vyhodnocení povodně v červnu 2013, 2013), vlastní zpracování*

#### **Bližší specifikace PPO Terezín:**

PPO Terezín se nachází na levém břehu řeky Ohře, který je označován jako Centrální část města Terezína. Je to tzv. Velká pevnost, která je vymezena obvodem vnějšího obranného valu. Na pravém břehu řeky Ohře se nachází Východní část města Terezína. Je to tzv. retrachement, který se nachází mezi řekou a Malou pevností (Sweco Hydroprojekt, 2013).

**Centrální část města** je ohrožována padesátiletými až stoletými a většími povodněmi na řece Labi a řece Ohří. Centrální část má být chráněna do úrovně takové hladiny, která byla v roce 2002. Koruna vnějšího obranného valu neboli okruhu pevnosti je vyšší než

dosažená hladina v tomto roce, a to o cca 1,2 m. Jen v několika místech je tento val přerušen. Jde o místa např. v profilu mostu přes řeku Ohři, v průchodech silničních komunikací a nábřeží Ohře, nástupní a výpustní prostory stavidel, které se nacházejí mezi šachtami, chodbami apod. Tyto prostory byly už v minulosti provizorně řešeny. Po povodni v roce 2002 byla provedena sanace a rekonstrukce obezdívek chodeb a násypů, a to v místech průvalů. Dále byly realizovány dělicí dveře, který v případě havarijního průtoku do podzemních prostor zpomalí šíření vody v podzemí. Tím se sníží riziko poškození chodeb. Součástí PPO levého břehu, tudíž Velké pevnosti byl v rámci rekonstrukce vnějšího obranného valu celková rekonstrukce i levobřežní nábřežní zdi, aby se zajistila stabilita a snížila se propustnost. Z důvodu, že při velké povodni nelze úplně vyloučit průnik vod do rozsáhlých podzemních prostor, které by dále mohly ohrozit vnitřní část města a okruhu byla navržena i ochrana vnitřního obranného okruhu. Tato ochrana byla navržena před proniknutím vnějších povodňových vod. Ve vnitřním okruhu jsou problémové profily zejména průchody a zeslabená místa v kurtinách a vodních bran, menší otvory ve zdech jako jsou dělostřelecké střílny. Vyjmenované problémové profily jsou při povodni zahrazeny mobilním hrazením a podzemními těsnícími stěnami. Pro mobilní hrazení velkých profilů je využíván systém hradidlového hrazení, který se ukládá na dosedací práh a do bočních drážek a do osazovaných stupic. Součástí PPO jsou také PPO na kanalizaci (Sweco Hydroprojekt, 2013).

Celková délka PPO centrální části města vnějšího okruhu činí 4450 m. Z toho 49,2 m tvoří úseky mobilního hrazení a zbytek PPO je tvořený stávajícím zemním obranným valem (4227 m) a doplnění zemních valů 174 m. Celková délka linie PPO centrální části města vnitřního okruhu je 3652 m. Z toho úseky tvořený stávajícím zemním obranným valem je 3368 m. Úseky tvořené mobilním hrazením 251,7 m a rekonstrukce v oblasti zvýšení pevnostní zdi 32 m (Sweco Hydroprojekt, 2013).

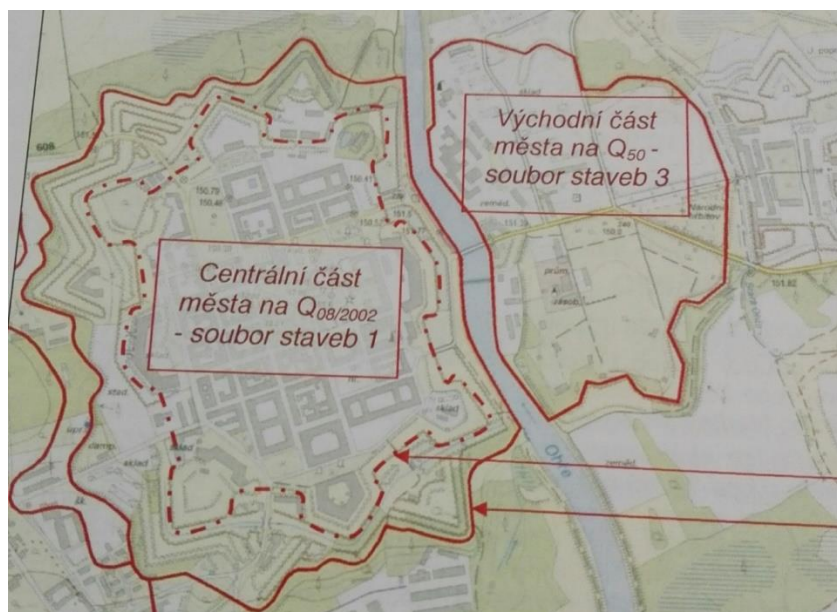
V rámci PPO vnějšího valu se dále provedly: rekonstrukce povrchu zemních valů nad korunou nábřežní zdi, sanace chodeb podzemního systému, výroba a instalace dělicích a vstupních dveří, nově vyrobené repliky historických stavidel, protipovodňové zabezpečení dveří v objektu mlýna, protipovodňové úpravy a rekonstrukce v hlavním objektu nápusných a výpustních stavidel, sanace propadů do podzemního systému chodeb, sanace zdiva severního a jižního batardeauxu (Sweco Hydroprojekt, 2013).

Protipovodňové zabezpečení se ve vnitřním valu provedlo: protipovodňovými hrazeními profilu dveří, několika hradících desek oken a prostupů, kanalizačních uzávěrů a šoupat, rekonstrukcí a dozdivky pevnostních zdí, drenáží a také pomocí čerpací šachty, funkční repliky historických stavidel a úpravy inženýrských sítí (Sweco Hydroprojekt, 2013).

**Východní část města** je pravý břeh Ohře. Tato část je ohrožena deseti až stoletými a většími povodněmi na řece Labi. Ohrožena pětiletou až stoletou a větší povodní na řece Ohři. Východní část má být tedy chráněna do úrovně vodní hladiny při  $Q_{50}$  v Labi i Ohři. PPO zahrnovala dobudování vnější ochranné bariéry, která je tvořená z rekonstruovanými zemními valy a rekonstruovaným stávajícím mohutným obranným valem a dále pak lokalitu se stávajícím terénem, který je dostatečně vysoký. Součástí PPO zde byla i rekonstrukce pravobřežní nábrežní zdi a čerpací studny, které slouží pro odčerpání prosáklých vod z území které je již chráněno (Sweco Hydroprojekt, 2013).

Celková délka linie PPO pro zabezpečení východní části města (retranchementu) je 3141 m. Z toho je úsek tvořený stávajícím zemním obranným valem, který je dostatečně vysoko položeným terénem je 1099 m. Z toho na severu dosypání a rekonstrukce zemních valů 1182 m, na jihu rekonstrukce zemních valů 755 m, z toho zvýšení tělesa na silniční komunikaci směrem na České Kopisty (Sweco Hydroprojekt, 2013).

V rámci PPO se dále provedly: rekonstrukce povrchu zemních valů nad korunou nábrežní zdi, cihelných a kamenných zdí valu horního retrachementu, kanalizační šoupata, čerpací studny a úpravy inženýrských sítí (Sweco Hydroprojekt, 2013). Na následujícím obrázku (obrázek 5) je vyznačena Východní a Centrální část města.



**Obrázek 5** Vyznačení částí Terežína k protipovodňové ochraně

*Zdroj: Provozní řád pro protipovodňová opatření města Terežín*

Povodeň v červnu v roce 2013 hrozila zaplavení města Terežín, proto došlo k zatížení dokončených částí PPO vodním tlakem, prostupy mobilním hrazením byly provizorně zabezpečeny zemními hrázkami nebo pytli s pískem, protože mobilní hradidla v době povodně ještě nebyla k dispozici (Půbal, 2013).

#### **4.4.8. Protipovodňová ochrana Bohušovice nad Ohří**

Tabulka 14 znázorňuje, jaký vodní tok daným územím protéká a tím ohrožuje obyvatelstvo, jaké typy PPO byly realizované a do jaké úrovně, kdo je správcem vodního toku a zda byla funkčnost PPO splněna při povodni v roce 2013. Dále je popsána bližší charakteristika PPO Bohušovice nad Ohří.

**Tabulka 14** PPO Bohušovice nad Ohří

Počet obyvatel 2019: 2487
Počet trvale bydlících obyvatel, které jsou dotčeny povodňovým nebezpečím vztahované k roku 2014 (počet obyvatel celkem): 2527
<b>Vodní tok:</b> Ohře
<b>Typ opatření:</b> zemní hráz, ochranné stěny, mobilní hrazení

<b>Úroveň ochrany:</b> $Q_{2002} + 50\text{cm}$
<b>Správce toku:</b> Povodí Ohře S.P.
<b>Vyhodnocení funkčnosti PPO k roku 2013 dle dokumentu Vyhodnocení povodně a funkčnosti PPO:</b>  Splnilo účel
<b>Poznámka:</b>  Dle obecního úřadu vybudované PPO chrání celou obci před povodní, po vybudování PPO je povodní ohroženo jen 19 osob.

*Zdroj: (Vyhodnocení povodně v červnu 2013, 2013), vlastní zpracování*

#### **Bližší specifikace PPO Bohušovice nad Ohří:**

PPO v Bohušovicích nad Ohří je určené k ochraně města před povodněmi na řece Ohří a Labi. Jsou vybudována na vodní hladinu povodně, která byla v roce 2002 na Labi jako  $Q_{2002} > Q_{100}$  a na Ohří  $Q_{50}$ . To znamená, že celková výška PPO včetně převýšení o 0,5 m nad navrhovanou hladinou, činí přibližně úrovni  $Q_{100}$  na řece Ohří s menší rezervou 5 cm. Ochrana je navržena pomocí trvalých betonových zdí, zdí v kombinaci s mobilními prvky, železobetonové zdi, které jsou jednostranně přisýpané zeminou a dále zemní sypanou hrází. Celková délka linie těchto PPO je 2781 m. Přičemž celková délka trvalých betonových zdí je 176,5 m, mobilního hrazení 678,7 m, betonová zeď, která je jednostranně přisýpaná zeminou je 311,7m, zemní hráz 1429,7m a betonové zdi s mobilním hrazením je 113,3 m. Hrazená výška od povídky až do 4,00 m. Dále se zde nachází opatření na kanalizaci, vodní síť a kabelové sítě elektronického vedení, přeložky na místní komunikace a výstavbu skladu provizorního hrazení (Provozní řád pro vodní dílo Bohušovice nad Ohří, 2013).

#### **4.5. Celkové náklady na PPO realizované do roku 2015 ve vybraných obcích Ústeckého kraje**

V tabulce 15, je přehledný seznam PPO realizovaných do roku 2015. Zjišťování údajů o tomto financování se v několika přístupných dokumentů lišilo, proto byly tyto hodnoty

čerpaný z Dokumentace oblasti s významným povodňovým rizikem v povodí Ohře a Labe vypracovaného v roce 2014.

**Tabulka 15 Celkové náklady na PPO realizovaných do roku 2015 ve vybraných obcích v Ústeckém kraji**

<b>Název protipovodňového opatření</b>	<b>Náklady v mil. Kč</b>
- Ústí nad Labem, zvýšení ochrany městské části Střekov na Labi Realizace 2008	98,7
- Ústí nad Labem, levý břeh - PPO na Q100 na Labi Realizace 2014	336,9 Celkem: 435,6
Děčín, zvýšení ochrany městské zástavby na Labi Realizace 2013	304,1
Lovosice a Píšťany PPO na Q100 na Labi Realizace 2013	721,6
Křešice, zvýšení ochrany obce hrázemi Realizace 2011	197
Roudnice nad Labem, protipovodňová ochrana na Labi Realizace 2013	22,2
Štětí, protipovodňová ochrana na Labi Realizace 2013	6,4
PPO Bohušovice nad Ohří Realizace 2013	66,98

<b>PPO Terezín</b>	
<b>Realizace 2014</b>	139,5

*Zdroj: (Dokumentace oblasti s významným povodňovým rizikem, 2014), vlastní zpracování*

Nejvyšší náklady na PPO byly u výstavby PPO Lovosicko (Lovosice a Píšťany), kde částka byla vyčíslena na 721,6 mil Kč. PPO bylo realizováno roku 2013 na vodním toku Labe. Úroveň ochrany je pro toto PPO  $Q_{20} - Q_{100}$ . Při povodni v roce 2013 splnilo svůj účel. Druhé místo obsadilo Ústí nad Labem, které disponuje se dvěma vybudovanými PPO a to v rámci realizování do roku 2015. Jedná se o PPO - zvýšení ochrany městské části Střekov na Labi (realizace 2008), která činí 98,7 mil. Kč. Úroveň ochrany je pro toto PPO  $Q_{20}$ . Druhé PPO - levý břeh na Labi (realizace 2014) činí 336,9 mil. Kč. Celkem tedy 435,6 mil. Kč. Úroveň ochrany je pro toto PPO  $Q_{20} - Q_{100}$ . Naopak nejnižší náklady na PPO bylo v obci Štětí. V této obci byla částka 6,4 mil. Kč pro  $Q_{50} - Q_{100}$ , ovšem v menší míře výstavby PPO.

