

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

Filip COUFAL

**Protipovodňová ochrana města Olomouce a povodně na území města**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Renata PAVELKOVÁ, Ph.D.

Olomouc 2016

## Bibliografický záznam

**Autor (osobní číslo):** Filip Coufal (R120463)

**Studijní obor:** Regionální geografie

**Název práce:** Protipovodňová ochrana města Olomouce a povodně na území města.

**Title of thesis:** Flood control in the city of Olomouc and floods in this area.

**Vedoucí práce:** RNDr. Renata PAVELKOVÁ, Ph.D.

**Rozsah práce:** 57 stran, 2 přílohy

**Abstrakt:** Předkládaná bakalářská práce pojednává o protipovodňové ochraně města Olomouce. Obsahuje geografickou charakteristiku zájmového území. Analyzuje vliv CHKO Litovelské Pomoraví na průběh povodně ve městě Olomouci. Zabývá se historickými povodněmi na území města Olomouce. V neposlední řadě analyzuje protipovodňová opatření ve městě Olomouci a to v minulosti, současnosti a také budoucnosti.

**Klíčová slova:** Protipovodňová ochrana, Olomouc, Analýza, CHKO Litovelské Pomoraví

**Abstract:** The presented bachelor thesis describes and analyzes flood control in the city of Olomouc. This work includes geographical characteristics of interested area. The work analyzes the influence of CHKO Litovelske Pomoravi on flood process in the city of Olomouc. The work deal with historical floods in the area of city. Last but not least chapter of this work is about flood control in the city of Olomouc in the history, present and in the future.

**Keywords:** Flood control, Olomouc, analysis, CHKO Litovelske Pomoravi

Prohlašuji, že jsem danou bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Renaty Pavelkové, Ph.D. a že jsem řádně uvedl v seznamu literatury veškerou použitou literaturu a ostatní zdroje.

V Olomouci dne 26. dubna 2016

.....

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucí bakalářské práce RNDr. Renatě Pavelkové, Ph. D. za odbornou pomoc při vypracování této práce. Také bych rád poděkoval Ing. Josefu Faltysovi z odboru ochrany olomouckého magistrátu za jeho ochotu při poskytování podkladů k povodňové problematice. Dále bych rád poděkoval Panu Josefu Holáskovi, vedoucímu provozu na Povodí Moravy s.p., za jeho ochotu při poskytování materiálů a konzultaci povodňové problematiky. Také bych rád poděkoval Ing. Olze Žerníčkové ze Správy CHKO Litovelské Pomoraví za její ochotu při poskytování materiálů a odbornou konzultaci povodňové problematiky. V neposlední řadě děkuji své rodině a svým blízkým za jejich podporu při vypracovávání této práce.



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Filip COUFAL**

Osobní číslo: **R120463**

Studijní program: **B1301 Geografie**

Studijní obor: **Regionální geografie**

Název tématu: **Protipovodňová ochrana města Olomouce a povodně na území města.**

Zadávací katedra: **Katedra geografie**

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

Tématem bakalářské práce je protipovodňová ochrana města Olomouce z několika hledisek. Práce bude obsahovat i doplňující kapitoly o zhodnocení vlivu Litovelského Pomoraví na průběh povodně ve městě Olomouci a kapitolu o historii povodní z moderní historie Olomouce. Hlavním cílem práce je zhodnotit protipovodňové opatření města v minulosti a hlavně v současnosti a budoucnosti, dále jak se tato opatření odrazila na intravilánu města a jak limitují využití území v těchto lokalitách. Práce bude obsahovat anglické summary a bude odevzdána v tištěné i elektronické formě.

Rozsah grafických prací: Podle potřeb zadání

Rozsah pracovní zprávy: 5 000 - 8 000 slov

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

**BRÁZDIL, R. a kol. (2005): Historické a současné povodně v České republice. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 369 s. ISBN 80-210-3864-0**

**SLAVÍKOVÁ, L. a kol. (2007): Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích, Praha: IREAS, 82 s., ISBN 978-80-86684-48-2**

**DEMEK, J., MACKOVČIN, P. eds. a kol. (2006): Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny. Brno: AOPAK ČR, 2. vydání, 582 s. ISBN 978-80-86064-99-9**

**BRÁZDIL, R. a kol. (2007): Vybrané přírodní extrémy a jejich dopady na Moravě a ve Slezsku. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 431 s. ISBN 978-80-210-4173-8**

**PITHART, David (ed.). Význam retence vody v říčních nivách. 1. vyd. České Budějovice: DAPHNE ČR - Institut aplikované ekologie, 2012. ISBN 978-80-260-3697-5.**

**LANGHAMMER, Jakub (ed.). Povodně a změny v krajině. Praha: Katedra fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze, 2007. ISBN 978-80-86561-86-8.**

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Renata Pavelková, Ph.D.**

Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: **3. listopadu 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2015**

L.S.

prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.  
děkan

doc. RNDr. Zdeněk Szczyrba, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Olomouci dne 3. listopadu 2014

## **OBSAH:**

Úvod.....	9
1. Cíle práce.....	9
2. Rešerše literatury a metodika.....	9
3. Vymezení zájmového území.....	12
3.1 Katastrální území města Olomouce .....	12
3.2 CHKO Litovelské Pomoraví.....	12
4. Základní fyzicko-geografická charakteristika zájmového území.....	13
4.1 Geomorfologické členění .....	14
4.2 Geologická stavba.....	16
4.3 Pedologické poměry.....	19
4.4 Klimatické poměry.....	20
4.5 Hydrologické poměry.....	23
5. Zhodnocení vlivu CHKO Litovelské Pomoraví na průběh povodně ve městě Olomouci.....	25
5.1 Úvod.....	25
5.2 Regulace a úpravy v rámci CHKO Litovelské Pomoraví.....	26
5.3 Navazující úseky PPO.....	27
5.4 Ochranné hráze v rámci CHKO Litovelské Pomoraví.....	27
5.5 Průběh významných povodní v rámci CHKO Litovelské Pomoraví.....	28
5.6 Analýza vlivu CHKO Litovelské Pomoraví na průběh povodně ve městě Olomouci.....	30
5.7 Zhodnocení.....	31
6. Povodně - Charakteristika a vymezení.....	32
7. Historie povodní z moderní historie města Olomouce.....	33
7.1 Povodeň v roce 1997.....	34
7.2 Povodeň v roce 2006.....	36
8. Protipovodňová opatření.....	39
8.1 Záplavové území a aktivní zóna.....	39
8.2 Protipovodňová opatření na území města Olomouce v minulosti.....	42
8.3 Protipovodňová opatření na území města Olomouce v současnosti.....	46
8.4 Protipovodňová opatření na území města Olomouce v budoucnosti.....	48

9. Závěr.....	53
10. Summary.....	54
11. Seznam použité literatury.....	55
12. Seznam Příloh .....	57

## **ÚVOD**

Voda patří neodmyslitelně k životu každého z nás. Právě jí vděčíme za naši existenci na této planetě. Voda tvoří 2/3 povrchu země. Zbylou 1/3 tvoří souše, tedy plochy, které se nám přísluší obývat. Není tedy divu, že bychom měli tuto omezenou plochu osidlovat s pokorou a úctou k tomuto životadárnému živlu. Na druhou stranu voda představuje život, a proto dochází již od počátku osídlování k soustředění obyvatelstva právě do míst, kde se vyskytovaly významné vodní toky a jiné vodní plochy.

V této bakalářské práci se zabývám výskytem historických povodní na území města Olomouce. Dále se pokouším zjistit, jak velký vliv má Litovelské Pomoraví, jakožto významné místo zadržování vody v krajině, na průběh povodně v Olomouci. V neposlední řadě analyzuji protipovodňové opatření v Olomouci v minulosti, současnosti a také budoucnosti.

## **1. CÍLE PRÁCE**

Cílem předkládané bakalářské práce je za pomoci dostupných zdrojů shromáždit informace o protipovodňových opatřeních na území města Olomouce a to jak v minulosti, současnosti, tak i budoucnosti. Určit příčiny a rozsah škod dvou nejničivějších povodní z moderní historie Olomouce. Součástí práce je také analýza vlivu CHKO Litovelské Pomoraví na průběh povodně ve městě Olomouci.

## **2. REŠERŠE LITERATURY A METODIKA**

Pro zpracování bakalářské práce bylo využito několik zdrojů. Jednalo se zejména o odbornou literaturu. K pochopení povodňové problematiky bylo zapotřebí prostudovat publikaci: Město a povodeň – Strategie rozvoje měst po povodních od Miloslava Konvičky a kolektivu (2002). Tato publikace pojednává o strategiích urbanistického rozvoje měst ohrožených povodněmi, analyzuje povodňovou problematiku, charakterizuje povodeň v roce 1997. V neposlední řadě se zabývá návrhy zásad pro ochranu města před povodněmi. Jako další byla prostudována publikace: Ochrana před povodněmi

v urbanizovaných územích od Lenky Slavíkové a kolektivu (2007). Zde se autorka zaměřuje na vznik povodní, historii povodní, dále zde popisuje principy dlouhodobě udržitelné ochrany před povodněmi, v neposlední řadě pojednává o odvodnění urbanizovaných území. Další studovaným dílem byla příručka, která vznikla pod záštitou Hnutí DUHA – Příští povodeň může být menší. Ta se zabývá zejména faktory, které ovlivňují odtok vody z krajiny, lesním hospodářstvím a územním plánováním. Řeší také důležitá protipovodňová opatření na zemědělské půdě, v lesích a problematiku revitalizace vodních toků. Následně byla studována publikace: Význam retence vody v říčních nivách od D. Pitharta a kolektivu (2012). Tato publikace se zaměřuje na hydrologické režimy vodních toků a jejich niv. Řeší problematiku využití říčních niv, jak mohou nivy přispět k tlumení povodňových událostí, aj. Dále byla studována publikace s názvem: Povodně a změny v krajině od J. Langhammera a kolektivu (2007). Tato obsáhlá publikace věnuje největší pozornost hodnocení vlivu změn v krajině, způsobených činnostmi člověka na průběh a následky povodní a možnostem využití přirozeného potenciálu krajiny k tlumení jejich extrémních projevů. Kniha je členěna do čtyř oddílů, pojednávajících postupně o obecné problematice povodňového rizika a přístupů k jeho hodnocení a modelování, geografických výzkumných metodách při hodnocení povodňového rizika, významu povodní na vývoj krajiny a o vlivu antropogenních změn v krajině na průběh a následky povodní. Další studovanou publikací byla: Vybrané přírodní extrémy a jejich dopady na Moravě a ve Slezsku od R. Brázdila a kolektivu (2007). Publikace se zabývá například hydrometeorologickými extrémy – přívalové a dlouhotrvající srážky, atd. Větším přínosem byla ovšem publikace: historické a současné povodně v České republice rovněž od R. Brázdila a kolektivu (2005) Publikace definuje základní pojmy týkající se povodňové problematiky, uvádí přehled dosavadních prací jim věnovaných a zabývá se meteorologickými podmínkami jejich vzniku.

Jako primární zdroje byly v práci použity studie a projektové práce. Pro zhodnocení vlivu Litovelského Pomoraví na průběh povodně ve městě Olomouci byly prostudovány studie: Litovelské Pomoraví – studie odtokových poměrů, kterou vypracovala společnost AQUA PROCON s.r.o. na žádost Povodí Moravy s.p. a studie s názvem optimalizace hrázového protipovodňového systému v CHKO Litovelské Pomoraví vypracovanou Ing.

Tomášem Havlíčkem a kol., zadavatelem byla správa CHKO Litovelské Pomoraví a Ministerstvo životního prostředí ČR. Za účelem analýzy protipovodňových opatření ve městě Olomouci byl prostudován investiční záměr na téma protipovodňová ochrana Chomoutova vypracován společností AQUATIS a.s. na žádost statutárního města Olomouce. Za účelem zpracování povodně v roce 1997 v Olomouci byla studována práce s názvem analýza povodňové události „červenec 1997“ ve městě Olomouci, souvislosti s jeho urbanistickou strukturou. Pro zpracování povodňové události v roce 2006 byla studována souhrnná zpráva o průběhu povodně v roce 2006, kterou zpracoval odbor ochrany Magistrátu města Olomouce.

Nedílnou součástí studovaných prací byly internetové zdroje. Zde byly využívány zejména informační stránky města Olomouce. Velkým přínosem pro studium protipovodňových opatření v Olomouci byla stránka spravovaná odborem ochrany (protipovodnovaopatreni.olomouc.eu). Využívány byly také data ze stránek CHMU (portal.chmi.cz). Pro posouzení vlivu CHKO Litovelské Pomoraví na průběh povodně v Olomouci skvěle posloužil portál Správy CHKO Litovelské Pomoraví (litovelskepomoravi.ochranaprirody.cz) a mnohé další.

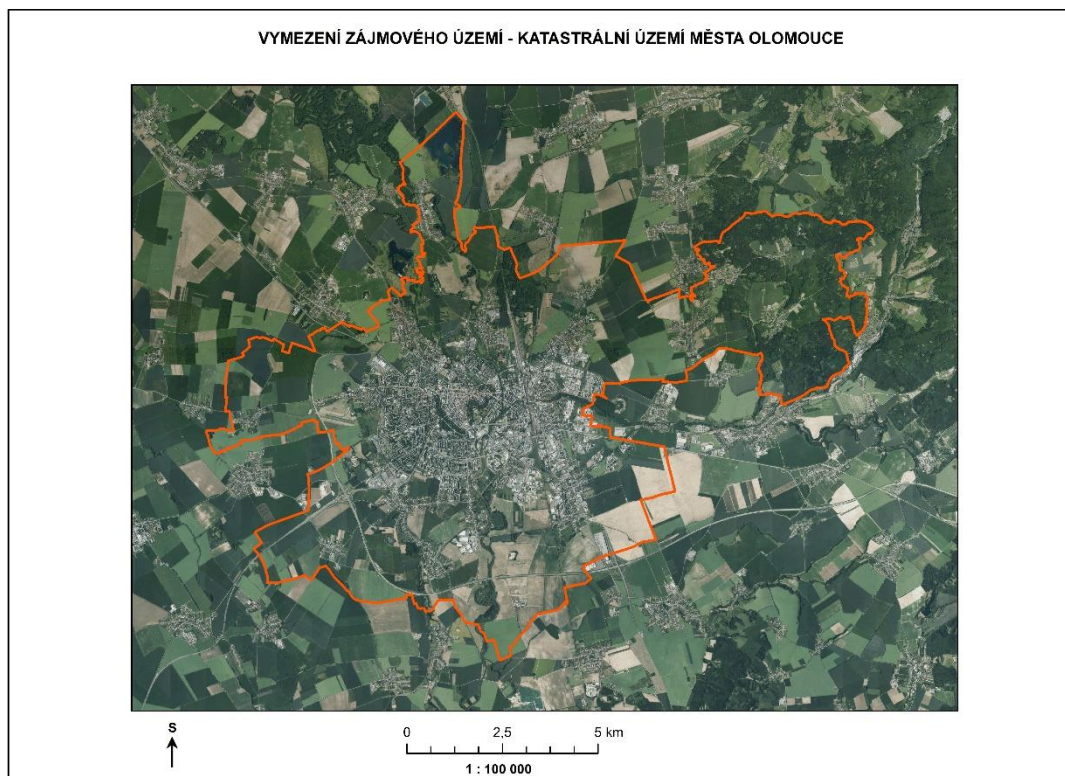
Velmi přínosná byla konzultace povodňové problematiky na odboru ochrany Magistrátu města Olomouce, Povodí Moravy s.p. a Správy CHKO Litovelské Pomoraví.

Součástí práce bylo také terénní šetření v zájmovém území Olomouce. Zde byla pořízena fotodokumentace, která se věnuje stávajícím protipovodňovým opatřením ve městě Olomouci a toku řeky Moravy a jejich přítokům.

### 3. VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

#### 3.1 Katastrální území města Olomouce

Za účelem vypracování bakalářské práce bylo zapotřebí vymezit zájmové území, o kterém práce pojednává. K tomuto posloužil program ArcGIS. Použity byly následující vrstvy: administrativní členění – obce polygony z geodatabáze arcCR500 a WMS ortofoto z geoportálu cuzk.

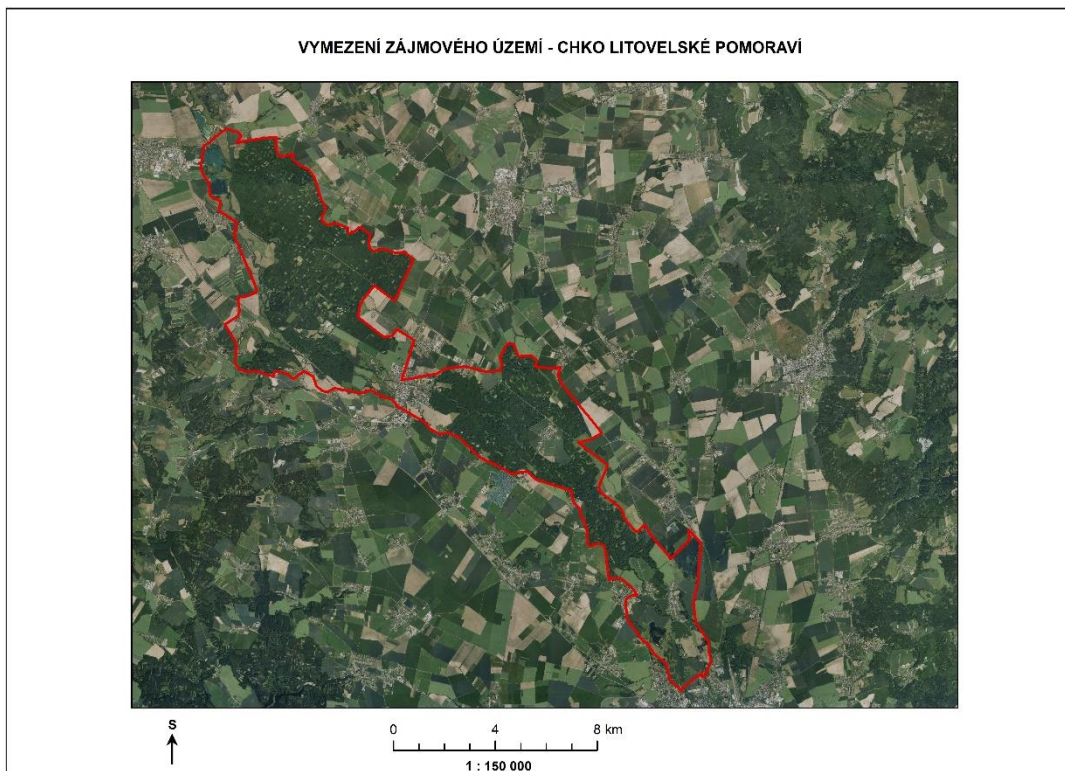


Obr. 1: Katastrální území města Olomouce (Filip Coufal, 2016)

#### 3.2 CHKO Litovelské Pomoraví

Součástí práce je zhodnocení vlivu Litovelského Pomoraví na průběh povodně ve městě Olomouci. Bylo tedy nutné vymezit také území CHKO Litovelského Pomoraví. Za tímto účelem opět dobře posloužil program ArcGIS. Využity byly následující vrstvy: chráněná území z geodatabáze arcCR500 a WMS ortofoto z geoportálu cuzk.





