

OHŘE – studie záplavového území, úseku Louny – Křesín, aktualizace

A. TECHNICKÁ ZPRÁVA

Objednatel:



Povodí Ohře, státní podnik
Bezručova 4219
Chomutov
430 03

Zpracovatel:



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

V Praze, prosinec 2018

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

NÁZEV AKCE DLE SOD	„Ohře - studie záplavového území, úsek Křesín - Louny, aktualizace“
PŘEDMĚT DÍLA	Cílem studie je aktualizace stávajícího záplavového území zpracovaného v roce 2000. Studie vymezí záplavové území včetně aktivní zóny podél vodního toku Ohře (IDVT 10100004) na úseku od hranice katastrálních území Křesín a Želevice po hranice katastrálních území Vršovice u Loun a Louny, tj. v úseku daném říční kilometrů dle stávající studie záplavového území (<i>Studie zátopového území toku Dolní Ohře od ř. km 0,00 po ř. km 103,44, DHI Hydroinform a.s., 11/2000</i>) 30,20 - 51,50. Dokumentace je zpracována v souladu a rozsahu dle požadavků příslušné vyhlášky MŽP č. 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území včetně aktivní zóny záplavového území a jejich dokumentace.
DOTČENÉ OBCE	Louny, Vršovice, Černčice, Obora, Počedělice, Kystra, Orasice, Radonice nad Ohří, Pátek, Volenice, Koštice, Křesín
OBEC S ROZŠÍŘENOU PŮSOBNOSTÍ	Louny, Lovosice
KRAJ	Krajský úřad Ústeckého kraje, odbor životního prostředí a zemědělství
VODOPRÁVNÍ ÚŘAD PŘÍSLUŠNÝ KE STANOVENÍ ZÚ	
VODNÍ TOK (IDVT)	10100004
ŘEŠENÝ ÚSEK	ZÚ X=-1 005 102, Y =-770 530 (ř.km 30,60 / 30,846) KÚ X=-1 006 373, Y =-780 398 (ř.km 51,50 / 51,788)
SPRÁVCE VODNÍHO TOKU	Povodí Ohře, státní podnik (provoz Žatec a provoz Terezín)
ČHP	1-13-04-0090-0-00, 1-12-03-0190-0-00, 1-13-04-0210-0-00, 1-13-04-0230-0-00, 1-13-04-0250-0-00, 1-13-04-0290-0-00, 1-13-04-0310-0-00, 1-13-04-0370-0-00
OBJEDNATEL	Povodí Ohře, státní podnik Bezručova 4219 430 03 Chomutov
ČÍSLO SMLOUVY OBJEDNATELE	1207/2018
ZPRACOVATEL	DHI, a.s. Na Vrších 1490/5 100 00 Praha 10
VYPRACOVAL	Ing. Vanda Tomšovičová Ing. Petr Jiřinec Jarmila Suchánková Prosinec 2018

OBSAH:

1. ZADÁNÍ – VYMEZENÍ PLNĚNÍ ZAKÁZKY.....	4
1.1 CÍL PRACÍ	4
1.2 PŘEDMĚT PRACÍ	4
1.3 SEZNAM ZKRATEK	5
2. POUŽITÉ PODKLADY.....	5
2.1 HYDROLOGICKÉ PODKLADY:	6
2.2 TOPOLOGICKÉ PODKLADY:	6
2.2.1 Vytvoření DMT.....	6
2.2.2 Mapové podklady.....	7
2.3 DALŠÍ PODKLADY:	8
2.3.1 Místní šetření.....	8
2.3.2 Doplnující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie	8
2.3.3 Vyhodnocení a příprava podkladů.....	8
2.4 CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ.....	9
2.5 VŠEOBECNÉ ÚDAJE.....	10
3. HISTORICKÉ POVODNĚ.....	12
4. HYDROLOGICKÁ DATA	14
5. TOPOGRAFICKÁ DATA.....	14
6. MATEMATICKÝ MODEL – HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY.....	15
6.1 METODIKA VÝPOČTU	15
6.1.1 Použité programové vybavení.....	16
6.1.2 Vstupní data numerického modelu	16
6.1.3 Morfologie vodního toku a záplavového území	18
6.2 STANOVENÍ A ZADÁVÁNÍ OKRAJOVÝCH (OP).....	18
6.3 DRSNOSTI HLAVNÍHO KORYTA A INUNDAČNÍCH ÚZEMÍ	20
6.4 KALIBRACE MODELU	20
7. ZPŮSOB VYMEZENÍ ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ A AKTIVNÍ ZÓNY	24
7.1 ZÁPLAVOVÉ ÚZEMÍ.....	24
7.2 AKTIVNÍ ZÓNA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ – AZZÚ	24
7.2.1 Zpracování návrhu AZZÚ	24
7.2.2 Stanovení AZZÚ	25
8. PROBLÉMOVÁ MÍSTA Z POHLEDU PRŮBĚHU POVODNĚ	26
9. VÝSTUPY	28
9.1 ZÁPLAVOVÉ ÚZEMÍ A MAPY HLADIN PRO PRŮTOKY Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}	28
9.2 HLOUBKY PRO PRŮTOKY Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}	28
9.3 SVISLICOVÉ RYCHLOSTI PROUDĚNÍ PRO PRŮTOKY Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}	29
9.4 MĚRNÉ PRŮTOKY PRO Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}	29
9.5 POVODŇOVÉ OHROŽENÍ.....	29
9.5.1 Výpočet intenzity povodně	29
9.5.2 Stanovení povodňového ohrožení	29
9.6 NEJISTOTY VE VÝSLEDČÍCH VÝPOČTU	30
9.7 TIŠTĚNÉ VÝSTUPY.....	31
9.8 DIGITÁLNÍ VÝSTUPY	31
9.9 OBSAH CD	33

1. ZADÁNÍ – VYMEZENÍ PLNĚNÍ ZAKÁZKY

Zájmové území je vymezeno původní kilometrží vodního toku říčním km 30,6 až 51,5, která byla převzata ze „Studie zátopového území toku dolní Ohře od ř. km 0,00 po ř. km 103,44“ (DHI Hydroinform, s.r.o.; 11/2000).

Jedná se o druhou etapu navazující na „**Ohře - studie záplavového území, úsek Křesín - Louny, aktualizace, I. etapa**“, DHI a.s., 12 / 2015 (ta se zabývala problematikou rozlivů Ohře v celkem pěti průtokových scénářích v rozsahu průtoků cca 200 – 350 m³/s za účelem pro vyhodnocení stávajícího neškodného odtoku z VD Nechranice a pro návrhy řešení jeho zvýšení).

Původní kilometrží (označení ř. km SZÚ 2000) odpovídá aktuální říční kilometrží v ř. km **30,846 až 51,788**. Osa a jí odpovídající kilometráž byla vygenerována a aktualizována během I. etapy této studie (z toho plyne označení v textu ř. km SZÚ 2015).

Osa tohoto úseku pokračuje a navazuje na osu vygenerovanou a aktualizovanou během prací na projektu „Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a Dolního Labe“ (zhotovitel: sdružení „HYDROPROJEKT + Hydrosoft + AZ Consult; řešitel: Sweco Hydroprojekt, a.s., DHI, a.s.; 12/2012).

Ve výstupech studie B. Psaný podélný profil je u každého profilu uvedeno dvojí staničení, SZÚ 2000 a SZÚ 2015, u všech objektů je navíc uvedena administrativní kilometráž (adm řKM), která pochází z informačního systému POH (ISyPo).

Úkolem této studie je aktualizace záplavového území řeky Ohře a to na základě detailních výpočtů dvourozměrným matematickým modelem nad aktuálním digitálním modelem terénu, které stanoví podrobné charakteristiky proudění v korytě Ohře a v inundačním území v úseku od hranice katastrálních území Křesín a Želevice po hranice katastrálních území Vršovice u Loun a Louny. Jedná se především o určení průběhů hladin, výpočet hloubek vody a vyšetření rozdělení rychlostí a měrných průtoků v celé zájmové oblasti pro návrhové povodňové průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} jejich následné zpracování do map rozlivů, hloubek, rychlostí a měrných průtoků. Znalosti těchto uvedených hydraulických charakteristik jsou podkladem ke stanovení aktivní zóny záplavového území, k vytvoření Map záplavového území, Map povodňového nebezpečí a Map povodňového ohrožení.

1.1 CÍL PRACÍ

je určit pro povodňové průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} :

- hloubky vody v záplavovém území,
- rychlosti proudění vody v záplavovém území,
- měrné průtoky v záplavovém území.

a na jejich základě stanovit a navrhnout:

- záplavovou čáru hranice rozlivů,
- záplavové území,
- aktivní zónu záplavového území,
- povodňové ohrožení.

1.2 PŘEDMĚT PRACÍ

Předmět práce zahrnuje tyto činnosti:

- zajištění a zpracování vstupních podkladů – stávající + nové (I.etapa),
- sestavení hydrodynamického modelu a simulace příslušných průtokových stavů,
- zpracování výsledků matematického modelování do výstupů dle vyhlášky MŽP č. 79/2018 Sb. a dle podrobné specifikace objednatele smlouvy o dílo.

1.3 SEZNAM ZKRATEK

Tab. 1.1. – Seznam použitých zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a kartografický
DSPS	Dokumentace skutečného provedení stavby
DHI	Dánský Hydraulický Institut
DMR5G	Digitální model reliéfu České republiky 5. generace
DMT	Digitální model terénu
ATLAS DMT	Software pro zpracování digitálního modelu terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
GIS	Geografický informační systém
HOP	Horní okrajová podmínka
LB	Levý břeh koryta toku
M21C	Matematický model Mike21C (2D model – curvilinear), ver. 2014, sp. 3
MZERO	Mike ZERO, software DHI, ver. 2014, sp. 3
MMachine	Mike Machine, software DHI, ver. 2014
MPN OHŘE	Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a Dolního Labe
MŘ	Manipulační řády jezů
MZE	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OrtoFoto	ORTOFOTO České republiky
PB	Pravý břeh koryta toku
POh	Povodí Ohře, státní podnik
RD	Rodinné domy
S_JTSK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
SM	Silniční most
SZÚ	Studie záplavového území
VHD	Odbor vodohospodářského dispečinku POh
VHM-50	Základní vodohospodářská mapa 1 : 50 000
VR	Odbor vodohospodářského rozvoje POh
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
ZABAGED®	Základní báze geografických dat – digitální topografický model
ZM-10	Základní mapa České republiky 1 : 10 000
ZÚ	Záplavová území
ŽM	Železniční most

2. POUŽITÉ PODKLADY

Hydrodynamický model této studie v dolní části spodního úseku překrývá a v nejužším údolním profilu (přibližně na hranici katastrálních území Křesín a Košnice) před Křesínem navazuje na model vytvořený v projektu „Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a Dolního Labe“ (zhotovitel: sdružení „HYDROPROJEKT + Hydrosoft + AZ Consult“; řešitel: Sweco Hydroprojekt a.s., DHI, a.s.; 12/2012).

K jeho zpracování byl využit *Digitální model reliéfu ČR 5. generace* (DMR 5G), doplněný o geodetické zaměření břehových hran, objektů a příčných profilů koryta, mapové podklady a poznatky z místního šetření.

2.1 HYDROLOGICKÉ PODKLADY:

- Hodnoty N-letých průtoků (ČHMÚ, pobočka Kočkov, Ústí n. L.; 08/2015)
- Hydrologické poměry ČSSR III, „modrá kniha“, III. díl (Hydrometeorologický ústav Praha, 1970).

Pro účel studie byla objednána a ČHMÚ stanovena aktuální hydrologická data (N-leté průtoky) ve čtyřech profilech zájmového úseku – LGS Louny, pod soutokem se Smolnickým potokem, lávka v Radonicích nad Ohří, jez Křesín, viz tab. 4.1. na str. 14.

2.2 TOPOLOGICKÉ PODKLADY:

- Příčné profily koryta zaměřené pro SZÚ Dolní Ohře poskytlo POH (1996 - 1999)
- Zaměření úrovní břehů, hran a podélných liniových hrázek a výškové měření úrovní pevných konstrukcí mostních a jezových objektů (MajerGEO – geodetická kancelář, Praha, Ing. Jindřich Majer; 08/2015)
- DMT níže ležícího úseku zpracovaný v rámci studie MPN Ohře (11/2012)
- Výškopisná data DMR5G (podkladová data copyright © ČÚZK, MO ČR, MZE, 2014)
- Základní vodohospodářská mapa ČR 1:50 000 poskytlo POH (VÚV TGM, v.i.v.; 2013)
- ZABAGED® (podkladová data copyright © ČÚZK), rastrové mapy v digit. podobě poskytlo POH (2012)
- OrtoFoto ČR (copyright © ČÚZK) v digitální podobě poskytlo POH (2015)
- ZM-10 (copyright © ČÚZK) v digitální podobě (2016)

2.2.1 Vytvoření DMT

Pro vytvoření modelu terénu byly použity geodeticky zaměřené příčné profily koryta Ohře a *Digitální model reliéfu ČR 5. generace* (DMR 5G), který představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskrétních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X, Y, H s úplnou střední chybou výšky 0,14 m.

Zpracovatel studie vytvořil DMT v softwaru **ATLAS DMT, ver. 5.10.1**.

DMT je prostorová plocha, která modeluje skutečný (zaměřený) nebo projektovaný terén. Vzniká na základě zadaných 3D bodů. Lze zadat i 3D čáry. Zadanými body plocha prochází, mimo ně se dopočítává podle matematických vzorců tak, aby se blížila skutečnosti – výpočet není založen na lineární interpolaci, ale modeluje hladký „oblý“ terén. Tam, kde je to na závadu, lze doplnit terénní hrany. Hlavními zdroji dat pro vytváření (generování) DMT jsou textové soubory (bodové pořady) z leteckého skenování reliéfu terénu, geodetických zápisníků (totálních stanic) a výkresy ve formátu DXF (body, linie, plochy).