#### **4.6. Úroveň ochrany vybudovaných PPO ve vybraných obcích Ústeckého kraje**

PPO jsou vždy konstruována a vybudována na určitou výšku povodňového nebezpečí. Kulminační průtoky v této práci se pohybují od  $Q_{20}$  do  $Q_{2002}$ . Problematiku úrovně ochrany vybudovaných PPO, lze vidět v následující tabulce (tabulka 16) přímo ve vybraných obcích.

**Tabulka 16 Úroveň ochrany vybudovaných PPO v Ústeckém kraji ve vybraných obcích**

<b>Úroveň ochrany vybudovaných PPO ve vybraných obcích</b>	
<b>Ústí nad Labem, zvýšení ochrany městské části Střekov</b>	$Q_{20}$
<b>Křešice, zvýšení ochrany obce hrázemi</b>	$Q_{20}$
<b>Lovosicko (Píšťany, Lovosice)</b>	$Q_{20} - Q_{100}$

<b>Děčín, zvýšení ochrany městské zástavby hrázemi</b>	Q <sub>50</sub>
<b>Roudnice nad Labem, protipovodňová ochrana</b>	Q <sub>50</sub> – Q <sub>100</sub>
<b>Štětí, protipovodňová ochrana</b>	Q <sub>50</sub> – Q <sub>100</sub>
<b>Ústí nad Labem, levý břeh</b>	Q <sub>20</sub> – Q <sub>100</sub>
<b>PPO města Terezín</b>	Q <sub>2002</sub>
<b>PPO Bohušovice nad Ohří</b>	Q <sub>2002</sub>

*Zdroj: vlastní zpracování*

Ve zmíněných obcích je nutné podotknout, že se zde nacházejí i zastavěné plochy, které mohou být dotčeny rozlivem v důsledku povodně. V tabulce (tabulka 17), dle Dokumentace oblasti s významným povodňovým rizikem je přehled ploch, které by byly zasaženy tímto jevem při Q<sub>100</sub>.

**Tabulka 17 Přehled ploch, které by byly zasaženy rozlivem při Q<sub>100</sub>.**

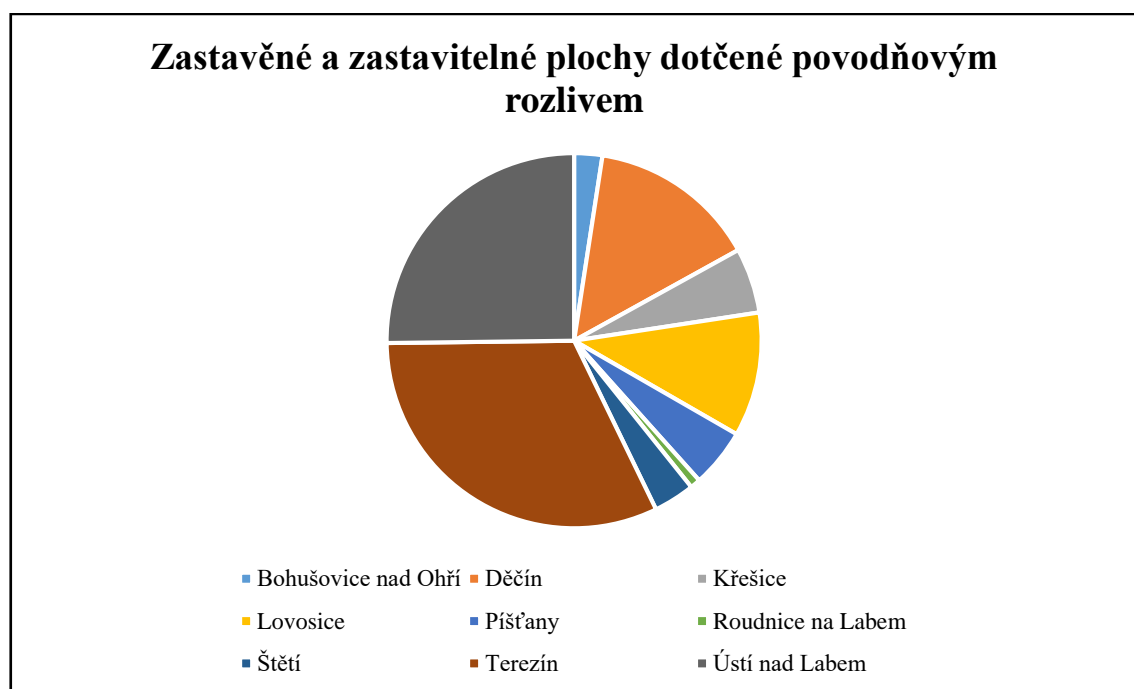
<b>Obec</b>	<b>Plochy dotčené rozlivem (m<sup>2</sup>) při Q<sub>100</sub></b>
<b>Bohušovice nad Ohří</b>	188796
<b>Děčín</b>	1130963
<b>Křešice</b>	437156
<b>Lovosice</b>	834164
<b>Píšťany</b>	394141
<b>Roudnice na Labem</b>	68134
<b>Štětí</b>	276138
<b>Terezín</b>	2489004
<b>Ústí nad Labem</b>	1960076



*Zdroj: vlastní zpracování*

Z přehledu zastavěných a zastavitelných ploch, které by byly zasaženy rozlivem při  $Q_{100}$  je nejvíce ohrožena obec Terežín, kde se jedná až o 2 489 004 m<sup>2</sup>. Nejnižší počet zastavěné a zastavitelné plochy je v obci Roudnice nad Labem. Zde se rozloha rozpíná na 68134m<sup>2</sup>.

Další obrázek (obrázek 6) poukazuje na grafické znázornění zastavěné a zastavitelné plochy povodňovým rozlivem. Údaje jsou přeformulovány z tabulky 8, pro lepší orientaci ploch v obci pro  $Q_{100}$ ,



**Obrázek 6 Zastavěné a zastavitelné plochy dotčené povodňovým rozlivem**

*Zdroj: generováno z tabulky přehledu ploch, které by byly zasaženy rozlivem při  $Q_{100}$ .*

#### ***4.7. Měření statistických závislostí mezi počty ohrožených obyvatel a výši přidělených finančních prostředků PPO***

V diplomové práci je na základě upřesnění dostupných dat chápáno ohrožené obyvatelstvo jako stanovený počet trvale bydlících obyvatel dotčených povodňovým nebezpečím dle Dokumentace oblasti s významným povodňovým rizikem. Zdrojem těchto údajů je Registr sčítacích obvodů a budov. Tento registr spravuje Český statistický

úřad. Shrnutí počtu trvale bydlících obyvatel, které jsou dotčeny scénářem při Q<sub>100</sub>, byla provedena dle územní struktury.

### Obce disponující s PPO

Obec 1 – Štětí, obec 2 – Roudnice nad Labem, obec 3 – Křešice, obec 4 – Lovosicko – skládající se z obce Lovosice a Píšťany, obec 5 – Ústí nad Labem, obec 6 – Děčín, obec 7 – Terezín, obec 8 - Bohušovice nad Ohří. Tabulka 18 znázorňuje obce disponující s PPO.

$x_i$  ... počet ohrožených obyvatel (v řádů stovek až tisíců)

$s_i$  ...přidělené finanční prostředky na PPO (v řádu milionů Kč.)

**Tabulka 18 Obce disponující s PPO**

Obec	Označení obce	$x_i$	$s_i$
Štětí	1	849	6,4
Roudnice nad Labem	2	126	22,2
Křešice	3	949	197
Lovosicko - Lovosice a Píšťany	4	2291	721,6
Ústí nad Labem	5	3213	435,6
Děčín	6	1935	304,1
Terezín	7	1250	139,5
Bohušovice nad Ohří	8	34	66,98
<b>Celkem</b>	8 obcí s PPO	10647	1893,38

*Zdroj: vlastní zpracování*

### Obce nedisponující s PPO

Obce nedisponující s PPO do roku 2015 dle Dokumentace oblasti s významným povodňovým rizikem: Černěves, Dobkovice, Dobříň, Chodouny, Libotenice, Mlékojedy, Trávčice.

$x_i$  ... počet ohrožených obyvatel (v řádů stovek až tisíců)

$s_i$  ...přidělené finanční prostředky na PPO (v řádu milionů Kč.)

**Tabulka 19 Obce nedisponující s PPO**

Obec	$x_i$	$s_i$
Černěves	80	0
Dobkovice	238	0
Dobříň	79	0
Chodouny	147	0
Libotenice	57	0
Mlékojedy	214	0
Trávčice	86	0

*Zdroj: vlastní zpracování*

Pro lepší výpočet měření statistických závislostí mezi ohroženým obyvatelstvem a přidělených finančních prostředků protipovodňové ochrany je potřebné údaje upravit procesem ortonormalizace. Ortonormalizace umožňuje interpretovat sklon regresní přímky. Tento proces je uskutečněn v tabulce 20. Počet ohrožených obyvatel bylo nutné převést na řád stovek a údaj přidělené finanční prostředky je udávat v desítkách milionů.

**Tabulka 20 Obce disponující s PPO po ortonormalizaci**

Obec	Označení obce	$x_i$	$s_i$	$x_i * s_i$	$x_i^2$
Štětí	1	8,49	0,64	5,4336	72,0801
Roudnice nad Labem	2	1,26	2,22	2,7972	1,5876
Křešice	3	9,49	19,7	186,953	90,0601
Lovosicko - Lovosice a Píšťany	4	22,91	72,16	1653,186	524,8681
Ústí nad Labem	5	32,13	43,56	1399,583	1032,337
Děčín	6	19,35	30,41	588,4335	374,4225
Terezín	7	12,5	13,95	174,375	156,25
Bohušovice nad Ohří	8	0,34	6,698	2,27732	0,1156
<b>Celkem</b>	8 obcí s PPO	106,47	189,338	4013,038	2251,721

*Zdroj: vlastní zpracování*

Cílem dalšího kroku ve výzkumu je najít  $b_0$  a  $b_1$ .

$$\sum x_i = 106,47 \doteq 105$$

$$\sum s_i = 189,338 \doteq 190$$

$$\sum x_i^2 = 2251,721 \doteq 2250$$

$$\sum s_i x_i = 4013,038 \doteq 4015$$

Čísla byla zaokrouhlena tak, aby v následujícím kroku byl snadnější výpočet.

