

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství**

**Studijní obor: Agroekologie**

**Katedra: Krajinného managementu**

**Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Řešení protipovodňové ochrany obcí**

**Vedoucí diplomové práce: Ing. Jana Moravcová, Ph.D.**

**Autor diplomové práce: Bc. Kateřina Jílková**

**České Budějovice 2017**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Fakulta zemědělská  
Akademický rok: 2015/2016

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kateřina JÍLKOVÁ**  
Osobní číslo: **Z15380**  
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Agroekologie - Péče o krajinu**  
Název tématu: **Řešení protipovodňové ochrany obcí**  
Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

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


Teoretická část.  
Základní pojmy spojené s problematikou povodní.  
Definice povodně a její příčiny.  
Možnosti protipovodňové ochrany v krajině.  
Možnosti řešení v terénu.  
Ochranné prvky v protipovodňové ochraně.  
Praktická část.  
Popis zvolené lokality.  
Možné zdroje povodňového rizika.  
Realizace protipovodňového opatření v terénu.  
Popis technického řešení.  
Praktické ukázky.  
Zhodnocení zvoleného řešení v dané lokalitě.  
Porovnání stavu před a po realizaci.

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

ALLAN, J. D., CASTILLO, M. M. 2007. Stream Ecology. Dordrecht: Springer. 436 s. ISBN 978-1-4020-5582-9. .  
DAVIE, T. 2008. Fundamentals of hydrology. Oxon: Routledge. 200 s. ISBN 978-0415220286. .  
DOLEŽAL, P., PAVLÍK, M., STRÍTECKÝ, L., DUMBROVSKÝ, M., MARTÉNEK, J. 2010. Metodický návod k provádění pozemkových úprav. Praha: Ministerstvo zemědělství - Ústřední pozemkový úřad. 173 s. .  
VASILIEV, O. F., VAN GELDER, P. H. A. J. M., PLATE, E. J., BOLGOV, M. V. (Eds.). 2007. Extreme hydrological events: New concepts for security. Dordrecht: Springer. 500 s. ISBN 978-1-4020-5740-3. .  
Časopisy Journal of Hydrology, Hydrological Processes, Water Research, Soil and Water Research, Vodní hospodářství.

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

Datum zadání diplomové práce: 18. července 2016  
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2017

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení .S.  
Studentská 1668, 370 05 České Budějovice

  
doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 18. července 2016

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., Zákon o vysokých školách, 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 kvalifikační práce.

Datum.....

Podpis.....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucí své diplomové práce Ing. Janě Moravcové, Ph.D. za odbornou pomoc, cenné rady a vedení, které mi poskytla v průběhu zpracování diplomové práce.

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zaměřuje na problematiku povodní a jednotlivé druhy protipovodňových opatření, která napomáhají ke zmírnění materiálních i lidských ztrát při povodňových stavech. Práce je rozdělena na teoretickou část, kde jsou vymezeny základní pojmy a možnosti řešení protipovodňových opatření v krajině a v obcích.

V praktické části jsou pak popsány příklady a posouzení zrealizovaných protipovodňových opatření ve zvolené lokalitě. Jednotlivá opatření jsou doplněna hodnocením a porovnáním s jinými protipovodňovými opatřeními v odlišném území. V práci jsou zároveň uvedeny fotografie zachycující skutečný stav jednotlivých protipovodňových opatření v předmětném území, kdy některé fotografie zachycují stav vodního díla i v době povodní.

**Klíčová slova:** Povodně, protipovodňová opatření, revitalizace, retenční nádrž, vodní tok.

## **ABSTRACT**

The thesis is focused on the issue of floods and the different types of flood protection measures that help to reduce human and material losses during floods. The thesis is divided into theoretical part where the basic concepts and possible solutions to flood control measures in the countryside and in the municipalities are defined.

In the practical part there are described and assessed the examples of the flood protection measures in the selected locations. Individual measures are evaluated and compared with other flood control measures in different areas. The thesis also contains photographs depicting the true state of individual flood control measures in the area concerned, where some photographs show these measures also during floods.

**Keywords:** Flood, flood control, revitalization, retention basin, watercourse

## Obsah

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>2. LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1 ZÁKLADNÍ POJMY</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2 POVODŇ</b> .....	<b>13</b>
2.2.1 Lokální bleskové povodně v ČR .....	16
<b>2.3 ŘÍZENÍ OCHRANY PŘED POVODŇEMI</b> .....	<b>17</b>
2.3.1 Povodňové orgány .....	17
2.3.2 Povodňový plán .....	18
2.3.3 Povodňové zabezpečovací práce .....	18
<b>2.4 PROTIPOVODŇOVÁ OCHRANA</b> .....	<b>19</b>
2.4.1 Principy dlouhodobě udržitelné ochrany před povodněmi .....	19
2.4.2 Tři hlavní pilíře protipovodňové ochrany .....	19
2.4.3 Ovlivňování průběhu a rozsahu povodní .....	21
<b>2.5 PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ</b> .....	<b>24</b>
2.5.1 Zvýšení retenční schopnosti krajiny .....	24
2.5.2 Základní technická opatření protipovodňové ochrany .....	25
2.5.3 Revitalizace .....	26
2.5.4 Revitalizace jako ochrana před povodněmi .....	27
2.5.5 Stavby na ochranu před povodněmi .....	27
<b>3. CÍL PRÁCE</b> .....	<b>29</b>
<b>4. METODIKA</b> .....	<b>30</b>
<b>4.1 MATERIÁL</b> .....	<b>31</b>
4.1.1 Základní informace o území .....	31
<b>5. VÝSLEDKY A DISKUZE</b> .....	<b>34</b>
<b>5.1 POPIS VYBRANÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ V LOKALITĚ ORP TÝN NAD VLTAVOU</b> .....	<b>34</b>
5.1.1 Retenční nádrž Hlinky .....	34
5.1.2 Protipovodňové opatření – opevnění koryta a odstranění nánosů v Neznašově .....	43
5.1.3 Terénní úpravy – zasakovací průleh v obci Slavětice .....	46
5.1.4 Malá vodní nádrž a revitalizace toku v Litoradlicích .....	49
5.1.5 Protipovodňové opatření Koloděje nad Lužnicí – Cihelna .....	53
5.1.6 Přívalové deště – bleskové povodně v Týně nad Vltavou v červenci 2016.....	58
<b>6. ZÁVĚR</b> .....	<b>62</b>
<b>7. SEZNAM LITERATURY</b> .....	<b>64</b>
<b>8. SEZNAM ELEKTRONICKÝCH ZDROJŮ</b> .....	<b>68</b>
<b>9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK</b> .....	<b>69</b>
<b>10. SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>70</b>

# 1. Úvod

Problematika povodní a ochrana před povodněmi se v posledních dvou desetiletích stala aktuálním a velice diskutovaným tématem doby. Povodně představují jev, který vždy byl, je a bude spojen s výskytem vody v území, a to zejména s množstvím vody, které do území přiteče a odteče. Na odtokové poměry má v neposlední řadě vliv měnící se charakter využití v území. Jiný průběh měly povodně v době, kdy zásah člověka v krajině byl minimální. Rozliv vody byl omezen v menším měřítku a majetek obyvatel byl ohrožován jen ojediněle. Jiný průběh povodní se projevuje v současné době, kdy krajina je silně urbanizovaná a toto významně ovlivňuje odtokové poměry a tím i samozřejmě zvyšuje škody, které povodně způsobí.

V současné době se mění i pohled na protipovodňová opatření. Tendence vodu z krajiny co nejrychleji odvést začíná být na ústupu. Po velkých povodních, které zasáhly Českou republiku v roce 1997 a pak zejména rozsáhlejšího charakteru v roce 2002, se začíná pohled na ochranu před povodněmi měnit. Začíná převládat snaha o zvýšení přirozené akumulace a zadržení vody v území, a to realizací různých technických opatření.

Povodním v žádném případě nelze zabránit, jejich výskyt je nepravidelný a rozsah značně variabilní. Toto velmi komplikuje i realizaci samotných protipovodňových opatření. Ochrana před povodněmi není a bohužel nikdy nebude absolutní. Důležité ovšem je hledat vhodná řešení jak omezit povodňové průtoky a ovlivnit časový průběh povodní. Nezbyvá nic jiného než se pokusit o navrácení krajiny do původního stavu a zamezit tak vzniku povodní, a především se zaměřit na protipovodňová opatření, která dokážou zmírnit škody a snažit se zvolit taková řešení, která jsou přírodě blízká. Těmto opatřením se budu věnovat ve své diplomové práci.



## **2. Literární přehled**

### **2.1 Základní pojmy**

#### **Povodňový plán**

Jedná se o souhrn organizačních a technických opatření, potřebných k odvrácení nebo zmírnění škod při povodních na životech a majetku občanů a společnosti a na životním prostředí. Povodňový plán je dokument, jehož obsah je stanoven ve vodním zákoně. Povodňovým plánem se řeší ochrana určitého územního celku, pozemku nebo stavby. Povodňové plány obsahují mimo jiné způsob zajištění včasných a spolehlivých informací o vývoji povodně, zabezpečení hlásné a hlídkové služby a směrodatné limity stupňů povodňové aktivity. Povodňové plány jsou tak základním dokumentem pro organizaci a zabezpečení hlásné povodňové služby v daném území (Zákon. č. 254/2001 Sb.).

#### **Povodňové orgány**

Jsou definované vodním zákonem a jsou oprávněné k přípravě, řízení, organizaci a kontrole opatření k ochraně před povodněmi. Povodňové orgány se při své činnosti řídí povodňovými plány. Povodňové orgány obcí a povodňové orgány obcí s rozšířenou působností (ORP) organizují hlásnou povodňovou službu. Jsou výkonným orgánem, který ve své územní působnosti vykonává řízení ochrany před povodněmi (Zákon. č. 254/2001 Sb.).

#### **Povodňový informační systém**

Povodňový informační systém (POVIS) soustřeďuje data potřebná pro tvorbu povodňových plánů obcí, ORP a krajů. Jeho účelem je zlepšení přístupu k informacím a umožnění jejich sdílení a aktualizaci. V systému je uložen Digitální povodňový plán ČR a také další povodňové orgány v něm mohou mít uloženy svůj digitální povodňový plán a digitální povodňovou knihu. Garantem POVIS je Ministerstvo životního prostředí (MŽP), administrátorem systému je Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ).

### **Záplavová území**

Administrativně určená území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zaplavena vodou. Jejich rozsah je povinen stanovit vodoprávní úřad na návrh správce vodního toku. V zastavěných územích, v zastavitelných plochách podle územně plánovací dokumentace, případně podle potřeby dalších území, vymezí vodoprávní úřad na návrh správce vodního toku aktivní zónu záplavového území podle nebezpečnosti povodňových průtoků (Zákon. č. 254/2001 Sb.).

Pro přehled záplavových území se vyhotovují mapy, které zobrazují záplavová území pro různé překročení n-letých průtoků. Pro vyhotovení těchto map je potřeba pracovat s digitálními modely terénu, geografickým informačním systémem a nezbytné jsou také hydrologické a topografické údaje (Plate, 2007).

### **Aktivní zóna záplavového území**

Vymezuje pouze vodoprávní úřad na návrh správce vodního toku. Zde se nesmí umisťovat, povolovat ani provádět stavby s výjimkou vodních děl (úprava vodního toku, převod povodňových průtoků, opatření na ochranu před povodněmi aj.). Je zde zakázáno provádět práce (těžba nerosty a zeminu, terénní úpravy) zhoršující odtok povrchových vod. Dále je zde zakázáno skladovat odplavitelný materiál a rovněž se nesmí zřizovat oplocení, živé ploty a jiné překážky. Zároveň je zde zakázáno zřizovat tábory, kempy a jiná dočasná ubytovací zařízení (Kavan a Baloun, 2013).

### **Povodňová vlna**

Povodňová vlna je stav vody, který se během povodně po řadu dní nepřetržitě zaznamenává. Z tohoto záznamu vzniká takzvaná linie průchodu povodně ve specifickém tvaru vlny. Celkový proces vzestupu a sestupu (poklesu) povodně se nazývá povodňová vlna (Slavíková, 2007).

### **Mimořádná událost**

Škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací (Kavan a Baloun, 2013).

### **Blesková povodeň**

Blesková povodeň je zvláštní druh povodně, jež má krátké trvání a prudký vzestup s relativně vysokou kulminací. Vzniká následkem deště vysoké intenzity, který postihne malé povodí (Slavíková, 2007).

### **Revitalizace**

Revitalizace znamená u vodních toků navrácení do přírodě blízkého či bližšího stavu. Jedná se o soubor opatření směřujících k obnově ekologické funkce toku. Opatření spočívající především v nápravě nevhodných lidských zásahů. Typickými revitalizačními opatřeními jsou opětovné rozvlnění (zmeandrování) koryta toku, vytvoření sledu tůní a brodů v korytě toku, znovuvytvoření bočních ramen, odstranění betonového opevnění, vytvoření migračních možností pro ryby a jiné živočichy atd. (Čamrová, Jílková, 2006).

### **Vodní tok**

Srážková voda odtékající z oblasti povrchově nemá tendenci odtoku rovnoměrnou plošnou vrstvou, nýbrž se rychle soustřeďuje v rýhy, brázdy, stružky, bystřiny a potoky. Ty se poté spojují v říčky, řeky až veletoky. Tímto způsobem většinou vznikají přirozené vodní toky, ale také toky umělé, sloužící různým účelům například meliorační, plavební, energetické a zásobovací (Jůva, 1962).

### **Recipient**

Recipient je vodní útvar, do kterého jsou zaústěny čištěné/nečištěné odpadní vody z urbanizovaného povodí, kdy urbanizované území je městské povodí, charakterizované vysokým podílem zpevněných ploch (Slavíková, 2007).

### **Správa vodních toků**

Vodní toky jsou předmětem správy. Vodní toky se členění na významné vodní toky a drobné vodní toky. Významné vodní toky ustanovuje Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí. Správou těchto toků jsou pověřeny státní podniky Povodí a Lesy ČR. Tyto podniky spravují přibližně 94 % celkové délky toků v ČR. Zbýlými 6 % se podílejí na správě obce, národní parky a vojenské újezdy (Hubačíková a Oppeltová, 2008).

### **Intenzita srážek**

Je množství srážek za jednotku času. Udává se většinou v milimetrech za hodinu (mm/h) nebo také v (l/m<sup>2</sup>) za hodinu. Za silný déšť se označují například srážky, během nichž naprší alespoň 5 mm za 5 minut, 12 mm za 30 minut nebo 24 mm za 2 hodiny (Slavíková, 2007).

### **Povodí**

Ohraničená oblast, z hlediska hydrologické bilance, ze které odtéká voda do řek nebo jezer, moří a oceánů. Všechna povodí konkrétního moře a oceánu jsou nazývány úmořím. Hranice mezi povodími jsou rozvodí. Povodí je základním prvkem pro vyhodnocování toků látek v krajině. Každé povodí má svou hydrologickou bilanci (Němec, 1965).

### **Regulace řek**

Je úprava vodního toku ve prospěch zemědělství, vodní dopravy, stavby sídel a využití vodní energie, jež spočívá např. v narovnávání řek, zpevňování břehů a dláždění dna koryta vodního toku. S pomocí příčných staveb, prahů, přepadů, jezů nebo zdymadel se zabraňuje následné hloubkové erozi (Slavíková, 2007).

