

**UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2008

Lubomír Sychra

**Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní**

**Vyhodnocení dopadů povodní řeky Divoká Orlice na město
Kostelec nad Orlicí**

Lubomír Sychra

**Diplomová práce
2008**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lubomír SYCHRA**
Studijní program: **M6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Informatika ve veřejné správě**

Název tématu: **Vyhodnocení dopadů povodní řeky Divoká Orlice na město Kostelec nad Orlicí**

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

1. Charakteristika současného stavu využívání GIS ve vztahu k vodnímu hospodářství vodního toku Divoké Orlice.
2. Sběr a předzpracování dat.
3. Prostorové analýzy a vizualizace jejich výsledků.
4. Porovnání krizového plánu města Kostelec n. Orl. s výstupy prostorových analýz.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

LONGLEY, P. A. Geographics information systems and science. Chichester: John Wiley & Sons. 2001. ISBN 0-471-89275-0

MACHALOVÁ, J. Prostorově orientované systémy pro podporu manažerského rozhodování. Praha: C.H. Beck. 2007. ISBN 978-80-7179-463-9.

TOLLINGEROVÁ, D. Geografické informační systémy. Ostrava: Technická univerzita Ostrava. 1996. ISBN 80-7078-377-X

TUČEK, J. Geografické informační systémy: principy a praxe. Praha: Computer Press. 1998. ISBN 80-7226-091-X.

Vedoucí diplomové práce:


Ing. Jitka Komárková, Ph.D.


Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání diplomové práce:


29. října 2007

Termín odevzdání diplomové práce:

26. května 2008


prof. Ing. Jan Čapek, CSc.
děkan

L.S.


doc. Ing. Pavel Petr, Ph.D.
vedoucí ústavu

SOUHRN

Diplomová práce se zabývá analýzou dopadů povodní řeky Divoké Orlice na město Kostelec nad Orlicí pomocí geografických informačních systémů (GIS). Práce definuje povodně, protipovodňová opatření, současný stav řeky Divoké Orlice, města Kostelec nad Orlicí, charakterizuje využívání GIS v této oblasti a předkládá konkrétní praktické použití GIS. Práce je vytvořena za použití dat poskytnutých Českým zeměměřičským a katastrálním úřadem a Povodí Labe státní podnik, doplněných o data sesbíraná při vlastním pozorování.

KLÍČOVÁ SLOVA

GIS; povodně; Divoká Orlice; Kostelec nad Orlicí;

TITLE

Evaluation of flood impact of the river Divoká Orlice upon the town Kostelec nad Orlicí

ABSTRACT

This thesis analyses impact of drainage basin of the river Divoká Orlice upon the town of Kostelec nad Orlicí by the help of geographical Information Systems (GIS). The thesis defines floods, various types of flood control, the present state of the river Divoka Orlice, town of Kostelec nad Orlicí; it distinguishes usage of GIS in this sphere and submits specific application of GIS. The thesis has been composed with using data provided by the Czech Geodetic and Land Register Office as well as the Labe Watershed Managing Office.

KEYWORDS

GIS; flood; Divoká Orlice; Kostelec nad Orlicí;

Obsah

OBSAH	5
SEZNAM ZKRATEK	7
ÚVOD	8
1. CHARAKTERISTIKA ŘÍČNÍCH POVODNÍ	9
1.1. VZNIK A PŘÍČINY POVODNÍ	9
1.2. CHARAKTERISTICKÉ VLASTNOSTI POVODNÍ.....	10
1.3. DRUHY ŘÍČNÍCH POVODNÍ	12
1.4. N-LETÉ VODY	12
2. POVODŇOVÁ A PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ	14
2.1. TECHNICKÁ OPATŘENÍ	15
2.1.1. <i>Retence</i>	15
2.1.2. <i>Stabilizace koryt</i>	15
2.1.3. <i>Zkapacitnění koryt</i>	16
2.1.4. <i>Regulace lesního hospodářství</i>	16
2.1.5. <i>Regulace zemědělské činnosti</i>	17
2.1.6. <i>Ochranné hráze</i>	17
2.2. NETECHNICKÁ OPATŘENÍ	18
2.2.1. <i>Definování záplavových zón</i>	18
2.2.2. <i>Varovné systémy</i>	19
2.2.3. <i>Právní zajištění záplavových zón</i>	20
2.2.4. <i>Výchova a informovanost veřejnosti</i>	20
2.2.5. <i>Předpovědní systémy</i>	21
3. DIVOKÁ ORLICE NA ÚZEMÍ MĚSTA KOSTELEC NAD ORLICÍ	23
3.1. SITUACE VE SLEDOVANÉ OBLASTI	23
3.1.1. <i>Řeka Divoká Orlice</i>	23
3.1.2. <i>Správce vodního toku</i>	25
3.1.3. <i>Město Kostelec nad Orlicí</i>	26
3.2. MĚSTO A POVODEŇ	27
3.2.1. <i>Povodně na území města Kostelec nad Orlicí</i>	27
3.2.2. <i>Povodňový plán města Kostelec nad Orlicí</i>	30
3.2.3. <i>Povodňová komise města</i>	32
4. GIS VE VODNÍM HOSPODÁŘSTVÍ DIVOKÉ ORLICE	33
4.1. POVODÍ LABE	33
4.2. MĚSTO KOSTELEC NAD ORLICÍ.....	35
4.3. OSTATNÍ SUBJEKTY	35
5. POVODŇOVÉ SITUACE DIVOKÉ ORLICE NA ÚZEMÍ MĚSTA KOSTELEC NAD ORLICÍ 36	
5.1. SBĚR A ZDROJE DAT	36
5.1.1. <i>Zabaged</i>	37
5.1.2. <i>Ortofoto</i>	38
5.1.3. <i>Státní mapové dílo</i>	38
5.1.4. <i>Data Povodí Labe</i>	39
5.2. PŘEDZPRACOVÁNÍ DAT	40
5.3. ÚPRAVY A ZÁZNAMY DAT	40
5.3.1. <i>Úpravy stávajících dat</i>	41
5.3.2. <i>Tvorba nových datových vrstev</i>	45
5.4. POVODŇOVÉ SITUACE V ZÁPLAVOVÝCH OBLASTECH	47
5.4.1. <i>Stávající protipovodňová opatření na území města</i>	47
5.4.2. <i>Aktivní zóna</i>	49
5.4.3. <i>Záplavové území Q5</i>	50
5.4.4. <i>Záplavové území Q20</i>	51

5.4.5.	<i>Záplavové území Q100</i>	57
5.4.6.	<i>Historická povodeň</i>	61
5.5.	PŘÍNOSY PROSTOROVÝCH ANALÝZ PRO KRIZOVÉ ŘÍZENÍ	62
5.5.1.	<i>Úpravy a analýzy v záplavových územích</i>	62
5.5.2.	<i>Hodnocení povodňového plánu města na základě výsledků prostorových analýz</i>	63
6.	ZÁVĚR	66
7.	POUŽITÁ LITERATURA	68
8.	SEZNAM OBRÁZKŮ	72
9.	SEZNAM TABULEK	73
10.	SEZNAM PŘÍLOH	74

Seznam zkratek

ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČOV	Čistírna odpadních vod
ČR	Česká republika
ČUZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DMR	Digitální model reliéfu
EU	Evropská unie
GIS	Geografický informační systém
HZS	Hasičský záchranný sbor
CHKO	Chráněná krajinná oblast
MVE	Malá vodní elektrárna
PLA	Povodí Labe
SDH	Sbor dobrovolných hasičů
SM5	Státní mapa 1: 5 000
SPA	Stupeň povodňové aktivity
SÚS	Správa a údržba silnic
TIN	Triangulated irregular network (nepravidelná trojúhelníková síť)

Úvod

Město Kostelec nad Orlicí za dobu své existence pamatuje mnoho povodní. Některé pouze budily znepokojení, jiné však přímo ohrožovaly majetek či životy občanů. Řeka Divoká Orlice, která městem protéká, je spravována státním podnikem Povodí Labe se sídlem v Hradci Králové. Povodí Labe státní podnik a město Kostelec nad Orlicí jsou tak hlavními subjekty, které přímo ovlivňují prostředí řeky a zvláště pak protipovodňová opatření a krizové řízení v případě povodně.

Protipovodňová opatření by měla chránit majetek a životy občanů před vodním živlem. Díky rozvoji informačních technologií v nedávné minulosti se ve vodním hospodářství objevil nový prvek – geografický informační systém. S jeho pomocí lze názorně, přesně a dostatečně rychle analyzovat povodňové situace, ohrožení obyvatel, rizika i plánování protipovodňových opatření.

Práce sleduje vodní tok Divoké Orlice na území města Kostelec nad Orlicí. Kapitola první je zaměřená na seznámení s městem Kostelec nad Orlicí a s řekou Divokou Orlicí, protékající jeho územím. V této kapitole jsou nejen základní informace o městě, řece a stavbách na ní, ale i o některých velkých povodních za uplynulých 15 let. Druhá kapitola popisuje současný stav využívání geografického informačního systému ve vodním hospodářství vodního toku Divoké Orlice. Třetí kapitola ukazuje konkrétní aplikaci geografického informačního systému v praxi – využití pro analýzu povodňových situací na město Kostelec nad Orlicí. V úvodu kapitoly je popis sběru a předzpracování dat, které jsou výchozím bodem pro prostorové analýzy. Prostorové analýzy jenž následují, jsou stěžejním bodem kapitoly. Prostorové analýzy a zejména jejich vizualizace podávají obraz o celkové sledované situaci. V závěru této kapitoly jsou porovnány výsledky prostorových analýz s povodňovým plánem města. V případě odhalených nedostatků jsou nastíněny možné úpravy povodňového plánu.

Cílem diplomové práce je analýza povodňových situací a jejich dopadů na město Kostelec nad Orlicí. Na základě porovnání výsledků prostorových analýz a povodňového plánu města, budou zjišťovány nepřesnosti povodňového plánu a navrženy jeho úpravy.

1. Charakteristika říčních povodní

Obecně lze povodeň definovat jako přechodné výrazné zvýšení hladiny vodního toku způsobené náhlým zvýšením průtoku nebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta, při kterém hrozí vylití vody z koryta nebo při kterém se voda z koryta vylévá a může způsobit škody [36].

Podle Konvičky je nutno definici povodně ještě rozšířit: „Povodní je i stav, kdy voda z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo je odtok vody nedostatečný, případně dojde k náhlému odtoku vody z nádrží či k dočasnému zmenšení průtočnosti koryta [15].“ I při tomto stavu uvedeném Konvičkou, dochází k výraznému zvýšení hladiny vody ve vodním toku nebo jiných povrchových vodách. Hrozí vylití vody z koryta a často dochází i záplavě území v okolí vodních toků.

1.1. Vznik a příčiny povodní

Na velikost povodně mají v zásadě vliv faktory rozdělené podle Kukala do dvou skupin [17]:

- *přírodní faktory* - (nadmořská výška, morfologie povrchu, podnebí a počasí),
- *lidské faktory* (zásahy do povrchu, koryt vodních toků a do půd, změny vegetace).

Kukal dále uvádí, že: “U našich řek mají rozhodující vliv atmosférické srážky. Proto naše řeky mají nejvyšší vodní stav v jarních měsících (říkáme, že jsou nejvodnější) [17].“ V jarních měsících v horských oblastech dochází k tání sněhu, které mohou ještě doplňovat dešťové srážky. Čím je nadmořská výška horských oblastí vyšší, tím se měsíc s nejvyšším vodním stavem posunuje více k letnímu období. Například u Dunaje, který je zásobován vodou z tajícího ledu a sněhu Alp se nejvodnější měsíc posunuje až na červenec.

Je zřejmé, že na vznik a velikost povodně působí obě skupiny faktorů současně s různou silou. Shodná meteorologická situace (přírodní faktor - počasí) se na dvou různých místech může projevit značně odlišně.

Konvička užívá dělení povodní podle vzniku a jmenuje jejich příčiny[15]:

- *přírozené* - které jsou způsobeny přírodními vlivy, např. při deštích, tání sněhu a chodu ledů,
- *přívalové* - (umělé, zvláštní), které jsou způsobeny umělými vlivy, např. protržením hrází vodních děl, poruchami funkčních zařízení hydrotechnických staveb, popř. při řešení nouzových stavů na vodohospodářských dílech.

Základními příčinami přirozených povodní jsou [15]:

- *náhlé nebo intenzivní dešťové srážky,*
- *dlouhotrvající dešťové srážky,*
- *tání sněhu, nebo ledu,*
- *souběh dešťových nebo sněhových srážek s táním,*
- *náhlé nahromadění ledů, dřeva a podobného materiálu v korytě, kde tvoří překážku odtoku.*

1.2. Charakteristické vlastnosti povodní

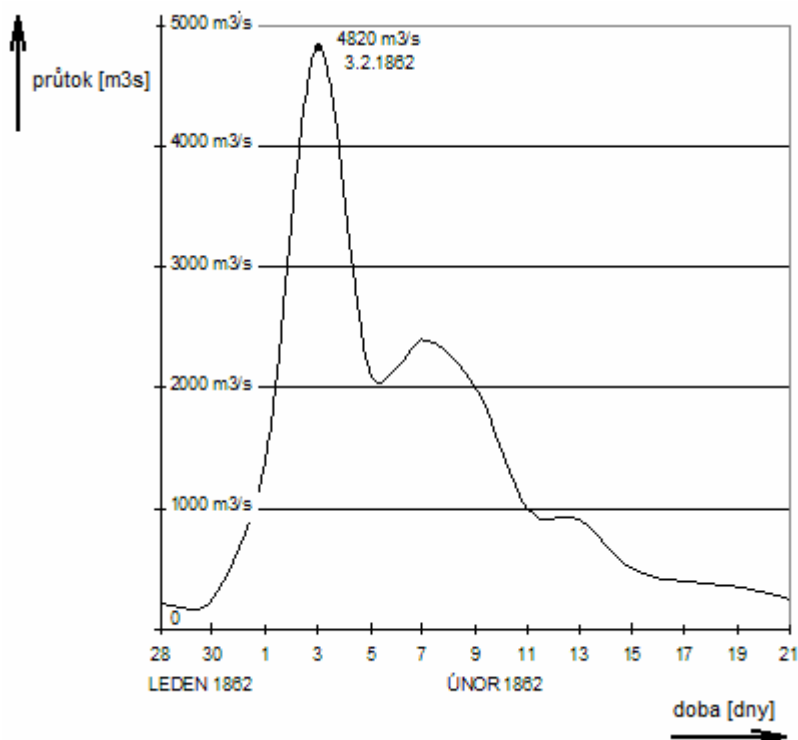
Povodeň, neboli povodňovou vlnu¹, lze charakterizovat několika vlastnostmi. Jak popisuje Konvička: „Povodňová vlna je charakterizována tvarem, objemem a kulminačním průtokem. Část povodňové vlny, kdy dochází k narůstání, se nazývá vzestupnou částí (koncentrací), následuje vrcholná část povodně – kulminace, kdy průtok dosahuje maximální hodnoty, a od kulminace do konce povodňové vlny následuje poklesová část (výtoková až do vyčerpání) [15].“

Tvar povodně lze vhodně vyjádřit pomocí hodnot průtoků. Kukul uvádí následující definici průtoků: „Průtok je množství vody, které proteče uvažovaným profilem za sekundu (uvádí se buď v litrech za sekundu, nebo v metrech krychlových za sekundu) [17].“ Tvar povodně pak vyjadřují tři hodnoty průtoků, které určují začátek, vyvrcholení a konec povodně. Jako začátek povodně se označuje okamžik, ve kterém začalo náhlé, výrazné a obvykle rychlé zvětšování průtoků (řádově hodiny, viz. definice povodně).

¹ V literatuře je nejčastěji povodňová vlna synonymem pro povodeň, autor tento význam využívá i v této práci.

Z průtoku se odvozuje i další popisná charakteristika povodně - objem. Objemem povodně se tak rozumí celkové množství vody, které proteče v konkrétním profilu vodního toku za celou dobu trvání povodně. Objem povodňové vlny se udává v metrech krychlových.

Časovou charakteristiku celkového průběhu povodně graficky vyjadřuje jednoduchá křivka, která spojuje jednotlivé naměřené hodnoty denních průtoků. Tato křivka má nejčastěji tvar v podobě trojúhelníku a nazývá se hydrogram. Výšku trojúhelníku určuje velikost maximálního (kulminačního) průtoku a základnu trojúhelníku tvoří časový úsek mezi začátkem a koncem povodně. Tento trojúhelníkový průběh dobře ilustruje obrázek 1, který zobrazuje průběh povodňové vlny na Labi v Děčíně v únoru 1862.



Obrázek 1: Povodňová vlna Labe v Děčíně v únoru 1862, zdroj: autor - upraveno na základě [17]

Doplňkovou vlastností, kterou lze povodeň charakterizovat, je její rychlost průběhu. Rychlost povodně se určuje pomocí časového intervalu, během kterého voda proběhne vzdálenost mezi dvěma měřícími body. Rychlost se udává v km/h a vypočítáme jako podíl délky vzdálenosti (dráhy) a času.

1.3. Druhy říčních povodní

Kukal při klasifikaci povodní doporučuje soustředit se přímo na charakter samotné povodňové vlny. Proto povodně dělí na [17]:

- *Bleskové* – které vznikají po krátkých přivalových deštích. Typicky se vyskytují v pouštních nebo polopouštních oblastech. Vzniknout však mohou i tam, kde je nedostatečné vsakování vody.
- *Jednoduché* – mající jedno maximum. Způsobí je krátký vydatný déšť o intenzitě několik set milimetrů za několik dní.
- *Povodně s více vrcholy* – mající několik maxim. Vznikají jsou-li srážky dlouhodobé a s proměnlivou intenzitou.
- *Povodně sezónní* - spjaté s ročním obdobím. Příkladem může být tání sněhu, nebo monzunové deště.

1.4. N-leté vody

V případě povodně se označení N-letá voda využívá pro označení „extrémnosti“ kulminačního průtoku. Hodnoty pro stanovení a posouzení se zjišťují analýzou předchozích dlouhodobých pozorování. Pojem N-letá voda charakterizuje největší dosaženou nebo překročenou hodnotu kulminačního průtoku průměrně jednou za N let. Jako stoletou povodeň (Q100) tak je možno označit takovou povodeň, jejíž kulminační průtok je v daném místě dosažen nebo překročen jednou za 100 let (resp. desetkrát za tisíc let). Tuto charakteristiku však nelze používat jako predikční. Neznamená tedy, že po stoleté povodni se další stoletá povodeň vyskytne až za sto let. Z této charakteristiky tak pouze vyplývá, že každý rok existuje 1% pravděpodobnost výskytu stoleté povodně.

Pro úplnost je třeba připomenout, že mezi N-letými vodami neplatí lineární úměra. Hodnota průtoku při stoleté povodni tak není jednoduchým dvojnásobkem průtoku při povodni padesátileté. Pro ilustraci velikosti jednotlivých průtoků poslouží tabulka 1.

Tabulka 1 Hodnoty N-letých průtoků na Vltavě ve stanici Praha-Chuchle [8]

N-LETÁ VODA	PRŮTOK [m ³ .s ⁻¹]
Q1	856 m ³ .s ⁻¹
Q5	1770 m ³ .s ⁻¹
Q10	2230 m ³ .s ⁻¹
Q50	3440 m ³ .s ⁻¹
Q100	4020 m ³ .s ⁻¹

Z metodiky výpočtu používaného Českým hydrometeorologickým ústavem vyplývá, že stoletá (případně vyšší) povodeň se v období sta let vyskytne s pravděpodobností 63,4%, v období dvakrát delším s pravděpodobností 86,6% a v období dlouhém pětiset let s pravděpodobností 99,3%. [8]

2. Povodňová a protipovodňová opatření

Protipovodňová a povodňová opatření lze logicky rozčlenit podle několika kritérií. Pokud jako kritérium pro rozdělení použijeme čas, je možné opatření rozdělit do tří skupin [19]:

- *Opatření před povodní (přípravná opatření)* - do této skupiny lze zařadit vypracování povodňových plánů, kontrolu záplavových území, povodňové prohlídky, přípravy a testy informačního systému, školení pracovníků povodňových služeb a zajištění dohledu na vodních dílech.
- *Opatření v průběhu povodně* - mezi důležitá opatření v průběhu povodně řadíme provádění záchranných prací, zajištění zásobování pitnou vodou a potravinami, předpovědi vývinu povodňové situace, náhradní doprava a ovlivňování odtokových poměrů.
- *Opatření po povodni* - nejdůležitějším opatřením po povodni je bezesporu obnovení narušených funkcí na území, které bylo zasaženo povodní, dále pak zjištění a vyhodnocení škod způsobených povodní a celkové hodnocení průběhu povodně.

Další možný způsob dělení protipovodňových a povodňových opatření vychází z předchozích analýz projektů a studií zemí Evropské unie (EU) v průběhu posledních deseti let. Protipovodňová a povodňová opatření se tak dělí do dvou skupin: technická opatření a netechnická opatření. Rozdělení do těchto dvou skupin ilustruje obrázek 2.



Obrázek 2: Klasifikace protipovodňových opatření [1]

V případech vodních toků, kde je reakce odpovědného povodí kratší než tři hodiny, jsou z hlediska ochrany zdraví obyvatel poněkud důležitější technická opatření. Doba menší než tři hodiny je totiž příliš krátká na plné nasazení a funkci předpovědí, varování a nasazení civilní obrany.

2.1. Technická opatření

2.1.1. Retence

Retence krajiny, vyjadřující její schopnost zadržovat vodu, má významný vliv na důsledky povodňových stavů. Retence vody v krajině je závislá [28]:

- *Neovlivnitelné faktory* - výška a intenzita srážek, geologické podmínky, reliéf a tvar povodí jsou faktory, které člověk nemůže přímo ovlivnit.
- *Ovlivnitelné faktory* - důležitý ovlivnitelný faktor pro protipovodňovou ochranu je například charakter využití krajiny. V minulosti docházelo k významnému ničení horských lesů a velkému zemědělskému využití krajiny, díky čemuž se retenční schopnosti významně snížily.

Samostatnou oblastí jsou v oblasti retence ostatní vodní plochy. Ve velké většině případů jde o oblasti mokřadů, zejména v nivách v nižších polohách. V menší míře se jedná o rybníky a ostatní vodní nádrže. Retenční schopnost většiny našich nádrží se udává na Q20 - Q30, takže zmenšení retenčního objemu o třetinu představuje již velmi významné číslo. Problém snižování retenční schopnosti přehrad však není nový: v roce 1911 byla na řece Colorado v Severní Americe dostavěna Austinská přehrada a již o dva a půl roku později byla zcela zaplněna naplaveninami [15].

2.1.2. Stabilizace koryt

Stabilizace koryta je stavební úprava, která má zajistit polohovou stabilitu koryta, případně stabilizaci dna toku. Přirozený směr toku by však neměl být měněn násilně, ale upravená trasa se mu má účelně přizpůsobovat. To znamená, že upravená trasa by měla sledovat koryto toku, s omezením polohových změn jenom na místa, kde je nutné zlepšit průtok. Směrová stabilizace koryta pomáhá

zamezit eroznímu účinku vodního toku na okolní pozemky a ohrožování stability staveb a objektů v jeho blízkosti [10].

2.1.3. Zkapacitnění koryt

Prvotním účelem většiny úprav koryt vodních toků je předcházení škodám, které by tyto toky mohly působit. Kapacita koryta udává maximální možný průtok korytem, při kterém ještě nedochází k vyhlížení vody mimo koryto. Vhodnými stavebními úpravami lze tuto kapacitu měnit. Podle charakteru území, které se má za pomoci úpravy kapacity vodního toku chránit se jeho ochrana dělí na:

- *Částečnou ochranu* - při které je kapacita koryta menší než průtok Q_{100} , obvykle o hodnotě Q_{50} . Tato ochrana se požaduje v méně zastavěných územích (venkov).
- *Úplnou ochranu* - návrhový průtok koryta při úplné ochraně odpovídá průtoku Q_{100} . Tato ochrana je vyžadována na území s větší zástavbou, průmyslovými areály a významnými komunikacemi.

Úprava kapacity koryta vodního toku je žádoucí pouze v případě, pokud tento vodní tok prochází zastavěnou částí obce. Ve volné krajině je zvyšování kapacity koryta vodního toku naprosto nevhodné, neboť tato úprava zrychluje pohyb povodně do úseků položených níže. [10]

S ohledem na předchozí uvedený, ale i na některé další důvody (přírodě blízká řešení, přirozenost, fauna) se v otevřené krajině doporučuje revitalizace. Revitalizace má za úkol pomocí šetrných, nenásilných a přírodě blízkých opatření posílit vodohospodářskou funkci zvoleného prostředí. Jedná se zejména o posílení schopnosti zadržet vodu, nápravu nevhodně provedených melioračních zásahů a obnovení přirozených funkcí vodních toků [34].

2.1.4. Regulace lesního hospodářství

Zejména v sedmdesátých a osmdesátých letech došlo k poměrně velkému zničení lesních porostů v horských oblastech republiky díky nepříznivým emisním podmínkám a zejména díky kyselým dešťům. Lesní porosty mají významnou schopnost zadržování vody. Srážky ulpívají přímo na těle stromů a stromy jsou také schopny odčerpávat velké množství vody z půdy prostřednictvím kořenů.

Podle aktuální nasycenosti lesního porostu, se jeho retenční kapacita pohybuje od 70 do 150 mm srážek. Skladba lesního porostu také významně ovlivní jeho retenční kapacitu. Dřívější mohutné vysazování smrkových porostu s mělkými kořeny zvyšovalo kyselost půdy a to se negativně promítlo do schopnosti půdy zadržet vodu. Pozdější vysazování stromů s hlubokými kořeny, které naopak vytvářejí v půdě mnohem více prostoru kde se voda může vsakovat, situaci alespoň částečně napravilo [28].

2.1.5. Regulace zemědělské činnosti

Ačkoliv vliv zemědělství na čistotu vody je jasně prokazatelný a všeobecně známý, některé souvislosti mezi zemědělskou činností a povodňovým rizikem nejsou na první pohled zcela patrné.

Podobně jako u lesů se i v případě zemědělské činnosti vše podstatné odehrává u retence půdy. Odstranění krajinných prvků, jako jsou mokřady, meze či háje, má na retenční schopnost oblasti negativní vliv. Dochází k rychlému odtékání vody z krajiny a v neposlední řadě i odplavování půdy vodou. Vlivem rychlého odtoku vody tak dochází nejen k půdní erozi, ale i k neblahému nasycení vody vysokým obsahem půdních živin. V oblastech, kde chybějí prvky zvyšující schopnost krajiny vodu zadržet, nastávají extrémní situace. Na jedné straně dochází k silným obdobím sucha, kdy rostliny nejsou schopny čerpat z půdy vodu. Na straně druhé při náhlém srážkovém spadu není krajina schopna srážky zadržet a tyto srážky pak velkým dílem negativně přispějí k povodňové situaci [28].

Evropská unie se těmito problémy v oblasti zemědělství zabývá v souboru směrnic označeným jako „Cross Compliance“. Jedná se o souhrn předpisů, které jsou závazné pro zemědělce, jenž chtějí čerpat zemědělské dotace [22].

2.1.6. Ochranné hráze

Ochranné hráze z hlediska jejich konstrukce lze rozdělit do dvou skupin:

- *Mobilní* - zaměřeny na ochranu konkrétních objektů před povodní. Jedná se například o hráze z pytlů naplněných pískem a skládaných přímo k ochraňovanému objektu, nebo montované povodňové hráze na nábřežích řek (Praha).

- *Stálé* - zaměřeny na směřování a případně omezení rozlivu vodního toku. Z hlediska stavebního se nemusí jednat přímo o hráze, ale mohou takto sloužit i silniční násypy, valy zeminy se stromy nebo těleso železniční trati.

Koncepce ochranných hrází (zejména stálých) musí být pečlivě připravena s ohledem na konkrétní území. Je důležité zdůraznit, že hrázový systém podél vodních toků patří mezi prvky, které snižují retenční schopnost území. Není třeba omezovat případné rozlití řeky v místech kde to neškodí. Špatně koncipovaná (zejména soustavná) ochrana řeky hrázemi může při povodni podstatně zhoršit její průběh, neboť dochází k urychlování a zvýšení kulminačního průtoku. V mnoha případech bylo zjištěno, že při povodni v roce 1997 stálo za nejvyššími hmotnými škodami špatně zbudované protipovodňové opatření, kdy byla hráz zbudována na samotné hraně koryta [15].

2.2. Netechnická opatření

2.2.1. Definování záplavových zón

Zákon 254/2001 Sb. definuje v § 66 záplavová území takto [36]: „Záplavová území jsou administrativně určená území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zaplavena vodou. Jejich rozsah je povinen stanovit na návrh správce vodního toku vodoprávní úřad. Vodoprávní úřad může uložit správci vodního toku povinnost zpracovat a předložit takový návrh v souladu s plány hlavních povodí a s plány oblastí povodí.“

Přirozená záplavová území lze s ohledem na platné normy z oblasti návrhů těchto území rozdělit dle možnosti výskytů povodně a nebezpečí průtoků na [15]:

- *Aktivní průtočnou zónu* - což je přirozená část záplavového území. V tomto prostoru je při povodni soustředěna největší část povodňového průtoku. Tato zóna je zónou přísné regulace.
- *Pasivní průtočnou zónu* - která je také přirozenou částí záplavového území, ale voda při povodni jejím prostorem protéká malou rychlostí a přes různé překážky, jako jsou například dřeviny či terén. Tato zóna je zónou obecné regulace.

- *Historickou průtočnou zónu* - jenž zahrnuje historické záplavové území ve kterém se nevyskytuje aktivní průtočná zóna. Tato zóna je zónou opatrnosti.

Aktivní zóna záplavového území je definována pomocí vyhlášky ministerstva životního prostředí č. 236/2002 Sb. jako [35]: „území v zastavěných území obcí a v územích určených k zástavbě podle územních plánů jež při povodni odvádí rozhodující část celkového průtoku, a tak bezprostředně ohrožuje život, zdraví a majetek lidí.“ Jedná se o tu část zaplaveného území, kterou je při povodni odváděna rozhodující část povodňového průtoku.

2.2.2. Varovné systémy

Činnost hlásné a předpovědní služby se řídí zákonem 254/2001 Sb. [36]: „Předpovědní povodňová služba informuje povodňové orgány, popřípadě další účastníky ochrany před povodněmi, o možnosti vzniku povodně a o dalším nebezpečném vývoji, o hydrometeorologických prvcích charakterizujících vznik a vývoj povodně, zejména o srážkách, vodních stavech a průtocích ve vybraných profilech. Tuto službu zabezpečuje Český hydrometeorologický ústav ve spolupráci se správcem povodí.“

Hlásná povodňová služba při své monitorovací činnosti využívá hlásný profil. Hlásný profil je takové místo na vodním toku, které slouží k sledování průběhu povodně. Hlásné profily vodních toků se podle významu rozdělují do těchto tří kategorií [23]:

- *Základní hlásné profily* – kategorie A. Jsou určené profily s vodoměrnou stanicí, umístěné na významném vodním toku. Informace, které tyto profily dodávají jsou nutné pro řízení opatření k ochraně před povodněmi na národní úrovni, případně jsou využívány pro předpovědní povodňovou službu. Základní hlásné profily jsou provozované ČHMÚ (Český hydrometeorologický ústav) nebo správcem povodí.
- *Doplňkové hlásné profily* – kategorie B. Jsou takové profily na vodním toku, které jsou nutné pro řízení opatření k ochraně před povodněmi na krajské úrovni. Jsou zřizovány kraji a provozuje je příslušná obec.

- *Pomocné hlásné profily* – kategorie C. Jsou takové profily na vodním toku, které mohou zřídit a provozovat obce případně vlastníci nemovitosti, která je povodní ohrožena.

System hlásné služby je systémem decentralizovaným. Tento systém je nutně založen na aktivitě všech zainteresovaných prvků ochrany před povodněmi a je vždy přizpůsoben místním podmínkám [6].