Základní zobrazení (reprezentace) DMT vzniká při generaci a velmi zjednodušeně lze prohlásit, že DMT Atlas zadané body spojuje do trojúhelníků tak, aby se tyto trojúhelníky co nejvíc blížily rovnostranným. Konečná podoba modelu je upravována vkládáním „povinných hran“.

Postup tvorby byl následující:

Inundační území:

- generace DMT z DMR5G
- doplnění zaměřených bodů břehových hran, hrází a objektů z geodetického zaměření 08/2015
- vložení povinných hran historických kamenných a zemních hrází s vložением interpolovaných bodů mezi jednotlivá měření tak, aby mohl být vygenerován a vykreslen tvar hráze v okolním terénu
- vložení břehových hran, spojnice mezi měřenými body - do modelu byly vkládány povinné spojnice mezi zaměřenými body definující břeh či hranu vně břehu koryta, přičemž mezi těmito přesně zaměřenými body povinná spojnice odečítala a přebírala výškovou úroveň z nivelety v modelu DMR5G

Koryto:

- pro tvorbu koryta byly použity zaměřené profily z roku 1996 – 1999 ze „Studie zátopového území toku dolní Ohře od ř. km 0,00 po ř. km 103,44“
- tyto PF byly oříznuty dle úrovně břehových hran a označeny markami 1 a 3 v software MZERO a pro tyto marky odečteny souřadnice X, Y
- následně byly tyto profily roz-interpolovány po 10 m
- pomocí software MMachine byly všem roz-interpolovaným profilům přiřazeny souřadnice X, Y
- ze všech vygenerovaných profilů (interpolovaných profilů) byly vyexportovány souřadnice X, Y všech bodů v softwaru MMachine
- takto získané body byly v ArcGis oříznuty polygonem vodní hladiny, tak aby se podrobné body příčných profilů nalézaly pouze v rozsahu definovaném rozsahem vodní hladiny v DMR5G
- v modelu Atlas DMT byly vymazány všechny body nalézající se uvnitř polygonu vodní hladiny a nahrazeny body dna koryta ze zaměřených a interpolovaných profilů (získané postupem, uvedeným výše)
- byly zkontrolovány a upraveny náspy mostů a jejich zavázání do terénu dle geodetického zaměření
- bylo zkontrolováno navázání koryta na břehy dle hypsometrie DMT
- do takto připraveného modelu byly vloženy objekty jezů:
 - jez Křesín byl převzat z DMT 2012 (MPN OHŘE 12/12)
 - jez Košnice byl vložen dle dokumentace v podobě bodů a čar dxf
 - jez Pátek byl vložen dle podkladů z „papírové“ dokumentace
 - jez Vršovice byl vložen dle zaměření 2015 – k tomuto objektu nebyla žádná projektová dokumentace

Výsledný digitální model terénu zájmového území vznikl spojením dílčího DMT koryta a inundačního území.

DMT záplavového území byl doplněn o poznatky z místního šetření v zájmové oblasti.

Trojúhelníková síť (tin) DMT byla rovněž převedena na georeferencovaný tif s velikostí pixelu 1m x 1m.

2.2.2 Mapové podklady

Dále bylo využito informací ze základní báze geografických dat **ZABAGED®**, což je digitální geografický model území České republiky (ČR) na úrovni podrobnosti Základní mapy ČR 1:10 000 (ZM-10). ZABAGED® je součástí informačního systému zeměměřictví a patří mezi informační systémy veřejné správy. Je vedena v podobě bezešvé databáze pro celé území ČR v centralizovaném informačním systému spravovaném Zeměměřickým úřadem. Polohopisná část ZABAGED® obsahuje dvourozměrné vedené (2D) prostorové informace a popisné informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci a povrchu, terénním reliéfu, které posloužily k plošnému přiřazení drsností.

Nedílnou součástí při konstruování výpočetní sítě byly **ORTOFOTO ČR** – listy 2,5 x 2,0 km ve formátu tif, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK, aktualizované v r. 2015 Zeměměřickým úřadem. 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 10000x8000 pixel, rozlišení 72x72 DPI, hloubku barev 24 bit/pixel.

Výsledky studie jsou prezentovány nad mapovým dílem **Základní mapa České republiky 1:10 000**.

Jedná se o nejpodrobnější základní mapu středního měřítka.

ZM10 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.

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 velikost 6300x6300, rozlišení 800 x 800 DPI, hloubku barev 24 bit/pixel.

Všechny souřadnice DMT jsou v polohopisném systému S-JTSK a výškovém Bpv.

2.3 DALŠÍ PODKLADY:

- [1] „**Studie zátopového území toku Dolní Ohře od ř. km 0,00 po ř. km 103,44**“ (DHI Hydroinform, a.s.; 11/2000)
- [2] „**Stanovení průběhu hladin teoretické povodně Q_{200} pro tok Ohře na území Ústeckého kraje**“ (DHI Hydroinform, a.s.; 11/2003)
- [3] „**Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a Dolního Labe**“ (DHI, a.s.; 11/2012)
- [4] „**Studie záplavového území Ohře v úseku ústí do Labe – Křesín**“ (DHI, a.s.; 11/2013)
- [5] „**Studie záplavového území Ohře v úseku ř. km 51,50 – 80,20, Louny – Stekník**“ (Envisystem, s.r.o., září 2013)
- [6] Kalibrační podklady – zaměření podélného profilu hladin 16.1. 2011 (DHI, a.s.; 01/2011)
- [7] Kalibrační podklady – vyhodnocení rozlivů pro povodeň 01/2011 + fotodokumentace (Povodí Ohře, s.p. – provoz Žatec; 2011)
- [8] Kalibrační podklady – vyhodnocení průtoků v profilu LGS Louny a LGS Brozany pro povodeň 04/2006 a 01/2011 (Povodí Ohře, s.p. – odbor VHD; 2006 a 2011)
- [9] Povodeň na Ohři 03 - 81– zakres rozsahu povodně v souladu § 7 odst. 1 písm. f) vyhlášky (Povodí Ohře, s.p., závod Terezín, 1982)
- [10] MANIPULAČNÍ a PROVOZNÍ ŘÁD VODNÍHO DÍLA PÁTEK U LOUNY na řece OHŘI v ř. km 36,125 (Ing. Miroslav Křivánek; 02/2005)
- [11] MVE Pátek nad Ohří, Ohře, jez v ř. km 36,120 (HYDROKA, Ing. M. Müller; 08/2000; PROJEKT)
- [12] Manipulační řád pro malou vodní elektrárnu a pevný jez s rybím přechodem v Košticích nad Ohří (Ing. F. Sedláček; 01/2010)
- [13] Rekonstrukce pevného jezu na Ohři v Košticích (Ing. F. Sedláček; 01/2010; DSPS)
- [14] Manipulační řád + havarijní plán vodního díla (MVE a pevného jezu) Křesín (Ing. Ladislav Hora; 5/2011)
- [15] Manipulační řád VD Nechanice (doplnit info)

2.3.1 Místní šetření

Terénní průzkum se uskutečnil během měsíce května v roce 2015 a byl soustředěn na zmapování stavu břehů koryta a historických zemních a kamenných hrází, které tvoří ucelené liniové stavby. Ty se v některých lokalitách nalézají přímo u vlastního koryta Ohře, v jiných jsou naopak od koryta značně vzdáleny.

Během průzkumu byla pořízena aktuální fotodokumentace všech objektů na toku, všech historických hrází, významných úseků toku a byl podrobně zdokumentován charakter záplavového území.

Toto šetření bylo pro zpracovatele významné z hlediska stavby vlastního matematického modelu, stanovení drsnostních parametrů matematického modelu v rámci jeho kalibrace (povodeň 01/2011) a dále pro kontrolu velkých příčných a podélných hrází, valů a náspů v DMT záplavového území Ohře.

Rozsahu rozlivů a záplavového území byl po provedení výpočtů ověřen přímo v terénu během měsíce březen 2016.

2.3.2 Doplnující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie

Povodí Ohře poskytlo zpracovateli **manipulační řády** vodních děl na toku.

Jednalo se o pevný jez v Křesíně s MVE, pevný jez v Košticích s MVE a pohyblivý jez v Pátku s MVE, viz kap. 2.3. Pro pevný jez ve Vršovicích s MVE nebyla doložena žádná dokumentace, dále MŘ Nechanice.

2.3.3 Vyhodnocení a příprava podkladů

Poskytnuté topologické a hydrologické podklady plně pokryly zájmové území.

Za nedostatečnou lze v některých lokalitách považovat nižší přesnost DMR 5G s nepřehledným terénem porostlým hustými křovisky a travinami, ve výjimečných případech se jednalo i o zpevněné plochy hladké, u kterých byla zjištěna odchylka – převýšení/snížení nad skutečným terénem (zaměřeným geodeticky v příčném profilu).

2.4 CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

<u>Název toku:</u>	OHŘE
<u>TOK_ID</u>	139660000100
<u>IDVT CEVT</u>	10100004
<u>Číslo hydrologického pořadí toku:</u>	1-13-04-0090-0-00 1-12-03-0190-0-00 1-13-04-0210-0-00 1-13-04-0230-0-00 1-13-04-0250-0-00 1-13-04-0290-0-00 1-13-04-0310-0-00 1-13-04-0370-0-00

Říční km začátku a konce úseku - zadání: ř. km **30,846 – 51,788** (ř.km 30,600 – 51,500 dle SZÚ 2000)

Říční km začátku a konce úseku - model: ř. km **27,176 – 53,729** (ř.km 26,938 – 53,448 dle SZÚ 2000)

<u>Významné přítoky:</u>	Dobroměřický potok Smolnický potok Slavětínský potok Chožovský potok Deběřský potok Dobročka Žejdlík
--------------------------	--

Podklady:

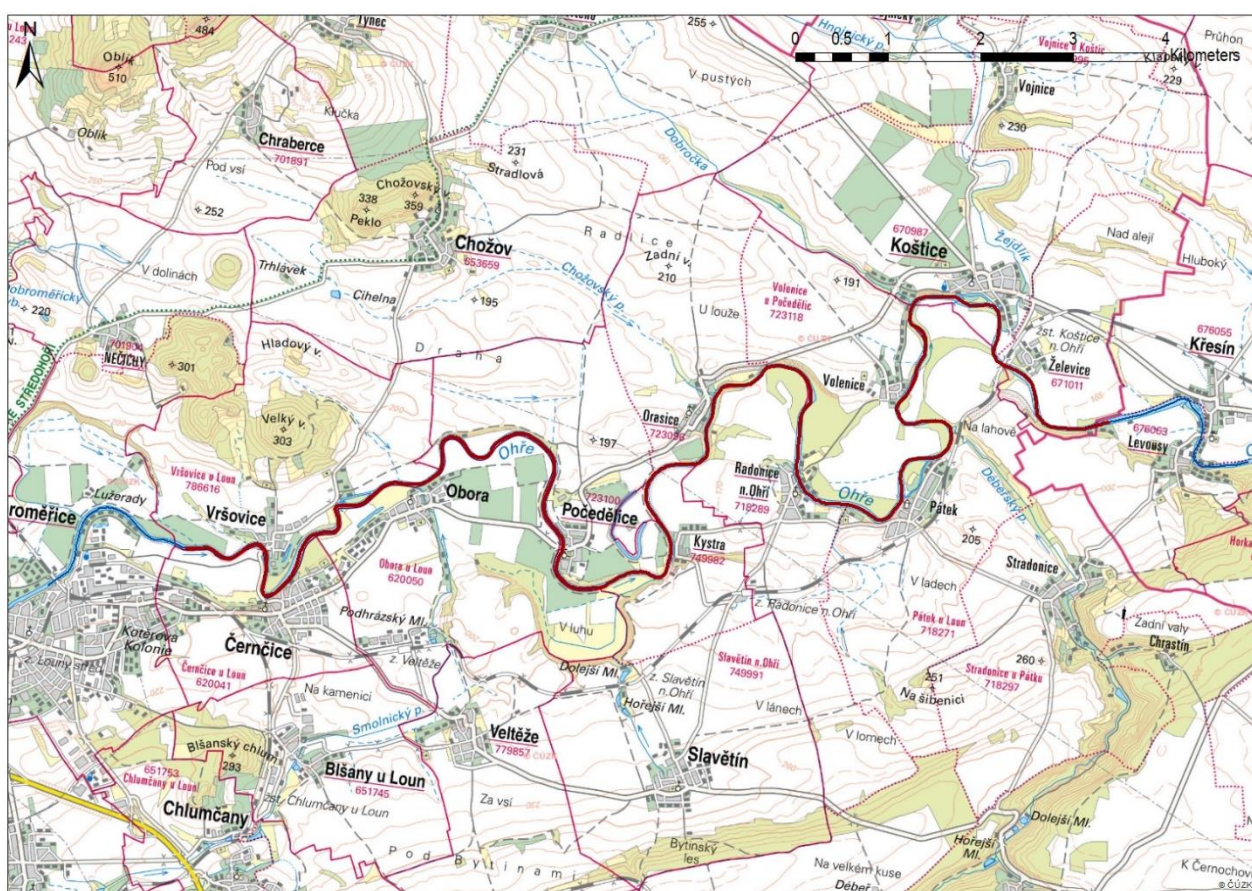
Název toku	- zdroj VÚV TGM
ID úseku IDVT CEVT	- zdroj MZE
Číslo hydrologického pořadí toku	- zdroj ČHMÚ, VÚV TGM
Úsek toku	- zdroj POH
Významná vodní díla	- zdroj POH
Významné přítoky	- zdroj VHM-50, CEVT
Studie záplavového území	- „Studie záplavového území toku Dolní Ohře, od ř. km 0,000 po ř. km 103,44“, DHI Hydroinform, a.s., 11/2000.

Ohře pramení u Wiesenstadtu na svazích Schneebergu ve výšce 752 m n. m., ústí zleva do Labe u Litoměřic ve výšce 141,9 m n. m. Do ČR vtéká severozápadně od Chebu v nadmořské výšce 446,08 m n. m. Plocha celého povodí na našem území je 5613,7 km², délka toku činí 256 km.