### **Odtok**

Objem vody, která odteče za určitý čas z povodí. Je tvořen několika složkami, které dohromady vytváří celkový odtok. Udává se v jednotkách metr krychlový za sekundu (m<sup>3</sup>/s). Vypočítá se z průměrné rychlosti průtoku a plochy průtokového profilu (Just a kol., 2005).

### **Odtokové poměry**

Odtokové poměry jsou všechny pochody a procesy, které určují podíl srážek, který v povodí není zadržen a odtéká. Patří sem např. zadržování vody v terénu, půdě a vegetaci, vsakování, odpařování aj. (Slavíková, 2007).

## 2.2 Povodně

Povodeň je přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku. Přechodné výrazné stoupanutí vodní hladiny konkrétního vodního toku, při kterém se voda z koryta vylévá, způsobuje následné zaplavení bezprostředního i blízkého okolí vodního toku, ohrožuje životy a majetek, devastuje životní prostředí a působí značné materiální 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). Povodeň začíná vyhlášením druhého nebo třetího stupně povodňové aktivity a končí odvoláním třetího stupně povodňové aktivity (Zákon. č. 254/2001 Sb.).

Povodní 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 (Brázdil a kol., 2005). Povodně mohou být způsobeny kombinací přírodních faktorů a lidskou činností (Burakov a kol., 2007).

Povodně pro Českou republiku představují největší přímé nebezpečí v oblasti přírodních katastrof. Jejich velmi nepravidelný výskyt a variabilní rozsah nepříznivě ovlivňuje vnímání rizik a komplikuje systematickou realizaci preventivních opatření. Četnost, rozsah a ničivé následky série velkých povodní, které zasáhly území České republiky v posledních patnácti letech, prokázaly, že naše společnost je povodněmi silně zranitelná. Příčiny této zranitelnosti zahrnují celou řadu specializovaných oblastí, zejména problematiku urbanizace krajiny, využití a způsoby obhospodařování zemědělské krajiny, správu vodních toků a v neposlední řadě i systémy preventivních a krizových opatření, včetně fungování hlásných a varovných systémů (Weyskrabová, 2011).

Samotný vznik povodní, podmíněný zvýšeným množstvím srážek a následně stoupaním vody v korytě, není možné dostupnými možnostmi ovlivnit. Co je ale v našich silách je vliv na rychlost toku a kapacitu říčních koryt. Otázkou tedy zůstává,

jaká opatření a mechanismy na uplatnění je potřebné vyvinout, aby se naše společnost dokázala adaptovat na tento moderní nově vznikající jev. Riziko záplav se posuzuje podle četnosti a intenzity povodní zaznamenaných v minulosti a podle stoletých a maximálních průtoků (Uhlířová a kol., 2005).

Ochrana před povodněmi nebude nikdy absolutní. Ovlivněním časového průběhu povodní a v obecné rovině ovlivněním rychlosti odtoku vody z povodí však lze významně omezit povodňové kulminační průtoky a tím snížit ničivost povodňové vlny. Zpomalení povrchového odtoku v povodí a zpomalení odtoku vody v korytech a v nivách vodních toků ve volné krajině jsou proto základním principem přírodě blízkých protipovodňových a protieročních opatření. Přírodě blízká opatření jsou ve výsledku zaměřena na to, aby voda, která dopadne při extrémní srážce do plochy povodí, byla zadržena a zpomalena tam, kde nepůsobí žádné škody. Ve spojení s vhodnými ochrannými opatřeními v zastavěných územích tak přírodě blízká opatření tvoří nedílnou součást systému moderní protipovodňové ochrany a prevence, která se po zkušenosti z posledních let začíná významně prosazovat v celé Evropě (Weyskrabová, 2011).

### **Druhy povodní**

Povodně můžeme z hlediska příčiny jejich vzniku rozdělit do dvou kategorií na povodně přirozené a povodně zvláštní.

- Přirozené povodně vznikají vlivem přírodních jevů, jako jsou srážky, tání a ledové jevy.
- Zvláštní povodně vznikají jinými vlivy než přírodními, zejména poruchou vodního díla, která může vést až k jeho havárii (protržení) nebo nouzovým řešením kritické situace na vodním díle (Kavan a Baloun, 2013).

Přirozené povodně se dělí na 3 základní druhy, dešťové, sněhové a smíšené. Dešťovou povodní se rozumí případ vzniklý z dešťových srážek. Sněhová povodeň vzniká jen táním sněhu. Smíšená povodeň vzniká kombinací tání sněhu a dešťových srážek. Zvláštním druhem jsou ledové povodně, způsobené dočasným zmenšením průtočnosti koryta v důsledku ledových jevů např. ledovou zácpou (Brázdil a kol., 2005).

### **Povodňová opatření**

Smyslem povodňových opatření je minimalizace ztrát na životech a hmotných škod při povodních. Povodňová opatření zahrnuje: Přípravná opatření, opatření prováděná při nebezpečí povodně a za povodně, opatření prováděná po povodni (Zákon č. 254/2001 Sb.).

### **Přípravná opatření**

Opatření prováděná v období, kdy povodeň bezprostředně nehrozí. Mezi tyto opatření patří: Stanovení záplavových území, vymezení směrodatných limitů stupňů povodňové aktivity, povodňové plány, povodňové prohlídky, příprava předpovědní a hlásné povodňové služby, organizační a technická příprava, vytváření hmotných povodňových rezerv, příprava účastníků povodňové ochrany (Zákon č. 254/2001 Sb.).

### **Opatření prováděná při nebezpečí povodně a za povodně**

Mezi opatření prováděná při nebezpečí povodně a za povodně patří: činnosti předpovědní povodňové služby, činnost hlásné povodňové služby, varování při nebezpečí povodně, zřízení a činnost hlídkové služby, vyklizení záplavových území, řízené ovlivňování odtokových poměrů, povodňové zabezpečovací práce, povodňové záchranné práce, zabezpečení náhradních funkcí a služeb v území zasažené povodní (Zákon č. 254/2001 Sb.).

### **Povodňové riziko**

Základem povodňových opatření v konkrétním území je stanovení povodňových rizik. Povodňovým rizikem se rozumí kombinace pravděpodobnosti výskytu povodní a jejich možných nepříznivých účinků na lidské zdraví, životní prostředí, kulturní dědictví a hospodářskou činnost. Podle polohy a zasazení v krajině může být konkrétní lokalita vystavena následujícím povodňovým rizikům. Oblast, která leží ve svahu nebo v údolnici pod svahem, v tomto případě se jedná především o letní přívalové povodně (velké nebezpečí). Lokalita, kterou protéká malý vodní tok, jedná se o území s výskytem letních přívalových povodní (velké nebo střední nebezpečí), povodní z tání nebo ledové povodně (střední nebo malé nebezpečí). Oblast, kterou protéká velký vodní tok, zde se mohou vyskytovat letní povodně, povodně z tání a zároveň i ledové povodně (velké nebo střední nebezpečí) (Kavan a Baloun, 2013).

Při zvládání povodňových rizik je nezbytné soustředit se na zmírnění možných nepříznivých účinků povodní na lidské zdraví, životní prostředí, kulturní dědictví a hospodářskou činnost, a pokud se to považuje za vhodné, na opatření nestavební povahy nebo na snížení pravděpodobnosti zaplavení (Kavan a Baloun, 2013).

### **Opatření prováděná po povodni.**

Mezi tyto opatření patří evidenční a dokumentační práce, vyhodnocení povodňové situace včetně vzniklých povodňových škod, odstranění těchto povodňových škod a obnova území po povodni (Zákon č. 254/2001 Sb.).

#### **2.2.1 Lokální bleskové povodně v ČR**

U lokálních bleskových povodní se jedná o povodňové události, které probíhají v území do 100 ha v povodích do 10 km<sup>2</sup>. Tyto povodně v důsledku malého rozsahu a lokálního významu tak unikají pozornosti široké veřejnosti i centrálních orgánů veřejné správy. Každoročně na území ČR dochází k 60 - 100 lokálním bleskovým povodním, které poškozují obce zejména na horních částech toků. Následky lokálních povodních se zabývají především orgány obce ve spolupráci s postiženými občany, v některých případech za významného přispění správců drobných vodních toků a správců povodí. Realizace protipovodňových opatření rovněž spočívá na obecním úřadě, který problematiku řeší v rámci svých finančních možností a územních pravomocí (Čamrová, Jílková, 2006).

Včasné varování v územích ohrožených především náhlými povodněmi s velmi rychlým průběhem a katastrofálními následky lze zajistit pomocí lokálních varovných systémů. Jedná se o autonomní systémy, které umožní zpravidla bez nutnosti lidského zásahu varovat obyvatelstvo s předstihem, kterého centrální systémy nejsou schopny. Pracují většinou na základě měření a vyhodnocování intenzity srážek. Instalace těchto systémů by měla probíhat pod odborným dohledem ČHMÚ, jako garanta za jejich správné nastavení (Kovář, 2004).

Příčinou lokálních povodní jsou přívalové deště, jarní tání a v některých obcích i dlouhodobé deště nebo kombinace dvou z uvedených faktorů. Téměř tři čtvrtiny obcí mají občas problémy s přívalovými dešti. Lokální přívalové povodně zasahují obce v důsledku meteorologických vlivů, ty ovšem bývají často podpořeny změnami



hospodaření v krajině a dalšími antropogenními vlivy. Mezi tyto změny patří např. zásahy do plochy povodí přímo v katastru obce i mimo něj a zároveň i nevhodné stavby v intravilánu obce (Čamrová, Jílková, 2006).

## **2.3 Řízení ochrany před povodněmi**

### **2.3.1 Povodňové orgány**

Pro provádění záchranných prací při povodních jsou základním pilířem povodňové orgány. Tyto orgány zajišťují řízení ochrany před povodněmi. Povodňové orgány se při své činnosti řídí povodňovými plány (Zákon č. 254/2001 Sb.).

#### **Řízení ochrany před povodněmi zahrnuje:**

- Přípravu na povodňové situace.
- Řízení, organizaci a kontrolu všech příslušných činností v průběhu povodně.
- Řízení, organizaci a kontrolu všech příslušných činností v období následujícím bezprostředně po povodni, včetně řízení, organizace a kontroly činnosti ostatních účastníků ochrany před povodněmi.

#### **V období mimo povodeň jsou povodňovými orgány:**

- Orgány obcí a v hlavním městě Praze orgány městských částí.
- Obecní úřady obcí s rozšířenou působností a v hlavním městě Praze úřady městských částí stanovené Statutem města Prahy.
- Krajské úřady.
- Ministerstvo životního prostředí.

#### **Po dobu povodně jsou povodňovými orgány:**

- Povodňové komise obcí a v hlavním městě Praze povodňové komise městských částí.
- Povodňové komise obcí s rozšířenou působností a v hlavním městě Praze povodňové komise městských částí stanovené Statutem hlavního města Prahy.
- Povodňové komise krajů a Ústřední povodňová komise.

Mimořádné pravomoci povodňových orgánů začínají vyhlášením druhého nebo třetího stupně povodňové aktivity a končí odvoláním těchto stupňů. Pokud dojde k vyhlášení krizového stavu podle zákona o krizovém řízení, přejímá na celém území, pro které je krizový stav vyhlášen, řízení ochrany před povodněmi orgán, který je k tomu podle tohoto zákona příslušný (TNV 75 29 31).

Povodňové orgány jsou při povodni za účelem provádění záchranných a zabezpečovacích prací oprávněny vstupovat v nezbytném rozsahu na cizí pozemky a do objektů. Tato omezení základních práv a svobod je možné realizovat v krajních případech, kdy hrozí nebezpečí z prodlení (TNV 75 29 31).

### **2.3.2 Povodňový plán**

Povodňový plán České republiky je základním dokumentem pro ústřední řízení povodňové ochrany v České republice. Obsahuje podrobné rozdělení úkolů a činností při provádění opatření k ochraně před povodněmi na úrovni ústředních orgánů státní správy a organizací s celorepublikovou nebo významnou regionální působností. Důležitou částí plánu je organizace a struktura řízení povodňové ochrany (TNV 75 29 31).

### **2.3.3 Povodňové zabezpečovací práce**

Tyto práce definuje vodní zákon (č. 254/2001 Sb.) jako technická opatření prováděná při nebezpečí povodně a za povodně ke zmírnění průběhu povodně a jejích škodlivých následků. Jedná se zejména o odstraňování překážek ve vodním toku znemožňujících plynulý odtok vody. Dále o zajišťování břehových nátrží a stabilizaci území před sesuvy. O ochranu koryta a břehů, spolu s opatřením proti přelití nebo případnému protržení ochranných hrází a vodních děl. Zároveň mezi tyto práce patří i instalace protipovodňových zábran spolu s opatřením proti zpětnému vzduť vody, zejména u kanalizací.

Povodňové zabezpečovací práce zajišťují správci povodí vodních toků na vodních tocích, dále vlastníci dotčených objektů, případně další subjekty podle povodňových plánů nebo příkazů povodňových orgánů.

## 2.4 Protipovodňová ochrana

### 2.4.1 Principy dlouhodobě udržitelné ochrany před povodněmi

Povodni jako přírodnímu jevu nelze úplně zabránit, ale můžeme se vyhnout tomu, aby se povodeň změnila v katastrofu. V ochraně před povodněmi jde především o omezení škod, zabránění nárůstu potenciálních škod v ohrožených oblastech a vytvoření přiměřeného povědomí o možných nebezpečích (StMUGV, 2005). K dosažení co největšího užitku lidé řeky v minulosti napřímili, opevnili a ohrazovali. Ochránili se tak před povodněmi a mohli využívat úrodnou lužní půdu k zemědělským účelům. Řeky byly přizpůsobeny tak, aby vyhovovaly potřebám lodní dopravy, a aby bylo možné využívat jejich energii. Tyto zásahy měly však závažné důsledky pro přirozený systém řeky a nivy a průtokový režim. Oddělily řeku od její nivy, mokřady vyschly, říční tok se zkrátil a průtok zrychlil (StMUGV, 2005). Některé z těchto regulací jsou dnes kvůli zvyšujícím se negativním dopadům povodní přehodnocovány (Slavíková, 2007).

### 2.4.2 Tři hlavní pilíře protipovodňové ochrany

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

- **Přirozená retence**

Povodně vznikají po silných a vytrvalých deštích, když půda již nedokáže pojmout další vodu. V člověkem nepozměněné krajině se voda z řek může vylít do říčních niv. Půda, vegetace a prohlubně v terénu vodu zadržují a postupně ji vracejí do řeky. Intenzivnější využívání říčních údolí způsobilo, že řekám bylo dovoleno vylévat se z břehů čím dál tím méně. Aby se utlumila povodeň již v místě svého vzniku, musíme existující nezastavěná území zajistit pro rozlivy a znovu aktivovat přirozená území. K dosažení tohoto cíle se musí odsadit, či někde zcela odstranit hráze, a řeky znovu napojit na jejich nivy, revitalizovat především drobné vodní toky, které byly v minulosti narovnány, a obnovovat krajinné prvky (remízky, mokřady, lužní lesy), které dokáží zadržet velké množství vody. Ke zvýšení retenčního potenciálu přispěje i zasakování dešťové vody v urbanizovaných oblastech a vhodně přizpůsobené obhospodařování půdy (StMUGV, 2005, Slavíková, 2007).