2.2.3. Právní zajištění záplavových zón

Právní prostředí záplavových zón a ošetření povodňové situace a staveb upravují následující právní normy:

- *zákon č.240/2000 Sb. o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon),*
- *zákon č.254/2001 Sb. ze dne 28.června 2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon),*
- *předpis č. 236/2002 Sb. vyhláška ministerstva životního prostředí ze dne 24. května 2002 o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území,*
- *předpis č. 590/2002 Sb. vyhláška ze dne 19. prosince 2002 o technických požadavcích pro vodní díla.*

2.2.4. Výchova a informovanost veřejnosti

Veřejnost se zájmem o získání informací o povodňové problematice má možnost na pověřeném úřadě nahlédnout do povodňových plánů a jiných dokumentů. Povodňový plán je základní dokument, který určuje postup při ochraně před povodněmi. Jedná se o souhrn organizačních a technických opatření, jenž mají za úkol zmírnit či úplně odvrátit škody na majetku a životech občanů během povodní. O průběhu a zejména velikosti aktuálního povodňového nebezpečí je veřejnost informována prostřednictvím vyhlášení stupňů povodňové aktivity. Stupně povodňové aktivity jsou vázány na směrodatné limity. Jedná se zejména o určenou (překročenou) hodnotu vodního stavu, nebo konkrétní (překročené) průtoky v hlásných profilech na sledovaných tocích. Stupně

povodňové aktivity (SPA) však mohou být vázány i na kritické hodnoty jiných jevů, jako například množství srážek, hladiny vod v nádržích nebo pohyb ledu [23].

Povodňová aktivita je rozdělena na tři stupně [23]:

- *1. stupeň povodňové aktivity* – bdělost – nastává při nebezpečí povodně a zaniká, pominou-li příčiny takového nebezpečí. Stav bdělosti nastává rovněž vydáním výstrahy ČHMÚ.
- *2. stupeň povodňové aktivity* – pohotovost – vyhlašuje příslušný povodňový orgán, když nebezpečí povodně přerůstá v povodeň a v době povodně, když však ještě nedochází k větším rozlivům a škodám mimo koryto.
- *3. stupeň povodňové aktivity* – ohrožení – vyhlašuje příslušný povodňový orgán v době povodně při bezprostředním nebezpečí nebo při vzniku větších škod, ohrožení majetku a životů v záplavovém území.

2.2.5. Předpovědní systémy

Předpovědní povodňová služba má za úkol informovat povodňové orgány a další účastníky povodňové ochrany o možnosti vzniku povodně. Informuje dále o vývoji povodně, meteorologických a hydrologických prvcích důležitých pro vznik a vývoj povodně. Tuto službu zajišťuje ČHMÚ ve spolupráci s povodími. Výstupy hlášené a předpovědní služby jsou pro veřejnost dostupné na serveru ČHMÚ s adresou <http://hydro.chmi.cz/hpps/>. Výstraha ČHMÚ je zpráva mimořádného charakteru, která upozorňuje na možnost výskytu extrémních meteorologických a hydrologických prvků, jako jsou extrémní srážky a výrazný vzestup hladin vodních toků. Informace mají číslování, období platnosti a uzemní příslušnost [23].

Počátky předpovědních systémů využívajících například matematické modelování povodní spadají na počátek devadesátých let. Jako stěžejní problém pro úspěšnou prognózu se přitom ukázalo stanovení předpovědi budoucích srážek. U řady vodních toků není možné korigovat průtoky a i minimální úpravy koryta mohou být nemožné. V takových případech je pak prakticky jediným prostředkem pro snížení škod predikce a varování z ní plynoucí.

Hydrologická předpověď založená na manuální metodě odpovídajících si průtoků a postupových dob se obvykle se vydává každý den. Tato předpověď je vydávána pro 18 předpovědních profilů na hlavních vodních tocích. Časový předstih těchto předpovědí je v našich přírodních podmínkách 6 až 27 hodin. Hydrologická předpověď může být zpracovaná i pomocí hydrologických předpovědních modelů. Tyto modely využívají informace o předpokládaných a spadlých srážkách. Jsou vydávány pro větší počet profilů i pro menší vodní toky s předpovědním předstihem 48 hodin. [6]

3. Divoká Orlice na území města Kostelec nad Orlicí

3.1. Situace ve sledované oblasti

3.1.1. Řeka Divoká Orlice

Je poměrně zajímavé, že Tichá ani Divoká Orlice nepramení v Orlických horách. Pramen Divoké Orlice se nachází v rašeliništích Topieliska a Czarneho Bagna v Polsku. Do České Republiky Divoká Orlice vstupuje u obce Trčkov ve výšce 695 m. n. m.. V téměř třiceti kilometrové délce tvoří řeka státní hranici. Níže po proudu Divoká Orlice napájí přehradu Pastviny, která byla vybudována v letech 1933 - 38 [32].

Z Litic do Potštejna vede Divoká Orlice velmi krásnou krajinou. Řeka se točí na dně romantického údolí, které je lemováno příkrými kopci s lesním porostem. Od Kostelce nad Orlicí (280 - 250 m. n. m.) je klidnější meandrující řekou s přírodními písčnými i hustě porostlými břehy, slepými rameny a tůňemi. Divoká Orlice zaniká poblíž obce Albrechtice (247 m. n. m.). Soutokem Divoké a Tiché Orlice u Albrechtic vzniká širší a klidnější řeka Orlice.

Téměř po celé délce vodního toku Orlice (Divoké i Tiché) byl v roce 1996 zřízen přírodní park Orlice, jehož úkolem je ochrana ekosystémů v okolí řeky. Rozkládá se podél vodního toku, s výjimkou oblasti ležící v chráněné krajinné oblasti (CHKO) Orlické hory. Díky tomu, že Orlice je jednou z posledních řek jejíž koryto nebylo v nížinné oblasti regulováno, tok se dodnes přirozeným způsobem vyvíjí. Významnými krajinnými prvky v oblasti parku jsou zejména rozptýlená mrtvá ramena řeky se stromovým a jejich skupinami na okolních loukách. [12]

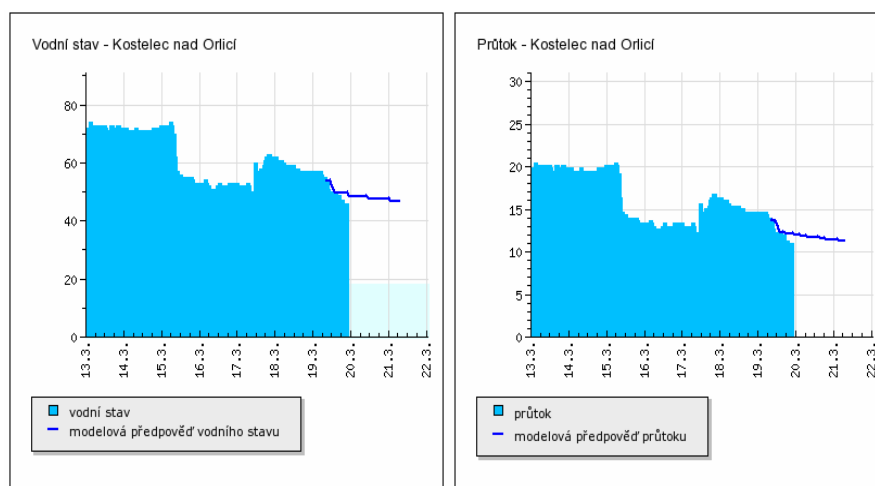
Na katastrální území města Kostelce nad Orlicí vstupuje uprostřed luk v širokém údolí. V těsné blízkosti před vstupem na katastr města je po levé straně odveden vodní náhon, který směřuje k Podhorního mlýnu. V jeho klidném prostředí se skvěle daří několika druhům ryb. V této oblasti řeku i náhon překonávají první mosty pro silnici třetí třídy. Voda se do řeky vrací 300 metrů před jediným vodním dílem na řece v katastru města, kterým je jez ve správě Povodí Labe státního podniku v Hradci Králové. Nad jezem se na pravé straně nachází

odběrné místo vody pro městského koupaliště a odděluje se zde další vodní náhon. Koupaliště je tak sevřeno mezi tento náhon a řeku Orlici. Vodní náhon směřuje k malé vodní elektrárně (MVE), která je v soukromých rukách. Správce vodního toku neregistruje odběr vody pro účel výroby elektřiny ani objem vody vypouštěné zpět do Orlice. [21]

Přibližně 400 metrů pod jezem je situována Lávka míru, což jest lávka pro pěší ve správě města Kostelec nad Orlicí. Ve vzdálenosti cca 800 metrů níže pod Lávkou míru se nachází silniční most, který přes řeku převádí silnici č. II/136 a je hlavním spojením mezi městskými částmi Kostelce. Voda z náhonu MVE se může vracet zpět do koryta řeky dle aktuální situace při výrobě elektřiny na dvou místech: těsně pod Lávkou míru nebo před mostem silnice č II/316.

Od mostu se dále po proudu (cca 650 m) nachází hlásný a předpovědní profil. Tato stanice je ve správě ČHMÚ Hradec Králové. Stanice je situována na levém břehu řeky Orlice, ve Stradinské ulici. Dle dělení hlásných profilů do kategorií je tento zařazen do skupiny A [5].

Profil měří aktuální hodnoty průtoku i vodního stavu v korytě a pomocí modelové předpovědi naznačuje jejich budoucí vývoj. Jako ukázka grafického výstupu z hlásného a předpovědního profilu je uveden na obrázek číslo 3.



Obrázek 3: Vodní stav a průtok Divoké Orlice v Kostelci n.Orl.19.3.2008 v 21:30 [5]

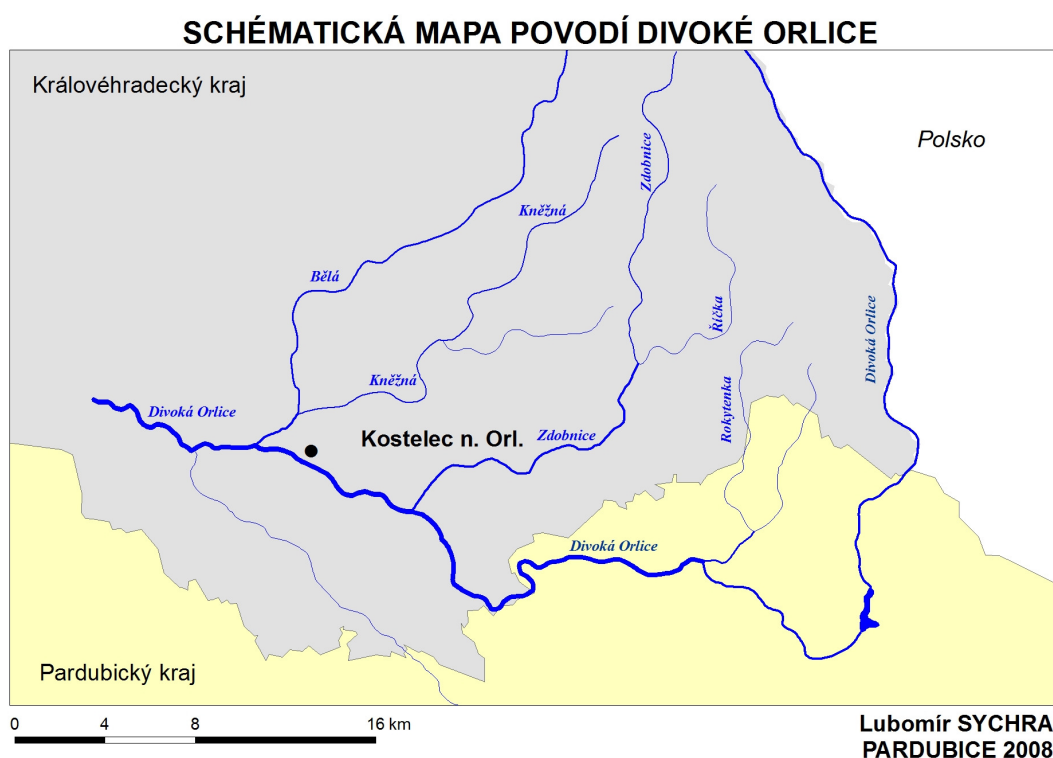
V okamžiku, kdy tok mine hlásný profil, opouští městskou zástavbu a směřuje opět do lučního údolí. Na počátku tohoto údolí je situována nezbytná čistička odpadních vod (ČOV), která má kapacitu 2226 m³ denně. Na území města

se nachází ještě průmyslová ČOV v Pobytovém středisku Správy uprchlických zařízení Ministerstva vnitra s kapacitou 75 m³ denně. [21]

V tomto prostoru jsou dobře patrné změny v poloze koryta řeky. Mrtvá ramena odhalují skutečnost, že řeka v průběhu času poměrně měnila podobu. V tomto širokém údolí před soutokem s říčkou Bělá katastrální území města řeka opouští.

3.1.2. Správce vodního toku

Oblast povodí řeky Divoké Orlice, znázorněné na obrázku číslo 4, náleží pod správu Povodí Labe, státní podnik (dále jen Povodí Labe).



Obrázek 4: Schématická mapka povodí řeky Divoká Orlice, zdroj: autor

Povodí Labe je podnik, který se skládá z ředitelství v Hradci Králové a z pěti závodů se sídly v Hradci Králové, Pardubicích - Cihelně, Pardubicích - Dukle, Jablonci n. Nisou a Roudnici n. Labem. Je jedním z pěti podniků Povodí a zajišťuje správu horního a středního Labe, pro vlastní tok správu v oblasti Dolního Labe a dále správu významných i určených drobných vodních toků v této

oblasti. Celková spravovaná délka je 4090,2 km. Povodí Labe také provozuje vodní díla ve vlastnictví státu [31].

Předmět činnosti sám podnik Povodí Labe na své internetové prezentaci definuje takto [30]: „Výkon správy povodí, kterou se rozumí správa významných vodních toků, činnosti spojené se zjišťováním a hodnocením stavu povrchových a podzemních vod v oblasti povodí horního a středního Labe a další činnosti, které vykonávají správci povodí podle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), zákona č. 305/2000 Sb., o povodích a souvisejících právních předpisů, včetně správy drobných vodních toků v dané oblasti povodí, jejichž správcem byl podnik určen.“

3.1.3. Město Kostelec nad Orlicí

Kostelec nad Orlicí má výhodnou geografickou polohu v okolí řeky Orlice, kterou v rámci kraje naznačuje obrázek číslo 5.



Obrázek 5: Poloha Kostelce nad Orlicí, zdroj: autor

První písemná zmínka o Kostelci nad Orlicí pochází z roku 1316 ze Zbraslavské kroniky. Vznikl v období kdy se začínalo šířit křesťanství. V této době bylo třeba místa, kde se konaly pobožnosti, dobře chránit proti nepříteli. Tak

vznikla kostelní pevnost, jako základ budoucího Kostelce. V jejím okolí postupem času vznikla osada, která byla pojmenována jako Kostelec. V patnáctém století se v literatuře uvádí název Kostelec „u Potštejna“ nebo „u Hradce“. Přívlastek „nad Orlicí“ poprvé registrujeme v roce 1568. Kostelec, který byl již roku 1341 nazýván městečkem, měl v minulosti mnoho majitelů. Mezi nejvýznamnější patřil Jiří Poděbradský, od kterého pochází městský znak, jenž je tvoří „v červeném poli korunovaný přímo stojící dvouocasý lev s vyplazeným jazykem a dvěma zlatými šípy v přední tlapě“.

Město se skládá ze čtyř městských částí, kterými jsou: Kostelec nad Orlicí, Kostelecká Lhota, Koryta a Kozodry. Údolí Divoké Orlice dělí oblast města Kostelce na menší a větší část. Rozsáhlejší oblast se nachází na vršku v okolí silnice č. I/11 (Praha - Ostrava). Za řekou, podél které ve městě prochází železniční trať č. 021 (Týniště nad Orlicí - Hanušovice) se rozkládá menší část města. Ta je situována na protější straně údolí v okolí silnice č. II/316. Kostelecká Lhota, Koryta a Kozodry jsou městské části vzniklé přimknutím obcí k městu. Ve všech městských částech ke dni 15. 3. 2007 žilo celkem 6221 obyvatel. [20]

Z hlediska organizačního a správního je město obcí tzv. III. stupně² s působností na množství okolních obcí.

Město je sídlem pestré palety průmyslových oborů, které zde však mají zastoupení zejména jako malé a střední podniky. Velké továrny ve městě existují pouze dvě a to firma Federal Mogul (výroba brzdových obložení, dříve národní podnik Osinek) a firma Rojek (výroba dřevoobráběcích strojů, dříve národní podnik Elitex). Svými areály sousedí s řekou v poměrně těsné blízkosti obě tyto firmy.

3.2. Město a povodeň

3.2.1. Povodně na území města Kostelec nad Orlicí

Díky hlásnému a předpovědnímu profilu umístěném na vodním toku přímo v prostoru města existují poměrně přesné údaje o průběhu povodní.

² Obec III. stupně neboli obec s rozšířenou působností dle zákona č. 314/2002 Sb, je mezičlánkem přenesené působnosti státní správy mezi krajskými úřady a obecními úřady.

Nejvyšší hodnota naměřená profilem v Kostelci nad Orlicí dne 9. 2. 1946 činila 348 cm. V období před rokem 1993 naměřila stanice další vysoké hodnoty dne 21. 7. 1980 (265 cm) a dne 2. 9. 1938 (258 cm). Z hodnot naměřených stanicí dokazuje, že Divoké Orlice je z pohledu povodní nejvíce riziková na konci zimy (leden, únor) a v období července a srpna. Tabulka číslo 2, uvedená níže zobrazuje konkrétní hodnoty pro N-leté průtoky v Kostelci nad Orlicí.

Tabulka 2 Hodnoty N-letých průtoků Divoké Orlice v Kostelci nad Orlicí [5]

N-LETÁ VODA	PRŮTOK [m^3s^{-1}]
Q1	53,7 m^3s^{-1}
Q5	109 m^3s^{-1}
Q10	141 m^3s^{-1}
Q50	233 m^3s^{-1}
Q100	282 m^3s^{-1}

Tabulka číslo 3 zobrazuje počet velkých vod na řece Divoká Orlice které byly dosaženy nebo překročeny za N-let.

Tabulka 3 Velké vody Divoké Orlice dosažené nebo překročené za N-let. [21]

N-LETÁ VODA	POČET
Q1	37
Q5	92
Q10	129
Q50	213
Q100	248

V této kapitole jsou dále rekapitulovány významné povodňové situace v povodí Orlice v letech 1993 – 2007.

V roce 1997 postihly velkou část republiky katastrofální povodně. Extrémní srážky se vyskytovaly zejména na severní Moravě, v Krkonoších, v severní části Českomoravské vrchoviny a v Orlických horách. Vzhledem k množství srážek nad územím povodí Divoké Orlice, neměla povodeň v této oblasti takové katastrofální rozměry jako na jiných postižených místech České republiky (dále jen ČR). V povodí Orlice měla nejdelší dobu opakování povodně Tichá Orlice a tato doba

činila přibližně 200 let (Q200). Po soutoku s Divokou Orlicí u Týniště nad Orlicí byla doba opakování přibližně 70 let. Samostatná Divoká Orlice měla dobu opakování výrazně kratší. Přesto, že Divoká Orlice měla menší průtok než Tichá, dosáhla výška hladiny 18. 7. 1997 v Kostelci nad Orlicí rovných 300 cm (viz obrázek 22). Město bylo zasaženo rozlivem vody jak v oblasti zástavby, tak mimo ní. [7]

V červenci o rok později byl rychnovský region postižen katastrofálními povodněmi v důsledku vysokého srážkového úhrnu v oblasti Orlických hor a zejména Deštného v Orlických horách. Vzhledem k lokalitě spadu srážek bylo nejvíce postiženo povodí řek Dědiny a Bělé. Bělá je pravostranným přítokem Divoké Orlice, do které se však vlévá až pod Kostelcem nad Orlicí a město tudíž její vodou zasaženo nebylo. Na horní části povodí Divoké Orlice vyvolaly přívalové srážky rychlý vzestup hladiny. Vodní nádrž Pastviny dokázala tento vzestup částečně korigovat a uchránila tak oblasti nacházející se dále po proudu [3].

Březnové povodňová situace roku 2000 byla pro Divokou Orlici podstatně horší. Na vině byl spad velkého množství srážek v oblasti Orlických hor ve dnech 3. 3. – 9. 3. 2000. V uvedených dnech spadlo v oblasti průměrně 40 – 90 mm srážek, přičemž v pramenné oblasti Orlice se jednalo až o 110 mm. V oblasti Kostelce nad Orlicí činila průměrná výška srážek 49 mm. Dne 10. 3. 2000 v 1:30 hodin dosáhla Divoká Orlice v hlásném profilu Kostelec nad Orlicí maximální výšky hladiny 326 cm. V porovnání se stavem před povodní se jednalo o vzestup hladiny o 250 cm. Maximální průtok byl stanoven na hodnotu $242 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ což odpovídalo Q50 - Q100 a 3. SPA. Tento stupeň trval od večera 9. 3. 2000 do dopoledne 10. 3. 2000. Území města Kostelce n. Orl. bylo postiženo výraznými rozlivy vody v prostoru údolí řeky a také přímo v městské zástavbě [4].

Katastrofální letní povodně, které v roce 2002 drtivě zasáhly zejména povodí Vltavy a Prahu, se povodí Divoké Orlice vyhnuly. V tomto roce byla pouze v únoru na Divoké Orlici naměřena výška hladiny 244 cm (odpovídá 2. - 3. SPA), jako následek tání sněhu a spadu srážek [6].

V březnu a dubnu roku 2006 byly povodně na Divoké Orlici způsobeny zejména rychlým táním sněhu. Zásoby vody ve sněhu byly dne 13. 3. 2006 v povodí Orlice po Týniště nad Orlicí vypočteny na 255 mil. m^3 , což v přepočtu

znamená 159 mm výšky vody na celé ploše povodí. Od 24. 3. se výrazně zvýšila rychlost tání sněhu a to ve výsledku znamenalo úbytek 154 mil. m³ (60%) vody ve sněhové pokrývce v období do 3. 4. 2006. Přestože byly povodně způsobeny zejména oteplením a táním, nebyly ani srážkové úhrny zanedbatelné. V inkriminovaném období zde v průměru spadlo 40 mm srážek. Vzhledem k poměrně nízkým teplotám nad Pastvinskou přehradou nebylo v této oblasti tání sněhu tak markantní jako v nižších polohách. Přítok do přehrady dosahoval maximálně Q2 a odtok z přehrady byl udržován na úrovni 2. SPA. V Kostelci nad Orlicí řeka kulminovala 31. 3. 2006 na hodnotě odpovídající Q10 a 2.SPA [2].

3.2.2. Povodňový plán města Kostelec nad Orlicí

Povodňový plán města Kostelec nad Orlicí je v elektronické verzi k dispozici jako příloha 11 této práce.

Úvodní část povodňového plánu města Kostelce nad Orlicí jmenuje: druh ohrožení na území města, prvky řeky a organizace zainteresované v případě povodňové situace. S ohledem na hydrologické poměry nastává největší nebezpečí povodní Divoké Orlice v obdobích leden - březen (tání sněhu) a květen - srpen (srážky dlouhodobého charakteru). Podle povodňového plánu města vodní tok řeky Divoká Orlice ohrožuje zaplavením nebo energií proudící vody, případně plovoucími ledy, kládami a jinými splaveninami. Jako zdroje povodňového nebezpečí na řece Orlici jmenuje povodňový plán [16]:

- *most přes silnici II/316* - na toku Divoká Orlice, který je ve správě SÚS (Správa a údržba silnic) Rychnov nad Kněžnou,
- *jez na Divoké Orlici u koupaliště* - ve správě Povodí Labe, Hradec Králové,
- *most na náhonu u koupaliště* - pro osobní dopravu ke koupališti, kempu a hotelu U Splavu, který je ve správě Města Kostelec nad Orlicí,
- *most pro pěší "Lávka míru"* - na řece Divoká Orlice - ve správě Města Kostelec nad Orlicí,
- *mostky na náhonu na MVE* - v prostoru "Běliska" a "Valchy" ve správě města Kostelec nad Orlicí,

- *most na silnici III. tř. - na toku Divoká Orlice, směr Suchá Rybná, ve správě SÚS Rychnov nad Kněžnou.*

Povodňový plán dále jmenuje druh a rozsah poškození povodněmi. Jmenovány jsou jednotlivé firmy, organizace a čísla popisná.

Povodňový plán specifikuje konkrétní hodnoty výšky hladiny při vyhlášení stupňů povodňové aktivity. Předpovědní a hlásný profil ve správě ČHMÚ Hradec Králové je umístěn ve Stradínské ulici. Konkrétní hodnoty pro jednotlivé povodňové stupně uvádí tabulka číslo 4.

Tabulka 4 Povodňové stupně a výška hladiny Divoké Orlice v Kostelci nad Orlicí [16]

STUPEŇ	VÝZNAM	VÝŠKA HLADINY [cm]
Sucho	Sucho	18 cm
SPA 1	Bdělost	180 cm
SPA 2	Pohotovost	230 cm
SPA 3	Ohrožení	280 cm
SPA 3	Extrémní ohrožení	330 cm

V organizační části povodňového plánu je vyjmenována povodňová komise města, organizace hlásné povodňové služby, způsob varování obyvatelstva, podávání informací a hlášení, organizace hlídkové služby, záchranné práce, péče o evakuované občany a prohlídky po povodni.

Podle záznamů o průtoku vody se odesílají zprávy ve frekvenci dle jednotlivých SPA. Odečty výšky hladiny organizuje štáb povodňové komise.

Obyvatelstvo je informováno dle jednotlivých SPA pomocí:

- *městského rozhlasu,*
- *vozidlo městské policie,*
- *vozidla hasičů (vzdálená místa),*
- *informace předanou spojkou štábu (vzdálená místa),*
- *sirény (všeobecná výstraha – kolísavý tón sirény po dobu 140 vteřin),*

- *telefonicky (zejména podniky).*

Operační část povodňového plánu shrnuje kontaktní informace na členy povodňové komise, jmenuje prostory práce povodňové komise, materiální a vozové zajištění, plány činnosti pro jednotlivé SPA, likvidaci následků povodně a ukončení práce komise. [16]

3.2.3. Povodňová komise města

Povodňová komise města Kostelec nad Orlicí (dále jen komise) je ustanovena podle § 79 zákona 254/2001 Sb.. Komise je v době povodně povodňovým orgánem a v systému povodňové ochrany je podřízena povodňové komisi uceleného povodí Labe. Povodňová komise města je zvláštním orgánem města, jehož úkolem je vhodnými opatřeními minimalizovat důsledky povodní.

Ze zákona povodňová komise potvrzuje soulad povodňových plánů vlastníků nemovitostí a pozemků v záplavovém území s povodňovým plánem obce a předkládá jej správci povodí. Komise provádí povodňové prohlídky, zajišťuje prostředky pro provádění záchranných prací a náhradních funkcí a vede záznamy v povodňové knize. Dále zajišťuje hláskou a hlídkovou povodňovou službu i varování obyvatelstva. Komise vyhláší a odvolává jednotlivé SPA a je povinna informovat o nebezpečí a průběhu povodní povodňové orgány okolních obcí. Povodňová komise organizuje opatření na ochranu před povodněmi dle povodňových plánů a zabezpečuje evakuaci. V době povodně zajišťuje hygienickou a zdravotnickou péči, zásobování a dopravu. V době po povodni provádí prohlídky, zjišťuje škody a podává zprávy o povodni. [36]

4. GIS ve vodním hospodářství Divoké Orlice

Geografický informační systém (GIS) je v současnosti chápán jako integrovaný soubor softwarových produktů a dat, sloužících pro nakládání s informacemi o geografických prvcích, prostorových analýzách a prostorovém modelování. GIS umožňuje systémové shromažďování a uspořádávání dat, která mohou být analyzována a zobrazována [37].

4.1. Povodí Labe

V dnešní době je pro firmu Povodí Labe v roli správce vodního toku využívání GIS velmi důležité. Firma prošla dlouhým vývojem GIS software od Intergraph MGE, přes software Geomedia až k AutoDesk produktům. V souladu s celosvětovými trendy je posledních pět let většina firemních aplikací orientována na webové technologie. GIS byl do tohoto sektoru přesunut mezi prvními software produkty, jako takzvaný tenký klient. Tenký klient je aplikace, která běží v prostředí internetového prohlížeče. V závislosti na přístupových právech uživatele umožňuje spouštění aplikací. Funkčnost těchto aplikací většinou neumožňuje přímou modifikaci dat. Tímto nástrojem je ve firmě Povodí Labe software Autodesk Mapguide. Tento nástroj prezentuje on-line data z Oracle ve formátech SDO, DWG, SHP a dalších všem zúčastněným intranetovým i internetovým uživatelům. Jako částečnou nevýhodu pro internetové uživatele je ActiveX prvek, který však do ovládání aplikace přináší rychlé a komfortní ovládání.

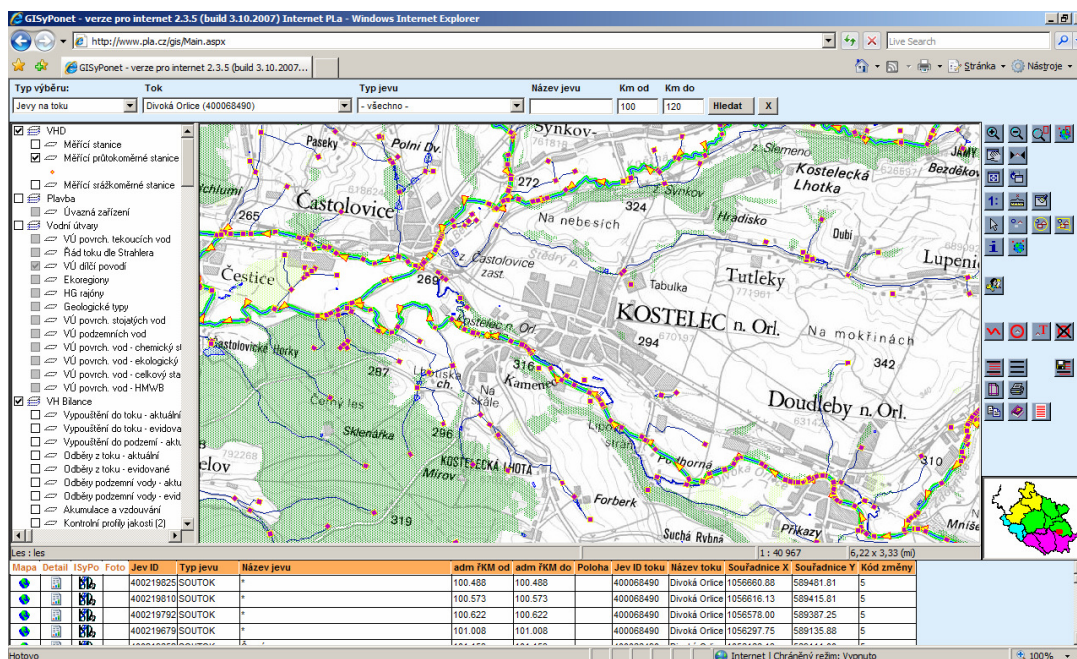
V poslední době jsou na tento nástroj přenášeny i editační funkce, které umožňují měnit geometrii přímo v centrální databázi Oracle v SDO formátu. Jedná se například o editaci os vodních toků nebo objektů na tocích. Databáze Oracle obsahuje balíky funkcí, které zajišťují konzistenci dat včetně dopočítávání kilometrů (speciální metody dynamické segmentace) a vkládání (mazání) strukturálních jevů na tocích (soutoky, odbočení, prameny) ihned při editaci toku.

