

**Akce:**

**Studie odtokových poměrů Nový Bydžov**

**Termín dokončení:**

**31. 12. 2014**

**Objednatel:**

**Povodí Labe, s.p.**

Víta Nejedlého 951  
500 03 Hradec Králové

**Zhotovitel:**

**Doc. Ing. Aleš Havlík, CSc. - REVITAL**

Suchý vršek 13  
158 00 Praha 5

**Hlavní řešitel:**

**Doc. Ing. Aleš Havlík, CSc.**

## OBSAH :

<b>1 ÚVOD</b>	<b>3</b>
<b>2 PODKLADY</b>	<b>4</b>
2.1 Hydrologické podklady	4
2.2 Geodetické podklady	4
2.3 Dostupné studie řeky Cidliny	4
<b>3 CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ</b>	<b>6</b>
3.1 Popis současného stavu	6
3.2 Varianty možného řešení protipovodňové ochrany	7
<b>4 METODIKA ŘEŠENÍ</b>	<b>10</b>
<b>5 SESTAVENÝ MODEL PRO CIDLINU</b>	<b>13</b>
5.1 Výpočetní síť a model koryta	13
5.2 Okrajové podmínky	14
5.3 Řešené varianty	14
5.4 Kalibrace modelu	15
<b>6 VÝSLEDKY NUMERICKÝCH SIMULACÍ</b>	<b>16</b>
<b>7 ZÁVĚR</b>	<b>29</b>

### 1 ÚVOD

Město Nový Bydžov nemá zajištěnu dostatečnou kapacitu koryta a významná část zástavby města zejména na pravém břehu Cidliny není ochráněna před účinky povodňových situací.

Výpočet proudění při povodňových průtocích byl proveden kombinací 2D matematickým modelem FESWMS.

Výstupem studie jsou kromě technické zprávy záplavové čáry pro průtoky  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$  a posouzení dopadů navržených technických protipovodňových opatření na změnu odtokových poměrů..

## 2 PODKLADY

### 2.1 Hydrologické podklady

#### N-leté průtoky

N-leté průtoky byly převzaty z projektu na mapování povodňových rizik, kterou zpracoval v roce 2013 autor této studie. Číselně jsou hodnoty uvedeny v tabulce 2.1.

Tab. 2.1 – N-leté průtoky na Cidlině v profilu LS Nový Bydžov

Tok	Profil	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>
		[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
Cidlina	LS Nový Bydžov	58.0	74.5	92.7	119	141

### 2.2 Geodetické podklady

#### Zaměření koryta a digitální model terénu

Správce toku poskytl řešiteli dostupné geodetické podklady zpracované pro potřeby řešení projektu na mapování povodňových rizik na Cidlině a ze svých starších studií. Jednalo se jak o klasické zaměření koryta řeky Cidliny, tak i o digitální model reliéfu 5g. Nově Bylo zaměřeno dno koryta v úseku od hlavního silničního mostu pod LS Nový Bydžov.

### 2.3 Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí horního a středního Labe a uceleného úseku dolního Labe

Jako součást velkého projektu na mapování povodňového nebezpečí a povodňových rizik, který byl dokončen v roce 2013, byl autorem této studie zpracován i úsek řeky Cidliny od Chlumce nad Cidlinou až po Jičín.

### 2.4 Kalibrační podklady

Správce toku podnik Povodí Labe předal řešiteli údaje o zaměřených stopách po kulminační hladině za povodně, která postihla Cidlinu 3. 6. 2013 (tabulka 2.2) a dále průběh měrné křivky na vodočtu vodoměrné stanice v Novém Bydžově.

Za povodně z roku 2013 byl maximální vodní stav zaznamenán 285 cm, to odpovídá úrovni 226.61 m n.m. Dle měrné křivky byl průtok stanoven hodnotou 89.8 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, to odpovídá průtoku Q<sub>20</sub>.

Tab. 2.2 – Zaměřené stopy po kulminační hladině za povodně z roku 2013

Bod	Staničení	Popis značky	JTSK - Y	JTSK - X	Hladina
	[ř.km]				[m n.m.]
1	40.18	pravý břeh, silnice k mostu, u značky zákaz stání na obrubníku (situační bod 47)	664550	1035989	227.49
2	40.18	pravý břeh, opěra mostu (situační bod 48)	664087	1036119	227.34
3	40.30	pravý břeh, sloupek zábradlí u Veolie, Bydžovský náhon (situační bod 46)	664357	1035652	227.60

### 3 CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ

#### 3.1 Popis současného stavu

Letecký pohled s vyznačením délky řešeného úseku je zobrazen na obrázku 3.1



Obr. 3.1 – Letecký pohled na vedení trasy Cidliny v rozsahu řešeného úseku

Koryto Cidliny je v celém řešeném úseku upraveno, tvar příčného profilu je lichoběžníkový, trasa byla v minulosti významně napříměna. V horní části úseku protéká řeka širokou plochou inundací, u pravé strany údolí je vedeno menší koryto Bydžovského náhonu, který se od řeky odděluje u výše ležícího pevného jezu.

Z hlediska odtokových poměrů je problematickým místem profil křížení silnice z Bydžova na Nechanice s korytem Cidliny a Bydžovského náhonu. Důvodem je pravé předmostí, kde niveleta silnice postupně směrem k centru města poklesává a za povodní zde dochází k zaplavování zástavby.

K opětovnému spojení Bydžovského náhonu s korytem Cidliny dochází těsně nad profilem limnigrafické stanice ČHMÚ. Pod tímto profilem již opět Cidlina protéká širokým inundačním územím.

### 3.2 varianty možného řešení protipovodňové ochrany

Varietní návrhy řešení protipovodňové ochrany spočívají zejména ve výstavbě ochranných hrází a zdí, které by měly zabránit vniknutí vody do zástavby Nového Bydžova.

#### Návrh 1

Toto řešení je založeno na výstavbě ochranné linie podél zástavby Nové Bydžova v pravém inundačním území, cca 100 m nad hlavní silnicí přechází linie za pravý břeh Bydžovského náhonu a pokračuje až k silničnímu mostu. Za ním je stále vedena podél náhon až k objektu ČOV, pod ní se stáčí doprava, pokračuje podél garáží a je zavázána do vyvýšeného terénu. Podmínkou je současné vybudování 2 vyhraditelných uzávěrů na náhonu. Součástí řešení je dále výstavba krátké levobřežní ochranné hráze nad silničním mostem. Linie vedení ochranných prvků je znázorněna na obrázku 3.2.

#### Návrh 2

Tento návrh se od předchozího řešení liší v tom, že je ochranná hráz zavázána do vyvýšeného terénu mezi Cidlinou a Bydžovským náhonem nad silnicí. Veškerý povodňový průtok by pak byl soustředěn jen do profilu hlavního silničního mostu přes Cidlinu, mostní otvor Bydžovského náhonu by za povodní nebyl využíván. Vyhraditelný uzávěr by byl vybudován až pod silnicí. Linie vedení ochranných prvků je pro tento případ zobrazena na obrázku 3.3.

#### Návrh 3

Toto řešení počítá s výstavbou ochranných prvků dle Návrhu 1 a současným provedením rekonstrukce stávajícího pevného jezu na pohyblivý s tím, že bude snížena úroveň koruny spodní stavby jezu na úroveň 224.50 m n.m..



Obr. 3.2 – Návrh vedení linií protipovodňové ochrany – Varianta 1





Obr. 3.3 – Návrh vedení linií protipovodňové ochrany – Varianta 2

## 4 METODIKA ŘEŠENÍ

### Řídící rovnice 2D proudění

Prostorové neustálené proudění s volnou hladinou obecně popisuje soustava diferenciálních pohybových rovnic Navier-Stokesových vyjadřujících zákon zachování hybnosti a rovnice spojitosti popisující vliv zákona zachování hmoty.

V případě modelování 2D proudění s volnou hladinou se rovnice zjednoduší. Za předpokladu zanedbatelných svislicových rychlostí se za podélné a příčné složky rychlostí uvažují po výšce zprůměrované hodnoty. Po řadě dalších úprav se jako tak zvané řídicí rovnice používají vztahy (4.1a), (4.1b) a (4.2), přičemž první 2 uvedené rovnice jsou rovnicemi pohybovými po zanedbání vlivu Coriolisovy síly

$$\frac{\partial u_x}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_x}{\partial y} + g \frac{\partial Z}{\partial x} + g u_x \left( \frac{n^2}{H^{4/3}} + \frac{f_i}{2g\partial x} \right) \sqrt{u_x^2 + u_y^2} - \mu \left( \frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = F_x \quad (4.1a)$$

$$\frac{\partial u_y}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_y}{\partial x} + u_y \frac{\partial u_y}{\partial y} + g \frac{\partial Z}{\partial y} + g u_y \left( \frac{n^2}{H^{4/3}} + \frac{f_i}{2g\partial y} \right) \sqrt{u_x^2 + u_y^2} - \mu \left( \frac{\partial^2 u_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_y}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = F_y \quad (4.1b)$$

$$\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{\partial(Hu_x)}{\partial x} + \frac{\partial(Hu_y)}{\partial y} = 0 \quad (4.2)$$

kde  $u_x, u_y$  – po svislici zprůměrované rychlosti proudění ve směru os  $x$  a  $y$  [ $m \cdot s^{-1}$ ]  
 $Z$  – úroveň hladiny [m]  
 $H$  – hloubka vody [m]  
 $n$  – Manningův součinitel drsnosti [ $m^{0.5} \cdot s^{-1}$ ]  
 $f_i$  – ztrátový koeficient změny formy energie [-]  
 $\mu$  – dynamická viskozita [Pa.s]  
 $\rho$  – měrná hmotnost vody [ $kg \cdot m^{-3}$ ]  
 $p$  – tlak působící na hladinu [Pa]  
 $F_x, F_y$  – složky působících vnějších sil ve směru  $x$  a  $y$  [ $kg \cdot m \cdot s^{-2}$ ]

### Numerické řešení řídicích rovnic 2D

Exaktní řešení uvedené soustavy diferenciálních rovnic není k dispozici, a tak jsou řešitelé odkázáni na různé numerické přístupy. Obecně jsou k dispozici metody založené na konečných diferencích, konečných objemech a konečných prvcích.