V procesu odtoku je nezbytné se zaměřit na konfiguraci terénu v povodí, polohou, délkou, tvarem a sklonem svahů. Všechny tyto složky ovlivňují velikost a rychlost povrchového odtoku a tím i akumulaci a retenci vody. O průběhu a intenzitě vsakování rozhodují poměry v půdě, např. zrnitost, struktura, propustnost a humóznost. Půdy lehčí a strukturní mají větší infiltrační schopnost než půdy nestrukturní a utužené. Při přívalových deštích vzniká půdní eroze, která negativně ovlivňuje odtok povrchové vody (Tlapák, Šálek, Legát, 1992).

V České republice byla tato opatření dlouhodobě financována z programu MŽP - Revitalizace říčních systémů. Program disponoval omezenými finančními prostředky a preferoval spíše drobnější projekty. Značná část finančních prostředků programu byla rovněž věnována na odbahňování rybníků, které podle odborníků k retenci vody v krajině automaticky nepřispívají (záleží však na následném managementu rybníků). V letech 2007 – 2013 se nabízela možnost financovat obnovu retenčních schopností české krajiny ze strukturálních fondů EU. Jednalo se zejména o Operační program životní prostředí a Program rozvoje venkova (StMUGV, 2005, Slavíková, 2007).

- **Technická protipovodňová ochrana**

Tam, kde mají být chráněni lidé a jejich majetek, se nelze vzdát technických protipovodňových opatření. Hráze a stěny poskytují ochranu až do n-leté povodně, na kterou byly postaveny. Poldry a povodňové retenční nádrže cíleně zachycují část povodňových průtoků, které jsou do nich přesměrovány. Technická protipovodňová ochrana ovšem nesmí sloužit k tomu, aby umožňovala další rozvoj ohrožených území, klade si za cíl pouze omezování a zmírnění povodňových škod na již existujícím majetku. Nezastavěná území postihovaná povodněmi musí být naopak ponechána jako retenční prostory pro rozlivy (StMUGV, 2005). Je-li v oblasti dostatek přirozených ploch niv, stačí pouze odstranit nebo upravit bránící prvky pomocí vhodné údržby tak, aby nadměrné množství materiálu, jako jsou trávy, sláma a snadno odplavitelné dřevo, nebránilo funkci propustků, bezpečnostních přelivů atd. (Just a kol., 2005).

Technická opatření nikdy neposkytují absolutní ochranu ohroženého majetku, jelikož vždy může přijít větší povodeň, na kterou nejsou dimenzována. Je tedy nutné jejich účinnost hodnotit střídavě a nevzbuzovat v lidech žijících za hrází dojem falešného bezpečí. Technická protipovodňová opatření byla v minulosti financována

zejména z rozsáhlého programu MZe – Prevence před povodněmi. V letech 2007 – 2012 tento program pokračoval svojí druhou etapou (StMUGV, 2005).

Požadavky současné společnosti se více zvyšují a tím se kladou i nároky na vodohospodářskou činnost. To vše sebou přináší nároky, které již nepokryje přirozený vodní režim krajiny (Just a kol., 2005).

- **Prevence povodní**

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

Postupuje-li velká voda územím, rozhoduje částečně o rozsahu povodňových škod včasné varování. Pro tyto účely je nutné zabezpečit kvalitní předpovědní a hlásnou povodňovou službu. V České republice jsou informace o aktuálních stavech na řekách k dispozici on-line např. na <http://hydro.chmi.cz/hpps/>. V případě zvýšených průtoků rozesílá ČHMÚ výstrahy. Vytyčení záplavových území, předpovědní a hlásnou povodňovou službu zajišťuje a financuje stát. V zastavování záplavových území a v přizpůsobení staveb riziku povodní hraje velkou roli rozhodování představitelů obcí a veřejnosti (Slavíková, 2007).

### **2.4.3 Ovlivňování průběhu a rozsahu povodní**

K efektivní ochraně před povodněmi jsou nezbytná opatření v krajině a technická opatření k ovlivnění průběhu a rozsahu povodní (Strategie, 2000).

- **Opatření v krajině**

Při realizaci opatření v krajině je nezbytné usilovat o vytvoření rovnováhy mezi hospodářským rozvojem a urbanizací území na jedné straně a potřebami využití toto území ke zpomalení odtoku a akumulaci vody na straně druhé. Veškerá realizovaná opatření na ochranu před povodněmi musí sledovat zároveň i dopad na životní prostředí. Opatření v krajině zahrnují především změny ve využívání pozemků, změny rostlinného pokryvu, zatravňování a zalesňování břehů, tvorba protierozních mezí a vegetačních pásů a v neposlední řadě i změny ve strukturách krajiny prováděné za účelem zachycení vody v povodí a zpomalení jejího odtoku (Strategie, 2000).

Opatření zpomalující plošný povrchový odtok jsou stavěna za účelem vsakování vody do půd. Do této kategorie spadají terasy, protierozní meze, záchytné příkopy a průlehy. Tato opatření jsou stavěna v místech nulového nebo minimálního podélného sklonu terénu. Terasy slouží pro snížení sklonu pozemků, což má za následek zpomalení povrchových plošných odtoků. Délky bývají 80 až 450 metrů dlouhé a 2 až 6 metrů vysoké, avšak jsou limitovány přístupností. Podle těchto kritérií dělíme terasy na úzké a široké (Tlapák, Šálek, Legát, 1992).

Nadměrná srážková činnost vyvolává kromě povodňové situace i nestabilitu svahů v postižené oblasti, která způsobuje velké škody jak na krajině, tak i na budovách a může zhoršit průběh povodně. Kulminační průtoky zejména na malých a středních tocích lze částečně omezit pomocí opatření sloužících k zachování, resp. obnově přirozené retenční a akumulační schopnosti krajiny, vodních toků a údolních niv. Je rovněž nutné zachovávat a vhodným způsobem využívat přirozená inundační území. To znamená umožnit jejich zaplavení v případě povodní. Voda, která bude takto zadržena a prosákne do půdy, je ziskem pro hospodaření v přírodě a znamená snížené nebezpečí z extrémních srážek a povodní (Strategie, 2000).

Přírodě blízká, takzvaná environmentální opatření jsou realizována v ploše povodí. Hlavním účelem je snížit povrchový odtok vody z území a zadržet co nejvíce dešťové vody v místě dopadu. Obecně můžeme říci, že tato opatření by měla být ponejvíce situována v horní části povodí (Čamrová a kol., 2006).

Opatření v krajině není možné podceňovat, protože tvoří významnou část preventivních opatření, ale na druhou stranu nemůže být jejich účinek hlavně při extrémních povodňových situacích přeceňován. Těmito opatřeními lze snížit

velikost průtoku velkých povodní řádově v procentech. Realizace těchto opatření rovněž vyvolává náklady spojené s kupováním pozemků, úhradou újmy a nezřídka mohou vést také k potřebě zajistit náhradní pracovní příležitosti, neboť se dotýkají především zemědělců (Strategie, 2000).

- **Technická opatření**

Úkolem technických opatření je především zmírnit účinky povodně zachycením části jejího objemu a tím snížením kulminačních průtoků nebo zabráněním rozlivů technickými prostředky (Strategie, 2000).

Systemová opatření, sloužící ke zpomalení odtoku a akumulaci vody v povodí, pozitivně ovlivňují míru ochrany na určitém úseku toku (části povodí) a nezhoršují situaci v níže položených částech. Jejich realizaci zajišťuje stát a jedná se především o nádrže s retenčním účinkem a poldry (Strategie, 2000). Poldrem neboli suchou nádrží se označuje oblast charakteristická schopností zadržet přívalové srážky a ochránit tak níže ležící plochy. Typické pro poldry je nižší akumulační schopnost, ale vyšší retenční objem (Soukup, 2006). Trvale průtočné poldry mohou plnit svou funkci zároveň jako malé vodní nádrže, tj. včetně tzv. polosuchých a mokrých poldrů. Suché poldry jsou stavebně málo náročné, odpadají zde požadavky na nepropustnost podloží a další technická vybavení. Polosuché (neboli mokré poldry) mají ve srovnání se suchými poldry několik předností. Jsou trvale provlhčené, tj. z hydrotechnického hlediska bezpečnější, dále jsou oproti suchým poldrům vybaveny jako malé vodní nádrže výpustí s regulovatelným odtokem (Pokorný, 2009).

Malé vodní nádrže mají většinou méně významnou retenční schopnost a slouží k zachycení především malých povodní. Nicméně transformace povodní těmito malými nádržemi pomáhá alespoň v lokálním měřítku (v dílčích povodích) získat čas k aktivizaci ochrany níže na toku. Lokální protipovodňová opatření slouží k ochraně jednotlivých sídel a ta jsou zodpovědná za jejich realizaci. S výstavbou vodohospodářských staveb jsou spojeny provozní náklady na jejich udržování v bezpečném provozuschopném stavu. Zejména je třeba zajistit technickobezpečnostní dohled a uplatnit využití moderní měřicí, ovládací i řídicí techniky při jejich ovládání a manipulaci (Strategie, 2000). Velká část vodních nádrží se vyznačuje víceúčelovým využitím, kdy mají významnou roli v řízení průtoku a využívání vody. Vyznačují se omezeným prostorem vytvořeným přehradou, záhrazovou částí území nebo se

využívají přírodně utvořené prohlubně, kde zadržují a akumulují vodu v době nadbytku pro období nedostatku (Tlapák, Šálek, Legát, 1992).

## **2.5 Protipovodňová opatření**

Povodně, které na území České republiky proběhly, vyvolávají četné diskuse o tom, zda problémy povodňové ochrany je možné řešit zvětšováním retenční schopnosti krajiny nebo technickými opatřeními. Jak hodnocení na území České republiky, tak i zahraniční zkušenosti ukazují, že řešením je kombinace obou přístupů, založená na podrobné znalosti charakteristiky území s podchycením vzájemných vazeb (Ministerstvo pro místní rozvoj, Protipovodňová ochrana v územních plánech, 2003).

### **2.5.1 Zvýšení retenční schopnosti krajiny**

Zvýšení retenční schopnosti krajiny je možno považovat za preventivní protipovodňové opatření. K docílení tohoto zvýšení přispívá např. optimálně zvolená druhová skladba lesů s vyšším podílem listnatých dřevin, širší věková skladba lesů, zamezení holosečí, usměrňování zemědělské činnosti (správné umístění vhodných kultur, vhodný způsob obdělávání, snížení podílů erozně náchylných plodin v rizikových povodích), vhodné komplexní pozemkové úpravy, rozšíření ploch s trvalým travním porostem, zachování a zřizování přirozených překážek povrchového odtoku (remízků, mezí, průlehů, příkopů, mokřadů a přirozených nádrží), zachování přirozené linie toků v krajině, meandrů a slepých ramen na vodních tocích, hrazení bystřin, omezení zpevněných ploch v zastavěném území, regulace zemědělské činnosti v záplavovém území (Ministerstvo pro místní rozvoj, Protipovodňová ochrana v územních plánech, 2003).

Zhoršený vodní režim může být způsoben např. změnou klimatu, nadměrným zorněním půdy, odstraněním stabilizačních mezí, zhutněním půd, zhoršeným zdravotním stavem lesa a snížením hydrické funkce lesa. Důsledkem je zejména větší rozkolísanost průtoků ve vodních tocích a přibývání vodohospodářsky pasivních povodí (Ministerstvo pro místní rozvoj, Protipovodňová ochrana v územních plánech, 2003).



### 2.5.2 Základní technická opatření protipovodňové ochrany

Základní technická opatření protipovodňové ochrany lze považovat za preventivní protipovodňová opatření, mezi které patří: Vhodné komplexní pozemkové úpravy s návrhem vodohospodářských opatření, budování protierozních vsakovacích a nárazových nádrží, dostatečná údržba vybudovaného odvodnění, vhodné trasování liniových staveb (zamezení nebo naopak využití hradícího efektu zejména dopravních staveb), zajištění a regulace odtoku vody z krajiny vč. respektování hydrologických údajů vodních toků při návrhu dimenzí mostních profilů a propustků, čištění koryt vodních toků, údržba břehových porostů ve vhodné druhové, věkové a prostorové skladbě, minimalizace výskytu odplavitelných materiálů a výrobků, které mohou ovlivnit průtočné profily v záplavovém území, budování údolních nádrží se stanoveným manipulačním řádem ve vhodných profilech, výstavba a obnova malých vodních nádrží včetně rybníků se stanoveným manipulačním řádem (ponechání akumulacních prostor), výstavba a údržba suchých nádrží (poldrů), regulace a stabilizace toků v zastavěných územích obcí (ohrazování toků a objektů na nich, jezů, splavů, umístění usměrňujících hrází dále od břehové čáry) (Ministerstvo pro místní rozvoj, Protipovodňová ochrana v územních plánech, 2003).

Ideálním způsobem snížení škod způsobených povodní je umožnit rozliv do krajiny, kde dochází k přirozené retenci. Odtokové poměry jsou ovlivňovány porostem, půdou a terénem. Všechny tyto faktory ovlivňují průběh povodní. Například hustý vzrostlý les v členitém terénu má vysokou retenční schopnost na rozdíl od asfaltového nebo jiného nepropustného krytu, který je přesným opakem (Slavíková a kol., 2007).

Technická opatření musí být zaměřena především na snížení škod při průchodu velkých vod. K nim patří údolní a jiné nádrže s možností regulace odtoku, úpravy vodních toků, systémy ochranných hrází a poldry. Záchytné nádrže přispívají ke snížení kulminačních průtoků a tím ke snížení nebo přímo vyloučení následných škod. Předpokladem je správný návrh těchto vodních děl, jejich provozní údržba a bezchybné vlastní provozování odborníky. Překážky v území se rovněž podílejí na zhoršování odtoku a mají značný vliv na zvyšování následných škod. V systému ochrany před povodněmi by měla být prioritní realizace takových technických opatření, jejichž výsledkem by bylo zvyšování retenční schopnosti krajiny (Ministerstvo pro místní rozvoj, Protipovodňová ochrana v územních plánech, 2003).

### 2.5.3 Revitalizace

Revitalizace v ochraně před povodněmi byly po celé 19. a 20. století nejvýraznější vodohospodářskou činností v krajině, které zahrnovaly technické úpravy potoků, řek a jejich niv. Vedle odvodňování zamokřených ploch byla hlavním motivem těchto zásahů ochrana před povodněmi. Jednalo se především o lokálně působící pasivní ochranu, založenou na soustředování povodňových průtoků do kapacitních koryt a hrázových systémů. Technické vodohospodářské úpravy zužovaly potoční a říční pásy v nivách, nahrazovaly přírodní koryta vodních toků umělými, výrazně zjednodušenými tvary a objekty a likvidovaly další přirozené formy výskytu vody v krajině, jako jsou stará říční ramena, mokřady a tůňe. Tyto zásahy byly a jsou z hlediska přírody a krajiny všeobecně velmi nepříznivé. Postupně se ale začalo projevovat, že tyto zásahy jsou jednostranné a do jisté míry nepříznivé i z hlediska vodního hospodářství. (Just, 2005).

Nová koryta byla vyztužována těžkým opevněním pro eliminaci eroze a přetváření toku. Ovšem odolnost těchto opatření je podmíněná použitým materiálem a strukturou (Soukup a kol., 2008). Soustředování povodňového průtoku do kapacitního koryta má sice v daném místě ochranný účinek, avšak koncentruje průběh povodňové vlny a zrychluje její postup do nižších částí povodí. V dnešní době shledáváme, že uskutečněný rozsah technických zásahů do vodních toků a niv přináší prokazatelná negativa. V této situaci vyvstávají vážné důvody pro opatření opačně orientovaná, napravující škody způsobené dřívějšími jednostranně pojatými technickými úpravami vodních toků a jejich niv. Tato opatření označujeme jako vodohospodářské revitalizace. Od revitalizací se očekává obnovení či pozvednutí hodnot vodních toků a niv z přírodovědeckého a krajinářského hlediska (Just, 2005).