Toto řešení bylo zvoleno proto, aby firma zajistila přístup k nástrojům v místech, kde vznikají. Těmito místy jsou v rámci Povodí Labe provozní střediska po celé republice. Při rozhodování o celkové koncepci systému bylo distribuované řešení zavrženo na úkor on-line přístupu, aby firma minimalizovala datové konflikty

a navazující práci správců GIS. Pro přípravu nových dat (zahraniční toky, záplavová území) a pro analýzy jsou ve firmě Povodí Labe využíváni správci GIS. Na několika vybraných pracovištích je k dispozici software AutoDesk MAP, který obsahuje nadstavbu pro práci s GIS daty ve všech běžně dostupných formátech. V některých případech jsou analýzy díky datům v SDO geometrii Oracle realizována přímo přes SQL dotazy bez nutnosti specializovaného software. V tomto směru vidí firma budoucnost svých analýz.

Přes letité zkušenosti a používání GIS nástrojů, jsou ve firmě prostorové analýzy zatím stále v začátcích. V minulých letech nebyla k dispozici kvalitní věrohodná data, která by pokrývala celé správní území Povodí Labe. Tato data (osy toků, výškopis dna koryt – digitální modely, aj.) v současné době podléhají verifikaci. Mezi analýzy, které jsou prováděny, patří například analýzy hloubek, polygonové analýzy průniků (například parcely v záplavových územích, komunikace) a průniky liniové topologie s polygonovou (například které cesty budou při Q100 průjezdné). [25]

Internetovou verzi Geografického informačního systému Povodí s několika omezenými vrstvami, jejíž uživatelské prostředí ukazuje obrázek číslo 6, lze vyzkoušet na adrese <http://www.pla.cz/gis>.



Obrázek 6: Internetová verze Geografického informačního systému Povodí [29]

4.2. Město Kostelec nad Orlicí

Město Kostelec nad Orlicí prozatím neklade využívání GISu velký význam. V současné době na městském úřadu dosluhuje program Gramis (firmy Topos Dobruška) a před několika týdny byl uveden do provozu GIS firmy GEOVAP Pardubice. Jeho úloha je však primárně zaměřena na územně analytické podklady, které bude zpracovávat stavební odbor. GIS se zaměřením na vodní hospodářství v současné době městský úřad nevyužívá a potřebné podklady i jejich výstupy získává z ostatních oblastí veřejné správy (např. krajský úřad), případně od soukromých subjektů [27].

4.3. Ostatní subjekty

Krajský úřad Královehradeckého kraje je po Povodí Labe druhým největším zpracovatelem GIS dat pro oblast Divoké Orlice v Kostelci n. Orl. Je zhotovitelem mnoha analýz s povodňovou tematikou, zejména pak digitálního povodňového plánu. Digitální povodňový plán Královehradeckého kraje je volně přístupný na internetové adrese <http://dpp.kr-kralovehradecky.cz/>. Páteř datové základny tvoří data z Povodí Labe a Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (dále jen ČUZK), programové vybavení úřadu zabezpečuje software ESRI a veškerou GIS agendu má v kompetenci samostatný úsek „Tvorby a správy GIS“ [24].

GIS data v povodí Divoké Orlice zpracoval také ČUZK a armáda. Tato data však nejsou primárně zaměřena na děje ve vodním hospodářství a hospodaření v povodí, ale na komplexní popis terénu v rámci celé ČR. Data ČUZK jsou v této práci vyžita.

Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad v Dobrušce mapuje celé území ČR, ale povodněmi a povodími se cíleně nezabývá. Přesto však částečně téma povodní zpracovával. Ukázky těchto dat lze nalézt v „Internetovém zobrazovači geografických dat“, na adrese <http://izgard.cenia.cz/>. V povodňových zobrazeních však Divoká Orlice chybí [26].

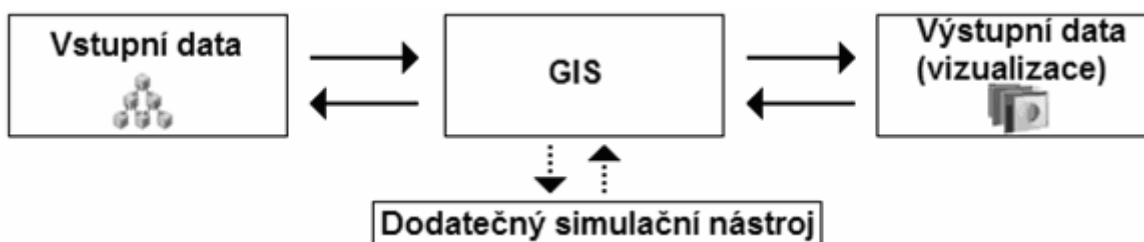
5. Povodňové situace Divoké Orlice na území města Kostelec nad Orlicí

S využitím prostorových analýz pro jednotlivá záplavová území a vizualizačních metod (tématické přehledové mapy, metoda stínovaného reliéfu a znázornění hloubky vody pomocí barevné hypsometrie) jsou v této kapitole vyhodnoceny dopady různých povodňových situací na město Kostelec nad Orlicí.

Jako softwarový nástroj pro konkrétní aplikaci GIS pro povodňovou situaci byl zvolen ArcGIS Desktop 9.2 firmy ESRI, licenční úroveň ArcView. Důvodem, který vedl k rozhodnutí o využití tohoto produktu, je jeho rozšířenost v oblasti veřejné správy, tj. dostupnost dat v patřičném formátu. Je také pravděpodobné, že v případě budoucí potřeby využití GIS na Městském úřadu v Kostelci n.Orl. bude využit software ESRI, zejména s ohledem na kompatibilitu s ostatními orgány veřejné správy.

5.1. Sběr a zdroje dat

Koncepci hodnocení dopadů povodně pomocí GIS zachycuje obrázek 7. Vstupní data a GIS jsou dva základní prvky potřebné k realizaci prostorových analýz. Vizualizace těchto prostorových analýz je prvkem výstupním. Pro některé sofistikovanější prostorové analýzy je vhodné využít i simulační nástroj, který může být rozšířením GIS, nebo samostatným prvkem. GIS a simulační nástroj jsou spojeny oboustrannou vazbou. Výsledky simulace jsou pomocí GIS využívány dále k analýze, případně vizualizaci. Mezi vstupními daty a GIS je také zachycena oboustranná vazba, kdy jsou vstupní data vkládána do GIS a zároveň lze pomocí GIS editovat jejich obsah. Analogicky toto platí i pro výstupní data.



Obrázek 7: Koncepce hodnocení dopadů povodně pomocí GIS, zdroj: autor

Charakter a množství vstupních dat se odvíjí od náročnosti, přesnosti a typu prostorových analýz. Cíl práce vyžadoval topografická data s výškovým popisem (pro tvorbu modelu reliéfu a příčné řezy), dále ostatní topografická data – polohopis (vodstvo, sídla, ulice, lesy, budovy, záplavové oblasti a další) a kartografická podkladová data (ortofoto, mapové dílo 1:5 000) pro vyhodnocení dopadů i celkový přehled situace ve sledované oblasti. Prostorové vymezení práce (použitých dat) se soustředilo na oblast katastrálního území města Kostelec nad Orlicí v blízkosti vodního toku Divoké Orlice. Data Povodí Labe jsou aktuální k 1. 1. 2003 a data poskytnutá ČUZK k 1. 1. 2006). Základními entitami (daty), které bylo v nutné použít byla řeka, záplavová oblast, budova a silnice. Ostatní data sloužila zejména k dokreslení celkové situace při vizualizaci výsledků prostorových analýz.

Výchozí polohopisná a výškopisná data ZABAGED[®], Ortofoto a rastrové Státní mapové dílo v měřítku 1:5 000 poskytl Český úřad zeměměřičský a katastrální (ČUZK). V této práci byla dále využita data poskytnutá státním podnikem Povodí Labe. V případě těchto dat se jedná o záplavová území, aktivní zónu a výškopis blízko přilehlé oblasti koryta Divoké Orlice.

Sběr vlastních doplňujících dat proběhl pozorováním ve zvolené zájmové oblasti za pomoci fotoaparátu a poznámkového bloku. Pozorované objekty a přírodní prvky byly fotograficky zaznamenány pro pozdější záznam a analýzu.

5.1.1. Zabaged

ZABAGED[®] je digitální geografický model území ČR, jenž svou přesností a podrobností odpovídá Základní mapě ČR v měřítku 1:10 000. Obsah ZABAGEDu[®] tvoří 106 různých typů objektů, které jsou zobrazeny vektorovým polohopisem a příslušnými atributy. V ZABAGEDu[®] jsou obsaženy informace o sídlech, komunikacích, sítích a přírodních prvcích (vodstvo, vegetace, povrch atd.). Díky tomu, že v ZABAGEDu[®] jsou obsaženy i vybrané údaje o výškových bodech na území ČR a výškopis tvořený souborem vektorových vrstevnic, lze pomocí něj jednoduše a rychle vytvářet 3D modely terénu. Jako doplnění dat ZABAGED[®] je možné použít výstup z databáze GEONAMES, která obsahuje názvosloví Základní mapy ČR 1:10 000.

Plnění dat ZABAGED[®] bylo zahájeno v roce 1995, kdy Zeměměřičský úřad provedl digitalizaci tiskových podkladů Základní mapy ČR v měřítku 1:10 000. Digitalizace byla kompletně dokončena v roce 2004, kdy byla databáze doplněna o geografické objekty sídel. První celoplošná aktualizace dat ZABAGED[®] probíhala současně s dokončováním ZABAGEDu[®] v letech 2001 - 2005. Další aktualizace dat probíhala v letech 2005 - 2006, kdy došlo také k nasazení nové technologie aktualizace a správy ZABAGEDu[®]. Byla vytvořena centrální databáze, ke které je možno přistupovat v on-line režimu z teritoriálních pracovišť úřadu. Další aktualizace a doplňování je plánováno vždy v tříletých cyklech.

Poskytování dat ZABAGED[®] je v současné době realizováno po mapových listech v kladu Základní mapy ČR 1:10 000, případně v rozsahu krajů, nebo jako bezešvá databáze kompletního území ČR. Data jsou poskytována jako vektorové soubory polohopisu v souřadnicových systémech S-JTSK, WGS84/UTM případně v S-42/1983 a výškovém systému Balt po vyrovnání. [11]

5.1.2. Ortofoto

Ortofota patří mezi data získaná prostřednictvím metod dálkového průzkumu Země (data získaná vzdáleným pozorováním objektu). Může se jednat o letecké nebo satelitní snímkování zájmových oblastí, s důrazem na různé intervaly spektra [38].

Digitální ortofoto v rozsahu celého území ČR poskytuje Zeměměřičský úřad. Snímkování území je realizováno v tříletých cyklech. Použité ortofoto bylo zhotoveno v roce 2006 a jeho parametry uvádí tabulka 5. [9]

Tabulka 5 Parametry digitálního ortofota ČR [9]

Měrná jednotka	1 mapový list v kladu Státní mapy 1:5 000 (5 km ²)
Dostupný formát	TIFF,JPEG,MrSID
Rozlišení	1 pixel odpovídá 0,5 m
Souřadnicový systém	S-JTSK

5.1.3. Státní mapové dílo

Státní mapa 1: 5 000 (SM5) je součástí souboru státních mapových děl. ČUZK v současné době poskytuje SM5 ve vektorové i rastrové reprezentaci dat.

SM5 ve vektorové reprezentaci dat má tři složky: katastrální, výškopisnou a topografickou, přičemž výškopisná složka vychází ze ZABAGEDu[®]. Vektorová forma prozatím pokrývá pouze 23% území ČR. Rastrová SM5 pokrývá celé území ČR. Její katastrální a výškopisná složka vzniká převedením vektorové SM5. V místech kde vektorová SM5 ještě k dispozici není, jsou katastrální a výškopisné složky získány skenováním tiskových podkladů posledního vydání SM5. [10] Parametry rastrové SM5 uvádí tabulka 6.

Tabulka 6 Parametry rastrové SM5 ČR [10]

Počet mapových listů	16301
Dostupný formát	TIFF
Souřadnicový systém	S-JTSK
Výškový systém	baltský – po vyrovnání

5.1.4. Data Povodí Labe

Část dat poskytnutých Povodím Labe (PLA) je veřejně přístupná ke stažení na internetových stránkách Povodí. Tímto způsobem byly získány aktivní zóny v záplavových oblastech, historické povodně a záplavová území Q5, Q20 a Q100. Díky pochopení zaměstnanců Povodí Labe byla v průběhu analýz získána (zdarma - pouze pro využití v této práci) doplňující data vrstevnic koryta a oblasti v jeho blízkosti (viz zdůvodnění v kapitole Úpravy stávajících dat).

Soubor aktivních zón ve formátu SHP je aktuální k datu vzniku (data vznikají postupně od roku 2002) a je zpracován v měřítku 1:10 000. Čára hranice aktivní zóny záplavového území vznikla na základě metodiky vydané ministerstvem zemědělství ČR.

Záplavová území Q5, Q20 a Q100 zveřejněná 16. 3. 2007 jsou aktuální k datu vzniku (zaneseno v atributové tabulce). Záplavové čáry pro jednotlivé povodně vznikají postupně od roku 1980 až do současnosti. Čára hranice záplavového území vznikla jako promítnutí hladin vypočtených v jednotlivých profilech do map (1:5 000 nebo 1:10 000) a spojením výškopisných bodů v souladu s výškopisem použitých map. Alternativním způsobem byla záplavová čára v některých oblastech získána pomocí promítnutí vodní hladiny v ose toku do digitálního modelu terénu. Data jsou poskytována ve formátu SHP.

Soubor dat historických povodní, zveřejněný 21. 6. 2005 ve formátu SHP, zachycuje záplavové území při kulminaci reálné historické povodně. Data jsou získána v průběhu povodně pomocí terénního šetření a leteckého snímkování. Soubor zachycuje některé z historických povodní z let 1997, 1998, 2000 a 2002. Datum povodně ze které data pochází je uvedeno v atributové tabulce. [33]

5.2. Předzpracování dat

Základní předzpracování dat spočívalo v ověření souřadnicových systémů získaných dat a u výškopisu i výškového systému. Po ujištění, že jsou všechna použitá data v souřadnicovém systému S-JTSK a (případném) výškovém systému baltském, byl v ArcCatalogu všem vstupním datům souřadnicový systém nastaven. Poté již bylo možno přistoupit k vlastnímu předzpracování dat.

Vektorová data z polohopisu a výškopisu ZABAGEDu[®] byla pomocí funkce „Intersect“ prostorově oříznuta podle polygonu, který tvořil hranici katastrálního území města. Aby byla zaručena nejvyšší možná variabilita vizualizace pozdějších prostorových analýz, byly takto upraveny všechny datové vrstvy. Díky tomu bylo při vizualizaci možno tvořit výstupy se všemi prvky, které polohopis ZABAGEDu[®] nabízí.

Pro pozdější využití v některých prostorových analýzách bylo třeba pomocí výškopisných složek vytvořit digitální model reliéfu (DMR). Pro vizualizaci výsledků analýz je použit DMR typu TIN (Triangulated irregular network, tj nepravidelná trojúhelníková síť). Nejprve byl pomocí funkce „Create TIN“ vytvořen prázdný model TIN. Tomuto modelu byl nastaven souřadnicový systém S-JTSK a výškový systém baltský. Příkazem „Add features to TIN“ byl tento prázdný TIN naplněn vrstevnicemi z výškopisu ZABAGED[®] a následně zhotoven.

DMR rastrového formátu byly vytvářeny přímo v průběhu konkrétních prostorových analýz pomocí funkce „Topo to raster“.

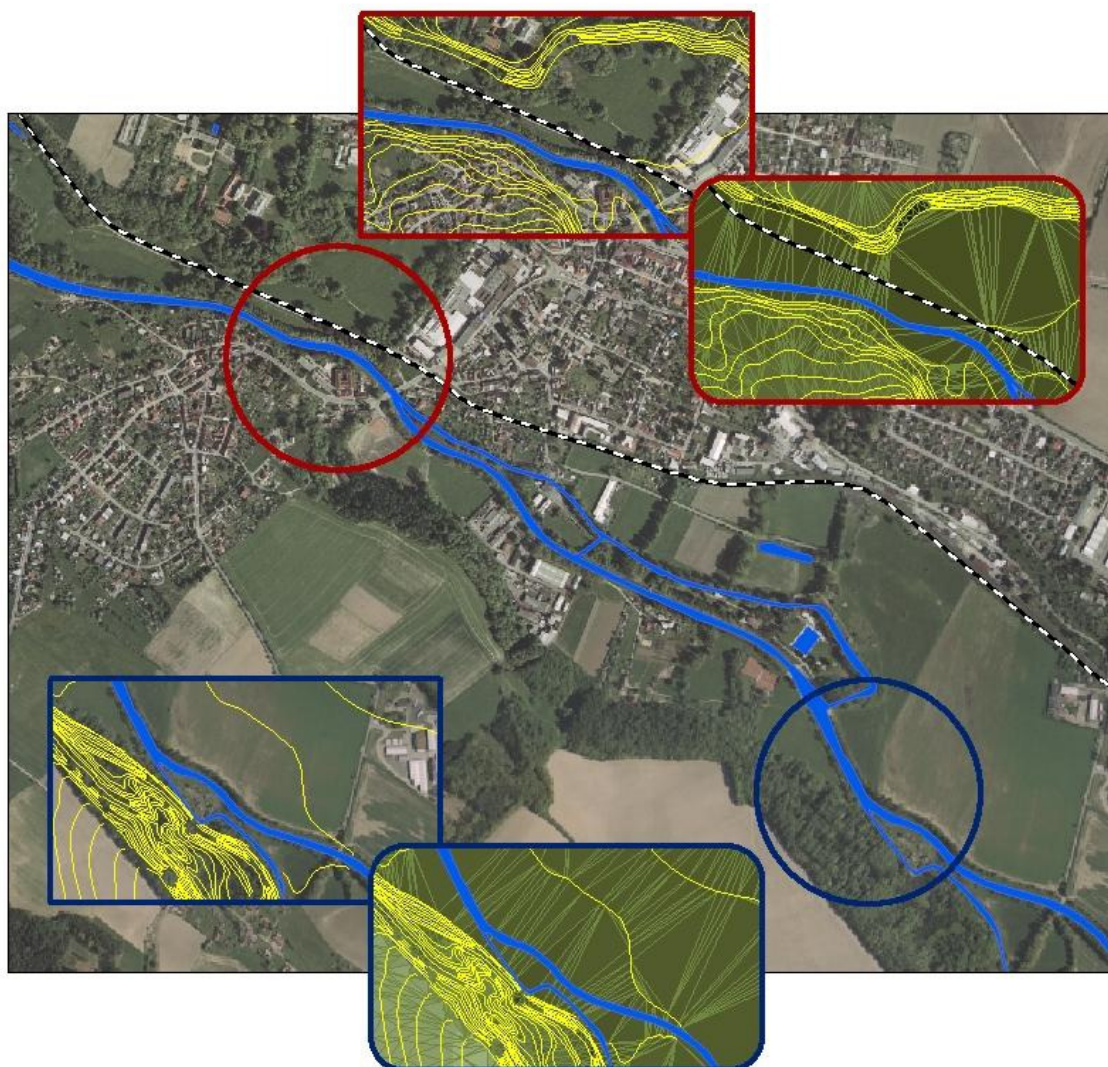
5.3. Úpravy a záznamy dat

Budoucí analýzy vyžadovaly rozsáhlejší úpravy stávajících vrstevnic dat ZABAGED[®] a tvorbu zcela nových vrstev s nadmořskými výškami záplavových oblastí. Úpravy geometrie vrstevnic byly nutné pro zohlednění malých výškových

rozdílů (cca 2 – 5 m) v údolí Divoké Orlice, které mají na povodňovou situaci bezprostřední vliv.

5.3.1. Úpravy stávajících dat

Při tvorbě modelu TIN z dat získaných z výškopisu ZABAGEDu[®] bylo zjištěno, že tato data jsou nevhodná pro podrobnější prostorové analýzy povodňové situace. Obrázek 8 ukazuje dvě z několika nepřesností v geometrii vrstevnic, které se v datech v prostoru údolí Divoké Orlice na území města vyskytovaly.



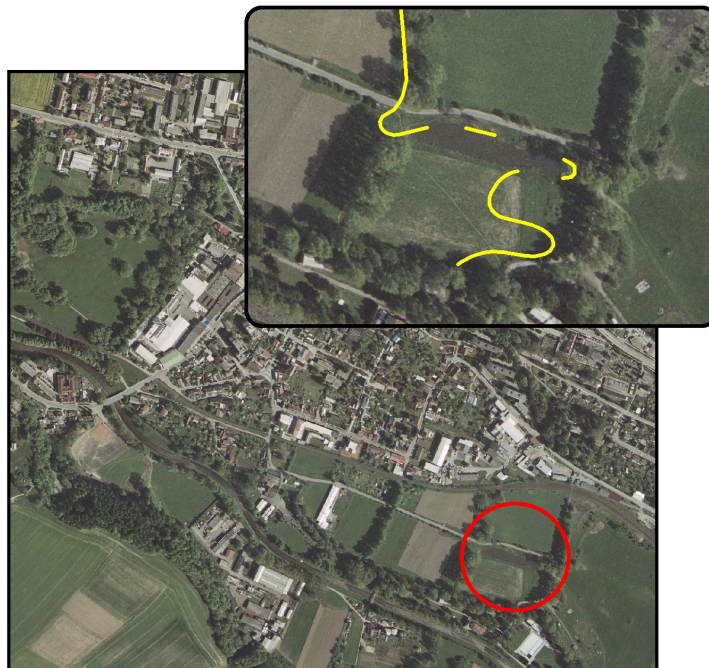
Obrázek 8: Nepřesnosti DMR z výškopisných dat ZABAGEDu[®], zdroj: autor

U obou případů se ukazují chyby, které jsou důsledkem měřítka 1:10 000. Data v tomto měřítku zohledňují drobnější terénní prvky, jako jsou železniční a silniční násypy, drobné prohlubně i vršky, nepřesně. Zejména násypy jsou důležitým krajinným prvkem, jenž mají v roli hrází významný vliv na povodňovou situaci.

V oblasti označené červeně je zřetelně vidět železniční trať, kde není zohledněn násep, který ve skutečnosti přesahuje okolní terén o více než dva metry. Totéž platí o modře označených náhledech na silnici třetí třídy č. 3161. V místech, kde je v náhledu na ortofotu v okolí silnice liniová vegetace, je násep pod silnicí ve výškách od 2 - 3 m nad okolním terénem. Poměrně nepřesně (ovšem v rámci měřítka ZABAGEDu[®] v normě) lze dobře vidět interpretaci zvýšeného terénu pod zmíněnou silnicí, v pravé dolní části spodního náhledu na TIN model.

U modře označeného náhledu na TIN model lze také vidět další nepřesnost způsobenou měřítkem. V tomto případě se bohužel jedná o zásadní nedostatek, který významným způsobem omezuje použití neupravených dat pro hydrologické analýzy. Je vidět, že TIN v tomto náhledu zcela ignoruje koryto řeky. V tomto TINu se terén zvedá od nejbližší vrstevnice, přes koryto řeky až k úbočí kopce v pravém dolním rohu náhledu. Při provedení např. analýzy hloubky vody by v tomto místě byly výsledky zcela nekorektní.

V DMR vytvořených z dat ZABAGED[®] se ovšem vyskytovaly i chyby způsobené jiným faktorem než měřítkem. V tomto případě se jednalo zejména o přerušovanou geometrii vrstevnic se stejnou nadmořskou výškou. Na obrázku 9 lze zřetelně vidět vrstevnici o nadmořské výšce 272 m. n. m. přerušovanou na třech místech.



Obrázek 9: Nepřesnosti vrstevnic výškopisných dat ZABAGEDu[®], zdroj: autor

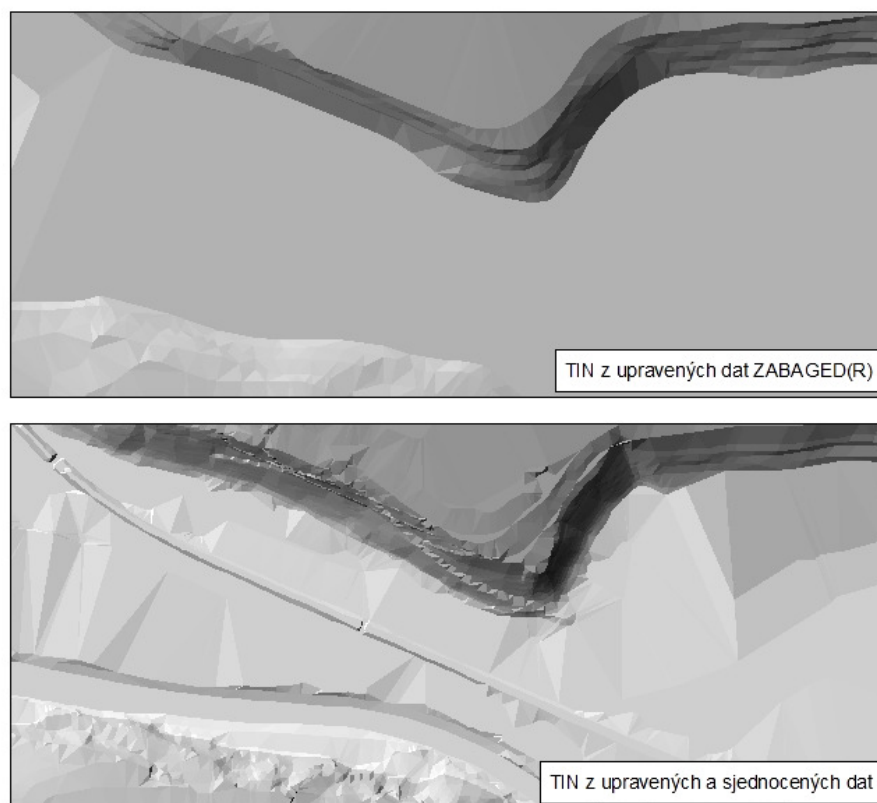
V této fázi předzpracování dat pro tvorbu DMR již bylo zřejmé, že data poskytnutá ČUZK nebudou pro korektní prostorové analýzy v této práci postačovat. Řešením problémů s nepřesnostmi dat by v případě soukromého sektoru nebo státní správy spočívalo v detailním doměření drobných terénních nerovností a korekci stávajících vrstevnic.

Doměření výškopisných dat pro využití v rámci této práce však nepřicházelo v úvahu. Vstupní data byla proto vytvořena takto:

- *Úprava dat ZABAGED[®]* - vrstevnice dat ZABAGED[®] byly nejprve promítnuty na ortofoto zájmové oblasti. Na základě ortofota a pozorování v terénu byly pomocí editačních funkcí upraveny přerušené vrstevnice, které probíhají údolím Divoké Orlice. Vrstevnice byly opraveny pouze v oblastech kde nepřesnost prokázaly alespoň dva ze tří způsobů pozorování. Pozorování probíhalo přímo v terénu, promítnutím na ortofoto a na výškopisnou státní mapou 1:5 000 (SM5).
- *Doplnění dat ZABAGED[®] o vrstevnice Povodí Labe* - protože měřítko dat ZABAGED[®] v údolí zájmové oblasti nezohledňovalo drobné terénní nerovnosti, bylo třeba tato data vhodně doplnit. Pro použití v této práci

byla získána výškopisná data, popisující situaci v těsné blízkosti vodního toku, která dodatečně poskytl Povodí Labe. Data Povodí vyžadovala obdobné úpravy, jako ZABAGED® od ČUZK. Pomocí ortofota, pozorování a SM5 byly opraveny zejména přerušené vrstevnice a polygony. Některé polygony tvořily v TINu bezdůvodně ve volném terénu „nahodilé malé hromady zeminy“. Po dokončení úprav a nezbytné kontrole souřadnicových a výškových systémů byly obě skupiny dat (upravený ZABAGED® a výškopisná data Povodí Labe) sjednoceny. Takto sjednocená data již dostatečně věrně popisovala zájmovou oblast.

Možnost porovnání TINů vytvořených z neupravených a upravených dat přináší obrázek 10. Horní část obrázku ukazuje TIN model, který byl vytvořen z výškopisu dat ZABAGED®. Vstupní data pro tento TIN byla pouze upravena postupem popsáním výše (opravené vrstevnice). Jak je z horní poloviny obrázku patrné, díky měřítku 1:10 000 ZABAGED® zcela zanedbává drobné terénní nerovnosti a překážky. V modelu zcela chybí železniční násep i koryto řeky.



Obrázek 10: Porovnání TINů z různých vstupních dat, zdroj: autor

Ve spodní polovině obrázku 10 již je TIN vytvořený sjednocením upravených dat ZABAGED[®] a upravených dat Povodí Labe. Data ZABAGED[®] pokrývají celou plochu správního území a data Povodí Labe dotváří detaily v údolní nivě Divoké Orlice protékající městem. Z obrázku je zcela patrný nejenom železniční násep s propustky, ale je zřetelná i prohlubeň koryta Divoké Orlice a dokonce i pěšina stoupající v úbočí kopce v prostřední části náhledu.

TIN model je ve své podstatě model založený na vzájemném spojení blízkých sousedních bodů. Díky tomu, že jsou v TINu body spojeny pomocí trojúhelníkové sítě, mohou se v modelu vyskytovat nepřesnosti, které by se v DMR rastrového typu nevyskytly [39].

Ačkoliv tato práce pro analýzy upřednostňuje DMR typu rastr před TIN modelem, byla TIN verze DMR využívána jako podklad pro vizualizaci výsledků.

5.3.2. Tvorba nových datových vrstev

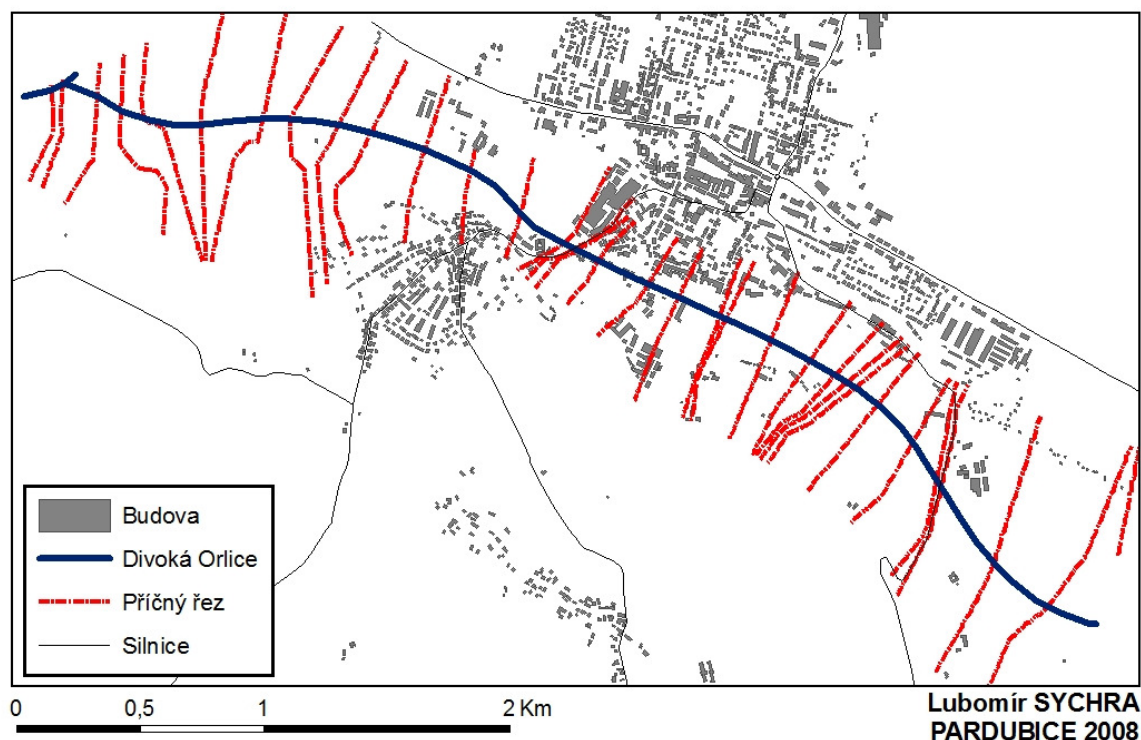
Pro prostorové analýzy bylo zapotřebí vytvořit nové datové vrstvy, případně stávající vrstvy upravit nebo doplnit.