Při své cestě naším územím je řeka Ohře v horní a střední části toku sevřena Krušnými horami z levé strany, Slavkovským lesem a Doupovskými vrchy ze strany pravé. Vyznačuje se velkou rozkolísaností průtoků, jejich rychlými změnami a velkým transportem splavenin a plavenin. Na svém cca 100 km dlouhém dolním toku míjí po levé straně vzdálené České středohoří a protéká otevřenou krajinou rovinaté Dolno-Oharské tabule, jedním z nejurodnějších území Čech, od Žatce přes Louny až do Litoměřic. Toto území bylo od nepaměti sužováno povodněmi a i v současné době jsou zde úseky toku, jejichž kapacita nestačí ani na jednoletou povodeň. Jedná se však o původní zachovalé a ekologicky vysoce hodnotné lužní lesy a břehové porosty.

Zájmový úsek popisuje tok Ohře od železničního mostu v Lounech, přes Vršovice, Černčice, Oboru, Počedělice, Kystru, Orasice, Radonice n. Ohří, Pátek, Volenice, Košnice pod Křesín k Dubanům do lokality Na Lukách. Celý tento úsek je charakteristický velmi meandrujícím korytem s přirozeným rázem toku. Kapacita koryta činí maximálně Q_1 .

Obr. 2.1. – Přehledná mapa řešeného území Ohře (červená linie definuje rozsah zadání studie, modrá linie vyznačuje celý rozsah modelovaného úseku)



2.5 VŠEOBECNÉ ÚDAJE

Posuzovaný úsek Ohře byl definován od ř. km 30,600 (30,846) do ř. km 51,500 (51,788), dle kilometráže poskytnuté objednatelům (stanovené řešitelem studie) a přesně vymezen zadanými souřadnicemi začátku a konce toku:

začátek: $x = -770\,530$ $y = -1\,005\,102$

konec: $x = -780\,398$ $y = -1\,006\,373$

Vzhledem k rozdílné délce a kilometrāži v původní SZÚ 2000 a v této studii bude v psaném podélném profilu hladin a u příčných profilů objektů na toku uvedeno jak staničení použité v SZÚ 2000 (ř. km SZÚ 2000), tak v této studii SZÚ (ř. km SZÚ 2015, viz I. etapa studie).

Pro celý zájmový úsek toku je charakteristické koryto lichoběžníkového profilu, které prochází zemědělsky obhospodařovanou krajinou velkými četnými meandry (vzdušná vzdálenost mezi začátkem a koncem úseku činí zhruba polovinu délky osy koryta - cca 10 km).

Z hydraulického hlediska je pro celou dolní Ohři charakteristické rozdělení toku do jednotlivých jezových zdrží, které jsou v zájmovém úseku čtyři (v modelovaném úseku je zdrží pět). Jezové zdrže se vyznačují velmi malým podélným sklonem dna a velkým vzduším hladin, které umožňuje odběry vody pro průmysl a zemědělství, stabilizaci dna koryta a udržování hladiny podzemní vody. Vodní díla ve všech jezových profilech slouží ke vzdouvání hladiny vody za účelem provozování MVE.

Zemědělsky využívané plochy se v zájmové oblasti vyskytují hojně, velkou část ploch tvoří chmelnice.

Lesní porosty (převážně listnaté kultury) tvoří menší remízky a luhy. Mezi nejznámější lužní lesy Přírodního parku Dolní Poohří patří Šenkýřův les pod Křesínem

Koryto vodního toku je v celé délce na březích lemováno vzrostlými stromy, svahy jsou porostlé křovisky a hustými travinami, vyjma intravilánu, kde se jedná o udržovaný travní porost.

Inundační území je v intravilánu měst tvořeno budovami a objekty občanského, zemědělského a průmyslového charakteru, travními a ostatními volnými plochami (hřiště, parkoviště, parky). V blízkosti měst, obcí a vesnic se při březích Ohře nacházejí zahrádkářské kolonie a chatové osady. V extravilánu je ZÚ tvořeno rozlehlými poměrně rovinnými plochami – jedná se o zemědělsky obhospodařované pole, chmelnice, louky a lesní porost.

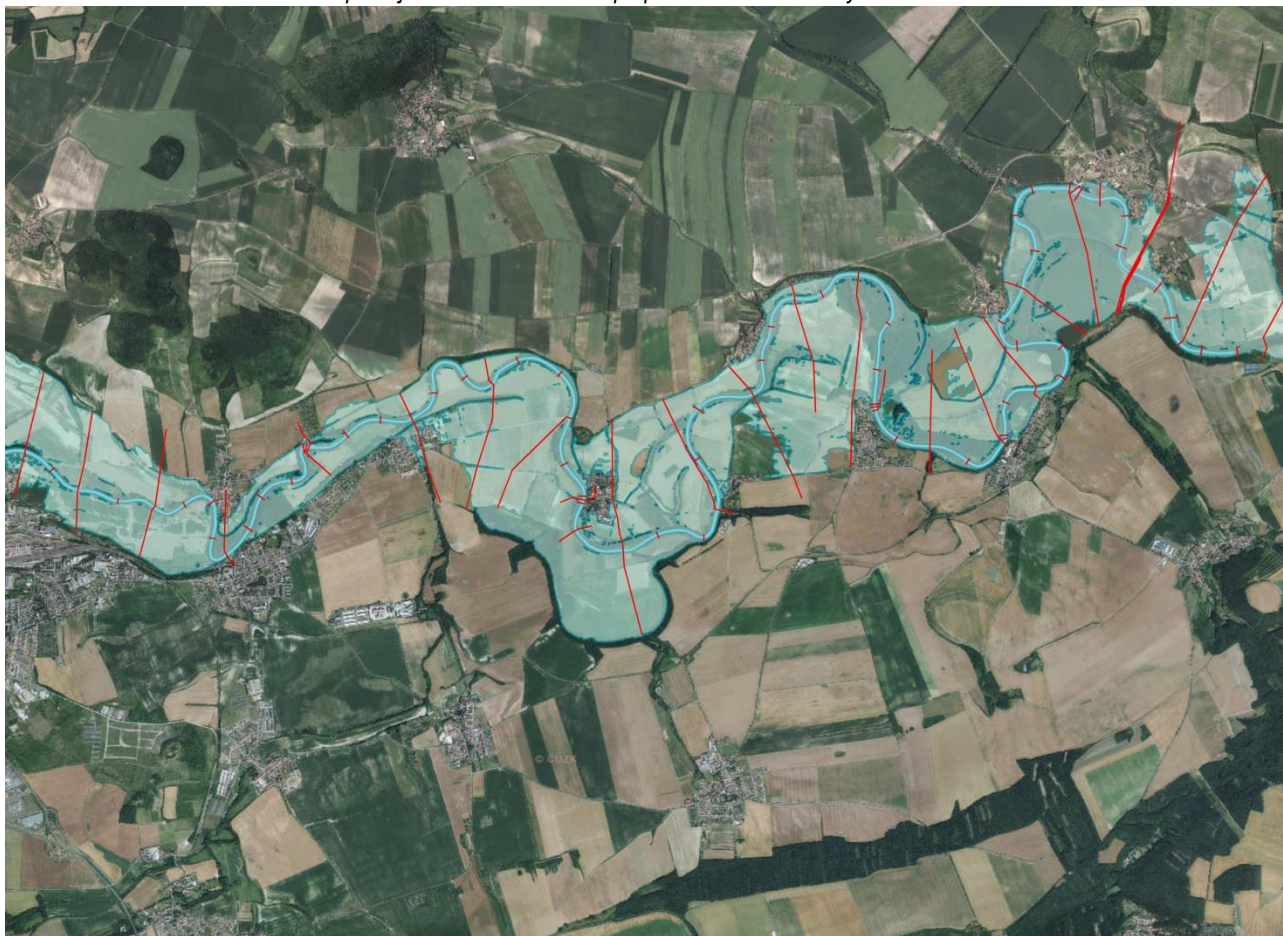
V extravilánu se též nalézají některé z historických zemních či kamenných hrázek, které zřejmě sloužily částečně ke koncentraci povodňových průtoků do zemědělsky obhospodařovaných polí, luk a též lesů a částečně byly cíleně využity k protipovodňové ochraně obcí.

V délce modelovaného úseku se vyskytují tyto objekty na vodním toku, které ovlivňují za povodňových průtoků průběh hladin a rozložení hlavních a vedlejších proudnic v záplavovém území:

Tab. 2.1. – Ohře – objekty na vodním toku

Název profilu jezu / mostu	ř. km SZÚ 2000	ř. km SZÚ 2013, 2015	adm řKM (ISyPo)
Most silniční Křesín (mimo zájmový úsek)	29,081	29,315	28,676
Jez pevný + MVE Křesín (mimo zájmový úsek)	29,466	29,700	29,077
Most železniční Koštice/Želevice	31,938	32,196	31,467
Jez pevný + MVE Koštice	33,054	33,315	32,570
Jez pohyblivý + MVE Pátek	36,651	36,933	36,170
Most cestní Radonice n, Ohři	38,128	38,409	37,572
Most silniční Počedělice	44,408	44,673	43,714
Jez pevný + MVE Vršovice	48,512	48,771	47,740
Most silniční Vršovice	50,475	50,735	49,676

Obr. 2.2. – Přehledná mapa zájmového území – zátapa povodně 01/2011 – výsledek kalibrace modelu M21C



3. HISTORICKÉ POVODNĚ

V minulosti docházelo na Ohři často i několikrát za rok k povodním; voda zaplavovala rozsáhlá území a způsobovala velké škody na stavbách i úrodě. Povodně přicházely jak v jarním období, tak v létě při příchodu dešťů, kdy zvláště nebezpečný byl jejich nečekaný a rychlý průběh, daný charakterem toku. Zajímavé je, že většina zaznamenaných velkých povodní vyvrcholila na den sv. Markéty, to je 13. července.

Z publikace Brázdil a kol. *Historické a současné povodně v České republice* (Brno: Masarykova univerzita, Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2005), byla největší historická povodeň zaznamenána v roce 1862 a odpovídala svým rozsahem průtoku Q_{250} .

V novodobé historii, po výstavbě nejvýznamnějšího VD Nechanice v letech 1961 – 1968 (které zvyšuje ochranu území pod nádrží před účinky velkých vod a které příznivě ovlivňuje ledový režim na dolní Ohři), bylo zaznamenáno pouze několik povodňových epizod menšího významu.

Za jednu z nich lze považovat **březnovou povodeň v roce 1981**, kdy max. průtok na odtoku z VD Nechanice 13.3. 1981 dosahoval hodnoty $553 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q_{20}) a v profilu LGS Louny $580 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q_{10-20}). Pro tuto povodeň neexistuje ucelený soubor dat hladin a průtoků tak, aby zahrnoval souvislou část toku a inundačního území. V dolní části toku je k dispozici pouze čtení na lati v Pístech a záznam hladin v profilu Terezín. Labe tehdy kulminovalo v Ústí n. L. 15.3. 1981 průtokem $2300 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q_5).

S ohledem na § 7 odst. 1 písm. f) vyhlášky se jedná o nejvyšší zaznamenanou povodeň a jedním z požadavků je i zobrazení území zaplaveného touto nejvyšší zaznamenanou přirozenou povodní. V září 1982 zpracoval státní podnik Povodí Ohře (závod Terezín) zákres rozsahu této povodně. Tehdy byl proveden zákres do odpovídajícího mapového podkladu a byl upraven podle jeho vrstevnic. Proto je nutné nahlížet na zakreslené rozlivy pouze nad tehdejší

mapovým podkladem s vědomím skutečnosti, že u některých mapových listů došlo, vzhledem k tehdy dostupným technologiím, k mírnému posunu zákresu rozlivu do mapového podkladu oproti skutečnosti (současným mapovým podkladům). Z tohoto důvodu nebyla zakreslená linie zdigitalizována, aby nedošlo k dezinterpretacím nad dnešními mapovými podklady. Zmíněný materiál byl naskenován a je součástí studie pouze v elektronické podobě.

Katastrofická povodeň v srpnu 2002 (kdy Labe kulminovalo v litoměřické kotlině 16.8. 2002 o průtoku cca 4700 m³/s) se projevila vzduším hladin Ohře až k Brozanům n. O. Vlastní průtok korytem Ohře činil v tento den pouhých 39,3 m³/s. Povodňová vlna na Ohři menšího významu (< Q₁) předběhla povodeň na Labi o 7 dní průtokem 175 m³/s. Další významnější povodně byla jarní povodeň v dubnu 2006. Ohře dosáhla maxima v profilu Louny průtokem 252 m³/s (Q₁) v odpoledních hodinách 3.4. 2006, v profilu Brozany průtokem 283 m³/s (Q₁) v ranních hodinách 4.4. 2006. V Litoměřicích byl kulminační průtok Labe 2680 m³/s (Q₅ – Q₁₀) rovněž 4.4. 2006.

Poslední pozorovanou povodní je ucelený záznam informací z ledna 2011.