Dosazení do normálových rovnic:

$$\sum s_i = kb_0 + b_1 \sum x_i$$

$$190 = 8b_0 + b_1 105$$

$$\sum s_i x_i = b_0 \sum x_i + b_1 \sum x_i^2$$

$$4015 = b_0 105 + b_1 2250$$

Výpočet  $b_1$  a  $b_0$ :

$$190 = 8b_0 + b_1 105 \quad /*105$$

$$4015 = b_0 105 + b_1 2250 \quad /*8$$

$$19950 = b_0 840 + b_1 11025 \quad /*(-1)$$

---

$$32120 = 840 b_0 + 18000 b_1$$

$$-19950 = -840 b_0 + 11025 b_1$$

$$12170 = 0 b_0 + 6975 b_1$$

$$b_1 = \frac{12170}{6975} \quad \mathbf{b_1 = 1,74}$$

---

$$190 = 8 b_0 + 105 \cdot 1,74 = 8 b_0 + 182,7$$

$$8 b_0 = 190 - 182,7 = 7,3$$

$$b_0 = \frac{7,3}{8,0} \quad \mathbf{b_0 = 0,91}$$

---

$$y = b_0 + b_1 x.$$

$$y = 0,91 + 1,74x$$

$$\mathbf{\text{tg } \alpha \ 1,74 = 60,1^\circ}$$

Pearsonův koeficient korelace:

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s}$$

Výpočet  $S_{xs}$ :

$$O_{1x} = \frac{\sum x_i}{8}$$

$$O_{1s} = \frac{\sum x_s}{8}$$

$$O_{1x} = \frac{106,47}{8}$$

$$O_{1s} = \frac{189,338}{8}$$

$$O_{1x} = 13,30875 = \mathbf{13,31}$$

$$O_{1s} = 23,66725 = \mathbf{23,67}$$

Výpočet směrodatných odchylek a obecné momenty 1.řádk se statistickými znaky x a s:

Výpočet čitatele:

$$S_{xs} = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{n} (x_i - O_{1x})(s_i - O_{1s})$$

$$\begin{aligned} S_{xs} = \frac{1}{8} & (8,49 - 13,31)(0,64 - 23,67) + (1,26 - 13,31)(2,22 - 23,67) \\ & + (9,49 - 13,31)(19,7 - 23,67) + (22,91 - 13,31)(72,16 - 23,67) \\ & + (32,13 - 13,31)(43,56 - 23,67) + (19,35 - 13,31)(30,41 - 23,67) \\ & + (12,5 - 13,31)(13,95 - 23,67) + (0,34 - 13,31)(6,698 - 23,67) \end{aligned}$$

$$S_{xs} = \mathbf{122,02}$$

Výpočet jmenovatele:

$$S_x = \sqrt{C_{2x}}$$

$$S_s = \sqrt{C_{2s}}$$

$$S_x = \sqrt{\sum_{i=1}^k \frac{n_i}{n} (x_i - O_{1x})^2}$$

$$S_s = \sqrt{\sum_{i=1}^k \frac{n_i}{n} (s_i - O_{1s})^2}$$

$$S_x =$$

$$\begin{aligned} & \sqrt{\frac{1}{8} [(8,49 - 13,31)^2 + (1,26 - 13,31)^2 + (9,49 - 13,31)^2 + (22,91 - 13,31)^2 + (32,13 - 13,31)^2] \\ & \quad + (19,35 - 13,31)^2 + (12,5 - 13,31)^2 + (0,34 - 13,31)^2} \end{aligned}$$

$S_s =$

$$\sqrt{\frac{1}{8}[(0,64 - 23,67)^2 + (2,22 - 23,67)^2 + (19,7 - 23,67)^2 + (72,16 - 23,67)^2 + (43,56 - 23,67)^2] + (30,41 - 23,67)^2 + (13,95 - 23,67)^2 + (6,698 - 23,67)^2}$$

$$S_x = 10,21$$

$$S_s = 22,86$$

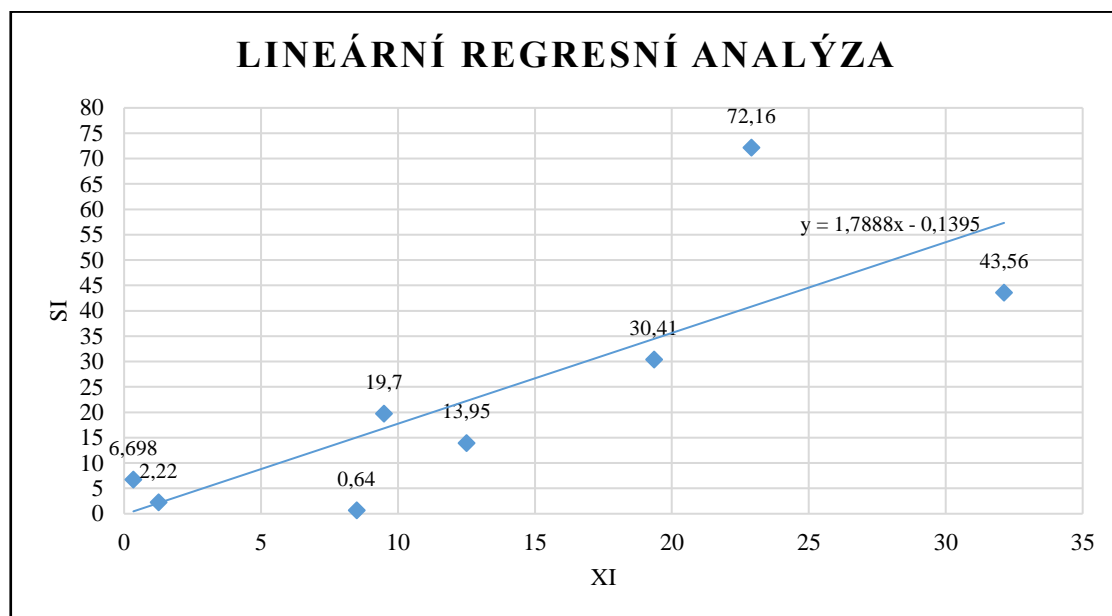
Dosazení:

$$k_{xs} = \frac{S_{xs}}{S_x S_s}$$

$$k_{xs} = \frac{122,02}{233,40}$$

$k_{xs} = 0,52$       Slabá pozitivní korelace

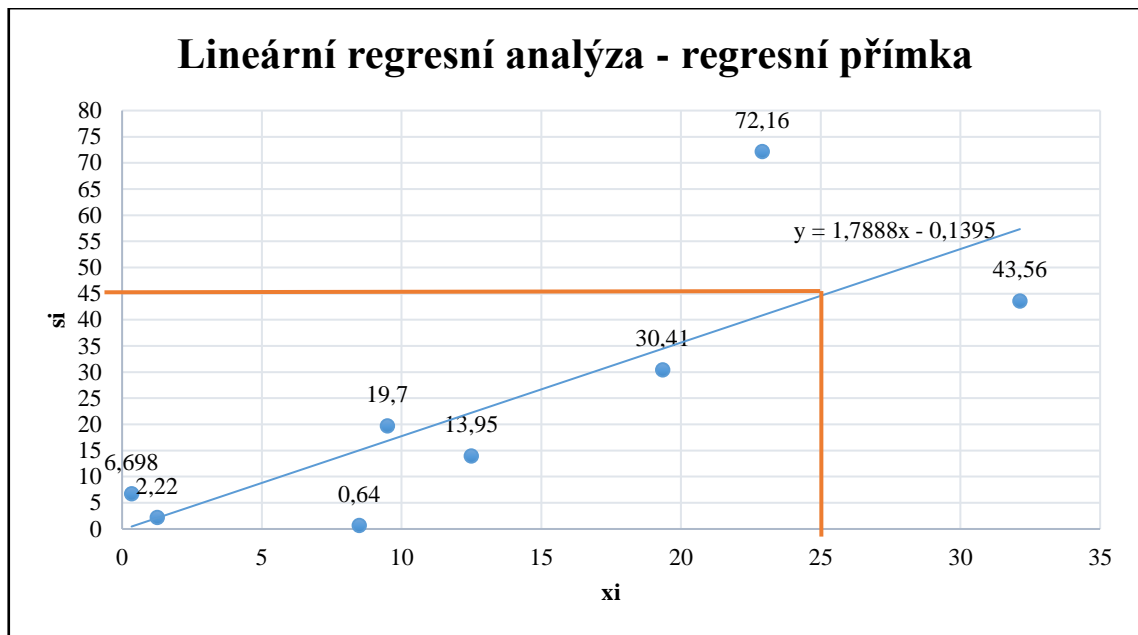
Slabá pozitivní korelace ukazuje na potřebu zkoumat další parametry související s přidělováním finančních prostředků. Dalšími parametry mohou být ráz krajiny, hydrologické údaje, počasí apod. Tato problematika bude dále rozepsána v kapitole 5 Diskuse.



**Obrázek 7 Regresní přímka- závislost přidělených finančních prostředků na PPO a ohroženým obyvatelstvem povodní. Zdroj: vlastní zpracování**

Obrázek 7 zobrazuje pravděpodobnostní oblak, který umožňuje sledovat prostřednictvím regresní analýzy charakter vazeb a prostřednictvím korelační analýzy těsnost vazeb. Na vodorovné ose je vyčíslen počet ohrožených osob v řádu stovek. Na svislé ose je počet přidělených finančních prostředků na PPO udáván v řádu desítkách milionů Kč. Pravděpodobnostní oblak dále poukazuje na možnost lineární regresní analýzy. Na základě vhodných statistických kritérií lze konstatovat, že mezi body lze prokládat přímkou  $y=b_0 + b_1x$ .

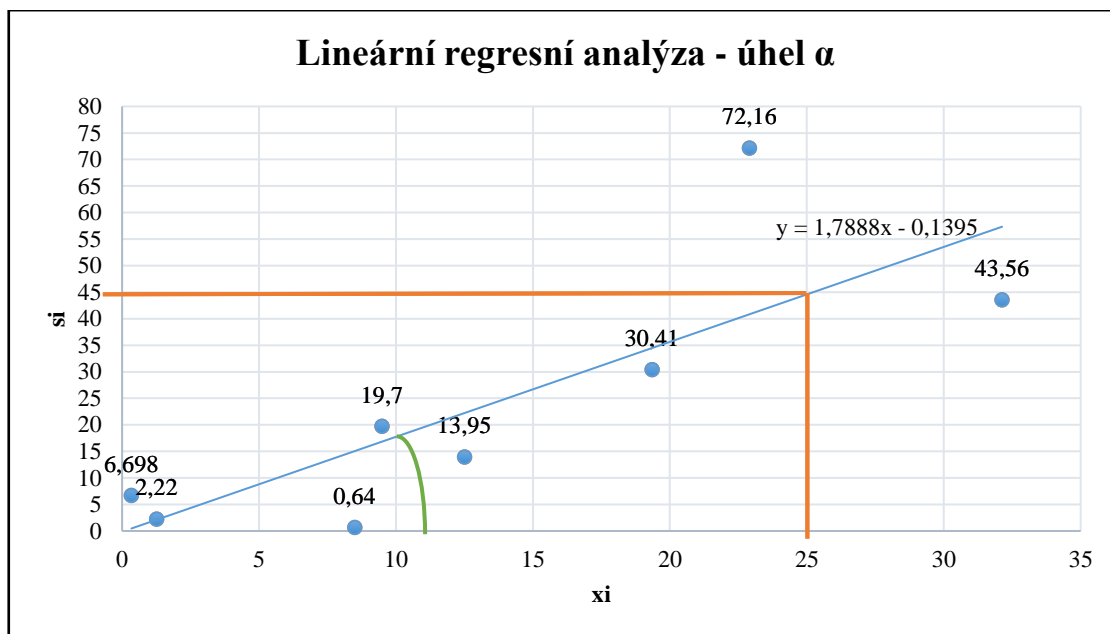




**Obrázek 8** Lineární regresní analýza - regresní přímka

*Zdroj: vlastní zpracování*

Obrázek 8 zobrazuje grafické znázornění 8 bodů, kterými byla proložena přímka. Těchto 8 bodů znázorňuje pravděpodobnostní oblak. Body se nacházejí blízko proložené přímky, to ukazuje na skutečnost, že pokud stoupá počet ohrožených obyvatel, stoupají přidělené finanční prostředky. Čím blíže jsou body k přímce, tím těsnější je vazba mezi určenými zkoumanými statistickými znaky. Počet ohrožených obyvatel a přidělení finančních prostředků na PPO spolu slabě pozitivně korelují. Výpočet označil slabou pozitivní korelaci 0,52. Dále je zde znázorněna regresní lineární křivka, která modeluje vazbu statistického znaku  $x_i$  a statistického znaku  $s_i$ . To znamená, že ze zvoleného počtu ohrožených obyvatel  $x_i$  lze vypočítat předpokládané finanční zabezpečení.



**Obrázek 9** Lineární regresní analýza - úhel  $\alpha$

*Zdroj: vlastní zpracování*

Obrázek 9 poukazuje na úhel  $\alpha$ . Při srovnání výsledků vlastního výpočtu a výpočtu Excelu se hodnoty mírně liší. Tento jev je zapříčiněn zaokrouhlováním hodnot. Při vlastním výpočtu  $\text{tg } \alpha$  vychází úhel  $60,1^\circ$ , při výpočtu  $\text{tg } \alpha$  v Excelu lze získat hodnotu úhlu  $\alpha$  ve výši  $60,8^\circ$ . Pro úhel  $45^\circ$  počet ohrožených obyvatel v řádu stovek stoupá stejně rychle jako počet přidělených finančních prostředků v řádu desítkách milionů Kč. Ve zkoumaném jevu však vyšel úhel  $\alpha > 45^\circ$ . Odtud vyplývá, že počet ohrožených obyvatel v řádu stovek stoupá pomaleji než přidělené finanční prostředky v řádu desítkách milionů Kč. Tato skutečnost ukazuje, že počet ohrožených obyvatel silně determinuje přidělené finanční prostředky. Pro úhly  $\alpha < 45^\circ$  by nastala skutečnost, že počet ohrožených obyvatel slabě determinuje přidělené finanční prostředky.

