

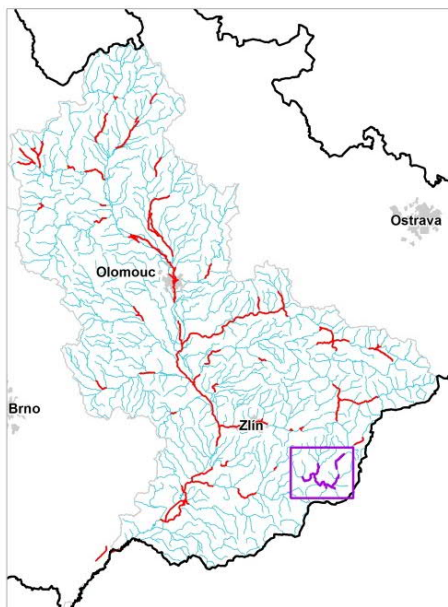


ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

VLÁRA – 10100138_1 (MOV_31-01) - Ř. KM 17,862 – 33,412
BRUMOVKA – 10100354_1 (MOV_31-02) - Ř. KM 0,000 – 4,731
BRUMOVKA – 10100354_2 (MOV_31-03) - Ř. KM 7,011 – 13,556
ZELENSKÝ P. – 10101627_1 (MOV_31-04) - Ř. KM 0,000 – 1,211
ŘÍKA – 10100555_1 (MOV_31-05) - Ř. KM 0,000 – 6,655



ZÁŘÍ 2019





ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

VLÁRA – 10100138_1 (MOV_31-01) - Ř. KM 17,862 – 33,412
BRUMOVKA – 10100354_1 (MOV_31-02) - Ř. KM 0,000 – 4,731
BRUMOVKA – 10100354_2 (MOV_31-03) - Ř. KM 7,011 – 13,556
ZELENSKÝ P. – 10101627_1 (MOV_31-04) - Ř. KM 0,000 – 1,211
ŘÍKA – 10100555_1 (MOV_31-05) - Ř. KM 0,000 – 6,655

Pořizovatel:



Povodí Moravy, s.p.
Dřevařská 932/11
602 00 Brno

Zhotovitel:



AQUATIS, a.s.
Botanická 834/56
602 00 Brno

Zpracovatel posudku:



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Veveří 331/95
602 00 Brno

V BRNĚ, ZÁŘÍ 2019

Obsah:

1	Základní údaje	5
1.1	Seznam zkratk a symbolů	5
1.2	Cíle prací	5
1.3	Postup zpracování a metoda řešení	6
2	Popis zájmového území	6
2.1	Všeobecné údaje	9
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	11
3	Přehled podkladů	15
3.1	Soupis zpráv a dokumentů	15
3.2	Související předpisy	15
3.3	Topologická data	16
3.3.1	Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu	16
3.3.2	Mapové podklady	16
3.3.3	Geodetické podklady	16
3.4	Hydrologická data	17
3.5	Místní šetření	18
3.6	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady	18
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů	18
4	Popis koncepčního modelu	20
4.1	Schematizace řešeného problému	21
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	24
4.3	Způsob zadávání OP a PP	25
5	Popis numerického modelu	27
5.1	Použité programové vybavení	27
5.2	Vstupní data numerického modelu	27
5.2.1	Morfologie vodního toku a inundačního území	27
5.2.2	Drsnosti koryta a inundačních území	33
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	34
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	38
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	38
5.3	Popis kalibrace modelu	38
6	Výsledky	40
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	40
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	50
6.2.1	Rozlivy pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	50
6.2.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	50
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	51

6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	51
-----	---	----

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

V Tab. č. 1 je uveden seznam všech zkratek a symbolů používaných při zpracování hydrodynamických modelů a map povodňového nebezpečí.

Tab. č. 1 Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
1D	jednorozměrný
1D+	jednorozměrný síťový
2D	dvourozměrný
3D	trojrozměrný
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČHP	číslo hydrologického pořadí
ČSN	česká technická norma
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DMR 5G	digitální model reliéfu páté generace
DMT	digitální model terénu
DOP	dolní okrajová podmínka
HOP	horní okrajová podmínka
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center - River Analysis System
LB	levobřežní
LG	limnigraf (limnigrafická stanice)
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OP	okrajová podmínka
PB	pravobřežní
PP	počáteční podmínka
PVPR	předběžné vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem
RZM 10	rastrová základní mapa 1 : 10 000
SOP	studie odtokových poměrů
TPE	Technicko provozní evidence
TNV	odvětvová technická norma
ZABAGED	základní báze geografických dat České republiky
ZÚ	záplavová území

1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí pro úsek na vodním toku Vlára – 10100138_1 (MOV_31-01) – ř. km 17,862 – 33,412, Brumovka – 10100354_1 (MOV_31-02) – ř. km 0,000 – 4,731, Brumovka – 10100354_2 (MOV_31-03) – ř. km 7,011 – 13,556, Zelenský potok – 10101627_1 (MOV_31-04) – ř. km 0,000 – 1,211 a Říka – 10100555_1 (MOV_31-05) - ř. km 0,000 – 6,655 na základě stanovení následujících charakteristik průběhu povodně:

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

Uvedené charakteristiky povodně budou stanoveny na základě výstupů z hydrodynamických modelů a zpracovány do podoby map povodňového nebezpečí.

Kroky nezbytné k dosažení cíle byly:

- zajištění vstupních podkladů – stávající + nové (dodatečné zaměření profilů, objektů atd.);
- sestavení (aktualizace) hydrodynamických modelů a příslušné simulace pro úseky se změnou dle Tab. č. 2;
- zpracování výsledků numerického modelování a vytvoření map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí).

V následující tabulce (Tab. č. 2) je uvedeno porovnání rozsahu řešeného území 1. a 2. plánovacího cyklu.

Tab. č. 2 Porovnání rozsahu řešeného území 1. a 2. plánovacího cyklu

Ozn. v 1. plán. cyklu	Ozn. v 2. plán. cyklu	Tok	Délka úseku [km]	Změny oproti 1. plánovacímu cyklu
PM-54	MOV_31-01	Vlára	15,550	změna hydrologie pod Brumovkou
PM-57	MOV_31-02	Brumovka	6,655	beze změn
PM-58	MOV_31-03	Brumovka	6,545	úsek prodloužen o 0,904 km nad Poteč
PM-56	MOV_31-04	Zelenský potok	1,215	beze změn
PM-55	MOV_31-05	Říka	6,655	beze změn

1.3 Postup zpracování a metoda řešení

Postup zpracování a metoda řešení byly:

- Získání, soustředění a studium dostupných podkladů a jejich doplnění místním šetřením.
- Příprava podkladů pro případné geodetické zaměření a jeho zadání.
- Aktualizace nebo sestavení hydrodynamického modelu.
- Hydraulické výpočty proudění v toku včetně objektů a inundačního území. Výpočty se provádí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} .
- Výsledky výpočtů jsou následně prezentovány v podobě map povodňového nebezpečí.

Výchozím podkladem pro tvorbu map povodňového nebezpečí a následnou rizikovou analýzu jsou hydraulické výpočty pro účely vymezení záplavového území zpracované na Povodí Moravy, s.p. [14], [15], [16], [17] a také výstupy z 1. plánovacího cyklu zpracované firmou Pöyry Environment a.s. v r. 2012 [22].

2 Popis zájmového území

Zájmové území v této práci je rozděleno na několik dílčích úseků v závislosti na řešených tocích a rozsahu řešení:

- MOV_31-01 Vlára:
 - část I: km 17,862 – 22,569 – nový model.
 - část II: km 22,569 – 33,412 – aktualizace map nebezpečí, ohrožení a rizika (výstupy z modelu převzaty z [22]).
- MOV_31-02 Brumovka:
 - část I: km 0,000 – 0,905 – nový model
 - část II: km 0,905 – 4,731 – aktualizace map nebezpečí, ohrožení a rizika (výstupy z modelu převzaty z [22]).
- MOV_31-03 Brumovka:
 - celý úsek – aktualizace map nebezpečí, ohrožení a rizika (výstupy z modelu převzaty z [22]).
- MOV_31-04 Zelenský potok:
 - celý úsek – nový model.
- MOV_31-05 Říka:
 - celý úsek – aktualizace map nebezpečí, ohrožení a rizika (výstupy z modelu převzaty z [22]).

Předmětem řešeného území je úsek na řece Vlára v km 17,862 – 33,412, úsek na Říce v km 0,000 – 6,655, úsek na Zelenském potoce v km 0,000 – 1,211 a dva úseky na Brumovce v km 0,000 – 4,731 a 7,011 – 13,556* (Obr. č. 1).

Tab. č. 3 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100138_1	MOV_31-01	Vlára	17,862 – 33,412	4-21-08-054 4-21-08-057 4-21-08-061 4-21-08-063 4-21-08-065 4-21-08-075
10100354_1	MOV_31-02	Brumovka	0,000 – 4,731	4-21-08-066 4-21-08-070 4-21-08-072 4-21-08-074
10100354_2	MOV_31-03	Brumovka	7,011 – 13,556	4-21-08-066
10101627_1	MOV_31-04	Zelenský potok	0,000 – 1,211	4-21-08-064
10100555_1	MOV_31-05	Říka	0,000 – 6,655	4-21-08-060

*) Komentář k používané kilometrži toku:

V celém projektu je používána kilometráž, která vychází z již zpracovaných studií Povodí Moravy, s.p. [14], [15], [16], [17].

Při zpracování 1. plánovacího cyklu se kilometráž používaná v názvech úseků lišila s kilometrží používanou v projektu. Do názvu byla uváděna kilometráž, která vycházela z „Předběžného vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem“ (PVPR). V Tab. č. 4 je uvedeno porovnání staničení dle PVPR a dle geodetického zaměření [6], které je používáno v celém projektu.

Tab. č. 4 Porovnání staničení

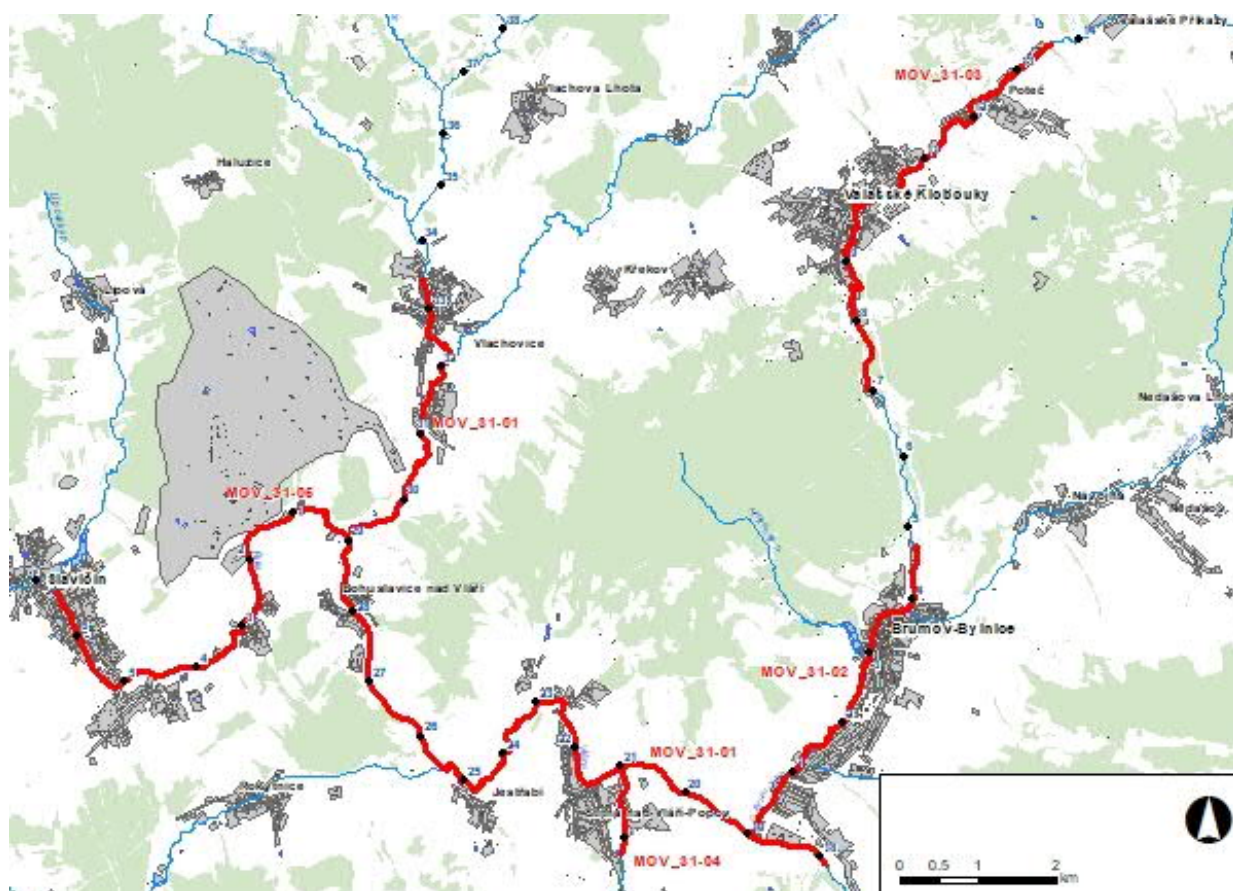
Tok	Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
Vlára	17,900 – 33,595	17,862 – 33,412
Brumovka	0,000 – 4,747	0,000 – 4,731
Brumovka	6,319 – 11,960	7,011 – 13,556
Zelenský potok	0,000 – 1,215	0,000 – 1,211
Říka	0,000 – 6,609	0,000 – 6,655

Objekty mají tzv. administrativní kilometráž dle Technicko-provozní evidence toku (TPE) [10], [11], [12] a [13], tato slouží jako neměnný identifikátor jednotlivých objektů. Staničení objektů dle TPE je uvedeno v kap. 5.2.1.

Vodní díla v povodí zájmových úseků: cca 0,5 km nad začátkem zájmového úseku Zelenského potoka je vybudována malá vodní nádrž (MVN) Na Zelenském.

Přítoky Vlára (MOV_31-01): levobřežní (LB) přítok Brumovka, pravobřežní (PB) přítok Zelenský potok, PB přítok Rokytka, PB přítok Říka, LB přítok Smolinka.

Přítoky Brumovky (MOV_31-02 a MOV_31-03): LB přítok Bylnička, PB přítok Hložecký potok, LB přítok Nedašovka. V řešeném úseku Říky a Zelenského potoka nejsou žádné významné přítoky.



Obr. č. 1 Vymezení řešené oblasti s významným povodňovým rizikem

2.1 Všeobecné údaje

Vlára

Jedná se o nejvýznamnější moravskou řeku nepatřící do povodí Moravy ani Odry. Vlára odtéká průsmekem v Bílých Karpatech na Slovensko, kde se vlévá do Váhu. Vlára je jedním z nejtypičtějších příkladů říčního pirátství na území Česka. Pramení ve Vizovických vrších nedaleko vrcholu Svéradov. Protéká obcemi Drnovice, Vlachovice, Vrbětice, Bohuslavice nad Vlárí a Štítná nad Vlárí-Popov. Ve městě Brumov-Bylnice přijímá LB přítok Brumovku a skrz Vlárský průsmyk odtéká na Slovensko, kde u Nemšové tvoří pravostranný přítok Váhu.

Plocha povodí Vlára nad státní hranicí se Slovenskem činí 322,89 km², z čehož připadá na povodí Brumovky 85,37 km², na povodí Zelenského potoka 19,69 km², povodí Říky 39,1 km² a povodí Vlára nad Říkou 97,32 km².

Koeficient odtoku povodí Vlára nad hranicí se Slovenskem je udáván hodnotou 0,4, povodí Brumovky 0,42 - 0,46, Říky 0,45 a Vlára nad Říkou 0,44 [14].

Průměrné roční srážky povodí Vlára jsou udávány hodnotou 774 mm, povodí Brumovky nad Vlárkou 804 mm a v Brumově 863 mm, povodí Říky 720 mm, povodí Vlára nad Říkou 753 mm [14].

Plocha zalesnění povodí Vlára činí 147,654 km², což představuje 45,7 % celkové plochy povodí. V povodí Brumovky je zalesněno 39,15 km², což představuje 45,8 % celkové plochy. V povodí Říky je zalesněno 15,36 km², což představuje 39,3 % plochy.