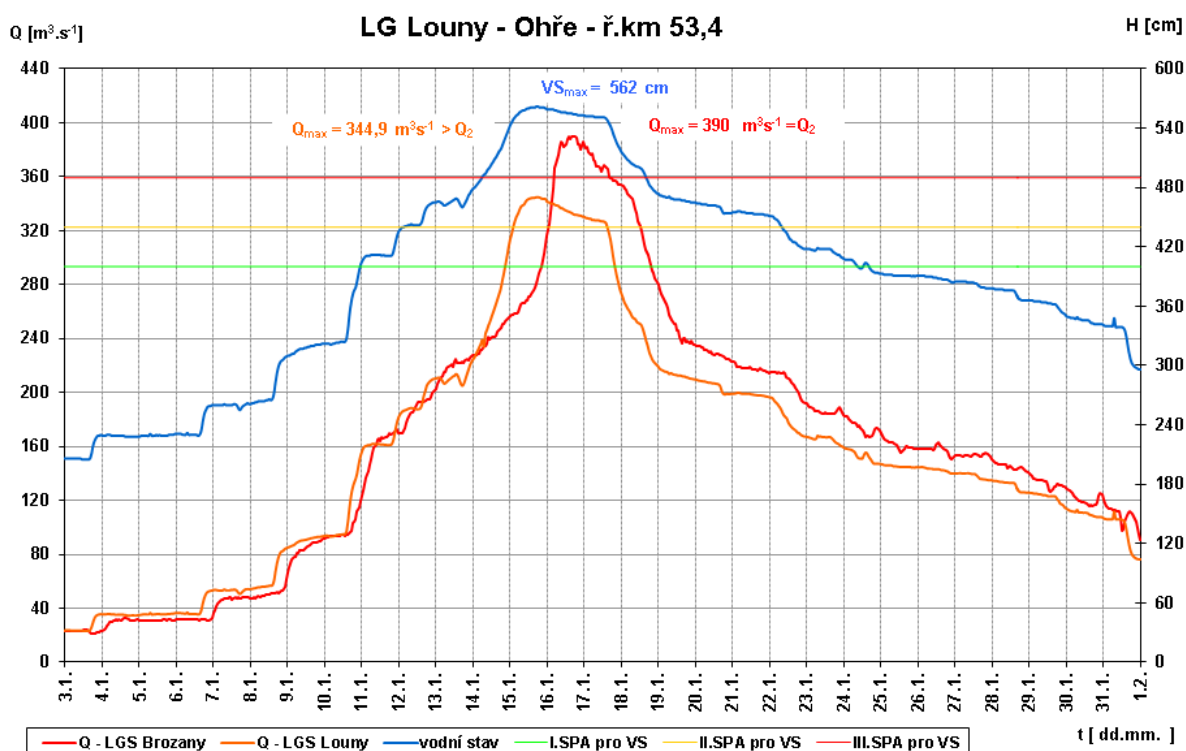
Maximální průtok na Ohři v profilu:

- LGS Louny 15.1. 2011, mezi 16 a 19. hod. dosáhl hodnoty 345 m³/s (Q₂)
- LGS Brozany 16.1. 2011, kolem 14. hod. dosáhl 390 m³/s (Q₂)

Labe kulminovalo pod zaústěním Ohře 16.1.2011, kolem 18:00 hod. průtokem 1900 m³/s (Q₂ – Q₅).

Správce toku POH, provoz Žatec zmapoval maximální rozlivy v ZÚ na základě znalosti povodňových stop v zájmovém území a z leteckých snímků pořízených 16.1. 2011 vedoucím provozu Žatec. Rozlivy byly zakresleny v digitální podobě a byla zkonstruována záplavová čára v celém povodni dotčeném úseku, která byla ve studii porovnána s rozsahem záplavy kalibračního výpočtu.

Obr. 3.1. – LGS Louny a Brozany n. O. – hydrogram povodně 01/2011, VD Povodí Ohře, s.p.



Během kulminace povodňové vlny byl zpracovatelem studie, DHI, a.s., zaměřen průběh podélného profilu hladin od nadjezí v Křesíně po ústí do Labe v Litoměřicích a to v blízkosti jezových a mostních profilů Tyto naměřené hladiny byly též použity pro kalibraci matematického modelu, viz obr. 6.1.

Měření bylo doplněno o aktuální fotodokumentaci.

4. HYDROLOGICKÁ DATA

Hydrologická data vypracoval ČHMÚ v srpnu roku 2015, pobočka Kočkov, Ústí n. L.

Název vodního toku :	Ohře	SZÚ 2015 (SZÚ 2000)
IDVT (CEVT) :	10 100 004	
hydrologický profil:	LGS Louny	ř. km: 54,328 (54,046)
číslo hydrologického pořadí:	1-13-04-0050-0-00	
plocha povodí:	4980 km ²	
hydrologický profil:	pod soutokem se Smolnickým p.	ř. km: 47,851 (-)
číslo hydrologického pořadí:	1-13-04-0190-0-00	
plocha povodí:	5 110 km ²	
hydrologický profil:	lávka v Radonicích n. Ohří	ř. km: 38,409 (38,128)
číslo hydrologického pořadí:	1-13-04-0230-0-00	
plocha povodí:	5 142 km ²	
hydrologický profil:	Jez Křesín	ř. km: 29,700 (29,466)
číslo hydrologického pořadí:	1-13-04-0370-0-00	
plocha povodí:	5 260 km ²	

Tab. 4.1. – Ohře – N-leté průtoky (Q_N) v m³.s⁻¹

hydrologický profil	datum pořízení	ř. km 2013	Q ₁	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	třída přesnosti
LGS Louny	17.8. 2015	54,328	249	338	464	566	674	821	941	1291	III.
pod soutokem se Smolnickým p.	17.8. 2015	47,851	259	350	479	583	694	818	966	*1324.5	III.
Lávka v Radonicích n. Ohří	17.8. 2015	38,409	260	352	482	587	698	849	972	*1332.5	III.
Jez Křesín	17.8. 2015	29,700	267	360	494	600	711	865	989	*1354.9	III.

*Velikost hodnot pro Q_{500} byla odvozena s ohledem na velikosti ploch dílčích mezipovodí na základě znalosti hodnot Q_{100} v hydrologických profilech a pod hlavními přítoky zájmového úseku a znalosti údaje pro Q_{500} v profilu pod zaústěním Malé Ohře ($Q_{500}=1408 \text{ m}^3/\text{s}$).

5. TOPOGRAFICKÁ DATA

Podle specifikace požadavků na doměření podkladů pro hydrotechnické výpočty se uskutečnilo zaměření úrovní břehů, břehových hran, hrází v ZÚ a objektů na vodním toku společností MajerGEO-geodetická kancelář, Praha, Ing. Jindřich Majer během května 2015.

Rozsah měření: zaměření bylo provedeno v rozsahu od západního intravilánu obce Vršovice, po železniční most v obci Želevice.

Zároveň byly zaměřeny všechny objekty na toku - bylo provedeno kontrolní zaměření výškových úrovní pevných konstrukcí objektů.

Dále byly geodeticky zaměřeny všechny významné liniové stavby hrází a zdí podél samotného toku a v jeho záplavovém území.

Polohové a výškové připojení: bylo provedeno zaměřením hlavních měřických bodů metodou GNSS nebo připojením na níže uvedené trigonometrické a zhušťovací body. Souřadnice ostatních měřických bodů byly určeny rajony (polární metodou). Stabilizace měřických bodů byla provedena dočasně dřevěnými kolíky (hlava v úrovni terénu) nebo nastřelovacími hřeby a označeny červenou barvou, místopisy k bodům nebyly vyhotoveny. Protokoly měření metodou GNSS, výpočtů měření rajonů, včetně dosažených odchylek a středních chyb jsou uvedeny v technické zprávě geodetického zaměření.

ZÚ bylo popsáno podrobnými body nejnovějšího celoplošného měření reliéfu DMR 5G, z kterých byl rovněž vygenerován DMT záplavového území, upravený dle místního šetření v zájmové oblasti

Jak bylo popsáno výše a uvedeno v kapitole 2.2, koryto řeky bylo v DMT vymodelováno z geodeticky zaměřených příčných profilů. Všechny tyto profily byly zaměřeny v předchozích letech pro potřeby Povodí Ohře, s. p. (a byly použity v SZÚ Dolní Ohře, 11/2000).

Jednalo se o tyto zdroje dat v zájmovém úseku Ohře:

Tab. 5.1. – Ohře – Geodetické měření profilů

pol.	profily	měřil	datum
1	LP19 – LP21	Povodí Ohře a.s., Stejskal	1996
2	153 - 251	InterGeos	1999
3	Vmo	MajerGEO	2015

Zároveň pro potřeby této studie byly na objektech v zájmovém úseku řeky Ohře aktuálně zaměřeny úrovně pevných konstrukcí mostních a jezových objektů (MajerGEO – geodetická kancelář, Praha, Ing. Jindřich Majer; 08/2015).

Všechny souřadnice geodetických podkladů jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém Bpv.

6. MATEMATICKÝ MODEL – HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

Rozsah zaplavovaného území pro jednotlivé scénáře vychází dle vyhlášky MŽP č. 79/2018 Sb. z výsledků výpočtů nerovnoměrného proudění - to lze numericky popsat jak 1D, tak 2D modely.

Zájmový úsek toku tvoří značně meandrující koryto Ohře (o šíři 30 – 75 m) v rozlehlém a rovinatém záplavovém území Dolno-Oharské nížiny, jejíž terén se často nachází pod úrovní břehových hran řeky. V důsledku morfologické činnosti koryta se v záplavovém území občas nacházejí stará a slepá ramena či řečiště, vedoucí rovnoběžně nebo příčně k hlavnímu toku. V úseku, od Obory n. Ohři po Želevice za železničním náspem trati Lovosice – Louny, je šíře ZÚ značná, pohybuje se od 1000 do 1800 m.

Z výše uvedených skutečností vyplynula nutnost získat výběrem vhodného matematického modelu takové výsledky hydrodynamických výpočtů, které umožní stanovit rozdílnou úroveň hladin v příčném profilu a detailně zobrazí směry a rychlosti proudění v záplavovém území.

6.1 METODIKA VÝPOČTU

MIKE 21C

Pro takto charakterizované záplavové území Ohře byl vybrán dvourozměrný matematický model, který popisuje reliéf toku ve správné topologii a v celé ploše (půdorysné) – zájmová oblast je pokryta sítí výpočetních bodů. Tato dvourozměrná horizontální schematizace předpokládá zjednodušení ve vertikálním směru – uvažuje rozdělení rychlosti po svislici jako konstantní a zanedbává vertikální složky rychlostí. Na druhou stranu 2D model dává reálnou

představu o zakřivené ploše hladiny v celém zájmovém území (např. při ustáleném proudění je hladina v neprotékaném inundačním území výše než v korytě) a umožňuje získat velmi detailní popis sledovaných hydraulických charakteristik (např. hloubek či směrů i velikostí rychlostí) včetně jejich plošného rozdělení.

Matematický model **MIKE 21C** je vlastní software vyvíjený společností DHI (DHI Water & Environment & Health, Hørsholm, Dánsko).

Dvourozměrný matematický model neustáleného proudění MIKE 21C je **založen na řešení Saint-Venantových diferenciálních rovnic (rovnice kontinuity a rovnice zachování hybnosti)** metodou konečných diferencí v jednotlivých bodech půdorysné výpočetní sítě. Řídící rovnice modelu MIKE 21C:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp \sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h \tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h \tau_{xy}) \right] - \Omega q - f V V_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0$$

Model MIKE 21C pracuje v **neekvidistantní křivočaré síti**; tzn. že jeho výpočetní síť lze, na rozdíl od pravoúhlých (obdélníkových) sítí, přizpůsobit tvaru území a tak omezit počet bodů a tím i velikost výpočetní matice. Neekvidistantní síť dále umožňuje zahuštění výpočetních bodů (tj. zmenšení velikosti výpočetních „buněk“) v oblastech, kde je třeba podrobněji modelovat reliéf terénu (např. objekty na toku), resp. v oblastech, kde požadujeme velmi detailní znalost výsledků.

6.1.1 Použité programové vybavení

Pro simulaci ustáleného nerovnoměrného proudění byl použit dvourozměrný matematický model proudění v otevřeném korytě s inundačním územím MIKE 21C, verze 2014, SP 3.

Výstupem modelu MIKE 21C jsou primárně tyto charakteristiky proudění:

- hodnoty hloubek vody
- hodnoty úrovní hladiny vody
- vektory rychlostí (tj. směr a velikost vektorů rychlostí, nebo též možno vyjádřit pomocí velikosti podélné a příčné složky vektorů rychlostí)

ve všech výpočetních bodech zájmové oblasti a pro všechny počítané časové kroky. 2D model tak dává reálnou představu o zakřivené ploše hladiny v celém zájmovém území (např. při ustáleném proudění je hladina v neprotékaném inundačním území výše než v korytě) i o rozdělení rychlostí v celé oblasti.

Charakteristiky proudění ovlivňují především reliéf terénu (tvar koryta, inundačního území, sklonové poměry) a odpory proudění (drsnost a tvarové odpory – zúžení resp. rozšíření průtočného profilu, oblouky, obtékání překážek, proudění přes objekty, apod.). Velkou pozornost je proto třeba věnovat přípravě souboru s geometrickými daty pro 2D model, neboť tento soubor v sobě obsahuje jak vlastní reliéf terénu tak i veškerá data pro výpočet tvarových odporů.

Podrobná specifikace modelu, detailní popis všech jeho vstupních souborů a jeho použití lze najít v manuálech programu - *M21C_User_Guide.pdf*, *M21C_GridGenerator.pdf*, *MIKE21C_Scientific_documentation.pdf*.