Obr. 2: CHKO Litovelské Pomoraví (Filip Coufal, 2016)

## **4. ZÁKLADNÍ FYZICKO-GEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ**

### **Olomouc**

Krajské město Olomouc se nachází na střední Moravě. Město leží v úrodné oblasti Hané, v široké protáhlé sníženině Hornomoravského úvalu na soutoku řek Moravy a Bystřice. Historické centrum města se rozkládá na třech tvarově nevýrazných návrších - Václavském, Michalském a Petřském.

Řeka Morava protéká městem východně od historického jádra a přibírá zde vodu z řeky Bystřice. Boční rameno Moravy, Mlýnský potok, lemuje u dómu sv. Václava a v Bezručových sadech skalní sruby, místy vysoké až 16 m. Do severní části města okrajově zasahuje chráněná krajinná oblast Litovelské Pomoraví. (Olomouc.eu, 2016)

### **Litovelské Pomoraví**

CHKO Litovelské Pomoraví se rozkládá na ploše 96 km<sup>2</sup>. Zaujímá úzký 3 – 8 km široký pruh lužních lesů a luk kolem řeky Moravy mezi městy Olomouc a Mohelnice. Poslání

CHKO je trvale zajišťovat zvýšenou ochranu a ekologicky šetrné obhospodařování krajiny údolní nivy řeky Moravy s mimořádně vysokým soustředěním přírodních hodnot.

Jádro CHKO a současně hlavní přírodovědný fenomén oblasti tvoří vnitrozemská říční delta (přirozeně meandrující tok řeky Moravy, která se větví v řadu bočních stálých i periodických říčních ramen) a navazující komplexy cenných lužních lesů, vlhkých nivních luk a mokřadů. Okrajově zasahují do CHKO plošně nevýznamné enklávy orné půdy a zastavěná území obcí. (správa CHKO Litovelské Pomoraví, 2016)

## 4.1 Geomorfologické členění

### Olomouc

Tab. 1: Katastrální území města Olomouce v rámci geomorfologického členění ČR.

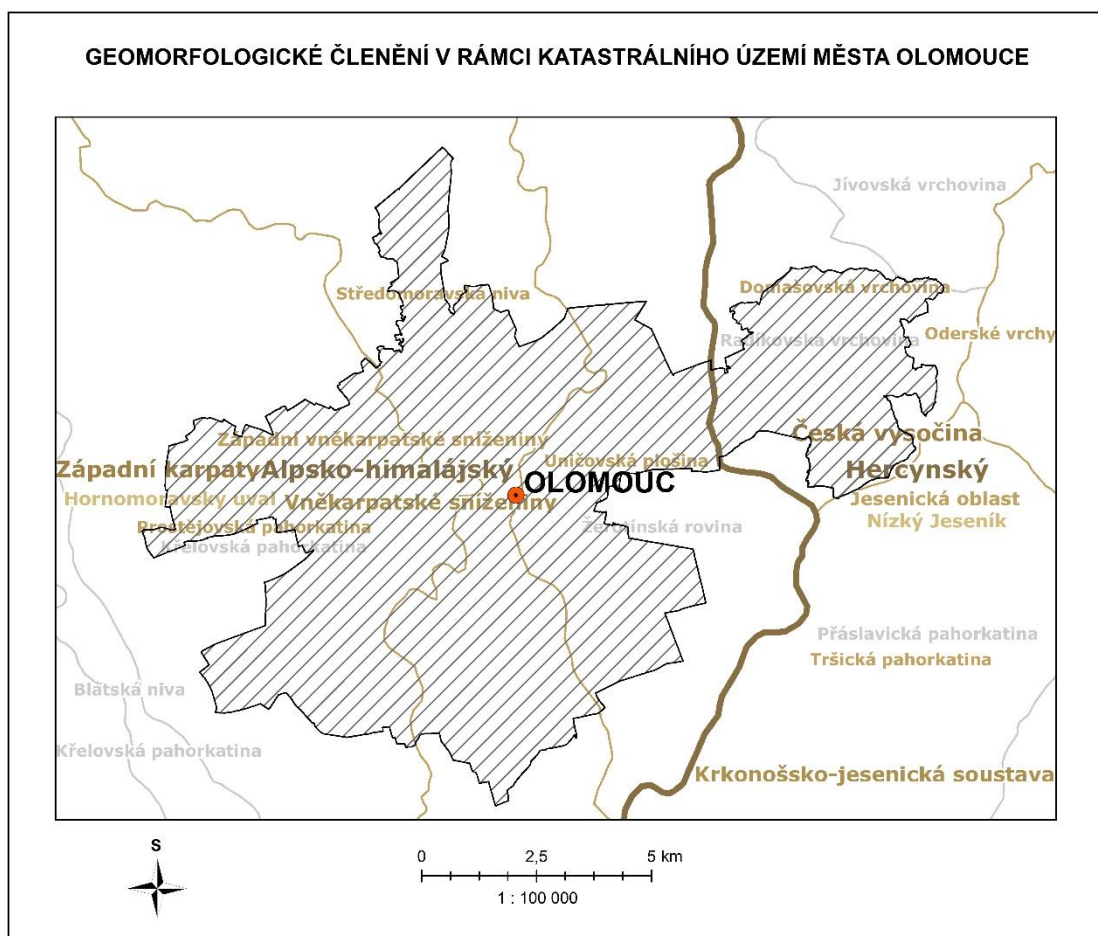
Provincie	Soustava	Podsoustava	Celek	Podcelek
Západní Karpaty / Česká vysočina	Vněkarpatská sníženina / Krkonoško-jesenická	Západní Vněkarpatská sníženina / Jesenická	Hornomoravský úval / Nízký Jeseník	Prostějovská pahorkatina, Středomoravská niva, Uničovská plošina / Domašovská vrchovina

zdroj: Demek a kol., 1987 – vlastní zpracování

Katastrální území Olomouce patří do provincie Západních Karpat. Leží v oblasti Vněkarpatských sníženin, konkrétně se jedná o Západní Vněkarpatské sníženiny. Město Olomouc se nachází v geomorfologickém celku Hornomoravský úval. Vývoj Hornomoravského úvalu začal ve spodním pannonu, kdy poklesly horniny Českého masivu podél zlomů. Po poklesu došlo k transgresi Pontského jezera, která pronikla na toto území z Dolnomoravského úvalu. Tektonické pohyby v této oblasti vyzdvihly některé části úvalu a v takto vyzdvižených oblastech docházelo k denudaci. Pleistocenní periglaciální pochody měly velký vliv na vývoj reliéfu. V západní části Hornomoravského úvalu se vyskytují typické sprašové sedimenty, zatímco ve východní části se jedná o sprašové hlíny (Demek a kol., 1965).

Hornomoravský úval tvoří širokou protáhlou sníženinu 1 315 km<sup>2</sup>, střední výška: 225,8 m, střední sklon: 0°54', příkopová propadlina vyplněná neogenními a kvarterními usazeninami; osu tvoří široká niva řeky Moravy, v západní části nížinné pahorkatiny, ve východní části náplavové kužely toků stékajících z Jeseníků; nejvyšší bod kóta 345 m na Uničovské plošině; převážně pole, v nivách lužní lesy (Demek a kol., 1987).

Část katastrálního území (východ města, obce: Droždín, Svatý Kopeček, Lošov a Radíkov) spadá pod provincii Česká vysočina, Krkonoško-jesenická soustava. Jedná se o výběžek Nízkého Jeseníku – konkrétně leží v podcelku Domašovská vrchovina.



Obr. 3: Geomorfologické členění ČR v rámci zájmového území – katastrální území města Olomouce. (Filip Coufal, 2016)

## Litovelské Pomoraví

Tab. 2: CHKO Litovelské Pomoraví v rámci geomorfologického členění ČR.

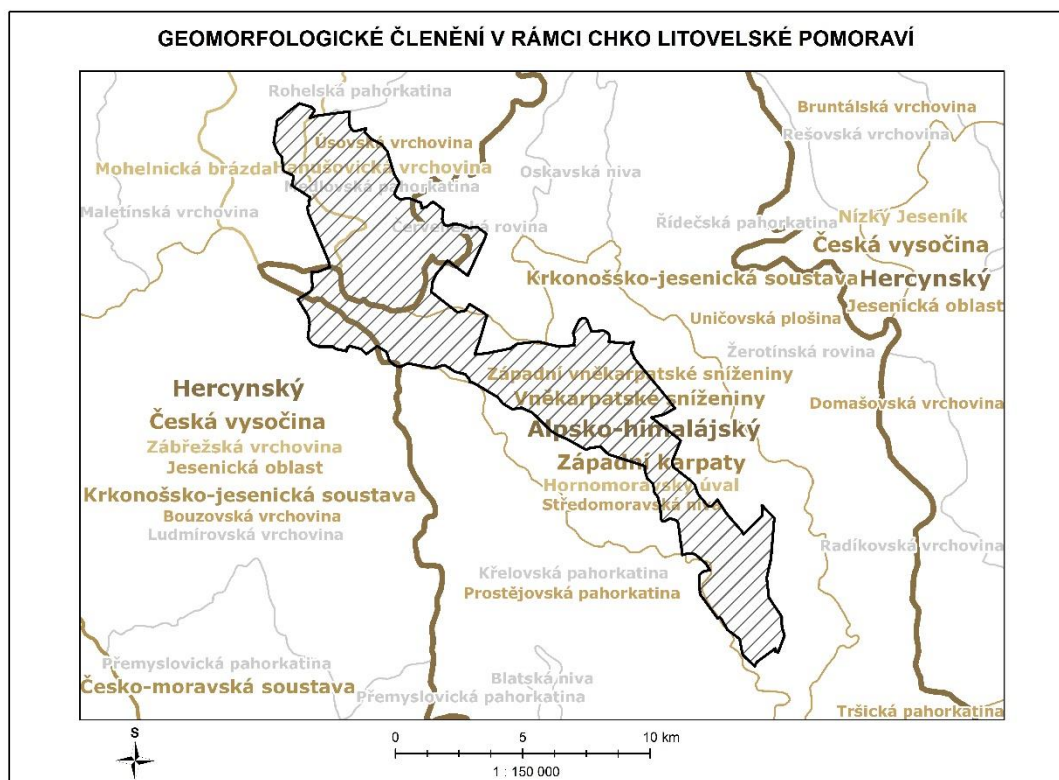
Provincie	Soustava	Podsoustava	Celek	Podcelek
Západní Karpaty / Česká vysočina	Vněkarpatská sníženina / Krkonoško – jesenícká	Západní Vněkarpatská sníženina / Jesenícká	Hornomoravský úval / Mohelnická brázda	Středomoravská niva, Prostějovská pahorkatina (okrajově), Uničovská plošina (okrajově)

zdroj: Demek a kol., 1987 – vlastní zpracování

Území CHKO Litovelské Pomoraví se podle geomorfologického členění České republiky (Demek a kol., 1987) rozkládá v ose severní části rozsáhlé, severojižním směrem orientované vhloubené části Moravy – Hornomoravského úvalu a v jižní části jejího severního pokračování – Mohelnické brázdě. Jde tedy o styčnou oblast dvou geomorfologických provincií, a to České vysočiny a Západních Karpat.

Olomoucko-litovelská část Litovelského Pomoraví se vyznačuje rovinným či mírně vlnitým povrchem ve výškách 200 – 220 m n. m., který se šíří převážně na málo

odolných mladotřetihorních a čtvrtohorních sedimentárních výplních, z nichž však ojediněle vystupují i horniny starého Českého masívu. Tyto horniny budují nejen sousední vrchoviny, ale i Třesínský práh, který představuje strukturní i morfologickou překážku mezi Hornomoravským úvalem a Mohelnickou brázdou. Jde totiž o tektonicky rozbitý a erozně přemodelovaný zbytek původního spojení Bouzovské a Úsovské vrchoviny. V ose úvalu, podél koryta řeky Moravy, se rozprostírá Středomoravská niva v pruhu 3 – 5 km širokém – jádrovém území CHKO Litovelské Pomoraví. Na Západ od Středomoravské nivy leží Prostějovská pahorkatina s mírně zvlněným erozně – akumulacním povrchem (230 – 280 m n. m.), z něhož právě vystupují horniny starého podkladu. Mohelnickou brázdou, 3 – 5 km širokou příkopovitou depresí, lze dělit jednak na základní depresi (snad tektonicky podmíněnou) celkového směru S-J, jednak na příčnou a výše položenou Policko-líšnickou kotlinu, orientovanou od Z k V (správa CHKO Litovelské Pomoraví, 2016).



Obr. 4: Geomorfologické členění ČR v rámci zájmového území – CHKO Litovelské Pomoraví. (Filip Coufal, 2016)

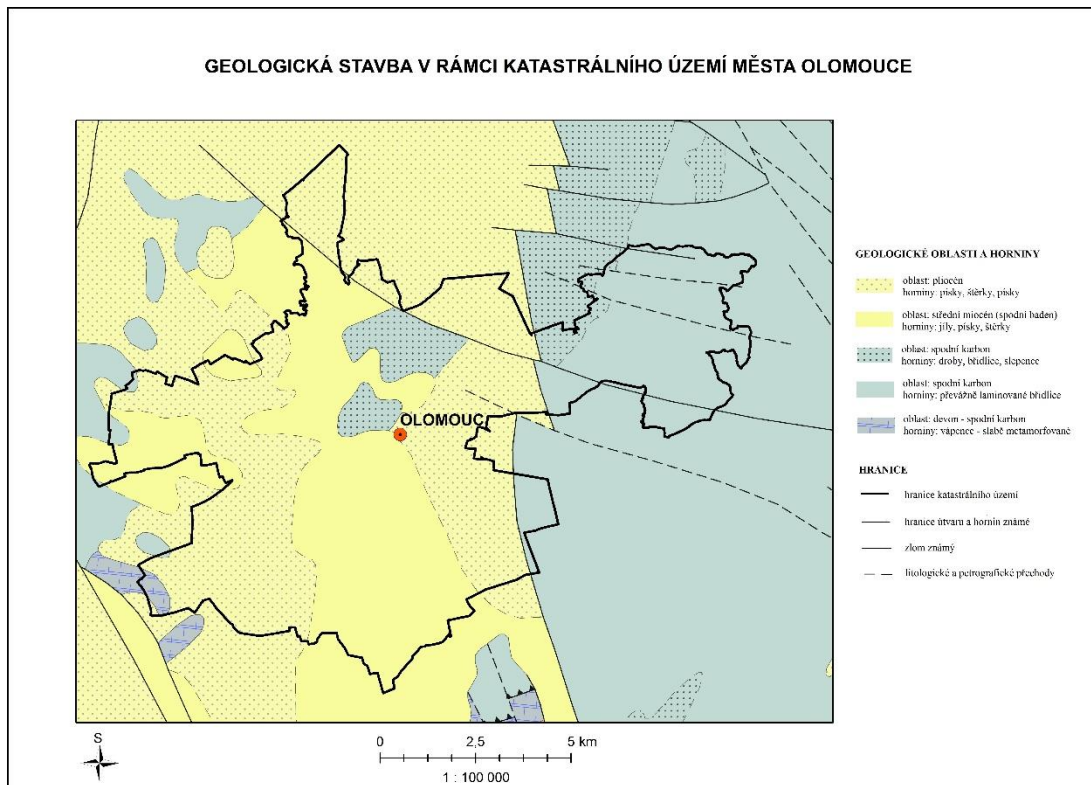
## 4.2 GEOLOGICKÁ STAVBA

### Olomouc

Katastrální území města Olomouce leží, téměř výhradně, v geomorfologickém celku Hornomoravský úval. Jedná se o příkopovou propadlinu vyplněnou neogenními a kvarterními sedimenty. Neogenní sedimenty vznikaly ve dvou vlnách. V miocénu, během spodního Badenu, byla deprese úvalu vyplněna mořskými sedimenty. Usazovaly se



vápnité jíly, písky, štěrky a karbonátové sedimenty. Mladší sladkovodní usazeniny pronikly do Hornomoravského úvalu z Vídeňské pánve. Po ústupu moře docházelo ke kerným pohybům podél původních zlomů. Neogenní sedimenty jsou přítomny v západní části města a to především sladkovodní jíly, písky a štěrky. Během pleistocénu zde docházelo ke kerným posunům, ty formovaly síť vodních toků. V průběhu dob meziledových zde vznikaly spraše, jejichž mocnost je značně proměnlivá. Řeka Morava a její přítoky zde vytvářely náplavové kužely. (Chlupáč, 2011)



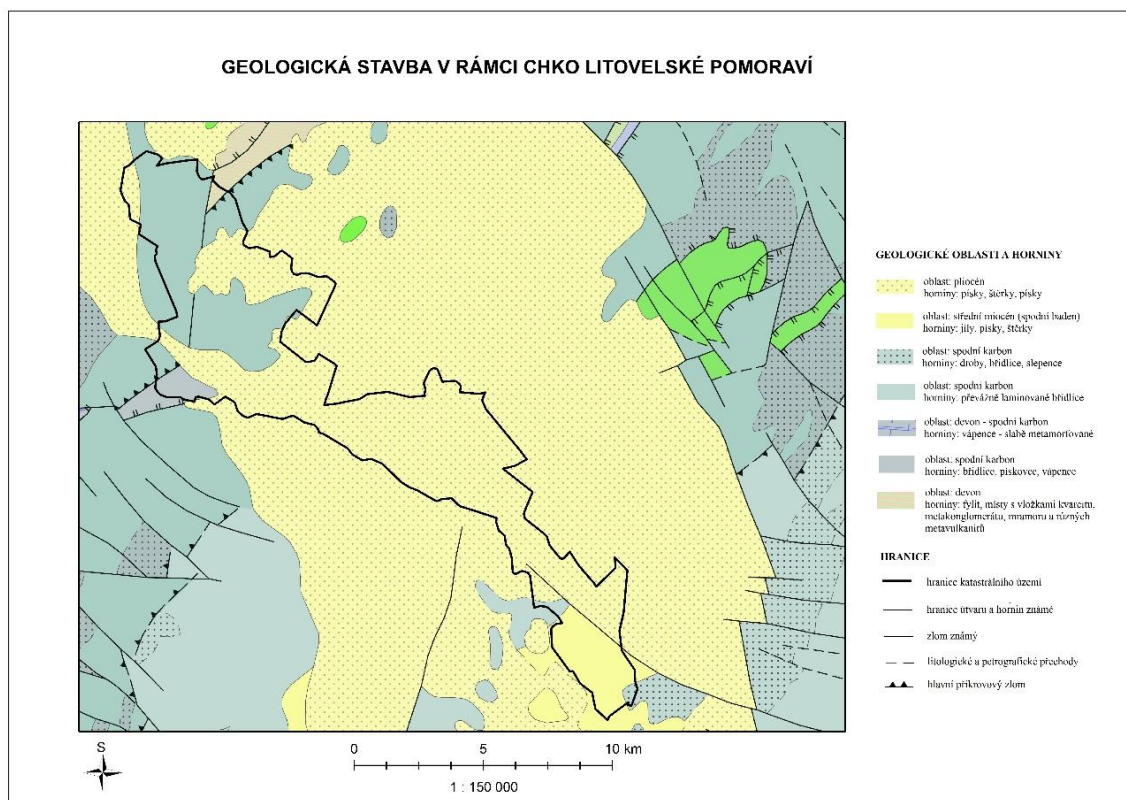
Obr. 5: Geologická stavba zájmové oblasti – katastrální území města Olomouce. (Filip Coufal, 2016)

## CHKO Litovelské Pomoraví

Geologická stavba CHKO Litovelské Pomoraví a jejího širšího okolí je značně složitá. Střídal se tu období horotvorných pohybů (předvariská, variská, alpínská) s obdobími sedimentací. Tektonické pohyby neustaly dosud a jsou kromě jiného i příčinou složitého větvení, meandrování a překládání koryt Moravy. Základním geologickým rysem území je jeho kerná stavba, vyznačující se diferencovanými pohyby jednotlivých ker, oddělených starými, dosud však oživujícími zlomy (správa CHKO Litovelské Pomoraví, 2016).

