

## ČÁST 1. ANALYTICKÁ ČÁST

### A.2. Analýza přírodních poměrů

#### A.2.3 Analýza odtokových poměrů (CN křivky, HEC-HMS)

##### O B S A H:

1	METODA CN KŘIVEK .....	2
2	POUŽITÉ METODY SRÁŽKOOTOKOVÉHO MODELOVÁNÍ.....	3
3	STANOVENÍ VSTUPŮ DO VÝPOČTU ODTOKU.....	4
3.1	Definice prvků vstupujících do výpočtu.....	4
3.2	Hodnoty CN křivek.....	5
3.3	Návrhové srážky .....	7
4	VYHODNOCENÍ SRÁŽKOOTOKOVÉHO MODELU .....	10
5	MÍRA POVODŇOVÉHO OHROŽENÍ ROZLIVY.....	14
5.1	Rozsah záplavového území .....	15
5.2	Posouzení objektů na toku.....	18
6	HYDROLOGICKÉ ÚDAJE.....	20
7	PODKLADY .....	28
8	SEZNAM TABULEK.....	28
9	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	28

## 1 METODA CN KŘÍVEK

Maximální průtoky  $Q_N$  jsou ovlivňovány příčinnými srážkami a charakteristikami povodí:

- geometrické charakteristiky (k jejich analýze byl použit digitální model terénu-DMT);
- sklonové poměry (DMT);
- geologické a půdní poměry (mapy BPEJ, SLT, OPRL);
- způsob využívání pozemků v povodí (LPIS, OPRL);
- vegetační kryt povodí (LPIS, OPRL);
- agrotechnické zásahy;
- protierozní opatření

Maximální průtok v malém vodním toku - údolnici je odezvou na maximální přítok ze svahů, který je ovlivňován výše uvedenými charakteristikami svahů povodí.

Metoda CN křivek je zahrnuta v modelu HEC-HMS, který byl v této studii využit pro prvotní odhad odtokových poměrů v povodí. Pro přehled jsou níže uvedeny základní informace o metodě CN křivek. Metoda vychází z předpokladu, že poměr objemu odtoku k úhrnu přívalové srážky se rovná poměru objemu vody zadržené při odtoku k potenciálnímu objemu, který může být zadržen. Odtok zpravidla začíná až po určité akumulaci srážek, tedy po určité počáteční ztrátě, která je součtem intercepce, infiltrace a povrchové akumulace, jež byla odhadnuta na základě experimentálních měření na 20 % potenciální retence ( $I_a = 0,2 A$ ).

Z uvedených souvislostí byl odvozen základní vztah:

$$H_o = \frac{(H_s - 0,2A)^2}{H_s + 0,8A} \quad (\text{mm})$$

kde:

- $H_o$     přímý odtok (mm);
- $H_s$     úhrn přívalové (návrhové) srážky (mm);
- $A$     potenciální retence (mm), vyjádřená pomocí křivek CN

Potenciální retence je vypočtena:

$$A = 25,4 \cdot \frac{1000}{C_{CN}} - 10 \quad (\text{mm})$$

Z toho objem přímého odtoku:

$$O_{ph} = 1000 \cdot P_p \cdot H_o \quad (\text{m}^3)$$

kde:  $P_p$  je plocha povodí  $(\text{km}^2)$ .

Číslo CN křivky vznikne průnikem vrstvy druhů pozemků a hydrologických skupin půd. Je tedy závislé na formě pokryvu a hydrologických vlastností půdy.

Protože není možné na rozsáhlém území stanovit jednotlivé osevní postupy, zemědělské plodiny a přesně identifikovat typ pokryvu, používá se zjednodušený model s odlišením druhů pozemků dle LPIS (u orné půdy průměrný osevní postup dle klimatických regionů), doplněný o lesy (3 stupně podmínek) a ostatní druhy pozemků (intravilánu, komunikace, ostatní).

Na základě vypočtených CN křivek je možné stanovit jejich průměrnou hodnotu na hydrologicky uzavřený celek (povodí, dílčí povodí) a s pomocí vzorců odvodit hydrologické parametry jednotlivých povodí:

- potenciální retence (mm)
- přímý odtok (mm)
- objem přímého odtoku ( $\text{m}^3$ )

## 2 POUŽITÉ METODY SRÁŽKOOTOKOVÉHO MODELOVÁNÍ

Pro stanovení srážkootokových poměrů v zájmovém území je použit událostní modelovací systém HEC-HMS. Jde o soubor několika dílčích modelů pro určení výšky efektivního deště a odvození průběhu povodňové vlny na základě transformační funkce povodí.

Tzv. hydrologický model povodí v systému HEC-HMS je soustava hydrologicky propojených dílčích povodí a říčních úseků ve formě schématu, přičemž pro každé dílčí povodí a každý dílčí úsek jsou pomocí fyzickogeografických charakteristik odhadnuty parametry příslušného použitého modelu. Pro každé dílčí povodí jsou zadány srážky ve formě hyetogramu.

Postup odvození povodňové vlny srážkootokovým modelem lze rozdělit do několika na sebe navazujících kroků:

- Sestavení hydrologického modelu povodí. Jedná se o schématické rozdělení povodí na dílčí podpovodí a eventuálně i říční úseky pro výpočet postupu povodňové vlny, a dále výpočet fyzickogeografických charakteristik povodí z digitálního modelu terénu. Volba počtu dílčích podpovodí a říčních úseků závisí na velikosti plochy povodí k danému profilu. Celé sestavení proběhlo v prostředí GIS za využití speciálních programových extenzí, které jsou přizpůsobené a nastavené tak, aby bylo možné sestavený model jednoduše importovat do programu HEC-HMS.
- Určení srážky na povodí pro daný časový interval a zvolený krok výpočtu, v tomto případě 10 minut.
- Určení parametrů odtokových ztrát a stanovení podílu tzv. efektivního deště. Velikost přímého odtoku (tzv. efektivní dešť) z povodí byla spočtena metodou CN křivek. Hodnota CN je poskytnuta od ČHMÚ, který disponuje hodnotami CN odvozenými pro celou republiku ve velikosti pixelu 100 x 100 m z údajů o využívání území (databáze CORINE), hydrologických charakteristik půd a sklonitosti území.
- Určení parametrů jednotkového hydrogramu na základě fyzickogeografických parametrů povodí. Fyzickogeografické parametry (např. sklon povodí, sklon podél údolnice, délka údolnice) jsou odvozené z podrobného digitálního modelu terénu. V tomto konkrétním případě byl použit Clarkův dvouparametrický jednotkový hydrogram.
- Určení parametrů modelu řešícího postup povodňové vlny říčními úseky (pro hydrologické modely s více než jedním dílčím povodím). Byla využita metoda Muskingum s parametrem  $X = 0,0 - 0,5$  a odhadem postupu vlny 1,5 m.s<sup>-1</sup>.
- Výpočet povodňové vlny. Výsledkem celého procesu je hydrogram povodňové vlny ve zvoleném časovém kroku. Všechny modelované průtoky uvedené v grafech jsou v desetiminutovém kroku.

Uvedeným postupem byly sestaveny hydrologické modely pro všechna povodí. Do sestavených modelů byly doplněny profily, ve kterých je možné určit průtoky pro následné porovnání současného stavu s návrhovým stavem se zahrnutými přírodními blízkými opatřeními, tj. profily soutoků a přítoků, profil navrhované přehrady, profily hydraulického určení kulminačních průtoků apod. Profily toků jsou vždy situovány nad zaústěním do recipientu (pokud není uvedeno jinak).

Maximální průtok v údolnici je odezvou na maximální přítok ze svahů, který je ovlivňován výše uvedenými charakteristikami svahů povodí. Model HEC-HMS umožňuje výpočet návrhových průtoků  $Q_N$ , vyvolaných přívalovými dešti, kritické doby trvání a příslušné intenzity i výpočet maximálních průtoků  $Q_{max}$ , vyvolaných přívalovými dešti zvolené doby trvání a intenzity.

Pro návrh opatření, omezujících vodní erozi jsou základním hydrologickým podkladem maximální N-leté průtoky (dále jen  $Q_N$ ), vyvolané na svazích a povodích drobných vodních toků převážně přívalovými dešti.

Při zvolených scénářích výpočtu je možné zohlednit vliv změny charakteristik povodí na hodnoty maximálních průtoků, což je potřebné např. při posuzování účinnosti navrhovaných opatření v povodí (změna způsobu pozemků v povodí, aj.).

Využití modelu

Pro výpočet maximálních průtoků v nepozorovaných profilech malých povodí vyvolaných přivalovými dešti:

- maximální N-letý průtok (návrhový) vyvolaný deštěm kritické doby trvání
- maximální N-letý průtok vyvolaný deštěm zvolené doby trvání a příslušné náhradní intenzity
- maximální průtok vyvolaný deštěm zvolené doby trvání a intenzity
- výpočtový objem a tvar povodňové vlny
- N-letý objem a tvar povodňové vlny vyvolaný maximálním N-letým jednodenním srážkovým úhrnem
- vliv změny charakteristik povodí na maximální průtok (zohlednění agrotechnických a technických opatření v povodí, urbanizace aj.)