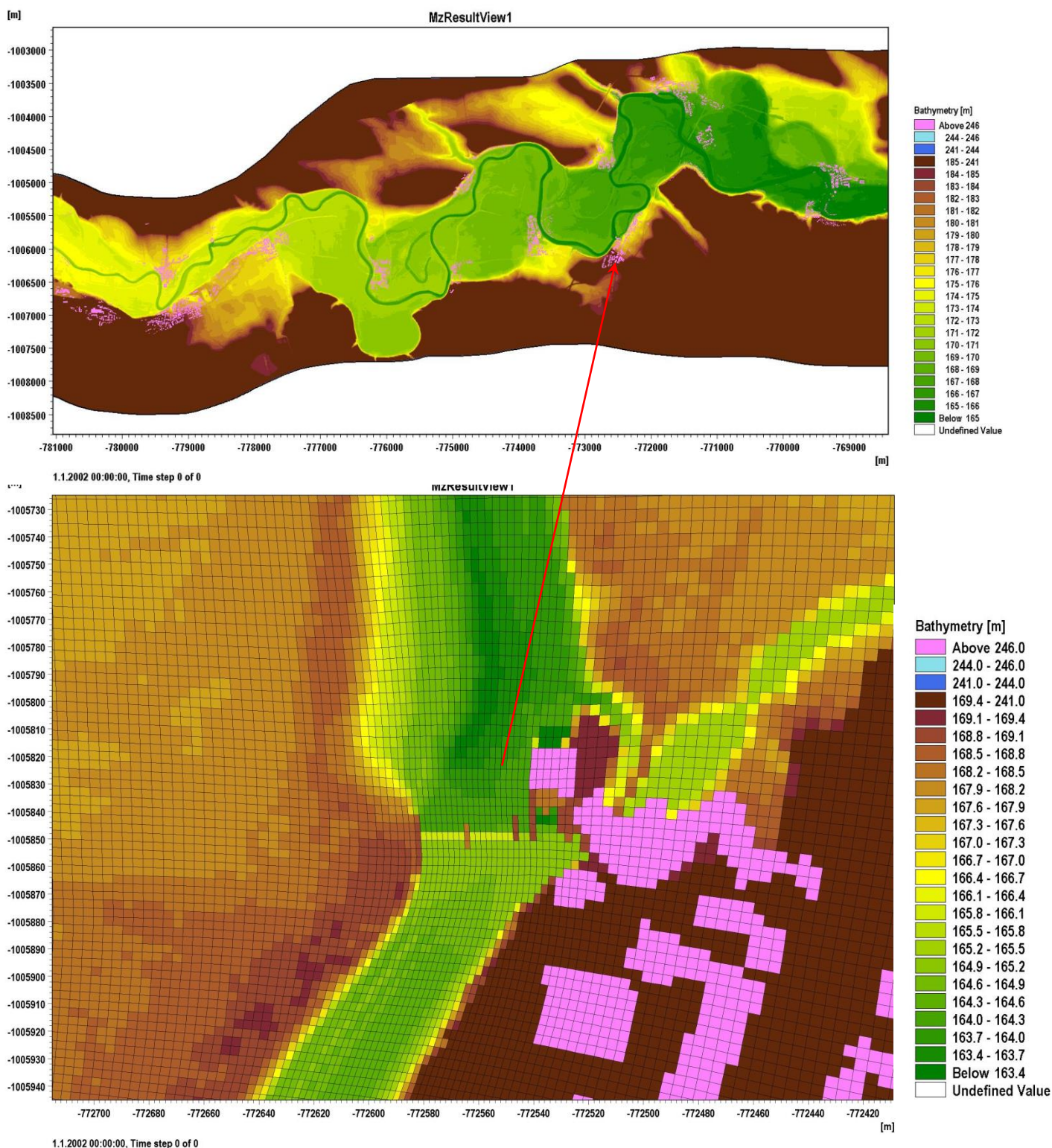
6.1.2 Vstupní data numerického modelu

Při přípravě modelu v daném úseku **byla vytvořena křivočará (vnitřně ortogonální) síť o rozměru 3330 x 846 bodů**, která vymezuje oblast modelu. Z dostupných podkladů (viz kap. 2.2 Topologické podklady) byl sestaven digitální model terénu zájmové oblasti v modelu Atlas DMT. Promítnutím této sítě na DMT byl získán geometrický (batymetrický)

model terénu ve **výpočetní síti modelu MIKE 21C o rozměru 3329 x 845 bodů**. Výpočetní síť byla v oblastech objektů (mostů) zahuštěna až na vzdálenost bodů 2,5 - 3 m v podélném směru a 2,5 - 3 m v příčném směru, zatímco v některých místech relativně plochého inundačního území je vzdálenost mezi body 10 - 12 m. Pro potřeby studie je míra schematizace zájmového území dostatečně jemná pro podrobný popis prostorových jevů proudění v oblasti. Píliře mostů jsou v geometrickém modelu reprezentovány zvýšeným terénem v místě jejich polohy. Domy a bloky domů byly modelovány pomocí podstatně vyvýšeného terénu (nepřelitelné překážky); ploty a jiné překážky podobného charakteru byly simulovány pruhy zvýšené drsnosti.

Liniové hrázky byly do bathymetrie zadány s kótami horních úrovní dle aktuálního zaměření (08/2015).

Obr. 6.1. – Rozsah modelu – bathymetrie a ukázka detailu křivočaré výpočetní sítě modelu v okolí profilu jez Pátek



6.1.3 Morfologie vodního toku a záplavového území

Charakter toku byl již podrobně popsán v kap. 2.5 VŠEOBECNÉ ÚDAJE.

Popis objektů na toku, je uváděn proti směru proudu, staničení je jak ze studie SZÚ (2000), tak použité v i. etapě této studie (2015).

Pohyblivý jez v Pátku byl dle MŘ za všech simulovaných průtoků Q_N vyhrazen, naopak všechny MVE byly zahrazeny (zavřeny), stejně tak jalové obtoky, či náhony.

Tab. 6.1 – Objekty na vodním toku

název profilu objektu	ř. km SZÚ 2000	ř. km SZÚ 2013/2015	adm řKm (ISyPo)	vyhrazení / zahrazení Jez / MVE
Most silniční Křesín	29,081	29,315	28,676	
Jez pevný + MVE Křesín	29,466	29,700	29,077	MVE zahrazena při všech Q_N
Most železniční Koštilce/Želevice	31,938	32,196	31,467	
Jez pevný + MVE Koštilce	33,054	33,315	32,570	MVE zahrazena při všech Q_N
Jez pohyblivý + MVE Pátek	36,651	36,933	36,170	Jez vyhrazen, MVE zahrazena při všech Q_N
Most cestní Radonice n, Ohří	38,128	38,409	37,572	
Most silniční Počedělice	44,408	44,673	43,714	
Jez pevný + MVE Vršovice	48,512	48,771	47,740	MVE zahrazena při všech Q_N
Most silniční Vršovice	50,475	50,735	49,676	

6.2 STANOVENÍ A ZADÁVÁNÍ OKRAJOVÝCH (OP)

Horní okrajová podmínka modelu – ustálený průtok – byla posunuta, vzhledem k hornímu okraji zájmového úseku vymezeného ř. km 51,788 / 51,500 (ř. km 2015 / 2000), zhruba o 1,84 km proti proudu, k profilu železničního mostu v Lounech - Dobroměřicích a to z toho důvodu, že tento profil je veden víceméně kolmo k ose toku a proudění je koncentrováno do mostních otvorů objektu. Vzhledem k přesně definované průtočné ploše hlavního mostního otvoru a dvou vedlejších otvorů v záplavovém území lze velmi dobře stanovit rozdělení celkového průtoku do koryta Ohře a do inundačních mostků, které bylo zároveň i ověřeno aktuálním výpočtem na modelu ze *Studie záplavového území toku Dolní Ohře od ř. km 0,00 po ř. km 103,44*. Zároveň bude zajištěno dostatečné „roztečení a usměrnění“ proudění v modelu tak, aby v oblasti horního okraje zájmového úseku nebyly vypočítané hydraulické charakteristiky zkresleny a ovlivněny zadanou horní okrajovou podmínkou.

Všechny přítoky byly do modelu zadávány jako bodové zdroje (hodnoty průtoků dle tab. 6.2).

Dolní okrajová podmínka modelu – úroveň hladiny – byla zadána do příčného profilu v nejužším místě záplavového území pod mezi Křesínem a Dubany nad Ohří, mezi profily 251 a Dub 6 (ř. km 27,176 / 26,938). Úzké místo tvoří „ideální“ profil pro předání okrajové podmínky, protože proudění je zde kolmé k profilu a rozdělení rychlostí po profilu nevykazuje žádné anomálie.

Hladina byla konstruována z vypočtených průběhů hladin níže ležícího modelu „*Studie záplavového území Ohře v úseku ústí do Labe – Křesín (DHI, a.s.; 11/2013)*“.

Horní okrajové podmínky tvoří N-leté průtoky, jež byly získány od ČHMÚ u profilů v místě významných přítoků – viz kap. 4.

Tab. 6.2 – Ohře - N-leté povodňové průtoky pro model M21C uvažované při hydraulickém řešení

úsek název vodního toku / povodňové průtoky Q _{xxx}	úsek toku (ř. km SZÚ 2015 od - do)	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
od železničního mostu v Lounech po zaústění Dobroměřického potoka v Lounech - HOP	53,729 - 52,955	464	674	941	1291
<i>Dobroměřický potok</i>	52,955	2.45	3.25	4.05	5.5
Od zaústění Dobroměřického p. po zaústění Smolnického potoka v Oboře	52,955 - 47,851	466.45	677.25	945.05	1296.5
<i>Smolnický potok</i>	47,851	12.55	16.75	20.95	28.0
Od zaústění Smolnického p. po zaústění Slavětinského potoka před Kystrou	47,851 - 43,206	479.00	694.00	966.00	1324.5
<i>Slavětinský potok</i>	43,206	1.10	1.45	2.15	3.0
od zaústění Slavětinského potoka po zaústění Chožovského potoka za Orasicemi	43,206 - 40,585	480.10	695.45	968.15	1327.5
<i>Chožovský potok</i>	40,585	1.90	2.55	3.85	5.0
od zaústění Chožovského p. po zaústění Deběřského potoka v lokalitě Velká Zahrada	40,585 - 35,831	482.00	698.00	972.00	1332.5
<i>Deběřský potok</i>	35,831	3.70	4.00	5.25	7.0
od zaústění Deběřského p. po zaústění Dobročky před Košticemi	35,831 - 33,841	485.70	702.00	977.25	1339.5
<i>Dobročka</i>	33,841	2.40	2.57	3.35	4.5
od zaústění Dobročky po zaústění Žejdlíku v Košticích	33,841 - 32,615	488.10	704.57	980.60	1343.4
<i>Žejdlík</i>	32,615	5.90	6.43	8.40	11.5
od zaústění Žejdlíku po konec matemat. modelu	32,615 - 27,200	494.00	711.00	989.00	1354.9
profil / vypočtená hladina ze SZÚ 2000 / MPN OHŘE (2012) pro Q_{xxx}	úsek toku (ř. km 2015)	HL₅ (m n.m.)	HL₂₀ (m n.m.)	HL₁₀₀ (m n.m.)	HL₅₀₀ (m n.m.)
profil v ř. km 27,2 - začátek Duban – místní lokalita Na Lukách - DOP	27,200	164,79	165,55	166,29	167,12

6.3 DRSNOSTI HLAVNÍHO KORYTA A INUNDAČNÍCH ÚZEMÍ

Hydraulická drsnost a místní zvýšené odpory proudění jsou pro model MIKE 21C zadávány pro každý bod výpočetní sítě. Základní „mapa drsností“ byla vytvořena zpracováním podrobných ortofoto a informací ZABAGED® (každý bod získal drsnost „propíchnutím“ výpočetní sítě s databází klasifikující území) v modelové oblasti; hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“ ukazuje tab 6.5.

Tab. 6.5 – Hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“ ($M = 1/n$ v matematickém modelu M21C)

popis povrchu	n ($s/m^{1/3}$)	M ($m^{1/3}/s$)
říční koryto, plavební dráha	0,025 ÷ 0,027	37,04 ÷ 40,00
hladké plochy, ulice, volná prostranství	0,030	33,33
nízká, sekaná tráva	0,036	27,78
vyšší, nesekaná tráva, pole	0,043	23,26
řídce lesní porost	0,055	18,18
hustý lesní porost	0,075 ÷ 0,080	12,50 ÷ 13,33
chmelnice	0,085	11,76
keře	0,13	7,69
technické stavby	0,070 ÷ 0,100	14,30 ÷ 10,00
zahrádky	0,15	6,67
ploty	0,090 ÷ 0,200	5,00 ÷ 11,11

Tyto základní hodnoty, používané pro kalibraci matematického modelu, byly při výpočtu Q_N modifikovány (procentuálně zvětšovány) dle znalostí zpracovatele nad tvorbou modelů Dolní Vltavy a Dolního Labe, kde vedle kalibračních značek pro menší povodňové epizody (04/2006, 01/2011) existují i kalibrační značky pro větší až extrémní epizody (08/20002, 06/2013) – ty se na rozdíl od zimní kalibrační povodně pro zájmový úsek toku Ohře udály v pozdně jarních až letních měsících za zcela jiných vegetačních podmínek a tím pádem zcela rozdílných drsnostních parametrů.

Výsledná kalibrační drsnost koryta byla použita při výpočtech zatěžovacího stavu Q_5 a Q_{20} , pro průtok Q_{100} byla drsnost koryta zvýšena o 3% oproti kalibrační, pro průtok Q_{500} byla drsnost koryta zvýšena o 8%. Zároveň byla vždy zvyšována drsnost břehové vegetace (často tvořená hustými travinami, nepropustným křovím, vzrostlými stromy), stejně jako drsnost nad územím řidších a hustých lesních pozemků, vinic, chmelnic, polí a luk s ohledem na velikost Q_N dle zkušeností zpracovatele vyplývající z porovnání velkého množství výpočtů na několika vodních tocích obdobného charakteru.

6.4 KALIBRACE MODELU

V zájmové oblasti dolní Ohře existuje jeden ucelený soubor dat, který je vhodný ke kalibraci matematického modelu. Jedná se o data nashromážděná z povodňové epizody v lednu 2011.

VHD Povodí Ohře poskytl zpracovateli údaje (Q, H) ze dvou měřicích profilů – Louny a Brozany, tyto údaje byly použity k sestavení vstupních okrajových podmínek. Dále předal zpracovateli vyhodnocenou mapu rozlivů, fotografie a letecké snímky pořízené během povodně, od 15. do 17. ledna z povodňových šetření mnoha lokalit v zájmové oblasti. Kulminace povodňové vlny v řešené oblasti nastala v odpoledních a večerních hodinách 15. 1. 2011 až ranních hodinách 16. 11. 2011.

V dolní části zájmového úseku byl její průběh v podélném profilu hladin zachycen měřením hladin v blízkosti objektů na toku, a to od silničního mostu v Křesíně po zaústění do Labe v Litoměřicích zpracovatelem studie, DHI, a.s.

K takto přesně zaměřeným několika bodům byly ostatní kalibrační body pořízeny následujícím způsobem:

- fotografie k danému místu byla co nejpresněji lokalizována a nad DMT byla odečtena nadmořská výška dosažené úrovně hladiny,
- ta byla v mnohých případech dále upravována v závislosti na čase, kdy byla fotografie pořízena – často byly pro zpracovatele vodítkem „mokrý“ pruh na stromech či na zídkách domů, které napovídaly, o kolik se musí odečtená pořadnice Z (výšky) pro kalibrační značku navýšit.

