



Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v územní působnosti státního podniku Povodí Labe včetně návrhů možných protipovodňových opatření (podklad k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe)

DÍLČÍHO POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

DIVOKÁ ORLICE (10100019) – HSL 19-01 - Ř. KM 46,000 – 58,000



listopad 2019

Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v územní působnosti státního podniku Povodí Labe včetně návrhů možných protipovodňových opatření (podklad k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe)

DÍLČÍHO POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

DIVOKÁ ORLICE (10100019) – HSL 19-01 - Ř. KM 46,000 – 58,000

Pořizovatel:



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

Zhotovitel: Společnost „VRV + SHDP + DHI“, jejímiž společníky jsou



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

Řešitel:



Sweco Hydroprojekt a.s.

Táborská 31

Praha 4

140 16

V Praze, listopad 2019

Obsah:

1	Základní údaje	7
1.1	Seznam zkratk a symbolů	7
1.2	Cíle prací	7
1.3	Postup zpracování a metoda řešení	7
2	Popis zájmového území	7
2.1	Všeobecné údaje	9
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	9
3	Přehled podkladů	10
3.1	Topologická data	14
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	14
3.1.2	Mapové podklady	14
3.1.3	Geodetické podklady	14
3.2	Hydrologická data	15
3.3	Místní šetření	16
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	16
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	16
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	16
4	Popis koncepčního modelu	16
4.1	Schematizace řešeného problému	17
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	17
4.3	Způsob zadávání OP a PP	17
5	Popis numerického modelu	17
5.1	Použité programové vybavení	18
5.2	Vstupní data numerického modelu	18
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	18
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	18
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	19
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	20
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	20
5.3	Popis kalibrace modelu	20
6	Výsledky	20
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	21
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	27
6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	27

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka 1 – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
1D model	Matematický model jednorozměrného proudění
ADM	Administrativní kilometráž Povodí Labe, státní podnik
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DMR5G	Digitální model reliéfu České republiky 5. generace
DMT	Digitální model terénu
GIS	Geografický informační systém
LGS	Limnigrafická stanice
PPO	Protipovodňová opatření
S_JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SZU	Stanovení 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 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 bylo použito DMR 5G pro sestavení digitálního modelu terénu.

Výchozím podkladem pro sestavení hydrodynamického modelu je digitální model terénu toku a inundace, který byl vytvořen z DMR 5G a geodetického zaměření v podrobnosti požadované pro 1D hydraulický model.

Od ČHMÚ byla objednána aktuální hydrologická data (N-leté průtoky) ve 4 profilech (pod Sladkým potokem, nad Zdobnicí, pod Zdobnicí, stanice Kostelec nad Orlicí).

Sestavení hydraulického modelu.

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 5.0.6 včetně jeho nadstavby pro GIS GeoRAS.

Hlavním podkladem pro sestavení hydrodynamického modelu je digitální model terénu (DMT). DMT zájmové oblasti byl vytvořen z DMR 5G, který byl zpřesněn o vymodelované koryto včetně objektů na toku.

Koryto Divoké Orlice 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

Číslo hydrologického pořadí toku: 1-02-01-036; 1-02-01-049; 1-02-01-050; 1-02-01-052

Úsek toku: Kostelec nad Orlicí - Potštejn ř.km 46,00 - 58,00

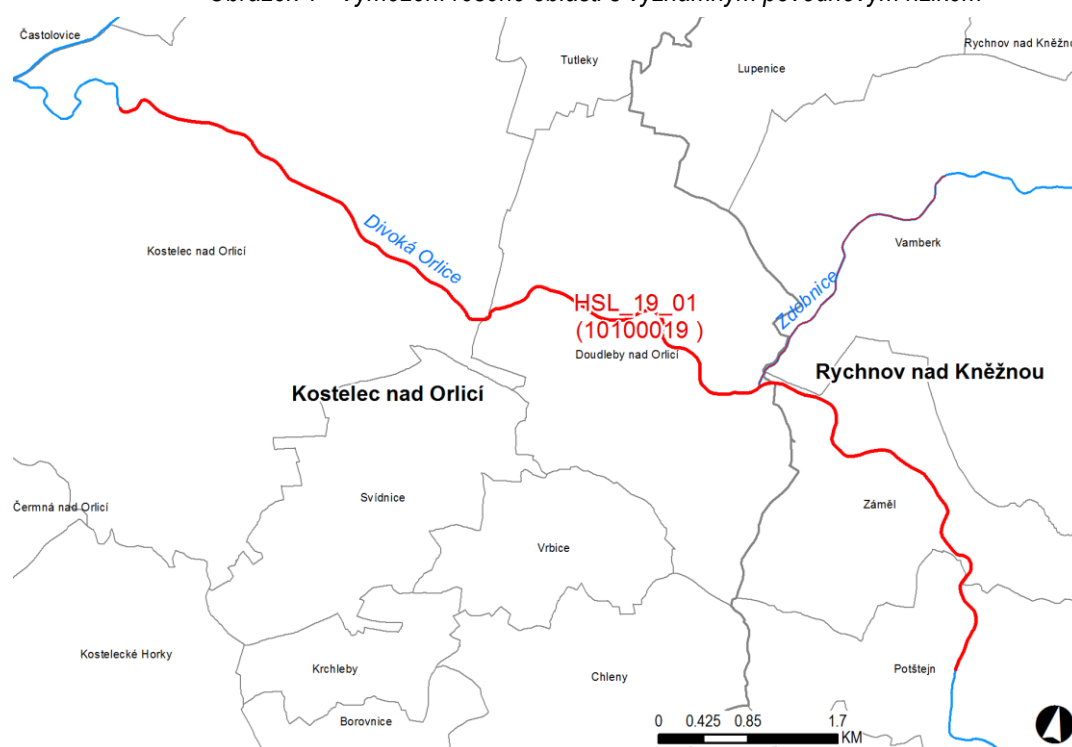
Významná vodní díla: V povodí řešeného úseku se nachází významné vodní dílo VN Pastviny, které významně ovlivňuje svým retenčním prostorem průběh povodní v celém povodí Divoké Orlice a Orlice pod ním. Retenční