Zcela nová data byla vytvořena pro potřebu vizualizace stávajících protipovodňových opatření na území města. Za pomoci ArcCatalogu 9.2 byly vytvořeny dvě nové vektorové vrstvy (obě uloženy do souboru typu shapefile). Pro ochranu objektů pomocí zvýšeného terénu nebyla vrstva vytvořena, neboť na místě nebylo možné jednoduše zaměřit výšku terénu a pro vizualizaci protipovodňových opatření tak nebyla využita. Do atributové tabulky první vrstvy (liniové) popisující úpravy koryta byl umístěn atribut „druh“, jehož textová hodnota určuje charakter provedené úpravy. Obdobně byl v atributové tabulce druhé (polygonové) vrstvy popisující retenční prostory vytvořen atribut „typ“, který pomocí textové hodnoty určoval typ konkrétní retenční plochy. Podle fotodokumentace a nákresů z pozorování v terénu byly posléze v ArcMap 9.2 v editačním módu nad SM5 úpravy koryta a retenční plochy do vrstev zakresleny.

Pro analýzy hloubek vody v zatopených prostorách byly vytvořeny nové vrstvy nadmořské výšky záplavových rozlivů. Státní podnik Povodí Labe poskytl zaměřené nadmořské výšky povodní Q1 - Q100 v příčných řezech korytem řeky

Divoké Orlice. Mapku umístění zakreslených příčných řezů v zájmovém území zobrazuje obrázek 11.

ROZMÍSTĚNÍ PŘÍČNÝCH ŘEZŮ DIVOKÉ ORLICE NA ÚZEMÍ MĚSTA KOSTELEČ N.ORL. situace v roce 2008



Obrázek 11: Rozložení příčných řezů v zájmovém území, zdroj: autor

Příčný řez tvoří okótovaný výkres koryta řeky „v řezu“. Tyto řezy jsou od sebe vzdáleny po určitých intervalech, případně dle potřeby (například soutoky). Tabulka s hodnotami pro příčné řezy je umístěna v příloze 1.

Vrstva příčných řezů byla nejdříve pomocí funkce „Intersect“ oříznuta pouze na rozlohu zájmového území. V ArcCatalogu byla vytvořena nová vrstva, určená k popisu výšky hladiny záplavy Q20 v příčných profilech. Do atributové tabulky vrstvy byl zařazen atribut „elevation“ do kterého byla později v ArcMap v módu editace pro každý příčný řez zanesena informace o nadmořské výšce hladiny pro záplavu Q20. Analogickým postupem byla vytvořena datová vrstva s výškou hladiny v příčných profilech i pro další sledovanou záplavu Q100.

Analýzy hloubek vody dále vyžadovaly tvorbu vrstev reliéfu dna zaplavených oblastí při Q20 a Q100. Jako podklady pro tyto analýzy byl připraven výškopis dna, který byl získán z již připravených dat pro DMR. Tato vektorová data

se pomocí funkce „Intersect“ vždy ořízla pouze na oblast pod zkoumanou záplavou. V případě Q20 se tedy výškopis ořezával podle polygonu ohraničujícího záplavovou oblast Q20. Stejným postupem byl získán reliéf dna i pro záplavovou oblast Q100.

5.4. Povodňové situace v záplavových oblastech

Pro názornější popis povodňových situací je řeka na území města rozdělena na tři části. Toto dělení, využitě i v některých dalších analýzách v rámci této práce, označuje jednotlivé úseky takto:

- *Vtok do města* – říční a přilehlý prostor v úseku od vstupu řeky na katastrální území města po splav, situovaný u městského koupaliště.
- *Průtok městem* – oblast řeky mezi splavem a silničním mostem silnice II/316. Z hlediska městské zástavby se jedná o nejvíce osídlenou a využitou oblast.
- *Odtok z města* – část řeky od silničního mostu silnice II/316 k místu, kde řeka Divoká Orlice opouští katastrální území města.

5.4.1. Stávající protipovodňová opatření na území města

Pro vizualizaci stávajících protipovodňových opatření byla použita tato vstupní data:

- *úpravy koryta* – liniový shapefile, zdroj autor,
- *retenční plochy* – polygonový shapefile, zdroj autor,
- *SM5* – rastrová podkladová mapa, zdroj ČUZK.

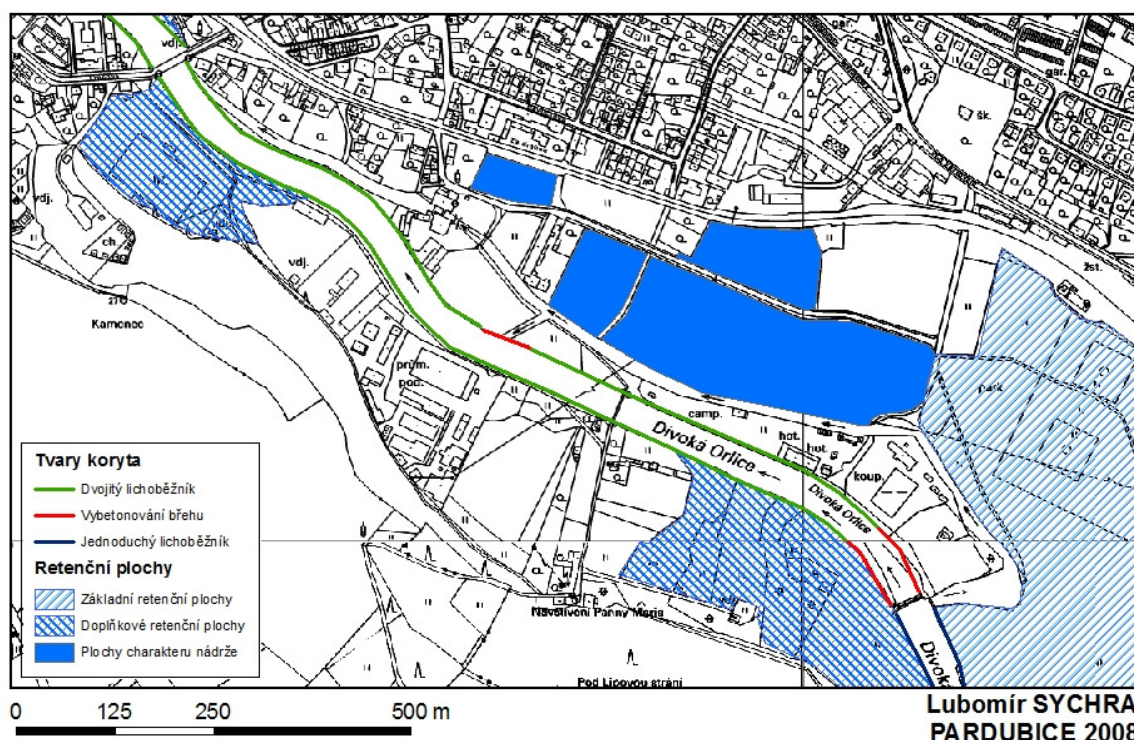
Po průzkumu oblasti pozorováním lze stávající protipovodňová opatření na území města rozdělit na:

- *Ochrana objektů pomocí zvýšeného terénu* – ochrana objektů v Kostelci nad Orlicí na území ohroženém záplavami je realizována jejich vybudováním na (většinou uměle) vyvýšeném místě. Pomocí zvýšení terénu je chráněno městské koupaliště, nebo ČOV Kostelec nad Orlicí.

- *Retenční prostory* – na území města lze spatřit místa primárně určené jako retenční prostory a retenční prostory doplňkové. Primární retenční prostory jsou vybudovány jako soustava vzájemně propojených nádrží, které mimo povodeň nejsou zaplaveny vodou. Doplňkové retenční prostory jsou oblasti, které jsou položeny výše než primární retenční prostory, nemají charakter nádrže a k jejich zaplavení dochází při vyšším SPA.
- *Úpravy koryta* – koryto Divoké Orlice v prostoru města upraveno do vhodných tvarů, které jsou na některých místech doplněny zpevněnými (betonovanými) břehy.

V úseku průtoku řeky městem znázorňuje protipovodňová opatření obrázek 12. Příloha 2 pak zobrazuje celkovou situaci v oblasti města.

PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ V KOSTELCI NAD ORLICÍ situace na úseku průtoku Divoké Orlice městem



Obrázek 12: Protipovodňová opatření v úseku průtoku řeky městem, zdroj: autor

V části průtoku městem, kde se řeka nejvíce přimyká městské zástavbě, je v řezu koryto realizováno ve tvaru dvojitého lichoběžníku. V spodní oblast splavu je kompletně vybetonována po obou březích, v délce cca 110 m. V této části jsou

dále situovány retenční prostory s koncepcí vzájemně spojených nádrží. V době mimo povodeň je jejich dno obhospodařováno jako zemědělská půda. Z dvojice doplňkových retenčních ploch, sloužící pro rozliv vody při vyšších Q, má první (výše po proudu) charakter louky a odpočinkové oblasti. Druhý doplňkový retenční prostor (níže po proudu) slouží za normálních okolností jako softbalové hřiště.

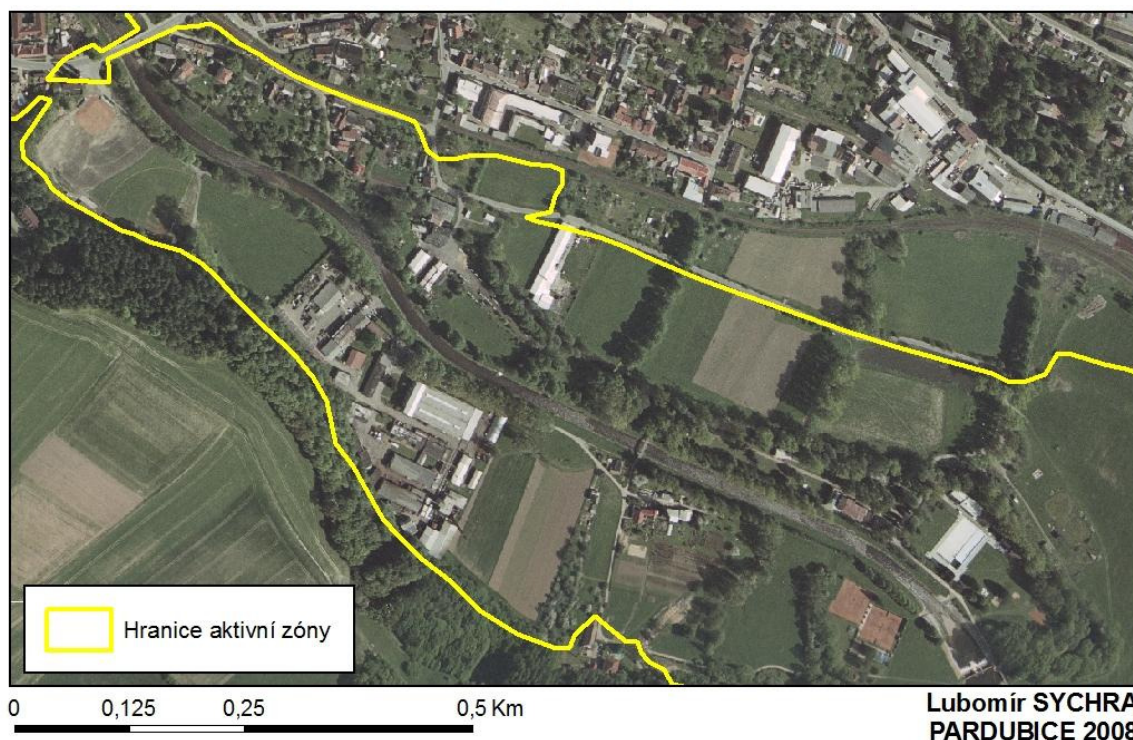
5.4.2. Aktivní zóna

Pro vizualizaci stávajících protipovodňových opatření byla použita tato vstupní data:

- *aktivní zóny* – liniový shapefile, zdroj Povodí Labe,
- *ortofoto* – rastrový podklad, zdroj ČUZK.

Ačkoliv jsou v aktivní zóně omezeny stavební činnosti (viz kap. 2.2.1.), je na obrázku 13, který zobrazuje aktivní zónu v úseku průtoku řeky městem, průmyslová i obytná zástavba.

AKTIVNÍ ZÓNA V ÚSEKU PRŮTOKU ŘEKY MĚSTEM KOSTELEC NAD ORLICÍ situace v roce 2008



Obrázek 13: Aktivní zóna v úseku průtoku řeky městem, zdroj: autor

V pravém dolním rohu obrázku 13 lze vidět na levém břehu tenisové kurty a mezi nimi a rozsáhlým průmyslovým areálem firmy Rojek a.s. drobnou obytnou zástavbu. Konkrétně se jedná o tři rodinné domy. Na straně pravého břehu v pravém dolním rohu je v aktivní zóně městské koupaliště. Vedle plovárny je vystavěn hotel U Splavu a sezónní Autokemp Orlice, obojí v soukromých rukou. Ve větší vzdálenosti po proudu jsou v aktivní zóně dva průmyslově orientované subjekty: výroba pián a MVE, využívající vodní náhon. V levém horním rohu obrázku na pravém břehu již v aktivní zóně existuje hustá obytná zástavba. V zástavbě je 15 rodinných domů a několik objektů typu stodoly, kůlny či stáje. Prostor aktivní zóny na celém území města popisuje příloha 3.

5.4.3. Záplavové území Q5

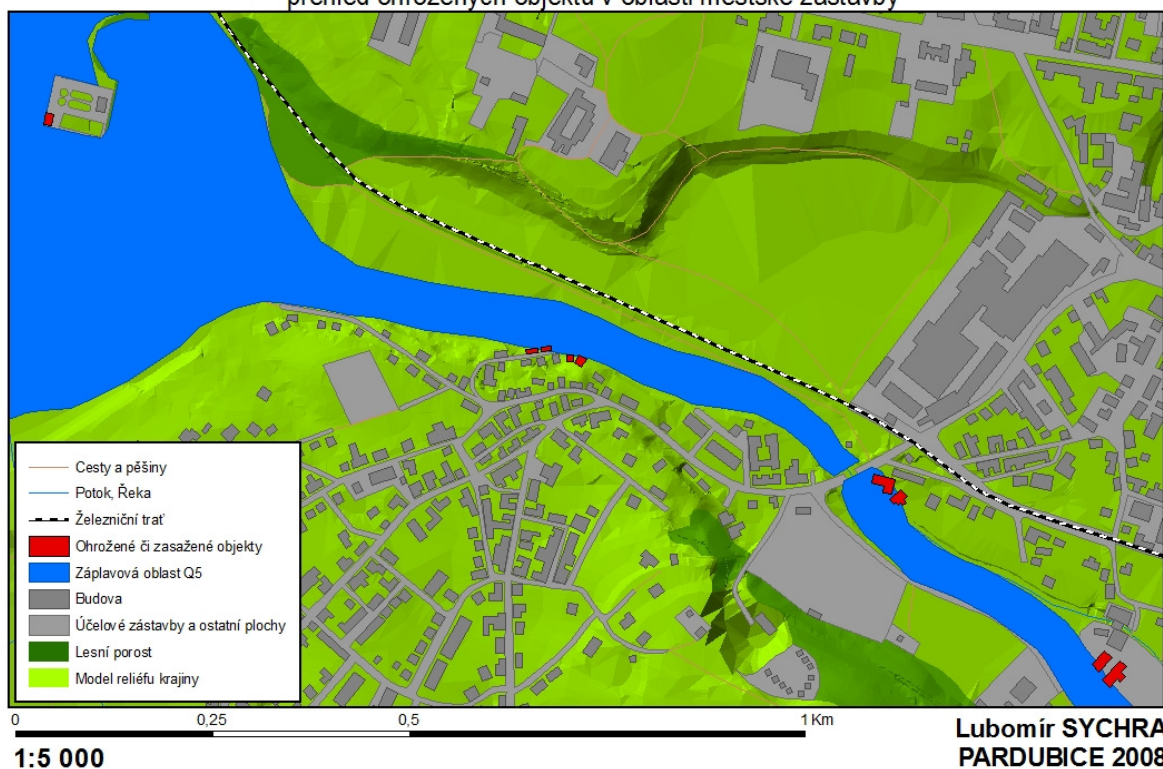
Pro vizualizaci záplavového území o velikosti Q5 byla využita následující vstupní data:

- *upravený polohopis dat ZABAGED[®]* – liniové, polygonové a bodové shapefile, zdroj ČUZK,
- *záplavová území Q5* – polygonový shapefile, zdroj PLA,
- *TIN model reliéfu z upravených sjednocených dat* – zdroj ČUZK a PLA.

Záplavová oblast Q5 je v prostoru města poměrně malá, díky rozlivovým plochám nad (pod) městem a zejména díky korytu upraveném v profilu dvojitého lichoběžníku. Upravené koryto řeky sice zrychluje proud rozvodněné řeky, ale při povodňových situacích nižších než Q5 (včetně) dobře chrání město.

Obrázek 14 zobrazuje objekty, které jsou při Q5 v ohrožení. V oblasti průmyslu se jedná o dvojici průmyslových objektů v areálu firmy Ledvína (dřevovýroba), viditelnou v pravém dolním rohu a garáže v prostoru objektu ČOV (ve správě AQUA servisu Rychnov nad Kněžnou). Z bytové zástavby jsou ohroženy dva rodinné domy v blízkosti mostu silnice II/316 a dvojice rodinných domů s přílehlými hospodářskými objekty níže po proudu. Většina objektů je povodní zasažena zejména ve sklepních prostorách (pouze rodinné domy), neboť jejich nadzemní části Q5 významně neohrožuje.

ZÁPLAVOVÁ OBLAST Q5 DIVOKÉ ORLICE NA ÚZEMÍ MĚSTA KOSTELEČ N.ORL. přehled ohrožených objektů v oblasti městské zástavby



Obrázek 14: Ohrožené objekty při Q5 za použití záplavového území PLA, zdroj: autor

Obrázek číslo 14 i příloha 4 ukazují, že na území města nedochází k zatopení ulic ani jiných komunikací. Z tohoto důvodu nebyla prováděna analýza hloubky zatopené oblasti, neboť pro případné evakuace a kontroly stavu vody lze využít veškerých zpevněných cest.

5.4.4. Záplavové území Q20

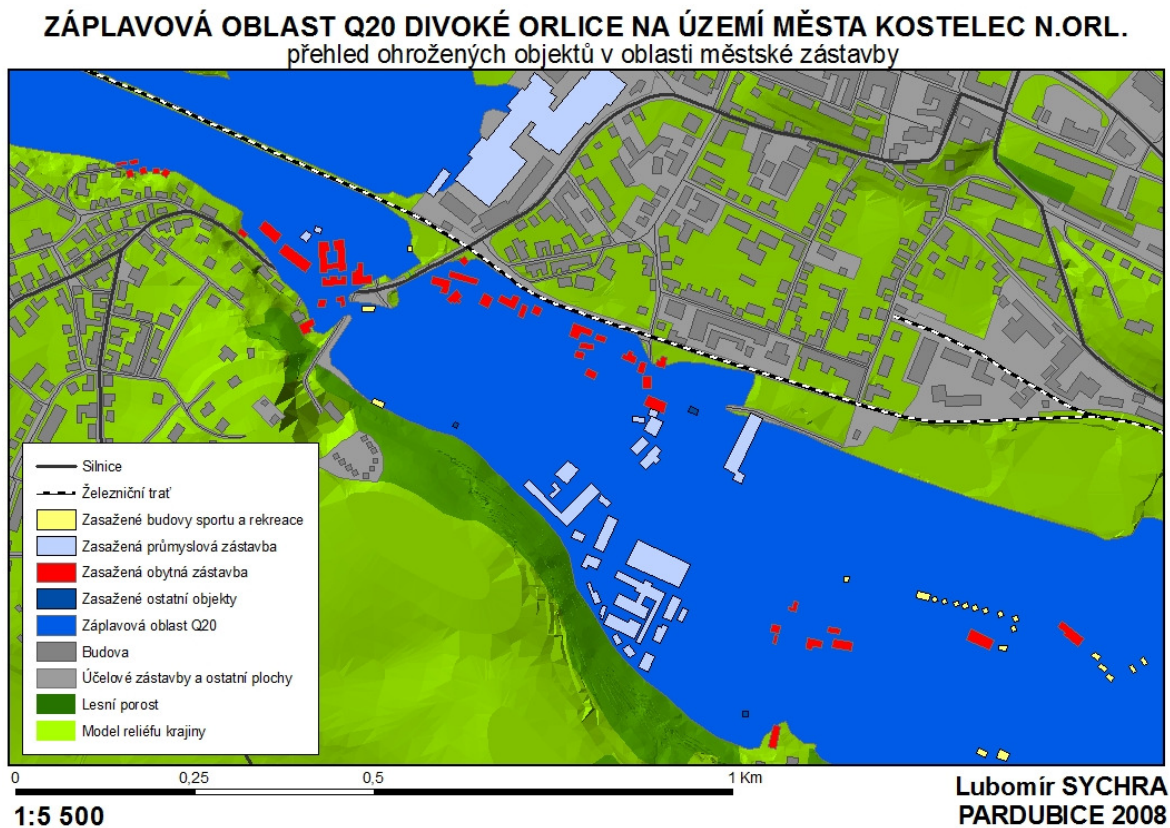
Pro prostorovou analýzu a vizualizaci záplavového území o velikosti Q20 byla využita následující vstupní data:

- *upravený polohopis dat ZABAGED®* – vektorové shapefile, zdroj ČUZK,
- *záplavová území Q20* – polygonový shapefile, zdroj PLA,
- *DMR TIN z upravených sjednocených dat* – zdroj ČUZK a PLA,
- *příčné řezy korytem řeky* – liniový shapefile – zdroj PLA,
- *vrstevnice pro záplavovou oblast* – upravené z vrstevnic pro DMR.

Jako objekty pro rozšířenou vizualizaci prostorové analýzy Q20 byly na základě úprav, případně použitím dostupných dat vytvořeny tyto nové vstupní prvky:

- *rastrový model reliéfu dna zatopené oblasti,*
- *rastrový model reliéfu hladiny záplavy zatopené oblasti,*
- *mapa hloubek zaplavené oblasti Q20,*
- *mapa částečně průjezdných komunikací využitelných pro evakuaci.*

Záplavová oblast Q20 vizualizovaná pro centrum města na obrázku 15 vznikla promítnutím shapefilu záplavového území od Povodí Labe na TIN model reliéfu. Celkovou situaci na území města popisuje příloha 5. Oproti Q5, kdy řeka v oblasti městské zástavby takřka nevystoupila z koryta, je již zasažených objektů při Q20 více. Na základě pozorování v zájmové oblasti byly pro centrum města pomocí funkce „select“ vytvořeny kategorie zasažených objektů.



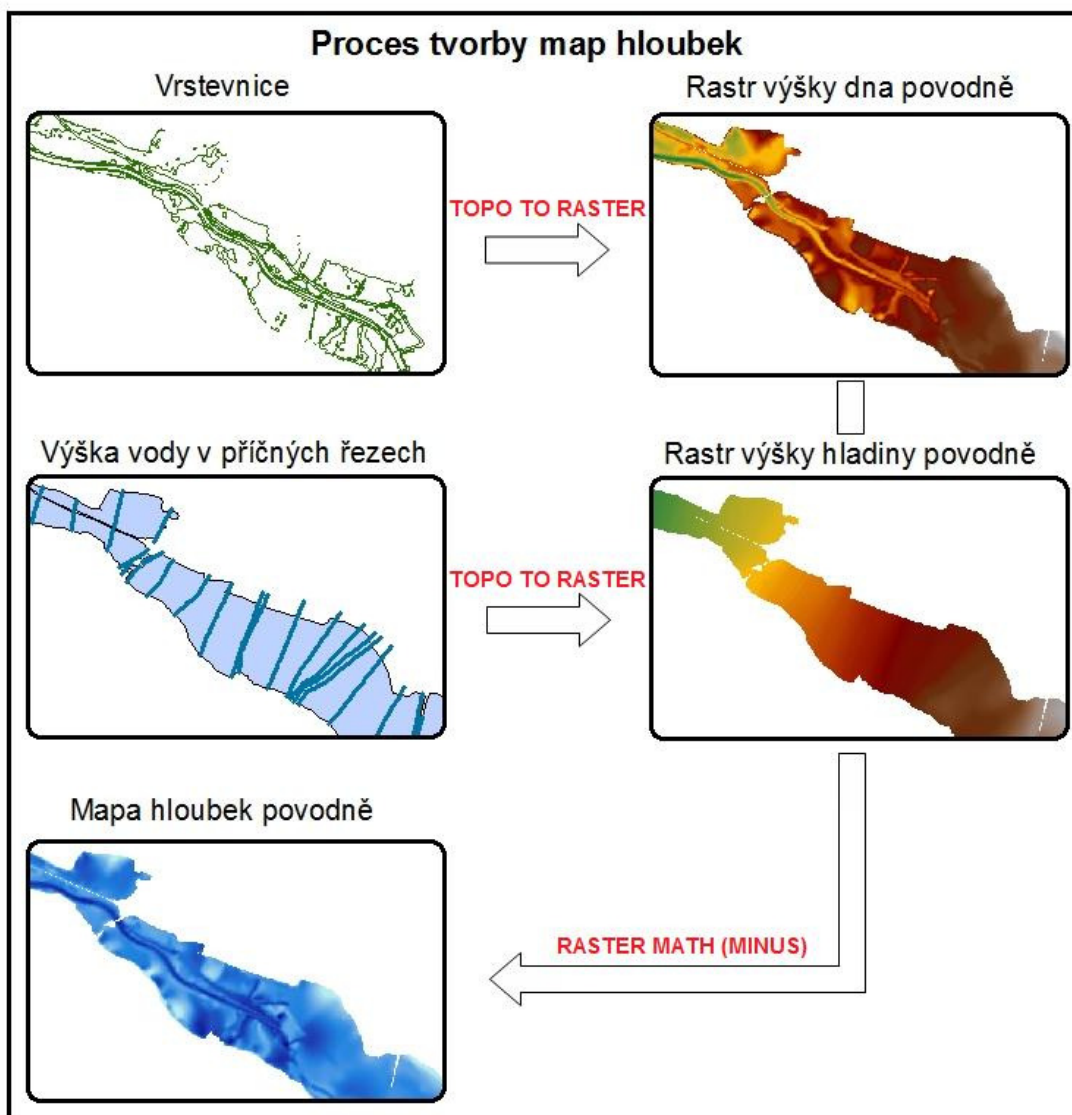
Obrázek 15: Ohrožené objekty při Q20 za použití záplavového území PLA, zdroj: autor

Nejvíce ohrožených objektů je v kategorii obytných budov. V levém horním rohu je ohrožen shluk rodinných domů s přílehlými hospodářskými objekty. Jejich počet oproti Q5 vzrostl o dva. Největší skupina obyvatel ohrožená Q20, žije v zástavbě oblasti ulice Frošova vlevo od mostu silnice II/316. Jedná se o dva velké panelové domy, rozlehlější areál pečovatelské služby a pět rodinných domů. Nejvíce početnou (podle počtu stavení) skupinou obytných budov které jsou ohroženy Q20, tvoří domy v ulici Za Drahou, na mapě situované v blízkosti železniční trati. V pravém dolním rohu mapky jsou dvě obytná stavení u městského koupaliště (správce) a Autokempu Orlice (hotel U Splavu). Poslední drobný shluk budov ohrožených záplavou je v prostoru u Lávky míru, nalevo pod Autokempem Orlice.

V zasažené oblasti se vyskytují velké i menší průmyslové areály. Nad tratí je drobně zasažený areál firmy Federal Mogul. Ve střední části mapy vlevo v zasažené oblasti je zcela zatopený komplex osmnácti budov firmy Rojek. V prostoru nad fy Rojek je zasažený shluk pěti staveb dřevovýroby Ledvina a MVE. Napravo od tohoto shluku je poslední zasažený průmyslový objekt – firma Cabinet (výroba pián). V příloze 5 je mimo centrum vidět také postižený prostor firmy Hlaváček u železniční trati, při pravém okraji mapy.

Další zasažené stavby již spadají do kategorie cestovního ruchu a sportu. Jedná se zejména o areál městského koupaliště, autokempu a tenisových kurtů (vše v pravém spodním rohu mapky) a dále o softbalové hřiště v blízkosti mostu silnice II/316. Zbytek staveb v této kategorii je charakteru informačních tabulí, altánků pro odpočinek a podobně.

Pro podrobnější průzkum povodňového nebezpečí byla provedena analýza hloubky vody v zatopené oblasti. Proces její tvorby zobrazuje obrázek 16.

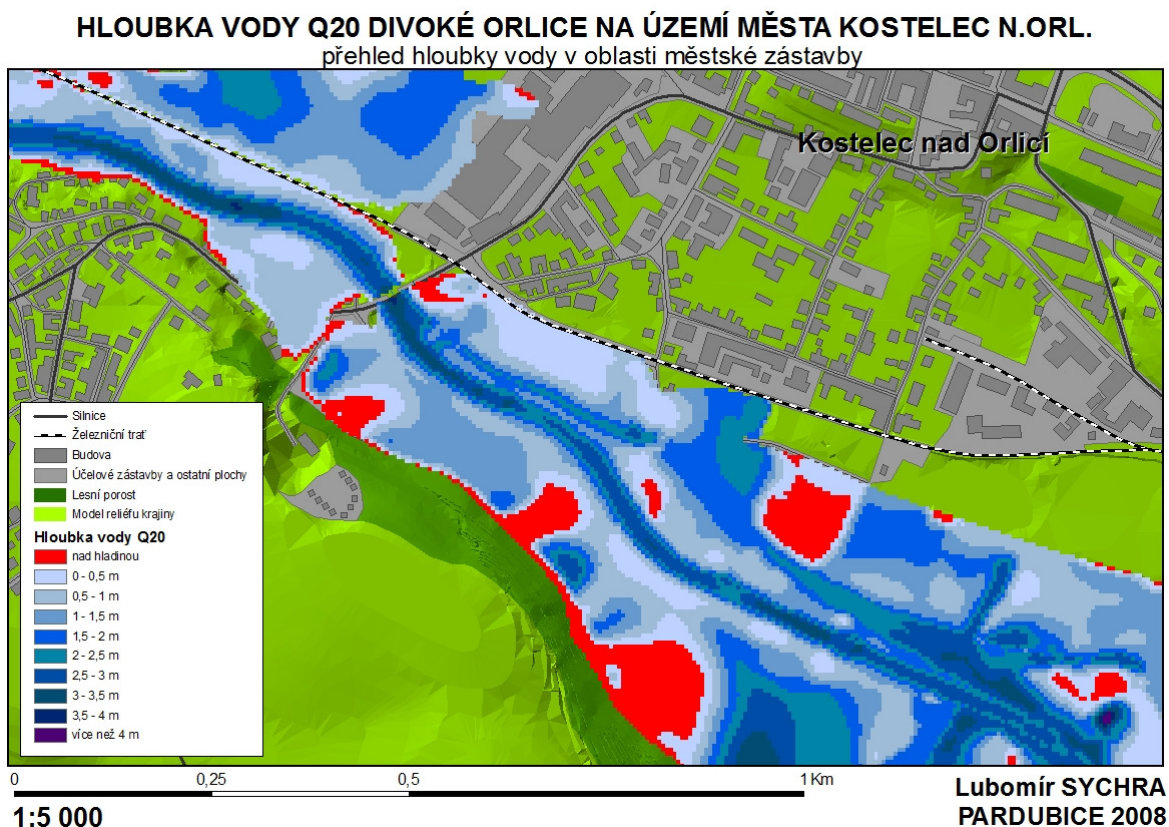


Obrázek 16: Schéma procesu tvorby map hloubky, zdroj: autor

Možností tvorby rastru hloubek vody existuje samozřejmě více. Lze například vytvořit DMR typu TIN, pomocí nástroje „TIN to raster“ jej převést na rastr a ten odečíst od rastru výšky záplavy, vytvořeného obdobným způsobem. Tato metoda však nemusí být (a ve většině případů také není) hydrologicky korektní. Z tohoto důvodu je vhodné použít funkci „Topo to raster“, která zohledňuje hydrologická hlediska terénu.

