

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2015**

**PAVEL SLEZÁK**



**Studie protipovodňové ochrany části povodí Litavy**  
Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*  
Ing. Tomáš Mašíček, Ph.D.

*Vypracoval:*  
Pavel Slezák

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Pavel Slezák**  
Studijní program: Zemědělská specializace  
Obor: Agroekologie  
Název tématu: **Studie protipovodňové ochrany části povodí Litavy**  
Rozsah práce: 30 stran + přílohy

Zásady pro vypracování:

1. Vypracování literární rešerše na podkladě studia odborné literatury vztahující se k problematice povodní a protipovodňové ochrany
2. Charakteristika zájmového území
3. Průzkum a zhodnocení současného stavu prvků protipovodňové ochrany na vybrané části zájmového území
4. Dokumentace protipovodňových opatření



Seznam odborné literatury:

1. DUB, O. *Hydrologie*. SNTL Praha, 1969.
2. HUBAČÍKOVÁ, V. – OPPELTOVÁ, P. *Úpravy vodních toků a ochrana vodních zdrojů*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 130 s. ISBN 978-80-7375-243-9.
3. KONVIČKA, M. a kol. *Město a povodeň: strategie rozvoje měst po povodních*. 1. vyd. Brno: ERA, 2002. 219 s. ISBN 80-86517-38-1.
4. NĚMEC, J. *Inženýrská hydrologie*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964. 235 s.
5. TLAPÁK, V. *Úpravy vodních toků a hrazení bystřin*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2001. 146 s. ISBN 80-7157-551-8.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2013

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2015



**Pavel Slezák**  
Autor práce



**Ing. Tomáš Mašíček, Ph.D.**  
Vedoucí práce



**prof. Ing. František Toman, CSc.**  
Vedoucí ústavu



**prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.**  
Děkan AF MENDELU

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:.....

.....  
vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěl poděkovat především mému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Tomáši Mašíčkovi, Ph.D. z Ústavu aplikované a krajinné ekologie za poskytování cenných rad, odborných informací a hlavně velkou podporu při zpracovávání bakalářské práce.

Dále bych poděkoval paní Mgr. Michaele Zemánkové, která mi vypomohla s hledáním a výběrem užitečných materiálu potřebných ke zpracování této práce. Poděkování bych také věnoval vedoucímu odboru životního prostředí MÚ Slavkov u Brna panu Ing. Miroslavu Zavadilovi.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce „Studie protipovodňové ochrany části povodí Litavy” na základě zmapování řešeného území a získaných informací popisuje protipovodňová opatření vybudovaná v květnu 2012 na území města Slavkov u Brna v povodí řeky Litavy.

V literárním přehledu této práce je popsána obecná charakteristika povodní, dále jsou zde uvedeny historické události nejnámějších povodní na území ČR a řešená samotná problematika povodní. Kromě těchto kapitol je k závěru rešeršní části uvedena i charakteristika protipovodňových opatření. V další části se analyzuje oblast zasaženého území a povodeň z roku 2010 ve Slavkově. Je zde popsáno i povodí řeky Litavy, která protéká územím Jihomoravského kraje. Hlavní část práce tvoří popis zrealizovaných protipovodňových opatření na vymezeném daném území.

V poslední části se popisuje zhodnocení stávajících protipovodňových opatření, návrh a doporučení dalších možných úprav v katastrálním území města Slavkov.

### **Klíčová slova:**

povodeň, protipovodňová ochrana, povodí Litavy, koryto, Slavkov u Brna

## **ABSTRACT**

The thesis 'Study of flood prevention in a part of the Litava river catchment' describes flood prevention built in May 2012, based on charting of the target location in the area of Slavkov u Brna town.

The bulletin of the thesis describes characteristics of the flood, historical events of the most important flood in Czech republic and the topic of flood is debated as well. It also includes flood prevention characteristics. The next part of the thesis analyzes the target area and the flood which happened in Slavkov in 2010. It describes the catchment of Litava river which lies in South Moravia region. The main part if the thesis describes flood prevention systems built in the target area.

The last part of the thesis describes current flood prevention systems, concept and suggestions of possible improvements in the Slavkov town.

### **Keywords:**

flood, flood protection, catchment Litava, trough, Slavkov u Brna

## Obsah

1	ÚVOD.....	8
2	CÍL PRÁCE .....	10
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	11
3.1	Pojem povodeň .....	11
3.2	Historie povodní v ČR .....	11
3.3	Faktory ovlivňující vznik povodní.....	13
3.3.1	Meteorologické faktory .....	13
3.3.2	Intercepce .....	13
3.3.3	Infiltrace .....	14
3.3.4	Retence .....	14
3.3.5	Povrchový odtok.....	15
3.4	Průběh povodně .....	15
3.5	Typy povodní.....	16
3.6	Inundační území.....	18
3.7	Stupně povodňové aktivity .....	19
3.8	Povodňové orgány .....	21
3.9	Povodňové plány.....	21
3.10	Dokumentace programu 129 120 "Podpora prevence před povodněmi II" - 2. změna.....	22
4	PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ.....	23
4.1	Preventivní opatření.....	23
4.1.1	Územně organizační opatření .....	24
4.1.2	Ekologická protipovodňová opatření .....	24
4.1.3	Opatření stavebně-technická – strukturální prvky ochrany.....	25
4.2	Operativní opatření .....	27
5	METODIKA .....	28
6	POVODÍ LITAVY .....	29
6.1	Charakteristika povodí Litavy a zájmového území .....	29
6.2	Biogeografická charakteristika.....	30
6.2.1	Poloha .....	30
6.2.2	Horniny a reliéf.....	30
6.2.3	Klimatické podmínky .....	31



6.2.4	Půdy.....	31
6.2.5	Biota .....	31
6.3	Povodeň ve Slavkově u Brna .....	32
7	TECHNICKÁ OPATŘENÍ.....	32
7.1	Protipovodňová ochrana města Slavkov u Brna .....	32
7.1.1	Nový obtok Prostředníčka .....	33
7.1.2	Ohrazování Prostředníčka včetně úprav na toku .....	35
7.1.3	Hradící objekt u ČOV .....	37
7.1.4	Ohrazování Postranné.....	38
7.1.5	Mokřad Prostředníček .....	39
8	VYHODNOCENÍ A NÁVRH DALŠÍCH MOŽNÝCH OPATŘENÍ .....	41
9	ZÁVĚR.....	42
10	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	43

# 1 ÚVOD

Naše planeta se odlišuje od ostatních planet sluneční soustavy tím, že je z největší části tvořena vodou a proto také voda patří k nejrozšířenější látce na Zemi. Tento přírodní zdroj je bezbarvá, čirá kapalina bez zápachu a pro život nezbytná sloučenina na Zemi. Je tvořena z vodíku a kyslíku, její chemický vzorec je  $H_2O$ . Z veškeré vody na Zemi tvoří přes 97 % voda moří a oceánů, tedy voda slaná. Zbylá 3 % jsou zastoupena ve vodě sladké, ve které největší procento zastupují ledovce, dále spodní voda, jezera, půdní vlhkost, vodní pára v atmosféře a nejmenší procento zaujímají řeky a biosféra. Ze strany člověka a jeho přístupu k přírodě je jeden z největších problémů znečištění vod. Například kvůli ropným haváriím tankerů dochází k poškozování společenstev oceánů a narušování jejich přirozených látkových a energetických procesů. Díky samočisticí schopnosti vody se za spolupůsobení mikroorganismů, kyslíku a slunečního světla dokáže z vody odstranit v určitém množství za určitý čas znečišťující látky. V přírodě najdeme vodu ve třech skupenstvích: v pevném ve formě ledu, v plynném skupenství jako vodní páru a v kapalném skupenství v podobě dešťových srážek. Velice významnou roli na Zemi má i koloběh vody, neboli hydrologický cyklus, který probíhá v přírodě nepřetržitě a je stimulován, hlavně antropogenními vlivy. Rozlišuje se malý a velký oběh vody. Malý se vyskytuje buď mezi pevninskými, nebo oceánskými ekosystémy a velký oběh vody cykluje mezi oceánem a pevninou. Jednou z částí těchto koloběhů jsou i dešťové srážky, které ve formě vodních kapek padají z oblaků směrem k zemskému povrchu.

Ze všech klimatických pásem na Zemi se nejvíce dešťových srážek objevuje v tropickém pásmu. Česká republika se nachází v oblasti mírného klimatického pásma, ve kterém je počasí velmi nestálé a proměnlivé s často se vyskytujícími cyklóny neboli tlakovými nížemi.

Voda je jeden z krajinotvorných činitelů, který často v podobě povodní vytváří nebo mění v přírodě vodní toky. V krajině tak dochází díky povodním ke změnám a vzniku říčních niv neboli údolí, které jsou často zaplavovány.

Vzhledem k tomu, že naši předkové žili v mnohem větším kontaktu s krajinou, je zcela jasné, že už znali odpověď na otázku proč nebudovat své domy a jiné stavby v říčních nivách. Už tenkrát věděli, že v těchto oblastech bylo větší riziko zaplavení. I přes tyto poznatky se však při četbě některých starých kronik můžeme dočíst o případech lidských obětí a velkých škod při stavbách v blízkosti niv (Kender, 2004).

I přesto, že je mnoho odpovědí na otázku proč nestavět v údolních nivách, se i tak v těchto oblastech najde mnoho lidí, kteří se vystavují riziku záplav a staví zde své příbytky s rizikem, že jejich domov tak může být díky zvýšené hladině a následnému vyhlížení vody z koryta řeky kdykoliv zaplaven.

Hlavním tématem této práce je problematika povodní a studie povodňové ochrany v zájmovém území.

Práce se nejprve zabývá literárním přehledem, ve kterém se nejprve vymezuje pojem povodeň, dále se uvádějí nejvýznamnější historické povodně na území ČR, popisují se hlavní faktory ovlivňující povodeň, její průběh a typy povodní. Druhá polovina řešební části se zabývá kapitolami: inundační území, stupně povodňové aktivity, povodňové orgány, povodňové plány a dotační systém. V další části jsou popsány jednotlivá protipovodňová opatření, které se budují v rámci celé ČR.