Výzkumem se potvrdila hypotéza H1. Statistická závislost mezi ohroženým obyvatelstvem a prostředků protipovodňové ochrany je dána lineární regresí. Mezi statistickými znaky lze proložit přímkou.

Výzkumem nebyla potvrzena hypotéza H2 (statistická závislost mezi počtem ohrožených obyvatel a prostředků na protipovodňová opatření může být vystižena silnou pozitivní korelací). Výzkum ukázal, že statistická závislost mezi těmito statistickými znaky je dána slabou pozitivní korelací.

#### 4.8. SWOT ANALÝZA

SWOT analýza je aplikována na posouzení parametrů týkajících posouzení zjištěných údajů o problematice na daném území a možnou ochranou ohrožených obyvatel v tomto území. Je vyhotoveno 8 SWOT analýz týkající se konkrétních obcí. (tabulka 21 – 29) Shrnutí řešených problémů představuje následná tabulka (tabulka 30).

**Tabulka 21 SWOT analýza Lovosice**

<b>SWOT Lovosice</b>	
<b>Silné stránky</b>	<b>Slabé stránky</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Zpracovaný digitální povodňový plán</li><li>• Údaje o počtu ohrožených objektů v digitálním povodňovém plánu</li><li>• Údaje o počtu ohrožených osob v digitálním povodňovém plánu</li><li>• Realizace PPO + kombinace PPO</li><li>• PPO při povodni v roce 2013 splnilo účel</li><li>• Zemědělství</li><li>• EVA místa v digitálním povodňovém plánu</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oslabení přirozeného vodního režimu v oblasti</li><li>• Nevyhovující hospodaření na sklonitých územích (pozemcích)</li><li>• Zhoršené odvodnění ze zemědělských ploch</li><li>• Zastavěné oblasti v záplavovém území (paneláková výstavba v blízkosti řeky)</li></ul>
<b>Příležitosti</b>	<b>Hrozby</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Využití rozlivů v zemědělské oblasti kolem obce</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ohrožující objekty – Autodíly, bazén, zimní stadion, Benzina, Sběrný dvůr, Lovochemie</li><li>• Porušení vodního díla Lovosice</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spolupráce správců vodních toků a s dalšími obcemi + zemědělci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vyšší hladina povodně než je navrhovaná PPO</li> <li>• Snížení retenční schopnosti v důsledku vodní eroze</li> <li>• Nevyhovující hospodářství/zemědělství</li> <li>• Zaplavení průmyslového areálu Lovochemie jako při povodni v roce 2002</li> </ul>
--	---

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Tabulka 22 SWOT analýza Píšťany**

<b>SWOT analýza Píšťany</b>	
<b>Silné stránky</b>	<b>Slabé stránky</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zpracovaný digitální povodňový plán</li> <li>• Údaje o počtu ohrožených objektů v digitálním povodňovém plánu</li> <li>• Realizace PPO + kombinace PPO</li> <li>• PPO při povodni v roce 2013 splnilo účel</li> <li>• Zemědělství</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence údajů o počtu ohrožených osob (v digitálním povodňovém plánu, odborníků)</li> <li>• Oslabení přirozeného vodního režimu v oblasti</li> <li>• Nevyhovující hospodaření na sklonitých územích (pozemcích)</li> <li>• Zhoršené odvodnění ze zemědělských ploch</li> <li>• Zastavěné oblasti v záplavovém území</li> </ul>
<b>Příležitosti</b>	<b>Hrozby</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Využití rozlivů v zemědělské oblasti kolem obce</li> <li>• Spolupráce správců vodních toků a s dalšími obcemi + zemědělci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Při překročení <math>Q_{100}</math> – hrozba strnutí obce (jako tomu bylo v roce 2002)</li> <li>• Ohrožující objekty – benzinová stanice, čerpací stanice pro lodě, úprava vody Velké Žernoseky)</li> <li>• Vyšší hladina povodně než je navrhovaná PPO</li> <li>• Snížení retenční schopnosti v důsledku vodní eroze</li> <li>• Nevyhovující hospodářství/zemědělství</li> </ul>
---	--

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Tabulka 23 SWOT analýza Štětí**

<b>SWOT analýza Štětí</b>	
<b>Silné stránky</b>	<b>Slabé stránky</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zpracovaný digitální povodňový plán</li> <li>• Údaje o počtu ohrožených objektů v digitálním povodňovém plánu</li> <li>• Údaje o počtu ohrožených osob v digitálním povodňovém plánu</li> <li>• Realizace PPO + kombinace PPO</li> <li>• PPO při povodni v roce 2013 splnilo účel</li> <li>• EVA místa v digitálním povodňovém plánu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oslabení přirozeného vodního režimu v oblasti</li> <li>• Zastavěné oblasti v záplavovém území</li> </ul>

<b>Příležitosti</b>	<b>Hrozby</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spolupráce správců vodních toků a s dalšími obcemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porušení vodního díla Štětí</li> <li>• Vyšší hladina povodně než je navrhovaná PPO</li> </ul>

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Tabulka 24 SWOT analýza Roudnice nad Labem**

<b>SWOT analýza Roudnice nad Labem</b>	
<b>Silné stránky</b>	<b>Slabé stránky</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zpracovaný digitální povodňový plán</li> <li>• Údaje o počtu ohrožených objektů v digitálním povodňovém plánu</li> <li>• Realizace PPO + kombinace PPO</li> <li>• Zemědělství</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence údajů o počtu ohrožených osob (v digitálním povodňovém plánu, odborníků)</li> <li>• Zastavěné oblasti v záplavovém území</li> </ul>
<b>Příležitosti</b>	<b>Hrozby</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Využití rozlivů v zemědělské oblasti kolem obce</li> <li>• Spolupráce správců vodních toků a s dalšími obcemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porušení vodního díla Roudnice nad Labem</li> <li>• Vyšší hladina povodně než je navrhovaná PPO</li> <li>• nevyhovující hospodářství/zemědělství</li> </ul>

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Tabulka 25 SWOT analýza Křešice**

<b>SWOT analýza Křešice</b>	
<b>Silné stránky</b>	<b>Slabé stránky</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizace PPO + kombinace PPO</li> <li>• Zemědělství</li> <li>• Stanovené určité plochy pro rozliv povodňových vod (suché poldry)</li> <li>• Revitalizace vodních ploch</li> <li>• Zemědělství</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nezpracovaný digitální povodňový plán</li> <li>• Absence údajů o počtu ohrožených osob (v digitálním povodňovém plánu, odborníků)</li> <li>• Oslabení přirozeného vodního režimu v oblasti</li> <li>• Zastavěné oblasti v záplavovém území</li> </ul>
<b>Příležitosti</b>	<b>Hrozby</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spolupráce správců vodních toků a s dalšími obcemi</li> <li>• Využití rozlivů v zemědělské oblasti kolem obce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vyšší hladina povodně než je navrhovaná PPO</li> <li>• Nevyhovující hospodářství/zemědělství</li> </ul>

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Tabulka 26 SWOT analýza Ústí nad Labem**

<b>SWOT analýza Ústí nad Labem</b>	
<b>Silné stránky</b>	<b>Slabé stránky</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zpracovaný digitální povodňový plán</li> <li>• Údaje o počtu ohrožených objektů v digitálním povodňovém plánu</li> <li>• Údaje o počtu ohrožených osob v digitálním povodňovém plánu</li> <li>• Realizace PPO + kombinace PPO</li> <li>• EVA místa v digitálním povodňovém plánu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zastavěné oblasti v záplavovém území</li> <li>• Snížená přirozená retence krajiny</li> </ul>
<b>Příležitosti</b>	<b>Hrozby</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spolupráce správců vodních toků a s dalšími obcemi</li> <li>• Obnova přirozeného vodního režimu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohrožující objekty – průmysl, čerpací stanice, čistírna odpadních vod, Spolek pro chemický a hutní výrobu</li> <li>• Porušení vodního díla Střekov</li> <li>• Vyšší hladina povodně než je navrhovaná PPO</li> </ul>

*Zdroj: vlastní zpracování*



**Tabulka 27 SWOT analýza Děčín**

<b>SWOT analýza Děčín</b>	
<b>Silné stránky</b>	<b>Slabé stránky</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zpracovaný digitální povodňový plán</li> <li>• Údaje o počtu ohrožených objektů v digitálním povodňovém plánu</li> <li>• Realizace PPO + kombinace PPO</li> <li>• Pravý břeh PPO při povodni v roce 2013 splnilo účel</li> <li>• EVA místa v digitálního povodňového plánu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence údajů o počtu ohrožených osob (v digitálním povodňovém plánu, odborníků)</li> <li>• V centru města aktivní zóna záplavového území</li> <li>• Zastavěné oblasti v záplavovém území</li> <li>• Absence revitalizace</li> <li>• Nesprávná orba</li> </ul>
<b>Příležitosti</b>	<b>Hrozby</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spolupráce správců vodních toků a s dalšími obcemi</li> <li>• Realizace poldrů</li> <li>• Školy v oblasti ochrany vod</li> <li>• Pasterectví u břehů vodních toků</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohrožující objekty – čistírna odpadních vod, průmysl (čerpací stanice, autoservis)</li> <li>• Vyšší hladina povodně než je navrhovaná PPO</li> <li>• Absence údržby pozemků</li> </ul>

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Tabulka 28 SWOT analýza Bohušovice nad Ohří**

<b>SWOT analýza Bohušovice nad Ohří</b>	
<b>Silné stránky</b>	<b>Slabé stránky</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizace PPO + kombinace PPO</li> <li>• PPO při povodni v roce 2013 splnilo účel</li> <li>• Zemědělství</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nezpracovaný digitální povodňový plán</li> <li>• Absence údajů o počtu ohrožených osob a objektů (v digitálním povodňovém plánu)</li> <li>• Zastavěné oblasti v záplavovém území</li> </ul>
<b>Příležitosti</b>	<b>Hrozby</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Využití rozlivů v zemědělské oblasti kolem obce</li> <li>• Spolupráce správců vodních toků a s dalšími obcemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vyšší hladina povodně než je navrhovaná PPO</li> <li>• Nížení retenční schopnosti v důsledku vodní eroze</li> <li>• Nevyhovující hospodářství/zemědělství</li> </ul>

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Tabulka 29 SWOT analýza Terezín**

<b>SWOT analýza Terezín</b>	
<b>Silné stránky</b>	<b>Slabé stránky</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zpracovaný digitální povodňový plán</li> <li>• Údaje o počtu ohrožených objektů v digitálním povodňovém plánu</li> <li>• Realizace PPO + kombinace PPO</li> <li>• PPO při povodni v roce 2013 splnilo účel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence údajů o počtu ohrožených osob (v digitálním povodňovém plánu, odborníků)</li> <li>• Zastavěné oblasti v záplavovém území</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• EVA místa v digitálním povodňovém plánu</li> <li>• Zemědělství</li> </ul>	
<b>Příležitosti</b>	<b>Hrozby</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Využití rozlivů v zemědělské oblasti kolem obce</li> <li>• Spolupráce správců vodních toků a s dalšími obcemi + zemědělci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohrožující objekty – autoservis, autodílna, sběrný dvůr</li> <li>• Porušení vodního díla Terezín</li> <li>• Vyšší hladina povodně než je navrhovaná PPO</li> <li>• Snížení retenční schopnosti v důsledku vodní eroze</li> <li>• Nevyhovující hospodářství/zemědělství</li> </ul>

*Zdroj: vlastní zpracování*

V následující tabulce (tabulka 30) je zpracovaná problematika silných stránek dle vypracované SWOT analýzy k posouzení řešení problému v obcích.

**Tabulka 30 Problematika silných stránek dle SWOT analýzy ve vybraných obcích**

<b>Problematika silných stránek dle SWOT analýzy ve vybraných obcích</b>	
<b>Řešené</b> oblasti v obcích:	Realizace PPO + kombinace PPO
<b>Částečně řešené</b> oblasti v obcích:	Digitální povodňový plán, ohrožené objekty a EVA místa v digitálním povodňovém plánu
<b>Neřešené</b> oblasti v obcích:	Počet ohrožených osob (v digitálním povodňovém plánu, dotazů u odborníků)

*Zdroj: vlastní zpracování*

Všechny zmíněné obce disponují s povodňovou ochranou. Digitální povodňový plán není dostupný u obce Křešice a Bohušovice nad Ohří. Z toho vyplývá, že u těchto obcí není dostupný počet ohrožených objektů či evakuační místa. V digitálním povodňovém plánu má dostupnou informaci o počtu ohrožených obyvatel pouze Lovosice, Štětí a Ústí nad Labem. Proto jsou tyto údaje u některých obcích v slabých stránkách. Mezi slabé stránky lze zahrnout zastavěné oblasti v záplavovém území, které se nacházejí u všech zmíněných obcích. Dalšími problémy mohou být snížení přirozené retence krajiny, nevyhovující hospodářství/zemědělství apod. V pěti případech nastává hrozba spočívající v porušení vodního díla Terezín, Lovosice, Roudnice nad Labem, Střekov, Štětí. Obce disponují s ohrožujícími objekty a v každé obci může dojít k přetečení vody přes PPO. V další kapitole jsou vymezeny kroky k navýšení zlepšení efektivity ochrany ohrožených obyvatel.