Úsek 10100138_1 (MOV_31-01), Vlára

V řešeném úseku protéká Vlára katastrálním územím (k. ú.) Bylnice, Štítná nad Vlárí, Popov nad Vlárí, Jestřabí nad Vlárí, Bohuslavice nad Vlárí, Vrbětice a Vlachovice. V zájmovém území je 11 mostů, 4 lávky pro pěší a 1 jez. Do km 18,964 je příčný profil koryta ve tvaru jednoduchého lichoběžníku. Od km 18,964 po soutok s Brumovkou v km 29,574 je příčný profil koryta ve tvaru složeného lichoběžníku. V km od 29,574 do 33,305 je příčný profil koryta ve tvaru jednoduchého lichoběžníku. Břehy jsou opevněny travním drnem a traviny jsou pravidelně sečené. Na hraně břehu jsou ojediněle vysázeny stromy. Břehy koryta jsou na částech úseku porostlé planými rostlinami, stromy a keři. Zájmový úsek Vlára je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Brumovka

Brumovka je jeden z nejvydatnějších přítoků Vlára. Pramení pod vrchem Požárem. V horní části je charakter toku výrazně bystřinný se sklonem až 60 %. Pod obcí Študlov se sklon zmírňuje. Protéká údolím vytvořeným mezi pohořím Vizovických vrchů a Karpatkým pohořím jihozápadním až jižním směrem. Nad obcí Brumov přibírá zleva Nedašovku. Protéká Brumovem a Bylnicí, kde ústí jako levostranný přítok do Vlára.

Tvar povodí je protáhlý, v horní části nad obcí Poteč se vějířovitě rozvírá.

Úsek ve správě Povodí Moravy (km 0,000 – km 17,827) je od zaústění do Vlára až po hospodářský most nad obcí Študlov. Oblast povodí Brumovky patří administrativně do Zlínského kraje.

Úsek 10100354_1 (MOV_31-02), Brumovka

V řešeném úseku protéká Brumovka k. ú. Bylnice a Brumov. V zájmovém území je 7 mostů, 2 lávky pro pěší a 1 jez. Příčný profil koryta Brumovky je ve tvaru lichoběžníku se břehy v intravilánu opevněnými travním drnem s nerovnoměrnou údržbou levého a pravého břehu (foto č. 028). Od km 3,071 do km 3,402 je příčný profil koryta složený, pravý nebo levý břeh tvoří kamenná zeď s protilehlým břehem zakončeným svahem cca 1:1. V extravilánu jsou břehy silně zarostlé planými rostlinami, keři a stromy. Zájmový úsek Brumovky je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Úsek 10100354_2 (MOV_31-03), Brumovka

V řešeném úseku protéká Brumovka k. ú. Valašské Klobouky a Poteč. V zájmovém území je 9 mostů a 4 lávky pro pěší. Příčný profil koryta Brumovky je ve tvaru lichoběžníku se břehy v intravilánu opevněnými betonovými dlaždicemi a travním drnem s nerovnoměrnou údržbou levého a pravého břehu. V extravilánu jsou břehy silně zarostlé planými rostlinami, keři a stromy. Zájmový úsek Brumovky je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Zelenský potok

Zelenský potok pramení na severním svahu Bílých Karpat v nadmořské výšce cca 650 m n. m. Horní tok tvoří několik přítoků, které protékají oblastí smíšených lesů, tyto posléze tvoří dva potoky levý Zelenský a pravý Žírecký. Ty se v km 1,640 spojují a dále tečou pod názvem Zelenský potok.

Charakter toku je bystřinný s mnoha stupni a prahy ve dně. Těmito je koryto zpevněno, aby se zabránilo erozi dna. Tvar povodí je vějířovitý.

Geologicky náleží povodí do útvaru magurské flyše, který je význačný střídáním jílovců a pískovců. Půdy jsou zde většinou šterkovité. Hloubka půdního profilu značně kolísá od 80 cm do výše 2 m.

Odtokový koeficient v povodí Zelenského potoka je udáván hodnotou 0,4 [16]. Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje v rozmezí od 741 mm do 774 mm. Z celkové plochy povodí 19,69 km² je zalesněno cca 60 % plochy což je cca 11,8 km².

Povodí toku Zelenského potoka náleží administrativně do Zlínského kraje a rozkládá se jihovýchodně od města Zlín. Orientační délka toku je 7,3 km.

Úsek 10101627_1 (MOV_31-04), Zelenský potok

V řešeném úseku protéká Zelenský potok k. ú. Štítná nad Vláří. V zájmovém území je 1 most, 1 lávka pro pěší a 3 spádové stupně. Příčný profil koryta je ve tvaru jednoduchého lichoběžníku. V nezastavěném území jsou břehy koryta silně zarostlé, v intravilánu jsou zpevněné kamennou dlažbou bez spárování místně prorostlé travinou, která je pravidelně sečena. Zájmový úsek Zelenského potoka je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Říka

Říka je pravobřežní přítok Vlárky, do které zaústí v km 29,020 (TPE 28,840). Úsek ve správě Povodí Moravy, s.p. je od zaústění do Vlárky až po silniční most v obci Slavičín (km 0,000 – km 7,819).

Oblast povodí Říky patří administrativně do Zlínského kraje.

Úsek 10100555_1 (MOV_31-05), Říka

V řešeném úseku protéká Říka k. ú. Bohuslavice nad Vláří, Divnice, Hrádek na Vlárské dráze a Slavičín. V zájmovém území je 10 mostů a 2 lávky pro pěší. Příčný profil koryta je ve tvaru jednoduchého lichoběžníku od km 0,000 do km 2,399 se zarostlými břehy planými rostlinami, keři a stromy. V intravilánu jsou traviny pravidelně sečené, profil koryta je udržován (v km 2,789 je část úseku pročištěna) a od km 6,300 do km 6,579 je průtočná kapacita zvětšena betonovou protipovodňovou zídou. Zájmový úsek Říky je ve správě Povodí Moravy, s.p.

dní, 28. a 29. července, spadlo na Slavičínsku 137 mm srážek, což činilo v přepočtu 161 % měsíčního průměru [26].

K další významné povodni v regionu došlo v červnu 2010. Dle dostupných historických informací odpovídají časově povodně v tomto regionu povodním na Olšavě v Uherském Brodě a v Bojkovicích.



Obr. č. 3 Povodeň 1972 – Slavičín



Obr. č. 4 Povodeň 1972 – Slavičín



Obr. č. 5 Povodeň 1972 – Slavičín



Obr. č. 6 Povodeň 1972 – Slavičín



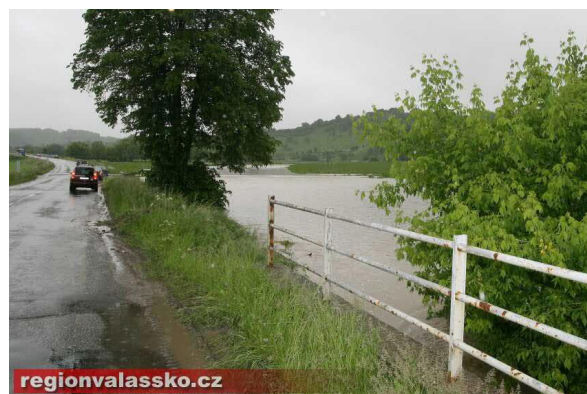
Obr. č. 7 Povodeň 2010 – Brumov-Bylnice



Obr. č. 8 Povodeň 2010 – Brumov-Bylnice



Obr. č. 9 Povodeň 2010 – Brumov-Bylnice, sesuv



Obr. č. 10 Povodeň 2010 – laguny před Štítnou



Obr. č. 11 Povodeň 2010 – sil. most Bohuslavice



Obr. č. 12 Povodeň 1972 – Valašské Klobouky



Obr. č. 13 Povodeň 2010 – Štítná nad Vláří



Obr. č. 14 Povodeň 2010 – Štítná nad Vláří



Obr. č. 15 Povodeň 2010 – Štítná nad Vlárkou



Obr. č. 16 Povodeň 2010 – Štítná nad Vlárkou

3 Přehled podkladů

3.1 Soupis zpráv a dokumentů

- [1] Digitální model reliéfu zájmové oblasti. DMR 5G. ČÚZK, Praha, 2018.
- [2] Rastrová základní mapa 1:10 000 (RZM 10. ČÚZK, mapové listy č.: 11740492, 11740494, 11740496, 11740498, 11760492, 11760494, 11760496, 11760498, 11760500, 11760502, 11760504, 11780492, 11780494, 11780496, 11780498, 11780500, 11780502, 11780504, 11780506, 11780508, 11800494, 11800496, 11800498, 11800500, 11800502, 11800504, 11800506, 11800508, 11820494, 11820496, 11820498, 11820500, 11820502, 11820504, 11820506, 11820508, 11840494, 11840496, 11840498, 11840500, 11840502, 11840504, 11840506, 11840508, 11860494, 11860496, 11860498, 11860500, 11860502. Praha, 2017.
- [3] Ortofotomapy zájmového území. ČÚZK, Praha, 2018.
- [4] Základní báze geografických dat ZABAGED – polohopis, ČÚZK, Praha, 2017.
- [5] Základní báze geografických dat ZABAGED – výškopis, ČÚZK, Praha, 2017.
- [6] Geodetické zaměření koryta Vlárý, Brumovky, Říky a Zelenského potoka, útvar geodézie Povodí Moravy s.p., 2007.
- [7] Hydrologická data – N-leté průtoky, ČHMÚ, 11/2018.
- [8] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu září 2012. Pöyry Environment a.s., Brno.
- [9] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu dubna 2019. AQUATIS a.s., Brno.
- [10] Technicko provozní evidence toků – TPE Vlára, Povodí Moravy, s.p., Brno.
- [11] Technicko provozní evidence toků – TPE Říka, povodí Moravy, s.p., Brno, 1975.
- [12] Technicko provozní evidence toků – TPE Zelenský potok, povodí Moravy, s.p., Brno.
- [13] Technicko provozní evidence toků – TPE Brumovka, Povodí Moravy, s.p., Brno, 1986.
- [14] Záplavové území Vlárý, povodí Moravy, s.p., 11/2008.
- [15] Záplavové území Říky km 0,000 – 9,033, Povodí Moravy s.p., 01/2008.
- [16] Záplavové území Zelenského potoka km 0,000 – 1,400, Povodí Moravy s.p., 11/2008.
- [17] Záplavové území Brumovky km 0,000 – 17,827, Povodí Moravy s.p., 01/2008.
- [18] Studie ochrany před povodněmi na území Zlínského kraje, Hydroprojekt CZ a.s., 08/2007.
- [19] Plán dílčího povodí Moravy a přítoků Váhu, AQUATIS a.s., 2016.
- [20] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970.
- [21] www.pmo.cz, Stavy a průtoky na vodních tocích, duben 2019.
- [22] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, Pöyry Environment a.s., Brno, 07/2013.
- [23] HEC-RAS 5.0 River Analysis System – User's Manual, US Army Corps of Engineers, 02/2016.
- [24] Numerický 1D+ model Vlárý a jejich přítoků v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2008.
- [25] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual DHI, 2009.
- [26] www.mesto-slavicin.cz
- [27] Fotodokumentace, Pöyry Environment a.s., Brno, 2012.
- [28] Fotodokumentace, AQUATIS, a.s., Brno, 2019.

3.2 Související předpisy

- [I] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie.
- [II] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [III] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [IV] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [V] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [VI] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [VII] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [VIII] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [IX] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [X] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

- [XI] Vyhláška MŽP 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [XII] Vyhláška č. 178/2012 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [XIII] Nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení §27 odst. 8 a §28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
- [XIV] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012.
- [XV] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011.
- [XVI] Předběžné vyhodnocení povodňových rizik v České republice 2011. Implementace směrnice 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik (verze 5.0). Ministerstvo životního prostředí ČR (poslední aktualizace dne 16. 3. 2012). Praha. 12/2011.
- [XVII] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., aktualizace 18. 8. 2019.
- [XVIII] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 07/2019.
- [XIX] Standardizovaná struktura uložení dat, CDS2, 09/2019.

U uvedených zákonů, nařízení a vyhlášek se předpokládá jejich platné znění.

3.3 Topologická data

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

3.3.1 Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu

Pro všechny úseky byly vytvořeny zcela nové digitální modely terénu (DMT) s použitím DMR 5G [1]. DMT byl vytvořen s použitím programů ESRI Arc GIS Version 10.5., AutoCAD 2012 a AutoCAD CIVIL 3D. Model pokrývá celé zájmové území v rozsahu předpokládaného rozlivu Q_{500} s dostatečným přesahem. Výsledný DMT je zpracován z DMR 5G [1], který je doplněn o geodetické zaměření koryta. DMT má tyto vlastnosti: formát ESRI GRID, velikost pixelu 1 m, přesnost výškových údajů do 0,5 m, polohopisný systém S-JTSK, výškopisný systém Balt po vyrovnání.

3.3.2 Mapové podklady

Mapové podklady byly:

- Rastrová základní mapa 1 : 10 000 (RZM 10), z vektorového topografického modelu ZABAGED, ČÚZK, 2017, Měřítko 1 : 10 000, velikost pixelu 0,63 m.
- Ortofotomapy, formát JPG, velikost pixelu 0,25 m, ČÚZK, 2018.
- ZABAGED, komplexní digitální geografický model území ČR, formát SHP, ČÚZK, 2017.

3.3.3 Geodetické podklady

Geodetické zaměření a příčné profily celého území po cca 100 m v roce 2007 provedl a zpracoval útvar geodézie Povodí Moravy, s.p. Zaměření je v polohopisném systému S-JTSK, výškopisném systému Balt po vyrovnání. Výkresová dokumentace je k dispozici u zhotovitele.

3.4 Hydrologická data

V Tab. č. 5 jsou uvedena hydrologická data. Data byla ověřena u ČHMÚ koncem roku 2018 [7], případně doplněna o nová. Na většině profilů nedošlo k významným změnám, pouze v profilu pod Brumovkou na Vláře došlo ke změnám hodnot nižších průtoků, a to pro Q_5 o 10 % a pro Q_{20} o 7,5 %.

Tab. č. 5 Aktuální N-leté průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ [7]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Brumovka – Val. Klobouky	12. 11. 2018	10	18,4	35	62,5	101	III.
Brumovka – LG Brumov	12. 11. 2018	1,1	41,6	75,8	130	202	I.
Brumovka – ústí	12. 11. 2018	0,1	42,4	82	154	262	III.
Říka – ústí	12. 11. 2018	0,4	33,3	59,7	101	156	III.
Vlára – pod Sviborkou	12. 11. 2018	34,4	33,5	61,8	107	169	III.
Vlára – nad Říkou	12. 11. 2018	29,3	52,7	93,4	156	239	III.
Vlára – Popov vodočet	12. 11. 2018	22,2	72,8	129	217	334	I.
Vlára – pod Brumovkou	12. 11. 2018	19,1	107	191	320	489	III.
Zelenský p. – nad Vlárrou	12. 11. 2018	0,3	19,3	35,3	61	95,5	III.

Tab. č. 6 Starší hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ pořízené pro 1. plánovací cyklus [22]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Brumovka – Val. Klobouky	2013	10	18,4	35	62,5	100,6	II., III.*
Brumovka – LG Brumov	2013	1,1	41,6	75,8	130	202,4	I., II.*
Brumovka - ústí	2006	0,1	42,4	82	154	-	
Říka – ústí	2013	0,4	33,3	59,7	101	155,5	III.
Vlára – nad Říkou	2013	29,3	52,7	93,4	156,3	238,6	III.
Vlára – Popov vodočet	2013	22,2	72,8	129	217,3	334,2	I., II.*
Vlára – pod Brumovkou	2006	19,1	96,7	177,6	318	-	
Zelenský p. – nad Vlárrou	2013	0,3	19,3	35,3	61	95,5	III.

*) Poznámka: pokud jsou uvedeny 2 třídy přesnosti, tak první z nich se vztahuje k hodnotám Q_5 až Q_{100} , druhá platí pro hodnotu Q_{500} . V případě, že je uvedena jen 1 třída přesnosti, platí pro všechny poskytnuté hodnoty Q_N .

Tab. č. 7 Starší hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Brumovka – Val. Klobouky	2004	10	19	37	67,5	-	
Říka – ústí	1970	0,4	48	74	110	-	
Vlára – nad Říkou	1970	29,3	101	154	230	-	
Vlára – Popov vodočet	1970	22,2	132	200	300	-	
Zelenský p. – nad Vlárrou	2007	0,3	19,5	36	61	-	

3.5 Místní šetření

Fotodokumentace byla pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedl AQUATIS a.s. v dubnu 2019 [28]. Byly pořizovány fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území a citlivých objektů v možném záplavovém území Q_{500} . Při terénním průzkumu byla prověřována aktuálnost geodetického zaměření, ověřovány hydraulické parametry ovlivňující proudění vody v korytě a inundačním území a zjišťován rozsah historických povodní u místních obyvatel. V rámci terénní pochůzky byla v úseku MOV_31_03 Brumovka zjištěna nová lávka na cyklostezce v km 9,594 ve Valašských Kloboukách, dále nový most na nově budované cyklostezce v km 7,730. V úseku MOV_31_01 Vlára byla postavena nová lávka na cyklostezce v km 18,709 pod zaústěním Brumovky.

