

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
ENVIROMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ

PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ
NA VODNÍM TOKU BOTIČ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VEDOUCÍ PRÁCE:

BAKALANT:

ING. RADEK ROUB, Ph.D.

ROMAN ŽÁK

2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Roman Žák

Vodní hospodářství

Název práce

Protipovodňová opatření na vodním toku Botič

Název anglicky

Flood control on Botič river

Cíle práce

Zpracování literární rešerše, která má zmapovat, zhodnotit a popsat povodně a protipovodňová opatření na vodním toku Botič a v jeho blízkém okolí.

Vymezení kritických míst na vodním toku a návrh místa pro revitalizaci a úpravu vodního toku.

Metodika

Nejprve bylo potřeba si určit hydrologické pojmy, vymežit a charakterizovat zájmové území a vodní tok samotný pro lepší orientaci a představu. Popsat jaké jsou druhy, charakteristiky a faktory ovlivňující vznik a průběh povodně. Informace byly čerpány hlavně z odborných publikací o vodě, povodních, protipovodňové ochraně, revitalizacích a zájmovém území.

Jako další část bylo zmapování povodní z historie a popsání devastujících povodní z roku 2013 na vodním toku, kde informace byly čerpány hlavně z odborných publikací a zpráv o povodních 2013, klimatických změnách, z Českého hydrometeorologického ústavu v Praze byly čerpány mapy srážkových úhrnů, nasycení povodí a jiných klimatických údajů. Z Magistrátu hlavního města Prahy odboru ochrany a péče o zeleň a Lesy hlavního města Prahy byly čerpány zprávy o povodních na vodním toku, příčné profily, záplavová území a konzultace s odborníkem z oboru.

Následovalo zjištění a popis rizikových míst na vodním toku a navrhnutí míst pro revitalizaci a úpravu vodního toku, kde hlavní informace byly zjištěny při terénním průzkumu vodního toku s nafocněním kritických míst a konzultace s Ing. Josefem Šlingerem z Magistrátu hlavního města Prahy odboru ochrany a péče o zeleň.

Na závěr celou práci zhodnotit.

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran + grafické přílohy

Klíčová slova

ochrana, revitalizace, povodeň, záplavy, průtok, hydrologie, voda

Doporučené zdroje informací

BEBBER J. van, 1883, Typische Witterungserscheinungen. Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie, 18, 447-458 s.

BRÁZDIL a kol., 2005, Historical and recent floods in the Czech Republic. Masaryk University in Brno and Czech Hydrometeorological Institute in Prague, Brno 370s.

ČESKO, – PUNČOCHÁŘ, P. *Zákon o vodách č. 254/2001 Sb., v úplném znění k 23. lednu 2004 s rozšířeným komentářem*. Praha: Sondy, 2004. ISBN 80-86846-00-8.

ČSN, 1975, Názvosloví v hydrologii. Československá státní norma 73 6511. Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření, Praha 154s.

DINGMAN S., 2002, Physical Hydrology, 2nd Edition. Prentice Hall, ISBN0-1309-9695-5, 656s.

DUB O., NĚMEC J. a kol., 1969, Hydrologie. SNTL, Praha 378s.

EAGLESON P. S., 2003, Dynamic Hydrology. EGU Reprint Series 2, ISBN 978-3-936586-09-1.

HRÁDEK, F. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ FAKULTA, – KUŘÍK, P. *Hydrologie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Lesnická fakulta ve vydavatelství Credit, 2002. ISBN 80-213-0950-4.

KOVANDA a kol., 2001, Neživá příroda Prahy a jejího okolí. Academia, Český geologický ústav 215s.

ŘEDINOVÁ J., PAVLÁSEK J., MÁCA P., 2009, Hydrologie návody ke cvičení. ČZU, Praha 79s.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Radek Roub, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 31. 3. 2016

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 3. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 03. 04. 2016

Prohlášení o původnosti práce

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním dílem, které jsem vypracoval zcela samostatně. Veškerá literatura a zdroje, z nichž jsem v průběhu vypracování bakalářské práce čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a zdrojů.

V Praze, dne:

.....

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Radek Roub, Ph.D.za odborné vedení, pomoc a rady při zpracování této práce.

Velké poděkování patří celé mé rodině za podporu, povzbuzování a trpělivost po dobu mého studia i mimo něj.

V Praze, dne:.....

.....

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá zhodnocení realizace protipovodňových opatření na vodním toku Botič. Práce je rozdělena na dvě části. Teoretická část popisuje hydrologické pojmy, vymezuje a charakterizuje zájmové území a vodní tok. Popisuje vznik, průběh a druhy povodní a stupně protipovodňové aktivity. Praktická část se věnuje hlavně terénnímu průzkumu, který popisuje kritické povodně z roku 2013 na daném povodí. Zabývá se zjištěním, vyfotografováním a popisem kritických míst na vodním toku a na závěr je návrh míst pro úpravu a revitalizaci na vodním toku Botič.

Klíčová slova:

ochrana, revitalizace, povodeň, průtok, hydrologie, voda

Abstract

The bachelor thesis deals with the evaluation of flood control implementation on the stream of the Botič. The thesis is divided into two parts. The theoretical part describes hydrological concepts, it defines and characterizes the area concerned and the water flow. It describes the origin, the course and the types of floods as well as the degrees of flood activities. The practical part concerns mainly the field survey which describes critical floods of the given stream valley in 2013. It presents the photos and describes the critical spots on the stream and suggests the sites and spots for surface finish and revitalization of the stream of the Botič.

Keywords:

security, revitalization, flood, flow, hydrology, water

Obsah

1	Úvod	9
2	Cíle práce	9
3	Metodika	9
I	TEORETICKÁ ČÁST	11
4	Vymezení pojmů	12
4.1	Pramen	12
4.1.1	Sestupný pramen	12
4.1.2	Výstupný pramen	12
4.2	Povodí	12
4.3	Rozvodnice	13
4.3.1	Orografická rozvodnice	13
4.3.2	Hydrogeologická rozvodnice	13
4.4	Hřbetnice	13
4.5	Údolnice	13
4.6	Uzávěrový profil	13
4.7	Hydrologie	14
4.8	Hydrologické procesy	14
4.9	Hydrologický cyklus	14
4.10	Hydrologický rok	16
4.11	Hydrologická bilance povodí	16
4.12	Srážky	16
4.12.1	Horizontální srážky	16
4.12.2	Atmosférické srážky	16
4.13	Deště	16
4.13.1	Deště z tepla	16
4.13.2	Orografické deště	16
4.13.3	Cyklonální deště	17
4.14	Průtok	17
4.15	Vodní stav	17
4.16	Záplavové území	17

5	Povodeň	17
5.1	Druhy povodní	18
5.1.1	Dešťové povodně	18
a.)	Z trvalých srážek	18
b.)	Z přívalových srážek	18
5.1.2	Sněhové povodně	18
5.1.3	Smíšené povodně	19
5.1.4	Povodně ledové	19
5.2	Charakteristika a faktory ovlivňující průběh povodně	19
5.2.1	Charakteristika	19
5.2.2	Faktory ovlivňující vznik a průběh povodně	21
a.)	Povodně zimního typu	21
b.)	Povodně letního typu	22
5.3	Stupeň povodňové aktivity	23
II	PRAKTICKÁ ČÁST	25
6	Popis území	26
6.1	Čtvrtohorní písčité štěrky, spraše a svahoviny	26
6.2	Ordovické horniny	26
6.3	Svrchnokřídové horniny	27
6.4	Starohorní horniny	27
6.5	Vymezení vodního toku	27
6.6	Přítoky do vodního toku Botič	28
6.7	Nádrže a objekty na toku	29
7	Povodně na Botiči	30
7.1	Rozbor povodně z června 2013	31
8	Riziková a kritická místa na vodním toku	38
9	Protipovodňové opatření a revitalizace toku	41
10	Závěr:	43
11	Literatura a zdroje	44
12	Obrázky	46
13	Seznam příloh:	47
14	Přílohy:	49

1 Úvod

V posledních několika letech se zájem o vodu velmi zvýšil, z hlediska nedostatku pitné vody, která by se měla dostat do popředí řešitelnosti, protože je to jeden z hlavních a nejdůležitějších zdrojů pro život. Voda je i živel, který má velkou sílu, před ničím se jen tak nezastaví a vždy si nějakou cestu najde, ale je to i zdroj, kterým se musí šetřit a hospodařit, protože není nevyčerpatelný. Musí se brát na zřetel, že v posledních letech se mění podnebí a střídají se sucha s intenzivními srážkami a lidstvo by tomu mělo přikládat větší váhu v budování přehrad, rybníků a vodních děl, které v minulosti na území České republiky zaujímaly mnohem větší rozlohu. Jsou to díla, která nemají za úkol jen akumulovat vodu v prostoru a tím zajišťovat zdroj vody v době sucha, ale i pomáhat před povodněmi a chránit území a majetek před škodami a ztrátami lidských životů.

K výběru tématu bakalářské práce jsem se rozhodl, protože mám kladný vztah k vodě, ale hlavně proto, že bych chtěl lépe pochopit problematiku povodní a záplavového území.

2 Cíle práce

Zpracování literární rešerše, která má zmapovat, zhodnotit a popsat povodně a protipovodňová opatření na vodním toku Botič a v jeho blízkém okolí.

Vymezení kritických míst na vodním toku a návrh místa pro revitalizaci a úpravu vodního toku.

3 Metodika

Nejprve bylo potřeba si určit hydrologické pojmy, vymežit a charakterizovat zájmové území a vodní tok samotný pro lepší orientaci a představu. Popsat jaké jsou druhy, charakteristiky a faktory ovlivňující vznik a průběh povodně. Informace byly čerpány hlavně z odborných publikací o vodě, povodních, protipovodňové ochraně, revitalizacích a zájmovém území.

Jako další část bylo zmapování povodní z historie a popsání devastujících povodní z roku 2013 na vodním toku, kde informace byly čerpány hlavně z odborných publikací a zpráv o povodních 2013, klimatických změnách, z Českého hydrometeorologického ústavu v Praze byly čerpány mapy srážkových úhrnů, nasycení povodí a jiných klimatických údajů. Z Magistrátu hlavního města Prahy odboru ochrany a péče o zeleň a Lesy hlavního města Prahy byly čerpány zprávy o

povodních na vodním toku, příčné profily, záplavová území a konzultace s odborníkem z oboru.

Následovalo zjištění a popis rizikových míst na vodním toku a navrhnutí míst pro revitalizaci a úpravu vodního toku, kde hlavní informace byly zjištěny při terénním průzkumu vodního toku s nafocením kritických míst a konzultace s Ing. Josefem Šlingerem z Magistrátu hlavního města Prahy odboru ochrany a péče o zeleň.

Na závěr celou práci zhodnotit.

I TEORETICKÁ ČÁST

4 Vymezení pojmů

4.1 Pramen

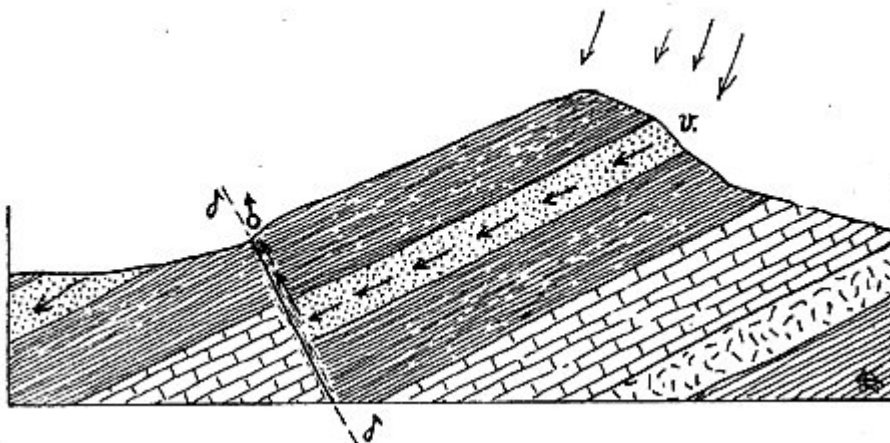
Přirozený soustředěný výtok podzemní vody z horninového komplexu na zemský povrch, který se z hydraulického hlediska dělí na prameny podle původu do dvou skupin sestupné a výstupné a podle vydatnosti na trvalé a občasně.

4.1.1 Sestupný pramen

U sestupných pramenů voda teče v přirozeném směru k prameništi, dále je dělíme na vrstevné (terasové, suťové, dejekčních kuželů), přetékané (synklinální, zlomové), dislokační a puklinové.

4.1.2 Výstupný pramen

Výstupní pramen vzniká tam, kde voda vyvěrá proti směru gravitace důsledkem přetlaku nebo hydrostatického tlaku vyvolaného vodou, princip spojených nádob. Dělí se na vrstevní a zlomové.



Obr. č 1 Výstupný pramen vyvěrající ze zvodnělých vrstev geologickým zlomem.
(Groundspeak, Inc., 2016)

4.2 Povodí

Je hydrologická oblast, pro kterou lze vyjádřit bilanční rovnici. Po hydrologické stránce je to území uzavřené, to znamená, že veškeré srážky spadlé na povrch tohoto území odtékají jedním uzavřeným profilem a nepřitéká do něj žádná jiná voda po povrchu ani pod povrchem. Povodí je ohraničeno rozvodnicí. Povodí povrchových vod se může lišit od povodí podpovrchových, protože podpovrchová je určována geologickým složením a průběhem nepropustných vrstev podloží. (Dub, 1969)

4.3 Rozvodnice

Je myšlená hraniční čára, která určuje hranici mezi sousedními povodími, rozděluje se na orografické a hydrogeologické rozvodnice. (Máca, 2014)

4.3.1 Orografická rozvodnice

Vymezuje povodí povrchové vody, probíhá od uzávěrového profilu po nejvyšších bodech okraje povodí, prakticky se jedná o hřbetnici.

4.3.2 Hydrogeologická rozvodnice

Často bývá stejná jako orografická rozvodnice, ale v místech se složitější geologickou stavbou může mít průběh úplně odlišný, taková situace může nastat v případě střídání nepropustných a propustných vrstev, kdy voda může odtékat do jiného povodí než povrchová voda v orografickém povodí jak je vidět na obrázku č. 2. (Ředinová a kol., 2009, Pavelková Chmelová a Frajer, 2013)



Obr. č. 2 Orografická a hydrogeologická rozvodnice (Pavelková Chmelová a Frajer, 2013)

4.4 Hřbetnice

Myšlená čára styku dvou přilehlých svahů téhož hřbetu. Spojuje relativně nejvyšší body terénního tvaru, proto je zároveň i orografickou rozvodnicí.

4.5 Údolnice

Myšlená čára vedoucí relativně nejnižšími body vyhloubených ploch ve směru spádu, má vždy menší spád než přilehlé hrany. (Pavelková Chmelová a Frajer, 2013)

4.6 Uzávěrový profil

Je místo do kterého stéká všechna povrchová voda z povodí, většinou je v tomto místě odtok pozorován a proto je potřeba k tomuto místu stanovit charakteristiky

povodí. Určuje se v místě kde, chceme znát odtok, třeba před vtokem do většího toku nebo nad cestou s propustkem. Má největší hodnotu akumulace odtoku. (Jandora a kol., 2002, Ředinová a kol. 2009)

4.7 Hydrologie

Je to věda, která se zabývá popisem a předpovědí výskytu, oběhu a distribuci vody na Zemi a v její atmosféře. (Dingman, 2002)

Hlavní zájem hydrologie je „rozdělování vody“, které se popisuje pomocí takzvaného hydrologického cyklu. (Dooge, 2003)

4.8 Hydrologické procesy

Sublimace je proces, při kterém dochází ke změně skupenství z pevného na plynné a jde přesně o výpar ze sněhu a ledu.

Evaporace je proces, při kterém dochází ke změně skupenství z kapalného na plynné a jde o výpar z plochy světových oceánů a vodních útvarů na pevnině.

Transpirace je proces, při kterém jde o biologický výpar z povrchu rostlin.

Evapotranspirace je proces, při kterém dochází ke kombinaci transpirace a evaporace.

Infiltrace je proces, při kterém se srážky vsakují do zemského povrchu.