Na těchto horninách spočívá komplex devonských hornin, usazených v geosynklinále. V nich, nejdále od pevniny, se ve značné mocnosti usadily pelitické vrstvy, do nichž při podmořském vulkanizmu pronikly vyvěřeliny. Blíže pevniny, v mělkém moři devonské geosynklinály, se nejprve usadily středozrnné až hrubozrnné křemence a slepence a pak v jejich nadloží vápence a vápnité břidlice s vložkami lydítů. V nadloží spodno-středodevonských hornin vystupují nevápenité úlomkovité horniny různé zrnitosti svrchnodevonského až spodnokarbonového stáří (správa CHKO Litovelské Pomoraví, 2016).

Po ústupu kulmského moře se stal Hornomoravský úval a jeho okolí souší. Vlivem alpínského vrásnění však počala kra Hornomoravského úvalu klesat a od miocénu byla postupně zaplavována mořem. V hlubších částech této nové sedimentační pánve se v Badenu usadily mořské tégly, písčité slíny, písky a vápenité jíly (správa CHKO Litovelské Pomoraví, 2016).



Obr. 6: Geologická stavba zájmové oblasti – CHKO Litovelské Pomoraví. (Filip Coufal, 2016)

## **4.3 PEDOLOGICKÉ POMĚRY**

### **Olomouc**

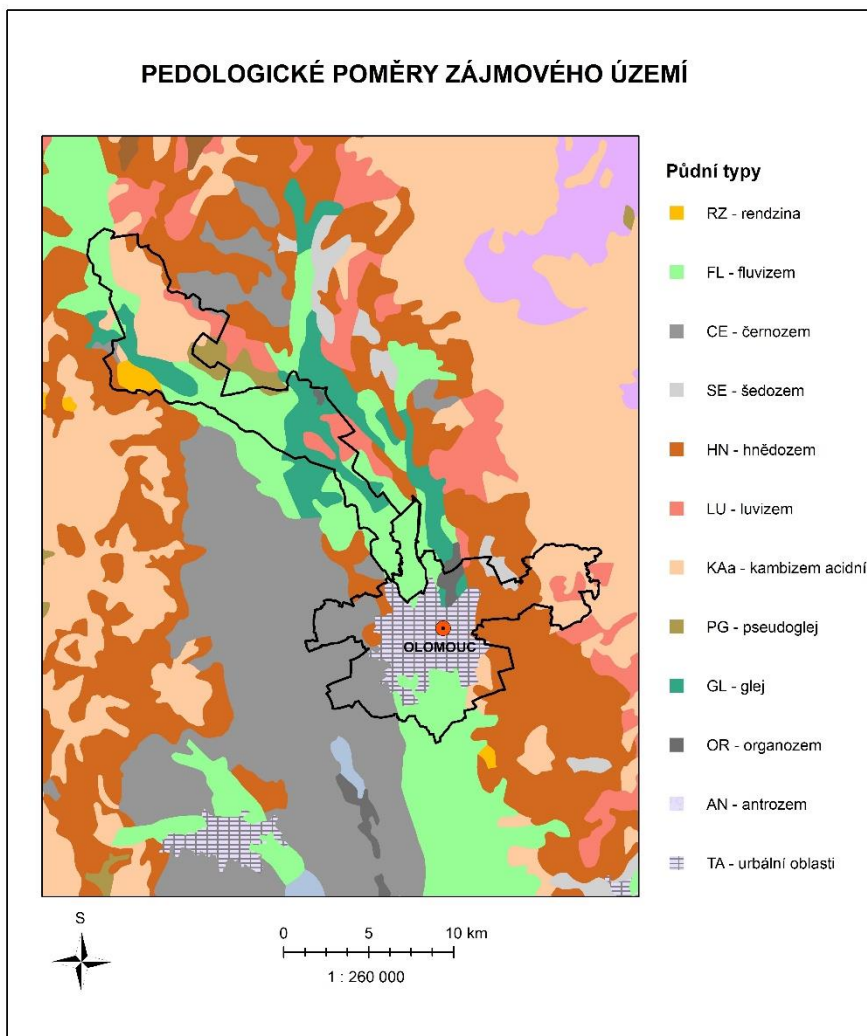
Území města Olomouce vyplňují nivní půdy (tzv. fluvizemě), jedná se o středně těžké půdy s příznivými vláhovými poměry.

Na katastrálním území města Olomouce se vykytují následující půdní typy: fluvizem, antropozem, hnědozem, černozem a kambizem. Okrajově se zde vyskytují: organozem, glej, luvizem a šedozem (CENIA – typy půd, 2013).

### **CHKO Litovelské Pomoraví**

Geologické podloží údolní nivy tvoří především kvarterní štěrkopísky, v údolní nivě řeky Moravy lze rozlišit celkem tři terasovité stupně. Dva nižší lemují v úzkých pruzích dnešní řečiště ve výškách 1 – 1,5 m a 2 – 2,5 m nad hladinou řeky, nejvyšší je v relativní výšce 3,5 – 4,5 m. Štěrkopísky jsou pokryty vrstvami holocenních povodňových hlín, často o mocnosti až 3 m. Pro nivní půdy je v oblasti Litovelského Pomoraví typická přerušovaná akumulace humusu záplavami, aluviální ukládání zemin (správa CHKO Litovelské Pomoraví, 2016).

Na území CHKO Litovelské Pomoraví se vyskytují následující půdní typy: fluvizem, glej, kambizem a luvizem. Okrajově se zde vyskytují: pseudoglej, rendzina, hnědozem a černozem (CENIA – typy půd, 2013).



Obr. 7: Pedologické poměry v rámci zájmového území. (Filip Coufal, 2016)

## 4.4 KLIMATICKÉ POMĚRY

### Olomouc

Katastrální území Olomouce patří dle makroklimatické regionalizace (E. Quitt) do oblasti T2 – teplá. Pro oblast T2 je charakteristické dlouhé léto, teplé a suché, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem i podzimem. Zima je krátká, mírně teplá a suchá až velmi suchá s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná roční teplota v Olomouci se pohybuje mezi 8,4 – 9,4 °C. Dlouhodobý roční srážkový úhrn činí 570,1 mm (mestkeklima.upol.cz). Malá část východního okraje města spadá do oblasti MT10 – mírně teplá oblast.



Tab. 3: Klimatické charakteristiky oblasti T2 a M10.

Charakteristiky	Klimatická oblast T2	Klimatická oblast M10
Počet letních dnů	50 – 60	40 – 50
Počet dnů s průměrnou teplotou > 10 °C	160 – 170	140 – 160
Počet mrazových dnů	100 – 170	110 – 130
Počet ledových dnů	30 – 40	30 – 40
Průměrná teplota v lednu v °C	-2 až -3	-2 až -3
Průměrná teplota v červenci v °C	18 – 19	17 – 18
Průměrná teplota v dubnu v °C	8 – 9	7 – 8
Průměrná teplota v říjnu v °C	7 – 9	7 – 8
Průměrný počet dnů se srážkami > 1mm	90 – 100	100 – 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období v mm	350 – 400	400 – 450
Srážkový úhrn v zimním období v mm	200 – 300	200 – 250
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	40 – 50	50 – 60
Počet dnů zamračených	120 – 140	120 – 150
Počet dnů jasných	40 – 50	40 – 50

zdroj: Quitt, 1971, vlastní zpracování

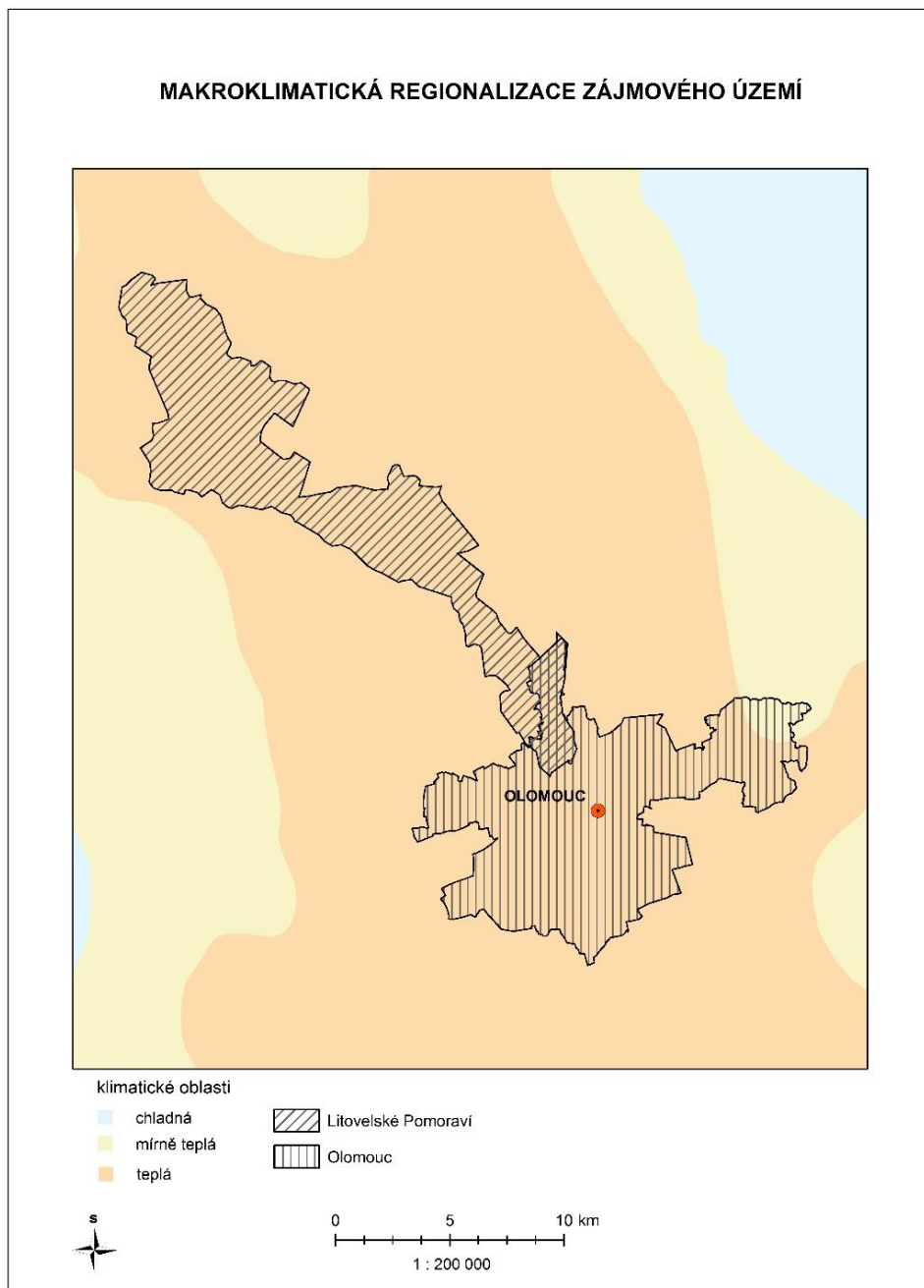
### CHKO Litovelské Pomoraví

Území CHKO Litovelské Pomoraví leží v mírném klimatickém pásu, charakteristickém mírnými zimami i léty. Patří taktéž do klimatické oblasti T2. Ve srovnání s jinými regiony této klimatické oblasti má území poměrně málo srážek, protože jeho západní vrchovinné omezení zachycuje značné množství vláhly přinášené do oblasti převažujícím západním a severozápadním vzdušným prouděním.

Olomoucko-litovelská a Lošticko-mohelnická část Litovelského Pomoraví je tedy oblastí poměrně suchou s průměrnými ročními srážkami kolem 600 mm. Oblast Třesínského prahu je na srážky poněkud bohatší, průměrné roční srážky se pohybují kolem 700 mm.

Průměrná roční relativní vlhkost vzduchu se pohybuje kolem 76 %, nejvyšší je v prosinci a nejnižší v květnu. Průměrná roční teplota úvalové části CHKO je 8 – 9 °C. V pahorkatině

Třesínskému prahu se průměrná roční teplota pohybuje mezi 7 – 8 °C (správa CHKO Litovelské Pomoraví, 2016).

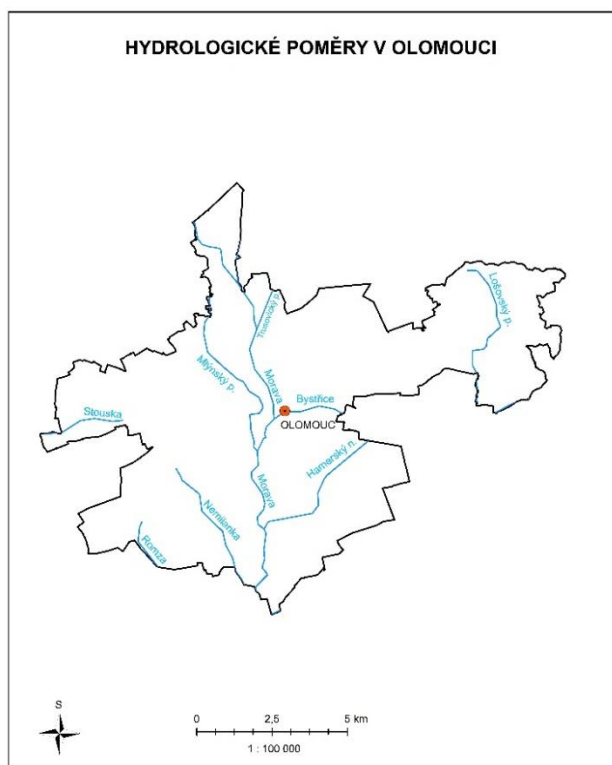


Obr. 8: Klimatická regionalizace dle E.Quitta zkoumaného území. (Filip Coufal, 2016)

## 4.5 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

### Olomouc

Řeka Morava pramení pod vrcholem Kralického Sněžníku na území obce Dolní Morava v katastrálním území Velká Morava, v nadmořské výšce 1380 m n. m. Nejvyšší průtok má řeka Morava na jaře, v létě její hladina klesá a opět stoupá na podzim díky dešťovým srážkám. Katastrální území města Olomouce náleží k úmoří Černého moře a povodí řeky Moravy. Hydrologickou osu města představuje část středního toku řeky Moravy. Levý přítok řeky Moravy je řeka Bystřice ve východní části města. V jižní části města tvoří pravý přítok Moravy Mlýnský potok (Olomouc.eu, 2016). Plocha povodí řeky Moravy činí 26 579,7 km<sup>2</sup> a délka celého toku je 353,1 km. Délka řeky Moravy na území města činí cca 14 km. V katastrální části města Olomouc – Nové sady se na řece Moravě nachází vodoměrná stanice. Průměrný průtok na této stanici činí 25,8 m<sup>3</sup> · s<sup>-1</sup>. Šířka regulovaného koryta v Olomouci je průměrně 25 m, hloubka 1 – 2,5 m (Olomouc – analýza povodňové události, 1997).



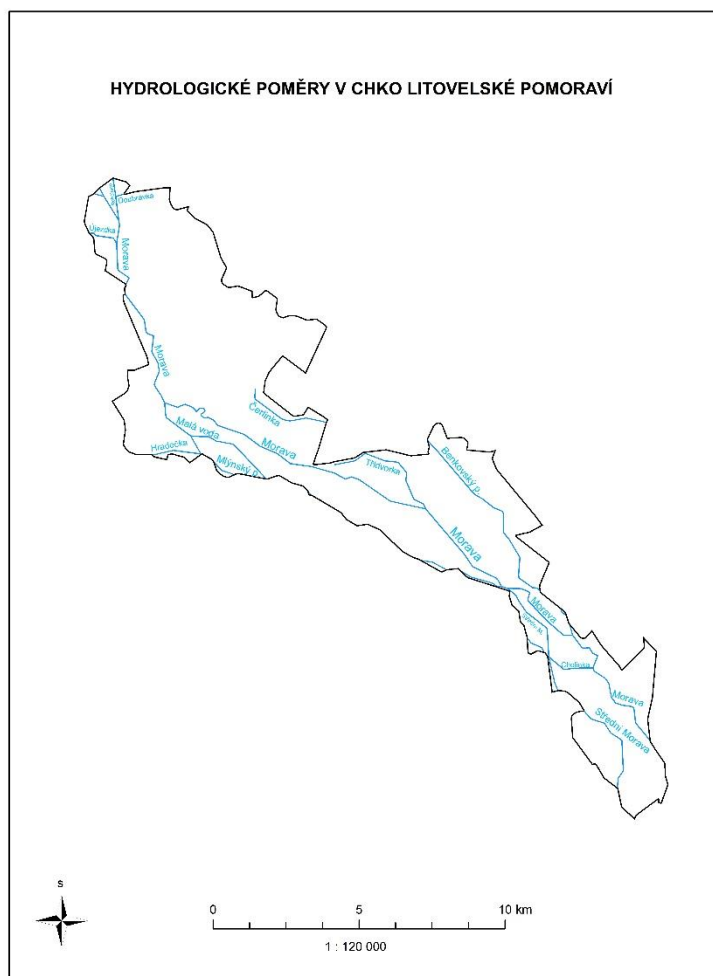
Obr. 9: Hydrologické poměry v rámci katastrálního území města Olomouce. (Filip Coufal, 2016)

## **CHKO Litovelské Pomoraví**

Na území CHKO Litovelské Pomoraví tvoří řeka Morava poslední větší úsek neregulovaného nížinného toku (mezi Litovlí a ústním Benkovského potoka, krátký úsek nad Litovlí – Vrapač). Morava se v CHKO rozvětňuje a tvoří trvalá i periodická ramena – jedná se o vnitrozemskou deltu – tzv. anastomózní říční systém. Morava má na území CHKO délku přibližně 44 km (správa CHKO Litovelské Pomoraví, 2016).