Druhá polovina bakalářské práce se věnuje popisu základní charakteristiky povodí Litavy a řešeného území. Kromě vybudované protipovodňové ochrany města Slavkov u Brna a jeho dílčích protipovodňových opatření se v práci uvádí také povodeň, ke které zde došlo v roce 2010.

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit, zmapovat a popsat vybudovanou protipovodňovou ochranu v části povodí Litavy. Dílčími úkoly při zpracování práce byly:

- nastudování odborné literatury a zákonů týkajících se protipovodňových opatření, problematiky povodní a historicky nejvýznamnějších povodní na území České republiky
- vypracování literárního přehledu
- vypracování charakteristiky povodí Litavy a vybraného území
- popis povodňové události
- průzkum zájmového úseku ve Slavkově u Brna a vyhodnocení aktuálního stavu zrealizovaných protipovodňových prvků včetně navržení dalších možných opatření
- pořízení fotodokumentace protipovodňových opatření

## **3 LITERÁRNÍ PŘEHLED**

### **3.1 Pojem povodeň**

Podle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) § 64 se povodněmi pro účely tohoto zákona rozumí přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. Povodeň je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo její odtok je nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod. Povodeň může být způsobena přírodními jevy, zejména táním, dešťovými srážkami nebo chodem ledů (přirozená povodeň), nebo jinými vlivy, zejména poruchou vodního díla, která může vést až k jeho havárii (protržení) nebo nouzovým řešením kritické situace na vodním díle (zvláštní povodeň).

Ve vztahu k lidem je povodeň velmi stresujícím a fyzicky únavným procesem. Většinou za sebou zanechá následky takové míry, které hlavně z ekonomického hlediska bývají neúprosné (Kender, 2004).

### **3.2 Historie povodní v ČR**

Historické povodně jsou zmapované dle Brázdila (2005) z knihy Historické a současné povodně v České republice. Příkladem povodně zaznamenané z nejstarších zpráv, kdy velká voda zasáhla naše území, je už z roku 1118. Tato povodeň na řece Vltavě byla tak obrovská, že přes most se valila voda ve výšce 10 loket (dle badatele p. V. Krolmuse je jeden český loket přibližně 59,391 cm). Další z dochovaných záznamů je významná povodeň z 13. Století z roku 1280, kdy se odehrála blesková průtrž mračen a voda z Vltavy v Praze vystoupala až ke kostelu sv. Petra v německé osadě na Poříčí.

V 2. Polovině 20. Století se na území ČR v období od roku 1980 až do roku 1988 každoročně vyšplaha částka za škody způsobené ničivými povodněmi v průměru k 500 milionu korun a vyžádala si také každý rok 10 lidských životů. Povodeň v červenci z roku 1981 na Berounce, Vltavě a Labi si vyžádala 4 lidské životy a finanční sumu přesahující 1 miliardu korun. Nejvíce bylo zasaženo zemědělství, dále se materiální škody projevíly také na vodních tocích, objektech a jiných zatopených územích. Největší povodeň 20. Století se píše k červenci roku 1997, kdy nás zasáhly ničivé

povodně tzv. letního typu, jejichž příčinou byla tlaková níže, která se k nám přibližovala směrem od Itálie. Nejvíce zasaženým územím byla především Morava v povodí Moravy a Odry. Proces této povodně probíhal ve dvou fázích. Druhá vlna byla kvůli předešlé vlně nebezpečnější, protože voda nedokázala rychle odtékat díky úplné nasycenosti půdy, průchodnosti průtočných profilů toků, naplnění ochranných prostorů apod. V severní části území Moravy a Slezska dosahoval srážkový úhrn až 293 mm. Životem zde zaplatilo 52 lidí a materiální škody dosahovaly hodnoty 63 miliard Kč.

Začátkem 21. Století se v ČR vyskytla v srpnu roku 2002 doposud největší povodeň, kdy nejvíce zasaženým územím byly hlavně Čechy. Povodeň probíhala ve dvou vlnách srážek v kratší časové prodlevě. Nejvyšší hodnota výšky hladiny vody byla naměřena 16. srpna v Ústí nad Labem, voda zde sahala do výšky až 1180 cm. Při této povodni bylo zasaženo 753 obcí, 260 mostů, 150 hlavních silnic a 150 ostatních silnic. Díky lepší připravenosti za této katastrofy zahynulo méně lidí než v roce 1997, avšak materiální škody se vyšplhaly na 73 miliardy Kč. Nevyčíslitelné ztráty se projevíly hlavně na kulturním majetku. Další významnou povodní tohoto století je povodeň z roku 2006, která byla zapříčiněna táním velké vrstvy sněhové pokrývky kvůli prudkému oteplení vzduchu za krátkou časovou dobu. Nejvíce byla zasažená oblast povodí Labe, Moravy, Dyje a Lužnice. Povodeň si vyžádala 9 obětí a škody se vyšplhaly k 5 miliardám Kč (Brázdil, 2005).

Celá bakalářská práce je nejvíce propojena s povodní z roku 2010. Vydatné deště se prohnaly několika zeměmi střední Evropy. Kromě České Republiky zasáhly povodně i sousední státy, Polsko a Slovensko. V ČR byly zaznamenány dvě významné srážkové epizody, z nichž byla první květnová vydatnější a většina povodí na našem území byla značně nasycena a jednotlivé srážkové epizody vyvolávaly okamžitou odtokovou reakci. První květnová epizoda zasáhla především území Slezska a severní Moravy, zejména Moravskoslezských Beskyd a jejich severní podhůří. Ve druhé významné epizodě, která probíhala začátkem června, byla opět zasažena východní část ČR, ale připojila se k ní i jižní část Moravy a Čech. Obě epizody byly zapříčiněny tlakovými nížemi, které k nám postupovaly směrem od Středozemního a Černého moře. Největší měsíční srážkový úhrn byl naměřen v květnu 2010 na území Moravy a Slezska, dosáhl zde až 187 mm (<http://voda.chmi.cz/>, 2014-12-10).

### **3.3 Faktory ovlivňující vznik povodní**

Síla povodně a její průběh jsou ovlivňované různými vlivy z okolí způsobené přirozenou cestou z krajiny nebo antropogenními činnostmi v podobě vybudovaných staveb na tocích. V následujícím textu jsou stručně popsány faktory mající vliv na vznik povodní (meteorologické faktory, intercepce, infiltrace, retence a povrchový odtok).

#### **3.3.1 Meteorologické faktory**

Meteorologickými faktory se rozumí především atmosférické srážky ve formě deště nebo sněhu. Tyto hydrologické veličiny patří k základním a jsou charakterizovány množstvím srážek, trváním a intenzitou. V České republice se vyskytují povodně vzniklé především z dešťových srážek.

Podle Krešla (2001) nejvíce dešťových srážek u nás připadá na období léta (40 % ročního úhrnu), jsou to takzvané regionální (cyklonální) deště s malou intenzitou, ale dlouhotrvající. V tomto období se deště tohoto typu vyskytují s denními srážkovými úhrny 80-120 mm. Dlouhotrvající srážky nebo opakované dešťové srážky jsou většinou příčinami vzniklých povodní. Kromě regionálních dešťů se v letním období u nás vyskytují také přívalové deště, které se projevují naopak velkou intenzitou, avšak kratší dobou trvání. Na jaro a podzim připadá asi 25 %, nejméně srážek se vyskytuje v zimě (15 % ročního úhrnu). Tání sněhové pokrývky v zimním období sebou nese také nebezpečí vzniku povodně. Intenzita tohoto procesu je závislá na výšce vrstvy spadlého sněhu, rychlosti tání sněhu a intenzitě teplého proudění vzduchu. Sníh se u nás vyskytuje průměrně v období od poloviny prosince do poloviny března.

Rozložení srážek na území České republiky odpovídá těmto hodnotám:  
na 16 % plochy státu průměrný roční úhrn srážek nabývá hodnoty více než 800 mm  
na 59 % plochy státu průměrný roční úhrn srážek dosahuje 600 – 800 mm  
na 25 % plochy státu průměrný roční úhrn srážek dosahuje hodnoty méně než 600 mm  
(Dub, Němec, 1969).

#### **3.3.2 Intercepce**

Je to schopnost rostlin zadržet množství dešťové vody. Intercepční kapacitu ovlivňují dva faktory, jedná se o druh vegetace a rychlost větru. Hodnota intercepce je závislá především na charakteru vegetace (stav vývoje, velikost, zápoj, hustota)

a struktury porostu. Co se týče průměrných hodnot intercepce jednotlivých ekosystémů, tak procentuálně nejvyšších hodnot dosahují lesy s 30 %, zejména lesy se smrkovými porosty. Okolo 25 % zaujímají travní společenstva a polní ekosystémy jen asi 15 % (Krešl, 2001).

### **3.3.3 Infiltrace**

Infiltrace je jedna z částí koloběhu vody na Zemi, při které dochází ke vsaku vody do půdních vrstev ze srážek nebo z vody při umělém dodávání. Při vsaku většího množství vody do půdy se začne voda hromadit především v nekapilárních pórech, dochází také k pohybu kapilární vody, která se vyskytovala v půdě již před vsakem. Z toho vyplývá, že zvýšená vlhlost půdy zmenšuje intenzitu infiltrace. Při zvýšené vlhkosti v půdě se voda také podílí na tvorbě podzemních vod (Krešl, 2001).

Vsak je závislý na půdních vlastnostech, zejména na textuře, struktuře, vlhkosti a zvrstvení půdy. Největší infiltrační schopnost se projevuje v lesích na plochách s mechovým porostem. Mechy totiž zadržují velké množství vody, zvyšují tak vsakovací schopnost půdy a zabraňují i většímu povrchovému odtoku (Holý, 1994).