#### ***4.8.1. Kroky k navýšení efektivity ochrany ohroženého obyvatelstva povodní:***

Ze SWOT analýzy vyplývá několik silných stránek, proto je možné je využít proti zmíněným hrozbám a zaměřit se na efektivitu ochrany ohroženého obyvatelstva povodní:

- Při návrhu PPO analyzovat území a problematiku povodní již z minulých let,
- zajímat se o vhodné kombinace různých PPO. Tyto kombinace zaměřit nejen na další možnosti a vývoje technických opatření ale i na opatření, která mohou povodeň ovlivnit přirozeně např. přirozená akumulace vod v kraji, pěstování zeleně u vodního toku apod,
- využívat řízené rozlivy, ovšem brát v úvahu jaké zemědělské produkce v daném záplavovém území využívat,
- čerpat financování z národních programů a ze zdrojů Evropské unie za účelem zlepšit ochranu obyvatelstva před povodní,
- omezit budování nových rizikových objektů v záplavových územích. S tím souvisí důkladná a důrazná informovanost obyvatel o problematice povodní a jejich nebezpečí a zejména prevence pojištění ohrožených obyvatel na škody způsobené povodní,

- aktualizovat údaje týkající se povodní. Aktualizovat údaje o ohrožených obyvatel, o ohrožených objektech, o nebezpečných objektech v záplavovém území apod. Vždy přizpůsobit údaje na daný Q,
- spolupracovat mezi dotčenými orgány povodní a ochotně si mezi sebou pomáhat,
- podporovat vývoje a výzkumu či zájem nových uchazečů a studentů o danou problematiku.

## 5 DISKUSE

V diplomové práci byla vyhodnocena data týkající se počtu ohrožených obyvatel a přidělených finančních prostředků na PPO ve vybraných obcích v Ústeckém kraji v povodí Ohře a Labe. Mezi 8 zkoumaných obcích patřila obec Štětí, Roudnice nad Labem, Křešice, Lovosice, Píšťany, Ústí nad Labem, Děčín, Terezín, Bohušovice nad Ohří. Zmíněné obce se nacházejí v blízkosti řek Labe či Ohře a jejich přítoků. Pohnutkou pro psaní této práce byl zájem o řešení této problematiky v oblasti ochrany obyvatelstva a možnosti snížení škod.

Nejvyšší povodňové škody měla v roce 2002 obec Terezín. Tato obec byla zaplavena díky rozlivu řeky Ohře a řeky Labe, do těchto částí byl možný přístup až po opadnutí vody. Druhá obec, která v roce 2002 měla nejvyšší škody, byla Ústí nad Labem, a třetí Lovosice. Lovosicko se v roce 2002 potýkalo s problémem zaplavení průmyslové zóny Lovochemie a.s. Dle dostupných informací byly nebezpečné látky včas evakuovány a do životního prostředí se žádné nebezpečné látky nedostaly. Z tohoto důvodu byla realizována i PPO, která měla nejvyšší náklady v mil Kč, při které bylo realizováno současně i PPO Píšťany, které se nacházejí hned naproti této obci. V porovnání s povodňovými škodami v roce 2002 a 2013, lze říci, že realizovaná PPO měla značný kladný dopad nejen na škody způsobené povodní ale i na obyvatelstvo. V tabulce (tabulka 31) je vidět znázornění efektivnosti PPO v porovnání škod z roku 2002 a 2013.

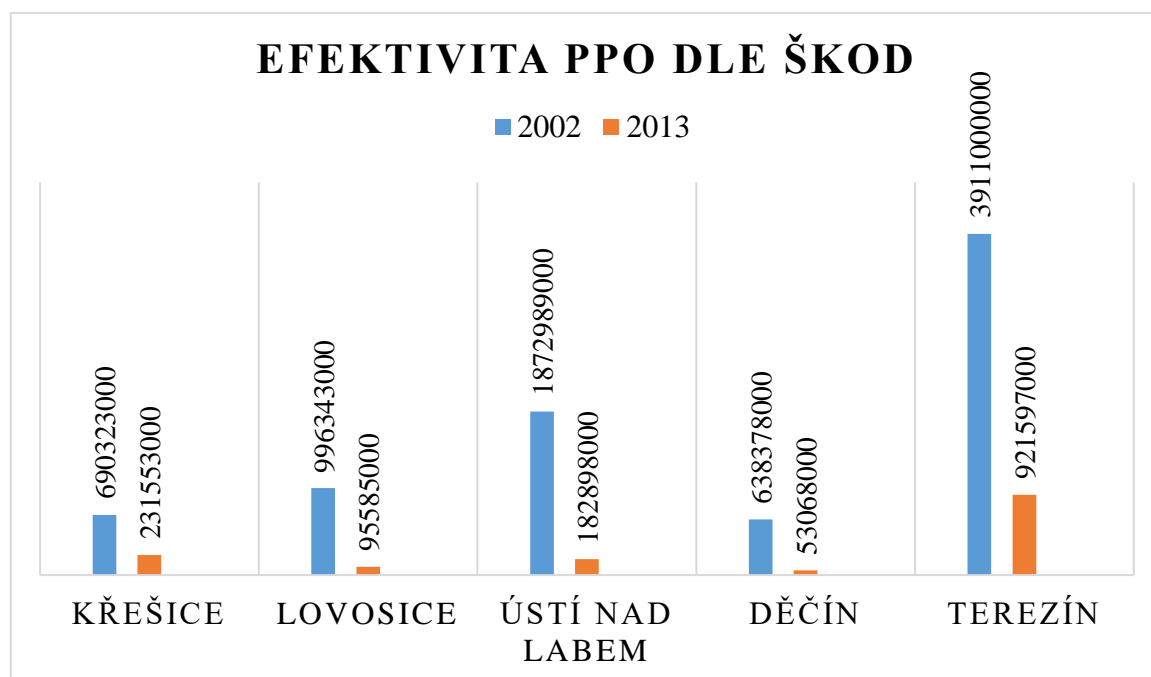
**Tabulka 31 Efektivita PPO dle škod z roku 2002 a 2013**

<b>Efektivita PPO dle škod</b>		
<b>Obec</b>	<b>Škody rok 2002 (v mil Kč)</b>	<b>Škody rok 2013 (v mil Kč)</b>
Terezín	3 911 000 000	921 597 000
Ústí nad Labem	1 872 989 000	182 898 000
Lovosice	996 343 000	95 585 000
Křešice	690 323 000	231 553 000

Děčín	638 378 000	53 068 000
-------	-------------	------------

Zdroj: vlastní vypracování dle interních dokumentů

Na následujícím obrázku (obrázek 10) je vidět modrý sloupec charakterizující růst škod v roce 2002 v obcích: Křešice, Lovosice, Ústí nad Labem, Děčín, Terezín. Oranžový sloupec pak poukazuje na zmírnění škod v roce 2013.



**Obrázek 10 Efektivita povodňových škody z roku 2002 a 2013**

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků jsem došla ke skutečnosti, že efektivní vynaložení finančních prostředků na realizované PPO je např. u obce Terezín. Protože tato obec disponuje s PPO 139,5 mil Kč a v porovnání škod z roku 2002, které dosahovaly 3 911 000 000 Kč tak v roce 2013 se snížili na částku 921 597 000 Kč. Tato výše nákladů je aplikována na ochranu celkem 1250 obyvatel. Tento údaj se nachází v blízkosti proložené lineární regresní přímky. Při povodni v roce 2013 tato PPO splnila účel neboť je realizovaná na  $Q_{2002}$ . Každá obec chrání své obyvatelstvo, tak jak může. Do roku 2002 nebyla v Ústeckém kraji realizována žádná technická PPO až po povodních v tomto roce se na vodních tocích intenzivně

začala realizovat opatření, která by napomohla k ochraně obyvatelstva a jejich životních hodnot. Důležitá je skutečnost, že vynaložené náklady na PPO jsou u vybraných obcích rozdílné, avšak ochraňované hodnoty mají vyšší hodnotu než náklady na PPO. Vybrané obce disponují s technickými či materiálními prostředky, které slouží k ochraně před povodněmi a k ochraně obyvatelstva. Před nebo během povodně jsou obyvatelé včas informováni a popřípadě evakuováni. Dílčím závěrem je nutné říci, že žádná z uvedených PPO nejsou k 100 % ochraně obyvatelstva, přispívají jen k snížení nežádoucím účinkům povodní. Budování a tedy i financování technických PPO podél toků není zcela úplným řešením. Záleží i na dalších okolnostech.

Ze SWOT analýzy vyplývá, že silnou stránkou je realizace PPO a jejich kombinace (pevné a mobilní). Tento krok byl pro většinu obcí důležitý, neboť napomohl k ochraně obyvatel a snížil počet škod.

Ze statistického šetření výzkum ukázal, že statistická závislost mezi statistickými znaky (počet ohrožených obyvatel a přidělených finančních prostředků) je dána slabou pozitivní korelací. Důvodem, proč ve statistickém šetření nevyšla silná pozitivní korelace, je fakt, že přidělené finanční prostředky na realizaci PPO je jen jeden z mnoha faktorů, které mohou povodeň ovlivnit. Dalšími faktory, které ovlivňují průběh povodní a ochranu obyvatelstva mohou být zaměřena právě na funkci a možnosti životního prostředí.

Před tím, než povodeň do ohroženého území přijde, je důležité uvědomit si i další faktory, které následně mohou ovlivnit jejich vznik. Ovlivňujícími faktory mohou být:

- Nasycení půdy v území, typ půdy
- Objemné naplnění koryt vodních toků
- Zadržení vody rostlin
- Typ srážek či tání sněhu

Dalšími parametry týkající se ovlivnění průběhu povodní, a tedy i ochrany obyvatelstva před povodní, mohou být následující:

- Zmíněná technická PPO
- Hydrotechnické zásahy v krajině - vliv vodních staveb, vliv opevnění břehů
- Zemědělství, odlesňování
- Vlastníci pozemků, urbanizace



- Regulace toků
- Transformace využití krajiny
- Tvar, výška, plocha, průměrný sklon koryta řeky
- Klimatické jevy, ráz krajiny, aj..

### **Hydrotechnické zásahy v krajině**

V 19. století se začali rozvíjet významné úpravy vodních toků a jezer. O století později přibývali změny v hydrologii krajiny, ke se zcelovali pozemky, odvodňovaly přirozené mokřady a došlo k regulaci menších toků (Adámek, 2010) (Vasiliev, 2007). Tyto změny pak způsobily změny týkající se změny v schopnosti krajiny zadržovat vodu a postupně vodu předávat vodním tokům. Dále se změnila četnost a distribuce průtoků nebo jejich objemy s maximálními hodnotami povodní či minimálními hodnotami při vysychání vodních toků. Vliv na tuto problematiku spočívá v lidské činnosti, která vyvolává změny povrchových odtokových poměrů. Pokud intenzita či úhrn dešťových srážek převyší vsakování vod do půd, vznikne povrchový odtok přebytečné vody do nežádoucích míst. Důsledkem je pak možný vznik vodní eroze, která je výsledkem snížení úrodnosti půdy a výrazné zhoršení fyzikálních vlastností půdy (Adámek, 2014) (Adámek, 2010). Tomu lze zabránit např. pásovým střídáním plodin. V Ústeckém kraji se využívá např. travní porost, řepka ozimá. Pokud půda trpí nadbytkem vody, následuje proces odvodňování. Lze to provést biologickým způsobem jako je výsadba porostů, které mají větší transpiraci nebo technickým způsobem pomocí odvodňovacích nádrží.