Od silnice Mohelnice – Stavenice až po cestu Mladeč – Nové Zámky je řeka víceméně částečně regulována a upravena, následuje asi dvoukilometrový úsek přirozeně meandrujícího toku. Nad Litovlí a v intravilánu města je řeka regulována. Pod Litovlí následuje dlouhý úsek řeky přirozeně meandrujícího toku chráněný v NPR Ramena řeky Moravy. V tomto úseku je provedeno jen několik krátkých stabilizačních úprav toku (nad mosty, jezy). Přirozený charakter toku má obrovský význam pro samočistící schopnost řeky, která je v tomto úseku velmi vysoká. Lužní les protkaný systémem periodických ramen je existenčně závislý na zachování přirozeného charakteru řeky a jejího záplavového režimu (správa CHKO Litovelské Pomoraví, 2016).

Vodohospodářská problematika je v CHKO Litovelské Pomoraví nesmírně významná. CHKO je v podstatě existenčně závislá na vodním režimu údolní nivy řeky Moravy. Úzkou vazbu chráněných ekosystémů CHKO na vodní režim krajiny dokládá i zařazení CHKO do seznamu mezinárodně významných mokřadů Ramsarské konvence. Pravidelné jarní záplavy znamenají pro lužní lesy v CHKO základní stavební kámen jejich vývoje. Přirozeně meandrující řeka Morava, která se svými bočními stálými i periodickými rameny vytváří unikátní krajinný typ „vnitrozemské říční delty,“ je „ekologickou páteří“ nejen CHKO, ale i celé rozsáhlé oblasti Moravských úvalů. CHKO, ležící na podloží mohutných vrstev zvodnělých kvartérních štěrkopísků, zároveň zajišťuje vysoký stupeň územní ochrany strategicky významných zdrojů pitné vody pro olomouckou aglomeraci. Protože ani území nynější chráněné oblasti se před vyhlášením CHKO nevyhnuly některé negativní lidské zásahy do vodního režimu, usiluje Správa CHKO ve spolupráci s Povodím Moravy, SMS a vodohospodářskými orgány o postupnou revitalizaci říčních systémů (správa CHKO Litovelské Pomoraví, 2016).



Obr. 10: Hydrologické poměry v rámci CHKO Litovelské Pomoraví. (Filip Coufal, 2016)

## 5. ZHODNOCENÍ VLIVU CHKO LITOVELSKÉ POMORAVÍ NA PRŮBĚH POVODNĚ VE MĚSTĚ OLOMOUCI

### 5.1 Úvod

Litovelské Pomoraví zaujímá pruh lužních lesů a luk kolem řeky Moravy o šířce 3 – 8 km, které představují komplexy cenných lužních lesů, vlhkých nivních luk a mokřadů. V případě řešeného úseku se jedná o širokou a plochou údolní nivu s rozsáhlým systémem ramen řeky Moravy, říčních koryt, slepých ramen a odvodňovacích systémů, která je zakončena tzv. Třesínským prahem – sníženinou omezenou výraznými okolními svahy. Tato sníženina odděluje část Moravy (východně od Mohelnice) od další sníženiny, tzv. Mohelnické Brázdy. Jedná se o krajinářsky velmi cenné území patřící do CHKO

Litovelské Pomoraví s rozsáhlým lužním lesem se spoustou bočních aktivních nebo periodických říčních ramen řeky Moravy. Tuto vodní síť nazýváme vnitrozemskou deltou, odborně pak anastomózní říční systém. Ojedinelost tohoto fenoménu ve střední Evropě dokládá i zařazení CHKO do seznamu Ramsarské konvence (Optimalizace hrázového protipovodňového systému v CHKO Litovelské Pomoraví, 1997).

Vzhledem k charakteru území CHKO Litovelské Pomoraví je zřejmé, že toto území by mělo ve značném rozsahu plnit funkci inundační tak, jak ji plnilo i v dřívějších dobách. Systém odsazených selských hrází umožňoval neškodný rozliv povodňových vod do lužních lesů a luk a zároveň chránil sídla před jejich škodlivými účinky (Optimalizace hrázového protipovodňového systému v CHKO Litovelské Pomoraví, 1997).

Z hlediska vodních toků a jejich uspořádání patří zájmové území k údolní nivě řeky Moravy s jejím rozsáhlým inundačním územím, pro kterou je charakteristický pestrý vodopis s řadou místních přírodních i umělých toků, slepých ramen a odvodňovacích systémů vzájemně propojených rozdělovacími objekty či samostatnými hrázovými systémy. Přirozený charakter toku má význam pro samočisticí schopnost řeky, která je v tomto úseku velmi vysoká. Lužní les protkaný systémem periodických ramen – smuh je existenčně závislý na zachování přirozeného charakteru řeky a jejího záplavového režimu (Litovelské Pomoraví – studie odtokových poměrů, 2008).

## **5.2 Regulace a úpravy v rámci CHKO Litovelské Pomoraví**

Od silnice Mohelnice – Stavenice až po cestu Mladeč – Nové Zámky je řeka částečně regulována a upravena, následuje asi dvoukilometrový úsek přirozeně meandrujícího toku. Nad Litovlí a v intravilánu města je řeka regulována. Pod Litovlí následuje dlouhý úsek (až po ústí Benkovského potoka) přirozeně meandrujícího toku chráněného v rámci NPR ramena řeky Moravy. V tomto úseku je provedeno jen několik krátkých stabilizačních úprav toku (nad mosty, jezy). Soustavně probíhající lužní les je přerušen pouze ve městě Litovlí a jeho bezprostředním okolí. Morava v uvedeném úseku nebyla nikdy soustavně upravována (Optimalizace hrázového protipovodňového systému v CHKO Litovelské Pomoraví, 1997).

Pro zachování charakteru a přírodních hodnot lužních lesů, které dnes patří mezi poslední ukázky luhů s přirozeným vodním režimem v celé Evropě, je nutno vyloučit

veškeré technické vodohospodářské úpravy koryt vodních toků a jejich regulace, které by znamenaly narušení jejich ekologických funkcí (Optimalizace hrázového protipovodňového systému v CHKO Litovelské Pomoraví, 1997).

### **5.3 Navazující úseky PPO**

Začátek zájmového úseku navazuje na plánovanou protipovodňovou ochranu Chomoutova a dále po toku i Olomouce. Chomoutov měl již dříve provedenou původně na povodeň při  $Q_{100}$ , která však dle nových hydrologických údajů odpovídá zhruba  $Q_{50}$ . Chomoutov je situován uprostřed údolní nivy řeky Moravy, která rozděluje zástavbu na dvě části. Větší obytná část leží na pravém břehu (jižní část) a severní menší část se nachází na levém břehu. Obcí prochází silnice od Olomouce směrem na Litovel a silniční most přes řeku Moravu nemá potřebnou kapacitu. Zástavba u silničního mostu zasahuje až k břehům Moravy a vylučuje tak možnost zkapacitnění koryta v blízkosti mostu. Z těchto důvodů bylo přistoupeno k uzavřenému ohrazování Chomoutova, které bude korytem Moravy rozděleno na dvě části. Ochrana je řešena pro  $Q = 650 \text{ m}^3/\text{s}$ , což odpovídá hodnotě navazující PPO města Olomouce (Litovelské Pomoraví – studie odtokových poměrů, 2008).

### **5.4 Ochranné hráze v rámci CHKO Litovelské Pomoraví**

Celý hrázový systém řeky Moravy je tvořen hrázemi, které většinou sledují hranici lužního lesa. Některé jsou odsazeny od hlavního toku, ale převážně jsou situovány kolem menších toků v inundačním území. Historicky byla ochrana před povodněmi přilehlých území řeky Moravy zajišťována tzv. selskými hrázemi. Dnešní stávající hrázový systém řeky Moravy vznikl od 30. let 20. století postupnou rekonstrukcí selských hrází, které sloužily k ochraně intravilánů obcí a orné půdy. Jedná se o inundační hráze v údolní nivě Moravy, jejichž trasa většinou sleduje současnou hranici lužních lesů. Některé z nich zůstaly zachovány ve stávající podobě, převážná část pravobřežních hrází však byla postupně rekonstruována, nejvíce po povodni v roce 1997. Levobřežní inundační hráze ve většině případů zůstaly zachovány jako stávající a jsou poměrně hodně propustné, porostlé náletovými dřevinami a výšková úroveň jejich koruny je hodně nepravidelná. Jak bylo uvedeno výše, stávající hrázový systém vznikl postupnou rekonstrukcí tzv. selských hrází z 30. let minulého století. Převážná část hrází sleduje významnější vodní

toky v inundačním území, tyto hráze lze nicméně považovat za inundační hráze řeky Moravy (Optimalizace hrázového protipovodňového systému v CHKO Litovelské Pomoraví, 1997).

#### **Hrázový systém řeky Moravy:**

- Pravobřežní hráz Chomoutov – Horka – Skrbeň

Byla vybudována v roce 1936. Začíná u silničního mostu v Chomoutově, vede podél Moravy, odbočuje podél Cholinky a od jezu „U tří mostů“ vede podél Střední Moravy. Výška se pohybuje od 1 – 2 metrů.

- Levobřežní hráz Chomoutov – Březce

Byla vybudována v letech 1929 – 1931 současně s hrází podél Třetí Vody. Výška se pohybuje od 1 – 2 metrů. Délka hráze je 1750 metrů.

- Pravobřežní hráz Hynkov – Lhota

Byla vybudována mezi lety 1951 – 1953. Délka hráze je 2240 metrů. Průměrná výška hráze je 1,5 metrů.

- Ochranná hráz ve Střeni

Byla vybudována v letech 1935 – 1937. Hráz je dlouhá 3280 metrů a průměrná výška hráze je 2 metry.

- Pravobřežní hráz Lhota – Chořelice – Litovel

Byla vybudována v letech 1967 – 1969. Skládá se ze čtyř dílčích hrází o celkové délce 6450 metrů. Výška se pohybuje v rozmezí 0,7 – 1,3 metrů.

- Pravobřežní hráz podél Malé Vody Sobáčov – Víška

Má zabránit pronikání inundované vody do Litovle. Výška hráze činí 1 metr.

### **5.5 Průběh významných povodní v rámci CHKO Litovelské Pomoraví**

CHKO Litovelské Pomoraví v posledních letech významně zasáhly 2 povodně, a to katastrofální povodeň v roce 1997 a mírnější povodeň na jaře roku 2006.



### **Povodeň v roce 1997**

Hlavní příčinou povodně v roce 1997 byly extrémní úhrny srážek v červenci v oblasti povodí horní Moravy (Jeseníky), kdy na Pradědu byl za 1. týden v červenci zaznamenán srážkový úhrn 454 mm a za celý měsíc pak 631 mm (podrobněji o příčinách povodně v kapitole 7 - Historie povodní z moderní historie na území města Olomouce). Povodňová vlna na řece Moravě měla velmi komplikovaný a naprosto neodhadnutelný průběh, zejména ve střední a dolní části povodí. Oproti všem známým doběhovým dobám docházelo vlivem plnění rozsáhlých inundačních území postupně od Zábřehu k mnohahodinovým zpožděním kulminací mezi jednotlivými sledovanými úseky. Např. v úseku Moravičany – Olomouc bylo z dřívějších povodní stanoveno rozpětí doběhové doby 8 – 12 hodin, červencová povodeň měla posun kulminace cca 27 hodin. K velkému zdržení došlo právě v inundacích Litovelského Pomoraví, kde došlo k rozsáhlému plošnému rozlivu. Na základě velkého rozlivu nad Olomoucí a velké doby zdržení povodňové vlny došlo v průběhu povodně k mylným závěrům, že povodňová vlna projde upraveným korytem na cca 420 m<sup>3</sup>/s ( $Q_{100} = 484 \text{ m}^3/\text{s}$ ) téměř bez problémů. Proto následné zaplavení Olomouce bylo šokující (Litovelské Pomoraví – studie odtokových poměrů, 2008).

### **Povodeň v roce 2006**

Hlavní příčinou povodně v roce 2006 bylo náhlé oteplení a vydatná srážková činnost ke konci března 2006. Docházelo k rychlému odtávání sněhové pokrývky a důsledkem toho byly značné nárůstky průtoků na vodních tocích (podrobněji o příčinách povodně v kapitole 7 - Historie povodní z moderní historie na území města Olomouce). Ve dnech 26.3. – 3.4. 2006 byly zaznamenány dvě povodňové vlny. Během 27.3. – 29.3. 2006 docházelo vlivem vydatných srážek k razantnímu nárůstu průtoků v povodí Moravy, ve většině sledovaných profilů na vodních tocích byly dosaženy III. Stupně povodňové aktivity (SPA). Během dalších dní docházelo postupně k mírným poklesům vodních hladin na tocích a vlivem další srážkové činnosti od 31.3. do 1.4. 2006 došlo k druhé povodňové vlně, kdy kulminace v některých profilech byly vyšší než v 1. povodňové vlně (Litovelské Pomoraví – studie odtokových poměrů, 2008).

## 5.6 Analýza vlivu CHKO Litovelské Pomoraví na průběh povodně ve městě Olomouci

Při povodňové události se vyběžená voda v CHKO Litovelském Pomoraví začíná rozlévat v lužním lese do systému meandrujících koryt a smuh. Voda, která postupuje inundačním územím, dále zaplavuje přilehlé louky a pole, navazující na konec lužního lesa. Oblast Litovelského Pomoraví je schopna zadržet odhadem 50 mil. m<sup>3</sup> vody (Optimalizace hrázového protipovodňového systému v CHKO Litovelské Pomoraví, 1997), některé zdroje uvádí až 70 mil. m<sup>3</sup> vody (Litovelské Pomoraví – studie odtokových poměrů, 2008).

### Povodňová situace při povodni v roce 1997

K porovnání byly vybrány stanice v Moravičanech a Olomouci a to z důvodů jejich pozice na toku řeky Moravy. Stanice v Moravičanech se nachází nad Litovelským Pomoravím, stanice v Olomouci reprezentuje data po průchodu řeky Litovelským Pomoravím.

Tab. 4: Porovnání parametrů povodňové vlny z července roku 1997 na stanicích v Moravičanech a Olomouci.

Profil	Tok	Plocha povodí (km <sup>2</sup> )	Údaje k vyhodnocenému kulminačnímu průtoku (měsíčnímu maximu)			
			Datum	Hodina	Stav (cm)	Průtok (m <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup> )
Moravičany	Morava	1558,82	8.7.1997	15:30	487	625
Olomouc	Morava	3322,07	9.7.1997	19:00	647	760

zdroj: CHMU, vlastní zpracování

Za účelem zhodnocení vlivu CHKO Litovelského Pomoraví na průběh povodně ve městě Olomouci byla vytvořena tabulka, která reprezentuje parametry povodňové vlny v červenci roku 1997.

Z tabulky je zřejmé, že řeka Morava kulminovala v Moravičanech dne 8.7.1997 v 15:30. V Olomouci došlo ke kulminaci o den později tzn. 9.7.1997 v 19:00. Tedy téměř o 28

hodin později. Dalším významným ukazatelem je průtok. Ten byl v Moravičanech při kulminaci  $625 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , v Olomouci, o téměř 28 hodin později, byl průtok  $760 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

## Povodňová situace při povodni v roce 2006

Tab. 5: Porovnání parametrů povodňové vlny z jara roku 2006 na stanicích v Moravičanech a Olomouci.

Profil	Tok	Plocha povodí (km <sup>2</sup> )	Údaje k vyhodnocenému kulminačnímu průtoku (měsíčnímu maximu)			
			Datum	Hodina	Stav (cm)	Průtok (m <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup> )
Moravičany	Morava	1558,82	1.4.2006	6:00	407	262
Olomouc	Morava	3322,07	2.4.2006	4:30	533	470

zdroj: CHMU, vlastní zpracování

Za účelem zhodnocení vlivu CHKO Litovelského Pomoraví na průběh povodně ve městě Olomouci byla vytvořena tabulka, která reprezentuje parametry povodňové vlny na jaře roku 2006.

Z tabulky je zřejmé, že řeka Morava kulminovala v Moravičanech dne 1.4.2006 v 6:00. V Olomouci došlo ke kulminaci o den později tzn. 2.4.2006 ve 4:30. Tedy téměř o 23 hodin později. Dalším významným ukazatelem je průtok. Ten byl v Moravičanech při kulminaci  $262 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , v Olomouci, o téměř 23 hodin později, byl průtok  $470 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Důležitým faktem je, že řeka Morava přibírá v prostoru Litovelského Pomoraví mnoho přítoků. Průtok na stanici v Olomouci je tedy značně ovlivněn napájením řeky Moravy jejími přítoky.

## 5.7 Zhodnocení

CHKO Litovelské Pomoraví je bezesporu velmi významným krajinným prvkem, který je v neustálé interakci s okolní krajinou. Jak bylo zmíněno výše, jedná se o významné místo, které je schopno zadržet poměrně velké množství vody – má významnou retenční schopnost. Systém selských hrází plní ochrannou funkci pro sídla, která se nachází v tomto území. Současně však chrání i zemědělsky obhospodařovanou půdu. Vyloučením zemědělské půdy z inundace se snižuje retenční schopnost území. Vhodným řešením by byla podstatně menší a diferencovaná ochrana této zemědělské půdy a také

převod zemědělských pozemků v nivách na trvalé travnaté porosty, kterým pravidelná záplava neškodí. CHKO Litovelské Pomoraví je vzácným krajinným prvkem, který je zapotřebí chránit a zajistit pro něj trvalou udržitelnost. Jedině tak bude i nadále plnit funkci významného místa zadržování vody v krajině a bude zpomalovat povodňové vlny. Na druhou stranu se jedná o neřízenou průtočnou inundaci, která, bez dalších regulačních úprav, povodňovou vlnu pouze zpomalí. Není tedy při současném stavu schopna zajistit protipovodňovou ochranu pro města ležící dále po toku např.: pro Olomouc.

