Povodí Ohře

Ohře

studie záplavového území

(ř.km 196,905 – 203,255), aktualizace

Hydrosoft Veleslavín s.r.o.
listopad 2020

Ohře
studie záplavového území

(ř.km 196,905 – 203,255), aktualizace

Obsah

1 Základní údaje ... 2
2 Zadání - vymezení plnění zakázky ... 3
3 Použité podklady ... 4
4 Historické povodně ... 5
5 Hydrologická data ... 6
5.1 Hydrologické poměry a jejich interpretace ve výpočtovém modelu ... 6
6 Topografická data ... 7
6.1 Vytvoření DMT ... 7
6.2 Mapové podklady ... 7
6.3 Geodetické zaměření ... 7
7 Matematický model – hydrotechnické výpočty ... 9
7.1 Metodika výpočtu ... 9
7.2 Stanovení okrajových podmínek ... 9
7.2.1 Hodnoty okrajových podmínek ... 9
7.2.2 Hodnoty počátečních podmínek ... 9
7.3 Stanovení drsností ... 10
7.4 Kalibrace modelu ... 10
8 Způsob vymezení záplavového území a aktivní zóny ... 11
8.1 Základní pojmy ... 11
8.2 Výpočet hladin N-letých průtoků ... 11
8.2.1 Použitý software ... 11
8.2.2 Výpočet ... 11
8.2.3 Výsledky ... 12
8.3 Stanovení aktivní zóny záplavových území ... 13
9 Průběh povodně ... 15
9.1 Charakter toku ... 15
9.2 Sklonové poměry a režim proudění v toku ... 15
9.3 Popis průběhu povodně ... 16
10 Doporučení pro zvýšení protipovodňové ochrany ... 18

příloha – Psaný podélný profil (adresář *B_Psany-podelny-profil*)
příloha – Evidenční listy objektů (adresář *H_Evidencni-listy-objektu*)
příloha – výkresy Situace (adresář *C_Mapa-zaplavoveho-uzemi*)

V Praze dne 6. listopadu 2020

Hydrosoft Veleslavín s.r.o.
Ing. Ivan Blažek

1 Základní údaje

Název akce dle SoD	Ohře – studie záplavového území (ř.km 196,905 – 203,255), aktualizace
Stručný popis akce	Vypracování aktualizace studie záplavového území vodního toku Ohře včetně aktivní zóny v úseku ř.km 196,905 – 203,255, tj. přes obce Těšovice, Královské Poříčí a města Sokolov. Studie bude navazovat na stávající záplavové území.
Dotčené obce	Královské Poříčí, Sokolov, Těšovice
Obec s rozšířenou působností	Sokolov
Kraj	Karlovarský kraj
Vodoprávní úřad příslušný ke stanovení ZÚ	KÚ Karlovarského kraje
Vodní tok (IDVT) Dibavod ID	**10 100 004 139 660 000 100**
Řešený úsek	Úsek : ZÚ - 863 149 / -1 013 774, KÚ - 868 135 / - 1 014 030
Správce vodního toku	Povodí Ohře, státní podnik, závod Karlovy Vary
ČHP	1-13-01-1280, 1-13-01-1260, 1-13-01-0930, 1-13-01-0910
Objednatel	Římskokatolická farnost Sokolov J. K. Tyla 531/4 356 01 Sokolov
Číslo smlouvy objednatele	20080
Zpracovatel	Hydrosoft Veleslavín s.r.o. U Sadu 13 162 00 Praha 6
Vypracoval	Ing. Ivan Blažek

2 Zadání - vymezení plnění zakázky

Předmět studie
Studie vymezí záplavové území včetně aktivní zóny podél vodního toku Ohře od ř. km 196,905 v úseku dlouhém 6,350 km, tj. přes extravilány obce Královské Poříčí a obce Těšovice a intravilán města Sokolov.

Rozsah prací
Dokumentace se sestává z původního geodetického zaměření území podél toku Ohře v rozsahu potřebném pro výpočet (kromě zaměření objektů na toku, příčných řezů atd. jsou zaměřeny alespoň 3 údolní profily na 1 km délky vodního toku v celém rozsahu záplavy po úroveň hladiny při průtoku Q_{100}) a z vlastních výpočtů záplavového území. Výpočet byl proveden matematickým 1D modelem metodou nerovnoměrného proudění. Dokumentace je zpracována v rozsahu daném vyhláškou MŽP č. 79 / 2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území a jejich dokumentace.

Požadované výstupy v tištěné a digitální podobě odpovídají vyhlášce 79 / 2018 Sb.
Dokumentace se skládá z následující adresářové struktury :

název složky (v digitálním odevzdání)

_geodeticke_zamereni\

_podklady\

A_Technicka-zprava\

B_Psany-podelny-profil\

C_Mapa-zaplavoveho-uzemi\

D_Mapa-povodnoveho-ohrozeni\

E_Podelny-profil\

F_Mapa-povodnoveho-nebezpeci\

G_Mapa-mernych-prutoku\

H_Evidencni-listy-objektu\

I_Pricne-profily\

J_GIS-vystupy\

K_Fotodokumentace\

L_Numericky-vypocetni-model\

M_Geodeticke-zamereni\

3 Použité podklady

V souladu s vyhláškou č. 79 / 2018 Sb. byly použity pro zpracování návrhu záplavového území tyto podklady:

a) původní hydrologické údaje, převzaty z akce „Zpracování map povodňového nebezpečí a map povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a dolního Labe, sdružení „HYDROPROJEKT + Hydrosoft + AZ Consult“, 2012