3.6 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

Numerické jednorozměrné síťové (1D+) modely byly vytvořeny v programu MIKE 11 na Povodí Moravy, s.p. v roce 2008 [24]. Modely sloužily pro Záplavové území Vlárky [14], Záplavové území Říky [15], Záplavové území Zelenského potoka [16] a Záplavové území Brumovky [17]. Pro tvorbu modelu bylo využito geodetické zaměření [6], DMT a hydrologická data. V rámci modelu byly řešeny povodňové scénáře pro Q_1 – Q_{100} . Výpočet byl proveden pro neustálené nerovnoměrné proudění.

Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo simulováno ustálené nerovnoměrné proudění s využitím okrajových podmínek při kulminaci z výše uvedeného celkového modelu. Model vymezeného úseku byl sestaven společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy, s.p. v roce 2012. Hydrologická data v modelu byla aktualizována a doplněna o povodňový scénář Q_{500} . Případné rozdíly stavu zjištěné z terénního průzkumu a výchozího modelu byly zohledněny.

Pro kalibraci modelu [24] a [22] byla použita měrná křivka limnigrafické stanice Brumov na Brumovce.

3.7 Vyhodnocení a příprava podkladů

DMT vytvořený z DMR 5G [1] a ze zaměření koryta toku pokrývá celé zájmové území v ploše předpokládaného rozlivu při Q_{500} s přesahem.

Mapové podklady (RZM 10 [2], ortofotomapy [3] a ZABAGED [4]) pokrývají celé zájmové území.

Pozemní geodetické zaměření [6] pokrývá celé zájmové území řešených úseků toku Vlára, Brumovka, Říka a Zelenský potok. Příčné profily korytem jsou vedeny kolmo na směr proudění, s hustotou dle charakteru koryta. Zaměřeny jsou veškeré objekty na toku – stupně, jezy, mosty, lávky. V inundaci jsou dále zaměřeny liniové stavby podélné i příčné. Geodetické práce zpracoval ústav geodézie Povodí Moravy s.p. Brno v roce 2007.

Hydrologická data použitá ve stávajícím výpočtu byla ověřena u ČHMÚ [7], případně doplněna o nová. Změna hydrologických údajů je jen v profilu Vlára – pod Brumovkou. Z tohoto důvodu byla nově počítána pouze spodní část úseku Vlárky s přítokem Zelenského potoka a části Brumovky.

Terénní průzkum byl proveden v září 2012 [8] v rámci 1. plánovacího cyklu a v dubnu 2019 [9] v rámci 2. plánovacího cyklu. Byla prověřena aktuálnost geodetického zaměření. Oproti 1. plánovacímu cyklu nebyly zjištěny žádné významné změny, které by mohly ovlivnit hydraulický výpočet.

Ostatní podklady (kalibrační data, TPE, studie a koncepční dokumenty) byly shromážděny a využity při hydraulických výpočtech.

Podkladem pro vyhodnocení byly výsledky ze stávajících numerických 1D+ modelů části zájmového úseku Vlárý a zájmových úseků Říky, Zelenského potoka a Brumovky [20], které byly vytvořeny na Povodí Moravy, s.p. v r. 2008.

Dostupnými kalibračními daty jsou křivky limnigrafických stanic Popov na Vláře a Brumov na Brumovce.

4 Popis koncepčního modelu

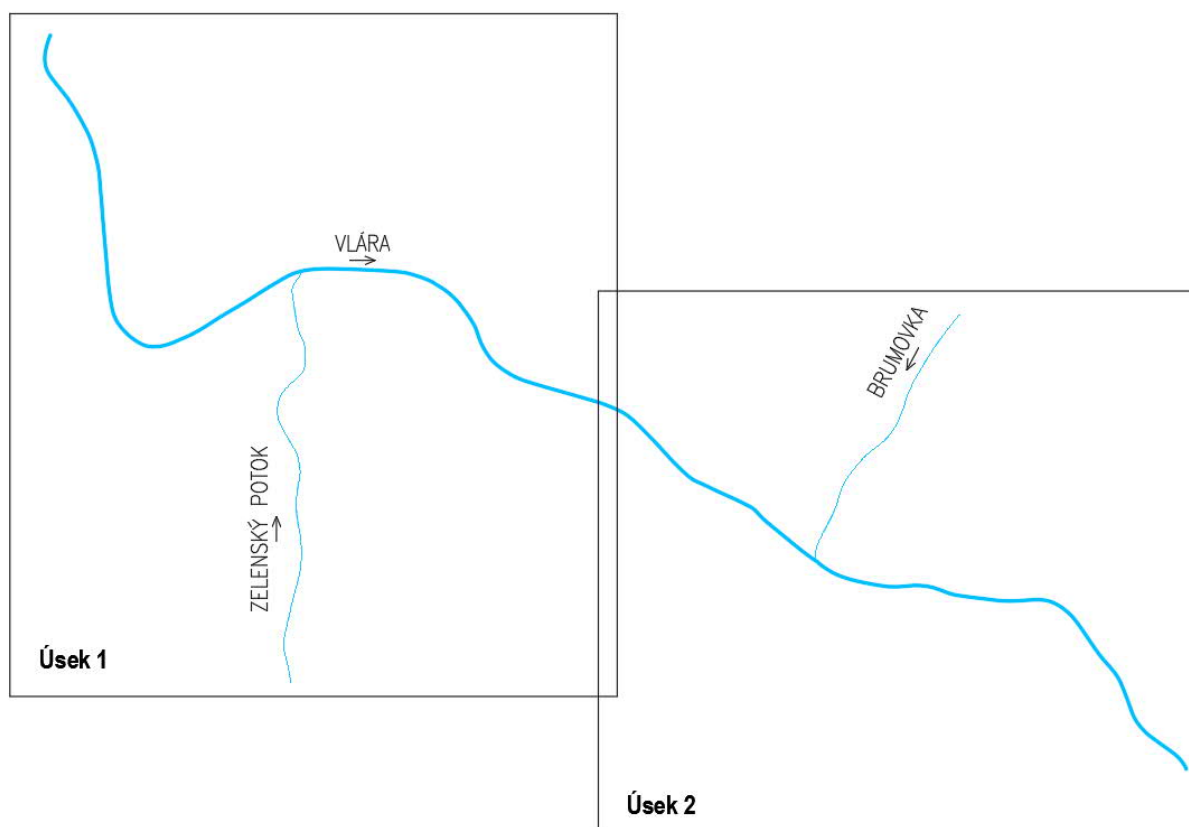
Řešený úsek nebyl nově počítán v celém rozsahu, protože v některých úsecích nedošlo ke změnám charakteru území (topografie a drsnost), které by vyvolaly změnu v proudění, zde byl použit pouze přesnější podklad pro vyobrazení výsledků (DMR 5G). Výsledky byly použity ze stávajícího modelu [22] vytvořeného společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodím Moravy s.p. v roce 2012. Řešený úsek toku byl schematizován 1D+ modelem. Výpočet průběhu hladin byl proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11 [25]. Hydrodynamický model byl sestaven v na základě podkladu [24].

Koncepční model nově počítaných úseků řešených 2D modelem (Vlára (MOV_31-01), Zelenský potok (MOV_31-04), Brumovka (MOV_31-02)) byl rozdělen na 2 dílčí úseky z důvodu řešení souběhu povodní z více větví (Obr. č. 17). Přesah modelovaných oblastí je cca 100 m.

Přehled nově počítaných a aktualizovaných úseků je v kapitole 2.

Modelované dílčí úseky:

- Úsek 1 – Horní úsek Vláry (MOV_31-01) se Zelenským potokem (MOV_31-04).
- Úsek 2 – Dolní úsek Vláry (MOV_31-01) s Brumovkou (MOV_31-02).



Obr. č. 17 Schéma modelovaných podúseků

Pro výpočet byl použit dvourozměrný (2D) model proudění. Výsledky simulace popisují stav ustáleného proudění při požadovaných N-letých průtocích v celé zájmové oblasti. Model vymezeného úseku byl sestaven společností AQUATIS a.s. ve spolupráci s Povodím Moravy, s.p. v roce 2019.

Na menších tocích je tradičně využívána spíše 1D schematizace proudění, což je odůvodněno tím, že obvykle nedochází k rozsáhlým inundacím a převažuje proudění paralelně s osou koryta toku. Jednorozměrné modely jsou

jednoduché a méně náročné při řešení a jejich využití bylo historicky podmíněno především nižším rozlišením dostupných DMT, popř. softwarovými nároky a stabilitou výpočtu. V posledních 20 letech se často uplatňuje přístup, kdy se proudění v korytě modeluje pomocí 1D schematizace a inundace pomocí 2D schematizace, přičemž je zajištěna výpočetní provázanost obou schematizací. Použití uvedeného přístupu je obvykle důsledkem nižšího rozlišení DMT koryta toku (DMR 5G nepopisuje terén pod hladinou vody). Nevýhodou uvedeného přístupu je především omezená možnost provázání obou schematizací a málo výstižná simulace proudění složitými objekty s 2D charakterem proudění. Přesnějším řešením, pokud existuje kompletní DMT, je 2D schematizace proudění v korytě i v inundačním území. Další zpřesnění poskytuje 3D schematizace, která se vzhledem k hardwarovým nárokům zatím často nepoužívá.

V rámci zpracování jsme s ohledem na charakter proudění, dostupná data a požadavky na výsledky zvolili 2D schematizaci, tedy byl vyhotoven 2D model proudění. Výhodou 2D modelu proudění oproti 1D, 1D+ a kombinaci 1D a 2D modelu je přesnější popis proudění v území, snadná vizuální kontrola výsledků a možnost přímého vygenerování výstupů pro vyhotovení map povodňového nebezpečí. Kombinací DMR 5G a podrobného DMT koryta je možné vytvořit velmi detailní výpočetní síť. V případě složitější topografie dna a břehů toku umožňuje 2D schematizace přesnější popis rozložení rychlostí v korytě a nabízí individuální volbu součinitelů drsnosti pro každou výpočetní buňku (prvek).

Pro řešení byl použit softwarový prostředek HEC-RAS 5.0 [23].

2D modelem bylo popsáno proudění vlastním korytem řeky Vlár y, Brumovky, Zelenským potokem, souvisejícím inundačním územím a veškerými objekty.

4.1 Schematizace řešeného problému

1D+ modely (část MOV_31-01, MOV_31-02, MOV_31-03, MOV_31-05)

Schematizace řešených úseků Vlár y, Brumovky a Říky jsou popsány v podkladu [22]. Vzhledem k tomu, že v řešených úsecích nedošlo k významným změnám, které by vedly ke změnám výpočtového modelu a proudění v oblasti lze dostatečně výstižně popsat 1D+ modelem, nebyly úseky počítány a výstupy z modelu jsou převzaty z předchozího plánovacího cyklu [22].

Horní úsek Vlár y (MOV_31-01) se Zelenským potokem (MOV_31-04).

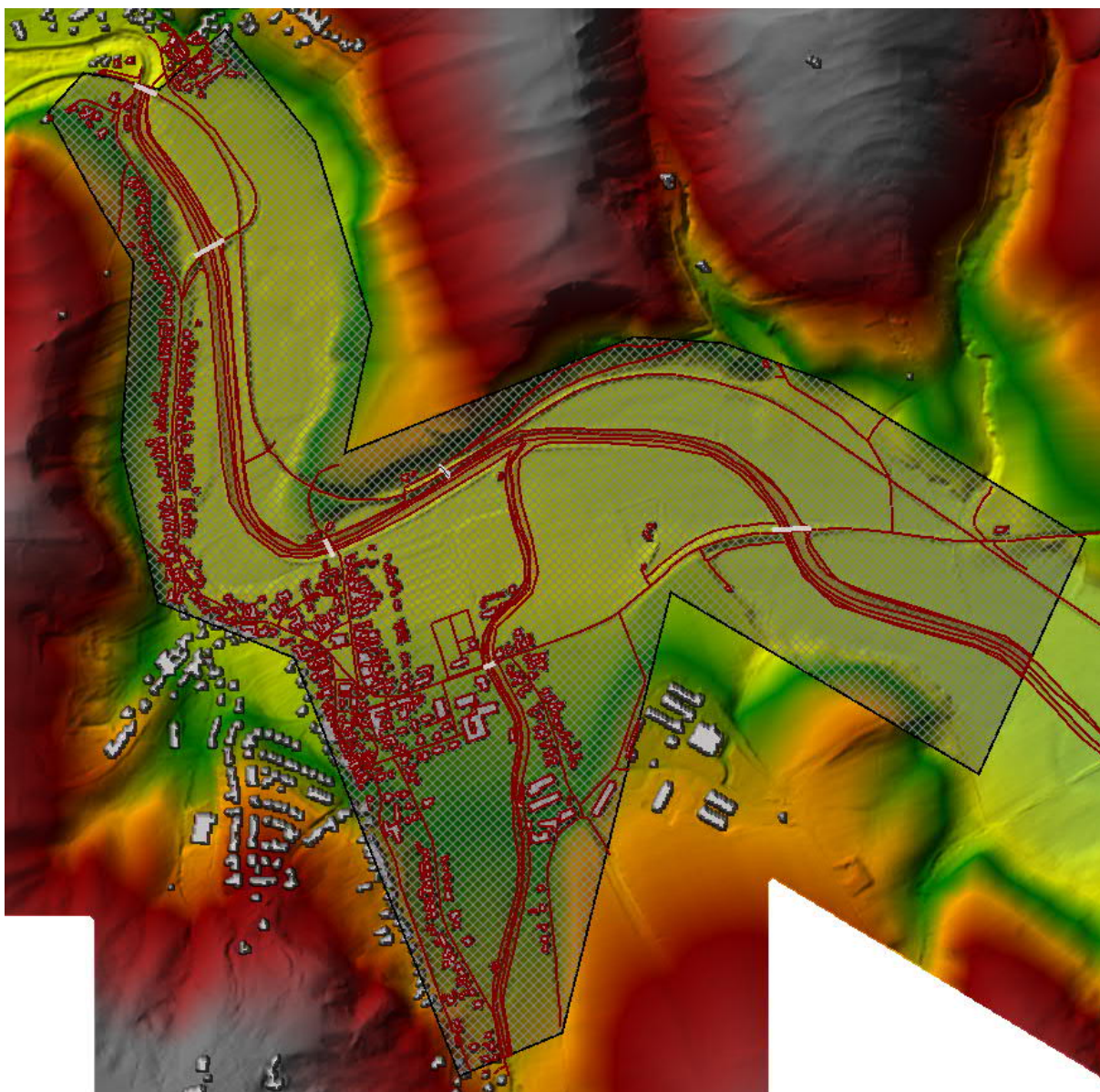
V rámci vytváření 2D modelu byla provedena schematizace náhradní oblasti pomocí nepravidelné mnohoúhelníkové výpočetní sítě (Obr. č. 18). Základem byla ortogonální síť s velikostí prvku 4,0 m × 4,0 m, která je pomocí povinných hran přizpůsobena objektům a liniovým prvkům tak, aby byl co nejpřesněji vystižen skutečný tvar terénu. Použité soubory povinných hran zahrnují budovy a bloky budov, liniové stavby, břehové hrany a paty svahů koryta. V prostoru koryta vodního toku, případně některých liniových prvků, byla síť z důvodu výstižnosti zahuštěna až na velikost prvku 1,0 m × 1,0 m (Obr. č. 19).

Celá výpočetní síť má 322 315 buněk.

