



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

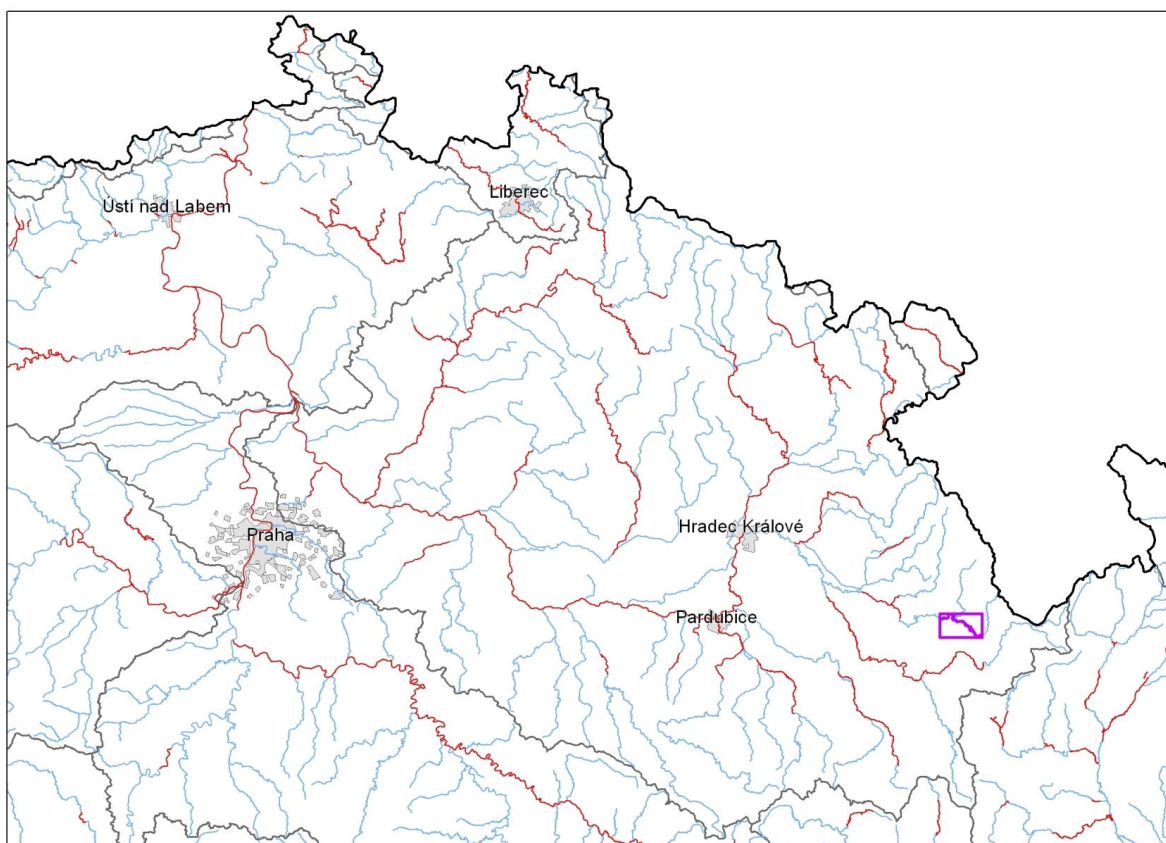
Pro vodu,
vzduch a přírodu

TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE A UCELENÉHO ÚSEKU DOLNÍHO LABE

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

DIVOKÁ ORLICE - 10100019_2 - Ř. KM 73,000 - 88,000 (PL-18)



PROSINEC 2012





OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE A UCELENÉHO ÚSEKU DOLNÍHO LABE

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODEL Y A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

DIVOKÁ ORLICE - 10100019_2 - Ř. KM 73,000 - 88,000 (PL-18)

Pořizovatel:



Povodí Labe, státní podnik
Víta Nejedlého 951
Hradec Králové
500 03

Zhotovitel: sdružení „VRV + HDP + DHI“



Vodohospodářský rozvoj a výstavba a. s.
Nábřeží 4
Praha 5
150 56



Sweco Hydroprojekt a.s.
Táborská 31
Praha 4
140 16



DHI a.s.
Na Vrších 1490/5
Praha 10
100 00



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Řešitel:



Sweco Hydroprojekt a.s.
Táborská 31
Praha 4
140 16

V PRAZE, PROSINEC 2012.

Obsah:

1	Základní údaje	9
1.1	Seznam zkratk a symbolů	9
1.2	Cíle prací	9
1.3	Předmět práce	9
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	9
2	Popis zájmového území	11
2.1	Všeobecné údaje	12
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	12
3	Přehled podkladů	16
3.1	Topologická data	16
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	16
3.1.2	Mapové podklady	16
3.1.3	Geodetické podklady	17
3.2	Hydrologická data	17
3.3	Místní šetření	17
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	18
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	18
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	18
4	Popis koncepčního modelu	19
4.1	Schematizace řešeného problému	19
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	19
4.3	Způsob zadávání OP a PP	19
5	Popis numerického modelu	20
5.1	Použité programové vybavení	20
5.2	Vstupní data numerického modelu	20
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	20
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	21
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	21
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	22
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	22
5.3	Popis kalibrace modelu	22
6	Výstupy z modelu	23
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	31
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	31
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	31
6.4	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	32

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulkač. 1 – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
1D model	Matematický model jednorozměrného proudění
AKM	Administrativní kilometráž Povodí Labe, státní podnik
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DMT	Digitální model terénu
GIS	Geografický informační systém
LGS	Limnigrafická stanice
PPO	Protipovodňová opatření
S_JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SZU	Stanování záplavových území
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
ZABAGED®	Základní báze geografických dat – digitální topografický model
ZM-10	Základní mapa 1 : 10 000
ZÚ	Záplavová území

1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí na základě stanovení těchto charakteristik průběhu povodně:

- hranice rozlivů,
- hloubky vody v záplavovém území,
- rychlosti proudění vody v záplavovém území.

Podstatou vyjádření povodňového nebezpečí je určení prostorového rozdělení uvedených charakteristik povodně a zpracování těchto údajů do podoby tzv. map povodňového nebezpečí. Ty slouží v dalším kroku jako podklad pro vyjádření povodňového rizika semikvantitativní metodou uvedenou v „Metodice tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik“.

1.3 Předmět práce

Předmět práce zahrnuje tyto činnosti:

- Popis postupů souvisejících se zajištěním vstupních podkladů – stávající + nové (dodatečné zaměření profilů, objektů atd.)
- Sestavení (aktualizace) hydrodynamických modelů a příslušné simulace
- Zpracování výsledků numerického modelování a vytvoření map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí).

1.4 Postup zpracování a metoda řešení

Výchozím podkladem při zajišťování vstupů pro sestavení hydraulického modelu bylo geodetické zaměření poskytnuté pořizovatelem. Jedná se o zaměření Divoké Orlice v rozsahu soutok – Nekoř z roku 2003 od firmy GEOŠRAFO s.r.o.

Po prostudování poskytnutých dat byl proveden terénní průzkum s cílem zjistit, zda poskytnutý rozsah geodetického zaměření je dostatečný pro hydraulické modelování a aktuální nebo bude třeba provést dodatečné zaměření. V průběhu terénního průzkumu byla pořízena nová fotodokumentace všech objektů na toku a vybraných profilů. Na základě místního šetření bylo původní zaměření rozšířeno a aktualizováno společností GEFOS a.s. z 5/2012. Dále byla použita data z leteckého laserového snímkování od společnosti GEODIS BRNO

spol. s r.o. Letecké snímkování proběhlo v době s minimálním vegetačním pokryvem a to dne 17.1.2012. Digitální model terénu byl vytvořen z leteckého snímkování, který je tvořen mřížkou bodů.

Od ČHMU byla objednána aktuální hydrologická data (N-leté průtoky) ve 3 profilech (stanice Nekoř – limnigraf, nad Rokytenkou, nad Horeckým potokem).

Sestavení hydraulického modelu.

Na řece Divoká Orlice jsou vymezeny 2 oblasti s potenciálně významným povodňovým rizikem. Tyto 2 oblasti na sebe navzájem navenazují a jedná se konkrétně o úseky toků PL-17 ř.km 46,0 – 58,0 a PL-18 ř.km 73,0 – 88,0.

Hydraulický model byl sestaven ve větším rozsahu, než je řešený úsek z pohledu Map rizik a povodňových nebezpečí.

Hydraulické charakteristiky proudění v zájmové oblasti toku byly simulovány matematickým modelem HEC – RAS 4.1.0 včetně jeho nadstavby pro GIS GeoRAS.

Hlavním podkladem pro generování vstupů pro HEC – RAS je digitální model terénu (DMT) ve formátu TIN. DMT zájmové oblasti byl sestaven z DMT - letecké fotogrammetrie, který byl zpřesněn o vymodelované dno koryta Bělé včetně objektů v korytě. Koryto Bělé bylo vystaveno mocí lineární interpolace zaměřených říčních příčných profilů s akceptováním směrového vedení toku, Již zmíněná nadstavba HEC-RAS GeoRAS, která je extensí ArcGIS vytváří z digitálního modelu terénu geometrický model terénu – dojde k vytvoření 3D říční sítě s 3D souřadnicemi, které jsou pak vstupem pro hydraulický model.

Příčné profily generované z geometrického modelu terénu, byly voleny tak, aby v maximální možné míře postihovaly složitost proudění při povodni. Po importu do HEC – RAS proběhlo další upřesňování tvarů některých profilů podle poznatků z terénního průzkumu. Takto upravené profily byly dále vymezeny na aktivní a neaktivní zóny pro jednotlivé návrhové průtoky.