Při výpočtech v rámci této studie byl použit model založený na metodě konečných prvků. Tento postup je založen na vytvoření výpočetní sítě na celém modelovaném území, která je tvořena čtyřúhelníkovými a trojúhelníkovými prvky různých tvarů a velikostí, které na sebe navzájem navazují. Výpočetní síť je tak možné vhodně přizpůsobit složitým objektům na toku, jako byl příklad právě řešené lokality.

### Použitý matematický model

Simulace proudění v posuzovaném úseku byly řešeny s využitím amerického programového prostředku **SMS** (*Surface-Water Modeling System*). Tento software distribuuje firma Aquaveo ([www.aquaveo.com](http://www.aquaveo.com)). Obsahuje jednak moduly na zpracování výpočetních sítí a prezentaci výsledků (Mesh modul, Map modul, Grid modul a Scatter modul), jednak vlastní matematické modely řešící dvourozměrné proudění založené na metodě konečných prvků (modely RMA2 a FESWMS) nebo konečných diferencí (model TUFLOW). Při výpočtech v lokalitě Nový Bydžov byl použit FESWMS.

## 5 SESTAVENÝ MODEL PRO CIDLINU

### 5.1 Výpočetní síť

Základem modelování je vždy výpočetní síť, která s dalšími nezbytnými údaji vytváří geometrický model řešeného území v rámci matematického modelu. V případě modelu Cidliny v Novém Bydžově byla výpočetní síť byla tvořena 38612 výpočtovými prvky a 151587 výpočtovými body, Její schematické znázornění je přibliženo na obrázku 5.1. Jak je z obrázku patrné, v místech neprůtočných stavebních objektů nebyla výpočetní síť vytvářena.



Obr. 5.1 – Rozsah výpočetní sítě modelu záplavového území Cidliny v Novém Bydžově

### 5.2 Okrajové podmínky

Dolní okrajová podmínka stanovuje hladinu vody na dolním okraji modelu tam, kde průtok z modelu vytéká. Pro vytvořenou výpočetní síť záplavového území Cidliny se dolní okrajová podmínka nacházela v okolí severního okraje zástavby obce Humburky. Úrovně hladiny pro řešené průtoky byly převzaty z výsledků výpočtů průběhu hladin zpracovaných v rámci řešení studie na mapování povodňových rizik. Číselně jsou hodnoty uvedeny v tabulce 5.1.

Tab. 5.1 – Hodnoty úrovní hladin v místě dolní okrajové podmínky

Průtok	Hladina [m n.m.]
$Q_5$	225.00
$Q_{20}$	225.20
$Q_{50}$	225.35
$Q_{100}$	225.50

Horní okrajová podmínka definuje velikost průtoku, která do modelu vtéká. Při výpočtech bylo převzato rozdělení průtoků na vlastní koryto Cidliny a Bydžovský náhon opět ze studie na mapování povodňových rizik. Konkrétní hodnoty jsou zpracovány do tabulky 5.2.

Tab. 5.2 – Průtoky v profilech horní okrajové podmínky

Průtok	Cidlina	Bydžovský náhon
$Q_5$ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]		4
$Q_{20}$ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	88	5
$Q_{50}$ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	113	6
$Q_{100}$ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	133	8

### 5.3 Řešené varianty

Při numerických simulacích byly řešeny celkem následující výpočty:

- výpočet proudění při průtoku  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{100}$  pro současný stav,
- výpočet proudění při průtoku  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{100}$  pro případ snížení koruny stávajícího jezu na kótu **224.50 m n.m.**

- výpočet proudění při průtoku  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{100}$  pro vedení ochranných hrází dle **Návrhu 1**.
- výpočet proudění při průtoku  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{100}$  pro vedení ochranných hrází dle **Návrhu 2**.
- výpočet proudění při průtoku  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{100}$  pro vedení ochranných hrází dle **Návrhu 3**.

### 5.4 Kalibrace modelu

Výsledné úrovně spočítaných hladin závisí významnou měrou na průběhu hodnot součinitele drsnosti. K jejich zpřesnění se používá proces nazývaný kalibrace. V případě modelu Cidliny v Novém Bydžově byly použity zaměřené úrovně hladin za povodně z roku 2013, při které dosahoval kulminační průtok hodnoty  $Q_{20}$ . (tabulka 2.2)

Porovnání zaměřených a modelovaných hodnot je uvedeno v tabulce 5.3.

*Tab. 5.3 – Porovnání zaměřených a modelovaných hladin*

Bod	Povodeň 2013	Model
1	227.49	227.54
2	227.34	227.27
3	227.60	227.80

## 6 VÝSLEDKY NUMERICKÝCH SIMULACÍ

Nejčastější výstupem výsledků 2D matematického modelování proudění vody jsou mapy hloubek, rychlostí a úrovní hladin. Pro detailní posouzení dopadů případné výstavby navrhovaných protipovodňových opatření na odtokové poměry však takového výstupy nestačí. Pro posouzení ovlivnění průběhu hladin byly zvoleny pevné body v ose koryta definované souřadnicemi JTSK, pro které byly následně zpracovány porovnávací tabulky pro jednotlivé průtoky a řešené varianty. Souřadnice bodů jsou vypsány v tabulce 6.1, poloha bodů je dále vyznačena nad mapovým podkladem leteckých snímků na obrázku 6.1. Další kontrolní body byly vybrány v linii navržených ochranných hrází či zdí, ty sloužily k posouzení potřebné výšky těchto opatření v podélném profilu. Podrobnosti jsou uvedeny v tabulce 6.2, umístění je patrné z obrázku 6.2.

Tab. 6.1 – Poloha kontrolních bodů v ose koryta Cidliny

Bod	JTSK - Y	JTSK - X	Popis
1	664240	1036348	profil Limnigrafické stanice
2	664085	1036144	Pod silničním mostem
3	664027	1036085	Nad pevným jezem
4	663825	1035959	
5	663567	1035753	
6	663313	1035549	

Tab. 6.2 – Poloha kontrolních bodů v linii navržených ochranných prvků

Bod	JTSK - Y	JTSK - X
A	664518	1036443
B	664252	1036261
C	664263	1036124
D	664246	1036051
E	664246	1035959
F	664205	1035938
G	664160	1035771
H	664130	1035636
I	664045	1035551
J	664091	1035371
K	664061	1035272



Obr. 6.1 – Umístění kontrolních bodů v ose koryta řeky Cidliny





Obr. 6.2 – Umístění kontrolních bodů v linii navržených ochranných prvků

Porovnání průběhu hladin pro případy realizace opatření dle **Návrhu 1** (vedení ochranných linií s využitím části koryta Bydžovského náhonu včetně mostního otvoru na při křížení se silnicí), **Návrhu 2** (vedení ochranných linií s vyloučením proudění v korytě Bydžovského náhonu včetně mostního otvoru na při křížení se silnicí) a **Návrhu 3** (vedení ochranných linií s využitím části koryta Bydžovského náhonu včetně mostního otvoru na při křížení se silnicí a současného snížení nivelety přelivné hrany stávajícího jezu) se současným stavem je postupně pro průtoky  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{100}$  zpracováno do tabulek 6.3 až 6.5.

*Tab. 6.3 – Porovnání průběhu hladin v kontrolních bodech v ose koryta Cidliny pro případy realizace opatření dle Návrhů 1, 2 a 3 se současným stavem pro průtok  $Q_{20}$*

Bod	$H_{SS}$	$H_{N1}$	$H_{N2}$	$H_{N3}$	$H_{N1} - H_{SS}$	$H_{N2} - H_{SS}$	$H_{N3} - H_{SS}$
	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[m]	[m]
1	226.56	226.61	226.58	226.57	0.05	0.02	0.01
2	227.15	227.31	227.62	227.18	0.16	0.47	0.03
3	227.61	227.81	228.41	227.74	0.20	0.80	0.13
4	227.81	228.00	228.64	227.95	0.19	0.83	0.14
5	227.86	228.03	228.65	227.99	0.17	0.79	0.13
6	227.89	228.05	228.66	228.01	0.16	0.77	0.12

*Tab. 6.4 – Porovnání průběhu hladin v kontrolních bodech v ose koryta Cidliny pro případy realizace opatření dle Návrhů 1, 2 a 3 se současným stavem pro průtok  $Q_{50}$*

Bod	$H_{SS}$	$H_{N1}$	$H_{N2}$	$H_{N3}$	$H_{N1} - H_{SS}$	$H_{N2} - H_{SS}$	$H_{N3} - H_{SS}$
	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[m]	[m]
1	226.67	226.73	226.71	226.67	0.06	0.04	0.00
2	227.32	227.52	227.78	227.35	0.20	0.46	0.03
3	227.89	228.17	228.78	228.06	0.28	0.89	0.17
4	228.10	228.35	229.02	228.27	0.25	0.92	0.17
5	228.13	228.38	229.03	228.30	0.25	0.90	0.17
6	228.16	228.39	229.04	228.32	0.23	0.88	0.16

## Studie odtokových poměrů Nový Bydžov

Tab. 6.5 – Porovnání průběhu hladin v kontrolních bodech v ose koryta Cidliny pro případy realizace opatření dle Návrhů 1, 2 a 3 se současným stavem pro průtok  $Q_{100}$