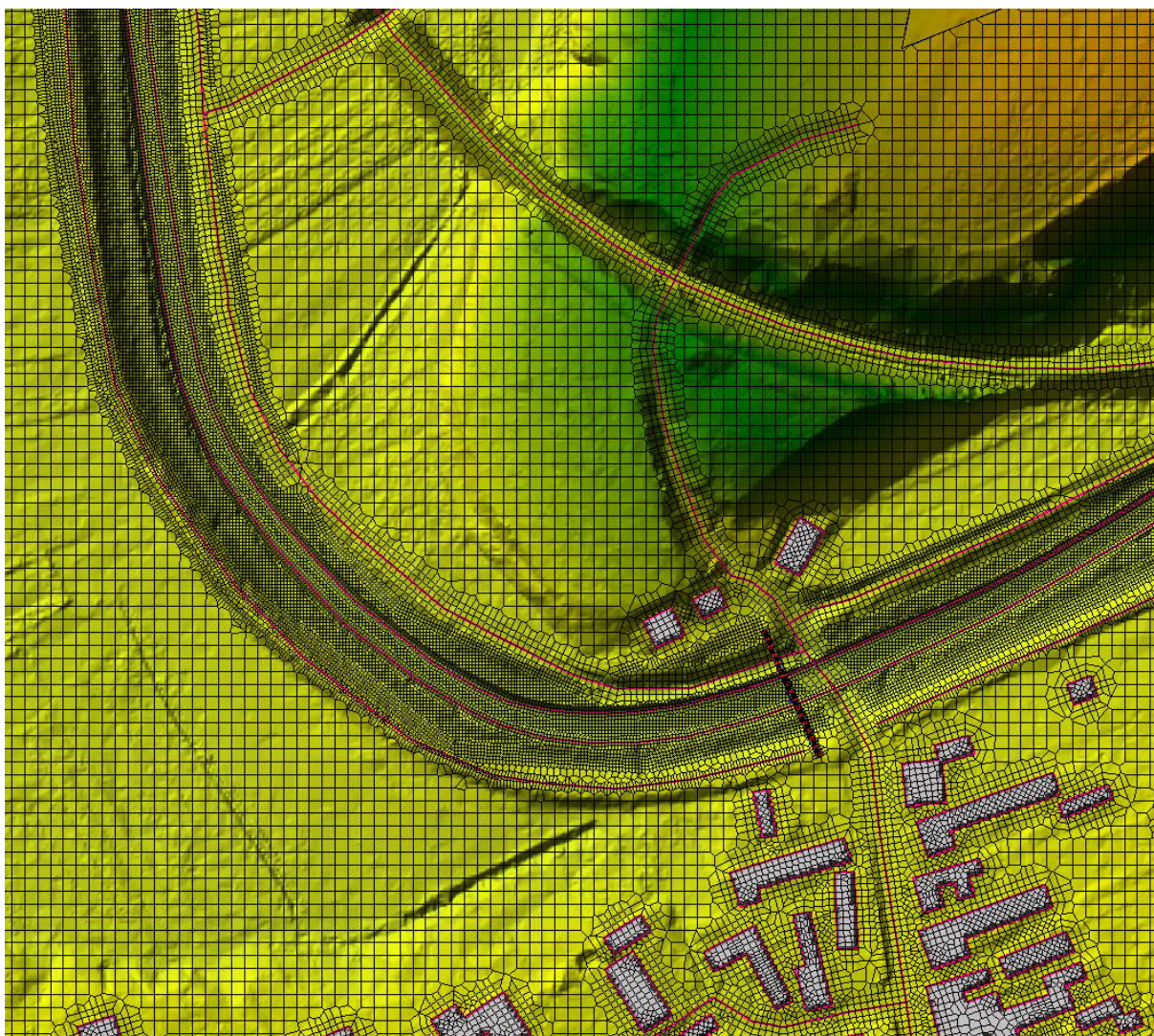
Dolní úsek Vlár y (MOV_31-01) s Brumovkou (MOV_31-02)

V rámci vytváření 2D modelu byla provedena schematizace náhradní oblasti pomocí nepravidelné mnohoúhelníkové výpočetní sítě (Obr. č. 20). Základem byla ortogonální síť s velikostí prvku 4,0 m × 4,0 m, která je pomocí povinných hran přizpůsobena objektům a liniovým prvkům tak, aby byl co nejpřesněji vystižen skutečný tvar terénu. Použité soubory povinných hran zahrnují budovy a bloky budov, liniové stavby, břehové hrany a paty svahů koryta. V prostoru koryta vodního toku, případně některých liniových prvků, byla síť z důvodu výstižnosti zahuštěna až na velikost prvku 1,0 m × 1,0 m.

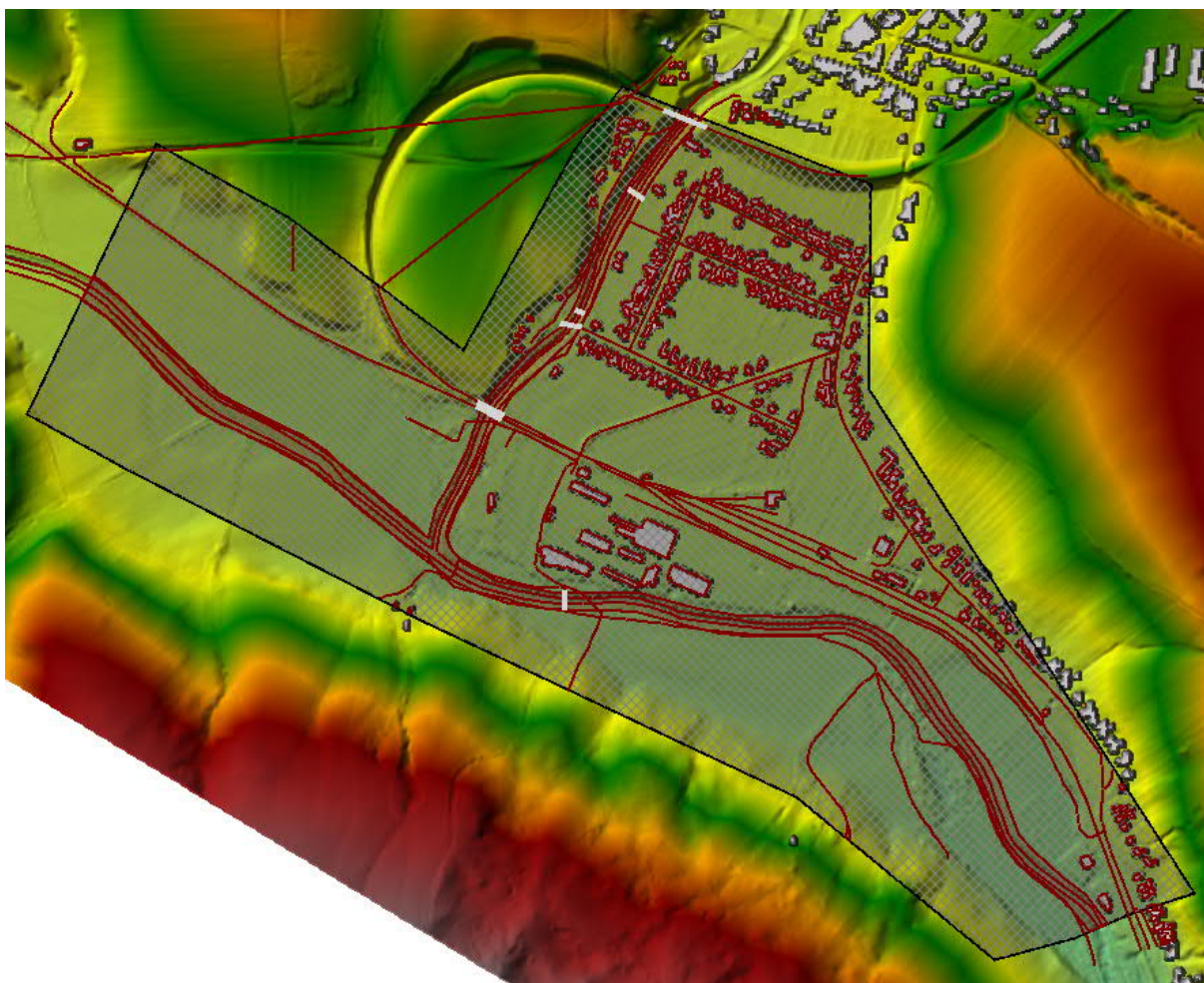
Celá výpočetní síť má 241 231 buněk.



Obr. č. 18 Schéma výpočetní sítě pro Horní úsek MOV_31-01 a 04 (Vlára se Zelenským potokem)



Obr. č. 19 Detail výpočetní sítě úseku MOV_31-01



Obr. č. 20 Schéma výpočetní sítě pro Dolní úsek MOV_31-01 a 02 (Vlára s Brumovkou)

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Výsledky předkládaných hydraulických výpočtů odráží teoretický stav, při kterém by došlo k ustálenému proudění s hodnotou průtoku Q_N v celém zájmovém úseku i přilehlém inundačním území. Zvolený přístup má za následek vychýlení některých výsledků (rozsah rozlivu, hodnoty hloubek) mírně na stranu bezpečnosti oproti reálnému stavu, především při modelovém průchodu povodňových vln vyšších N-letostí (s kulminačními průtoky Q_{100} a Q_{500}). Důvodem zmíněného nadhodnocení je skutečnost, že reálné povodně se vyznačují neustáleným prouděním, tedy mají nižší objemovou složku (kulminační průtok odpovídající vyšetřované N-letosti se vyskytuje omezenou dobu) a při proudění dojde k jejich transformaci územím. Výsledek proudění při ustáleném stavu vystihuje stav, kdy by nejhorší fáze povodně nastala v celém vyšetřovaném úseku ve stejný okamžik.

Pro důsledné uplatnění řešení v podmínkách neustáleného proudění by bylo zapotřebí definovat ke každému N-letému průtoku návrhový hydrogram s vhodně zvolenou podmíněnou pravděpodobností překročení objemu. Lze předpokládat, že podrobný hydrodynamický výpočet by vedl k různým hodnotám N-letých kulminací v dílčích profilech vyšetřovaného úseku vodního toku. Detailní způsob řešení průchodu N-leté povodně v režimu neustáleného proudění klade velké nároky na množství i kvalitu vstupních hydrologických dat a přináší řadu otázek, které by bylo zapotřebí metodicky vyjasnit.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Zadání okrajových podmínek (OP) a počátečních podmínek (PP) v 1D+ modelu je popsáno v podkladu [22].

OP 2D modelu jsou zadány následovně:

Horní okrajovou podmínkou (HOP) jsou průtoky. Při ustálení odpovídají hodnotám N-letých průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} ve vodním toku Vlára a jeho přítocích dodaných ČHMÚ [7].

Dolní okrajové podmínky (DOP) Dolního úseku jsou určeny měřnými křivkami průtoků, které vychází z výpočtu provedeného v rámci projektu Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, 2012 [22]. Za DOP Horního úseku byly zadány úrovně hladin z výstupů Dolního úseku.

Oba modely byly vytvořeny s přesahem, aby zadání okrajových podmínek neovlivnilo výstupy.

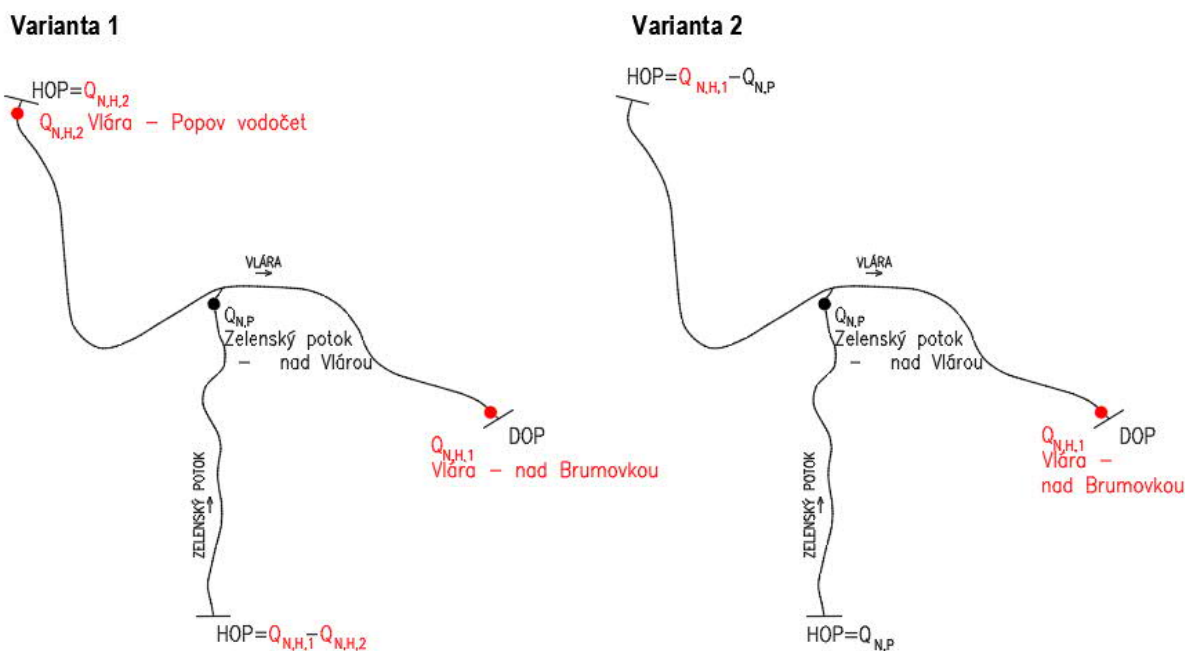
Souběhy povodní z více větví

Oba úseky jsou řešeny souběhem povodní z více větví – hlavního toku Vlára (MOV_31-01) a přítoků Brumovka (MOV_31-02) a Zelenský potok (MOV_31-04). K oběma úsekům byly provedeny dvě varianty výpočtu s ohledem na rozdělení povodňových průtoků (Obr. č. 21 a 22). Pro vynesení rozlivů byla uvažována obálka maximálních rozlivů z těchto dvou uvažovaných scénářů.

Horní úsek Vlára (MOV_31-01) se Zelenským potokem (MOV_31-04)

Varianta 1 – patříčné N-leté povodňové průtoky Q_N na hlavním toku Vlára (profil Vlára – Popov vodočet), který se doplňuje z pravostranného přítoku Zelenský potok (profil Zelenský potok – nad Vlárrou) takovými průtoky, aby součet odpovídal příslušnému N-letému průtoku pod soutokem, tedy v profilu Vlára – nad Brumovkou.

Varianta 2 – patříčné N-leté povodňové průtoky Q_N na vedlejším toku Zelenský potok (profil Zelenský potok – nad Vlárrou), který se doplňuje z Vlára, takovými průtoky, aby součet odpovídal příslušnému N-letému průtoku pod soutokem, tedy v profilu Vlára – nad Brumovkou.

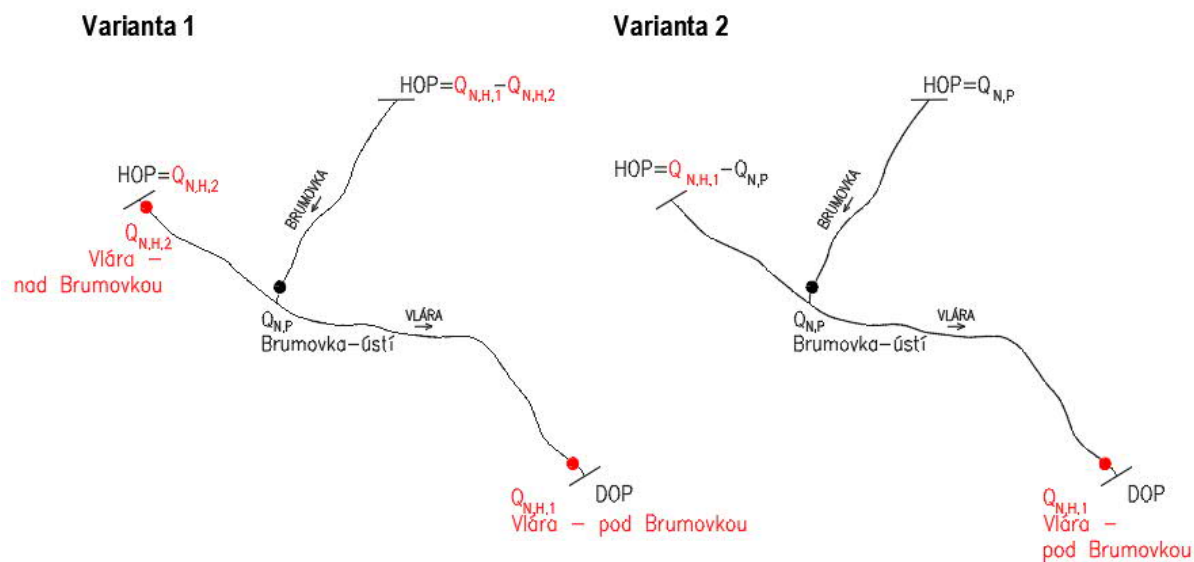


Obr. č. 21 Schéma zadávání OP pro Horní úsek Vlára

Dolní úsek Vlára (MOV_31-01) s Brumovkou (MOV_31-02)

Varianta 1 – příčné N-leté povodňové průtoky Q_N na hlavním toku Vlára (profil Vlára – nad Brumovkou), který se doplňuje z levostranného přítoku Brumovka (profil Brumovka - ústí) takovými průtoky, aby součet odpovídal příslušnému N-letému průtoku pod soutokem, tedy v profilu Vlára – pod Brumovkou.

Varianta 2 – příčné N-leté povodňové průtoky Q_N na vedlejším toku Brumovka (profil Brumovka - ústí), který se doplňuje z Vlára, takovými průtoky, aby součet odpovídal příslušnému N-letému průtoku pod soutokem, tedy v profilu Vlára – pod Brumovkou.



Obr. č. 22 Schéma zadávání OP pro Dolní úsek Vlára

Pozn. $Q_{N,H}$ – N-leté průtoky na hlavním toku; $Q_{N,P}$ – N-leté průtoky na přítoku.

Hodnoty Q_N v profilu Vlára – nad Brumovkou byly dopočítány na základě dostupných hydrologických údajů a dílčích ploch povodí IV. řádu jako přírůstek ke Q_N v profilu Vlára – Popov vodočet. Ten je dán rozdílem průtoků v profilech Vlára – Popov vodočet a Vlára – pod Brumovkou, vynásobený poměrem dílčích ploch povodí.

