ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ
A ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ

HISTORICKÉ POVODNĚ V KRAJI VYSOČINA A PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ VYBRANÝCH MĚST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jakub Burket

Bakalant: Adéla Blažková

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Adéla Blažková

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Historické povodně v kraji Vysočina a protipovodňová opatření vybraných měst

Název anglicky

Historical floods in Vysočina region and flood control measures in selected cities

---

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je analyzovat historické a současné povodně v kraji Vysočina a přiblížit povodňovou situaci a její dopady. Dále zmapovat příčiny vzniku a jejich vliv na okolní obce. Badatelská část bude zaměřena na vyhledávání jednotlivých povodní z historických zdrojů, kronik jednotlivých obcí či jiných dokumentů. Zhodnocení protipovodňových opatření, jak historických, tak současných. Detailnější představení ohrožených lokalit a vodních toků v kraji Vysočina. Zhodnocení protipovodňových opatření, zda jsou vyhovující, či je zapotřebí jiné efektivnější řešení. Zamyšlení se nad navrhovanými opatřeními. Přínosem této práce bude ucelený pohled na povodňovou problematiku v kraji Vysočina a možnost objevení nových míst vhodných pro realizaci protipovodňových opatření.

Metodika

-literární rešerše dotčené problematiky

-zmapovat povodně z historických zdrojů, kronik a dokumentů

-popsat příčiny vzniku povodní a vliv na zasažené obce

-vyhodnocení zjištěných informací

Doporučený rozsah práce

50

Klíčová slova

kraj Vysočina, historické povodně, protipovodňová opatření

Doporučené zdroje informací

ADAMEC, Vilém: Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012. Spektrum, ISBN 978-80-7385-118-7.

KOZÁK, Jan a kol.: Povodně v českých zemích, Praha: Professional Publishing, 2007, 144 s, ISBN 978-80-86946-39-9

SEIDLER, Karel. Kronika města Světlé od roku 1207-1886. Světlá: vlastní, 1887.

SLAVÍKOVÁ, Lenka: Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích, Praha: Ireas, 2007, 82 s, ISBN 978-80-86684-48-2.

SOCHR, Jiří. Havlíčkův Brod a staletí. Havlíčkův Brod: Městský národní výbor, 1971. Vysočina (Městský národní výbor H. Brod).

STÁTNÍKOVÁ, Pavla: Povodně a záplavy, Praha: Paseka, 2012, 189 s, ISBN 978-80-7432-182-5

SVOBODA, Jiří a kol.: Velká kniha o klimatu zemí Koruny české, Praha: Regia, 2003, ISBN 80-86367-34-7

Předběžný termín obhajoby

2022/23 ZS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jakub Burket

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 5. 12. 2022

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 20. 12. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 22. 03. 2023

Čestné Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Historické povodně v Kraji Vysočina a protipovodňová opatření vybraných měst vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

Ve Světlé nad Sázavou, dne: ……

.....

Adéla Blažková

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Jakubovi Burketovi za odborné vedení mé bakalářské práce, trpělivost, ochotu a cenné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat. Mé poděkování přísluší také mým blízkým za podporu, kterou mi při studiu a vzniku bakalářské práce prokazovali.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zaměřuje na charakteristiku Kraje Vysočina v souvislosti s problematikou povodní. V rámci práce jsou analyzovány faktory ovlivňující vznik a průběh povodní, typy povodní a stupně povodňové aktivity. Dále jsou popsány následky povodní a významné povodně, které se v kraji vyskytly v minulosti, počínaje povodní z roku 1714. Práce se rovněž zaměřuje na protipovodňová opatření a jejich historický vývoj, stejně jako na současná netechnická a technická opatření. V další části práce jsou popsána realizovaná protipovodňová opatření ve vybraných městech Kraje Vysočina, konkrétně v Havlíčkově Brodě, obci Herálec, obci Příseka a Světlé nad Sázavou. V práci se dále píše o navrženém protipovodňovém opatření v obci Josefodol, které dosud nebylo realizováno. Dále se práce zabývá zhodnocením protipovodňových opatření a nového navrhovaného místa pro jejich realizaci. Celkově je tato bakalářská práce přínosem pro lepší pochopení problematiky povodní v Kraji Vysočina a pro navrhování efektivnějších opatření k ochraně obyvatel a majetku v této oblasti.

Klíčová slova

Historické povodně, Kraj Vysočina, protipovodňová opatření

Abstract

This bachelor's thesis focuses on characterization of the Vysočina region in connection with issue of floods. Within the thesis, factors affecting the occurrence and course of floods, types of floods, and flood activity levels are analyzed. Furthermore, consequences of floods and significant floods that have occurred in the region in the past, starting with the flood of 1714, are described. The thesis also focuses on flood control measures and their historical development, as well as current non-technical and technical measures. The following section describes implemented flood control measures in selected towns of the Vysočina region, specifically in Havlíčkův Brod, the village of Herálec, the village of Příseka, and town Světlá nad Sázavou. The thesis also discusses proposed flood protection measure in a village of Josefodol, which has not been implemented yet. Additionally, the thesis evaluates flood protection measures and proposes new locations for their implementation. Overall, this bachelor´s thesis contributes to a better understanding of issue of floods in the Vysočina region and to proposing more effective measures for protecting the population and property in this area.

Keywords

Historical floods, Vysocina region, flood control measures

Obsah

1 Úvod ... 1
2 Cíle práce ... 2
3 Povodně ... 3
3.1 Faktory ovlivňující vznik a průběh povodní ... 4
3.2 Průběh povodní ... 5
3.3 Typy povodní ... 6
3.4 Stupně povodňové aktivity ... 7
3.5 Ochrana před povodněmi ... 8
3.6 Následky povodní ... 9
4 Protipovodňová opatření ... 10
4.1 Historická ... 10
4.1.1 Návěstní služba ... 10
4.1.2 Protipovodňová služba ... 11
4.2 Současná ... 11
4.2.1 Netechnická ... 11
4.2.2 Technická ... 12
5 Charakteristika Kraje Vysočina ... 14
5.1 Klima a srážky ... 14
5.2 Řeky kraje Vysočina ... 15
6 Metodika ... 17
7 Významné povodně v Kraji Vysočina ... 18
7.1 Povodeň 1714 ... 18
7.2 Povodeň 2002 ... 21
7.3 Povodeň 2004 – Olešenský potok ... 22
7.4 Povodeň 2006 ... 23
8 Protipovodňová opatření vybraných měst Kraje Vysočina ... 29
8.1 Havlíčkův Brod ... 29
8.2 Obec Herálec ... 33
8.3 Obec Příseka ... 39
8.4 Světlá nad Sázavou ... 41
9 Ohrožené lokality ... 44
9.1 Navržené opatření v místní části Světlá nad Sázavou – Josefodol ... 44
9.2 Vhodné místo pro realizaci protipovodňových opatření ... 46
10 Zhodnocení protipovodňových opatření a diskuse ... 51

11 Závěr 53
12 Přehled literatury a použitých zdrojů 54

1 Úvod

Povodně představují vážnou hrozbu, jak pro Kraj Vysočina, tak pro samotnou Českou republiku, jelikož odjakživa způsobují značné škody na majetku, infrastruktuře, a ohrožují i lidské životy. Povodně jsou extrémním hydrologickým jevem, který vzniká v situacích, kdy je nadměrné srážkové dění nebo dojde k rychlému tání sněhu. Nicméně je důležité si uvědomit, že hydrologické extrémy mají i svůj opak, a tím jsou sucha. Sucha jsou extrémním jevem v hydrologickém cyklu, které mohou mít vážné dopady na životní prostředí, zemědělství a lidskou populaci. V důsledku sucha dochází ke snížení úrovně vody v řekách a nádržích, což může vést ke snížení zásob podzemní vody.

V Kraji Vysočina dochází k výskytu povodní, především v místech, kde se řeky a potoky nacházejí v úzkých údolích a kde je odtok vody omezený. V takových oblastech se voda rychle hromadí a při vydatných deštích a tání sněhu mohou být tyto oblasti nejvíce ohrožené. V těchto případech se průtoky řek a potoků zvyšují a dochází k povodním. Jelikož je kraj významný svou hydrologickou sítí, patří také mezi oblasti s vysokou pravděpodobností výskytu povodní.

Lidé se od pradávna usazovali v blízkosti vodních toků, neboť tyto zdroje byly klíčové pro jejich přežití. Díky vodě, kterou mohli získat z řek a potoků, bylo možné zavlažovat zemědělské plodiny a zabezpečit pitnou vodu. Proto se postupně začaly stavět domy a rozvíjet zemědělství právě v údolích a na březích řek. Bohužel, během toho bylo často opomíjeno riziko povodní a lidé byli vystaveni riziku záplav, které mohly mít fatální následky. Proto bylo nutné vyvinout protipovodňová opatření, která by minimalizovala riziko povodní. Tato opatření zahrnují například ochranné hráze, úpravy koryt řek a potoků, pravidelné čištění vodních toků a mnoho dalších. Důležité je, aby byli lidé informováni o rizicích povodní a věděli, jak se na ně připravit a chránit svůj majetek a bezpečnost.

V Kraji Vysočina se vyskytlo rovnou několik historických povodní. Jednou z povodní, která byla devastující, a dokonce smrtící, je povodeň z roku 1714. Z dochovaných záznamů se jednalo o nejničivější povodeň, která tento kraj postihla. Povodeň si vyžádala velké ztráty na lidských životech a majetku. Byla zapříčiněna rozvodněním řek Sázavy a Šlapanky, které způsobily přívalové záplavy a následně obrovské škody. Další takovou povodní byla novodobější povodeň, a to z roku 2006, která zasáhla především vodní tok Sázava, Jihlava, Rokytná a Moravská Dyje.

Z hlediska neblahých dopadů povodní je nezbytné provádět protipovodňová opatření, která minimalizují jejich následky. V poslední době se Kraj Vysočina pokouší zlepšit svou protipovodňovou ochranu prostřednictvím údržby a zlepšování ochranných hrází, zvyšování úrovně cest a mostů, pravidelného čištění vodních toků a dalších opatření, jako je například výstavba poldrů nebo revitalizace vodních toků. Je zásadní, aby místní obyvatelé byli informováni o rizicích povodní a o způsobech, jak se na ně připravit a ochránit svůj majetek a bezpečnost. Povodním nemůžeme nijak zabránit, pouze můžeme zmírnit jejich následky, proto v Kraji Vysočina existuje již mnoho protipovodňových opatření chránících lidská obydlí, životy a majetek, ale také přilehlé pozemky či samotné vodní toky. Cílem těchto opatření je minimalizovat škody způsobené povodněmi a zajistit ochranu obyvatel a majetku v Kraji Vysočina.

2 Cíle práce

Cílem práce je sestavit přehled nejznámějších povodní, které sužovaly Kraj Vysočina od povodně roku 1714 a analyzovat je v rámci historické posloupnosti. Dále zmapovat příčiny vzniku a jejich vliv na okolní obce. Cílem je vysvětlit pojmy vztahující se k dané problematice pro lepší porozumění. Detailnější představení ohrožených lokalit a vodních toků v Kraji Vysočina s návazností na jejich protipovodňová opatření, ať už realizovaná nebo pouze navržená. Zhodnocení protipovodňových opatření, zda jsou vyhovující, či je zapotřebí efektivnějšího řešení. Badatelská část je orientována na vyhledávání povodní z historických zdrojů, kronik obcí či jiných dokumentů. Součástí je poukázání na lokality, kde by bylo vhodné navrhnout protipovodňové opatření.

3 Povodně

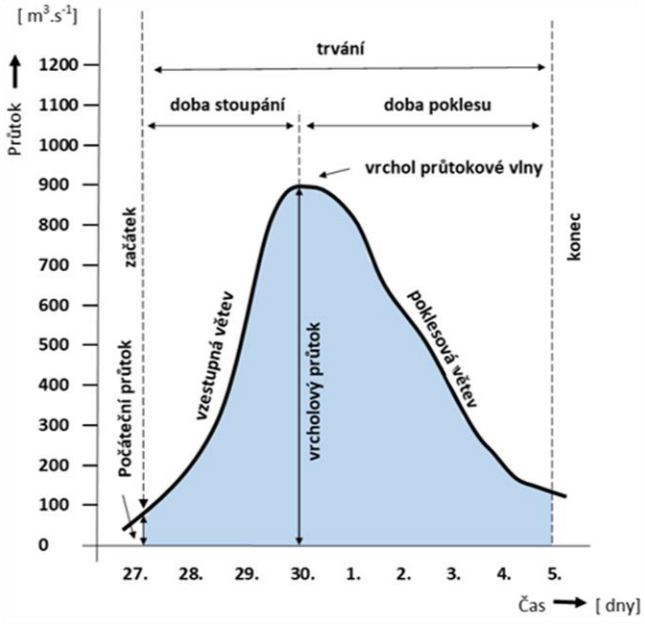
Povodeň, latinsky Diluvium, je přírodní katastrofa způsobená silnými přívalovými dešti, déle trvajícími srážkami menší intenzity nebo táním sněhu či ledu. Pokud objem vody vystoupá nad průtokovou kapacitu daného říčního koryta, vodního díla, či jiné vodní nádrže, dochází k rozlévání do okolního území, přičemž nekontrolovatelný rozliv této vody způsobuje malé či velké škody na místní infrastruktuře, movitém i nemovitém majetku, zemědělských plochách, krajině a v neposlední řadě ohrožuje lidské životy. Vše závisí dle intenzity a rozsahu jednotlivých povodní (Brázdil a kol. 2005; Kozák a kol. 2007).

Povodeň můžeme také vnímat jako stav, kdy voda nemůže dočasně odtékat přirozeným způsobem, její odtok je nedostatečný či dochází-li k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod (Adamec a kol. 2012).

Zároveň jsou jednou z největších přírodních hrozeb pro Českou republiku. Více než jedna třetina České republiky byla postižena, nejvíce trpěly jižní, střední a severní Čechy. Morava byla také postižena (Řezáč a kol. 2011).

Pro popis povodní, dle Státníkové (2012), je klíčovým prvkem kulminační vodní stav, což je nejvyšší stav hladiny vody u průtokové vlny (obr. 1). Průtoková vlna je používána pro všechny vlny na toku bez ohledu na vznik. V hydrologii se kromě toho používá také kulminační průtok, který umožňuje porovnávat intenzitu povodní mezi sebou. Záznamy kulminačních průtoků jsou následně statisticky zpracovávány, aby se stanovil N-letý kulminační průtok Q_N, který je v průměru překonán jednou za N_{let}. V praxi se používají výrazy jako "pětiletá", "padesátiletá", "stoletá" nebo "tisíciletá" voda.

Ve druhé polovině 19. let byly povodně v České republice poměrně časté a intenzivní, naopak ve druhé polovině 20. století se vyznačovala sníženým počtem. Otázkou zůstává, do jaké míry jsou povodně pouze přírodní událostí a do jaké míry jsou podpořeny antropogenními akcemi. V České republice bylo intenzivní zemědělský po Druhé světové válce ovlivněno socialistickým kolektivním hospodařením, kdy docházelo k ničení luk, živých plotů a vinic, a docházelo tak ke sjednocování orných půd (Vávra a kol. 2017).



Obr. 1: Hydrogram průtokové vlny a její prvky. Modrá barva vyznačuje objem průtokové vlny (Brázdil a kol. 2005; autor 2022)

Tradiční scelování pozemků bylo již před druhou světovou válkou upraveno právním předpisem, kdy protektorátní vláda schválila vládní nařízení a scelování hospodářských pozemků (SPÚ ©2022).

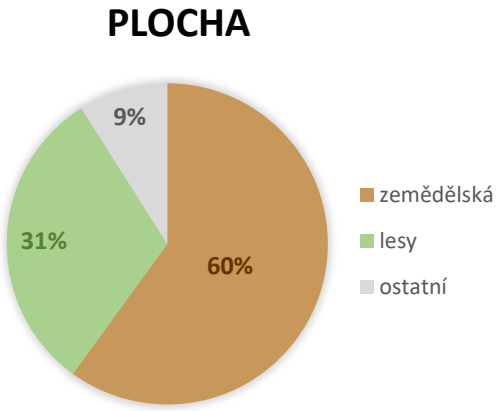
Další příčinou je zkracování vodních toků, odvodňování půdy, jehličnaté monokultury nebo úpravy řek (Vávra a kol. 2017 ex. Vaishar 1999).

3.1 Faktory ovlivňující vznik a průběh povodní

Vznik povodní je způsoben několika faktory jako jsou například faktory meteorologické a fyzickogeografické. Nejčastěji vznikají zpravidla meteorologickými faktory, které se dělí na předběžné a příčinné. Předběžný faktor působí několik dnů či dokonce měsíců před vznikem povodně. Mezi tyto faktory se řadí především nasycenost povodí, promrznutí půdy, výška sněhové pokrývky a její vodní hodnota, aj. Z předběžných hydrologických faktorů hraje důležitou roli naplnění koryt vodních toků ještě před samotným začátkem povodně. Přičemž příčinný faktor působí několik hodin až dnů před vznikem povodně a je jejím spouštěcím mechanismem. Mohou to být trvalé přívalové dešťové srážky, rychlost větru ovlivňující tání sněhové pokrývky či kladné teploty vzduchu (Brádil a kol. 2005).

Převážně v letním období je z meteorologických situací nejpříhodnější vznik bouřkových procesy, kdy na území republiky je přenášen vlhký vzduch z Atlantiku. Povodně způsobené meteorologickými jevy lze dělit jako povodně vzniklé v důsledku krátkých intenzivních srážek (lijáky, průtrže mračen), povodně z vydatných trvalých srážek a povodně v důsledku tání ledu (Brázdil a kol. 2004; MŽP ©2022).

Mezi rizikové faktory pro vznik přívalové povodně se řadí intenzita srážek v bouřce, rychlost pohybu bouřek (čím je pohyb pomalejší, tím je riziko větší), řetězový efekt bouřek (přechod několika bouřek ihned po sobě skrz jedno povodí), synergie pohybu bouřek po směru odtoku vody v povodí, výskyt nepropustných povrchů a v neposlední řadě konfigurace terénu s velkou svažitostí a úzkými údolími (Kozák a kol. 2007; MŽP ©2022).



Obr. 2: Koláčový graf vybraných typů ploch v Kraji Vysočina v roce 2021 (ČÚZK 2022; autor 2022)

Matějíček a Hladný (1999) uvádějí jako rozhodující vlivy intercepci, detenci, infiltraci a objem říční sítě.

Intercepce znamená schopnost vegetace zadržovat srážky, které padají na povrch země. Tento účinek závisí na druhu, hustotě a vývojovém stavu vegetace a může také zpomalovat pohyb vody na povrchu, což zase prodlužuje dobu, po kterou je možné vsakovat vodu do půdy. Lesní porosty jsou nejdůležitější součástí při tvorbě odtoku, kdy se uplatňují pro zvýšenou retenci srážek a přispívají ke zpomalení odtoku (Matějíček a Hladný 1999).

V současné době je na území Kraje Vysočina 60 % zemědělské plochy, 31 % lesních ploch a 9 % ostatních ploch (graf. 1). V roce 1945 zaujímala zemědělské plocha 70 % rozlohy kraje. Lesy 26 % a ostatní plocha pouze 4 % (ČÚZK 2022).

Porost	Množství zadržených srážek ve věku 60 let [mm]	20 let [%]	100 let [%]
Smrkový	5,1 (max. 6,3)	65	87
Borový	3,0 (max. 3,9)	88	84
Bukový	3,5 (max. 4,1)	56	89

Tab. 1: Retence srážek v lesních prostorech dle věku vegetace. Procenta jsou vztažena k hodnotám intercepce porostů ve věku 60 let (Řezáč 2002; autor 2022)

Retence vody dle ČSN 75 0101 zahrnuje dočasné přirozené nebo umělé zadržení vody na povrchu terénu, v půdě, v korytě toku, vodní nádrži apod. Retence může být vyjádřena jako objem vody dočasně zadržené na povrchu terénu, v půdě, v korytě toku, vodní nádrži apod. nebo jako rozdíl přítoku do uvažovaného prostoru a odtoku z něho za časovou jednotku.

Detence je část srážek, která se dočasně zdržuje, či pohybuje během deště nebo krátce po něm po povrchu reliéfu, nebo se nachází v říční síti (ČSN 75 0110).

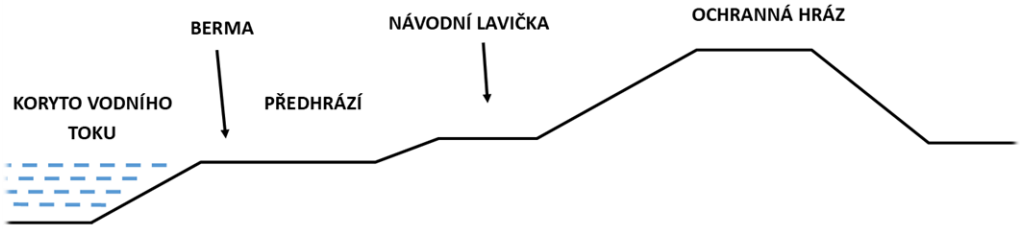
Infiltrace je vsak atmosférických srážek do půdních vrstev a do zvodně (nádrž podzemních vod). Vsak závisí na typu půdy, pórovitosti, mocnosti, jejím nasycením vodou a na obsahu humusu (Matějíček a Hladný 1999).

Objem říční sítě je plnění koryt toků a okolních oblastí břehů (břehová zóna) pod povrchem důsledkem hydrostatického tlaku. Také je to množství vody, které se při povodních rozlévá do inundačního území podél toku. Výše zmíněné vlivy jsou podmíněné fyzickogeografickými faktory, mezi které patří charakteristiky povodí jako například plocha a tvar povodí, sklon terénu, nadmořská výška a délka toku. Již v samotném toku záleží na průtočnosti koryta, která je dána jeho morfologickými vlastnostmi, jako je šířka, hloubka, břehová vegetace, sklon a zakřivení. Významným faktorem ovlivňujícím průběh povodní jsou úpravy vodních toků a vodních děl. Během regulací docházelo často k zániku meandrů při zkracování vodních toků. Povodňové ochranné hráze řeší problém, který nastává právě v daném úseku toku a nebezpečí záplav se pouze posouvá do dolních úseků (Matějíček a Hladný 1999).

3.2 Průběh povodní

Povodeň začíná při vyhlášení druhého nebo třetího stupně povodňové aktivity a za konec je považováno odvolání třetího stupně povodňové aktivity. Stane-li se, že během odvolání třetího stupně povodňové aktivity je vyhlášen stupeň druhý, končí povodeň až po odvolání druhého stupně povodňové aktivity. Rovněž za povodeň můžeme považovat stav, kdy nebyl vyhlášen stupeň druhého či třetího stupně

povodňové aktivity, ale průtok nebo stav vody v příslušném profilu či srážky dosáhly směrodatné úrovně pro některý ze zmíněných stupňů povodňové aktivity podle povodňového plánu příslušného územního celku (Adamec a kol. 2012).



Obr. 3: Ochranná hráz vodního toku (autor 2022)

Průběh povodně je charakterizovaný hodnotou kulminačního průtoku, objemem a tvarem povodňové vlny. Důležitou roli hraje také doba výskytu a druh povodně (Reidinger a kol. 2009).

3.3 Typy povodní

Dle Brázdila a kol. (2005) se povodně dělí na dešťové, sněhové a smíšené. Dešťová povodeň vzniká pouze z dešťových srážek a sněhová povodeň z důvodu tání sněhu. Kombinací tání sněhu a dešťových srážek vzniká povodeň smíšená. Ledové povodně probíhají při dočasném zmenšení průtočnosti koryta, např. ledovou zácpou.

Dešťové povodně

Dešťová povodeň lze popsat jako povodeň vzniklá kapalnými srážkami, kdy záleží na způsobu vzniku, intenzitě a době trvání deště. Dle zjištěných informací je dále můžeme dělit na povodně z trvalých srážek a povodně ze srážek přívalových, přičemž povodně z trvalých srážek vznikají při jednodenních až vícedenních srážkách. Velkou roli zde hraje tzv. "srážkotvorná" cyklona na území České republiky nebo v její blízkosti. Povodeň z přívalových srážek souvisí s krátkodobými srážkami, které se vyznačují krátkou dobou trvání, avšak velkou intenzitou. Síla srážek může dosahovat i přes sto milimetrů za hodinu a zpravidla je doprovázena bouřkami. Brázdil a kol. (2005) uvádí, že tyto povodně mohou v lokálním měřítku způsobit velké škody v důsledku působení obrovské kinetické energie tekoucí vody.