Obecně přispívaly hydrologické technické úpravy k ekologické degradaci povrchů území. Hodnotné louky, mokřady a břehové háje byly nahrazovány zemědělskými kulturami, docházelo k rozsáhlému odvodňování niv, přestože hospodářsky příliš prospěšné nebyly (Soukup a kol., 2008).

#### 2.5.4 Revitalizace jako ochrana před povodněmi

Revitalizace se mohou uplatňovat jako jedna ze součástí komplexně pojaté ochrany před povodněmi, vedle plošných opatření, ovlivňujících vznik povrchového odtoku, technické protipovodňové ochrany a protipovodňového organizačního systému. Některá revitalizační opatření přinášejí protipovodňové efekty sama o sobě, některá zvětšují ekologickou hodnotu primárně technických opatření (Just, 2005).

Revitalizace a revitalizační přístupy se mohou v ochraně před povodněmi uplatnit v těchto situacích:

- Podpora přirozených povodňových rozlivů v nivách.
- Revitalizační úpravy koryt, která musejí mít z vodohospodářských důvodů velkou průtočnou kapacitu.
- Vytváření přírodě blízkých ochranných koryt.
- Obnova povodňových rozlivných koridorů v nivách, změny hrázových systémů.
- Podpora retence povodňových vod ve sníženinách, vyhloubených v nivě.
- Výstavba víceúčelových, polosuchých poldrů.
- Podpora a usměrňování plošného rozlivu a zpomalování povodní nízkými zemními valy.
- Odstraňování povodňových překážek z koryta.
- Revitalizační opatření kompenzující nepříznivé dopady technických protipovodňových opatření na přirozené rozlivné plochy a na přírodu (Just, 2005).

#### 2.5.5 Stavby na ochranu před povodněmi

**Ochranné hráze** doplňují úpravu toku v úsecích, kde koryto toku pod úrovní okolního terénu nepostačuje převést požadovaný maximální návrhový průtok. V takových úsecích se navrhuje přiměřené převýšení koruny hráze nad úroveň hladiny navrhovaného průtoku. Místo ochranné hráze, nebo jako její součást, lze navrhnout mobilní zábranu, která může a nemusí být spojena se zemí pevným základem. Převýšení ochranné hráze se navrhuje s ohledem na třídu hydrogeologických údajů, průtokové poměry koryta vodního toku a výši možných škod v případě rozlivu

povodně (Adamec, 2012). Správné vedení trasy ochranných hrází je základním požadavkem na jejich návrh. Převládá názor, že ochranné hráze jsou integrální součástí úprav toků a tvoří základ jejich úpravy na velkou vodu, a proto má být úprava včetně návrhu ochranných hrází řešena komplexně (Holý, 1984).

**Ochranné nádrže** patří k základním vodohospodářským opatřením určeným k ochraně krajiny, lesů, staveb a zařízení před nepříznivými účinky velkých vod. Jejich hlavním úkolem je zachycení vrcholu povodňové vlny a splavenin v ochranném (retenčním) prostoru nádrže a její transformaci na přijatelnou hodnotu. Ochranné nádrže charakteru malých vodních nádrží se využívají zejména v horních částech povodí s malými vodními toky a velmi často se umísťují v lesním prostředí (Adamec, 2012).

#### **Z provozního hlediska ochranné nádrže můžeme rozdělit do čtyř skupin:**

**Suché ochranné nádrže, neboli poldry**, jsou určené k zachycení povodňových průtoků, jejich krátkodobé akumulaci a k postupnému vypouštění při nižších vodních stavech. Prostor suchých ochranných nádrží se využívá k zemědělským nebo lesnickým účelům (louky, výsadba rychle rostoucích dřevin) (Adamec, 2012). Poldrem, neboli suchou nádrží, se označuje oblast charakteristická schopností zadržet přívalové srážky a ochránit tak níže ležící plochy. Typické pro poldry je nižší akumulační schopnost, ale vyšší objem retenční (Soukup, 2006).

**Ochranné nádrže** s přesně vymezeným velkým ochranným prostorem k zachycení povodňových průtoků. Tyto nádrže transformují povodňovou vlnu a po jejím průchodu řízeně vyprazdňují ochranný prostor až po hladinu vymezeného zásobního prostoru. (Adamec, 2012).

**Nádrže rybníčního typu** s ovladatelným a neovladatelným retenčním prostorem.

**Protierozní nádrže**, které plní řadu protierozních funkcí, zejména snižují podélný sklon údolí, krátkodobě akumulují povodňové odtoky a tím plní ochrannou funkci. Zachycují splaveniny, zvyšují půdní vlhkost v okolí nádrže a vytvářejí podmínky pro rozvoj vegetačního krytu a část vody převádějí infiltrací do vod podzemních (Adamec, 2012).

### 3. Cíl práce

Cílem této práce bylo vybrat území, kde byla provedena jeho analýza a zároveň byly popsány jednotlivé lokality se zaměřením na posouzení zrealizovaných protipovodňových opatření ve zvolené oblasti. Pro tuto práci bylo zvoleno místo mého bydliště, tj. území obce s rozšířenou působností Týn nad Vltavou (ORP). V tomto území byla provedena analýza zrealizovaných protipovodňových opatření v různých místech této oblasti a zároveň byl uveden i příklad doposud nezrealizovaného opatření.

Vybraná protipovodňová opatření byla řešena ve správním území města Týn nad Vltavou a v přilehlých obcích, a to konkrétně v Neznašově, Slaveticích, Litoradicích a Kolodějích nad Lužnicí. Prvním protipovodňovým opatřením, kterému se budu věnovat, bude retenční nádrž Hlinky, která byla realizována přímo ve městě Týn nad Vltavou. Zároveň se jedná o největší protipovodňové opatření, jaké bylo v této lokalitě realizováno za poslední roky. Mezi dalšími příklady budou zařazena menší protipovodňová opatření s realizací v přilehlých obcích.

Dalším krokem bylo celkové zhodnocení a porovnání těchto protipovodňových opatření ve zvolené lokalitě s jinými příklady. Na závěr byla popsána lokální přívalová povodeň, která v roce 2016 vážně postihla Vltavotýnsko, při níž zde na několika místech došlo ke značným škodám na majetku.

## 4. Metodika

Pro zpracování této práce byla zvolena lokalita z okolí mého bydliště a zároveň i z prostředí mého pracoviště. Jedním z prvních úkolů pro zpracování této práce bylo nashromáždění podkladů nezbytných k vypracování zadání. Dále následovalo postupné a podrobné zmapování okolí a zaznamenání zjištěného aktuálního stavu předmětných opatření. Tento průzkum v terénu byl realizován průběžně od jara roku 2016. Potřebné podklady, které byly nezbytné pro zpracování údajů, byly zapůjčeny z archivu Městského úřadu Týn nad Vltavou.

Dvě zvolená protipovodňová opatření byla sledována delší dobu, a to i v době povodní v srpnu 2002, kdy jsem se účastnila skupiny, která zajišťovala evidenci vzniklých škod z průběhu těchto povodní. V této práci bylo čerpáno i z poznatků, které byly získány od roku 2009, kdy jsem jako zástupce vodoprávního úřadu měla na starost povolování vodohospodářských staveb na území obce s rozšířenou působností Týna nad Vltavou. Součástí vodních děl, na které jsem v rámci výkonu svého zaměstnání vydala stavební povolení, byl mimo jiné i zasakovací průleh ve Slaveticích, dále zpevnění svahů v Neznašově u sv. Anny a malá vodní nádrž v Litoradlicích. Pro tuto práci byla zvolena právě ta protipovodňová opatření, která byla zajímavá svým charakterem, technickým provedením a zakomponováním v krajině. Základní informace byly čerpány z povodňového plánu obce s rozšířenou působností Týn nad Vltavou, z projektových dokumentací pro jednotlivá vodní díla, dále z územního plánu města Týn nad Vltavou a zároveň i z vlastní praxe a zkušeností získaných z pozice vodoprávního úřadu.

Vlastní fotografie jednotlivých opatření byly pořizovány v říjnu 2016, v listopadu 2016 a posledními snímky byl zachycen stav z března 2017, kdy byly jednotlivé lokality znovu zmapovány a zaznamenán jejich aktuální stav do poznámek k této práci. Tento průzkum byl zaměřen na zjištění skutečného stavu předmětných vodních děl, a to zejména například na výskyt náletových dřevin, zanesení koryta nebo jednotlivých prvků v rámci vodního díla. Zároveň bylo sledováno, do jaké míry byla prováděná údržba těchto zařízení, aby byla zachována jejich funkčnost a účel, pro který byla vybudována.

Jako podklad pro zpracování práce byla použita i vlastní fotodokumentace, která byla pořízena v rámci výkonu mého zaměstnání, jednalo se například o fotografie z povodní 2002, které byly součástí archivu Městského úřadu Týn nad Vltavou.

## 4.1 Materiál

### 4.1.1 Základní informace o území

Území obce s rozšířenou působností Týn nad Vltavou je charakteristické polohou na obou březích řeky Vltavy a severní část území města pak i na březích řeky Lužnice. V jižní části ORP se nachází vodní nádrž Hněvkovice, která je součástí Vltavské kaskády. Soutok obou významných vodních toků vytvářejí hluboká údolí, dva větší přítoky řeky Lužnice – levostranná Smutná a pravostranná Židova strouha, a několik jejich drobných přítoků charakterizují i význam řešení problematiky protipovodňové ochrany města. Údolí obou významných vodních toků jsou zalesněná a nacházejí se v nich chatové osady, velká část území města nad údolními nivami je poměrně plochá a bezlesá a využívaná v zemědělství, osídlení je zde spíše rozptýlené. Sklonitost některých svahů v kombinaci se zemědělským obhospodařováním je riziková z hlediska přívalových srážek. (Povodňový plán ORP Týn nad Vltavou, 2016).



Obrázek č. 1: Mapa obce s rozšířenou působností Týn nad Vltavou, Měřítko 1 : 20 000, zdroj: Povodňový plán ORP Týn nad Vltavou, 2016

Vltavotýnsko je součástí severního okraje Českobudějovické pánve a západního okraje Třeboňské pánve. Severně oblast přechází do Táborské pahorkatiny a na severozápadu do Píseckých hor. Velká část Vltavotýnska je zvlněnou náhorní rovinou. Nadmořská výška se pohybuje od 352 m n. m. (Neznašov u soutoku Lužnice a Vltavy) do 626 m n. m. (Velký Kamýk v Píseckých horách). Důležitou roli pro utváření krajiny mají řeky Vltava a Lužnice. Tyto vodní toky modelují v krajině zahloubená až kaňonovitá koryta se strmými zalesněnými břehy (Povodňový plán ORP Týn nad Vltavou, 2016).

### **Klimatologické poměry ORP Týn nad Vltavou**

Většina území ORP se nachází v Klimatologické oblasti MT9, tedy mírně teplé. Základní klimatologické údaje shrnuje následující tabulka:

Klimatologická oblast	MT9
Počet letních dnů	40 – 50
Počet dnů s teplotou nad 20 °C	140 – 160
Počet mrazových dnů	110 – 130
Počet ledových dnů	30 – 40
Průměrná teplota v lednu	-3 až -4
Průměrná teplota v dubnu	7 – 8
Průměrná teplota v červenci	17 – 18
Průměrná teplota v říjnu	7 – 8
Průměrný počet dní se srážkami nad 1 mm	100 – 120
Úhrn srážek za vegetační období [mm]	400 – 450
Úhrn srážek v zimním období	250 – 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60 – 80
Počet zamračených dnů	120 – 150
Počet jasných dnů	40 – 50

Tabulka č. 1: Klimatické poměry, zdroj: Povodňový plán ORP Týn nad Vltavou, 2016

Okrajové části na jihozápadě území se nacházejí v Klimatologické oblasti mírně teplé MT10, která má podobné charakteristiky jako MT9 (Povodňový plán ORP Týn nad Vltavou, 2016).



## Hydrologické poměry

Hydrologické poměry udávají dvě velké řeky, Vltava a Lužnice, dva významnější přítoky Lužnice – Smutná a Židova strouha, a několik drobných přítoků. Drobné přítoky na území města jsou rizikové zejména z hlediska přívalových srážek.

### N-leté průtoky v m<sup>3</sup>/s

Tok	Profil	Q1	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100
Vltava	České Budějovice	172	237	350	452	570	751	908
	pod VD Hněvkovice			409		667		1054
	nad soutokem s potokem Karlovka			543		882		1388
Lužnice	Bechyně	111	162	241	308	381	488	577
Smutná	Rataje	21	30	46	62	80	108	132

Tabulka č. 2: N-leté průtoky v m<sup>3</sup>/s, zdroj: Povodňový plán ORP Týn nad Vltavou, 2016

## **5. Výsledky a diskuze**

### **5.1 Popis vybraných protipovodňových opatření v lokalitě ORP Týn nad Vltavou**

V následujících podkapitolách byla popsána jednotlivá protipovodňová opatření zrealizovaná na území obce s rozšířenou působností Týn nad Vltavou. Jedná se o stavby vodních děl různého rozsahu, různé kapacity a různého provedení, asi nejzajímavější stavbou byla právě retenční nádrž Hlinky.

#### **5.1.1 Retenční nádrž Hlinky**

Retenční nádrž Hlinky byla umístěna v katastrálním území města Týn nad Vltavou, na Hlineckém potoce. Tato nádrž byla zařazena z hlediska technickobezpečnostního dohledu (TBD) do III. kategorie vodních děl. Hlavním účelem tohoto vodního díla je ochranný účinek pro území pod hrází, tj. městskou část Týna nad Vltavou nazývanou Peklo, zadržением a transformací povodňové vlny PV<sub>100</sub>. Dalším účelem bylo usazení plavenin ze svahů zátopy v oblasti nad vodním dílem v období při povodni. Jedním z předpokladů naplnění tohoto díla bylo zachování, respektive udržování projektem předpokládané kapacity retenčního prostoru. Vlastníkem a zároveň i uživatelem vodního díla je město Týn nad Vltavou. Tato hráz byla vybudována v období března 1999 až duben 2000. Hráz byla klasifikována z hlediska funkce jako suchá retenční nádrž, která bude zaplňována při povodňových situacích.

#### **Technické řešení**

Hráz je betonová tížná s klenbovým účinkem. Těleso hráze je tvořeno čtyřmi bloky. Půdorysně je hráz zakřivená, poloměr zakřivení v podélné ose hráze je 45 m. Délka v koruně je pak 75,5 m a šířka koruny 2 m. Výška hráze v nevyšším místě je 12,2 m nad základovou spárou. Koruna tělesa hráze má kótu 389,20 m n. m. Kóta přepadové hrany přelivu je 388,70 m n. m. Šířka paty hráze ve středu zakřivení je 6,6 m (Etapová zpráva o TBD prohlídce vodního díla, 2013).

Výpustná zařízení pro převedení vody jsou zde neovladatelná, kdy regulace odtoku spočívá v rozdílném výškovém umístění jednotlivých částí. V tělese hráze jsou ve třech výškových úrovních umístěny výpustné trouby tzv. škrťací otvory. Horní etáž má dvě trouby o DN 300, jednu střední etáž o DN 300 a v dolní etáži jsou umístěny

dvě trouby o DN 400. Celková kapacita všech trub při hladině v nádrži na úrovni přelivu je 3,6 m<sup>3</sup>/s.