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 1– Vymezení řešené oblasti s významným povodňovým rizikem



2.1 Všeobecné údaje

Posuzovaný úsek toku Divoké Orlice byl určen od ř.km 46,00 do ř.km 58,00 dle kilometráže poskytnuté pořizovatelem a přesně vymezen zadanými souřadnicemi S JTSK začátku a konce toku:

začátek úseku: X = - 617 058,019; Y = - 1 055 056,675

konec úseku: X = - 609 116,135 Y = - 1 060 394,412

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 45,365 až do ř.km 58,065. Rozsah modelu zohledňuje celé území mezi Kostelcem nad Orlicí a Potštejnem.

Řešený úsek prochází směrem proti proudu Kostelcem nad Orlicí, Doudleby nad Orlicí, Zámělí a Potštejnem.

Ve většině úseku je koryto upravené opevněné lichoběžníkového profilu popřípadě dvojitého lichoběžníkového profilu, jehož bery a břehy jsou porostlé udržovaným travním porostem především v intravilánových úsecích.

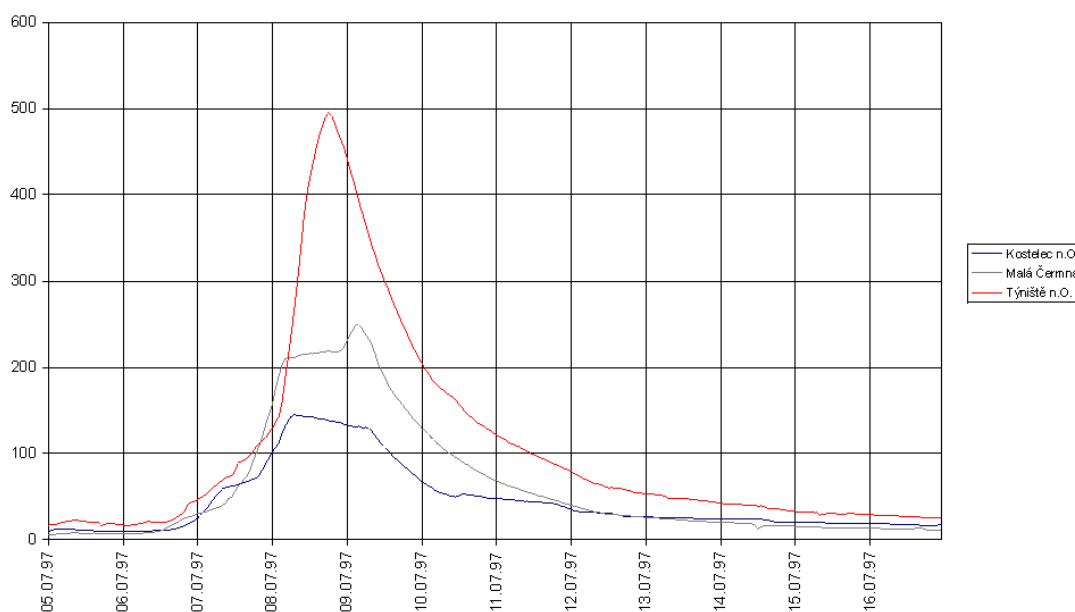
2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