b) ZABAGED, základní mapa České republiky 1 : 10 000, ČÚZK, 2016

c) DMR 5G - digitální model reliéfu 5. Generace, ČÚZK

d) Ortofoto, ČÚZK, 2018

e) původní geodetické zaměření podélných a příčných profilů koryta vodního toku a přilehlého inundačního území převzato ze zakázky „Zpracování map povodňového nebezpečí a map povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a dolního Labe“, sdružení „HYDROPROJEKT + Hydrosoft + AZ Consult“, 2012

f) výsledky hydraulického výpočtu nerovnoměrným prouděním, program HYDROCHECK verze 5.X, Hydrosoft Veleslavín s.r.o., 2012

g) technická zpráva „Hydrodynamické modely a mapy povodňového nebezpečí, Ohře – 10100004_3 - ř.km 155,9 – 223,100“, Hydrosoft Veleslavín s.r.o., 2012

i) zprávy o povodňové situaci z let 1995 – 2012 poskytnuté POH pro zakázku „Zpracování map povodňového nebezpečí a map povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a dolního Labe“, sdružení „HYDROPROJEKT + Hydrosoft + AZ Consult“, 2012

j) Vyhláška MŽP 79 / 2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území a jejich dokumentace

k) technická zpráva „Vodohospodářské posouzení Sokolova“, Vodní cesty a.s., červen 2003

l) studie „Záplavové území Ohře, Okounov – VD Skalka, povodňový model“, Povodí Ohře, s.p., červen 2007

m) dosavadní studie tohoto zájmového úseku „Ohře – studie záplavového území (ř.km 197,300 – 202,956), aktualizace“, Hydrosoft Veleslavín, duben 2013

4 Historické povodně

Na řece Ohři v Sokolově jsou zmínky o povodních již z 15. století.

1655: voda Ohře stoupla tak vysoko, že zaplavila všechny domy v blízkosti řeky. Královské Poříčí bylo zaplaveno celé. Došlo k úhynu 40 ks dobytka.
1744: při tání ledů se voda dostala až na dnešní Růžové náměstí a pronikla do řady domů. Ledy zničily pilíře tehdejších mostů.
1763: Ohře zaplavila několik měšťanských domů a městský pivovar. V Královském Poříčí se opět utopilo několik kusů dobytka.
1769: Sokolov postihly dvě velké povodně.
1781: ledové kry zničily most přes řeku Ohři. Voda zalila nejen Vnější dvůr (stával na soutoku Svatavy s Ohří), ale i několik měšťanských domů a stodol.
1833: potopa si vyžádala jeden lidský život.
1835: voda zaplavila Růžové náměstí a také nový most.
1862: červenec – (Karlovy Vary, Drahovice, stav 330 cm, 369.95 m n.m., odhad)
1909: únor – (Karlovy Vary, Drahovice, stav 305 cm, 369.70 m n.m., odhad)
Pozn.1: Povodňové značky v Královském Poříčí
Pozn.2: Úroveň hladiny při průtoku z roku 1909 by byla dnes vyšší, neboť později došlo k vyřazení pravobřežní inundace Chemickými závody Sokolov a.s. a dále omezení průtočnosti výstavbou biologických rybníků pod ČOV.
1917: byl zaplaven celý důl Bohemia (za dnešním autobusovým nádražím). Časté záplavy ohrožovaly i doly, proto v letech 1913-1914 proběhla 1. etapa regulace Ohře, v roce1935 pak 2. etapa.
1954: zaplavení zástavby v Královském Poříčí
1981: březen – Q_5 až Q_{10} (zdroj Povodí Ohře s.p.). Povodně jsou zapříčiněny velkými srážkami či rychlým táním sněhu v Krušných horách příp. Slavkovském lese

Text o historických povodních byl převzat ze zprávy „Vodohospodářské posouzení Sokolova“.

Dále byly na Ohři v řešeném úseku pomocí limnigrafu LG Citice dosud zaznamenány tyto nejvyšší povodňové stavy viz. tabulka č. 1:

Tabulka č. 1 – Nejvyšší povodňové stavy

LG	ř.km	**historické povodně**				
		(1) datum kulminace	Q	H	N-letost	data k dispozici
		dle nejvýše dosaženého vodního stavu	m³/s	cm		
Citice	239,67	11.07.1954	320	525	10-20	ano
LG	ř.km	**historické povodně**				
		(2) datum kulminace	Q	H	N-letost	data k dispozici
			m³/s	cm		
Citice	239,67	15.01.2011	121	326	1	ano

Další proběhlé povodňové stavy zaznamenané limnigrafem jsou shrnuté v tabulce č.2:

Tabulka č. 2 – Další historické povodně

Profil	Tok	CHP	Nejvyšší vodní stav	Průtok (m³/s)	N (roky)	datum
Citice	Ohře	1-13-1-091	311 cm			2.11.1998
			293 cm			4.1.2003

5 Hydrologická data

Poslední aktualizace hydrologických dat zájmového úseku Ohře v profilu LGS Citice je z června 2020. Údaje poskytl ČHMÚ – pobočka Plzeň, pod číslem evidenčním CHMI/3243/2020. Hydrologická data z LGS Citice z roku 2020 odpovídají datům poskytnutým v minulých etapách (2011 – 2013), viz odstavce níže. Hydrologické údaje se tedy v celém zájmovém úseku nezměnily.