Drsnosti koryta jsou do řešení zahrnuty Manningovým součinitelem drsnosti n . Hodnoty lze zadávat v různých bodech příčného profilu, daná hodnota pak platí, až k bodu další změny hodnoty parametru n . Základní postup zavádí moduly průtoku pro pásy příčného profilu mezi místy změn hodnot zadávaných drsností, Z dílčích hodnot modulů průtoku získává program hodnoty modulů průtoku pro levou a pravou inundaci. Tyto hodnoty pak přičítá k modulu průtoku vlastního koryta. Rozdělení průtoků bylo počítáno v dílčích pásech jak vlastního koryta, tak i obou inundací včetně stanovení rozdělení rychlostí. Model tedy poskytne, kromě dalších hydraulických charakteristik i charakteristiky rychlostního pole v hlavním korytě i v inundacích.

Jezové objekty a spádové stupně jsou počítány jako přepad přes obecné jezové těleso se zahrnutím součinitele zatopení na základě známé úrovně dolní vody, jež vzešla z výpočtu úseku pod objektem. Mostní objekty jsou počítány až do doby zahlcení jako vlastní profil koryta, po zahlcení jsou pak počítány jako objekty skládající se z kombinace výtoku vody otvorem a přepadu přes širokou korunu – přepad vody přes mostovku. I tyto objekty jsou uvažovány se správnou úrovní dolní vody vzešlou z výpočtu spodního úseku.

V takto sestavené výpočetní trati proběhl výpočet pro zadané povodňové scénáře – Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} a pomocí RAS Mapperu byly vygenerovány záplavové čáry, které vznikly průnikem vypočtené hladiny v daném příčném profilu s terénem. Rozsah záplavových území byl poté ještě upravován s přihlédnutím na skutečný možný rozliv a znalosti terénního průzkumu.

Rozsah záplavového území je stanoven dle platné vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 236/2002 Sb. pro nerovnoměrné ustálené proudění, což znamená, že nezohledňuje délku trvání povodně ani objem povodňové vlny. Proto i v místech širokých rozlivů hladina odpovídá stanovenému průtoku a tedy nezohledňuje transformaci povodňové vlny, ke které může dojít.

Z dosažených výsledků byly pro všechny průtokové stavy Q_N vygenerovány:

- záplavové čáry (hranice rozlivů),
- mapy hloubek,
- mapy rychlostí,
- mapy hladin

na základě kterých byly vytvořeny mapy povodňového nebezpečí.

2 Popis zájmového území

Název toku: Divoká Orlice

ID úseku IDVT CEVT: 10100019_2

Číslo hydrologického pořadí toku: 1-02-01-011; 1-02-01-012; 1-02-01-013; 1-02-01-014; 1-02-01-015;
1-02-01-016; 1-02-01-025; 1-02-01-026; 1-02-01-027; 1-02-01-028

Úsek toku: Helvíkovice - Nekoř ř.km 73,00 - 88,00

Významná vodní díla: V povodí řešeného úseku se nachází významné vodní dílo VN Pastviny, které významně ovlivňuje svým retenčním prostorem průběh povodní v celém povodí Divoké Orlice a Orlice pod ním. Retenční prostor ovladatelný VN Pastviny je 8,773 mil m³ a neovladatelný retenční prostor 2,050 mil m³. Další významná vodní díla, která by měla vliv na transformaci povodňových průtoků, se v povodí nenachází.

Podklady:

Název toku: zdroj VÚV TGM

ID úseku IDVT CEVT: zdroj Ministerstvo zemědělství

Číslo hydrologického pořadí toku: zdroj ČHMÚ

Úsek toku: zdroj Povodí Labe, státní podnik

Významná vodní díla: zdroj Povodí Labe, státní podnik,

Významné přítoky: zdroj ZM10

Obrázek 3 – Přehledná mapa řešeného území



2.1 Všeobecné údaje

Posuzovaný úsek toku Divoké Orlice byl určen od ř.km 73,00 do ř.km 88,00 dle kilometráže poskytnuté pořizovatelem a přesně vymezen zadanými souřadnicemi S JTSK začátku a konce toku:

začátek úseku: X = 600 800; Y = 1 060 624

konec úseku: X = 591 940; Y = 1 064 093

Staničení uvedené ve výpočetním modelu a použité při zpracování map povodňového nebezpečí bylo v řešeném úseku přepočteno podle skutečné délky osy vodního toku. Pro tento daný úsek byl sestaven model od ř.km 72,349 až do ř.km 88,091. Rozsah modelu zohledňuje celé území mezi Helvíkovicemi a Nekoří.

Řešený úsek prochází Helvíkovicemi, Žamberkem, Líšnicí a Nekoří.

Ve většině úseku je koryto upravené opevněné lichoběžníkového profilu popřípadě dvojitého lichoběžníkového profilu, jehož bermy a břehy jsou porostlé udržovaným travním porostem především v intravilánových úsecích. V části, která prochází Žamberkem je koryto vedeno v nábrežních zdech.

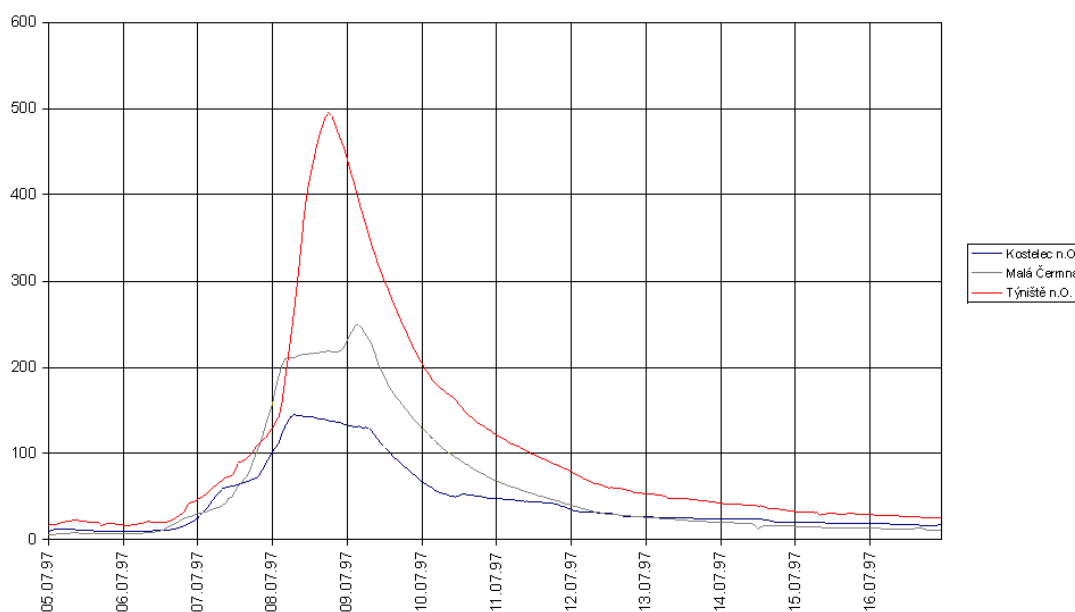
2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Na Divoké Orlici je zaznamenáno několik významných průchodů velkých vod. Nejvýznamnější zaznamenaná velká voda je z roku 2000. Na Divoké Orlici se nacházejí limnigrafické stanice kategorie A (Nekoř, Kostelec nad Orlicí)

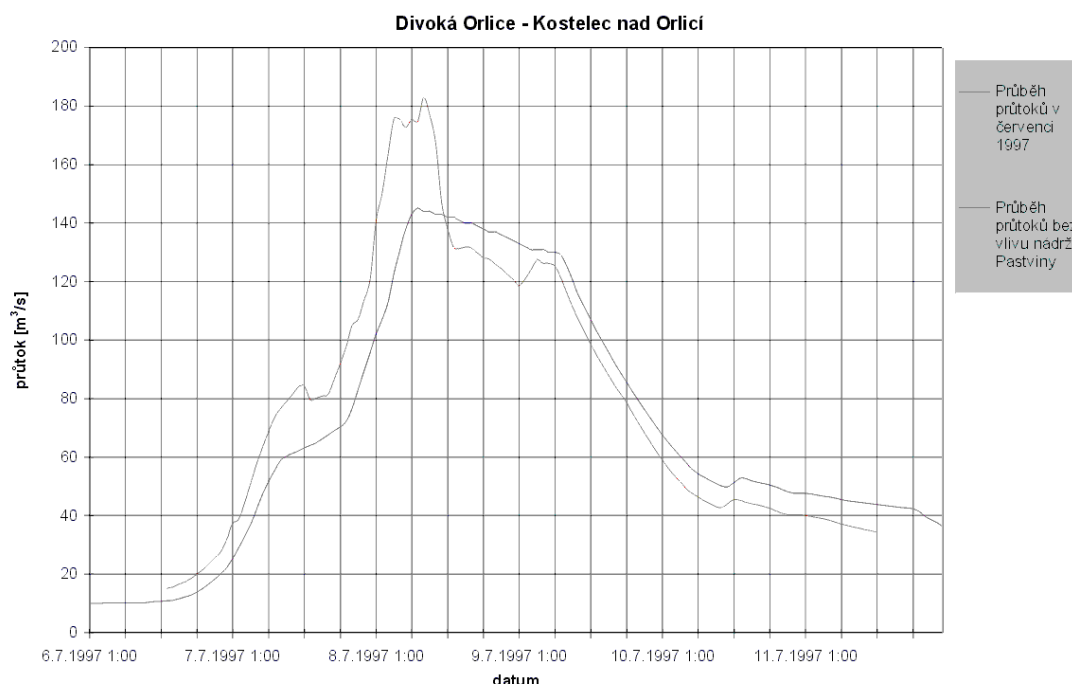
Povodeň z roku 1997

Kulminace v měrném profilu Kostelec nad Orlicí byla dosažena 8.7. v 6:45 na 300 cm, což odpovídá průtoku $145 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Kulminace v profilu odtokového limnigrafu VD Pastviny - Nekoř byla dosažena v 5:00 $106 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Jelikož délka toku z profilu Nekoř je 41km s teoretickou doběhovou dobou cca 8 hodin, je nepochybné, že kulminace v Kostelci byla značně ovlivněna i ostatními přítoky (Rokytenka, Zdobnice). Odtok z nádrže byl však i před nástupem maximálního přítoku udržován asi o $30 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ nižší a proto i zde došlo ke snížení kulminace. Vlivem nádrže Pastviny tak došlo ke snížení kulminačního průtoku skoro o $40 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