V následujícím textu je podrobně rozebrán hydrologický průběh povodně na jednotlivých povodích odvozený srážkoodtokovým modelem. Skutečné hodnoty kulminačních průtoků a čas výskytu kulminace se může od skutečnosti více či méně odlišovat. Uváděné hodnoty je proto nutné brát pouze jako orientační.

### **3 STANOVENÍ VSTUPŮ DO VÝPOČTU ODTOKU**

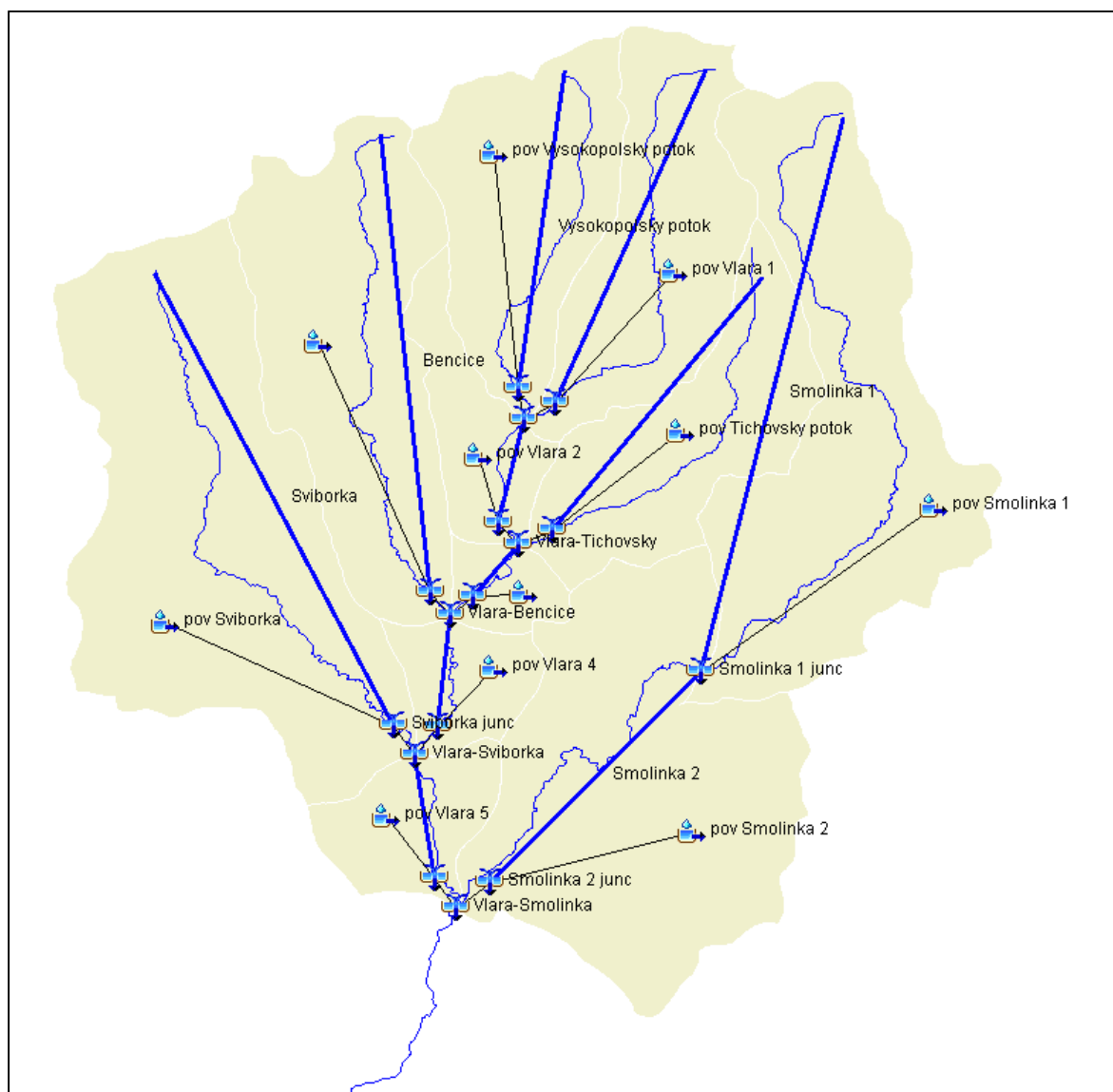
#### **3.1 Definice prvků vstupujících do výpočtu**

Výpočetní model je definován těmito dílčími prvky:

- dílčí povodí (subbasin)
- vodní tok (reach)
- uzel (junction)
- 

Program HEC-HMS dále umožňuje zadání následujících prvků, které pro analýzu současného stavu nebyly využity:

- nádrž (reservoir)
- odlehčení (diversion)
- zdroj (source)
- úbytek (sink)

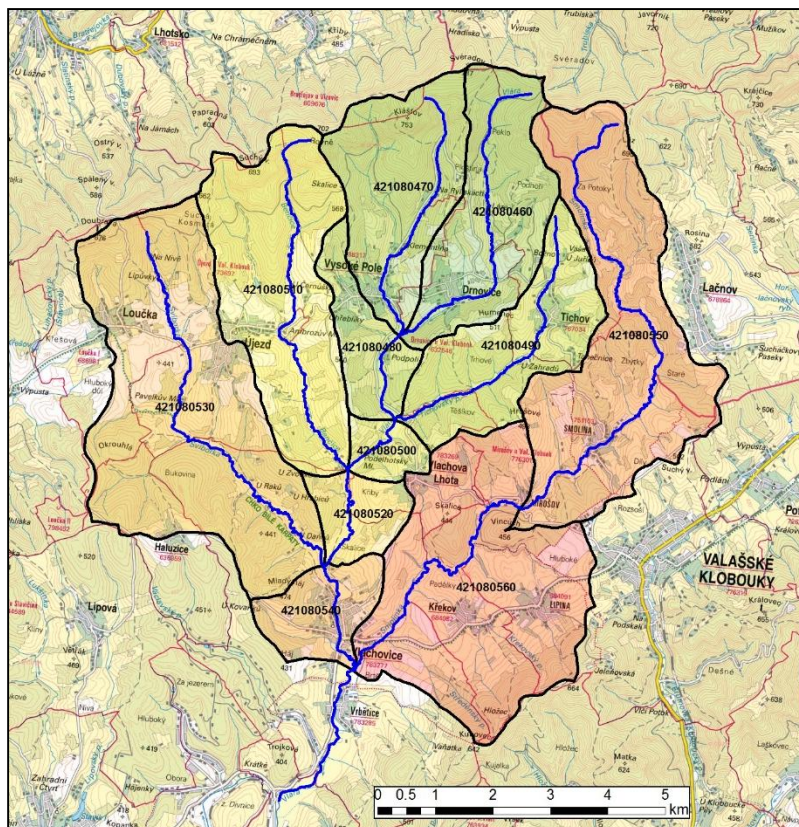


Obr. 1: Schéma modelu zájmového území v programu HEC-HMS

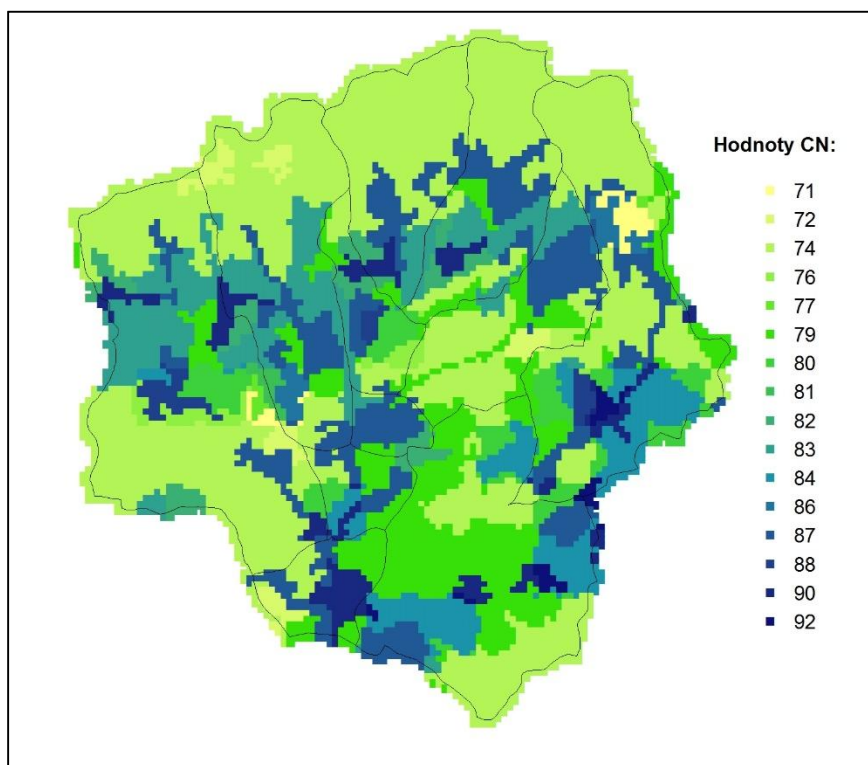
### 3.2 Hodnoty CN křivek

Čísla CN křivek, jež vstupují do výše popsaného výpočtu, jsou odvozována na základě informací o pokryvu jednotlivých typů pozemků, vlastností půd a dalších faktorů. Pro účely této analýzy byla použita data získaná od ČHMÚ.