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

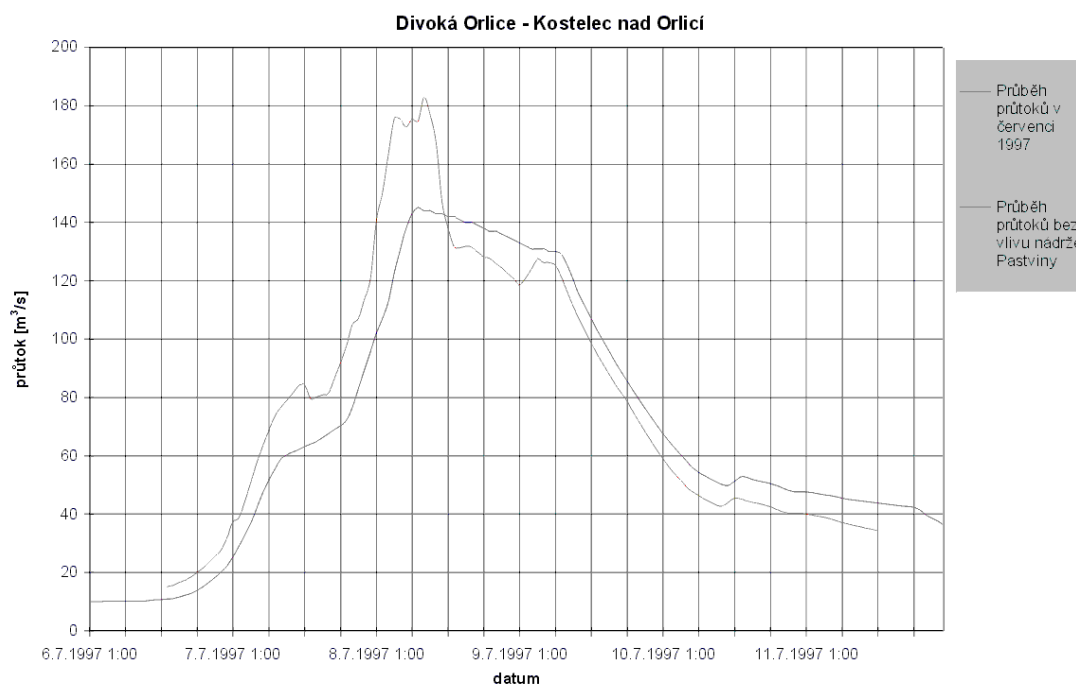
Povodeň z roku 1997

Kulminace v měrném profilu Kostelec nad Orlicí byla dosažena 8.7. v 6:45 na 300 cm, což odpovídá průtoku 145 m^3s^{-1} . Kulminace v profilu odtokového limnigrafu VD Pastviny - Nekoř byla dosažena v 5:00 106 m^3s^{-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 m^3s^{-1} nižší a proto i zde došlo ke snížení kulminace. Vlivem nádrže Pastviny tak došlo ke snížení kulminačního průtoku skoro o 40 m^3s^{-1} .

Obrázek 2 – Průběh vodních stavů v povodí Orlice v roce 1997



Obrázek 3– Průběh průtoků v profilu Kostelec nad Orlicí v roce 1997 s vlivem a bez vlivu VD Pastviny



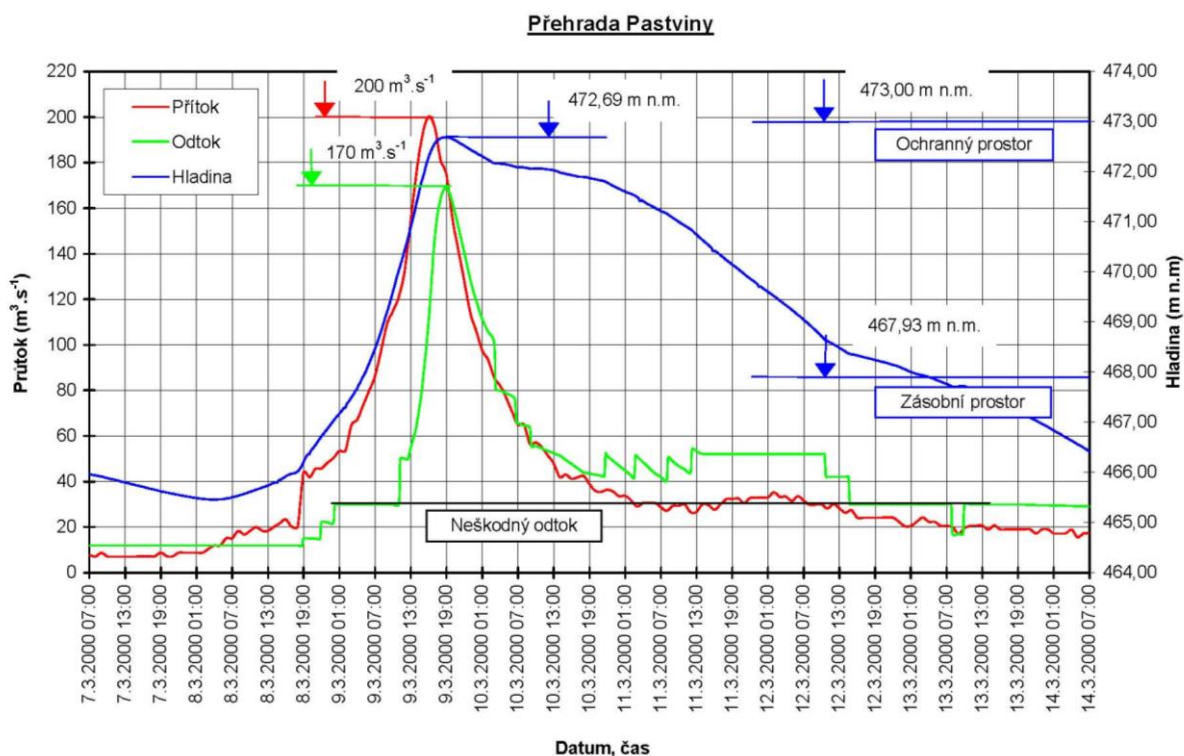
Povodeň z roku 2000

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.