Informace o úrovních hladin na vodních dílech Vršovice, Pátek a Koštice byly sděleny zpracovateli technickými pracovníky jezu. Jednalo se vždy o **přibližné určení výšky** hladiny nad pevnou korunou jezu, přesně zaměřené kóty nebyly k dispozici.

Kalibrační hladiny byly porovnány s vypočítanými hodnotami matematickým modelem, viz níže tab. 6.6.

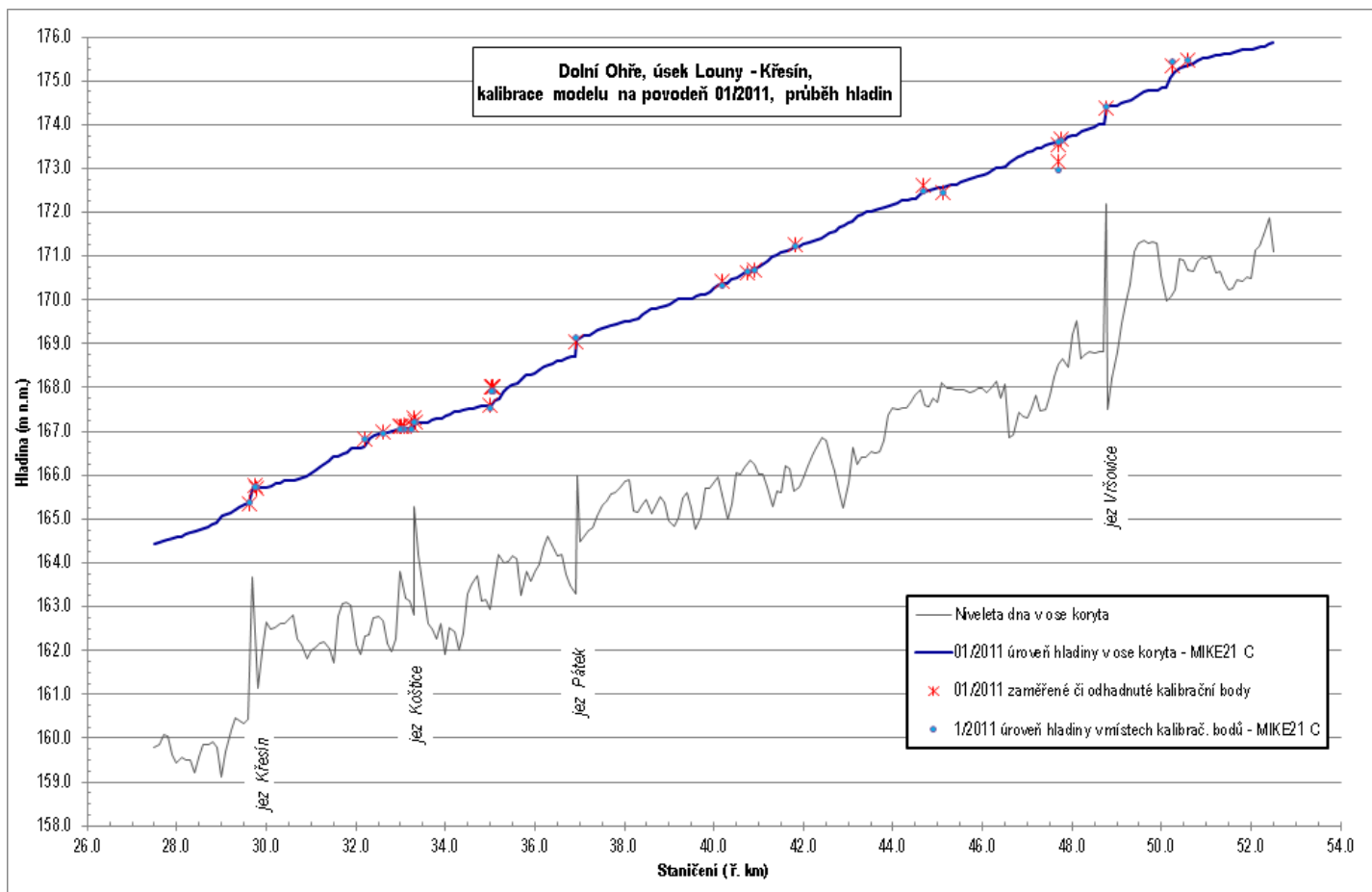
Tab. 6.6 – Kalibrace modelu - zimní povodeň 01/2011

ř. km SZÚ 2015	místo značky	lokalizace kalibračního bodu měřené hladiny	zdroj značek	výška srovnávací hladiny (m n. m.)	výška vypočítané hladiny (m n. m.)	rozdíl (m)
50.583	Vršovice	nájezd na most, PB	foto POH	175.48	175.47	0.00
50.225	Černčice	u chodníku pro pěší, PB	foto POH	175.35	175.42	0.07
48.768	Jez - Vršovice	nad korunou jezu, LB	sdělení jezného	174.37	174.42	0.05
47.752	Obora	křižovatka, PB	foto POH	173.67	173.62	-0.05
47.709	Obora	silnice u domu, PB	foto POH	173.15	172.97	-0.18
47.692	Obora	pod domem u řeky, PB	foto POH	173.55	173.60	0.04
45.115	silnice Počedělice-Obora	u chmelnic, PB	foto POH	172.45	172.45	0.00
44.675	Počedělice	silniční most - vtok (u pilířů naplaveniny)	foto POH	172.63	172.48	-0.15
41.830	Orasice-Počedělice	polní cesta k lávce, LB	foto POH	171.25	171.23	-0.02
40.900	Orasice	u zastávky autobusů, LB	foto POH	170.68	170.69	0.01
40.758	Orasice	u silnice, LB	foto POH	170.63	170.64	0.01
40.188	Orasice	u chat kolonie, LB	foto POH	170.43	170.34	-0.08
35.076	Volenice	silnice podél statku, LB	foto POH	168.00	167.93	-0.07
35.074	Volenice	křižovatka cest, LB	foto POH	168.00	167.92	-0.08
35.061	Volenice	dům pana Šourka, LB	foto POH	168.00	167.91	-0.09
35.038	Volenice	u kamenné zídky domu. LB	foto POH	168.03	167.91	-0.11
34.991	Volenice	nový dům, LB	foto POH	167.60	167.54	-0.06
36.929	Jez - Pátek	nad korunou jezu, plato u starého mlýna, PB	sdělení jezného	169.05	169.14	0.08
33.336	Jez - Koštice	běh před jezem, LB	měření GPS	167.22	167.20	-0.02
33.315	Jez - Koštice	nad korunou jezu, LB	sdělení jezného	167.32	167.20	-0.12
33.249	Jez - Koštice	za výtokem z MVE, LB	měření GPS	167.15	167.05	-0.10
33.068	Koštice	most přes náhon, LB	foto POH	167.12	167.05	-0.08
33.025	Koštice	u cesty podél náhonu - dopravní značka, LB	foto POH	167.10	167.05	-0.06
33.000	Koštice	u cesty podél náhonu, LB	foto POH	167.10	167.05	-0.06
32.200	Koštice	železniční most, návodní profil, násep LB	měření GPS	166.84	166.82	-0.02
32.600	Želovice	u cesty k Žejdlíku, LB	foto POH	167.00	166.94	-0.06
29.788	Jez - Křesín	před jezem, LB	měření GPS	165.70	165.73	0.03
29.757	Jez - Křesín	před jezem, LB	měření GPS	165.75	165.73	-0.02
29.615	Jez - Křesín	za výtokem z MVE, LB	měření GPS	165.36	165.38	0.02

Pro povodeň 01/2011 je patrná velmi dobrá shoda mezi zaměřenými a vypočtenými hladinami, odchylka se pohybuje od -0,18 m do +0,08 m v celém úseku Louny - Křesín, což je v rozsahu stanovené úplné střední chyby výšek modelu DMR 5G (0,18 m v odkrytém terénu a 0,30 m v zarostlém terénu).

Zde je nutno podotknout, že hodnoty průtoků na přítocích byly stanoveny tak, aby „kopírovaly“ jejich nárůst dle údajů hydrologických dat. Lze se domnívat na základě vyhodnoceného průběhu průtoku v měrném profilu LGS Louny a LGS Brozany nad Ohří, že sycení dotčeného povodí skrze přítoky mohlo být během povodně větší.

Obr. 6.1 – Výsledky kalibrace modelu 01/2011, schematický podélný profil hladin



Kromě kontroly vypočítaných úrovní hladiny v kalibračních bodech byl také porovnáván rozsah povodně v ploše a to s vyhodnocenou mapou rozlivů. I v tomto případě lze pozorovat velmi dobrou shodu mezi rozlivy vypočítanými modelem MIKE 21C a rozlivy vyhodnocenými z povodňových stop a leteckých snímků zaplaveného území.

V některých lokalitách nebylo dosaženo úplné shody, jako např. v okolí komunikace mezi Kystrou a Radonicemi n. O., kdy území vně komunikace bylo zaplaveno, avšak v modelu k tomuto přelítí nedošlo a zřejmě ani ve skutečnosti za povodně nebyla komunikace přelita (úroveň nivelety vozovky komunikace v batymetrii modelu odpovídá hodnotám v DMR 5G), úroveň hladiny se v tomto místě nalézá cca 0,10 m pod úrovní komunikace. Lze se domnívat, že ve skutečnosti se louka za silnicí zaplavila skrze vodní strouhu, která komunikaci kříží a podchází. V tomto případě se jedná o velmi malý detail, který nebyl do modelu při jeho schematizaci zahrnut.

Zároveň je patrné, že se v tomto místě neshoduje rozsah rozlivů na polích a loukách v blízkém okolí Radonic n. O., které jsou zaplaveny velmi malou hloubkou. Lze se domnívat, že se jedná o nepřesnost vyplývající z výškové odchylky DMR 5G - v případě, že by terén v tomto území byl o 0,05 – 0,10 m vyšší, rozsah záplavy by byl menší.

Takovýchto lokalit se v zájmovém úseku může nacházet více.

Otázkou je též, v jakém časovém okamžiku reálné povodně byly snímky pořízeny, zda zachytily maximální kulminaci povodně.

Také je důležité upozornit na skutečnost, že povodeň zvolená pro kalibraci matematického modelu byla zimní. Což prakticky znamená, že hodnoty hydraulické drsnosti dosažené v rámci kalibračních výpočtů odpovídají vegetačnímu typu – především, polí, luk a remízek – v zimním období. S tímto faktem je nutno hledět na možné průtokově shodné povodně, které by však územím proběhly na konci jara, začátku léta, tzn. s hustou vegetací na březích, lukách a vzrostlými plodinami na okolních polích, stejně jako se zarůstajícími chmelnicemi, jejichž výskyt je podél zájmového úseku hojný. Úrovně hladin by se pak mohly nalézat až o desítky cm výše oproti povodni zimní. Tím by samozřejmě docházelo i k rozsáhlejší inundaci v záplavovém území.



7. ZPŮSOB VYMEZENÍ ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ A AKTIVNÍ ZÓNY

7.1 ZÁPLAVOVÉ ÚZEMÍ

Záplavová území byla vygenerována z výsledků 2D matematických modelů a to protnutím vypočítaných úrovní hladin a digitálního modelu terénu. Pro generaci záplavových čar byl využit software ESRI ArcMap a nástroj Flood Tool Box (Mike 2011 Tools, Flood Estimation Tools), vyvinutý v DHI, a.s.

Formát záplavových čar	*.shp	– polygon, vektorový formát ESRI	
Formát map hladin	*.tif	– rastr, georeferencovaný tif	velikost pixelu rastru 2x2 m

Výsledkové soubory (M21C, *.dfs2) byly pomocí nástroje MIKE 2011 Tools převedeny na soubory formátu shapefile (formát ESRI) – bodový shapefile. Nad těmito body byly vygenerovány jednotlivé rastrové mapy hladin pomocí funkce IDW (Spatial Analyst). Jedná se o interpolaci plochy rastru z bodů metodou inverzních vzdáleností (vychází z předpokladu, že hodnota v počítaném místě je více ovlivněna hodnotami bližších bodů. Hodnota veličiny na daném bodě je tedy ve výpočtu vážena jeho vzdáleností od počítaného místa a je vypočítán průměr ze vstupních dat.

Nástrojem Flood Estimation Tools byly z DMT a vygenerovaných rastrů hladin pro všechny scénáře Q_N zkonstruovány polygony záplavových čar. Tyto záplavové čáry byly následně podrobeny kontrole a ruční úpravě v celém rozsahu dle přesných topografických dat a poznatků o krajině a terénu získaných během terénního šetření zájmového území. Následně byly čáry vyhlazeny.

Výsledné polygony záplavových čar byly použity k „oříznutí“ rastrů hladin, hloubek, rychlostí a měrných průtoků (použitý nástroj Extract by Mask, Spatial Analyst).

7.2 AKTIVNÍ ZÓNA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ – AZZÚ

Vyhláška MŽP č. 79/2018 Sb. definuje základní pojmy – Aktivní zónou záplavového území se rozumí administrativně vymezená část záplavového území, kterou stanovuje vodoprávní úřad na návrh správce vodního toku podle nebezpečnosti povodňových průtoků.

7.2.1 Zpracování návrhu AZZÚ

- (1) K návrhu aktivní zóny záplavového území se využívají podklady pro zpracování návrhu záplavových území podle § 4, mapy povodňového nebezpečí a mapa povodňového ohrožení.
- (2) Aktivní zóna záplavového území zahrnuje plochy
 - a) vlastního koryta vodního toku v šířce definované břehovými čarami,
 - b) všech souvisejících vodních toků, derivačních či jiných kanálů a zaústění přítoků hlavního toku v šířce určené břehovými čarami,
 - c) území mezi břehovými čarami a linií stavby vodního díla na ochranu před povodněmi podél vodního toku,
 - d) další vymezené na mapě povodňového ohrožení jako vysoké ohrožení,
 - e) další vymezené na mapě povodňového ohrožení jako střední ohrožení v místech, kde je současně pro povodně s dobou opakování 5, 20 nebo 100 let splněna některá z těchto podmínek:
 1. hloubka vody je větší nebo rovna 1,5 m,
 2. výslednice vektoru rychlosti proudění vody je větší nebo rovna 1,5 m/s, nebo
 3. součin hodnoty hloubky vody a výslednice vektoru rychlosti proudění vody je větší nebo roven 0,75 m²/s,
 - f) vyvýšených území vymezených na mapě povodňového ohrožení jako nízké a střední ohrožení uvnitř jednotlivých ploch vymezených podle písmen a) až e).