Obr. 2: Situace řešených povodí IV. řádu



Obr. 3: Hodnoty CN křivek v zájmovém území

V následující tabulce jsou uvedeny výsledné hodnoty CN [-], potenciální retence [mm], přímý odtok [mm], objem přímého odtoku [m<sup>3</sup>] pro jednotlivá povodí IV. řádu.

Tab. 1: Hydrologické charakteristiky povodí IV. řádu

vodní tok	číslo hydrol. pořadí povodí	plocha povodí	průměrné CN v povodí	potenciální retence
	HLGP_VUV	Plocha [km <sup>2</sup> ]	CN	A [mm]
Vlára	4-21-08-046	7,35	79,4	65,9
Vysokopolský potok	4-21-08-047	7,14	77,5	73,7
Vlára	4-21-08-048	2,83	80,9	60,0
Tichovský potok	4-21-08-049	6,61	78,6	69,2
Vlára	4-21-08-050	1,29	84,7	45,9
Benčice	4-21-08-051	10,43	78,9	67,9
Vlára	4-21-08-052	2,14	82,4	54,3
Sviborka	4-21-08-053	16,93	78,3	70,4
Vlára	4-21-08-054	2,86	81,9	56,1
Smolinka	4-21-08-055	13,66	79,1	67,1
Smolinka	4-21-08-056	14,39	79,9	63,9

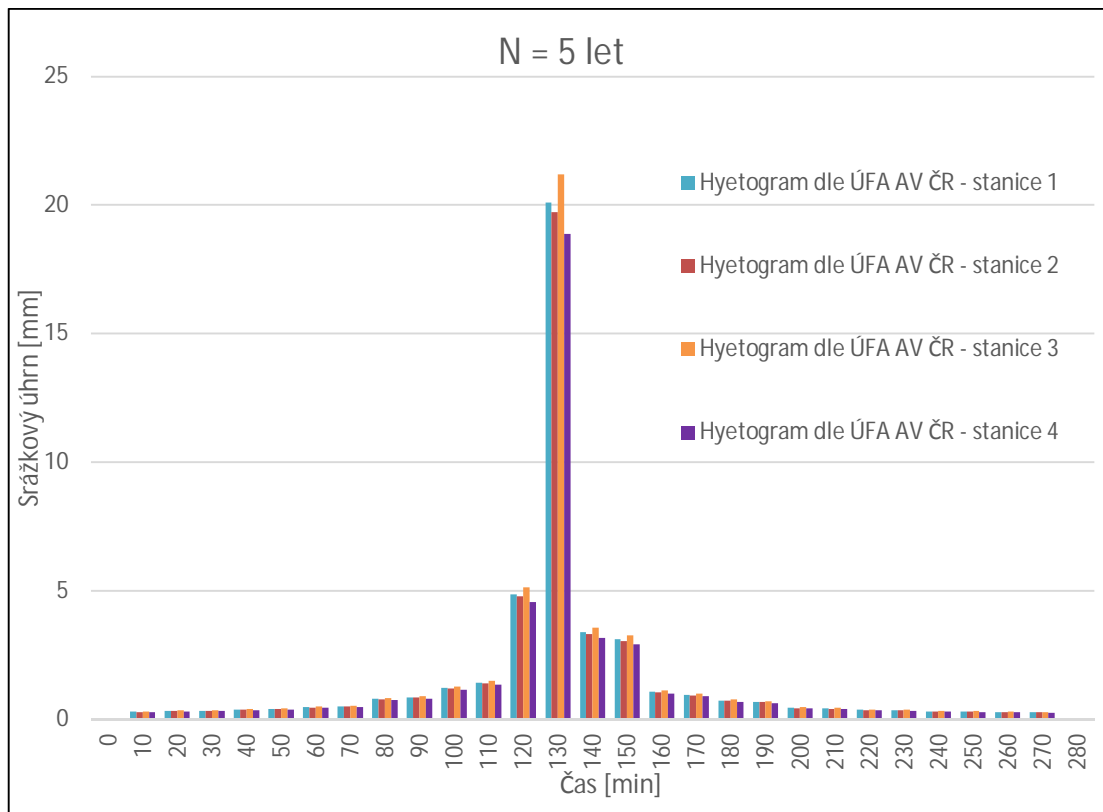
### 3.3 Návrhové srážky

Aby byl odhad průběhu povodňové vlny srážkoodtokovým modelem věrohodný, je potřeba co nejpřesněji odhadnout plošné a časové rozložení srážek. Pro účely této analýzy byla použita data ze srážkoměrných stanic umístěných v regionu.

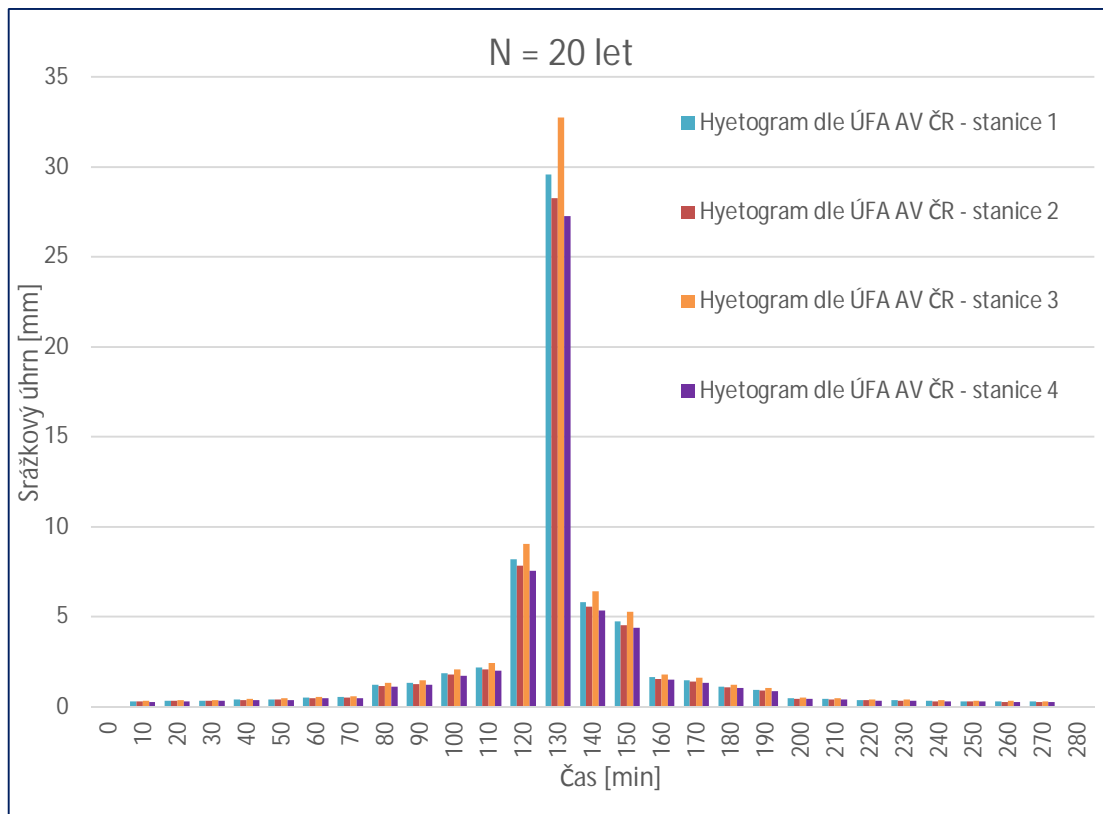
Tab. 2: Srážkoměrné stanice

číslo stanice	název stanice	vzdálenost od centra zájmového území
1	Luhačovice	15,3 km
2	Vizovice	9,7 km
3	Luhačovice – přehrada	13,2 km
4	Zděchov	14,5 km

Hyetogramy návrhových dešťů s různými hodnotami pravděpodobnosti opakování byly odvozeny pomocí programu DES\_RAIN s uvažováním časového rozložení srážek dle ÚFA AV ČR. Srážkové úhrny byly redukovány úměrně k velikosti povodí pomocí vztahů dle Reinholda. Na následujících obrázcích je znázorněn průběh návrhových dešťů s různou dobou opakování vycházející z dat čtyř použitých srážkoměrných stanic.