Bod	H <sub>SS</sub>	H <sub>N1</sub>	H <sub>N2</sub>	H <sub>N3</sub>	H <sub>N1</sub> - H <sub>SS</sub>	H <sub>N2</sub> - H <sub>SS</sub>	H <sub>N3</sub> - H <sub>SS</sub>
	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[m]	[m]
1	226.74	226.89	226.82	226.74	0.15	0.08	0.15
2	227.41	227.67	227.95	227.67	0.26	0.54	0.26
3	228.08	228.41	229.08	228.30	0.33	1.00	0.22
4	228.28	228.61	229.34	228.52	0.33	1.06	0.24
5	228.31	228.63	229.35	228.55	0.32	1.04	0.24
6	228.33	228.64	229.36	228.56	0.31	1.03	0.23

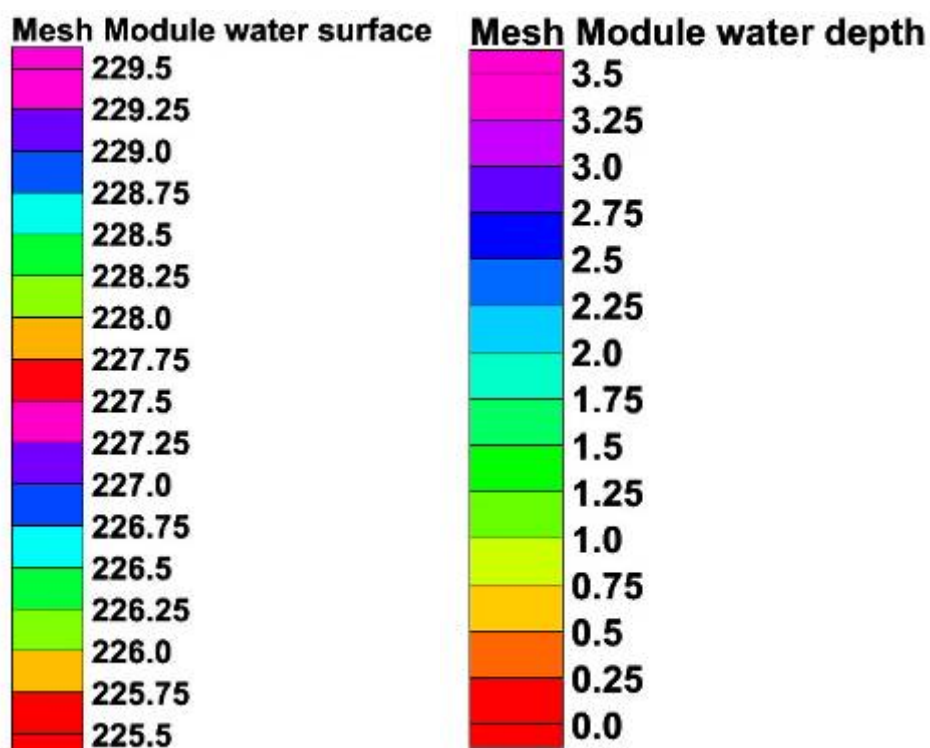
Pro návrh případných ochranných hrází a zídek bude zásadním parametrem jejich výška. V následující tabulce 6.6 jsou uvedeny úrovně hladin a hloubky vody podél navrhované ochranné linie pro variantu opatření dle Návrhu 1. Výška budoucích opatření (hrází či zídek) bude rovná součtu uvedených hloubek a požadovanému převýšení dle platné vyhlášky v závislosti na volbě návrhového průtoku. Tyto hodnoty jsou pro vybrané kontrolní body A až K a průtoky  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{100}$  uvedeny c tabulce 6.6.

Tab. 6.5 – Úrovně hladiny a hloubky vody podél linie protipovodňových opatření dle Návrhu 1 v místech kontrolních bodů A až K pro průtoky  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{100}$

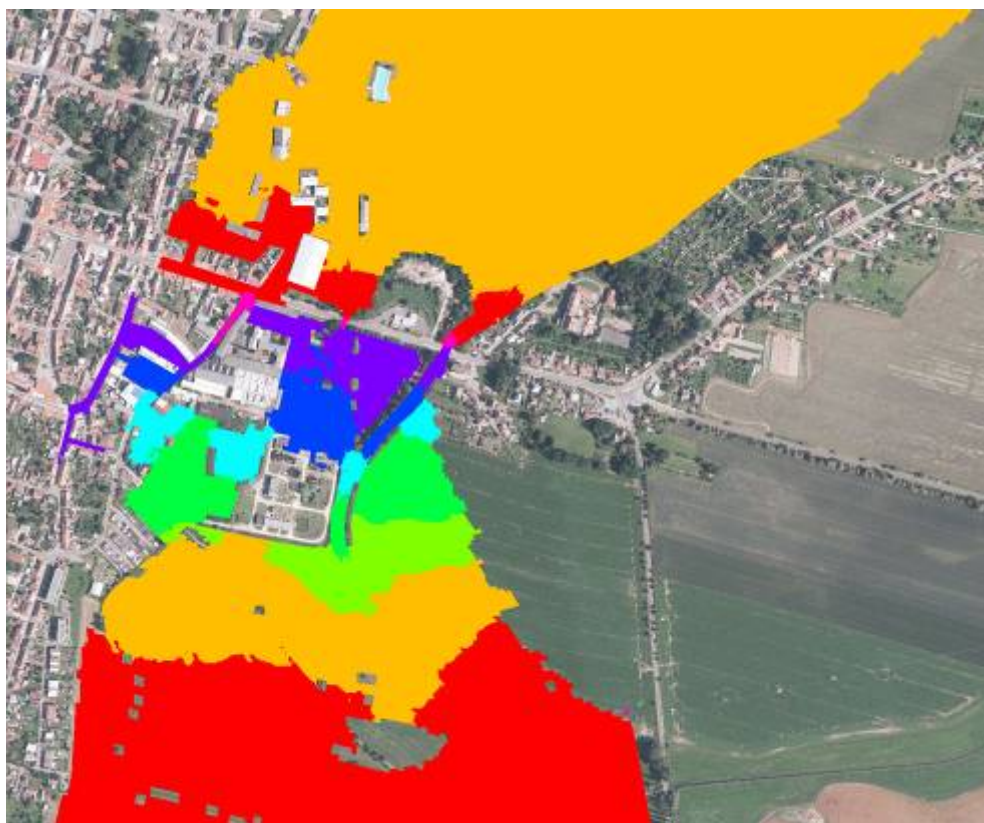
Bod	Hladina <sub>Q20</sub>	Hloubka <sub>Q20</sub>	Hladina <sub>50</sub>	Hloubka <sub>Q50</sub>	Hladina <sub>Q100</sub>	Hloubka <sub>Q100</sub>
	[m n.m.]	[m]	[m n.m.]	[m]	[m n.m.]	[m]
A	225.71	<b>0.27</b>	225.78	<b>0.34</b>	225.85	<b>0.41</b>
B	226.93	<b>0.45</b>	227.02	<b>0.59</b>	227.21	<b>0.73</b>
C	227.17	<b>0.32</b>	227.30	<b>0.45</b>	227.43	<b>0.58</b>
D	227.88	<b>1.51</b>	228.23	<b>1.86</b>	228.48	<b>2.11</b>
E	227.92	<b>1.79</b>	228.28	<b>2.15</b>	228.53	<b>2.40</b>
F	227.96	<b>1.93</b>	228.31	<b>2.28</b>	228.56	<b>2.54</b>
G	227.99	<b>1.92</b>	228.35	<b>2.28</b>	228.60	<b>2.53</b>
H	227.99	<b>1.83</b>	228.35	<b>2.19</b>	228.61	<b>2.45</b>
I	228.00	<b>1.11</b>	228.35	<b>1.46</b>	228.61	<b>1.71</b>
J	228.00	<b>0.77</b>	228.36	<b>1.13</b>	228.62	<b>1.39</b>
K	228.01	<b>0.34</b>	228.37	<b>0.65</b>	228.63	<b>0.91</b>

Výsledky matematického modelování byly dále zpracovány do tematických map. Mapy úrovní hladin a hloubek vody pro průtoky  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{100}$  jsou pro současný stav zpracovány do obrázků 6.8 až 6.13, pro opatření dle Návrhu 1 do obrázků 6.14 až 6.19 a opatření dle Návrhu 2 do obrázků 6.20 až 6.25. Vzhledem k malým rozdílům úrovní hladin mezi Návrhy 1 a 3 se v daném měříku výstupy liší zanedbatelně a pro Návrh 3 proto nejsou zobrazeny.

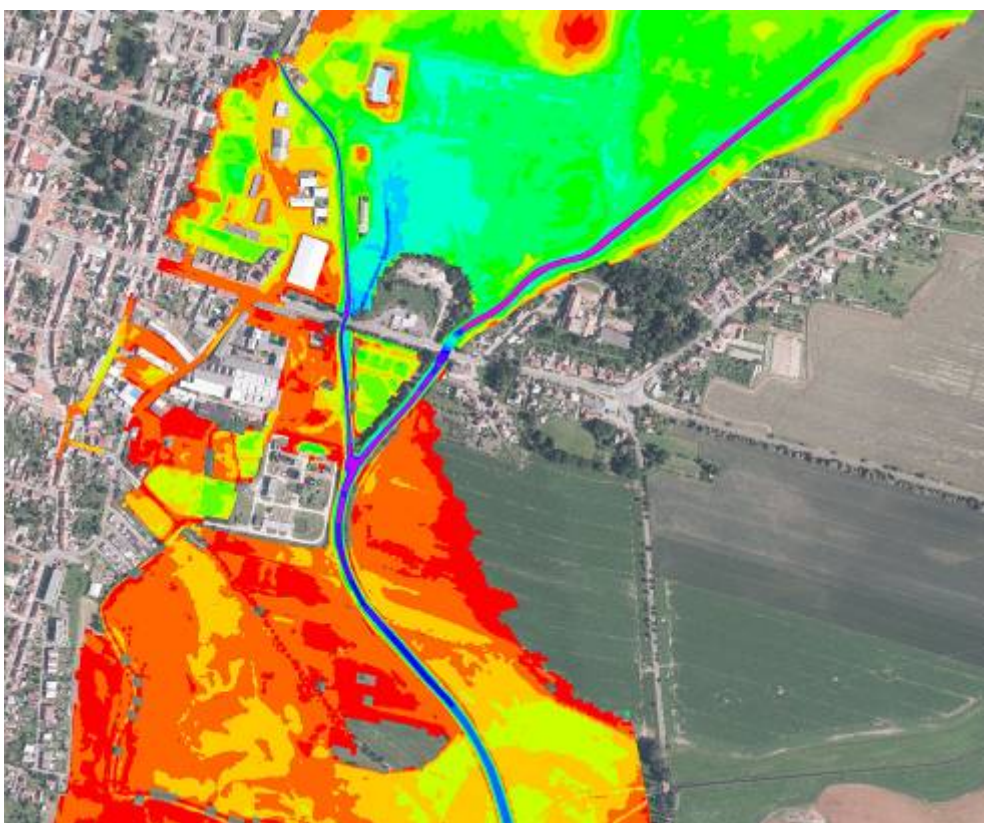
Všechny uvedené obrázky byly zpracovány se shodným barevným stupňováním. Společné legendy jsou přiloženy na obrázku 6.7