- (3) Do aktivní zóny záplavového území nejsou zahrnovány izolované plochy vysokého a středního ohrožení a dále území za protipovodňovými zábranami, které se instalují při nebezpečí povodně nebo při povodni v rámci povodňových zabezpečovacích prací podle § 75 odst. 2 písm. g) vodního zákona.
- (4) V odůvodněných případech, například pokud vodní tok protéká údolnicí a inundační území není členité, lze u drobných nebo pramenných úseků vodních toků se souhlasem vodoprávního úřadu navrhnout aktivní zónu záplavového území, jako území vymezené záplavovou čarou povodně s dobou opakování 20 let.

7.2.2 Stanovení AZZÚ

V této studii byla AZZÚ definována přesně dle výše uvedené vyhlášky dle § 6 odst. 1 a 2 na základě znalosti hloubek a svislicových rychlostí ve všech výpočetních bodech matematického modelu pro všechny řešené průtokové stavy Q_N .

Nutno upozornit, že výpočet intenzity povodně, stanovení povodňového ohrožení a definice podmínek hloubky vody, vektoru rychlosti a jejich součinu (pro vymezení AZZÚ nad územím středního ohrožení) byly provedeny na úrovni očištěných výsledkových souborů matematického modelu (v těžištích buněk výpočetní sítě modelu) a ne v georeferencovaných rastrech hydraulických veličin (při jejichž tvorbě dochází k lineární interpolaci).

V místech budov, domů a bloků domů, které jsou schematizovány jako nepřelitelné překážky, nebyly výsledné hydraulické charakteristiky (rychlosti a hloubky) řešeny. Proto byl pro výpočet povodňového ohrožení stanoven předpoklad nulových hloubek a rychlostí v těchto buňkách. Ze způsobu stanovení povodňového ohrožení plyne, že celá záplavová území Q_5 a Q_{20} spadají přinejmenším do kategorie středního povodňového ohrožení R3, záplavová území Q_{100} přinejmenším do kategorie nízkého povodňového nebezpečí R2.

Výsledný soubor spojující všechny podmínky pro stanovení AZZÚ pro všechny průtokové stavy Q_N byl z prostorové schematizace výpočetní sítě modelu M21C převeden do čtvercového rastru o velikosti 1x1 m; ten byl následně v ArcGis převeden na polygon, který byl podroben jen nepatrným úpravám.

Byly především vymazány osamocené oblasti mimo hlavní polygon AZZÚ, poté byly do území aktivní zóny zahrnuty všechny vnitřní ostrovy s územím v kategorii nízkého a středního ohrožení – dle vyhlášky § 6 odst. 2 bodu f). Rovněž tak byl upraven rozsah AZZÚ u náhonů MVE- dle odstavce 2 bodu b), tak aby do jejího rozsahu byly zahrnuty související vodní plochy (které v matematickém modelu byly schematizovány výpočetní sítí pouze v detailu potřebném pro výpočet).

Přítoky byly do AZZÚ zahrnuty v délce určené metodikou výpočtu (pro jejich prodloužení v souladu s rozlivem území Q_{100} nebylo z mapových podkladů zřejmé, kde se nalézají břehové linie přítoků – ty dle vyhlášky určují rozsah AZZÚ).

8. PROBLÉMOVÁ MÍSTA Z POHLEDU PRŮBĚHU POVODNĚ

Při vyšších povodňových průtocích dochází k rozsáhlému zaplavení inundačního území toku Ohře. To je dáno jednak kapacitou koryta, která se zde pohybuje v rozmezí Q_1 . Šíře zaplaveného území za povodňového průtoku Q_{100} dosahuje v okolí Počedělic 1,9 km, v okolí Želetic 1,7 km.

Míra vzdutí vodní hladiny, způsobená jezovými objekty (pevné jezy a zcela vyhrazené pohyblivé jezy), je nejvyšší při nižších průtocích a klesá se zvyšujícím se povodňovým průtokem. Za velkých průtoků se naopak na vzdutí ve velké míře podílejí mostní objekty a zastavěná území zaplavovaných obcí, která svým charakterem zástavby většinou odpovídají neprůtočnému území (ploty, domy, zahrady atd.)

Území obcí, které jsou ohroženy maximálním rozlivem povodňového průtoku Q_{100} :

ORP Louny: Želevice, Koštice, Volenice, Pátek, Radonice n. O., Orasice, Kystra, Počedělice, Obora, Černčice, Vršovice, Louny.

V následujících tabulkách jsou uvedeny jednotlivé lokality, místa či objekty, které jsou průběhem povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} zasahovány.

Ř. km u vzdálenějších lokalit byl stanoven tak, že dané místo bylo po kolmici promítnuto na osu Ohře a odečten lokalitě odpovídající ř. km.

Tab. 8.1 Ohrožení intravilánu obcí:

ř.km	břeh	popis lokality	$Q_{\text{zaplaven}} \text{ pozemky}$	$Q_{\text{zaplaven}} \text{ objekty}$	katastrální území
30,60 – 30,80	PB	Křesín; chatová osada	$Q_1 - Q_2$	Q_{100}	Levousy
31,45 – 32,15	PB	Koštice; chatová osada „Za vodou“	Q_1	$Q_2 - Q_5$	Želevice
31,90 – 32,15	LB	Koštice; RD, statky, zahrady	$< Q_1$	Q_2	Želevice
32,65 – 33,35	LB	Koštice; RD, zahrady	Q_1	$Q_2 - Q_5$	Koštice
33,80 – 33,85	LB	Koštice; chatová osada u přítoku Dobročka	$> Q_1$	$> Q_2$	Koštice
33,98 – 34,80	LB	Počedělice; chatová osada „V loučkách“	$< Q_1$	$Q_5 - Q_{20}$	Volenice u Počedělic
34,80 – 35,10	LB	Počedělice; RD, zahrady	$< Q_1$	$Q_2 - Q_5$	Volenice u Počedělic
36,20 – 36,90	PB	Peruc; RD a zahrady	$< Q_1$	Q_{100}	Pátek u Loun
36,90 – 36,95	PB	Peruc; objekty Kuřického mlýna a MVE	$< Q_1$	Q_2	Pátek u Loun
37,58 – 37,67	PB	Peruc; RD a zahrady	Q_1	$> Q_5$	Pátek u Loun
38,06 – 38,60	LB	Počedělice; chatová osada	$Q_1 - Q_2$	$Q_1 - Q_2$	Volenice u Počedělic
37,84 – 38,48	PB	Peruc; RD, zahrady, statky	$< Q_1$	$Q_5 - Q_{20}$	Radonice nad Ohří
39,95 – 40,63	LB	Počedělice; chatová osada	Q_1	Q_{100}	Orasice
40,63 – 41,65	LB	Počedělice; RD, zahrady, statky	Q_1	$Q_2 - Q_5$	Orasice
42,16 – 42,30	PB	Slavětín; chatová osada	$Q_1 - Q_2$	$Q_1 - Q_2$	Kystra
42,66 – 42,74	PB	Slavětín; RD a zahrady	$Q_1 - Q_2$	Q_2	Kystra
42,74 – 42,80	PB	Slavětín; RD a zahrady	Q_1	Q_{20}	Kystra
43,90 – 44,60	LB	Počedělice; RD, zahrady a statky	$Q_1 - Q_2$	Q_2	Počedělice
44,60 – 44,84	LB	Počedělice; RD, zahrady a statky	$Q_1 - Q_2$	$< Q_5$	Počedělice
44,84 – 44,94	LB	Počedělice; RD, zahrady a statky	$< Q_1$	Q_2	Počedělice
47,50 – 47,70	PB	Obora; RD, zahrady a statky	Q_1	Q_2	Obora u Loun
47,70 – 47,94	PB	Obora; RD, zahrady a statky (přítok Smolnického p.)	Q_1	$Q_1 - Q_2$	Obora u Loun
47,94 – 49,32	PB	Obora; RD a zahrady, „Na ostrově“	$< Q_1$	$> Q_{100}$	Obora u Loun
48,60 – 48,80	LB	Vršovice; zahrádkářská kolonie „Za elektrárnou“	$< Q_2$	$Q_2 - Q_5$	Vršovice u Loun

ř.km	břeh	popis lokality	Q _{zaplaven pozemky}	Q _{zaplaven objekty}	katastrální území
49,34 – 49,45	LB	Vršovice; RD a zahrady	< Q ₁	> Q ₁₀₀	Vršovice u Loun
49,45 – 50,60	LB	Vršovice; RD a zahrady, objekt zámku	Q ₁	Q ₂	Vršovice u Loun
50,60 – 50,84	LB	Vršovice; RD a zahrady	Q ₁	Q ₂ – Q ₅	Vršovice u Loun
50,84 – 51,22	LB	Vršovice; RD a zahrady	< Q ₁	< Q ₁	Vršovice u Loun
49,32 – 49,75	PB	Černčice; průmyslový areál, „Bažantnice“	Q ₁	> Q ₁₀₀	Černčice u Loun
49,75 – 49,86	PB	Černčice; fotbalové hřiště	Q ₂	< Q ₁₀₀	Černčice u Loun
49,86 – 50,23	PB	Černčice; RD a zahrady	Q ₅	Q ₂₀ – Q ₁₀₀	Černčice u Loun

Tab. 8.2. – Ohrožené sportovní areály

ř.km	břeh	popis	Q _{zaplaven pozemky}	Q _{zaplaven objekty}	katastrální území
49,75 – 49,86	PB	Černčice; fotbalové hřiště	Q ₂	< Q ₁₀₀	Černčice u Loun

Tab. 8.3. – Silniční mosty v zájmovém území – zatopení příjezdu/nájezdu:

ř.km	popis	zatopení příjezdu/nájezdu	
		LB nájezd	PB nájezd
32,196	Most železniční Koštice/Želevice	> Q ₁₀₀	> Q ₁₀₀
38,409	Most cestní Radonice nad Ohří	Q ₂₋₅ *	Q ₂₋₅ *
44,673	Most silniční Počedělice	Q ₂₀ *	Q ₂ *
50,735	Most silniční Vršovice	Q ₁₀₀	Q ₂ *

* krajní pilíře a nájezdy těsně u mostního otvoru nejsou zatopeny

Značně meandrující tok s malou kapacitou koryta, pohybující se na úrovni Q₁, přináší městům, obcím a osadám nacházejícím se jeho březích dva rozdílné aspekty:

- prvním je blízkost malebné, esteticky krajinotvorné řeky přirozeného charakteru s cennými biotopy, bohatou flórou a faunou lužních lesů, stejně jako úrodnou půdou Dolního Poohří.
- druhým je zaplavování intravilánu již při relativně menších povodňových stavech. Poslední takovou událostí byla povodeň v lednu 2011, kdy většina obcí podél zájmového úseku toku byla zaplavena, a to nejen přímo od koryta hlavního toku, ale často, vzduším, z nátoky od níže ležících meandrů řeky.

Doporučení na zvýšení protipovodňové ochrany kombinuje návrh nižší ochrany (Q₅–Q₂₀) na proniknutí vody do chráněného území (odkudkoliv) s ochranou vyšší (až na Q₁₀₀) před ničivými dynamickými účinky proudění za povodně. K těmto návrhům byly využity mapy hloubek, rychlostí a měrných průtoků – dynamické účinky proudění za povodně v intravilánech byly vyhodnoceny na základě vypočtených měrných průtoků.

Konkrétní návrhy by bylo potřeba detailně posoudit v celém rozsahu modelovaného úseku právě s ohledem na:

- značnou meandrovitost toku,
- systém starých zemních valů a hrází, které v extravilánu toku historicky sloužily spíše k účelu převedení/odklonění inundačních proudů a zaplavení hospodářsky obdělávaných pozemků, než k účelům protipovodňové ochrany,
- vzduť hladiny, které návrhy PPO vyvolají a propagování tohoto vzduť proti proudu toku a do inundačního území,
- vzájemný vliv opatření po hydrologických celcích.

K návrhu celého systému ochrany před povodněmi je potřeba přistoupit komplexně a zároveň citlivě, s ohledem jak na rovnováhu udržitelnosti krajiny, tak na potřebu nezbytné ochrany obytných sídel.

9. VÝSTUPY

Základní informací, kterou poskytují výsledky 2D matematického modelu, je **průběh hladin, hloubka vody a rozložení vektorů rychlostí** (tj. směrů a velikostí vektorů rychlostí) v celé zájmové oblasti (tj. „v ploše“) ve výpočetních bodech zakřivené sítě.

Vektory svislicových rychlostí mohou být rozloženy na podélnou a příčnou složku (vzhledem k zakřivené ose výpočetní sítě, resp. jinému souřadnicovému systému). S užitím základních hydraulických vztahů mohou být vyjádřeny další veličiny, např. měrné průtoky (násobky vektorů rychlostí a hloubek).

Nejobsažnějším výstupem této studie jsou rastry vypočtených hydraulických charakteristik - v digitální podobě se jedná o hladiny, hloubky, rychlosti pro řešené průtokové stavy.

V tištěné podobě se jedná o mapy záplavového území, které souvisle pokrývají celou zájmovou oblast od Loun po Křesín a jsou na celkem 4 mapových listech (listy č. 1 ÷ 4). Všechny výsledky jsou zobrazovány nad obsahem map ZM-10 a OROTFOTO ČR (1 : 10 000).

Říční kilometráž vodního toku je nově vytvořena nad aktualizovanou osou, která byla zkonstruována v dostatečné podrobnosti na základě použitého mapového podkladu Ortofoto.

Staničení ř. km mostních objektů leží v průsečíku osy koryta a návodního líce objektu.