Výpočet je zahájen na „suchém“ modelu. Na začátku simulace je HOP průtok, který je menší, než je kapacita koryta vodního toku, a je plynule zvyšován po dobu 1 hod až na hodnotu Q_5 , která je v následující době simulace neměnná. Na dolním konci modelu je sledována hodnota průtoků v kontrolním profilu. Celková doba výpočtu je dle tohoto sledování nastavena tak, aby došlo k ustálení na celém modelovaném úseku. Výpočetní software umožňuje vložení řady kontrolních řezů jdoucích napříč korytem i inundačním územím. Pro tyto řezy je možné vykreslit hydrogramy a tím ověřit dodržení podmínek stacionárního proudění během požadovaného časového úseku.

Při výpočtu Q_{20} je PP ustálené proudění při Q_5 . Hodnota HOP je nastavena jako plynulý nárůst z Q_5 na Q_{20} a tato hodnota je pak udržována až do ustálení průtoků v celém modelu obdobně jako v předchozím postupu.

Stejným způsobem jsou nastaveny OP resp. PP pro průtoky Q_{100} a Q_{500} .

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

1D+ modely

Výpočet hladin byl proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11, vyvinutým Dánským hydraulickým institutem pro výpočet jednorozměrného proudění ve větvené síti. Výpočet byl proveden v rámci zpracování 1. plánovacího cyklu [22]. MIKE 11 je komplexní jednorozměrný matematický model pro simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích a srážko-odtokových jevů. Výpočtové rovnice matematického modelu jsou uvedeny v manuálu [25], který je k dispozici u zhotovitele.

Matematickými modely jsou popsány průtoky vlastními koryty Vlár y, Brumovky a Říky včetně souvisejících inundačních území a veškerých objektů na toku.

Popis numerického modelu řešených úseků je dostupný v podkladu [22].

2D modely

Výpočet proudění byl proveden pomocí programu HEC-RAS 5.0.6 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) vyvinutého US Army Corps of Engineers pro výpočet jednorozměrného a dvourozměrného proudění. HEC-RAS umožňuje komplexní modelové řešení pro simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích. Výpočtové rovnice jsou uvedeny v manuálu [23]. Pro řešení proudění byla zvolena metoda difuzní vlny (resp. její aproximace). Numerická schematizace se opírá o kombinaci metody konečných diferencí a konečných objemů.

Výsledky dosažené metodou difuzní vlny byly na vybraných zájmových úsecích porovnány s metodou využívající úplných Saint Venantových rovnic (zahrnující mimo jiné vliv Coriolisovy síly). Na převážné většině území výpočetní sítě dávaly obě zmiňované metody srovnatelné výsledky, přičemž metoda difuzní vlny vykazovala vyšší míru stability a kratší dobu výpočtu. V souladu s předpoklady se významnější rozdíly ve výsledcích obou metod objevily v místech s výskytem silně turbulentního proudění. Vzhledem k ostatním nejistotám a přijatým zjednodušením se použití metody difuzní vlny jeví jako praktická a adekvátní technika pro řešenou úlohu.

Numerickým modelem je popsán průtok vlastním korytem Vlár y, Zelenského potoka, Brumovky, včetně souvisejících inundačních území a veškerých objektů na toku.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Vstupními daty numerického modelu jsou data z geodetického pozemního měření [6], v podobě příčných řezů, z nichž je vygenerován model koryta toku Vlár y a přítoků. Model povrchu inundačního území je vytvořen na základě DMR 5G [1]. Budovy a bloky budov jsou ve výpočetní síti uvažovány jako plochy s výrazným zvýšením terénu. DMT použitý ve výpočtu je vytvořen propojením zaměření koryt, DMR a objektů (budov). Bližší informace poskytuje kapitola 3.3. HOP jsou hodnoty N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} ve Vlár ě a ostatních přítocích dodaných ČHMÚ [7]. DOP jsou měrné křivky průtoků. Detailní informace o aplikaci OP a PP uvádí kapitola 4.3. Pro stanovení součinitele drsnosti byly používány ortofotomapy [3] a fotodokumentace pořízená při terénním průzkumu v roce 2019 [28].

Při výpočtu se uvažovalo s konstantním časovým krokem 1 s. Maximální počet iterací byl ponechán na hodnotě 20. Přípustná odchylka pro vypočtené výšky hladiny a objemy (přepočtené na výšky hladiny) byla uvažována na úrovni 3 mm.

5.2.1 Morfologie vodního toku a inundačního území

Do výpočtového modelu jsou zahrnuty veškeré objekty na toku (Tab. č. 8 až 12). Manipulace na objektech je uvažována dle manipulačních řádů. Ve většině případů je uvažováno při povodňových průtocích s vyhrazeným objektem při jednoletých vodách.

Objekty jsou řešeny různými přístupy.

V případě mostů byly použity dva přístupy. V případě, že úroveň hladiny nedosahovala dolní hrany mostovky, byl mostní objekt zadán úpravou geometrie koryta v profilu mostu zahrnutím mostních pilířů. Mostovka v takovém případě uvažována nebyla. V případě, že úroveň hladiny byla výš než úroveň dolní hrany mostovky, bylo proudění (přepad) přes mostovku řešeno 2D (úroveň povrchu terénu odpovídala úrovni povrchu mostovky) a proudění mostním profilem 1D pomocí propustku s vhodně zvoleným tvarem v témže místě. V takovém případě se dbalo na to, aby se geometrické parametry propustku co nejvíce blížily skutečnému mostnímu otvoru. Součinitele drsnosti pro dolní část omočeného obvodu propustku byly zpravidla voleny ve shodě s odhadovanými drsnostmi v okolním korytě. V horní části omočeného obvodu propustku byly obvykle voleny drsnosti odpovídající betonu. Popsaný postup kombinující obě metody schematizace mostních objektů znamená opakované provedení výpočtu na základě úpravy výchozí geometrie objektů.

Jezy a další příčné objekty byly modelovány 1D jako přelivy. Součinitel přepadu byl volen individuálně na základě vlastností daného objektu.

Budovy byly v modelu řešeny zvýšením terénu v místě jejich polohy.

Tab. č. 8 Objekty vstupující do modelu, úsek MOV_31-01, Vlára, km 17,862 – 33,412

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
18,591	skluz	18,632	Bylnice
18,667	brod	18,708	Bylnice
18,709	nová lávka na cyklostezce	18,772	Bylnice
18,904	panelový brod	18,949	Bylnice
19,964	Brumovka	18,964	Bylnice
19,195	balvanitý skluz	19,204	Bylnice
19,353	PB výust - Batský potok	19,360	Bylnice
19,425	PB výust - Stránský potok	19,432	Bylnice
19,539	balvanitý skluz	19,547	Bylnice
19,821	Tuříčský potok	19,833	Bylnice
20,057	balvanitý skluz	20,196	Bylnice
20,285	silniční most	20,296	Bylnice – Štítná nad Vlárí
20,800	balvanitý skluz	20,804	Štítná nad Vlárí
20,948	Zelenský potok	20,926	Štítná nad Vlárí
21,402	lávka	21,398	Štítná nad Vlárí
21,596	LB výust DN 1000	21,592	Štítná nad Vlárí
22,147	vodočet	22,140	Štítná nad Vlárí
22,181	silniční most	22,190	Štítná nad Vlárí
22,566	železniční most	22,561	Popov
22,609	lávka	22,610	Popov
22,775	larzenový stupeň	22,778	Popov
23,000	Havránkův potok	23,025	Popov
23,769	brod	23,710	Popov
23,799	železniční most	23,740	Popov

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
24,880	brod	24,650	Jestřabí
24,887	lávka	24,670	Jestřabí
25,000	Rokytenka	25,300	Jestřabí
25,724	brod	25,524	Bohuslavice nad Vlárí
27,382	LB přítok	27,186	Bohuslavice nad Vlárí
27,743	hospodářský most	27,654	Bohuslavice nad Vlárí
27,963	PB přítok	27,803	Bohuslavice nad Vlárí
27,992	železniční most	27,810	Bohuslavice nad Vlárí
28,129	stupeň + brod	27,940	Bohuslavice nad Vlárí
28,204	silniční most	28,020	Bohuslavice nad Vlárí
28,664	panelový brod	28,480	Bohuslavice nad Vlárí
29,020	Říka	28,840	Bohuslavice nad Vlárí
29,162	plynovodní shybka	28,946	Bohuslavice nad Vlárí
29,574	jez Bohuslavice s lávkou	29,392	Bohuslavice nad Vlárí
29,577	odběrný objekt	29,396	Bohuslavice nad Vlárí
30,162	Václavský potok	29,960	Vrbětice
30,198	kamenný stupeň	30,005	Vrbětice
31,258	silniční most	31,050	Vrbětice
31,269	sjezd do toku	31,066	Vrbětice
32,123	Smolinka	31,880	Vlachovice
32,650	silniční most	32,435	Vlachovice
32,890	silniční most	32,960	Vlachovice
33,151	lávka	32,956	Vlachovice
33,479	most	33,273	Vlachovice
33,506	stupeň	33,305	Vlachovice

Tab. č. 9 Objekty vstupující do modelu, úsek MOV_31-02, Brumovka, km 0,000 – 4,731 a MOV_31-03, Brumovka, km 7,011 – 13,556

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
0,000	soutok s Vlárrou	0,000	Brumov - Bylnice
0,260	železniční most	0,278	Brumov - Bylnice
0,269	železniční most	0,289	Brumov - Bylnice
0,476	lávka		Brumov - Bylnice
0,502	stupeň		Brumov - Bylnice
0,724	stupeň	0,742	Brumov - Bylnice
0,901	železniční most	0,919	Brumov - Bylnice

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
1,125	silniční most	1,138	Brumov - Bylnice
1,235	Bylnička - přítok	1,154	Brumov - Bylnice
1,468	lávka		Brumov - Bylnice
1,578	lávka		Brumov - Bylnice
1,757	lávka		Brumov - Bylnice
1,968	stupeň		Brumov - Bylnice
2,097	lávka		Brumov - Bylnice
2,102	stupeň		Brumov - Bylnice
2,493	lávka	2,546	Brumov - Bylnice
2,759	stupeň		Brumov - Bylnice
2,815	práh		Brumov - Bylnice
2,824	kamenný jez	2,855	Brumov - Bylnice
2,993	Hložecký potok	3,026	Brumov - Bylnice
3,023	Tuřický potok	3,054	Brumov - Bylnice
3,071	silniční most	3,101	Brumov - Bylnice
3,318	silniční most	3,350	Brumov - Bylnice
3,402	lávka	3,431	Brumov - Bylnice
3,507	stupeň		Brumov - Bylnice
3,614	silniční most	3,649	Brumov - Bylnice
3,810	kamenný stupeň	3,833	Brumov - Bylnice
3,811	Nedašovka - přítok	3,836	Brumov - Bylnice
7,011	Dešňanský potok	6,878	Valašské Klobouky
7,170	stupeň		Valašské Klobouky
7,223	silniční most	7,083	Valašské Klobouky
7,681	stupeň		Valašské Klobouky
7,701	stupeň		Valašské Klobouky
7,730	nový most		Valašské Klobouky
7,860	stupeň		Valašské Klobouky
7,951	stupeň		Valašské Klobouky
8,025	stupeň		Valašské Klobouky
8,085	stupeň		Valašské Klobouky
8,092	most		Valašské Klobouky
8,191	silniční most	8,088	Valašské Klobouky
8,284	silniční most	8,180	Valašské Klobouky
8,428	stupeň		Valašské Klobouky
8,997	stupeň		Valašské Klobouky

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
9,132	silniční most	9,026	Valašské Klobouky
9,251	stupeň		Valašské Klobouky
9,305	lávka	9,202	Valašské Klobouky
9,324	stupeň		Valašské Klobouky
9,486	stupeň		Valašské Klobouky
9,545	stupeň		Valašské Klobouky
9,584	stupeň		Valašské Klobouky
9,594	nová lávka		Valašské Klobouky
9,644	stupeň		Valašské Klobouky
9,704	stupeň		Valašské Klobouky
9,764	stupeň		Valašské Klobouky
9,777	lávka	9,650	Valašské Klobouky
9,783	silniční most	9,655	Valašské Klobouky
10,008	kamenný stupeň	9,880	Valašské Klobouky
10,058	silniční most	9,928	Valašské Klobouky
10,250	kamenný stupeň	10,120	Valašské Klobouky
10,264	lávka	10,126	Valašské Klobouky
10,291	stupeň		Valašské Klobouky
10,408	lávka	10,278	Valašské Klobouky
10,412	stupeň		Valašské Klobouky
10,453	stupeň		Valašské Klobouky
10,557	kamenný stupeň	10,428	Valašské Klobouky
10,596	silniční most	10,448	Valašské Klobouky
10,612	stupeň		Valašské Klobouky
10,764	kamenný stupeň	10,620	Valašské Klobouky
10,859	stupeň		Valašské Klobouky
10,913	kamenný stupeň	10,756	Valašské Klobouky
10,977	stupeň		Valašské Klobouky
11,033	stupeň		Valašské Klobouky
11,050	ocelová lávka	10,903	Valašské Klobouky
11,071	stupeň		Valašské Klobouky
11,107	stupeň		Valašské Klobouky
11,213	silniční most	11,063	Valašské Klobouky
11,340	stupeň		Valašské Klobouky
11,521	stupeň		Valašské Klobouky
11,626	stupeň		Valašské Klobouky

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
11,665	stupeň	11,435	Valašské Klobouky
11,820	stupeň		Valašské Klobouky
11,826	Královecký potok	11,582	Valašské Klobouky
11,985	silniční most	11,725	Valašské Klobouky
12,183	stupeň		Valašské Klobouky
12,206	stupeň		Valašské Klobouky
12,248	stupeň		Valašské Klobouky
12,257	lávka	12,000	Valašské Klobouky
12,451	lávka	12,178	Valašské Klobouky
12,505	stupeň		Valašské Klobouky
12,513	stupeň	12,240	Valašské Klobouky
12,570	most	12,281	Valašské Klobouky
12,662	most	12,373	Valašské Klobouky
11,826	Královecký potok	11,582	Valašské Klobouky

Tab. č. 10 Objekty vstupující do modelu, úsek MOV_31-04, Zelenský potok, km 0,000 – 1,210

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
0,193	dřevěný stupeň	0,190	Štítná nad Vlárí
0,285	kamenný stupeň	0,288	Štítná nad Vlárí
0,327	dřevěný práh	0,325	Štítná nad Vlárí
0,365	kamenný stupeň	0,365	Štítná nad Vlárí
0,422	kamenný stupeň	0,427	Štítná nad Vlárí
0,498	kamenný stupeň	0,500	Štítná nad Vlárí
0,524	silniční most	0,519	Štítná nad Vlárí
0,530	betonová lávka	0,520	Štítná nad Vlárí
0,545	kamenný stupeň	0,540	Štítná nad Vlárí
0,703	kamenný stupeň	0,700	Štítná nad Vlárí
0,783	kamenný stupeň	0,790	Štítná nad Vlárí
0,900	kamenný stupeň	0,900	Štítná nad Vlárí
0,991	lávka		Štítná nad Vlárí
1,094	kamenný stupeň	1,100	Štítná nad Vlárí
1,197	kamenný stupeň	1,207	Štítná nad Vlárí

Tab. č. 11 Objekty vstupující do modelu, úsek MOV_31-05, Říka, km 0,000 – 6,655

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
----	---------------	---------------------------------------	----------

0,000	soutok s Vlárrou	0,000	Bohuslavice nad Vlárí
0,023	stupeň		Bohuslavice nad Vlárí
0,068	most železniční		Bohuslavice nad Vlárí
0,136	most		Bohuslavice nad Vlárí
0,162	most železniční	0,180	Bohuslavice nad Vlárí
0,194	most		Bohuslavice nad Vlárí
0,494	přechod vodovodu	0,585	Bohuslavice nad Vlárí
0,523	most železniční	0,630	Divnice
1,344	lávka pro pěší	1,415	Divnice
1,554	přítok	1,565	Divnice
1,637	stupeň	1,685	Divnice
1,980	nadzemní křížení vodovodu	2,020	Divnice
2,399	most železniční	2,440	Divnice
2,638	plynovod po mostě	2,660	Divnice
2,638	most hospodářský	2,660	Divnice
2,789	lávka pro pěší	2,790	Divnice
3,137	most železniční	3,140	Divnice
3,352	plynovod po mostě	3,315	Divnice
3,352	most hospodářský	3,315	Divnice
4,031	most hospodářský	3,950	Hrádek
4,044	výúst DN 800 od ČOV	3,980	Hrádek
5,110	silniční most	4,970	Hrádek
5,110	plynovod po mostě	4,970	Hrádek
5,117	výúst DN 800	4,975	Hrádek
5,247	stupeň		Hrádek
5,669	stupeň	5,670	Slavičín
5,881	silniční most	5,750	Slavičín
6,252	silniční most	6,108	Slavičín
6,437	lávka		Slavičín
6,467	stupeň	6,325	Slavičín
6,506	stupeň		Slavičín
6,579	most		Slavičín
6,643	přechod STL	6,500	Slavičín
6,655	Lipovský potok	6,540	Slavičín

5.2.2 Drsnosti koryta a inundačních území

Hodnoty součinitelů drsnosti pro úseky řešené 1D+ modely jsou uvedeny v podkladu [22].