### **3.3.4 Retence**

Retence je schopnost území zadržet vodu ze srážek a zpomalit její odtok. Tato schopnost je proměnlivá v závislosti na reliéfu a na způsobu užívání území. Plochy, na nichž se voda zadržuje, jsou buď umělého, nebo přirozeného charakteru. Umělé jsou například rybníky, poldry, přehradní hráze, záchytné příkopy či průlehy. Plochy přirozené i umělé povahy mají svoji retenční kapacitu, jejich objem je limitován maximálním množstvím vody. Přirozenými retenčními nádržemi jsou např. lesy, travní a keřové porosty, nivní plochy, mokřady nebo jezera. U rozlivů na inundačním území je retence závislá na geologickém podloží a funkci pozemků. U zemědělsky obdělávaných ploch je retenční schopnost závislá zejména na druhu pěstovaných plodin a jejich zadržovacím efektu (Konvička a kol., 2002).

Retenční schopnosti krajiny představují součet retenční schopnosti geologického podloží půd, lesů, luk, polí, vodních ploch a mokřadů v záplavových územích v příslušném povodí. Pro představu propustné půdy tvořené písiky zvyšují retenční schopnost, naopak jílovité nepropustné podloží retenci snižuje. Největší retenční schopnost mají lesní půdy, zejména lužní (Kender, 2004).



### 3.3.5 Povrchový odtok

Veškerá voda, která se nevsákne do půdy, nezachytí se na vegetaci, nejprve pomale stéká nesoustředěným povrchovým odtokem směrem po svahu. Rychlost pohybu vody po svahu závisí na drsnosti povrchu, intenzitě deště a podélném sklonu. Z nesoustředěného povrchového odtoku se voda dostává do tzv. soustředěného povrchového odtoku. Nejprve se erozními rýhami voda začne postupně shromažďovat v jednom bodě, tvořit společný odtok a dostávat se do vodních toků. (Krešl, 2001). V tab. 1 jsou uvedeny rychlosti soustředěného odtoku v závislosti na charakteru a podélném sklonu toku.

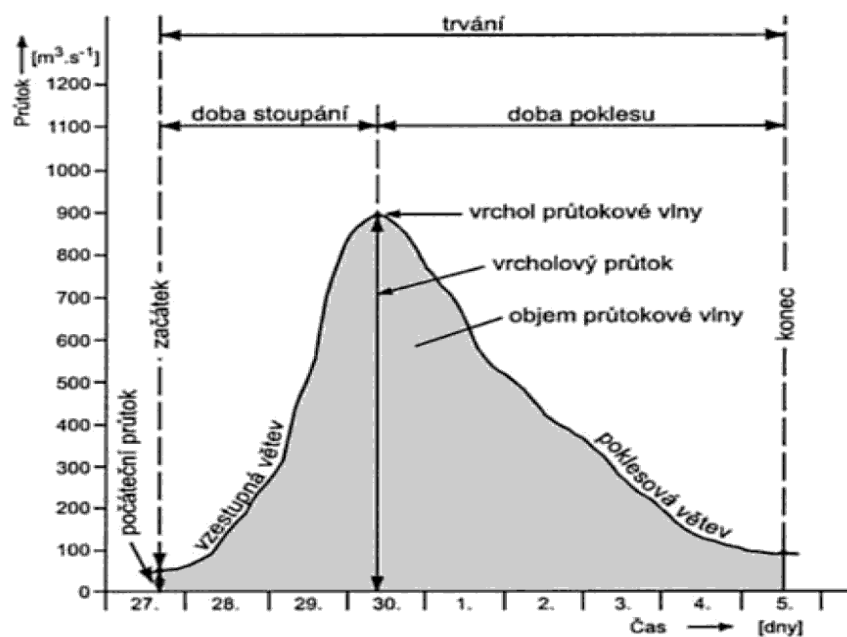
Tab. 1: Rychlosti soustředěného odtoku (Krešl, 1993)

Charakter toku	Podélný sklon toku (%)	Rychlost (m/s)
rovinný	0,5	1,0 – 1,5
pahorkatinný	0,5 – 5,0	1,5 – 2,5
horský	5,0	2,5 – 3,5

Důležitými činiteli, které ovlivňují povrchový odtok, jsou klimatické, fyzicko geografické faktory (morfologie území, geografické a půdní poměry, druh a složení vegetačního krytu) a faktory lidské, které negativně působí svými vlivy na vodní režim (Holý a kol., 1978).

### 3.4 Průběh povodně

Průběh povodně zobrazený na obr. 1 je charakterizovaný průtokovou vlnou. Tento stav nastává, jakmile se začne vylévat voda přes břehové hrany koryt vodních toků. Vlna se ve svém počátečním bodě chová umírněně, pak pomale nabývá vyšší síly díky zvětšenému průtoku. U vzestupné fáze se stále zvyšujícím průtokem vlna docílí tzv. průtokového vrcholu, kdy napáchá nejvíce škod. Konečnou fází je takzvaná poklesová větev, kdy doba trvání je zpravidla delší než u předešlé fáze a průtok klesá na počáteční hodnotu (Brázdil, 2005).



Obr. 1: Graf průběhu povodňové vlny (Povodí s.p., 2010)

### 3.5 Typy povodní

Každá povodeň je charakteristická určitým stupněm rozsahu, účinkem a obdobím, ve kterém se nejvíce vyskytuje. V následujícím textu jsou povodně uvedeny od nejčastěji se vyskytujících letních přes povodně z tání a ledové povodně až po nejméně běžné tzv. zvláštní.

#### Letní povodně

Tento typ povodní probíhá v letním období za působení dlouhotrvajících (regionálních) dešťů. Tyto povodně zasahují větší území a nejvíce se projevují především ve středních a dolních úsecích velkých říčních niv. V České republice regionální deště trvají zpravidla do tří dnů. Po dopadu vody na zem je půda pomale sycena vodou, po překročení stavu nasycení se začne voda rozlévat do okolních ploch a následně vzniká povodeň. Ze zachovaných historických dokumentů se takové povodně na našem území objevily například v roce 1118 a 1432. Nedávné povodně letního typu se v ČR vyskytly v roce 1997 a 2002 (Slavík, Neruda, 2007). Další nedávnou povodní zapříčiněnou dlouhotrvajícími dešti je také už zmíněná povodeň z roku 2010.

### **Letní přívalové povodně**

Tyto povodně se u nás vyskytují v letních dnech v podobě intenzivních přívalových (termických) dešťů. Od předešlých zmiňovaných povodní se liší délkou trvání a intenzitou. Tento typ srážek zasahuje plochu menšího rozsahu, avšak se silou bouřkového charakteru (Krešl, 2001). Podle Slavíka (2007) jsou to deště, které mohou trvat průměrně 3 hodiny a dosáhnout výšky až 100 mm/h. Přísun vody z přívalových srážek vůči vsaku je tak rychlý, že půda ji nestačí vstřebávat a voda tak na povrchu odtéká a nabírá rychlého ničivého proudu.

### **Povodně z tání sněhu**

Tyto povodně probíhají v zimním a jarním období, kdy se teplota vzduchu přes den pohybuje nad bodem mrazu. V těchto dnech dochází k tání sněhové pokrývky, která často bývá urychlována dešťovými srážkami. Faktory, které ovlivňují průběh odtoku této povodně je především množství sněhu (výška a vodní hodnota), teplota vzduchu v době tání, nadmořská výška a expozice svahu. Tento druh povodně se u nás vyskytl v roce 2006 a zasáhl většinu našeho území (Slavík, Neruda, 2007).

### **Ledové povodně**

V zimních dnech zamrzají řeky. Kvůli kolísající teplotě led praská a vznikají na hladině tzv. ledové kry, které v korytě toku snižují rychlost průtoku. Díky sníženému odtoku se z ledových ker postupně tvoří tzv. ledová bariéra, která se postupně rozšiřuje do stran, ucpává koryto a zvyšuje hladinu vody. Voda se v místě ucpání poté přelévá přes nejvyšší hrany břehů toku a nebo protrhává ledovou zácpu. V případě protržení ledové bariéry voda nabírá extrémních průtoků (Slavík, Neruda, 2007).

### **Zvláštní povodně**

Tyto povodně vznikají vlivem technických chyb staveb vytvořených na tocích. Jsou to situace, při kterých dochází k havárii hydrotechnických zařízení, kterými jsou například hráze rybníků nebo přehrad. Tento stav není tak obvyklý, ale v případě poruchy vodního díla a následné síly povodňové vlny je to pro nás ničivá a zároveň neočekávaná katastrofa (Krešl, 2001).

### 3.6 Inundační území

Záplavová neboli inundační území jsou plochy v blízkosti vodního toku, kdy při výskytu zvýšených průtoků u povodní dochází k jejich zatopení. Tyto rozlivy jsou z hlediska biologické rozmanitosti v určitých místech velice významné.

Dle odstavce předpisu 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území § 6, inundační území stanovuje vodoprávní úřad ve své územní působnosti na návrh záplavového území správcem vodního toku ve dvou vyhotoveních.

Podle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) § 67 může správce vodního toku pro vodohospodářský úřad podat také návrh na aktivní průtočnou zónu v zastavěném území podle nebezpečnosti povodňových průtoků. Kvůli ohroženosti před většími průtoky se v aktivní zóně záplavového území nesmí budovat žádné stavby s výjimkou vodohospodářských děl na tocích, která jsou nezbytná. V této zóně je dále zakázáno těžit nerostné suroviny a provádět terénní úpravy způsoby, které by mohly zhoršit odtok povrchových vod. V aktivní zóně také nelze uchovávat odplavitelný materiál, látky a předměty, zřizovat oplocení včetně živých plotů a zřizovat tábory, kempy či jiné dočasné ubytovací zařízení.

Dle pravděpodobnosti výskytu povodně a nebezpečnosti povodňových průtoků se kromě aktivní průtočné zóny přirozené záplavové území rozděluje také na pasivní a historickou průtočnou zónu.

V pasivní zóně je povoleno rekonstruovat a modernizovat stávající stavby. V této zóně je zakázáno stavět nové objekty škol, lůžkové zdravotnické a sociální zařízení a ubytovací zařízení. Dále se zde nesmí umísťovat stavby pro průmyslovou a zemědělskou výrobu, sklady látek, které škodí vodám, čerpací stanice pohonných hmot, skládky, vrakoviště a stavby pro skladování, zpracovávání či výkup nebezpečných odpadů.