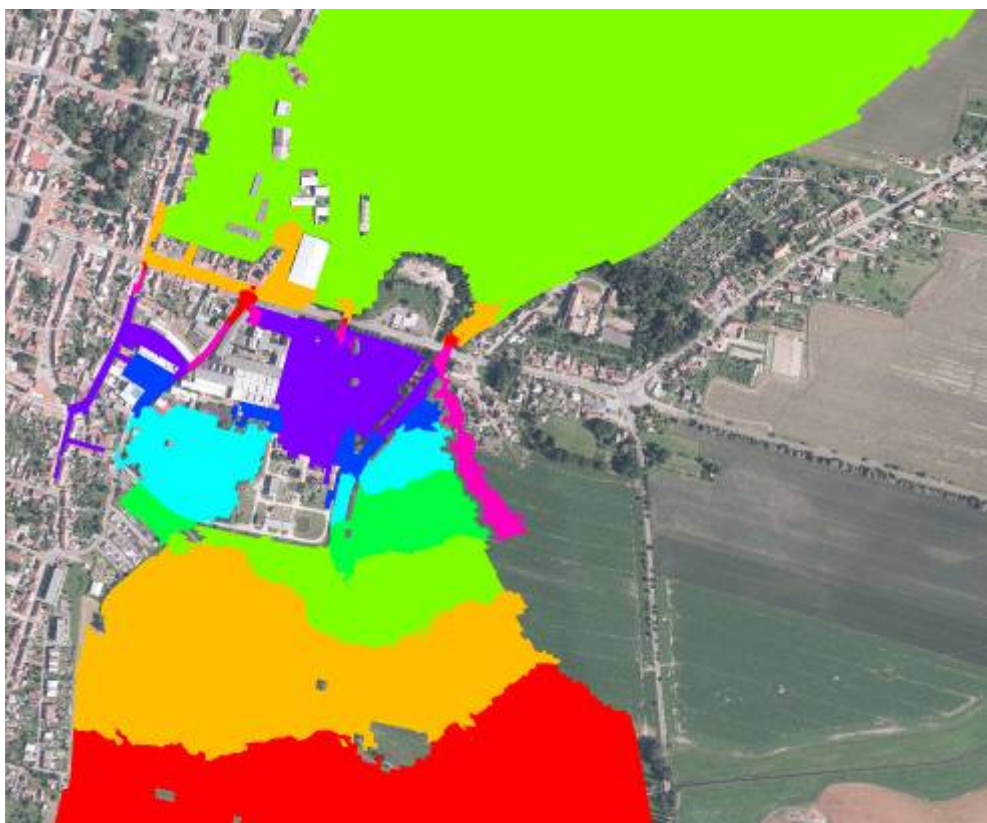
Obr. 6.7 – Společné legendy k mapám úrovní hladin a hloubek vody



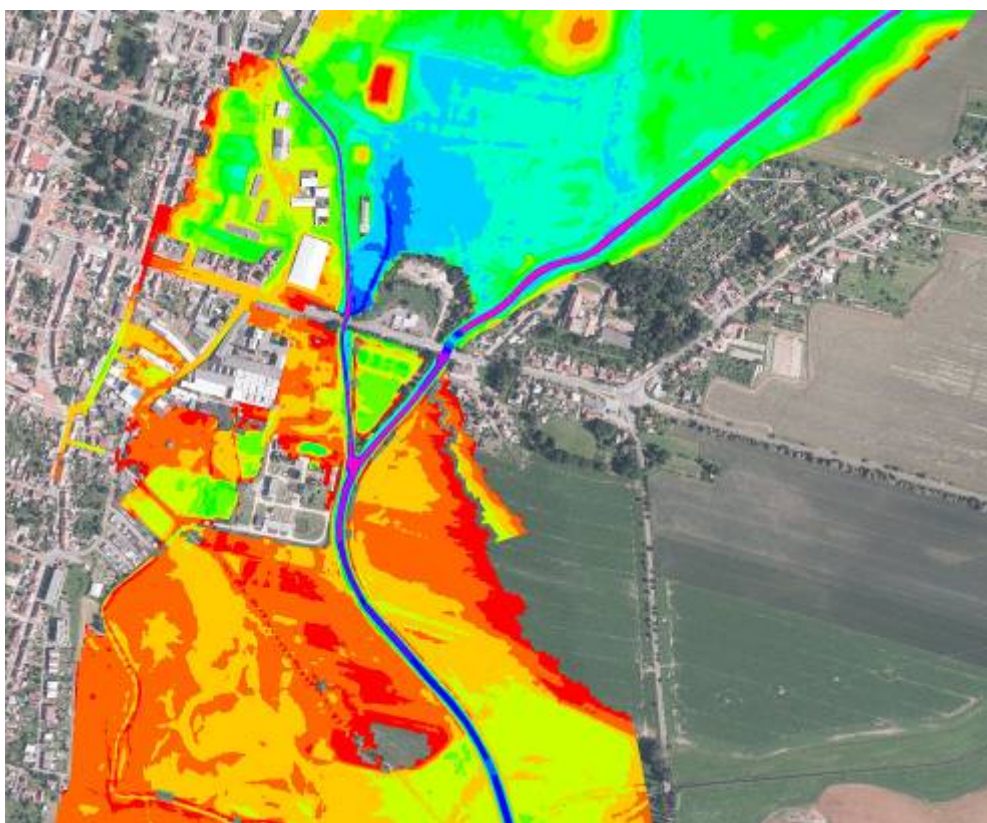
Obr. 6.8 – Mapa úrovní hladin pro současný stav při průtoku  $Q_{20}$



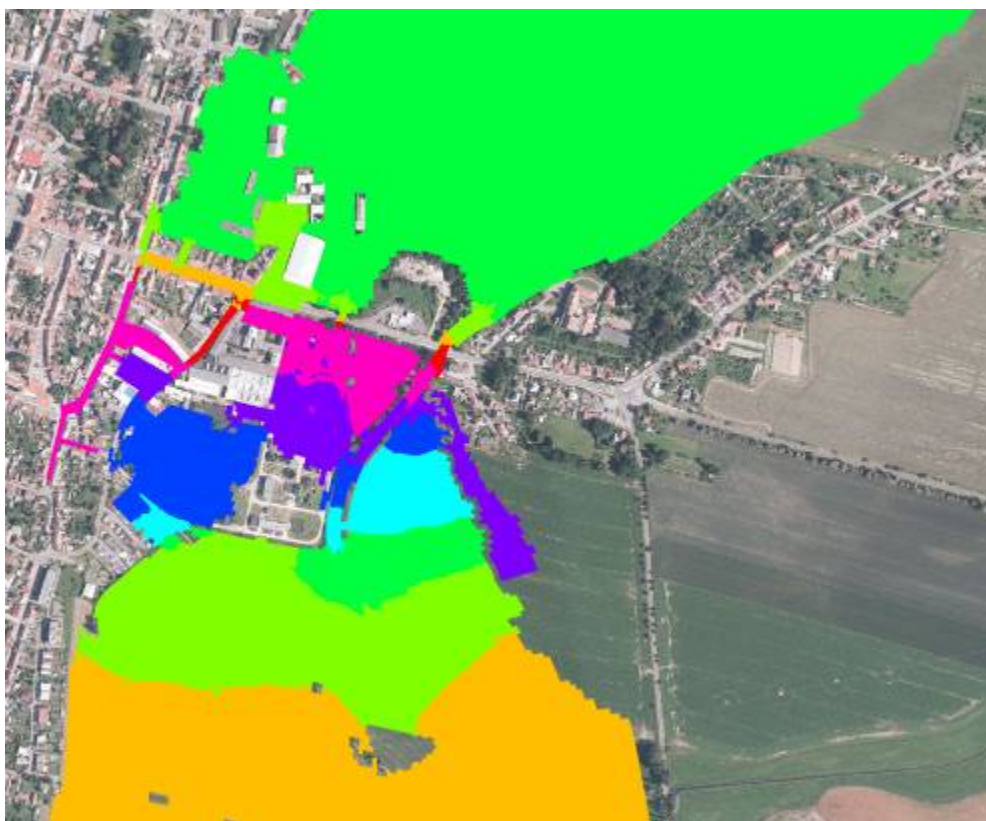
Obr. 6.9 – Mapa hloubek vody pro současný stav při průtoku  $Q_{20}$