Jak ilustruje obrázek 16, nejprve byl ze vstupní vrstvy vrstevnic pro záplavovou oblast pomocí funkce „Topo to raster“ vytvořen rastr reliéfu dna pod zaplavenou oblastí. Poté byl z vrstvy příčných řezů a vrstvy záplavové oblasti Q20 stejným nástrojem vytvořen rastr popisující nadmořské výšky hladiny v zaplavené

oblasti. Tyto dvě rastrové vrstvy dat se použitím mapové algebry (Raster map) odečetly. Odečtením nadmořské výšky dna zaplavené oblasti od nadmořské výšky hladiny záplavy byla získána výsledná rastrová mapa hloubky vody. Tuto výslednou mapu hloubky vody pro záplavu Q20 zobrazuje obrázek 17 pro centrum a příloha 6 pro celkové území města.

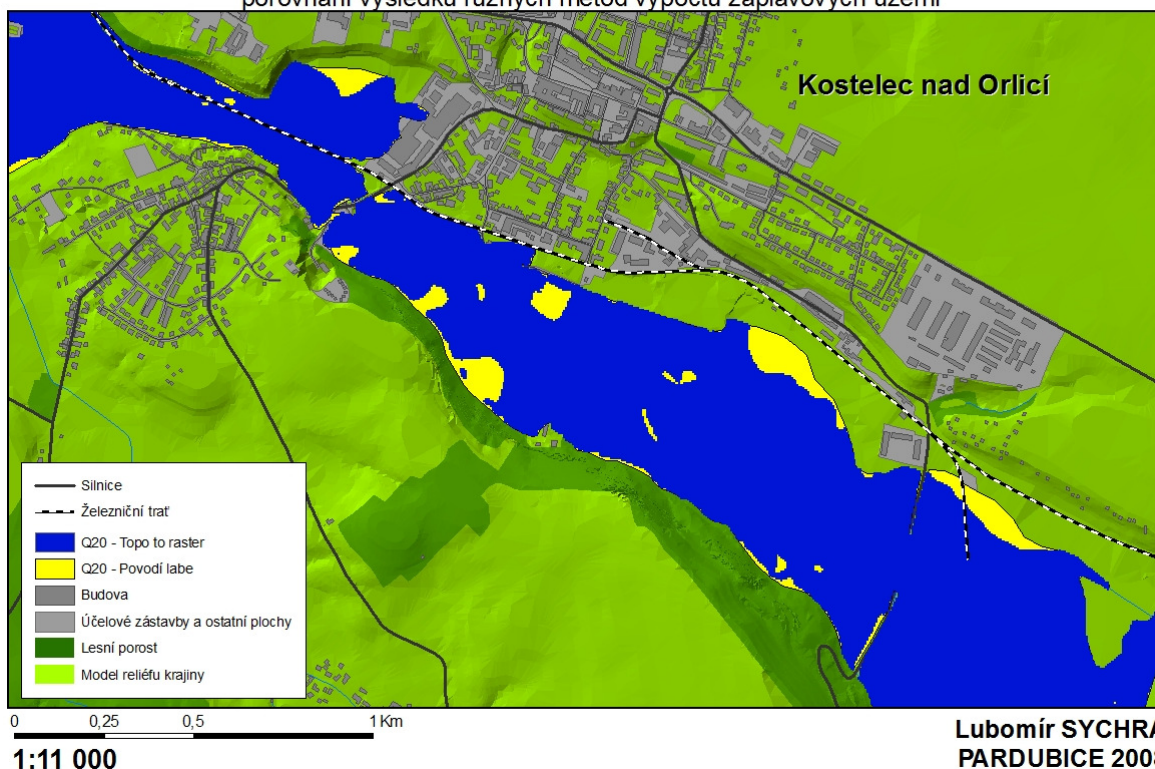


Obrázek 17: Mapa hloubky vody v centru města při záplavě Q20, zdroj: autor

Červené oblasti v mapě hloubky na obrázku 17 představují místa, která nejsou zaplavena vodou. Jedná se o rozdíl mezi záplavovou oblastí Q20 vypočítanou Povodím Labe a záplavovou oblastí vypočítanou v této práci za pomoci funkce „Topo to raster“. Z hlediska rozdílu mezi DMR, nad kterými byly obě záplavové oblasti vypočítány, se jedná o pochopitelný výsledek. Zatím co původní záplavová zóna Povodí Labe byla určena jako průsečík DMR (měřítko 1:10 000) s hladinou záplavy vypočítané matematickým modelováním nerovnoměrného proudění nad DMR, byla záplavová zóna v této práci sice vypočítána nad podrobnějšími daty pro DMR (měřítko 1:5 000), ale bez zohlednění proudění vody. Proto bylo využito záplavové čáry Povodí Labe (které

proudění zohledňuje) nad podrobnějším DMR, čímž došlo k jejímu zpřesnění pro zvolenou zájmovou oblast. Rozdíly mezi původní a zpřesněnou záplavovou oblastí jsou zobrazeny na obrázku 18.

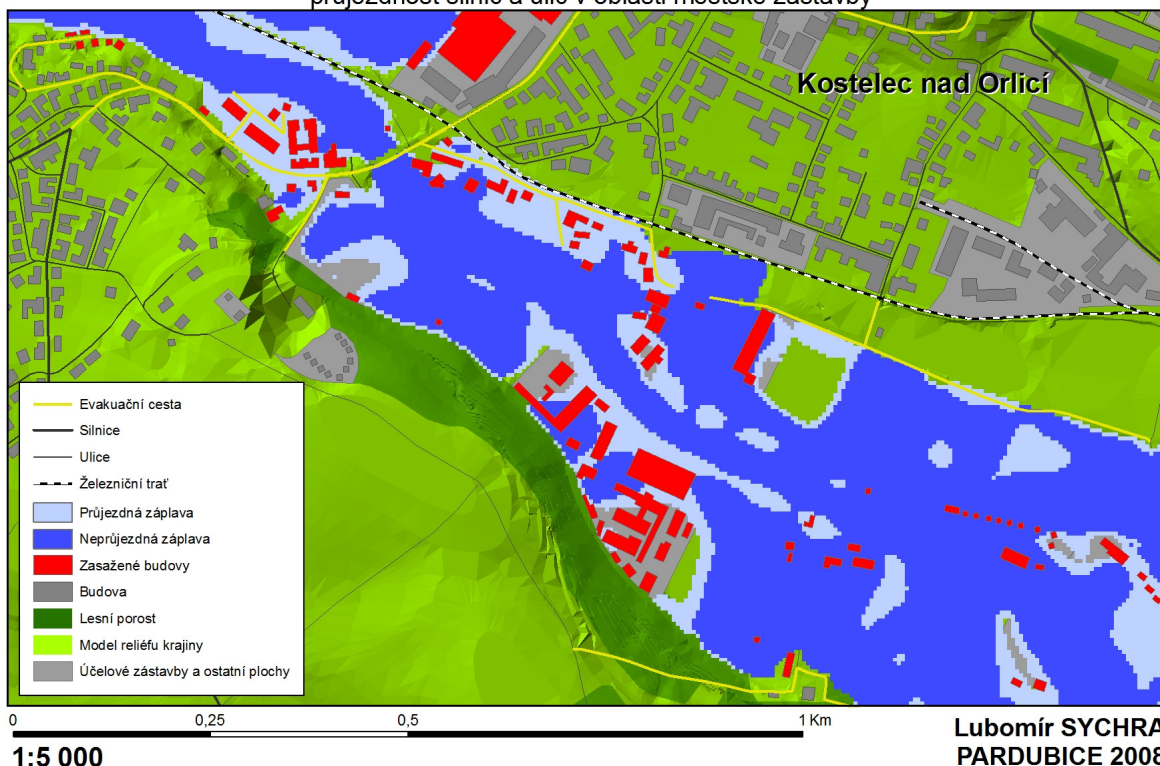
ZÁPLAVOVÁ ÚZEMÍ Q20 DIVOKÉ ORLICE NA ÚZEMÍ MĚSTA KOSTELEC N.ORL.
porovnání výsledků různých metod výpočtu záplavových území



Obrázek 18: Porovnání původní a zpřesněné záplavové oblasti Q20, zdroj: autor

Pro další analýzy (Q100, průjezdnosti aj.) byla využívána zpřesněná záplavová oblast vypočítaná pomocí „Topo to raster“. Tato záplavová oblast byla využita i pro tvorbu mapy průjezdnosti zaplavených komunikací. Při tvorbě této mapy byla východiskem skutečnost, že pro evakuaci obyvatel jsou využita vozidla Tatra, která jsou velmi rozšířená v hasičských sborech ČR. Maximální brodivost těchto automobilů je 800 mm. Rastrová mapa hloubek vody byla proto přerozdělena do intervalu 0 - 0,8 m (průjezdné zaplavené komunikace) a více než 0,8 m (nepřůjezdné zaplavené komunikace). Takto upravená rastrová vrstva hloubek byla překryta vrstvou komunikací (vzniklé sloučením ulic, silnic a cest). Pomocí funkce „select“ pak byly z této vrstvy komunikací vybrány ty, které lze za pomoci hasičské techniky, či pomoci jiného způsobu využít jako evakuační cesty. Mapu těchto evakuačních cest ukazuje obrázek 19.

PRŮJEZDNOST KOMUNIKACÍ V KOSTELCI N.ORL. PŘI ZÁPLAVĚ Q20 průjezdnost silnic a ulic v oblasti městské zástavby



Obrázek 19: Průjezdnost komunikací při Q20, zdroj: autor

Z mapky průjezdnosti komunikací uvedené na obrázku 19 vyplývá, že objekty které se nezdaří evakuovat jinak než pomocí člunu, jsou v oblasti pravého dolního rohu (koupaliště, hotel U Splavu, objekty u Lávky míru). Areál firmy Rojek lze evakuovat bez pomoci vozidel a techniky díky přilehlému svahu. Výše položený dvůr dokonce zůstane nad hladinou záplavy. Evakuace ostatní objektů je možná za pomoci hasičského vozidla s využitím zaplavené komunikace. Takto je možné evakuovat všechny objekty, kromě několika obytných a průmyslových budov v ulici Za drahou (v blízkosti železniční trati). Jak ukazuje příloha 7, nelze pomocí vozidel evakuovat domy v oblasti Podhorního mlýna (v pravém dolním rohu mapky).

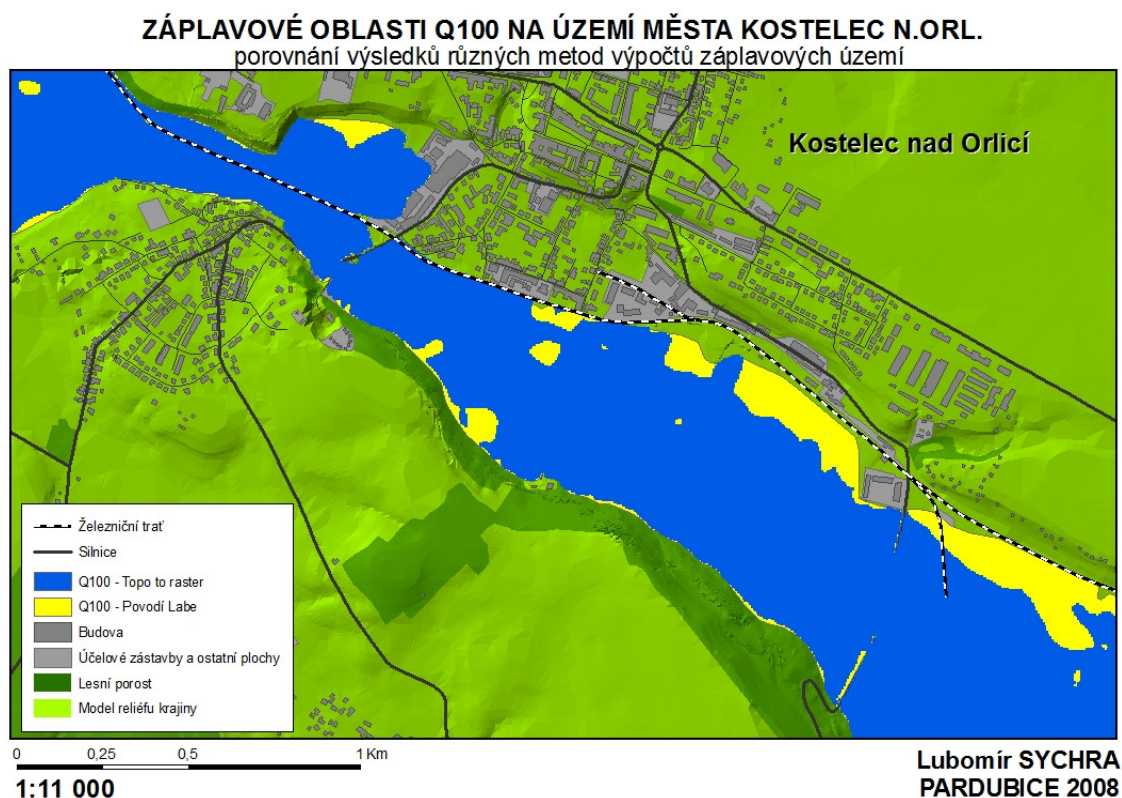
5.4.5. Záplavové území Q100

Pro prostorovou analýzu a vizualizaci záplavového území o velikosti Q100 byla využita následující vstupní data:

- *upravený polohopis dat ZABAGED®* – vektorové shapefilly, zdroj ČUZK,

- *záplavová území Q100* – polygonový shapefile, zdroj PLA,
- *DMR typu TIN z upravených sjednocených dat* – zdroj ČUZK a PLA,
- *příčné řezy korytem řeky* – liniový shapefile – zdroj PLA,
- *vrstevnice pro záplavovou oblast* – upravené z vrstevnic pro DMR.

Pro rozšířenou vizualizaci prostorové analýzy záplavy Q100 byly vytvořeny nové prvky, analogickým postupem jako při analýzách povodně Q20. Porovnání záplavové oblasti Povodí Labe a zpřesněné záplavové oblasti vytvořené pomocí „Topo to raster“ ukazuje mapa na obrázku 20.

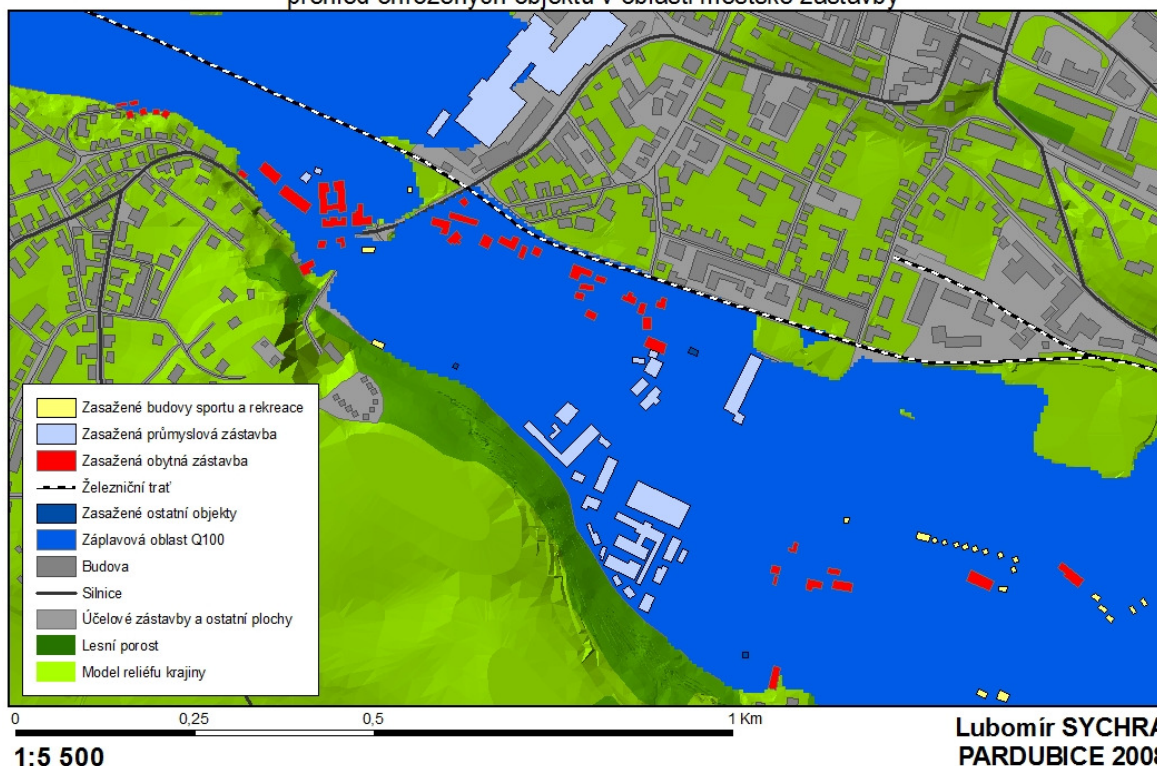


Obrázek 20: Porovnání původní a zpřesněné záplavové oblasti Q100, zdroj: autor

Záplavová oblast Q100 vizualizovaná pro centrum města na obrázku 21 vznikla promítnutím rastru zpřesněného záplavového území od Povodí Labe na TIN model reliéfu. Postup tvorby zpřesněné záplavové oblasti je analogický jako při tvorbě záplavového území Q20. Celkovou situaci při záplavě Q100 na území města popisuje příloha 8.

Ačkoliv při porovnání záplavových oblastí Q20 a Q100 (obrázky 15 a 21) lze dojít k závěru, že počet ohrožených objektů je shodný, jsou tyto objekty při záplavě Q100 zasaženy s vyšší intenzitou. Tuto skutečnost dobře ilustruje areál firmy Federal Mogul (ve střední horní části mapky), který byl při Q20 zasažen pouze drobně, zatímco záplava Q100 se nachází na polovině plochy areálu. Také firma Rojek je postižena nepoměrně více než při Q20. Její areál je při Q100 zcela zaplaven. V příloze 8 je mimo centrum vidět postižený prostor firmy Hlaváček u železniční trati, při pravém okraji mapy. Železniční trať je díky zvýšenému náspu při Q20 i při Q100 průjezdná s případným omezením rychlosti podle stupně podmáčení železničního tělesa.

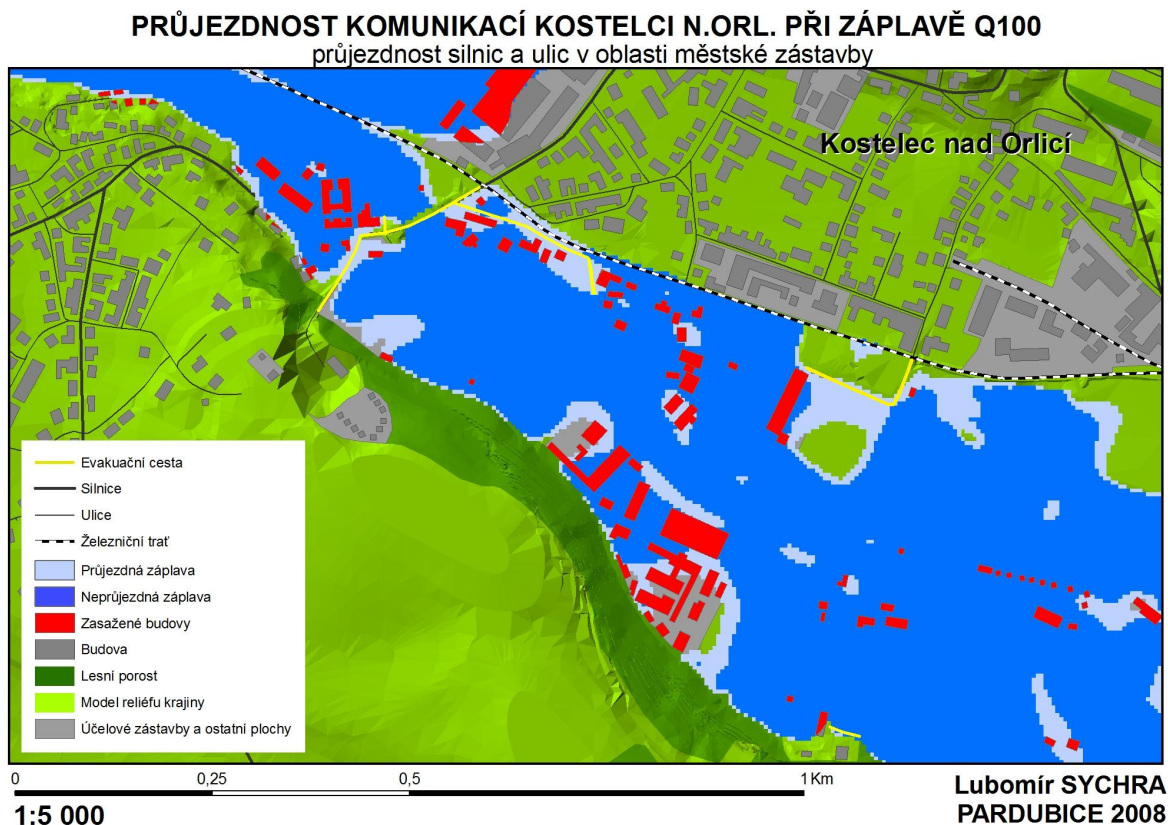
ZÁPLAVOVÁ OBLAST Q100 DIVOKÉ ORLICE NA ÚZEMÍ MĚSTA KOSTELECE N. ORL.
přehled ohrožených objektů v oblasti městské zástavby



Obrázek 21: Ohrožené či zasažené objekty povodní Q100, zdroj: autor

Kromě rozdílu v intenzitě povodně a výšce hladin vody v zatopené oblasti, jsou rozdíly v Q20 a Q100 zřejmé i v oblasti evakuačních cest. Jak ukazuje mapka na obrázku 22, dochází při Q100 oproti Q20 k významnému omezení evakuačních cest. Nejpodstatnějším omezením je neprůjezdná silnice II/316. Neprůjezdné místo se nachází přímo za mostem přes Orlici, v blízkosti panelových domů

a areálu pečovatelské služby. Tím se významně komplikuje případná evakuace této oblasti. Ke zkrácení evakuační cesty došlo také v blízkosti železniční trati v prostoru ulice Za Drahou, kde je nutné použít pro evakuaci obyvatel některých objektů člun. Doplňující mapu hloubek vody při Q100, ukazuje příloha 9.



Obrázek 22: Průjezdnost komunikací při Q100, zdroj: autor

Shrnutí dopadů jednotlivých N-letých povodní

Počet zasažených a ohrožených objektů na celém území města při Q5 - Q100 zobrazuje tabulka 7.

Tabulka 7 Počet ohrožených objektů na celém území města při Q5 – Q100, zdroj: autor

N-letá povodeň	Typ objektu		
	Obytné budovy	Průmyslové budovy (areály)	Ostatní
Q5	6	3 (1)	0
Q20	46	30 (5)	20
Q100	46	35 (5)	22

5.4.6. Historická povodeň

Pro vizualizaci záplavového území historické povodně byla použita tato vstupní data:

- *historické povodně* – liniový shapefile, zdroj Povodí Labe,
- *ortofoto* – rastrový podklad, zdroj ČUZK.

Mapa záplavy historické povodně podává doplňující informace pro zájmové území v katastru Kostelce nad Orlicí. Na obrázku 23 je zobrazeno její záplavové území, zde dne 18. 7. 1997 kdy povodeň kulminovala.

HISTORICKÁ POVODĚŇ V KOSTELCI NAD ORLICÍ DNE 18.7.1997
přehled celkové situace na území města



Obrázek 23: Záplavová oblast historické povodně, zdroj: autor

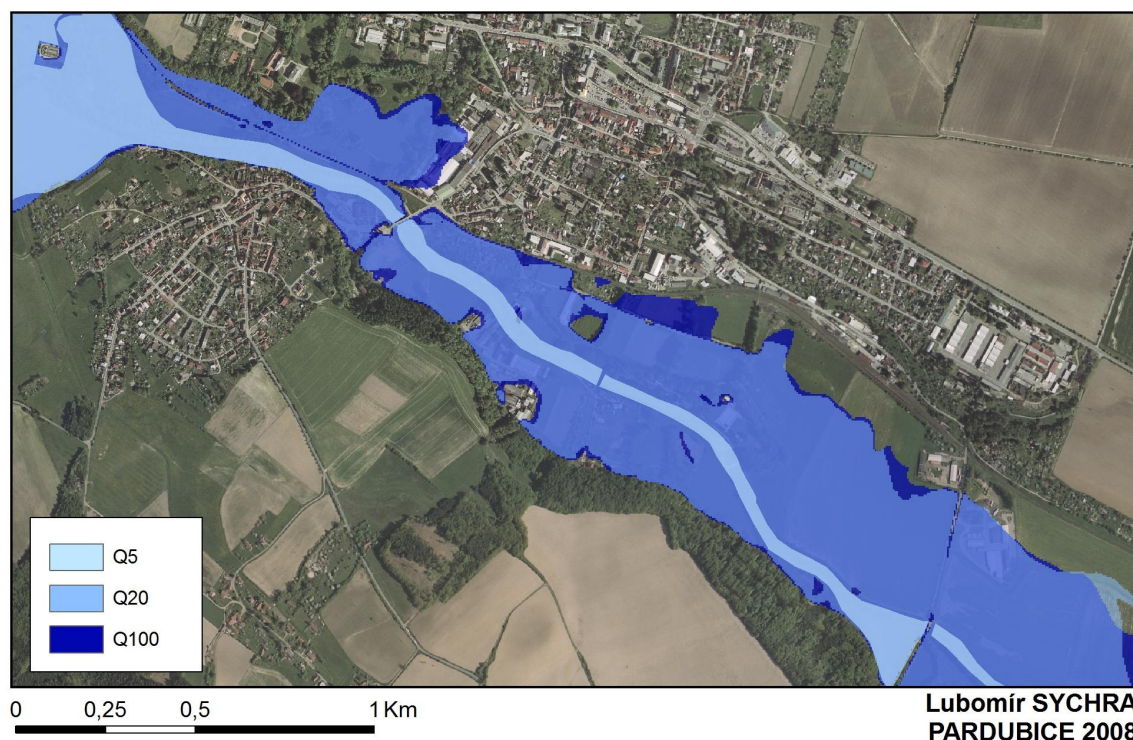
Záplavová oblast byla získána šetřením při povodni a analýzou leteckých snímků. Měřítko zpracování povodně je 1:10 000 [33]. Příloha 10 zobrazuje porovnání záplavové oblasti historické povodně a vypočítaných záplavových oblastí Q20 a Q100.

5.5. Přínosy prostorových analýz pro krizové řízení

5.5.1. Úpravy a analýzy v záplavových územích

Prostorové analýzy prováděné pro menší zájmové území v podrobnějším měřítku přináší zpřesnění cílových výstupů. Jak ukazuje postup v kapitole 5.4.4, lze při použití DMR, zpracovaného v měřítku 1:5 000 zpřesnit hranice záplavového území, původně vypočítaného nad DMR měřítku 1:10 000. Zpřesněné záplavové zóny ukazuje obrázek 24.

POROVNÁNÍ ZÁPLAVOVÝCH OBLASTÍ V KOSTELCI NAD ORLICÍ přehled celkové situace na území města



Obrázek 24: Záplavová území vypočítaná nad DMR z dat měřítku 1:5 000, zdroj: autor

Na základě takto zpřesněných, ale zároveň ověřených záplavových území, lze upravit plány a postupy evakuace, hodnocení povodňových rizik a další prvky související s povodňovými stavy.

Pro ověření přesnosti takto upravených záplavových zón je možno využít například software HEC-RAS (<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>). Tento produkt slouží k hydraulickým výpočtům ustáleného i neustáleného proudění vody v korytech. Software je volně přístupný, ovšem ke korektním

výpočtů jsou nutná patřičná data (kótované příčné profily), jejichž zaměření je poměrně nákladné [13].

Zřejmě finančně nejzajímavější alternativou je tak v této oblasti spolupráce s Povodí Labe, které již daty z příčných řezů disponuje. S nepoměrně nižšími náklady oproti vlastnímu měření by tak bylo možné získat model proudění vody pro zájmovou oblast.

Nad zpřesněnými záplavovými oblastmi pak lze provádět řadu analýz přínosných pro krizové řízení. Analýza hloubky vody, ze které vychází analýza průjezdnosti komunikací, byla zpracována v této práci. S dostatečně podrobnými a korektními datovými podklady lze provádět i sofistikovanější analýzy. Mezi tato šetření mohou patřit například studie odtokových poměrů, výpočtové analýzy (výpočty objemů vody v zatopených oblastech), nebo analýzy založené na hodnocení rastrů (povodňové nebezpečí v určených oblastech - hodnocení rastru hloubky v průniku s rastrem rychlosti proudění vody).

5.5.2. Hodnocení povodňového plánu města na základě výsledků prostorových analýz

Povodňový plán pro město Kostelec nad Orlicí vypracoval odbor správy majetku města. Kromě Divoké Orlice zpracovává tento dokument ještě dva drobné vodní toky charakteru potoků, které však ve městě povodňovou situaci Divoké Orlice přímo neovlivňují a proto nejsou v této práci zohledněny.

Úvodní část plánu směřuje k seznámení s vodním tokem a se zdroji povodňového nebezpečí na Divoké Orlici. Kromě jediného vodního díla kterým je splav, jsou zde vyjmenovány také všechny mosty a lávky přes Orlici a její náhony. Povodňový plán zdůrazňuje zachování průtoku pod všemi těmito objekty. Vzhledem k pozici mostků přes náhon k MVE však je kontrola průtoku při vyšších Q pod těmito objekty nejen obtížná (špatná dostupnost), ale také nepříliš důležitá. Při vyšších Q tak lze na základě prostorového uspořádání jmenovaných bodů povodňového napětí (viz kap. 5.2.2.) doporučit dohled nad průtokem vody pod mosty II/316, III/3161 a pod splavem, zejména s ohledem na materiální a finanční úspory. Z výsledku analýz vyplývá, že nejvíce kritickým bodem, je most silnice II/316. Snížení průtoku vody pod tímto mostem například v důsledku splavenin

(klády, kry), by zřejmě při $Q > Q_{100}$ vyvolalo jeho poškození nebo rozlití řeky do větší části města a neprůjezdnost klíčové silnice II/316.

Povodňový plán dále jmenuje druh a rozsah poškození povodněmi. Vyjmenovává sice čísla popisná budov, které jsou povodní ohroženy, ovšem opomíná uvést pro jakou N-letou povodeň je tento seznam ohrožených budov vypracován. Je zřejmé, že některé tyto objekty budou postiženy už při Q_{10} , zatím co jiné až při Q_{20} . Kromě budov na levém břehu v oblasti pod mostem II/316 (podle obrázku 13 v nebezpečí již při Q_5) jsou vyjmenovány všechny objekty, které byly analýzou Q_{20} (viz obrázek 14) v této práci shledány jako ohrožené. Lze se tudíž domnívat, že seznam ohrožených budov je vytvářen pro $Q \geq Q_{20}$. Při vyjmenování druhu postižení se povodňový plán omezuje na poznámky o časovém sledu zaplavení přístupové komunikace a prostoru. Díky chybějící informaci o Q povodně pro kterou je tento sled tvořen, však postrádá potřebnou vypovídací hodnotu. Jako vhodná úprava se jeví uspořádání tohoto seznamu podle postupu vody k objektům. Jako další vhodnou úpravu, která by významně usnadnila případné evakuační postupy, by bylo možné realizovat odhad počtu ohrožených (evakuovaných) obyvatel. Ve spolupráci s matrikou, vedoucí záznamy o trvalých pobytech osob v ohrožených číslech popisných, by bylo možné stanovit odhad počtu lidí k evakuaci. Tento odhad by samozřejmě nebyl zcela korektní (osoba se nemusí zdržovat v místě trvalého bydliště, v objektu může být dočasně ubytováno více osob apod.), ale poskytl by alespoň základní informaci, kterou by bylo možno považovat za výchozí bod pro plánování evakuačního postupu. Údaj o počtu osob s trvalým pobytem v ohrožených objektech by bylo možno zanášet (a ve stanovených intervalech aktualizovat) přímo do atributové tabulky vrstvy objektů, případně zajistit propojení s používanou databází matriky. U objektů jmenovaných v povodňovém plánu nechybí kontakty na majitele, ani poznámky o případných chovech hospodářských zvířat. Vzhledem k tomu, že počet a druh hospodářských zvířat může být poměrně proměnlivý údaj, poznámka „Pozor – hospodářská zvířata“ plně postačuje.