V historické průtočné zóně je rovněž povolené rekonstruovat a modernizovat stávající stavby a také lze umísťovat nové objekty v rámci vymezených zastavěných území a rozvojových ploch. Nedoporučuje se zde umísťovat žádné školy, zdravotnické, sociální a bytové zařízení. Pokud jsou provedena v této zóně opatření zaručující ochranu staveb před zaplavením, je možno zde budovat následující objekty: stavby průmyslové a zemědělské výroby, sklady škodlivých látek, čerpací stanice pohonných hmot, skládky,

vrakoviště a zařízení sloužící pro výkup, zpracování a skladování nebezpečných odpadů (Konvička a kol., 2002).

### **3.7 Stupně povodňové aktivity**

Stupni povodňové aktivity se podle zákona č. 254/ 2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) § 70 rozumí míra povodňového nebezpečí vázaná na směrodatné limity, jimiž jsou zpravidla vodní stavy nebo průtoky v hlásných profilech na vodních tocích, popřípadě na mezní nebo kritické hodnoty jiného jevu uvedené v příslušném povodňovém plánu.

Rozsah operativních opatření prováděných pro ochranu před konkrétní povodní se řídí nebezpečím nebo vývojem povodňové situace, která se vyjadřuje třemi stupni povodňové aktivity, kterými jsou:

#### **1. stupeň povodňové aktivity (1. SPA):**

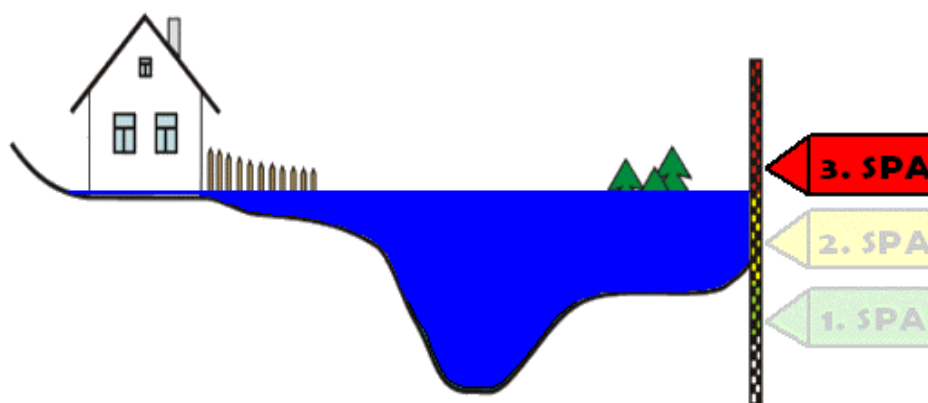
Tento tzv. stav bdělosti nastává při nebezpečí přirozené povodně způsobené často přívalovými dešti nebo táním sněhové pokrývky. Při tomto stavu se vyžaduje věnovat zvýšenou pozornost vodnímu toku nebo vodnímu dílu, u kterého hrozí nebezpečí povodně. První stupeň povodňové aktivity se u jakékoliv stavby na toku projevuje dosažením mezních hodnot pozorovaných jevů a skutečností z hlediska bezpečnosti díla nebo při zjištění mimořádných okolností, jež by mohly vést ke vzniku zvláštní povodně. Varování při nebezpečí stavu bdělosti zpravidla zahajuje činnost hlásná a hlídková služba, varování může podávat i předpovědní povodňová služba Českého hydrometeorologického ústavu.

#### **2. stupeň povodňové aktivity (2. SPA):**

Tzv. stav pohotovosti nastává v případě, když nebezpečí přirozené povodně přerůstá v povodeň. Ve druhém stupni ještě nedochází k rozsáhlým rozlivům a větším škodám mimo tok. 2. SPA se vyhláší při překročení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností na vodním díle z hlediska jeho bezpečnosti. Při vyhlášení tohoto stavu se povolávají bezpečnostní povodňové orgány, které dle povodňového plánu provádějí zabezpečovací činnosti. Uvádějí se také do pohotovosti prostředky na zabezpečovací práce.

### 3. stupeň povodňové aktivity (3. SPA) :

Poslední tzv. stav ohrožení (obr. 2) se vyhláší při dosažení kritických hodnot jevů a skutečností na toku z hlediska jeho bezpečnosti současně se zahájením nouzových opatření. Vzniká v případě bezprostředního nebezpečí, při vzniku škod většího rozsahu, ohrožení životů a majetků v postiženém území. Při 3. SPA se rovněž povolávají do činnosti povodňové orgány, které kromě předešlých činností z druhého stupně navíc zajišťují záchranné akce a popřípadě vyhláší i evakuační stav.



Obr. 2: Třetí stupeň ohrožení povodňové aktivity (ČHMÚ, 2009)

Ve svém územním obvodu jsou vyhlášovateli i odvolateli 2. A 3. SPA povodňové orgány. Podklady z povodňových plánů obsahují stanovené směrodatné limity hladin a průtoků, kterými se musí povodňové orgány řídit.

Abychom se dokázali ubránit povodni nebo jakékoliv jiné katastrofě, je dobré být včas informován o jejím termínu dopadu a síle, kterou je schopna uděřit. Včasná informovanost situace má za následek menší negativní dopady.

Řízení a zároveň odpovědnost ochrany před povodněmi má na starost povodňová komise, která se řídí dle pokynů povodňových plánů a zároveň spolupracuje s hasičským záchranným sborem České republiky, se zdravotnickou záchrannou službou a policií České republiky. V době dlouhotrvajících a prudkých dešťů jsme informováni hlavní centrální předpovědní povodňovou výstražnou službou Českého hydrometeorologického ústavu sídlící v Praze v Komořanech, která má mnoho dalších poboček po celém území České republiky. Jedná se o složitý systém, do kterého proudí meteorologická data ze světové sítě, dále radarová data z národní a středoevropské radarové sítě, satelitní data z evropské stacionární družice Meteostat i z amerických

polárních družic. Důležité jsou výstupy z regionálního předpovědního modelu počasí ALADIN, který je vypočítáván na 48 hodin dopředu dvakrát denně. Další data přicházejí ze srážkoměrných, vodoměrných stanic na tocích a jiných pozorovacích sítích. Ze všech pořízených dat zaměstnanci tohoto pracoviště zpracovávají výstupy. V případě předpokládaných negativních dopadů vydávají varování ve dvou fázích, první fáze je upozornění, druhá fáze je výstraha (Kender, 2004).

### **3.8 Povodňové orgány**

Dle § 77 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), povodňové orgány zabezpečují řízení ochrany před povodněmi a řídí se dle povodňových plánů. Řízení před povodněmi zahrnuje přípravu na povodňové situace, řízení, organizaci a kontrolu všech příslušných činností v průběhu povodně a v období následujícím bezprostředně po povodni včetně řízení, organizace a kontroly činnosti ostatních účastníků ochrany před povodněmi.

V období mimo povodeň se za povodňové orgány považují orgány obcí a orgány městských částí hlavního města Prahy. Orgány jsou také obecní úřady obcí s rozšířenou působností a městské úřady v Praze. Povodňovými orgány jsou i krajské úřady, Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo vnitra, které se stará o přípravu záchranných prací před povodněmi.

V období výskytu povodně, jsou povodňovými orgány povodňové komise obcí a povodňové komise městských částí v Praze, povodňové komise obcí s rozšířenou působností a v hlavním městě Praze povodňové komise městských částí. Po dobu povodně jsou povodňovými orgány také povodňové komise krajů a Ústřední povodňová komise.

Mezi základní integrované záchranné složky podílející se na ochraně obyvatelstva daného území před povodní patří:

- Hasičský záchranný sbor ČR a dobrovolné jednotky požární ochrany
- zdravotnické služby
- Policie ČR

### **3.9 Povodňové plány**

Povodňový plán je dokument, který obsahuje informace o problematice povodní v dané oblasti. Jsou to údaje, které poskytují informace o vývoji povodně, možnostech

ovlivnění odtokového režimu, o stanovených směrodatných limitech a také rozdělují úkoly jednotlivým povodňovým orgánům, co se týče přípravných a záchranných prací k zabezpečení a ochraně před povodněmi. Povodňové plány se zpracovávají na úrovni obce, obce s rozšířenou působností, kraje až k Povodňovému plánu České republiky, který vytváří Ministerstvo životního prostředí na základě ustanovení § 71 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách. Tento dokument se vypracovává také pro vlastníky nemovitostí a pozemků ležících v záplavovém území, které mohou zhoršit průběh povodně. O stavbách, které mohou zhoršit situaci povodně, rozhoduje vodoprávní úřad.

Obsahem povodňového plánu je věcná, organizační a grafická část. Část věcná zahrnuje údaje o ochraně staveb, povodí, objektech, obce či jiného území před povodněmi. Mimo tyto subjekty zahrnuje i limity k jednotlivým stupňům povodňové aktivity. Organizační část tvoří jména, adresy a úkoly pro účastníky ochrany před povodněmi. Poslední grafickou část tvoří výkresová dokumentace, na které jsou vykresleny především inundační území, evakuační trasy, prostor soustředění, hlásné profily a informační místa.

Každý rok v období před jarním táním sněhové pokrývky se prověřuje aktuálnost povodňových plánů, popřípadě se doplňuje a mění jejich dosavadní podoba.

### **3.10 Dokumentace programu 129 120 „Podpora prevence před povodněmi II“ – 2. změna**

Program souvisí s finančními prostředky, které byly poskytnuty pro vybudování kompletní protipovodňové ochrany ve Slavkově u Brna v roce 2012.

2. změna platila do roku 2013, neboť se program rozšířil do III. etapy programu „Podpora prevence před povodněmi“, která se zaměřuje zejména na zadržení vody v území – v budovaných akumulacích prostorách, především suchých nádrží (poldrech).

Návrh 2. změny dokumentace programu 129 120 se provedl z důvodu jeho rozšíření o nový podprogram 129 126.