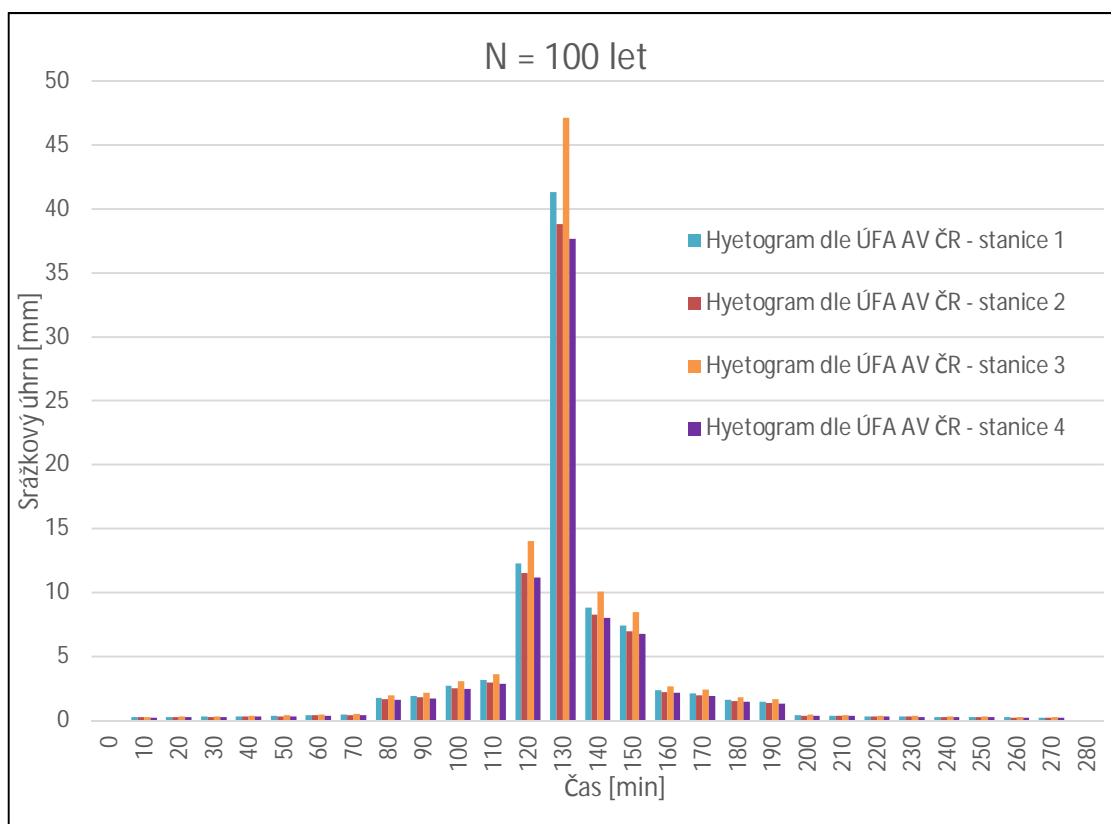


Obr. 4: Hyetogram návrhového deště s dobou opakování  $N = 5$  let





Obr. 5: Hyetogram návrhového deště s dobou opakování  $N = 20$  let



Obr. 6: Hyetogram návrhového deště s dobou opakování  $N = 100$  let

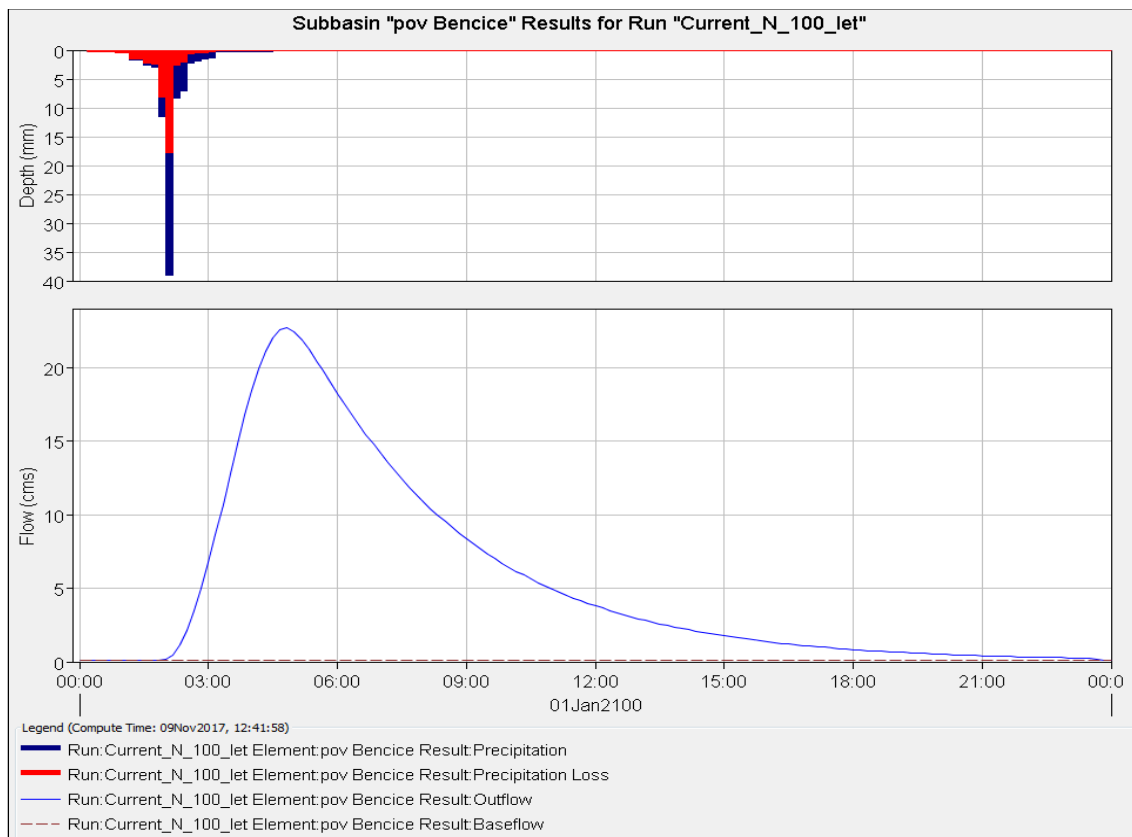
#### 4 VYHODNOCENÍ SRÁŽKOOTOKOVÉHO MODELU

Výstupy srážkoodtokového modelu znázorňují průběh povodňových vln ve vybraných profilech vodních toků a poskytují informace o čase výskytu a velikosti kulminačních průtoků a objemu přímého odtoku.

Tab. 3: Základní charakteristiky přímého odtoku pro jednotlivá dílčí povodí a pro různé doby opakování návrhového deště – výstupy modelu HEC-HMS

vodní tok	číslo hydrol. pořadí povodí	doba opakování	přímý odtok	objem přímého odtoku	odhad kulminace
	HLGP_VUV	N [roky]	H0 [mm]	Oph [1000 m <sup>3</sup> ]	Q <sub>max</sub> [m <sup>3</sup> /s]
Vlára	4-21-08-046	5	13,98	102,7	5,89
		20	26,66	196,0	11,46
		100	43,71	321,2	19,16
Vysokopolský potok	4-21-08-047	5	13,11	93,6	6,64
		20	25,23	180,1	13,13
		100	41,68	297,5	22,23
Vlára	4-21-08-048	5	14,69	41,5	1,90
		20	27,81	78,6	3,72
		100	45,29	128,1	6,23
Tichovský potok	4-21-08-049	5	13,63	90,2	4,83
		20	26,10	172,6	9,43
		100	42,91	283,8	15,82
Vlára	4-21-08-050	5	16,72	21,5	0,92
		20	30,99	39,9	1,76
		100	49,60	63,8	2,90
Benčice	4-21-08-051	5	13,78	143,7	7,03
		20	26,33	274,6	13,64
		100	43,25	451,0	22,73
Vlára	4-21-08-052	5	15,02	32,2	1,13
		20	28,21	60,4	2,18
		100	45,66	97,8	3,61
Sviborka	4-21-08-053	5	12,87	218,0	7,18
		20	24,69	418,0	13,83
		100	40,66	688,5	22,97
Vlára	4-21-08-054	5	13,78	39,4	1,10
		20	25,97	74,3	2,11
		100	42,15	120,6	3,49
Smolinka	4-21-08-055	5	13,07	188,1	5,54
		20	24,88	358,1	10,63
		100	40,72	586,0	17,61
Smolinka	4-21-08-056	5	13,72	187,5	7,75
		20	26,21	358,2	14,89
		100	43,03	588,0	24,66