### **Vliv vodních staveb**

Na povodně mají vliv i vodní stavby na vodních tocích. Následně budou popsány dva typy vodních staveb, které mohou na tuto problematiku působit. Typ propustního jezu – tento jez plní funkci, která spočívá v zachycení plavenin a zejména k zachycení přívalové povodňové vlny. Spodní výpusť pak zachycuje více jak  $Q_1$  vodu. Při zvýšeném průtoku se za jezem dočasně vytvoří zdrž, tím se sníží neřízený odtok. K tomu, aby byla tato funkce splněna, musí být z jezové nádrže odstraněné možné usazeniny či předměty. Dalším je typ víceúčelové vodní nádrže, která kombinuje vodárenský či protipovodňový účel aj. První manipulovatelná zóna této nádrže je horním přepadem, která slouží k možné regulaci povodňového průtoku. U většiny nádrží se jedná o průtok maximálně  $Q_{50}$  vody, ale spíše nižší (Adámek, 2010). Vodní díla v Ústeckém kraji, která jsou ve správě Povodí

Ohře s.p. jsou: Březno, Doksy, Klášterec nad Ohří, Terezín a Želina. Zdymadla, která jsou ve správě Povodí Labe s.p. na Dolním Labi jsou: České Kopisty, Lovosice, Roudnice nad Labem, Střekov, Štětí, Dolní Bečkovice.

### **Vliv opevnění břehů**

Regulování toků je běžné a někdy i nutné, k tomu se mohou využívat možnosti opevnování břehů. Příkladem lze uvést zatrubnění toku, který spočívá v odstranění toku z povrchu. Tím však nastává absence kontaktu s povrchovými vodotečemi a podzemními vodami. Tento typ zatrubnění se používá u drobných toků či v zemědělských oblastech. Dalším příkladem je opevnění dna a břehů betonovými prvky spojené na těsnou vzdálenost využívá se zejména na drobných i středních tocích v zemědělských oblastech. Tyto případy nejsou přírodě blízké, proto následující příklady jsou šetrnější. Jedná se o regulační zásah s opevněním břehu pomocí kamenných záhozů, hrubošterkovou rovnaninou či dřevěným roubením nebo o opevnování nárazového břehu kamenným záhozem. Při všech typech regulací se rozsah průřezu koryt projeví v průtoku (Adámek, 2010).

Rozsah povodní je dán možností změn klimatických jevů ale i rázem krajiny v daném území. Je přínosné dbát na minulé či historické povodně především v údolní niv. Povodně pak mohou právě ovlivnit vybudovaná regulace vodních toků, hydrotechnické zásahy v krajině, vodní stavby, opevnění břehů, narovnání břehů či zemědělství a osídlení obyvatel blízko vodních toků. Příkladem uvádím zkrácení řeky Labe v roce 1848-1992 v úseku Jaroměř k Mělníku až o 12,3% z původní délky (Čamrová, 2006). Pokud se tento způsob úpravy toků bude nadále realizovat, problém povodní se bude dále přemísťovat níže po proudu řeky. Toto platí i při realizaci nadměrného budování PPO. Pokud se koryta budou napřimovat, vznikne problém spočívající v rychlosti proudění vodního toku a zkrátí se faktor času povodňové vlny a tudíž možnost pro včasné opatření či ochranu obyvatel.

Oblast zemědělství výrazně ovlivňuje odtok řek. Dochází k integraci zemědělství či odstraňování krajinných složek zadržující vodu a retenční schopnost krajiny v daném území se snižuje. Srážky pak rychle odtékají z území. V souvislosti se zemědělství je nutné spatřovat problematiku vodní eroze způsobující ohrožení zemědělským pozemkům, které mají vyšší sklon a jsou nesprávně obhospodařovány. Déšť pak odplaví

půdu do vodního toku a tok se zanesou bahnem. Pak je nutné odstranění nánosů. Nemusí se jednat pouze o půdu ale např. kukuřici, která může ucpávat kanalizační vtoky. Avšak nánosy podle řeky Labe např. v korytě o šířce maximálně 200 m nemají zcela úplně významný vliv na vodní hladinu při povodni. (Čamrová, 2006) (Owens, 2006). Negativum – přeměna luk na ornou půdu. Na druhou stranu tato území přispívají k inundaci. Mnohem větší problém je v zástavbě či nevhodném zalesňování v záplavovém území nebo v odlesňování z důvodu těžby, zástavby či odumírání porostů. Pěstování nevhodných porostů na březích toků a nedostatečná či zanedbatelná péče v čištění nebo údržbě krajiny a toků. Tento problém se v Ústeckém kraji neobjevuje, dbá se na preventivní prohlídky řek, rybníků a jejich okolí. Co se týká kontrolních prohlídek technických PPO, tak se sleduje převážně: stavby jako celek a jejich ochrana, šrouby, průjezdnost místní komunikací (pokud se nacházejí v blízkosti komunikací), použitý materiál, spáry konstrukcí apod.

Vytváření nových pozemků může být dalším ovlivňujícím vlivem společně s problémy týkající se vlastníků pozemků. Tento problém nastává zejména v plánování a realizaci PPO. Konkrétní případ se stal na Lovosicku. Vlastník pozemku při povodni v roce 2013 zkomplikoval výstavbu určité spojnicové části PPO.

V centru měst slouží půda pro zpevnění plochy, z tohoto důvodu klesá možnost vsakování vody (Konvička, 2002b). Při porovnání území zastavěné a přírodní tak je možné říci, že průtok ve městech rychle stoupne a poměrně rychle klesne a v přírodním území nárůst průtoku bude menší a bude se snižovat v periodě. Voda v obcích pak rychle stéká po komunikacích a její odvod směřuje do vodních toků nebo kanalizace.

Průmyslové provozy byly již v minulosti umístěny blízko vodního toku z důvodu potřeby využití vodního faktoru. Ovšem negativem je omezení funkce nivy v daném místě, protože niva přestane plnit svou funkci retence a biotypu. Další problém může nastat v nebezpečí úniku nebezpečných látek. Je pochopitelné, že tyto průmyslové zóny byly vybudovány již v minulosti, tudíž je obtížné hledat či žádat nějaká možná řešení (Čamrová, 2006). Příkladem lze uvést Lovochemie, a. s. a Glanzstoff Bohemia s. r. o. . V roce 2002 byla tato průmyslová zóna zasažena povodní. Voda zaplavila sklady hnojiv (ledku amonovápenatého) zbytky hnojiva byly znehodnoceny. Čpavek byl před kulminací odvezen na bezpečné místo.

## **Konkrétní aplikace vybraných ovlivňujících faktorů v oblasti Bohušovice nad Ohří**

Následující údaje jsou zpracovány z interních dokumentací zejména technických zpráv a smluv státního podniku Povodí Ohře. Bohušovice nad Ohří se nacházejí v rovinaté oblasti s malým spádem a v širokém záplavovém území. Proto před budováním technických PPO muselo být realizováno několik průzkumů, které se zaměřili na:

- posouzení ovlivnění toku řeky Ohře díky výstavbě PPO
- posouzení geologického průzkumu
- posouzení rizikové analýzy v území
- posouzení analýzy nákladů
- posouzení užitků PPO
- posouzení průsakových a stabilních poměrů prostředí PPO
- posouzení ovlivnění režimu podzemních vod vlivem realizace PPO
- posouzení biologické
- posouzení určeného projektanta
- pořízení fotodokumentace
- posouzení doplňkového průzkumu – inženýrsko – geologický
- konzultace s CHKO Českého středohoří Litoměřice – o kácení vzrostlých dřevin

V údolí Ohře se nacházejí jílovce, slínovce a jílovité vápence. Ráz krajiny je zde ovlivněný díky neovulkanitů, které ovlivňují terezínskou kotlinu. Pokryv je tvořený terasovým pokryvem štěrků řeky Labe a Ohře. Geologický profil je tvořený jílovitými a písčnatými hlínami. Dále jemnozrnné písky s různým podílem jemnozrnných zemin. V hloubce se nacházejí hrubozrnné písky, štěrkové příměsi, písčité štěrky. Výška podzemních vod kolísá dle ročních období a je vázaná na štěrkopísčné sedimenty řeky Ohře (PPO Bohušovice nad Ohří, 2010).

PPO Bohušovice je umístěné v oblasti: orné půdy, mezi travní pozemky, urbanistické území. Ačkoliv se jedná o mírně suchý region, vyskytují se zde louky, remízky, stromořadí. Roční průměrný úhrn srážek je 442,8 mm. Potencionální přirozená vegetace v tomto území je tvořena topolovou doubravou s jilmovou doubravou. Vegetace je v této oblasti ovlivněna antropogenní činností člověka. Vliv stavby na životní prostředí po dokončení PPO Bohušovice nad Ohří (PPO Bohušovice nad Ohří., 2010)

- použitím materiálů a realizace výstavby nevznikají nebezpečné odpady
- nevznikají nároky na využití pitné vody
- nedochází ke spotřebě energie
- nedochází k produkci odpadních vod
- terénní úpravy – při stavbě dochází o lokální terénní úpravy
- pokácení některých stromů
- PPO uzavře odtok vnitřních vod – dešťové vody
- Odvedení vnitřních vod pomocí čerpadel (čerpadla jsou závislá na zdroji energie)  
(PPO Bohušovice nad Ohří., 2010)

Lze tedy shrnout, že problematika povodní se projevuje v každém území jinak. Je dobré mít na paměti v jakém rázu a okolních situacích se obec nachází a zhodnotit detaily protipovodňových úprav v obcích a možné financování. Ke stanovení PPO se využívají záplavová území. Oblasti před obcí a za obcí, pokud je to možné využívat jako rozlivová území, a v období mimo povodeň území využívat např. jako zemědělské. Příkladem tomu může být Lovosicko, Terezín, Bohušovice nad Ohří. Povodně nelze řešit jen v jedné obci, ale obce musejí spolupracovat a řešit oblasti nejen technických PPO, ale i krajinná opatření.

## 6 ZÁVĚR

Diplomová práce posuzuje vztah týkající se počtu ohrožených obyvatel povodní a přidělených finančních prostředků na PPO v Ústeckém kraji v povodí Ohře a Labe. Konkrétně se jedná o obce Štětí, Roudnice nad Labem, Křešice, Lovosice, Píšťany, Ústí nad Labem, Děčín, Terezín, Bohušovice nad Ohří. Pro zmíněné obce je v této oblasti nebezpečí rozlivu řeky Labe, řeky Ohře a jejích přítoků. Pohnutkou psaní této práce byla četnost povodní v Ústeckém kraji a zájem na řešení problematiky ochrany obyvatelstva v ohroženém území. Hypotézy a kroky metodiky byly sestaveny tak, aby mohly být naplněny cíle práce. Cíle práce byly splněny prostřednictvím ověření hypotézy H1 a hypotézy H2, které byly následující:

Hypotéza H1: Statistická závislost mezi počty ohrožených obyvatel a výši prostředků protipovodňové ochrany je dána lineární regresí.

Hypotéza H2: Statistická závislost mezi počtem ohrožených obyvatel a výši prostředků na protipovodňová opatření je dána silnou pozitivní korelací.

Hypotéza H1 se zabývala posouzením vlivu parametru „počet ohrožených obyvatel“ na výši přidělených finančních prostředků. Tato hypotéza byla splněna, neboť zjištění prokázalo, že regresní přímka dosáhla sklonu přesahující úhel 45 stupňů, v práci tento sklon dosáhl konkrétně 60,1 stupňů. Na základě provedené ortonormalizace souřadnicového systému lze konstatovat, že počty ohrožených obyvatel silně determinují prostředky přidělené na PPO. Vliv tohoto parametru patří mezi parametry s nejsilnější determinací. Na základě statistických kritérií byla k proložení pravděpodobnostního oblaku regresní křivkou vybrána lineární regresní analýza. Významným přínosem potvrzení hypotézy je také stanovení významné role počtu ohrožených obyvatel pro zjišťování výše finančních prostředků pro PPO. Hypotéza H2 nebyla potvrzena zcela z důvodu pozitivní korelace slabé, nikoli silné. Tento výsledek proto poukazuje na nezbytnost nezanedbávat zkoumání dalších parametrů ovlivňujících přístup k PPO či ovlivnění povodní z hlediska jiných faktorů. Je potřebné brát v úvahu posouzení parametrů na bázi SWOT analýzy, která poukázala na slabé a silné stránky parametrů týkajících posouzení zjištěných údajů o problematice na daném území a možnou ochranu ohrožených obyvatel v tomto území. Analýza pak poukázala na příležitosti a hrozby dané

problematiky a jejich možná řešení. K tomu, aby výsledky splnili zadané cíle, bylo zapotřebí v teoretické části představit ucelený náhled právní úpravy, která se týká povodňové problematiky v ČR, vysvětlit nezbytné pojmy, popsat charakteristiku zkoumaného území a možný způsob financování a udržení PPO.