Obrázek č. 2: Foto retenční nádrž Hlinky, říjen 2016, zdroj: vlastní

Mimořádné průtoky je možno převádět pomocí bezpečnostního přelivu, který je situován vlevo od středu zakřivení. Jedná se o korunový nehrazený přeliv o šířce 13 m s průtočnou kapacitou  $Q_{100} = 9,8 \text{ m}^3/\text{s}$ . Přes tento přeliv je vedena klenutá železobetonová lávka. Pod hrází je koryto v délce přibližně 13 m zpevněno těžkým záhozem do podoby skluzu, a na takto vytvořený skluz navazuje plocha vyčištěného původního rybníčka.

Nádrž je vzhledem k charakteru údolí protáhlá a úzká. Zatopená plocha tvoří 1,65 ha, a to při naplnění na úroveň koruny hráze (389,20 m n. m.), toto by nastalo v situaci, kdyby došlo k úplnému selhání (zanesení) výpustných otvorů. Dno nádrže pokrývá travní porost, na březích je porost keřů a dále potom pokračují vzrostlé stromy.



## Rozdělení prostoru nádrže

<b>Prostor</b>	<b>Kóty (m n. m.)</b>	<b>Objem (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Celkový objem (tis./m<sup>3</sup>)</b>
<b>Prostor stálého nadržení</b>	380,00 - 380,60	0,30	0,30
<b>Ochranný ovladatelný prostor</b>	380,60 - 388,69	58,67	58,97
<b>Ochranný neovladatelný prostor</b>	388,69 - 389,20	10,55	69,52
<b>Celkový prostor nádrže</b>	380,00 - 389,20	69,52	69,52

Tabulka č. 3: Rozdělení prostoru nádrže, zdroj: Etapová zpráva o TBD prohlídce vodního díla, 2013

### Technickobezpečnostní dohled

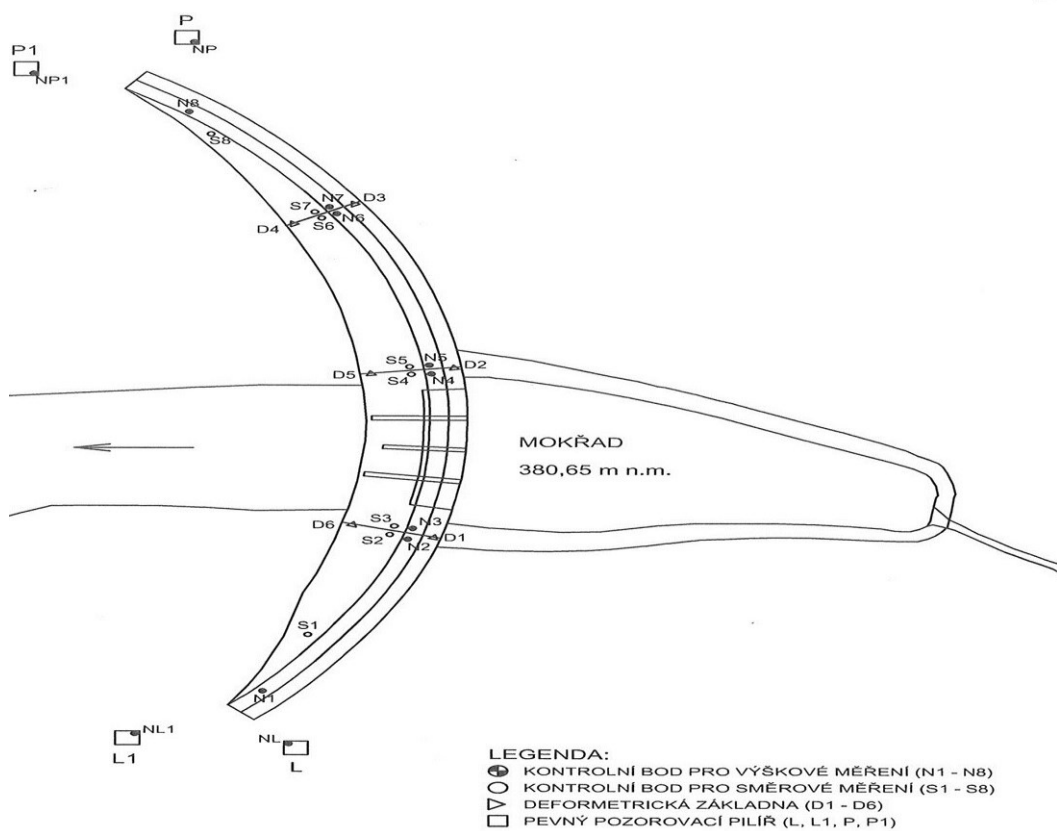
Správce vodního díla město Týn nad Vltavou zajišťuje provádění technickobezpečnostního dohledu (TBD) prostřednictvím organizace pověřené výkonem tohoto dozoru VODNÍ DÍLA – TBD a.s. V souladu se zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých předpisů, v platném znění, je vlastník nebo správce díla povinen zajistit pravidelné prohlídky vodního díla. Údržbu a ochranu kontrolních bodů zařízení zajišťuje správce vodního díla a poškození hlásí pověřené organizaci VODNÍ DÍLA – TBD a.s. Rozsah pravidelných povinností je uveden v programu TBD pro vodní dílo – retenční nádrž. Technickobezpečnostní dohled zahrnuje obchůzky díla, měření, sledování zásahů na díle a v jeho okolí. Dále kontrolní měření vybraných jevů, hodnotí se stav bezpečnosti a stability vodního díla. Zároveň se pravidelně provádí kontrola výtoku z výtokových otvorů na vzdušné straně hráze a stav dna pod výpustnými troubami včetně stavu odpadního koryta. Zaměření stavu dna nad hrázi geodetickými metodami je zajišťováno správcem vodního díla v návaznosti na výsledky vizuálních kontrol funkčnosti výtokových otvorů. Výsledky všech provedených měření jsou vždy zaznamenány do písemných zpráv nebo plánů a jsou předávány při technickobezpečnostní prohlídce.

## Foto s vyznačením kontrolních bodů pro měření



Obrázek č 5: Retenční nádrž, zdroj: Etapová zpráva o TBD prohlídce vodního díla, 2013

## Schéma zařízení s vyznačenými kontrolními body v měřítku 1: 1 000



Obrázek č. 6: Schéma retenční nádrže, zdroj: Etapová zpráva o TBD prohlídce vodního díla, 2013

### Hydrologické údaje

Plocha povodí k profilu hráze	3,63 km <sup>2</sup>
Zatopená plocha	450 m <sup>2</sup>
Přibližný objem nádrže	69 220 m <sup>3</sup>
Průměrné dlouhodobé roční srážky	601 mm
Průměrný roční průtok Q <sub>a</sub>	440 l/s
Objem povodeň PV <sub>100</sub>	115,2 tis. m <sup>3</sup>
Číslo hydrologického pořadí	1-06-03-080

### N-leté průtoky (Q<sub>N</sub>) m<sup>3</sup>/s

N(roků)	1	2	5	10	20	50	100
Q <sub>N</sub>	1,6	2,5	3,8	4,9	6,2	8,2	9,8

Tabulka č. 4: N-leté průtoky, zdroj: Etapová Zpráva o TBD prohlídce vodního díla, 2013

### Manipulace za povodní

Retenční nádrž nemá trvalou obsluhu, manipulace s vodou vzhledem k technickému vybavení hráze není tak možno provádět. Za běžného provozu je voda převáděná spodní etáží výtokových trub se dnem na kótě 380,60 m n. m. Za povodní při vzestupu hladiny nad úroveň stálého nadržení se voda převádí v závislosti na přítoku výpustnými troubami v jednotlivých etážích a po dosažení kóty 388,70 m n. m. pak i bezpečnostním přelivem. Při mimořádných průtocích je nutno proto udržovat průchodnost bezpečnostního přelivu. Pro řádný retenční účinek je nutno průběžně odstraňovat splavené sedimenty.

**Foto z povodní v srpnu 2002, pohled na návodní stranu hráze.**



Obrázek č. 7, 8: Foto retenční nádrže, srpen 2002, zdroj: archiv Městský úřad Týn nad Vltavou



### **Provozní poměry**

Hladina vody v nádrži se v převážné části pohybuje na úrovni spodní I. etáže výstupních otvorů – 380,65 m n. m. Maximální hladina byla dosažena při povodni v srpnu 2002, kdy byla v provozu horní III. etáž výpustných otvorů a hladina v nádrži tak byla v rozmezí 386,56 - 386,86 m n. m. Při povodni v červnu 2013 byla poloha



hladiny zaznamenána ve stejném rozsahu. Horní III. etáž výpustných otvorů byla opět v provozu, ale výtok vody nebyl na plný profil DN 300.

### **Pohled na vzdušnou stranu hráze**



Obrázek č. 9: Foto retenční nádrže, srpen 2002, zdroj: archiv Městský úřad Týn nad Vltavou



Obrázek č. 10: Foto retenční nádrže, srpen 2002, zdroj: archiv Městský úřad Týn nad Vltavou

Ze závěrů technickobezpečnostních prohlídek (TBD), které byly na tomto vodním díle pravidelně realizovány a vyhodnoceny pracovníky TBD, kdy zprávy podávají přehled o současném technickém stavu hlavních stavebních konstrukcí vodního díla z hledisek zajištění jeho bezpečnosti a provozuschopnosti vyplývá, že dvě významné povodňové vlny v srpnu 2002 a červnu 2013 byly nádrží úspěšně zadrženy a podařilo se tak ochránit území pod vodním dílem, tj. městskou část Týna nad Vltavou. Zatížení vodního díla při povodních nezpůsobilo žádné nevratné deformace tohoto díla. Výsledky prováděných měření v rámci TBD bylo tedy možné označit za příznivé.

Při samotné realizaci stavby retenční nádrže Hlinky se tento záměr nesetkal s velkým ohlasem místních obyvatel, neboť se lidé v okolí domnívali, že je toto zbytečná investice. Stavba tohoto vodního díla byla povolena Okresním úřadem České Budějovice, referátem životního prostředí v červnu 1999 a v prosinci 2002 bylo na toto dílo vydáno kolaudační rozhodnutí. Lze říci, že skutečná tzv. zatěžkávací kolaudace proběhla již v srpnu 2002, kdy tato stavba obstála při povodních a splnila tak účel, k jakému byla vybudována.

Podobná situace byla řešena v rámci realizace suché retenční nádrže Žichlínek, která se nachází v Pardubickém kraji. Z hlediska protipovodňové ochrany byla významná především pro kraj Olomoucký, protože účinek při povodních se projevil právě v tomto kraji, tj. na celém toku Moravské Sázavy a po jejím soutoku s Moravou i na samotné řece Moravě až po město Olomouc. Retenční nádrž Žichlínek byla vybudována na Lukovském potoce. Tato nádrž je příkladem přírodě blízkých protipovodňových opatření, kdy se jedná o jeden z nejvýznamnějších projektů přírodě blízké protipovodňové ochrany v České republice zrealizovaných za posledních deset let. Stavba kombinuje technický přístup k ochraně proti povodním (výstavba suché ochranné nádrže) s přírodě blízkými postupy. V retenčním prostoru nádrže byla provedena komplexní revitalizace Moravské Sázavy a Lukovského potoka, při které byla obnovena přirozená meandrující koryta. Součástí byla rovněž obnova vlhkých nivních luk, kde byl využit přirozený rozliv do údolní nivy v prostoru vzduť, a při vyšších průtocích byla využita funkce vlastního retenčního prostoru suché retenční nádrže. Tato nádrž je schopna zadržet až 5,9 milionů m<sup>3</sup> vody (Šindlar, 2010).

Tato vodní díla jsou dokladem toho, že při respektování požadavků na dobrý ekologický stav vodních toků a jejich údolních niv, lze dosáhnout výrazného efektu z hlediska protipovodňové ochrany.

### 5.1.2 Protipovodňové opatření – opevnění koryta a odstranění nánosů v Neznašově

Zájmové území se nachází v katastrálním území Všemyslice v ústí Bohunického potoka do řeky Vltavy v ř. km 202,53. Ústí Bohunického potoka leží ve vzdutí řeky Vltavy a vytváří zde zátoku u svaté Anny v délce cca 100 m, ve které při povodni v červnu 2013 došlo k naplavení a usazení bahnitých a štěrkopískových nánosů, které zasahovaly až do vlastního koryta řeky Vltavy. Vytvořila se zde sedimentační lavice, která by brzy mohla zasahovat až do plavební dráhy vodní cesty řeky Vltavy. V horní části koryta Bohunického potoka nad zátokou došlo v délce 100 m také k naplavení a usazení bahnitých až štěrkopískových nánosů a přímo pod kapličkou svaté Anny k vytvoření rozsáhlé levobřežní nátrže.

#### Technické řešení

V prostoru zaústění Bohunického potoka do Vltavy bylo v celé šíři toku provedeno odtěžení, v této části stavby převážně bahnitých nánosů. V prostorách zátoky u sv. Anny v délce 100 m včetně části zasahující do toku Vltavy v délce 30 m bylo odtěženo v průměrné tloušťce 1 m cca 3000 m<sup>3</sup> nánosů. V prostoru cca 25 m pod kapličkou se odtěžení až na konec zátoky zužuje na přechodovou šíři 7 m.

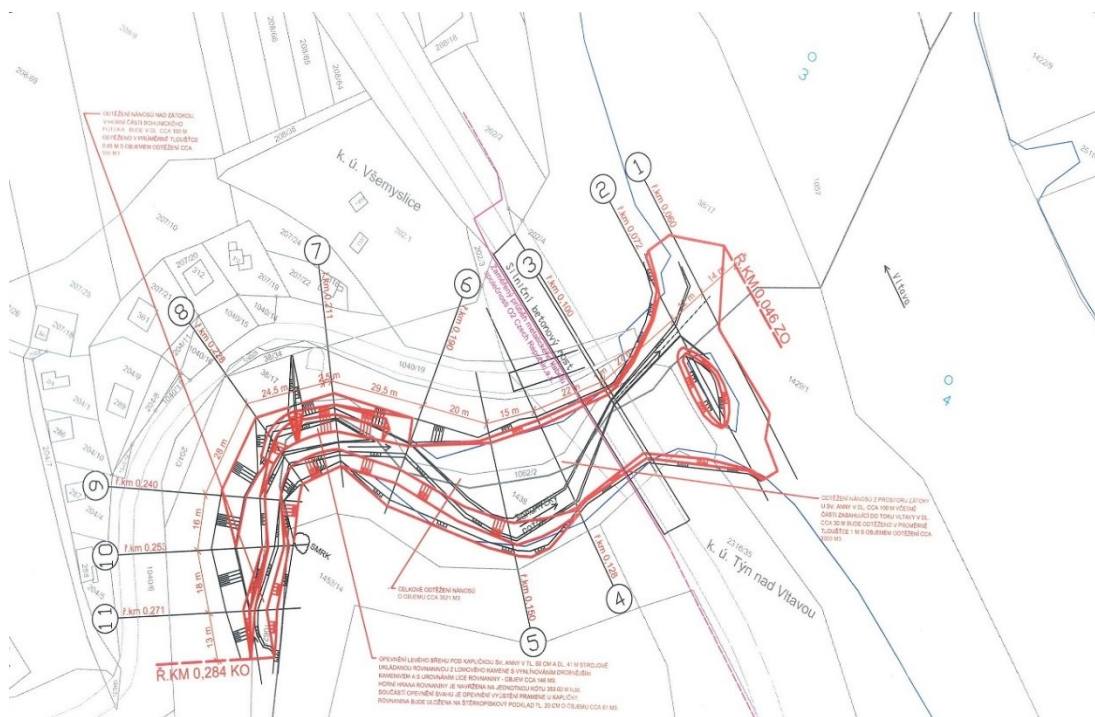


Obrázek č. 11: Foto před realizací odstranění nánosů v zátoce u vodního toku Vltava, prosinec 2014, zdroj: Projektová dokumentace – opevnění koryta Neznašov, Povodí Vltavy s.p.