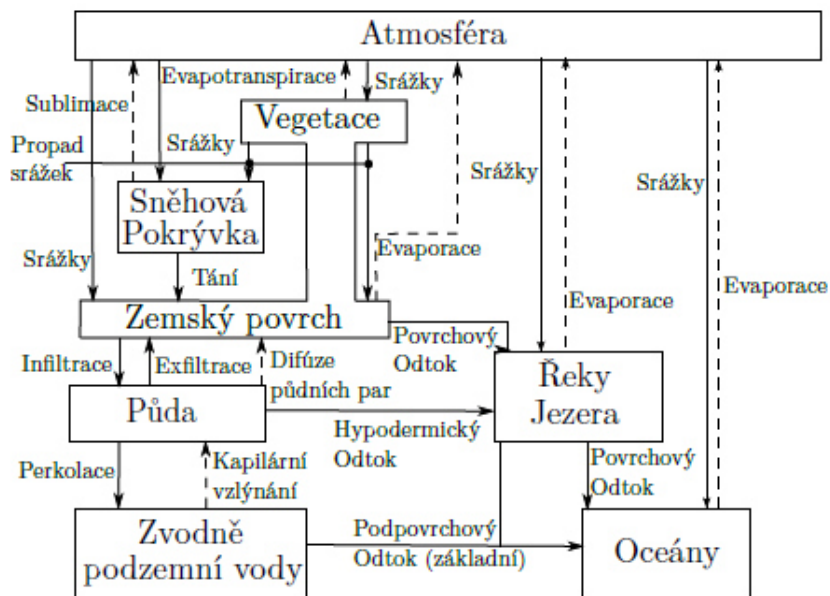
Odtok může být povrchový, nastává, když jsou srážky větší než infiltrace, hypodermický odtok někdy také nazývaný jako podpovrchový, je to voda, která je infiltrovaná do půdy, ale před odtokem z povodí nedosáhla hladiny podzemní vody. Jako poslední je odtok základní a to je odtok pod hladinou podzemní vody. (Eagleson, 2003, Máca, 2014)

4.9 Hydrologický cyklus

Je možné brát jako systém, který je popisován jako jakékoliv schéma, struktura, zařízení či postup, které dávají do vzájemného vztahu vstup s výstupem. Skládá se ze dvou hlavních částí a to prostorů, kde je voda akumulována neboli zadržována a z procesů, které vodu odvádějí do jiných prostorů.

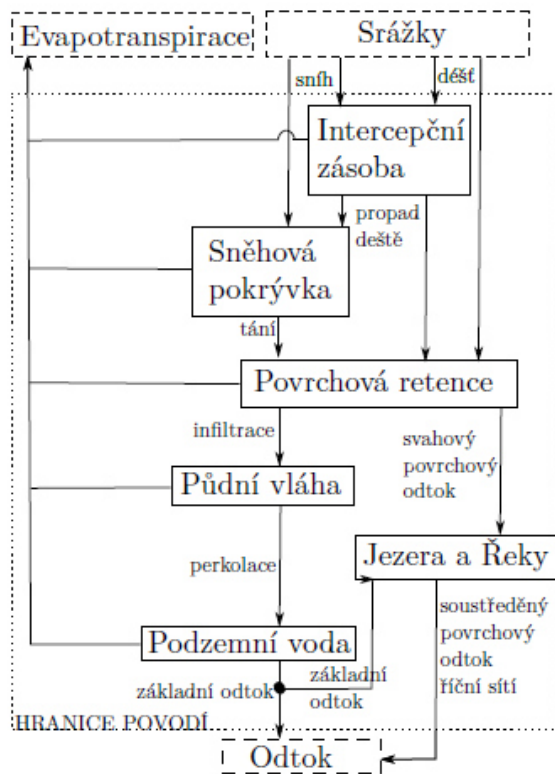
Prostory pro akumulaci vody se nachází v atmosféře, na i pod zemským povrchem. Vytváří celkem komplikované retenční nádrže, které většinou nemají přesně definovaný objem a jsou mezi sebou úzce propojeny. Tyto prostory pro akumulaci vody často podléhají časovým a prostorovým změnám, třeba při odlesnění povodí se výrazně změnil jeho zadržení vody v rezervoáru i zadržení vody na povrchu vegetace.

Hydrologický cyklus je možné si představit jako systém nádrží, které jsou propojeny a komunikují mezi sebou pomocí hydrologických procesů, jak je vidět na obrázku č. 3, kde se nachází velký hydrologický cyklus. (Dooge, 2003, Eagleson, 2003, Máca, 2014)



Obr. č. 3 Velký hydrologický cyklus (Máca, 2014)

Dále je definován pevninský hydrologický cyklus, někdy také nazýván jako malý. Popisuje pohyb vody pouze nad, na a pod zemským povrchem pomocí hydrologických procesů, jak je vidět na obrázku č. 4. (Hrádek a Kuřík, 2002)



Obr. č. 4 Pevninský hydrologický cyklus situován na povodí. (Máca, 2014)

4.10 Hydrologický rok

Je to rok, který se využívá v hydrologii a je určen, tak aby se dalo dělat měření na celý rok a mohlo se počítat se sněhem, který napadne, ale i roztaje právě v tomto hydrologickém roce. Pro Českou republiku začíná 1. 11. a končí 30. 10. následujícího roku, podle kterého se i hydrologický rok označuje. (Pavelková Chmelová a Frajer, 2013)

Příklad: hydrologický rok 2016 začíná 1. 11. 2015 a končí 30. 10. 2016.

4.11 Hydrologická bilance povodí

Za jakkoliv dlouhý časový úsek přichází do povodí všemi způsoby voda v libovolném skupenství a v témž časovém úseku jiné množství odchází (odtok, odběr, výpar), ale na počátku i na konci děje se již v tomto prostoru určité množství nachází, tuto skutečnost nazýváme hydrologická bilance. (Dub a Svoboda, 1969)

4.12 Srážky

Kondenzace vodních par z ovzduší, které přešly na zem v kapalném nebo tuhém skupenství, podle místa a způsobu vzniku rozdělujeme na srážky horizontální a atmosférické.

4.12.1 Horizontální srážky

Tvoří se kondenzací na povrchu země nebo na předmětech a je to rosa, jinovatka, námraza a šedivý mráz. Množství vody z horizontálních srážek je ve srovnání se srážkami z deště nebo sněhu, tak malé, že se v hydrologické bilanci zanedbávají.

4.12.2 Atmosférické srážky

Vznikly ve volné atmosféře a z ní padají gravitační silou na zem, jde o déšť, sníh, kroupy, krupky a zmrzlý déšť.

4.13 Deště

Dělí se do několika kategorií a to na běžné (normální) a extrémní, které se určují podle intenzity a ta je dána výškou spadlých srážek a dobou trváním. Podle původu rozdělujeme na deště z tepla, orografické a cyklonální.

4.13.1 Deště z tepla

Jsou konvekční vznikající při výstupech vzdušných proudů a projevují se jako místní lijáky.

4.13.2 Orografické deště

Vyvolané tvarem území (zejména horami) bývají dost často vytrvalé a málo vydatné.

4.13.3 Cyklonální deště

Vznikají pohybující se tlakovou depresí (cyklónou). Ploché cyklóny vytvářejí rozsáhlé vytrvalé deště krajinného charakteru a malé hluboké cyklóny vyvolávají průtrž mračen. (Dub a kol. 1969)

4.14 Průtok

Setkáváme se s ním u vodního toku a vyjadřuje objem vody, který proteče daným profilem za jednotku času. Nejčastěji se používá jednotka $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ a pro menší toky $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$. Průtok se dá velmi jednoduše vypočítat z průtočné plochy S a průměrné rychlosti proudění v . (Hrádek a Kuřík, 2002)

4.15 Vodní stav

Je úroveň hladiny v posuzovaném profilu vodního toku, k měření vodních stavů slouží vodoměrné stanice a limnigrafické stanice. (Máca, 2014)

4.16 Záplavové území

Část údolní nivy, která obvykle přiléhá k vodnímu toku a při průtocích přesahujících kapacitu koryta vodního toku je zaplavována. Bylo zavedeno hlavně z hlediska orgánů státní správy, jako jsou administrativně vymezená území, která při výskytu přirozené povodně mohou být zaplavena vodou. Někdy se také užívají termíny záplavová oblast, záplavové pásmo, inundační oblast a inundační pásmo, které jsou věcně správné. (Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2009)

5 Povodeň

Může být definována z různých hledisek a v České republice měla svůj vývoj. Podle ČSN (1975) se povodní rozumělo „přechodné výrazné zvýšení hladiny toku, způsobené náhlým zvětšením průtoků anebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta (např. ledovou zácpou)“ v poznámce u této definice se uvádělo, že povodeň „zpravidla působí na některých úsecích toku hospodářské škody podle stupně vybudované ochrany“. Později v normě ČSN (1983) povodeň byla definována jako „fázi hydrologického režimu vodního toku, která se může vícekrát opakovat v různých ročních obdobích; vyznačuje se náhlým, obvykle krátkodobým zvětšením průtoků a vodních stavů; je vyvolána dešti nebo táním sněhu z oblevy“. Podle vodního zákona č.254/2001 Sb. se v § 64 povodní rozumí „přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může působit škody. Povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo

její odtok je nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředném odtoku srážkových vod“.

Povodňová katastrofa je událost s rozsáhlými lidskými a materiálními ztrátami nebo škodami na životním prostředí, které přesahují možnosti postižené části společnosti vypořádat se s nimi z vlastních zdrojů. (Matějček a Hladný, 1999)

5.1 Druhy povodní

Podle příčiny vzniku se povodně dělí na dešťové, sněhové a smíšené, kde pojem dešťová povodeň se myslí případ pouze z dešťových srážek, sněhová povodeň je vzniklá jen táním sněhu a smíšená povodeň vzniká kombinací dešťových srážek a táním sněhu. Jako zvláštní povodeň je případ ledové povodně, která je způsobená dočasným zmenšením průtočnosti koryta v důsledku ledových ker a jejich zácpou. Vznik těchto povodní je způsoben několika meteorologickými příčinami, které budou dále charakterizovány. (ČSN, 1975)

5.1.1 Dešťové povodně

Jsou tvořeny kapalnými srážkami a podle způsobu vzniku, intenzity a doby trvání deště je lze dále rozdělit na povodně z trvalých srážek a z přivalových srážek.

a.) Z trvalých srážek

Jsou zpravidla vázány na jednodenní až několikadenní trvalé srážky, které jsou někdy přerušované časovými úseky bez deště. Bývají spojené s některými srážkově významnými synoptickými situacemi, kde jsou vesměs vázány na výskyt srážkotvorné tlakové níže nebo-li cyklóny přímo na území České republiky nebo v její blízkosti. Hlavní roli přitom hraje poloha, směr a rychlost postupu tlakové níže vzhledem k postiženému území a také zesílení srážek. (Brázdil a kol., 2005)

b.) Z přivalových srážek

Tvoří je srážky s krátkou dobou trvání od několika minut, ale zpravidla několik hodin, ale hlavně mají velkou intenzitu desítky milimetrů a dokonce i výjimečně přes 100 milimetrů za hodinu, dost často doprovázeny bouřkami. Tyto povodně mají velmi rychlý nástup, někdy se jim také říká bleskové povodně, ostrou povodňovou vlnu s velmi rychlými vzestupy hladin ve velmi krátkém časovém trvání. Místy mohou způsobit velmi značné škody v důsledku velké kinetické energie tekoucí vody. Ve výjimečných případech mohou mít takové povodně i větší územní rozsah. (Brázdil a kol., 2005, Votruba a Petera, 1983)

5.1.2 Sněhové povodně

Jsou tvořeny rychlým táním sněhové pokrývky při kladných teplotách v zimních a jarních měsících a mohou být také doprovázeny i ledovými jevy. Kulminační průtoky

při sněhových povodních většinou nedosahují na území České republiky větších N-letostí. (Matoušek, 1989, 2000)

5.1.3 Smíšené povodně

Příčiny této povodně je kombinace dešťových srážek a tání sněhové pokrývky a mohou být také ještě doprovázeny ledovými jevy. Často se objevují na konci zimy a začátku jara, kdy se otepluje a teploty dosahují kladných hodnot, doprovázené i silnějším větrem. Tání sněhu je hodně urychlováno dopadajícími kapalnými srážkami, které zároveň samy dost přispívají ke zvětšení průtoků. Takovéto povodně mohou mít v České republice větší územní rozsah než povodně z trvalých srážek. (Matoušek 1980, Votruba a Petera, 1983)

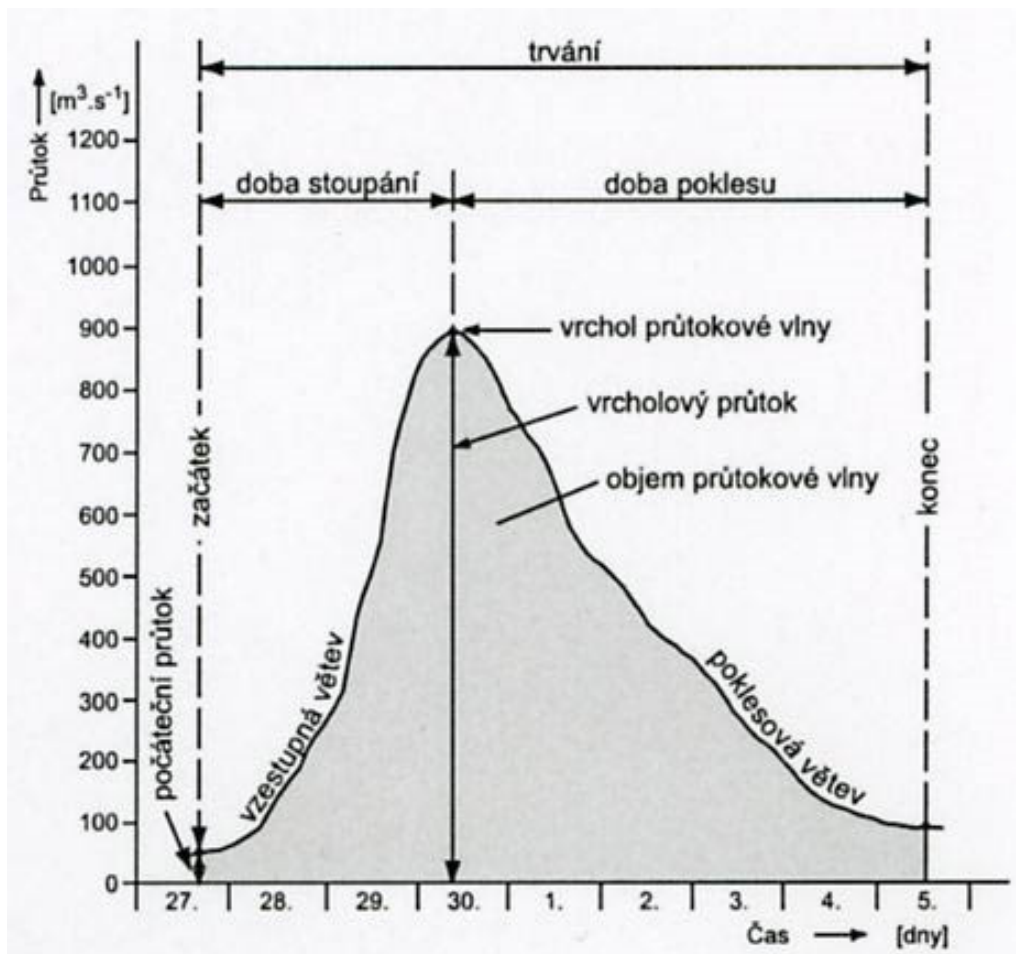
5.1.4 Povodně ledové

Vznikají po období déle trvajících mrazů, ve kterém zamrznou řeky, náhlé oteplení může způsobit odchod ledu, při kterém dochází k zácpám a zatarasením průtočného profilu nahromaděním ledu. Toto může vést k dočasnému zmenšení průtočnosti koryta a způsobit vzduť vodní hladiny do výšky, které zapříčiní rozlití mimo koryto toku. (Matoušek, 2000, Votruba a Petera, 1983)

5.2 Charakteristika a faktory ovlivňující průběh povodně

5.2.1 Charakteristika

Průtoková vlna popisuje průběh odtoku, který představuje náhlé zvětšení a následuje pokles průtoků u vodního toku, vyvolaný srážkovým úhrnem, táním sněhové pokrývky nebo umělým zásahem. Také to může být časový průběh popsaného jevu v určitém profilu toku. Průtoková vlna je popsána na histogramu v obr. č. 5.



Obr. č. 5: Hydrogram průtokové vlny s popisem (Herber, 2010)

Zvláštní případ průtokové vlny je vlna povodňová, která vzniká při překročení průtočné kapacity koryta, kdy se voda začne přelévat přes břehové hrany do okolního prostoru a zde se může stát potenciálně škodlivým živlem.