Cílem předkládaného materiálu bylo schválení 2. Změny dokumentace programu 129 120 „Podpora prevence před povodněmi II“. Dokumentace programu byla schválena dne 15. listopadu 2006 usnesením vlády č. 1304.

Předkládaná 2. změna dokumentace programu 129 120 „Podpora prevence před povodněmi II“ navrhla rozšíření programu o podprogram 129 126 „Podpora zadržování



vody v suchých nádržích na drobných vodních tocích“, který reagoval na povodňovou situaci vzniklou na začátku léta roku 2009.

Navrhlo se, aby příjemci finančních prostředků byly v tomto podprogramu obce – to je změna v programu 129 120, kde jsou možní příjemci finančních prostředků pouze správci vodních toků, tedy státní podniky Povodí a státní podnik Lesy České republiky, případně určení správci drobných vodních toků určení dle § 48, odst. 2, zákona č.254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Navrhované rozšíření programu 129 120 předpokládalo navýšení finančních prostředků o 1 mld. Kč, které však neznamenal nárůst nároku na prostředky státního rozpočtu, neboť do programu byly přesunuty finanční prostředky programu 129 130 „Podpora obnovy, odbahnění a rekonstrukce rybníků a výstavby vodních nádrží“ schválené v rámci II. etapy prevence před povodněmi usnesením vlády č. 1304 z 15. Listopadu 2006 ve výši 1 mld. Kč.

## **4 PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ**

Hrozba povodní na našem území vyvolala širokou diskuzi o funkčnosti protipovodňových opatření a legislativního rámce problematiky. Z jedné strany má značnou odpovědnost za vzniklé povodně sama příroda, na straně druhé jde o technické problémy v budování a navrhování staveb na tocích.

Nejdůležitějším úkolem vybudovaných protipovodňových opatření je zejména ochrana lidí, zvířat a majetku před vyskytujícími se povodněmi. Další předpokládanou povinností, kterou musí tyto opatření splňovat je zajištění snadného odtoku vody, který vede k zachycení a snížení kulminačního průtoku a následnému hladkému odvedení povodňových průtoků v korytech toků. Tato protipovodňová opatření se v závislosti na čase obecně dělí na preventivní a operativní opatření (Konvička a kol., 2002).

### **4.1 Preventivní opatření**

Preventivní opatření se budují v době před nástavající povodní. Rozdělují se na tři podkategorie, kterými jsou územně organizační, ekologická a stavebně technická opatření.

#### **4.1.1 Územně organizační opatření**

Tato opatření úzce souvisejí s ovlivňováním procesu územního plánování v inundačních oblastech na základě kategorizace záplavových území a jejich částí. Územně organizační opatření zahrnuje především vytvoření a zhotovení povodňových plánů, zajištění kvalifikované hydrologické předpovědi povodňových situací, hlásné a povodňové služby, poučných činností a přípravě složek civilní obrany.

Územně organizační opatření se podílí na sledovacích činnostech využití území ohrožené povodněmi a blízkých vazeb mezi člověkem a povodňovou ochranou, aby dostatečně dokázala ochránit lidi před povodní a z části i zamezila větším negativním dopadům. Jedním z nejdůležitějších úkolů těchto opatření je i činnost, která slouží k zabránění budování staveb v záplavových oblastech, popřípadě vybíráním míst pro stavbu, ve kterých je výskyt povodní méně pravděpodobný.

Kategorizace území, která je součástí územně organizačních opatření vymezuje v krajinně záplavové území. Na hustě osídlených místech vymezuje plochy, které nejsou ohrožené povodněmi a potom území, které naopak jsou ohrožené povodněmi.

Tato opatření zahrnují např. záchranné a povodňové služby, předpovědní, varovné a další systémy, které se nějakým způsobem podílejí na ochraně před povodněmi. Zdroj, ze kterého všechny informace o předcházení vzniku povodně vychází, se nazývá povodňová služba (Konvička a kol., 2002).

#### **4.1.2 Ekologická protipovodňová opatření**

Ekologická opatření jsou tvořeny prvky přírodního charakteru se záměrem snížit kulminační průtoky v povodí s využitím a posílením retenční a infiltrační schopnosti. Tato opatření se dělí na:

##### **a) Opatření v širším povodí řek**

Mimo říční krajinu (nivu) je snahou především biotechnických a lesotechnických opatření zvýšit retenční schopnosti, zpomalit odtok vody, obecně zvýšit schopnosti krajiny zadržet vodu, uspořádat krajinné prvky a obnovit přirozené skladby lesních porostů.

Hlavní krajinnou změnou je však přeměna orné půdy na půdu lesní nebo alespoň luční kultury. Z hlediska krajinné ekologie je toto opatření velice žádoucí a doporučitelné, protipovodňový účinek se však může projevit až za několik desítek let.

Nevýhodou jsou také organizační a finanční nároky, které zahrnují např. výkup orné půdy, sociální dopad nebo dlouhodobý převod na les (Konvička a kol., 2002).

b) Opatření ke zvýšení protipovodňové funkce inundačního území

Už z názvu je patrné, že se jedná o možnost ochrany v záplavové krajině. Tento návrh ochrany vznikl jako reakce na masové usměřování velkých vod. Konkrétní návrh protipovodňové ekologické ochrany vyžaduje:

- rozšíření inundačního území a umožnění samovolného rozlivu do původních povodňových oblastí.
- přeměnu orné půdy na novém záplavovém území na půdy s lesní či luční vegetací. Společně s lužními lesy se tak vytvoří tzv. zelený pás, který je schopen přijmout povodně „středoevropského charakteru“ účinně ji retardovat a umožnit retenci objemů potřebných ke snížení povodňové vlny na úroveň, kterou zvládnou jiné formy ochrany.
- vytvoření nižších hrází kolem zeleného pásu
- pokud nelze ochránit plochy či objekty touto krajinnou změnou, je nutné zajistit jejich ochranu jiným způsobem. Za nejlepší ochranu se ve městě považuje zprůtočnění nynějšího koryta (Konvička a kol., 2002).

c) Opatření při ochraně urbanizovaných území

Města mohou velmi účinně ovlivňovat úpravu krajiny, zejména ve svém blízkém okolí. Největší významovou částí krajiny je plocha nad městem, bez významu není však ani prostor pod městem. Velkým přínosem města je především jeho možnost vlastnit několik zdejších pozemků, které město velice dobře zná i v čase povodní. Skoro vždy se jedná o prostory, které jsou využívány zejména pro rekreaci, v nichž je snadné protipovodňové zásady velmi dobře použít (Konvička a kol., 2002).

#### **4.1.3 Opatření stavebně-technická – strukturální prvky ochrany**

Nejdůležitějšími strukturálními prvky ochrany před povodněmi jsou technická opatření na vodních tocích a v záplavových územích. Tento způsob ochrany v první řadě zajišťuje dostatečnou kapacitu koryt toků, kterou lze dosáhnout především vhodným návrhem tvaru průtočného profilu a podélného sklonu, ohrazováním, návrhem

ochranných nábrežních zdí a údržbou koryta toku. Stavebně technická opatření dále zajišťují stabilitu dna a břehy koryt vodních toků. Podílí se na zvýšení retenční schopnosti nádržemi, poldry atd. Úkolem těchto opatření je také snížit kulminační průtok odlehčovacími rameny, obtokovými rameny či převody vody.

Výhodou u vybudovaných staveb na tocích je obvykle dobrá znalost jejich účinnosti. Kromě pozitivních reakcí je možné předem vyhodnotit i negativní účinky a rizikové faktory (Konvička a kol., 2002).

#### a) Vnější ochrana v širším regionu

Za vnější ochranu se považují postavené protipovodňové objekty, které jsou umístěny mimo zastavěné území. Tyto opatření (nádrže, poldry apod.) ovlivňují průchod povodně v níže položených místech a jejich ochrana se určuje podle způsobu využívání nezastavěných ploch. Na zemědělsky využívaném území je určujícím faktorem pro stanovení stupně ochrany zejména bonita půd a druh pěstované kultury.

Uměle vytvořené retenční prostory v nádržích a poldrech se liší v závislosti na ostatních účelech vodního díla, na velikosti retenčního objemu nádrží, způsobu manipulace s objekty vodohospodářského díla a na velikosti uvažované povodně. Za nevýhody těchto opatření lze uvést jejich vysoké náklady na vybudování. Mezi další nevýhody uměle vytvořených nádrží patří také vliv na životní prostředí. K retenčním nádržím je ze strany zejména ekologů kladen stále větší odpor, dochází totiž kvůli nim k nevratným zásáhům v krajině.

Poldry neboli suché nádrže jsou objekty, které slouží k zachycení přebytečné vody z povodně. Hlavní nevýhodou u realizace této stavby jsou zejména finanční náklady za údržbu. Z hlediska ekologických představ má tento prostor své klady (Konvička a kol., 2002).

#### b) Ochrana urbanizovaných území stabilními a mobilními prvky

##### ➤ Ochrana urbanizovaných území stabilními prvky

Nejčastěji se vyskytujícím opatřením v osídlovaném území je úprava toků a jejich řádná údržba. Kapacita koryta je zajišťována vhodným tvarem průtočného profilu s kamennými či betonovými nábrežními zdmi. Při budování stabilních prvků je nutné věnovat pozornost průchodnosti limitujícími profily (stíněná zástavba, potrubní mosty, zúžení říční nivy atd.).

Další používanou a zároveň historicky nejstarší ochranou urbanizovaných oblastí jsou hrázové systémy. Při použití těchto protipovodňových opatření jsou však většinou problémy se založením zemních objektů, dále s průsaky, díky kterým může dojít k sesedání povrchu či vzniku podzemních vydutí. Další nevýhodou hrázových ochranných systémů je údržba a problémy s odvodněním míst za hrázemi. V případě budování hrázových systémů je nutné respektovat několik zásad. Mezi nejdůležitější patří:

- hrázové objekty musí být úplné a schopné správně fungovat s jinými stavbami na tocích a žádným způsobem nenarušovat jejich účinnost
- hrázové systémy je třeba ukládat co nejdále od vlastního toku
- správné řešení stability hrází a možnost jejich údržby a kontroly
- místa za hrází musí být odvodněná a musí umožnit monitorování průsaku v době povodní
- při stavbě hrázových systémů je třeba dodržovat určitých mechanických zásad zemin (nepropustnost, stabilita, zrnitost apod.)