Obrázek č. 12: Foto před realizací odstranění nánosů v zátoce u vodního toku Vltava, pohled z mostu, prosinec 2014, zdroj: Projektová dokumentace – opevnění koryta Neznašov, Povodí Vltavy s.p.

Celkem bylo provedeno odtěžení na šířku koryta 5 m ve dně. Nedílnou součástí této úpravy bylo i provedení zpevnění a úprav břehových svahů ve sklonu 1 : 3 na levém břehu a 1 : 5 na pravém břehu. Opakované sesuvy svahu do vodoteče byly řešeny vybudováním opěrné zdi. Původní svah břehu od opěrné zdi k řečišti potoka byl obnoven z volně ložených balvanů, které byly doplněny vhodnou vegetací. V nadzemní části byla vybudována kamenná zídka, která ukončuje zpevněnou plochu před kaplí. Svah levého břehu v místě pod kapličkou je v tloušťce 60 cm a v délce 41 m opevněn strojově ukládanou rovnaninou z lomového kamene s vyklínováním drobnějším kamenivem a s urovnáním líce rovnaniny. Horní hrana rovnaniny je navržena na jednotnou kótu 353,90 m n. m. s napojením na stávající terén v začátku i konci opevnění. Celkový objem rovnaniny je 146 m<sup>3</sup>. Provedené úpravy měly za cíl zpevnění stávajících břehů vodoteče a strouhy a tím zabezpečení svahu proti erozní činnosti Bohunického potoka a stabilizování svahu pod kaplí. Situace zachycuje zakreslení provedení tohoto opatření.

### Situace Bohunického potoka, ústí do řeky Vltavy v měřítku 1 : 1 000



Obrázek č. 13: Situace Bohunického potoka při ústí do Vltavy, prosinec 2014, zdroj: Projektová dokumentace – opevnění koryta Neznašov, Povodí Vltavy s.p.



Obrázek č. 14: Foto současného stavu po realizaci opevnění břehů, březen 2017, zdroj: vlastní

Tímto opatřením se podařilo vyřešit opakující se problém s narušením břehové hrany a vydatné zanášení plavební dráhy v řece Vltava. Tato investice byla finančně náročnější, ale za to svým provedením jistě odolnější při velkých vodách v této lokalitě. Předchozí úpravy v této oblasti spočívaly pouze ve zpevnění břehové hrany, které neměly trvalejší efekt.

Doporučenými způsoby technické ochrany břehů jsou nejčastěji opevnění a obklady břehů s použitím kameniva nebo stavebních prvků, opěrné zdi, kamenné záhozy nebo gabiony. Zkušenosti s obdobnou realizací u nás i ve světě ukazují, že ochrana břehů pomocí vegetace je možná a účinná pouze na březích o mírných sklonech. Tímto způsobem byla řešena úprava břehové linie u jezera Most. Zvolení některého z těchto prvků a následná jeho účinnost záleží na sklonu svahu, na kterém je ochrana břehů realizována a také na kvalitě zemin nebo hornin tvořících tuto linii. (Pecharová, Svoboda, Vrbová, 2011). Toto zjištění bylo potvrzeno i u provedeného opatření v Neznašově, kde byly obdobně upraveny břehové hrany u Bohunického potoka.

### 5.1.3 Terénní úpravy – zasakovací průleh v obci Slavětice

Stavba je situována v zastavitelném území obce v centrální části Slavětic. Jedná se o zatravněné pozemky, zemědělsky využívané jako louky. Předmětem úprav bylo provedení opevnění koryta bezejmenného potoka a vytvoření zasakovacího průlehu.

V západní části obce je bezejmenný potok zatrubněn do betonové trouby 1 200 mm. Od vyústění bylo koryto potoka upraveno a opevněno betonovými panely, kdy byl vždy jeden umístěn na dně a jeden po stranách ve spodní části svahu. Dále byly provedeny terénní úpravy s mírnými sklony svahů v poměru 1 : 5 a násypem do výšky 0,65 m, šířky dna průlehu 0,5 m a šířky hrázky v koruně 2,0 m. Ve dně průlehu bylo zřízeno drenážní odvodnění, které bylo řešeno potrubním drnem a obsypem. Celkový povrch terénních úprav byl ohumusován a oset trávou. Na zaústění do potoka byl levý břeh opevněn kamennou dlažbou 0,3 m do betonu s vyspárováním, kdy navazuje na dlažbu pod vyústěním. Délka nového opevnění je 3,5 m o ploše 9,8 m<sup>2</sup>.



Obrázek č. 15: Foto z realizace průlehu a opevnění toku ve Slavěticích, březen 2016, zdroj: vlastní

Problémy s povrchovým odvodněním způsobují v zájmové lokalitě zpevněné pozemky a svah od severní strany. Velikost povodí je v této oblasti 0,4 km<sup>2</sup>, přesto

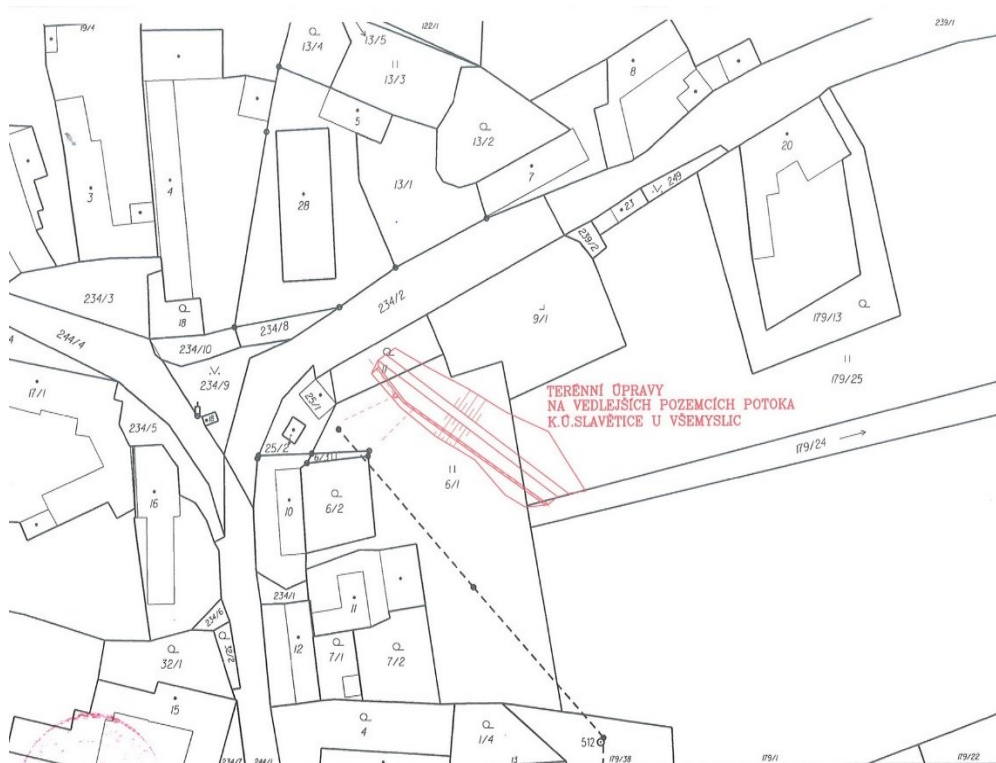
při absenci jiného odvodnění a příkopů podél cest docházelo opakovaně k rozlivu od severní strany. Navíc je v této oblasti vysoká hladina spodní vody, takže po zatopení zůstávají pozemky dlouhodobě zamokřeny a část z nich často neposečena. Vzhledem k poloze v centru obce byly navrhovány terénní úpravy, které přispěly k odvedení povrchového odtoku a snížení úrovně hladiny podzemní vody.



Obrázek č. 16: Foto po realizaci zasakovacího průlehu ve Slaveticích, říjen 2016, zdroj: vlastní

### **Technické řešení**

Plošná výměra úprav	620 m <sup>2</sup>
Objem výkopu	12,9 m <sup>3</sup>
Objem násypu	148,6 m <sup>3</sup>
Kapacita průlehu v terénu	1,1 m <sup>3</sup> /s



Obrázek č. 17: Situace z projektové dokumentace průleh Slavětice, měřítko 1 : 1 000, srpen 2015, zdroj: Projektová dokumentace průleh Slavětice

Účelem stavby bylo odvedení povrchového odtoku do vodoteče, snížení hladiny podzemní vody a ochrana níže položených staveb v této lokalitě. Jedná se prozatím o čerstvou stavbu z počátku roku 2016, a tak vzhledem k tomu, že v této oblasti zatím nedošlo k větším srážkám, nebylo možné zhodnotit, zda navržená kapacita a samotná realizace bude očekávaným přínosem pro toto území.

Obdobný zasakovací průleh byl vybudován v okrese Šumperk, v katastrální území Temenice, kde byly vybudovány zasakovací průlehy, meze a travnaté pásy, čímž se omezily splachy ornice a zároveň byl zpomalen odtok povrchových vod. Toto opatření zde bylo vybudováno v letech 2000 - 2001 na Bratušovském potoce, a to o celkové délce 2 480 m. Průlehy byly zatravněny a osázeny stromy, čímž se zvýšila retenční schopnost území a jeho biologická rozmanitost (Kender, 2004). I zde bylo shledáno, že takto provedené opatření přispívá k ochraně nejen půdy, ale také sídel a komunikací především v době přívalových srážek. Tato opatření splňují vedle protierozního účelu zároveň i estetický a ekologický účel.



#### **5.1.4 Malá vodní nádrž a revitalizace toku v Litoradlicích**

Zájmová lokalita je situována cca 0,6 km od obce Litoradlice. Jedná se o průtočný rybník a vodoteč Hradní strouha. Nadmořská výška území se pohybuje v rozmezí 445,00 - 456,00 m n. m.

Toto opatření spočívalo v obnově stávající zemní sypané hráze a vodní nádrže, ve vybudování výpustného zařízení (požeráku), bezpečnostního přelivu, vytvoření zemní tůně a vybudování přírodě blízkého koryta v délce 263 m. Na toto opatření bylo vodoprávním úřadem vydáno pravomocné rozhodnutí, ale stavba samotná zatím nebyla investorem zrealizována.

Účelem navrhované stavby byla obnova v minulosti zaniklé malé vodní nádrže a obnova v minulosti uměle napřímeného toku Hradní strouha, který touto nádrží protéká. Obnova spočívá ve vybudování zemní sypané hráze v délce 42,0 m a vybudování technických objektů sloužících pro bezpečný provoz nádrže. V rámci projektu bylo počítáno s úpravou tělesa hráze, obnovou návodního opevnění, výstavbou požeráku včetně výpustního potrubí a vybudování zpevněného bezpečnostního přelivu schopného bezpečně převést stoletou povodeň s dostatečným převýšením maximální hladiny a koruny hráze. Obnova toku spočívá ve vybudování mělkého koryta s meandry a jeho ozelenění za účelem vytvoření lokálního biokoridoru. Dno koryta toku bude zdrsňeno kamenným a balvanitým pohozením.

Účelem opatření bylo obnovení funkcí nádrže včetně koryta toku, a to především funkce akumulční, retenční, krajnotvorné, estetické a v neposlední řadě ekologické. Samozřejmostí bylo vytvoření podmínek pro bezpečné převedení jak běžných vod, tak i těch velkých do velikosti  $Q_{100}$ . Snahou této realizace bylo zvýšení ekologické, estetické hodnoty území a vytvoření vhodných podmínek pro vznik a rozvoj vodních a na vodu vázaných biotopů.



Obrázek č. 18: Situace z projektové dokumentace – malá vodní nádrž a revitalizace toku, Litoradlice, měřítko 1 : 1 000, rok 2012, zdroj: Projektová dokumentace - malá vodní nádrž a revitalizace toku

### **Postup plánovaných prací**

Realizace byla plánována v tomto sledu, a to provedení odvodnění a očištění budoucího prostoru zátopy, následně v obnově hráze v délce 42,0 m spolu s výstavbou požeráku včetně výpustného potrubí, součástí prací bylo i plánování výstavby bezpečnostního přelivu a vyhloubení nového koryta, vyhloubení tůň a zasypání částí původního koryta. Opevnění dna koryta pohozením, ozelenění a doplnění doprovodné výsadby.

## **Základní parametry**

Rozsah prací	3 ha
Celková plocha povodí	0,83 km <sup>2</sup>

## **Vodní nádrž**

Charakter nádrže	průtočná
Hráz	zemní, homogenní
Ovládání hladiny	požerák betonový 430/50 cm
Průtok velkých vod	bezpečnostní přeliv, zpevněný průleh v hrázi 6,00 m dlouhý, strany ve sklonu 1 : 8
Hladina normální hladiny	453,93 m n. m.
Hladina maximální hladiny	454,40 m n. m. (odpovídá Q <sub>100</sub> )
Délka vzdutí	212,75 m
Objem nádrže: akumulární	V <sub>a</sub> = 3 311 m <sup>3</sup>
retenční	V <sub>r</sub> = 1 207 m <sup>3</sup>
Maximální průtok	4,4 m <sup>3</sup> /s (Q <sub>100</sub> )
Minimální průtok	0,4 l/s
Prům. hloubka normální hladiny	2,40 m
Max. hloubka normální hladiny	3,63 m
Výška hráze	H <sub>p</sub> = 5,19 m
Šířka koruny	Š <sub>p</sub> = 7,0 m
Zařazení dle TBD	4. kategorie
Tůň plocha	190 m <sup>2</sup>

## **Vodní tok**

Délka toku opatření	263 m
Šířka dna koryta	0,65 m
Šířka koryta doku	2,5 m
Sklon břehů	1 : 3
Hloubka při normální hladině	0,2 m

### Technická opatření

Zátopa	2 860 m <sup>3</sup>
Výstavba zemní sypané hráze	42,0 m
Bezpečnostní přeliv	1 ks
Požerák	1 ks
Výpustné potrubí	20,0 m



Obrázek č. 19: Současný stav lokality Litoradlice, listopad 2016, zdroj: vlastní

Na fotografii byl zachycen současný stav, kdy přes velké množství náletových dřevin a hustou vegetaci nejsou vidět stávající prvky. Tato stavba zatím nebyla bohužel zrealizována. Doufám, že se navržené vodní dílo podaří uskutečnit, neboť podle mého názoru bude mít toto opatření pozitivní vliv na zájmové území. Vlastní nádrž bude plnit hned několik funkcí. Především se jedná o funkci akumulární, retenční, krajínovornou, ochrannou a v neposlední řadě se díky výstavbě nádrže a vhodným svahováním zátopy vytvoří podmínky pro rozvoj příbřežních ekosystémů vázaných na litorální pásmo. Revitalizované koryto toku včetně doprovodných opatření a vybudovaných tůní bude mít pozitivní vliv na rozvoj ekosystémů v této lokalitě. Bude zhotoven významný krajinný prvek, který vytvoří základ pro vznik biokoridoru minimálně lokálního významu a vhodné podmínky pro rozvoj potočních a mokřadních ekosystémů.