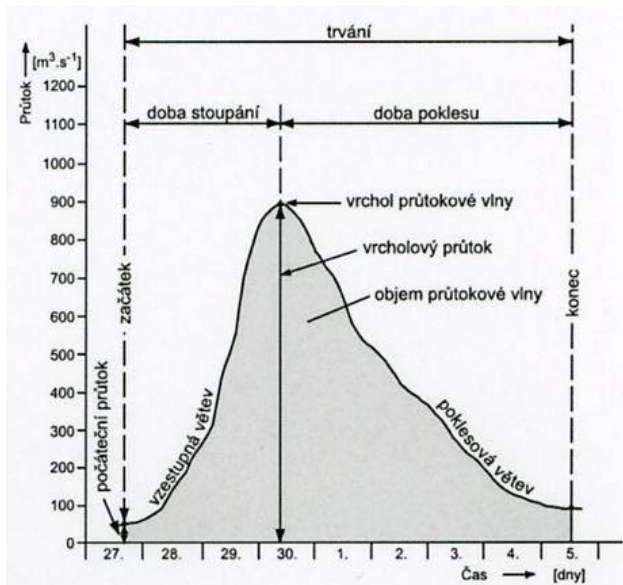
## **6. POVODNĚ – CHARAKTERISTIKA A VYMEZENÍ**

Pro vyjádření pojmu povodeň lze použít mnoho definic. Například dle ČSN (1975) se povodní rozumělo „přechodné výrazné zvýšení hladiny toku, způsobené náhlým zvětšením průtoku anebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta“. V poznámce k této definici se dodávalo, že povodeň „zpravidla působí na některých úsecích toku hospodářské škody podle stupně vybudované ochrany“. Pozdější norma ČSN (1983) definovala povodeň 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 deštěmi nebo táním sněhu z oblevy“. Definice byla doplněna stejnou poznámkou jako u ČSN (1975). Pro účely vodního zákona č. 254/2001 Sb. se v § 64 povodněmi rozumí „přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. Povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo její odtok není dostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod“ (Brázdil, 2005).

### **Charakteristiky povodně**

Průběh odtoku je popisován průtokovou vlnou, která podle ČSN (1975) představuje „přechodné zvětšení a následný pokles průtoků a vodních stavů, vyvolaný deštěmi, táním sněhu nebo umělým zásahem“ nebo časový průběh popsaného jevu „v určitém profilu toku“ nebo „v trati toku v daném okamžiku“. Zvláštním případem průtokové vlny je vlna

povodňová, kterou ČSN (1975, 1983) definovala jako „průtokovou vlnu s charakterem povodně“. Ta vzniká při překročení průtočné kapacity koryta, kdy se voda začne přelévat přes břehové hrany do okolí a stává se potenciálně škodlivým živlem (Brázdil, 2005).



Obr. 11: Hydrogram průtokové vlny a její prvky. (upraveno dle ČSN, 1975, 1983. Brázdil, 2005)

## Druhy povodní

Podle příčiny vzniku povodní uváděla ČSN (1975, 1983) bez definičního vymezení povodně dešťové, sněhové a smíšené. Pod pojmem dešťová povodeň se zde rozumí případ vzniklý jen z dešťových srážek, sněhová povodeň je zapříčiněna jen táním sněhu a smíšená povodeň vzniká kombinací tání sněhu a dešťových srážek. Zvláštním případem jsou ledové povodně, způsobené dočasným zmenšením průtočnosti koryta v důsledku ledových jevů (Brázdil, 2005).

## 7. HISTORIE POVODNÍ Z MODERNÍ HISTORIE MĚSTA OLOMOUCE

Jelikož se město Olomouc nachází v údolní nivě řeky Moravy, je logické, že bylo v minulosti zaplavováno. Z geomorfologického hlediska lze údolní nivu charakterizovat jako „rovinné údolní dno aktivované při povodňovém stavu vodního toku; tvoří ji horizontálně uložené, mladé (holocenní) štěrkovité, písčité, hlinité nebo jílovité

naplaveniny, jejichž úložné poměry často vykazují nepravidelnosti způsobené větvením toku, vznikem ostrovů, meandrů, náplavových kuželů a delt, sutí, svahových sesuvů apod.“ (Langhammer, 2007). I přes velmi znatelné antropogenní přetvoření této krajiny se řeka v této oblasti přirozeně rozlévá do svého inundačního prostoru. Například „The Columbia Electronic Encyclopedia“ charakterizuje údolní nivu jako „úroveň země podél vodního toku tvořena sedimenty uloženými během pravidelných záplav. Údolní nivy jsou obecně velmi úrodné, což je činní zemědělsky hojně využívanými. Nevýhodou hospodaření v nivách je přirozené nebezpečí povodní“ (Langhammer, 2007).

Systematické hydrologické pozorování v Olomouci započalo v roce 1881 a to vybudování vodoměrné stanice na Nových Sadech. Od roku 1881 do současnosti bylo zaznamenáno přibližně 40 povodňových událostí, ve většině případů se jednalo o povodně v jarních měsících, tedy zapříčiněné táním sněhu (Bukáček, 1999). Ve 20. století byla na území města Olomouce povodňová situace zaznamenána celkem 11 krát. Největší z nich byla v září roku 1938 (průtok byl  $Q = 445 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) a poslední větší v březnu roku 1981 (průtok byl  $Q = 357 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) (Olomouc – analýza povodňové události, 1997).

## **7.1 Povodeň v roce 1997**

### **Příčiny katastrofálních škod způsobených povodní ve městě Olomouci**

Hlavní příčinou povodně byly extrémní úhrny srážek v celém povodí Moravy. Od 4.7. do 8.7. spadly v řadě lokalit úhrny srážek, které je možno srovnat s úhrnem za 3 – 4 měsíce v normálním roce. Další nepříznivou hydrologickou situací byl souběh kulminačních vln Třebůvky, Moravské Sázavy, Moravy a Bečvy. Dalšími nepříznivými vlivy byly: ztráta akumulačních a retenčních schopností půdních horizontů – nasycení štěrkových kolektorů. Vznik napjaté hladiny podzemní vody (vzestup hladiny podzemní vody v údolních nivách o 30 – 440 cm). Nízká retenční schopnost krajiny způsobující zrychlený odtok vody z krajiny. Odlesnění horské oblasti Jeseníků – ztráta přirozené retenční schopnosti lesa. Nevhodná úprava vodních toků a bystřin, jak směrová, stabilizační, protipovodňová, tak revitalizační. Absence jakéhokoliv zařízení umožňující řízenou inundaci. Nedostatečný průtočný profil mostů. Nevhodně situované a orientované objekty, liniové stavby, zahrádkářské kolonie apod., tvořící umělé překážky bránící

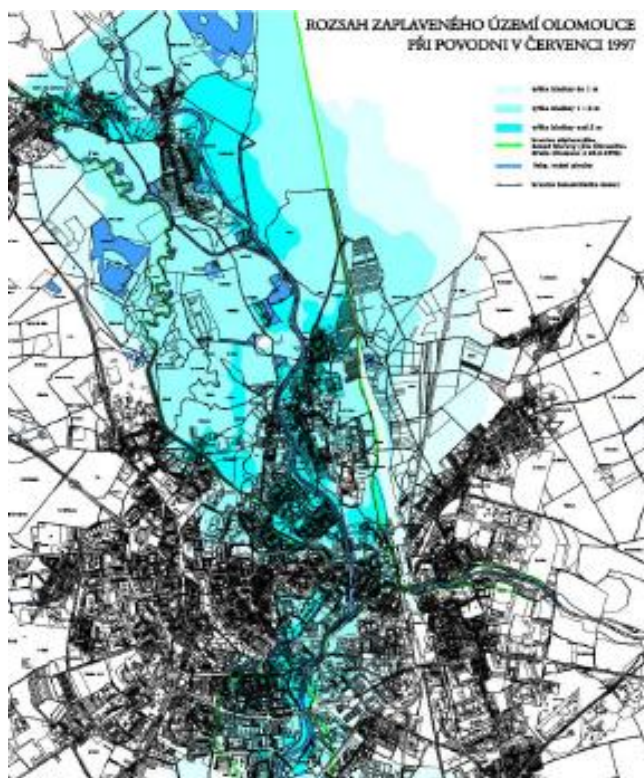
plynulému odtoku povodňových vod (Olomouc – analýza povodňové události, 1997). Toto jsou hlavní příčiny, které způsobily rozsah škod při povodni v roce 1997 v Olomouci.

### **Časový průběh povodně**

6.7. 1997 se začala hladina řeky Moravy výrazně zvedat. V noci ze 6.7. na 7.7. byl vyhlášen III. SPA, voda se vyběžila již vysoko nad Olomoucí. Během 6.7. stoupla hladina v povodí Moravy až o 2 metry a v Olomouci protékalo přes 100 m<sup>3</sup>/s, ráno 7.7. byly vzestupy hladiny 2 – 6 metrů a Olomoucí již protékalo okolo 200 m<sup>3</sup>/s, 8.7. to bylo přes 400 m<sup>3</sup>/s a měřicí stanice v Olomouci přestala pracovat. Kulminace první povodňové vlny proběhla v Olomouci dne 9.7. v 18:00 hodin. Výška hladiny byla 647 cm na vodočtu na Nových Sadech, což podle vyhodnocení všech dostupných údajů odpovídalo průtoku cca 676 m<sup>3</sup>/s (Olomouc.eu, 2012).

### **Rozsah a škody způsobené povodní**

Povodně v červenci roku 1997 překonaly všechny historicky známé povodně na území města Olomouce. V Olomouci bylo zaplaveno 3 340 ha území, což je 29 % z celkového správního území města. Nejvíce zasaženy byly okrajové části města venkovského charakteru navazující na nivu řeky Moravy. Celkové škody způsobené povodní v roce 1997 byly na území ČR 60 miliard korun, na území regionu 5,5 miliard korun. Ve městě Olomouci bylo zasaženo cca 1000 obytných domů, 196 objektů bylo demolováno (Olomouc – analýza povodňové události, 1997).



Obr. 12: Rozsah zaplaveného území Olomouce při povodni v červenci 1997 (možnosti minimalizace povodňových rizik v Olomouci, 2012).

## 7.2 Povodeň v roce 2006

V důsledku značného oteplení a srážkové činnosti v průběhu měsíce března a následně v prvním kvartálu měsíce dubna, došlo ke vzniku povodňových událostí na území města Olomouce.

### Příčiny vzniku povodňových událostí

Ve dnech 24.3. – 26.3.2006 počasí u nás ovlivňovala brázda nízkého tlaku vzduchu spojená s přílivem teplého vzduchu od jihu. V důsledku náhlého oteplení a vydatné srážkové činnosti koncem měsíce března, došlo k rychlému odtávání sněhové pokrývky. Důsledkem toho došlo ke značným nárůstům průtoků na vodních tocích a vlivem dalších vydatných srážek ve dnech 27.3. – 29.3.2006 byly zaznamenány na horním toku řeky Moravy a dalších tocích jednotlivé stupně povodňové aktivity (Souhrnná zpráva o průběhu povodně ve správním obvodu Obce s rozšířenou působností Olomouc, 2006).



### **Vyhlášené stupně povodňové aktivity**

28.3.2006 – v 16:00 bylo dosaženo I. SPA na vodočtu Nové Sady. Výška hladiny: 360 cm.

28.3.2006 – v 17:00 bylo dosaženo II. SPA na vodočtu Nové Sady. Výška hladiny: 390 cm.

29.3.2006 – v 17:30 bylo dosaženo III. SPA na vodočtu Nové Sady. Výška hladiny: 430 cm.

2.4.2006 – v 4:30 byla zaznamenána kulminace řeky Moravy na vodočtu Nové Sady. Výška hladiny: 534 cm.

6.4.2006 – 8:00 byl odvolán III. SPA na vodočtu Nové Sady. Výška hladiny: 430 cm.

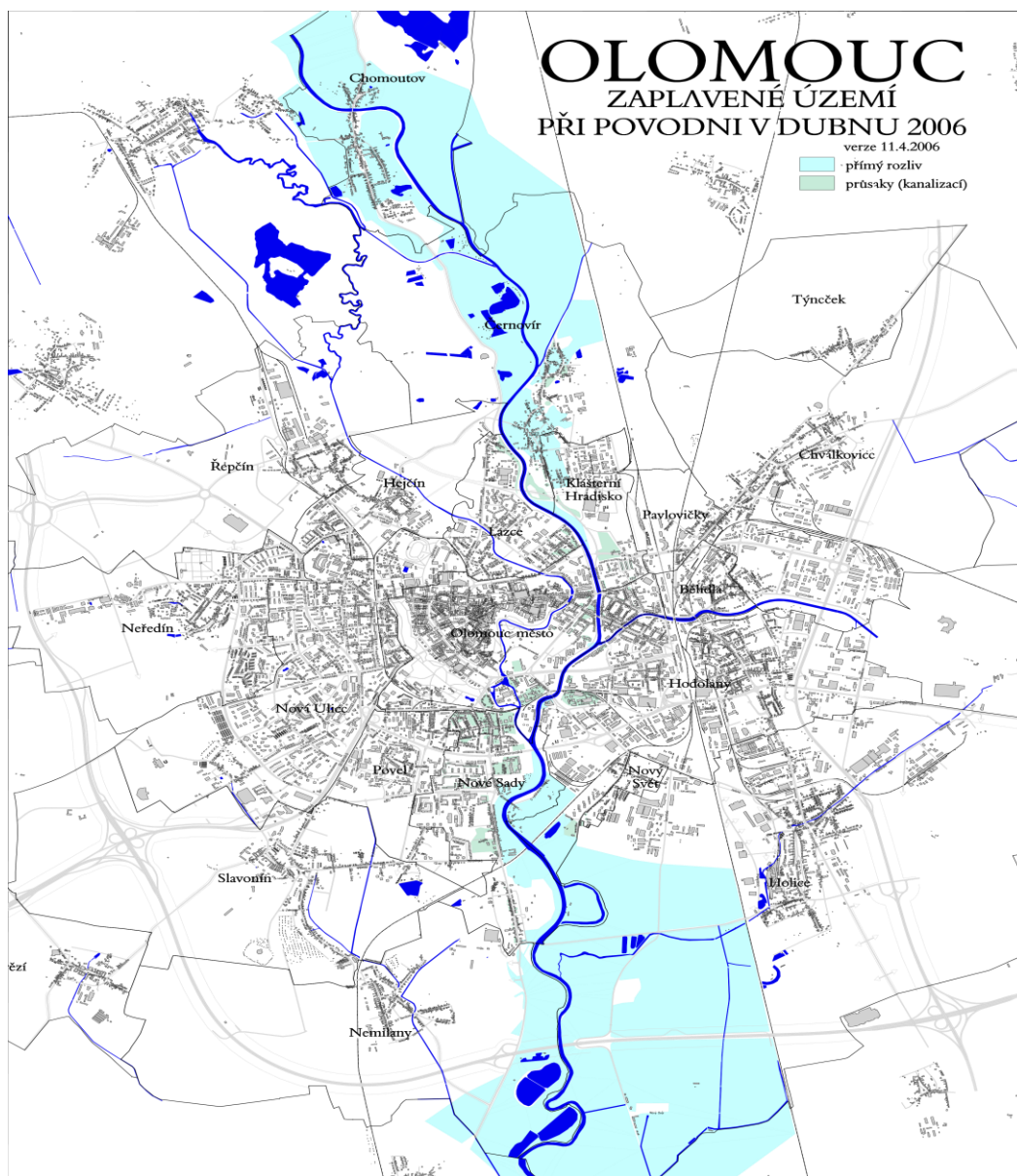
7.4.2006 – 6:00 byl dovolán II. SPA na vodočtu Nové Sady. Výška hladiny: 390 cm.

7.4.2006 – 18:00 byl odvolán I. SPA na vodočtu Nové Sady. Výška hladiny: 360 cm.

### **Počet evakuovaných osob a výše povodňových škod**

V Olomouci došlo k zaplavení lokalit na úrovni přesahu dvacetileté povodně. Dne 1.4.2006 bylo rozhodnuto realizovat opatření evakuace obyvatel městských částí Černovír, Chomoutov a vybraných ulic části Nové Sady. Následně, dne 2.4.2006 v 1:45 hodin byla realizována opatření evakuace obyvatel městských částí Klášterní Hradisko a Lazce. Z předpokládaného počtu 10 732 osob z vybraných městských částí bylo postupně evakuováno do evakuačního centra Tererovo náměstí celkem 140 osob (Souhrnná zpráva o průběhu povodně ve správním obvodu Obce s rozšířenou působností Olomouc, 2006).

V důsledku povodňových událostí v březnu a dubnu roku 2006 byly škody na majetku v rámci ORP Olomouc vyčísleny cca na 1,6 miliard korun (Souhrnná zpráva o průběhu povodně ve správním obvodu Obce s rozšířenou působností Olomouc, 2006).



Obr. 13: Zaplavené území při povodni v roce 2006 (Souhrnná zpráva o průběhu povodně v ORP Olomouc, 2006).

## 8. PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ

### 8.1 Záplavové území a aktivní zóna

Požadavek na stanovení záplavového území je obsažen ve vyhlášce Ministerstva pro místní rozvoj ČR č. 135/2001 o územně plánovacích podkladech a územně plánovací dokumentaci. Nově je obsažen i v novele zákona o vodách č. 254/2001 Sb., platné od 1.1.2001. Jedná se o území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zaplavena vodou (Konvička, 2001).

Ze stanovení záplavového území vychází nejen diferencovaná ochrana, ale především budoucí rozvoj jednotlivých urbanistických funkcí měst ohrožených povodněmi. K tomu je třeba, aby byl stanoven bezpečný režim ochrany města, který by měl rozlišovat:

- Území dlouhodobě ohrožená povodněmi s režimem omezení rozvoje a se stanovenými zásadami chování při povodni.
- Území dočasně ohrožené povodněmi
- Území bez ohrožení

Z dosavadních platných oborových norem, které se zpracováním návrhu záplavových území zabývají, vyplývá, že záplavová území přirozená se člení dle pravděpodobnosti výskytu povodně a nebezpečnosti povodňových průtoků na:

- Aktivní průtočnou zónu – jedná se o část přirozeného záplavového území, do kterého je při povodních soustředěna rozhodující část celkového povodňového průtoku, k takto vymezené zóně se přistupuje jako k zóně přísné regulace. Do této zóny se nesmí umísťovat stavby s výjimkou vodohospodářských děl, jimiž se upravuje vodní tok, případně zlepšují odtokové poměry, a dále liniové stavby dopravní a technické infrastruktury. Kromě toho se zde nesmí: těžit nerosty a zeminu, provádět terénní úpravy zhoršující odtok povrchových vod, skladovat odplavitelný materiál, zřizovat oplocení, tábory, kempy, atd...
- Pasivní průtočnou zónu – jedná se o část standartního přirozeného záplavového území a je při povodni zaplavena vodou, která jí protéká nízkou rychlostí, mnohdy mezi různými překážkami. K takto vymezené zóně se přistupuje jako k zóně obecné regulace. Je zde povoleno rekonstruovat a modernizovat stávající

stavby. Umisťovat nové stavby lze v tomto území jen v oblasti bytové výstavby – pokud hloubka vody při návrhové povodni nepřesáhne v místě stavby 0,5 m. Zároveň je nutné dodržovat technické požadavky, zejména zamezení vniknutí vody do těchto staveb. V této zóně je zakázáno umisťovat tyto stavby: objekty průmyslové výroby a zemědělské výroby, sklady látek škodlivých vodám, čerpací stanice, skládky odpadů, atd...