N-leté průtoky Q_5, Q_{20}, Q_{100} a Q_{500} pro tok Ohře byly použity z dosavadní studie tohoto zájmového úseku „Ohře – studie záplavového území (ř.km 197,300 – 202,956), aktualizace“, Hydrosoft Veleslavín, duben 2013.

Výše zmíněná studie převzala hydrologické údaje z akce „Zpracování map povodňového nebezpečí a map povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a dolního Labe (sdružení „HYDROPROJEKT + Hydrosoft + AZ Consult“), z roku 2012. Poskytovatelem údajů byla pobočka ČHMÚ v Plzni.

Názvy použitých hydrologických profilů pro N-leté průtoky jsou uvedeny v tabulce č. 3:

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

Hydrologický profil	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Třída přesnosti
nad Stokou	190,52	254	381	548	II.
nad Lobezským potokem	201,74	250	375	539	II.
LGS Citice	204,29	234	346	488	II.

5.1 Hydrologické poměry a jejich interpretace ve výpočtovém modelu

Pro zpracování studie byly použity základní hydrologické údaje ČHMÚ. V souladu s podmínkami zadání provedl řešitel zpřesnění hydraulických výpočtů vložením profilů se změnami hydrologických údajů viz. tab. č. 3a. Tato data byla získána interpolací z výše uvedených údajů ČHMÚ podle dílčích ploch povodí. Uvedené údaje velkých vod byly uplatněny ve výpočtovém modelu prostřednictvím tzv. hodnot delta Q (dále jen dQ). Hodnoty delta Q jsou rozdíly příslušných průtoků v jednotlivých uvedených profilech a reprezentují tedy úbytky průtoků v nich. Tyto změny průtoků jsou uvedeny v psaném podélném profilu a jsou součástí výpočtového modelu Hydrocheck verze 5.X.

Tabulka č.3a - Rekapitulace rozdělení hydrologických dat ve výpočtovém modelu

zdroj	Profil	od - do	N-leté průtoky (Q_N) v $m^3.s^{-1}$						
		ř.km	1	2	5	10	20	50	100
DOP	nad Stokou	190,522 – 201,740	129	180	254	316	381	474	548
dQ_6	nad Stokou	190,522 – 201,740	129	180	254	316	381	474	548
dQ_7	nad Lobezským p.	201,740 – 202,041	127	177	250	311	375	466	539
dQ_8	nad Svatavou	202,041 – 204,293	123	167	234	287	346	425	488

Případné ovlivnění průtoků VD Skalka, VD Jesenice ani jiné nebyly ve studii zohledněny. Výpočty probíhaly na neovlivněných datech z ČHMÚ.

6 Topografická 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.

6.1 Vytvoření DMT

Digitální model terénu byl sestaven z Digitálního modelu reliéfu České republiky 5. generace od ČÚZK. Sestavení DMT proběhlo v softwaru společnosti ESRI v ArcGIS pomocí extenze 3D Analyst. DMT byl vygenerován ve formátu ESRI tin, který se převedl do formátu georeferencovaný tif s velikostí pixelu 2m x 2m.

6.2 Mapové podklady

Pro potřeby studie byla vybrána Základní mapa České republiky 1:10 000 (ZM 10) aktualizovaná Zeměměřickým úřadem. 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 bezešvá rastrová mapa s barevnou hloubkou 4 bit, jednotnou barevnou paletou a hustotou 400 dpi. Z důvodu nižší kvality rozlišení těchto výstupů bylo v roce 2011 přistoupeno k nahrazení těchto souborů novými rastry, které vznikly přímým odvozením z tiskových podkladů ZM 10. Tyto rastry mají barevnou hloubku 24 bit a rozlišení 800 dpi. Data ZM 10 se stavem aktualizace v roce 2010 a později jsou odvozovány přímo z postscriptových souborů nové technologické linky. Tyto soubory jsou službou aplikačního serveru rastrovány s rozlišením 800 dpi, barevnou hloubkou 8 bit a jednotnou barevnou paletou. Do doby pokrytí celého území ČR soubory z nové technologické linky budou uživatelům poskytovány vždy obě datové sady. Tvorbu a aktualizaci ZM 10 zajišťuje Zeměměřický úřad.
ZM 10 je distribuována ve formátu TIF po segmentech bezešvé mapy – čtvercích 2x2 km, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Kromě grafického umisťovacího souboru je dodáván textový umisťovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Krovak EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umísťovacího čtverce a velikost pixlu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají rozlišení 3149x3149 (72DPI).

6.3 Geodetické zaměření

Veškeré geodetické zaměření je v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému BPV.

Geodetické zaměření prováděla firma Hydrosoft Veleslavín s.r.o. v průběhu srpna až listopadu 2011 jako součást zakázky „Zpracování map povodňového nebezpečí a map povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a dolního Labe“. V zájmovém úseku bylo zaměřeno 45 příčných profilů a objektů. Všechny objekty byly zaměřovány tak, aby bylo možné pro výpočet vytvořit profil pod a nad objektem.
Dále byly zaměřeny pomocné body v inundaci pro přesnější vynášení záplavových čar. Každý zaměřený bod má mimo informaci X, Y, Z i kód který slouží zpracovateli při tvorbě modelu trati. Kódy jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4 – Základní kódy