Ve 2D modelech byly hodnoty součinitelů drsnosti jednotlivých úseků Vlárý zadány na základě pochůzky v terénu a při ni pořizené fotodokumentaci [28].

Pro zadávání hodnot součinitelů drsnosti je uvažováno letní období se vzrostlou vegetací. Způsob zadávání drsností v objektech byl popsán výše v kapitole 5.2.1.

Hodnoty použitých součinitelů drsností jsou v Tab. č. 12.

Tab. č. 12 Hodnoty součinitelů drsnosti dle Manninga použité při výpočtu

Povrch	Hodnoty součinitele drsnosti dle Manninga
areál zástavby	0,05
balvanitý skluz	0,1
hřbitov	0,06
kolejiště	0,038
koryto	0,04 – 0,05
kůlna	0,25 – 0,3
les	0,080 – 0,1
louka	0,035
ostatní plocha v sídlech	0,025 – 0,04
park	0,055
pole	0,04
zahrada	0,05
zpevněná plocha	0,016
zvláště chráněné území	0,075

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

1D+ modely

Hodnoty okrajových podmínek pro řešené úseky jsou dostupné v podkladech [14-17].

Horní úsek Vlára (MOV_31-01) se Zelenským potokem (MOV_31-04)

HOP byly hodnoty N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v hlavním toku Vlára dodaných ČHMÚ [7] a doplňky z přítoku Zelenský potok (Tab. č. 13). V Tab. č. 14 a 15 je uveden přehled HOP, PP a doby výpočtu potřebné pro ustálení.

Horní okrajové podmínky jsou dvě:

- Vlára ř. km 22,569 (železniční most);
- Zelenský potok ř. km 1,211.

DOP je umístěna v ř. km 19,799. Pro zadání DOP je použita měrná křivka průtoků, která je výstupem hydrotechnických výpočtů Dolního úseku Vlára. Hodnoty DOP včetně celkových N-letých průtoků jsou uvedeny v Tab. č. 16.

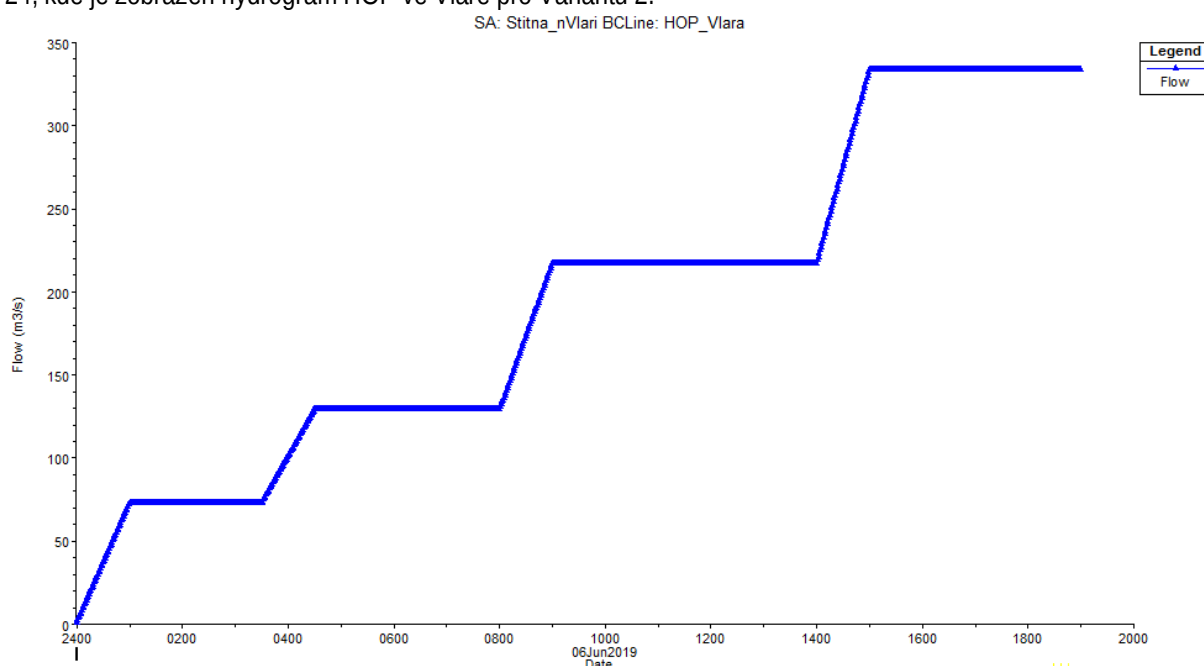
Tab. č. 13 Rozdělení průtoků v Horním úseku Vlára dle variant

Q_N	$Q [m^3 \cdot s^{-1}]$ Vlára – nad Brumovkou	Varianta 1		Varianta 2	
		Q_N z Vlára		Q_N ze Zelenského potoka	
		$Q_N [m^3 \cdot s^{-1}]$ Vlára	$Q [m^3 \cdot s^{-1}]$ Zelenský p.	$Q [m^3 \cdot s^{-1}]$ Vlára	$Q_N [m^3 \cdot s^{-1}]$ Zelenský p.
Q_5	81,3	72,8	8,5	62,0	19,3
Q_{20}	144,5	129,0	15,5	109,2	35,3
Q_{100}	242,7	217,0	25,7	181,7	61,0
Q_{500}	372,7	334,0	38,7	277,2	95,5

Tab. č. 14 Hodnoty HOP, PP, doba výpočtu ve Vláře (MOV_31-01) Horní úsek

	HOP	PP	Doba zvyšování průtoku	Doba pro ustálení
Varianta 1	$Q_5 = 72,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 10,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{20} = 129,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 72,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{100} = 217,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 129,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{500} = 334,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 217,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	3:00 hod
Varianta 2	$Q_5 = 62,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 10,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{20} = 109,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 62,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{100} = 181,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 109,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{500} = 277,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 181,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	3:00 hod

Pozn.: Doba pro ustálení nevyjadřuje minimální dobu nezbytnou pro ustálení, ale zvolenou dobu, u které bylo ověřeno, že postačuje k ustálení průtoku na celém výpočetním úseku. Grafická podoba části Tab. č. 13 je na Obr. 24, kde je zobrazen hydrogram HOP ve Vláře pro Variantu 2.



Obr. č. 23 Hydrogram HOP ve Vláře, Varianta 2

Tab. č. 15 Hodnoty HOP, PP, doba výpočtu v Zelenském potoce (MOV_31-04)

	HOP	PP	Doba zvyšování průtoku	Doba pro ustálení
Varianta 1	$Q_5 = 8,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{20} = 15,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 8,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{100} = 25,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 15,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{500} = 38,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 25,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	3:00 hod
Varianta 2	$Q_5 = 19,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{20} = 35,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 19,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{100} = 61,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 35,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{500} = 95,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 61,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	3:00 hod

Tab. č. 16 Hodnoty DOP v ř. km 19,799 Vlárý (MOV_31-01)

DOP	Q_N
302,71 m n. m. (dno vodočtu)	$Q = 0,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
306,17 m n. m.	$Q_5 = 81,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
306,80 m n. m.	$Q_{20} = 144,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

307,10 m n. m.	$Q_{100} = 242,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
307,30 m n. m.	$Q_{500} = 372,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Dolní úsek Vlára (MOV_31-01) s Brumovkou (MOV_31-02)

HOP byly hodnoty N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v hlavním toku Vlára a přítoku Brumovka dodaných ČHMÚ [7] (Tab. č. 17). V Tab. č. 18 a 19 je uveden přehled HOP, PP a doby výpočtu potřebné pro ustálení.

Horní okrajové podmínky jsou dvě:

- Vlára ř. km 19,799;
- Brumovka ř. km 0,905.

DOP je umístěna v ř. km 17,480. Pro zadání DOP je použita měrná křivka průtoků, která je výstupem hydrotechnických výpočtů z roku 2012 [22]. Úroveň hladiny pro Q_{500} byla získána extrapolací. Hodnoty DOP včetně celkových N-letých průtoků jsou uvedeny v Tab. č. 20.

Tab. č. 17 Rozdělení průtoků v Dolním úseku Vlára dle variant

Q_N	$Q [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Vlára – pod Brumovkou	Varianta 1		Varianta 2	
		Q_N z Vlára		Q_N z Brumovky	
		$Q_N [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Vlára	$Q [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Brumovka	$Q [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Vlára	$Q_N [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ Brumovka
Q_5	107	81	26	64,6	42,4
Q_{20}	191	144	47	109	82
Q_{100}	320	243	77	166	154
Q_{500}	489	373	116	227	262

Tab. č. 18 Hodnoty HOP, PP, doba výpočtu ve Vláře (MOV_31-01) Spodní úsek

	HOP	PP	Doba zvyšování průtoků	Doba pro ustálení
Varianta 1	$Q_5 = 81 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{20} = 144 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 81 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{100} = 243 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 144 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{500} = 373 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 243 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	3:00 hod
Varianta 2	$Q_5 = 64,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{20} = 109 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 64,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{100} = 166 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 109 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{500} = 227 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 166 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	3:00 hod

Tab. č. 19 Hodnoty HOP, PP, doba výpočtu v Brumovce (MOV_31-02)

	HOP	PP	Doba zvyšování průtoků	Doba pro ustálení
Varianta 1	$Q_5 = 26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{20} = 47 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{100} = 77 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 47 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{500} = 116 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 77 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	3:00 hod
Varianta 2	$Q_5 = 42,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{20} = 82 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 42,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{100} = 154 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 82 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	2:00 hod
	$Q_{500} = 262 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 154 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1:00 hod	3:00 hod

Tab. č. 20 Hodnoty DOP v ř. km 17,480 Vlára (MOV_31-01) [22]

DOP	Q_N
293,36 m n. m. (dno vodočtu)	$Q = 0,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
297,23 m n. m.	$Q_5 = 107 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
298,08 m n. m.	$Q_{20} = 191 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
299,01 m n. m.	$Q_{100} = 320 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
299,70 m n. m.	$Q_{500} = 489 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Požaduje se výsledek ustáleného proudění. Pro simulaci je však potřeba vycházet ze suchého modelu nebo z výstupů simulace menšího průtoku. PP výpočtu je tedy v tomto případě vždy výstup z předchozí simulace. Přehled PP je součástí tabulek v kap. 5.2.3.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Nejistota může být v podrobnosti a přesnosti geodetických dat. Udávaná přesnost DMR 5G je 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu. Doplněné pozemní zaměření koryta je provedeno v příčných řezech v průměrné vzájemné vzdálenosti 60 m. Provedená schematizace koryta mezi příčnými řezy tak může mít vliv na zkreslení výsledků výpočtů.

Popis drsností vychází z terénního průzkumu a zohledňuje tzv. letní stav, kdy jsou koryto a inundační území výrazněji zarostlé.

Nejistotou může být rovněž aktuální stav koryta a inundačního území za povodně, množství transportovaných splavenin a tvoření zátaras z plovoucích předmětů. Ve výpočtu je uvažováno se stavem „čistého“ koryta, bez omezení průtočnosti. Kapacitu koryta dále ovlivňuje stav nánosů nebo naopak zahlubování koryta. Při větších povodních navíc dochází k porušení opevnění koryta, výmolům, břehovým nátržím, k porušení hrází nebo násypů a valů. Povodeň je rovněž značně ovlivněna aktuálním stavem inundačního území.

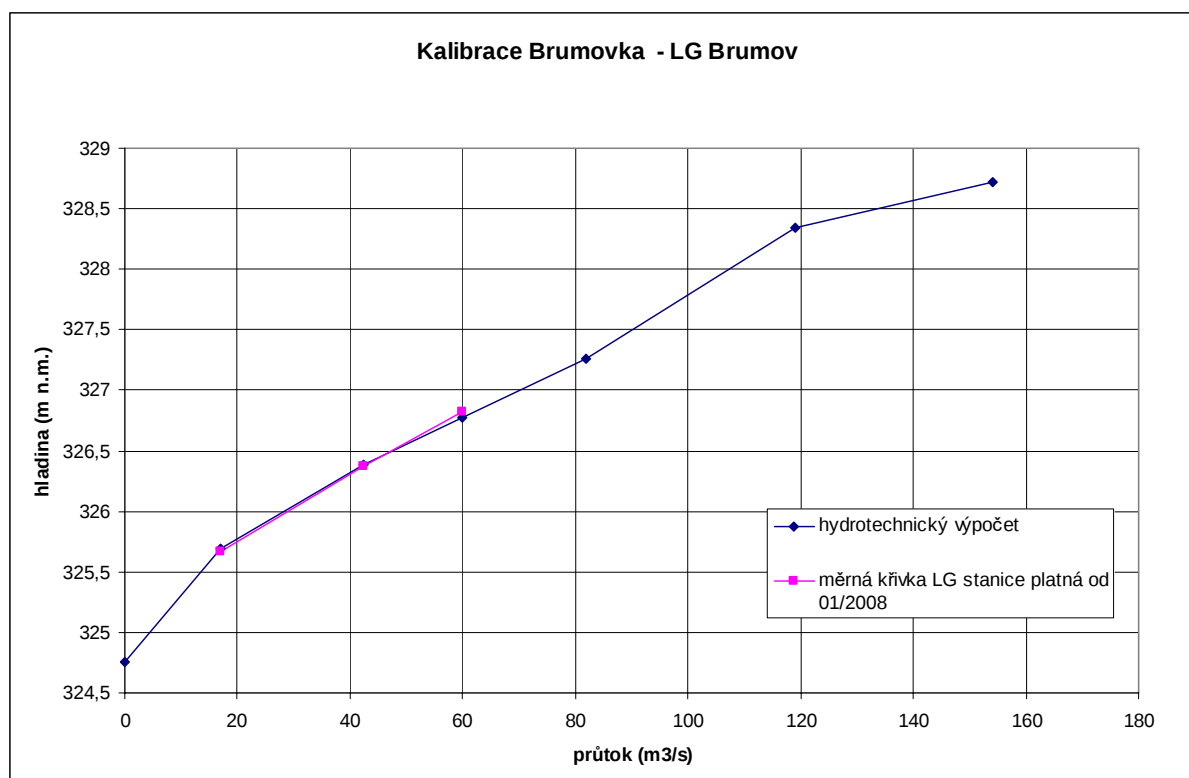
Nejistota dále spočívá v hydrologických údajích stanovených dle ČHMÚ. Je zřejmé, že údaje o N-letých průtocích nejsou údaje neměnné. Při zpracování výpočtů jsou tedy posuzovány veškeré dostupné hydrologické podklady – tedy současně platné se porovnávají s historickými i „nedávno minulými“. Rozptýl hodnot N-letých údajů bývá někdy značný. Je nutno zhodnotit i třídu přesnosti poskytovaných hydrologických údajů.

Kromě výše uvedeného je třeba vnímat zvýšenou nejistotu výsledků spojenou s absencí kalibračních dat. V některých případech, kdy bylo možné uvažovat vstupní charakteristiky v širším rozmezí, jsme volili raději hodnoty méně příznivé z hlediska dopadů povodňových událostí. Ve smyslu výše uvedeného mohou být výsledky mírně zkresleny na stranu bezpečnosti.

5.3 Popis kalibrace modelu

Dostupnými kalibračními daty jsou křivky limnigrafických stanic Popov na Vláře a Brumov na Brumovce.

1D+ model byl kalibrován úpravou součinitelů drsnosti na úrovni hladin v limnigrafické stanici Brumov na řece Brumovce. Kalibrace modelu z dostupných hodnot stanice Brumov je vykreslena na následujícím obrázku (Obr. č. 24). Je dosahována dobrá shoda vypočítaných hladin a měrné křivky stanice Brumov (Obr. č. 24).



Obr. č. 24 Měrné křivky v profilu limnigrafické stanice Brumov, tok Brumovka

Data z limnigrafické stanice Popov na Vláře nebyla ke kalibraci využita. Během kalibrace byly zpochybněny hodnoty v měrné křivce, zejména u vyšších průtoků (od Q_5). Při pokusech o kalibraci bylo zjištěno, že v úseku, kde se vyskytuje přibližně rovnoměrné proudění, by pro vyšší hodnoty průtoků musely být použity nereálně vysoké hodnoty součinitele drsnosti koryta. Průtoky a vodní stavy během historických povodňových situací nebyly k dispozici, porovnání s měrnou křivkou a ověření její správnosti tak nebylo možné. Výstupy 2D modelu byly porovnány s výstupy 1D+ modelu z 1. plánovacího cyklu z roku 2012 [22], vzhledem k dostupným geodetickým, hydrologickým a dalším podkladům se zdají být věrohodné.