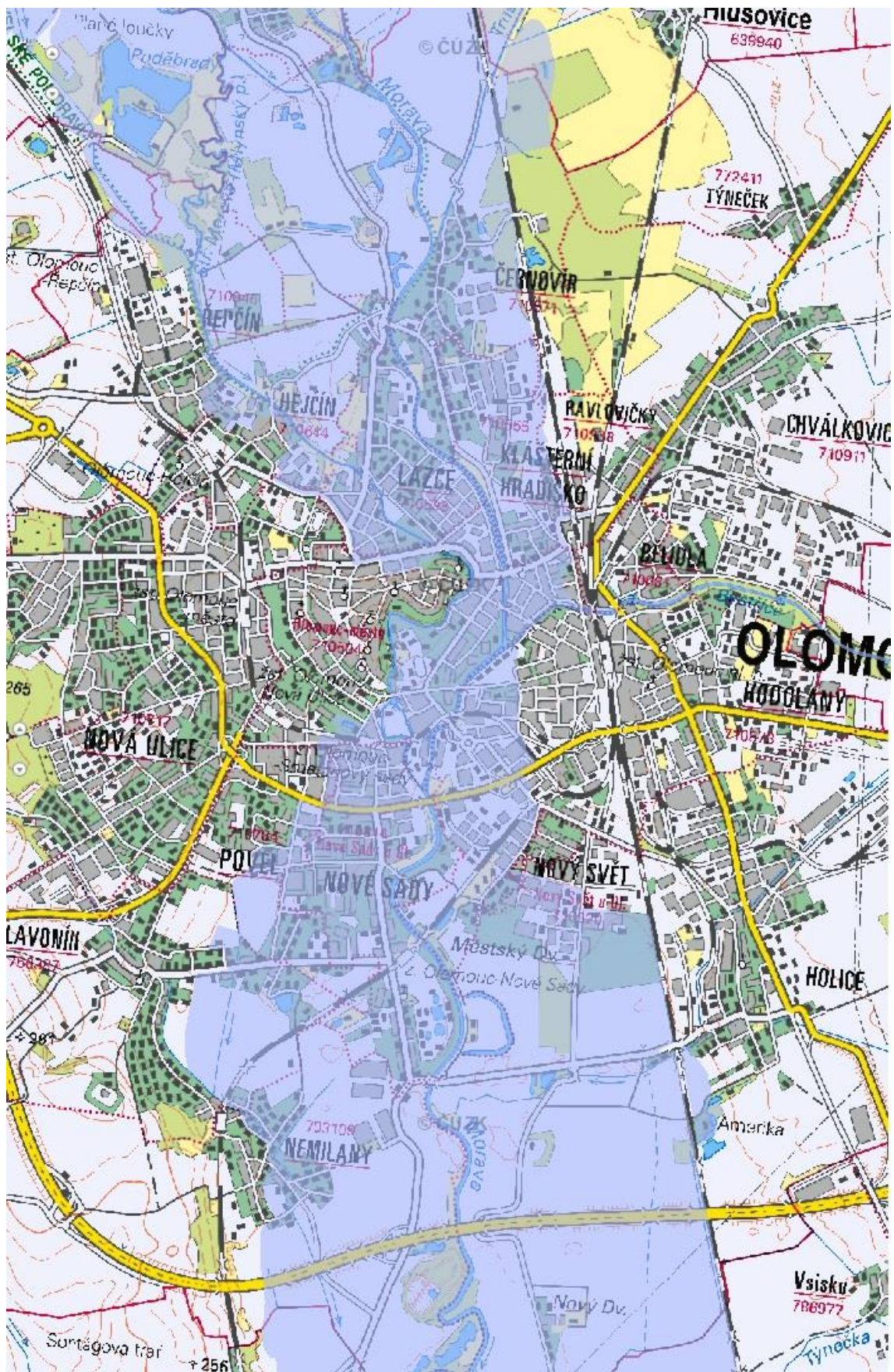
- Historickou průtočnou zónu – zahrnuje historické záplavové území, pokud se zde nevyskytuje aktivní průtočná zóna. K takto vymezené zóně se přistupuje jako k zóně opatrnosti. Lze zde rekonstruovat a modernizovat stávající stavby. Do této zóny se nedoporučuje umisťovat nové objekty škol, lůžkových zdravotnických a sociálních zařízení a ubytovacích zařízení (Konvička, 2001).

Záplavové území statutárního města Olomouce bylo stanoveno krajským úřadem města Olomouce dne 17.9.2014

### **Digitální povodňový plán města Olomouce**

Povodňový plán statutárního města Olomouce a obce s rozšířenou působností Olomouc zpracovávají dle § 71 odst. 3, zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, povodňové orgány jako preventivní opatření ochrany před povodněmi. Povodňový plán je základním dokumentem pro řízení povodňové ochrany, která určuje a řeší organizační a technická opatření. Občané města se mohou prostřednictvím povodňového plánu seznámit s charakteristikou území, jeho riziky jakož i připravenými opatřeními v oblasti protipovodňové ochrany (Olomouc.eu, 2012).





Obr. 14: Výřez záplavového území města Olomouce (DIBAVOD, 2014, upraveno)



## 8.2 Protipovodňová opatření na území města Olomouce v minulosti

Časté povodně na území města Olomouce byly důvodem k regulaci řeky Moravy. Tyto úpravy se uskutečnily v letech 1909 a 1918. Za příčinu záplav byly označovány jezy, jejich stržení však situaci nezlepšilo, jelikož současně se likvidovala některá vedlejší ramena a nahromaděná voda neměla kam odtékat (Schulz, 2012). Katastrofální povodeň v roce 1997 byla podnětem pro řešení protipovodňové ochrany města Olomouce.

### Reakce města Olomouce na povodeň v roce 1997

Město Olomouc reagovalo na povodeň v roce 1997 pořízením technickoekonomické studie zvýšení kapacity koryta řeky Moravy v Olomouci společně s dalšími územně plánovacími podklady a změnou územního plánu. Tato změna zpracovala návrh protipovodňové ochrany, který by, v komplexu s dalšími opatřeními na horním toku Moravy, měl město chránit před povodněmi většího rozsahu (Zimová, 2008).

#### Změny územního plánu v bodech:

- Severně a jižně od zastavěných částí města jsou zachovány prostory pro inundaci
- Město bude chráněno před průtokem  $Q = 650 \text{ m}^3/\text{s}$  a to zejména zkapacitněním koryta
- Pro průtok velkých vod nebude využíváno rameno Střední Moravy tzv. Mlýnského potoka – nedostatečná kapacita, poloha v intenzivně zastavěném území



Obr. 15: Prostory vyhrazené pro inundaci – severně a jižně od zastavěné části města Olomouce (pöry environment, 2013)

### Územně plánovací podklady:

- Technickoekonomická studie zkapacitnění koryta řeky Moravy (Aquatis a.s. Brno, 2000), která prověřila možnost převedení toku  $Q = 650 \text{ m}^3/\text{s}$  přes město.
- Ekonomické posouzení návrhu protipovodňových opatření v Olomouci (Povodí Moravy s.p. Brno, 2001), které porovnávalo variantu zkapacitnění koryta na  $Q = 650 \text{ m}^3/\text{s}$  a  $Q = 500 \text{ m}^3/\text{s}$  a bylo podkladem pro pozdější studii proveditelnosti.
- Studie urbanistického a ekologického začlenění koryta řeky Moravy do organismu města Olomouce.
- Studie ochrany stokové sítě
- Studie zkapacitnění koryta řeky Moravy v Olomouci, zpřírodnění říční zóny a zapojení řeky do struktury města

### **Ochranná LB hráz Černovír**

Podnětem bylo protržení hráze při povodni v roce 2006. Investorem bylo Povodí Moravy s.p., statutární město Olomouc se podílelo na výkupu pozemků a zpracování projektu. Náklady činily 31 milionů korun.

Cíl investice: Cílem investice bylo do doby konečné realizace komplexní ochrany města (cílová ochrana na  $Q = 650 \text{ m}^3/\text{s}$ ) dosáhnout zajištění stejné úrovně protipovodňové ochrany městské části Černovír jakou mají doposud ostatní městské části v intravilánu města Olomouce.

Provedená opatření: v úseku od silničního mostu přes Moravu v městské části Černovír po soutok s Trusovickým potokem byla provedena rekonstrukce části hráze vedoucí podél Moravy o délce 748 m., na hráz podél Moravy pak plynule navazuje hráz souběžná s Trusovickým potokem o délce 1162 m., která končí navázáním na těleso železničního náspu trati ČD Olomouc – Česká Třebová. Celková délka rekonstruované ochranné hráze je 1910 m., maximální výška je 2,38m (Protipovodňová ochrana Chomoutova, 2006).

## **I. Etapa protipovodňové ochrany města Olomouce**

Realizováno: únor 2006 – podzim 2007

Investor: Povodí Moravy s.p., Olomoucký kraj a statutární město Olomouc

Náklady: cca 380 mil. Kč

Zahrnuje: Vlastní obtokový kanál o délce 533 metrů s rybochodem, dva nové mostní objekty, úpravy navazujících křižovatek a zeleně

I. etapou byla realizace obtokového kanálu jezu u plynárny a souvisejících investic.

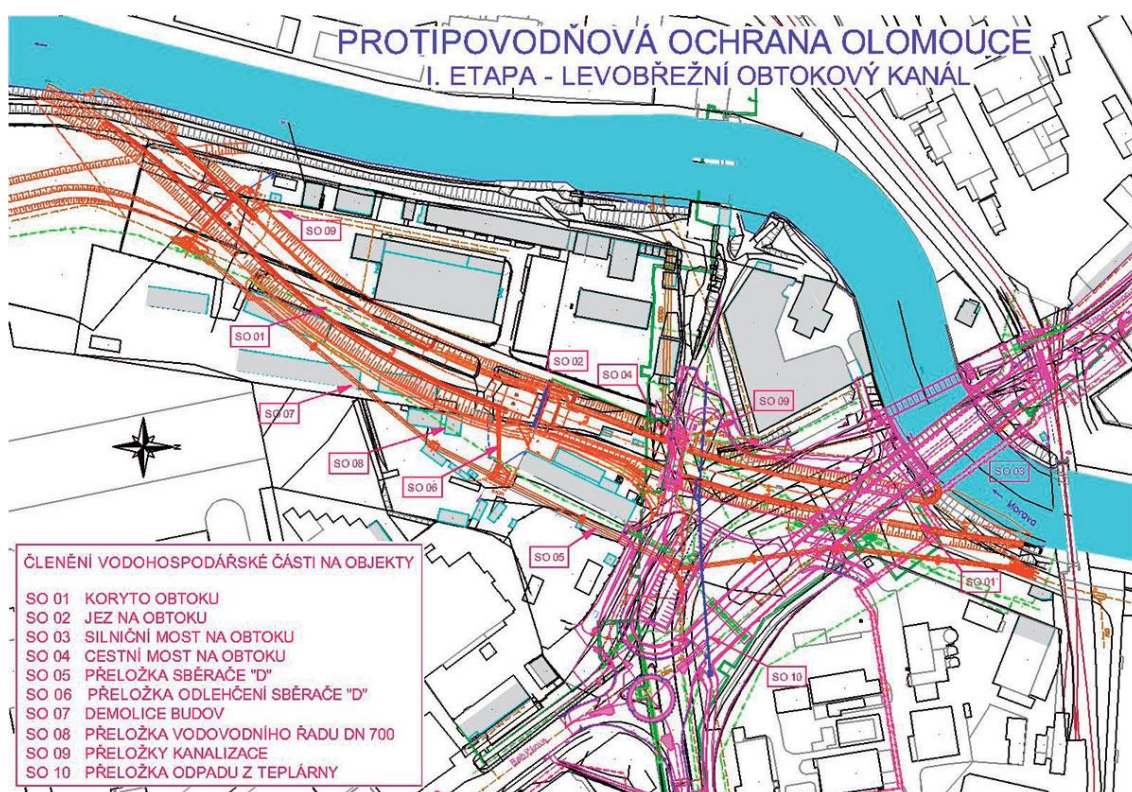
Výstavba byla rozdělena na dvě investiční akce:

- Morava, Olomouc – I. etapa (investor Povodí Moravy s.p.) – zahrnovala vlastní vodohospodářské dílo obtokového kanálu s jezem a rybochodem, dále také most zajišťující příjezd k jezu a rozsáhlé přeložky inženýrských sítí.

- Akce III/03551 Olomouc, most u plynárny (investor Olomoucký kraj a statutární město Olomouc) – zahrnovala nový most na Wittgensteinově ulici, úpravy komunikace na téže ulici, cyklostezky, chodníky, osvětlení, úpravy veřejných prostranství včetně zeleně.

Délka obtokového kanálu je 533 metrů, šířka 12 metrů a hloubka v podjezí 7 – 8 metrů. Obtokový kanál převede průtok  $Q = 180 \text{ m}^3/\text{s}$  a pro jezový úsek zůstává průtok  $Q = 470 \text{ m}^3/\text{s}$  (Zimová, 2008).





Obr. 16: Technický náčrt I. etapy protipovodňové ochrany Olomouce – levobřežní obtokový kanál (protipovodňová opatření města Olomouce, 2007).

## II.A Etapa protipovodňové ochrany města Olomouce

Realizováno: srpen 2012 – září 2013

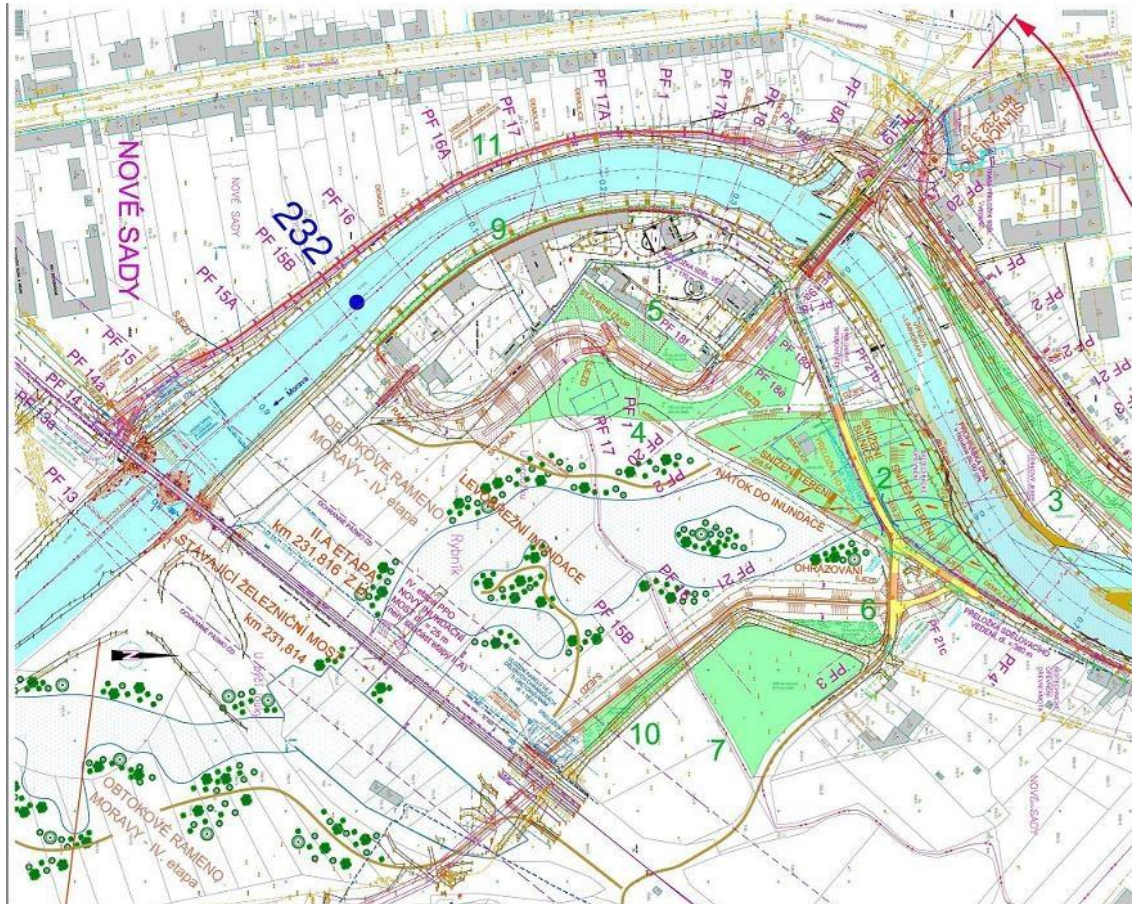
Investor: Povodí Moravy s.p. a statutární město Olomouc

Náklady: 330 mil. Kč

Zahrnuje: zvýšení odsazených hrází (stavba nábrežních zdí), snížení pravobřežní bermy, vybudování nátoky do levobřežní inundace, ohrazování budov u dětského domova, pohyblivý uzávěr na Střední Moravě, zkapacitnění dvou mostních polí pod mostem Velkomoravská a vyvolané přeložky sítí, součástí bude i výstavba zeleně, přeložka kanalizačního sběrače C a dešťové kanalizace (Zimová, 2008).

Projekt II. A etapy protipovodňové ochrany města Olomouce zajistil především v městských částech Nové Sady a Nový Svět zvýšení kapacity koryta řeky Moravy z průtoky  $Q = 384 \text{ m}^3/\text{s}$  na průtok  $Q = 650 \text{ m}^3/\text{s}$ . Byly zde navýšeny dosavadní hráze, vybudovány nové hráze a zdi a snížila se levobřežní nábrežní hrana nad kojeneckým ústavem. Ta by případně umožnila nátok do volného (inundačního) území. Původní

široká berma pod ulicí Velkomoravská byla snížena, vzniklo zde paralelní koryto a nový, asi 350 metrů dlouhý zelený ostrov. Nové hráze vyrostly také podél kojeneckého ústavu a areálu Povodí Moravy, s.p. S případným zvládnutím povodně pomůže i vyvýšený železniční násep. Součástí projektu bylo také vybudování revitalizačních prvků, které mají vést k zajištění větší biodiverzity vodních živočichů (Povodí Moravy, 2013).



Obr. 17: Výřez technického nákresu II. A etapy protipovodňové ochrany města Olomouce (Olomouc – hnutí duha, 2008).

### 8.3 Protipovodňová opatření na území města Olomouce v současnosti

#### II. B Etapa protipovodňové ochrany města Olomouce

Realizace (předpokládaná): listopad 2016 – květen 2020

Investor: Povodí Moravy s.p., Olomoucký kraj a statutární město Olomouc

Náklady: 950 mil. Kč



Zahrnuje: přípravu území, přeložky inženýrských sítí, přeložka sběrače D, výstavbu mostu Komenského, úpravy koryta a výstavbu nábrežních hrází a zdí, výstavbu mostu Masarykova, úpravy silnic a chodníků, sadové úpravy s náhradní výsadby (protipovodňová opatření Olomouc, 2015).