➤ Ochrana urbanizovaných území mobilními prvky

Ochrany tohoto typu ve městech a obcích jsou využívány zejména pro vlastní ochranu před povodní, které jsou zapříčiněny dlouhotrvajícími srážkami v kombinaci s táním sněhové pokrývky. Prvky tohoto typu se nejvíce uplatňují především na vodních tocích většího povodí. Mobilní protipovodňové prvky lze rozdělit na mobilní hradidlové hrazení, vakové konstrukce a pytlování (Konvička a kol., 2002).

## 4.2 Operativní opatření

Na rozdíl od preventivních opatření, které jsou realizovány v předstihu před povodní, jsou operativní opatření realizována až v době povodní. Obecně se tato ochrana rozděluje na technické a organizační opatření.

Technická ochrana spočívá ve výstavbě provizorních mobilních konstrukcí zabraňujících rozlivu vody v případě přímé hrozby podle aktuální povodňové situace ve vazbě na povodňový plán lokality.

Organizační ochrana spočívá v záchranných, zajišťovacích a evakuačních činnostech. V bezprostředně povodňovém období jsou to zejména organizování a realizace zajišťovacích (sanačních) a nápravných prací (Konvička a kol., 2002).

## **5 METODIKA**

Hlavním kritériem postupu při zpracování tématu práce bylo zmapovat protipovodňovou ochranu části povodí Litavy. Ve vybraném zájmovém území města Slavkov u Brna byla vykonána obhlídka protipovodňových opatření, při které byla pořízena fotodokumentace z již vybudované protipovodňové ochrany. Na úřadě města Slavkov u Brna byla poskytnuta celková technická dokumentace popisující zrealizovaná protipovodňová opatření na daném vymezeném úseku. Kromě těchto materiálů byly také vyhledány a prostudovány další podklady k dané problematice a materiály potřebné k obecné charakteristice o povodí Litavy.

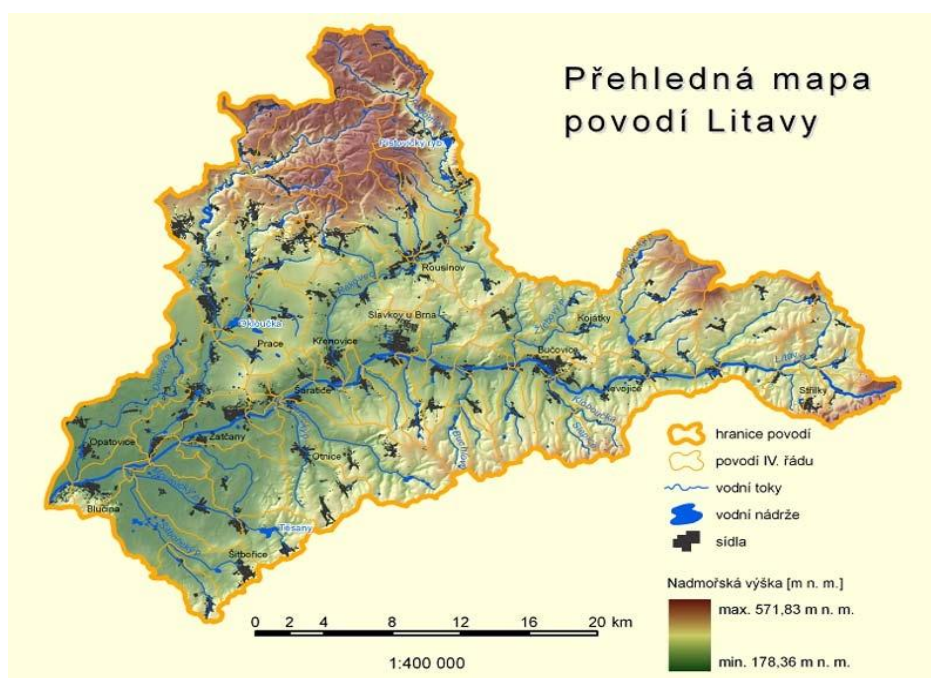
Důvodem vybudování protipovodňové ochrany byla květnová povodeň z roku 2010. V této části jsou uvedeny zejména příčiny a průběh vzniku povodně včetně následků.

Na konci práce jsou vyhodnocena protipovodňová opatření s návrhem dalších možných prvků ochrany před povodní.

## 6 POVODÍ LITAVY

### 6.1 Charakteristika povodí Litavy a zájmového území

Litava nebo také Cézava patří do povodí Dunaje. Litava přitéká od severovýchodu a protéká Jihomoravským krajem. Celková délka toku je 58,3 km, pramení v pohoří Chřibů asi 5 km od Střilek v nadmořské výšce 494,61 m a jeho celková plocha povodí (obr. 3) zabírá 789,8 km<sup>2</sup>. Řeka Litava je významným levostranným přítokem řeky Svratky. Do Svratky řeka Litava ústí na svém 29 km v nadmořské výšce 179,23 m v Židlochovicích. Tento tok v ústí do řeky Svratky dosahuje průměrného průtoku 1,53 m<sup>3</sup>/s a je součástí správy Povodí Moravy, s.p. závodu Dyje. Hodnota průměrné hustoty říční sítě ve sledovaném povodí je přibližně 0,82 km/km<sup>2</sup> (Ryšánek, 2006).



Obr. 3: Mapa povodí Litavy (Maleček, 2011)

Zájmové území Slavkov u Brna (obr. 4) je město, které se nachází v Jihomoravském kraji. Katastrální území města leží v okrese Vyškov v oblasti severopanonské podprovincie Hustopečského bioregionu.



Obr. 4: Katastrální území Slavkov u Brna a vyznačení řešené oblasti (mapy.cz – upraveno autorem, 2015)

## 6.2 Biogeografická charakteristika

### 6.2.1 Poloha

Hustopečský bioregion se nachází ve středu jižní Moravy se svou celkovou plochou 1045 km<sup>2</sup>. Součástí bioregionu je geomorfologický celek Ždánického lesa, Kyjovské pahorkatiny a severní okraj Dolnomoravského úvalu (Culek, 1996).

### 6.2.2 Horniny a reliéf

Oblast Hustopečského bioregionu je tvořena převážně málo odolnými flyšovými horninami ždánické jednotky, na západní straně pouzdřanské jednotky. Kromě mocného souboru sedimentárních vrstev písků a jílovců, které tvoří flyš, se zde nacházejí také slinité a menilitové vrstvy. V jižní části bioregionu se vyskytují především vápnité jíly, šterky, vaté písků a ojediněle lithothamniové vápence. V celé oblasti Hustopečského bioregionu významný pokryv tvoří větrem naváté spraše.



Reliéf celého bioregionu je v průměru převážně pahorkatinného charakteru s průměrnou výškou 170 – 360 m (Culek, 1996).

### **6.2.3 Klimatické podmínky**

Dle Quittovy klasifikace se severní část Hustopečského bioregionu nachází převážně v klimatické oblasti T4, která se řadí mezi nejteplejší území ČR. Podnebí je velmi teplé až poměrně suché s průměrným ročním úhrnem srážek 500 – 600 mm. Ve Slavkově u Brna se průměrná roční teplota vzduchu pohybuje okolo 9,2 °C (Tolasz a kol., 2007).

### **6.2.4 Půdy**

Bioregion je z největšího procenta zastoupen půdami černozemí; černozemí na spraších, ojediněle pak černozemě na zahlíněných píscích. Na výchozech vápnitých substrátů se vyskytují na menších plochách pararendziny. Lesní půdy tvoří převážně hnědozemě až luvizemě na spraších a karbonátových svahovinách. V nižších polohách se vyskytují převážně černozemě pelické na slínech a karbonátových flyšových svazích. Kvůli kolísající hladině podzemní vody bývají většinou veškeré černozemě v nivách zasoleny (Culek, 1996).

### **6.2.5 Biota**

Bioregion leží v termofytiku ve fyto geografickém podokrese 20b a je tvořen převážně vegetačním stupněm kolinního charakteru.

Potencionální flóru zde tvoří převážně panonské dubohabřiny, v severní části jsou nahrazeny karpatskými. Velmi vzácně se vyskytují přechodné typy s dominantním bukem. Na jižní straně na svazích se nacházejí šípákové doubravy. V údolí podél vodních toků se nacházejí lužní lesy.

Vegetace Hustopečského bioregionu je tvořena zejména teplomilnými druhy, jako např. dub pýřitý, koulenka vyšší, kosatec nízký, kozinec rakouský apod. V lesních ekosystémech se nachází především ostřice chlupatá, dymnivka plná, oměj vlčí atd.

Faunu bioregionu tvoří převážně typické druhy panonské podprovincie. Vliv na zdejší živočišné společenstvo má zejména Ždánický les. Vyskytuje se zde např. kobylka sága, modrásek, žluťásek, masařka balkánská apod. Ze savců je to např. ježek východní, myšice malokoká nebo netopýr brvitý. Z ptáků se zde vyskytuje např. zrzohlávka rudozobá, vlha pestrá, tůhýk menší a břehule říční (Culek, 1996).

### **6.3 Povodeň ve Slavkově u Brna**

V květnu roku 2010 se nad naší republikou vyskytovaly deště dlouhotrvajícího charakteru, které způsobily rozsáhlé povodně na většině území ČR, především Moravy a Slezska. Mezi zasažené místo povodní patřil i Slavkov u Brna. Tuto povodeň však zapříčinily hlavně dvě etapové srážky bouřkového charakteru. První etapa srážek udeřila v noci 25. Května, další hned ve stejný den po 14 hodině odpolední.