Rovněž je třeba poznamenat, že přívalové deště v řekách mohou způsobit různé druhy povodní, a to zejména kvůli různým příčinám, jako jsou selhání přírodních bariér (např. průtrže mračen, tání ledovců, aj.), stejně jako kvůli selhání konstruovaných bariér, jako jsou například přehrady (Eslamian a Eslamian 2022).

Sněhové povodně

Vznikají při teplotách nad 0 °C v zimním a jarním období při rychlém tání sněhové pokrývky. Mohou se objevit ledové jevy. Na území České republiky kulminační průtoky těchto povodní nedosahují zpravidla N-letostí (Brázdil a kol. 2005).

Smíšené povodně

Vznikají v důsledku kombinace tání sněhu a dešťových srážek. Podobně jako sněhové srážky mohou být také doprovázeny ledovými jevy. Jsou vázány na rozdílné povětrnostní situace, které přinášejí v zimě a na jaře oteplení, které doprovází silný vítr. Smíšené povodně mohou mít v České republice znatelně větší územní rozsah než povodně z trvalých srážek (Brázdil a kol. 2005).

Ledové povodně

Vznikají po období dlouhotrvajících mrazů, kdy dochází k zamrznutí řek a náhlému oteplení, které může způsobit odplavení ledu. Pokud dojde k ledovým zácpám, může dojít ke snížení průtočnosti koryta, což může způsobit výrazný zdvih vodní hladiny (Brázdil a kol. 2005).

Ve střední Evropě, jak uvádí Kozák a kol. (2007), se můžeme setkat s dělením na letní a zimní povodně, které jsou popsány následně.

Letní povodeň

Letní povodně jsou převážně povodně dešťové vyskytující se od dubna do listopadu. Jejich původ je možné najít v krátkodobých intenzivních srážkách, které jsou označovány jako blesková povodeň, kdy v rozmezí několika minut spadnou z mračen dešťové srážky, odpovídající vodnímu sloupci o výšce až několika stovek milimetrů. Bleskové povodně postihují převážně malé území a trvají v rámci několika hodin. Problémem této povodně je rychlost příchodu povodňové vlny (Kozák a kol. 2007).

Zimní povodeň

Ve střední Evropě Zimní povodeň přichází na přelomu zimy a jara, tedy přibližně od konce února do počátku dubna. Vzniká při tání sněhové pokrývky ve výše položených oblastech. Zimní povodeň se může vyskytovat i mimo již zmíněné období, a to například při tzv. oblevě spojené s dešťovými srážkami (Kozák a kol. 2007).

3.4 Stupně povodňové aktivity

§70 zákona č. 254/2001 Sb. odst. 1 uvádí*: „Stupni povodňové aktivity se pro účely tohoto zákona rozumí míra povodňového nebezpečí vázaná na směrodatné limity, jimiž jsou zpravidla vodní stavy nebo průtoky v hlásných profilech na vodních tocích, popřípadě na mezní nebo kritické hodnoty jiného jevu uvedené v příslušném povodňovém plánu.“*

Rozlišujeme tři stupně povodňové aktivity (SPA), kterými jsou stav bdělosti, pohotovosti a stav ohrožení (Adamec a kol. 2012).

První stupeň povodňové aktivity – I. SPA („bdělost“) nastává při nebezpečí přirozené povodně, ale nevyhlašuje se. Zaniká, jestliže pominou příčiny nebezpečí. Takový stav nastává také vydáním varovné informace předpovědní povodňové službě. Je vyžadována zvýšená pozornost vodního toku a zahajuje se činnost hlásné a hlídkové služby. Vodní díla mají takový stav i při dosažení mezních hodnot sledovaných jevů nebo skutečností, které by mohly vést ke vzniku nebezpečí zvláštní povodně (MŽP 2009; Vilém a kol. 2012).

Druhý stupeň povodňové aktivity – II. SPA („pohotovost“) je vyhlašován příslušným povodňovým orgánem, jestliže nebezpečí přirozené povodně přerostlo v povodeň, ale zároveň nedochází k velkým rozlivům a škodám mimo koryto. Aktivizují se povodňové orgány, další složky povodňové služby, prostředky na zabezpečovací práce a podle povodňového plánu se provádějí opatření, které mají za cíl zmírnit průběh povodně. Stejně jako u I. SPA se i stav pohotovosti vyhlašuje při překročení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností na vodním díle (MŽP 2009; Vilém a kol. 2012).

Třetí stupeň povodňové aktivity – III. SPA („ohrožení“) nastává při přímým nebezpečí nebo při vzniklých škodách většího rozsahu, ohrožení majetku a životů v záplavovém území. Vyhlášení provádí příslušný povodňový orgán a vyhlašuje se také, jako u předchozích dvou, při dosažení kritických hodnot sledovaných jevů na vodním díle a současně se zahajují nouzová opatření. Dochází k zabezpečovacím a v případě potřeby k záchranným pracím či evakuaci. Druhý a třetí stupeň vyhlašují i odvolávají povodňové orgány daného územního obvodu (MŽP 2009; Vilém a kol. 2012).

3.5 Ochrana před povodněmi

Ochranu před povodněmi upravuje zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (Vodní zákon) ve znění pozdějších předpisů, který definoval organizaci ochrany před povodněmi a oproti předchozímu má upravenou i například charakteristiku a vymezování záplavových území (obr. 3). Systémová ochrana potřebuje legislativní zajištění v plném rozsahu, tj. v oblasti prevence, průběhu povodně, následně při odstraňování škod po povodni a obnově území (MZe 2000).

Ochranu řídí povodňové orgány odpovídající ve své územní působnosti za organizaci ochrany před povodněmi. Jejich náplní je řízení, koordinace a kontrola činnosti ostatních subjektů (MŽP 2009).

Orgány ochrany před povodněmi se dělí dle časové osy do dvou typů orgánů. Prvními jsou orgány mimo povodeň, tj. orgány obcí a v hlavním městě Praze orgány městských částí, obecní úřady s rozšířenou působností a v hlavním městě Praze úřady městských částí stanovené Statutem hlavního města Prahy, krajské úřady a Ministerstvo životního prostředí. Druhými jsou orgány zapojené po dobu povodně, tj. 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 (MŽP 2009).

Ochrana před povodněmi dle MŽP (2009) se dělí na tři po sobě jdoucí opatření, kterými je opatření preventivní a přípravné, operativní při povodni a opatření po povodni. Preventivní a přípravná opatření jsou mimo povodeň a jedná se o zvládání povodňových rizik, povodňové plány, prohlídky zajišťování povodňových rezerv, aj. Operativní opatření při povodni je činnost předpovědní povodňové služby a hlásného systému. Dále se jedná o ovlivňování odtokových poměrů, kdy se například využívá volný objem vodních nádrží či zabezpečovací a záchranné povodňové práce. Třetím opatřením je opatření po povodni, kdy dochází k obnovení povodní narušených funkcí v zasaženém území, zjišťování škod a vyhodnocení průběhu povodně.

Základní a předvídatelná opatření by měla být zahrnuta v povodňových plánech. Ostatní jsou zajišťována a řízena povodňovými orgány. Povodňové plány

obsahují potřebné informace a údaje, jejichž základní strukturu tvoří, dle Vyhlášky č. 50/2023 Sb., povodňové plány obcí, správních obvodů obcí s rozšířenou působností, správních obvodů krajů a povodňový plán České republiky (MŽP 2009).

Obr. 4: Záplavová území Kraje Vysočina při 5leté, 20leté, 100leté a 500leté vodě. Zelenou barvou jsou zvýrazněné největší přirozené povodně. (1-04-01 Labe od Doubravy po Cidlinu; 1-03-05 Doubrava; 1-09-01 Sázava po Želivku; 1-09-02 Želivka; 1-07-04 Lužnice od Nežárky po ústí; 1-07-03 Nežárka; 4-16-01 Jihlava po Oslavu; 4-14-01 Dyje pod soutokem Moravské a Rakouské Dyje; 4-14-02 Dyje od soutoku Moravské a Rakouské Dyje po Jevišovku – část); 4-14-03 Jevišovka a Dyje od Jevišovky po Svratku – část*); 4-16-03 Rokytná; 4-13-02 Oslava a Jihlava od Oslavy po Rokytnou; 4-15-01 Svratka po Svitavu; *) povodí přesahující státní hranici České republiky (ArcGIS Online; DIBAVOD; autor 2022)*

3.6 Následky povodní

Následky povodní se odrážejí v přírodním i městském prostředí a mají vliv jak na abiotické faktory toků, nádrží, řek, tak i na faktory biotické. Dopad na organismy způsobuje pokles populace, plodnost a druhovou bohatost. Záplavy způsobují výrazné změny diverzity a rozšíření vodních organismů, zejména ryb a způsobují změny ekosystémových procesů (Lake 2000, Čech a kol. 2007, Lugeri a kol. 2010).

Povodně mimo jiné způsobují škody na obydlích, majetku a v nejhorším případě berou i lidské životy (Hadravová a kol. 2020).

Následkem povodní dochází k odstraňování povodňových škod a k následné obnově území po povodni. Odstranění povodňových škod následuje ihned po povodni k zajištění alespoň částečného fungování postiženého území. Prioritou je dopravní infrastruktura, poštovní a telekomunikační služby, zdravotnické, sociální a školské zařízení, zásobování energiemi, plynem a vodou. Dále musí být zajištěna potrava a obydlí pro občany. Opatření jsou zaměřena především na odstraňování bahna a naplavenin po povodni, kontrolu obydlí statikem a vysoušení obydlí. Obnova území po povodni záleží na zdroji financí a následném financování. Nejvýznamnější složkou, která poskytuje prostředky je stát, jenž má povinnost přispět postiženému území prostředky alespoň ke stabilizaci základních funkcí (Adamec a kol. 2012).

4 Protipovodňová opatření

4.1 Historická

Kozák a kol. (2007) uvádí, že ochrana před povodněmi se datuje až do pravěku a středověku. Zmínek z těchto období je velice málo, ale ani dokumentace z bližších dob není příliš objemná. Touto problematikou se lidé začali zabývat až v 18. století. Nejvíce se dozvíme z úředních dokumentů, instrukcí, nařízení a návodů, ale někdy mohou pomoci i vzpomínky postižených nebo dobový tisk.

Již v historii věděli, že na prvním místě, před velkou vodou, je prevence a respekt k záplavovým územím, kde je zásada nestavět sídla v inundačním území. Do preventivních opatření dle Kozáka a kol. (2007) lze zařadit i budování umělých staveb na vodních tocích, které mohly sloužit k částečné regulaci toků.

K jedním z nejstarších protipovodňových opatření (PPO) v Čechách, dle Kozáka a kol. (2007), patří příkop ze 14. století, který byl vybudován pod hradem Příběnice, tj, u Příběnic nad Lužnicí. Po dvou stoletích je doložená existence protipovodňových hrází, které již byly pravděpodobně pobořené, tudíž musely být vystaveny ve století patnáctém. Navigační komise nahradila tehdejší odborníky na vodu, kterými byli přísežní mlynáři. Jejich Úřad přísežných mlynářů roku 1764 zcela zanikl.

Kozák a kol. (2007) píše o pokynech a nařízeních, o kterých jsou zmínky již od 16. století. Nařízení se vztahovaly k vodním dílům, tokům a vodním stavbám. Dále zmiňuje nejstarší dokumenty, které se zabývaly následky a důsledky povodní systémově. Takovými dokumenty byly předpisy, které obsahovaly pokyny k evidenci živelných pohrom. Chování obyvatelstva během povodně se začalo řešit na přelomu let 1798 až 1799.

Postupem času se sestavovaly povodňové komise, protipovodňové plány byly detailnější. Okrsky povodňových komisí spadaly pod jednu hlavní centrálu, která se při vyhlášení poplachu shromažďovala na předem domluvených veřejných místech (školy, hostince) a domlouvala řízení prací. Kozák a kol. (2007) uvádí, že dané instrukce byly dotaženy téměř k dokonalosti, kdy řešily například i zásobování obyvatelstva, plány k vyvezení majetku k přátelům, rodině a v neposlední řadě nezapomínají uvádět i útočiště pro obyvatelé, kteří nemají kam jít a další místa, kam mohou jít staří a nemocní lidé nebo těhotné ženy.

4.1.1 Návěstní služba

Nejstarší způsob signalizace se dle Kozáka a kol. (2007) datuje rokem 1799, kdy při prudkém vystoupení vody se dalo znamení Výtoni třemi ranami z hmoždíře, dále probíhalo znamení střelbou, pískáním a bubnováním. V roce 1823 byly do signalizace zapojeni posli, kteří doručovali do Prahy ze Zbraslavi hlášení. Mimo poslů byla také hojně využívaná signalizace za využití ohně. Také dle úmluvy Prahy s c.k. královským berounským krajským úřadem Praha dostávala zprávu o zvýšené hladině koryt pomocí hmoždířů, které byly umístěny nad Modřanami a Malou Chuchlí. Znamení na Výtoni a Vyšehradě probíhala vystřelením jedné rány při vystoupání vody, dvou při zacpání koryta ledem a pokud došlo k mohutnému přibývání vody, byly vystřeleny rány tři. Ze zmínek víme, že v letech 1863 byly rozestaveny návěstní stráže po obou březích řeky. Zasažená místa se navíc přisvětlovala, aby byla dostatečně viditelná. Do současnosti se dochovaly plakáty s nápisem „Návěští“, které varuje

před možnou povodní. Další variantou pro získávání informací o blížící se povodni byly tzv. vodočty neboli místa, kde byla možnost srovnat dosažené úrovně hladiny řeky. Díky dobré telegrafické informovanosti Prahy o blížící se povodni měli obyvatelé čas na přípravu před povodní několik hodin, někdy i celý den.

4.1.2 Protipovodňová služba

Vznik protipovodňové služby se datuje do první poloviny 70. let 19. století, kdy byla vzniklá služba první v Rakouské monarchii. O pár let později, a to v roce 1875 byla založena Hydrografická komise pro Království české, která vydávala hydrografické ročenky vodoměrných pozorování již od roku jejího založení a posílala jej na vyžádání za zaplacení nákladů na doručení. Díky ní se významně zvýšil počet srážkoměrných a vodoměrných stanic. V roce 1919 vznikl ústav hydrologický a hydrotechnický T. G. M. v Podbabě. Od roku 1954 začal ústav vykonávat funkci samostatného útvaru a od roku 1961 Ústřední hydrologické předpovědní služby. Po několika letech, a to přesně v roce 1999, vzniklo regionální pracoviště HMÚ jako součást Centrálního předpovědního pracoviště (Kozák a kol. 2007).

4.2 Současná

Komplikovanou otázkou PPO je, jaké opatření vybrat. Volby vhodného typu je náročná z důvodu rozdílných místních podmínek. Záleží na vyžadovaném efektu, finančních možnostech a již zmíněných místních podmínkách.

V obydlených částech, kde mají být chráněni obyvatelé a lidská obydlí, se nelze vyhnout technické protipovodňové ochraně (Slavíková a kol. 2007).

4.2.1 Netechnická

Žádná, tj. nulová

Odráží se ve zkušenostech lidí, kteří žijí v blízkosti vodních toků. Zvláště pak v historických dobách, kdy obyvatelé stavěli obydlí mimo záplavové oblasti. Rozvojem vodohospodářských úprav došlo ke snížení vnímavosti povodňového nebezpečí (Novák a Novák 2011).

Definování a právní zajištění záplavových území

Dalším opatřením je definování záplavových území, což jsou administrativně určená místa, kde může docházet k záplavě vodou při výskytu přirozené povodně. Rozsah stanovuje vodoprávní úřad na návrh správce vodního toku. Dle nebezpečnosti povodňového průtoku se určuje aktivní zóna záplavového území, které má zásadní omezení výstavby (Slavíková a kol. 2007).

Předpovědní a varovné systémy

Hlásná a předpovědní povodňová služba slouží k včasné informovanosti o povodňovém nebezpečí. Očekávána povodeň může značně zvýšit připravenost a snížit škodlivé následky. Předpovědní povodňová služba má za cíl informovat povodňové orgány a další účastníky ochrany o nebezpečí vzniku povodně. Tuto službu má pod záštitou Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) společně se správcem povodí. Fungování zajišťují sjednocená pracoviště meteorologických a hydrologických předpovědí z ČHMÚ, Centrální pracoviště v Praze a šest regionálních předpovědních pracovišť na pobočkách ústavu. Nápomocní jsou také

vodohospodářské dispečinky státních podniků Povodí Labe, s.p., Povodí Vltavy, s.p., atd. Hlásná povodňová služba zabezpečuje informace pro varování obyvatelstva. Hlásnou povodňovou službu zajišťují povodňové orgány obcí s ORP. Detaily k hlásné a předpovědní povodňové službě obsahuje metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí. SPA jsou navázány na limity vodních stavů v hlásných profilech na tocích, které jsou obsaženy v povodňovém plánu. Hlásný profil je místo na vodním toku sloužící ke sledování průběhu povodně a jsou rozděleny do tří kategorií. Kategorie A – základní hlásné profily (ČHMÚ, Povodí), kategorie B – doplňkové hlásné profily (kraje) a kategorie C – pomocné hlásné profily (obec, vlastník ohrožené nemovitosti). Jako první informují o hrozícím nebezpečí srážkoměry lokálního výstražného systému (LVS) odesláním alarmových zpráv, které obsahují informaci o překročení limitních hodnot srážek. Další složkou LVS jsou vodoměrné stanice zaznamenávající vzestup hladiny vodního toku. Odesílání alarmových zpráv přichází ve chvíli, kdy dojde k překročení vybraných stupňů SPA. Příjemce bývá ve většině případů starosta obce či členové povodňového orgánu. Pro varování obyvatelstva slouží sirény či místní informační systémy a tzv. tísňová informace (MŽP 2011).

Osvěta a výchova veřejnosti

Základním pilířem osvěty veřejnosti je informovanost o povodňovém riziku, a především o předcházení daného rizika. Základním požadavkem je dostupnost údajů o varování před povodní, a i během ní. Dostupná je i tzv. Povodňová paměť, která pojednává o historických povodních. Informačními zdroji jsou například ČHMÚ, MŽP, MZe, stránky správců toků, ISVS Voda, či POVIS (MŽP 2011).

4.2.2 Technická

Technická neboli strukturální opatření představují stavební akce, kde je zapotřebí především ochránit lidé a jejich majetek. Na daném území závisí na tamních podmínkách, podmínkách finančních a majetkoprávních možnostech. PPO klade důraz na úpravu a zvyšování kapacity koryt, odtěžováním nánosů, výstavbou ochranných hrází (obr. 6) a výstavbou vodních děl aj. PPO nesmí zapříčinit další rozvoj ohrožených území. Cílem je pouze omezit povodňové škody na daném majetku. Technická opatření nejsou nikdy stoprocentní. Kdykoliv může přijít povodeň větších rozměrů, na kterou nebylo opatření přizpůsobeno. Nezastavěné oblasti by měly být naopak ponechány přirozené retenci. Zbylé riziko může být minimalizováno pouze správnou prevencí (Slavíková 2007; Novák a Novák 2011).

Přehrady

Přehrady jsou považovány za klíčové, co se týče ochrany před povodněmi. Ve většině nádrží je součástí retenčních prostor pro zachycení povodňové vody. Taktéž většina přehrad má druhotný význam, kterým může být výroba elektřiny. Z hlediska povodní je vyžadována nízká hladina přehrady, naopak k výrobě elektřiny je zapotřebí hladina vyšší. Podmínkou pro správné fungování přehrady je kvalitní a přesná hydrologická předpověď. Při povodních je PPO nadřazena ostatnímu využití přehrady, tudíž se hladina přizpůsobuje dle hydrologické předpovědi. Výsledkem výstavby přehrad je také příznivé ovlivňování zámrzu řeky pod hrází, a tím se snižuje riziko vzniku ledových povodní. Negativní dopad to má v případě mylného dojmu obyvatel na ojedinělé bezpečí díky přehradě. Škody obyvatel s falešným dojmem jsou fatální z důvodu nepřipravenosti na povodeň (ČHMÚ ©2022).

Ochranné a protipovodňové hráze

Ochranné hráze (Obr. 2) slouží k ochraně měst a obcí a jsou budovány co nejblíže chráněným objektům, aby nebyla omezena kapacita říčního koryta. Mohou být jednostranné nebo oboustranné. Hráze jsou dočasné či trvalé. Dočasné hráze mohou být ve formě zdí z různých materiálů jako například hliníkové stěny, hráze z pytlů apod. Trvalou hrází se pak rozumí hráz ve formě zemního valu (ČHMÚ ©2022).

Poldry a suché nádrže

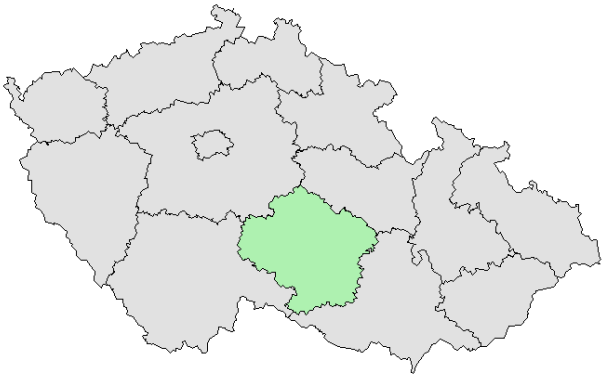
Poldr je území oddělené hrází v blízkosti vodního toku, které za běžných podmínek zůstává suché nebo s minimem vody. Při povodni je do poldru sváděna voda z vodního toku. Suchá nádrž zabírá velkou část území, a to je jistě jeho největší nevýhodou. Avšak v ploše poldru je možnost hospodaření, kdy při zaplavení přísluší náhrada škody. Suché nádrže slouží k zachycení povodňových průtoků a prostor těchto nádrží je využíván k zemědělským (lesnickým) účelům. Retenční prostory poldru se musí vždy po opadnutí velkého průtoku vyprázdnit, aby byly připravené k zachycení dalších možných přívalů (Hubačíková a Oppeltová 2008; ČHMÚ ©2022).

Úpravy v krajině

Úpravy mají za cíl zpomalit odtok vody a zvýšit retenční schopnost půdy. V osídlených místech je potřeba doplnit dalšími technickými ochrannými opatřeními. Mezi úpravy se řadí změna hospodaření, čímž se rozumí zalesňování, zatravňování, změna pěstovaných plodin aj. Dále mezi úpravy řadíme revitalizace mokřadů a odstranění starých melioračních zásahů, budování malých vodních nádrží, protierozní opatření (znovuvytvoření remízků a příkopů), hrazení bystřin a revitalizace vodních toků a změna hospodaření v říční nivě (ČHMÚ ©2022).

5 Charakteristika Kraje Vysočina

Kraj Vysočina se rozkládá na velké části Českomoravské vrchoviny (obr. 4). Zvlněná vrchovina se rozkládá mezi dvěma historickými zeměmi. Již zmíněná vrchovina dosahuje nadmořské výšky přes osm set metrů nad mořem a hlavními masivy tohoto kraje jsou Žďárské a Jihlavské vrchy. Kraj Vysočina má nadmořskou výšku 537 m.n.n. a je tak třetím nejvyšším krajem v České republice, která má průměrnou nadmořskou výšku 446 m.n.m. Vyšší jsou jen kraje Jihočeský a Karlovarský Kraj. Vysočina sčítá 508 952 obyvatel a rozkládá se na ploše 6 796 m^2. Původně byl kraj pokryt nepropustným pralesem, ale postupem času si ho lidé přizpůsobili k obrazu svému. Z kraje vytvořili krajinu, v níž se nachází lesy, louky, pastviny, pole a hájky. Kraj Vysočina je bohatý na rybníky, které plní funkci od hospodářských rybníků přes rekreační až po krajinotvorné (Kraj Vysočina ©2008).