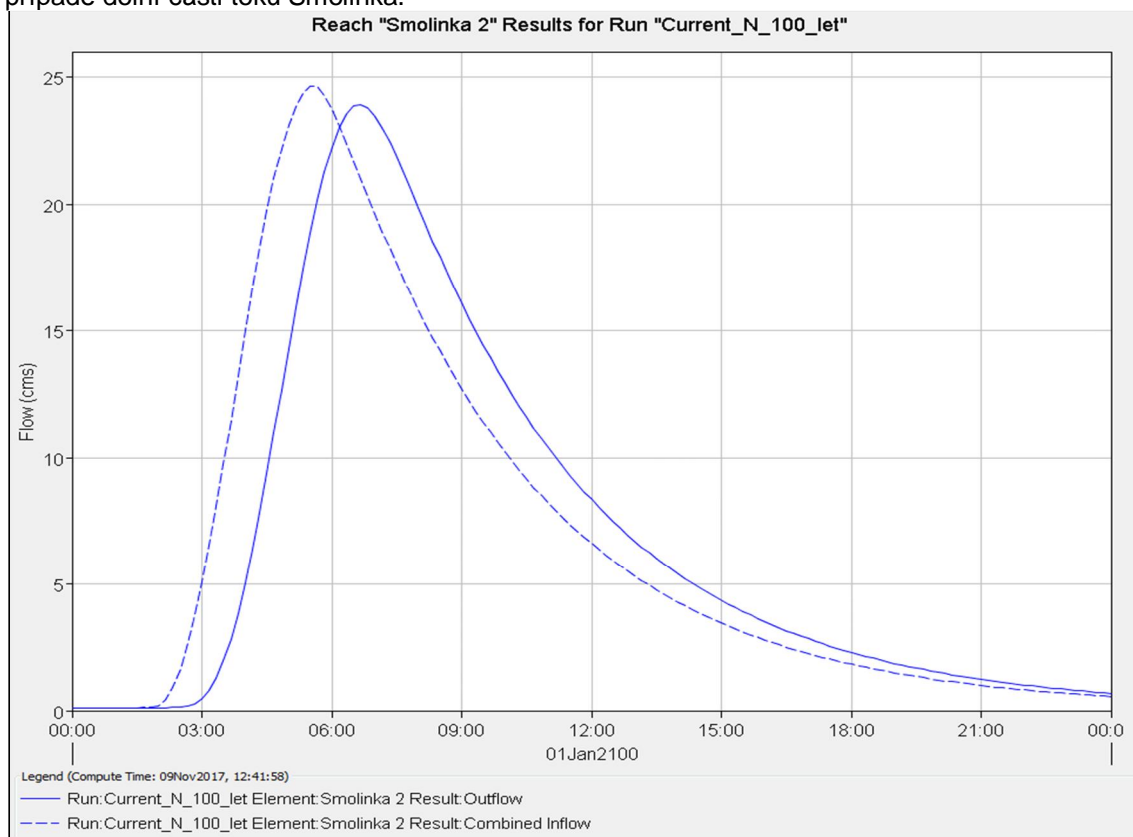
Na následujícím obrázku je znázorněn jeden z grafických výstupů programu HEC-HMS v podobě hydrogramu povodňové vlny vyvolané návrhovou srážkou s dobou opakování 100 let a to pro uzavěrový profil dílčího povodí toku Benčice.



Obr. 7: Průběh povodňové vlny v uzavěrovém profilu toku Benčice vyvolané návrhovým deštěm s dobou opakování  $N = 100$  let, analýza současného stavu

Vzhledem k tomu, že výpočet je proveden pro celé zájmové území s uzavěrovým profilem pod soutokem Vlárky se Sviborkou, je zřejmé, že objemy povodňových vln a kulminační průtoky vztažené k jednotlivým dílčím povodím nabývají nižších hodnot, než kdyby bylo předmětem výpočtu pouze území jednotlivého dílčího povodí.

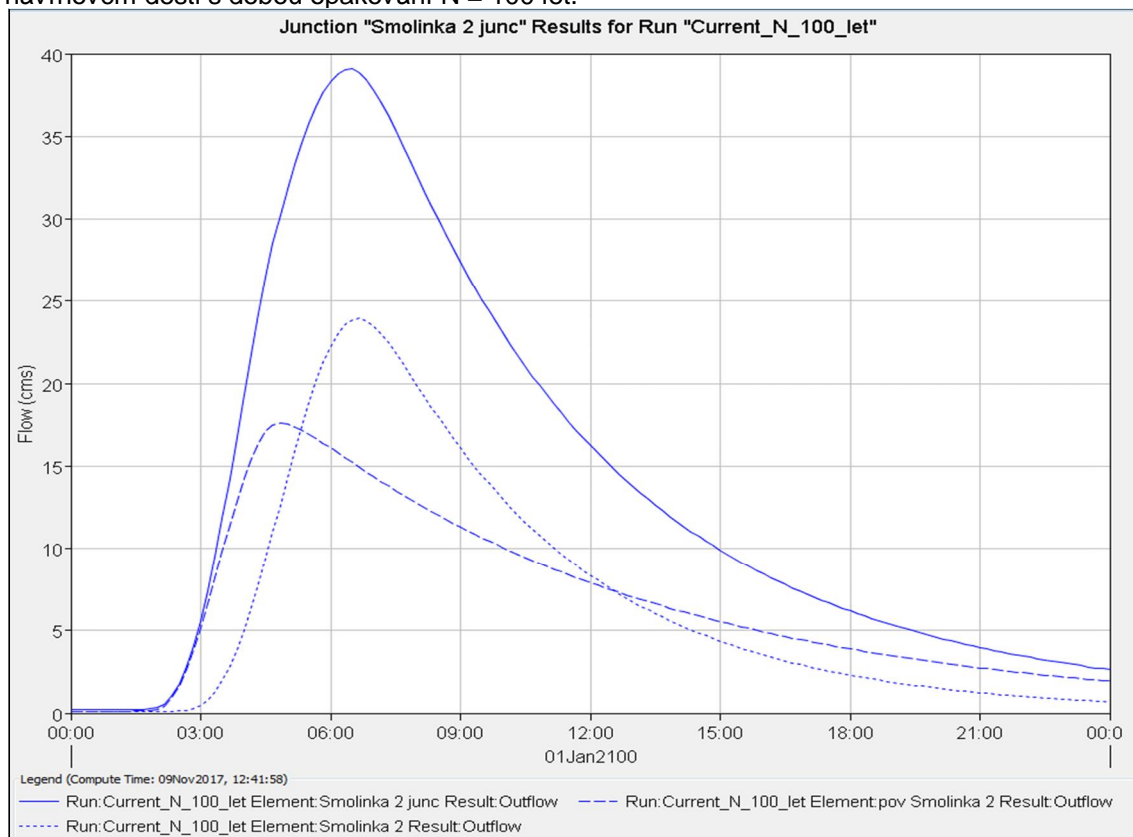
Na dalším obrázku je vyobrazen průběh povodňové vlny na jednom z úseků zájmových toků, v tomto případě dolní části toku Smolinka.



Obr. 8: Průběh povodňové vlny v dolním úseku toku Smolinka, návrhový déšť  $N = 100$  let

Z tohoto obrázku je patrná transformace vlny v toku. Její parametry jsou definovány v rámci uvedené metody Muskingum umožňující výpočet postupu povodňové vlny v toku.

Dále je vyobrazen průběh výsledné povodňové vlny v jednom z definovaných uzlů (junction), v tomto případě uvedený uzel spojuje prvek definující dílčí povodí dolní části toku Smolinky (basin) a prvek definující samotný tok Smolinka resp. jeho dolní část (reach). Hodnoty znovu představují situaci při návrhovém dešti s dobou opakování  $N = 100$  let.



Obr. 9: Průběh povodňové vlny v uzlu umístěném v uzávěrovém profilu toku Smolinka, návrhový déšť  $N = 100$  let

Z tohoto obrázku je patrný systém výpočtu v programu HEC-HMS, kdy je v daném uzlu spojena povodňová vlna vytvořená na ploše příslušného dílčího povodí s vlnou postupující příslušným vodním tokem.

Popsaný srážkoodtokový model sestavený pro zájmové území zahrnuje posouzení odtokových poměrů za současného stavu a zároveň umožňuje porovnání možností návrhových opatření a jejich vlivu na odtokové poměry v povodí.

## 5 MÍRA POVODŇOVÉHO OHROŽENÍ ROZLIVY

Páteřním vodním tokem řešeného území je 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 nejtypičtějšých příkladů říčního pirátství na území Česka. Pramení ve Vizovických vrších nedaleko vrcholů Klášťov a Svéradov. Protéká obcemi Drnovice, Vlachova Lhota, Vlachovice, Bohuslavice nad Vlárí a Štítná nad Vlárí-Popov. Ve městě Brumov-Bylnice přijímá levostranný přítok Brumovku a skrz Vlárský průsmek odtéká na Slovensko, kde u Nemšové tvoří pravostranný přítok Váhu.

Plocha povodí Vlárý nad státní hranicí se Slovenskem činí 322,89 km<sup>2</sup>, z čehož připadá na povodí Brumovky 85,37 km<sup>2</sup>, na povodí Zelenského potoka 19,69 km<sup>2</sup>, povodí Říky 39,1 km<sup>2</sup> a povodí Vlárý nad Říky 97,32 km<sup>2</sup>.

Koeficient odtoku povodí Vlárý nad hranicí se Slovenskem je udáván hodnotou 0,40 a povodí Vlárý nad Říky 0,44.