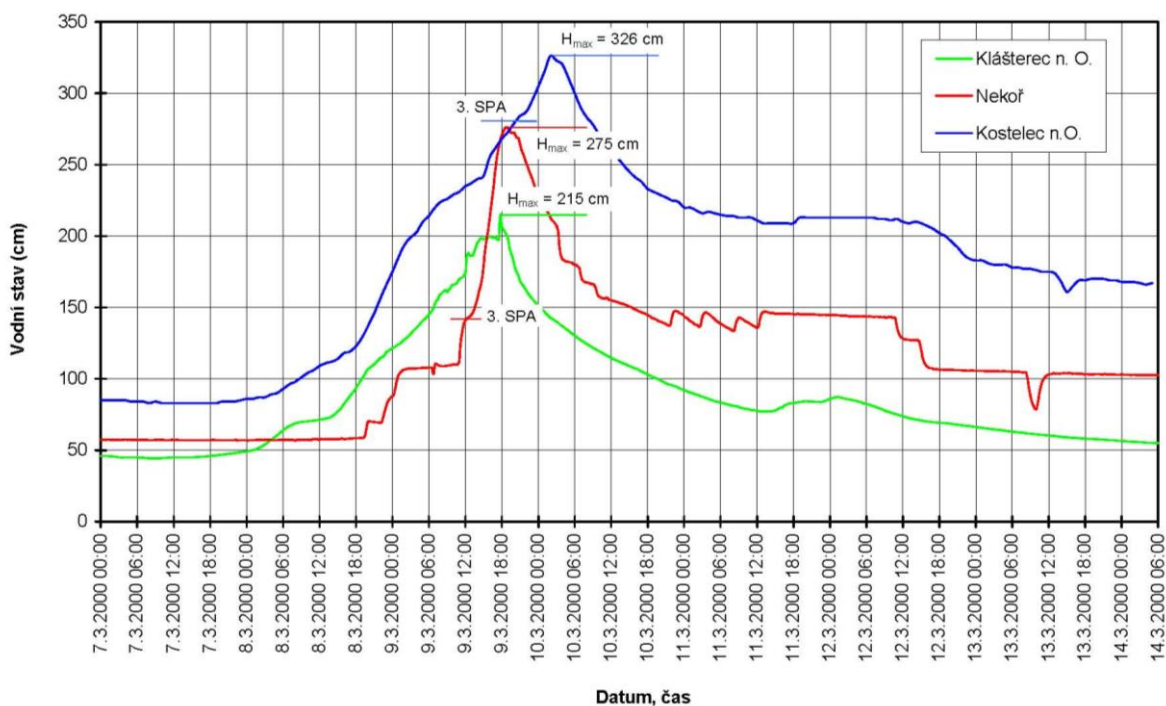
V profilu Orlické Záhoří byla doba jeho opakování 2 až 5 let. Ovšem v 30 km vzdáleném Klášterci nad Orlicí byla vyhodnocena doba opakování kulminace průtoků na 50 až 100 let. To znamená, že právě toto mezipovodí bylo tou nejkritičtější oblastí. Stejnou dobu opakování 50 až 100 let měl i povodňový průtok 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 průtoků 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.

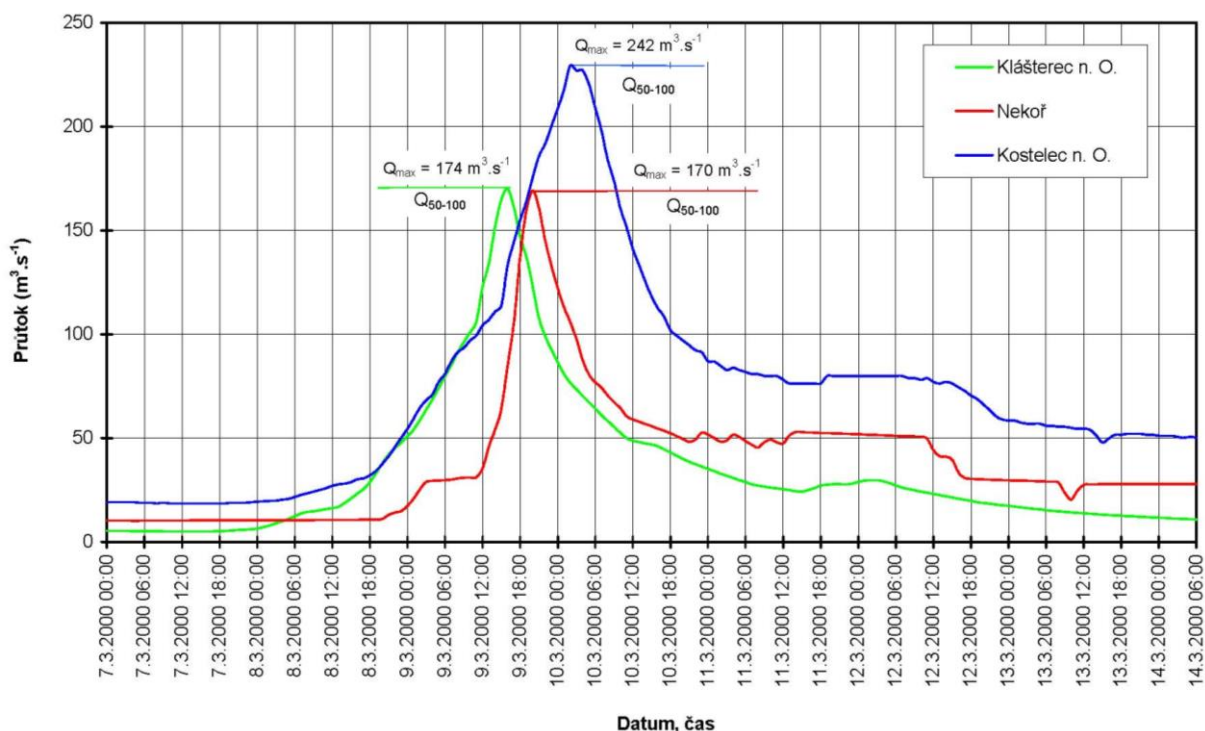
Obrázek 4 – Průběh povodně na vodním díle Pastviny v roce 2000