Povodeň lze určit kulminačním průtokem, je to největší vrcholový průtok u průtokové vlny. Z hodnot kulminačních průtoků se při jednotlivých povodních určuje N-letý průtok Q_N , „který je v uvažovaném profilu dosažen nebo překročen průměrně jednou za N-let“ (ČSN, 1975). Například pokud je ve vodním toku v určitém profilu $Q_{100} = 80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tak to znamená, že v průměru jednou za sto let bude tento kulminační průtok dosažen nebo překročen, ale reálně se takový průtok může vyskytnout i vícekrát než jednou za sto let nebo i vícekrát v jednom roce. (Kříž a kol., 1964)

Další charakteristikou, která je neméně důležitá je objem průtokové vlny, většinou uváděn v milionech m^3 , proto se také stanovují N-leté povodňové objemy. Většinou však neplatí, že kulminačnímu průtoku s jistou pravděpodobností překročení odpovídá objemu vlny se stejným číslem pravděpodobnosti překročení. Důvod je ve složitosti vzájemného působení příčinných faktorů, kdy při jejich souhře může nastat

povodeň s větším objemem průtokové vlny než by v průměru odpovídalo kulminačnímu průtoku průtokové vlny či naopak. (Brázdil a kol., 2005)

5.2.2 Faktory ovlivňující vznik a průběh povodně

Jsou především ovlivňovány meteorologickými faktory předběžnými a příčinnými. Předběžné faktory vytváří několik dnů až měsíců před vznikem povodně. Mezi hlavní patří zejména nasycenost povodí, výška sněhové pokrývky a objem vody, který skrývá a promrznutí půdy. Z předběžných faktorů z hydrologického hlediska hraje velmi důležitou roli míra naplnění koryt vodních toků před začátkem povodně.

Příčinné meteorologické faktory působí hodiny až dny před vznikem povodně jako její spouštěcí mechanismus, patří sem trvalé a přívalové dešťové srážky, kladné teploty vzduchu a rychlost větru, které ovlivňují tání sněhové pokrývky.

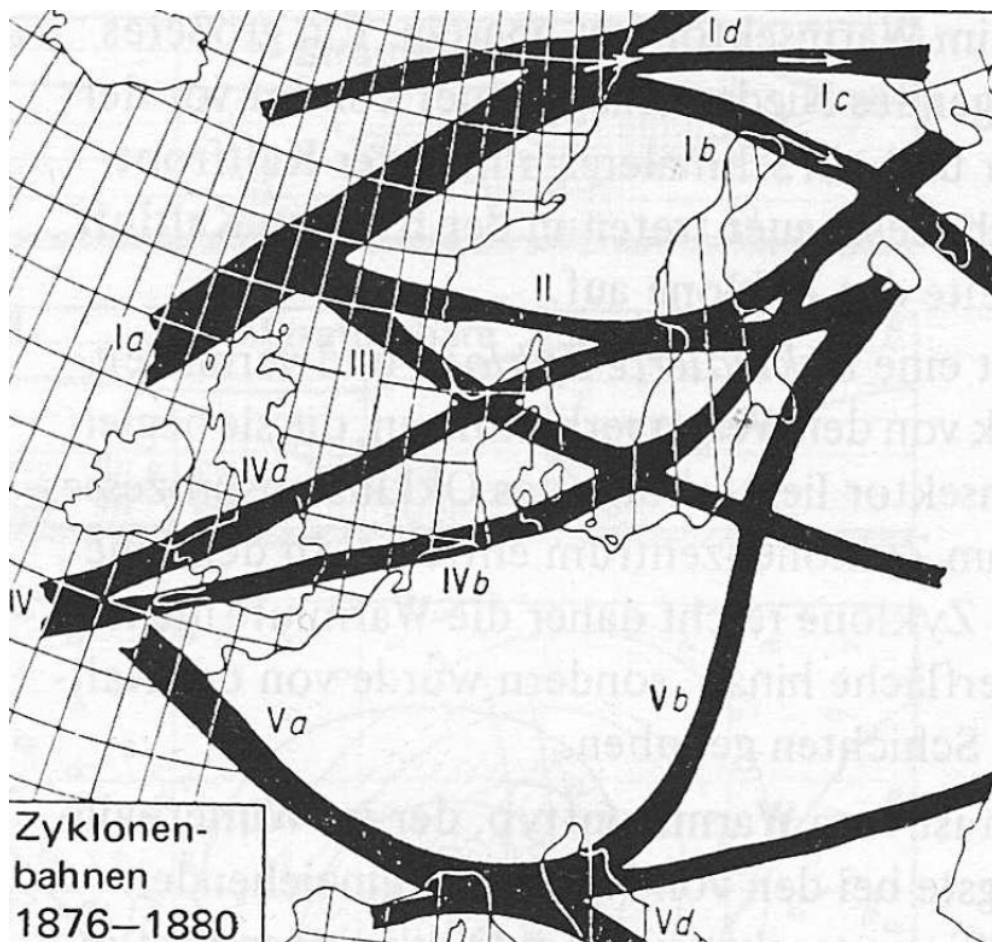
a.) Povodně zimního typu

Jsou známé, že pro vznik smíšených povodní jsou kromě dostatečné zásoby vody ve sněhu nutné pro jeho tání i vysoké teploty vzduchu, které musí trvat aspoň dva nebo tři dny za sebou aby se vytvořila obleva. (Meteorologický slovník, 1993) S rostoucí teplotou a rychlostí větru se přenos tepla do vrstvy sněhové pokrývky urychluje a tím je tání intenzivnější. Zásoby vody naakumulované ve sněhové pokrývce jsou velice závislé na fyzikálním stavu pokrývky. V jednom centimetru prachového sněhu po rozpuštění odpovídá jeden milimetr vody (1 l na jeden m²), ale když se změní krystalická struktura sněhové pokrývky zhutňováním, táním, tlakem vlastní hmoty a promrznutím, tak vznikne rozpuštěním jednoho centimetru starého slehlého sněhu vrstva vody o výšce 4 i více milimetrů.

Sníh však může roztátou i dešťovou vodu zadržovat ve svých dutinách mezi sněhovými krystaly až do doby než vyčerpá retenční schopnost sněhu. Mohutnější výška sněhové pokrývky má brzdící účinky na formování povodňových průtoků na rozdíl od tenké rychle tající vrstvy sněhu. Ale pokud je tání doprovázeno deštěm a zmrzlá půda brání vsakování, odtéká voda ze sněhu spolu s vodou dešťovou a nebezpečí povodně vzrůstá. (Matějček, Hladný, 1999)

V zimních měsících (prosinec až únor) se průměrné teploty skoro na celém území České republiky pohybují kolem 0 °C nebo se drží slabě pod touto hranicí a proto pro vznik povodní zimního typu je potřeba výskyt výrazně nadnormálních teplot. Pro srážkový úhrn na větší části určitého povodí jsou v zimních a jarních měsících příznivé podmínky hlavně při pohybech hlubokých cyklon severně od České republiky, kdy ve frontálních zónách přecházejí přes naše území atmosférické fronty, často i opakovaně. Vydatnější srážky padají na teplých frontách a na zvlněných frontálních rozhraních v oblasti výškových frontálních zón, které jsou podle Šteklvy typizace. (Brázdil, Štekl, 1986)

Krásně jsou vidět dráhy cyklón na obr. č. 6, na kterém je pohyb cyklón v Evropě mezi roky 1876-1880 podle van Bebber označených číslicemi I až IV. (Bebber, 1881)



Obr. č. 6: Dráhy cyklón v Evropě v rozmezí let 1876-1880 (Bebber, 1881)

b.) Povodně letního typu

Vznikají z dešťových povodní a jsou nutné vydatné srážky. Hirschboeck a kol. (2000) obecně klasifikují příčinné srážky pro vznik povodní podle měřítka odpovídajících atmosférických procesů. Makroprostorové procesy (např. planetární vlny) a procesy synoptického měřítka (např. cyklony, brázd nízkého tlaku vzduchu) přispívají k vydatným srážkám na relativně velkém území, takže povodně s nimi spojené se vyvíjejí v intervalu od desítek hodin až po několik dnů a geograficky ovlivňují poměrně velkou část oblasti České republiky. Naproti tomu procesy mezoměřítka (např. čáry instability) a měřítka bouří (např. bouřkové cely) jsou krátkého trvání a způsobují místní omezené extrémní srážky, při kterých dochází k rychlému odtoku velkého množství vody a někdy se jim také říká bleskové povodně. (Štekl a kol., 2001)

5.3 Stupeň povodňové aktivity

Podle Vodního zákona (2004) se stupni povodňové aktivity 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“.

Dělí se na tři stupně protipovodňové aktivity a to stav bdělosti, stav pohotovosti a stav ohrožení.

První stupeň (stav bdělosti) se vyhláší při nebezpečí přirozené povodně a končí, pominou-li příčiny takového nebezpečí, také se uplatňuje při vydání výstražné informace předpovědní povodňové služby, je potřeba věnovat zvýšenou pozornost vodnímu toku a jiným zdrojům povodňového nebezpečí. Je třeba zahájit činnost hlásné a hlídkové služby, dále tento stav nastává na vodních dílech při dosažení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností z hlediska bezpečnosti díla nebo při zjištění mimořádných okolností s možností vzniku zvláštní povodně.

Druhý stupeň (stav pohotovosti) nastává, když nebezpečí přirozené povodně přeroste v povodeň, ale nedochází k větším škodám a rozlivům mimo koryto. Zahajuje se také při překročení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností na vodním díle z hlediska bezpečnosti o toto dílo. Uvádějí se do stavu pohotovosti povodňové orgány a další účastníci ochrany před povodněmi. Provádějí se opatření a zabezpečovací práce pro zmírnění průběhu povodně dle povodňového plánu.

Třetí stupeň (stav ohrožení) nastává při bezprostředním nebezpečí nebo vzniku škod většího rozsahu, ohrožením životů a majetku v záplavovém území. Na vodním díle se vyhláší při dosažení kritických hodnot sledovaných jevů a skutečností z hlediska jeho bezpečnosti a zároveň se zahajují nouzové opatření, provádí se zabezpečovací práce podle povodňových plánů, záchranné práce popřípadě se vyhláší evakuace.

V povodňových plánech jsou uváděny směrodatné limity vodních stavů pro vyhlášení stupňů povodňové aktivity, kdy druhý a třetí stupeň vždy vyhláší a odvolávají povodňové orgány pro dané území a mají zároveň povinnost při tomto kroku informovat vyšší povodňový orgán. (Punčochář, 2004)

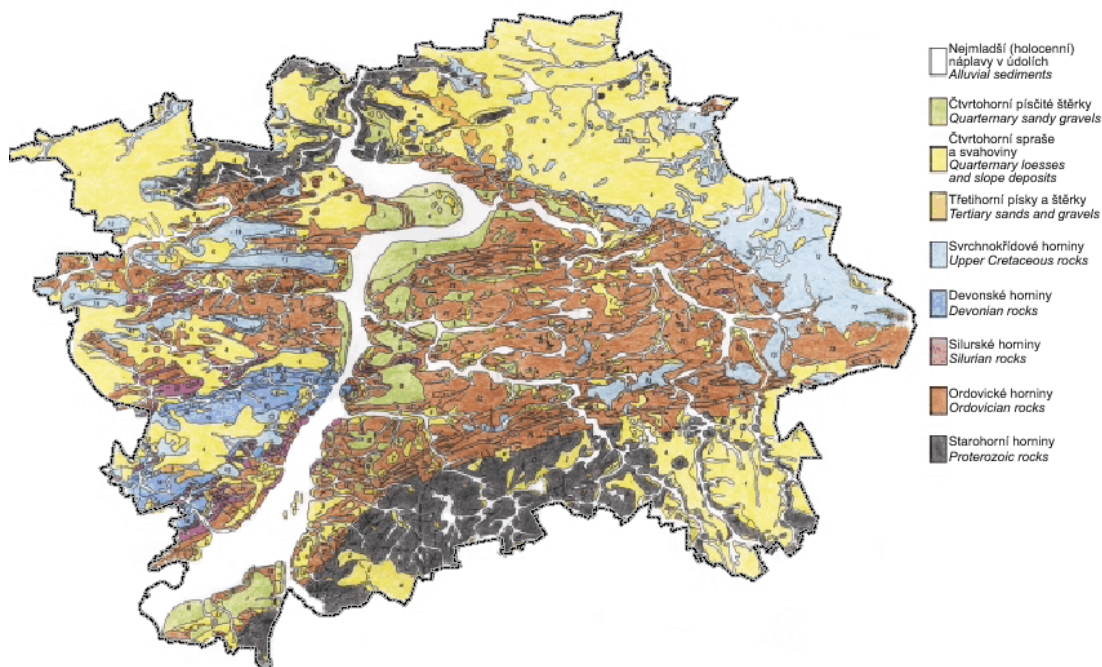


Obr. č. 7 Limnigrafická lať s vyznačenými stupni povodňové aktivity u Divadla na Fidlovačce (autor, 2015)

II PRAKTICKÁ ČÁST

6 Popis území

Z geologického hlediska je podklad Prahy mimořádně pestrý, do oblastí vodního toku Botič spadají: Čtvrtohorní písčité štěrky, Ordovické horniny, Svrchnokřídové horniny, Čtvrtohorní spraše a svahoviny a Starohorní horniny.



Obr. č. 8: Mapa geologických poměrů Prahy (Kovanda a kol., 2001)

6.1 Čtvrtohorní písčité štěrky, spraše a svahoviny

Čtvrtohory jako poslední a časově nejkratší období v geologické historii se velmi podstatně podepsalo na povrchu terénu Prahy, které bylo budované horninami starších útvarů. Zejména mohutná a dlouhodobá činnost eroze, z které vznik terén s hluboce zařízlou sítí údolí, ústící do kaňonovitě vinutého toku Vltavy.

Čtvrtohory vtiskly současný charakter všem terénním tvarům a také svými uloženinami překryly horniny starších geologických útvarů a na velké části území až mnohametrovými vrstvami. Docházelo zde k aktivním sedimentačním činnostem, když vzniklé terénní nerovnosti a tvary se změkčovaly akumulacemi různých svahovin, písčitých štěrků a pak zvláště uloženinami navátými, jako jsou spraše, sprašové hlíny a naváté písky. Mocnosti některých uvedených typů uloženin jsou mnohdy až úctyhodné 10-20, výjimečně dokonce až 30 metrů.

6.2 Ordovické horniny

Horniny ordoviku představují nejrozšířenější sedimenty na území Prahy. Ordovik je považován za nejchladnější období v historii Země, kde vyvrcholilo chladné klima,

které je doloženo kontinentálním zaledněním. Ordovik pražské pánve je vyvinut ze dvou základních charakteristických znaků, a to břidličného a pískovcového.

6.3 Svrchnokřídové horniny

Svrchnokřídové uloženiny, které tvoří v Praze nejvyšší plochá návrší (např. Petřín, Bílá hora) představují zbytky dřívějšího celkového pokryvu sladkovodních a mořských usazenin.

6.4 Starohorní horniny

Z geologického hlediska se velmi významným podílem účastní horniny svrchního proterozoika neboli starohor na území Prahy. Jejich stáří dosahuje přes půl miliardy let. Odhadovaná mocnost celého komplexu by měla být něco kolem 8000 m a je také součástí velké regionálně geologické jednotky středních Čech a to Barrandienu. Starohorní horniny zčásti vystupují na povrch terénu a zčásti jsou kryty mladšími uloženinami, ale také hluboko pod povrchem tvoří podloží prvohorní pánve Barrandienu. Na území Prahy se starohorní horniny tvořily v mořském prostředí a zčásti také šlo o mělkovodnější podmínky. Usazeniny jsou zastoupeny hlavně špatně vytříbenými úlomkovitými horninami řad břidlice (prachovce, drobami o různé zrnitosti a později i slepenci). Horniny byly ukládány hlavně činností proudů, podmořských skluzů a bahnotoků a zároveň při sedimentaci v některých obdobích probíhala také vulkanická činnost, kde docházelo k podmořským výlevům nejdříve zásaditým a později kyselejších láv, ze kterých byly bazalty, andezity a ryolity a pak i k explozím, které vedly ke vzniku sopečných tufů. (Kovanda a kol., 2001)

6.5 Vymezení vodního toku

Vodní tok Botič pramení jihovýchodně od Prahy mezi obcemi Křížkovy Újezdec, Čenětice a Nebřenice v lese Okrouhlík. Protéká přes obce Čenětice, Olešky, Kocandu, zámeckým parkem Průhonice, který je veden jako národní kulturní památka, kde jsou na toku umístěny tři průtočné rybníky. Dále teče a meandruje zalesněným údolím Průhonic přes Křeslice až do Petrovic, kde začíná vzduť vodní nádrže Hostivař. Pod nádrží Hostivař vodní tok Botič pokračuje úsekem meandrů, které patří do přírodní památky Meandry Botiče a protéká městskou částí Hostivař a Záběhlíce. Vodní tok pokračuje kolem areálu Pražských tepláren a odstavného nádraží Praha Jih, teče michelským údolím, stáčí se do Vršovic a protéká pod Havlíčkovými sady. Teče kolem divadla na Fidlovačce a protéká pod Nuselským mostem, kde na pravém břehu se rozléhá park Folimanka a Vyšehradské hradby, tok pokračuje posledních 700m v zaklenutém profilu. Pod železničním mostem ve Výtoni ústí zprava do Vltavy zakrytý tok.