II. B Etapa bude realizována v prostoru od mostu v Komenského ulici u Bristolu přes most na Masarykově třídě až téměř po soutok Moravy s Bystřicí. V tomto exponovaném úseku se zcela změní podoba nábreží. Koryto řeky bude širší, přibude pravobřežní náplavka, otevřená veřejnosti. Změní se také oba frekventované a dopravně důležité mosty. V obou případech musí mít nové mosty větší kapacitu při vyšším stavu hladiny řeky Moravy, podobu mostu na Masarykově třídě projekčně připravil přední český architekt Antonín Novák. Výsledná protipovodňová opatření ochrání Olomouc před více než třistaletou povodní, což odpovídá průtoku  $Q = 650 \text{ m}^3/\text{s}$  (protipovodňová opatření Olomouc, 2015).

Vlastní stavební práce lze rozdělit do 4 fází, i když na několika úsecích budou práce probíhat současně:

1. Fáze (listopad 2016 – květen 2017)

- Příprava území, provizorní panelové vozovky, zpevněné plochy, provizorní ploty
- Osazení provizorní lávky nad mostem Komenského, provizorní přeložky VO
- Přenesení inženýrských sítí z mostu Komenského na provizorní lávku, přeložky inženýrských sítí na předmostí mostu Komenského (provizorní i definitivní) přeložka sběrače D u mostu Komenského
- Zahájení přeložek inženýrských sítí v úseku od železničního mostu až k mostu na Bystřici na LB a po ul. Šmeralova na PB

2. Fáze (červen 2017 – květen 2018)

- Demolice a výstavba mostu Komenského, definitivní přeložky sítí
- Provizorní přeložky u mostu Masarykova
- Přeložky v ulicích Nábřeží a Blahoslavova
- Zahájení vrtaných pilotových stěn nábrežních zdí v ul. Nábřeží a Blahoslavova
- Dokončení přeložek sítí od železničního mostu po most na Bystřici
- Provádění úprav koryta a výstavby nábrežních hrází a zdí mezi železničním mostem a ul. Šmeralova

### 3. Fáze (červen 2018 – červenec 2019)

- Výstavba mostu Masarykova (po polovinách pro zachování tramvajové dopravy), definitivní přeložky v ul. Nábřeží, Blahoslavova a Masarykova
- Dokončení pilotových stěn ul. Nábřeží a Blahoslavova, zemní práce (těžení a odvoz zeminy pro rozšíření koryta a betonáž zdí)
- Dokončení hrází a zdí v úseku mezi železničním mostem a ul. Šmeralova

### 4. Fáze (srpen 2018 – květen 2020)

- Dokončení PPO, nábřežní zdi, dokončení úpravy koryta, hrází a zdí
- Definitivní úpravy povrchů silnic a chodníků
- Sadové úpravy a náhradní výsadby



Obr. 18: Výřez technického nákresu II. B etapy protipovodňové ochrany města Olomouce (protipovodňová opatření Olomouc, 2015).

## 8.4 Protipovodňová opatření na území města Olomouce v budoucnosti

### III. Etapa protipovodňové ochrany města Olomouce (Projektová příprava)

Realizace (předpokládaná): rok 2020

Ucelenou ochranu intravilánu města Olomouce uzavře III. etapa, ta naváže na II. etapu nad ulicí Komenského. Na levém břehu se počítá s využitím místních možností rozšířit

koryto o bermu s odsunutou hrází. Ústí Trusovky se přeloží proti proudu toku a povede podél ní levobřežní hráz až ke konci inundace Moravy. Tím se uzavře ochrana města na levém břehu. Pravobřežní hráz na konci zástavby v Hejčíně odbočí a bude ukončena v Řepčíně za Střední Moravou. Součástí III. etapy jsou i návrhy opatření proti vzdutí povodňových průtoků na Střední Moravě (protipovodňová opatření Olomouc, 2015).

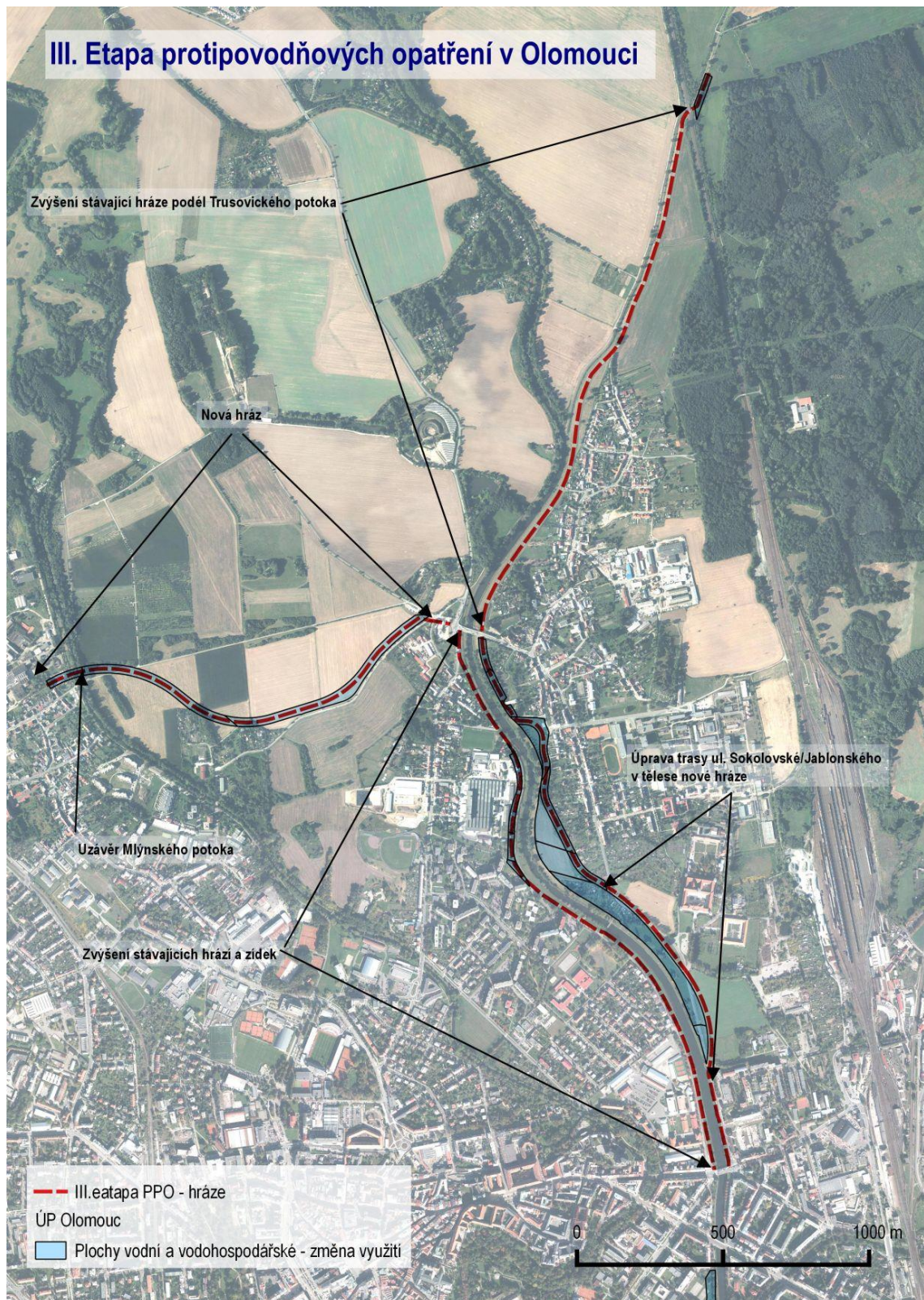
Popis vlastních protipovodňových opatření:

- Snížení levobřežní bermy, přeložku komunikace, zvýšení stávajících hrází (dle profilu č. 48 nazvaného „u Hradiska“, který je uveden ve Studii urbanistického a ekologického začlenění koryta řeky Moravy do struktury města Olomouce o cca 1 metr), v úseku mezi černovířským mostem a mostem na ulici Komenského doplnění zídek (o výšce cca 1 metr) na nové nízké hráze.
- Uzavírací hráz vedenou podél místní komunikace z Černovíra do Hejčína, která bude ukončena u Mlýnského Potoka tzv. uzavíracím objektem.
- V prostoru Černovíra navýšení levobřežních hrází vybudovaných po povodni z roku 2006

Význam:

Teprve realizací III. etapy protipovodňové ochrany města Olomouce bude dokončena ochrana většiny území Olomouce bez okrajových částí (jižní část Nových Sadů, Nového Světa, Holice, Nemilan, Slavonína a Chomoutova), (investiční záměr III. Etapy protipovodňových opatření na řece Moravě v Olomouci, 2016).





Obr. 19: III. etapa protipovodňové ochrany města Olomouce (investiční záměr III. Etapy protipovodňových opatření na řece Moravě v Olomouci, 2016).

## **Ve fázi investičního záměru se v současnosti nachází tyto projekty:**

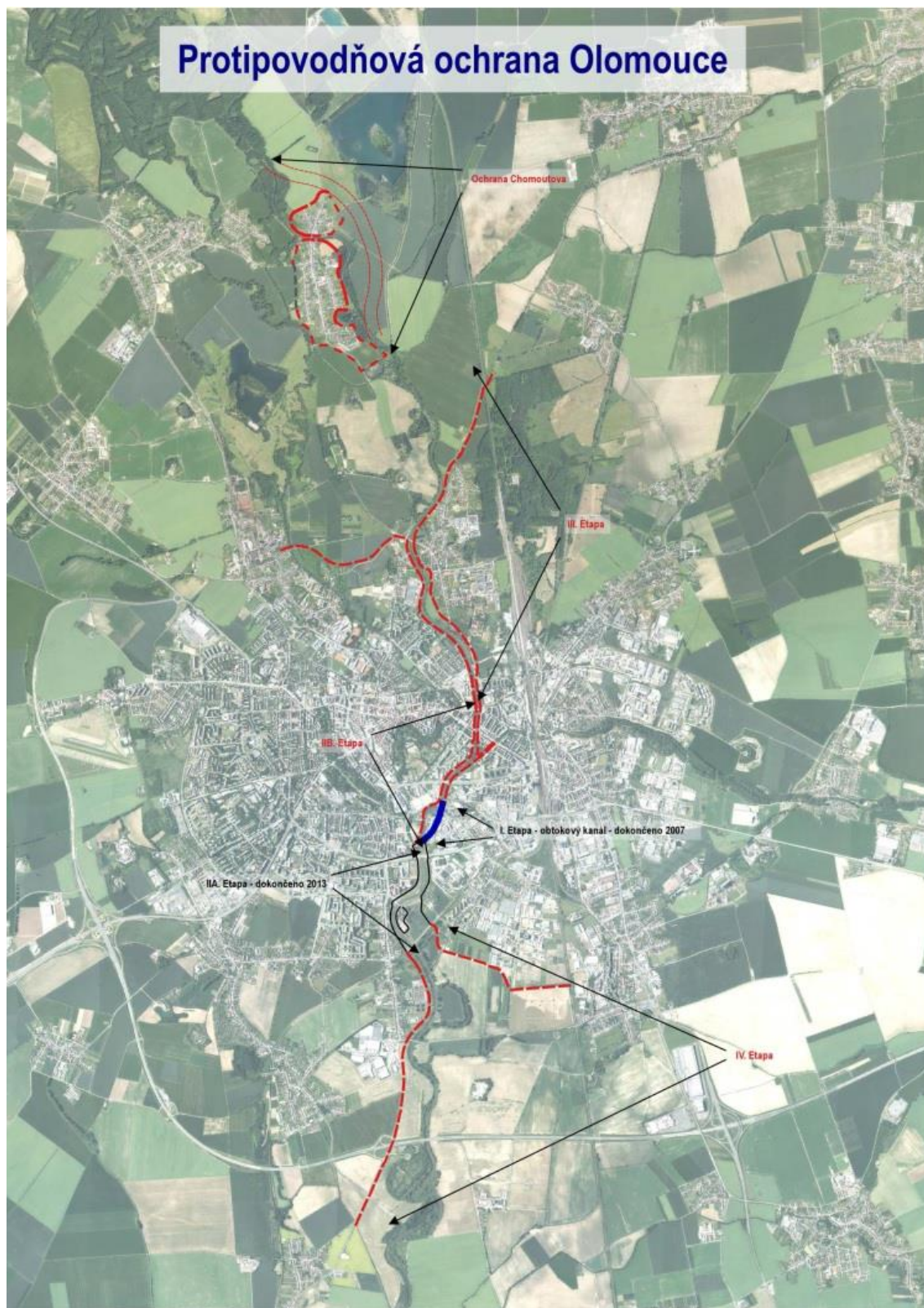
### **Ochrana Chomoutova**

- Ochranu tvoří dvě uzavřené části rozdělené korytem řeky Moravy (jižní část hráze dlouhá 4,1 km a severní část hráze dlouhá 1,7 km). Prosáklé vody v obou případech svede odvodňovací příkop do jímky, odkud budou přečerpány do Moravy

### **Ochrana jižní částí pod Olomoucí**

- Úprava levobřežní hráze pod tratí Olomouc – Nezamyslice dolů po proudu. Hráz ochrání dolní část Nových Sadů, čistírnu odpadních vod a obec Nemilany (Povodí Moravy s.p.,2016).





Obr. 20: Kompletní přehled protipovodňové ochrany města Olomouce (protipovodňová opatření Olomouc, 2015).



## 9. ZÁVĚR

Cílem předkládané bakalářské práce bylo dle dostupných zdrojů a informací zhodnotit vliv CHKO Litovelské Pomoraví na průběh povodně ve městě Olomouci. Následně je práce zaměřena na nejvýznamnější povodně z moderní historie města. V neposlední řadě analyzuje protipovodňová opatření na území města Olomouce a to jak v minulosti, současnosti, tak i budoucnosti.

CHKO Litovelské Pomoraví je významným krajinným prvkem, který je schopen zadržet velký objem vody. Poskytuje tedy městu Olomouci potřebný čas na případnou evakuaci z ohrožených oblastí. Jeho ochranná funkce pro města dále po toku před povodní je ovšem diskutabilní. Při povodňových stavech se zde jedná o neřízenou průtočnou inundaci, která, bez dalších regulačních úprav, povodňovou vlnu pouze zpomalí, nikoli eliminuje.

Protipovodňová ochrana města Olomouce je v současné době ve fázi realizace. Město má za sebou úspěšně dokončené dvě etapy, při jejich realizaci se mohlo přesvědčit o to, že spolupráce všech orgánů, podílejících se na tomto projektu, je klíčová. Protipovodňová ochrana města dimenzovaná na průtok  $Q=650 \text{ m}^3/\text{s}$  bude schopna převést takový objem vody jedině tehdy, až bude kompletně dokončena.

Při povodňových situacích způsobených extrémními srážkovými úhrny je ovšem nejdůležitější zadržet každou kapku, která dopadne na území určitého povodí, v krajině. Odtokové poměry jednotlivých povodí jsou odlišné. Hustý, vzrostlý les ve zvlněném terénu má nejvyšší retenční schopnost, asfaltová silnice s rovným nepropustným povrchem je jeho protikladem.

Podstatná je také regulace menších toků na horním toku řeky Moravy. Jedná se o dílčí významné prvky zadržetí vody v krajině. Jejich regulace není, v porovnání s regulací v intravilánu obcí, natolik finančně náročná a umožní nemalé zadržetí vody v krajině.

Dílčí úpravy na vodním toku řeky Moravy pouze převádí vodu do území dále po toku. Jedině komplexním protipovodňovým opatřením na celém území povodí řeky Moravy je možno dosáhnout efektivní protipovodňové ochrany zastavěných území a cenných prvků krajiny.

## 10. SUMMARY

The presented bachelor thesis describes and analyzes floods and flood control in the city of Olomouc. The work analyzes the influence of CHKO Litovelske Pomoravi on flood process in the city of Olomouc. It describes the most devastating floods in the modern history of the city. Last but not least chapter of this work is about flood control in the city of Olomouc in the history, present and in the future.

CHKO Litovelske Pomoravi is very important part of landscape. It is able to hold huge amount of water. It provides some time for Olomouc before flood strikes the city. But it does not protect the city from floods. The flood process in CHKO Litovelske Pomoravi is not under control. This area would not be able to protect Olomouc without further regulations.

The flood control in the city of Olomouc is nowadays in realization. The city has already finished two parts of flood control projects. The cooperation in this project is the key. The flood control in the city would be able to protect it from flood stream  $Q=650\text{m}^3/\text{s}$  at the time it will be completed.

The most important thing at the time of flood situation is to save every raindrop at the area of basin landscape. Every type of basin has a different attributes. The forests have the best attributes to hold water. The asphalt road has the worst attributes to hold water.

It is very important to regulate small rivers too. It is not so expensive like the regulations in the city and its very effective.

The partial regulations on the river Morava just carries water forward on the stream. Only the complex flood control regulations on the whole basin of river Morava could protect the cities and rare landscape areas.

## 11. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### Literární zdroje:

BRÁZDIL, Rudolf. *Historické a současné povodně v České republice*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2005. Dějiny počasí a podnebí v českých zemích, sv. 7. ISBN 80-210-3864-0.

BRÁZDIL, Rudolf a Karel KIRCHNER. *Vybrané přírodní extrémny a jejich dopady na Moravě a ve Slezsku: Selected natural extremes and their impacts in Moravia and Silesia*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2007. ISBN 978-80-210-4173-8.

BUKÁČEK, M.: *Historické a současné povodně v povodí řeky Moravy*. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Brno, 1999, 121 s.

ČAMROVÁ, Lenka. *Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích*. Vyd. 1. Praha: IREAS, Institut pro strukturální politiku, 2007. ISBN 978-80-86684-48-2.

DEMEK, Jaromír a Peter MACKOVČIN (eds.). *Zeměpisný lexikon ČR*. Vyd. 2. Brno: AOPK ČR, 2006. ISBN 80-86064-99-9.

DEMEK, Jaromír. *Geomorfologie českých zemí*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1965. 335 s

CHLUPÁČ, Ivo. *Geologická minulost České republiky*. Vyd. 2., opr. Praha: Academia, 2011. Neživá příroda. ISBN 978-80-200-1961-5.

KONVIČKA, Miloš. *Město a povodeň: strategie rozvoje měst po povodních*. 1. vyd. Brno: ERA, 2002. ISBN 80-86517-38-1.

LANGHAMMER, Jakub (ed.). *Povodně a změny v krajině*. Praha: Katedra fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze, 2007. ISBN 978-80-86561-86-8.