Vypočtené hladiny nad osou koryta byly promítnuty do podélného profilu, v kterém je u každého profilu uvedena niveleta dna, levého a pravého břehu.

9.1 ZÁPLAVOVÉ ÚZEMÍ A MAPY HLADIN PRO PRŮTOKY Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}

Vymezení záplavového území, včetně stanovení AZZU, bylo podrobně popsáno v kapitolách 7.1 a 7.2.

Záplavové čáry vzniknou proložením map hladin pro příslušné povodňové průtoky do DMT, průsečnice definuje záplavovou čáru.

Aktivní zóna záplavového území pro průtok Q_{100} (AZZU) je stanovena nad podklady hydraulických veličin Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} (svislicové rychlosti a hloubky vody) a na podkladě map povodňového ohrožení dle vyhlášky MŽP č. 79/2018 Sb.

Formát záplavových čar *.shp – polygon, vektorový formát ESRI

Formát map hladin *.tif – rastr, georeferencovaný tif velikost pixelu rastru 1 x 1 m

Rastry hladin jsou odevzdávány pouze v digitální podobě.

9.2 HLOUBKY PRO PRŮTOKY Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}

Mapa hloubek vznikne odečtením vypočítané úrovně hladiny a sestaveného digitálního modelu terénu. V barevné škále zobrazuje názorně hloubku vody při povodni v záplavovém území a upozorňuje na rizikové oblasti s vysokými hloubkami vody. Pro přehledné znázornění hloubek v tištěné podobě je výsledná hloubka vody rozdělena do kategorií s pevně zvoleným rozsahem hloubky (znázorněno v legendě mapového výstupu nelineárního dělení 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 4,0; 6,0 a 8,0 m). Mapa hloubek pro Q_N je zobrazena na podkladě Základní rastrové mapy ČR a Ortofoto v měřítku 1:10 000.

Pomocí softwaru ESRI ArcMap a DHI Flood Tool Box byly z vypočtených hydraulických charakteristik pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} vygenerovány mapy hloubek.

Formát map hloubek *.tif – rastr, georeferencovaný tif velikost pixelu rastru 1 x 1 m

9.3 SVISLICOVÉ RYCHLOSTI PROUDĚNÍ PRO PRŮTOKY Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}

Informace o rychlosti proudění vody v korytě a v inundačním území u dvourozměrného modelu jsou známy ve všech výpočetních bodech. Pro přehledné znázornění hloubek v tištěné podobě je výsledná hloubka vody rozdělena do kategorií s pevně zvoleným rozsahem hloubky (znázorněno v legendě mapového výstupu od 0,0 po 4,0 m/s s intervalem dělení po 0,25 m/s). Vektorové pole, směr proudění, je znázorněno šipkami jednotné délky. Mapa rychlostí pro Q_N je zobrazena na podkladě Základní rastrové mapy ČR a Ortofoto v měřítku 1:10 000.

Pomocí softwaru ESRI ArcMap a DHI Flood Tool Box byly z vypočtených hydraulických charakteristik pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} vygenerovány mapy rychlostí.

Formát map rychlostí *.tif – rastr, georeferencovaný tif

velikost pixelu rastru 1x1 m

9.4 MĚRNÉ PRŮTOKY PRO Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}

Měrné průtoky (násobek rychlosti a hloubky) ve všech výpočetních bodech byly vygenerovány v prostředí DHI softwaru (MikeView21C) ze znalosti svislicových rychlostí a hloubek ve všech výpočetních bodech. Měrné průtoky jsou v mapách zobrazeny pomocí barevné škály nelineárního dělení 0; 0,15; 0,30; 0,45; 0,60; 0,75; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 4,0 a 20. Tento podklad je také doplněn směry proudění. Mapa měrných průtoků pro Q_{100} je zobrazena na podkladě Základní rastrové mapy ČR a Ortofoto v měřítku 1:10 000.

Pomocí softwaru ESRI ArcMap a DHI Flood Tool Box byly z vypočtených hydraulických charakteristik pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} vygenerovány mapy měrných průtoků.

Formát map měrných průtoků *.tif – rastr, georeferencovaný tif

velikost pixelu rastru 1x1 m

9.5 POVODŇOVÉ OHROŽENÍ

9.5.1 Výpočet intenzity povodně

Intenzita povodně (IP) je chápána jako měřítko ničivosti povodně a je definována jako funkce hloubky vody h [m] a rychlosti vody v [m/s]. Intenzita povodně se stanovuje podle následujících vztahů:

$$IP = \begin{cases} 0 & h = 0 \text{ m} \\ h & h > 0 \text{ m}, v \leq 1 \text{ m/s} \\ h \cdot v & h > 0 \text{ m}, v > 1 \text{ m/s} \end{cases}.$$

Vstupními údaji pro výpočet intenzity povodně jsou hodnoty hloubek a rychlostí vody pro dané N -leté průtoky v inundačním území.

Výpočet IP byl proveden pro všechny doby opakování (pro 5, 20, 100 a 500 let). Výsledkem výpočtů byla data v každé buňce výpočetní sítě matematického modelu, která obsahovala údaj o intenzitě povodně IP pro jednotlivé doby opakování.

9.5.2 Stanovení povodňového ohrožení

Povodňové ohrožení R_i se pro i -tý povodňový scénář odpovídající kulminačnímu průtoku s dobou opakování N_i let s pravděpodobností překročení p_i stanoví dle vztahu:

$$R_i = (0,3 + 1,35 \cdot IP_i) \cdot p_i$$

kde:

$$p_i = 1 - e^{-\frac{1}{N_i}}, \text{ resp. } p_i \approx \frac{1}{N_i} \text{ pro cca } N \geq 5$$

Stanovení míry ohrožení R_i vycházelo z hodnot intenzity povodně IP pro jednotlivé doby opakování. Pro každou buňku výpočetní sítě vyjadřující intenzitu povodně IP bylo třeba stanovit ohrožení vyjádřené hodnotou v rozmezí 4 (vysoké) až 1 (zbytkové). Hraniční hodnoty jednotlivých kategorií ohrožení jsou uvedeny v tabulce 9.1. Uvedený postup byl opakován pro všechna N .

Tab. 9.1 Klasifikace ohrožení R

Ohrožení R	Kategorie ohrožení
$R \geq 0,1$ nebo $IP \geq 2$	(4) Vysoké (červená barva)
$0,01 \leq R < 0,1$	(3) Střední (modrá barva)
$R < 0,01$	(2) Nizké (oranžová barva)
$P < 0,0033$ (tj. $N > 300$)	(1) Reziduální (žlutá barva)

V dalším kroku se provádí vyhodnocení maximální hodnoty ohrožení R pro jednotlivé dílčí ohrožení R_i odpovídající i -tým scénářům nebezpečí (průchodu N -letého kulminačního průtoku) dle vztahu:

$$R_{(x,y)} = \max_{i=1}^n R_i,$$

kde n značí počet hodnocených (vstupujících) scénářů povodňového nebezpečí.

Výsledkem byl jeden finální soubor v prostředí M21C, který byl uložen do rastru o velikosti 1x1 m obsahující maximální hodnoty ohrožení R , ten byl následně převeden do polygonu s kategoriemi ohrožení ($R1 - R4$).

9.6 NEJISTOTY VE VÝSLEDČÍCH VÝPOČTU

Nejistoty mohou vstupovat do výpočtů a dále do výsledků v každé dílčí fázi zpracování. Jedná se zejména o nejistoty hydrologických dat, geodetických dat, zpracování digitálního modelu terénu, schematizace řešeného území hydrodynamickým modelem, přesnost hydrodynamického modelu, drsnosti povrchů, kalibrační značky, kulminační průtoky kalibračních povodní atd.

Např. vstupní digitální model terénu má deklarovanou přesnost $\pm 0,15$ až $0,30$ m pro hladké a zarostlé plochy, zkušenost zpracovatele však ukazuje, že v hustě zarostlých oblastech (např. břehy porostlé hustou vegetací) je chyba větší.

Dalším důležitým faktorem, který je nutno uvážit při odhadu nejistoty, je samozřejmě kalibrace matematického modelu, která v této studii byla provedena (s ohledem na dostupná data) pro menší povodňovou epizodu (01/2011) a to pouze výpočtem ustáleného proudění. S kalibrací je úzce spjata drsnost koryta toku a celého inundačního území, která je v průběhu roku (někdy i povodně) proměnná.

Dalším faktorem, s nímž model nepočítá, je množství splávi, které postupuje tokem při povodni, ať už se jedná například o antropogenní materiál či dřevní hmotu. Toto splávi, zejména v prostoru objektů, může omezit průtočný profil (částečné nebo úplné ucpání), což má zásadní vliv na jeho průtočnou kapacitu a následně na průběh hladin nad objektem.

Na druhou stranu je nutno podotknout, že způsob zpracování studie vycházel z použití nejmodernějších a nejaktuálnějších vstupních podkladů, hydrodynamických modelů, metod zpracování hydrodynamických modelů a prezentace jejich výsledků s cílem minimalizovat nejistoty ve výsledcích výpočtů.

9.7 TIŠTĚNÉ VÝSTUPY

Výstupem hydraulického modelu je nepravidelná podrobná síť bodů s hodnotami rychlostí, hloubek a hladin. Podrobný celkový seznam výstupů v digitální a tištěné podobě je uveden na začátku této zprávy, zde se přebírá pouze přehled tištěných výstupů.

Přehled tištěných výstupů

č.p.	název přílohy	měřítko
A.	TECHNICKÁ ZPRÁVA	
B.	PSANÝ PODÉLNÝ PROFIL	
C.	MAPY ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ	1:10 000

9.8 DIGITÁLNÍ VÝSTUPY

Přehled digitálních výstupů

č.p.	název přílohy	měřítko	formát dat
A.	TECHNICKÁ ZPRÁVA		pdf + DOC
B.	PSANÝ PODÉLNÝ PROFIL		pdf + XLS+xml
C.	EVIDENČNÍ LISTY Evidenční listy objektů	1 : 1 000 (500) / 100	pdf
D.	MAPA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ pro Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ , Q ₅₀₀ a aktivní zónu záplavového území Mapa záplavového území – list 1 až 4 nad ZM-10 / Ortofoto	1 : 10 000	pdf
E.	MAPA POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ pro Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ , Q ₅₀₀		
E.1	Mapa hloubek – list 1 až 4 nad ZM-10 / Ortofoto	1 : 10 000	pdf
E.2	Mapa rychlostí – list 1 až 4 nad ZM-10 / Ortofoto	1 : 10 000	pdf
F.	MAPA POVODŇOVÉHO OHROŽENÍ PRO Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ , Q ₅₀₀ Mapa povodňového ohrožení – list 1 až 4 nad ZM-10 / Ortofoto	1 : 10 000	pdf
G.	MAPA HLADIN PRO Q ₁₀₀ Mapa hloubek – list 1 až 4 nad ZM-10 / Ortofoto	1 : 10 000	pdf
H.	MAPA RYCHLOSTÍ PRO Q ₁₀₀ (s vektorem směru) Mapa rychlostí – list 1 až 4 nad ZM-10 / Ortofoto	1 : 10 000	pdf
I.	MAPA MĚRNÝCH PRŮTOKŮ PRO Q ₁₀₀ (s vektorem směru) Mapa měrných průtoků – list 1 až 4 nad ZM-10 / Ortofoto	1 : 10 000	pdf
J.	PODÉLNÝ PROFIL	1 : 10 000 / 100	pdf + CAD
K.	PŘÍČNÉ PROFILY – objekty na toku	1 : 500 / 100	pdf + CAD

FOTODOKUMENTACE

GIS

GEODETICKÉ ZAMĚŘENÍ

NUMERICKÝ VÝPOČETNÍ MODEL M21C

jpg + GIS

shp / raster

CAD + GIS + txt+náčrty

Tab. 9.1 - Přehled GIS vrstev (shapefile)

název (popis)	typ	popis
DRSQ5_2D_OHRE_rkm_30-6_51-5.shp DRSQ20_2D_OHRE_rkm_30-6_51-5.shp DRSQ100_2D_OHRE_rkm_30-6_51-5.shp DRSQ500_2D_OHRE_rkm_30-6_51-5.shp	point	drsnostní součinitel M pro jednotlivé Q _N
Osa_Ohre_rkm_30-6_51-5.shp	polyline	aktualizovaná osa toku
Profily_Ohre_rkm_30-6_51-5.shp	polyline	příčné profily na toku a objektech
Stan10_Ohre_rkm_30-6_51-5.shp Stan10_Ohre_rkm_30-6_51-5.shp Stan10_Ohre_rkm_30-6_51-5.shp	point	staničení toku po 10, 100 a 1000 m
zu_Q5_Ohre_rkm_30-6_51-5.shp zu_Q20_Ohre_rkm_30-6_51-5.shp zu_Q100_Ohre_rkm_30-6_51-5.shp zu_Q100_aktivni_Ohre_rkm_30-6_51-5.shp zu_Q500_Ohre_rkm_30-6_51-5.shp	polygon	záplavové čáry pro Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀ aktivní zóna záplavového území při Q ₁₀₀
Ohrozeni_Ohre_rkm_30-6_51-5.shp	polygon	povodňové ohrožení

Tab. 9.2 - Přehled GIS vrstev (raster – tif)

název (popis)	typ	popisy
DMT_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif	tif	digitální model terénu
H_Q5_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif H_Q20_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif H_Q100_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif H_Q500_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif	tif	hloubky v m pro Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀
HLQ5_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif HLQ20_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif HLQ100_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif HLQ500_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif	tif	úrovně hladiny v m n.m. pro Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀
MQ100_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif MQ100_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif MQ100_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif MQ100_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif	tif	měrné průtoky v m ³ /s pro Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀
RQ5_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif RQ20_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif RQ100_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif RQ500_2D_Ohre_rkm_30-6_51-5.tif	tif	rychlosti proudění v m/s pro Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀

9.9 OBSAH CD

Všechny digitální výstupy a data byly nahrány do následujících adresářů:

- Foto
- GIS
- Podklady
- Texty
- Výkresy
- Výpočet-M21C