Tab. č. 21 Porovnání úrovní hladin v LG Vlára-Popov

	H_{LG} [m n. m.]	H_{2012} [m n. m.]	H_{2019} [m n. m.]
$Q_5 = 72,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	314,32	313,74	313,75
$Q_{20} = 129 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	315,49	314,52	314,37
$Q_{100} = 217 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	316,22	315,30	315,00

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Mezi výsledky výpočtů patřily především údaje o hloubkách vody, rychlostech proudění vody, úrovních hladin a rozlivech. Z programu HEC-RAS byly vygenerovány výstupy v příslušných N-letostech, při kterých došlo k ustálení povodňových průtoků. Jednalo se o polygony rozlivů ve formátu *.shp a rastrové vrstvy hloubek, rychlostí a úrovní hladin ve formátu *.tif. Grafickým výsledkem jsou mapy povodňového nebezpečí, a to mapy rozlivů, hloubek a rychlostí pro jednotlivé řešené kulminační průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} . Pro 1D výpočty jsou rychlosti znázorněny pomocí bodů.

Úrovně hladin z 1D výpočtu jsou tabelárně znázorněny v Tab. č. 22 - 25. V poznámkách uvedené objekty nemusí vždy přesně odpovídat daným profilům a ř. km, je zde tolerance do 5 m.

Tab. č. 22 Psaný podélný profil pro úsek MOV_31-01, Vlára, km 22,569 – 33,412

Číslo profilu	Ř. km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	
78	22,569	314,43	315,32	316,26	317,01	železniční most
79	22,611	314,57	315,45	316,43	317,26	lávka
80	22,659	314,69	315,58	316,65	317,57	
81	22,748	314,84	315,74	316,72	317,57	
82	22,775	316,12	316,84	317,76	318,65	larzenový stupeň
83	22,797	316,24	316,98	317,92	318,83	
84	22,841	316,31	317,09	318,09	319,05	
85	22,969	316,51	317,35	318,36	319,32	
86	23,063	316,71	317,51	318,49	319,45	
87	23,264	316,96	317,77	318,79	319,72	
88	23,507	317,48	318,38	319,37	320,20	
89	23,758	318,83	319,65	320,25	320,82	
90	23,802	319,08	319,77	320,43	321,19	železniční most
91	23,828	319,16	319,91	320,68	321,48	
92	23,980	319,49	320,36	321,20	321,91	
93	24,159	319,81	320,72	321,50	322,20	
94	24,333	320,28	321,23	321,88	322,50	
95	24,413	320,56	321,43	321,98	322,54	
96	24,460	320,73	321,52	322,03	322,57	
97	24,510	320,87	321,60	322,08	322,59	
98	24,537	320,91	321,66	322,14	322,62	
99	24,553	320,98	321,75	322,24	322,72	
100	24,580	321,00	321,76	322,24	322,73	
101	24,614	321,00	321,76	322,24	322,73	
102	24,642	321,08	321,85	322,33	322,80	
103	24,672	321,18	321,98	322,46	322,92	
104	24,708	321,23	321,98	322,46	322,92	
105	24,753	321,45	322,24	322,71	323,14	
106	24,803	321,62	322,40	322,86	323,26	
107	24,860	321,68	322,46	322,90	323,29	

Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v územní působnosti státního
podniku Povodí Moravy včetně návrhů možných protipovodňových opatření
(podklad k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Dunaje)
B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

Číslo profilu	Ř. km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
108	24,880	321,76	322,54	322,98	323,36	brod
109	24,900	321,77	322,66	323,11	323,49	lávka
110	24,935	321,82	322,66	323,11	323,49	
111	24,991	321,93	322,74	323,17	323,54	
112	25,010	322,02	322,87	323,34	323,76	
113	25,045	322,12	323,00	323,52	323,99	
114	25,070	322,14	323,02	323,53	323,99	
115	25,107	322,18	323,03	323,53	323,99	
116	25,135	322,29	323,14	323,64	324,09	
117	25,150	322,30	323,15	323,64	324,09	
118	25,193	322,36	323,19	323,68	324,13	
119	25,246	322,55	323,36	323,86	324,33	
120	25,300	322,67	323,48	323,96	324,42	
121	25,355	322,81	323,61	324,09	324,56	
122	25,418	322,87	323,68	324,13	324,59	
123	25,473	323,04	323,88	324,33	324,79	
124	25,496	323,11	323,99	324,44	324,90	
125	25,533	323,26	324,08	324,53	325,02	
126	25,630	323,54	324,41	324,84	325,23	
127	25,735	323,84	324,75	325,20	325,54	
128	25,847	324,09	325,01	325,44	325,76	
129	26,037	324,51	325,46	325,90	326,23	
130	26,150	324,97	325,89	326,33	326,67	
131	26,220	325,23	326,15	326,59	326,90	
132	26,381	325,54	326,51	326,97	327,25	
133	26,521	325,89	326,87	327,35	327,61	
134	26,706	326,23	327,25	327,74	327,99	
135	26,875	326,52	327,57	328,12	328,43	
136	27,048	326,90	327,93	328,50	328,84	
137	27,188	327,25	328,25	328,91	329,32	
138	27,382	327,56	328,55	329,21	329,62	
139	27,575	327,78	328,76	329,47	329,91	
140	27,746	328,02	328,98	329,78	330,35	hospodářský most
141	27,877	328,17	329,12	330,01	330,70	
142	27,975	328,29	329,24	330,12	330,79	
143	27,996	328,36	329,33	330,26	331,14	železniční most
144	28,019	328,36	329,33	330,32	331,29	
145	28,129	328,57	329,53	330,56	331,46	stupeň + brod
146	28,169	328,77	329,69	330,79	331,72	
147	28,208	328,85	329,74	330,81	331,84	silniční most
148	28,221	328,85	329,74	330,82	331,86	
149	28,339	328,98	329,92	330,92	331,93	
150	28,490	329,50	330,27	331,02	331,99	

Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v územní působnosti státního
podniku Povodí Moravy včetně návrhů možných protipovodňových opatření
(podklad k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Dunaje)
B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

Číslo profilu	Ř. km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
151	28,658	329,75	330,36	331,07	332,02	
152	28,865	330,35	330,73	331,17	332,05	
153	29,020	330,73	331,14	331,44	332,12	Říka
154	29,162	330,90	331,39	331,67	332,22	
155	29,342	331,15	331,87	332,14	332,54	
156	29,543	331,69	332,52	332,72	332,93	
157	29,564	331,78	332,63	332,84	333,06	
158	29,573	332,43	333,22	333,47	333,69	jez Bohuslavice
159	29,593	333,25	333,98	334,29	334,52	
160	29,692	333,30	334,06	334,39	334,64	
161	29,936	333,49	334,29	334,66	334,93	
162	30,040	333,55	334,37	334,76	335,02	
163	30,162	333,67	334,50	334,94	335,22	
164	30,198	334,05	334,86	335,31	335,55	kamenný stupeň
165	30,509	335,10	335,98	336,54	336,86	
166	30,671	335,41	336,39	337,09	337,48	
167	30,748	335,70	336,66	337,28	337,66	
168	30,917	336,14	337,07	337,77	338,17	
169	31,009	336,38	337,30	338,05	338,45	
170	31,083	336,56	337,40	338,19	338,63	
171	31,250	337,05	337,92	338,71	339,16	
172	31,262	337,06	337,96	339,19	339,78	silniční most
173	31,372	337,23	338,20	339,45	340,12	
174	31,427	337,34	338,28	339,50	340,17	
175	31,572	337,82	338,78	339,81	340,47	
176	31,656	338,11	339,04	339,97	340,82	
177	31,852	338,82	339,71	340,32	340,82	
178	31,940	338,98	339,83	340,46	340,98	
179	32,034	339,35	340,25	340,96	341,49	
180	32,126	339,67	340,63	341,40	341,83	Smolinka
181	32,247	340,08	341,13	341,94	342,24	
182	32,376	340,74	341,65	342,40	342,64	
183	32,598	341,73	342,60	343,46	343,80	
184	32,641	341,85	342,70	343,56	343,99	
185	32,657	342,03	342,89	343,72	344,30	silniční most
186	32,684	342,04	342,89	343,72	344,34	
187	32,779	342,31	343,16	344,02	344,58	
188	32,895	342,51	343,36	344,53	345,35	silniční most
189	33,031	342,72	343,55	344,67	345,39	
190	33,149	343,08	343,91	345,06	345,85	
191	33,152	343,09	343,93	345,13	345,89	lávka
192	33,310	343,56	344,38	345,41	346,04	
193	33,473	343,98	344,81	345,80	346,51	most

Tab. č. 23 Psaný podélný profil pro úsek MOV_31-02, Brumovka, km 0,905 – 4,731

Číslo profilu	Ř. km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
13	0,905	307,40	308,11	308,86	309,47	železniční most
14	0,915	307,50	308,20	308,95	309,55	
15	1,003	308,14	308,89	309,78	310,47	
16	1,055	308,55	309,31	310,25	310,85	
17	1,112	309,01	309,77	310,70	311,32	
18	1,132	309,22	309,95	310,89	311,70	
19	1,252	309,88	310,62	311,61	312,63	
20	1,377	310,68	311,29	312,07	312,88	
21	1,469	311,34	312,06	313,09	313,80	lávka
22	1,579	312,22	313,14	314,08	314,58	lávka
23	1,645	312,68	313,52	314,46	314,88	
24	1,758	313,53	314,43	315,30	316,02	
25	1,838	314,12	314,94	315,78	316,30	
26	1,968	315,25	315,97	316,74	317,30	stupeň
27	2,044	315,74	316,40	317,14	317,67	
27a	2,098	316,14	316,86	317,88	319,16	lávka
28	2,141	316,61	317,36	318,23	319,16	
29	2,221	317,33	317,96	318,80	319,49	
30	2,404	318,56	319,29	320,13	320,72	
31	2,494	319,38	320,16	320,97	321,74	lávka
32	2,565	319,86	320,60	321,42	321,92	
33	2,700	320,33	321,14	322,11	322,74	
34	2,759	320,93	321,73	322,82	324,09	stupeň
35	2,815	321,51	322,29	323,33	324,14	práh
36	2,824	323,17	323,86	324,58	325,86	kamenný jez
37	2,837	324,23	325,12	325,59	325,86	
38	2,893	324,38	325,17	325,67	325,99	
39	2,998	324,74	325,38	325,91	326,31	
40	3,023	324,85	325,46	326,01	326,43	
41	3,060	325,09	325,76	326,43	326,87	
42	3,074	325,15	325,87	327,00	327,91	silniční most
43	3,252	325,94	326,76	327,72	328,23	
44	3,298	326,22	327,01	327,85	328,31	
45	3,318	326,34	327,19	328,48	328,98	silniční most
46	3,344	326,50	327,40	328,76	329,31	
47	3,403	326,81	327,84	329,04	329,74	lávka
48	3,465	327,09	328,14	329,21	329,76	
49	3,507	327,46	328,31	329,37	330,24	stupeň
50	3,571	327,99	328,79	329,89	330,67	
51	3,621	328,22	328,98	330,02	330,91	
52a	3,650	328,32	329,08	330,18	331,29	

Číslo profilu	Ř. km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
52	3,666	328,47	329,31	330,55	331,84	
53	3,708	328,65	329,48	330,60	331,84	
54	3,725	328,69	329,51	330,63	331,86	
55	3,745	328,83	329,63	330,74	331,96	
56	3,783	328,98	329,76	330,86	332,01	
57	3,810	329,38	330,02	331,01	332,23	kamenný stupeň
58	3,833	329,86	330,47	331,39	332,40	
59	3,860	329,95	330,55	331,42	332,40	
60	3,924	330,43	331,03	331,75	332,53	
61	3,981	331,14	331,76	332,57	333,21	
62	4,070	331,92	332,63	333,30	333,81	
63	4,233	333,07	333,55	334,12	334,54	
64	4,363	334,16	334,62	335,08	335,43	
65	4,502	335,57	335,93	336,31	336,61	
66	4,761	337,34	337,78	338,27	338,59	

Tab. č. 24 Psaný podélný profil pro úsek MOV_31-03, Brumovka, km 7,011 – 13,556

Číslo profilu	Ř. km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
89	7,106	357,19	357,78	358,40	358,78	
90	7,170	357,78	358,39	359,09	359,55	stupeň
91	7,220	358,24	358,86	359,59	360,19	silniční most
92	7,235	358,30	358,90	359,69	360,44	
93	7,316	358,83	359,56	360,45	361,13	
94	7,370	359,21	359,91	360,79	361,42	
95	7,441	360,00	360,58	361,41	361,99	
96	7,521	361,11	361,63	362,35	362,79	
97	7,595	362,06	362,70	363,53	363,94	
98	7,669	362,64	363,31	364,13	364,54	
99	7,681	362,71	363,36	364,13	364,54	stupeň
100	7,761	363,27	363,98	364,76	365,15	
101	7,847	363,80	364,52	365,34	365,70	
102	7,860	363,88	364,59	365,35	365,70	stupeň
103	7,917	364,29	365,04	365,95	366,40	
104	7,951	364,83	365,52	366,40	366,83	stupeň
105	8,025	365,53	366,29	367,20	367,67	stupeň
106	8,085	365,98	366,80	367,76	368,22	stupeň
107	8,089	366,00	366,84	368,22	368,80	most
108	8,105	366,05	366,92	368,29	368,86	
109	8,184	367,03	367,77	368,74	369,30	

Číslo profilu	Ř. km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
110	8,191	367,13	367,98	368,98	369,47	silniční most
111	8,198	367,33	368,45	369,46	369,82	
112	8,277	367,66	368,72	369,55	369,87	
113	8,280	367,68	368,74	369,57	369,92	silniční most
114	8,294	367,82	368,90	369,84	370,28	
115	8,386	368,31	369,19	370,03	370,44	
116	8,442	368,57	369,43	370,34	370,80	
117	8,482	368,67	369,54	370,48	370,98	
118	8,605	369,04	369,81	370,74	371,39	
119	8,765	370,45	371,09	371,96	372,66	
120	8,850	371,32	371,86	372,64	373,36	
121	8,965	372,76	373,33	374,08	374,76	
122	8,997	373,66	374,23	374,95	375,61	stupeň
123	9,071	374,32	374,96	375,74	376,23	
124	9,116	374,68	375,34	376,05	376,39	
125	9,130	374,98	376,44	376,93	377,38	silniční most
126	9,135	375,40	376,44	376,93	377,40	
127	9,251	375,75	376,57	377,06	377,51	stupeň
128	9,304	376,06	376,98	377,47	378,15	lávka
129	9,311	376,20	377,26	377,79	378,43	
130	9,324	376,27	377,33	377,92	378,55	stupeň
131	9,384	376,50	377,53	378,23	378,82	
132	9,486	376,96	377,94	378,83	379,90	stupeň
133	9,509	377,18	378,14	379,09	379,90	
134	9,545	377,38	378,29	379,29	380,13	stupeň
135	9,584	377,93	378,60	379,49	380,72	stupeň
-	9,594	377,95	378,65	379,54	380,74	nová lávka
136	9,644	378,49	379,07	379,92	380,90	stupeň
137	9,704	379,59	380,22	381,17	382,63	stupeň
138	9,764	380,82	381,54	382,47	383,46	stupeň
139	9,773	381,07	381,82	382,75	383,76	
140	9,776	381,10	381,84	382,79	383,96	lávka
141	9,779	381,13	381,87	382,83	384,17	
142	9,792	381,23	381,97	382,99	384,20	
143	9,885	381,50	382,24	383,26	384,26	
144	10,008	381,86	382,68	383,64	384,45	kamenný stupeň
145	10,050	382,12	382,93	383,84	384,66	
146	10,055	382,15	382,94	384,11	384,77	silniční most
147	10,068	382,20	382,98	384,25	384,83	
148	10,138	382,49	383,25	384,33	384,89	
149	10,250	382,90	383,62	384,65	385,56	kamenný stupeň
150	10,263	383,11	383,82	384,97	385,81	lávka
151	10,291	383,37	384,22	385,34	386,10	stupeň