Obrázek 4a – Průběh vodních stavů v povodí Orlice v roce 1997



Obrázek 4b – Průběh průtoků v profilu Kostelec nad Orlicí v roce 1997 s vlivem a bez vlivu VD Pastviny



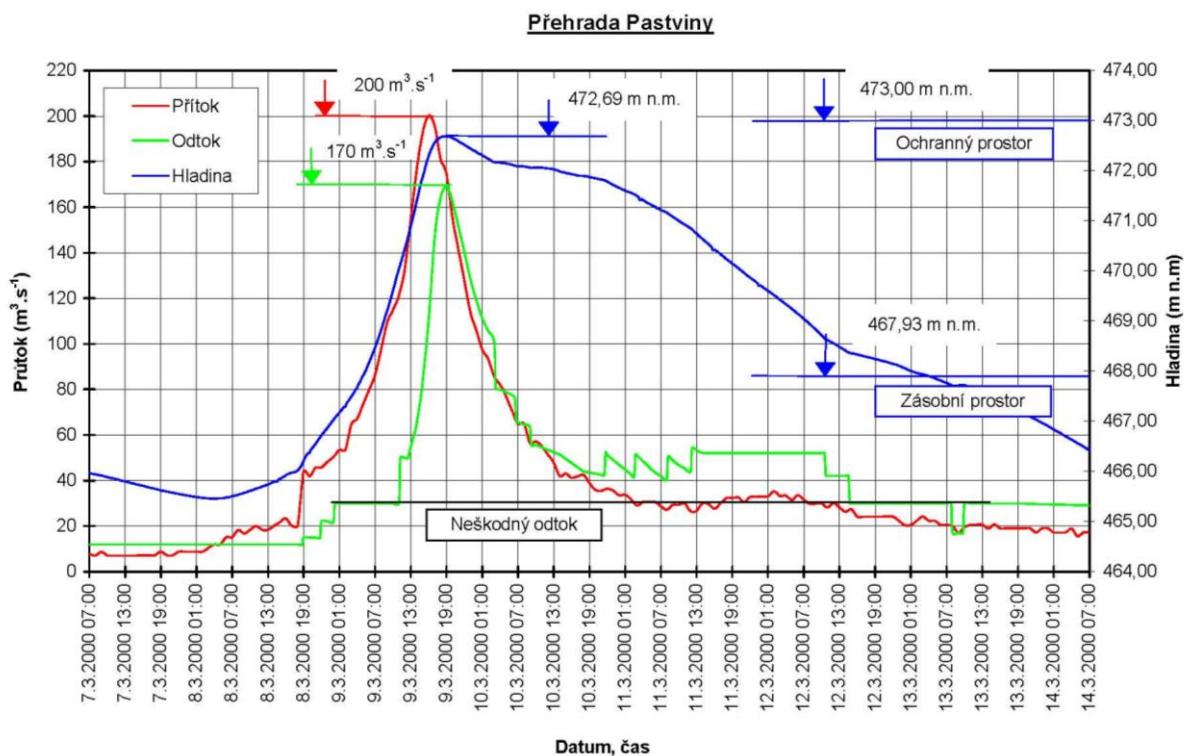
Povodeň z roku 2000

Počátkem března 2000 vlivem několika nepříznivých klimatických faktorů (vysoká teplota vzduchu, vysoký úhrn dešťových srážek a silný vítr) se vyvinula extrémní povodeň na Divoké Orlici, která kulminovala na hodnotách 50 – 100 letých velkých vod. Vysokou extrémnost této povodně dokumentuje i to, že pro VD Pastviny to byla největší povodeň v celé její dosavadní historii.

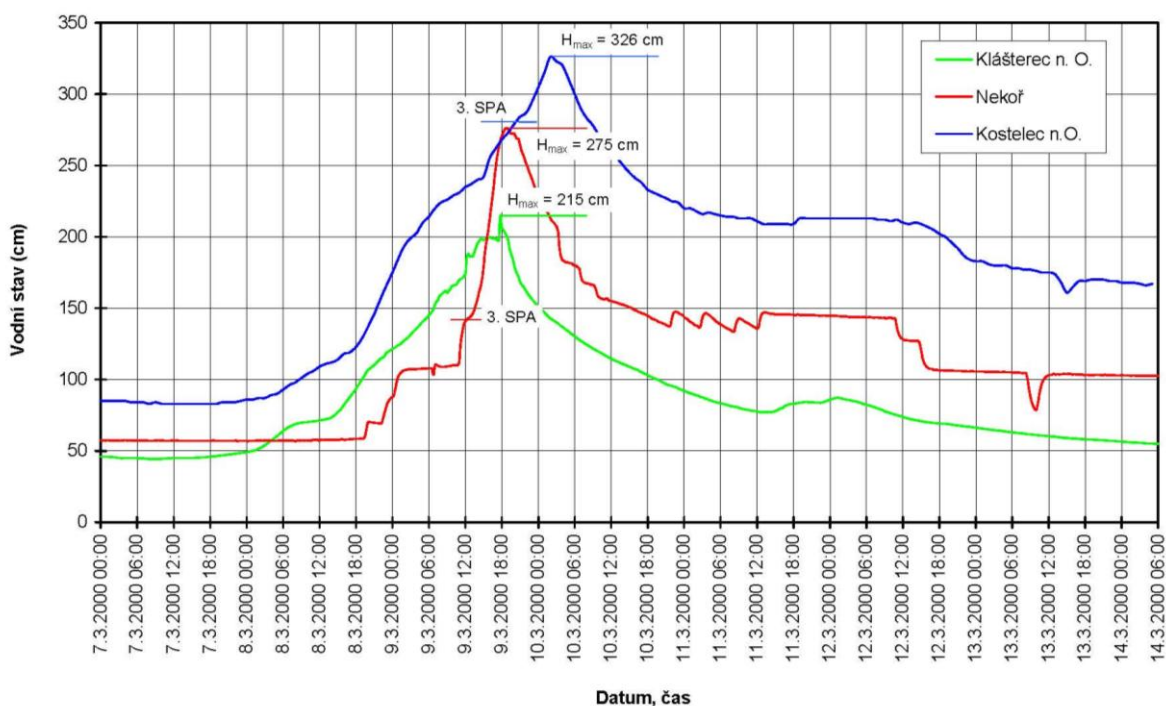
V profilu Orlické Záhoří byla doba jeho opakování 2 až 5 let. Ovšem v 30 km vzdáleném Klášterci nad Orlicí byla vyhodnocena doba opakování kulminace průtoku na 50 až 100 let. To znamená, že právě toto mezipovodí bylo tou nejkritičtější oblastí. Stejnou dobu opakování 50 až 100 let měl i povodňový průtok v Divoké Orlici pod Pastvinskou přehradou v Nekoři a v důsledku velmi vysokých povodňových průtoků v Rokytnici a Zdobnici (Q_{20-50}) a Bělé (Q_{10-20}) zůstala na této výši zachována až do soutoku Divoké a Tiché Orlice u Týniště nad Orlicí.

Nádrž VD Pastviny byla před příchodem povodně částečně předvypuštěna, když hladina vody v zásobním prostoru byla snížena o 2 m, což znamenalo zvětšení objemu ochranného prostoru o 1/3 na 5,5 mil. m³. Tentokrát to však na výraznou transformaci povodňového průtoku v nádrži nestačilo, neboť objem povodňové vlny byl podstatně větší. Přítok do nádrže v Klášterci nad Orlicí kulminoval na hodnotě 174 m³.s⁻¹ (Q_{50-100}), max. průtok v profilu hráze vypočtený z konsumpčních křivek výpustných potrubí a korunových přelivů, který je zvýšený o přítoky z mezipovodí vlastní nádrže, byl 200 m³.s⁻¹ (Q_{100}) a odtok z nádrže v profilu Nekoř kulminoval na 170 m³.s⁻¹ (Q_{50-100}). Rovněž manipulace na VD Pastviny umožnily oddálení nástupu povodně v korytě řeky pod hrází a tím byl prodloužen velmi významně čas na provedení těch nejvýznamnějších zabezpečovacích prací.