Obrázek 5 – Průběh vodních stavů na Divoké Orlici během povodňové události v roce 2000



Obrázek 6 – Průběh průtoků na Divoké Orlici během povodňové události v roce 2000



Tabulka 2 – záznam max. povodní – LGS Nekoř

LGS Nekoř ř.km 88,5			
datum kulminace	Q [m^3/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 3 – záznam max. povodní – LGS Kostelec nad Orlicí

GS Kostelec nad Orlicí ř.km 47,4			
datum kulminace	Q [m^3/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. 79/2018 Sb. byly použity pro zpracování návrhu záplavového území tyto podklady. Pravidla pro citace podkladů se řídí dle ČSN ISO 690 (01 0197).

- Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Horního a středního Labe a uceleného úseku Dolního Labe, prosinec 2012
- Základní mapy 1:10 000 – digitální, rastrové - ZAGAGED, poskytlo Povodí Labe, státní podnik.
- Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G), ČÚZK, 2017
- Geodetické zaměření provedené firmou Geošrafo, s.r.o. 2004
- Hydrologická data: n-leté průtoky - ČHMÚ Hradec Králové, 2012, revize 2019
- 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 Labe, 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
- RS – Divoká Orlice, Doudleby nad Orlicí, protipovodňová ochrana; Agroprojekce Litomyšl s.r.o.; 2004
- Zákon č. 254/2001 Sb. - o vodách
- Vyhláška MŽP 79/2018 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 Digitálního modelu reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) 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 pixlu 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). Jedná se o nejpodrobnější základní mapu středního měřítka.

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 bežešvá 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 bežešvé 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 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 na celém řešeném úseku, bylo použito DMR 5G od ČÚZK, který představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskretních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X,Y,H, kde H reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu.

Všechny souřadnice jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém Bpv.

3.2 Hydrologická data

Hydrologická data byla převzata z projektu „Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik pro oblasti povodí Horního a středního Labe a uceleného úseku dolního Labe“, která byla pořízena od ČHMÚ v rámci 1. cyklu. V rámci prací na druhém cyklu tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik byla provedena revize hydrologických dat a k žádné změně nedošlo.

Tabulka 4 - N-leté průtoky (Q_N) v $m^3.s^{-1}$

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
pod Sladkým potokem	revize 2019	55,6	95,4	157	254	382	II
nad Zdobnicí	revize 2019	53,5	96,0	158	255	384	II
pod Zdobnicí	revize 2019	53,5	108	176	280	415	II
stanice Kostelec nad Orlicí	revize 2019	46,6	109	177	282	417	I

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. Přírodní charakter má Divoká Orlice v úsecích kolem soutoku se Zdobnicí, v části mezi Doudleby nad Orlicí a Kostelcem nad Orlicí a pod Kostelcem pod Orlicí.

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 rovinatými plochami – jedná se o zemědělsky obhospodařované pole, louky a lesní porosty.

3.4 Doplňující 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 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.

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 5.0.6 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 prizmatickým 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 5.0 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

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 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. 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).

ADM 48,815 most Kostelec n/O.-lávka

ADM 49,278 jez Kostelec nad Orlicí

ADM 50,02 most Kostelec n/O.-Suchá Rybná sil,

ADM 52,476 most Doudleby-lávka

ADM 52,999 most Doudleby železniční trať

ADM 53,012 most Doudleby-Vyhnálov silnice

ADM 53,817 jez Doudleby

ADM 55,392 most Záměl-lávka

ADM 56,188 most Záměl-lávka

ADM 56,557 most Záměl - most

ADM 56,569 most Záměl silnice

ADM 56,963 most Záměl-lávka

ADM 58,138 jez Potštejn - Slámův jez
 ADM 58,198 most Potštejn silnice
 ADM 58,582 most Potštejn silnice
 ADM 59,335 jez Potštejn II
 ADM 48,815 most Kostelec n/O.-lávka
 ADM 49,278 jez Kostelec nad Orlicí
 ADM 50,02 most Kostelec n/O.-Suchá Rybná sil,
 ADM 52,476 most Doudleby-lávka
 ADM 52,999 most Doudleby železniční trať
 ADM 53,012 most Doudleby-Vyhnálov silnice
 ADM 53,817 jez Doudleby
 ADM 55,392 most Záměl-lávka
 ADM 56,188 most Záměl-lávka
 ADM 56,557 most Záměl - most

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 rekognoscace terénu. Vliv vegetace je do výpočtů zahrnut vždy v nejméně příznivé situaci, to znamená při plném vegetačním období.

Tabulka 5 - 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 6 - 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.