Cíle byly splněny prostřednictvím výsledků uvedených v kapitolách 4.1. až 4.6. Verifikace hypotéz H1 a H2 a provedená SWOT analýza umožnily učinit i další dílčí důležité závěry. Ačkoliv se diplomová práce zabývala limitem  $Q_{100}$ , ukázalo se, že v Ústeckém kraji se vyskytují nejčastěji povodně, které odpovídají  $Q_{10}$  povodně. Proto i mnoho PPO v obcích v tomto kraji vychází z tohoto zjištění. Budování PPO na úrovni  $Q_{20} - Q_{100}$  se zdají být dostačující v případě nepřekročení  $Q_{100}$ . Při překročení tohoto průtoku pak PPO přispějí k získání času na případnou evakuaci či jiná opatření. Škody, které vznikly v roce 2002, byly vysoké, a ve srovnání s povodněmi z roku 2013 se škody způsobené povodní snížily. Vybudováním PPO se riziko povodně pouze zmenší, není možné tento jev určit perspektivně, proto je nezbytné tato PPO neustále udržovat v provozuschopnosti i mimo povodně a provádět pravidelné cvičení výstavby mobilních PPO. Důležitý je fakt, že vynaložené náklady na PPO jsou u vybraných obcích rozdílné, avšak ochraňované hodnoty mají vyšší hodnotu než náklady na PPO.

Přínosy diplomové práce spočívají jednak v aplikaci dvourozměrných statistických analýz při šetření MU spojených s povodněmi, jednak v kvalitativním příspěvku upřesňující postup při zjišťování počtu ohrožených obyvatel ve vazbě na přidělené finanční prostředky. Dalším přínosem je vymezení slabých a silných stránek či příležitostí a hrozeb SWOT analýzou. Práce je zprávou o provedeném aplikovaném kvantitativním výzkumu, v jehož rámci byly popsány a získány kvalitativní výstupy. Poměr kvantitativního a kvalitativního výzkumu lze odhadnout v poměru 80%:20%.

## 7 SEZENAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ADAMEC, Vilém, 2012. *Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva*. 1. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-118-7.
2. ADÁMEK, Zdeněk a Jan HELEŠIC, 2010. *Aplikovaná hydrobiologie*. Druhé. ISBN 978-80-87437-09-4.
3. ADÁMEK, Zdeněk, Jan HELEŠIC, Blahoslav MARŠÁLEK a Martin RULÍK, 2014. *Applied hydrobiology*. 1st edition. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. ISBN 978-80-7514-025-8.
4. BAKOŠ, Eduard a Jana SOUKOPOVÁ, 2014. *Protipovodňová ochrana 2013: sborník z konference ... Protipovodňového vzdělávacího a výzkumného centra konané dne 4.11.2013 v hotelu Continental, Brno*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-6746-2.
5. BLAŽKOVÁ, Kateřina, 2015. *Ochrana obyvatelstva a krizové řízení*. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. ISBN 978-80-86466-62-0.
6. BRÁZDIL, Rudolf, 2005. *Historické a současné povodně v České republice*. Masarykova univerzita v Brně ve spolupráci s Českým hydrometeorologickým ústavem v Praze. ISBN 80-210-3864-0.
7. ČAMROVÁ, Lenka a Jiřina JÍLKOVÁ, 2006. *Povodně v území: institucionální a ekonomické souvislosti*. Vyd. 1. Praha: Eurolex Bohemia. ISBN 80-7379-000-9.
8. *Dokumentace oblasti s významným povodňovým rizikem: Dílčí povodí Ohře, dolního Labe a ostatních přítoků labe*, 2014. In: . Praha: Povodí Labe S.P., Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.
9. FLASH FLOODS AND FLOODS, b.r. *Flash floods and floods...the Awesome Power!: Flash floods #1 weather-related killer in the United States! How do flash floods occur?* [online]. National Weather Service [cit. 2019-04-18]. Dostupné z: <https://www.weather.gov/pbz/floods>



10. FLOOD TYPES, b.r. *SEVERE WEATHER 101: Flood Types* [online]. NSSL The National Severe Storms Laboratory [cit. 2019-04-18]. Dostupné z: <https://www.nssl.noaa.gov/education/svrwx101/floods/types/>
11. FLOODSTOPBARRIE, 2006. FLOODSTOP barrier: 0.5m FLOODSTOP flood barrier: Floodstopbarrie. *Benson: Barrier solutions* [online]. [cit. 2018-08-31].
12. HORÁK, Rudolf, 2011. *Průvodce krizovým plánováním pro veřejnou správu: Prevence řešení mimořádných krizových situací*. 1. Praha: Linde Praha. ISBN 978-80-7201-827-7.
13. HORÁK, Rudolf, 2015. *Zásady ochrany společnosti*. KEY Publishing. ISBN 978-80-7418-236-5.
14. JÁNSKÝ, B, 2003. *Water Retention in River Basin. Acta Universitatis Carolinae – Geographica: s. 173–183*. 2. Praha.
15. JÍLKOVÁ, Jiřina, 2006. *Povodňové škody a nástroje k jejich snížení*. 1. Praha: IEEP, Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku při FNH VŠE v Praze. ISBN 80–86684–35–0.
16. JURAŇ, Marek a Jiří MATĚJKA, 2010. *Mobilní protipovodňové systémy*. MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. ISBN 978-80-86640-62-4.
17. KONVIČKA, Miloš, 2002a. *Město a povodeň: strategie rozvoje měst po povodních*. 1. Brno: ERA. ISBN 80-865-1738-1.
18. KONVIČKA, Miloš, 2002b. *Město a povodeň: strategie rozvoje měst po povodních*. 1. vyd. Brno: ERA. Urbanismus. ISBN 80-86517-38-1.
19. KOPP, Jan a Jiří KŘIVÁNEK, 2014. *Drobné vodní toky v České republice*. Consult. ISBN 978-80-905159-0-1.
20. KREMSA, Jiří a Tomáš VANĚK, 2003. *SOUHRNNÁ ZPRÁVA o povodni v srpnu 2002 za ucelené povodí Labe: Povodí Labe, státní podnik Hradec Králové. Pdf*. Hradec Králové: Vodohospodářský dispečink Povodí Labe s.p.

21. LEWIN, J. a M. MANTON, 1975. *Welsh floodplain studies: The nature of floodplain geometry*, *Journal of Hydrology*, Volume 25,.
22. MÁCHOVÁ, Jana a Petr HOVORKA, 2013. *Protipovodňová opatření*. 1. Vodňany: Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie. ISBN 978-80-87096-17-8.
23. *Metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí: K zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby*, 2011. In: . Věstník Ministerstva životního prostředí, XXI, číslo 9.
24. Možnosti řešení povodňových situací: Protipovodňová opatření, 2012. *Cs-povodne.eu* [online]. Zlín: Regionální rozvojová agentura Východní Moravy [cit. 2018-11-28]. Dostupné z: <http://www.cs-povodne.eu/Protipovodnova-ochrana-a-povodne/Protipovodnova-opatreni>
25. NOVÁK, Ladislav, 2011. *Protipovodňová opatření v České republice*. 1. vyd. Praha: Český svaz vědeckotechnických společností. ISBN 978-80-02-02353-1.
26. Odvětvová technická norma vodního hospodářství: Povodňové plány, 2006. In: *Eagri: Ministerstvo zemědělství* [online]. Praha: HYDROPROJEKT CZ a.s. [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/104416/TNV\\_75\\_2931.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/104416/TNV_75_2931.pdf)
27. OWENS, Philip N. a A. J. COLLINS, 2006. *Soil erosion and sediment redistribution in river catchments: measurement, modelling and management*. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI.
28. PAPEŽ, , 2015. *Povodňový plán města Veselí nad Lužnicí: Veselí nad Lužnicí. Praha.*
29. *PPO Bohušovice nad Ohří.: Souhrnná technická zpráva B*, 2010.
30. *PPO Bohušovice nad Ohří: Průvodní zpráva A*, 2010.
31. *Profil státního podniku: Výstavba protipovodňového opatření*, 2017. Hradec Králové: Str. 10.

32. Prohlížečka záplavových území: Oddělení GIS, 2017. In: *Oddělení geografických informačních systémů a kartografie: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, veřejná výzkumná instituce - Odbor ochrany vod a informatiky* [online]. Praha [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/70/prohlizecka-zaplavovych-uzemi.html>
33. Protipovodňová opatření - ochrana území: Protipovodňová ochrana území, 2016. In: *EKO-SYSTEM* [online]. Praha: Copyright © 2010 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <http://www.eko-system.cz/protipovodnova-ochrana-uzemi/>
34. *Protipovodňové stavby: přehled protipovodňových staveb v úseku Mělník - Hřensko*, 2015. In: . Závod Dolního Labe V Roudnici nad Labem.
35. PROVOZNÍ ŘÁD PRO VODNÍ DÍLO BOHUŠOVICE NAD OHŘÍ, 2013. *Provozní řád pro vodní dílo: Protipovodňová opatření města Bohušovice nad Ohří: dle vyhlášky Mze č. 216/2011 Sb. a TNV 75 29 23*. In: . Bohušovice nad Ohří: Povodí Ohře S.P., AZ Consult, spol. s.r.o.
36. PŮBAL, Ondřej, 2013. *Protipovodňová opatření města Terezín: Závěrečná zpráva o TBD po dobu výstavby*. 3. Praha: Vodní díla - TBD a.s.
37. RUDENSKÝ, Miroslav a Ivo DORAZIL, 2002. *Povodně 2002: Letecké dokumenty*. 1. Český hydrometeorologický ústav: Atelier S - design studio. ISBN 80-238-9607-5.
38. ŘÍHA, Jaromír, 2010. *Ochranné hráze na vodních tocích*. 1. Praha: Grada. Stavitel. ISBN 978-80-247-3570-2.
39. SOUHRNNÁ ZPRÁVA O POVODNÍCH V ČERVNU 2013 V OBLASTI POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE, 2014. *Souhrnná zpráva o povodních v červnu 2013 v oblasti povodí Horního a středního Labe a na vlastním toku Labe v oblasti povodí Ohře a Dolního Labe*. Hradec Králové.
40. *Statistická ročenka 2013 Česká republika: Statistické ročenky Hasičského záchranného sboru ČR: Požární ochrana, Integrovaný záchranný systém, Hasičský záchranný sbor ČR* [online], 2014. Praha: Ministerstvo vnitra-generální ředitelství

Hasičského záchranného sboru České republiky [cit. 2018-08-31]. Dostupné z:  
file:///C:/Users/user/Downloads/ročenka\_2013%20(1).pdf

41. *Statistické ročenky Hasičského záchranného sboru ČR: Statistická ročenka 2002 Česká republika (Pdf)* [online], 2003. Praha: Ministerstvo vnitra-generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, [cit. 2018-08-31]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-rocenky-hasicskehozachranneho-sboru-cr.aspx>
42. STRAHLER, A, 2000. *Introducing Physical Geography. John Wiley and Sons*. S. 575. New York.
43. STRATEGIE OCHRANY PŘED POVODNĚMI, 2000. *Strategie ochrany před povodněmi pro území ČR: Praktická příručka*. In: . Praha: Ministerstvo zemědělství ČR. Dostupné také z:  
[http://eagri.cz/public/web/file/365715/Strategie\\_ochrany\\_pred\\_povodnemi.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/365715/Strategie_ochrany_pred_povodnemi.pdf)
44. SWECO HYDROPROJEKT, , 2013. *Provozní řád pro protipovodňová opatření města Terezín. 2*. Praha: Povodí Ohře.
45. Ústecký kraj, 2006. In: *Czregion* [online]. [cit. 2018-11-28]. Dostupné z:  
<http://www.czregion.cz/ustecky-kraj>
46. *Ústřední poplachový plán IZS*, 2014. In: . Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru, MV-102561-2/PO-IZS2014.
47. VALÁŠEK, Jarmil a František KOVAŘÍK, 2008. *Krizové řízení při nevojenských krizových situacích: Modul C*. MV- generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. ISBN 978-80-86640-93-8.
48. VASILIEV, O.F, 2007. *Extreme hydrological events: new concepts for security ; Ed. by O.F. Vasiliev ... [et al.]*. Dordrecht: Springer. NATO Science Series. Series IV, Earth and Environmental Sciences [Springer]. Vol. 78. ISBN 978-1-4020-5740-3.
49. *Vyhodnocení povodně v červnu 2013: Vyhodnocení funkčnosti PPO*, 2013. In: . Praha: Ministerstvo životního prostředí, ČHMÚ. Dostupné také z:  
[http://voda.chmi.cz/pov13/DilciZprava\\_Funkcnost-PPO.pdf](http://voda.chmi.cz/pov13/DilciZprava_Funkcnost-PPO.pdf)