Číslo profilu	Ř. km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
152	10,350	383,85	384,65	385,56	386,29	
153	10,402	384,03	384,85	385,90	386,67	lávka
154	10,407	384,04	384,87	385,91	386,68	
155	10,412	384,05	384,89	385,93	386,69	stupeň
156	10,453	384,32	385,07	385,99	386,69	stupeň
157	10,469	384,44	385,11	385,99	386,69	
158	10,538	384,79	385,42	386,26	386,97	
159	10,557	384,87	385,43	386,26	386,97	kamenný stupeň
160	10,585	385,15	385,67	386,30	386,97	
161	10,594	385,20	385,86	386,83	387,26	silniční most
162	10,612	385,28	386,21	386,95	387,27	stupeň
163	10,754	386,02	386,83	387,68	388,26	
164	10,764	386,29	387,01	387,92	389,11	kamenný stupeň
165	10,859	386,94	387,62	388,55	389,37	stupeň
166	10,904	387,48	388,05	388,84	389,55	
167	10,913	387,98	388,67	389,49	390,40	kamenný stupeň
168	10,977	389,52	390,20	391,03	392,02	stupeň
169	11,033	390,18	390,89	391,70	392,37	stupeň
170	11,048	390,34	390,99	391,77	392,50	ocelová lávka
171	11,071	390,57	391,19	392,04	392,78	stupeň
172	11,107	390,94	391,55	392,37	393,12	stupeň
173	11,200	391,55	392,17	392,96	393,74	
174	11,204	391,63	392,27	393,09	393,89	
175	11,237	391,72	392,38	393,23	394,08	
176	11,340	392,68	393,38	394,22	394,96	stupeň
177	11,418	393,36	394,10	394,88	395,43	
178	11,488	394,03	394,74	395,58	396,23	
179	11,521	394,55	395,24	396,03	397,01	stupeň
180	11,626	395,65	396,37	397,13	397,73	stupeň
181	11,656	395,91	396,61	397,36	398,01	
182	11,665	396,34	397,05	397,98	398,98	stupeň
183	11,746	397,40	398,10	399,05	399,70	
184	11,820	397,99	398,75	399,74	400,34	stupeň
185	11,871	398,44	399,14	400,08	400,75	
186	11,978	399,28	399,93	400,86	401,65	
187	11,982	399,30	399,95	400,89	401,82	silniční most
188	11,992	399,37	400,05	401,08	402,55	
189	12,048	399,83	400,45	401,42	402,58	
190	12,126	400,32	400,90	401,79	402,80	
191	12,183	400,93	401,50	402,34	403,61	stupeň
192	12,206	401,51	402,01	402,77	403,63	
193	12,248	402,14	402,64	403,37	404,15	stupeň
194	12,255	402,21	402,74	403,61	404,41	lávka

Číslo profilu	Ř. km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
195	12,266	402,34	402,99	404,04	404,70	
196	12,329	402,85	403,50	404,42	404,93	
197	12,389	403,23	403,87	404,78	405,39	
198	12,426	403,50	404,13	405,03	405,86	
199	12,452	403,77	404,42	405,37	406,49	lávka
200	12,505	404,03	404,66	405,61	406,53	stupeň
201	12,513	404,93	405,38	406,16	408,06	stupeň
202	12,527	405,83	406,44	407,25	408,10	
203	12,562	406,10	406,70	407,44	408,15	
204	12,567	406,18	406,80	407,69	408,37	most
205	12,575	406,25	406,90	407,94	408,58	
206	12,600	406,39	407,01	407,95	408,59	
207	12,658	406,89	407,61	408,32	409,06	
208	12,664	406,96	407,86	408,57	409,25	most
209	12,671	407,06	407,90	408,71	409,26	

Tab. č. 25 Psaný podélný profil pro úsek MOV_31-05, Říka, km 0,000 – 6,655

Číslo profilu	Ř. km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
1	0,000	330,72	331,14	331,51	332,14	
2	0,023	330,74	331,16	331,56	332,18	stupeň
3	0,065	330,80	331,32	332,02	333,02	železniční most
4	0,072	330,95	331,64	332,60	334,16	
5	0,140	331,30	332,20	333,49	334,63	most
6	0,151	331,32	332,24	333,58	334,71	
7	0,165	331,38	332,31	333,85	334,88	železniční most
8	0,199	331,45	332,41	334,29	335,12	most
9	0,204	331,49	332,49	334,29	335,12	
10	0,264	331,73	332,62	334,31	335,12	
11	0,387	332,13	332,87	334,47	335,29	
12	0,494	332,68	333,30	334,56	335,38	
13	0,517	332,87	333,48	334,70	335,63	
14	0,526	332,96	333,60	334,88	336,04	železniční most
15	0,549	333,33	333,89	335,16	336,27	
16	0,597	333,67	334,05	335,16	336,27	
17	0,677	333,81	334,21	335,18	336,27	
18	0,798	334,31	334,56	335,26	336,27	
19	0,851	334,79	335,15	335,72	336,53	
20	1,113	335,76	336,20	336,60	337,24	
21	1,345	336,56	337,17	337,72	338,08	lávka pro pěší

Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v územní působnosti státního
podniku Povodí Moravy včetně návrhů možných protipovodňových opatření
(podklad k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Dunaje)
B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

Číslo profilu	Ř. km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
22	1,462	337,08	337,58	337,96	338,32	
23	1,554	337,49	337,87	338,20	338,52	přítok
24	1,637	337,74	338,10	338,46	338,79	stupeň
25	1,714	338,05	338,38	338,71	339,02	
26	1,783	338,24	338,59	338,94	339,26	
27	1,906	338,64	338,99	339,32	339,66	
28	1,980	338,78	339,30	339,67	340,08	
29	2,126	339,11	339,64	339,99	340,33	
30	2,244	339,44	339,98	340,37	340,81	
31	2,382	340,00	340,74	341,49	342,23	
32	2,402	340,15	340,92	341,79	342,55	železniční most
33	2,412	340,18	340,95	342,00	342,79	
34	2,468	340,44	341,13	342,07	342,90	
35	2,565	340,80	341,52	342,21	342,97	
36	2,641	341,11	342,16	342,89	343,43	hospodářský most
37	2,646	341,14	342,27	342,99	343,51	
38	2,710	341,29	342,35	343,04	343,57	
39	2,790	341,52	342,59	343,29	343,82	lávka
40	2,883	341,79	342,75	343,47	343,99	
41	2,969	341,97	342,82	343,52	344,06	
42	3,071	342,21	342,98	343,64	344,19	
43	3,140	342,43	343,16	344,04	345,02	železniční most
44	3,217	342,85	343,56	344,51	345,74	
45	3,339	343,42	343,99	344,75	345,78	
46	3,355	343,51	344,49	345,10	345,82	hospodářský most
47	3,378	343,59	344,70	345,24	345,85	
48	3,552	343,80	344,87	345,38	345,94	
49	3,656	344,04	344,99	345,46	346,02	
50	3,851	344,61	345,51	346,09	346,62	
51	4,032	345,36	346,16	346,77	347,15	hospodářský most
52	4,195	346,30	347,12	347,47	347,87	
53	4,338	346,91	347,75	348,02	348,40	
54	4,415	347,25	348,03	348,27	348,64	
55	4,506	347,83	348,52	348,74	349,09	
56	4,632	348,30	349,01	349,19	349,42	
57	4,683	348,45	349,19	349,39	349,66	
58	4,851	349,09	349,87	350,06	350,30	
59	4,972	349,56	350,37	350,69	350,84	
60	5,104	349,73	350,54	351,05	351,60	
61	5,116	349,74	350,56	351,39	352,21	silniční most
62	5,145	349,74	350,56	351,39	352,21	
63	5,213	349,86	350,65	351,44	352,22	
64	5,637	351,34	352,01	352,60	353,34	

Číslo profilu	Ř. km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
65	5,709	351,57	352,23	352,83	353,51	
66	5,883	352,15	352,88	354,33	354,61	silniční most
67	5,962	352,43	353,17	354,34	354,81	
68	6,176	353,24	353,97	354,73	355,12	
69	6,256	353,51	354,25	354,98	355,30	silniční most
70	6,313	353,69	354,41	355,15	355,71	
71	6,381	354,03	354,73	355,48	356,30	
72	6,438	354,28	354,97	355,74	356,78	lávka
73	6,466	354,40	355,10	355,85	356,90	stupeň
74	6,505	354,60	355,27	356,01	357,10	stupeň
75	6,580	354,87	355,47	356,27	357,55	most
76	6,643	354,97	355,65	356,49	357,91	přechod STL
77	6,654	355,02	355,71	356,58	358,00	

Úsek MOV_31-01 Vlára, ř. km 17,862 – 33,412

V řešeném úseku protéká Vlára obcemi Vlachovice, Bohuslavice nad Vlárí, Jestřabí, Štítná nad Vlárí-Popov a Brumov-Bylnice.

V k. ú. Vlachovice je koryto kapacitní na Q₂₀. Při Q₁₀₀ voda zaplavuje především v horní části LB pozemky s rodinnými domy. Níže pod souvislou zástavbou jsou výrazně zaplavovány přilehlé louky a zemědělské pozemky. V k. ú. Vrbětice se voda vylévá z koryta při Q₂₀. Při Q₁₀₀ a Q₅₀₀ jsou zaplavovány objekty především v LB.

V k. ú. Bohuslavice nad Vlárí dochází k vybřežování vody při Q₅ nad souvislou zástavbou na LB. Při Q₂₀ je zaplavován průmyslový objekt na PB a dva objekty na LB. Při Q₁₀₀ a Q₅₀₀ jsou ohrožovány desítky objektů v blízkosti toku na obou březích, včetně areálu zemědělského družstva pod souvislou zástavbou na PB.

V k. ú. Jestřabí jsou zaplavovány objekty na PB v prostoru mezi silnicí a řekou od Q₂₀. Při Q₅₀₀ je dotčeno šest objektů.

V k. ú. Popov voda vybřežuje při Q₂₀. Při Q₁₀₀ je zaplavováno několik objektů na PB v blízkosti železniční zastávky. Při Q₅₀₀ je ohrožováno i několik objektů na LB.

V k. ú. Štítná nad Vlárí je nejvíce objektů zaplavováno na PB v prostoru mezi korytem Vlárky a komunikací ve městě. Níže po toku jsou zaplavovány louky a zemědělské pozemky od Q₂₀.

V k. ú. Bylnice je při Q₁₀₀ zaplavován areál ČOV a průmyslové plochy na LB pod zaústěním Brumovky.

Úsek MOV_31-02 Brumovka, ř. km 0,000 – 4,731

V řešeném úseku protéká Brumovka obcí Brumov-Bylnice.

V k. ú. Brumov je koryto kapacitní při Q₅. Při Q₂₀ je zaplavován průmyslový areál na PB na horním konci úseku, dále rozliv Q₂₀ zaplavuje objekty na LB pod mostem Kloboucká. Rozliv Q₁₀₀ ohrožuje objekty na LB pod soutokem s Nedašovkou.

V k. ú. Bylnice při Q₂₀ dochází k vybřežení do LB zejména v prostoru mezi železničními mosty nad soutokem s Vlárkou. K lokálnímu vybřežení dochází na LB nad mostem ul. Mýto, kde jsou zaplaveny rodinné domky. Při Q₁₀₀ jsou zaplavovány objekty v blízkosti toku na LB téměř v celé délce úseku. Při Q₅₀₀ je rozliv výraznější a zaplavují objekty na LB až po ul. Svárov (včetně areálu školy) a níže po ul. Vlárská.

Úsek MOV_31-03 Brumovka, ř. km 7,011 – 13,556

V řešeném úseku protéká Brumovka obcemi Poteč a Valašské Klobouky.

V obci Poteč je zaplavována rozptýlená zástavba v blízkosti toku od Q₂₀. Rozlivy u větších průtoků nejsou nikterak široké, max. cca 170 m u Q₅₀₀.

V obci Valašské Klobouky jsou zaplavovány objekty od Q_{20} , kdy jsou nejvýrazněji postiženy průmyslové areály na PB při ul. Brumovské. Rodinné domy jsou zaplavovány při Q_{100} při ul. Cyrilometodějská a Koželužská. Níže po toku jsou při Q_{500} zaplavovány průmyslové areály po obou březích.

Úsek MOV_31-04 Zelenský potok, ř. km 0,000 – 1,211

V řešeném úseku protéká Zelenský potok obcí Štítná nad Vláří-Popov.

Rozlivy Zelenského potoka jsou nejvýraznější v prostoru nad zaústěním do Vlárky. K rozlivům dochází od průtoku Q_5 , kdy jsou zaplavovány objekty v blízkosti silnice I/495. Při Q_{100} je zaplavován na horním konci úseku na PB zemědělský areál a níže po toku rodinné domky na obou březích, včetně základní školy a kostela na LB.

Úsek MOV_31-05 Říka, ř. km 0,000 – 6,655

V řešeném úseku protéká Říka obcí Slavičín.

V k. ú. Slavičín je koryto kapacitní na Q_5 , při Q_{20} dochází k vybřežování do skladů na LB. Při Q_{100} dochází k vybřežování v prostoru pod mostem na ulici Spojovací, kde jsou zaplavovány rodinné domky v blízkosti koryta.

V k. ú. Hrádek na Vlárské Dráze vybřežuje voda při Q_{20} na PB, kde zaplavuje hřiště a zemědělské pozemky. Při Q_{100} je zaplavováno několik objektů včetně ČOV na PB a při Q_{500} objekty na obou březích.

V k. ú. Divnice je od Q_{20} zaplavováno několik objektů na PB v blízkosti toku a níže po toku areál Střední odborné školy na LB.

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q_{500}) v řešeném úseku jsou dotčeny obce Vlachovice, Bohuslavice nad Vláří, Jestřabí, Štítná nad Vláří-Popov, Brumov-Bylnice, Slavičín, Poteč a Valašské Klobouky.

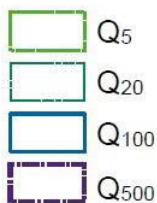
Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a svislicová rychlost proudu, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , kde hranice rozlivů jsou doprovodnými informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky a svislicové rychlosti z výpočtů 2D modelů mají podobu rastru. Charakteristiky jsou podloženy RZM v odstínu šedé a vyobrazená proměnná má velikost pixelu 1 m.

6.2.1 Rozlivy pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Rozlivy jsou křivky odpovídající průsečnicím hladin vody se zemským povrchem při zaplavení území povodní. Byly vygenerovány z programu HEC-RAS do vektorového formátu *.shp a následně zpracovány s použitím nástrojů GIS a to na základě vyhodnocení rastrových dat o hloubkách vody (viz kap. 6.2.2).

Rozlivy jsou zobrazeny jako doprovodné informace pro jednotlivé průtoky na Základní rastrové mapě v měřítku 1:10 000. V mapách jsou vykresleny jako linie specifikované metodikou [XVII] - viz Obr. č. 25.

Rozlivy

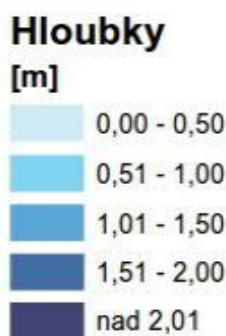


Obr. č. 25 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

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

Údaje o hloubkách vody byly zpracovány do georeferencovaného formátu *.tif přímo s použitím programového vybavení HEC-RAS a následně upraveny s použitím nástrojů GIS. Rozlišení rastrů hloubek vody odpovídá požadavkům [XVIII], tj. 1 m × 1 m.

Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. č. 26.

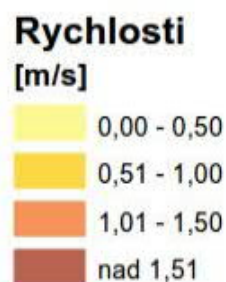


Obr. č. 26 Definice barev a intervalů hloubek

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

Údaje o svislicových rychlostech byly pro úseky počítané ve 2D zpracovány do georeferencovaného formátu *.tif přímo s použitím programového vybavení HEC-RAS a následně upraveny s použitím nástrojů GIS. Rozlišení rastrů svislicových rychlostí proudění vody odpovídá požadavkům [XVIII], tj. $1\text{ m} \times 1\text{ m}$.

Rozdělení intervalů svislicových rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. č. 27.

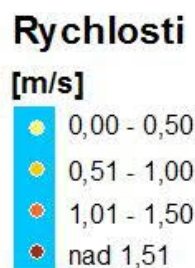


Obr. č. 27 Definice barev a intervalů svislicových rychlostí

Průřezové rychlosti jsou pro úseky počítané v 1D zobrazeny pro jednotlivé průtoky jako bodové hodnoty, a to vždy pro části profilu tvořené vlastním korytem a pravobřežní resp. levobřežní inundací.

Rychlosti v tomto úseku je možno rozdělit na rychlosti v korytě a mimo koryto. V korytě jsou hodnoty rychlostí v rozmezí $1,0 - 2,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, místně až $3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Hodnoty rychlostí se v inundaci pohybují do $1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Rozdělení intervalů rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. č. 28.



Obr. č. 28 Definice barev a intervalů průřezových rychlostí

6.3 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

Nejistoty v podkladech i v samotném hydraulickém výpočtu byly komentovány v kapitole 5.2.5. Pro další praktické využití výsledků hydraulických výpočtů je vždy nezbytné zohlednit míru nejistoty, kterou jsou tato data nevyhnutelně

zatížena. Dále je nutné posoudit aktuálnost výsledků především ve vztahu k případným změnám, ke kterým mohlo dojít od doby realizace výpočtů. Jedná se především o změny:

- hydrologických podkladů,
- morfologie koryta a inundačního území vč. realizace významných stavebních objektů (např. protipovodňové ochrany, vodohospodářských staveb na toku, liniových dopravních staveb, mostů apod.),
- charakteru povrchu koryta a inundačního území.

V této souvislosti se v budoucnu předpokládá průběžná aktualizace výsledků hydraulických výpočtů.