Obdobná revitalizace toku byla provedena v okrese Český Krumlov, v katastrální území Borová a v katastrálním území Chvalšiny, a to na potoce Borová. V rámci komplexních pozemkových úprav bylo staré napřímené koryto zasypáno a zároveň bylo vytvořeno nové meandrující koryto. Jako opevnění byly použity kamenné stupně a dno koryta bylo opevněno kameny a paty svahů koryta byly zpevněny drny. Současně byla vysazena doprovodná vegetace podél nové trasy koryta. Tato koncepce revitalizovaného toku byla oceněna v soutěži Ekologický projekt roku 1996 a vlastní realizaci prověřila blesková povodeň v srpnu 2001. Ukázalo se, že tento způsob revitalizace je možno úspěšně použít na mnoha obdobných tocích (Kender, 2004). Domnívám se, že obdobný přínos pro dané území, bude mít i vodní nádrž v Litoradlicích spolu s revitalizací toku Hradní strouha.

#### **5.1.5 Protipovodňové opatření Koloděje nad Lužnicí – Cihelna**

Protipovodňové opatření bylo zrealizováno v katastrálním území Koloděje nad Lužnicí v osadě Cihelny. Osada Cihelny se nachází mezi městem Týn nad Vltavou a obcí Koloděje nad Lužnicí. Území je poměrně členité a svažité, pozemky jsou v zájmové oblasti intenzivně zemědělsky obhospodařovány. Účelem stavby bylo zhotovení odvodňovacího příkopu včetně propustků a zároveň zkapacitnění stávající vodoteče za účelem zlepšení protipovodňové ochrany osady Cihelny.

Nemovitosti jsou v dané oblasti velmi často zaplavovány většími průtoky během vydatnějších srážek. Osada je situována v úžlabí, do kterého je srážková voda přiváděna především koridorem okolo silnice, která ve své trase nad osadou přetíná přirozenou spádovou plochu dílčích povodí a stává se jejich částečným a významným odtokovým kanálem. Systém opatření zahrnuje zásahy do charakteru obdělávání a využívání pozemků v zájmovém povodí nad osadou s cílem podpory plošné retence přívalových dešťů. Dále zahrnuje návrh malé protierozní nádržky, kvůli oddělení mechanických částic, které přinese voda protékající centrem osady. Důležitým prvkem je zkapacitnění koryta občasné vodoteče v osadě včetně propustkových podchodů v komunikaci.



Obrázek č. 20: Odvodňovací kanál pod propustkem. Foto Koloděje – Cihelny, říjen 2016, zdroj: vlastní

### **Technické údaje**

Číslo hydrologického pořadí	1-07-04-118
Délka úpravy	499,8 m
Propustky	trubní 2 x DN 600 v délce 16 m

### **Protierozní nádrž**

Výška hráze	2,2 m
Délka hráze	13 m
Bezpečnostní přeliv	šířka 4 m, kapacita $Q_{100}$

Vodoteč byla upravena víceméně ve stávající trase do vyrovnaného podélného sklonu několika úseků a do příčného profilu se zatravněnými svahy s ohumusováním. Spodní část profilu je zpevněna příkopovou tvárnici uloženou ve štěrkovém loži. Sklony svahů jsou 1 : 1,5. Ve spodní části je vodoteč odkloněna od příkopu a v trase podél polní cesty je zaústěna do koryta Hlineckého potoka. Propustky na vodoteči odpovídají kapacitě vodoteče  $Q_{20}$  a tvoří je vždy dvě potrubí DN 600 uložená vedle sebe a obetonována. Čela propustků jsou betonová a obložena kamenem. Pás koryta při propustku je opevněn kamennou dlažbou. Hráz protierozní nádrže je lichoběžníkového příčného řezu.

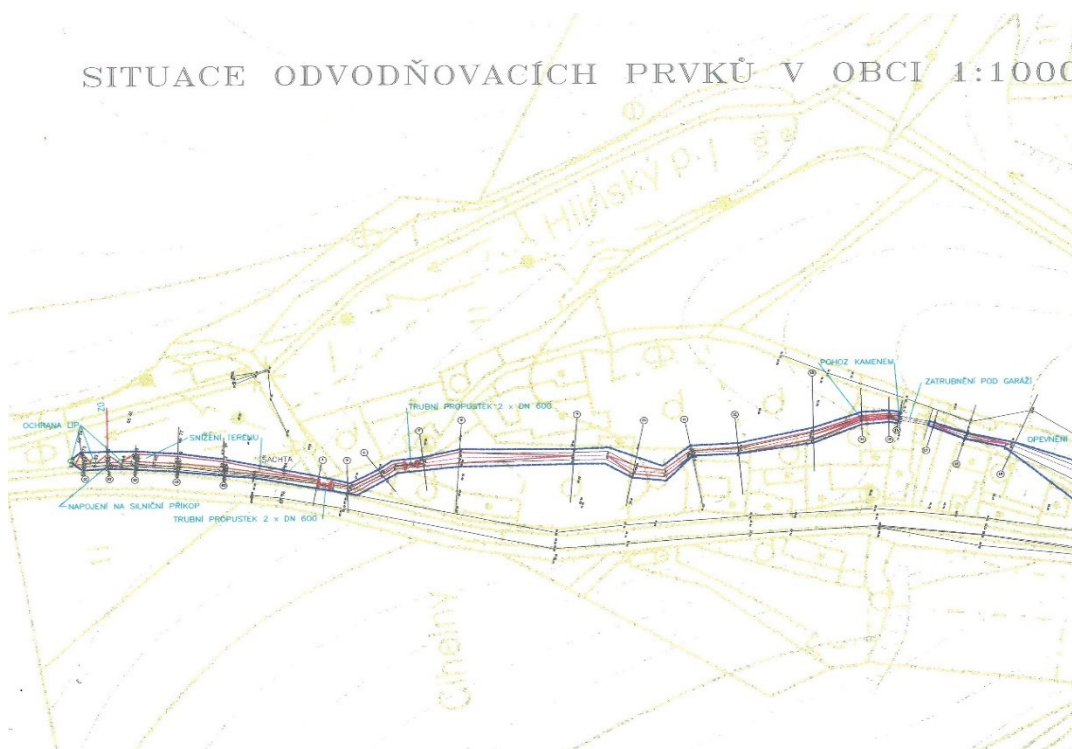
Sklon vzdušného svahu je 1 : 2, sklon návodního svahu 1 : 3. Šířka hráze v koruně je 3 m. Konstrukce hráze je tvořena po vrstvách hutněným násypem z homogenní zeminy s kamenným opevněním povrchu. V hrázi je osazeno škrťící potrubí DN 500, které provádí malé průtoky, a ke vzduťí a usazování dojde při vyšších průtocích. V centru hráze je proveden jednoduchý přeliv o šířce 4 m s kapacitou  $Q_{100} = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , provedený jako 0,8 m hluboký průleh s opevněním povrchu.



Obrázek č. 21: Pohled na propustek. Foto Koloděje – Cihelny, říjen 2016, zdroj: vlastní

Záchytný žlab je proveden napříč komunikací v blízkosti příčného profilu. Jeho funkcí je účinnější roznos hydraulického zatížení na oba silniční příkopy pod nejexponovanějším místem přítoků do prostoru komunikace. Navrhované opatření vyžaduje pozornost především v podobě kultivace travního porostu s cílem dosažení travního drnu s dobrou vsakovací schopností.

**Na situaci jsou zakreslené jednotlivé prvky a část odvodňovacího kanálu v obci Koloděje nad Lužnicí – Cihelny.**



Obrázek č. 22: Situace odvodňovacích prvků, 1999, zdroj: Projektová dokumentace pro stavební povolení, Koloděje nad Lužnicí – Cihelny

Toto protipovodňové opatření velice dobře plní svou funkci v období přívalových dešťů z hlediska ochrany nemovitostí v této oblasti. Stavba byla povolena stavebním úřadem v září 1999 a kolaudace se uskutečnila v roce 2000. Poslední stavební úpravy většího rozsahu na tomto zařízení byly provedeny v roce 2016. V červenci roku 2016 došlo k poškození této stavby přívalovou povodní, která napáchala na Vltavotýnsku nemalé škody. Situace po přívalových povodních z července 2016 je zachycena na následujících obrázcích č. 23 a č. 24, kdy byl odvodňovací kanál poškozen a zanesen po celé délce odplavitelným materiálem. Tato extrémní situace částečně toto zařízení poničila, nicméně škody způsobené těmito velkými přívalovými srážkami byly o něco nižší díky tomuto odvodňovacímu zařízení, které bohužel není kapacitně uzpůsobeno na tak extrémní srážky, které byly v červenci 2016, kdy toto zařízení nezvládlo odolat tak velkému náporu vody (viz Kapitola 5.1.6 Přívalové deště – bleskové povodně v Týně nad Vltavou v červenci 2016).





Obrázek č. 23 a č. 24: Propustek po přivalových povodních, červenec 2016, zdroj: archiv Městský úřad Týn nad Vltavou



### 5.1.6 Přívalové deště – bleskové povodně v Týně nad Vltavou v červenci 2016

V Týně nad Vltavou došlo v létě 2016 k velké záplavě, která byla způsobená přívalovými srážkami. K těmto přívalovým srážkám došlo v noci z 23. na 24. července 2016, kdy intenzita těchto srážek přesáhla v krátkém časovém úseku historické hodnoty za poslední desetiletí.

Podle údajů ze srážkoměru, který je nainstalovaný na budově Městského úřadu Týn nad Vltavou, spadlo v noci ze soboty na neděli 50 mm srážek, a to během čtyř hodin. Centrum města, které leží pod kopcem, bylo silně postihnuto záplavou z těchto přívalových srážek a voda proletěla ulicemi města. Déšť přeměnil během pár hodin ulice města v řeku a valící se voda tak způsobila obrovské škody. Nejvíce utrpělo náměstí Míru a přilehlé ulice, kde voda doslova vymlela dlažbu ze silnic a chodníků. U kostela v centru města voda podemlela a zbourala zídku. Část centra tak musela být pro dopravu úplně uzavřena. Přívalové deště zaplavily a poškodily také novou letní plovárnu, kde voda zaplavila bazén a strojovnu. Dále byla zaplavena místní sokolovna. Současně bylo poškozeno odvodňovací zařízení v osadě Cihelny, kde toto zařízení nezvládlo odolat tak velkému náporu vody. Zároveň byla poškozena i čistírna odpadních vod v Kolodějích nad Lužnicí (<https://globe24.cz/domov/10034-ty-nad-vltavou-zasahla-bleskova-povoden>).



Obrázek č. 25: Následky po přívalových povodních, červenec 2016, zdroj: archiv Městský úřad Týn nad Vltavou

Starosta města Milan Šnorek uvedl, že škody v porovnání s povodní v roce 2013, kdy Jihočeský kraj zaplavily rozvodněné řeky, byly momentálně výrazně vyšší. Tyto přívalové srážky byly lokálního charakteru, protože v okolních městech prakticky neřešili žádný takový problém. V Týně nad Vltavou se proudící voda hrnula z výše položených míst do centra a poničila kanalizaci, na některých místech i místní komunikace (<https://globe24.cz/domov/10034-tyn-nad-vltavou-zasahla-bleskova-povoden>).



Obrázek č. 26: Následky po přívalových povodních, červenec 2016, zdroj: archiv Městský úřad Týn nad Vltavou



Obrázek č. 27: Následky po přívalových povodních, červenec 2016, zdroj: archiv Městský úřad Týn nad Vltavou

V neděli v ranních hodinách zasedal krizový štáb města, který se neprodleně zabýval především řešením problémů, které mohly ohrožovat bezpečnost obyvatel, silničního provozu a zároveň bylo třeba provést taková opatření, aby se vzhledem k prognózám dalších dešťů minimalizoval vznik dalších škod. Bylo přikročeno ke stržení nestabilní části opěrné zdi pod kostelem. Zbylá část byla zajištěna tak, aby neohrožovala chodce a dopravu. Za pomoci hasičského záchranného sboru se urychleně čistily kanálové vpusti. Následně bylo provedeno zmapování a rozsah škod jak na městském majetku, tak na majetku soukromých osob. Další prioritou byla co nejrychlejší pomoc obyvatelům při řešení problémů spojených se zaplavením, kterým byly zapůjčeny vysoušeče a úklidové prostředky (<http://www.tnv.cz/index.asp?p1=2775>).

Z této bleskové povodně vzešlo zrealizování dalších opatření jako např. zpracování tzv. generelu kanalizací ve městě, jehož výstupem bude podrobné zmapování technického stavu a návrh postupu při rekonstrukci nebo budování kanalizace i vzhledem k dalšímu rozvoji města. Také je dobré si uvědomit skutečnost, že kanalizaci nelze dimenzovat na tak extrémní srážky, které obyvatelé zažili

v těchto dnech. Jednou ze zásadních příčin rychlého splavování vod z okolních polí byl i způsob hospodaření místních zemědělců a absence záchytných opatření, díky nimž by se voda z polí nedostávala na městské komunikace. Tento problém lze řešit jedině komplexně, kdy kapacita kanalizace je pouze jednou z částí problému.

Stále častěji se tak stává, že přívalové deště mohou zasáhnout dotčené území až 10 % celkového ročního úhrnu srážek během několika málo hodin. Přičemž největší problémy vznikají ve městech, kde povrchovou vodu ze zpevněných ploch nepojme kanalizace a voda se žene ulicemi, zaplavuje přízemí a sklepy domů a poškozuje objekty. Na prevenci před ničivými následky přívalových dešťů je potřeba pracovat dlouhodobě. Cílem jsou opatření zaměřená na zadržení srážkové vody, což zpomalí její průchod po povrchu a současně umožní její uchování jako zásobárny užitkové vody při dalším extrému, kterým jsou dlouhodobá sucha. Prioritou je vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných nebo zpevněných ploch, pokud se neplánuje jejich jiné využití. To může být řešeno několika způsoby. Přednostně jejich vsakování v podmínkách, kdy voda následně neohrozí okolní stavby a zařízení. Není-li možné vsakování, pak následuje jejich zadržování a regulované odvádění oddělenou dešťovou kanalizací do vod povrchových. Dešťovou vodu ze staveb je tedy možné nejen vsakovat, ale i akumulovat pro její další využití.

Tyto přívalové srážky, které postihly v červenci roku 2016 Vltavotýnsko, ukazují na nutnost zaměřit se na dlouhodobě připravovaná preventivní opatření, která zamezí škodám na majetku způsobenými přívaly vody.

## 6. Závěr

Cílem této práce bylo zmapování zvoleného území se zaměřením na protipovodňová opatření v přilehlých obcích a celkové zhodnocení těchto staveb. Po analýze a popisu lokality byla posouzena jednotlivá zrealizovaná a i prozatím nezrealizovaná protipovodňová opatření ve zvolené oblasti Vltavotýnska.

V tomto předmětném území byla postupně vybudována větší část protipovodňových opatření na ochranu obcí. Vliv uskutečněných opatření se již v minulých letech pozitivně projevil i při častých bleskových povodních. Těmito úpravami byla významně posílena retenční schopnost krajiny, zejména výstavbou retenční nádrže Hlinky v Týně na Vltavou, která velice dobře obstála při velkých povodních. Ze závěrů technickobezpečnostních prohlídek, které byly na tomto vodním díle pravidelně realizovány vyplývá, že dvě významné povodňové vlny v srpnu 2002 a červnu 2013 byly nádrží úspěšně zadrženy a podařilo se tak ochránit území pod vodním dílem, tj. městskou část Týna nad Vltavou. Tato stavba obstála při povodních a splnila tak účel k jakému byla vybudována. Svým umístěním a provedením má tato nádrž pozitivní vliv nejen na retenci vody v krajině, ale i na nivu Hlineckého potoka.