50. ZÁKON 254/2001 SB., Česká republika, Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). 2001. In: . Parlament, částka 098, 254/2001 Sb.
51. ZÁŠKODNÝ, Přemysl a Renata HAVRÁNKOVÁ, 2011. *Základy statistiky: s aplikací na zdravotnictví*. Druhé. ISBN 978-80-904948-2-4.
52. ZÍDEK, Jindřich a DRAHOZAL, 2015. *Příprava řešení krizových situací na Labi v úseku Mělník - Hřensko: S důrazem na povodně*. Povodí Labe.
53. ZÍTEK, Kamil, 2005. Prevence leptospirózy při záplavách. In: *Stránky Státního zdravotního ústavu autora Kolektiv pracovníků SZÚ* [online]. Praha [cit. 2018-12-09]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/prevence/prevence-leptospirozy-pri-zaplavach-1>

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Intenzita povodní v Ústeckém kraji v Q .....	45
Obrázek 2 Intenzita povodní v Ústeckém kraji v cm.....	46
Obrázek 3 Výše škod způsobené povodní v roce 2002, u obcí, které nyní mají PPO....	48
Obrázek 4 Výše škod způsobené povodní v roce 2002 u obcí nedisponujícími nyní s PPO .....	49
Obrázek 5 Vyznačení částí Terezína k protipovodňové ochraně .....	60
Obrázek 6 Zastavěné a zastavitelné plochy dotčené povodňovým rozlivem .....	65
Obrázek 7 Regresní přímka- závislost přidělených finančních prostředků na PPO a ohroženým obyvatelstvem povodní.....	72
Obrázek 8 Lineární regresní analýza - regresní přímka.....	73
Obrázek 9 Lineární regresní analýza - úhel $\alpha$ .....	74
Obrázek 10 Efektivita povodňových škody z roku 2002 a 2013.....	87

## 9 SEZNAMU POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 Rozdělení PPO.....	18
Tabulka 2 Druhy povodňových škod na přímé a nepřímé škody.....	27
Tabulka 3 Obecná komparace povodní v roce 2002 a 2013.....	30
Tabulka 4 Měření v profilu vodočtu v Ústí nad Labem.....	45
Tabulka 5 Škody způsobené povodní v roce 2002 u obcí mající PPO.....	47
Tabulka 6 Škody způsobené povodní v roce 2002 u obcí nedisponujícími nyní s PPO.	48
Tabulka 7 PPO Štětí.....	50
Tabulka 8 PPO Roudnice nad Labem.....	51
Tabulka 9 PPO Křešice.....	52
Tabulka 10 PPO Lovosicko.....	53
Tabulka 11 PPO Ústí nad Labem.....	55
Tabulka 12 PPO Děčín.....	56
Tabulka 13 PPO Terezín.....	57
Tabulka 14 PPO Bohušovice nad Ohří.....	60
Tabulka 15 Celkové náklady na PPO realizovaných do roku 2015 ve vybraných obcích v Ústeckém kraji.....	62
Tabulka 16 Úroveň ochrany vybudovaných PPO v Ústeckém kraji ve vybraných obcích.....	63
Tabulka 17 Přehled ploch, které by byly zasaženy rozlivem při Q100.....	64
Tabulka 18 Obce disponující s PPO.....	66
Tabulka 19 Obce nedisponující s PPO.....	67
Tabulka 20 Obce disponující s PPO po ortonormalizaci.....	67
Tabulka 21 SWOT analýza Lovosice.....	75
Tabulka 22 SWOT analýza Píšťany.....	76
Tabulka 23 SWOT analýza Štětí.....	77
Tabulka 24 SWOT analýza Roudnice nad Labem.....	78
Tabulka 25 SWOT analýza Křešice.....	79
Tabulka 26 SWOT analýza Ústí nad Labem.....	80
Tabulka 27 SWOT analýza Děčín.....	81
Tabulka 28 SWOT analýza Bohušovice nad Ohří.....	82
Tabulka 29 SWOT analýza Terezín.....	82

Tabulka 30 Problematika silných stránek dle SWOT analýzy ve vybraných obcích .....	83
Tabulka 31 Efektivita PPO dle škod z roku 2002 a 2013 .....	86



# 10 PŘÍLOHY

## Příloha A Protipovodňové stavby

Mapa protipovodňových staveb na vybraných obcích (Zídek, 2015)



## Příloha B Limity vodních stavů při povodni

Limity vodních stavů při povodni (Zídek, 2015)

### Limitní vodní stavy a průtoky pro instalace MPPZ PPO při povodni

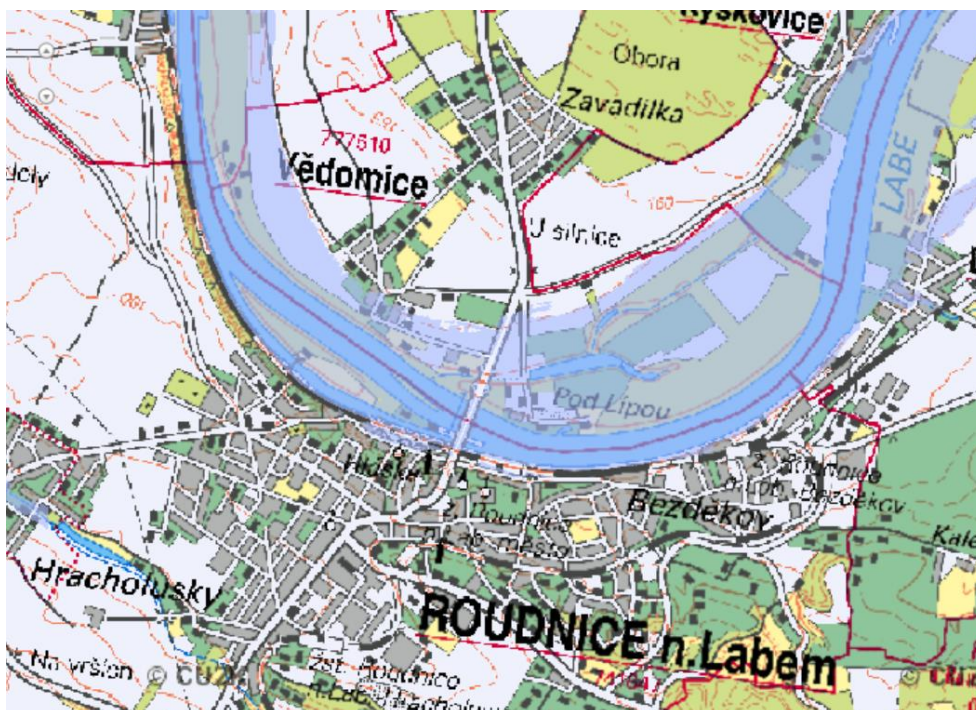
	Aktivace činnosti na stavbě PPO/ příprava, kontroly, zkoušky		Začátek instalace MPPZ PPO		Zatopení nejnižší lokality / kóta prahu MPPZ			Poznámka	
	SPA	stav v cm	Q m <sup>3</sup> /s	Q <sub>pr</sub> /SPA	stav v cm	Q m <sup>3</sup> /s	stav v cm		Q m <sup>3</sup> /s
<b>A) vodočet Mělník</b>									
1) MĚLNÍK	I. SPA	400	840	I - II. SPA / Q <sub>1</sub>	450	991	510	1 230	Vystoupení hladiny v přístavním bazénu na kritickou mez
2) KŘEŠICE	I. SPA	400	840	I - II. SPA / Q <sub>1</sub>	450	1 110	480	1 150	První se začnou zaplňovat příjezdy zdi poodi Labe za Blatenským polem
3) ROUDNICE N.L.	II. SPA	500	1 190	> III. SPA / Q <sub>2</sub>	600	1 650	720	2 280	Komunikace před Gymnaziem v ul. Havlíčkova
4) ŠTĚTÍ	> III. SPA / Q <sub>3,5</sub>	655	1 980	> III. SPA / Q <sub>3,5</sub>	655	1 980	1 010	4 160	Ohor v nábrežní zdi před mostem
<b>B) vodočet Ústí n.L.</b>									
1) DĚČÍN	I. SPA / <Q <sub>1</sub>	450	810	I. SPA / <Q <sub>1</sub>	450	810	470	868	Parobůf
2) LOVOŠICE	I. SPA / <Q <sub>1</sub>	450	810	II - III. SPA / Q <sub>1</sub>	580	1 200	650	1 440	Arosí Bransica
3) STŘEKOV	I. SPA / <Q <sub>1</sub>	450	810	II - III. SPA / Q <sub>1</sub>	580	1 200	778	1 990	
4) ÚSTÍ N.L. - LB	I. SPA / <Q <sub>1</sub>	450	810	II. SPA / Q <sub>1</sub>	620	1 330	717	1 720	Lokáta vtrnuše úsek SO 01.01.02-1c, ulice Žibkova
5) PÍŠŤANY	I. SPA / <Q <sub>1</sub>	450	810	> III. SPA / Q <sub>5</sub>	826	2 220	910	2 640	

zpracoval: Ing. Drahozal  
datum: 16.1.2015

**Příloha C** Záplavové území Štětí při Q100 (Prohlížečka záplavových území, 2017)



**Příloha D** Záplavové území Roudnice nad Labem při Q100 (Prohlížečka záplavových území, 2017)



**Příloha E** Záplavové území Křešice při Q100 (Prohlížečka záplavových území, 2017)



**Příloha F** Záplavové území Píšťany a Lovosice při Q100 (Prohlížečka záplavových území, 2017)



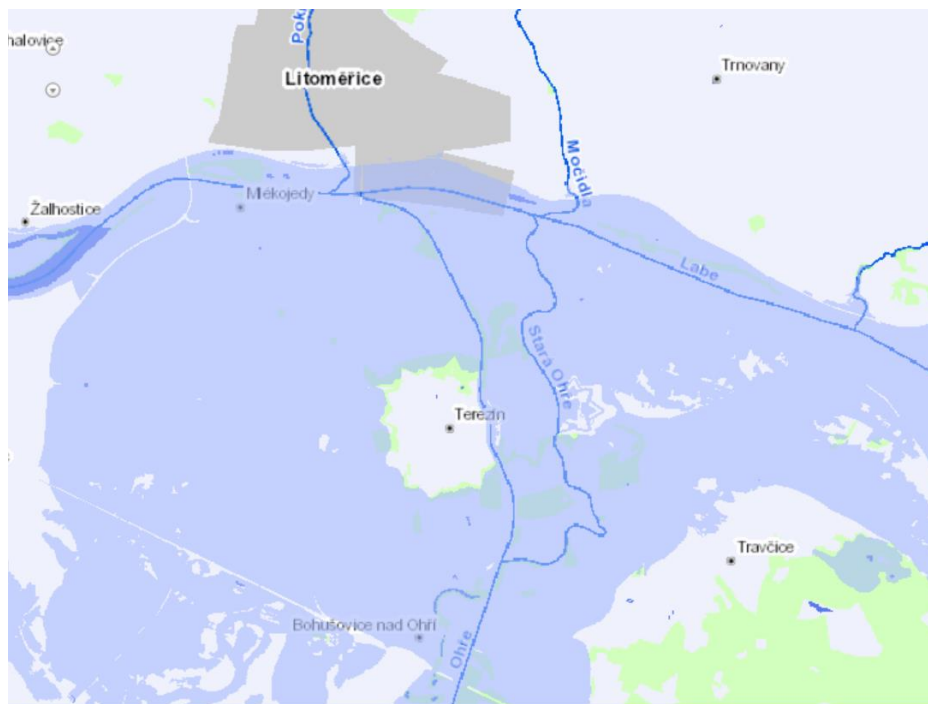
**Příloha G** Záplavové území Ústí nad Labem při Q100 (Prohlížečka záplavových území, 2017)



**Příloha H** Záplavové území Děčín při Q100 (Prohlížečka záplavových území, 2017)



**Příloha I Zápлавové území Terezín a Bohušovice nad Ohří při Q100 (Prohlížečka záplavových území, 2017)**



## 11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
EVA	Evakuace
Ha	Hektar
HZS	Hasičský záchranný sbor
IZS	Integrovaný záchranný systém
m	Metr
m <sup>2</sup>	Metr čtvereční
mil.	Milion
MU	Mimořádná událost
MV	Ministerstvo vnitra
MV – GŘ HZS ČR	Ministerstvem vnitra generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OPIS	Operační a informační středisko
ORP	Obec s rozšířenou působností
PK	Povodňová komise
PPO	Protipovodňová opatření
SPA	Stupeň povodňové aktivity
ÚPK	Ústřední povodňová komise