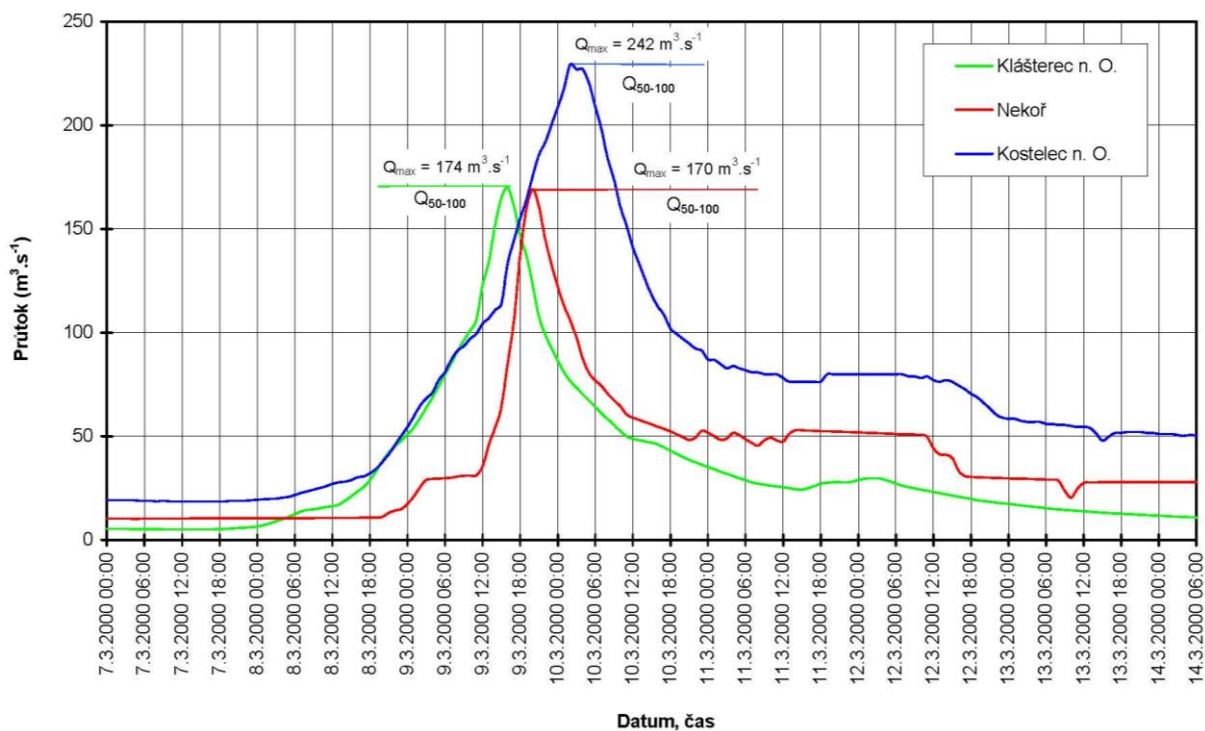
Obrázek 4c – Průběh povodně na vodním díle Pastviny v roce 2000



Obrázek 4d – Průběh vodních stavů na Divoké Orlici během povodňové události v roce 2000



Obrázek 4e – Průběh průtoků na Divoké Orlici během povodňové události v roce 2000



Tabulka 2a – záznam max. povodní – LGS Nekoř

LGS Nekoř ř.km 88,5			
datum kulminace	Q [m³/s]	H [cm]	N - letost
9.3.2000	172	275	50 – 100
28.2.1922	-	270	.
9.1.1946	150	255	20 – 50
8.7.1997	113	220	10 – 20
1.3.1922		215	
13.2.2002	56,4	157	2 – 5
10.7.1980	52,7	151	2 - 5

Tabulka 2b – záznam max. povodní – LGS Kostelec nad Orlicí

GS Kostelec nad Orlicí ř.km 47,4			
datum kulminace	Q [m³/s]	H [cm]	N - letost
9.2.1946	-	348	-
10.3.2000	242	326	50 - 100
8.7.1997	214	300	20 – 50
21.7.1980	-	265	-
2.9.1938	-	258	20
31.3.2006	113	254	5 – 10
13.2.2002	102	244	2 - 5

3 Přehled podkladů

V souladu s vyhláškou č. 236/2002 Sb. byly použity pro zpracování návrhu záplavového území tyto podklady. Pravidla pro citace podkladů se řídí dle ČSN ISO 690 (01 0197).

- Základní mapy 1:10 000 – digitální, rastrové - ZAGAGED, poskytl Povodí Labe, státní podnik.
- Výškopisná data získaná metodou leteckého laserového snímkování, GEODIS BRNO spol s r.o.; 01/2012
- Geodetické zaměření provedené firmou Geošrafo, s.r.o. 2004
- Hydrologická data: n-leté průtoky - ČHMÚ Hradec Králové, 2012
- Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997; Český hydrometeorologický ústav; 1998
- Souhrnná zpráva o povodni v březnu 2000 v uceleném povodí Labe; Povodí Labe, státní podnik; 2000
- Plán oblasti povodí Horního a středního Labě, Povodí Labe, státní podnik
- Měrná křivka a evidenční list limnigrafické stanice Nekoř
- Měrná křivka a evidenční list limnigrafické stanice Kostelec nad Orlicí
- Manipulační řády objektů na toku poskytnuté Povodím Labe, státní podnik
- Podrobný terénní průzkum zpracovatele, uskutečněný v listopadu 2011, zaměřený na zmapování stavu koryta, inundací a objektů na toku
- DSP – Divoká Orlice, Žamberk, protipovodňová ochrana; Agropojekce Litomyšl s.r.o.; 2011
- Zákon č. 257/2001 Sb. - o vodách
- Vyhláška MŽP 236/2002 Sb. – o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území
- TNV: 75 2931 - Povodňové plány, 75 2102 - Úpravy potoků, 75 2103 - Úpravy řek, 75 2932 – Navrhování záplavových území
- Metadata poskytnutá Zeměměřičským ústavem k aktuální verzi ZM 10

3.1 Topologická data

Topologická data jsou základním zdrojem, který je potřebný pro sestavení hydrodynamického modelu. Pomocí nich je možné popsat řešené území, sestavit digitální model terénu a vytvořit vhodnou schematizaci modelu. Jednotlivé topologické podklady jsou popsány v následujících kapitolách.

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

Digitální model terénu byl sestaven z výškopisu získaného z leteckého laserového snímkování a geodetického zaměření. DMT zájmového území se skládá z DMT koryta vodního toku a DMT inundačního území. DMT koryta vodního toku bylo vymodelováno pomocí lineární interpolace zaměřených příčných profilů s akceptováním směrového vedení toku. Vytvoření a složení DMT proběhlo v softwaru společnosti ESRI v ArcGIS pomocí extenze 3D Analyst. Trojúhelníková síť (TIN) DMT se rovněž převedla na georeferencovaný TIF o velikosti pixelu 2 m x 2 m.

Všechny souřadnice DMT jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém systému Bpv.

3.1.2 Mapové podklady

Pro potřeby studie byla použita Základní mapa České republiky 1:10 000 (ZM 10) aktualizovaná Zeměměřičským úřadem v roce 2011. Jedná se o nejpodrobnější základní mapu středního měřítko.

ZM 10 obsahuje polohopis, výškopis a popis. Předmětem polohopisu jsou sídla a jednotlivé objekty, komunikace, vodstvo, hranice správních jednotek a katastrálních území (včetně územně technických jednotek), hranice chráněných území, body polohového a výškového bodového pole, porost a povrch půdy. Předmětem výškopisu je terénní reliéf zobrazený vrstevnicemi a terénními stupni. Popis mapy sestává z druhového označení objektů, standardizovaného geografického názvosloví, kót vrstevnic, výškových kót, rámových a mimorámových údajů. Obsahem mapových listů je i rovinná pravoúhlá souřadnicová síť a zeměpisná síť. Předměty obsahu mapy jsou znázorněny pouze na území České republiky. Míra generalizace polohopisu je na takové úrovni, že nedochází k

rozsáhlejšímu spojování jednotlivých staveb do bloků a ke zjednodušování tvarů. Mapa tak poskytuje velmi podrobnou představu o zobrazovaném území.

Data ZM 10 se stavem aktualizace v roce 2009 a dříve byly odvozovány z vektorových výstupů, které vznikaly v průběhu tvorby vizualizací ZABAGED®. Jejich rasterizací a následnou transformací do souřadnicového systému S-JTSK vznikl obraz státního území, který byl strukturovaný po listech ZM 10. Dalším zpracováním byla pořízena barevná bezešvá rastrová mapa s barevnou hloubkou 4 bit, jednotnou barevnou paletou a hustotou 400 dpi. Z důvodu nižší kvality rozlišení těchto výstupů bylo v roce 2011 přistoupeno k nahrazení těchto souborů novými rastry, které vznikly přímým odvozením z tiskových podkladů ZM 10. Tyto rastry mají barevnou hloubku 24 bit a rozlišení 800 dpi. Data ZM 10 se stavem aktualizace v roce 2010 a později jsou odvozovány přímo z postscriptových souborů nové technologické linky. Tyto soubory jsou službou aplikačního serveru rastrovány s rozlišením 800 dpi, barevnou hloubkou 8 bit a jednotnou barevnou paletou. Do doby pokrytí celého území ČR soubory z nové technologické linky budou uživatelům poskytovány vždy obě datové sady. Tvorbu a aktualizaci ZM 10 zajišťuje Zeměměřický úřad.

ZM 10 je distribuována ve formátu TIF po segmentech bezešvé mapy – čtvercích 2x2 km, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Kromě grafického umístovacího souboru je dodáván textový umístovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Krovak EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umístovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají rozlišení 3149x3149 (72DPI).

Nedílnou součástí při konstruování výpočetní sítě byly v r. 2004 – 2006 aktualizované ORTOFOTOMAPY ČR – čtverce 2,5 x 2,0 km ve formátu tif, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Kromě grafického umístovacího souboru je dodáván textový umístovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Krovak EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umístovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají velikost 2500x2000, rozlišení 96 x 96 DPI, hloubku barev 24 bit/pixel.

3.1.3 Geodetické podklady

Pro vytvoření DMT koryta toku bylo použito geodeticky zaměřených příčných profilů z roku 2004 zpracováno firmou Geošrafo s.r.o. pro potřeby Povodí Labe, státní podnik.

Dalším podkladem pro tvorbu DMT byla použita data z výškopisu získaného z leteckého laserového snímkování. Letecké snímkování a vyhotovení leteckých měřičských snímků provedla firma GEODIS BRNO, spol. s r.o. Letecké laserové skenování proběhlo v době s minimálním vegetačním pokryvem v lednu 2012. Výsledkem snímkování je mračno bodů ve čtvercové síti 2 x 2m, které je odfiltrované od budov a vegetace.

Všechny souřadnice jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém Bpv.

3.2 Hydrologická data

Hydrologická data byla objednána od pobočky ČHMÚ Hradec Králové v profilech uvedených v tabulce níže.