Do vodního toku vtéká množství potoků a nachází se několik rybníků a nádrží místního významu a vodní nádrž Hostivař, která má účel hlavně rekreační.

Koryto v horní části toku je v přírodním stavu krom průtoků několika obcí, kde je část koryta opevněna. Ve střední části toku, která se nachází pod Hostivařskou přehradou, má Botič přirozený meandrující tok s řadou tůní. Vyskytují se tu chráněné a ohrožené druhy ptactva a společenstva vodních živočichů a proto je vyhlášeno přírodní památkou Meandry Botiče. Dolní část toku je velmi ovlivněna městskou zástavbou, a proto je v celé jeho části souvisle upraveno a opevněno korytopotoka.

Do Vltavy ústí u železničního mostu na Výtoni, ze zaklenutého koryta. V hydrologickém pořadí má číslo 1-12-01-020 a je to jeden z nejdelších pražských potoků s délkou toku 34,5 km a s plochou povodí, která zaujímá rozlohu 134,85 km². Tok má dva správce toku, kdy horní tok má ve správě Povodí Vltavy a dolní tok Magistrát hlavního města Prahy.

6.6 Přítoky do vodního toku Botič

Horní tok je ve správě státního podniku Povodí Vltavy a to v úseku 17,447 - 34,5 km od soutoku s Vltavou. Je to území, které je mimo hlavní město, přitékají tu hlavně bezejmenné potoky, které jsou uvedeny jako výčet potoků, který obsahuje název potoku, orientaci přítoku a kilometr od soutoku Botiče s Vltavou.

- Labeška, levostranný, km 32,33
- bezejmenný, levostranný, km 31,96
- bezejmenný, pravostranný, km 31,59
- bezejmenný, levostranný, km 31,47
- bezejmenný, levostranný, km 30,06
- bezejmenný, levostranný, km 27,76
- bezejmenný od Henrika, pravostranný, km 27,25
- bezejmenný, levostranný, km 27,01
- bezejmenný od Zdiměřic, levostranný, km 26,00
- Jesenický, levostranný, km 24,53
- Dobřejovický, pravostranný, km 23,57
- Bezejmenný, pravostranný, km 22,42
- Odpad od Podzámeckého rybníka, pravostranný, km 21,89
- Bezejmenný od Hole, levostranný, km 21,16
- Bezejmenný, levostranný, km 20,97
- Bezejmenný od rybníka Komárov, levostranný, km 20,40

- Černý, levostranný, km 19,90
- Sukovský, levostranný, km 19,90
- Formanka, levostranný, 19,00
- Pítkovický, pravostranný, km 17,73

Dále už jsou potoky, které leží na území hlavního města Prahy a jsou ve správě Magistrátu hlavního města Prahy, odboru městské zeleně a odpadového hospodářství a údržba vodního toku je ve správě Lesy hlavního města Prahy, středisko vodní toky a to v úseku 0 – 17,447 km od soutoku s Vltavou a přitéká zde devět přítoků, které jsou vypsány v seznamu s jejich orientací a vzdáleností v kilometrech od soutoku Botiče s Vltavou.

- Dobrá voda, pravostranný, km 17,46
- Milíčovský, levostranný, km 16,31
- Mlýnský náhon, pravostranný, km 15,36
- Hájecký, levostranný, km 14,66
- Košíkovský, levostranný, km 13,18
- Měcholupský, pravostranný, km 11,60
- Chodovecký, levostranný, km 8,43
- Odpad od Hamerského rybníka, km 7,19
- Slatinský, pravostranný, km 6,65

Poté už do vodního toku nic nepřitéká a posledních 700 metrů před ústím do Vltavy je koryto vedeno pod povrchem a vytéká na Výtoni pod železničním mostem do Vltavy.

Vodní tok spadá do několika městských částí, jmenovitě do Prahy 2 a to v úseku km 0,00 – 1,66 a 2,23 - 2,81 pouze levým břehem, Praha 4 v úseku km 1,66 – 2,23; 3,76 – 6,53 a 7,06 – 7,18, Praha 10 v úseku km 2,23 – 3,76; 6,53 – 10,43, Praha 15 v úseku km 10,43 – 15,21, Petrovice úsek km 15,21 – 16,40 a Křeslice v úseku km 16,40 – 17,45. (Magistrát hl. m. Prahy, 2013)

6.7 Nádrže a objekty na toku

Na vodním toku Botič se nachází několik vodních děl, mezi které patří nádrže a rybníky s různým účelem stavby. Bořín, Labeška, Hamerský a Práčský rybník jsou stavby určené k chovu ryb s krajinnotvorným a ekologickým využitím. Retenční nádrž Košík je průtočná nádrž, která slouží k zachycení vody s krajinnotvorným a rybochovným účelem. Největším vodním dílem na vodním toku je protékaná vodní nádrž Hostivař, která slouží zejména k rekreačním účelům, ale také zmírňuje průchod

velkých vod, slouží ke sportovnímu rybaření a má krajínotvorný a ekologický charakter nádrže. Nádrž je typu vzdouvací stavby, která je tvořena sypanou hrází z písčitých hlín s návodním těsněním ze sprašových hlín o výšce 16 m, délce 117 m a šířce v koruně 3,5 m. Bezpečnostní přeliv tvoří čtyři přelivná pole hrazená dřevěnými stavidly z trámů (obr. č. 15) a také má nádrž spodní výpusti a to rovnou dvě o velikosti 500 a 700 mm, na kterých jsou na vtoku osazeny hrubé česle z ocelových prutů a každé potrubí má po rekonstrukci umístěn jeden šoupátkový uzávěr sloužící jako revizní a jeden klapkový uzávěr sloužící k regulaci.

Dále je na toku umístěna síť limnigrafických stanic, která v povodí Botiče čítá celkem 10 limnigrafických stanic na vodním toku a jeho přítocích. Pět stanic je přímo na Botiči a to Kocanda, Petrovice, Průhonice, Hostivař a Nusle, další dvě stanice jsou na Pitkovickém potoce a to Benice a Kuří. Po jedné stanici jsou na Jesenickém potoce s názvem Jesenice, Chomutovickém potoce stanice Modletice a poslední je na Dobřešovickém potoce se stejným názvem. Tyto stanice jsou osazeny vzájemně kompatibilní technologií, kterou tvoří tlaková měřicí sonda, program umožňující přenos dat pomocí GSM (globální systém pro mobilní komunikaci) do dispečerských stanovišť správce vodní nádrže Hostivař, kterým jsou Lesy hl. m. Prahy a v poslední řadě neméně důležitý záložní zdroj elektrické energie. Některé stanice jsou také doplněny o srážkoměry, které měří a zaznamenávají srážkový úhrn a to jsou stanice Hostivař, Dobřešovice, Kocanda a Jesenice. (Hlavní město Praha, 2013a, Říha, 2013)

7 Povodně na Botiči

I když je vodní tok Botič největším pražským potokem, tak k významnému rozlivu nebo povodním, které by ničily majetek a ohrožovaly lidské životy, zde příliš často nedochází. První zmínky o povodních na vodním toku Botič byly zaznamenány už v šestnáctém století. Velkou změnu na tok přinesly povodně v roce 1958, kdy se vyliil Botič z koryta a zatopil Hostivař a také další části města. Tato povodeň urychlila jednání a rozhodování o vystavění Hostivařské přehrady na toku. Hlavní důvod vybudování přehrady byla protipovodňová prevence právě na zmiňované povodeň, ale hned od začátku je využívána hlavně k rekreaci. (Augusta a kol., 1998)

Povodeň v roce 2002, která zasáhla velkou část České republiky, se na vodním toku Botič nijak významně neprojevila. Šlo totiž pouze o pětatřicetiletou vodu. I když v některých částech přeci jen dokázala pořádně potrápít a zatopila přilehlé zahrady, sklepy a sportoviště. (Lesy hl. m. Prahy, 2016)

Poslední povodeň, která se na povodí Botiče vyskytla, je z roku 2013. Tato povodeň byla významná svojí velikostí a vznikem, je popsána dále.

7.1 Rozbor povodně z června 2013

Povodeň, která se odehrála v červnu 2013, byla způsobena hned několika vydatnými vlnami srážek, které zasáhly hlavně Čechy a částečně i Moravu. Tyto srážky byly doplněny řadou lokálních přívalových bouřkových srážek. V celém povodí Vltavy byly rozvodněny vodní toky a ve značné části také v povodí Labe.

Na konci května a v průběhu června roku 2013 zasáhly území České republiky vydatné srážky hned v několika vlnách, které rozvodnily toky v Čechách a částečně i na Moravě. Jednou z dalších příčin povodňové situace byl velmi vlhký květen, po kterém zemina v povodí toků byla velmi nasycena vodou. Další srážky měly rychlou povodňovou odezvu, která se projevila jako povrchový odtok. (příloha č. 1)

Z meteorologického hlediska byl květen v roce 2013, co se týče srážek na území České republiky nadnormální, průměrný měsíční úhrn byl 113 mm a to představovalo 152% z dlouhodobého průměru za měřené období od roku 1961 – 1990. Průměrný měsíční úhrn srážek za měsíc květen 2013 se stal na území České republiky pátým nejvyšším úhrnem od roku 1961. (příloha č. 2);(Daňhelka a Kubát, 2013)

Červen 2013 byl srážkově velmi nadnormální, průměrný plošný republikový úhrn činil 146 mm a představoval 174 % z dlouhodobého průměru od roku 1961 – 1990. Byl to nejvyšší červnový úhrn od roku 1961 a šestý nejvyšší měsíční úhrn ze všech měsíců za měřené období. Nejvyšší doposud naměřený měsíční srážkový úhrn v České republice byl naměřen v červenci 1997 a to 204 mm vodního sloupce. (příloha č. 3)

V závěru měsíce května 2013 se nad větší částí evropského kontinentu zdržovala oblast nízkého tlaku vzduchu, kolem které se vytvářela jednotlivá jádra nízkého tlaku vzduchu. Cirkulace z konce května pokračovala i do začátku června. Střed velké tlakové níže ve vyšších hladinách atmosféry postupoval od jihozápadní Evropy k severovýchodu a při postupu byl blokován velmi rozsáhlou tlakovou výší nad severovýchodní částí Evropy. Rozhodující faktor pro výraznou srážkovou epizodu 1. a 2. června byla tlaková níže, která se tvořila na frontální vlně východním směrem od České republiky a pozvolna postupovala na naše území. Nad Evropou se udržovaly dva útvary tlakové výše. Jeden na severu a druhý mohutněl nad západní částí Evropy, kde se vytvářel výběžek azorské tlakové výše. Vytvořené útvary postupně blokovaly postup tlakové níže dále na sever a západ, proto tlaková níže zůstala nad centrální částí evropské pevniny. Skoro 20 hodin se nad naším územím vlnilo frontální rozhraní bez výraznějšího pohybu. (příloha č. 4)

Během 1. června synoptická situace vytvořila nad naším územím výrazné konvergentní proudění ve spodní vrstvě. Čára konvergence se zvolna pohybovala

k východu a 2. června propojovala prostor od severních, přes střední až do jižních Čech. V zadní části tlakové níže proudil ze severozápadu do Čech studený vzduch a současně existoval výrazný stříh větru, který měnil rychlost větru s výškou a pohyboval se i přes $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Další prvek, který přispěl k vydatnějším srážkám, bylo nestabilní zvrstvení a to zejména na severu Čech. V oblasti konvergence se krom výrazných dešťů vyskytovaly i občasně bouřky, které nebyly příliš vertikálně řešené, ale opakovaně postupovaly na stejné území a přechodně se intenzita srážek zvyšovala. Kvůli blízkosti středu tlakové níže, který ležel nad Polskem, se bouřky opakovaly a setrvaly na jednom místě až po několik hodin. Spojením všech faktorů vznikly velmi výrazné srážkové úhrny v krátkém časovém období na v relativně úzkém pásmu. (příloha č. 5);(Daňhelka a kol., 2014)

Průzkum a povodňové prohlídky zátopového území zjistily, co bylo na vodním toku Botič na území hlavního města Prahy ohroženo nebo zatopeno. Podle zvyklostí bude popis toku označen kilometráží a městskou částí a vede od soutoku proti směru vodního toku.

Na úseku km 0,000 – 1,660, který patří do městské části Praha 2, kde prvních skoro 700m je tok veden zakrytým profilem podél ulice Vladislavova, teče pod železničním a betonovým mostem v ulici Na Slupi bylo při povodních zjištěno, že celé koryto vedeno pod úrovní terénu je kapacitní. Příčný profil zaústění vodního toku pod terén je v příloze č. 6.



Obr. č. 9 Poslední metry toku před zaústěním pod zem v ulici Na Slupi. (autor, 2015)

Dále tok vede parkem Folimanka, který je vyhlášen jako záplavové území a to taky při povodních dodržel a část parku byla zatopena, ale rozsah zátopy nepřesáhl

vymezené záplavové území Q_{100} , které je krásně vidět v příčném profilu. (příloha č. 7)

U betonových mostů u ulice Nezamyslova a Svatoplukova voda při povodních dosahovala ke spodní části mostovky, ale nezapříčinily rozlití vody do okolí a oba mosty jsou kapacitní.

Na úseku km 1,660 – 2,227, který patří do městské části Prahy 4 od ulice Na Folimance po ulici Závíšova. V roce 2007 zde byla dokončena revitalizace od mostu v ulici Na Folimance po most v ulici Závíšova před Divadlem Na Fidlovačce. Koryto bylo zpevněno kamennou dlažbou a byl vymodelován nový tvar koryta tak, aby tok ve dně meandroval od jednoho břehu ke druhému. Do štěrkopísku byla uložena vyklínovaná kamenná dlažba, která nahradila původní tvrdé betonové opevnění. Také zde bylo použito vegetační opevnění a to formou kokosových rohoží v kazetách, do kterých se nasázely mokřadní rostliny, ale kvůli velkým průtokům musely být rohože ještě zatíženy kamennými válci. Povodeň částečně porušila a rozebrala vegetační opevnění a v toku zůstaly převážně jen kamenné válce překryté sítí, které je možné vidět na obr. č. 10.

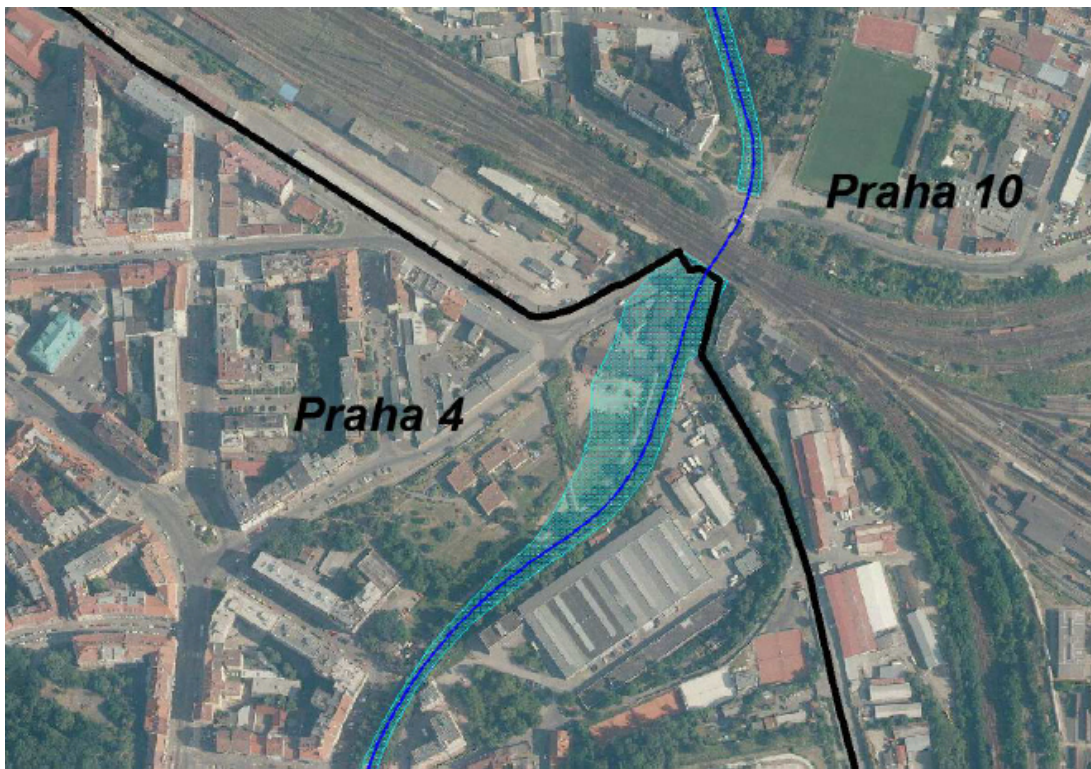


Obr. č. 10 Kamenný válec pokrytý sítí bez mokřadních rostlin a jiné vegetace po povodních.
(autor, 2015)

Úsek km 1,926 – 2,227 patřící pod Prahu 4 a úsek km 2,227 – 2,813, který spadá pod městskou část Prahy 10 a levý břeh pod Prahu 2 nebyly při povodních zjištěny žádné nedostatky a koryto toku je v této části v dobrém stavu bez viditelného zásahu, jen některé stromy a mrtvé dřevo se muselo odstranit z koryta toku.