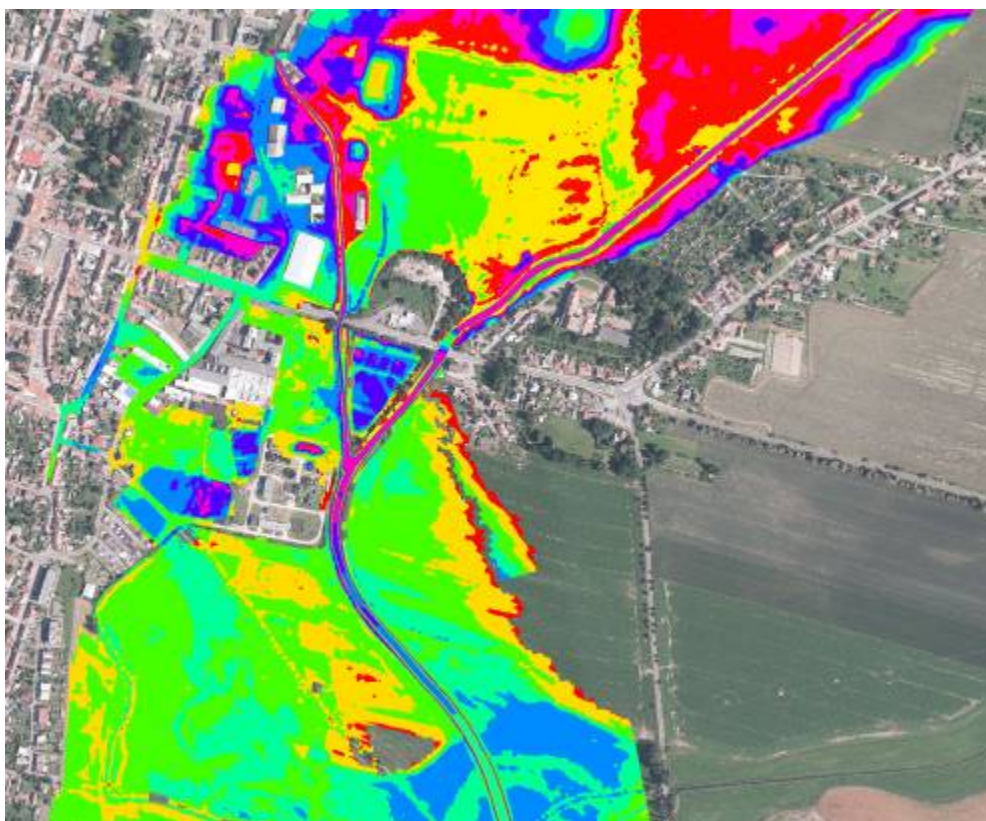
Obr. 6.10 – Mapa úrovní hladin pro současný stav při průtoku  $Q_{50}$



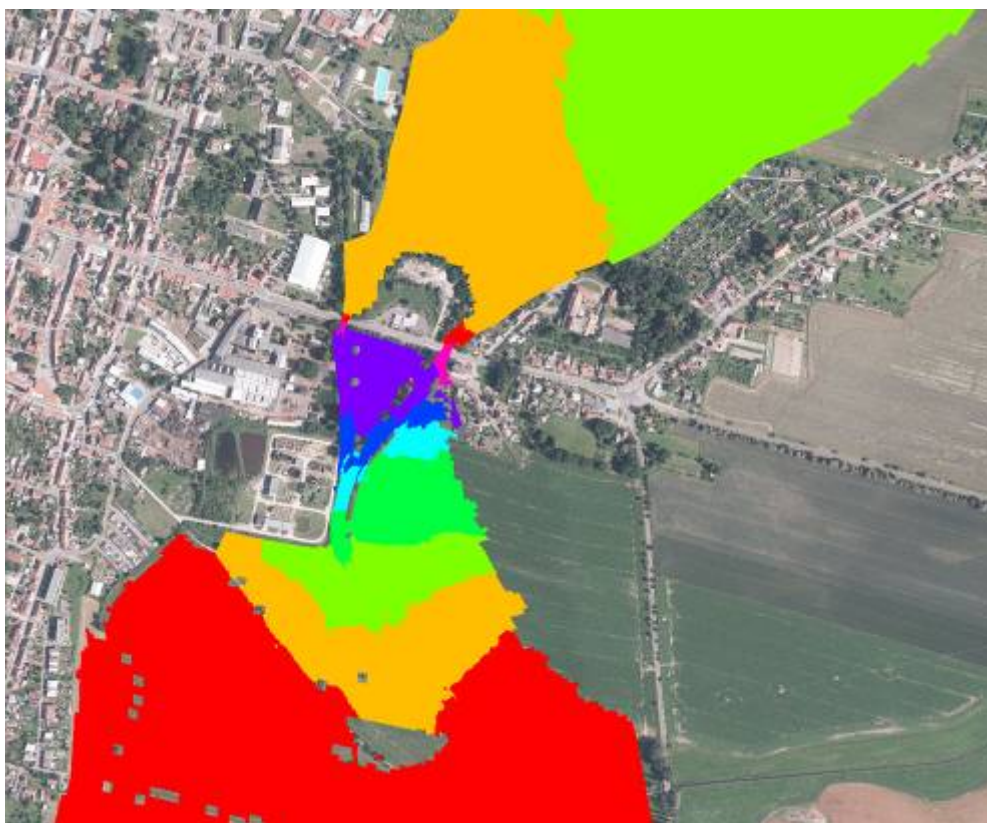
Obr. 6.11 – Mapa hloubek vody pro současný stav při průtoku  $Q_{50}$



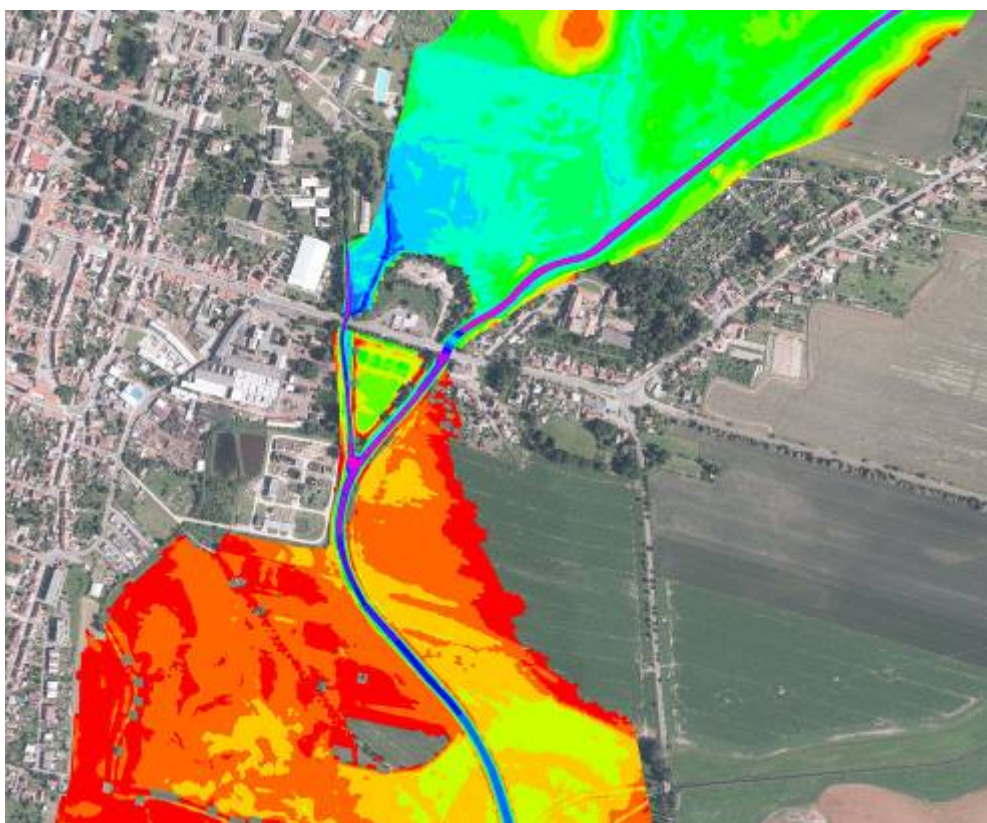
Obr. 6.12 – Mapa úrovní hladin pro současný stav při průtoku  $Q_{100}$