B	budova
BDR	budova dřevěná roh
BEN	beton nahoře
BR	budova roh
CAK	cesta asfaltová kraj
CAS	cesta asfaltová střed
CNK	cesta nezpevněná kraj
CNS	cesta nezpevněná střed
CPK	cesta panelová kraj
CPS	cesta panelová střed
CSK	cesta štěrková kraj
CSS	cesta štěrková střed
D	dno
H	hladina
HB	hrana břehová
HD	hrana dole
HDD	hrana dole dno
HN	hrana nahoře
CH	chodník
CHR	chránička nahoře
JED	jez dole
JEN	jez přepadová hrana
KD	konstrukce dole (otvor pro vodu)
KJ	vrch kolejnice
KKR	kraj křovin
KLE	kraj lesa
KN	konstrukce nahoře (část, která brání přetečení vrchem)
KPO	kraj pole
L	levý břeh
LIx	limnigraf
OD	obrubník dole
ON	obrubník nahoře
OPD	opěrná zídka dole
OPN	opěrná zídka nahoře
P	pravý břeh
PHs	protihluková stěna
PL	plot
PLD	plot dřevěný
PLH	plot ohradní zeď
PLP	plot plechový
PLR	plot drátěný
PLZ	plot živý
PPD	plot dřevěný s podezdívkou
PPR	plot drátěný s podezdívkou
S	silnice kraj
SKD	skála dole
SKN	skála nahoře
SO	silnice obrubník (dole)
SS	silnice střed
STD	stupeň dole
STN	stupeň nahoře
T	terén
TAS	terén asfalt
TBE	terén beton
TDL	terén dlažba
TK	terén křoviny
TKA	terén kameny
TLJ	terén les jehličnatý
TLL	terén les listnatý
TLO	terén louka
TLS	terén les smíšený
TMO	terén mokřad
TPA	terén pastvina
TPO	terén pole
TS	terén stromy a porost
TSK	terén skála
TZA	terén zahrada
VTN	vtok nahoře
ZBD	zpevnění břehu dole
ZBH	zpevnění břehu zlomová hrana
ZBN	zpevnění břehu nahoře
ZDD	zídka dole
ZDN	zídka nahoře
ZLD	žlab dole
ZLN	žlab nahoře
ZP	kraj zpevněného povrchu

7 Matematický model – hydrotechnické výpočty

7.1 Metodika výpočtu

Vlastní výpočty byly prováděny metodou ustáleného nerovnoměrného proudění v programu HYDROCHECK verze 5.X, který se osvědčil při výpočtech obdobných studií.
Základní výhodou programu HYDROCHECK verze 5.X je možnost rozdělení průtočného profilu na libovolné segmenty pomocí fiktivních svislic na vlastní koryto a přilehlé části inundace, ohraničené svislými rovinami, vedenými například v linii břehové hrany koryta. Jednotlivé části příčného profilu mají různou drsnost a s tím souvisí i různé rychlosti proudění a výsledná poloha hladiny vody v profilu. HYDROCHECK verze 5.X umožňuje zobrazit podrobné rozdělení rychlostí v příčném profilu tak i rozdělení aktivní zóny v příčném profilu.
Pro stavbu trati je důležité podrobné geodetické zaměření v rozsahu potřebném pro jednorozměrný matematický model, tedy příčné a údolní profily, veškeré objekty a kromě toho zaměřené vybrané charakteristické body v inundaci mezi příčnými profily (rohy objektů, komunikace atd.). Vzdálenosti příčných profilů v intravilánu jsou cca 50 m, v extravilánu cca 200 až 250 metrů, v místech, kde to bylo potřeba hustěji.
Základním prvkem trati je příčný profil - jeho geometrický tvar a rozměry, včetně součinitele drsnosti omočeného profilu. Na základě fotodokumentace a poznámek získaných při rekognoskaci terénu jsou voleny hodnoty Manningova drsnostního součinitele n pro jednotlivé části omočeného profilu.
Hydraulické výpočty toku včetně objektů a inundačního území byly provedeny pro všechny hydrologické průtoky Q_1, až Q_{500}.
Pro výpočty konsumpčních křivek významných objektů byl použit nástroj - výpočty objektů, který je přímou součástí programu HYDROCHECK verze 5.X.
Kromě vytvoření geometrického modelu říční sítě včetně objektů je pro simulace nerovnoměrného proudění nutné zadat okrajové podmínky. Jedná se především o průtok a hladinu v dolním profilu, dále pak změny průtoků ve výpočtové trati.

7.2 Stanovení okrajových podmínek

Jelikož se jedná o výpočet ustáleného nerovnoměrného proudění v říčním korytě, zadává se okrajová podmínka v dolním výpočtovém profilu v podobě hladiny a průtoku. V místě významných přítoků, pro které jsou k dispozici hydrologické údaje, se zadává změna průtoku. Jiné okrajové ani počáteční podmínky výpočtu se nezadávají.

7.2.1 Hodnoty okrajových podmínek

Dolní okrajová podmínka byla stanovena v počátečním profilu řešeného úseku – P211, ř. km 197,288. Pro řešený úsek jsou k dispozici průtoky pro Q_1, až Q_{500}. Jejich hodnoty jsou v následující tabulce č. 5. Hladiny v tomto profilu vychází z výpočtového modelu zakázky „Zpracování map povodňového nebezpečí a map povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a dolního Labe“.

Tabulka č. 5 – N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení

profil DOP/ N-leté průtoky	Úsek toku (km od - do)	Q_1	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{500}
profil P211 ř.km 197,288	197,288 – 201,740	393,79	394,35	394,99	395,44	395,88	396,45	396,89	397,82

7.2.2 Hodnoty počátečních podmínek

Počáteční podmínky se v případě ustáleného nerovnoměrného proudění nezadávají.