Úsek km 2,813 – 3,763 spadající pod Prahu 10. Při povodních zde byl zatopen chodník na pravém břehu za mostem v ulici Petrohradská. Opevnění koryta je v dobrém stavu a dále v tomto úseku se voda z koryta nerozlila.

V úseku km 3,763 – 6,526 patřící Praze 4 před železničním mostem došlo při povodních k rozlivu vody na levý břeh a voda se dostala až na silnici u křižovatky Petrohradská a Bartoškova. Po povodni bylo v některých místech narušeno opevnění koryta, oprava proběhla a koryto je v dobrém stavu.



Obr. č. 11 Rozliv vody na levý břeh až na silnici v ulici Bartoškova u železničního mostu.
(Magistrát hl. m. Prahy)

U lávky přes vodní tok k parcele č. 1162/2 v k. ú. Michle sahala voda až k vrchní hraně mostovky a zaplavila zahrádky a přilehlé objekty vodou rozlitou z koryta toku. (příloha č. 8)

Rozliv mezi ulicí Michelská a zaklenutím pod vlakové nádraží zasáhl objekt Sue Ryder, kde byl z Michelské ulice zatopen povrchovou vodou, a areál za objektem zatopila voda z koryta toku. Dále se zde musely odstranit stromy, které překážely v korytu, a za areálem Sue Ryder bylo poničené opevnění koryta od povodně. Dokonce byl zatopen i areál bývalé tiskárny v ulici Ohradní 65, kde voda dosahovala do výšky 80 cm, přitom v zátopové mapě není vůbec znázorněna. (příloha č. 9)

Před zatrubněním pod vlakové nádraží je rozbitý stupeň ve dně zničený povodní, který by měl být nahrazen těžkým kamenným skluzem a oprava částečně porušeného koryta toku.

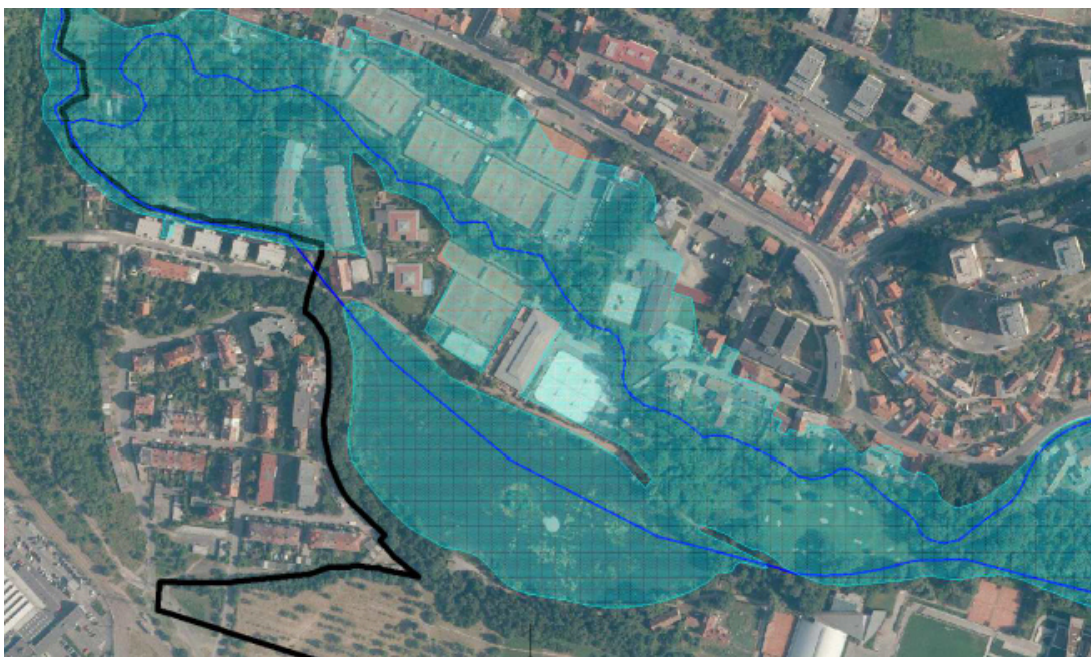


Obr. č. 12 Na snímku je vidět zničený stupeň ve dně, který by měl být nahrazen skluzem, foceno po proudu toku. (autor, 2015)

V areálu Plynárny Michle k žádnému velkému rozlivu nedošlo, ale při povodni byl zatopen areál depa kolejových vozidel, kde se zjistilo, že je potřeba zrealizovat zkapacitnění propustku pod nádražím v areálu depa kolejových vozidel.

V úseku km 6,526 – 10,426 městské části Prahy 10 nebyl zatopen silniční most v ulici Chodovská. Opevnění koryta bylo narušeno povodní a potřebuje zrekonstruovat. Vodní tok se pod Jižní spojkou rozlil a zatopil komunikaci na pravém břehu do výšky 30 cm a voda dále tekla na plochu seřazovacího nádraží.

Dále tok pokračuje parkem Olgy Havlové, tento park není vůbec udržovaný. Hodila by se zde revitalizace toku, do které by spadalo hlavně snížení břehů u toku, a tím by se zvětšila retenční schopnost krajiny při povodních, protože tok se zde rozlil po obou březích, zasáhl především sportovní areál Hamr a přilehlé nemovitosti. Při povodni dokonce došlo k tomu, že voda z vodního toku Botič se přelila přímo do Hamerského rybníka a přes komunikaci zde teklo 10 cm vody a vytvořilo to v dané lokalitě jeden velký rybník, jak je možné vidět v zátopové mapě na obr. č. 13, v tomto uměle vytvořeném rybníku se také nacházel kostel Panny Marie, který leží na břehu Hamerského rybníka. Koryto toku po povodni bylo velmi poničeno a vzniklo zde dokonce i několik nátrží.



Obr. č. 13 Na snímku je vidět zátopa kolem sportovního areálu Hamr, kde se vytvořil jeden velký rybník ze zatopené oblasti a Hamerského rybníku. (Magistrát hl. m. Prahy)

Pozemky a nemovitosti v ulici Záběhlická byly také zasaženy vylitím vody z meandrovitého koryta, protože pod most k Cibetu se voda nevešla a nevešla se ani pod lávku k autoservisu a nastalo vylití, naštěstí k zatopení silnice v ulici Záběhlická nedošlo, protože je položená na vyšším břehu vodního toku a voda zaplavila levý břeh. U některých nemovitostí voda dosahovala až 1,5 m vodního sloupce. Silniční most v ulici Pod Záběhlickým zámekem byl dostatečně kapacitní a k žádnému rozlivu nedošlo. Zatopené byly zahrádkářské kolonie, kde změť plotů a mohutnost nánosů dělala toku zábranu a proto se tok rozlil mnohem více.

Úsek km 10,426 – 15,205 spadá pod městskou část Prahy 15. Zde vodní tok Botič prochází přírodní památkou meandry Botiče, voda se zde rozlila do okolních lesních porostů a velká zátopa vznikla v mokřadu pod Toulcovým dvorem, ve kterém bylo ještě dlouho po povodních vidět, kam až sahala hladina vody, která na pletivovém plotu nechala nánosy. Při povodni u jezu Marcelka bylo zničeno opevnění břehů a odnesený materiál vytvořil nánosy v korytě pod jezem.

Kozinovo náměstí bylo celé zatopené a to v roce 2009 prošlo revitalizací, která rozšířila koryto a zvýšila retenční schopnost krajiny, ale i tak při povodních v roce 2013 to nepomohlo a náměstí se ocitlo i s dalšími nemovitostmi pod vodou.

Historické jádro Hostivaře bylo zatopeno po obou stranách toku a rozliv byl větší než vyhlášené zátopové území Q_{100} , které je vidět na obr. č. 14.



Obr. č. 14 Zátopové území historické části Hostivaře, kde červeně je vyznačeno vyhlášené záplavové území Q_{100} . (Magistrát hl. m. Prahy)

V ulici K Horkám silniční most neměl dostatečnou kapacitu a voda se zde rozlila do okolí, jak je vidět na příčném profilu (příloha č. 10), kde jsou zakresleny hladiny N-letých průtoků a most nemá dostatečnou kapacitu pro Q_{100} a dokonce není kapacitní ani pro Q_{50} .

V ulici U Břehu se vodní tok rozlil mimo koryto na obě strany jak částečně do zástavby, tak i do krajiny na levém břehu toku. Rybářská bašta, která leží hned na levém břehu toku, byla zatopena do výšky jednoho metru. Od ulice U Břehu až k vývaru Hostivařské nádrže byly břehy kolem toku zatopeny po obou stranách, naštěstí tento úsek je situován v krajině, kde voda velké škody nenapáchala a měla zde prostor na rozlítí se z koryta. (Magistrát hl. m. Prahy, 2013)

Opevnění vývaru pod Hostivařskou přehradou, ze které bylo vypouštěno skoro $75 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ vody, byl po povodni v desolátním stavu a muselo se provést opravení pomocí těžké kamenné rovinaniny. Z vodní nádrže Hostivař bylo vypouštěné takové velké množství vody, protože voda v nádrži rychle stoupala, a když 2. 6. 2013 v rozmezí 8:30 – 10:30 voda stoupla na kótu 248,84 m n. m. a v 8:54 se otevřely všechny 4 stavidla na 100cm a také byly úplně otevřené odběrné potrubí DN500 a spodní výpusť DN700. Kulminace odtoku z vodní nádrže Hostivař proběhla mezi 14:20 – 15:30 a hladina dosáhla na výškovou kótu 249,01m n. m. a z nádrže vytékalo

74,49 m³*s⁻¹ vody, jak je krásně vidět v příloze č. 11 kde je vývar pod Hostivařskou nádrží při povodni 2013 a příloze č. 12, kde je vidět vývar za normálního stavu vypouštěné vody z nádrže. (Říha, 2013)



Obr. č. 15 Bezpečnostní přeliv se 4 stavidly na vodní nádrži Hostivař. (autor, 2015)

8 Riziková a kritická místa na vodním toku

Byla určena taková místa, která jsou nebezpečná nejen při hrozících povodních, ale i místa na kterých je potřeba opravit, upravit nebo vyčistit koryto, popřípadě odstranit překážky, které by bránily volnému průtoku korytem. Budou popsány od ústí Botiče do Vltavy v kilometrové vzdálenosti a dále slovně popsány, kde se nachází a co je zde za rizikové nebo kritické místo a proč nebo z jakého důvodu bylo určeno. Byly stanoveny z terénní pochůzky a ze zpráv o povodních z roku 2013 a některé prokonzultovány s ing. Josefem Šlingerem z Magistrátu hlavního města Prahy odboru ochrany a péče o zeleň.

Na km 0,000 se nachází první kritické místo, je přímo v místě vyústění Botiče do Vltavy. Jde o most, který je součástí Náplavky a jeho zábradlí spolu s konstrukcí mostu omezuje plynulé proudění vody při zvýšené hladině nebo při povodních. (příloha č. 13)

Km 0,705 u betonového mostu v ulici Na Slupi se nachází vedení inženýrských sítí, které při povodních slouží jako překážka toku a zvětšují rozlití vody do okolí. (příloha č. 14)

V parku Folimanka km 0,700 - 1,660 je na několika místech porušené opevnění dna koryta toku a také se zde nachází inženýrská síť, která je vedena v korytě toku, v příloze č. 15 jsou na snímku vidět obě kritická místa.

U mostu v ulici Na Folimance km 1,700 se nachází další inženýrské sítě, které jsou umístěny z obou stran mostu a při povodních brání proudění vody v korytu, špatně zaslepené vyústění potrubí z kterého protéká voda do koryta a pod mostem a v toku jsou naplaveniny. (příloha č. 16, příloha č. 17)

U Divadla Na Fidlovačce km 1,926, kde byla v roce 2007 provedena revitalizace koryta toku meandrováním a osazením kokosových rohoží s mokřadními rostlinami. Jak je vidět na snímku v příloze č. 18 a obr. č. 10 zůstaly zde pouze kamenné válce, které měli rohože s rostlinami držet na svém místě. Dále jsou v tomto úseku vedeny další inženýrské sítě, které v toku při povodních dělají velkou překážku v toku, protože jsou vedeny dost netradičně, jak je možné vidět v příloze č. 19.

Mezi mosty v ulici Bělehradská a Závěšova km 1,926 – 2,500 je v několika částech poničené opevnění koryta toku a u mostu v Bělehradské ulici je po opravě přilehlé komunikace nasypaná suť v toku a zabraňuje proudění vody v korytu a zanáší se dalšími naplaveninami. (příloha č. 20)

Lávka k parcele č. 1162/2 v k. ú. Michle km 4,678 bylo při povodních zjištěno, že hladina přesáhla hladinu Q_{100} danou generelem pro toto území a sahala až k horní hraně mostovky, jak je možné vidět na příčném řezu v příloze č. 8.

V úseku km 4,950 – 5,500, který se rozprostírá mezi ulicí Michelská až po výstup ze zatrubnění pod vlakovým nádražím, je skoro v celé části poničené opevnění koryta toku mezi panely a dlažbou. Suť z poničeného opevnění zanáší koryto dále po proudu. (příloha č. 21) Také se zde před povodní nacházel stupeň ve dně, který je u výstupu ze zaklenuté části pod vlakovým nádražím (příloha č. 22), ale jak je vidět na obr. č. 12 po povodni z něj zbyla jen suť rozmístěná v korytě toku a při opravě by měl být nahrazen skluzem ve dně.

V parku Olgy Havlové km 7,200 - 7,550, který dlouhodobě patří mezi málo udržovanou oblast, by se hodila revitalizace vodního toku, kde by šlo vymodelovat koryto, které by se z odtěžených navážek mohlo rozšířit a udělat případně i bermu pro další rozliv vody při povodních a zvýšit tak v této krajině retenční schopnost, tímto by se zpřírodnila celá lokalita.