Obr. 5: Poloha Kraje Vysočina v rámci České republiky (ArcGIS Online; autor 2022)

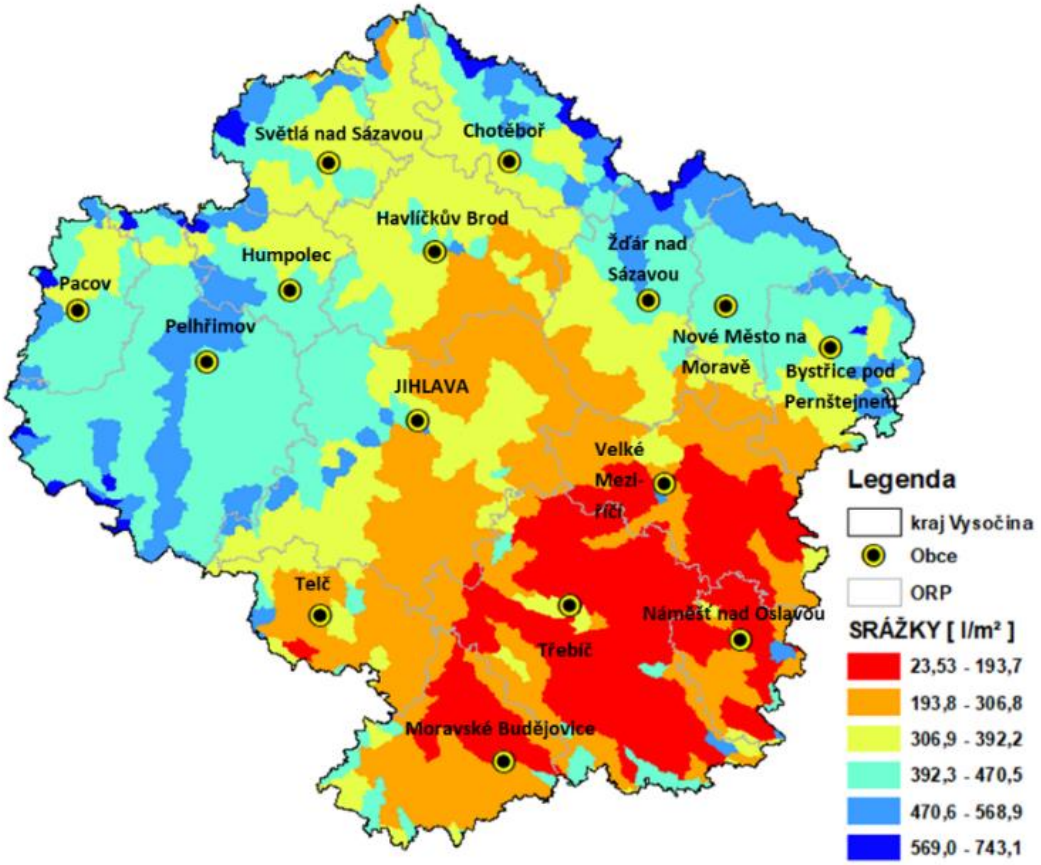
5.1 Klima a srážky

Převážná část Kraje Vysočina se nachází v mírně teplém podnebné oblasti. Vzhledem k jeho nadmořské výšce se území Javořické a Hornosvratecké vrchoviny řadí do oblasti chladnější. Nejchladnější části jsou Jihlavské a Žďárské vrchy, kde se průměrná roční teplota pohybuje okolo 5 °C. Na zbytku území průměrná roční teplota dosahuje 6–8 °C. Jihovýchodní část Třebíčska, kde teploty sahají až k 9 °C, je naopak nejteplejší částí kraje (Prokopová 2010; ČHMÚ ©2021).

Očekává se, že změna klimatu povede ke zvýšení frekvence a intenzity extrémních povětrnostních událostí. To zase povede k častějším výskytům extrémních povodňových jevů, jako jsou prudké přívalové deště a velké říční povodně (Kvočka a kol. 2016)

Zimní období je charakterizováno denní teplotou pod bodem mrazu. Na Vysočině ve vyšších oblastech začíná koncem listopadu a končí začátkem března, a naopak v nižších začíná počátkem prosince a končí koncem února. Na Vysočině se nachází místa s vlastní zimou, tj. zima, kdy denní teplota nepřesáhne 0 °C. V oblasti Žďárských vrchů trvá okolo dvou měsíců. Počet arktických dní je v kraji nízký, pouze okolo tří dní, kdy teplota nevystoupá nad -10 °C. Nejnižší lednová teplota byla naměřena na území Jihlavských vrchů -34 °C a nejvyšší +15,5 °C v Rouchovanech (Pohl 1996).

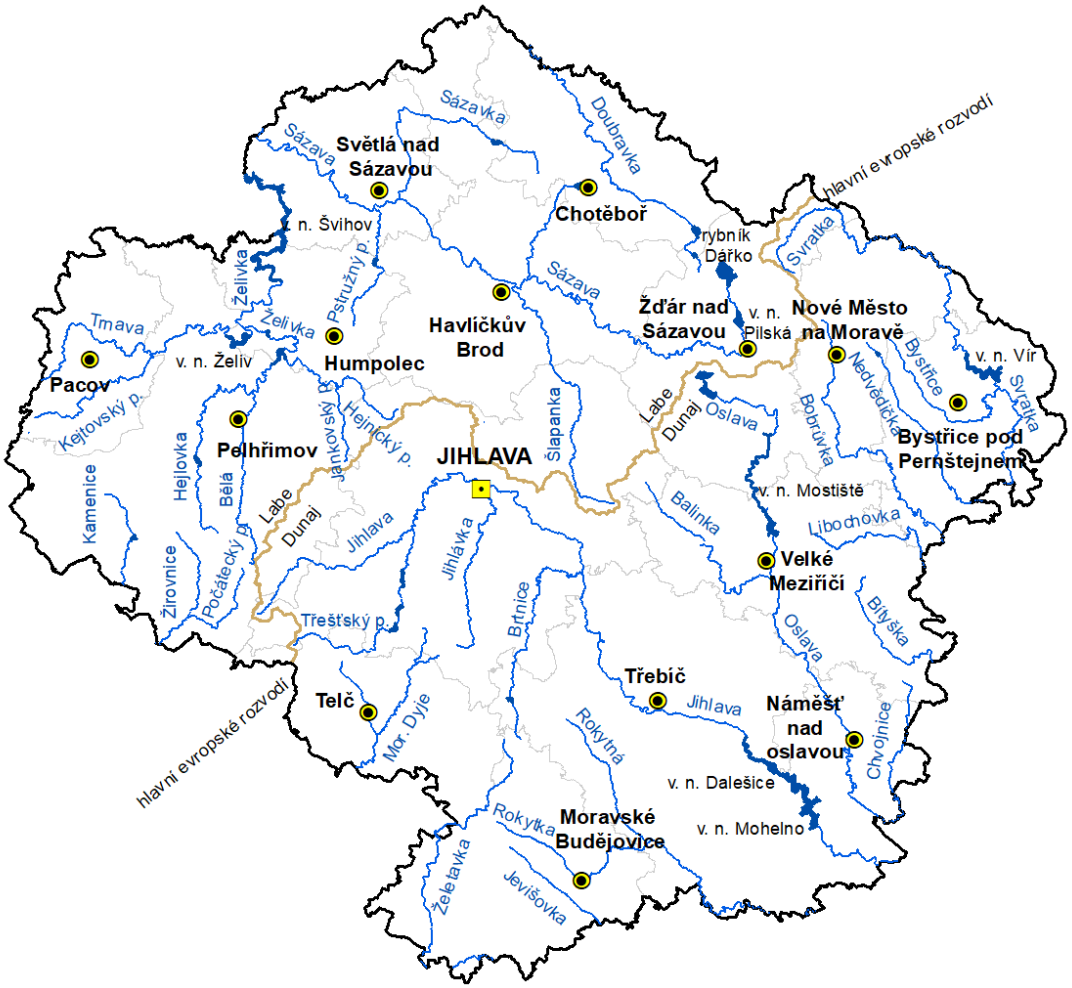
Roční úhrn srážek se pohybuje v rozmezí od 500 mm do 800 mm a nejhojnější srážky přicházejí v letním období převážně v červenci (obr. 5). Nejnižší úhrn srážek je v jihovýchodní části Třebíčska, která se nachází ve srážkovém stínu. Naopak nejvyšší úhrn je v oblasti Žďárských vrchů, které leží na návětrných svazích. Největší úhrn srážek byl naměřen v roce 1938, a to 324 mm ve stanici Milovy. Nejvyšší denní úhrn zde byl 97,5 mm v roce 1937 (Pohl 1996; Prokopová 2010; ČHMÚ ©2021).



Obr. 6: Rozložení srážek v Kraji Vysočina (ArcGIS Online; autor 2022)

5.2 Řeky kraje Vysočina

Česká republika se nachází na hlavním evropském rozvodí a je významnou pramennou oblastí (obr. 6). Většina řek u nás pramení a odtékají do sousedních států. Voda dále proudí do tří úmoří, kterými jsou Severní, Baltské a Černé moře. Tato rozvodí dělí Českou republiku na tři hydrologická povodí, kterými jsou povodí Labe, povodí Odry a povodí Moravy či Dunaje. Česká republika je mnohdy, z hydrologického hlediska, nazývána „střechou Evropy“. Voda z Vysočiny odtéká do Černého a Severního moře. Dle působnosti krajských povodňových orgánů spadá Kraj Vysočina do dvou hlavních povodí, kterými je Povodí Labe a Moravy (Adamec a kol. 2012; NZM 2019).



Obr. 7: Povodí Kraje Vysočina (DIBAVOD; autor 2022)

6 Metodika

Pro vytvoření své bakalářské práce jsem využila metodu teoretického výzkumu, který mi umožnil sestavení přehledu největších historických povodní v Kraji Vysočina. Taktéž jsem si vytvořila ucelený přehled o dané problematice v oblasti povodní a protipovodňových opatření, který mi v dalších částech bakalářské práce byl velmi přínosným. K tomu mi posloužil zákon č. 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Pro zjištění informací jsem využívala způsob, který jsem si zvolila pro porovnání povodní od nejstarších po ty novější, se ukázal jako vhodný z hlediska postupného srovnávání rozdílů v rozsahu škod a úrovně připravenosti. Výběr konkrétních povodní byl omezen převážně na novodobější, a jednu historickou, neboť pro stanovený výstup nebylo nutné zacházet hlouběji do historie.

Pro vznik práce byly klíčové jak literární zdroje, kterými byly kroniky a dobový tisk, tak i hydrologická data u novějších povodní. Stěžejními zdroji byly také celosvětové internetové databáze, prostřednictvím kterých jsem zjistila velké množství informací. Pro tvorbu mapových výstupů jsem využila programu ArcGIS. Velkým přínosem pro mě byly zaměstnanci městských a obecních úřadů, kteří mi poskytli fotodokumentace jednotlivých povodní a projektové dokumentace vzniklých a plánovaných protipovodňových opatření. Díky jejich ochotě, sdílnosti a mých vlastních znalostí dané oblasti, se můj výběr studovaných lokalit omezil převážně na jeden okres s výjimkou jediné lokality.

Po zjištění veškerých teoretických informací a výčtu historických povodní jsem začala zjišťovat informace o vyhotovených protipovodňových opatření v Kraji Vysočina, ať už realizovaných, či zatím pouze plánovaných. Díky předešlým kapitolám bylo porozumění těmto opatřením daleko snazší. Součástí práce bylo zhodnocení již realizovaných opatření v rámci efektivnosti a hledání nového místa vhodného pro realizaci protipovodňového opatření.

7 Významné povodně v Kraji Vysočina

7.1 Povodeň 1714

Sochr (1971) popisuje jednu z nejničivějších povodní, která roku 1714 postihla v Kraji Vysočina celý horní tok Sázavy. Nenadálá voda páchala škody od Žďáru nad Sázavou, přes Přibyslav, Havlíčkův Brod (dříve Německý Brod), Světlou nad Sázavou, až po Kácov.

Tato „biblická povodeň“ přišla dne 31. července 1714 kolem třetí hodiny odpolední v okolí Žďáru nad Sázavou (tab. 2), kde zásobovala velký rybník „Peklo“ a v následujících hodinách zaplavila celé širé okolí. Tamní rybníky nestačily sbírat velké množství vody, hráze rybníků se protrhávaly a masy vod se valily dál údolím Sázavy a Šlapanky. Z dochovaných záznamů se jednalo o nejničivější povodeň, která tento jinak poklidný kraj postihla. Líčení svědků se dochovalo v kronikách, rodinných zápisech, pamětních listech, a především za zmínku stojí lidové písně a dochované pověsti, které pouze potvrzují hrůzostrašnost této události vryté do lidských pamětí a historie (Petr 1931).

Sám Svoboda a kol. (2003) popisují léto 1714 jako horké a deštivé, s bouřkami ničivými přívaly a povodněmi, které nastaly 31. července a 1. srpna. Celkově rok 1714 považují za nadnormální, co se týče srážek a teplot. Zařazují ho do teplého pětiletého období počínaje rokem 1711.

Většina dochovaných záznamů uvádí, že katastrofa byla zapříčiněna rozvodněním Sázavy a Šlapanky (Elleder 2014).

Datum	Čas	Trvání povodně	Havlíčkův Brod, událost	Další postižené lokality (staničení, zdroje)
31. 7.	15 h		Krátká bouřka (AN)	–
	16 h		–	**Žďár n. Sázavou, (207 km):** počátek bouřky (MT, H)
	18 h		Pomalý vzestup (P)	**Žďár n. Sázavou, (207 km):** počátek povodně (KP)
	20 h	2 h	Nástup povodně (P, NS)	–
	22 h	4 h		**Světlá n. Sázavou, (144 km):** povodeň (MS)
	23 h	5 h		**Jimramov:** nástup povodně (PJ)
	24 h	6 h	Povodeň: zaplavena niva (P)	**Ledeč n. Sázavou, (129 km):** povodeň (KL, H)
1. 8.	01 h	7 h	Prudký vzestup hladiny (P)	**Kácov, (87 km):** povodeň (KK) [nepravděpodobné]
	02 h	8 h	Kulminace (J)	–
	03 h	9 h	Voda nesla trosky budov (AN)	–
	06 h	12 h	–	**Bystřice n. Pernštejnem:** konec srážek (ZK)
	12 h	18 h	Počátek poklesu hladiny (P)	–
2. 8.		48 h	Nový, menší vzestup (P)	**Zruč n. Sázavou, (105 km):** nalezeni utonulí (MZ)
3. 8.		72 h	Konec povodně (P)	–

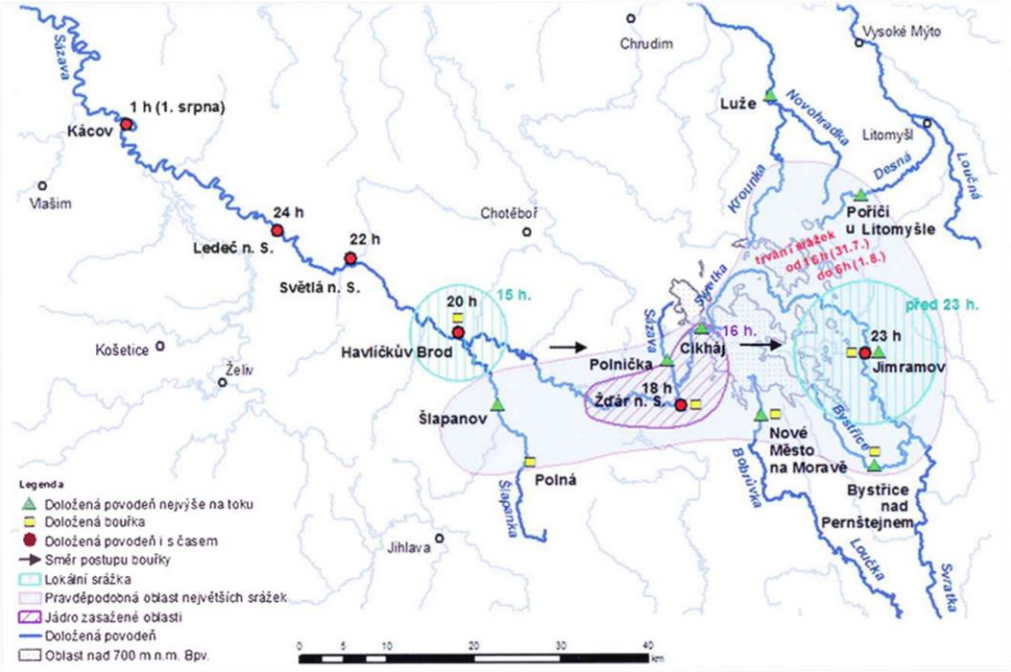
Tab. 2: Časový postup povodně ve dnech 31. července až 3. srpna 1714 (Elleder 2014)

Žďár nad Sázavou

Zvýšení hladiny vody začalo mezi 17. a 18. hodinou. Katastrofická povodeň začala v horní části povodí ve Žďáru nad Sázavou v 18 hodin (obr. 7). Silný přítok do soustavy rybníků způsobil postupné kolapsy jednotlivých rybníků, což ovlivnilo dynamiku povodně. Rybník Dářko nebyl v seznamu 8 kolabovaných rybníků, které byly v kronice města Žďáru nad Sázavou zmíněny. Je nepravděpodobné, že by tak

důležitý rybník byl opomenut z oficiálního seznamu, pokud by kolaboval. Domněnka, že tento rybník nekolaboval, je podpořena absencí jakýchkoli důkazů o záplavách a bouřích v severozápadní části oblasti v Doubravě a západní části povodí Chrudimky. Ostatní rybníky, jako např. Hameřský, Konvetský a Pilský, byly zcela zničeny. V roce 1962 byl rybník Pilský přestavěn na vodní nádrž pro zásobování průmyslu v okolí a navýšení objemu kladně podpořilo danou oblast. Kolabs rybníků zjevně dramaticky zhoršil dynamiku povodně ihned pod soutokem řeky Sázavy a potoka Stržský. Papírna na tomto místě a mnoho budov nacházejících se v nivě řeky poblíž města Žďár nad Sázavou byly zničeny (Elleder a kol. 2020).

Zakalená voda se rychle šířila dál velkou rychlostí. V důsledku toho utrpěly škody Prostřední mlýn, část Kovářovy ulice a několik málo staveb v Libušínské ulici. Nábřežní ulice a dvě nádvoří domů na Havlíčkově náměstí byly zaplaveny spolu s humny. Dvě stodoly, které patřily k domům s čísly popisnými 256 a 258, byly odneseny. Panská lázeň, která stávala na nábřeží, byla rovněž zničena. Největší škody však utrpělo Podskalí, kde v té době stálo minimálně šestnáct domů, z nichž deset bylo kompletně zničeno a pouze tři byly později obnoveny. Dále po proudu byl zaplaven panský dvůr s mlýnem. Povodeň nabírala na síle a postupně si s sebou nesla povalené stromy, zbytky staveb, písek, bahno a podobné věci. Voda se dále po proudu valila na Havlíčkův Brod (EDPP ©nepublikováno).



Obr. 8: Mapa průběhu povodně v roce 1714 (Elleder 2014)

Havlíčkův (Německý) Brod

K vzedmutí vody v tehdejším Německém Brodě došlo již v podvečer téhož dne, kdy voda zprvu pozvolna stoupala, ale během pár chvil se změnila v blížící se pohromu. Kolem druhé hodiny v noci vody stále rychleji a rychleji přibývalo a dosahovala již děsivé výšky. Kalné vody se rozlévaly po celém dolní části města po obou březích. Zaplavovány byly i výše postavené domy uložené uvnitř hradeb. Trčkova ulice (dříve „u Kytlofu“ nebo „Na Louži“) byla zcela zatopena (tato část byla tehdy níže položena, dle provedených vykopávek, místy až na dva metry) a v dolní

ulici se voda rozlila až ke Kocmanově uličce. Voda dosahovala takové výšky, že zaplavovala i půdy domů a sahala nad městské hradební zdi (Petr 1921 a; Petr 1921 b; Petr 1931).

Na levém břehu Sázavy se domy sesunuly, tamní špitál byl zcela zničen spolu se zvonicí se dvěma zvony. Pouze kostel sv. Kateřiny ustál sílu ničivé povodně. Opačně tomu bylo s dřevěným mostem, který byl roztrhán na kusy a proudem odnesen. Silný proud unášel nábytek, úly se včelami, dobytek, a dokonce i vyvracel stromy. Dřevěná kašna v Žižkově ulici byla spolu s vodou v ní proudem unesena až do Dolní ulice (Petr 1914 a; Petr 1931).

Obyvatelé města byli bortícími se domy zasuti nebo odneseny povodňovou vlnou. Okolo 70 obyvatel Německého Brodu takto nalezlo smrt. Dalších 11 lidí bylo odneseno proudem a několik kilometrů vláčeno rozvodněným korytem řeky a v nejčastějším případě pouze náhodou našli vysvobození před utonutím. Většina utopených byla daleko odnesena a záhy nalezena, i tak část nebyla dosud nalezena. Velká voda ještě třetí den (2. srpna) v Německém Brodě stoupala, ale nové škody již nepáchala. Až čtvrtý den (3. srpna) začala voda rychle klesat a napáchané škody šlo vidět čitelněji. Na 100 domů bylo zničeno a nespočet lidí ožebračeno. Kostel sv. Kateřiny povodeň ustál, ale byl silně poškozen a téměř celé předměstí bylo z mapy vymazáno. Dolní čtvrť města byla na dlouhý loket (78 cm) zanesena bahnem, kde šlo najít množství hadů, žab, štírů a ráčků (Petr 1914 b; Petr 1921 c).

Dosud koluje pověst o této hrůzné povodni, kdy voda měla dosahovat až na náměstí ke třetímu stupni mariánského sloupu. Prvním z připomínek této události bylo znamení na zdi kostela sv. Kateřiny vyznačené písmeny ABC upomínající na výšku povodňové vlny, které bylo roku 1854 při přestavbě kostela odstraněno. Na Památku byl na dům „Kašparovského“, kam dosahovala voda, umístěn „Bradáč“ do roku 1894, kdy při rekonstrukci byl odstraněn, čímž bylo město zbaveno poslední dochované historické památky na onu katastrofu (Petr 1921 c; Petr 1931).

Téměř všechny mlýny na řece Sázavě byly, jak uvádí Petr (1921 c), touto povodní poškozeny či dokonce zcela zničeny, zvláště dolní šlapánovský a perknovský. Dokonce i v Okrouhlici voda dosahovala až k zámecké zahradě. Obec Babice byla zcela zničena, výjimkou byly pouze tři domy a v té samé vsi bylo 42 lidí utopených a pryč odplavených.

„Tu též zase ves Babice,
S brodskejma domy plynouce
Mlejn i dvůr sebou pojaly
Též i lidé v nich jsou byli.
Skrz Světlou prudce plynuli,
žalostným hlasem volali:
„Pro Bůh, křesťané, pomozte, nás z této bídy vymozte.
Nedejte utonouti nám,
Zaplatí vám to Pán Bůh sám!“
„My to učinit nemůžem,

Vám i sobě zle zpomůžem.“

Leč ani ve Světlé, kdež voda dostoupila

„čtrnácti loket zvejší“, nebylo lépe, neboť tam

„ještě v těch domech svítíce

žalostně smutně plačíce,

Světelské domy zajalo

tři a dvacet s sebou vzalo“

a 73 osob – dle svědectví Jelínkova – nalezlo smrt ve vlnách

(Současná lidová píseň; Petr 1921c)

Světlá nad Sázavou

Dochované kroniky zmiňují povodeň ve Světlé nad Sázavou, která měla nastoupit kolem dva a dvacáté hodiny večerní, tedy šest hodin od začátku povodně. Tehdy již voda způsobovala ve Světlé četné škody (Elleder 2014).

„Okolo hodiny desáté v noci ze sedmdesáti vosmi lidí mladých a starých…mimo těch, kteří se navrátili utonuli…“ (Matrika zemřelých Světlá n. S. 1694-1742).

Poškozených domů ve Světlé nad Sázavou bylo dle Sochra (1971) čtyři a dvacet (v lidové písni se uvádí tři a dvacet) a sedmdesát tři lidí potopených a pryč vzatých.

Seidler (1887) popisuje ničivou povodeň v dubnu roku 1713 a další až v roce 1770. V mezidobí těchto roků se o žádné povodni nezmiňuje.

Ledeč nad Sázavou

Do Ledče se velká voda dostavila kolem půlnoci a zaplavena a zničena byla téměř polovina města (Elleder 2014).

Dvacet lidí tam bylo vodou vzatých a utopených, ale jen zlomek se jich postupem času našel (Petr 1921b; Sochr 1971).

„Přišla na město Ledeč vo půlnoci veliká povodeň…“ (Valchář 1907).

7.2 Povodeň 2002

Povodeň z roku 2002 je charakterizována výskytem dvou extrémních epizod srážek. Tyto katastrofální povodně vznikly v důsledku postupu dvou tlakových níží spojených s frontálním systémem přes střední Evropu. Postupovaly v krátkém časovém odstupu za sebou, nicméně jejich pohyb byl pozvolný, tudíž se trvání srážek na našem území značně prodloužilo (Řezáčková 2005).