Obr. 6.13 – Mapa hloubek vody pro současný stav při průtoku  $Q_{100}$

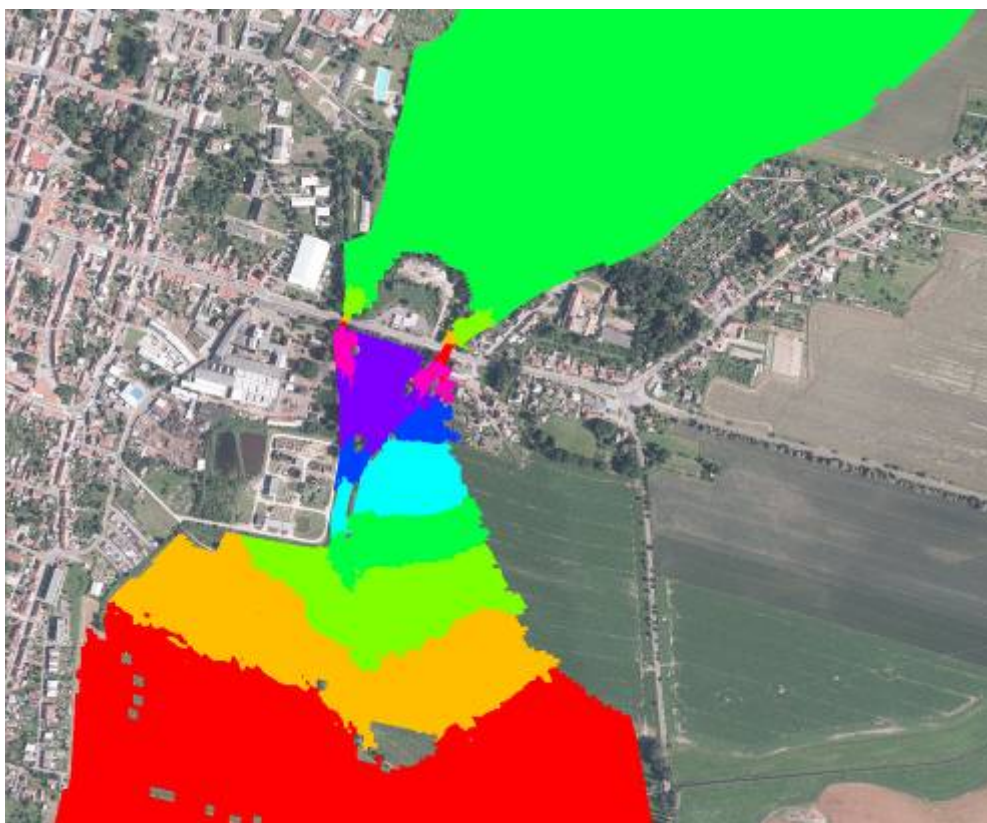


Obr. 6.14 – Mapa úrovní hladin při průtoku  $Q_{20}$  pro opatření dle Návrhu 1

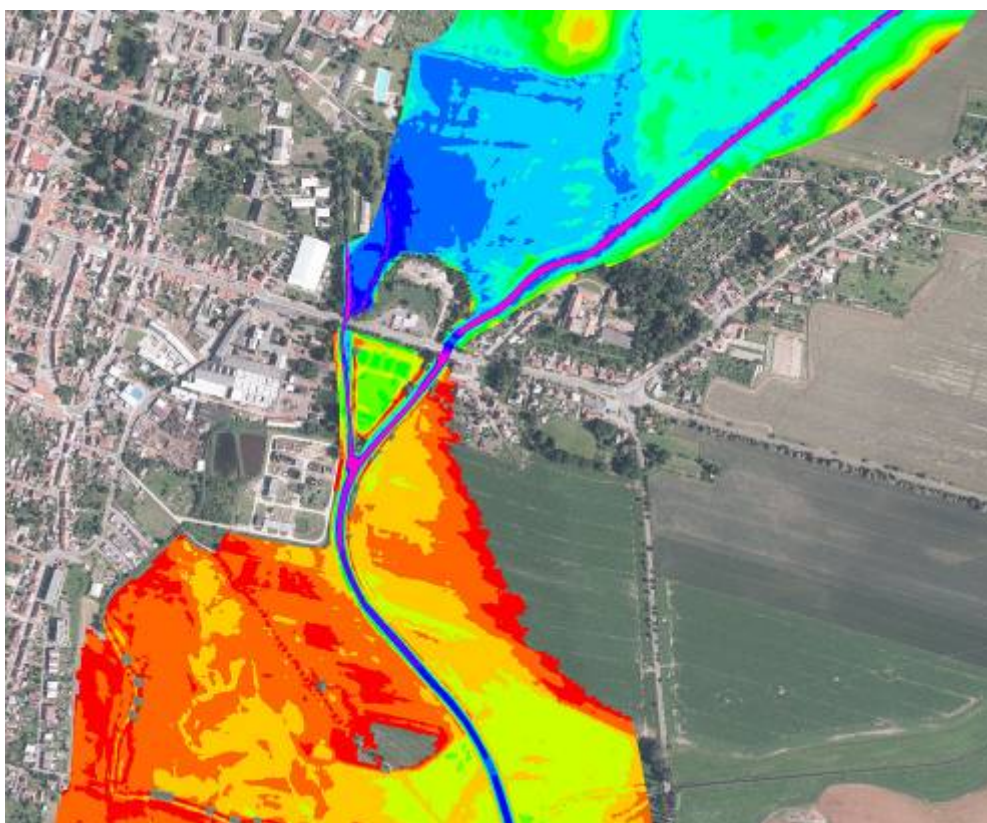


Obr. 6.15 – Mapa hloubek vody při průtoku  $Q_{20}$  pro opatření dle Návrhu 1

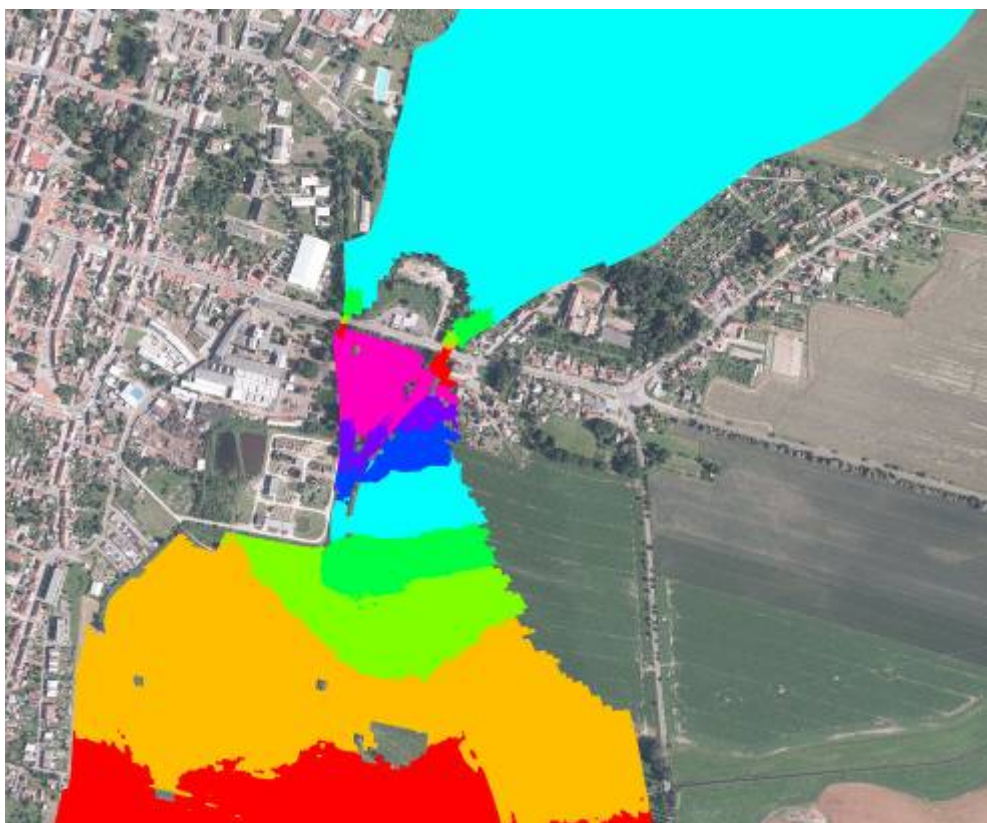




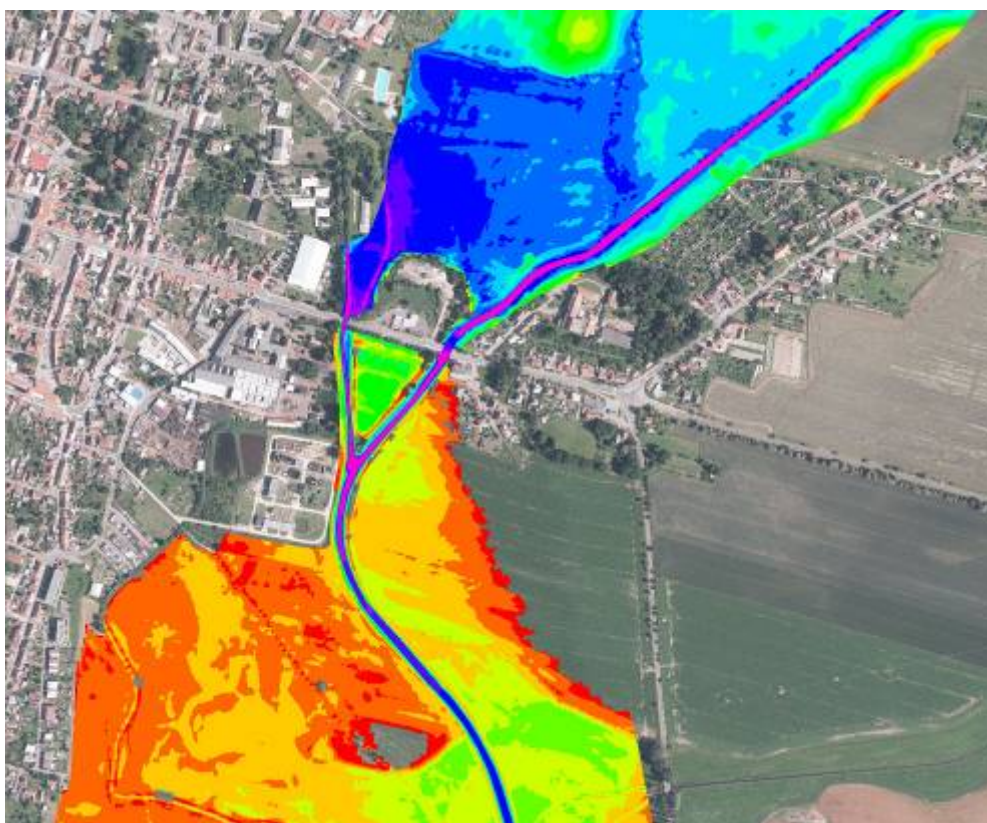
Obr. 6.16 – Mapa úrovní hladin při průtoku  $Q_{50}$  pro opatření dle Návrhu 1