Tabulka 3 - N-leté průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
stanice Nekoř - limnigraf	2012	87,1	73,5	124	207	319	I
nad Rokytenkou	2012	76,6	80,1	134	222	340	II
nad Horeckým potokem	2012	72,6	88,9	147	240	364	II

Třída přesnosti dle ČSN 75 1400

3.3 Místní šetření

Místní šetření bylo provedeno v listopadu 2011, při kterém byla pořízena aktuální fotodokumentace objektů na toku, významných částí toku, charakteru inundačního území a překážek v něm. Toto šetření bylo pro

zpracovatele významné z hlediska stanovení drsnostních parametrů použitých v matematickém modelu a dále pro kontrolu velkých příčných a podélných hrází, valů a náspů v DMT záplavového území Divoké Orlice.

Při místním šetření také proběhla kontrola stávajícího geodetického zaměření, jestli nedošlo ke změně mostních objektů, jestli jsou objekty zaměřené v potřebné míře pro sestavení hydraulického modelu, jestli jsou zaměřené objekty a stavby, které mohou významně ovlivňovat proudění atd. Na základě tohoto bylo zajištěno geodetické doměření případně aktualizace zaměření.

Charakter území:

Ve většině úseku je koryto upravené opevněné lichoběžníkového profilu popřípadě dvojitého lichoběžníkového profilu, jehož bermy a břehy jsou porostlé udržovaným travním porostem především v intravilánových úsecích. V části, která prochází Žamberkem je koryto vedeno v nábrežních zdech. V extravilánových pasážích je doprovázeno vzrostlou vegetací na břehové hraně.

Inundační území je v intravilánu měst a obcí tvořeno budovami a objekty občanského, zemědělského a průmyslového charakteru, travními a ostatními volnými plochami (hřiště, parkoviště). V extravilánu je ZÚ tvořeno rozlehlými poměrně rovinnými plochami – jedná se o zemědělsky obhospodařované pole, louky a lesní porosty.

3.4 Doplnující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura

Povodňové značky z povodní 1997 a 2000 poskytnuté Povodím Labe, státní podnik

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

Postupy zpracování studie byly v souladu s níže uvedenými dokumenty v jejich platném znění:

- [1] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [4] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Poskytnuté topologické a hydrologické podklady plně pokryly zájmové území.

4 Popis koncepčního modelu

Základním požadavkem na zpracování záplavových území je provádění výpočtů metodou ustáleného nerovnoměrného proudění. Pro tento typ výpočtů byl zvolen program HEC RAS 4.1.0 včetně jeho nadstavby pro ARCGIS GeoRAS.

4.1 Schematizace řešeného problému

Schéma modelu je v souladu se SZÚ jednorozměrné (1D). Vzhledem k charakteru toku, které je v extravilánech doprovázené širokými plochými inundacemi, byla schematizace provedena tak, že příčné profily byly vymezeny na aktivní a neaktivní zóny pro jednotlivé návrhové průtoky. Vzdálenost příčných řezů je nepravidelná a jejich umístění je zaměřeno primárně na charakteristická místa toku, náhlé změny profilu toku, objekty na toku apod. V místech s prismatickým korytem nebo neměnicí se tratí je vzdálenost řezů větší, v případě objektů nebo náhlých změn tvarů koryta jsou řezy zahuštěny. Takto provedená schematizace je naprosto dostatečná a danému toku a účelu odpovídající.

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Použitá metodika výpočtu charakteristik proudění nepočítá s vlivem neustáleného proudění na odtokové poměry (v souladu s Metodikou zpracování SZÚ).

Pokud bychom chtěli tuto otázku vůbec diskutovat (přímo nesouvisí s řešenou úlohou!), je třeba uvést, že vliv nestacionarity je v daném úseku Divoké Orlice poměrně významný.

Výše uvedená úvaha je však vzhledem k řešené úloze irelevantní. Hydrologická data ČHMÚ (N-leté průtoky) jsou výsledkem metod, které se nezabývají postupem povodňové vlny daným územím, její transformací. Hydrologické metody pro stanovení N-letých průtoků vycházejí z pravděpodobnostních analýz dlouhodobých řad pozorovaných vodních stavů (a z nich odvozených průtoků) v konkrétních profilech na toku, bez vazby na průběh (nestacionaritu) té povodňové události v zájmovém území.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Jedná se o výpočet nerovnoměrného ustáleného proudění v otevřeném korytě. Do výpočetního modelu se tak zadává okrajová podmínka v dolním výpočtovém profilu v podobě hladiny, v horním výpočtovém profilu v podobě průtoku. V místě významných přítoků, pro které jsou k dispozici hydrologické údaje, se zadává změna průtoku. Jiné okrajové ani počáteční podmínky výpočtu se nezadávají.

Vnitřními podmínkami jsou pak údaje o drsnostních charakteristikách a ztrátových součinitelích.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Výpočty byly prováděny metodou ustáleného nerovnoměrného proudění v programu HEC – RAS 4.1.0 včetně jeho nadstavby v GIS GeoRAS.

Základní verze modelu hladinového režimu v otevřených korytech HEC-RAS, (River Analysis System) je jedním z produktů, které v oblasti hydrologie a hydrauliky vyvinul Hydrologic Engineering Center US Army Corps of Engineers. V roce 2000 byl dokončen vývoj nové verze programu, do které byl zařazen model neustáleného proudění HEC-UNET, dnes již ve verzi 4.1.0. Model umožňuje řešení stromových i okružních sítí přirozených otevřených koryt včetně příčných a podélných objektů na toku. Internetová adresa pro další informace je:

<http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/>

Program umožňuje výpočet nerovnoměrného proudění v otevřených korytech, v ustáleném i v neustáleném režimu. Je integrovaným prostředkem, který umožňuje interaktivní provoz, obsahuje moduly hydraulické analýzy, obsluhy datové báze, vizualizaci vstupních dat i výsledků. Významné jsou jeho možnosti výpočtu objektů na toku, příčných i podélných staveb. Umožňuje numerickou simulaci stromových sítí, bifurkací a okružních říčních systémů. Jako produkt federálního rozsahu, je standardním prostředkem pro plánování, návrh a protipovodňovou ochranu ve Spojených státech.

Základní verze programu HEC-RAS je vyvinuta armádou Spojených států jako federální institucí a je volně šířena po Internetu Nadstavba HEC-GeoRAS je rovněž volně šiřitelná.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Hlavním podkladem pro generování vstupů pro HEC – RAS je geometrický model terénu, tj. 3D říční síť s 3D souřadnicemi, které jsou vygenerované pomocí GeoRasu z digitálního modelu terénu v TIN, podrobnější popis, viz výše.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Charakter toku byl již podrobně popsán v kap. 3.3 Místní šetření.

Jezové objekty a spádové stupně jsou počítány jako přepad přes obecné jezové těleso se zahrnutím součinitele zatopení na základě známé úrovně dolní vody, jež vzešla z výpočtu úseku pod objektem. Mostní objekty jsou počítány až do doby zahlcení jako vlastní profil koryta, po zahlcení jsou pak počítány jako objekty skládající se z kombinace výtoky vody otvorem a přepadu přes širokou korunu – přepad vody přes mostovku. I tyto objekty jsou uvažovány se správnou úrovní dolní vody vzešlou z výpočtu spodního úseku. Při výpočtu se jeden objekt skládá minimálně ze dvou profilů a to profilu pod objektem, jež slouží pro správné určení dolní vody těsně pod objektem a dále z profilu objektu, jež je uvažován v místě jeho návodní strany, často bývají tyto profily doplněny i profilem nad objektem, jež je umístěn cca 2 – 5 m nad návodní hranou objektu.

Výpis objektů na toku je uváděn ve směru proti proudu a je použita administrativní kilometráž správce vodního toku (toto staničení nesouhlasí se staničením hydraulického modelu).

AKM 72.776 most Helvíkovice-lávka

AKM 74.666 most Helvíkovice cesta

AKM 75.857 most Helvíkovice silnice

AKM 76.643 most Žamberk-lávka

AKM 77.397 most Žamberk místní komunikace

AKM 77.8 most Helvíkovice-Žamberk

AKM 78.022 jez Žamberk I

AKM 78.362 most Žamberk-lávka

AKM 78.738 most Žamberk místní komunikace

AKM 79.128 most Žamberk-Kunvald silnice
 AKM 79.305 most Žamberk místní komunikace
 AKM 79.812 jez Žamberk II
 AKM 79.812 most Žamberk-lávka koupaliště
 AKM 81.608 most Líšnice-nový most
 AKM 81.632 most Líšnice silnice
 AKM 82.506 most Líšnice místní komunikace
 AKM 82.662 jez Líšnice I
 AKM 82.8 most Líšnice-místní komunikace
 AKM 83.262 jez Líšnice II
 AKM 83.419 most Líšnice-lávka
 AKM 83.831 most Líšnice silnice
 AKM 84.988 most Líšnice cesta
 AKM 85.08 jez Líšnice III
 AKM 86.155 most Líšnice místní silnice
 AKM 87.121 most Nekoř-lávka
 AKM 87.811 jez Nekoř

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Drsnostní charakteristiky použité ve výpočetním modelu jsou zadány pomocí Manningova drsnostního součinitele. Hydraulické drsnosti jsou zadávány v jednotlivých příčných řezech a to v odlišných hodnotách jak pro jednotlivé části inundací, tak i pro jednotlivé části koryta, na základě již výše uvedené pořízené fotodokumentace a rekognoskace terénu. Vliv vegetace je do výpočtů zahrnut vždy v nejméně příznivé situaci, to znamená při plném vegetačním období.

Tabulka 4 - Použité drsnosti dle Manninga v korytě

Popis	n
beton	0,020 – 0,035
dlažba	0,025 – 0,045
tráva	0,035 – 0,045
keře	0,060 – 0,090

Tabulka 5 - Použité drsnosti dle Manninga v inundaci

Popis	n
silnice, chodníky – asfalt, beton	0,020 – 0,025
louky, pole	0,035 – 0,045
stromy, keře	0,060 – 0,120
hustý porost	0,120 - 0,160
zahrady s ploty, zástavba	0,160 – 0,200 nebo vypuštěné z výpočtu

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Horní okrajové podmínky tvoří N-leté průtoky v místě významných přítoků. Dolní okrajové podmínky pro jednotlivé průtokové scénáře jsou zadány sklonem hladin (Normal Depth S) o hodnotě 0,001. Dále hydraulický model zohledňuje odlehčení přes pravobřežní boční přeliv v Líšnici, toto odlehčení je v modelu zohledněno větvi s bočním přelivem na vtoku do větve.