První epizodou byla vlna srážek ve dnech 6.-7- srpna, která zasáhla především Jižní Čechy. Druhá vlna na povodí Sázavy zasáhla téměř celé území 13. srpna. V období mezi 8. – 10. srpnem se vyskytovaly bouřky a lokální deště s denním úhrnem srážek od 30 do 55 m. Na některých místech srážky netrvaly déle než dva dny, ale na určitých lokalitách se vyskytovaly lokální přívalové deště s extrémním

rozsahem. Během první vlny srážek bylo zasaženo pouze povodí Želivky. Tamní soustava nádrží však dokázala srážky zachytit (Povodí Vltavy, s.p. ©2003).

Významným problémem pro povodí Sázavy byl příchod druhé povodňové vlny srážek, které zasáhly značnou část území. Dle Povodí Vltavy, s.p. (©2003) druhá povodňová vlna způsobila rozvodnění toku Sázava i jejich přítoků do úrovně 5 – 10letého průtoku.

Největší škody voda napáchala ve Štěpánově nad Svratkou (obr. 8 a obr. 9). Velké množství vody, kamení, bahna a dřeva se plnou silou opřela do obce. Chaty vytrhávala ze základů, odnášela mosty a způsobovala škody na lidských obydlích. Voda s bahnem zaplavovala přízemí domů a v určitých lokalitách dosahovala voda ve vnitřních prostorách až metr výšky. Voda s sebou odnášela asfalt ze silnic a ničila tak dopravní infrastrukturu a inženýrské sítě. Celkové škody tehdy sčítaly 120 mil. Kč (Jurman H., 2014).

Obr. 9: Ničivé škody na pozemní kominikaci při povodni v roce 2002 ve Štěpánově nad Svratkou (Městys Štěpánov nad Svratkou ©2023)

Obr. 10: Zaplavený Městys Štěpánov nad Svratkou při povodni v roce 2002 (Městys Štěpánov nad Svratkou ©2023)

7.3 Povodeň 2004 – Olešenský potok

Šercl a Kurka (2004) píšou o povodni, která zasáhla povodí Olešenského potoka v noci z 10. na 11. června roku 2004 a byla extrémní povodní přívalového charakteru neboli bleskovou povodní. Příčinou povodně byla aktivní bouřková činnost spolu s mimořádně intenzivním lijákem. Největší materiální škody tento liják napáchal v Ledči nad Sázavou, kde se Olešenský potok vlévá do řeky Sázavy a je tak jejím pravostranným přítokem s plochou povodí 34,5 km2 a délkou údolnice 12,8 km. Povodí má průměrný sklon svahů 9,8 % a většinu území tvoří zemědělské pozemky a lesy. Půdy jsou relativně dobře propustné a mohou zadržet větší množství vody. Na horním toku se nacházejí menší účelové nádrže, které mohou ovlivnit průběh povodně.

Bouřky se vyskytovaly v největším měřítku v pásu širokém 15 km a dlouhém přibližně 75 km, počínaje Kostelcem nad Černými lesy a konče v Havlíčkově Brodě, kde již dozajista slábly (Vilímek a kol. 2007).

V onen den, 10. června během šesté hodiny večerní, byl vydán varovný signál jako všeobecná výstraha. Nástup povodně byl natolik rychlý, že nebylo možné

vyhodnotit úrovně povodňové aktivity, ale byl vyhlášen krizový stav a další řízení probíhalo v režimu krizového řízení. V Ledči nad Sázavou se konala první schůze krizového štábu bezpečnostní rady pět minut po půl deváté večer (MěÚ Světlá nad Sázavou 2004).

Obr. 11: Snímek části Ledče nad Sázavou zasažené povodní na Olešenském potoce z roku 2004 (MěÚ Světlá nad Sázavou 2004)

Obr. 12: Zaplavená pozemní komunikace vodou z Olešenského potoka v roce 2004 (MěÚ Světlá nad Sázavou 2004)

Podle místního obyvatele postiženého povodní v oblasti soutoku Olešenského a Vrbeckého potoka, voda rychle stoupla o více než metr během několika minut po sedmé hodině večerní (obr. 10 a obr. 11). Toto náhlé zvýšení hladiny mohlo být způsobeno menšími rybníky na horním toku, které se rychle zaplnily, začaly přetékat a jejich hráze byly částečně destruovány. Při pozorování se zpočátku zdálo, že se vlna utlumila, ale později začala voda v toku stoupat kvůli zformování povodňové vlny na ostatním území povodí (ČHMÚ 2004).

Vilímek a kol. (2007) vyhodnotili povodeň na základě odhadu ČHMÚ Praha, kteří konstatovali, že povodeň na Olešenském potoce dne 10. června 2004 byla extrémní přívalovou povodní, jejíž doba opakování i doba opakování příčinných srážek překročila 100 let. Povodeň byla natolik silná, že voda vyplnila celou plochu údolní nivy. Ke splachu docházelo nejenom z polí, ale také z lesních ploch. Při lokálním průzkumu byly zaznamenány i starší hrubozrné sedimenty údolní nivy, které poukazují na intenzivější historický transport.

7.4 Povodeň 2006

Novodobější povodeň přišla na Vysočinu na přelomu března a dubna roku 2006, kdy zasáhla téměř celou Českou republiku. V průběhu zimního období se nahromadila vrstva sněhové pokrývky, a kvůli nízkému počtu teplejších období zásoby zůstaly až do března. Hlavními příčinami bylo rychlé tání mocné sněhové pokrývky a silné dešťové srážky. Tato povodeň místy dosahovala průtoků s dobou opakování 50

let (místy i 100 let). Významnou povodní se stala i z důvodu extrémních kulminačních průtoků (Tab. 5), a především pak dosaženými objemy odtoku (Kašpárek a kol. 2006).

Největší kulminační průtoky se objevily na tocích Moravy, Lužnice, Dyje, Sázavy a jejich přítocích. Povodeň v roce 2006 byla významná nejen kvůli velikosti kulminačních průtoků, ale především díky objemům povodňových vln. Ty dosáhly největšího rozsahu v povodích s vyššími nadmořskými výškami a velkými sněhovými zásobami (tab. 3), které pomaleji odtávaly a vodohospodáři byli nuceni upouštět vodu z přehrad. Takovým příkladem bylo povodí řeky Olše v Beskydech. (Látalová 2013; Peláková a Kašpárek 2019; Melenová 2020).

Vývoj povodně podpořily zásoby vody ve sněhu v oblasti Českomoravské vrchoviny. První mírné oteplení nastalo 20. března, kdy se teploty vyšplhaly nad bod mrazu. Již 24. března se průtoky zvyšovaly a dosahovaly úrovní devadesátidenních až třicetidenních vod (např. Jihlava). Největší přelom byl dne 25. března, kdy Českou republikou začal proudit vlhký a teplý vzduch s přechodem jednotlivých front, které doprovázely dešťové srážky (Kašpárek a kol. 2006).

Povodí	**Plocha [km^2]**	**Zásoby vody ve sněhu [mil. m^3] v nadmořské výšce**					**Celkové zásoby [mil. m^3]**
		do 300 m.n.m.	*300-500 m.n.m*	*500-700 m.n.m.*	*700-900 m.n.m.*	*nad 900 m.n.m.*	
Sázava	4350,3	3,0	189,2	249,9	4,2	-	446,3
Jihlava	2998,9	1,4	69,7	179,7	2,8	-	253,6
Moravská Dyje	10483,3	111,9	354,0	342,9	113,4	70,6	992,8

Tab. 3: Zásoby vody ve sněhové pokrývce v Kraji Vysočina ke dni 20.3.2006 (Kašpárek a kol. 2006; autor 2023)

V Kraji Vysočina bylo dosaženo v mnoha profilech na povodí průtoku s nejdelší dobou opakování. Mezi tyto povodí můžeme zařadit Sázavu, Jihlavu, Rokytnou a Moravskou Dyji. Na povodí Sázavy docházelo k záplavám z důvodu nedostatku možností retence objemu, anebo zachycování vody v nádržích či inundacích. Největším vodním dílem povodí je Vodní dílo (dále jen VD) Švihov na Želivce, které ale není prvotně určeno k zachycování povodňové vody. Nad VD Švihov byl dosažen 20letý průtok, kde protéká Želivka a Trnávka. Důsledkem vodního díla byl snížen kulminační průtok o přibližně 70 m^3.s^{-1}. Také Jihlava byla značně rozvodněna, která kulminovala na 20 - 50letém průtoku například v Batelově a Dvorcích (Kašpárek a Šercl 2006).

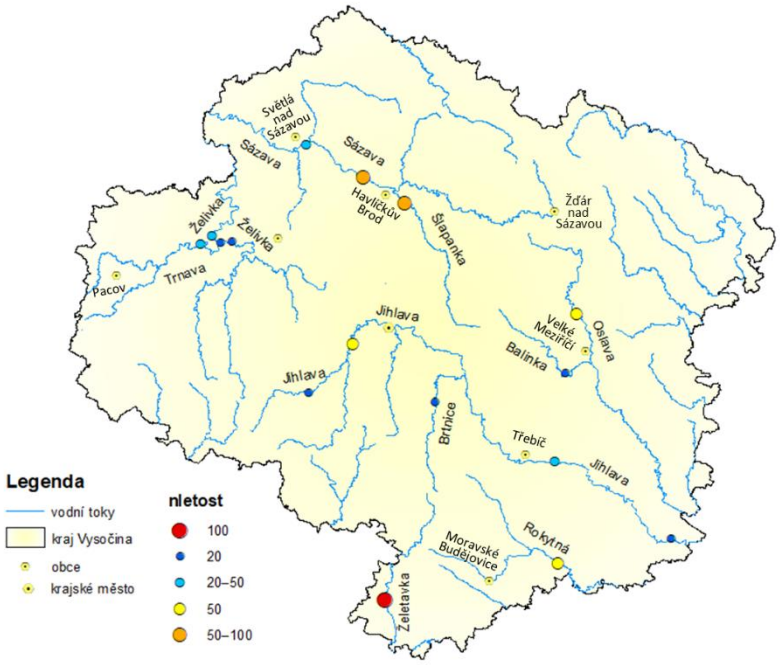
Dne 23.3.2006 byla vydána, na základě vyhodnocení povětrnostní situace, hydrologická informační zpráva, která varovala celé území ČR. Zpráva informovala před náhlým oteplením, dešťovými srážkami, zesílení jihozápadního větru, což mělo způsobit zvětšení odtoku. Dle předpovědi počasí byla další výstraha vydána 25.3.2006

centrálním předpovědním pracovištěm ČHMÚ a upozorňovala na vzestupy hladin na celém území ČR (Kašpárek a kol. 2006).

Látalová (2013) uvádí, že v období mezi 24. 3. a 26. 3. 2006 ovlivňovalo počasí v České republice nízkotlaká fronta spojená s přílivem teplého vzduchu, která přicházela od jihozápadu. Ve dnech 28. a 29. 3. 2006 postupovala nejvýraznější vlna srážek přes střední Evropu, která zasáhla 70 až 99 % území. Nejvíce srážek spadlo právě v těchto dnech. Tou dobou docházelo k oteplování, kdy se průměrné teploty pohybovaly kolem 15-20 °C, později již kolem 7-13 °C a srážkové úhrny 5. 4. 2006 dosahovaly 15 mm.

Od 26. 3. 2006 docházelo, jak uvádí Povodí Moravy, s.p. (©2021), k nárůstu hladin některých vodních toků s dosažením stupňů povodňové aktivity (SPA). Mezi 27. 3. a 29. 3. docházelo kvůli dalším výrazným srážkám k razantnímu nárůstu průtoků. Ve většině sledovaných profilů na vodních tocích byly dosaženy III. SPA. Kulminace hladin v těchto profilech výrazně přesáhly hranice III. SPA. Celkem byly dosaženy vodní stavy odpovídající III. SPA v 32 sledovaných profilech (tab. 4). Druhá povodňová vlna vlivem dalších srážek probíhala od 31. 3. do 1. 4., a na některých profilech dosáhla vyšší kulminace než v případě první vlny (např. na vodních tocích jako Balinka, Svratka, Jihlava, Oslava, Moravská Sázava atd.). V následujících dnech došlo k mírným poklesům hladin.

V Kraji Vysočina, kudy protéká horní tok Sázavy, docházelo k extrémně rychlému nárůstu kulminačního průtoku. V Havlíčkově Brodě nebyl na povodí o ploše 381,1 km^2 dosažen ani 5letý průtok, zatímco v Chlístově, pár kilometrů po směru toku, byl na ploše povodí 795,2 km^2 zaznamenán kulminační průtok s dobou opakování více než 50 let (obr. 12). Tato extremita byla zachována po celém toku až do soutoku s Želivkou. Přítoky nebyly nijak výjimečně rozvodněny, výjimku tvořila pouze Šlapanka (Kašpárek a kol. 2006).



Obr. 13: Vyznačené vodoměrné stanice, kde kulminační průtok dosáhl nebo překročil dobu opakování 20 let během povodně na přelomu března a dubna 2006 (ArcGIS Online; DIBAVOD; autor 2023)

U některých vodních děl v České republice byl vyhlášen 3. stupeň povodňové aktivity. Doba vyhlášení se pohybovala od jednoho do osmi dní. Celkem bylo v České republice byl 3. SPA vyhlášen u 25 VD a z toho na Vysočině byly dvě VD, kterými jsou VD Sedlice a VD Vřesník nacházející se v povodí Vltavy na toku Želivka (Kašpárek a kol. 2006).

Mezi kritické situace v Kraji Vysočina patřilo především pátrání po pohřešované osobě v obci Boňkov na Třebíčsku. Dalším významný problém způsobilo narušení hrází kaskády rybníků v Přibyslavi a narušení železniční trati Salavice-Třešť na Jihlavsku (Kašpárek a kol. 2006).

Tok	Stanice	2. SPA		3. SPA	
		Od	Do	Od	Do
Sázava	*Havlíčkův Brod*	29.3.	4.4.	29.3.	3.4.
	Chlístov	27.3.	6.4.	28.3.	4.4.
	Světlá nad Sázavou	27.3.	4.4.	28.3.	3.4.
	Zruč nad Sázavou	27.3.	6.4.	28.3.	3.4.
Šlapanka	*Mírovka*	27.3.	4.4.	28.3.	1.4.
Doubrava	*Bílek*	28.3.	4.4.	29.3.	3.4.
Jihlava	*Dvorce*	28.3.	4.4.	29.3	2.4.
	Brancouze	27.3.	6.4.	28.3.	3.4.
	Třebíč – Ptáčov	27.3.	5.4.	28.3.	3.4.
	Mohelno	31.3.	6.4.	1.4.	3.4.

Tab. 4: Data počátku a ukončení I. a II. SPA, na jednotlivých stanicích, v roce 2006 (Kašpárek a kol. 2006; autor 2023)

Ze záznamů MěÚ Světlá nad Sázavou (2006) bylo zjištěno, že v noci na pondělí 27.3. 2006 došlo k výraznému nárůstu průtoku v řece Sázavě a jejích přítocích, s předpokladem dalšího nárůstu průtoků. V ranních hodinách byl dosažen I. SPA v Ledči nad Sázavou (obr. 13 a obr. 14) a odpoledne v 15:00 hodin byl dosažen I. stupeň SPA na směrodatném vodočtu Sázava ve Světlé nad Sázavou (obr. 17 a obr. 18).

Obr. 14: Ledeč nad Sázavou během povodně v roce 2006 na Heroldově nábřež (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006)

O hodinu později, v 16 hodin, byl překročen I. stupeň SPA pro Sázavku a téhož dne, v pondělí 27.3., v 21:25 hodin byl na Sázavce dosažen II. stupeň SPA. III. stupeň SPA pro oblast s řekou Sázavou byl vyhlášen ve středu 29.3. po půlnoci (00:30 hodin). Nárůst hladiny trvale pokračoval během celé středy. Během odpoledne a večera došlo k překonání maximálních výšek hladin z povodní v roce 2005 (o 63 cm) a z roku 2002 (o 28 cm). Ke kulminaci došlo po půlnoci následujícího dne, tj. ve čtvrtek 30.3., a to na maximální výšce hladiny 408 cm (tab. 5). V noci ze středy

Obr. 15: Ledeč nad Sázavou během povodně v roce 2006 na Tyršově nábřeží (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006)

Obr. 16: Limnigrafická stanice s kombinovanou vodočetnou latí při běžném průtoku. Vodočet Světlá nad Sázavou (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006)

Obr. 17: Limnigrafická stanice s kombinovanou vodočetnou latí při povodni. Vodočet Světlá nad Sázavou (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006)

na čtvrtek kulminovala rovněž hladina Sázavky. Pokles hladiny na Sázavě pokračoval do pátku 31.3., kdy se v odpoledních hodinách pokles zastavil a nastal opětovný nárůst hladiny Sázavy. Druhý nárůst hladiny se zastavil 1.4. v ranních hodinách na výšce hladiny 400 cm na vodočtu ve Světlé nad Sázavou (obr. 15 a obr. 16) (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006).

Po této kulminaci Sázava souvisle Poklesala a po pěti dnech trvání III. stupně SPA klesla hladina pod směrodatný limit. Aktivizace povodňové komise byla ukončena dne 7.4. dopoledne, kdy hladina klesla pod výšku 160 cm na rozhodném vodočtu. Povodeň napáchala značné škody na majetku, strhla mnoho lávek a můstků (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006).

Obr. 18: Pohled na ulici Jelenova ve Světlé nad Sázavou při potopě v roce 2006 (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006)

Obr. 19: Povodeň ve Světlé nad Sázavou v ulici Jelenova v roce 2006 (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006)

Tok	**Profil**	**Plocha povodí [km^2]**	**Q_a [m^3.s^{-1}]**	**Údaje k vyhodnocení kulm. Průtoku**			
				Den	**Vodní stav [cm]**	**Průtok [m^3.s^{-1}]**	**Doba opak. [roky]**
Sázava	*Havl. Brod*	381,1	3,38	1.4.	287	73,5	2-5
Sázava	*Chlístov*	795,2	6,04	1.4.	253	214,0	50-100
Sázava	*Světlá n/S*	1141,7	8,17	30.3.	408	230,0	20-50
Sázava	*Zruč n/S*	1420,8	9,92	30.3.	490	302,0	50-100
Sázava	*Kácov*	2814,3	17,90	30.3.	570	431,0	20-50
Jihlava	*Brtnice*	97,7	0,14	29.3.	191	24,3	20
Jihlava	*Dvorce*	307,7	1,98	1.4.	272	53,4	50
Jihlava	*Ptáčov*	963,8	5,51	30.3.	445	191,0	20-50

Tab. 5: Kulminační stavy a průtoky ve vodoměrných stanicích v Kraji Vysočina (Q_a = dlouhodobý průměrný průtok) (Kašpárek a kol. 2006)

8 Protipovodňová opatření vybraných měst Kraje Vysočina

8.1 Havlíčkův Brod

Městem Havlíčkův Brod protéká řeka Sázava, což znamená, že záplavy jsou v této oblasti významným problémem. Město tedy implementovalo několik protipovodňových opatření, včetně výstavby protipovodňových hrází, poldru, lokální výstražný a varovný systém a podobně. Město také spolupracuje s dalšími organizacemi a úřady, jako je například Povodí Vltavy s.p., aby minimalizovalo riziko záplav. Tyto organizace mohou provádět pravidelné kontroly a údržbu toků řek a vodních cest, které mohou pomoci předcházet záplavám. Město také investuje do výstavby protipovodňových hrází, které mají pomoci minimalizovat škody v případě záplav (Kysilka a Pavlíček 2006; MěÚ Havlíčkův Brod ©2009 a).

Revitalizační a protipovodňová opatření na Cihlářském potoce

Tento projekt byl podpořen Evropskou unií dotací z Operačního programu Životní prostředí, která činila přibližně 40 mil. Kč. Na řešeném území je hlavním prvkem vodní tok a soustava vodních nádrží poskytujících vhodný biotop pro celou řadu živočichů a rostlin, které jsou vázané na vodní a mokřadní lokality. Na daném území se nacházejí i zvláště chráněné živočichové (Vydra říční, Ledňáček říční, aj.) a území zasahuje do prostoru Městské památkové zóny Havlíčkův Brod, kde se nacházejí významné krajinné prvky charakterizované dle zákona, tj. lesy, vodní tok a rybníky. Tyto VKV musí být chráněny před poškozením ve smyslu § 4 odst. 2 zákona 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny (MěÚ Havlíčkův Brod ©2009 b; MěÚ Havlíčkův Brod ©2010).

Protipovodňová a revitalizační opatření na Cihlářském potoce jsou jedním z největších dokončených projektu v Havlíčkově Brodě, který dostal čestné uznání jako Stavba Vysočiny 2013. Stavba byla zahájena v roce 2010 a dokončena na jaře 2013. Změny byly provedeny na rozlehlém území, které zahrnuje jak zastavěnou část města, tak i okolní krajinu. Tato oblast se táhne od Štičího rybníka pod Knykem až po rybník Obora pod ZŠ V Sadech, zahrnující Vlkovsko, Cihlář a park Budoucnost (obr. 19 a obr. 20) Úpravy byly zaměřeny především na snížení rizikových faktorů vodního toku a rybníků v jeho blízkosti. Cílem daného projektu byla optimalizace vodního režimu krajiny, zastavení poklesu biodiverzity a zvýšení ekologické stability krajiny. Dále také posílení retenční kapacity území, transformace povodňové vlny a obnova základních ekosystémových funkcí Cihlářského potoka se zapojením funkce údolní nivy. Za zmínku stojí náprava nevhodně v minulosti upravených toků, nevhodné odvodnění a dalších zásahů, které nevhodně ovlivňují vodní režim krajiny. Podstatnou část projektu zaujímá snaha o zvýšení retenční schopnosti krajiny a snížení výskytu negativních vlivů vodní eroze a sucha. Tento projekt sčítá tři základní cíle, které by měli být realizovány. Prvním je zajištění protipovodňové ochrany části zastavěného území města Havlíčkův Brod, které jsou ohrožované povodňovými průtoky již zmíněného Cihlářského potoka. Jedná se především o výstavbu nové suché retenční nádrže nad rybníkem Cihlář, dále o zvýšení retenční kapacity dílčích nádrží

soustavy a o úpravu hrází, výpustí na kaskádě rybníků a bezpečnostních přelivů jednotlivých vodních nádrží. Druhým cílem protipovodňové ochrany byla komplexní revitalizace původní nivy potoka v místech, kde to umožňuje konfigurace terénu, vodního toku a vodních nádrží, které se nacházejí v povodí daného potoka a měla za úkol zlepšit ekosystémové parametry revitalizovaného území. Docházelo tak k zřízení ostrovů, obnově luk a mokřadů a obnovení přirozené geomorfologie koryta a jeho funkčních vazeb na potoční nivu. Třetím cílem projektu bylo zlepšení rekreačního a výchovně-vzdělávacího potenciálu revitalizovaného území. Dále jako vhodné řešení můžeme vidět posílení rekreačního a retardačního potenciálu daného území a zvýšení biodiverzity lokality a zlepšení estetického významu krajiny. V rámci projektu bylo také provedeno vyčištění dna potoka a odstranění nepotřebného vegetačního porostu na březích. Také vodní tok, který byl v posledních desetiletích narovnán, byl nyní rozšířen o nové meandry (MěÚ Havlíčkův Brod ©2009 b).