PITHART, David (ed.). *Význam retence vody v říčních nivách*. 1. vyd. České Budějovice: DAPHNE ČR - Institut aplikované ekologie, 2012. ISBN 978-80-260-3697-5.

POŠTULKA, Zdeněk. *Příští povodeň může být menší: praktická příručka pro obce, místní organizace, lesníky a zemědělce*. Brno: Hnutí Duha, 2007. ISBN 978-80-86834-18-4.

QUITT, Evžen. *Klimatické oblasti Československa*. Praha: Academia, 1971.

SCHULZ, Jindřich. *Dějiny a přítomnost městských částí Nové Sady a Povel*. 1. vyd. Olomouc: KMČ Nové Sady v Olomouci, 2012. 45 s. ISBN 978-80-87602-10-2

ZIMOVÁ, Jana. *Urbanismus a územní rozvoj – protipovodňová opatření v povodí Moravy – příklad Olomouce*. Brno: Ústav územního rozvoje. 2008. 51 s.

### **Studie a projekty:**

Investiční záměr III. Etapy protipovodňových opatření na řece Moravě v Olomouci, ODBOR OCHRANY MAGISTRÁTU MĚSTA OLOMOUCE, 2016

Litovelské Pomoraví – studie odtokových poměrů, AQUA PROCON, s.r.o., 2008

Olomouc – analýza povodňové události „červenec 1997“ ve městě, v souvislosti s jeho urbanistickou strukturou, ÚŘAD MĚSTA OLOMOUCE – TECHNICKÝ ODBOR, 1997

Optimalizace hrázového protipovodňového systému v CHKO Litovelské Pomoraví, ATELIER FONTES, s.r.o., 1997

Protipovodňová ochrana Chomoutova, AQUATIS, a.s., 2006

Souhrnná zpráva o průběhu povodně ve správním obvodu Obce s rozšířenou působností Olomouc, ODBOR OCHRANY MAGISTRÁTU MĚSTA OLOMOUCE, 2006

### **Internetové zdroje:**

AOPK ČR a Správa CHKO Litovelské Pomoraví: Charakteristika oblasti [online]. 2016 [cit. 2016-3-10]. Dostupné z: <http://litovelskepomoravi.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/>

CENIA – česká informační agentura životního prostředí [online]. 2013 [cit. 2016-3-10]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/home>

DIBAVOD – prohlížečka záplavových území [online]. 2014 [cit. 2016-4-20]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/70/prohlizecka-zaplavovych-uzemi.html>

Hnutí DUHA – místní skupina Olomouc – výřez projektové dokumentace připravovaného obtoku [online]. 2008 [cit. 2016-4-19]. Dostupné z: <http://olomouc.hnutiduha.cz/nase-aktivity/ochrana-vod/prirodni-protipovodnova-uprava-moravy-u-rybarskych-stavu-v-olomouci/>

CHMU – český hydrometeorologický ústav: Historická data – hydrologie [online]. 2016 [cit. 2016-3-28]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/hydrologie>

Informační portál města Olomouce – ochrana obyvatel: povodňová ochrana [online]. 2014 [cit. 2016-4-10]. Dostupné z: <http://ochranaobyvatel.olomouc.eu/povodnova-ochrana>

Informační portál města Olomouce: základní informace – geografie [online]. 2002 – 2016 [cit. 2016-4-15]. Dostupné z: <http://tourism.olomouc.eu/basic-information/facts-and-attractions/geography/cs>

Informační portál obce Moravičany – povodně v Moravičanech [online]. 2003 [cit. 2016-4-10]. Dostupné z: <http://www.moravicany.cz/voda/povod.htm>

Magistrát města Olomouce – odbor ochrany: možnosti minimalizace povodňových rizik [online]. 2012 [cit. 2016-4-8]. Dostupné z:

[http://geography.upol.cz/soubory/lide/jurek/PPR/MmOl\\_Povodne\\_\(2012\).pdf](http://geography.upol.cz/soubory/lide/jurek/PPR/MmOl_Povodne_(2012).pdf)

Městské klima – městské a příměstské klima Olomouce a okolí [online]. 2009 – 2012 [cit. 2016-3-15]. Dostupné z: <http://mestskeklima.upol.cz/olomouc.html>

Povodí Moravy – tiskové zprávy – město Olomouc chrání před velkou vodou další dokončená část protipovodňových opatření [online]. 2013 [cit. 2016-4-22]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/media/tiskove-zpravy/mesto-olomouc-chrani-pred-velkou-vodou-dalsi-dokoncena-cast-protipovodnovych-opatreni/>

Pöyry environment – PPO Olomouce [online]. 2013 [cit. 2016-4-20] Dostupné z: <http://www.poyry.cz/cs/projects/protipovodnova-ochrana-mesta-olomouce-morava-olomouc-i-etapa-levobrezni-obtokovy-kanal?ssn=72cs&snode=72>

Protipovodňová opatření Olomouc: přehled všech etap [online]. 2015 [cit. 2016-4-20]. Dostupné z: <http://protipovodnovaopatreni.olomouc.eu/uvod>

## 12. SEZNAM PŘÍLOH

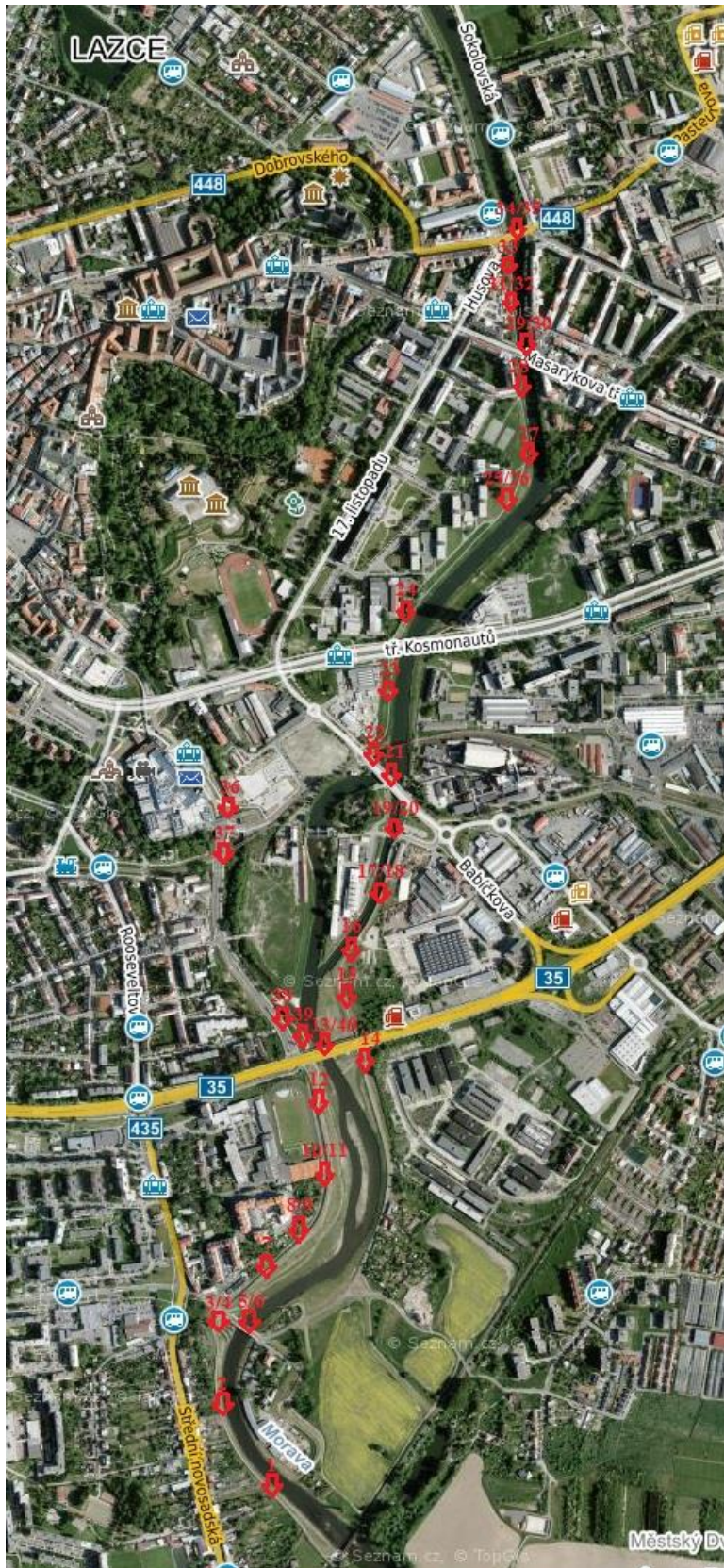
Příloha č. 1: Lokalizace fotografií pořízených v rámci terénního šetření

Příloha č. 2: Fotodokumentace



## PŘÍLOHA č. 1

Lokalizace pořízených fotografií v rámci terénního šetření



Obr. 1: Lokalizace pořízených fotografií terénního šetření (Mapy.cz, upraveno)



## PŘÍLOHA č. 2

Fotodokumentace

Fotografie č. 1



Obr. 2: Železniční most na trati Olomouc – Nezamyslice (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 2



Obr. 3: Silniční most přes řeku Moravu u „kojeneckého ústavu“ (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 3



Obr. 4: Pravobřežní ochranná stěna koryta řeky Moravy na úrovni Povodí Moravy s.p. (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 4



Obr. 5: Ústí kanalizace do řeky Moravy u silničního mostu u „kojeneckého ústavu“ (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 5



Obr. 6: Koryto řeky Moravy s pravobřežní ochrannou stěnou, na levé straně podnik Povodí Moravy s.p. (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 6



Obr. 7: Koryto řeky Moravy upravené v rámci II. a etapy protipovodňové ochrany města Olomouce – pohled proti proudu toku řeky Moravy (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 7



Obr. 8: Vodoměrná stanice Olomouc – Nové Sady (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 8



Obr. 9: Prostor vyhrazený pro inundaci na levém břehu řeky Moravy (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 9



Obr. 10: Panoramatický snímek upraveného koryta řeky Moravy – pohled z ochranného valu směrem na prostor pro inundaci (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 10



Obr. 11: Pohled na upravené koryto řeky Moravy a levobřežní ochrannou stěnu (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 11



Obr. 12: Panoramatický snímek upraveného koryta řeky Moravy – pohled na levobřežní ochrannou hráz (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 12



Obr. 13: Silniční most na ulici Velkomoravská (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 13



Obr. 14: Pohled na upravené koryto řeky Moravy z mostu Velkomoravská – po směru toku řeky (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 14



Obr. 15: Prostor koryta řeky Moravy – pohled z levobřežního ochranného valu (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 15



Obr. 16: Silniční most na ulici Velkomoravská – pohled po proudu řeky Moravy (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 16



Obr. 17: Obtokový kanál „u teplárny“ – pohled proti proudu toku (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 17



Obr. 18: Jez na obtokovém kanále vybudovaný v rámci I. etapy protipovodňové ochrany města Olomouce (Filip Coufal, duben 2016)



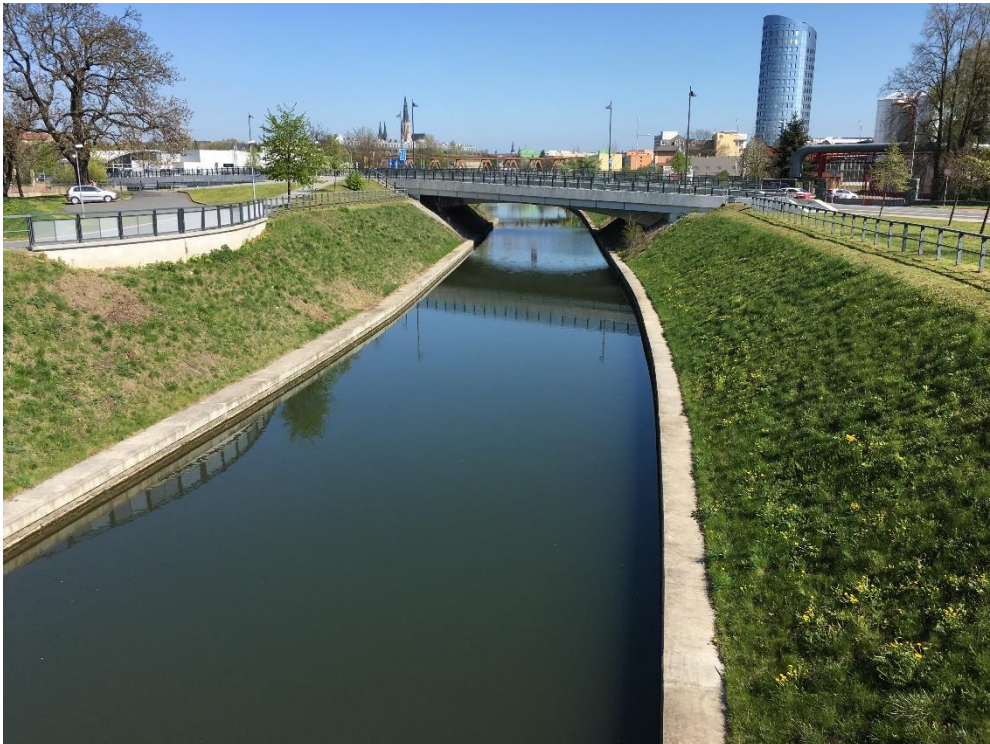
Fotografie č. 18



Obr. 19: Obtokový kanál vybudovaný v rámci I. etapy protipovodňové ochrany města Olomouce – pohled po směru toku (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 19



Obr. 20: Cestní most a obtokový kanál – pohled proti směru toku (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 20



Obr. 21: Pohled na obtokový kanál a jez vybudovaný v rámci I. etapy protipovodňové ochrany města – pohled po toku řeky (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 21



Obr. 22: Železniční most „u teplárny“ – pohled ze silničního mostu na ulici Wittgensteinova (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 22



Obr. 23: Silniční most na ulici Wittgensteinova (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 23



Obr. 24: Pohled na silniční most na tř. Kosmonautů (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 24



Obr. 25: Koryto řeky Moravy na úrovni budovy BEA centrum Olomouc (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 25



Obr. 26: Koryto řeky Moravy na úrovni budovy BEA centrum Olomouc – pohled po směru toku řeky Moravy (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 26



Obr. 27: Soutok Moravy a Bystřice na úrovni základní umělecké školy Žerotín (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 27



Obr. 28: Koryto řeky Moravy na úrovni vysokoškolských kolejí – ulice Šmeralova (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 28



Obr. 29: Silniční most na Masarykově tř. (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 29



Obr. 30: Koryto řeky Moravy a nábrežní zdi – pohled z mostu na Masarykově třídě – po toku řeky Moravy (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 30



Obr. 31: Koryto řeky Moravy a nábrežní zdi – pohled z mostu na Masarykově třídě na most na ulici Komenského (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 31



Obr. 32: Detail nábrežní zdi (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 32



Obr. 33: Koryto řeky Moravy a nábrežní zdi – pohled na most na ulici Komenského (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 33



Obr. 34: Silniční most na ulici Komenského (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 34



Obr. 35: Koryto řeky Moravy a nábrežní zdi – pohled z mostu na Komenského ulici směrem na most na Masarykově třídě (Filip Coufal, duben 2016)

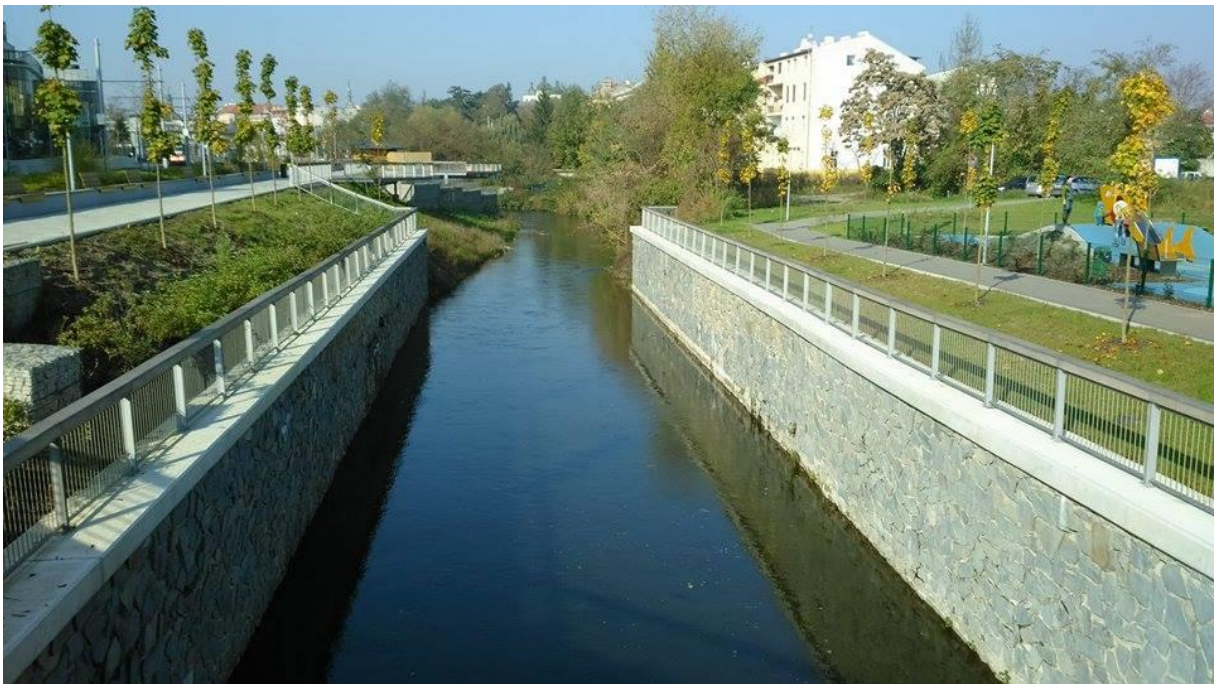
Fotografie č. 35



Obr. 36: Koryto řeky Moravy – pohled z mostu na ulici Komenského směrem proti proudu řeky Moravy (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 36



Obr. 37: Upravené koryto Mlýnského Potoka na úrovni galerie „Šantovka“ (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 37



Obr. 38: Železniční most při soutoku Mlýnského potoka obtokového kanálu u galerie „Šantovka“ (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 38



Obr. 39: Pohled na pohyblivý uzávěr, který byl vybudován v rámci II. a etapy protipovodňové ochrany města Olomouce (Filip Coufal, duben 2016)



Fotografie č. 39



Obr. 40: Soutok Mlýnského Potoka (vlevo), řeky Moravy (uprostřed) a obtokového kanálu (vpravo) u silničního mostu na ulici Velkomoravská (Filip Coufal, duben 2016)

Fotografie č. 40



Obr. 41: Vodočetná lať reprezentující I. – III. stav povodňové aktivity na řece Moravě u silničního mostu na ulici Velkomoravská (Filip Coufal, duben 2016)