Průměrné roční srážky povodí Vlárý jsou udávány hodnotou 774 mm, povodí Brumovky nad Vlárí 804 mm a v Brumově 863 mm, povodí Říky 720 mm, povodí Vlárý nad Říky 753 mm.

Plocha zalesnění povodí Vlárý činí 147,654 km<sup>2</sup>, což představuje 45,7 % celkové plochy povodí.

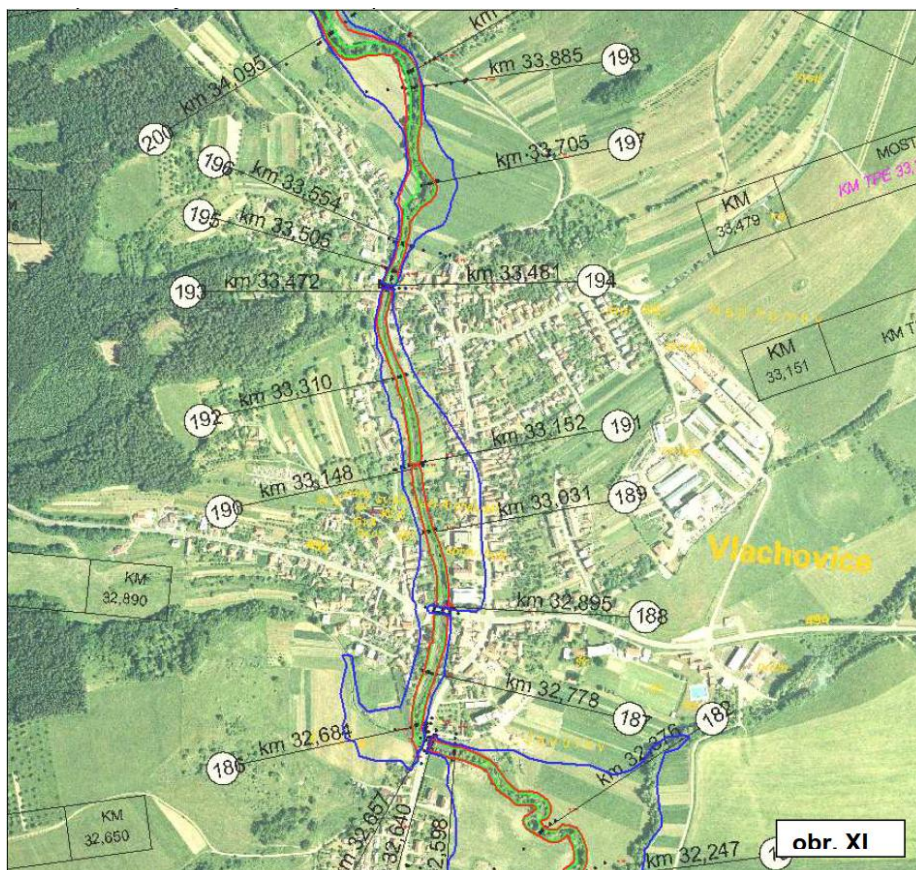
Dne 1.4.2009 bylo stanoveno záplavové území vodního toku Vlára, a to mezi ř. km 12,417 – 42,380, tedy v celé délce toku na území ČR. Rozsah záplavového území je obsažen v dokumentaci „Záplavové území Vlárý“, vypracované firmou Povodí Moravy, s. p., Brno – útvar hydroinformatiky v listopadu 2008. Záplavové území z roku 2009 je stále platné.

Dokumentace popisuje odtokové poměry vodního toku Rožnovská Bečva, výpočtem jsou stanoveny výšky hladin v jednotlivých profilech koryta a stanoveno záplavové území pro hladiny Q<sub>5</sub>, Q<sub>20</sub> a Q<sub>100</sub>. Dalšími vodohospodářsky významnými toky v zájmovém území jsou Smolinka, Sviborka, Benčice, Tichovský potok a Vysokopolský potok. Pro tyto vodní toky nebylo stanoveno záplavové území.



## 5.1 Rozsah záplavového území

V obci Vlachovice dochází k rozlivům a to pouze při průběhu  $Q_{100}$ . Na průběh dvacetileté a nižších povodní je koryto kapacitní. Rozliv  $Q_{100}$  ohrožuje zástavbu na levém břehu. K vybřežení vody dojde pod stupněm km 33,506 a ta potom ohrožuje zástavbu obce Vlachovice. Do koryta se na levém břehu vrací až u silničního mostu km 32,890, naopak na pravém břehu zde dojde k vylití a ohrožení přilehlé zástavby. Pod a nad obcí se stoletá voda vylévá pouze na pole a louky.



Obr. 10: Rozsah záplavového území v obci Vlachovice



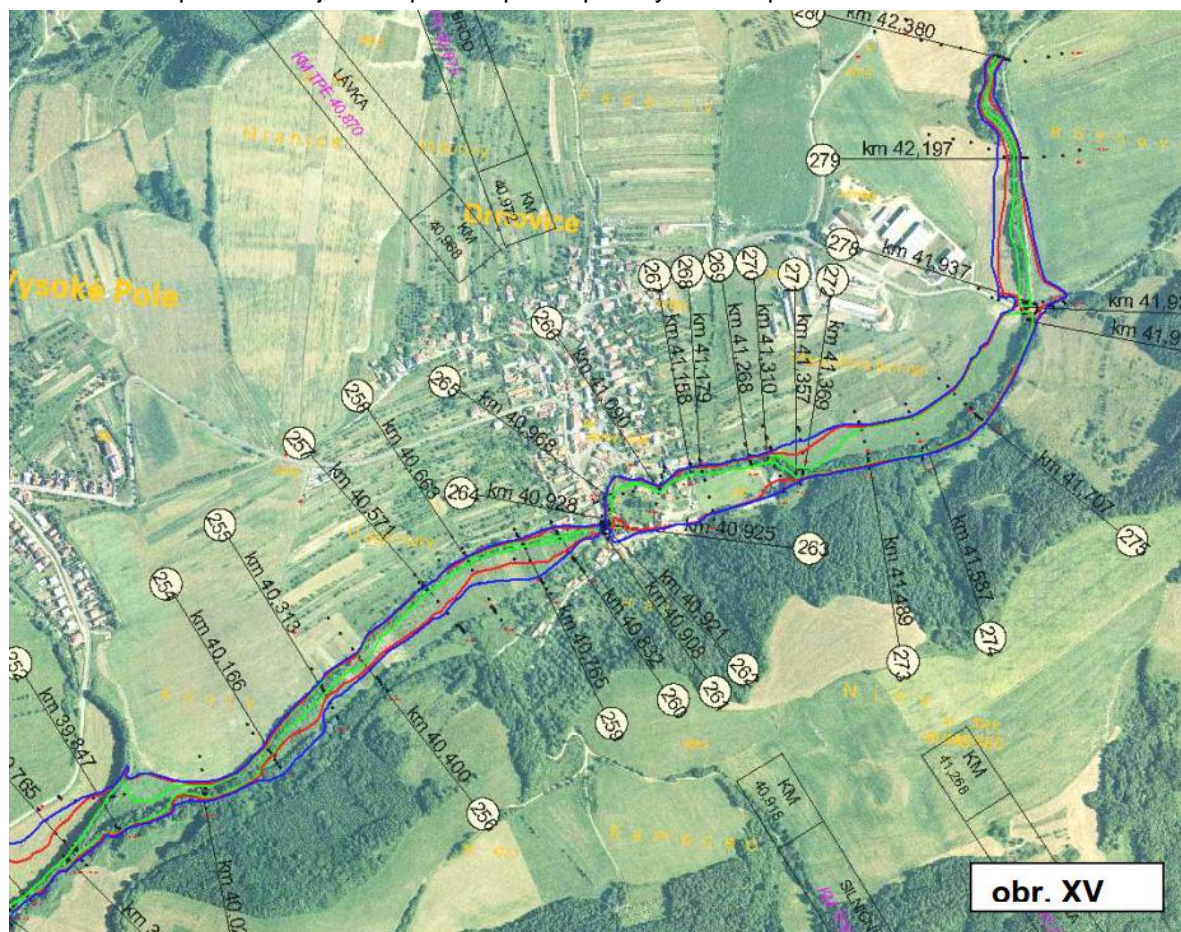
Mezi obcemi Vlachovice a Drnovice protéká Vlára divokou přírodou, kde se kromě Podelhotského mlýna nenachází žádná zástavba. Koryto volně meandruje a dochází zde k oboustranným rozlívům i při průběhu pětileté povodně. Voda se rozlévá do přilehlých inundací, jež jsou tvořeny poli a nebo pastvinami pro dobytek.





Obr. 11: Rozsah záplavového území mezi obcemi Vlachovice a Drnovice

V obci Drnovice dochází k oboustranným rozlivům a to i při průběhu Q<sub>20</sub>. Zástavba je zasažena na levém břehu a to nad silničním mostem km 40,918. Dále zde dojde k zaplavení místního hřiště a zahrad. Nad a pod obcí dojde k zaplavení pouze přilehlých luk a polí.