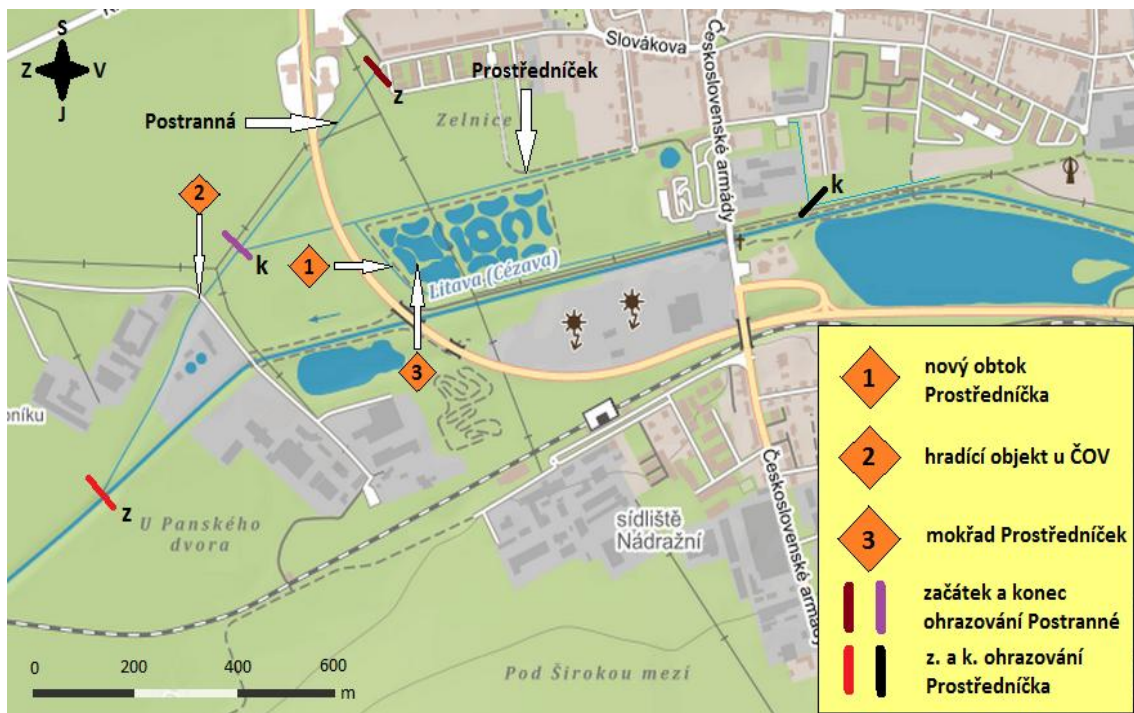
Ve Slavkově voda tekla směrem k intravilánu města především z okolních polí a koryta Prostředníčka. Na řece Litavě stačilo jen 30 cm a voda tekla i přes její břehy. Voda zatopila sklepy, garáže, zahrady, obytné prostory a strhla i 60 m památeční zámecké zdi. V této době měli nejvíce práce zejména hasiči, záchranáři, pracovníci města a obyvatelé se snahou chránit své domy. Kromě menších zranění nikdo nepřišel o život, majtkové škody byly vyčísleny na 30 milionů korun. Podle tehdejšího starosty Ivana Charváta měla značnou vinu za vzniklou povodeň také přilehlá pole, na kterých se pěstovala jen kukuřice, která nemá schopnost zadržet vodu (<http://www.denik.cz/>, 2015-02-25).

## **7 TECHNICKÁ OPATŘENÍ**

### **7.1 Protipovodňová ochrana města Slavkov u Brna**

Kvůli povodni z roku 2010 se na území Slavkova vybuďovala protipovodňová ochrana města (obr.5), jejíž konečné úpravy byly zrealizovány a dokončeny v roce 2012 na začátku května. Vybudování stavby trvalo téměř rok a celková cena se vyšplhala na 81,5 milionů korun.

Cílem této stavby bylo vytvoření obtokového ramene toku Prostředníček a vytvoření systému ohrazování. Vybudovaná povodňová ochrana slouží především pro ochranu spodní části intravilánu města, přilehlé oblasti Zelnice, ulice Nerudové a Luční. Tato místa jsou chráněna vybudovaným vodním dílem, které je dimenzováno až pro průtok 100 – leté vody. Při zvýšení kapacity objemu vody v novém korytě se voda bude přelívat přes přelivný objekt do vedlejšího mokřadu, který leží mezi starým korytem toku Prostředníček (také Slavkovský potok) a novým korytem (obtokem) toku Prostředníčka. Mokřad je umístěn na ploše, která nebyla dříve využívána. Kromě nového obtoku a systému ohrazování byl zde vybudován i hradicí objekt u ČOV na vodním toku Prostředníček (<http://www.pmo.cz/>, 2015-02-27).



Obr. 5: Výřez řešeného území ze zeměpisné mapy a vyznačení protipovodňových opatření (mapy.cz – upraveno autorem, 2015)

### 7.1.1 Nový obtok Prostředníčka

Vodní dílo (obr. 6) je zrealizováno tak, aby převedlo z vodního toku vodu při větších průtocích přes zastavěnou část města. Většinu délky má profil koryta lichoběžníkový tvar, hladina Prostředníčka u výústění obtoku (obr. 7) je 199,60 - 199,70 m n. m. Ohrazování Prostředníčka se provedlo do nadmořské výšky 202,5 m.



Obr. 6: Nový obtok Prostředníčka (autor, 2015)



Obr. 7: Výústění obtoku do Prostředníčka (autor, 2015)

V části, kde se nachází lávka s přelivným objektem do mokřadu (obr. 8) je hráze přerušena. V dalším úseku koryta obtoku po vyústění ze zatrubnění (obr. 9) se nacházejí opevněné stěny, které jsou tvořeny drátokamennými objekty neboli gabiony.



*Obr. 8: Lávka s přelivným objektem  
(autor, 2015)*



*Obr. 9: Výústění ze zatrubnění  
(autor, 2015)*

Další část koryta je tvořena rámovým železobetonovým propustem. Tento úsek toku je uzavřený a vede pod silnicí III. třídy. V poslední části (obr. 10) se obtok napojuje přes nátok a práh do původního profilu Prostředníčka.



*Obr. 10: Zatrubnění obtoku s nátokem a prahem do vodního toku Prostředníček  
(autor, 2015)*

Celková délka nově vybudovaného obtoku je 957,0 m (viz. tabulka 2.), jeho maximální posuzovaný průtok je asi 8,6 m<sup>3</sup>/s.

Tab. 2: *Vzorové profily obtoku Prostředníčka (Pelan, 2010)*

Vzorové profily	Šířka dna (m)	Sklon svahů	Délka v m
Otevřené lichoběžníkové koryto	5	1:2	423,3
Otevřené lichoběžníkové koryto	4,5	5:1	236,2
Uzavřený obdelníkový železo – betonový profil	4,5		274,2
Otevřený profil s nátokem a prahem	4,5		23,3

Aby mohla vzniknout stavba, je nezbytné mít geodeticky vymeřeny všechny náležité body a objekty na daném území. Tyto jednotlivé body byly zaměřeny v roce 2000 až 2003, poté se podle projektových podkladů a dokumentací sestavil projekt pro stavbu “Litava – Slavkov u Brna, povodňová ochrana města“.

Díky průzkumným vrtům, které se prováděly v říjnu roku 2004 v prostoru obtoku bylo zjištěno nerovné jílovité podloží, na které je zakládána určitá část trasy betonových konstrukcí. Na dalších částech se stavělo na nadložních píscích a stěrcích. Konstrukce se prováděly po úsecích asi 3x8 m, každá konstrukce má i svoje drenážní trubky. Výkopy pod hladinou spodní vody musely být pro svoji nestabilní rovnováhu zajištěny štětovými stěnami. Ještě před zahájením těchto prací bylo nutné zaříznutí komunikace v délce 17 m, tím se samozřejmě na určitou dobu uzavřel silničního provoz na silnici III/4191. Důležitým úkolem před výkopy byla ochrana stávající inženýrské sítě, kterými jsou vodovody, kanalizace, kabely slaboproudění, kabely venkovního osvětlení a plynovod.

Veškerá vykopaná zemina z obtoku byla využita pro ohrazování především Postranné a pravého břehu Prostředníčka. Nevhodné materiály z výkopů se převážely do prostorů ČSAD (Pelan, 2010).

### 7.1.2 Ohrazování Prostředníčka včetně úprav na toku

- Prostředníček od ústí do Litavy (obr. 11) po silnici I/50 (obr. 12)

V této části koryta byly odstraněny převážně náletové porosty dřevin kromě stromů o větším průměru než 100 mm ve výšce 0,5 m nad úrovní hladiny vody při průtoku Q 100.

Z koryta se odebraly veškeré ulehle staré nánosy, které byly dále uloženy na určené místo, popřípadě byly využity pro kompostování.



*Obr. 11: Ústí Prostředníčka do Litavy  
(autor, 2015)*



*Obr. 12: Prostředníček po silnici I/50  
(autor, 2015)*

- Prostředníček od silnice I/50 (obr. 13) po zatrubnění (obr. 14)

V tomto úseku nebylo možné provádět rekonstrukční práce z důvodů trvalého zatopení dna a paty svahů vzhledem k úrovni odtoku do propustku pod silnicí I/50 a úrovni výtoku ze zatrubnění.



*Obr. 13: Prostředníček od silnice I/50  
(autor, 2015)*



*Obr. 14: Výustění ze zatrubnění  
Prostředníčka (autor, 2015)*

- Prostředníček od zatrubnění (obr. 15) po nátok do obtoku (obr. 16)

Stávající koryto musí převést nejen malé průtoky do zatrubnění, ale i velké průtoky z intravilánu města. V místě před zatrubněním Prostředníčka je umístěna mřížka, která zachytává splaveniny z toku.



*Obr. 15: Zatrubnění Prostřednička  
(autor, 2015)*



*Obr. 16: Nátok do obtoku Prostřednička  
(autor, 2015)*

- Ohrazování zástavby v ulici Luční (obr. 17)

Na ulici Luční bylo nutné kolem zástavby vybudovat ohrazování v podobě zemních hrází, které byly ohumusovány a osety. Ohrazování v podobě ochranné kamenné zídky z lomového kamene bylo provedeno také od toku Prostřednička (Pelan, 2010).