Mezi ulicí Na Lávce až k Záběhlickému jezu km 7,550 – 8,600 je na několika místech porušené opevnění vodního toku, které při větších průtocích by se mohlo dále porušovat a zanášet tok dále po proudu. (příloha č. 23)

Od Záběhlického jezu k jezu Marcelka km 8,600 – 10,430 je několik míst s viditelným sesuvem zeminy břehu, které byly způsobeny povodní, při dalším sesuvu

hrozí částečné zatarasení vodního toku zeminou a vegetací, případné zanášení toku dále po proudu. (příloha č 24, příloha č 25)

Kozinovo náměstí km 11,445 prošlo revitalizací už v roce 2009, a i když se rozšířilo koryto a zvětšila retenční schopnost krajiny, tak povodeň 2013 byla natolik rozsáhlá, že i toto území bylo zaplaveno a zátopa přesáhla vyhlášené zátopové území Q_{100} . Nejde přímo o rizikové místo, ale byla to úplně první revitalizace a jde pouze o stotřicetimetrový úsek z celkových zhruba 16 km na území Prahy a to při takových povodních se moc projevit nemůže. (příloha č. 26)

Most v ulici K Horkám km 11,550, jak ukázala povodeň z roku 2013, není kapacitní pro Q_{50} , jak je možné vidět na příčném řezu v příloze č. 10. Před mostem je vedena přeložka potrubí, která značně snižuje průtočnou plochu a bylo by dobré ji vyřešit tak, aby nezasahovala do koryta toku. (příloha č. 27, příloha č. 28)

V ulici U Břehu km 11,840 byl postaven první rybí přechod v Praze, který má sloužit k migraci ryb proti proudu a byl zvolen meandrový typ, který by měl být pro ryby přirozenějším prostředím než kaskádový a také by se neměl tolik zanášet, bohužel po stavbě se přišlo na to, že tento rybí přechod vůbec neplní své požadavky, kvůli kterým byl stavěn, protože je příliš krátký. V budoucnu by měl být nahrazen kamenitým skluzem, který je pro ryby vhodnější. (příloha č. 29)

Na km 12,015 je jízek umístěný u rybářské bašty, který sousedí se zdrží Rybářská bašta a zde by bylo dobré odbahnit Rybářskou baštu pro zvětšení kapacity koryta a odstranění jízku pro lepší průtočnost kolem Rybářské bašty. (příloha č. 30)

Poslední kritické místo na území hlavního města Prahy na km 13,150 je vodní nádrž Hostivař. Nádrž má přesně stanovené kritéria pro vypouštění vody z nádrže a také musí dodržovat určité minimální hladiny při letním provozu 246,60 m n. m. a zimním provozu 245,1 m n. m. Ale také při extrémních povodních, jako byly v roce 2013, se musí brát v potaz ochrana vodní nádrže Hostivař, kdyby se hráz porušila, tak by mohla nastat mnohem větší povodňová vlna než, která nastala při vypouštění na vrcholu kulminační vlny, kde z nádrže vytékalo $74,49 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ to bylo zhruba Q_{140} . (příloha č. 11, příloha č. 31)

Prof. Ing. Jaromír Říha uvádí v díle VN Hostivař „Celkový objem proteklé vody od chvíle monotónního nárůstu hladiny vody v nádrži 1. 6. 2013 v 15:00 hod do:

- kulminace odtoku 2. 6. 2013 ve 12:00 hod. činil cca 2,6 mil m^3 ,
- konce první povodňové vlny 3. 6. 2013 v 12:20 hod. činil cca 6,3 mil. m^3 ,
- konce záznamu dle [15] 4. 6. 2013 v 14:50 hod. činil cca 8,9 mil. m^3 .

Ve srovnání s tímto objemem je retenční objem nádrže (cca 0,53mil. m³) málo významný.“ (Říha, 2013, Magistrát hl. m. Prahy, 2013, terénní pochůzka, Hlavní město Praha, 2013b)

9 Protipovodňové opatření a revitalizace toku

Jedno z prvních protipovodňových opatření na vodním toku bylo vybudování vodní nádrže Hostivař, která byla uvedena do provozu v roce 1961. Po povodních v roce 2002, při nichž byla zasažena Česká republika, se do popředí řešení dostaly havarijní úseky vodních toků. Vodní tok Botič prošel v posledních 15-ti letech několika revitalizacemi, protože některé úseky byly poškozené nebo v havarijním stavu.

V roce 2004 byl revitalizován Záběhlický jez, sloužící k tomu aby vzdouval vodu pro náhon do Hamerského rybníka. Jez byl dlouhou dobu zanedbáván a několik desítek let na něm nebyla provedena běžná údržba. Kamenná dlažba byla bez spárování a na některých místech vymletá, dokonce někde chyběly i celé bloky. Na rekonstrukci celého jezového tělesa a přilehlých zdí byly použity pískovcové kameny a žulová dlažba. (příloha č. 32, příloha č. 33)

V roce 2007 proběhla revitalizace koryta před Divadlem Na Fidlovačce. Betonová část dna byla celá zničená a zbytek opevnění byl tvořen rozpadající se dlažbou. Ve svazích koryta toku rostly invazivní a nežádoucí rostliny. Byl vymodelován nový tvar koryta, aby tok meandroval od jednoho břehu k druhému. Koryto bylo zpevněno kamennou dlažbou, uloženou do štěrkopísku a vyklínováno. Tato úprava se používala už na začátku 20. století a na některých místech se zachovala. Do revitalizace bylo zapojeno i vegetační opevnění z mokřadních rostlin nasázených do kokosových rohoží. (příloha č. 18, obr. č. 10)

První projekt přímo protipovodňové ochrany na toku byl vybudován v roce 2009 a byla to revitalizace toku u Kozinova náměstí. Odstraněny zde byly historické navážky, které při zvýšených průtocích usměřňovaly vodu k pravému břehu, který byl položen níže, voda zde zasahovala přilehlé objekty. Začal se zde budovat projekt na celkovou úpravu toku, při níž byly odtěženy navážky. Na levém břehu místo navážek vznikla široká berma, která byla navázána na původní terén. Je vymodelována jako přírodní součást koryta, kde vznikají malé tůňky. Části svahů byly stabilizovány kamennou rovnaninou z velkých balvanů a svahy, které nejsou tak namáhány byly osety trávou. Tok zde dostal přírodní ráz, který je podtržen zvětšením kapacity koryta, což může při povodních hrát důležitou úlohu. (příloha č. 26)

Ten rok byla provedena i stabilizace koryta v Záběhlicích, která měla odstranit nepovolené stavby z koryta toku a skládky v blízkosti. Skládky při povodních byly odplavovány a zanášely tok. Vegetace zde rostoucí se stávala nebezpečnou, proto

se zde uskutečnil projekt vyčištění koryta se stabilizací břehů. Jednalo se o úpravu blízkou přírodě a byly zde použity přírodní materiály a zároveň se zde zajistila základní funkce vodního toku. (příloha č. 34)

V roce 2012 byla provedena přestavba skluzu na balvanitý stupeň v areálu Pražské plynárny. Do koryta byly zasazeny balvany o hmotnosti až 500 kg, ze kterých byl vyskládán pozvolný skluz umožňující rybám migraci proti proudu toku.

Po povodních v roce 2013 došlo k revitalizaci opevnění koryta u Chodovské ulice a sanace břehové nátrže u jezu Marcelka. U ulice Chodovská bylo původní opevnění zničeno povodní a oprava spočívala v nahrazení původní dlažby balvanitou rovnaninou, kde při březích byla prosypána zeminou. Levý břeh u jezu Marcelka strhla protékající voda při povodni a musel se zde vytvořit nový břeh, který byl stabilizován kamennou rovnaninou a udělal se zde lepší přístup k vodě. (příloha č. 35)

Velké škody po povodni 2013 byly také zjištěny na vývaru vodní nádrže Hostivař, kde protékající voda vytrhala betonové bloky a ty zanechala v korytě toku. Oprava zde zahrnovala odstranění zbytků starého opevnění z vývaru i z koryta toku a vybudování nového opevnění pomocí balvanité rovnaniny. Úprava zkapacitnění přelivu pod vývarem a také výměna zrezivělého zábradlí kolem celého vývaru. (příloha č. 11, příloha č. 36)

Pokračovat v odstraňování navážek kolem koryta Botiče se zabývá rozsáhlejší projekt, který má revitalizovat tento pražský potok.

Byly zpracovány studie pro úsek v ulici U Břehu, kde se pracovalo s matematickým modelem při návrhu retenčního prostoru, který řeší zvýšení kapacity vodního toku odtěžením navážky na levém břehu, aby zde byl maximálně využit potenciál krajiny. (příloha č. 38)

Další možnost pro revitalizaci je park Olgy Havlové, kde kolem toku jsou navážky, které by bylo potřeba odstranit a zpřírodnit koryto toku i lokalitu samotnou.

Pod ulicí Hostivařská je park u koryta toku, kde by se dala realizovat revitalizace toku, aby se zde mohla voda rozlít volně do krajiny a nevznikaly by zde žádné velké škody na majetku a objektech, protože jde pouze o zeleň.

V historické části Hostivaře by bylo dobré zvýšit průtočnost koryta toku pomocí berm, které by měly zvětšit retenční schopnost při povodních. (příloha č. 37)

Bohužel největší úskalí těchto projektů, není návrh, vypracování nebo financování, ale nesouhlas vlastníků soukromých pozemků, které spadají do dané revitalizace a protipovodňové ochrany vodního toku Botič. Z této příčiny je velice obtížné realizovat adekvátní opatření v potřebných úsecích toku. (Magistrát hl. m. Prahy, 2013, Hlavní město Praha, 2013c)

10 Závěr:

Teoretická část je věnována hlavně hydrologickým pojmům, které jsou vysvětleny pro lepší porozumění textu, popsání zájmového území, povodí vodního toku a tok samotný. Byly určeny druhy a vznik povodní, a vypsány stupně protipovodňové aktivity pro lepší orientaci, přiblížení a seznámení čtenáře s danou lokalitou.

Praktická část je věnována extrémní červencové povodni v roce 2013 na vodním toku Botič, která se dá definovat jako neovladatelný živel - masa vody hledající cestu krajinou. Byly zjištěny nekapacitní mosty a špatně určené zátopové oblasti pro dané území.

Hlavní příčinou povodní byla kombinace několika faktorů, které se staly společně v krátkém časovém rozmezí, tím vytvořily nepředvídatelnou přírodní katastrofu. Jmenovitě se jednalo o zvýšený srážkový úhrn v měsíci květnu, který zařídil nasycenost půdy ve většině povodí a synoptická situace, která se na přelomu května a června vyskytla nad střední Evropou a z velké části zasáhla naší republiku.

Byla určena a nafocena kritická místa, která by bylo dobré opravit a předcházet případným problémům a situacím při dalších povodních a začít s úpravou a revitalizací toků, které by měly pomoci při prevenci před povodněmi, ochranou majetků a ztrátou lidských životů.

11 Literatura a zdroje

- AUGUSTA P. a kol., 1998, *Kniha o Praze 15 – Hostivař, Horní Měcholupy a okolí*. MILPO MEDIA, Praha, 167s.
- BEBBER J. van, 1883, *Typische Witterungserscheinungen*. Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie, 18, 447-458 s.
- BRÁZDIL a kol., 2005, *Historical and recent floods in the Czech Republic*. Masaryk University in Brno and Czech Hydrometeorological Institute in Prague, Brno 370s.
- BRÁZDIL R., ŠTEKL J., 1986, *Cirkulační procesy a atmosférické srážky v ČSSR*. Univerzita J. E. Purkyně, Brno 298s.
- ČSN, 1975, *Názvosloví v hydrologii*. Československá státní norma 73 6511. Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření, Praha 154s.
- ČSN, 1983, *Názvosloví hydrologie*. Československá státní norma 73 6530. Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření, Praha 96s.
- DAŇHELKA J., KUBÁT J., 2013, *Vyhodnocení povodní v červnu 2013*. Český hydrometeorologický ústav, Praha 79s.
- DAŇHELKA J., KUBÁT J., ŠERCL P., ČEKAL R., 2014, *Povodně v České republice v červnu 2013*. Český hydrometeorologický ústav, Praha 87s.
- DINGMAN S., 2002, *Physical Hydrology, 2nd Edition*. Prentice Hall, ISBN0-1309-9695-5, 656s.
- DOOGE J. C. I., 2003, *Linear Theory of Hydrologic Systems*. EGU Reprint Series 1, ISBN 978-3-936586-10-7.
- DUB O., NĚMEC J. a kol., 1969, *Hydrologie*. SNTL, Praha 378s.
- DUB O., NĚMEC J. a kol., 1969, *Hydrologie*. In: DUB O., SVOBODA A. [eds.] *Povrchový odtok*, SNTL, Praha 180 - 237s.
- DUB O., NĚMEC J. a kol., 1969, *Hydrologie*. In: DUB O., KOZÍK V., NĚMEC J. [eds.] *Atmosférické srážky*, SNTL, Praha 86 - 115s.
- EAGLESON P. S., 2003, *Dynamic Hydrology*. EGU Reprint Series 2, ISBN 978-3-936586-09-1.
- HRÁDEK F., KUŘÍK P., 2002, *Hydrologie*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Lesnická fakulta ve vydavatelství Credit, ISBN 978-80-213-0950-0.
- HIRSCHBOECK K. K., ELY L. L., MADDOX R. A., (2000), *Hydroclimatology of meteorologic floods*. In: WOHL E. [eds.] *Inland Flood Hazards: Human, Riparian and Aquatic Communities*. Cambridge University Press, New York, s.39-72.
- HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, 2013a: *VD Hostivař*. Odbor ochrany prostředí MHMP, Praha, online: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/vodni-plochy-dle-katastru/hostivar/vd-hostivar/>, cit. 27. 1. 2016.
- HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, 2013b: *Povodně na Botiči 2013*. Odbor ochrany prostředí MHMP, Praha, online: <http://www.praha-priroda.cz/odborna-verejnost/zaplavova-uzemi/botic/povodne-na-botici-2013/>, cit. 7. 3. 2016.
- HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, 2013c: *Revitalizace a opravy*. Odbor ochrany prostředí MHMP, Praha, online: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/vodni-toky/botic/revitalizace-a-opravy-na-potoce/>, cit. 21. 2. 2016.

- JANDORA J., STARÁ V., STARÝ M., 2002, *Hydraulika a hydrologie*. Akademické nakladatelství CERM, Brno 186s.
- KOVANDA a kol., 2001, *Neživá příroda Prahy a jejího okolí*. Academia, Český geologický ústav 215s.
- KŘÍŽ V., SOCHOREC R., KŘÍŽ H., 1964, *Opakování velkých vod v povodí Odry*. Sborník prací Hydrometeorologického ústavu ČSSR 5, Praha 132s.
- LESY HL. M. PRAHY, 2016: Botič. Lesy hlavního města Prahy, Praha, online: <http://www.lhmp.cz/vt/prazske-potoky-2/botic/>, cit. 23. 1. 2016.
- MAGISTRÁT HL. M. PRAHY, Odbor městské zeleně a odpadového hospodářství, 2013, *Zpráva o povodni 1. 6. – 2. 6. 2013 na vodním toku Botič*. Praha 101s.
- MATĚJČEK J., HLADNÝ J., 1999, *Povodňová katastrofa 20. Století na území České republiky*. Ministerstvo životního prostředí, Praha 60s.
- MATOUŠEK V., 1980, *Teplotní a ledový režim vodních toků*. Ministerstvo lesního a vodního hospodářství ČSR, Státní zemědělské nakladatelství, Praha 408s.
- MATOUŠEK V., 1989, *Zimní režim toků a vodních cest*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha 282s.
- MATOUŠEK V., 1998, *Tepelné a ledové procesy v tocích*. Práce a studie, seš. 192. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha 178s.
- MATOUŠEK V., 2000, *Vznik a vývoj ledových nápěchů*. Práce a studie, seš. 197. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha 232s.
- MÁCA P., 2014, *Hydrologie pro bakaláře*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 126s.
- PAVELKOVÁ CHMELOVÁ R., FRAJER J., 2013 *Základy fyzické geografie 1: Hydrologie*. Univerzita Palackého v Olomouci Katedra geografie, Olomouc 141s.
- PUNČOCHÁŘ P., *Zákon o vodách č. 254/2001 Sb., v úplném znění k 23. Lednu 2004 s rozšířeným komentářem*. Praha: Soudy, 2004. ISBN 80-86846-00-8.
- ŘEDINOVÁ J., PAVLÁSEK J., MÁCA P., 2009, *Hydrologie návody ke cvičení*. ČZU, Praha 79s.
- ŘÍHA J., 2013, *VD Hostivař Vyhodnocení povodňové situace v roce 2013.*, Brno 48s.
- ŠTEKL J., BRÁZDIL R., KAKOS V., JEŽ J., TOLASZ R., SOKOL Z., 2001, *Extrémní denní srážkové úhrny na území ČR v období 1879-2000 a jejich synoptické příčiny*. Národní klimatický program Česká republika, sv. 31, Praha 140s.
- VOTRUBA L., PETERA A., 1983, *Teplotní a ledový režim toků*. Academia, Praha 552s.
- VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA, 2009, *Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik*. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 86s.

12 Obrázky

AUTOR ŽÁK ROMAN, 2015,2016, Fotografie z terénního průzkumu vodního toku Botiče.

BEBBER W. J. van, 1881: Die geographische Vertheilung und Bewegung, das Entstehen und Verschwinden der barometrischen Minima in der Jahren 1876 bis 1880. Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie, 16, 414 – 419s.

DAŇHELKA J., KUBÁT J., ŠERCL P., ČEKAL R., 2014: Povodně v České republice v červnu 2013. Český hydrometeorologický ústav, Praha 87s.

GROUND SPEAK, INC., 2016: RS#1 / Pramen/ the spring. Geocaching, online: https://www.geocaching.com/geocache/GC1CH0J_rs-1-pramen-the-spring, cit. 21. 2. 2016.

HERBER V., 2010: Fyzická geografie Slovenska. Department of Geography, Faculty of Science Masaryk University, Brno, online: http://www.herber.webz.cz/www_slovakia/case_studies/povod-01.jpg, cit. 20. 2. 2016.

HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, 2013a: Obnova Záběhlického jezu. Odbor ochrany prostředí MHMP, Praha, online: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/vodni-toky/botic/revitalizace-a-opravy-na-potoce/obnova-zabehlickeho-jezu/#>, cit. 25. 1. 2016.

HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, 2013b: Botič, situace č. 1. Odbor ochrany prostředí MHMP, Praha, online: <http://www.praha-priroda.cz/odborna-verejnost/zaplavova-uzemi/botic/botic-situace-c-1/>, cit. 29. 1. 2016.

HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, 2013c: Botič, situace č. 2. Odbor ochrany prostředí MHMP, Praha, online: <http://www.praha-priroda.cz/odborna-verejnost/zaplavova-uzemi/botic/botic-situace-c-2/>, cit. 12. 2. 2016.

HLAVNÍ MĚSTO PRAHA, 2013d: Podrobná situace – Q100, Q20, Q5. Odbor ochrany prostředí MHMP, Praha, online: <http://www.praha-priroda.cz/odborna-verejnost/zaplavova-uzemi/botic/botic-situace-c-3/>, cit. 19. 2. 2016.

KOVANDA a kol., 2001: Neživá příroda Prahy a jejího okolí. Academia, Český geologický ústav 215s.

MAGISTRÁT HL. M. PRAHY, Odbor městské zelně a odpadového hospodaření, 2013: Zpráva o povodni 1. 6. – 2. 6. 2013 na vodním toku Botič. Praha 101s

PAVELKOVÁ CHMELOVÁ R., FRAJER J., 2013: Základy fyzické geografie 1: Hydrologie. Univerzita Palackého v Olomouci Katedra geografie, Olomouc 141s.

13 Seznam příloh:

- Příloha č. 1 Ukazatel nasycení půdy 1. 6. 2013
- Příloha č. 2 Úhrn srážek za měsíc květen 2013
- Příloha č. 3 Úhrn srážek za měsíc červen 2013
- Příloha č. 4 Rozložení srážek a opakování kulminačních průtoků
- Příloha č. 5 Úhrn dešťových srážek
- Příloha č. 6 Příčný profil km 0,695
- Příloha č. 7 Příčný profil km 0,974
- Příloha č. 8 Příčný profil km 4,780
- Příloha č. 9 Mapa zátopové oblasti Praha 4 Michle
- Příloha č. 10 Příčný řez nekapacitního mostu
- Příloha č. 11 Vývar nádrže Hostivař při povodní 2013
- Příloha č. 12 Vývar nádrže Hostivař při normálním odtoku
- Příloha č. 13 Vyústění Botiče do Vltavy
- Příloha č. 14 Inženýrské sítě v korytě toku
- Příloha č. 15 inženýrské sítě a poničené opevnění koryta
- Příloha č. 16 Inženýrské sítě a špatné zaslepení potrubí
- Příloha č. 17 Inženýrské sítě a naplaveniny v toku
- Příloha č. 18 Poničená revitalizace
- Příloha č. 19 Inženýrské sítě v korytě toku
- Příloha č. 20 Suť v korytě toku
- Příloha č. 21 Poničené opevnění koryta
- Příloha č. 22 Vyústění vodního toku ze zaklenutí
- Příloha č. 23 Porušení opevnění koryta
- Příloha č. 24 Eroze břehu
- Příloha č. 25 Eroze břehu
- Příloha č. 26 Revitalizace vodního toku
- Příloha č. 27 Nekapacitní most v ulici K Horkám
- Příloha č. 28 Nekapacitní most v ulici K Horkám
- Příloha č. 29 Rybí přechod
- Příloha č. 30 Jízek a zdrž u rybářské bašty
- Příloha č. 31 Vývar a hráz nádrže Hostivař
- Příloha č. 32 Záběhlický jez před revitalizací

Příloha č. 33 Záběhlický jez po revitalizaci

Příloha č. 34 Úprava toku v Záběhlicích

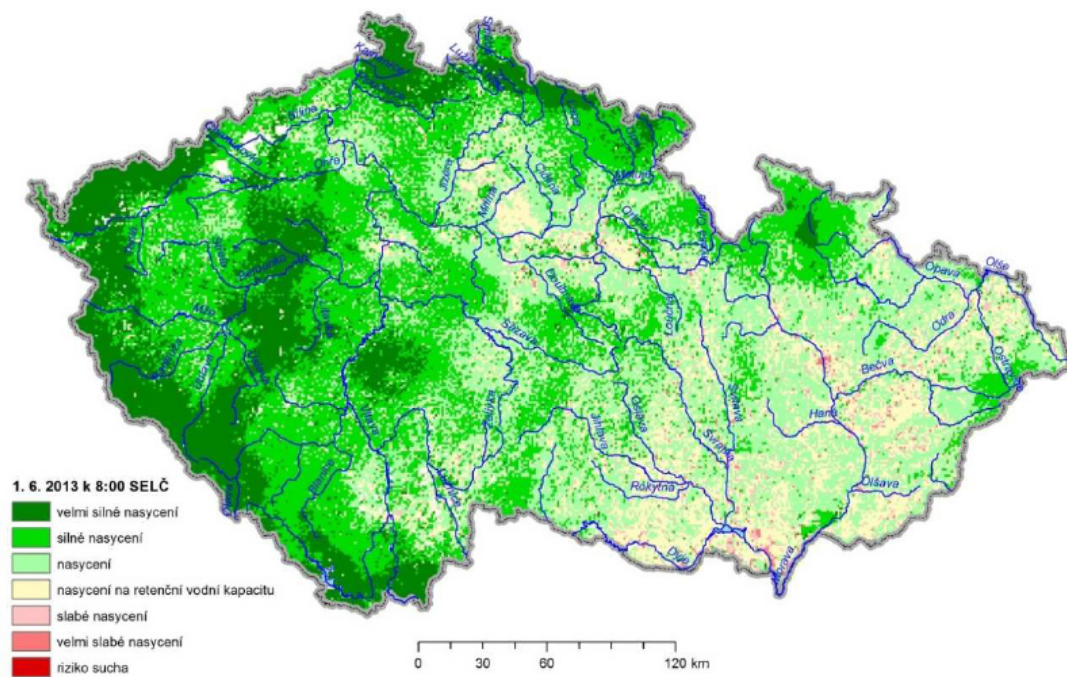
Příloha č. 35 Jez Marcelka s revitalizací levého břehu

Příloha č. 36 Opevnění vývaru pod vodní nádrží Hostivař

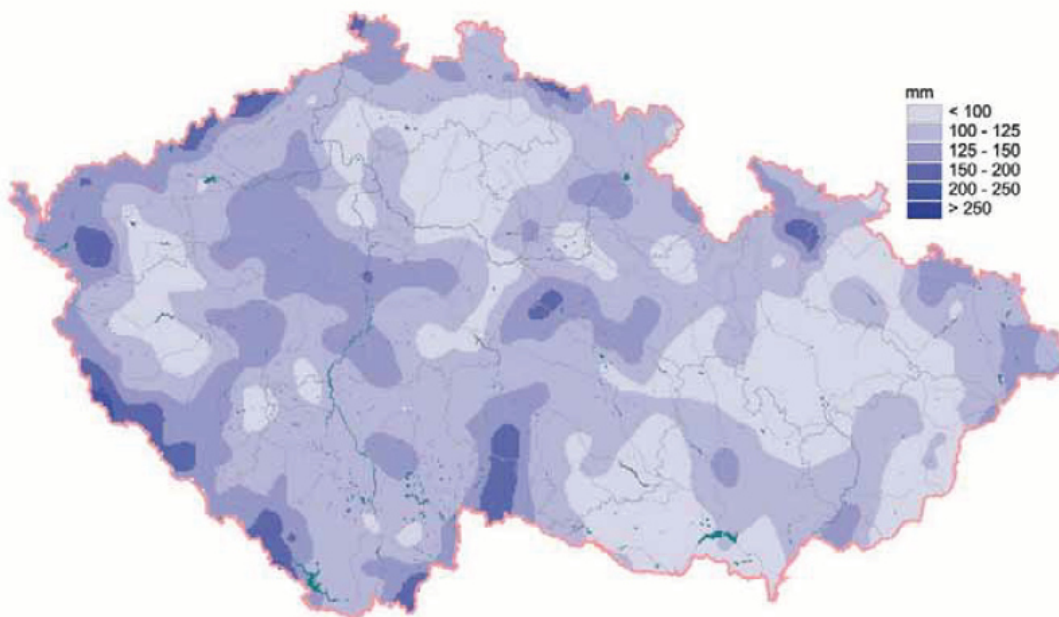
Příloha č. 37 Vzorový příčný profil revitalizace v centru Hostivaře

Příloha č. 38 Návrh revitalizace v ulici U Břehu

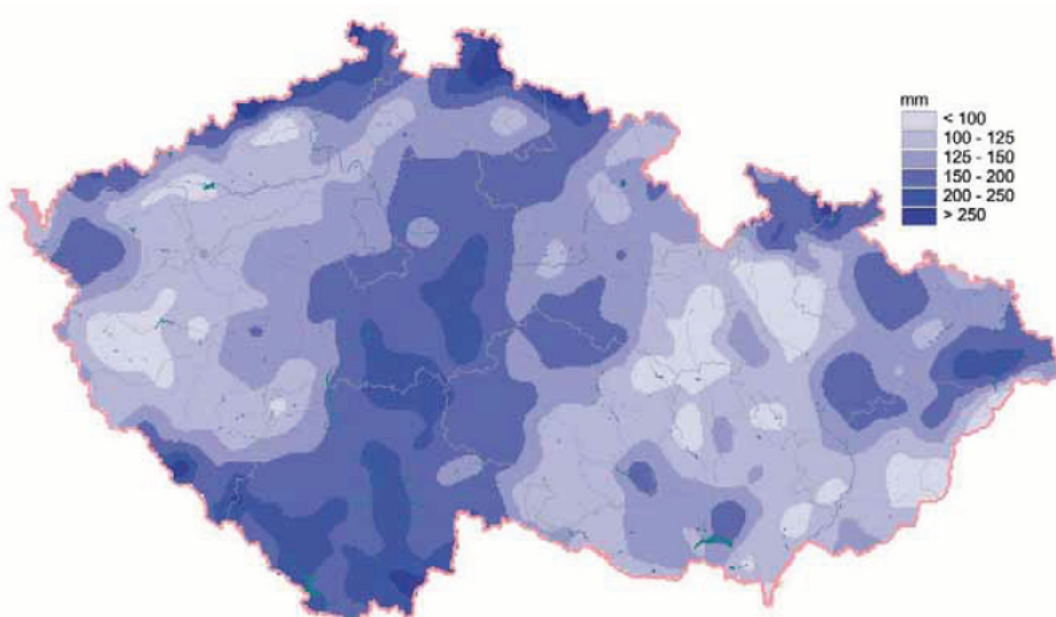
14 Přílohy:



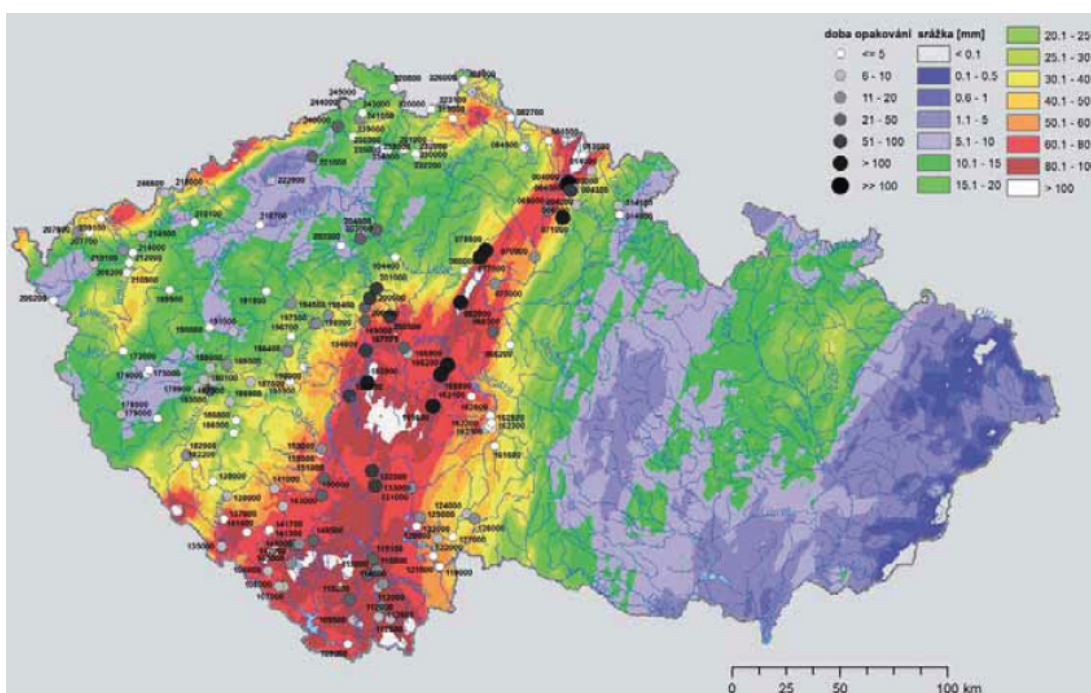
Příloha č. 1 Ukazatel nasycení půdy 1. 6. 2013 (Daňhelka a kol., 2014)



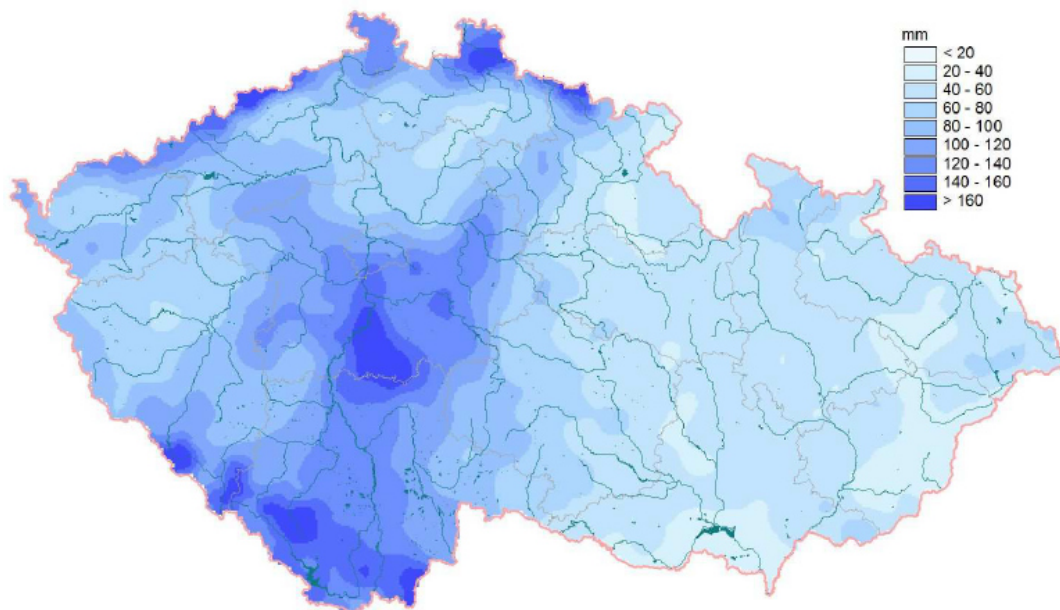
Příloha č. 2 Úhrn srážek za měsíc květen 2013 na území České republiky. (Daňhelka a kol., 2014)



Příloha č. 3 Úhrn srážek za měsíc červen 2013 na území České republiky (Daňhelka a kol., 2014)