Obr. 12: Rozsah záplavového území v obci Drnovice

## 5.2 Posouzení objektů na toku

Výustní objekty:

V intravilánech obcí na toku Vlára zaústějí do koryta výusti a přítoky.

Mosty, lávky:

Obecně lze říci, že průtokově nevhodné objekty jsou ty objekty, u nichž není dodrženo normové převýšení spodní konstrukce nad hladinou stoletého průtoku 0,5 m.

Zhodnocení koryta podle charakteru příčného profilu:

Koryto toku je v intravilánech obcí místně upraveno. Vyskytují se zde úseky opevněné opěrnými zdmi, kamennou dlažbou, případně zatravněním. V obcích jsou porosty převážně sečeny.

Mimo intravilán obcí je koryto převážně neupravené, hustě zarostlé travinami, keřovými porosty a stromy.

Kapacita koryta:

Tab. 4: Kapacita koryta dle jednotlivých příčných řezů

PF	km	LB - Q <sub>N</sub>	PB - Q <sub>N</sub>
180	32,125	20	20
181	32,247	20	20
182	32,376	20	20
183	32,597	100	20
184	32,640	100	100
185	32,656	100	100
186	32,684	100	20
187	32,778	20	20
188	32,894	100	100
189	33,031	20	20
190	33,148	20	20
191	33,152	20	20
192	33,310	20	20
193	33,472	100	100
194	33,481	100	100
195	33,505	20	100
196	33,554	100	100
197	33,704	100	<5
198	33,885	100	5
199	33,915	100	5
200	34,095	5	20
201	34,347	5	20
202	34,477	100	20
203	34,630	100	20
204	34,653	100	100
205	34,672	5	20
206	34,823	5	5
207	34,961	<5	<5
208	35,160	100	5
209	35,427	<5	<5
210	35,608	<5	<5
211	35,776	5	5
212	36,112	5	5
213	36,209	5	5
214	36,266	5	20
215	36,352	5	5

PF	km	LB - Q <sub>N</sub>	PB - Q <sub>N</sub>
236	38,374	100	100
237	39,025	100	100
238	39,028	100	100
239	39,037	100	100
240	39,063	100	5
231	38,497	100	100
232	38,507	100	100
233	38,562	5	5
234	38,567	5	5
235	38,731	100	100
236	38,374	100	100
237	39,025	100	100
238	39,028	100	100
239	39,037	100	100
240	39,063	100	5
241	39,159	100	20
242	39,308	20	5
243	39,405	20	5
244	39,413	5	5
245	39,418	5	<5
246	39,464	5	5
247	39,585	20	20
248	39,603	5	5
249	39,643	5	5
250	39,740	20	20
251	39,765	100	5
252	39,847	100	5
253	40,024	<5	<5
254	40,166	5	5
255	40,313	20	100
256	40,400	<5	5
257	40,541	5	100
258	40,663	5	100
259	40,465	5	5
260	40,832	5	5
261	40,908	100	100

PF	km	LB - Q <sub>N</sub>	PB - Q <sub>N</sub>
216	36,603	5	5
217	36,702	<5	5
218	36,818	5	20
219	36,953	5	100
220	37,061	5	5
221	37,162	5	20
222	37,684	20	5
223	37,740	20	20
224	37,793	5	100
225	37,984	20	100
226	38,054	5	<5
227	38,069	5	5
228	38,186	5	100
229	38,391	20	100
230	38,472	20	20
231	38,497	100	100
232	38,507	100	100
233	38,562	5	5
234	38,567	5	5
235	38,731	100	100

PF	km	LB - Q <sub>N</sub>	PB - Q <sub>N</sub>
262	40,921	100	100
263	40,925	100	100
264	40,928	20	100
265	40,968	20	100
266	41,090	5	100
267	41,158	100	100
268	41,179	20	100
269	41,268	5	5
270	41,310	5	5
271	41,357	5	5
272	41,369	5	5
273	41,489	100	<5
274	41,587	100	5
275	41,707	<5	<5
276	41,609	100	<5
277	41,933	5	5
278	41,937	5	5
279	42,197	100	5
280	42,380	100	<5

Tab. 5: Tabulka srovnání km s TPE

Staničení dle studie ZÚ [km]	Staničení dle TPE [km]
Smolinka	32,123
silniční most	32,650
silniční most	32,890
lávka	33,151
most	33,479
stupeň	33,506
Sviborka	34,365
hospodářský most	34,651
Benčice	36,609
LB přítok	37,701
Tichovský potok	38,054
silniční most	38,492
kamenný stupeň	38,568
hospodářský most	39,023
PB přítok	39,038
stupeň	39,063
hospodářský most	39,411
PB přítok	39,585
dřevěný práh	39,603
kamenný stupeň	39,643
kamenný stupeň	39,741
Vysokopolský potok	39,760
silniční most	40,918
lávka	40,968
brod	40,972
lávka	41,268
silniční most	41,926

## 6 HYDROLOGICKÉ ÚDAJE

Hydrologické údaje pro zájmové území jsou k dispozici pro několik profilů v různých časových úsecích (viz následující tabulkové přehledy).

Tab. 6: N-leté povodňové průtoky

Zdroj: ČHMÚ 2013 - 2016

Tok	Profil	Staničení [km]	Q <sub>1</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>2</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>5</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>10</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>20</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>50</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>100</sub> [m <sup>3</sup> /s]
Vlára	pod Smolinkou	32,100	18,7	29,6	48,4	65,6	85,7	116,5	143,4
Vlára	pod Sviborkou	34,400	12,9	20,4	33,6	46,1	61,1	84,5	105,4
Vlára	nad Sviborkou	34,400	9,4	14,8	24,6	34,2	45,9	64,7	81,9
Vlára	přehradní profil	34,800	9,3	14,6	24,3	33,8	45,4	64,0	81,0
Smolinka	ústí	0,000	7,7	12	20	27,9	37,4	52,8	66,8
Sviborka	ústí	0,000	5,4	8,5	14,1	19,7	26,4	37,3	47,2

Tab. 7: N-leté povodňové průtoky

Zdroj: ČHMÚ 2016

Tok	Profil	Staničení [km]	Q <sub>1</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>2</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>5</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>10</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>20</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>50</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>100</sub> [m <sup>3</sup> /s]
Vlára	pod Vysokopolským p.	39,800	5,1	8,6	15	21	29	40	51
Benčice	3,0 km nad Vlárkou	3,000	2,5	4,4	8,1	12	16,5	24	31
Tichovský p.	3,4 km nad Vlárkou	3,400	1	1,8	3,4	5,1	7,2	10,5	14

Tab. 8: N-leté povodňové průtoky

Zdroj: ČHMÚ 2017

Tok	Profil	Staničení [km]	Q <sub>1</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>2</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>5</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>10</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>20</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>50</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>100</sub> [m <sup>3</sup> /s]
Smolinka	odběr 1 (PF 32)	5,850	4,2	7,7	14	20	27	39	49
Sviborka	odběr 1 (PF 22)	4,100	5,8	11	19	26	35	47	57
Vysokopolský p.	ústí	0,000	2,5	4,5	8,4	12	17	25	33
Benčice	ústí	0,000	3,1	5,2	9,2	13	19	27	35
Tichovský p.	ústí	0,000	2,2	3,4	5,9	8,6	12	19	25

Tab. 9: Průtoky Q<sub>500</sub>, Q<sub>1 000</sub>, Q<sub>10 000</sub>

Zdroj: ČHMÚ 2016

Tok	Profil	Staničení [km]	Q <sub>500</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>1 000</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>10 000</sub> [m <sup>3</sup> /s]
Vlára	přehradní profil	34,800	125	150	227

Tab. 10: m-denní průtoky (Q<sub>md</sub>)

Zdroj: ČHMÚ 2013 - 2016

	Tok	Profil	Staničení [km]
1)	Vlára	přehradní profil	34,800
2)	Smolinka	odběr 1 (PF 32)	5,850
3)	Smolinka	odběr 2 (PF 33)	6,200
4)	Sviborka	odběr 1 (PF 22)	4,100
5)	Sviborka	odběr 2 (PF 23)	4,700

	Q <sub>30d</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>60d</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>90d</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>120d</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>150d</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>180d</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>210d</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>240d</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>270d</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>300d</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>330d</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>355d</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>364d</sub> [m <sup>3</sup> /s]
1)	0,850	0,510	0,344	0,249	0,188	0,146	0,111	0,084	0,061	0,046	0,032	0,014	0,002
2)	0,308	0,185	0,125	0,090	0,068	0,053	0,040	0,020	0,022	0,017	0,012	0,005	0,001
3)	0,297	0,178	0,120	0,087	0,066	0,051	0,039	0,029	0,021	0,016	0,011	0,005	0,001



4)	0,240	0,144	0,097	0,070	0,053	0,041	0,031	0,024	0,017	0,013	0,009	0,004	0,001
5)	0,177	0,106	0,072	0,052	0,039	0,030	0,023	0,017	0,013	0,010	0,007	0,003	0,000

Tab. 11: m-denní průtoky ( $Q_{Md}$ )