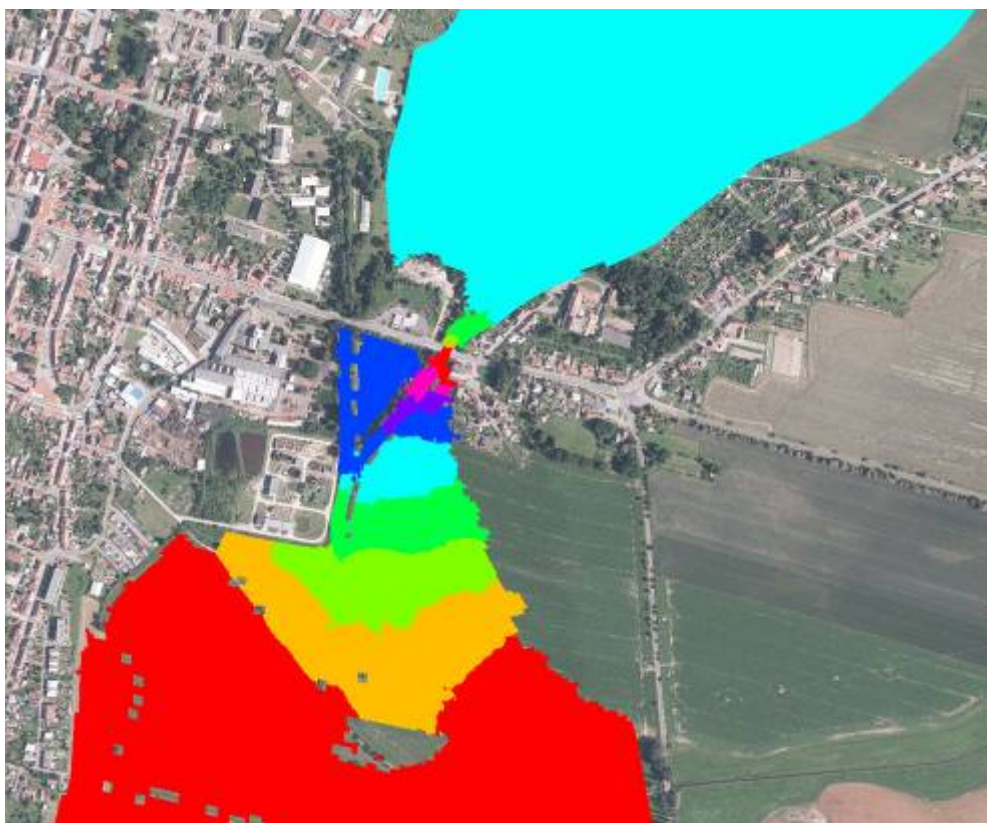
Obr. 6.17 – Mapa hloubek vody při průtoku  $Q_{50}$  pro opatření dle Návrhu 1



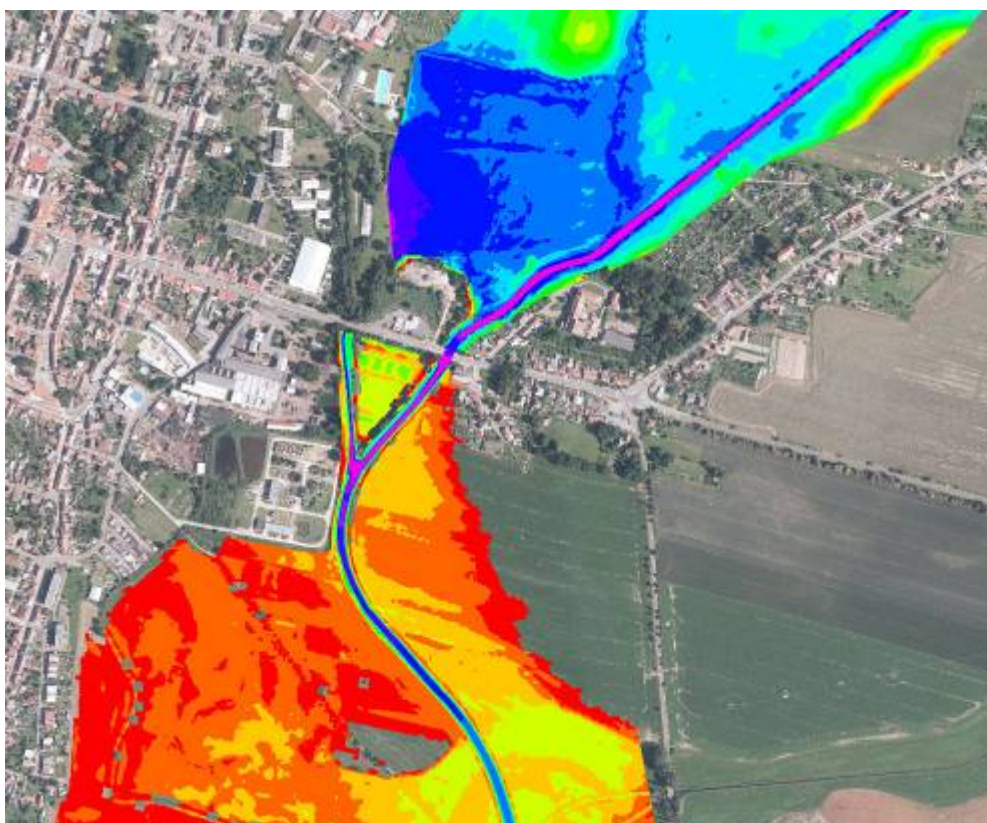
Obr. 6.18 – Mapa úrovní hladin při průtoku  $Q_{100}$  pro opatření dle Návrhu 1



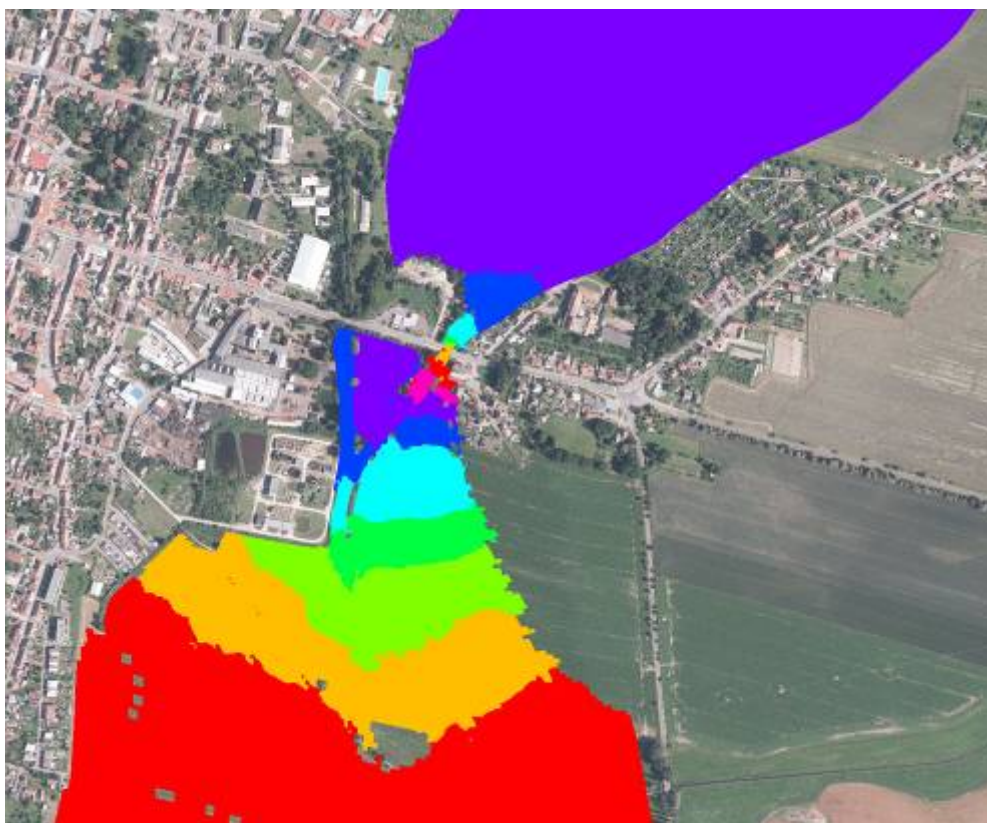
Obr. 6.19 – Mapa hloubek vody při průtoku  $Q_{100}$  pro opatření dle Návrhu 1



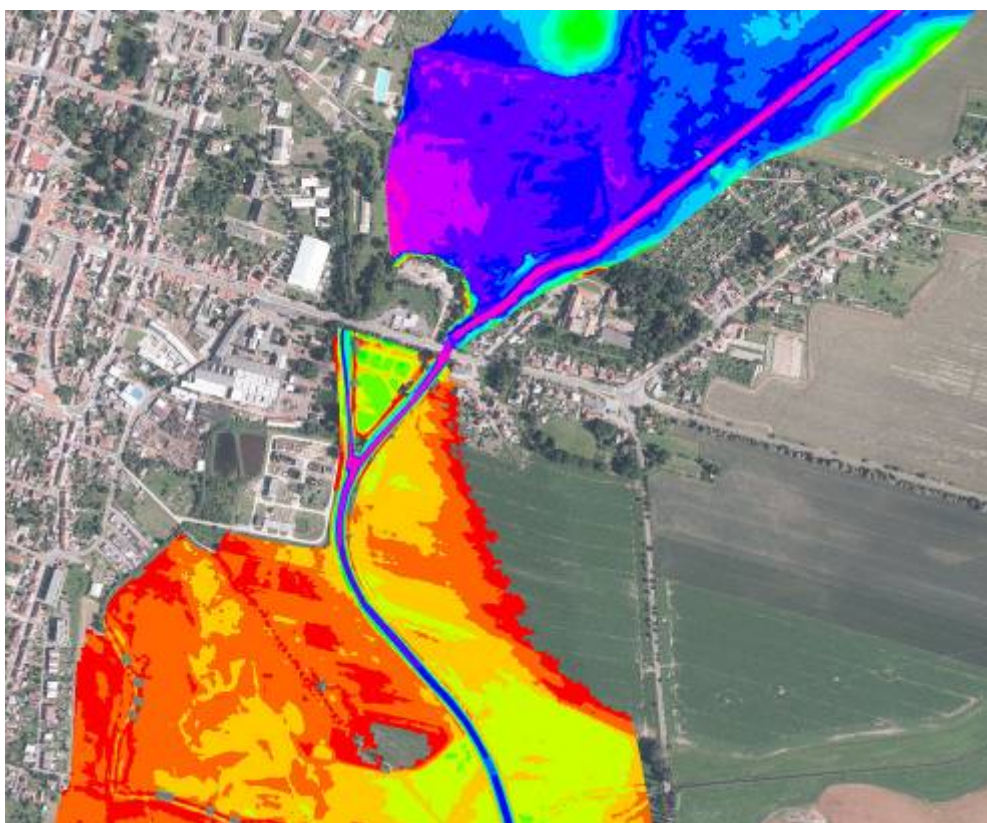
Obr. 6.20 – Mapa úrovní hladin při průtoku  $Q_{20}$  pro opatření dle Návrhu 2