Obr. 20: Zájmové území realizace protipovodňových opatření na Cihlářském potoce v Havlíčkově Brodě. Rybníky v pořadí od shora: Štičí, Zádušní, Pfaffendorfský, Hajdovec a Cihlářský (https://dppcr.cz/html_pub/index.html?d_mapy.htm)

SO 1: Výstavba retenční nádrže a souvisejících objektů

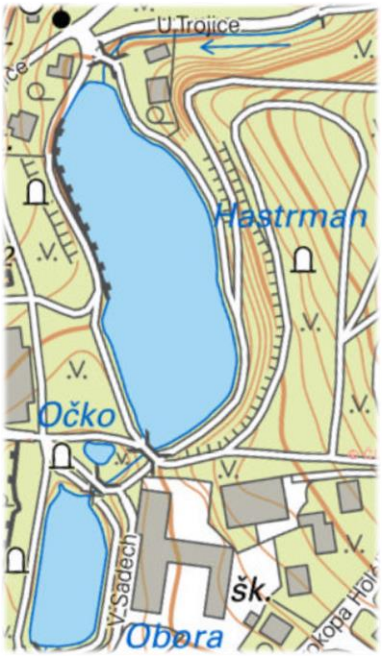
Výstavba nové suché nádrže neboli poldru o kapacitě 50 000 m^3 a navýšení retenční schopnosti tří rybníků, čímž by se měl snížit kulminační průtok a mělo by dojít k transformaci případné povodňové vlny při Q_{100} na úroveň, při které bude sníženo riziko rozlivu n-letých vod do zastavěného území. Vodní plocha poldru při maximálním naplnění je 33 100 m^2, při Q_{100} je objem vody v nádrži 41 420 m^3 a vodní plocha 29 350 m^2. Kulminační průtok při Q_{100} byl vypočten na 3,77 70 $m^3.s^{-1}$. Výsledkem projektu je jistě také vliv na odtok povrchové vody řešeného území, kdy dochází k zpomalení odtoku povrchové vody z krajiny a jejímu částečnému zadržení v krajině. Jedná se o suchou retenční nádrž se zemní hrází, která zahrnuje základovou výpust a bezpečnostní přeliv. Hrázové těleso bylo vybudováno jako homogenní sypaná zemní hráz. Ze vzdušné strany opřeno o navážku nad jižní komunikací a těleso bylo zatravněno. Maximální výška této hráze od návodní paty činí 2,85 m a šířka koruny hráze 4 m. Bezpečnostní přeliv je umístěn na pravém zavázání hráze jako boční přeliv. Odtok je zakrytý rámovými propustmi pod hráz a zaústěn do vývaru v otevřeném korytě i se základovou výpustí. Přelivná hrana má délku 7 m a délka zatrubnění je 23,5 m. Základová výpust byla vytvořena z betonového potrubí DN 1000 a jeho délka je 23 m. V retenčním prostoru nádrže je také navržena komplexní revitalizace toku, která je vázána na údolní nivu. Cílem byla obnova přirozeného vodního režimu nivy a posílení

ekosystémového potenciálu území. V prostoru zátopy nádrže je vybudováno 5 zahloubených tůní o hloubce do 1,8 m a s celkovou plochu tůní 2 190 m^2 (MěÚ Havlíčkův Brod ©2009c; MěÚ Havlíčkův Brod ©2009 d).

SO 2: Stavební a revitalizační úpravy rybníků na Cihlářském potoce

Stavební a revitalizační úpravy na rybníce Obora, dle technického řešení projektu dostupného na MěÚ Havlíčkův Brod (©2009 d), obsahovaly vytvoření litorálního pásma v příbřežních zónách v horní části nádrže o výměře 300 m^2. Došlo k úpravě a doplnění narušených částí stabilizace návodního svahu břehů nádrže. V mělkých litorálních zónách byly provedena výsadba vodních a mokřadních makrofyt.

Na rybníce Hastrman došlo k úpravě části hráze, přestavbě bezpečnostního přelivu a úpravě stávajících pobřežních zdí. Taktéž jako u rybníku Obora došlo k vytvoření litorálních zón v pravobřežních částech nádrže. Koruna hráze byla navýšena a pod výtokem z mostku byla navržena nová opěrná zeď. Bezpečnostní přeliv byl nahrazen novým přelivem kašnového typu, koruna byla ohumusována, zatravněna a na násypu vybudována stezka pro pěší. Poslední úpravou na řešeném rybníce byla oprava tehdejší kamenné zdi na severním břehu. V mělkých litorálních zónách došlo k vysázení vodních a mokřadních makrofyt. Cílem stavby je vytvoření místa pro rekreaci a navázat tak na stávající rekreační využití v prostoru parku (MěÚ Havlíčkův Brod ©2009 d).



Obr. 21: Rybníky Hastrman a Obora. Oba z těchto rybníků byly součástí PBPPO na Cihlářském potoce (https://dppcr.cz/html_pub/index.html?d_mapy.htm)

Revitalizace Cihlářského potoka byla provedena v úseku ř. km 4,870 – 5,617 (po úroveň maximálního nadržení vody v retenční nádrži). V meandrujících korytech se střídaní brody a tůně a kapacita daného meandrujícího koryta odpovídá Q_{30d} (obr. 21). Úpravy se týkaly především dílčích oprav koryta, kdy na levém břehu bylo urovnáno a doplněno vrstvou kamenné rovnaniny z lomového kamene. Mezi potoky Rantejch – Cihlář, Hastrman – Cihlář, Zádušní – Štičí a Pfaffendorfský – Zádušní byly vybudované nivy kvůli začlenění do okolní parkové úpravy. MěÚ Havlíčkův Brod ©2009 d) uvádí, že v rámci PPO byly zřízené tůně a slepá ramena pro nově vytvořené nivy. Místo bylo obohaceno o prvky mrtvého dřeva, které zajistí funkci estetickou, ale především stabilizační. Nejpodstatnější úprava se odehrála na samotném rybníce Cihlář, kde bylo zapotřebí zvýšit jeho retenční kapacitu. Došlo k navýšení hráze, rekonstrukci propustku na odpadu od bezpečnostního přelivu, rekonstrukce bezpečnostního přelivu a bystřinná úprava koryta pod přelivem. Součástí projektu byla oprava erozí narušených nábřežních zdí koryta. Břehy a svahy byly zpevněny kamenným pohozem a na území s rekreačním využitím bylo vytvořeno litorální pásmo s prvky mrtvého dřeva a s vodními a mokřadními makrofyty. V severní části nádrže byl zřízen ostrov a jeho břehy jsou tvořeny litorálním pásmem.

Rybník Hajdovec se dočkal zvýšení retenční kapacity a navýšení a urovnání koruny hráze. Mezi další úpravy byla zařazena výstavba požeráku a rekonstrukce bezpečnostních přelivů. Další důležitou úpravou byla stabilizace erozně narušeného břehu. V horní části nádrže bylo vytvořeno litorální pásmo a ostrov s celkovou výměrou 400 m^2 (MěÚ Havlíčkův Brod ©2009d).

Obr. 22: Obnovený meandrující tok v rámci přírodě blízkého protipovodňového opatření na Cihlářském potoce v Havlíčkově Brodě (Chládek a Tintěra Havlíčkův Brod, a.s. ©nepublikováno)

Pfaffendorfská průtočná vodní nádrž dostala nový boční bezpečnostní přeliv, koruna hráze byla navýšena a erozí narušený břeh byl stabilizován. Vodní nádrž Zádušní je taktéž průtočnou nádrží, které byla zvýšena retenční kapacita a byla ji navýšena koruna hráze. Dále byla provedena rekonstrukce bočních opěrných zdí a vytvoření nového bezpečnostního přelivu. Posledním rybníkem je Štičí rybník, kde proběhla celková rekonstrukce nádrže. Dočkal se tak úpravy hráze, rekonstrukce základové výpusti a výstavbě požeráku. Dále byl vyhotoven nový korunový bezpečností přeliv a došlo také k úpravě stávajícího přelivu (MěÚ Havlíčkův Brod ©2009 d).

Cílem stavebních úprav rybníka Štičí byla celková rekonstrukce nádrže. Došlo k úpravě hráze, rekonstrukci základové výpusti, výstavbě požeráku a výstavbě nového korunového bezpečnostního přelivu (MěÚ Havlíčkův Brod ©2009 d).

Vodní nádrž Zádušní je průtočná nádrž, které prošla rekonstrukcí z důvodu navýšení retenční kapacity. Došlo k urovnání a navýšení koruny hráze, stabilizaci návodního svahu, který byl napojen na tehdejší opevnění návodního svahu. Byla vybudována zatěžovací pata z lomového kamene na vzdušné patě hráze a koruna hráze byla vystavěna jako pojízdná. Nově vytvořený kombinovaný objekt výpusti je uložen v hrázi a bezpečnostní přeliv byl pouze nahrazen a ponechán na tamtéž místě. (MěÚ Havlíčkův Brod ©2009 d).

Tvorba nových biotopů má pozitivní vliv na zvýšení druhové rozmanitosti území a podporuje tak rozvoj mokřadních společenstev. Zapojení údolní nivy přináší především výhody pro rozvoj vlhkomilné vegetace a pro rozmnožování obojživelníků. Výsadbou vhodných druhů rostlin se posiluje celkový revitalizační efekt v souladu s geobotanickou rekonstrukcí stanovišť. Meandrující koryto s brody a tůněmi umožňuje stratifikaci proudových podmínek a vytvoření mikrostanovišť dna a břehů (obr. 21). Ryby a makrozoobentos mají možnost měnit stanoviště dle jejich biologických a ekologických zvyklostí. Aktivní niva zvyšuje pufrační schopnost území a vylepšuje samočistící funkci vodního ekosystému. Revitalizace lomu vylepšuje krajinný ráz lokality a vytváří klidné zóny pro hnízdění vodního ptactva a dalších druhů (MěÚ Havlíčkův Brod ©2009e).

8.2 Obec Herálec

Herálec je obec, která se nachází v severovýchodní části kraje Vysočina, v okrese Žďár nad Sázavou, na úpatí nejvyšších vrcholů chráněné krajinné oblasti Žďárské vrchy. Řešená obec se nachází 15 km severovýchodně od Žďáru nad Sázavou a 10 km jihovýchodně od Hlinska. V roce 2021 zde žilo zhruba 1 200 lidí. Celková rozloha obce Herálec je 20,5 kilometrů čtverečních a obec leží v nadmořské výšce 640 metrů. Území náleží do chladné klimatické oblasti, kde je léto velmi krátké, mírně chladné a vlhké. Přechodné období je dlouhé, jaro je mírně chladné a podzim mírný. Zima bývá velmi dlouhá, mírná s dlouhotrvající sněhovou pokrývkou. Dle katastru nemovitostí převládá na katastrálním území obce Herálec lesní půda. V katastru obce se nachází dva rybníky, Haťský a rybník Kuchyňka. Obcí protéká řeka Svratka, kterou spravuje Závod Dyje patřící pod Povodí Moravy, s.p.. Svratka je levostranným přítokem Dyje, do které se vlévá ve vodní nádrži Nové Mlýny. Svratka pramení na Českomoravské vrchovině pod Žákovou horou (810 m n. m.) v nadmořské výšce 771,93 m n. m. Délka vodního toku je 168,49 km a celková plocha daného povodí sčítá 7115,60 km^2 (Šindlar s.r.o. 2015; Obec Herálec ©2020).

Přírodě blízká protipovodňová opatření Herálec na řece Svratce

Zpracovatele projektové dokumentace PBPPO je Šindlar s.r.o, který měl za cíl postavit skupinu staveb, které jsou přírodě blízké a mají sloužit jako ochrana proti povodním na řece Svratka v obci Herálec. Tento projekt se nachází v úseku řeky Svratky mezi hrází rybníka nad obcí Svratka (km 163,000) a hospodářským mostem na hranici katastrálního území Kocanda nad obcí Herálec (km 170,450). Cílem studie je zlepšit ochranu proti povodním v obci Herálec a podporovat rozlití vody do nivy nad i pod obcí. Základním principem řešení tohoto projektu je využít prostoru v nivě nad i pod obcí Herálec k transformaci povodňových průtoku a k dosažení optimálního řešení proti povodním v této městské části. Městské zastavěné části jsou v obci Herálec klíčovým problémem z hlediska povodňového nebezpečí. Zástavba obce je rozložena poměrně těsně k vodnímu toku, kde ji povodňové průtoky značně narušují a je jimi výrazně ohrožena. Tímto řešením bude zajištěna odpovídající povodňová ochrana pro obec Herálec (Šindlar s.r.o. 2015).

Z hlediska stavu vodního toku a zachovalosti hydromorfologické složky bylo řešené území hodnocenp jako velmi nevyrovnané. Hodnocení stavu řeky Svratky bylo provedeno podle metodiky vydané Ministerstvem životního prostředí (Věstník MŽP ČR 2008/11) a zaměřilo se na komplexní řešení protipovodňové a protierozní ochrany pomocí přírodě blízkých opatření v rámci koncepce vydané Ministerstvem životního prostředí v roce 2007. Kapacita úpravy toku v obci Herálec odpovídala pouze úrovni Q_{10} (Povodí Moravy, s.p. 2014; Šindlar s.r.o. 2015).

Plánovaná opatření byla zaměřena na dosažení několika klíčových cílů, jak uvádí Šindlar s.r.o. (2015). Mezi tyto cíle spadalo maximální využití přirozené schopnosti údolní nivy zadržovat vodu, obnova přirozeného cyklu rozlivů povodňových vod do říční nivy pomocí úpravy břehů, terénní modelace a vytvoření berm a sekundární nivy, obnova přirozených geomorfologických parametrů a optimalizace ochranných hrázových systémů v obci. Důraz byl kladen na začlenění těchto ochranných prvků do architektury obce, aby vytvářely dobré morfologické parametry.

Kromě zlepšení protipovodňové ochrany měl tento projekt mít také významné vlivy na obnovu ekologických funkcí vodního toku a říční nivy, jako například

zlepšení morfologie říčního koryta, obnovení přímé vazby mezi říčním korytem a ekosystémem říční nivy, obnovení přírodě blízké struktury nivní vegetace a podporu biodiverzity a dynamiky biotopů říční nivy (Šindlar s.r.o. 2015).

V nezastavěném území byla realizována protipovodňová ochrana formou PBPPO. Stanovený cíl měl vést ke snížení kapacity koryta revitalizací a zvýšení kapacity rozlivů do údolní nivy, což mělo přispět ke zlepšení transformace povodňových průtoků. K tomu mělo docházet pomocí snížení kapacity koryta na korytotvorný průtok a rekonstrukce tvaru trasy koryta včetně střídání brodů a tůní dle geomorfologické analýzy. Důraz byl kladen na obnovu korytotvorných procesů, aby nedocházelo k akcelerované erozi. Součástí opatření byla také obnova přirozené nivní vegetace včetně struktury nivních a odstavených ramen, a to zejména v meandrovém pásu. V oblastech zastavěných zástavbou řešili protipovodňovou ochranu pomocí zkapacitnění koryta a urychlení odtoku (Šindlar s.r.o. 2015).

S cílem maximalizovat možnou kapacitu úpravy byla nad obcí navržena suchá retenční nádrž transformující průtoky do úrovně Q_{100} na bezškodný odtok, která se neuskutečnila z důvodu ekonomicky neefektivního řešení. Návrh je detailněji popsán na konci kapitoly (Šindlar s.r.o. 2015).

Tehdejší stav hydromorfologické složky v daném úseku toku a nivy byl převážně středního stupně (C), s tendencí klesat až na poškozený (D) nebo dokonce zničený (E) stav. Nicméně, v oblastech s lesními porosty se nacházely úseky, které dosahovaly velmi dobrého stavu (A) a některé části nivy byly zařazené do kategorie dobrý (B). Cílem plánu bylo tedy dosáhnout dobrého stavu hydromorfologické složky v celém řešeném úseku toku a nivy (Povodí Moravy, s.p. 2014).

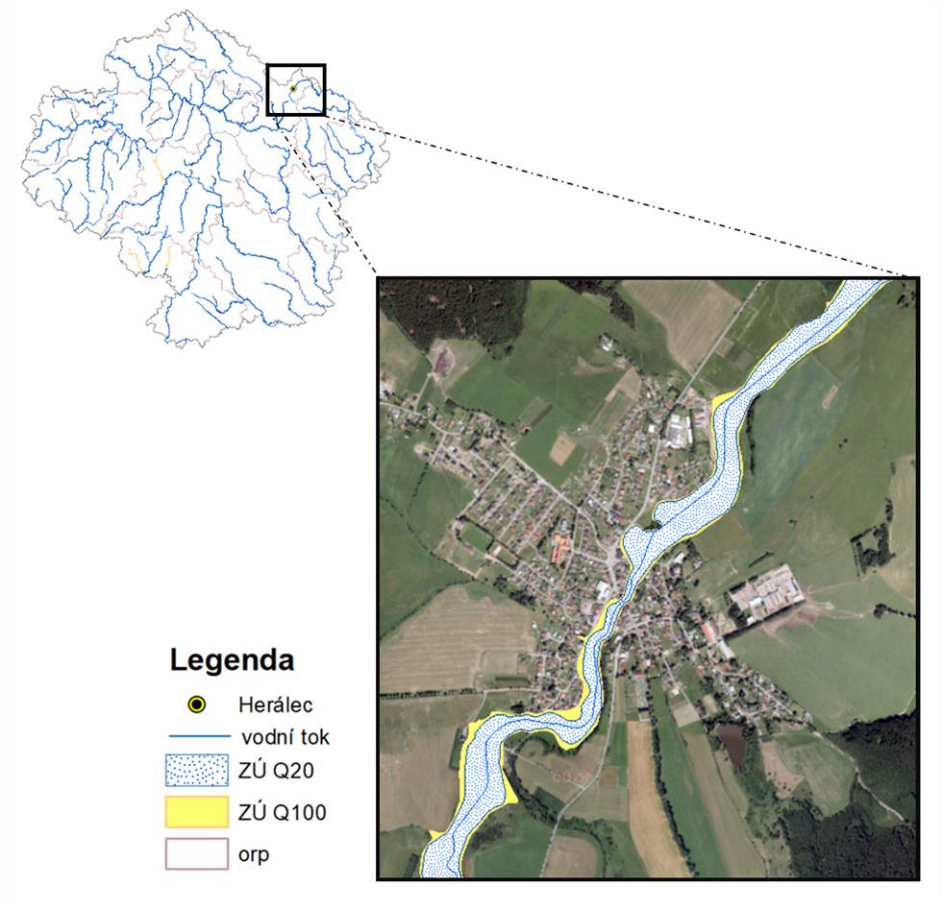
Obr. 23: Neregulované koryto v lesním úseku nad obcí Herálec (Šindlar s.r.o. 2015)

Z hlediska povodňového nebezpečí lze obec Herálec dělit na tři úseky. Úsek nad obcí Herálec, vlastní městskou trať v obci a úsek pod obcí Herálec. Městská trať v obci je klíčovým úsekem z hlediska povodňového nebezpečí a také zástavba obce je sevřena v těsné blízkosti vodního toku a je tam značné ohrožení průtokovou vlnou. Tok řeky nad obcí Herálec prochází převážně lesnatým úsekem a v tomto úseku nehrozí výrazné nebezpečí povodní pro jeho okolí. Nicméně, právě tento úsek má vliv na výši povodňových průtoků v obci Herálec a je tak jejich zdrojem (obr. 22). V úseku pod obcí se nachází polní trať, kde se nachází lesní porost, který není přímo ohrožen povodňovou vlnou, ale je nutné vnímat rozlivy jako přirozenou součást krajiny a podpořit retenční funkci nivy (Povodí Moravy, s.p. 2014).

Povodí Moravy, s.p. (2014) v projektové dokumentaci uvádí, že v úseku řeky Svratky nad obcí Herálec nebyly dotehdy prováděny systematické úpravy a v lesním úseku se zachoval původní tok. Nebyly zde žádné úpravy pro zvýšení retence vody. V úseku nad obcí Herálec se zřejmě prováděly místní úpravy, které však způsobily zrychlení odtoku vody. V celé městské části v obci Herálec byly, již v historii, prováděny systematické úpravy, včetně výstavby opěrných zdí. Kvůli omezenému

prostoru jsou však tyto úpravy nedostatečné a povodně výrazně ohrožují část zástavby. V případě, že by se vyskytla povodeň s periodou 20 let, došlo by k zatopení části obce, kde by bylo ohroženo 50 budov a záplava by se dotkla i čistírny odpadních vod. Při by bylo s periodou 100 let by se rozsah záplav sice již mnoho nezvětšuje, nicméně by bylo ohroženo dalších 31 budov (obr. 23).

Většina úseku toku pod obcí Herálec byla, jak uvádí Povodí Moravy, s.p. (2014), stále průběžně upravována, nicméně tyto úpravy již neměly zcela pozitivní vliv na ochranu proti povodním, naopak měly negativní dopad na schopnost toku odvádět vodu během povodní. Krátký úsek toku nad obcí Svratka již nebyl schopný tento nedostatek eliminovat.



Obr. 24: Vymezení Záplavového území v obci Herálec (ArcGIS Online; DIBAVOD; autor 2023

Z hlediska povodňového nebezpečí lze řešený úsek vodního toku rozdělit na šest hlavních částí:

Úsek 1: km 162,063 - 163,188 – úsek pod lesem včetně Svratecké nádrže

Úsek 2: km 163,188 – 164,038 – lesní úsek

Úsek 3: km 164,038 – 165,598 – úsek pod Herálcem

Úsek 4: km 165,598 – 166,195 – úsek v Herálci

Úsek 5: km 166,195 – 167,400 – úsek nad Herálcem

Úsek 6: km 167,400 – 168,765 – úsek nad Herálcem lesní část (Šindlar s.r.o. 2015)

Úsek 1:

V prvním úseku se projevil vliv malé vodní nádrže. V ústí vodního toku se tvořila delta, která výrazně akumulovala sedimenty a v dnové dlažbě se objevovali dokonce i jemné frakce, které se proti proudu přeměňovaly do štěrkopískových. Nádrž měla vlivem těchto účinků negativní vliv, co se týče průchodu splavenin níže po toku. Vznikal zde efekt tzv. hladové vody, který se vyznačuje nedostatek splavenin a s tím spojenou zvýšenou erozi, ztrátu dnových útvarů a s tím i část biotopů (Šindlar s.r.o. 2015).

SO 1: obtok malé vodní nádrže (rybí přechod)

V okolí vodní nádrže byl vybudován pravobřežní obtok neboli rybí přechod. Šindlar s.r.o. (2015) uvádí vybudování technického, migračně propustného rozdělovacího objektu v km 162,650 nad nádrží, který má za úkol rozdělovat průtoky do úrovně Q_2 přibližně na poloviny (obr. 24). Obtok připomíná přírodně blízký složený profil. Délka meandru sčítá 35 m s šířkou pásu 10 m. Kvůli různorodé konfiguraci terénu byl podélný profil rozdělen na dva úseky s rozdílným spádem. V úseku, který přiléhá k zátopě malé vodní nádrže je sklon pouze 1‰ a složený profil byl vybudován jako zemní bez opevnění. Naopak úsek nacházející se v blízkosti hráze má sklon 12‰ a složený profil byl opevněn kamenivem z důvodu rychlosti proudu.

Úsek2:

Dno se skládalo především ze štěrkopísků až písků s přirozenou strukturou. Niveleta dna byla částečně zahloubena a koryto bylo mírně erozně nestabilní (Šindlar s.r.o. 2015).

Obr. 25: Neregulované koryto v lokalitě nad Svrateckou nádrží. Voda se zde zahlubuje (Šindlar s.r.o. 2015)

Obr. 26: Regulované opevněné koryto v lokalitě pod Herálcem (Šindlar s.r.o. 2015)

SO 2: Přírodě blízká úprava Svratky v lesním úseku nad obcí Svratka

Hydrologický stav daného úseku byl stupně A/B a stav nivy stupně B/C. Taktéž se nachází v 1. zóně CHKO. Z těchto důvodů zde musely být navrženy pouze místní úpravy břehů. Do koryta byly vloženy technické a biotechnické objekty z mrtvého dřeva v počtu 6 až 15 kusů. Dále byly vytvořeny břehové nádrže, které pomáhají urychlit morfologické procesy (Šindlar s.r.o. 2015).

Úsek 3:

Tehdejší technicky upravené koryto bylo drženo ve stabilizovaném stavu akcelerované eroze (obr. 25). Splaveniny z tohoto úseku byly transportovány do nižších úseků. Korytotvorné procesy byly omezeny téměř na minimum a potenciál dynamiky byl zřejmý v krátkých úsecích, kde docházelo k rozpadu opevnění. Projevovaly se zde erozně akumulační procesy. V oblastech, kde probíhala revitalizace, je stávající koryto odstraněno a nahrazeno novým meandrujícím korytem s kapacitou pro korytotvorný průtok Q_{30d} (0,955 70 $m^3.s^{-1}$). Při rozlivu, celý meandrový pás a niva jsou zatopeny. Součástí revitalizace je nahrazení stávajících lávek brody (Šindlar s.r.o. 2015).

SO 3: Přírodě blízká úprava Svratky v polním úseku pod obcí Herálec

Bylo zde navrženo přírodě blízká oprava vodního toku a nivy. Tehdejší koryto bylo zrušeno a došlo k vybudování nového meandrujícího koryta s kapacitou odpovídající Q_{30d}. Meandr má délku 29 m a šířka pásu odpovídá 17 m. Meandrový pás se vine 178 m a jeho šířka je 102 m. Dojde-li k rozlivu, bude zatopený celý meandrový pás společně s nivou (Šindlar s.r.o. 2015).