7.3 Stanovení drsností

Program Hydrocheck verze 5.X umožňuje zadávání drsností nepřímo pomocí kódů, proto byl změněn způsob práce s drsnostmi. Dříve bylo jen velmi těžké měnit bodové drsnosti v profilech z tohoto důvodu byly vyplňovány bodové drsnosti pouze mimo koryto a v korytě byla používána globální drsnost, kterou bylo možné v celém úseku trati snadno změnit.
Nyní byly vyplňovány všechny drsnosti v celém příčném profilu a snadná možnost korigovat drsnosti během výpočtu zůstává zachována.

Použité drsnosti v příčných profilech výpočtové trati jsou uvedeny v tabulkách 6.a a 6.b:

Tabulka č. 6.a – Použité drsnosti dle Manninga v korytě

Popis	drsnost „n“
Dno toku	0,037
Beton v dobrém stavu	0,020
Beton starý	0,035
Dlažba	0,025 - 0,045
Tráva	0,035 - 0,045
Keře	0,060 - 0,090

Tabulka č.6.b – Použité drsnosti dle Manninga v inundaci

Popis	drsnost „n“
silnice chodníky - asfalt, beton	0,020 - 0,025
cesta	0,035 - 0,040
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

7.4 Kalibrace modelu

Pro kalibraci modelu nebyly k dispozici žádné povodňové značky, ani jiné údaje. Výpočetní model této studie vychází z modelu pro akci „Zpracování map povodňového nebezpečí a map povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a dolního Labe“. V době stavby modelu byly k dispozici podklady pro návrh PPO v Sokolově a Královském Poříčí ze studie „Vodohospodářské posouzení Sokolova“. Model v úseku Královské Poříčí – Sokolov byl kalibrován na výstupy z této studie.

8 Způsob vymezení záplavového území a aktivní zóny

8.1 Základní pojmy

a) záplavová čára – průsečnice hladiny vody se zemským povrchem nebo stavbou vodního díla na ochranu před povodněmi při zaplavení území povodní

b) doba opakování povodně 5, 20, 100 a 500 let – výskyt povodně dosažený nebo překročený průměrně jedenkrát za 5, 20, 100 a 500 let

c) zaplavené území nejvyšší zaznamenané přirozené povodně – území vymezené záplavovou čárou odpovídající nejvyšší historicky zaznamenané a zdokumentované hladině vody při přirozené povodni

d) inundační území – území zaplavované při průtocích přesahujících kapacitu koryta vodního toku

e) povodňové ohrožení – vyhodnocení intenzity povodně definované hloubkou a rychlostí proudění vody při povodních s různou dobou opakování; ohrožení nabývá hodnot vysoké, střední, nízké a zbytkové

f) záplavové území – území vymezené záplavovou čárou

g) aktivní zóna záplavového území (AZZÚ) – území jež při povodni odvádí rozhodující část celkového průtoku, a tak bezprostředně ohrožuje život, zdraví a majetek lidí

Způsob a rozsah zpracování záplavových území odpovídá vyhlášce MŽP č. 79 / 2018 Sb., *o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území a jejich dokumentace*, která toto stanovuje podle § 66 odst. 3 zákona č. 254 / 2001 Sb., *o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*.

8.2 Výpočet hladin N-letých průtoků

8.2.1 Použitý software

Základním požadavkem na zpracování záplavových území je provádění výpočtů metodou ustáleného nerovnoměrného proudění. Pro tento typ výpočtů byl použit program **HYDROCHECK** verze **5.X**.

Jedná se o programový prostředek vyvinutý společností Hydrosoft Veleslavín, s.r.o. v devadesátých letech ve spolupráci s podniky Povodí. Řeší ustálené nerovnoměrné proudění v otevřených neprizmatických korytech v režimových oblastech říčních i bystřinných. Základem řešení nerovnoměrného proudění je obecná metoda po úsecích. Objekty na vodním toku byly počítány rovněž programem Hydrocheck, uzpůsobeným pro řešení objektů v jedné trati spolu s ostatními profily.

Dále program Hydrocheck umožňuje zobrazení rozložení svislicových rychlostí, limitů hloubky a rychlosti či zóny jejich součinu, což slouží např. pro vymezení AZZÚ v Kategorii ohrožení - (3) Střední.

8.2.2 Výpočet

8.2.2.1 Metodika Výpočtu

Základem prací na studii je podrobný terénní průzkum. Na základě terénního průzkumu a kvalitní fotodokumentace jsou určeny drsnostní charakteristiky a později vynášeny záplavové čáry a aktivní zóna.

Podkladem pro práci bylo dále podrobné geodetické zaměření v rozsahu potřebném pro jednorozměrný matematický model, tedy příčné a údolní profily a veškeré objekty. Kromě toho byly při vynášení záplavové čáry a aktivní zóny použity všechny měřené body v rámci TPE.

Vlastní výpočty byly prováděny metodou ustáleného nerovnoměrného proudění v programu HYDROCHECK, které se osvědčily při výpočtech obdobných studií. Základní výhodou těchto programů je možnost rozdělení příčného profilu na libovolné segmenty podle charakteru proudění v jednotlivých částech příčného profilu. Program HYDROCHECK zobrazuje i podrobné rozdělení rychlostí a rozdělení zón v příčném profilu na základě definovaných hloubek a rychlostí.

Pro vynášení záplavových čar z vypočtených úrovní hladin byla jako závazný podklad použita Základní mapa České republiky v měřítku 1:10 000.