Organizační a operační část povodňového plánu je zpracována korektně, při 2. SPA je zdůrazněno varování obyvatelstva a podniků pomocí městského rozhlasu a telefonicky (pomocí kontaktních informací ze seznamu ohrožených

budov). Pro provedení záchranných prací je plánem primárně určen hasičský záchranný sbor (HZS) za pomoci sboru dobrovolných hasičů (SDH) a technických služeb města. Evakuace občanů, kromě zajištění prostor pro pobyt evakuovaných osob popisována není, řeší se operativně v průběhu povodně. Při využití výstupu analýzy průjezdnosti komunikací by bylo možno evakuaci provést rychle a bez rizika s ohledem na informace o aktuálním Q, které jsou k dispozici z hlásného profilu.

S ohledem na formální stránku zpracování není povodňový plán zcela přehledně členěn a v některých případech může vyhledání konkrétních informací vyžadovat zvýšené úsilí. Rozsáhlejší úprava formy dokumentu s povodňovým plánem se tak jeví jako vhodný krok, realizovatelný při zapracování další aktualizace. Alespoň k minimálnímu zpřehlednění by rozhodně přispěla úvodní strana s obsahem dokumentu.

Poslední aktualizace povodňového plánu města proběhla v březnu 2004. Od této doby neproběhly v okolí Divoké Orlice žádné zásadní stavební úpravy ani jiné děje, které by vyžadovaly rozsáhlejší aktualizaci dokumentu. Drobné změny (aktualizace) osobních údajů (zejména změněné telefonické kontakty na majitele nemovitostí) by měly být prováděny z iniciativy soukromých osob.

6. Závěr

Ačkoliv jsou povodně nedílnou součástí životního cyklu řeky, je snahou lidí jejich projevy alespoň v blízkosti lidských sídel omezovat. Geografický informační systém, který je stěžejním tématem této práce, může výrazně usnadňovat samotné krizové řízení i prevenci v oblasti povodňových situací.

Cílem diplomové práce byla analýza povodňových situací a jejich dopadů na město Kostelec nad Orlicí (byly vybrány záplavy Q5, Q20 a Q100). Na základě porovnání výsledků prostorových analýz a povodňového plánu města byly zjištěny nepřesnosti v povodňovém plánu a navrženy jeho možné úpravy.

Vizualizace pomocí stínovaného reliéfu z dat ZABAGED[®] a záplavových čar poskytují v měřítku 1:10 000 přehledný a levný prostředek prezentace ohrožených prostor. Pro podrobnější prostorové analýzy však data ZABAGED[®] nepostačují díky nepřesnostem měřítka. Ošetření nepřesností dat pro DMR se v průběhu řešení práce ukázalo jako nezbytně nutné. Díky úpravám dat ZABAGED[®] a zejména dodatečně získaným datům z Povodí Labe (v měřítku 1:5 000) se podařilo uspokojivě analyzovat hloubky vody v zaplavených oblastech. Prostorové analýzy hloubek založené na tvorbě DMR a mapové algebře, byly později vizualizovány pomocí barevné hypsometrie. Rozdíly mezi záplavovými oblastmi poskytnutými Povodím Labe a vypočítanými v průběhu práce nejsou nijak zásadní. V drtivé většině jsou způsobené rozdíly v měřítku dat použitých pro DMR. Pro sofistikovanější prostorové analýzy je třeba využít různé softwarové prostředky (případně nadstavby GIS) a přesnější data. Použití dalšího specializovaného softwaru však navyšuje výsledné náklady. V oblasti vodního hospodářství je tak často využíván zdarma dostupný software HEC-RAS, zohledňující proudění vody, pro který jsou ovšem nutností dostupná data pro příčné profily. Přesnější data pro DMR lze získat z velmi drahých leteckých snímků, které však nejsou v mnohých případech třeba. Z tohoto důvodu je pro méně náročné analýzy vhodné použít právě data ZABAGED[®], která je ale nutné v mnoha případech obohatit o různé prvky. Zejména stavby přehrazující údolí, jako například silniční násypy nebo drobná návrší, které ZABAGED[®] díky svému měřítku nezohledňuje.

Výsledky provedených prostorových analýz ukazují, že lze Kostelec nad Orlicí zařadit mezi města, která povodňové situace přecházejí bez závažných následků. Díky výhodné poloze města a řídké zástavbě v údolí řeky nedochází ke katastrofickým škodám na majetku a životech občanů. V průběhu práce bohužel nebylo možné získat z matriky přesný údaj o počtu postižených obyvatel, proto byly závěry prostorových analýz vztaženy na počet ohrožených obytných budov. Výsledky prostorových analýz v záplavových oblastech poměrně dobře korespondují s povodňovými zkušenostmi z minulých let i s povodňovým plánem Kostece nad Orlicí. Díky charakteru krajiny v oblasti průtoku Divoké Orlice městem se počet ohrožených budov mezi Q20 a Q100 prakticky nemění, což prostorové analýzy potvrdily. Na základě porovnání vytvořených map hloubek při záplavách Q20 a Q100 lze tvrdit, že většina objektů (zejména v přímé blízkosti koryta) je při Q100 napadena vodou s větší intenzitou. Tuto intenzitu však bez dalších dodatečných analýz, zejména bez modelu proudění vody, nelze blíže kvantifikovat. Porovnání průjezdností silnic při Q20 a Q100 odhaluje zásadní rozdíl mezi oběma záplavami. Při Q100 je oproti Q20 neprůjezdná klíčová silnice II/316, která během Q20 tvořila jedinou průjezdnou spojnici mezi městskými částmi. Tato skutečnost omezuje dopravu mezi městskými částmi a ztěžuje evakuační práce. U komunikace II/316 lze doporučit podrobnější šetření, které by objasnilo při jaké konkrétní hodnotě N-leté vody dojde k omezení dopravy, případně úplné neprůjezdnosti této silnice.

Závěrem lze konstatovat, že je použití GIS s dostatečně přesnými daty pro povodňové analýzy velmi přínosné. Vzhledem k nákladům na pořízení a provoz toho typu informačního systému (zejména data) je však jeho zavedení pro menší města příliš drahé. S ohledem na počet obyvatel (6221) i na poměr 46 : 1479 mezi ohroženými a neohroženými obytnými budovami Kostelec nad Orlicí mezi tato města patří. Alternativou tak může být využívání a jednoduché analýzy v GIS internetových aplikacích Povodí Labe či Královéhradeckého kraje. V případě zavedení GIS pro komplexní využití na více odborech (například na stavební odbor, odbor životního prostředí atd.) městského úřadu by bylo vhodné provést hlubší analýzu pro kvalifikované rozhodnutí o nákupu dat pro analýzy povodňových situací.

7. Použitá literatura

- [1] ČAMROVÁ, L., JÍLKOVÁ, J. a kol. *Povodňové škody a nástroje k jejich odstranění*. Praha: Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku Fakulty národohospodářské, Vysoká škola ekonomická v Praze, 2006. ISBN: 80-86684-35-0.
- [2] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV POBOČKA HRADEC KRÁLOVÉ. *Povodňová situace v oblasti severovýchodních Čech - březen až duben 2006* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 18. 3. 2008]. Dostupné z: <http://www.chmi.cz/HK/OH/Povoden_2006.pdf>
- [3] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV POBOČKA HRADEC KRÁLOVÉ. *Katastrofální povodeň na Rychnovsku v červenci 1998* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 18. 3. 2008]. Dostupné z: <<http://www.chmi.cz/HK/OH/rychnov.htm>>
- [4] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV POBOČKA HRADEC KRÁLOVÉ. *Povodeň v severovýchodních Čechách v březnu 2000* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 18. 3. 2008]. Dostupné z: <<http://www.chmi.cz/HK/OH/032000.htm>>
- [5] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Český hydrometeorologický ústav – hydrologická služba* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 18. 3. 2008]. Dostupné z: <<http://hydro.chmi.cz/hpps/stdprfdyn.php?seq=307076>>.
- [6] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Český hydrometeorologický ústav – hydrologická služba* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 18. 3. 2008]. Dostupné z: <<http://hydro.chmi.cz/hpps/>>
- [7] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997- souhrnná zpráva projektu*. [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 18. 3. 2008]. Dostupné z: <<http://www.chmi.cz/hydro/souhrn/obsah.html#Obsah>>
- [8] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Vysvětlení pojmu „stoletá povodeň“* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 12. 3. 2008]. Dostupné z: <http://www.chmi.cz/hydro/pov02/100_voda.htm>

- [9] ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘIČSKÝ A KATASTRÁLNÍ. *Digitální ortofoto České republiky* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 1. 4. 2008]. Dostupné z: <http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=10&MENUID=10009&AKCE=DOC:30-ZU_ORTOFOTO>
- [10] ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘIČSKÝ A KATASTRÁLNÍ. *Státní mapa 1:5000 (SM5)* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 1.4. 2008]. Dostupné z: <http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=10&MENUID=10009&AKCE=DOC:30-ZU_DM_SM5>
- [11] ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘIČSKÝ A KATASTRÁLNÍ. *Základní báze geografických dat ZABAGED[®]* [online]. c2007, poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 1. 4. 2008]. Dostupné z: <http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU_ZABAGED>.
- [12] FALTYSOVÁ, H., MACKOVČIN, P., SEDLÁČEK, M. *Chráněná území ČR – Královehradecko*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2002. 49s. ISBN 80-86064-45-X.
- [13] HEC-RAS. *About HEC* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 1. 4. 2008]. Dostupné z: <<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>>
- [14] JŮVA, K. *Malé vodní toky*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1984. 256s.
- [15] KONVIČKA, M. *Město a povodeň – strategie rozvoje měst po povodních*. Šlapanice: ERA, 2001. ISBN: 80-86517-38-1.
- [16] KOSTELEČ NAD ORLICÍ – ODBOR SPRÁVY MAJETKU MĚSTA. *Povodňový plán pro město Kostelec nad Orlicí*. c2003.
- [17] KUKAL, Z. *Přírodní katastrofy*. Praha: Horizont, 1983. 194s.
- [18] MAREŠOVÁ, I. a kol. *Územní plánování v zátopových oblastech*. Praha: ČVUT, 2000. ISBN 89-01-02182-3.
- [19] MARTÍNEK, B., LINHART, P. a kol. *Ochrana člověka za mimořádných událostí*. 2.vyd. Praha: Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství hasičského záchranného sboru, 2003. ISBN 80-86640-08-6.

- [20] MĚSTO KOSTELEEC NAD ORLICÍ, *Základní informace o městě* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 14. 2. 2008]. Dostupné z: <<http://www.kostelecno.cz/mesto/zakladni-informace>>
- [21] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Pilotní plán povodí Orlice - Implementace rámcové směrnice pro vodní politiku* [online]. c2003, poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 17. 3. 2008]. Dostupné z: <http://www.mze.cz/attachments/0_RBMP_Orlice.pdf>
- [22] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Publikace vydaná ministerstvem zemědělství k problematice Gross-compliance* [online]. c2006, poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 17. 3. 2008]. Dostupné z: <http://81.0.228.70/attachments/Cross_compliance.pdf>
- [23] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Metodický pokyn k zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby* [online]. c2005, poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 18. 3. 2008]. Dostupné z: <http://www.ochranavod.cz/dokumenty/met_pokyn_15.pdf>
- [24] Osobní konzultace ze dne 27.11.2007, Ing. Holas Jiří – *správce GIS, Královéhradecký krajský úřad.*
- [25] Osobní konzultace ze dne 29.11.2007, Ing. Staněk Pavel – *správce GIS, Povodí Labe státní podnik.*
- [26] Osobní konzultace ze dne 3.4.2008, Martinec Zdeněk – *Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad Dobruška.*
- [27] Osobní konzultace ze dne 3.4.2008, Rýdel Martin – *správce IT, Městský úřad Kostelec nad Orlicí.*
- [28] PECHA, M., HLADÍK, P. *Možnosti retence vody v krajině, návaznost na protipovodňovou ochranu a využití hydrologických modelů* [online]. c2008, poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 12. 3. 2008]. Dostupné z: <<http://floodserv.natur.cuni.cz/jenicek/download.php?akce=dokumenty&cislo=30>>

- [29] POVODÍ LABE STÁTNÍ PODNIK. *Geografický informační systém Povodí* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 26. 3. 2008]. Dostupné z: <http://www.pla.cz/gis/Main.aspx>
- [30] POVODÍ LABE STÁTNÍ PODNIK. *Profil firmy – Předmět činnosti* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 14. 2. 2008]. Dostupné z: <http://www.pla.cz/planet/ram.aspx?id=1>
- [31] POVODÍ LABE STÁTNÍ PODNIK. *Profil firmy – Základní údaje o povodí* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 14. 2. 2008]. Dostupné z: <http://www.pla.cz/planet/ram.aspx?id=5>
- [32] POVODÍ LABE STÁTNÍ PODNIK. *Přehrada Pastviny* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 14. 2. 2008]. Dostupné z: http://www.pla.cz/planet/public/vodnidila/prehrada_pastviny.htm
- [33] POVODÍ LABE STÁTNÍ PODNIK. *Služba: Stažení souborů* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 1. 4. 2008]. Dostupné z: <http://www.pla.cz/planet/ram.aspx?id=21>
- [34] PŘÍRODA. *Revitalizace říčních systémů* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 17. 3. 2008]. Dostupné z: <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=57>
- [35] SAGIT. *Vyhláška Ministerstva životního prostředí ze dne 24.května 2002 o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 18. 3. 2008]. Dostupné z: <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?cd=76&typ=r&zdroj=sb02236>
- [36] SAGIT. *Zákon ze dne 28.června 2001 o vodách a o změně některých zákonů* [online]. poslední revize 24. 4. 2008 [cit. 14. 2. 2008]. Dostupné z: <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb01254&cd=76&typ=r>
- [37] WADE, T., SOMMER, S. *A to Z GIS: an illustrated dictionary of geographics information systems*. 2.vyd. Redlands: ESRI Press, 2006. ISBN 978-1-58948-140-4.
- [38] WALFORD, N. *Geographical data: characteristics and sources*. Chichester: John Wiley & sons, 2002. ISBN 0-471-97085-9.
- [39] WISE, S. *GIS Basics*. London: Tailor & Francis, 2002. ISBN 0-415-24651-2.

8. Seznam obrázků

Obrázek 1: Povodňová vlna Labe v Děčíně v únoru 1862, zdroj: autor - upraveno na základě [17]	11
Obrázek 2: Klasifikace protipovodňových opatření [1]	14
Obrázek 3: Vodní stav a průtok Divoké Orlice v Kostelci n.Orl.19.3.2008 v 21:30 [5]	24
Obrázek 4: Schématická mapka povodí řeky Divoká Orlice, zdroj: autor	25
Obrázek 5: Poloha Kostelce nad Orlicí, zdroj: autor	26
Obrázek 6: Internetová verze Geografického informačního systému Povodí [29]	34
Obrázek 7: Koncepce hodnocení dopadů povodně pomocí GIS, zdroj: autor	36
Obrázek 8: Nepřesnosti DMR z výškopisných dat ZABAGEDu [®] , zdroj: autor	41
Obrázek 9: Nepřesnosti vrstevnic výškopisných dat ZABAGEDu [®] , zdroj: autor	43
Obrázek 10: Porovnání TINů z různých vstupních dat, zdroj: autor	44
Obrázek 11: Rozložení příčných řezů v zájmovém území, zdroj: autor	46
Obrázek 12: Protipovodňová opatření v úseku průtoku řeky městem, zdroj: autor	48
Obrázek 13: Aktivní zóna v úseku průtoku řeky městem, zdroj: autor	49
Obrázek 14: Ohrožené objekty při Q5 za použití záplavového území PLA, zdroj: autor	51
Obrázek 15: Ohrožené objekty při Q20 za použití záplavového území PLA, zdroj: autor	52
Obrázek 16: Schéma procesu tvorby map hloubky, zdroj: autor	54
Obrázek 17: Mapa hloubky vody v centru města při záplavě Q20, zdroj: autor	55
Obrázek 18: Porovnání původní a zpřesněné záplavové oblasti Q20, zdroj: autor	56
Obrázek 19: Průjezdnost komunikací při Q20, zdroj: autor	57
Obrázek 20: Porovnání původní a zpřesněné záplavové oblasti Q100, zdroj: autor	58
Obrázek 21: Ohrožené či zasažené objekty povodní Q100, zdroj: autor	59
Obrázek 22: Průjezdnost komunikací při Q100, zdroj: autor	60
Obrázek 23: Záplavová oblast historické povodně, zdroj: autor	61
Obrázek 24: Záplavová území vypočítaná nad DMR z dat měřítka 1:5 000, zdroj: autor	62

9. Seznam tabulek

Tabulka 1 Hodnoty N-letých průtoků na Vltavě ve stanici Praha-Chuchle [8]	13
Tabulka 2 Hodnoty N-letých průtoků Divoké Orlice v Kostelci nad Orlicí [5]	28
Tabulka 3 Velké vody Divoké Orlice dosažené nebo překročené za N-let. [21]	28
Tabulka 4 Povodňové stupně a výška hladiny Divoké Orlice v Kostelci nad Orlicí [16]	31
Tabulka 5 Parametry digitálního ortofota ČR [9]	38
Tabulka 6 Parametry rastrové SM5 ČR [10]	39
Tabulka 7 Počet ohrožených objektů na celém území města při Q5 – Q100, zdroj: autor	60

10. Seznam příloh

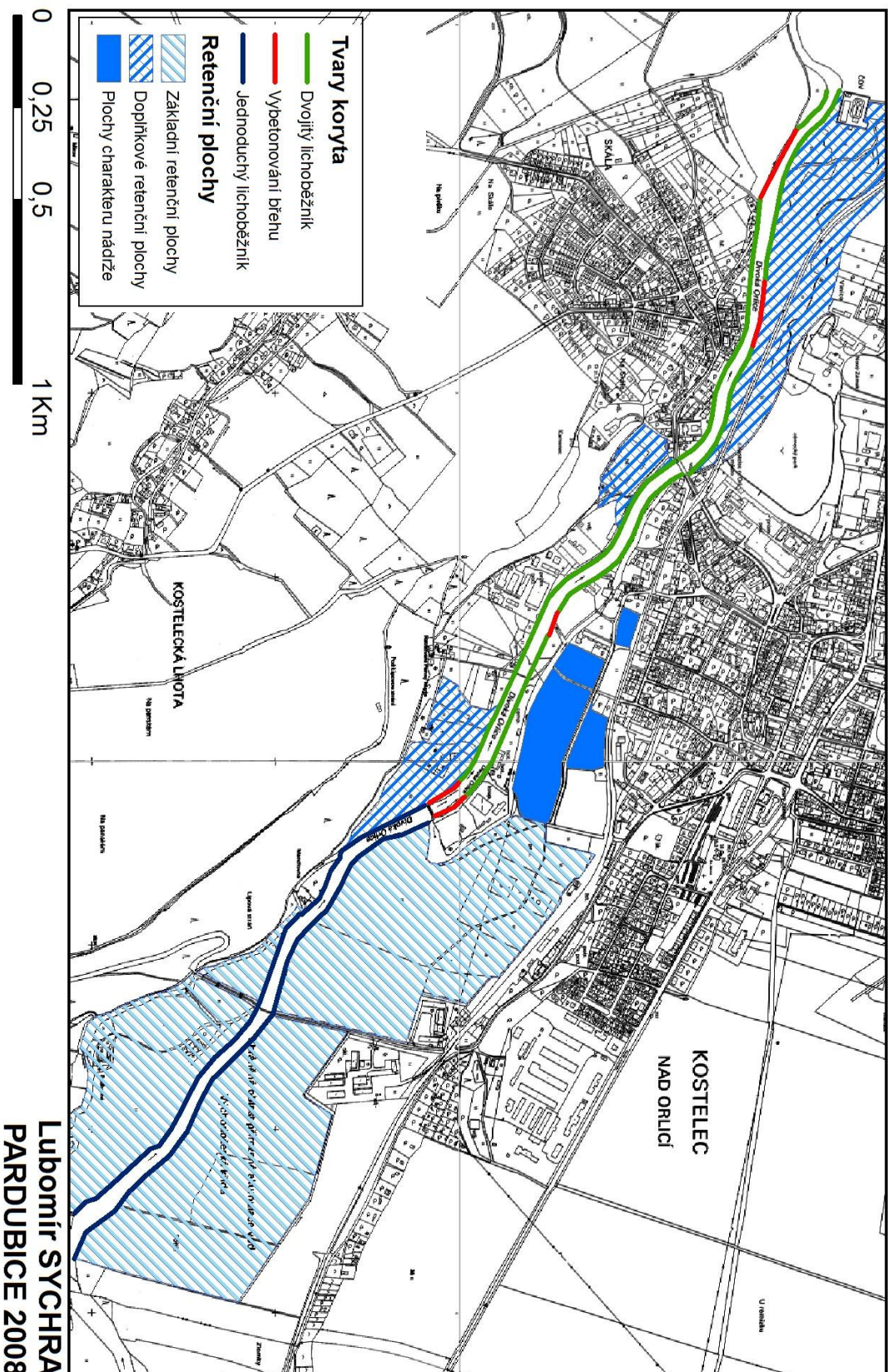
- Příloha 1 Tabulka nadmořských výšek pro záplavy v příčných profilech
- Příloha 2 Protipovodňová opatření v Kostelci nad Orlicí
- Příloha 3 Aktivní zóna Divoké Orlice v Kostelci nad Orlicí
- Příloha 4 Záplavová oblast Q5 na území města Kostelec n.Orl. – celková situace
- Příloha 5 Záplavová oblast Q20 na území města Kostelec n.Orl. – celková situace
- Příloha 6 Mapa hloubek vody při Q20 na území města Kostelec n. Orl – celková situace
- Příloha 7 Průjezdnost komunikací při Q20 na území města Kostelec n. Orl – celková situace
- Příloha 8 Záplavová oblast Q100 na území města Kostelec n.Orl. – celková situace
- Příloha 9 Mapa hloubek vody při Q100 na území města Kostelec n. Orl – celková situace
- Příloha 10 Porovnání záplavové oblasti historické povodně a záplavových oblastí Q20 a Q100
- Příloha 11 Povodňový plán města Kostelec nad Orlicí (elektronická příloha na CD)

Příloha 1 Tabulka nadmořských výšek pro záplavy v příčných profilech [25]

Staničení	Q ₁	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
km	m n.m.	m n.m.	m n.m.	m n.m.	m n.m.	m n.m.	m n.m.
12.076	263.84	263.94	264.11	264.22	264.34	264.50	264.62
12.423	264.13	264.21	264.60	264.98	265.02	265.07	265.11
12.657	265.05	265.21	265.33	265.38	265.46	265.56	265.64
12.879	265.36	265.40	265.64	265.69	265.71	265.84	265.92
13.179	266.00	266.17	266.26	266.37	266.49	266.57	266.65
13.498	266.47	266.50	266.66	267.21	267.27	267.34	267.38
13.638	266.86	267.10	267.50	267.51	267.59	267.71	267.80
13.765	267.01	267.24	267.57	267.64	267.75	267.90	268.02
14.040	267.46	267.77	268.00	268.17	268.30	268.46	268.58
14.258	267.72	268.04	268.37	268.63	268.78	269.04	269.23
14.494	268.08	268.41	268.80	269.07	269.29	269.59	269.82
14.699	268.44	268.76	269.17	269.46	269.71	270.02	270.25
14.731	KOSTELEČ N/O. ZDELOV SILNICE						
14.737	268.54	268.88	269.32	269.63	269.87	270.12	270.29
14.745	268.54	268.88	269.32	269.64	269.88	270.15	270.39
14.876	268.75	269.07	269.51	269.84	270.14	270.48	270.72
15.089	269.30	269.61	270.01	270.25	270.45	270.75	270.93
15.261	269.63	269.97	270.38	270.63	270.83	271.06	271.23
15.458	270.00	270.37	270.80	271.07	271.30	271.54	271.67
15.468	KOSTELEČ N/O. LÁVKA						
15.469	270.03	270.40	270.82	271.09	271.32	271.60	271.70
15.683	270.45	270.81	271.27	271.59	271.90	272.17	272.39
15.821	270.71	271.10	271.56	271.89	272.11	272.37	272.56
15.903	270.88	271.30	271.79	272.14	272.38	272.57	272.69
15.927	272.51	272.67	272.92	273.12	273.39	273.47	273.52
15.959	272.94	273.19	273.57	273.58	273.60	273.69	273.77
16.164	273.17	273.39	273.68	273.78	273.82	273.95	274.06
16.400	273.30	273.46	273.65	273.80	273.88	274.30	274.38
16.648	273.93	274.29	274.65	274.85	275.06	275.10	275.21
16.666	KOSTELEČ N/O. SUCHÁ RYBNÁ SIL.						
16.668	273.99	274.34	274.62	274.70	274.82	275.18	275.28
16.969	274.49	274.91	275.24	275.42	275.61	275.76	275.87
17.226	275.06	275.41	275.53	275.59	275.64	275.80	276.10
17.654	276.24	276.47	276.98	277.16	277.31	277.36	277.43
17.708	276.51	276.82	277.23	277.31	277.41	277.52	277.56
17.910	277.12	277.29	277.40	277.50	277.62	277.75	277.86
18.119	277.63	277.85	278.12	278.31	278.41	278.55	278.65
18.286	277.98	278.25	278.50	278.71	278.83	278.97	279.06
18.485	278.48	278.80	279.03	279.14	279.25	279.35	279.54
18.708	278.96	279.27	279.63	279.88	280.09	280.13	280.24
18.870	279.22	279.55	279.93	280.18	280.41	280.61	280.78
18.996	279.67	279.95	280.29	280.54	280.82	281.09	281.42
19.122	280.02	280.31	280.70	280.94	281.17	281.44	281.51
19.123	DOUDLEBY LÁVKA						
19.124	280.03	280.32	280.70	280.95	281.17	281.44	281.61
19.291	280.36	280.67	281.08	281.36	281.64	281.99	282.18
19.484	280.83	281.16	281.57	281.87	282.16	282.51	282.75
19.624	281.11	281.45	281.86	282.15	282.43	282.76	282.99
19.638	DOUDLEBY ŽELEZNIČNÍ TRATĚ						
19.640	281.14	281.46	281.89	282.18	282.46	282.80	283.04
19.657	DOUDLEBY VYHNÁLOV SILNICE						
19.664	281.47	281.79	282.23	282.52	282.81	282.91	283.18
19.859	281.72	282.11	282.58	282.92	283.29	283.62	283.97

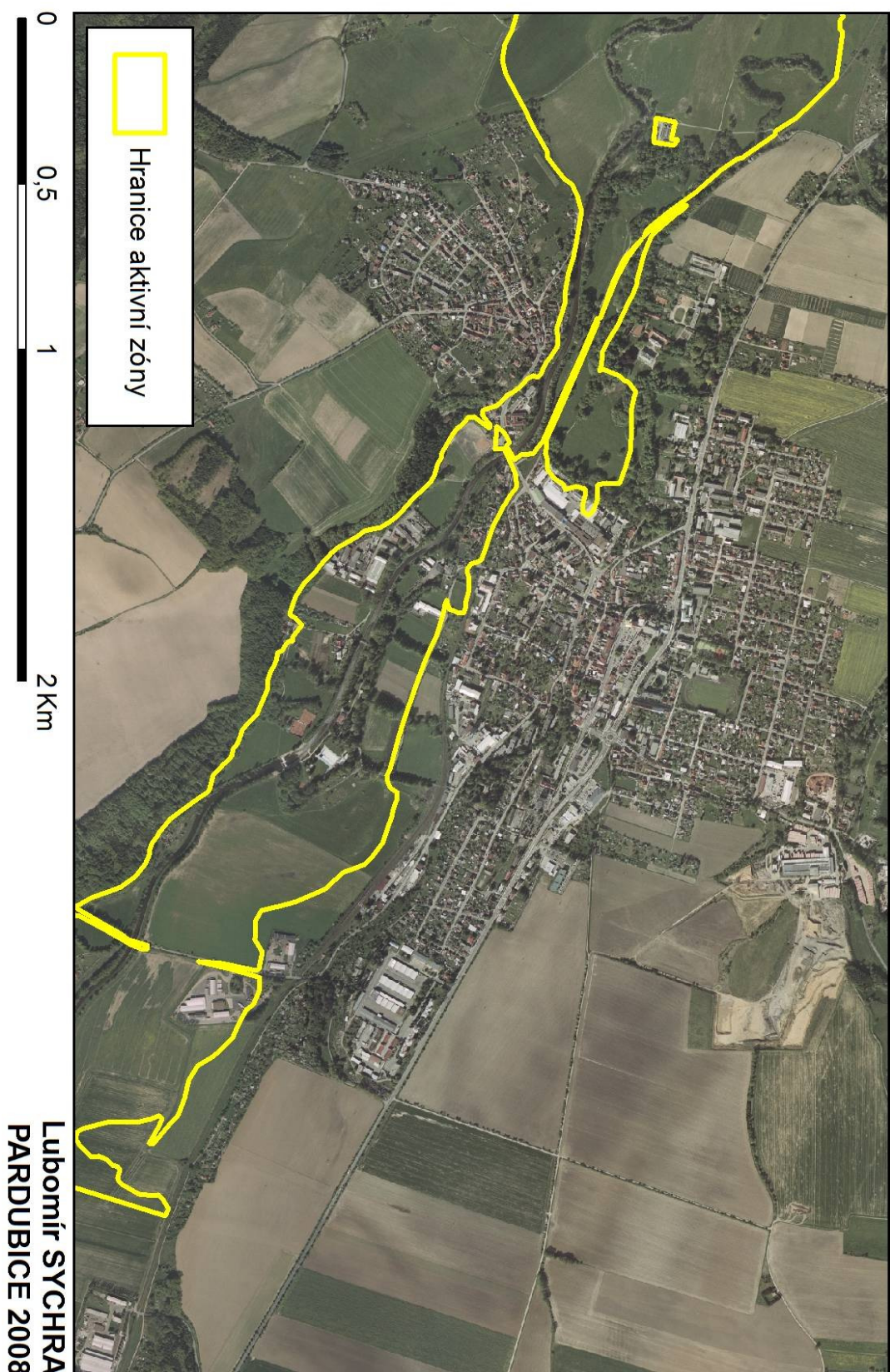
PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ V KOSTELCI NAD ORLICÍ

celková situace Divoké Orlice v blízkém okolí města



Příloha 3 Aktivní zóna Divoké Orlice v Kostelci nad Orlicí

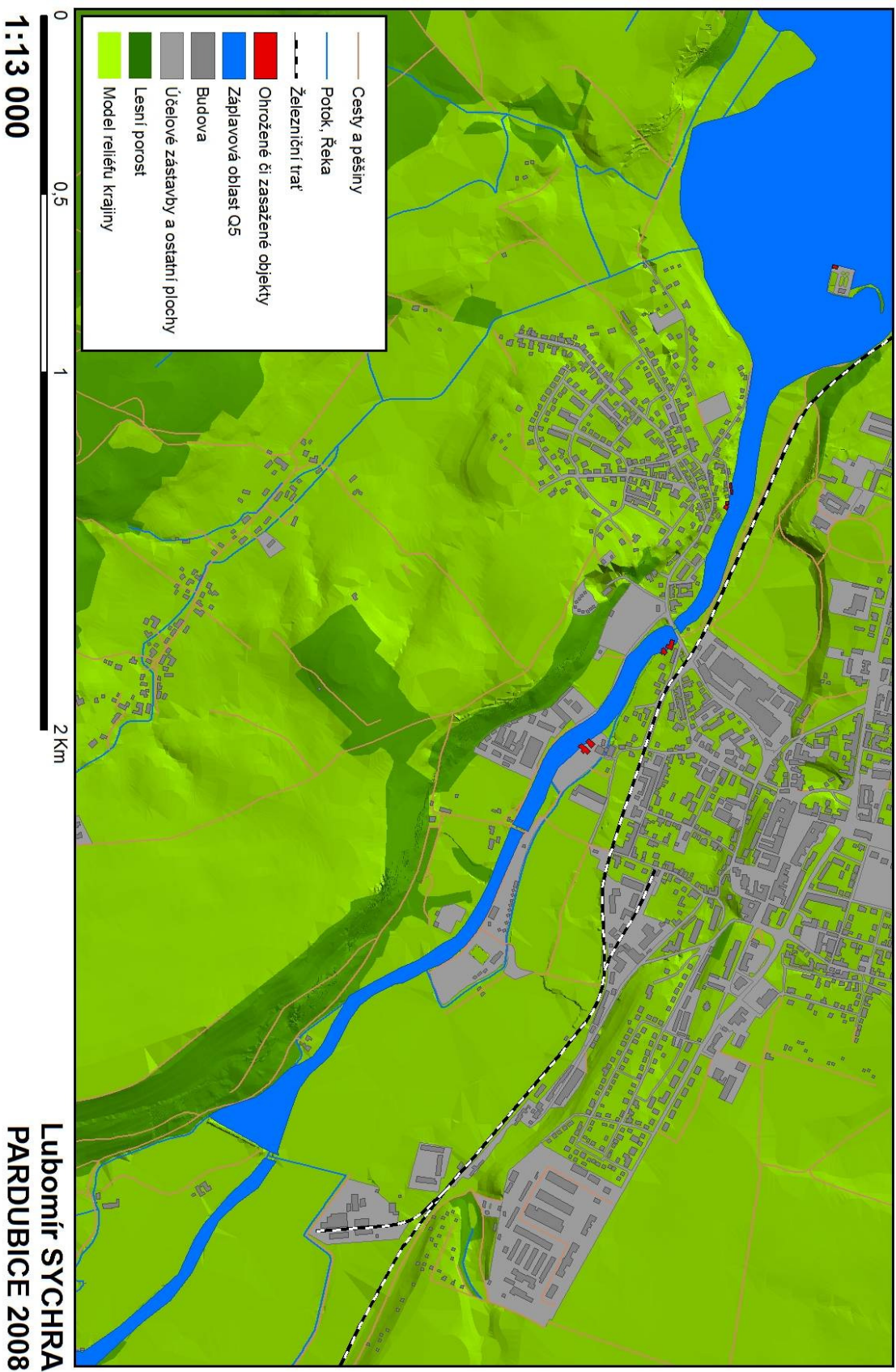
AKTIVNÍ ZÓNA NA ÚZEMÍ MĚSTA KOSTELEČ NAD ORLICÍ
situace v roce 2008