Úsek 4:

Šindlar s.r.o. (2015) popisují úsek v Herálci, který byl již ovlivňenn realizovanou protipovodňová úprava, která spočívala v rozšíření koryta a zmenšením průměrných profilových rychlostí, což umožnilo částečnou akumulaci splavenin včetně písčitých frakcí (obr. 26). V korytě probíhaly dynamicky korytotvorné procesy.

SO 4: Přírodě blízká úprava Svratky v intravilánu obce Herálec

V intravilánu došlo k celkové úpravě toku. Stávající nábřežní zdi byly opraveny a částečně zvýšeny o 0,10 – 0,20 m. Stávající lávky, které byly nevyhovující, byly buď zvýšeny, nebo zrušeny. Silniční mosty včetně historického zůstaly beze změny. Vodní tok byl v tomto úseku zpracován jako složený profil se štěrkonosnou kynetou a bermami s koseným travním krytem. Celková kapacita složeného profilu činí 18 70 $m^3.s^{-1}$ (Q_{100} po transformaci poldrem) s drobným vybřežením do prostoru zahrad v centrální části obce km 165,599 - 166,195. Vybřežení by nemělo mít vážné dopady na budovy. V úseku km 165,607 – 166,213 byly stávající nábřežní zdi odstraněny a nahrazeny novými konstrukcemi. Základ nových nábřežních zdí je ze železobetonu s kari sítí o rozměru 150x150x6 mm. Zdi jsou tvořeny železobetonovou deskou s obkladem z kamenného zdiva spojeného cementovou maltou. Výztuž bude z KARI sítě o rozměru 150x150x6 mm. Spojení základu se zdí je zajištěno žebrovanou ocelovou kulatinou o průměru 10 mm s roztečí kulatin 300 mm v podélném směru. Obklad z kamene spojený cementovou maltou má tloušťku 300 mm. Spára je hluboká 15–30 mm. Lávka km 165,677 byla zvýšena o 30 cm, lávka km 165,850 (historický kamenný most) zůstala beze změny a lávka km 165,981 byla navýšena o 60 cm. Celková délka zdí bude 1261 m (Šindlar s.r.o. 2015).

Úsek 5:

Úsek byl negativně ovlivněn technickou úpravou. Jednalo se o zkapacitněné koryto, které transportovalo veškeré splaveniny bez akumulačního procesu. V lokalitě chyběly dnové útvary a koryto se po překonání opevnění nadále zahlubovalo (Šindlar s.r.o. 2015).

SO 5: Přírodě blízká úprava Svratky nad obcí Herálec

V dolním úseku řeky v úseku km 166,200 - 166,700 bylo provedeno rozšíření toku do pravého břehu a pravobřežní vegetace byla odstraněna (obr. 27). Levobřežní vegetace byla zachována. Úprava se prováděla jako složený profil a skluz v km 166,754 se nahradil balvanitým migračně propustným skluzem, skládajícím se z kamenných pasů o hloubce 1 m. Spádový objekt pro odběr do MVN na levém břehu v km 166,800 se opatřil betonovým prahem na místě přelivné hrany. Úprava lávek zahrnuje zrušení lávky v km 166,213 a navýšení lávky v km 166,495 o 28 cm. Alternativní řešení pro provedení Q_{20} (bez transformace poldrem 22,8 70 $m^3.s^{-1}$) zahrnuje výstavbu nábřežní zdi na levém břehu v úseku km 166,580 - 166,213 a zvýšení brodu v km 166,510 (Šindlar s.r.o. 2015).

Úsek 6:

Koryto vládlo přirozeným charakterem, kde převládaly stěrkové až balvanité frakce. Dnové útvary měly přirozený charakter a nic negativně nenarušovalo splaveninový režim. (Šindlar s.r.o. 2015).

SO 6: Poldr Herálec

Dle prvního posouzení z hlediska TBD vše nasvědčovalo, že suchá nádrž bude odpovídat III. stupni. Následně po dalším posouzení byl odhadnut stupeň II. Z tohoto hlediska se jednalo o silně ekonomicky neefektivní řešení. Objekt byl navržen bez následného popisu objektů z důvodu nerealizace v daném období. Měl se nacházet nad soutokem s pravostraným přítokem Břimovka. Na webovém portálu Povodňový plán České republiky se potvrdila neexistence daného poldru (Šindlar s.r.o. 2015).

Obr. 27: Regulované koryto u historického mostu v Herálci. V této části se ukládají splaveniny (Šindlar s.r.o. 2015)

Obr. 28: Regulované a opevněné koryto nad Herálcem (Šindlar s.r.o. 2015)

Na řešeném úseku řeky Svratky se nenachází maloplošná chráněné území ani prvky soustavy Natura 2000, jak uvádí Povodí Moravy, s.p. (2014). Nicméně zájmové území je součástí velkoplošných chráněných území CHOPAV Žďárské Vrchy a CHKO Žďárské vrchy. CHOPAV Žďárské vrchy se nacházejí v oblasti Žďárských vrchů, které mají vynikající podmínky pro přirozenou akumulaci podzemních i povrchových vod, a proto jsou tyto oblasti chráněny jako oblasti přirozené akumulace vod. Tyto oblasti jsou identické s chráněnými krajinnými oblastmi a jejich hranice jsou stanoveny stejně jako u těchto chráněných

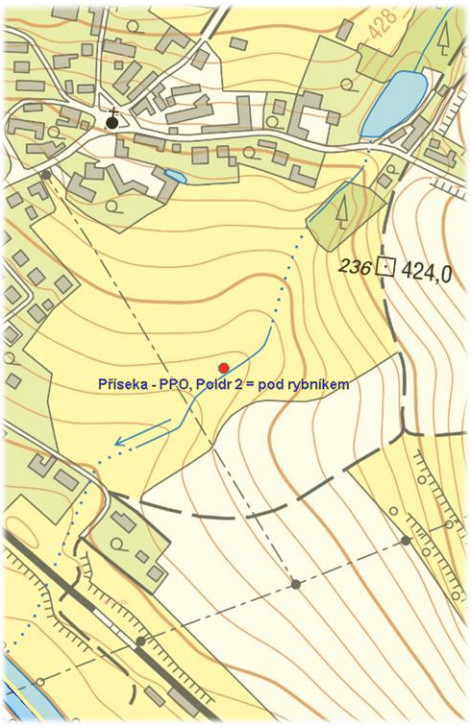
vodohospodářských oblastí. CHKO Žďárské vrchy má za úkol zachovat harmonicky vyváženou kulturní krajinu, kde je významné zastoupení přirozených ekosystémů. Krajinný ráz byl formován již od středověké kolonizace bývalého pomezního hvozdu a nachází se tam zalesněné hřbety Žďárských vrchů, pod kterými se prolínají pole a louky doplněné dřevinnou vegetací, rybníky a venkovskými osadami s prvky horácké lidové architektury. Celkově tvoří malebnou krajinu, která je důležitá pro ochranu přírody a kulturního dědictví. Voda je významným prvkem chráněného území Žďárské vrchy. Tato oblast je pramennou oblastí hlavní evropské rozvodnice mezi Severním a Černým mořem a obsahuje hustou síť drobných vodních toků, které sloužily od středověku k vytvoření rozsáhlé rybniční soustavy.

8.3 Obec Příseka

Obec Příseka (©2009) se nachází na pravém břehu řeky Sázavy, 1 km od Světlé nad Sázavou. Její nadmořská výška činí 420 m.n.m. a rozkládá se na území o rozloze 321 ha (z toho tvoří 48 % orná půda a cca 30 % území je zalesněno). Žije zde 436 obyvatel. Vodohospodářský atelier (2015) uvádí jako hlavní problémy se zrychleným povrchovým odtokem velký sklon území a délky obhospodařované bez přerušení po spádnici. Obec má nedostatek zatravněných údolnic v povodí a chybí tam interakční prvky (meze, pásy zeleně, lesíky, aj.).

Protipovodňové opatření v obci Příseka

Řešené PPO (výstavba poldru) bylo navrženo v nezastavěné lokalitě k.ú. Příseka (obr. 28). Územím protéka bezejmenný tok, který je pravostranným přítokem vodního toku Sázava a v obci protéká přes rybník a z něj odtéká voda zatrubněním, které pokračuje dále do údolnice, podchází železniční trať ČD a vyúsťuje do řeky Sázavy (obr. 30) (Vodohospodářský atelier 2015).



Obr. 29: Umístění poldru v obci Příseka na bezejmenném toku (https://dppcr.cz/html_pub/index.html?d_mapy.htm)

Území obce v daném povodí, jak uvádí Vodohospodářský atelier (2015), bylo ohrožováno povodňovými průtoky, kvůli zejména omezené kapacitě potrubí zatrubněného potoka DN 500. Toto potrubí mělo nedostatečnou kapacitu pro odvádění N- etých průtoků, což způsobovalo problémy se zatápěním přilehlých pozemků, komunikací a zástavby v jižní části intravilánu obce, když se objevily vyšší povodňové průtoky nebo jarní tání a vody z rybníka a jeho povodí se dostávaly mimo zatrubněný potok. Na zájmové lokalitě byla podmáčená louka, místy s náletovými dřevinami.

Vzhledem k těmto problémům se obec Příseka rozhodla řešit situaci prostřednictvím protipovodňových opatření, aby zajistila ochranu intravilánu před lokálními povodněmi. Návrh protipovodňových opatření se zaměřuje na neškodné převedení povodňových průtoků z povodí přes intravilán obce

a jejich následné odvádění zatrubněným potokem do řeky Sázavy (Vodohospodářský atelier 2015).

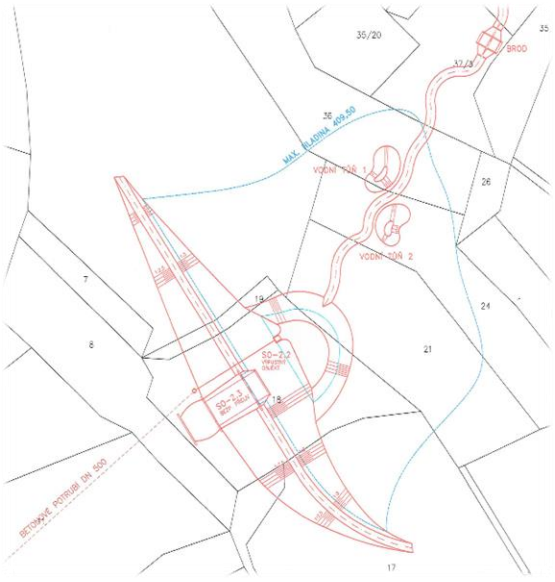
Řešení spočívalo v transformaci povodňové vlny Q_{100} v suché nádrži na bezeškodný odtok do stávajícího potrubí. Vodohospodářský atelier (2015) uvedl, že cílem stavby poldru bylo vytvořit zátopovou plochu přírodě blízkého charakteru, která vznikne vytvořením stálého nadržení s nevýznamným objemem, kde vznikne i litorální pásmo. Koruna hráze, návodní svah a vzdušný svah byly ohumusovány a následně zatravněny. Přispělo tak k udržení trvalého vodního režimu nad hrází poldru. Součástí návrhu opatření bylo odtrubnění potoka a jeho následná revitalizace v délce 230 m, která při realizaci byla zkrácena. Posledním dílem bylo vytvoření 2 doprovodných tůní, které vznikly prostým vyhloubením v terénu s mělkým břehy a s proměnlivou hloubkou vody do 1 m.

Obr. 30: Stavba hráze při realizaci PPO v obci Příseka. Fotografie pořízena při průběhu stavby dne 23.8.2015 (OÚ Příseka 2015)

Dle studie Vodohospodářského atelieru (2015) měly být poldry vybudovány dva, ale z dostačujících parametrů Poldru 2 se od realizace Poldru 1 (SO 1) upustilo.

SO 2: Poldr 2

Dle kolaudačního souhlasu vydaného MěÚ Světlá nad Sázavou (2016) byl poldr vytvořen jako průtočná nádrž s retenčním objemem 16 790 m^3 (obr. 31 a obr. 32), která zajistí transformaci povodňové vlny při Q_{50}=4,6 70 $m^3.s^{-1}$. Byla vystavena zemní homogenní hráz o délce 167,6 m s maximální výškou 6,15 m a šířkou v koruně 3 m. Hlavními konstrukční materiály, které byly použity pro výstavbu zemní hráze jsou hlinito-písčité a jílovito-písčité zeminy s příměsí štěrků. Návodní svah je opevněn z lomového kamene v úrovni okolo normální hladiny (obr. 29). Návodní svah nad tímto opevněním byl společně s korunou a vzdušným svahem ohumusován a oset travní směsí. V nejnižším možném místě zátopy byl vystaven betonový vtokový objekt s česlicovou mříží a terén pod tímto vtokovým objektem byl opevněn rovnaninou z lomového kamene. Výpustné potrubí je zaústěné pod hrází do stávajícího zatrubněného toku a má kapacitu 0,85 m^3. Bezpečnostní přeliv je přímý a nachází se v koruně hráze. Jeho délka je 9,5 m, což by mělo bezpečně převést průtok Q_{100} = 5,2 70 $m^3.s^{-1}$. Přeliv je na návodní straně opevněn dlažbou z lomového kamene. Přelivná hrana je vystavena



Obr. 31: Výkres z projektové dokumentace Poldru 2 zřízeného v rámci PPO v Přísece. Na obrázku se je možné vidět homogenní hráz, bezpečnostní přeliv, výpustný objekt, plocha stálého nadržení, meandrující potok a dvě tůně (Šindler 2015)

z vodostavebního betonu a v koruně hráze navazuje drsný balvanitý skluz taktéž z lomového kamene osazeného do betonu. Plocha zátopy mimo plochu stálého nadržení vody je trvale zatravněna.

Obr. 32: Vzniklý poldr v obci Příseka se stálou plochou nadržení (OÚ Příseka 2017)

Obr. 33: Vzniklý poldr plnící svoji funkci při zvýšených průtocích dne 31.5.2018 (OÚ Příseka 2018)

SO 3: Revitalizace toku

Dále došlo k revitalizaci toku, kde v údolnici nad hrází poldru došlo k odtrubnění potoka a následně k revitalizaci potoka v délce 215 m. Zemní koryto toku je hluboké 0,5 m a široké 3,3 m. Koryto revitalizovaného potoka je meandrováno a jsou vytvořené dvě boční tůně s celkovou plochou 130 m^2. Dle původního plánu jsou tůně vytvořené pouhým vyhloubením terénu s proměnlivou hloubkou dna a nepravidelným tvarem (MěÚ Světlá nad Sázavou 2016).

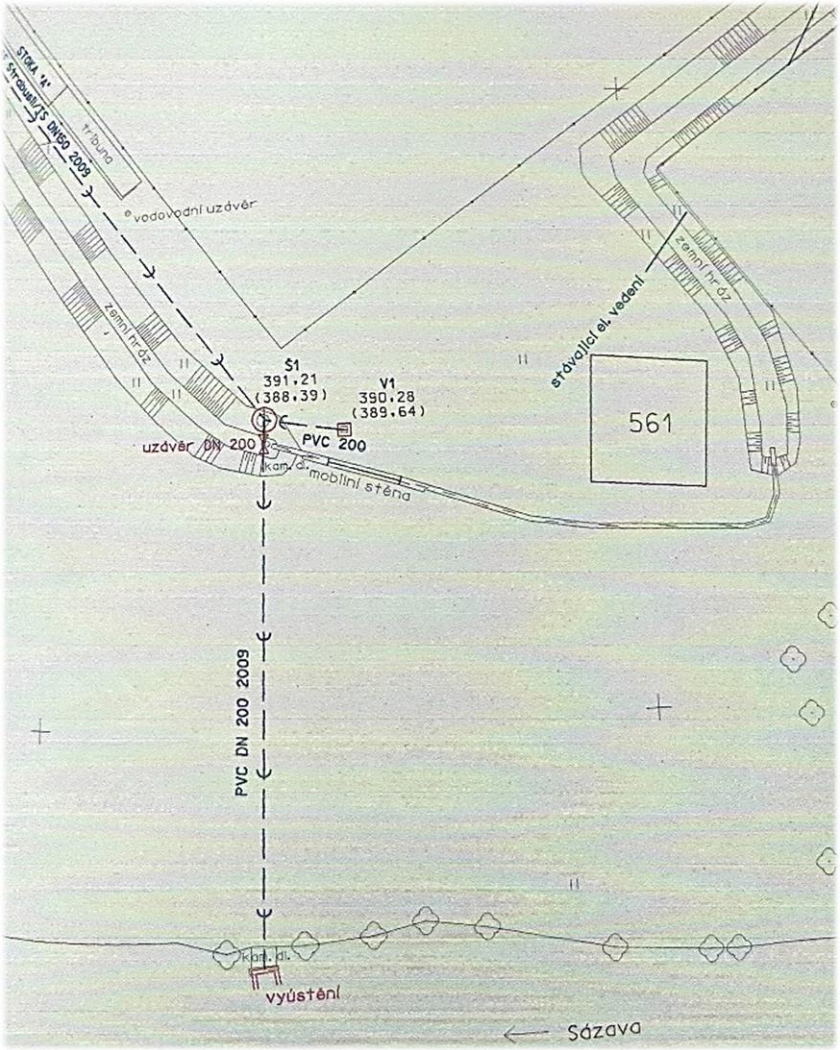
Vodohospodářský atelier (2015) v projektové dokumentaci uvažoval se stálým nadržením vody na zátopové ploše o rozloze 420 m^2. Navržené tůně budou dotovány podzemní vodou a také vodou z odtrubněného rybníka. V okolí tůně nebyly vysazovány žádné stromy a keře, a to z důvodu nezastínění vodní plochy tůně. Mezi revitalizovaným korytem a tůněmi jsou průlehy o maximální hloubce 0,3 m.

8.4 Světlá nad Sázavou

Světlá nad Sázavou je město, které se nachází na soutoku řek Sázavy a Sázavky, 14 km severozápadně od Havlíčkova Brodu v Kraji Vysočina. Toto město se rozkládá na ploše o rozloze 42,08 km^2 a skládá se z 15 různých místních částí. Jeho nadmořská výška činí 515 m.n.m. Světlá nad Sázavou je město ležící na pomezí historického území Čech a Moravy v periferní oblasti Českomoravské Vysočiny. Patří do okresu Havlíčkův Brod a leží v údolí řeky Sázavy. Město je součástí Hornosázavské pahorkatiny, která je členitá a tvořena především rulami a žulami. Nejvyšším vrcholem pahorkatiny v této oblasti je Žebrákovský kopec, který se nachází severozápadně od města. Pahorkatina je odvodňována pravostrannými přítoky řeky Sázavy. V oblasti Světlé nad Sázavou se nenacházejí velkoplošná chráněná území s výjimkou Přírodní rezervace Stvořidla, která leží na západním okraji správního území města (Světlá nad Sázavou ©2015).

Protipovodňové opatření Světlá nad Sázavou – fotbalový stadion

Projekt byl vypracován firmou Drupos – projekt, v.o.s. v roce 2008 a kladl si za cíl vyhotovit protipovodňové opatření hodné ochraně fotbalového hřiště před dvacetiletou vodou (obr. 34). Ochranná zemní hráz byla navrhnuta s délkou 228 m a výškou 0,4 – 1,0 m. Betonová hráz byla vystavena s délkou 44,8 m a maximální výškou 1,05 m (obr. 33). V betonové hrázi je vybudována mobilní protipovodňová stěna s celkovou délkou 5,8 m (obr. 35 a obr.36). Byla navržena kanalizace sloužící k podchycení drenáží z fotbalového hřiště a odvod dešťové vody za povodně pomocí čerpání z nové čerpací šachty. Kanalizace „stoka A“ je z vodovodního PVC 225 v délce 37 m a PE 150 HD v délce 117 m včetně vpusti V1 a čerpací šachty, „stoka B“ v délce 6 m z PVC 160. Kanalizace má délku 150 m a za běžného stavu vody odvádí vodu za novou hrázkou a vod z drenáží hřiště, jelikož by navržená hrázka při rovném terénu vytvořila v místě za ní bažinu. Na drenáži bylo provedeno nové potrubí o délce 6 m s šachtou a uzávěrem. Čerpadlo, přívodní kabel a odpadní hadice jsou uloženy a využívány pouze v případě povodně. Dojde-li k povodni, kde bude třeba využití protipovodňového opatření, bude mobilní protipovodňová stěna nainstalována a dva navržené uzávěry budou DN 200 a DN 150. Zároveň se uvede uložené čerpadlo do provozu (Drupos – projekt, v.o.s. 2008).



Obr. 34: Výkres PPO na fotbalovém hřišti ve Světlé nad Sázavou (Drupos – projekt 2018)

Obr. 35: Zatopený fotbalový stadion ve Světlé nad Sázavou (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006)

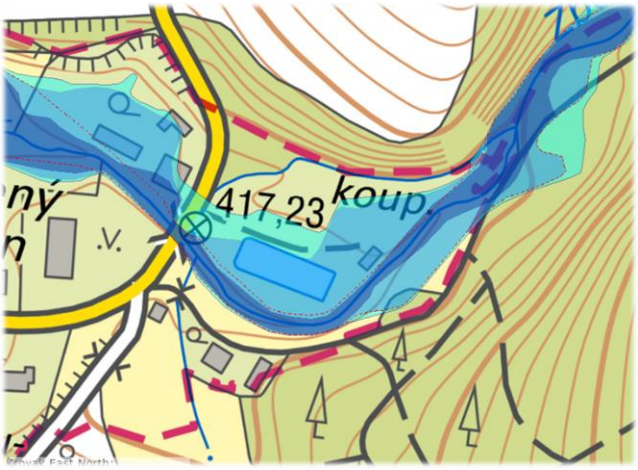
Obr. 36: Namontovaná mobilní stěna, při zvýšených průtocích řeky Sázavy, na fotbalovém stadioně ve Světlé n/S (MěÚ Světlá nad Sázavou 2013)

Obr. 37: Odmontovaná mobilní stěna Sázavy na fotbalovém stadioně ve Světlé n/S (MěÚ Světlá nad Sázavou 2013)

9 Ohrožené lokality

9.1 Navržené opatření v místní části Světlá nad Sázavou – Josefodol

Josefodol, místní část Světlé nad Sázavou se nachází zhruba 3 kilometry severovýchodně od Světlé nad Sázavou. V obci protéká řeka Sázavka a její přítok Zbožský potok. Josefodol spadá pod katastrální území Horní Bohušice. Oblast, na kterou se tato část textu zaměřuje leží v zónách záplavového území Q_5 (tmavě modrá), Q_{20} (středně tmavá modrá) a Q_{100} (světle modrá). Při záplavě Q_{20} dochází k zaplavení bývalého koupaliště a rozlívání vody na pozemky přes silnici od nádrže. Při záplavě Q_{100} se rozliv vody ještě zvětšuje a zasahuje další pozemky a obydlí v částech Josefodolu (obr. 37).



Obr. 38: Zájmové území v místní části Světlé nad Sázavou – Josefodol s důrazem na záplavová území Q5, Q20 a Q100 (https://dppcr.cz/html_pub/index.html?d_mapy.htm)

Protipovodňové opatření Josefodol

Firma Projektování vodohospodářských staveb, s.r.o. vytvořila v roce 2021 projektovou dokumentaci pro protipovodňová opatření v místní části Světlé nad Sázavou – Josefodol. Bohužel, projekt je v současnosti zastaven z důvodu nedostatku financí a čekání na schválení dotace z Operačního programu Životní prostředí. Řešené území bylo, jak uvádí bylo zasaženo velkou vodou v roce 2012, kdy se o možnostech PPO začalo jednat. Tehdy byl na vodním toku vyhlášen I. a II. SPA a voda dosahovala dne 4.5.2012 až 201 cm s průtokem 33,1 $m^3.s^{-1}$ (PVHS, s.r.o. 2021).

V oblasti, která je řešena, se nachází vodní nádrž, dřívější koupaliště, která nyní plní funkci požární nádrže. Nádrž je napájena vodou ze Zbožského potoka přes bývalý Mlýnský náhon, kde je voda přiváděna pomocí odběrného objektu umístěného na Zbožském potoce. Voda z nádrže se následně vypouští zpět do potoka. Jedná se o boční nádrž neprotékanou velkými vodami. Při vyšších povodňových průtocích se voda v úseku nad vodní nádrží vybřežuje z koryta Zbožského potoka, což ohrožuje nejen pozemky, ale také samotnou nádrž (obr. 38 a obr. 39) (PVHS, s.r.o. 2021).