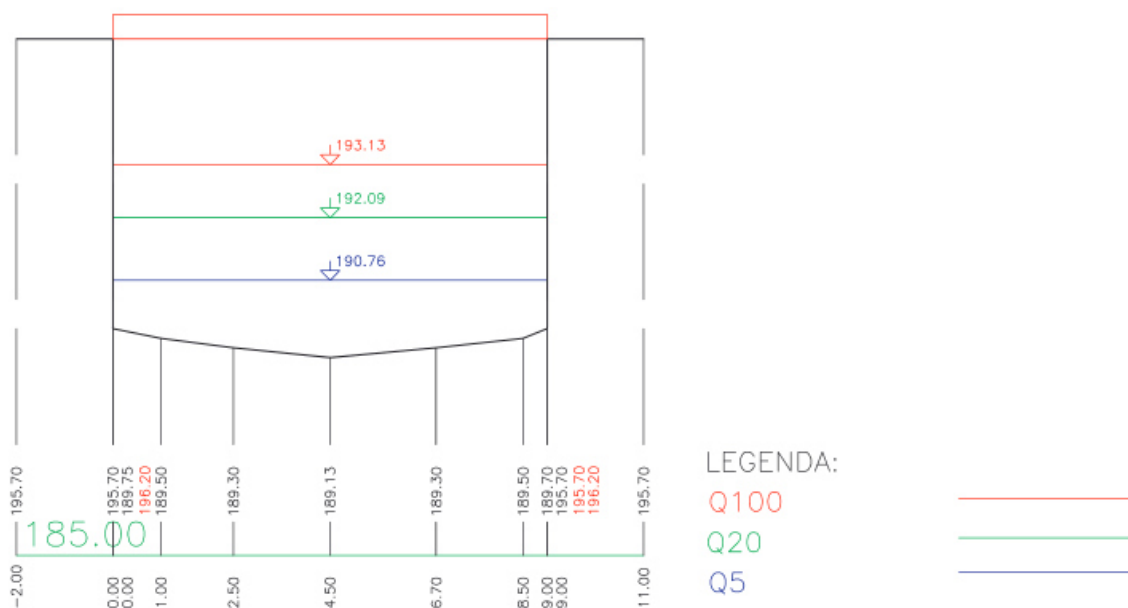


Příloha č. 4 Rozložení srážek od 1. 6. do 2. 6. 2013 a ve vybraných stanicích doba opakování kulminačních průtoků. (Daňhelka a kol., 2014)



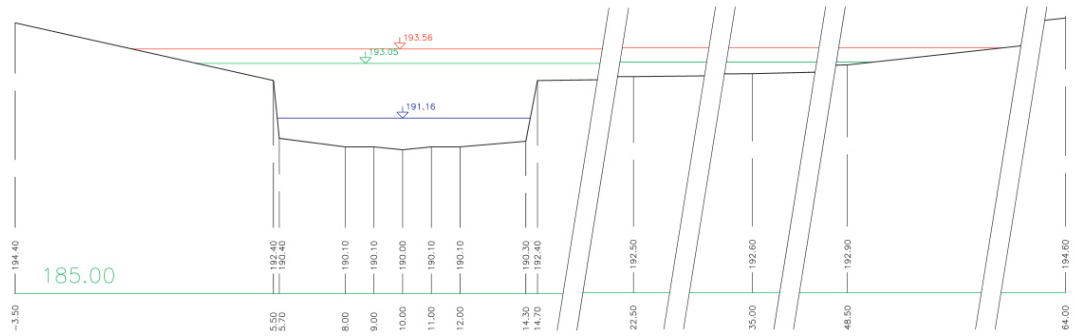
Příloha č. 5 Úhrn dešťových srážek od 29. 5. do 3. 6. 2013 na území České republiky. (Daňhelka a kol., 2014)

PP0.695 – 0.69500 km

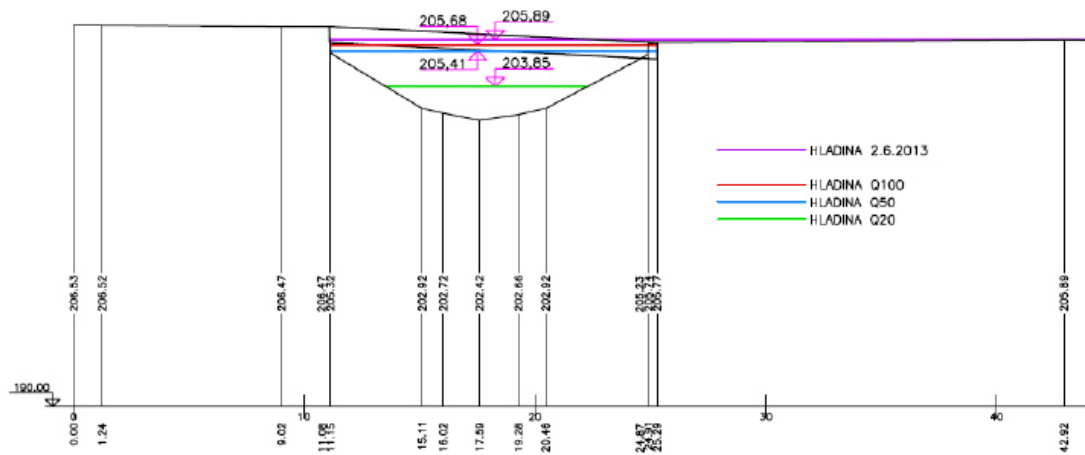


Příloha č. 6 Příčný profil km 0,695 zaústění Botiče pod terén s legendou pro všechny příčné profily. (Hlavní město Praha, 2013b)

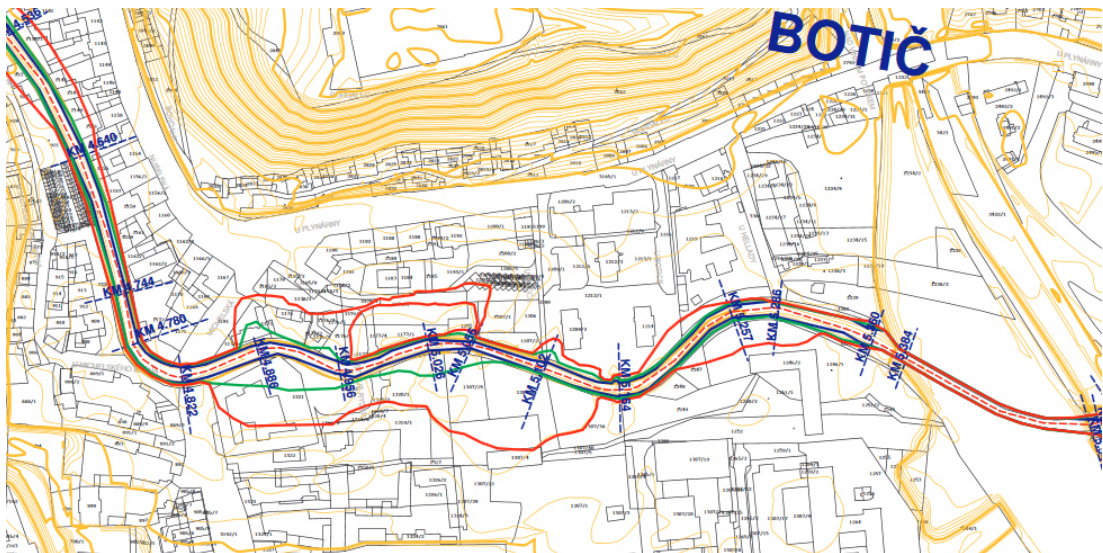
PP0.974 – 0.97400 km



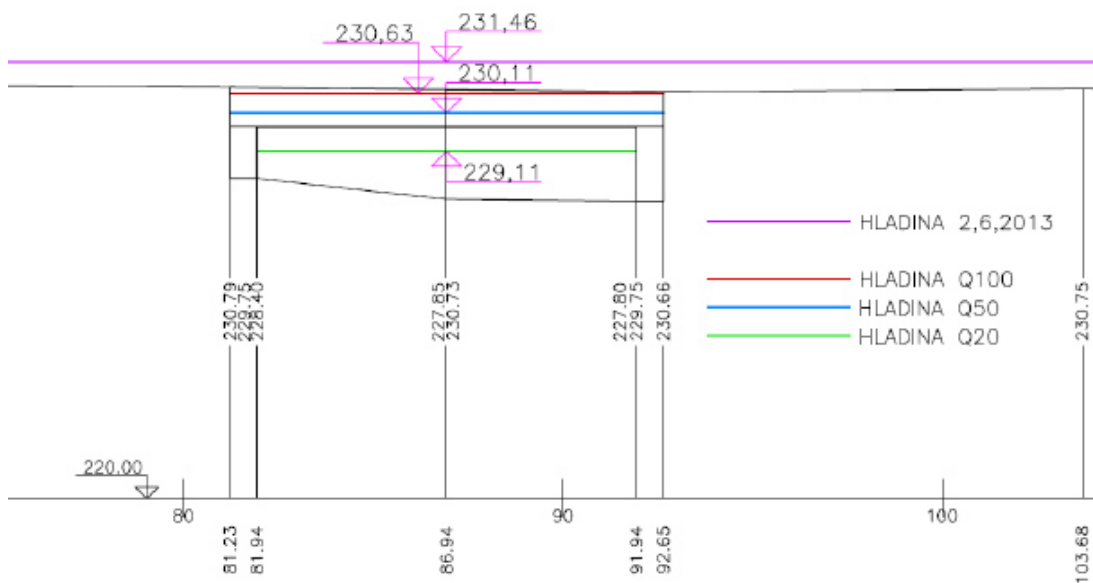
Příloha č. 7 Příčný profil znázorňující vylití vody do parku Folimanka. (Hlavní město Praha, 2013c)



Příloha č. 8 Příčný profil s lávkou k parcele č. 1162/2 k. ú. Michle. (Magistrát hl. m. Prahy, 2013)



Příloha č. 9 Mapa zátopové oblasti Praha 4 Michle. (Hlavní město Praha, 2013d)



Příloha č. 10 Příčný řez nekapacitního silničního mostu v ulici K Horkám. (Magistrát hl. m. Prahy)



Příloha č. 11 Vývar pod vodní nádrží Hostivař při povodni 2013. (Magistrát hl. m. Prahy)



Příloha č. 12 Vývar pod vodní nádrží Hostivař při normálním odtoku z nádrže. (autor, 2015)



Příloha č. 13 Vyústění Botiče na náplavce, kde most se zábradlím omezuje plynulé proudění vody do Vltavy. (autor, 2015)



Příloha č. 14 Na snímku jsou označeny červeně inženýrské sítě, které jsou vedeny v korytě toku. (autor, 2015)



Příloha č. 15 Na snímku u sportovní haly Folimanka je označena inženýrská síť vedená v korytě toku a poničené opevnění dna koryta toku. (autor, 2015)



Příloha č. 16 U mostu v ulici Na Folimance je označené špatné zaslepení potrubí vedené do toku a také další inženýrské sítě. (autor, 2016)



Příloha č. 17 Most v ulici Na Folimance, kde je vidět z druhé strany, kde je označená inženýrská síť, která je chráněna I-profilem a naplaveniny v korytě toku. (autor, 2016)



Příloha č. 18 V korytě toku u Divadla Na Fidlovačce jsou vidět zbytky kamenných válců, které zbyly z revitalizace. (autor, 2015)



Příloha č. 19 Inženýrské sítě u Divadla Na Fidlovačce vedené v korytě toku, které při pohledu po proudu se kříží a u pilře mostu je vidět vodočetná lať. (autor, 2015)



Příloha č. 20 Před mostem v Bělehradské ulici je nasypaná suť v korytě toku a zabraňuje proudění vody v korytě toku. (autor, 2016)



Příloha č. 21 Poničené opevnění koryta mezi dlažbou a panely v úseku mezi ulicí Michelská a vlakovým nádražím, pohled z lávky po proudu. (autor, 2015)



Příloha č. 22 Vyústění vodního toku ze zaklenutí pod vlakovým nádražím. (autor, 2016)



Příloha č. 23 Snímek z ulice Záběhlická na porušené opevnění koryta. (autor, 2015)



Příloha č. 24 Obnažený levý břeh po viditelném sesuvu půdy do koryta toku. (autor, 2015)



Příloha č. 25 Na snímku vyznačen viditelný sesuv části pravého břehu do koryta toku. (autor, 2015)



Příloha č. 26 Fotografie Kozinova náměstí, které prošlo v roce 2009 revitalizací vodního toku. (autor, 2015)



Příloha č. 27 Most v ulici K Horkám, kde je označen strom v korytě toku a za mostem je vidět část přeložky potrubí. (autor, 2015)



Příloha č. 28 Vyznačená přeložka potrubí před mostem v ulici K Horkám, která snižuje průtočnou plochu koryta toku. (autor, 2015)



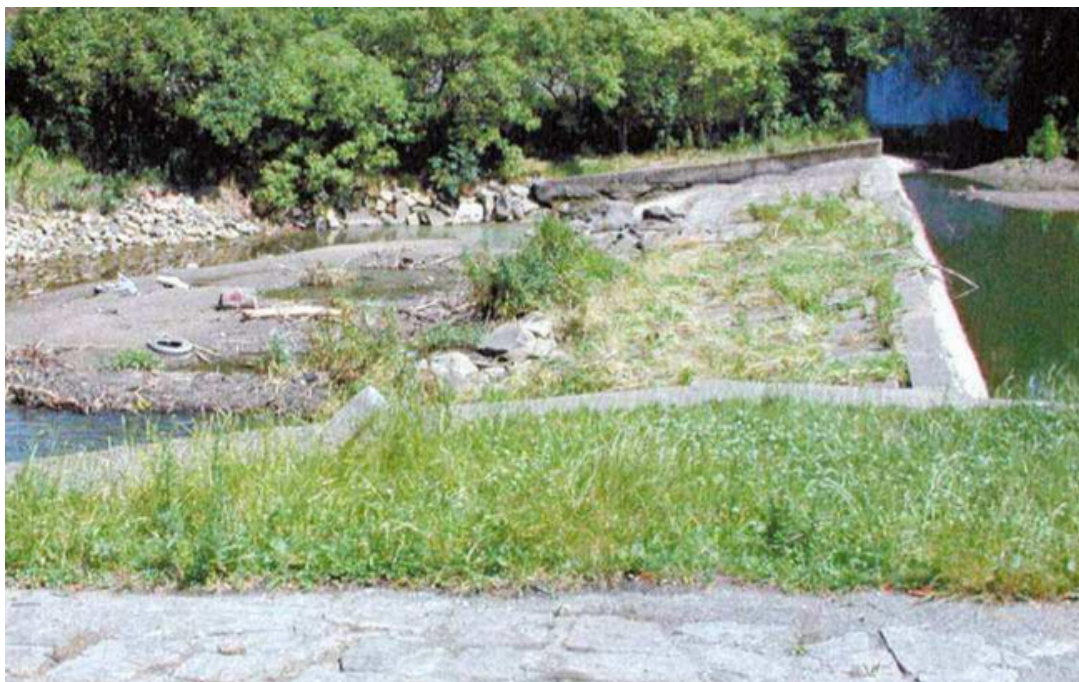
Příloha č. 29 Rybí přechod v ulici U Břehu, který bude nahrazen kamenitým skluzem. (autor, 2015)



Příloha č. 30 Jízek a zdrž u rybářské bašty v ulici U Břehu. (autor, 2015)



Příloha č. 31 Pohled od vývaru na vyznačenou hráz a odtokové potrubí vodní nádrže Hostivař. (autor, 2015)



Příloha č. 32 na snímku je Záběhlický jez před revitalizací v roce 2004. (Hlavní město Praha, 2013a)



Příloha č. 33 Záběhlický jez po revitalizaci v roce 2004. (autor, 2016)



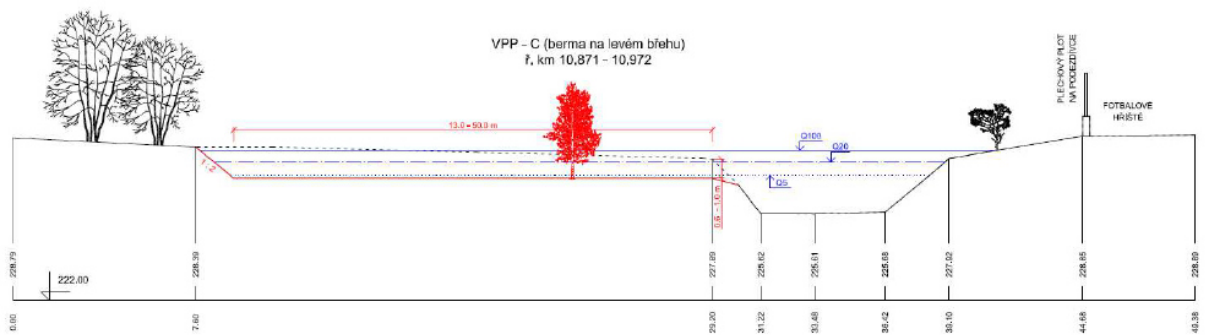
Příloha č. 34 Úprava toku v Záběhlících u Hamerského rybníka. (autor, 2015)



Příloha č. 35 Na snímku jez Marcelka s revitalizovaným levým břehem. (autor, 2015)



Příloha č. 36 Pohled na opravené opevnění vývaru pod vodní nádrží Hostivař. (autor, 2016)



Příloha č. 37 Vzorové příčné profily, které by měly vytvořit retenční prostor v centru Hostivaře. (Magistrát hl. m. Prahy, 2013)



Příloha č. 38 Návrh odtěžení navážek a úprava krajiny v ulici U Břehu. (Magistrát hl. m. Prahy, 2013)