Tabulka 6 - N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení

Popis úseku	Úsek toku (ř.km)	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Poznámka
VD Nekoř – pod Lišnicí	88,1 - 81,7	73,5	124	207	319	
Pod Lišnicí -nad Rokytenkou	81,7 – 79,9	80,1	134	222	340	
Pod Rokytenkou - Helvíkovice	79,9 – 72,3	88,9	147	240	364	

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Výpočet byl řešen pomocí ustáleného proudění.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Každý výpočetní model je vždy schematizací skutečnosti. Chyba výsledných vypočtených charakteristik proudění (úroveň hladin, hloubky, rychlosti) je dána superpozicí chyb dat a procesů vstupujících do celého systému. Míra nejistoty tak plyne především z chybných vstupních dat (nedostatečně popsáná topologie území a koryta, chyby v zaměření a zpracování geodetických dat, špatný odhad drsnostních charakteristik a hydraulických odporů, chyby/nejistoty v hydrologických datech).

5.3 Popis kalibrace modelu

Hydraulický model byl kalibrován na dosud největší povodňovou událost na Divoké Orlici a to na povodeň z března 2000, která byla vyhodnocena jako větší než Q₅₀. Dále model byl kalibrován na povodňovou událost z roku 1997, jejíž kulminační průtok odpovídal cca Q₂₀.

Tabulka 8 - Kalibrace modelu

Kalibrace na povodňové značky povodně z července 1997

místo	ř.km	Q1997	H1997	model	rozdíl
MOSTEK SILNIČNÍ KLENBA 5T HELVÍKOVICE JEV_ID:43589 PF 197 KM 41,4835	73,844	136,0	392,70	392,80	0,10
PF 198 KM 41,6746	74,034	136,0	393,35	393,39	0,04
MOST SIL HLAVNÍ HELVÍKOVICE U JELENA JEV_ID:43590 PF 204 KM 42,6827	75,046	136,0	396,06	396,02	-0,04
LÁVKA u PL Žamberk PF 222 KM 45,1887	77,523	123,0	403,10	403,01	-0,09
PF225a interpolovaný	78,019	123,0	404,26	404,07	-0,19
MOST SIL ZLB U SVĚDKŮ JEHOVOVÝCH JEV_ID:58130 PF 228 KM 45,9443	78,282	123,0	404,60	404,70	0,10
PF 231 KM 46,5571	78,892	123,0	406,52	406,38	-0,14
PF 242 KM 48,4245	80,722	113,0	413,06	412,97	-0,09
ŽB MOST LÍŠNICE JEV_ID:43623 PF 256 KM 50,5084	82,771	113,0	419,33	419,41	0,08
PF 272 KM 53,8862	86,123	113,0	430,37	430,30	-0,07
pod mostem v Nekoři	86,991	113,0	432,95	433,03	0,08
PF 278 KM 54,8643 - LGS - značka podle měrné křivky ČHMÚ	87,101	113,0	433,36	433,46	0,10
PF 278 KM 54,8643 - LGS - značka zaměřená PLA	87,101	113,0	433,41	433,46	0,05

profily se značkami z povodně z roku 1997 a 2000

Kalibrace na povodňové značky povodně z března 2000

místo	ř.km	Q2000	H2000	model	rozdíl
PF 194 KM 41,0439	73,412	198,0	392,43	392,35	-0,08
PF225a interpolovaný	78,019	185,0	404,67	404,66	-0,01
LÁVKA PRO PĚŠÍ ZAVĚSNÁ JEV_ID:58139 PF 229 KM 46,1183	78,457	185,0	405,75	405,80	0,05
PF 231 KM 46,5571	78,892	185,0	406,96	407,04	0,08
PF 242 KM 48,4245	80,722	185,0	413,76	413,75	-0,01
PF 249 KM 49,3821	81,670	185,0	416,61	416,46	-0,15
PF 251 KM 49,5669	81,853	65,1	417,42	417,45	0,03
vložený PF před PB odlehčením	82,234	65,1	418,03	418,17	0,14
ŽB MOST LÍŠNICE JEV_ID:43623 PF 256 KM 50,5084	82,771	172,0	419,76	419,84	0,08
MOST LÍŠNICE JEV_ID:43626 PF 262 KM 51,6035	83,868	172,0	423,74	423,69	-0,05
PF 267 KM 52,4260	84,666	172,0	425,50	425,39	-0,11
pod mostem v Nekoři	86,991	172,0	433,41	433,34	-0,07
PF 278 KM 54,8643 - LGS - značka podle měrné křivky ČHMÚ	87,101	172,0	433,96	434,03	0,07
PF 278 KM 54,8643 - LGS - značka zaměřená PLA	87,101	172,0	434,03	434,03	0,00

profily se značkami z povodně z roku 1997 a 2000

6 Výstupy z modelu

Hlavním výstupem z matematického modelu je psaný podélný profil, jež je zpracován pro všechny průtokové epizody a jež je hlavním nástrojem pro tvorbu záplavových čar. Psaný podélný profil kromě vypočtené úrovně hladiny obsahuje i informaci o výšce dna (nejhlubší dno) a je doplněn o poznámku, upřesňující umístění daného příčného řezu.

Tabulka 9 – Psaný podélný profil

Staničení	Úroveň dna	Q ₅	H ₅	Q ₂₀	H ₂₀	Q ₁₀₀	H ₁₀₀	Q ₅₀₀	H ₅₀₀	Poznámka
[km]	[m n.m.]	[m ³ /s]	[m n.m.]	[m ³ /s]	[m n.m.]	[m ³ /s]	[m n.m.]	[m ³ /s]	[m n.m.]	
72,604	387,30	88,9	390,25	147	390,71	240	391,31	364	391,81	PF 191 KM 40,2334
72,883	388,08	88,9	390,87	147	391,18	240	391,66	364	392,14	PF 192 KM 40,5141
73,174	388,70	88,9	391,22	147	391,54	240	391,96	364	392,41	PF 193 KM 40,8054
73,412	389,39	88,9	391,65	147	392,07	240	392,56	364	393,02	PF 194 KM 41,0439
73,605	389,69	88,9	392,10	147	392,60	240	393,17	364	393,74	PF 195 KM 41,2461
73,828	389,84	88,9	392,47	147	392,92	240	393,46	364	393,98	PF 196 KM 41,4675
73,839	389,78	88,9	392,43	147	392,83	240	393,25	364	393,66	
73,844	MOSTEK SILNIČNÍ KLENBA 5T HELVÍKOVICE JEV_ID:400043589 AKM: 74,666 (F 35) PF 197									
73,844	389,78	88,9	392,46	147	392,87	240	393,37	364	394,09	
74,034	390,48	88,9	392,92	147	393,49	240	394,18	364	394,81	PF 198 KM 41,6746
74,270	391,16	88,9	393,39	147	393,94	240	394,62	364	395,24	PF 199 KM 41,9121
74,499	391,63	88,9	394,04	147	394,70	240	395,34	364	395,89	PF 200 KM 42,1459
74,719	392,12	88,9	394,55	147	395,21	240	395,74	364	396,09	PF 201 KM 42,3661
74,899	392,93	88,9	395,10	147	395,77	240	396,51	364	397,26	PF 202 KM 42,5443
75,018	393,48	88,9	395,39	147	395,98	240	396,68	364	397,41	PF 203 KM 42,6633
75,037	393,20	88,9	395,51	147	396,07	240	396,74	364	397,44	
75,046	MOST SIL HLAVNÍ HELVÍKOVICE U JELENA JEV_ID: 400043590 AKM: 75,857 (F 36) PF 204									
75,046	393,20	88,9	395,56	147	396,12	240	396,79	364	397,72	
75,238	394,03	88,9	396,07	147	396,62	240	397,30	364	398,21	PF 205 KM 42,8815
75,379	394,34	88,9	396,37	147	396,92	240	397,56	364	398,34	PF 206 KM 43,0244
75,606	394,22	88,9	396,96	147	397,51	240	398,19	364	398,76	PF 207 KM 43,2496
75,818	395,06	88,9	397,38	147	397,90	240	398,51	364	399,04	
75,820	LÁVKA VYSKÁ KONSTRUKCE 3,3M ŽAMBERK JEV_ID: 400043591 AKM: 76,643 (F 37) PF 208									