Tabulka 7 - N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení

Popis úseku	Úsek toku (ř.km)	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Poznámka
Potštejn – soutok se Zdobnicí	58,1– 53,3	96	158	255	384	

Popis úseku	Úsek toku (ř.km)	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Poznámka
Soutok se Zdobnicí – pod Doudleby nad Orlicí	53,3 – 50,9	108	176	280	415	
Pod Doudleby nad Orlicí – Kostelec nad Orlicí	50,9 – 45,3	109	177	282	417	

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 (úrovně 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

ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
46,497	PF 55 LGS Kostelec nad Orlicí - značka zaměřená PLA	268,50	268,52	0,02
46,497	PF 55 LGS Kostelec nad Orlicí - značka podle měrné křivky ČHMÚ	268,61	268,52	-0,09
47,198	PF 60	269,85	269,88	0,03
48,380	KOSTELECKÁ LHOTA JEV_ID:43544 PF 69	273,26	273,37	0,11
55,649	MOST SILNICNI ZAMĚL JEV_ID:43559 PF 110	293,30	293,41	0,11
57,269	POTŠTEJN SILNICE JEV_ID:43563 PF 120	302,37	302,62	0,25

Kalibrace na povodňové značky povodně z března 2000

ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
46,497	PF 55 LGS Kostelec nad Orlicí - značka podle měrné křivky ČHMÚ	268,87	268,77	-0,1

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

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.

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

Tabulka 9 – Psaný podélný profil

Staniční [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Poznámka
45,347	263,63	109,0	265,7	177,0	266,0	282,0	266,1	417,0	266,3	PF 50 KM 12,8787
45,643	264,25	109,0	266,6	177,0	266,8	282,0	267,1	417,0	267,3	PF 51 KM 13,1788
45,963	264,57	109,0	267,1	177,0	267,5	282,0	267,7	417,0	268,0	PF 52 KM 13,4981
46,092	264,50	109,0	267,6	177,0	267,8	282,0	268,0	417,0	268,3	PF 53 KM 13,6375
46,222	265,11	109,0	267,7	177,0	268,0	282,0	268,4	417,0	268,7	PF 54 KM 13,7652
46,497	265,53	109,0	268,2	177,0	268,5	282,0	268,9	417,0	269,3	PF 55 KM 14,0395 LGS Kostelec nad Orlicí
46,720	264,97	109,0	268,4	177,0	268,9	282,0	269,3	417,0	269,8	PF 56 KM 14,2579
46,952	265,74	109,0	268,8	177,0	269,3	282,0	269,8	417,0	270,4	PF 57 KM 14,4940
47,150	265,96	109,0	269,1	177,0	269,7	282,0	270,2	417,0	270,9	PF 58 KM 14,6992
47,174	266,39	109,0	269,2	177,0	269,8	282,0	270,4	417,0	271,0	
47,189	Bridge									KOSTELEC N/O, ZDELOV SILNICE JEV_ID: 400043542 AKM: 48,072 (F 5) PF 59
47,189	266,39	109,0	269,2	177,0	269,8	282,0	270,5	417,0	271,1	
47,198	266,33	109,0	269,2	177,0	269,8	282,0	270,5	417,0	271,2	PF 60 KM 14,7450
47,330	266,61	109,0	269,4	177,0	270,1	282,0	270,8	417,0	271,6	PF 61 KM 14,8755
47,541	266,89	109,0	270,0	177,0	270,5	282,0	271,1	417,0	271,8	PF 62 KM 15,0886
47,713	267,09	109,0	270,4	177,0	270,9	282,0	271,5	417,0	272,1	PF 63 KM 15,2610
47,911	267,42	109,0	270,8	177,0	271,4	282,0	272,0	417,0	272,7	PF 64 KM 15,4583
47,918	267,49	109,0	270,8	177,0	271,4	282,0	272,0	417,0	272,7	
47,921	Bridge									KOSTELEC N/O, LÁVKA JEV_ID: 400043543 AKM: 48,815 (F 6) PF 65
47,921	267,49	109,0	270,8	177,0	271,4	282,0	272,1	417,0	272,8	
48,135	267,85	109,0	271,3	177,0	271,9	282,0	272,5	417,0	273,1	PF 66 KM 15,6826