*Obr. 17: Zemní hráze a ochranná kamenná zídka (autor, 2015)*

### **7.1.3 Hradící objekt u ČOV**

Tato železobetonová stavba na Prostředničku se vybuďovala za účelem ochrany před zpětným vzduťím velké vody z Litavy.

Hrazení se uzavírá při dosažení hladiny vody pod jezem na 201,00 m n.m. Jedna část stěn výústění je postavena z železobetonových konstrukcí, druhou část tvoří

drátokamenné gabiony s urovaným lícem. Hradicí objekt (obr.18) má tvar uzavřeného obdelníkového profilu o šířce 3,3 m. V nátoku i výtoku byly svahy napojeny na stávající břehy Prostředníčka (Pelan, 2010).



*Obr. 18: Hradicí objekt u čistírny odpadních vod (autor, 2015)*

#### **7.1.4 Ohrazování Postranné**

Tento potok je napojený na místní komunikaci ulice Slovákova a vede směrem k ústí s Prostředníčkem (obr. 19).

Postranná je ohrazována podél silnice I/50 až k pravostrannému ohrazování Prostředníčka a mokřadu. Pro vytvoření hráze byl použit vykopaný materiál z obtoku Prostředníčka. Hráze jsou ohumusovány a osety (obr. 20) (Pelan, 2010).



*Obr. 19: Ústí Postranné (nalevo)  
do Prostředníčka (napravo) (autor, 2015)*



*Obr. 20: Ohrazování Postranné  
(autor, 2015)*



### 7.1.5 Mokřad Prostředníček

Mokřad (obr. 21) byl vybudován v rámci retenční schopnosti před velkými vodami. V případě vylití vody z nového obtoku Prostředníčka může mokřad zachytit až 124 000 m<sup>3</sup> vody. Plocha má cca 35 000 m<sup>2</sup>, leží ve výšce 200 m n.m. a je umístěna v prostoru mezi novým obtokem Prostředníčka a Slavkovským potokem (Prostředníček). Při odpouštění z mokřadu je voda vedena přes sdružený výustní hradící objekt (obr. 22).



*Obr. 21: Mokřad Prostředníček (autor, 2015)*



*Obr. 22: výustní hradící objekt mokřadu (autor, 2015)*

Mokřad je tvořen ostrůvky a lagunami s proměnlivou hloubkou od 30 cm po 1,2 m. Vytvořené laguny nepravidelných tvarů jsou trvale zavodněny hladinou spodní vody. Na této funkční přirozené ploše na patě hrází a ostrůvků byly vysazené olše, vrby a různé druhy keřů. Kromě funkce zachýtné nádrže zajišťuje také útočiště mnoha

druhům vodního ptactva, např. čejce chocholaté, vodouši bahennímu a nebo skupinám divokých kachen (<http://www.pmo.cz/>, 2015-03-07).

## **8 VYHODNOCENÍ A NÁVRH DALŠÍCH MOŽNÝCH OPATŘENÍ**

Nově vybudovaná protipovodňová opatření ve Slavkově u Brna nebyla zatím prověřena žádnou povodní, přesto obyvatelé města věří a doufají, že tato protipovodňová ochrana bude v případě ohrožení účinná a efektivní.

Díky dotacím od Státního fondu životního prostředí, které získal Slavkov u Brna na vybudování varovných protipovodňových systémů, se občané města mohou dočkat spolehlivějších informací o blížící se hrozbě povodni. Na vodním toku Litavy se má nainstalovat několik nových monitorovacích systémů a srážkoměrů. V rámci varovných systémů se má na domech a stožárech objevit i nové bezdrátové reproduktory rozhlasu. Město Slavkov získá také finanční podporu pro zlepšení organizace, koordinace, zpracování povodňových plánů, jejich digitalizaci a možnost propojení s okolními obcemi. Příslušníci povodňové komise, instituce Povodí Moravy a složky záchranného systému budou pravidelně informováni o jakékoliv změně výšky hladiny ve vodním toku Litavy nebo Prostředníčka.

Dalším návrhem týkající se povodňové situace je upravení vymezení záplavového území a jeho aktivní zóny u vodního toku Prostředníček v katastrálním území Slavkov u Brna. Aby byla možná tato úprava je nutné nejdříve vybudovat lokální protipovodňovou ochranu, která spočívá v navýšení dvou pozemků a prohloubení jednoho pozemku. Po výškovém zaměření těchto ploch je možné tyto vyjmout z aktivní zóny.

V rámci ekologického hlediska by bylo dobré navrhnout plochy nejlépe s lesními porosty v úseku jednoho kilometru u silnice mezi Slavkovem u Brna a sousedící vesnicí Křenovice. V tomto prostoru zejména v letním období občas dochází k zatopení přilehlých zemědělských ploch z obou stran včetně komunikace, která bývá za tohoto stavu neprůjezdná. Kromě zadržovací vodní funkce lesa by ve Slavkově plocha tvořená lesními dřevinami přispěla také celkovému vzhledu krajinného rázu a čistotě podzemních vod.

V místech, kde díky květnové povodni z roku 2010 spadlo 60 m zámecké zdi by bylo vhodné navrhnout prohloubení a rozšíření odvodňovacího koryta, které se nachází asi 10 m za zdí. Tato úprava by zajistila odvod většího množství vody.

## 9 ZÁVĚR

Téma bakalářské práce „Studie protipovodňové ochrany části povodí Litavy“ bylo zvoleno zejména z důvodů zjistit více informací o dané problematice a osobního vztahu k městu Slavkov u Brna.

Práce byla zaměřena na vymezený úsek vodního toku Litava a menšího toku Prostředníček, který spolu s Litavou protéká zájmovým územím a tvoří v oblasti největší riziko zaplavení přilehlého okolí. Z dostupných materiálů byla popsána obecná charakteristika povodí Litavy. Byl proveden terénní průzkum vybudovaných protipovodňových opatření, při němž byla pořízena podrobná fotodokumentace. Díky technické zprávě a dalších poskytnutých dokumentů a získaných informací o protipovodňové ochraně byla vypracována téměř druhá polovina této práce. Vzhledem k tomu, že Slavkov od roku 2010 nepostihla povodeň, je těžké posoudit, zda bude nově vybudovaná protipovodňová ochrana funkční a zadrží vodu s velkými průtoky. V závěrečné části práce je navrženo i několik opatření, které by mohly efektivně zlepšit odtokové poměry a v rámci ekologického hlediska také dokázat vytvořit rozmanitější a stabilnější krajinu. Důležitým faktorem v krajině vzhledem k povodním je schopnost kombinovat vodohospodářské vodní díla (rybníky, nádrže, přehrady, jezy, úpravy toků, poldry atd.) s ekologickými (doprovodná zeleň, prvky ÚSES atd.) a agrotechnickými opatřeními (výsadba pásů zeleně, vhodné způsoby provádění orby atd.).

Z důvodů často se opakujících povodní v České republice je třeba se hlouběji věnovat této problematice.

## 10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. KONVIČKA, M. a kolektiv, 2002: *Město a povodeň – strategie rozvoje měst po povodních*. ERA, Brno, 219 s.
2. KENDER, J. (ed.), 2004: *Voda v krajině – kniha o krajínovorných programech*. Consult, Praha, 207 s.
3. BRÁZDIL, R. a kolektiv, 2005: *Historické a současné povodně v České republice*. Český hydrometeorologický ústav v Praze, Praha, 369 s.
4. KREŠL, J., 2001: *Hydrologie*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 128 s.
5. DUB, O., NĚMEC, J., 1969: *Hydrologie*. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 378 s.
6. HOLÝ, M., 1994: *Eroze a životní prostředí*. České vysoké učení technické, Praha, 383 s.
7. HOLÝ, M. a kol., 1978: *Protierozní ochrana*. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 283 s.
7. NĚMEC, J., HLADNÝ, J. (eds.), 2006: *Voda v České Republice*. Consult, Praha, 253 s.
8. SLAVÍK, L., NERUDA, M., 2007: *Voda v krajině*. Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem, 176 s.
9. RYŠÁNEK, V., 2006: *Soutoky řek na území Čech, Moravy a Slezska*. Libri, Praha, 240 s.
10. TOLASZ, R. a kol., 2007: *Atlas podnebí Česka*. Český hydrometeorologický ústav. Praha, 255 s.

11. CULEK, M. a kol., 1996: *Biogeografické členění České republiky*. Enigma. Praha, 347 s.

12. PELAN, F., 2010: *Povodňová ochrana města Slavkov – Technická zpráva*. MÚ Slavkov u Brna, Slavkov u Brna, 15 s.

### **Internetové zdroje**

1. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, VÚV TGM., *Vyhodnocení povodní v květnu a červnu 2010* [online], 2010 [cit. 2014-12-10]. Dostupné na: [http://voda.chmi.cz/pov10/pdf/vuv\\_szpr.pdf](http://voda.chmi.cz/pov10/pdf/vuv_szpr.pdf)

2. DENÍK.CZ, SKLENÁŘ, M., *Velká voda ve Slavkově u Brna smetla zeď zámku* [online], 2010 [cit. 2015-02-25]. Dostupné na: <http://www.denik.cz/regiony/velka-voda-ve-slavkove-20100525.html>

3. POVODÍ MORAVY, JELÍNEK, J., *Zpravodaj o vodě – Protipovodňová ochrana Slavkova dokončena* [online], 2012 [cit. 2015-02-27]. Dostupné na: <http://www.pmo.cz/download/zpravodaj-2-2012-final.pdf>

4. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) § 64 [online], 2001 [cit. 2014-12-12]. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100053121.html>

5. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území § 6 [online], 2002 [cit. 2015-03-10]. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/100075284.html>

6. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) § 67 [online], 2001 [cit. 2015-03-10]. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100053124.html>

7. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) § 77 [online], 2001 [cit. 2015-03-20]. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100053134.html>