Staničení	Úroveň dna	Q ₅	H ₅	Q ₂₀	H ₂₀	Q ₁₀₀	H ₁₀₀	Q ₅₀₀	H ₅₀₀	Poznámka
[km]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	
75,821	395,06	88,9	397,39	147	397,93	240	398,58	364	399,14	
76,000	395,56	88,9	397,77	147	398,34	240	399,02	364	399,69	PF 209 KM 43,6461
76,211	395,41	88,9	398,2	147	398,79	240	399,48	364	400,01	PF 210 KM 43,8595
76,414	395,68	88,9	398,63	147	399,18	240	399,89	364	400,49	PF 211 KM 44,0635
76,564	396,67	88,9	399,02	147	399,54	240	400,13	364	400,67	PF 212 KM 44,2146
76,573	396,54	88,9	399,02	147	399,51	240	400,07	364	400,60	
76,581	MOST SILNIČNÍ POD ROKYTENKOU ŽAMBERK JEV_ID: 400043592 AKM: 77,397 (F 38) PF 213									
76,581	396,54	88,9	399,06	147	399,57	240	400,22	364	401,02	
76,687	397,14	88,9	399,35	147	399,93	240	400,76	364	401,50	
76,694	STUPEŇ NAD ROKYTENKOU JEV_ID: 400044837 AKM: 77,5 (F -) PF 215									
76,694	398,03	80,1	399,36	134	399,93	222	400,83	340	401,59	PF 214 KM 44,3325
76,872	397,84	80,1	400,46	134	400,95	222	401,25	340	401,59	PF 216 KM 44,5382
76,883	398,52	80,1	400,25	134	400,71	222	401,30	340	401,98	
76,890	MOST SILNICNI HELVÍKOVICE ŽAMBERK JEV_ID: 400043594 AKM: 77,8 (F 41) PF 217									
76,891	398,52	80,1	400,59	134	401,11	222	401,85	340	403,43	
77,002	398,45	80,1	401,24	134	401,85	222	402,70	340	403,54	PF 218 KM 44,6668
77,145	399,39	80,1	401,56	134	401,96	222	402,70	340	403,53	PF 219 KM 44,8128
77,172	JEZ I, PEVNÝ ŠIKMÝ ŽAMBERK JEV_ID: 400043595 AKM: 78,022 (F 42) PF 220									
77,172	400,24	80,1	401,83	134	402,56	222	403,11	340	403,73	
77,341	400,33	80,1	402,18	134	402,63	222	402,90	340	403,65	PF 221 KM 45,0059
77,521	400,67	80,1	402,56	134	403,09	222	403,77	340	403,86	
77,523	LÁVKA U PL ŽAMBERK JEV_ID: 400043597 AKM: 78,362 (F -) PF 222									
77,523	400,67	80,1	402,57	134	403,1	222	403,81	340	404,81	
77,703	400,73	80,1	403,02	134	403,6	222	404,33	340	405,06	PF 223 KM 45,3686
77,852	401,05	80,1	403,27	134	403,88	222	404,62	340	405,28	PF 224 KM 45,5180

Staničení	Úroveň dna	Q ₅	H ₅	Q ₂₀	H ₂₀	Q ₁₀₀	H ₁₀₀	Q ₅₀₀	H ₅₀₀	Poznámka
[km]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	
77,883	400,87	80,1	403,36	134	404,01	222	404,73	340	405,33	
77,890	MOST ALBERTOVA ULICE ŽLB STARÝ ŽAMBERK JEV_ID: 400043600 AKM: 78,738 (F 44) PF 225									
77,890	400,87	80,1	403,37	134	404,02	222	404,80	340	405,78	
77,955	401,03	80,1	403,44	134	404,08	222	404,89	340	405,94	PF225a interpolovaný
78,019	401,18	80,1	403,55	134	404,19	222	404,98	340	405,94	PF 226 KM 45,6840
78,124	401,20	80,1	403,82	134	404,48	222	405,31	340	406,13	PF226a interpolovaný
78,241	401,91	80,1	404,01	134	404,67	222	405,50	340	406,27	PF 227 KM 45,9029
78,277	402,10	80,1	404,15	134	404,80	222	405,56	340	406,26	
78,282	MOST SIL ŽLB ŽAMBERK - KUNVALD JEV_ID: 400043603 AKM: 79,128 (F 45) PF 228									
78,282	402,10	80,1	404,16	134	404,83	222	405,78	340	406,51	
78,368	401,92	80,1	404,35	134	405,03	222	405,93	340	406,66	228a interpolovaný
78,454	401,74	80,1	404,5	134	405,19	222	406,11	340	406,92	
78,457	LÁVKA PRO PĚŠÍ ZAVĚSNÁ JEV_ID: 400043604 AKM: 79,305 (F 46) PF 229									
78,457	401,74	80,1	404,50	134	405,19	222	406,15	340	406,99	
78,683	402,59	80,1	405,02	134	405,71	222	406,51	340	407,21	PF 230 KM 46,3445
78,892	403,04	80,1	405,79	134	406,51	222	407,36	340	408,22	PF 231 KM 46,5571
78,937	JEZ VAKOVÝ U KOUPALIŠTĚ ŽAMBERK JEV_ID: 400043606 AKM: 79,812 (F 47) PF 232									
78,937	404,23	80,1	405,79	134	406,51	222	407,39	340	408,28	
78,959	403,68	80,1	405,96	134	406,51	222	407,39	340	408,26	
78,961	LÁVKA KOUPALIŠTĚ ŽAMBERK JEV_ID: 400051980 AKM: 79,812 (F 48) PF 233									
78,961	403,68	80,1	405,98	134	406,58	222	407,47	340	408,31	
79,145	404,48	80,1	406,85	134	407,57	222	408,22	340	408,90	PF 234 KM 46,8113 - hrázka kemp
79,152	404,51	80,1	406,87	134	407,58	222	408,34	340	409,05	PF 235 KM 46,8164
79,478	405,28	80,1	407,81	134	408,46	222	408,91	340	409,49	PF 236 KM 47,1458

Staničení	Úroveň dna	Q ₅	H ₅	Q ₂₀	H ₂₀	Q ₁₀₀	H ₁₀₀	Q ₅₀₀	H ₅₀₀	Poznámka
[km]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	
79,894	406,88	80,1	409,49	134	409,98	222	410,60	340	410,78	PF 237 KM 47,5621
80,202	408,02	73,5	410,65	124	411,21	207	411,95	319	412,58	PF 238 KM 47,8709
80,440	409,03	73,5	411,60	124	412,09	207	412,62	319	413,15	PF 239 KM 48,1062
80,692	409,79	73,5	412,41	124	413,00	207	413,68	319	414,53	PF 240 KM 48,3578
80,709	409,27	73,5	412,44	124	413,02	207	413,64	319	414,49	
80,722	ŽB MOST LÍŠNICE JEV_ID: 400051981 AKM: 81,608 (F 50) PF 241									
80,722	409,27	73,5	412,48	124	413,14	207	414,18	319	415,50	PF 242 KM 48,4245
80,757	410,15	73,5	412,56	124	413,31	207	414,44	319	415,56	
80,765	409,94	73,5	412,55	124	413,26	207	414,43	319	415,55	
80,772	STARÝ MOST LÍŠNICE JEV_ID: 400043614 AKM: 81,632 (F 51) PF 243									
80,772	409,94	73,5	412,57	124	413,29	207	414,48	319	415,60	
80,911	410,44	73,5	412,91	124	413,6	207	414,62	319	415,69	PF 244 KM 48,5796
81,117	410,79	73,5	413,3	124	413,89	207	414,77	319	415,79	PF 245 KM 48,8112
81,258	410,97	73,5	413,48	124	414,03	207	414,77	319	415,74	PF 246 KM 48,9586
81,429	411,54	73,5	414,10	124	414,76	207	415,49	319	416,25	PF 247 KM 49,1381
81,562	412,36	73,5	414,77	124	415,50	207	416,28	319	416,98	
81,568	ŽB MOSTEK MÍSTNÍ LÍŠNICE JEV_ID: 400043615 AKM: 82,506 (F 52) PF 248									
81,568	412,36	73,5	414,81	124	415,56	207	416,45	319	417,13	
81,670	412,26	73,5	415,18	124	415,94	207	416,74	319	417,36	PF 249 KM 49,3821
81,695	413,87	30,91	415,40	47,79	416,22	79,16	417,10	141,24	417,87	
81,703	414,53	30,91	415,37	47,79	416,19	79,16	417,07	141,24	417,84	
81,708	PF 250 JEZ I, LÍŠNICE JEV_ID: 400043616 AKM: 82,662 (F 53)									
81,709	414,72	30,91	416,24	47,79	416,44	79,16	417,08	141,24	417,84	PF 251 KM 49,5669
81,853	415,04	30,91	416,95	47,79	417,26	79,16	417,57	141,24	418,21	PF 252 KM 49,7284

Staničení	Úroveň dna	Q ₅	H ₅	Q ₂₀	H ₂₀	Q ₁₀₀	H ₁₀₀	Q ₅₀₀	H ₅₀₀	Poznámka
[km]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	
82,013	415,00	30,91	417,15	47,79	417,48	79,16	417,85	141,24	418,44	vložený PF
82,234	415,84	30,91	417,59	47,79	417,94	79,16	418,3	141,24	418,79	PF 253 KM 49,9643
82,260	ODLEHČENÍ LÍŠNICE JEV_ID: 400222198 AKM:83,266									
82,279	415,71	73,5	417,67	124	417,95	207	418,29	319	418,79	
82,387	415,41	73,5	417,98	124	418,21	207	418,78	319	419,27	LÁVKA LÍŠNICE JEV_ID: 400043622 AKM: 83,419
82,558	416,44	73,5	418,51	124	419,11	207	419,77	319	420,43	PF 255 KM 50,2935
82,768	416,84	73,5	419,10	124	419,48	207	420,04	319	420,65	
82,771	ŽB MOST LÍŠNICE JEV_ID: 400043623 AKM: 83,831 (F 55) PF 256									
82,771	416,84	73,5	419,11	124	419,49	207	420,05	319	420,67	
82,950	417,43	73,5	419,50	124	419,96	207	420,54	319	421,16	PF 257 KM 50,6900
83,134	417,81	73,5	419,99	124	420,48	207	421,03	319	421,61	PF 258 KM 50,8736
83,381	418,95	73,5	420,81	124	421,31	207	421,95	319	422,63	PF 259 KM 51,1219
83,633	419,88	73,5	422,11	124	422,54	207	422,79	319	423,16	PF 260 KM 51,3749
83,793	420,09	73,5	422,63	124	423,10	207	423,67	319	424,27	vložený PF
83,841	420,17	73,5	422,72	124	423,20	207	423,80	319	424,44	
83,850	MOST LÍŠNICE JEV_ID: 400043626 AKM: 84,988 (F 56) PF 262									
83,850	420,17	73,5	422,74	124	423,24	207	423,93	319	424,60	
83,868	420,34	73,5	422,76	124	423,27	207	423,97	319	424,64	PF 263 KM 51,6220
83,903	420,63	73,5	422,86	124	423,41	207	424,12	319	424,82	
83,917	PEVNÝ JEZ III, LÍŠNICE JEV_ID: 400043627 AKM: 85,08 (F 57) PF 264									
83,917	421,81	73,5	422,86	124	423,41	207	424,12	319	424,82	
84,060	421,66	73,5	423,58	124	423,98	207	424,56	319	425,21	vložený PF
84,095	421,60	73,5	423,69	124	424,12	207	424,70	319	425,35	PF 265 KM 51,8515
84,409	422,43	73,5	424,32	124	424,73	207	425,29	319	425,94	PF 266 KM 52,1646