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

Staniční [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Poznámka
48,274	268,21	109,0	271,6	177,0	272,2	282,0	272,8	417,0	273,3	PF 67 KM 15,8214
48,356	268,70	109,0	271,8	177,0	272,4	282,0	272,9	417,0	273,4	PF 68 KM 15,9030
48,380	Inl Struct									KOSTELECKÁ LHOTA JEV_ID:400043544 AKM: 49,278 (F 7) PF 69
48,380	270,94	109,0	273,2	177,0	273,4	282,0	273,6	417,0	273,8	
48,411	271,20	109,0	273,4	177,0	273,7	282,0	273,9	417,0	274,2	PF 70 KM 15,9587
48,613	270,75	109,0	273,5	177,0	273,7	282,0	274,0	417,0	274,2	PF 71 KM 16,1642
48,853	271,03	109,0	273,9	177,0	274,3	282,0	274,7	417,0	275,0	PF 72 KM 16,4002
49,099	271,73	109,0	274,6	177,0	275,1	282,0	275,5	417,0	275,9	PF 73 KM 16,6478
49,113	271,39	109,0	274,6	177,0	275,1	282,0	275,4	417,0	275,6	
49,119	Bridge									KOSTELEC N/O, SUCHÁ RYBNÁ SIL, JEV_ID: 400043547 AKM: 50,02 (F 8) PF 74
49,119	271,39	109,0	274,7	177,0	275,2	282,0	275,7	417,0	276,2	
49,421	272,32	109,0	275,1	177,0	275,6	282,0	276,1	417,0	276,7	PF 75 KM 16,9693
49,678	273,17	109,0	275,5	177,0	275,8	282,0	276,3	417,0	276,8	PF 76 KM 17,2264
50,110	274,17	109,0	276,8	177,0	277,1	282,0	277,3	417,0	277,5	PF 77 KM 17,6544
50,161	273,95	109,0	277,0	177,0	277,2	282,0	277,4	417,0	277,7	PF 78 KM 17,7076
50,357	275,57	109,0	277,5	177,0	277,9	282,0	278,1	417,0	278,4	PF 79 KM 17,9102
50,564	275,29	109,0	278,1	177,0	278,5	282,0	278,8	417,0	279,1	PF 80 KM 18,1189
50,731	275,77	109,0	278,6	177,0	278,9	282,0	279,2	417,0	279,5	PF 81 KM 18,2860
50,930	276,46	108,0	279,0	176,0	279,2	280,0	279,9	415,0	280,1	PF 82 KM 18,4849
51,154	276,14	108,0	279,6	176,0	280,2	280,0	280,5	415,0	280,8	PF 83 KM 18,7084
51,315	277,18	108,0	279,9	176,0	280,4	280,0	280,7	415,0	281,1	PF 84 KM 18,8696
51,440	277,36	108,0	280,2	176,0	280,7	280,0	281,2	415,0	281,6	PF 85 KM 18,9957

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

Staniční [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Poznámka
51,565	277,50	108,0	280,6	176,0	281,1	280,0	281,7	415,0	282,3	
51,567	Bridge									DOUDLEBY LÁVKA JEV_ID: 400043548 AKM: 52,476 (F 9) PF 86
51,567	277,50	108,0	280,6	176,0	281,1	280,0	281,7	415,0	282,4	
51,735	278,40	108,0	280,9	176,0	281,5	280,0	282,1	415,0	282,6	PF 87 KM 19,2907 (PPO- PF23)
51,926	278,52	108,0	281,2	176,0	281,8	280,0	282,5	415,0	283,0	PF 88 KM 19,4843 (PPO- PF29)
52,070	278,96	108,0	281,6	176,0	282,2	280,0	282,8	415,0	283,5	PF 89 KM 19,6244 (PPO- PF32)
52,083	278,84	108,0	281,6	176,0	282,2	280,0	282,9	415,0	283,5	DOUDLEBY BÝV, ŽELEZNIČNÍ TRATĚ JEV_ID: 400043550 AKM: 52,999 (F 10) PF 90 - pouze pilíře
52,096	278,81	108,0	281,5	176,0	282,1	280,0	282,8	415,0	283,3	
52,109	Bridge									DOUDLEBY VYHNÁLOV SILNICE JEV_ID: 400043551 AKM: 53,012 (F 11) PF 91
52,109	278,81	108,0	281,9	176,0	282,5	280,0	283,2	415,0	284,4	
52,306	278,71	108,0	282,2	176,0	282,9	280,0	283,7	415,0	284,9	PF 92 KM 19,8591 (PPO- PF40)
52,539	279,65	108,0	282,6	176,0	283,2	280,0	284,0	415,0	284,9	PF 93 KM 20,0934 (PPO- PF47)
52,703	280,92	108,0	283,2	176,0	284,0	280,0	284,7	415,0	285,2	PF 94 KM 20,2615 (PPO- PF53)
52,873	281,47	108,0	283,5	176,0	284,3	280,0	285,0	415,0	285,7	PF 95 KM 20,4395
52,897	Inl Struct									JEZ PEVNÝ VČ, 3 STAVIDEL DOUDLEBY JEV_ID: 400043554 AKM:53,817 (F 12) PF 96
52,898	283,69	108,0	285,5	176,0	286,1	280,0	286,4	415,0	286,6	
53,094	283,38	108,0	286,3	176,0	286,6	280,0	286,9	415,0	287,2	PF 97 KM 20,6651
53,322	283,29	108,0	286,5	176,0	286,9	280,0	287,3	415,0	287,7	PF 98 KM 20,8926
53,674	284,57	96,0	287,1	158,0	287,7	255,0	288,1	384,0	288,5	PF 99 KM 21,2532
53,819	284,79	96,0	287,5	158,0	288,2	255,0	288,6	384,0	288,9	PF 100 KM 21,3986
53,996	285,39	96,0	287,9	158,0	288,6	255,0	289,2	384,0	289,6	PF 101 KM 21,5759