Zpracování studie v plné míře splňuje požadavky vyhlášky MŽP č. 79 / 2018 Sb., *o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území a jejich dokumentace*. Aktivní zóna byla stanovena v souladu s § 6 (Zpracovávání návrhu aktivní zóny záplavového území) této vyhlášky.

8.2.2.2 Stanovení drsností

Použité drsnosti jsou uvedeny v kapitole *7.3 Stanovení drsností*

8.2.2.3 Dolní okrajová podmínka

Dolní okrajová podmínka je uvedená v kapitole *7.2 Stanovení okrajových podmínek*

8.2.3 Výsledky

- Kóty hladin příslušné průtokům Q_1, Q_2, Q_5, Q_{10}, Q_{20}, Q_{50}, Q_{100} a Q_{500} v místech příčných profilů a objektů jsou uvedeny tabelárně v adresáři *B_Psany-podelny-profil*.

- Záplavové čáry průtoků Q_5, Q_{20}, Q_{100} a Q_{500} jsou uvedeny v adresáři *C_Mapa-zaplavoveho-uzemi* a *J_GIS-vystupy*. Vymezení záplavového území je vypracováno na podkladě geodetického zaměření, DMR 5G, Ortofoto a dalších zdrojů.

- Záplavové čáry jsou vyneseny do rastrové Základní mapy České republiky v měřítku 1 : 10 000, ale nejsou ovlivňovány nepřesnostmi tohoto mapového podkladu. Tyto mapy se nachází v adresáři *C_Mapa-zaplavoveho-uzemi*.

  >> Může zde docházet k rozporům ve vztahu „mapový podklad“ a „skutečné zaměření“ (např. poloha koryta a objekty v okolí vodního toku). Při posouzení konkrétního místa je tedy rozhodující kóta hladiny odvozená z podélného profilu a skutečná nadmořská výška terénu posuzovaného místa.

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

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

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

- Výpočet je proveden pro ideální stav koryta. Není započítáno ucpání průtočného profilu plaveným materiálem, které hrozí zejména v mostních profilech a propustcích.

- Vliv na proudění má i sezónní stav vegetačního pokryvu.

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

8.3 Stanovení aktivní zóny záplavových území

Z definice se jedná o *území, jež při povodni odvádí rozhodující část celkového průtoku, a tak bezprostředně ohrožuje život, zdraví a majetek lidí*.

Podle § 66, odst. 2 vodního zákona se vymezuje v zastavěných územích, v zastavitelných plochách podle územně plánovací dokumentace, případně podle potřeby v dalších územích.

Návrh AZZÚ byl proveden v celé délce toku v souladu s vyhláškou MŽP č. 79 / 2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území a jejich dokumentace.

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 VD 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 m^2/s

f) vyvýšených území vymezených na mapě povodňového ohrožení jako nízké a střední ohrožení uvnitř jednotlivých ploch vymezených podle písmen a) až e).

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.

V odůvodněných případech, například pokud vodní tok protéká údolnicí a inundační území není členité, lze u drobných nebo pramenných úseků vodních toků po konzultaci s vodoprávním úřadem navrhnout aktivní zónu záplavového území jako území vymezené záplavovou čárou povodně s dobou opakování 20 let.

Postup výpočtu povodňového ohrožení

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].
    - Vstupními údaji pro výpočet intenzity povodně jsou hodnoty hloubek a rychlostí vody pro dané N-leté průtoky v inundačním území.
    - Výpočet IP se provádí pro všechny doby opakování (pro 5, 20, 100 a 500 let). Výsledkem výpočtů jsou rastrová data, ve kterých každá buňka rastru obsahuje údaj o intenzitě povodně IP pro jednotlivé doby opakování.

2. Stanovení povodňového ohrožení
    - Stanovení míry ohrožení R_i vychází z hodnot intenzity povodně IP pro jednotlivé doby opakování.
    - Pro každou buňku rastru vyjadřujícího intenzitu povodně IP je třeba stanovit ohrožení vyjádřené hodnotou v rozmezí 4 (vysoké) až 1 (zbytkové).
    - Míra ohrožení R se určuje pro všechny posuzované doby opakování.
    - Nakonec se provádí vyhodnocení maximální hodnoty ohrožení R pro jednotlivé dílčí ohrožení Ri odpovídající i-tým scénářům nebezpečí (průchodu N-letého průtoku).

3. Mapy ohrožení
   - Výsledné maximální hodnoty ohrožení se zobrazují pomocí barevné škály do Mapy ohrožení. ZÚ je tak rozčleněno z hlediska povodňového ohrožení. Toto členění umožňuje posouzení vhodnosti stávajícího nebo budoucího funkčního využití ploch a doporučení na omezení případných aktivit na plochách v záplavovém území s vyšší mírou ohrožení.

Rozsah AZZÚ vykreslením do mapy

AZZÚ je zakreslena do rastrové Základní mapy České republiky v měřítku 1 : 10 000. Viz adresář *C_Mapa-zaplavoveho-uzemi* a také *J_GIS-vystupy*.