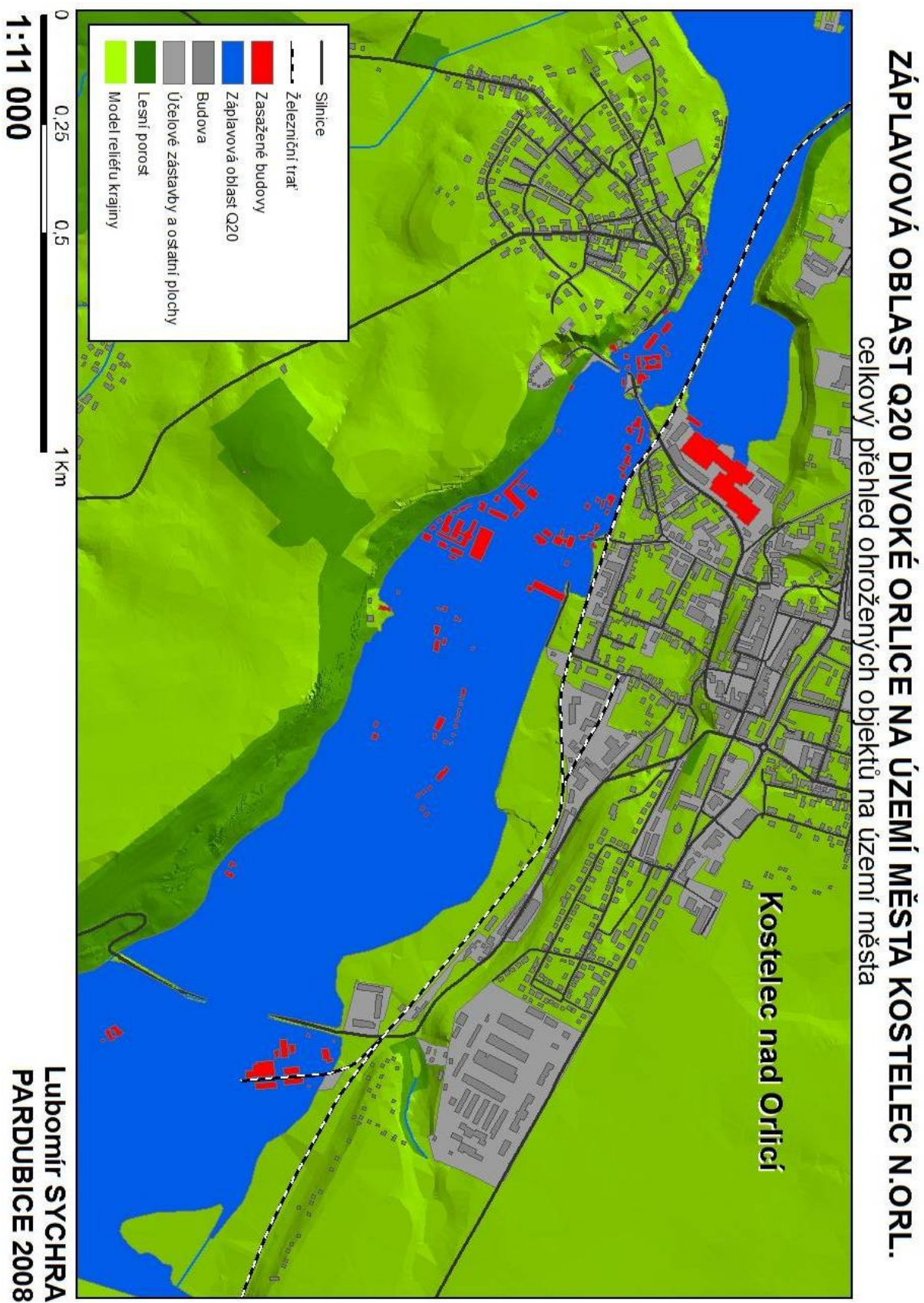
Příloha 4 Záplavová oblast Q5 na území města Kostelec n.Orl. – celková situace

ZÁPLAVOVÁ OBLAST Q5 DIVOKÉ ORLICE NA ÚZEMÍ MĚSTA KOSTELECE N.ORL.

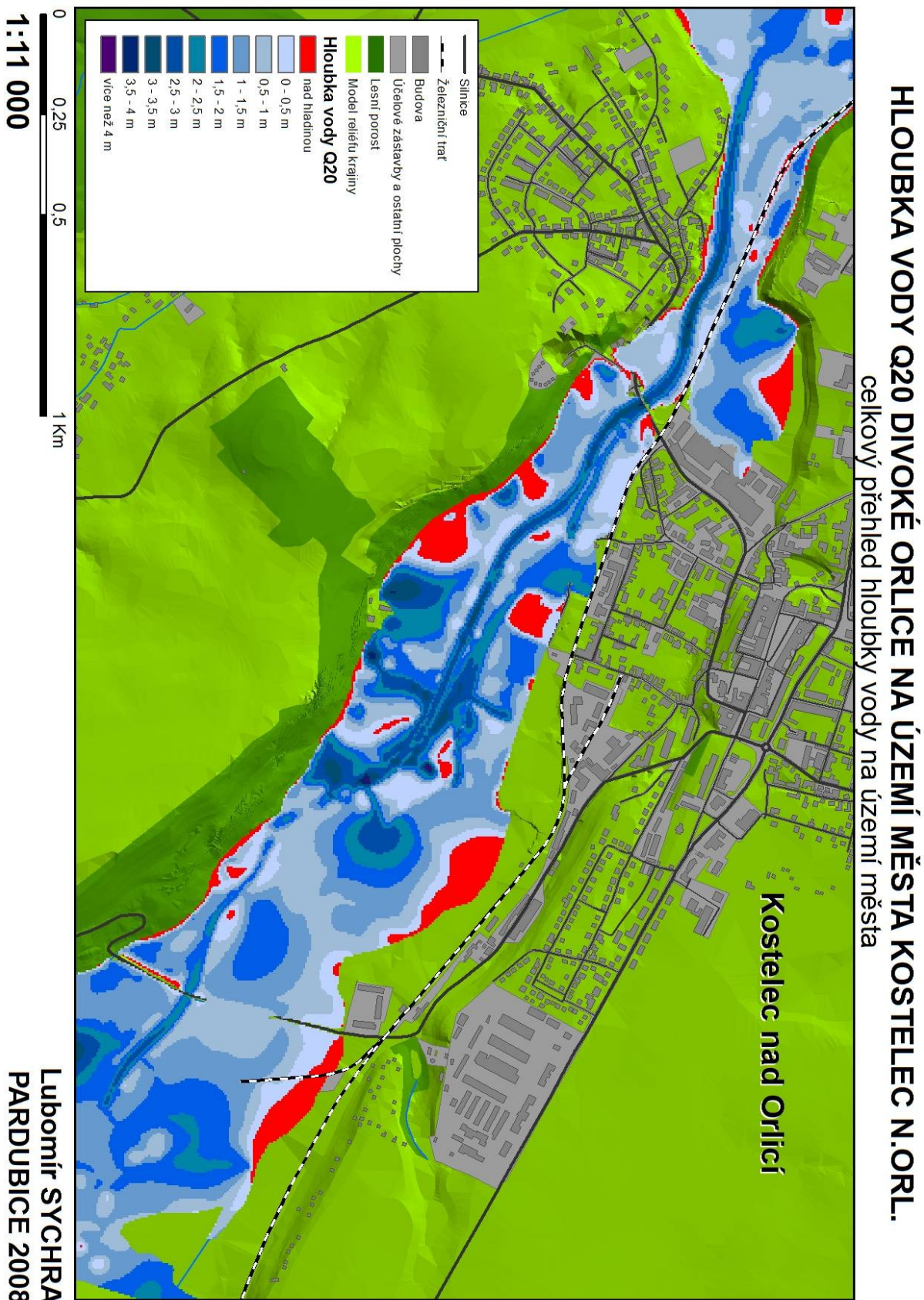
celkový přehled ohrožených objektů na území města



Příloha 5 Záplavová oblast Q20 na území města Kostelec n. Orl – celková situace

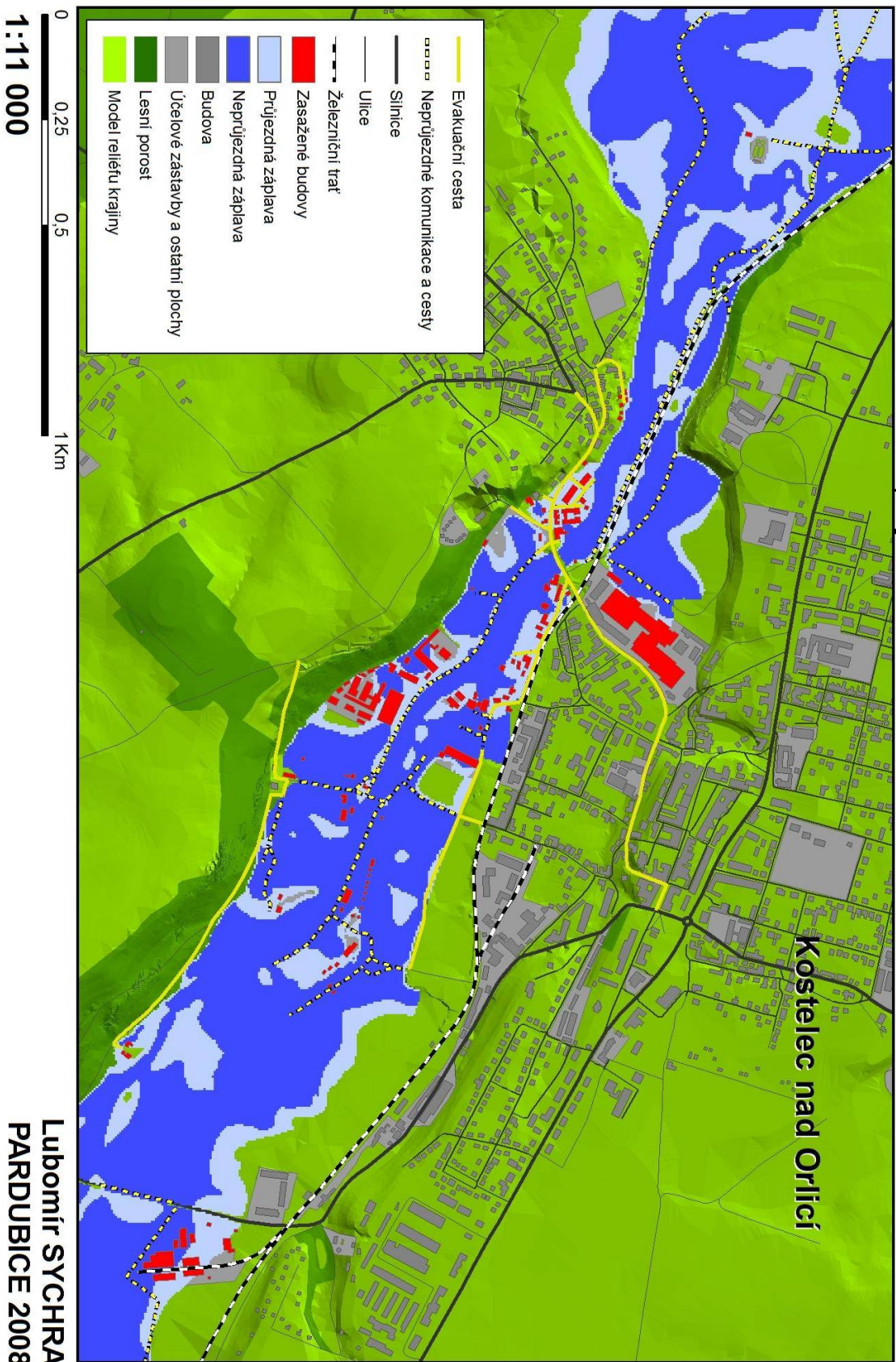


Příloha 6 Mapa hloubek vody při Q20 na území města Kostelec n. Orli – celková situace

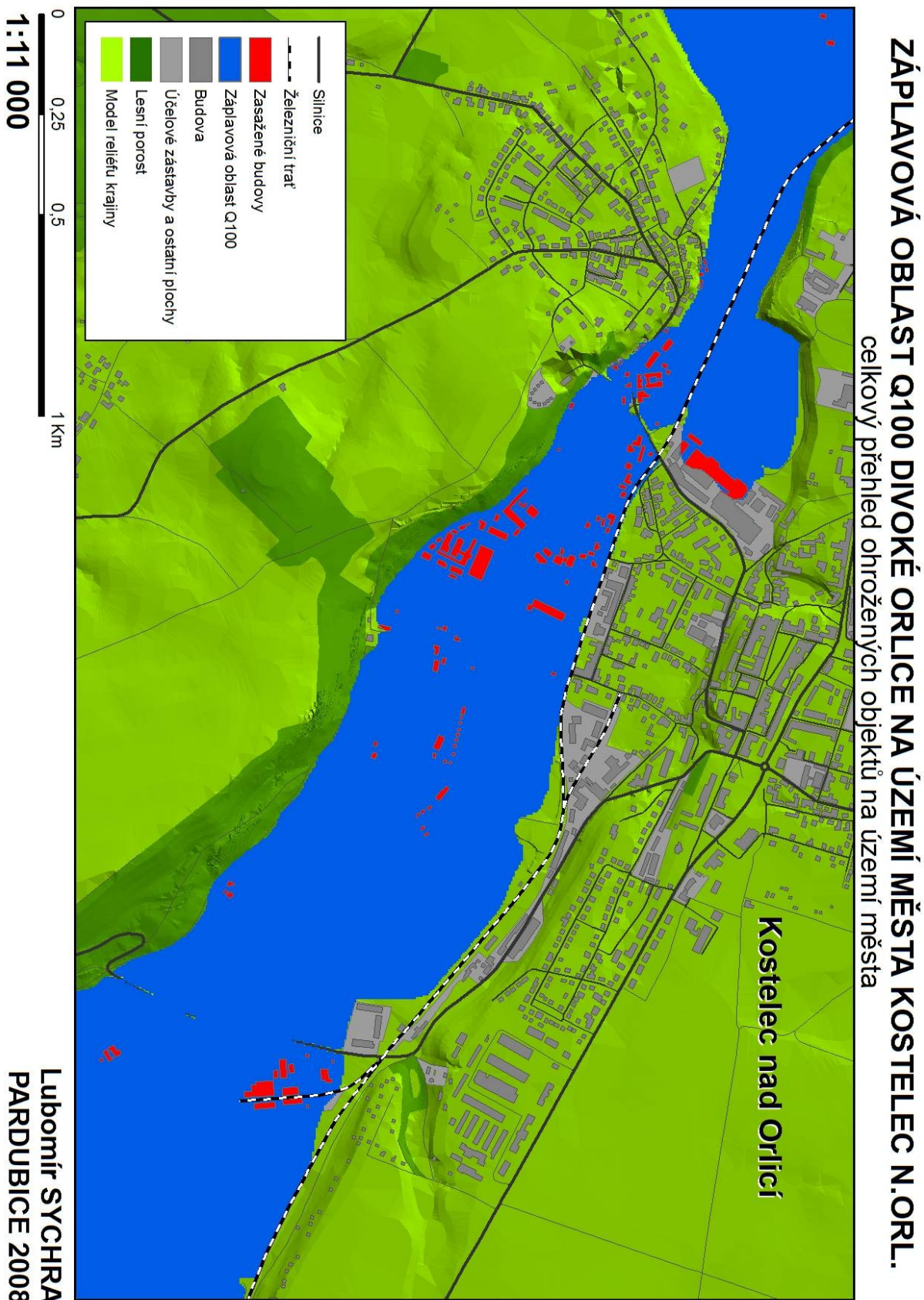


Příloha 7 Průjezdnost komunikací při Q20 na území města Kostelec n. Orl. – celková situace

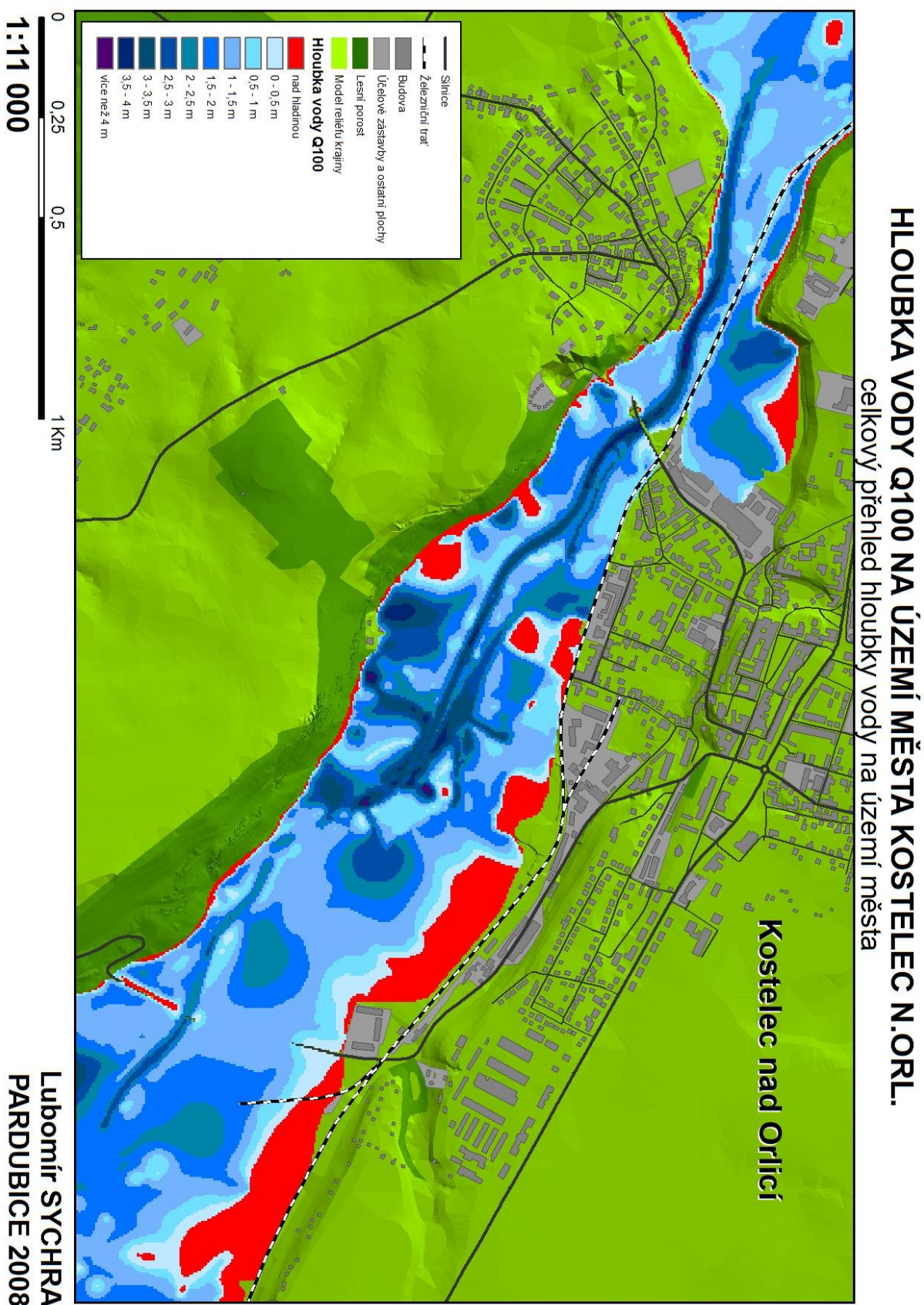
PRŮJEZDNOST KOMUNIKACÍ V KOSTELCI N. ORL. PŘI ZÁPLAVĚ Q20
celková průjezdnost silnic a ulic na území města



Příloha 8 Záplavová oblast Q100 na území města Kostelec n. Orli – celková situace

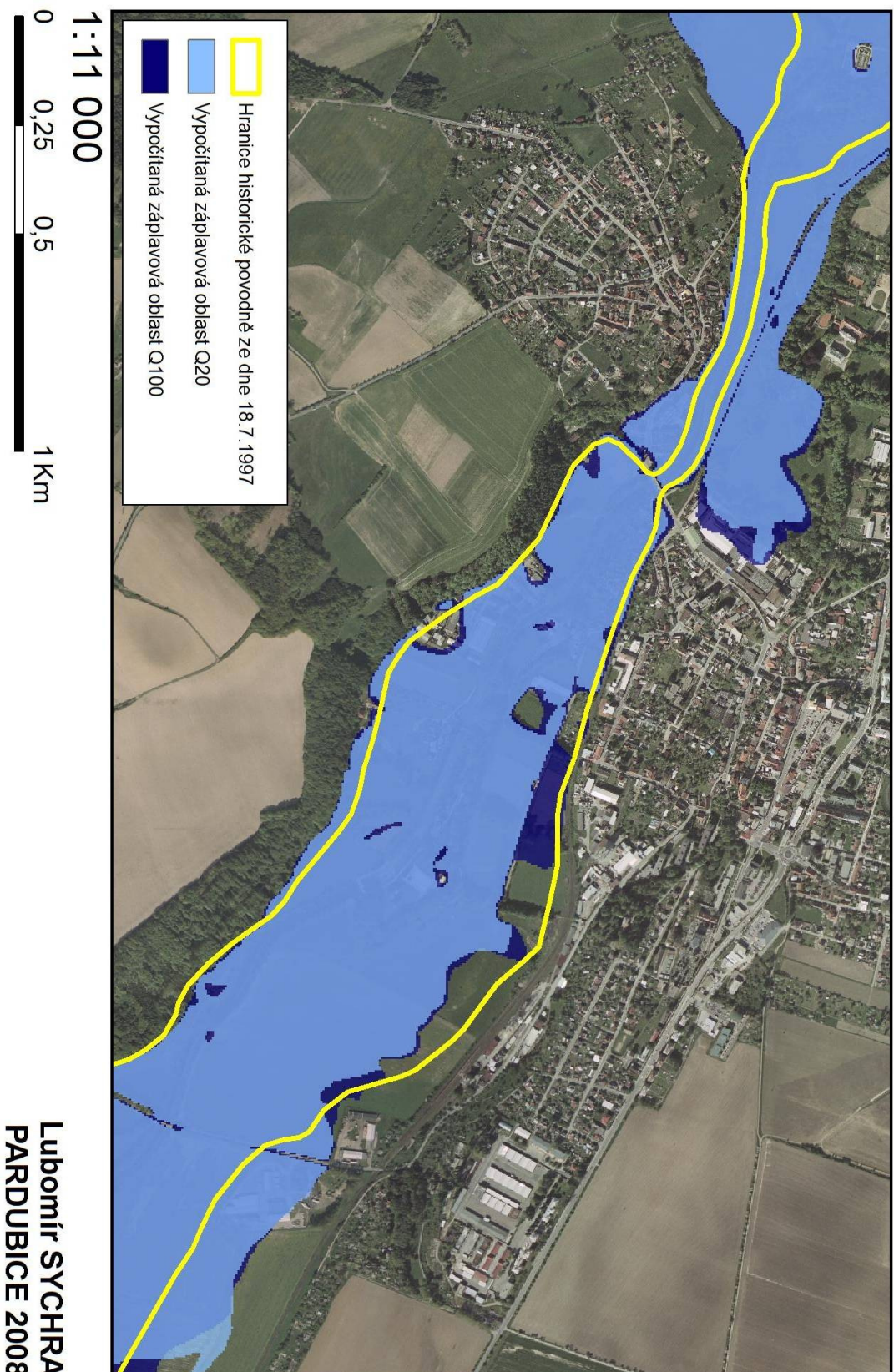


Příloha 9 Mapa hloubek vody při Q100 na území města Kostelec n. Orli – celková situace



Příloha 10 Porovnání záplavové oblasti historické povodně a záplavových oblastí Q20 a Q100

POROVNÁNÍ ZÁPLAVOVÝCH OBLASTÍ NA ÚZEMÍ KOSTELCE NAD ORLICÍ
porovnání vypočítaných záplavových oblastí s historickou povodní



Město Kostelec nad Orlicí

Okres: Rychnov nad Kněžnou

Kraj: Královéhradecký

**POVODŇOVÝ PLÁN
PRO MĚSTO KOSTELEC NAD ORLICÍ**

**Správce vodního toku: Divoká Orlice - Povodí Labe, s.p., Hradec Králové, V. Nejedlého 951
Štědrý potok - Zemědělská vodohospodářská správa Hradec Králové
územní pracoviště Rychnov nad Kněžnou**

**Lhotský potok - Zemědělská vodohospodářská správa Hradec Králové
územní pracoviště Rychnov nad Kněžnou**

Vypracoval: odbor správy majetku města - Černohorská, Krch

Schválil: Okresní úřad Rychnov nad Kněžnou, ref. životního prostředí

dne: 27. ledna 2000

čj.: ŽP 149/00-231/2

Správci vodních toků:

DIVOKÁ ORLICE : Povodí Labe, s.p., Hradec Králové, Víta Nejedlého 951

ŠTĚDRÝ POTOK : Zemědělská vodohospodářská správa Hradec Králové – územní pracoviště Rychnov nad Kněžnou, Jiráskova 1320

LHOTSKÝ POTOK: Zemědělská vodohospodářská správa Hradec Králové – územní pracoviště Rychnov nad Kněžnou, Jiráskova 1320

Vodohospodářský orgán: Městský úřad, odbor životního prostředí, Kostelec n. Orl.

Vodohospodářská díla:

V katastru města Kostelec nad Orlicí, okres Rychnov nad Kněžnou se nachází jez na řece Divoká Orlice, který je ve správě Povodí Labe, s.p., Hradec Králové.

V katastrálním území Kostelecká Lhota se nachází rybník u Forbereckého dvora, který je ve správě Českého rybářského svazu Kostelec nad Orlicí.

Zdroje povodňového nebezpečí:

- a) **most přes silnici II/316** na toku Divoká Orlice, který je ve správě Správy a údržby silnic Rychnov nad Kněžnou
- b) **výše uvedený jez na Divoké Orlici u koupaliště** ve správě Povodí Labe, s.p., Hradec Králové
- c) **most na náhonu u koupaliště** pro osobní dopravu ke koupališti, autokempu a hotelu U Splavu, který je ve správě Města Kostelec nad Orlicí
- d) **most pro pěší "Lávka míru"** na řece Divoká Orlice - ve správě Města Kostelec nad Orlicí
- e) **mostky na náhonu na MVE** v prostoru "Běliska" a "Valchy" ve správě Města Kostelec nad Orlicí

f) **most na silnici III. tř.** na toku Divoká Orlice - směr Suchá Rybná - ve správě SÚS Rychnov nad Kněžnou

g) **most na silnici III. tř.** na potoku Štědrý v prostoru u cihelny - ve správě SÚS Rychnov nad Kněžnou

h) **most na silnici II. tř.** v Kostelecké Lhotě na Lhotském potoku

i) **mostky přes Lhotský potok** na místní komunikaci ve správě Města Kostelec n. Orl.

Na mostech a jezu může dojít k hromadění ledů, klád a různých splavenin, které přináší povodňová vlna. Průchod pod objekty musí být zachován, jinak hrozí poškození objektů a vytvoření překážky odtoku vody, která vyběří a zaplaví další území města.

Druh a rozsah ohrožení povodněmi:

Vodní tok řeky Divoká Orlice ohrožuje zaplavením nebo energií proudící vody, případně plovoucími ledy, kládami a jinými splaveninami:

- **Pozemky v těsné blízkosti řeky** - převážně užívané k zemědělské činnosti.
- **Dům čp. 476** - majitel - stojí v těsné blízkosti vodního toku, voda zaplaví přístupovou komunikaci a znemožní přístup - **POZOR HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA.**
- **Objekty Podhorná** - majitel ; bývalý mlýn ve správě Českého rybářského svazu Kostelec nad Orlicí - voda znemožní přístup.
- **Dům čp. 92** bývalý mandlovní mlýn v prostoru pod strání - majitel při zvýšené hladině vody znemožněn přístup, zaplavení domu.
- **Prostor autokempu** - sezónní záležitost cca 150-200 osob, stany, chaty, přívěsy, auta - ve správě Ing. Tamášové - voda zaplaví plochu, nejprve však dochází k zaplavení přístupové komunikace v prostoru parkoviště před mostem.
- **Koupaliště** - dojde k zaplavení plochy vč. bazénu - nutno odpojit čistící stanici - vypnout venkovní osvětlení koupaliště - uzavřít vtok do koupaliště u jezu - zaplaven přístup k bytu správce.
- **Hotel U Splavu** - převážně sezon. obsazení cca 60 osob - majitel, při povodni omezen přístup k objektu - možné zaplavení přízemí - **POZOR el. kotelna.**
- **Penzion U Kapličky čp. 90** - převážně sezon. obsazení cca 50 osob - majitelka - dojde k zaplavení přístupové komunikace od hřiště, záplavová voda přichází z prostoru od fy Rojek a následně od řeky.
- **Firma Rojek** - Pod strání , nejdříve dojde k zaplavení přístupové komunikace kolem hřiště od mostu, záplavová voda přichází z prostoru od hřiště a následně přímo z řeky.
- **Firma Ledvina** - dřev. závody, na ostrově, dojde nejdříve k zaplavení přístupové cesty kolem MVE a následně k vybřežení náhonu.