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

Staniční [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Poznámka
54,242	285,93	96,0	288,4	158,0	289,0	255,0	289,6	384,0	290,1	PF 102 KM 21,8220
54,478	285,25	96,0	288,9	158,0	289,6	255,0	290,2	384,0	290,6	
54,480	Bridge									LÁVKA ZÁMĚL JEV_ID: 400043557 AKM: 55,392 (F 13) PF 103
54,480	285,25	96,0	289,0	158,0	289,7	255,0	290,3	384,0	290,8	
54,680	286,95	96,0	289,6	158,0	290,3	255,0	290,9	384,0	291,3	PF 104 KM 22,2621
54,944	288,01	96,0	290,4	158,0	290,9	255,0	291,2	384,0	291,9	PF 105 KM 22,5293
55,141	288,76	96,0	291,0	158,0	291,6	255,0	292,3	384,0	292,7	PF 106 KM 22,7276
55,265	288,81	96,0	291,4	158,0	291,9	255,0	292,4	384,0	293,1	
55,267	Bridge									REKONSTRUOVANÁ LAVKA S VODNÍKEM ZÁMĚL JEV_ID: 400043558 AKM: 56,188 (F 14) PF 107
55,267	288,81	96,0	291,4	158,0	291,9	255,0	292,4	384,0	293,4	
55,535	290,43	96,0	292,2	158,0	293,0	255,0	293,8	384,0	294,5	PF 108 KM 23,1227
55,626	290,48	96,0	292,5	158,0	293,2	255,0	294,0	384,0	294,7	PF 109 KM 23,2132
55,637	290,80	96,0	292,7	158,0	293,4	255,0	294,0	384,0	294,6	
55,649	Bridge									MOST SILNICNI ZAMĚL JEV_ID: 400043559 AKM: 56,569 (F 15) PF 110
55,649	290,80	96,0	292,7	158,0	293,4	255,0	294,1	384,0	294,7	
55,888	291,36	96,0	293,7	158,0	294,1	255,0	294,7	384,0	295,6	PF 111 KM 23,4768
56,042	291,94	96,0	294,5	158,0	295,2	255,0	296,1	384,0	296,9	
56,044	Bridge									ZÁMĚL LÁVKA JEV_ID: 400043560 AKM: 56,963 (F 16) PF 112
56,044	291,94	96,0	294,5	158,0	295,2	255,0	296,1	384,0	296,9	
56,262	293,09	96,0	295,1	158,0	295,7	255,0	296,4	384,0	297,2	PF 113 KM 23,8549
56,484	294,23	96,0	296,9	158,0	297,4	255,0	297,8	384,0	298,3	PF 114 KM 24,0778
56,617	295,08	96,0	297,9	158,0	298,4	255,0	299,0	384,0	299,6	PF 115 KM 24,2110

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

Staniční [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Poznámka
56,809	295,91	96,0	299,3	158,0	299,9	255,0	300,3	384,0	300,8	PF 116 KM 24,4082
57,036	297,25	96,0	299,9	158,0	300,6	255,0	301,0	384,0	301,4	PF 117 KM 24,6418
57,197	298,25	96,0	300,0	158,0	300,7	255,0	301,1	384,0	301,5	PF 118 KM 24,8039
57,244	Inl Struct									POTŠTEJN SLÁMŮV JEZ JEV_ID: 400043561 AKM: 58,138 (F 17) PF 119
57,244	300,42	96,0	301,6	158,0	302,3	255,0	302,7	384,0	303,0	
57,265	299,66	96,0	302,1	158,0	302,6	255,0	302,8	384,0	302,9	
57,269	Bridge									POTŠTEJN SILNICE JEV_ID: 400043563 AKM: 58,198 (F 18) PF 120
57,269	299,66	96,0	302,1	158,0	302,6	255,0	302,9	384,0	303,2	
57,444	299,89	96,0	302,3	158,0	302,9	255,0	303,3	384,0	303,9	PF 121 KM 25,0509
57,617	300,74	96,0	302,6	158,0	303,2	255,0	303,7	384,0	304,4	PF 122 KM 25,2240
57,641	300,71	96,0	302,7	158,0	303,2	255,0	303,7	384,0	304,2	
57,649	Bridge									POTŠTEJN SILNICE JEV_ID: 400043564 AKM: 58,582 (F 19) PF 123
57,650	300,71	96,0	302,7	158,0	303,2	255,0	303,8	384,0	304,3	
57,894	301,68	96,0	303,5	158,0	304,1	255,0	304,9	384,0	305,7	PF 124 KM 25,4991
58,047	302,78	96,0	304,4	158,0	304,9	255,0	305,5	384,0	306,2	PF 125 KM 25,6550

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

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 10 – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
5213	Rychnov nad Kněžnou	576671	Potštejn
		576921	Záměl
		576883	Vamberk
5208	Kostelec nad Orlicí	576301	Doudleby nad Orlicí
		576361	Kostelec nad Orlicí

Mapa povodňového nebezpečí zobrazují rozsah zaplaveného území, hloubky a rychlosti proudění.

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 vyloučit 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.

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.

Informace o rychlosti proudění vody v korytě a v inundačním území u jednorozměrného modelu jsou známy ve výpočetních profilech. Po provedení výpočtu a získání úrovně vodní hladiny v profilu je možné dopočítat rozdělení rychlostí v korytě a levé i pravé inundaci. Rychlosti jsou prezentovány pomocí vhodně distribuovaných bodů na příčných profilech. Distribuce bodů je závislá na velikosti vodního toku (koryta toku) a rozsahu záplavového území. V korytě vodního toku bude vždy umístěn alespoň jeden bod charakterizující rychlost proudění v korytě.

Výsledné zobrazení rychlostí je součástí mapy rizik, kdy informace o rychlosti spolu s hloubkou vody dávají názornou představu o charakteru nebezpečí při povodni v pozorovaném úseku.

6.3 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 nezřídka 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 profilem v příčném řezu, naopak chybný odhad drsnosti by v řádu desítek procent se ve volné trati dramaticky neprojeví.