Staničení	Úroveň dna	Q ₅	H ₅	Q ₂₀	H ₂₀	Q ₁₀₀	H ₁₀₀	Q ₅₀₀	H ₅₀₀	Poznámka
[km]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	
84,666	422,94	73,5	424,81	124	425,12	207	425,59	319	426,17	PF 267 KM 52,4260
84,903	423,51	73,5	425,54	124	425,90	207	426,29	319	426,75	
84,910	ŽB MOSTEK MÍSTNÍ LÍŠNICE JEV_ID: 400043629 AKM: 86,155 (F 58) PF 268									
84,910	423,51	73,5	425,56	124	425,92	207	426,32	319	426,78	
85,175	423,75	73,5	426,28	124	426,61	207	427,00	319	427,40	PF 269 KM 52,9346
85,503	425,31	73,5	427,38	124	427,74	207	428,07	319	428,42	PF 270 KM 53,2650
85,803	426,32	73,5	428,44	124	428,73	207	429,15	319	429,52	
85,804	LÁVKA JEV_ID: 400043630 AKM: 87,121(F -) Profil PL18 105									
85,804	426,32	73,5	428,46	124	428,75	207	429,26	319	429,61	
85,853	426,71	73,5	428,69	124	429,04	207	429,44	319	429,73	PF 271 KM 53,6182
86,123	427,48	73,5	429,98	124	430,38	207	430,95	319	431,46	PF 272 KM 53,8862
86,281	428,08	73,5	430,47	124	430,86	207	431,33	319	431,83	vložený PF
86,455	428,44	73,5	430,93	124	431,41	207	431,89	319	432,29	PF 273 KM 54,2218
86,471	PEVNÝ JEZ I, NEKOŘ JEV_ID: 400043631 AKM: 87,811 (F 59) PF 274									
86,471	430,71	73,5	431,22	124	431,47	207	431,89	319	432,3	
86,755	430,39	73,5	432,41	124	432,69	207	432,96	319	433,25	PF 275 KM 54,5212
86,991	430,32	73,5	432,73	124	433,09	207	433,48	319	433,73	
87,014	430,45	73,5	432,84	124	433,30	207	433,88	319	434,58	
87,030	ŽB MOST NEKOŘ LETOHRAD JEV_ID: 400043668 AKM: 88,4 (F 60) PF 277									
87,030	430,45	73,5	432,88	124	433,36	207	434,05	319	435,19	
87,101	431,15	73,5	433,01	124	433,57	207	434,37	319	435,52	PF 278 KM 54,8643 - LGS
87,277	431,49	73,5	433,93	124	434,39	207	434,98	319	435,87	PF 279 KM 55,0414
87,484	432,40	73,5	434,70	124	435,21	207	435,85	319	436,59	PF 280 KM 55,2481
87,741	433,64	73,5	435,59	124	436,01	207	436,57	319	437,23	PF 281 KM 55,5106

Staničení	Úroveň dna	Q ₅	H ₅	Q ₂₀	H ₂₀	Q ₁₀₀	H ₁₀₀	Q ₅₀₀	H ₅₀₀	Poznámka
[km]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	[m³/s]	[m n.m.]	
87,974	434,28	73,5	436,53	124	436,86	207	437,25	319	437,74	
87,976	LÁVKA POD PŘEHRADOU NEKOŘ JEV_ID: 400043669 AKM: 89,427 (F 61) PF 282									
87,976	434,28	73,5	436,68	124	436,97	207	437,33	319	437,78	
88,072	434,33	73,5	436,93	124	437,23	207	437,57	319	437,9	
0,037	413,31	42,6	414,99	76,2	415,80	127,9	416,64	177,9	417,35	Odlehčení Líšnice
0,103	413,31	42,6	415,67	76,2	416,32	127,9	417,03	177,9	417,71	Odlehčení Líšnice
0,164	413,57	42,6	415,94	76,2	416,63	127,9	417,34	177,9	418,00	Odlehčení Líšnice
0,171	413,57	42,6	415,96	76,2	416,67	127,9	417,46	177,9	418,24	Odlehčení Líšnice
0,207	413,87	42,6	416,05	76,2	416,75	127,9	417,54	177,9	418,30	Odlehčení Líšnice
0,296	414,07	42,6	416,38	76,2	417,09	127,9	417,89	177,9	418,57	Odlehčení Líšnice
0,319	414,68	42,6	416,52	76,2	417,26	127,9	418,08	177,9	418,79	Odlehčení Líšnice

6.1 Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Z vypočítaných úrovní hladiny v jednotlivých profilech byl interpretován průběh záplavové čáry. Z tohoto znázornění a z průběhu hladin v podélném profilu je patrný rozsah zatápných ploch a objektů. Dále se tímto způsobem zjistí překážky průtoku, které působí patrné vzduť hladiny, jejichž odstraněním nebo rekonstrukcí je možno rozsah zátop redukovat.

Záplavové čáry jsou vyneseny na podkladě rastrové Základní mapy ČR v měřítku 1:10 000. Zakreslení záplavových čar, zejména mimo zaměřené příčné profily, zahrnuje nepřesnosti použité mapy. Snahou vylidminovat nepřesnosti je užití bodového pole z DMT mimo zaměřené příčné profily. Při posouzení konkrétního místa je tedy rozhodující kóta hladiny odvozená z podélného profilu a skutečná nadmořská výška terénu posuzovaného místa.

Při aplikaci výsledků výpočtu je nutno si uvědomit, že přírodní třírozměrný v čase proměnný děj je popisován stacionárním jednorozměrným matematickým výpočtem s použitím mnoha zjednodušujících předpokladů a odhadů. Přesnost výpočtu je limitována zejména hustotou příčných profilů použitých k výpočtu a odhadem drsnostního součinitele.

Hodnoty úrovně hladin získané interpolací mezi jednotlivými výpočtovými příčnými profily nemusí odpovídat skutečnosti.

Nejsou zde postiženy jevy běžně se vyskytující při povodních - hladina v inundaci nemusí být v jednom příčném profilu stejná jako v korytě, v obloucích dochází k příčnému převýšení hladiny, hladina je rozvlněná, atd.

Výpočet je proveden pro ideální stav koryta. Není započítáno ucpání průtočného profilu plaveným materiálem, které hrozí zejména v mostních profilech. Vliv na proudění má i sezónní stav vegetačního pokryvu, při výpočtu bylo uvažováno s vegetací v plném vegetačním období.

Výsledky tohoto výpočtu nejsou neměnné. Může dojít ke změnám vlivem zpřesnění topografických podkladů, změny hydrologických údajů, použitím přesnějších výpočetních modelů, nebo vlivem změn v průtočném profilu toku.

Analýzou průniku maximálního rozlivu (při průtoku Q_{500}) a správních území byly zajištěny informace o následujících dotčených správních územích obcí uvedené v následující tabulce.

Tabulka – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
5315	Žamberk	580686	Nekoř
		580589	Líšnice
		581259	Žamberk
		548049	Helvíkovice

6.2 Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Určení hloubek pro jednotlivé povodňové scénáře je provedeno v HEC-RAS pomocí nadstavby GeoRAS, která je extensí ArcGIS. Hloubka je vypočtena jako rozdíl digitálního modelu hladiny a digitálního modelu terénu. Výsledkem je rastr hloubek o velikosti pixlu 2 m x 2 m. Mapa hloubek se následně ořízne záplavovou čarou pro daný scénář.

6.3 Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Při výpočtu nerovnoměrného proudění byly z výpočetního programu HEC-RAS exportovány pro jednotlivé profily a jednotlivé průtokové epizody průměrné průřezové rychlosti pro koryto a pravou a levou inundaci. Takto získané hodnoty rychlostí pak byly v GIS přiřazeny jako bodová informace daného příčného řezu.

6.4 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

Jak bylo uvedeno výše, výpočetní model 1D je vždy schematizací skutečnosti. Hlavní míra nejistoty však neplyne ze špatného odhadu drsnostních charakteristik, nebo nedostatečně popsané topologie území a koryta, ale ze vstupních průtokových dat, jejichž přesnost je nezdědka v rozmezí $\pm 40 - 60\%$ dle uvedené třídy přesnosti. Dalším již zmíněným faktorem, s nímž model nepočítá, je množství plavenin, které postupují tokem při povodni, ať už se jedná například o ledové kry nebo antropogenní materiál či dřevní hmotu. Tyto plaveniny, pak zejména v prostoru objektů mohou způsobit naprosto převratné změny průtočného profilu (částečné nebo úplné ucpání), které pak mají na průběh hladiny zásadní vliv.

Pokud však odhlédneme od nejistot způsobených nepřesnými hydrologickými daty a budeme vztahovat rozsah záplavového území ke konkrétnímu průtoku (a nikoliv k deklarované četnosti povodně) a budeme postupovat v souladu s Metodikou stanovení SZÚ, tedy výpočet bez plavenin, můžeme konstatovat, že vypovídací schopnost modelu je značně vysoká. Největší ovlivnění hladin nastává v místech objektů, jejichž nesprávné posouzení, či špatně provedený výpočet ve vztahu k zatopení dolní vodou, má na úroveň hladiny zásadní vliv. Poměrně významné je i ovlivnění výpočtu chybně umístěnými dílčími profily v příčném řezu, naopak chybný odhad drsnosti byt' v řádu desítek procent se ve volné trati dramaticky neprojeví.