K dalšímu zadržení vody v krajině by přispěla i revitalizace a obnova nádrže v Litoradlicích. Tato stavba zatím nebyla bohužel zrealizována a doufám, že se toto vodní dílo podaří uskutečnit, neboť toto opatření bude mít podle mého názoru pozitivní vliv na zájmové území. Výstavbou nádrže a vhodným svahováním zátopy se vytvoří podmínky pro rozvoj příbřežních ekosystémů vázaných na litorální pásmo. Revitalizované koryto toku včetně doprovodných opatření a vybudovaných tůní bude mít pozitivní vliv na rozvoj ekosystémů v této oblasti. Bude vytvořen významný krajinný prvek, který vytvoří základ pro vznik biokoridoru minimálně lokálního významu a vhodné podmínky pro rozvoj potočních a mokřadních ekosystémů.

Zpevnění břehů v Neznašově na Bohunickém potoce vyřešilo neustále se opakující problém s narušením břehové hrany a vydatného zanášení plavební dráhy v řece Vltavě. Tato investice byla finančně náročnější, ale svým provedením jistě odolnější při velkých vodách v této lokalitě. Opakované sesuvy svahu do vodoteče byly řešeny vybudováním opěrné zdi, kdy původní svah břehu od opěrné zdi k řečišti

potoka byl obnoven z volně ložených balvanů, které byly doplněny vhodnou vegetací. Předchozí úpravy v minulých letech v této oblasti spočívaly pouze ve zpevnění břehové hrany, které nemělo trvalejší efekt.

V obci Slavětice bylo účelem zrealizovaného průlehu odvedení povrchového odtoku do vodoteče, snížení hladiny podzemní vody a ochrana níže položených staveb v této lokalitě. V tomto případě se jedná o poměrně „čerstvou“ stavbu, u níž nelze zhodnotit, zda navržená kapacita a samotná realizace bude skutečně přínosem pro tuto oblast, neboť v dané lokalitě zatím nedošlo k větším srážkám. Průleh má ale značnou vsakovací schopnost a působí tak příznivě na zadržení vody v krajině. Z hlediska ochrany životního prostředí má pozitivní vliv na snížení erozního ohrožení v území.

Stejně tak v Kolodějích nad Lužnicí plní odvodňovací kanál velice dobře svou funkci v období přívalových dešťů a jsou ochráněny nemovitosti v této lokalitě. Stavba byla zkolaudována v roce 2000 a poslední stavební úpravy většího rozsahu na tomto zařízení byly provedeny v roce 2016. V červenci 2016 došlo k poškození této stavby přívalovou povodní, která napáchala na celém Vltavotýnsku nemalé škody. Odvodňovací kanál byl poškozen a po celé délce zanesen odplavitelným materiálem, nicméně škody způsobené velkými přívalovými srážkami byly díky tomuto protipovodňovému zařízení o něco nižší i přesto, že navržené opatření není kapacitně uzpůsobeno na tak extrémní srážky a nezvládlo tak odolat tak velkému náporu vody.

Sledovaná protipovodňová opatření ve zvoleném území jsou ve velmi dobrém technickém stavu. Je zřejmé, že vlastníci vodních děl provádějí pravidelnou údržbu, a proto tyto stavby splňují účel, ke kterému byly zrealizovány. Nejen v Týně nad Vltavou a okolních obcích, ale i v jiných místech České republiky vycházel z poznatků získaných při povodních. Přehodnotili a zaktualizovali své povodňové plány a při plánování nové zástavby, staveb nových komunikací, úprav vodních děl, koryt řek a potoků, zohlednili zkušenosti z povodní. S ohledem na členitost a charakter krajiny bylo nezbytně nutné v konkrétních místech velmi zodpovědně volit jednotlivá navrhovaná opatření. Přírodě blízká protipovodňová a protierozní opatření, jejichž základním principem je zpomalení povrchového odtoku v povodí a zpomalení odtoku vody v korytech a v nivách vodních toků ve volné krajině, tvoří v zastavěných územích nedílnou součást systému protipovodňové ochrany a prevence.

## 7. Seznam literatury

Adamec V., Dvorský T., Folwarczny L., Kročová Š., Pagáč J., Šindler J., Václavík V., Židek D., *Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva*, 1st ed.; Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, Ostrava, 2012, ISBN 978-80-7385-118-7.

Brázdil R. a kol., *Historické a současné povodně v České republice*, Masarykova univerzita v Brně a Český hydrometeorologický ústav v Praze, 2005, ISBN 80-210-3864-0.

Brož K., Kreutzer T., *Projektová dokumentace – malá vodní nádrž a revitalizace toku v k. ú. Litoradlice*, 2012, Projektční a inženýrská činnost, Fryšava.

Burakov D. A., Avdeeva Y. V. and Kosmakova V. F., Floods in siberian river basins, In: Vasiliev O. F. et al., 2007, *Extreme hydrological events, New concepts for security*, Springer, ISBN: 978-1-4020-5740-3.

Čamrová L., Jílková J., *Povodně jako průřezový problém státní politiky*, Praha, 2004, ISBN 80-86684-09-1.

Čamrová L., Jílková J., Roch I., Doležalová L., Kluvánková-Oravská T., Moravec J., Hromádka P., Poltuka O., *Povodňové škody a nástroje k jejich snížení*, JDS tiskárna Praha spol. s r.o., 2006, ISBN 80-7379-000-9.

Holý M., *Odvodňovací stavby*, Praha, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Alfa, 1984, ISBN nevedeno.

Hubačiková V., Opletová P., *Úpravy vodních toků a ochrana vodních zdrojů*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, ISBN 978-80-7375-243-9.

Chroumal J., *Etapová zpráva o TBD prohlídce vodního díla VD Hlinky*, za období 2000 – 2013, prosinec 2013, Vodní díla – TBD a.s., Praha.

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

Just T., Matoušek V., Dušek M., Fischer D., Karlík P., *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. 3rd ed. Hořovicko: Státní zemědělské nakladatelství, 2005, ISBN 80-239-6351-1.



Jůva K. *Meliorace*, Československá akademie zemědělských věd ve spolupráci se Státním zemědělským nakladatelstvím, 1962, ISBN 07–021–62 356.

Kavan Š., Baloun J., *Řízení záchranných prací při povodních a z hlediska vodohospodářských zařízení*, České Budějovice, 2013, Vysoká škola evropských a regionálních studií, ISBN 978-80-87472-55-2.

Kender J., *Voda v krajině, kniha o krajinotvorných programech*, Praha 2004, ISBN 80-902132-7-8.

Kocourek V., *Projektová dokumentace – terénní úpravy, průleh v k.ú. Slavětice*, srpen 2015, České Budějovice

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

Kropík D., *Projektová dokumentace – opevnění koryta Neznašov*, prosinec 2014, Povodí Vltavy s.p., České Budějovice

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

Ministerstvo pro místní rozvoj, odbor územního plánování, *Protipovodňová ochrana v územních plánech obcí*, Brno 2003.

Němec J., *Hydrologie*. 1st ed. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1965, ISBN neuvedeno.

*Parametry zvláštních povodní, Retenční nádrž Hlinky*, červenec 2003, Vodní díla – TBD a.s., Praha.

Plate E. J., *Flood risk management for setting priorities in decision making*. In: Vasiliev O. F. et al., 2007, *Extreme hydrological events: New concepts for security*, Springer, ISBN 978-1-4020-5740-3.

Pecharová E., Svoboda I., Vrbová M., *Obnova jezerní krajiny pod Krušnými horami*, nakladatelství Lesnická práce, s.r.o., 2011, ISBN 978-80-87154-35-9.

Pokorný J., *Vodní hospodářství. Informatorium, spol. s r. o.*, Praha 2009, ISBN 978-80-7333-071-2.

*Povodňový plán ORP Týn nad Vltavou*, 2016, aktualizoval Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s.

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

Soukup M., *Opatření v zemědělské krajině pro zlepšení vodních útvarů*. 1st ed. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2006, ISBN 80-239-7643-5

Soukup M., Eichler J., Sklenička P., Kulhavý Z., Vlčková M., Pilná E., *Biotechnická opatření v krajině pro zvýšení retence vody na odvodněných pozemcích v pramenných oblastech*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 2008, 978-80-904027- 2.

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

*StMUGV.*, Bavorské státní ministerstvo pro životní prostředí, zdraví a ochranu spotřebitelů: *Ochrana před povodněmi v Bavorsku – Strategie a příklady*. Praha, 2005, ISBN 978-80-904027-2.

Šálek J., *Malé vodní nádrže v životním prostředí*, Ostrava, 1996, ISBN 80-7078-370- 2.

Šindlar M., *Zvýšení protipovodňové ochrany v povodí, přírodě blízká protipovodňová a protierozní opatření*, 2010, ISBN 978-80-254-6828-9.

Tlapák V., Šálek J., Legát V., *Voda v zemědělské krajině*. 1st ed. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 1992, ISBN 80-209-0232-5.

TNV 75 29 31 *Povodňové plány*, červen 2006.

Uhlířová J., Mazín V., Pražan J., Koutná K., *Metodika studie širších územních vazeb ochrany půdy a vody v komplexních pozemkových úpravách*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha 2005, ISBN 80-239-4845-8.

*Územní plán Města Týn nad Vltavou*, leden 2017, atelier M.A.A.T.

Vaclík D., *Projektová dokumentace pro výstavbu retenční nádrže Hlinky*, 1999, VH Tres spol. s r.o., České Budějovice.

Vaclík D., *Projektová dokumentace – protipovodňové opatření Koloděje nad Lužnicí – Cihelny, 1998*, VH Tres spol. s r.o., České Budějovice.

Weyskrabová L., *Protipovodňová opatření*, studie, Praha 2011.

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

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

## 8. Seznam elektronických zdrojů

*Informace o bleskové povodni* [online]. [cit. 2016-09-25]. Dostupné z: <https://globe24.cz/domov/10034-tyn-nad-vltavou-zasahla-bleskova-povoden>

*Město Týn nad Vltavou* [online]. [cit. 2016-09-25]. Dostupné z: <http://www.tnv.cz/index.asp?p1=2775>

*Starý Týn* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://hydro.chmi.cz/hpps/mainrain.php?mt=ffg#>

*Hlásná a předpovědní služba* [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://hydro.chmi.cz/hpps>

*Vodohospodářský informační portál* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://voda.gov.cz/portal/cz/>

## 9. Seznam použitých zkratk

ČHMÚ	-	Český hydrometeorologický ústav
MŽP	-	Ministerstvo životního prostředí
MZe	-	Ministerstvo zemědělství
MěÚ	-	Městský úřad Týn nad Vltavou
ORP	-	Obec s rozšířenou působností
TBD	-	Technickobezpečnostní dohled
POVIS	-	Povodňový informační systém

## 10. Seznam obrázků

**Obrázek č. 1:** Mapa obce s rozšířenou působností Týn nad Vltavou, zdroj: Povodňový plán ORP Týn nad Vltavou

**Obrázek č. 2:** Foto retenční nádrž Hlinky, říjen 2016, zdroj: vlastní

**Obrázek č. 3:** Foto retenční nádrž Hlinky, říjen 2016, zdroj: vlastní

**Obrázek č. 4:** Situace retenční nádrže, zdroj: mapový podklad k projektové dokumentaci pro výstavbu retenční nádrže Hlinky, 1999

**Obrázek č. 5:** Retenční nádrž, zdroj: Etapová zpráva o TBD prohlídce vodního díla, 2013

**Obrázek č. 6:** Schéma retenční nádrže, zdroj: Etapová zpráva o TBD prohlídce vodního díla, 2013

**Obrázek č. 7, 8:** Foto retenční nádrže, srpen 2002, zdroj: archiv město Týn nad Vltavou

**Obrázek č. 9:** Foto retenční nádrže, srpen 2002, zdroj: archiv město Týn nad Vltavou

**Obrázek č. 10:** Foto retenční nádrže, srpen 2002, zdroj: archiv město Týn nad Vltavou

**Obrázek č. 11:** Foto před realizací odstranění nánosů v zátoce u vodního toku Vltava, prosinec 2014, zdroj: Projektová dokumentace – opevnění koryta Neznašov, Povodí Vltavy s.p.

**Obrázek č. 12:** Foto před realizací odstranění nánosů v zátoce u vodního toku Vltava, pohled z mostu, prosinec 2014, zdroj: Projektová dokumentace – opevnění koryta Neznašov, Povodí Vltavy s.p.

**Obrázek č. 13:** Situace Bohunického potoka při ústí do řeky Vltavy, prosinec 2014, zdroj: Projektová dokumentace – opevnění koryta Neznašov, Povodí Vltavy s.p.

**Obrázek č. 14:** Foto současného stavu po realizaci opevnění břehů, březen 2017, zdroj: vlastní

**Obrázek č. 15:** Foto z realizace zasakovacího průlehu a opevnění toku ve Slavěticích, březen 2017, zdroj: vlastní

**Obrázek č. 16:** Foto po realizaci zasakovacího průlehu ve Slavěticích, říjen 2016, zdroj: vlastní

**Obrázek č. 17:** Situace z projektové dokumentace průleh Slavětice, měřítko 1 : 1 000, srpen 2015, zdroj: Projektová dokumentace průleh Slavětice

**Obrázek č. 18:** Situace z projektové dokumentace – malá vodní nádrž a revitalizace toku, Litoradlice, měřítko 1:1 000, rok 2012, zdroj: Projektová dokumentace malá vodní nádrž a revitalizace toku

**Obrázek č. 19:** Současný stav lokality Litoradlice, listopad 2016, zdroj: vlastní

**Obrázek č. 20:** Odvod. kanál pod propustkem. Foto Koloděje – Cihelny, říjen 2016, zdroj: vlastní

**Obrázek č. 21:** Pohled na propustek. Foto Koloděje – Cihelny, říjen 2016, zdroj: vlastní

**Obrázek č. 22:** Situace odvodňovacích prvků, 1999, zdroj: Projektová dokumentace pro stavební povolení, Koloděje nad Lužnicí-Cihelny

**Obrázek č. 23, 24:** Propustek po přívalových povodních červenec 2016, zdroj: archiv Městský úřad Týn nad Vltavou

**Obrázek č. 25:** Následky po přívalových povodních, červenec 2016, zdroj: archiv Městský úřad Týn nad Vltavou

**Obrázek č. 26:** Následky po přívalových povodních, červenec 2016, zdroj: archiv Městský úřad Týn nad Vltavou

**Obrázek č. 27:** Následky po přívalových povodních, červenec 2016, zdroj: archiv Městský úřad Týn nad Vltavou

## **Tabulky**

**Tabulka č. 1:** Klimatické poměry, zdroj: Povodňový plán ORP Týn nad Vltavou, 2016

**Tabulka č. 2:** N-leté průtoky v m<sup>3</sup>/s, zdroj: Povodňový plán ORP Týn nad Vltavou, 2016

**Tabulka č. 3:** Rozdělení prostoru nádrže, zdroj: Etapová zpráva o TBD prohlídce vodního díla, 2013

**Tabulka č. 4:** N-leté průtoky, zdroj: Etapová zpráva o TBD prohlídce vodního díla, 2013