Stavba je situována na pravém břehu Zbožského potoka v nadmořské výšce 417–422 m.n.m. Koryto toku je neupravené, pouze na pár místech jsou břehy zpevněny těžkým kamenným záhozem. Na základě hydrotechnických výpočtů bylo pro jednotlivé Q_N navrženo opatření, které zamezí rozlivu Q_{100} na řešené území po pravém břehu Zbožského potoka. Stupněm navržené ochrany daného území je Q_{100} (PVHS, s.r.o. 2021).

SO 1: Terénní úpravy

Pro zamezení rozlivů z koryta Zbožského potoka je navrženo ohrázkování neboli zemní násyp a opěrná zeď na pravém břehu potoka v úseku řeky km. 0,5052 – 0,6603.

Opěrná zeď	od ř. km 0,5052 v délce 82,5 m
	od ř. km 0,6513 v délce 82,5 m
Zemní hrázka	od ř. km 0,5910 v délce 59,0 m

Celkem tak bude rozsah úpravy v délce 150,5 m (PVHS, s.r.o. 2021).

Pro ohrazení bude využita zemní homogenní hráz o výšce 0,8 - 1,2 m a šířce 2,0 m v koruně. Pro zpevnění koruny, návodního a vzdušného líce bude použito osetí. V oblasti mezi potokem, nádrží a budovou občerstvení bude postavena opěrná zeď z monolitického vodostavebního betonu o výšce 0,0 - 1,0 m a tloušťce 0,6 m. Pro podklad výkopů bude použit beton o tloušťce 0,08 m a šířce 0,85 m. Stávající lávka u budovy občerstvení bude zachována a bude vytvořen přechod přes opěrnou zeď pomocí schodišťových ramen se zábradlím. Stávající rozdělovací objekt pro odběr vody, který se nachází pod korytem náhonu, bude upraven a doplněn o hrazení. To umožní lepší manipulaci s vodou, a to buď pouze napouštění nádrže potrubím DN 150, nebo celkové zahrazení bez přítoku vody z náhonu (PVHS, s.r.o. 2021).

Obr. 39: Požární nádrž po rozvodnění Zbožského potoka – voda již ustupovala (MěÚ Světlá nad Sázavou 2012).

SO 2: Odběrný objekt

Bude využit stávající betonový objekt pro odběr vody do náhonu. Daný objekt bude upraven a zavázán ke svahu tak, aby dosáhla požadované výšky. Odběrný objekt bude navýšen pomocí betonové konstrukce na výšku 421,0 m.n.m., aby se zabránilo přelití průtoku Q_{100} ze Zbožského potoka do náhonu. Konstrukce bude prokotvena pomocí ocelových žebříkových trnů, které budou vloženy do předvrtaných otvorů a ukotveny chemickou kotvou. Na stávající odběrný objekt bude napojena opěrná zeď SO 1. Stávající odběrný objekt bude osazen potrubím DN200 a DN400. Na potrubí budou těsnící objímky a na návodní straně bude osazeno nové vřetenové šoupátko pro potrubí DN200 (PVHS, s.r.o. 2021).

Vlastník náhonu má v plánu do budoucna realizovat projekt malé vodní elektrárny, která bude dotovaná vodou z náhonu na Zbožském potoce. Z toho důvodu při realizaci PPO bude upraven odběrný objekt, kde bude osazeno zaslepené potrubí DN400 pro možnost odběru vody (PVHS, s.r.o. 2021).

SO 3: Propustek

Současné potrubí bude ponecháno bez úprav, neboť je v dobrém technickém stavu. Pro zajištění správného průtoku do propustku bude instalován nový lapač splavenin s vtokovou mříží u vstupu do stávajícího propustku. Lapač bude napojen na stávající betonové potrubí DN500, které bude zařízнuto. Nátok do lapače splavenin bude zpevněn kamennou rovnaninou do 80 kg tloušťky 0,2 m. Stávající odvodňovací příkop nad lapačem splavenin bude pročištěn v délce 20 m (PVHS, s.r.o. 2021).

Obr. 40: Pozůstatky ničivého rozlivu Zbožského potoka v okrajové části lesa (MěÚ Světlá nad Sázavou 2012)

9.2 Vhodné místo pro realizaci protipovodňových opatření

Velké množství obcí je stále sužováno povodněmi z důvodů nedostatečných protipovodňových opatření. Nedostatečná ochrana před povodněmi může způsobit vážné problémy v obcích během období dešťů a vyšších vodních stavů. Tyto problémy zahrnují poškození budov a infrastruktury, ztráty majetku, a dokonce i ohrožení lidských životů. S ohledem na klimatické změny, které způsobují častější intenzivnější srážky a zvýšení hladiny moří, je ochrana proti povodním důležitá pro všechny obce. Investice do protipovodňových opatření mohou v dlouhodobém horizontu ušetřit mnoho nákladů a lidských životů (Kulhavý a kol. 2015).

Dolní Dlužiny

Novým místem pro realizaci protipovodňových opatření by mohly být Dolní Dlužiny. Dolní Dlužiny jsou místní částí města Světlá nad Sázavou v okrese Havlíčkův Brod. Nacházející se zhruba 5 kilometrů severně od centra Světlé nad Sázavou. Dolní Dlužiny jsou také název katastrálního území s rozlohou 1,58 km^2. Tato obec se nachází v nízké nadmořské výšce vůči okolním svahům. Díky tomu veškerá voda, která spadne na okolní svahy a povrchy, stéká do obce nebo protéká skrz obec. Přitékají tam dva bezejmenné vodní toky, které se v intravilánu obce slévají a vtékají následně do vodního toku Sázavka. Dolní Dlužiny se nachází v Povodí Vltavy a taktéž jsou spravovány Povodím Vltava, s.p. (PRVK ©2021).

Hydrologické a klimatické poměry

Dle rozdělení České republiky na klimatické oblasti dle Quitta (1971) spadají Dolní Dlužiny do oblasti CH7 (chladná klimatická oblast). Vyznačuje se tím, že jaro trvá dlouho a je mírně chladné. Léto naopak trvá velmi krátkou dobu a bývá také mírně chladné a vlhké. Podzim je období dlouhých, mírných dní. Zima pak trvá dlouho a bývá mírně vlhká s výskytem sněhové pokrývky po celou dobu. Tato oblast se

nachází blízko oblasti MT3 (mírně teplá klimatická oblast), kde je nejvýznamnější rozdíl v zimě, která v této oblasti je mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá a normálně dlouhá. Dle znalosti místa řešení je území spíše v oblasti CH7.

Popis zájmového území

Na obr. 40 jsou vyznačeny dvě zájmové území, prvním z nich (na toku č.1) je území bývalého rybníka, kde se v současnosti nachází pozůstatky historicky protržené hráze. Území je v současné době zabahněné, zarostlé náletovou vegetací a potok zde proudí přírodně vytvořeným korytem (obr. 45). Tato část toku sbírá veškerou vodu z okolí, kterou pak odvádí, v případě přívalových dešťů, do obce, což následně způsobuje záplavy obydlených domů či ostatních pozemků (MěÚ Světlá nad Sázavou 2012).

Obr. 41: Vyznačené zájmové území na bezejmenném toku č.1 a toku č.2. Tok č.1 se nachází v oblasti historicky zaniklého rybníka s protrženou hrází. Na toku č.2 se nachází v blízkosti rodinného domu, který je sužován záplavami (https://www.voda.gov.cz/; autor 2023)

Druhým zájmovým územím je koryto toku č. 2, které následně v blízkosti domu přechází do uměle vytvořeného kamenného žlabu (obr. 41). Žlab je v těsné blízkosti zdi rodinného domu na p. č. st. 11/2 a je zakončen mříží, která se při větší vodě zanáší kameny, zeminou, větvemi, aj. V případě povodně v roce 2012 se mříž ucpala z důvodu uvolnění žlabovek, které voda z horní části toku donesla po proudu až k mříži. Následně potok teče zatrubněním pod pozemní komunikací, kde je následně vyveden a vtéká do potoka č. 1 (MěÚ Světlá nad Sázavou 2012).

Obr. 42: Kamenný žlab na toku č.2 sousedící s rodinným domem (MěÚ Světlá nad Sázavou 2012)

Specifikace problémů

V roce 2012 v obci došlo k povodni způsobenou přívalovými dešti. Bylo zjištěno poškození úpravy koryta vodního toku v délce cca 20 m, kde byly vytrhané žlabovky a betonové panely. Na dalším úseku dlouhém cca 100 m bylo zjištěno vymletí úpravy koryta vodního toku, kde se jednalo o podemleté betonové žlabovky. Při dalších zvýšených průtocích se dá očekávat pokračování destrukce tohoto opevnění. Došlo k zanášení propustků sedimentem a žlabovkama. Propustek nestíhal vodu odvádět a došlo k masivnímu rozlivu a zaplavení přilehlých pozemků spolu s domy (obr. 42 a obr. 43) (MěÚ Světlá nad Sázavou 2012).

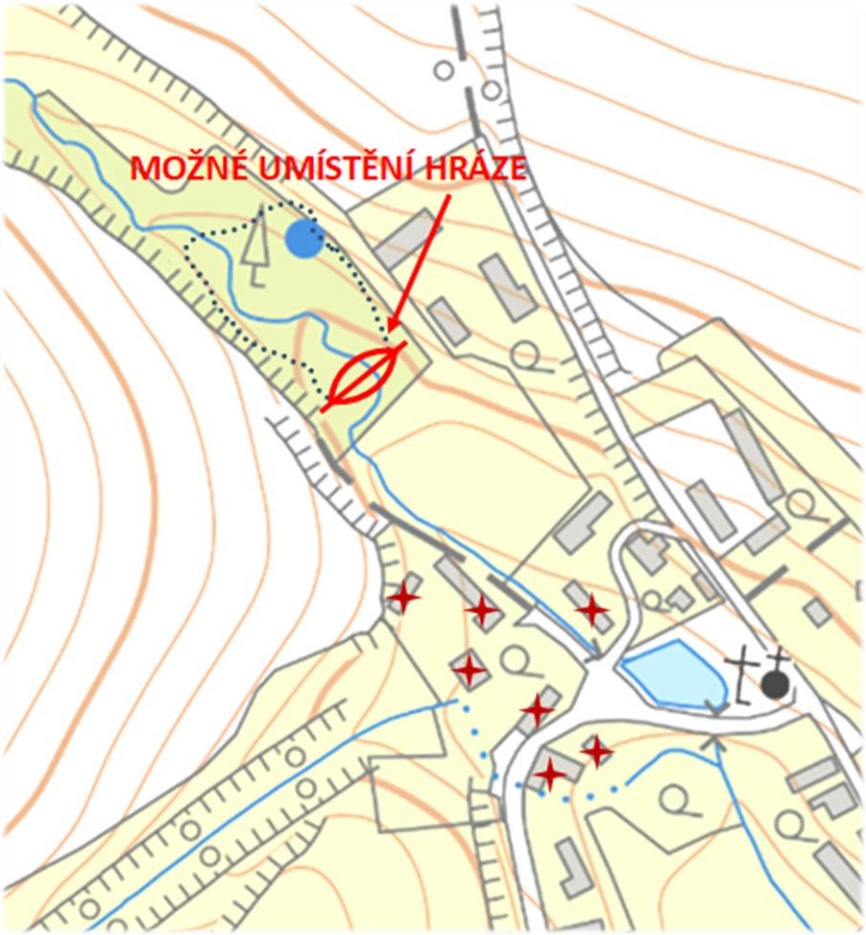
Obr. 43: Přívalová povodeň v Dolních Dlužinách v roce 2012 (MěÚ Světlá nad Sázavou 2012)

Obr. 44: Zatopený pozemek v obci Dolní Dlužiny v roce 2012 (MěÚ Světlá nad Sázavou 2012)

Návrh řešení

Navrhnutým řešením je vybudování suché průtočné nádrže (poldru) s homogenní hrází na bezejmenném vodním toku (tok č.1), namísto bývalého rybníka (obr. 45 a obr. 46). Tento poldr bude sloužit k zadržování přívalových vod, bude snižovat odtok a kulminační průtok. Prvním cílem je zajistit ochranu intravilánu před lokálními povodněmi. Návrh ochranné nádrže se zaměřuje na neškodné převedení povodňových průtoků z povodí přes intravilán obce (obr. 44).

Druhým cílem stavby poldru je vytvořit zátopovou plochu přírodě blízkého charakteru, čímž vznikne nový ekosystém pro mnoho rostlin a živočichů. Mělo by vzniknout litorální pásmo v kombinaci s vytvořením plochy stálého nadržení s nevýznamným objemem. Dojde tak k retenci vody z výše položených pozemků, zadržení vody v krajině a zadržování sedimentu.



Obr. 45: Vyznačení možného umístění hráze poldru. V místě historicky zaniklého rybníka s protrženou hrází. Nachází se na bezejmenném vodním toku (tok č.1) v nezastavěné oblasti. Šest domů a přilehlých pozemků je sužováno povodněmi (vyznačeno znakem hvězdy) (https://www.voda.gov.cz/; autor 2023).

Součástí návrhu opatření je také zkapacitnění stávajícího zatrubněného koryta (tok č.2) a zvětšení dosavadního kapacitního propustku. Otevřené koryto je v této situaci nemožné z důvodu existence příjezdových cest v úseku toku a blízkosti rodinných domů, kterým by vodní tok tekl přes pozemek. Současně by bylo vhodné revitalizovat koryta obou toků z důvodu poničení břehů silnými průtoky (Kulhavý a kol. 2015).

Dalším efektivním řešením by mohlo být vyřešení problémů velkých zemědělských oblastí, kde dochází k smyvu ornice a následným zanášením potoka. Takové řešení by mohlo být v rámci vyhotovení mezí či průlehů, které vodu zpomalí a pomalu odvedou.

Obr. 46: Pozůstatky protrhlé hráze historicky zaniklého rybníka s bezejmenným tokem, proudícím přírodně vytvořeným korytem, v obci Dolní Dlužiny (MěÚ Světlá nad Sázavou 2021)

Obr. 47: Bývalá hráz historicky zaniklého rybníka v obci Dolní Dlužiny (MěÚ Světlá nad Sázavou 2021)

10 Zhodnocení protipovodňových opatření a diskuse

Pro zajištění ochrany před povodněmi má každá obec vypracovaný povodňový plán, s kterým by měli být občané seznámeni. Nicméně ne vždy tomu tak je. V Kraji Vysočina vyzdvihnu město Světlá nad Sázavou, které doposud nemá digitalizovaný povodňový plán. Dle mého názoru by se k této problematice mělo přistupovat zodpovědněji z hlediska možného předcházení, či snížení devastujících škod a lidských obětí. Důležitou součástí povodňové prevence jsou vodoměrné a srážkoměrné stanice zajišťující protipovodňovou ochranu. Z vlastní zkušenosti se domnívám, že zmíněné stanice významově přesahují i do běžného lidského života, kdy nasbírané informace bývají využívány zemědělci, zahrádkáři nebo například pro studijní účely.

Velkou roli v problematice protipovodňových opatření hrají dotace, jelikož vyhotovení opatření s sebou přináší i velké počáteční náklady. Z toho důvodu jsou poskytovány dotační prostředky z Operačního programu životního prostředí na vyhotovení různorodých protipovodňových opatření, což považuji jako kladný krok pro prevenci před povodněmi. Jedna taková výzva byla vydána v roce 2019, skrz kterou byl nabízen příspěvek na zpracování digitálních povodňových plánů, analýz odtokových poměrů a pořizování varovných protipovodňových systémů. Obce by měly podnikat kroky k lepší připravenosti a ochraně, například právě využitím poskytovaných nabídek.

Kraj Vysočina ve své historii čelil celé řadě devastujících povodní. V rámci protipovodňové ochrany bylo, na žádosti správců toků, obcí, obyvatel a dalších, navrženo velké množství protipovodňových opatření, která měla za cíl zabránit ničivým dopadům budoucích povodní.

Z navržených protipovodňových opatření byly některé realizovány s vyhovujícím výsledkem, nicméně některé stále vyžadují pozornost, neboť nejsou dostatečně efektivní. Za jeden z efektivních opatření považuji realizaci přírodně blízkého protipovodňového opatření na Cihlářském potoce v Havlíčkově Brodě. Dle Stavby Vysočiny (©2017) bylo opatření realizováno na velkém území, avšak v souladu s přírodou, s ohledem na zákonné požadavky na protipovodňovou ochranu města. Dále splňuje vysoké estetické nároky s ohledem na umístění revitalizovaného území v krajině. Dle mého názoru opatření přesně splňuje estetické nároky dané lokality, kde přechází lesopark do městského parku Budoucnost, jež je součástí městské památkové zóny. V každé části zkoumaného území byla revitalizace provedena individuálně v závislosti na její konkrétní lokalitu a charakter, kdy v lesoparku bylo vytvořeno meandrující koryto. Osobně v tom vidím estetický přechod mezi uměle vytvořeným korytem a přírodou, který má především funkční ochranný význam. Další část, park Budoucnost, se nachází poblíž historického centra města, a tudíž je velice zajímavé, jak dobře je zvládnut přechod mezi městskou památkovou a rekreační zónou, kdy výstavba nenarušila krajinný ráz parku Budoucnost. Mé názory jsem si potvrdila i zjištěním, že projekt získal Čestné uznání Stavba Vysočiny 2013.

Opatřením, které již tak efektivní nebylo, bylo provedeno v obci Heralec. V rámci opatření došlo k revitalizacím toku, zkapacitnění koryt, zpevnění břehů a navýšení nábřežních zdí. Při navrhování, již zmíněného opatření, zpracovatel dokumentace Šindlar, s.r.o uvedl, že z důvodu ekonomicky nevýhodné investice se upouští od původně plánované výstavby suché retenční nádrže. Dle mého názoru bylo dané rozhodnutí nerozumné a měl být poldr vystaven, neboť v současné době probíhá

v obci opětovné navyšování nábřežních zdí, o dalších 30 cm, a k obnově v minulosti nevhodně technicky upravených koryt vodních toků. Vše nasvědčuje tomu, že původní realizované protipovodňové opatření nebylo provedeno v dostatečné míře. Dle slov generálního ředitele Povodí Moravy, s.p. Václava Garguláka dojde pomocí protipovodňových opatření ke zvýšení retenční schopnosti krajiny (Povodí Moravy, s.p. ©2023). Domnívám se, že v případě, kdy by existoval tehdy neatraktivní poldr, předešlo by se opakovaným revitalizacím totožných úseků toku a ekonomickým ztrátám. Především si myslím, že by se nemělo šetřit na prevenci, která může pomoci předcházet právě škodám, které mohou představovat riziko újmy na majetku a zdraví. To dle mého představuje mnohem větší sociální a ekonomické riziko.

Převážnou část realizovaných opatření zaujímají ta, která byla navržena a vybudována s následně vyhovujícím efektem. Jako většina mnou vybraných protipovodňových opatření, i dvě prozatím nezmíněné, od doby vyhotovení, plní svoji funkci. Jedním z nich je poldr v obci Příseka, který dle slov starosty obce Jaroslava Štefáčka je zcela vyhovující vzhledem k přívalovým povodním, které již zadržel, což jsem si sama ověřila díky poskytnuté fotodokumentaci. Z projektové dokumentace, a ze slov starosty obce, jsem zjistila, že původně byly navržené poldry dva, ale vystaven byl pouze jeden (Vodohospodářský atelier 2015). Souhlasím, že doposud, kdy nepřišla žádná větší povodeň, byl jeden poldr dostačující, ale domnívám se, že rozhodnutí pro realizaci druhého poldru by nebylo taktéž mylné. V případě, že by se vyskytla povodeň podobná té v roce 1714, nemusel by jeden poldr pojmout veškerou vodu.

Dalším opatřením, které plní svoji funkci, a bylo vyhotoveno efektivně, je protipovodňové opatření na fotbalovém hřišti ve Světlé nad Sázavou, kde byla vystavena zemní hráz a betonová hráz s mobilní stěnou, která je v případě zvýšených průtoků rychle nasazena jako příprava na možnou povodeň a lze snadno odstranit po skončení nebezpečí. Důvodem umístění mobilní stěny je přístup na okolní pozemky v záplavových oblastech. Toto opatření bylo již opakovaně využito při zvýšeném průtoku na řece Sázavě a okázalo se jako velmi efektivní.

11 Závěr

Teoretická část práce se zabývala přiblížením pojmů povodně, příčinami vzniku a vlivu na okolní obce. Popisuje také protipovodňová opatření, která jsou využívaná především v záplavových oblastech.

Poslední roky přinášejí obrovské klimatické změny a extrémní výkyvy počasí. Povodně jako jeden z hydrologických problémů mají v kraji dlouhou historii, která ve většině případů vede ke ztrátám na majetku a ztrátám na lidských životech. Povodně nemusí vznikat pouze v důsledku přívalových srážek, ale mohou být způsobeny i lidským zaviněním, například kvůli špatné technologii, nebo dokonce z ekonomických důvodů spojených s využitím levnějších materiálů.

Dalším hydrologickým problémem, který je úzce spjat s problematikou povodní, je sucho, které začíná představovat taktéž velké riziko z důvodu narůstajících průměrných teplot. Kvůli narůstajícím teplotám dochází ke snižování množství vody v půdě, a to má za následek ztrátu schopnosti půdy zadržet vodu v krajině. Jediným způsobem, jak navrátit vodu do přírody, a přitom ji udržet v přípustné hladině, která nebude další hrozbou, je například pomocí retenčních nádrží, které slouží jako protipovodňové opatření.

V badatelské části byly popsány nejznámější povodně od roku 1714 do nynějška. Dle mého zjištění lze říct, že povodeň v roce 1714 byla jedna z nejvíce katastrofálních, která kraj doposud postihla. Takzvaná biblická povodeň, jak se jej nazývá, s sebou odnesla i mnoho lidských životů. Při analýze příčin a dopadů na okolní obce jsem zjistila, jak velké množství obyvatelstva, žijící v záplavových oblastech, není obeznámeno s protipovodňovým plánem.

Důraz byl kladen na detailní popis ohrožených lokalit a vodních toků v daném regionu a jejich protipovodňová opatření, která byla realizována nebo pouze navržena. Důležitým výstupem této práce je také sestavení přehledu pojmů souvisejících s povodněmi, který poskytuje lepší porozumění této problematice. Zhodnocení protipovodňových opatření ukázalo, že v některých oblastech je stále nutné provést další opatření, aby se snížily dopady povodní na lidi a majetek. Ačkoliv je počáteční vklad vysoký, do budoucna mají protipovodňová opatření velký význam pro zabezpečení majetku a lidských životů.

Dále se práce zaměřila na hledání informací o povodních v historických zdrojích, kronik obcí a dalších dokumentech, což vedlo k objevení nové lokality, kde je vhodné navrhnout protipovodňová opatření.

Výstupem mé práce bylo zhodnocení již realizovaných opatření a zjištění, zda jsou všechna vyhovující, či je zapotřebí efektivnějšího řešení. Osobně mě velice zaujalo přírodě blízké protipovodňové opatření na Cihlářském potoce v Havlíčkově Brodě, kde, ačkoliv na obrovské ploše, byly provedeny revitalizační a protipovodňové práce s výborným výsledkem, jak estetickým, tak především praktickým. Přírodní prostředí se prolíná s rekreační zónou v blízkosti městské památkové zóny a vše dobře zapadá do krajinného rázu přírody.

V průběhu zpracovávání závěrečné práce jsem se mnohé dozvěděla a rozšířila si povědomí o historických povodních a dozvěděla se zajímavé informace o protipovodňových opatřeních realizovaných v mém rodném kraji. Tato práce mi pomohla získat ucelený pohled na danou problematiku.

12 Přehled literatury a použitých zdrojů

Odborné publikace

Adamec V., Dvorský T., Folwarczny L., Kročová Š., Pagáč J., Šindler J., Václavík V.,Žídek D., 2012: Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, Ostrava, 131 s.

Brázdil R., Dobrovolný P., Elleder L., Kakos V., Kotyza O., Květoň V., Macková J., Müller M., Štekl J., Tolasz R., Valášek H., 2005: Historické a současné povodně v České republice. Masarykova univerzita v Brně, Český hydrometeorologický ústav v Praze, Brno – Praha, 369 s.