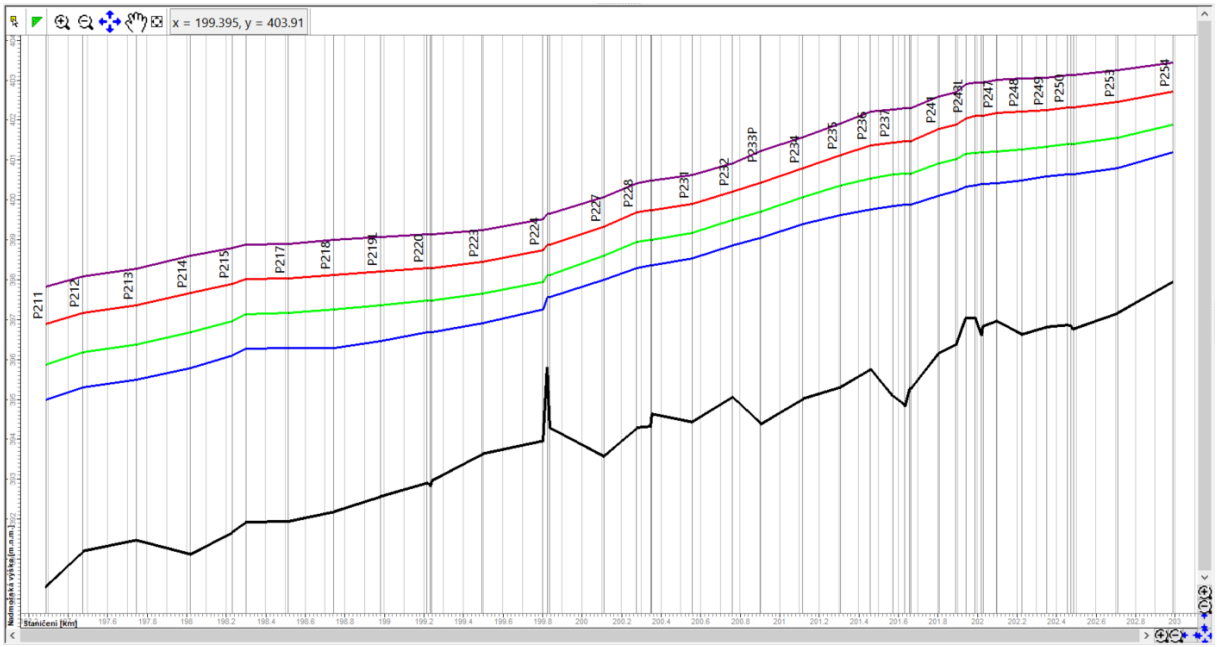
9 Průběh povodně

9.1 Charakter toku

Ohře je řeka na severozápadě České republiky s prameny v Německu. Je dlouhá 316 km (z toho 246,55 km v České republice). Povodí má rozlohu 5614 km² (z toho 4601,05 km² v České republice). Po Vltavě je Ohře v Čechách druhým největším levostranným přítokem Labe, do kterého se vlévá v Litoměřicích.
Pramení v Bavorsku pod horou Schneeberg v přírodní rezervaci Smrčiny. Pramen se nachází blízko města Weißenstadt v nadmořské výšce 752 m n.m. Na české území vtéká u obce Pomezná. V celé své délce si řeka zachovává převážně severovýchodní směr, odvodňuje Krušné hory a také severní oblast Doupovských hor.
Horní část toku od Chebu má nížinný charakter. Pod Kynšperkem n. O. se krajina náhle mění a řeka vstupuje do hlubšího zalesněného údolí a písčité dno je vystřídáno štěrkopískovým a kamenitým.
Pod Sokolovem řeka obtéká ostrým obloukem Loket a hned za městem se zařezává do malebného údolí Svatošských skal.
Okolí řeky má rozmanitý charakter. Od Kynšperka se řeka zařezává do údolí s hustými porosty smíšených lesů, které místy ustupují loukám. Přírodní charakter okolí řeky se mění již u obce Tisová, kde se na pravém břehu objevuje stejnojmenná tepelná elektrárna. Odtud přes Sokolov až ke Královskému Poříčí je krajina poznamenána průmyslovou činností a důlní těžbou v sokolovské pánvi.

9.2 Sklonové poměry a režim proudění v toku

Sklon zájmového úseku je rovnoměrný (viz obr. č. 1). Průměrný sklon celého úseku je 1,3 ‰.



Obr. č. 1 – Podélný profil

Rychlost vody odpovídá sklonům a pohybuje se v zájmovém úseku toku mezi 1,2 až 2,0 m/s.
Režim proudění je v celém zájmovém úseku toku říční.

9.3 Popis průběhu povodně

úsek P255 až P253 - ř.km 203,289 až 202,710 – Nad intravilánem Sokolova

V tomto úseku je neškodný průtok Q_{20}. Při povodni větší se voda vybřežuje zejména na levém břehu a dochází zde k zaplavování garáží (na levém snímku je pohled do jejich prostoru – foceno z mostu P258M, ř.km 203,716, prostřední a pravý snímek jsou z lávky P251L, ř.km 202,474, proti toku). Aktivní zóna (též i jako „AZZÚ“) v tomto úseku neopouští koryto a žádná z nemovitostí není ohrožena.

úsek P253 až P245M - ř.km 202,710 až 202,021 – Nad soutokem se Svatavou

Neškodný průtok zde klesá na Q_2 až Q_5. Při povodni Q_{20} dochází k rozlivu na obou březích. Na levém břehu je rozliv širší (levý snímek – z lávky P251L, ř.km 202,474), ale zaplaven je zejména park a ohrožení budov je zde menší. Na pravém břehu jsou až k mostu P245M ř.km 202,021 zaplavovány nemovitosti při povodni nejprve přesahující Q20 (prostřední snímek – ze stejné lávky, jako levý), poté nad mostem i dokonce při Q5. Most P245M provede Q_{20} aniž by byl obtékán. Při povodni větší dojde na pravém břehu k přelití komunikace a zaplavení soutoku s Lobezským potokem. Při Q_{100} se vzdouvá voda Svatavou (snímek vpravo) a zaplavuje nemovitosti ze Svatavy v prostoru kolem železničního mostu. Na levém břehu zasahuje aktivní zóna park a na protějším pravém jsou v AZZÚ dvě budovy nad mostem P245M.