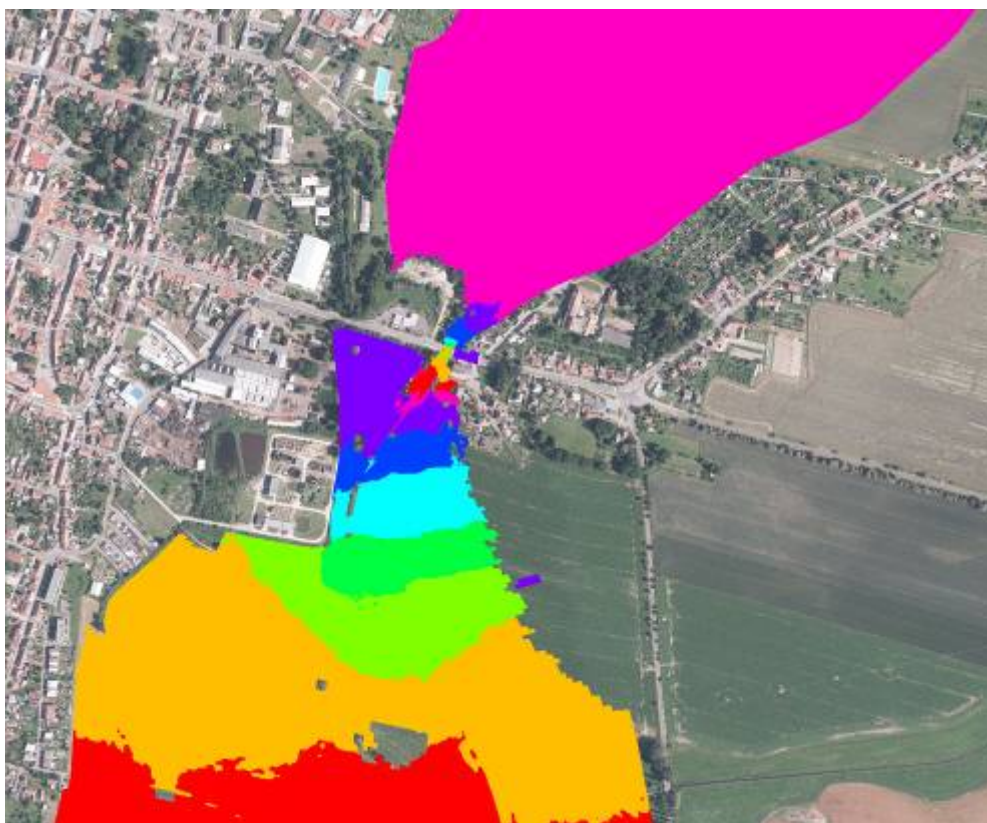
Obr. 6.21 – Mapa hloubek vody při průtoku  $Q_{20}$  pro opatření dle Návrhu 2



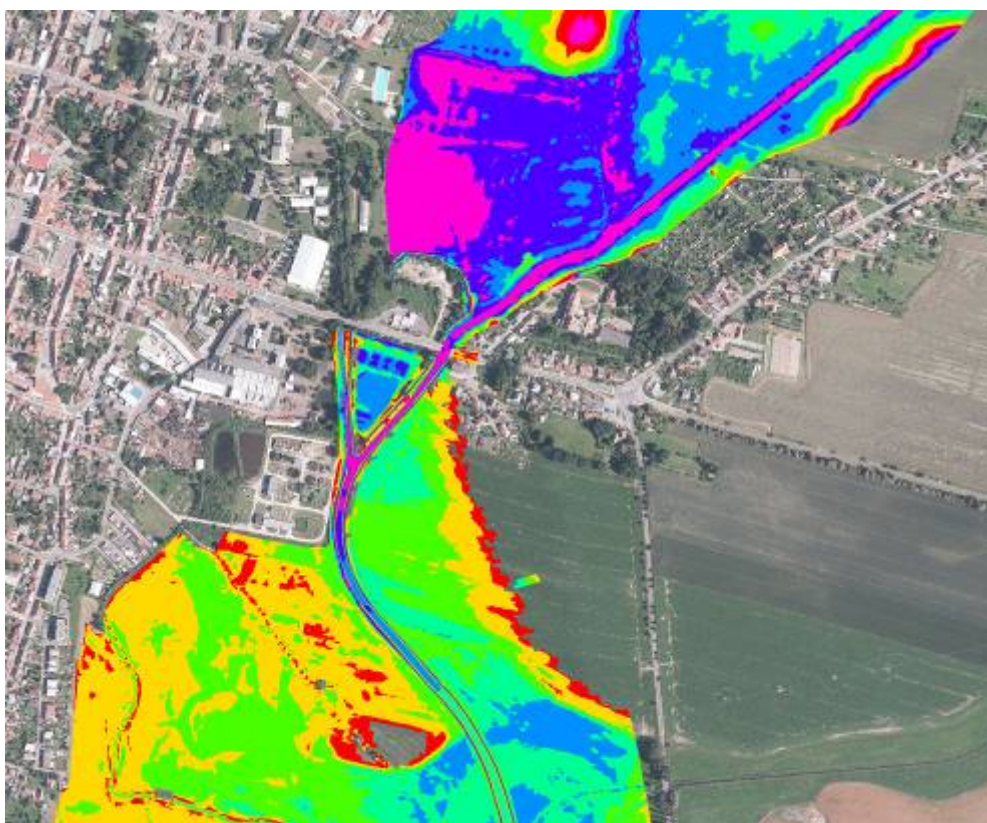
Obr. 6.22 – Mapa úrovní hladin při průtoku  $Q_{50}$  pro opatření dle Návrhu 2



Obr. 6.23 – Mapa hloubek vody při průtoku  $Q_{50}$  pro opatření dle Návrhu 2



Obr. 6.24 – Mapa úrovní hladin při průtoku  $Q_{100}$  pro opatření dle Návrhu 2



Obr. 6.25 – Mapa hloubek vody při průtoku  $Q_{100}$  pro opatření dle Návrhu 2

### 7 ZÁVĚR

Z výsledků simulace proudění v záplavovém území Cidliny v Novém Bydžově pomocí 2D matematického modelování je možné vyslovit následující závěry:

- Pro proudění v Cidlině má za povodňových situací zásadní vliv profil křížení řeky s hlavní silnicí z Nového Bydžova směrem na Nechanice. Významně zúžený profil způsobuje značné zvýšení hladiny, v úseku nad silnicí má hladina minimální sklon.
- Díky snížené niveletě silnice od mostního otvoru na Bydžovském náhonu směrem k centru města bude tímto prostorem i za povodní menších než  $Q_{20}$  proudit významná část povodňového průtoku.
- V případě realizace opatření dle Návrhu 1 zabrání systém ochranných prvků, aby voda přetékala přes těleso silnice. Díky tomu bude muset koryto Bydžovského náhonu i hlavní koryto Cidliny převádět větší průtok. V případě povodně  $Q_{20}$  proto stoupne úroveň hladiny v korytě Cidliny o 15 až 20 cm, což téměř odpovídá průběhu hladiny při současném stavu za průtoku  $Q_{50}$ . V případě povodně  $Q_{50}$  stoupne úroveň hladiny v korytě Cidliny již o 20 až 25 cm, to bude dokonce více, než vychází nyní hladina při průtoku  $Q_{100}$ .
- Pokud by byla realizován protipovodňová ochrana dle Návrhu 2, veškerý průtok bude muset v profilu křížení z hlavní silnicí pouze hlavní mostní otvor. Vlivem tlakového proudění a podstatně vyšším rychlostem proudění bude v profilu tohoto mostu docházet k extrémnímu vzduť hladiny. Při průtoku  $Q_{20}$  se oproti současnému stavu zvýší hladina o více než 80 cm, při průtoku  $Q_{50}$  o více než 90 cm a při průtoku  $Q_{100}$  dokonce o více než 100 cm. Z důvodu nepřijatelného ovlivnění odtokových poměrů se realizace tohoto opatření nedoporučuje.
- Návrh 3, který kromě výstavby ochranných prvků dle Návrhu 1 počítá i s rekonstrukcí jezového objektu mírně zlepšit odtokové poměry, při snížení přelivné hrany na kótu 224.50 m n.m. se hladina vodu v nadjezí za povodňových průtoků sníží o 7 až 10 cm oproti průběhům hladin při návrhu 1.
- Pro řešení protipovodňové ochrany Nového Bydžova se doporučuje realizovat opatření dle Návrhu 1 nebo Návrhu 3. V případě realizace Návrhu 1 bude potřeba vynaložit větší náklady na výstavby o cca 10 cm vyšších ochranných prvků, v případě realizace opatření 3 se náklady zvýší o cenu za rekonstrukci stávajícího pevného jezu. Definitivní rozhodnutí bude možné udělat až v případě zpracování podrobnější projektové dokumentace pro oba návrhy. Uvedená řešení se doporučují realizovat pro maximální návrhový průtok  $Q_{50}$ .
- Zejména v úseku podél koryta Bydžovského náhonu vychází výška ochranných prvků až 2 m. Pokud by takto vysoká ochranná zídka byla pro město nepřijatelná, bude zde možné řešit ochranu s využitím, mobilního hrazení.