Brázdil R., Dobrovolný P., Kotyza O., 2004: Les inondations en République Tchèque durant le dernier millénaire. La Houille Blanche 5. P. 50-55.

Čech M., Kubečka J., Frouzová J., Draštík V., Kratochvíl M., Jarošík J., 2007: Impact of flood on distribution of bathypelagic perch fry layer along the longitudinal profile of large canyon-shaped reservoir. Journal of Fish Biology 70. P. 1109-1119.

ČÚZK, 2022: Souhrnné přehledy o půdním fondu z údajů katastru nemovitostí České republiky. Český úřad zeměměřický a katastrální, Praha, 76 s.

Elleder L., Krejčí J., Šírová J., 2020: The 1714 flash flood in the Bohemian-Moravian Highlands – Reconstructing a Catastrophe. Quaternary International 538. P. 14-28.

Elleder L., Munzar J., Šírová J., Ondráček S., Krejčí J., Lopaur M., Dragoun Z., 2014: Přívalová povodeň v létě 1714 na Českomoravské vrchovině – rekonstrukce katastrofy po 300 letech. Meteorologické zprávy 67 (6). S. 161-173.

Eslamian S. (ed.), Eslamian F.(ed.), 2022: Flood Handbook. CRC Press, Boca Raton, 564 s.

Hadravová A., Čech P., Čech M., 2020: The impact of a catastrophic flood on species and size composition of the diet of fish-eating birds. Acta Oecologica 108. P. 103608.

Hubačíková V., Oppeltová P., 2008: Úpravy vodních toků a ochrana vodních zdrojů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 131 s.

Jurman H., 2014: V nejkrásnějším údolí na světě. Hynek Jurman, Štěpánov nad Svratkou, 327 s.

Kašpárek L., Novický O., Hanel M., Horáček S. (eds.), 2006: Jarní povodeň 2006 v České republice. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha, 96 s.

Kozák J. T., Státníková P., Munzar J., Janata J., Hančil V., 2007: Povodně v Českých zemích. Professional publishing, Praha, 144 s.

Kulhavý Z., Štibinger J, Křovák F., Kasl M., Pelíšek I., Soukup M., Macek L., Jakoubek J., Pavlíček T., 2015: Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 232 s.

Kvočka D., Falconer R. A., Bray M., 2016: Flood hazard assessment for extreme flood events. Nat Hazards 84. P. 1569–1599.

Kysilka K., Pavlíček J., 2006: Nástin dějin obce Okrouhličtí Dvořáci se zaměřením na hospodářský a demografický vývoj obce. In: Rous P., Macek L. (eds.): Havlíčkobrodsko. Muzeum Vysočiny Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod. S. 9-32.

Lake P. S., 2000: Disturbance, patchiness, and diversity in streams. Journal of the North American Benthological Society 19 (4). P. 573-592.

Lugeri N., Kundzewicz Z. W., Genovese E., Hochrainer S., Radziejewski M., 2010: River flood risk and adaptation in Europe—assessment of the present status. Mitig Adapt Strateg Glob Change 15. P. 621-639.

Matějíček J., Hladný J., 1999: Povodňová katastrofa 20. století na území České republiky. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 60 s.

Matrika zemřelých Světlá nad Sázavou., 1694-1742: Matriční kniha zemřelých Světlá n. S: 1694-1742. SoA, Zámrsk, sign. 2553

Novák L. st., NOVÁK L. ml., 2011: Protipovodňová opatření v České republice. Český svaz vědeckotechnických společností, Praha, 64 s.

NZM, 2019: Voda: obrázková statistika o tom, proč je voda národním bohatstvím. Národní zemědělské muzeum, s. p. o., Praha, 18 s.

Petr F., 1914 a: Povodeň r. 1714 v Německém Brodě. Sázavan 47. S. 2-2

Petr F., 1914 b: Povodeň r. 1714 v Německém Brodě. Sázavan 50. S. 3-3

Petr F., 1921 a: O povodni r. 1714. Hlasy z Posázaví 37. S. 3-3

Petr F., 1921 b: O povodni r. 1714. Hlasy z Posázaví 35. S. 2-2

Petr F., 1921c: O povodni r. 1714. Hlasy z Posázaví 38. S. 3-3

Petr F., 1931: Povodeň v Německém Brodě r. 1714. Zprávy musea v Německém Brodě 11. S. 20-25.

Pohl M., 1996: Vysočina: okresy Havlíčkův Brod, Jihlava, Pelhřimov, Třebíč, Žďár nad Sázavou. Informační a metodické centrum, Žďár nad Sázavou, 57 s.

Quitt E., 1971: Klimatické oblasti ČSSR. Studia geografica, Brno, 73 s.

Reidinger J., Jáglová V., Brejchová M., Skálová H., 2009: Ochrana před povodněmi v ČR. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 36 s.

Řezáč J., 2002: Les a voda. Lesu zdar 10. S. 2-3. Acta univ. agric. et silvic.

Mendel. Brun 4. P. 411–420.

Řezáč F., Řezáč M., Nekovář T., 2011: State following natural disasters.

Řezáčková D., Kašpar M., Müller M., Sokol Z., Kakos V., Hanslian D., Pešice P., 2005: A comparison of the flood precipitation episode in August 2002 with historic extreme precipitation events on the Czech territory. Atmospheric Research 77. P. 354-366.

Seidler K., 1887: Kronika města Světlé od roku 1207–1886. Karel Seidler, Ve Světlé, 165 s.

Slavíková L. (ed.), Bareš V., Beneš R., Jílková J., Stránský D., Valentová M., 2007: Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích. IREAS, Institut pro strukturální politiku, Praha, 80 s.

Sochr J, 1971: Havlíčkův Brod a staletí. Městský národní výbor, Havlíčkův Brod, 197 s.

Státníková P., 2012: Povodně a záplavy. Paseka, Praha, 189 s.

Svoboda J., Vašků Z., Cílek V., 2003: Velká kniha o klimatu zemí Koruny české. REGIA, Praha, 655 s.

Šercl P., Kurka D., 2004: Povodeň v Ledči nad Sázavou 10.6.2004. Český hydrometrický ústav, Praha, 12 s.

Valchář J., l907: Živelní pohromy v Ledči nad Sázavou v XVII. a XVII věku. Čáslavský kraj 5. S. 88.

Vávra J., Lapka M., Cudlínová E., Dvořáková-Líšková Z., 2017: Local perception of floods in the Czech Republic and recentchanges in state flood management strategies. Journal of Flood Risk Management 10. P. 238-252.

Vilímek V., Hlaváč V., Šercl P., 2007: Povodeň na Olešenském potoce ve vztahu k ochraně přírody. In: Langhammer J. (ed.): Povodně a změny v krajině. Katedra fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze, Praha. S. 295-306.

Legislativní zdroje

ČSN 75 0101: Vodní hospodářství – Základní terminologie. Český normalizační institut, Praha, 2003. 28 s.

Vyhláška č. 50/2023 Sb., o plánech povodí a plánech pro zvládání povodňových rizik

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

Zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, v platném znění.

Internetové zdroje

ČHMÚ, ©2004: Povodeň v Ledči nad Sázavou 10.6.2004 (online) [cit. 2023.03.30], dostupné z https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/povoden_Ledec_20040610.pdf.

ČHMÚ, ©2021: Územní srážky (online) [cit. 2023.03.25], dostupné z https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#.

ČHMÚ, ©2022: Průvodce informacemi Hlásné a předpovědní povodňové služby ČHMÚ (online) [cit. 2022.12.31], dostupné z https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/verejnost_povodnova_ochrana.html#priklad.

EDPP, (©nepublikováno): Přirozená povodeň (online) [cit. 2023.03.25], dostupné z https://www.edpp.cz/zrns_prirozena-povoden

Chládek a Tintěra Havlíčkův Brod, a.s., (©nepublikováno): Revitalizační a protipovodňová opatření na Cihlářském potoce (online) [cit. 2023.03.30], dostupné z http://www.chladek-tintera.cz/ru/reference/revitalizacni-a-protipovodnova-opatreni-na-cihlarskem-potoce-2/.

Kašpárek L., Šercl P., 2006: Průběh povodně na jednotlivých ucelených povodích (online) [cit. 2023.03.25], dostupné z https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/povodne/pov06/pdf/kap4.pdf.

Kraj Vysočina, ©2008: Vítejte na Vysočině (online) [cit. 2022.11.30], dostupné z https://archiv.kr-vysocina.cz/vismo5/dokumenty2.asp?id=4000086&n=vitejte-na-vysocine&p1=1205.

Městys Štěpánov nad Svratkou, ©2017: Povodně 2002 (online) [cit. 2023.03.30], dostupné z https://www.stepanovnadsvratkou.cz/m/mestys/historie/povoden-2002/.

MěÚ Havlíčkův Brod, ©2010: Harmonogram postupu prací (online) [cit. 2023.03.03], dostupné z https://www.muhb.cz/docs/texty/1/1055/platebn_kalend_.pdf.

MUHB, ©2009a: Cíle projektu (online) [cit. 2023.03.03], dostupné z c_le_projektu.pdf (muhb.cz).

MUHB, ©2009b: Popis umístění projektu (online) [cit. 2023.03.03], dostupné z popis_um_st_n_projektu.pdf (muhb.cz).

MUHB, ©2009c: Obsah projektu (online) [cit. 2023.03.03], dostupné z obsah_projektu.pdf (muhb.cz).

MUHB, ©2009d: Technické řešení projektu (online) [cit. 2023.03.03], dostupné z technick_e_en_projektu.pdf (muhb.cz).

MUHB, ©2009e: Vliv na životní prostředí (online) [cit. 2023.03.03], dostupné z vliv_na_ivotn_prost_ed_.pdf (muhb.cz).

MŽP, ©2022: Přívalové povodně (online) [cit. 2022.12.01], dostupné z https://www.mzp.cz/cz/privalove_povodne.

Obec Herálec, ©2020: Současnost (online) [cit. 2023.03.03], dostupné z https://www.obecheralec.cz/o-obci/soucasnost

Peláková M., Kašpárek L., 2019: Největší povodně za 100 let (online) [cit. 2023.03.25], dostupné z https://www.vtei.cz/2019/10/nejvetsi-povodne-za-100-let/.

Povodí Moravy s.p., ©2023: Povodí Moravy staví v Herálci přírodě blízká protipovodňová opatření (online) [cit. 2023.03.25], dostupné z http://www.pmo.cz/cz/media/tiskove-zpravy/povodi-moravy-stavi-v-heralci-prirode-blizka-protipovodnova-opatreni/.

Povodí Moravy, s.p., ©2021: Připomínáme si patnáct let od jarní povodně v roce 2006 (online) [cit. 2023.03.25], dostupné z

Povodí Vltava, s.p., ©2003: Souhrnná zpráva o povodni v srpnu 2002 (online) [cit. 2023.03.25], dostupné z https://www.pvl.cz/files/download/hydrologicke-informace/zpravy-o-povodni/2002-08-zprava-o-povodni.pdf.

PRVK, ©2021: Světlá nad Sázavou (online) [cit. 2023.03.30], dostupné z https://prvk.kr-vysocina.cz/prvk/karty/nahled/458.

Příseka, ©2009: O obci Příseka (online) [cit. 2023.03.03], dostupné z https://www.priseka.cz/obec-a-zivot-v-obci/d-1004/p1=51.

SPÚ, ©2022: Historie a vývoj pozemkových úprav (online) [cit. 2022.11.30], dostupné z Historie a vývoj pozemkových úprav | Státní pozemkový úřad (spucr.cz).

Stavba Vysočiny, 2017: Revitalizační a protipovodňová opatření na Cihlářském potoce, Havlíčkův Brod (online) [cit. 2023.03.03], dostupné z https://www.stavbavysociny.cz/component/mtree/stavby/stavba-vysociny-2013/revitalizacni-a-protipovodnova-opatreni-na-cihlarskem-potoce-havlickuv-brod.

Světlá nad Sázavou, ©2015: Strategický plán Světlá nad Sázavou (online) [cit. 2023.03.03], dostupné z https://www.svetlans.cz/assets/File.ashx?id_org=16051&id_dokumenty=21141

Ostatní zdroje

Drupos – projekt, v.o.s., 2008: Návrh protipovodňových opatření Světlá n/S – fotbalový stadion. Drupos – projekt, v.o.s, Havlíčkův Brod, 10 s. „nepublikováno“. Dep. MěÚ Světlá nad Sázavou.

Látalová M., 2013: Analýza povodňových škod na území ČR od roku 1997 do současnosti. Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné výchovy. Olomouc, 59 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. Knihovna UPOL.

Melenová A., 2020: Příčiny a důsledky povodní v České republice a jejich vliv na strategické plány. Vysoká škola regionálního rozvoje a Bankovní institut – AMBIS, a.s, Praha, 64 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. Knihovna Ambis.

MěÚ Světlá nad Sázavou., 2004: Vyjádření k povodni na Olešenském potoce. Odbor životního prostředí MěÚ Světlá nad Sázavou, Světlá nad Sázavou, 1 s.

MěÚ Světlá nad Sázavou., 2006: Zpráva o průběhu povodně 27.3. -7.4. 2006 ORP Světlá nad Sázavou a město Světlá nad Sázavou. Odbor životního prostředí MěÚ Světlá nad Sázavou, Světlá nad Sázavou, 5 s.

MěÚ Světlá nad Sázavou., 2012: Zápis z povodňové prohlídky. Odbor životního prostředí MěÚ Světlá nad Sázavou, Světlá nad Sázavou, 2 s.

MěÚ Světlá nad Sázavou., 2016: Kolaudační souhlas s užíváním stavby poldru Příseka. Odbor životního prostředí MěÚ Světlá nad Sázavou, Světlá nad Sázavou, 3 s.

MZe., 2000: Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky. Ministerstvo zemědělství, Těšnov, 16 s.

MŽP, 2009: Ochrana před povodněmi v ČR. MŽP, Praha, 36 s.

MŽP., 2011: Lokální výstražné a varovné systémy v ochraně před povodněmi. Věstník MŽP, Praha, 70 s.

Povodí Moravy, s.p., 2014: Studie proveditelnosti PBPPO: Svratka, km 163,000–170,400 - přírodě blízká protipovodňová opatření Herálec. Povodí Moravy, 15 s. „nepublikováno“. Dep.: Závod Dyje.

Prokopová, J., 2010: Rizika regionu Jihlava. Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní, Pardubice, 82 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. knihovna UPCE v Pardubicích.

PVHS s.r.o., 2021: Protipovodňová opatření Josefodol. Projektování vodohospodářských staveb s.r.o, Pelhřimov, 21 s. Dep. MěÚ Světlá nad Sázavou.

Šindlar s.r.o., 2015: Studie proveditelnosti, Svratka, km 163, 000 – 170,400 – Přírodě blízká protipovodňová opatření Herálec. Šindlar s.r.o., Hradec Králové, 44 s. „nepublikováno“. Dep. MěÚ Žďár nad Sázavou.

Vodohospodářský atelier s.r.o., 2015: Projektová dokumentace – Příseka protipovodňové opatření. Vodohospodářský atelier s.r.o., Brno, 24 s. „nepublikováno“. Dep. MěÚ Světlá nad Sázavou.

Seznam obrázků

Obr. 1: Hydrogram průtokové vlny a její prvky. Modrá barva vyznačuje objem průtokové vlny (Brázdil a kol. 2005; autor 2022) 3

Obr. 2: Koláčový graf vybraných typů ploch v Kraji Vysočina v roce 2021 (ČÚZK 2022; autor 2022) 4

Obr. 3: Ochranná hráz vodního toku (autor 2022) 6

Obr. 4: Záplavová území Kraje Vysočina při 5leté, 20leté, 100leté a 500leté vodě. Zelenou barvou jsou zvýrazněné největší přirozené povodně. (1-04-01 Labe od Doubravy po Cidlinu; 1-03-05 Doubrava; 1-09-01 Sázava po Želivku; 1-09-02 Želivka; 1-07-04 Lužnice od Nežárky po ústí; 1-07-03 Nežárka; 4-16-01 Jihlava po Oslavu; 4-14-01 Dyje pod soutokem Moravské a Rakouské Dyje; 4-14-02 Dyje od soutoku Moravské a Rakouské Dyje po Jevišovku – část*); 4-14-03 Jevišovka a Dyje od Jevišovky po Svratku – část*); 4-16-03 Rokytná; 4-13-02 Oslava a Jihlava od Oslavy po Rokytnou; 4-15-01 Svratka po Svitavu; *) povodí přesahující státní hranici České republiky (ArcGIS Online; DIBAVOD; autor 2022) 9

Obr. 5: Poloha Kraje Vysočina v rámci České republiky (ArcGIS Online; autor 2022) 14

Obr. 6: Rozložení srážek v Kraji Vysočina (ArcGIS Online; autor 2022) 15

Obr. 7: Povodí Kraje Vysočina (DIBAVOD; autor 2022) 16

Obr. 8: Mapa průběhu povodně v roce 1714 (Elleder 2014) 19

Obr. 9: Ničivé škody na pozemní kominikaci při povodni v roce 2002 ve Štěpánově nad Svratkou (Městys Štěpánov nad Svratkou ©2023) 22

Obr. 10: Zaplavený Městys Štěpánov nad Svratkou při povodni v roce 2002 (Městys Štěpánov nad Svratkou ©2023) 22

Obr. 11: Snímek části Ledče nad Sázavou zasažené povodní na Olešenském potoce z roku 2004 (MěÚ Světlá nad Sázavou 2004) 23

Obr. 12: Zaplavená pozemní komunikace vodou z Olešenského potoka v roce 2004 (MěÚ Světlá nad Sázavou 2004) 23

Obr. 13: Vyznačené vodoměrné stanice, kde kulminační průtok dosáhl nebo překročil dobu opakování 20 let během povodně na přelomu března a dubna 2006 (ArcGIS Online; DIBAVOD; autor 2023) 25

Obr. 14: Ledeč nad Sázavou během povodně v roce 2006 na Heroldově nábřež (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006) 26

Obr. 15: Ledeč nad Sázavou během povodně v roce 2006 na Tyršově nábřeží (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006) 27

Obr. 16: Limnigrafická stanice s kombinovanou vodočetnou latí při běžném průtoku. Vodočet Světlá nad Sázavou (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006) 27

Obr. 17: Limnigrafická stanice s kombinovanou vodočetnou latí při povodni. Vodočet Světlá nad Sázavou (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006) 27

Obr. 18: Pohled na ulici Jelenova ve Světlé nad Sázavou při potopě v roce 2006 (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006) 28

Obr. 19: Povodeň ve Světlé nad Sázavou v ulici Jelenova v roce 2006 (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006) 28

Obr. 20: Zájmové území realizace protipovodňových opatření na Cihlářském potoce v Havlíčkově Brodě. Rybníky v pořadí od shora: Štičí, Zádušní, Pfaffendorfský, Hajdovec a Cihlářský (https://dppcr.cz/html_pub/index.html?d_mapy.htm) 30

Obr. 21: Rybníky Hastrman a Obora. Oba z těchto rybníků byly součástí PBPPO na Cihlářském potoce (https://dppcr.cz/html_pub/index.html?d_mapy.htm) 31

Obr. 22: Obnovený meandrující tok v rámci přírodě blízkého protipovodňového opatření na Cihlářském potoce v Havlíčkově Brodě (Chládek a Tintěra Havlíčkův Brod, a.s. ©nepublikováno) 32

Obr. 23: Neregulované koryto v lesním úseku nad obcí Herálec (Šindlar s.r.o. 2015) 34

Obr. 24: Vymezení Záplavového území v obci Herálec (ArcGIS Online; DIBAVOD; autor 2023 35

Obr. 25: Neregulované koryto v lokalitě nad Svrateckou nádrží. Voda se zde zahlubuje (Šindlar s.r.o. 2015) 36

Obr. 26: Regulované opevněné koryto v lokalitě pod Herálcem (Šindlar s.r.o. 2015) 36

Obr. 27: Regulované koryto u historického mostu v Herálci. V této části se ukládají splaveniny (Šindlar s.r.o. 2015) 38

Obr. 28: Regulované a opevněné koryto nad Herálcem (Šindlar s.r.o. 2015) 38

Obr. 29: Umístění poldru v obci Příseka na bezejmenném toku (https://dppcr.cz/html_pub/index.html?d_mapy.htm) 39

Obr. 30: Stavba hráze při realizaci PPO v obci Příseka. Fotografie pořízena při průběhu stavby dne 23.8.2015 (OÚ Příseka 2015) 40

Obr. 31: Výkres z projektové dokumentace Poldru 2 zřízeného v rámci PPO v Přísece. Na obrázku se je možné vidět homogenní hráz, bezpečnostní přeliv, výpustný objekt, plocha stálého nadržení, meandrující potok a dvě tůně (Šindler 2015) 40

Obr. 32: Vzniklý poldr v obci Příseka se stálou plochou nadržení (OÚ Příseka 2017) 41

Obr. 33: Vzniklý poldr plnící svoji funkci při zvýšených průtocích dne 31.5.2018 (OÚ Příseka 2018) 41

Obr. 34: Výkres PPO na fotbalovém hřišti ve Světlé nad Sázavou (Drupos – projekt 2018) 42

Obr. 35: Zatopený fotbalový stadion ve Světlé nad Sázavou (MěÚ Světlá nad Sázavou 2006) 43

Obr. 36: Namontovaná mobilní stěna, při zvýšených průtocích řeky Sázavy, na fotbalovém stadioně ve Světlé n/S (MěÚ Světlá nad Sázavou 2013) 43

Obr. 37: Odmontovaná mobilní stěna Sázavy na fotbalovém stadioně ve Světlé n/S (MěÚ Světlá nad Sázavou 2013) 43

Obr. 38: Zájmové území v místní části Světlé nad Sázavou – Josefodol s důrazem na záplavová území Q5, Q20 a Q100 (https://dppcr.cz/html_pub/index.html?d_mapy.htm) 44

Obr. 39: Požární nádrž po rozvodnění Zbožského potoka – voda již ustupovala (MěÚ Světlá nad Sázavou 2012). 45

Obr. 40: Pozůstatky ničivého rozlivu Zbožského potoka v okrajové části lesa (MěÚ Světlá nad Sázavou 2012) 46

Obr. 41: Vyznačené zájmové území na bezejmenném toku č.1 a toku č.2. Tok č.1 se nachází v oblasti historicky zaniklého rybníka s protrženou hrází. Na toku č.2 se nachází v blízkosti rodinného domu, který je sužován záplavami (https://www.voda.gov.cz/; autor 2023) 47

Obr. 42: Kamenný žlab na toku č.2 sousedící s rodinným domem (MěÚ Světlá nad Sázavou 2012) 47

Obr. 43: Přívalová povodeň v Dolních Dlužinách v roce 2012 (MěÚ Světlá nad Sázavou 2012) 48

Obr. 44: Zatopený pozemek v obci Dolní Dlužiny v roce 2012 (MěÚ Světlá nad Sázavou 2012) 48

Obr. 45: Vyznačení možného umístění hráze poldru. V místě historicky zaniklého rybníka s protrženou hrází. Nachází se na bezejmenném vodním toku (tok č.1) v nezastavěné oblasti. Šest domů a přilehlých pozemků je sužováno povodněmi (vyznačeno znakem hvězdy) (https://www.voda.gov.cz/; autor 2023). 49

Obr. 46: Pozůstatky protrhlé hráze historicky zaniklého rybníka s bezejmenným tokem, proudícím přírodně vytvořeným korytem, v obci Dolní Dlužiny (MěÚ Světlá nad Sázavou 2021) 50

Obr. 47: Bývalá hráz historicky zaniklého rybníka v obci Dolní Dlužiny (MěÚ Světlá nad Sázavou 2021) 50

Seznam tabulek

Tab. 1: Retence srážek v lesních prostorech dle věku vegetace. Procenta jsou vztažena k hodnotám intercepce porostů ve věku 60 let (Řezáč 2002; autor 2022) 5

Tab. 2: Časový postup povodně ve dnech 31. července až 3. srpna 1714 (Elleder 2014) 18

Tab. 3: Zásoby vody ve sněhové pokrývce v Kraji Vysočina ke dni 20.3.2006 (Kašpárek a kol. 2006; autor 2023) 24

Tab. 4: Data počátku a ukončení I. a II. SPA, na jednotlivých stanicích, v roce 2006 (Kašpárek a kol. 2006; autor 2023) 26

Tab. 5: Kulminační stavy a průtoky ve vodoměrných stanicích v Kraji Vysočina (Q_a = dlouhodobý průměrný průtok) (Kašpárek a kol. 2006) 28