úsek P245M až P239M - ř.km 202,021 až 201,658 – Soutok s Lobezským potokem

V centru města došlo k výstavbě PPO na pravém břehu v místě soutoku Ohře a Lobezského potoka (obrázek vlevo). Jedná se o kombinaci výškové úpravy nábřežních zdí, oplocení, mobilního hrazení podél Nábřeží Petra Bezruče, kolem ISŠTE až k ulici Jednoty.

Tato protipovodňová ochrana chrání až do Q_{100} rozsáhlé území od profilu P221M ř.km199,234 až pod P241 ř.km 201,806 (ne ale v celém rozsahu, viz text úseku níže). Nad Lobezským potokem je kapacita menší než Q_5 a při tomto průtoku je již část nemovitostí zaplavována. Větší problémy zde ale nastávají až od Q_{20}. Několik nemovitosti u pravého břehu je v aktivní zóně.
Na levém břehu mezi oběma mosty je kapacita koryta také menší než Q_5 (snímek vpravo – foto z lávky P243L, ř.km 202,021). Do průtoku Q_{20} až Q_{50} je území zaplavováno pouze z Ohře. Při průtoku Q_{100} je již zaplavováno i vzdutím ze Svatavy, jak již bylo popsáno výše (snímek uprostřed ukazuje toto území se zástavbou v prostoru Nádražní ulice). I na levém břehu je také několik nemovitostí v AZZÚ.

úsek P239M až P229M - ř.km 201,658 až 200,349 – Nad železničním mostem

Neškodný průtok je zde opět menší než Q_5 (obrázek vlevo – foto z mostu P239M, ř.km 201,658), ale po vybudování PPO na soutoku s Lobezským potokem se situace na pravé straně radikálně změnila. Na pravém břehu je neškodný průtok od mostu P239M až k profilu P233P (produktovod, ř.km 200,905) na hodnotě Q_{100} (snímek uprostřed - území pravé inundace od marketu BILLA).

Mezi profily P233P a P231 je celá zahrádkářská kolonie a několik nemovitostí jižně pod ní (areál skladových prostorů a garáží) v dosahu Q_5. Většina tohoto prostoru se nachází v aktivní zóně a jsou v ní výše zmíněné objekty kolonie a areálu.

Na levém břehu je pod mostem P239M několik nemovitostí zaplavováno při Q_{20} (snímek vpravo). Žádná nemovitost na pravém břehu není v aktivní zóně.

úsek P229M až P211 - ř.km 200,349 až 197,288 – Pod železničním mostem - Královské poříčí

Další významnou stavbou PPO je ochrana Královského Poříčí na levém břehu. Protipovodňová ochrana obce Královské Poříčí byla provedena v několika etapách:

Královské Poříčí – protipovodňová hráz, 1. stavba Královské Poříčí – převedení velkých vod z povodí Pstružného potoka, 2. stavba – bylo vyřešeno v rámci 1. stavby Královské Poříčí – protipovodňová hráz, 3. stavba Královské Poříčí – navýšení protipovodňové hráze, 4. stavba Součástí protipovodňových opatření je i násep silnice Královské Poříčí – Těšovice.

Díky této ochraně je neškodný průtok na levém břehu v celém tomto úseku Q_{100} a žádná nemovitost není ohrožena touto povodní (snímek vlevo – centrum Královského Poříčí).

Na pravém břehu byla již dříve vybudována PPO celého komplexu průmyslových závodů, jejichž ochrana se zvýšila dobudováním PPO od soutoku Lobezského potoka s Ohří a průmyslový komplex již nemůže být zaplavován ani z Lobezského potoka (snímek uprostřed).

Pod silničním mostem P221M ř.km 199,234 je na pravém břehu ČOV, jejíž protipovodňová ochrana je menší než Q_{100} a při této povodni dojde k zaplavení areálu ČOV (snímek vpravo). Posouzení zabezpečení technologie ČOV na tuto povodeň nebylo předmětem studie. Pod ČOV neškodný průtok klesá pod Q_5 a několik nemovitostí je zde ohrožováno již touto povodní.

Žádná nemovitost na levém břehu není v aktivní zóně. Naproti tomu na břehu pravém u lávky P219L ř.km 198,981, se v obci Těšovice nachází v AZZÚ několik rodinných domů a zahrad (garáže, kůlny a jiné drobné konstrukce).

10 Doporučení pro zvýšení protipovodňové ochrany

Protipovodňovou ochranu Města Sokolova a obce Královské Poříčí řešila studie "Vodohospodářské posouzení Sokolova", na základě které byly navrženy a realizovány dvě stavby "SOKOLOV – Protipovodňová ochrana Sokolova na Lobezském potoce" a "KRÁLOVSKÉ POŘÍČÍ – Navýšení protipovodňové hráze, 4. stavba".
Dalšími návrhy PPO se bude zabývat zakázka „Zpracování map povodňového nebezpečí a map povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a dolního Labe jejíž je tento úsek součástí.