- **Firmy v čp. 1057 Piano Cabinets, s.r.o. - na Morávce** - nejdříve dojde k zaplacení přístupové cesty od koupaliště, voda přichází po lukách z prostoru od koupaliště, následuje vybřežení náhonu a může dojít i k vlastnímu zaplavení budov.
- **Domy v prostoru ulice Za Dráhou: čp. 701, 691, 159, 440, 157, 161, 172, 173, 174, 160, 551, 178, 439, 179, 182, 183, 168, 181, 180** - voda do tohoto prostoru přichází po lukách ve směru od Doudleb nad Orlicí, následně přelivem z náhonu a v prostoru u mostu přímo z řeky. Nejprve dojde k zaplavení asfaltové komunikace v prostoru u MVE a dále níže položené části ulice Za Drahou. Nutno včas vyrozumět čp. 173 zemědělská usedlost - **POZOR HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA**.
- **Domy v prostoru u Kapličky čp. 124, 226, 690** - voda do tohoto prostoru přichází nejprve od fy Rojek, kdy dojde k zaplavení přístupové komunikace od hřiště, další vlna může přicházet přímo z řeky při jejím vybřežení. **POZOR v čp. 690 HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA**. V této oblasti může dojít k zaplacení tenisových kurtů vč. kabin.
- **Studny pod strání** - voda do prostoru přichází přes plochu hřiště, nutno zajistit odpojení studní od vodovodního systému města (při zaplavení by došlo k čerpání říční znečištěné vody do vodovodního systému města).
- **Studny U Kapličky** - voda do tohoto prostoru může přicházet jednak od fy Rojek a jednak při vybřežení řeky přímo od jezu na Divoké Orlici - nutno zajistit odpojení od vodovodního systému města.
- **Hřiště pod strání** - softball, dojde k zaplavení celé plochy i kabin.
- **Kotelna Frošova** - plynová kotelna, při vybřežení řeky dojde k zaplavení spodní části kotelny, topnými kanály a kanalizací může dojít k zatopení suterénů domů čp. 1245, 1246, 1247, 1414 (výťahová šachta).
- **ČOV** - objekt ve správě AQUA servisu Rychnov n.Kn. - nutno uzavřít přítoky na ČOV, při 100 leté vodě může dojít k zaplavení provozní budovy.
- **Bývalý velkosklad potravin SAMKA (nyní autodoprava Hlaváček)** - za nádražím u silnice na Suchou Rybnou, voda přichází po lukách od Doudleb nad Orlicí, možné zaplavení sklepních prostorů.
- **Holding Českomoravské plemenářské unie - dílny** - objekty za nádražím u silnice na Suchou Rybnou, voda přichází po loukách od Doudleb nad Orlicí, přelévá se přes uvedenou komunikaci a po lukách postupuje k objektu.
- **Domy čp. 1414 a 763 - Penzion a peč.služba** - k zatopení může dojít jen v tom případě, že se bude jednat o vodu více jak stoletou, kdy by došlo k vybřežení řeky v této části města. O případné evakuaci by operativně rozhodl štáb. K evakuaci by bylo možno využít silnici II/316 vedoucí na jižní straně domů.

Vodní tok - potok Štědrý ohrožuje přilehlé obytné domy a dochází k zaplacení komunikace ve směru na Tutleky - přívalová voda přichází i z prostoru hlinišť cihelny.

- **Domy čp. 471, 505, 668, 699** v blízkosti potoka Štědrý - při zvýšené hladině potoka přichází voda ze směru od Tutlek, může dojít k zaplavení domů.

Vodní tok - Lhotský potok v Kostelecké Lhotě může ohrozit obytnou zástavbu umístěnou v těsné blízkosti vodoteče. Ke krizovému stavu může dojít v případě, že dešťové srážky přívalového typu a o vydatnosti nad 150 mm/m² spadnou v této oblasti. K vybřežení může dojít velice rychle.

- **Obytné domy čp. 33, 51, 59, 24, 23, 45, 2, 22, 30, 34, 20, 35, 88, 36, 38, 16, 15, 82, 14, 12** voda do tohoto prostoru přichází jednak potokem ve směru od rybníku u dvoru Forberk a jednak po lučních porostech kolem potoku. K těmto jevům dochází mimořádně při přívalovém dešti o intenzitě nad 150 mm/m². Může dojít k ucpání mostků nánosem z luk a následnému vyběžení vody z koryta.

Podniky a hotelové objekty mají ustaveny vlastní povodňové komise a povodňové plány.

Směrodatné povodňové stavy:

Vodočet na území města: Divoká Orlice - limnigrafická stanice ve Stradinské ulici ve správě ČHMÚ Hradec Králové, pomocný odečet na měrných latích u schodiště stanice, automatický hlásič na tel.: 494 323 461.

I. stupeň - stav bdělosti nastává při průtoku vody **180 cm** (nastává většinou při tání sněhů nebo po intenzivním dešti).

Lhotský potok při předpovědi přívalových dešťů v intenzitě 150 mm/m².

II. stupeň - stav pohotovosti nastává při průchodu vody **230 cm**

Lhotský potok při trvajícím přívalovém dešti.

III. stupeň - stav ohrožení nastává při průtoku vody **280 cm**

Lhotský potok při dlouhodobém přívalovém dešti.

Podání zpráv a hlášení pro MÚ Kostelec nad Orlicí provádí:

OÚ Potštejn	tel.: 494 546 812 494 546 810
OÚ Tutleky	tel.: 494 323 257
OÚ Svídnice	tel.: 494 547 192

<u>MÚ Kostelec nad Orlicí telefonicky podává zprávy:</u>	pracovní č.	krizové č.
Městys Častolovice	tel.: 494 323 911 494 320 108	
OÚ Čestice	tel.: 494 323 636	
OÚ Lípa n. Orl.	tel.: 494 371 416	
OÚ Albrechtice n. Orl.	tel.: 494 371 033 494 371 425	
MÚ Týniště n. Orl.	tel.: 494 377 000	
MÚ Třebechovice p. Orebem	tel.: 495 592 065 495 592 061 495 518 118	

Přehrada – Pastviny	tel.: 465 625 121	
Povodí Labe Hradec Králové	tel.: 495 088 111	(495 545 757– oblastní VH dispečink)
	495 088 730	
Policie ČR Rychnov n. Kněžnou	tel.: 974 536 111	

Při dosažení stavu bdělosti	se hlášení odesílá	1 x denně
Při dosažení stavu pohotovosti	-"-	2 x denně
Při dosažení stavu ohrožení	-"-	3 x i vícekrát denně

Při II. stupni - stavu pohotovosti je vyzooměna kompletní povodňová komise města vč. veřejného hasičského sboru a městské policie.

Organizační část

1.) Štáb povodňové komise: tel.: byt pracovní č. krizové č.

Ing. Irena Weisserová	místostarosta uvolněný
Ing. Jaroslav Kovaříček, Csc.	člen ZM
Ing. Jan Volný	tajemník MÚ
Ing. Karel Lepšík	ved. odb. správy majetku města
pí Marcela Černohorská	ref. správy majetku města
p. Oldřich Luňáček	ref. správy majetku města
pí Jana Šabatková	ved. stavebního úřadu
pí Irena Kubcová	ved. odb. správ. a organizačního
Mgr. Miloslava Stojanová	ved.odb.soc. věcí
sl. Jana Pešková	asistentka taj.
p. Jaroslav Samotán	technické služby
Ing. Jan Havránek	městské lesy
p. Jan Vodička	HS ČHJ KO
p. Ladislav Myšák	SDH K. Lhota
p. Petr Černohorský	městská policie

- štáb má pracoviště v objektu městského úřadu -1. patro kancelář místostarosty - 494 337 294
- pohotovostní vozidla: 1 osob. automobil MÚ + 1 automobil TS + 1 terén. automobil měst. lesů
- vybavení štábu zajišťuje správní a organizační odbor MÚ

2.) **Činnost štábu:** se řídí vlastními pokyny uvedenými v operační části

3.) **Zajištění pracovních sil :** pracovníci technických služeb města + civilní služba

4.) **Věcné prostředky:** pro zabezpečení ochrany před povodněmi jsou v objektu technických služeb uloženy pytle na pískové hráze (714 ks).

Organizace hlásné povodňové služby

podle záznamu o průtoku vody se odesílají zprávy dle jednotlivých stupňů:

stav bdělosti	1 x denně
stav pohotovosti	2 x denně
stav ohrožení	dle pokynu povodňového štábu

v době pracovní zajišťují obsluhu ústředny : pracovnice ústředny

v době mimopracovní se podávají zprávy na : místostarostu Ing. I. Weisserovou

tajemníka Ing. J. Volného

za aktivování povodňové komise je odpovědný : místostarosta Ing. Irena Weisserová
a tajemník Ing. Jan Volný

Odečty výšky hladiny organizuje štáb povodňové komise. Pověřený pracovník provádí odečty dle aktuální situace přímo na místě nebo telefonicky přes automatický hlásič tel.: 494 323 461.
Hlásná služba pro Lhotský potok neexistuje - sledovat předpověď počasí !

Způsob varování obyvatelstva

I. stupeň - předaná informace pro vedení města

II. stupeň - štáb povodňové komise organizuje hlídkovou službu v ohrožené části města. V případě dalšího zvýšení ohrožení informovat neprodleně vedení autokempu, hotelu U Splavu a koupaliště.

Při předpovědi přívalových srážek nad 150 mm/m² informovat občany Kostelecké Lhoty a aktivovat komisi.

Informovat:

- pomocí městského rozhlasu
- v době bez el.energie instalovat náhradní zdroj, případně provést informaci vozidlem MP a hasičů
- vyzoomění občanů v prostoru Podhorné, čp. 476 a čp. 92 - provedou TS nebo MP
- vyzoomění občanů v prostoru U Kapličky provede spojka štábu

- vyzoomění občanů v prostoru ul. Za Dráhou - MP
- vyzoomění občanů u cihelny provede spojka štábu
- oblast Kostecké Lhoty informovat rozhlasem nebo vozidlem hasičů

Telefonicky informovat ohrožené podniky a občany v ohrožené oblasti.

III. stupeň - za spolupráce hasičů, techn. služeb a štábu Městského úřadu Kostelec nad Orlicí organizovat a provádět evakuaci občanů, případně záchranné práce.

Varování: - pomocí městského rozhlasu + sirény (všeobecná výstraha - kolísavý tón sirény po dobu 140 vteřin)

- v době bez el. energie instalovat náhradní zdroj, případně provést informaci vozidlem MP a hasičů
- vyzoomění občanů v prostoru Podhorné, čp. 476 a čp. 92 - provedou TS nebo MP
- vyzoomění občanů v prostoru U Kapličky provede spojka štábu
- vyzoomění občanů v prostoru ul. Za Dráhou - MP
- vyzoomění občanů u cihelny provede spojka štábu
- oblast Kostecké Lhoty informovat rozhlasem a nebo vozidlem hasičů

Telefonicky informovat ohrožené podniky a občany v ohrožené oblasti.

EVAKUACE: vyhlásit městským rozhlasem + sirény (kolísavý tón po dobu 140 vteřin)

Zprávy a hlášení podávané MÚ

- OÚ Potštejn tel.: 494 546 812
494 546 810
- OÚ Tutleky tel.: 494 323 257
- OÚ Svídnice tel.: 494 547 192

Podávání zpráv a hlášení

Městský úřad podává zprávy o situaci na povodí telefonicky těmto účastníkům:

- | | <u>pracovní č.</u> | <u>krizové č.</u> |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------|
| • Městys Častolovice | tel.: 494 323 911
494 320 108 | |
| • OÚ Čestice | tel.: 494 323 636 | |
| • OÚ Lípa n. Orl. | tel.: 494 371 416 | |
| • OÚ Albrechtice n. Orl. | tel.: 494 371 033
494 371 425 | |

- MÚ Týniště n. Orl. tel.: 494 377 000
- MÚ Třebechovice p. Orebem tel.: 495 592 065
495 592 061
495 518 118
- Přehrada – Pastviny tel.: 465 625 121
- Povodí Labe Hradec Králové tel.: 495 088 111 (495 545 757 – oblastní VH dispečink)
495 088 730
- Policie ČR Rychnov n.Kněžnou tel.: 974 536 111

Zprávy v pracovní době podává dle instrukcí obsluha telefon. ústředny MÚ, v době mimopracovní zajišťuje předávání zpráv štáb povodňové komise.

Způsob svolání štábu uveden v operační části.

Plán spojení - samostatná příloha

Organizace hlídkové služby

Hlídkový úsek : celý tok Divoké Orlice v kat. území města Kostelec nad Orlicí
východní část toku potoka Štědrý - prostor u cihelny
střední část Lhotského potoka v prostoru zástavby obce

Složení hlídky: min. dva členové.

Spojení s hlídkami a štábem: zajistit prostřednictvím vysílaček hasičů nebo mobil. telefonem.

Hlášení se podává v intervalu nejméně 60 minut nebo okamžitě dle situace ohrožení .

Hlídkovou službu nařizuje štáb povodňové komise nebo místostarosta města.

Ovládání stavidel na jezu provádí Povodí Labe p. Pavel Šašek,

Manipulaci na náhonu na MVE zajišťuje vlastník MVE - Ing. Hykel tel.:

- p. Martinek tel.:

MVE Kostelec n. Orl. – tel.: není
dle schváleného manipulačního řádu

Záchranné práce

Odpovědný pracovník: p. Jan Vodička (HS ČHJ Kostelec n. O.) pro výkon záchranných prací použije členů hasičského sboru a veškerý dostupný materiál vč. prostředků hasičských sborů na území města. V případě nutnosti lze využít i prostředky technických služeb města vč. jeho dopravních prostředků a mechanizace.

Proškolení hasičského sboru je prováděno pravidelně dle plánu zásahů proti požárům a proti povodním.

Zajištění péče o evakuované občany

V případě nutné evakuace se návštěvníci autokempu a hotelu U Splavu přemístí do prostoru náměstí (osobní vozidla, karavany), práce organizuje vedení autokempu a hotelu, ubytování vč. hyg. zařízení bude zajištěno v Základní škole Palackého náměstí.

Klíče jsou k dispozici u Ing. Mgr. Martinka, Ph.D. – ředitele školy a p. Minaříka - školníka, Občany z ohrožené části města evakuovat do objektu školy na Palackého náměstí, starší občany do penzionu, následně rozvoz k příbuzným a známým.

Obyvatele penzionu a pečovatelské služby do základní školy Na Skále - v případě mimořádné situace.

Občany Kostelecké Lhoty umístit do základní školy Kostelecká Lhota případně ZŠ Na Skále.

Klíče od školy v Kostelecké Lhotě jsou k dispozici u p. Vladimíra Limmla a u pí Konířové.

Klíče od školy Na Skále jsou k dispozici u Ing. Mgr. Martinka, Ph.D. – ředitele školy (tel.: viz výše) a u pí Rezníčkové.

Stravování bude zajištěno prostřednictvím pracovníků správního a organizačního odboru.

Zdravotní a hygienickou péči zajistí: MUDr. Milan Musil tel.: 494 322 740

Střežení majetku: příslušníci Policie ČR a Městská policie.

Pořádkovou službu: Městská policie, Kostelec n. O.

Hospodářská zvířata umístit do prostoru kasáren - pod objekty techn. služeb.

V době letních prázdnin prověřit případné tábory v prostoru u potoka Brodec !

Prohlídky po povodni

organizuje štáb povodňové komise prostřednictvím členů hasičského sboru, pracovníků technických služeb a stavebního úřadu.

Kontrola se provádí na toku Divoká Orlice, potoku Štědrý a Lhotském potoku, v zatopené oblasti na celém území Kostelce nad Orlicí. Odpovídá předseda štábu - místostarosta města Ing. Irena Weisserová.

Předběžnou zprávu o vzniklé škodě pro potřeby Městského úřadu Kostelec nad Orlicí zpracuje štáb povodňové komise a to do tří dnů po povodni - odpovídá tajemník MÚ Ing. Jan Volný.

Operační část

Plán vyzoomění členů štábu:

tel.: byt

pracovní č.

krizové č.

- do pohotovosti je uvedena Městská policie

Činnost štábu:

Štáb pracuje v kanceláři místostarosty města - přímé tel.: spojení: 494 337 294 - přes ústřednu 494 321 551, 494 337 111

POVODŇOVÝ PLÁN má k dispozici místostarosta města, tajemnice MÚ a pí Marcela Černoorská – ref. odboru správy majetku města.

Štáb řídí místostarosta města Ing. Irena Weisserová.

Telefon. ústředna : sl. Jana Pešková

Pohotovostní vozidla: Favorit RKD 18-56

FORD TRA. 2H4 61-91 svoz pracovníků TS

Terénní vozidlo Městských lesů

Hlášení městského rozhlasu zajišťuje : sl. Jana Pešková

Hlásná služba: pracovník pověřený štábem

Materiální zajištění štábu zabezpečí sl. Jana Pešková - sekretariát (baterky, svíčky, zápalky, pohotovostní zdravotní brašna, při dlouhodobé činnosti - občerstvení).

Pro zajištění provozu městského rozhlasu za situace výpadku el. energie je k dispozici:

- náhradní zdroj elektřiny + centrála o výkonu 5 kW - uložena v technických službách
- kabely pro místnost štábu – uloženy ve II. patře (archiv správy majetku města).

Evidenční a dokumentační práce:

Operační evidence činnosti štábu se vede na počítači v kanceláři místostarosty nebo v sekretariátu. Počítač po základním spuštění má přímo v nabídce na obrazovce ikonu povodně, kterou se spouští celý operační systém s požadovanými úkony. V případě nouze, kdy by nebyl v provozu počítač, lze evidenci vést na tiskopisech připravených v povodňovém plánu.

Operační zápisy provádí pí Marcela Černohorská přímo do počítače, nebo je možno vést zápisy na tiskopisech připravených v povodňovém plánu.

Nejvýše dosažená hladina vody bude zaměřena na severním pilíři mostu u zastávky ČD - zaměření provede p. Luňáček - údaj bude uveden v operačním zápise. Po odchodu povodňové vlny bude provedeno trvalé označení na mostním pilíři.

Foto a videodokumentaci zajistí pracovník pověřený štábem.

Zpráva o prohlídce po povodni a souhrnná zpráva o povodni bude uložena u pí Marcely Černohorské na odboru správy majetku města.

Plán činnosti:

I. stupeň: místostarostka, tajemník nebo jím pověřený pracovník MÚ sleduje aktuální vývoj na řece - sleduje předpověď počasí - prognózy na příští období. Provádí seznámení s povodňovým plánem, který případně upřesňuje dle současného stavu.

II. stupeň:

- **svolání štábu povodňové komise města:**

Tel.: byt	pracovní č.	krizové č.
-----------	-------------	------------

- do pohotovosti je uvedena Městská policie
- do pohotovosti jsou uvedeny technické služby - materiál + mechanizace + doprava (pytle na písek jsou k dispozici v Technických službách Kostelec nad Orlicí, s. r. o.)
- **vyrozumění a uvedení do pohotovosti hasičských sborů na území města:**
- **organizace hlídkové služby:**
 - hlídková služba se organizuje v ohrožené části města
 - úsek od jezu po most na silnici II/316
 - u potoka Štědrý v prostoru cihelny
 - v Kostelecké Lhotě od mostu na II/316 po západní konec zástavby obce
 - hlídku tvoří dva členové has. sboru, vybavit vysílačkou nebo mobil. telefonem pro zajištění spojení se štábem, zprávy podávat min. po 60 minutách nebo okamžitě při ohrožení.
 - hlídkovou službu u cihelny může provádět pracovník cihelny - tel. spojení se štábem
- **Zprávy a hlášení podávané MÚ Kostelec nad Orlicí:**

OÚ Potštejn	tel.: 494 546 812 494 546 810
OÚ Tutleky	tel.: 494 323 257
OÚ Svídnice	tel.: 494 547 192

- **Hlášení hláskou službou:**

	pracovní č.	krizové č.
Městys Častolovice	tel.: 494 323 911 494 320 108	
OÚ Čestice	tel.: 494 323 636	
OÚ Lípa n. Orł.	tel.: 494 371 416	
OÚ Albrechtice n. Orł.	tel.: 494 371 033 494 371 425	
MÚ Týniště n. Orł.	tel.: 494 377 000	
MÚ Třebechovice p. Orebem	tel.: 495 592 065 495 592 061 495 518 118	
Přehrada – Pastviny	tel.: 465 625 121	
Povodí Labe Hradec Králové	tel.: 495 088 111 (495 545 757 – oblastní VH dispečink) 495 088 730	
Policie ČR Rychnov n. Kn.	tel.: 974 545 111	

- **manipulace na vodních dílech:**

- manipulaci na jezu zajišťuje p. Pavel Šašek dle manipulačního řádu jezu tel.:
- manipulaci na náhonu na MVE zajišťuje obsluha MVE:
 - Ing. Hykel tel.:
 - p. Martinek tel.:

popis manipulace na jezu: (výpis ze schváleného manipulačního řádu jezu)

Při zvyšování průtoku v Divoké Orlici začne stoupat hladina v jezové zdrži. Vzestup hladiny vody v nadjezí blížící se kótě 273,00 m n.m. a předpoklad jejího překročení oznámí obsluha MVE obsluze jezu na řece a provoznímu středisku Povodí Labe v Žamberku.

Vtoková stavidla na náhonu se při velké vodě přivřou tak, aby byl zachován hyg. průtok (zdvih stavidla o 5 cm nad práh), aby nedocházelo k vybřežování vody z náhonu.

Obsluha jezu začne s postupným vyhražováním stavidla štěrkové propusti a to tak, aby se hladina pohybovala mezi 272,45 a 273,00 m n. m. Pokud je stavidlo zcela vyhraženo a hladina stále stoupá, nastává na vodním díle neovladatelný stav.

Pokud při povodni voda vybřeží a dostává se do náhonu z inundací, odvádí se tato voda vyhražováním stavidel odlehčovacího objektu na náhonu a částečně jalovým stavidlem na vtoku do MVE.

Po průchodu povodňové vlny bude stavidlo štěrkové propusti opět postupně zahražováno tak, aby hladina nepřesáhla 272,45 - 273,00 m n.m.

Spuštění stavidla štěrkové propusti na zdvih 7 cm nad práh obsluha jezu oznamuje provoznímu středisku Povodí Labe v Žamberku a obsluze MVE, která přebírá odpovědnost za dodržení stanovené provozní hladiny 272,45 m n.m.

- **informace o vyhlášení stavu pohotovosti:**

- Podhorná tel.:
- čp. 476 tel.:
- čp. 92 (Mandlovní mlýn)
- autokemp tel.:

- hotel U Splavu tel.:
- koupaliště tel.:
- penzion U Kapličky tel.:
- firma Rojek tel.:
- autodopr. Hlaváček tel.:
- Holding plemenář. tel.:
- Ledvina –pila tel.:

- výr. PIAN Morávka tel.:

- AQUA servis tel.:
- ČOV tel.:
- MVE tel.

- Peč. služba tel.:

- ČRS

Informovat:

- pomocí městského rozhlasu
- době bez el.energie provést vozidlem MP a hasičů
- vyzoomění občanů v prostoru Podhorné , čp. 476 a čp. 92 - provedou TS nebo MP
- vyzoomění občanů v prostoru ul. Za Drahou - MP
- vyzoomění občanů u cihelny provede spojka štábu
- vyzoomění občanů Kostelecké Lhoty vozidlem hasičů

Telefonicky informovat ohrožené podniky

- dále je nutné o vzniklé situaci informovat:

VČE (dispečerská služba) tel.: 492 112 211 (495 842 111)
tel.: 12555

VČP (plyn. dispečink) tel.: 1239

Policie ČR (Kostelec n.O.) tel.: 494 323 045 (494 323 796)

V době letních prázdnin prověřit případné tábory v prostoru potoka Brodec !

III. stupeň:

- **hlídková služba:**

- hlídky nepřetržitě sledují vývoj situace na vodních tocích a předávají informace štábu
- pokud hrozí vyběžení toku z koryta nebo je hlášena povodňová vlna po lukách ve směru od Doudleb nad Orlicí nebo došla informace z přehrady Pastviny o povodňové vlně je podána zpráva ohroženým objektům a organizuje se evakuace ohroženého území.

- sledovat stav mostů na tocích, vzniklé bariéry následně likvidovat vlastními silami, v případě nezvladatelného stavu vyžádat pomoc od Povodňové komise MÚ Kostelec nad Orlicí, průtočnost by měla být v každém případě zachována.

- Varování:**
- pomocí městského rozhlasu + sirény (kolísavý tón po dobu 140 vteřin)
 - v době bez el.energie provést vozidlem MP a hasičů
 - vyzoomění občanů v prostoru Podhorné , čp. 476 a čp. 92 - provedou TS nebo MP
 - vyzoomění občanů v prostoru ul. Za Dráhou - MP
 - vyzoomění občanů U Kapličky a u cihelny provede spojka štábu
 - vyzoomění občanů Kostelecké Lhoty provede vozidlo hasičů

• **příkaz k evakuaci:**

- příkaz k evakuaci ohrožených oblastí města vydává štáb telefonicky, nebo přímo na místě.

Vyhlášení: městský rozhlas + sirény (kolísavý tón po dobu 140 vteřin)

ohrožené objekty:

- **obytné domy dle jednotlivých lokalit uvedené v úvodní části**

- Podhorná tel.:
- čp. 476 tel.:
- čp. 92 (Mandlovní mlýn)
- autokemp tel.:
- hotel U Splavu tel.:
- koupaliště tel.:
- penzion U Kapličky tel.:
- firma Rojek tel.:
- autodopr. Hlaváček tel.:
- Holding plemenář. tel.:
- Ledvina –pila tel.:

- výr. PIAN Morávka tel.:
- AQUA servis tel.:
- ČOV tel.:
- MVE tel.

- Peč. služba tel.:

- ČRS

- **dále je nutné o vzniklé situaci informovat:**

VČE (dispečerská služba) tel.: 492 112 211 (495 842 111)
tel.: 12555
VČP (plyn. dispečink) tel.: 1239
Policie ČR (Kostelec n.O.) tel.: 494 323 045 (494 323 796)

V době letní prověřit tábory u potoka Brodec

- **místa pro evakuované občany:**

- vozidla a karavany návštěvníků autokempu a hotelu u splavu se umístí na Palackého náměstí
- náhradní přístřeší pro osoby vč. dětí je v budově školy na Palackého náměstí
- občany z prostoru ulice Za Dráhou, Podhorná, U Kapličky, u cihelny případně několika osob do domu peč. služby ve Frošově ulici, při větším počtu do školy na Palackého náměstí (následně mohou být rozmístěny u svých příbuzných a známých)
- občany Kostelecké Lhoty do základní školy v Kostelecké Lhotě, případně do ZŠ Na Skále
- v mimořádném případě při nutnosti vyklizení penzionu a domu s peč. službou obyvatele ubytovat ve škole Na Skále
- uskladnění nábytku a vybavení domácností v prostoru garáží na stadionu mládeže
- hospodářské zvířectvo umístit v prostoru kasáren pod objekty tech. Služeb

- **organizace evakuace:**

- organizaci evakuace autokempu a hotelu U Splavu řídí vedení autokempu a hotelu, doporučuje se na místo vyslat pracovníka štábu, aby osobně dohlížel na včasné provedení
- organizaci evakuace prostoru ulice Za Dráhou, Podhorná, U Kapličky a u cihelny řídí hasičská hlídka
- organizaci evakuace v Kostelecké Lhotě bude organizovat štáb
- organizaci provozu na náměstí řídí Policie ČR
- organizaci ve škole zajistí ředitelka školy + školník + sociální pracovníce, nutno zpracovat jmenný seznam osob
- organizaci v domě peč. služby zajistí vedoucí, nutno zpracovat jmenný seznam osob
- pro odvoz osob z autokempu a hotelu se použije převážně jejich vlastních vozidel, pokud dojde k situaci, že přístupové cesty budou zaplaveny vodou bude použita technika TS a hasičů
- před odjezdem posledních evakuačních vozidel zajistí hlídková služba kontrolu vyklizeného prostoru (aby v objektech nikdo nezůstal)
- Městská policie ve spolupráci s Policií ČR zajistí hlídkovou službu ve vyklizené oblasti – ochrana majetku
- při delším pobytu ubytovaných v prostoru školy zajistí jejich stravování správní odbor MÚ
- zdravotní péči zajistí MUDr. Milan Musil
- evakuaci podniků řídí příslušné povodňové štáby těchto objektů

- **vyklizené území:**

- nutno zajistit pravidelnou kontrolu tohoto území a zajistit střežení domů před rabováním - provede MP + Policie ČR
- sledovat z technického hlediska stav domů v zatopené oblasti
- případně zjištěné havarijní stavy hlásit štábu

- **informace pro občany města:**

- štáb povodňové komise prostřednictvím městského rozhlasu vydává informační zprávy a pokyny pro občany města
- ve zprávách zdůraznit vážné nebezpečí přibližovat se bezprostředně k rozvodnému

vodnímu toku, vydat zákaz bezdůvodně vstupovat do vodního toku a zaplavených oblastí, rodiče vyzvat ke sledování pohybu svých dětí, aby se zamezilo zbytečným ztrátám lidských životů

Likvidace následků povodně

- při poklesu hladiny v řece kontrolovat manipulaci na náhonu, aby voda z luk byla sváděna mimo obydlenu část (zajistit manipulaci na stavidlech na Bělisku - odvádění vody náhonem do řeky, čímž dojde ke snížení přítoku do prostoru ulice Za Dráhou)
- prohlídky po povodni organizuje štáb povodňové komise prostřednictvím členů hasičských sborů a pracovníků technických služeb
- kontrola se provádí na celé zatopené oblasti v kat. území města
- zvláštní pozornost zaměřit na vodní zdroje města - zajistit jejich urychlenou provozuschopnost
- postupně vydávat souhlas k vracení obyvatel do svých domů - prověřit jejich stav
- k čerpání vody ze zaplavených objektů používat hasičské techniky, vč. zajištění splachování bahna
- pro odvoz materiálu použít dopravní techniku TS
- hygienu prostředí, obnovu studní zajišťovat dle pokynů OHS
- průběžné zprávy o vzniklých škodách předávat Povodňové komisi Městského úřadu v Kostelci nad Orlicí

zpráva obsahuje údaje:

- 1) Počty osob*
 - a) zraněných*
 - b) mrtvých*
 - c) pohřešovaných*
- 2) Rozsah evakuace*
 - a) celkový počet evakuovaných osob*
 - b) počet nouzově ubytovaných osob*
 - c) způsob varování obyvatel*
 - d) stručné zhodnocení organizace a průběhu evakuace*
- 3) Chování a reakce obyvatelstva (ukázněnost, panika, mimořádné události)*
- 4) Rozsah zatopeného území v době největšího rozsahu záplav (přibližně v ha, % území)*
 - a) obydlené části města*
 - b) obdělávané zemědělské půdy*
 - c) ostatní*
- 5) Dopravní situace*
 - a) uzavřené silnice I. tř.*
 - b) uzavření silnice ostatní*
 - c) železniční doprava*

6) *Rozsah škod orientační odhad*

- a) *celková rozsah škod*
- b) *poškozené silnice, el. vedení, plynovody, telekomunikace, mosty*
- c) *odhad škod na bytových domech*
- d) *z toho odhad škod hrazených pojišťovnou*
- e) *počet domácností bez přístřeší*
- f) *přehled nouzových ubytoven - kapacity obsazení*
- g) *požadavky na nutnou pomoc*

Ukončení činnosti štábu

- činnost štábu končí po odchodu povodňové vlny a snížení hladiny v řece na normální stav, po této době štáb ještě organizuje likvidaci základních následků povodňových škod
- štáb svoji činnost končí na pokyn místostarosty města
- místostarosta města ukončení činnosti štábu ohlásí Povodňové komisi MÚ Kostelec n.O.

Povodňové prohlídky se provádějí 2x ročně dle platných právních předpisů. Na základě povodňových prohlídek se provádí aktualizace povodňového plánu.

Aktualizováno: 04.2003

Ing. Ivana Červinková
starostka města

Přílohy:

- plán spojení
- mapa se zákresem ohroženého území
- evakuační plán
- tiskopis zápisu o činnosti povodňové komise

Zpracoval: Krch, Černohorská