Zdroj: ČHMÚ 2016

	Tok	Profil	Staničení [km]
1)	Vlára	pod Vysokopolským p.	39,800
2)	Benčice	3,0 km nad Vlárkou	3,000
3)	Tichovský p.	3,4 km nad Vlárkou	3,400

	$Q_{30d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{60d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{90d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{120d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{150d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{180d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{210d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{240d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{270d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{300d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{330d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{355d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{364d}$ [m <sup>3</sup> /s]
1)	0,356	0,217	0,148	0,109	0,083	0,065	0,05	0,038	0,029	0,022	0,016	0,0075	0,0015
2)	0,162	0,067	0,065	0,047	0,035	0,027	0,021	0,0155	0,0115	0,0087	0,0062	0,0025	0,0005
3)	0,050	0,030	0,020	0,0145	0,0105	0,008	0,006	0,0044	0,0032	0,0023	0,0015	0,0005	0,0000

Tab. 12: m-denní průtoky ( $Q_{Md}$ )

Zdroj: ČHMÚ 2017

	Tok	Profil	Staničení [km]
1)	Vlára	pod Sviborkou	33,950
2)	Vysokopolský p.	ústí	0,000
3)	Benčice	ústí	0,000
4)	Tichovský p.	ústí	0,000

	$Q_{30d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{60d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{90d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{120d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{150d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{180d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{210d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{240d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{270d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{300d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{330d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{355d}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{364d}$ [m <sup>3</sup> /s]
1)	1,224	0,733	0,508	0,370	0,280	0,217	0,165	0,124	0,090	0,068	0,047	0,021	0,0024
2)	0,165	0,100	0,071	0,053	0,041	0,033	0,026	0,020	0,016	0,012	0,0079	0,0043	0,0014
3)	0,217	0,138	0,097	0,072	0,056	0,044	0,035	0,027	0,020	0,016	0,011	0,0061	0,0026
4)	0,107	0,060	0,040	0,029	0,021	0,016	0,012	0,0095	0,0071	0,0051	0,0033	0,0011	0,0004

Tab. 13: Dlouhodobý průměrný průtok ( $Q_a$ )

Zdroj: ČHMÚ 2013, ČHMÚ 2016, ČHMÚ 2017

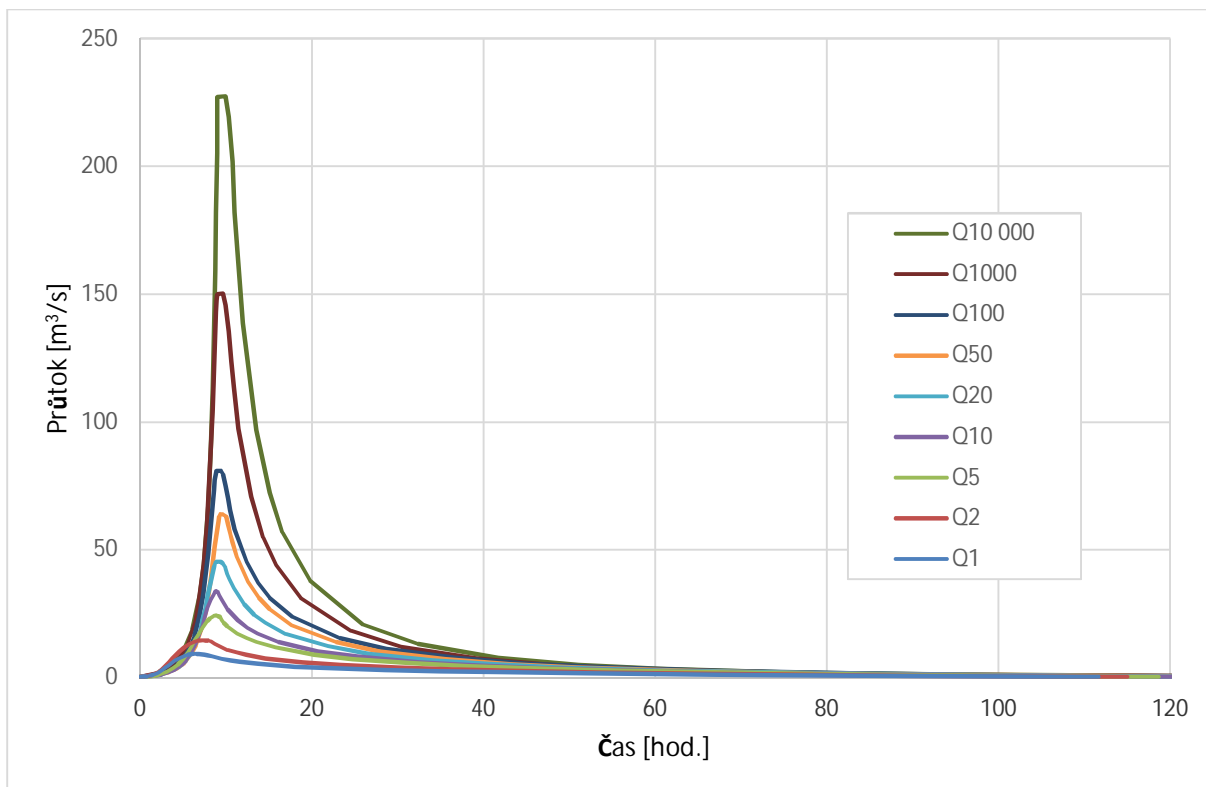
Tok	Profil	Staničení [km]	$Q_a$ [m <sup>3</sup> /s]
Vlára	pod Sviborkou	33,950	0,467
Vlára	nad Sviborkou	34,400	0,326
Vlára	přehradní profil	34,800	0,323
Vlára	pod Vysokopolským p.	39,800	0,137
Smolinka	ústí	0,000	0,242
Smolinka	odběr 1 (PF 32)	5,850	0,117
Smolinka	odběr 2 (PF 33)	6,200	0,113
Sviborka	ústí	0,000	0,146
Sviborka	odběr 1 (PF 22)	4,100	0,091
Sviborka	odběr 2 (PF 23)	4,700	0,067
Vysokopolský p.	ústí	0,000	0,065
Benčice	ústí	0,000	0,087
Benčice	3,0 km nad Vlárkou	3,000	0,061
Tichovský p.	ústí	0,000	0,042
Tichovský p.	3,4 km nad Vlárkou	3,400	0,019

Pro vybrané profily jsou dále k dispozici hydrogramy povodňových vln:

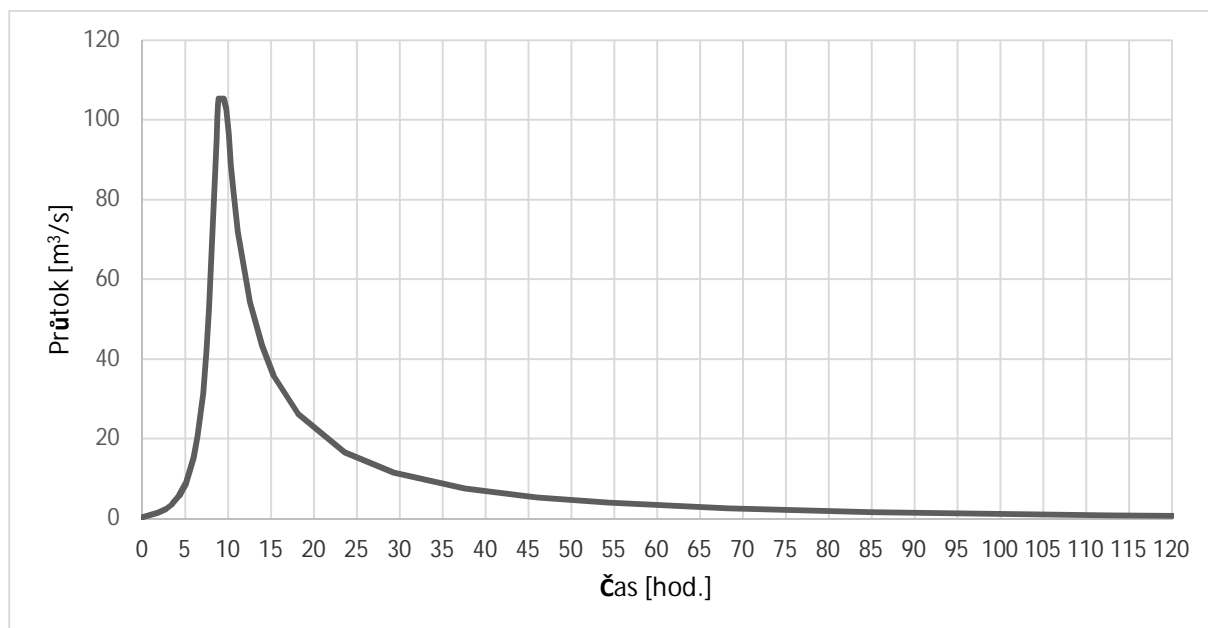
Tab. 14: Parametry hydrogramů návrhových povodňových vln

Zdroj: ČHMÚ 2017, Aquatis a.s

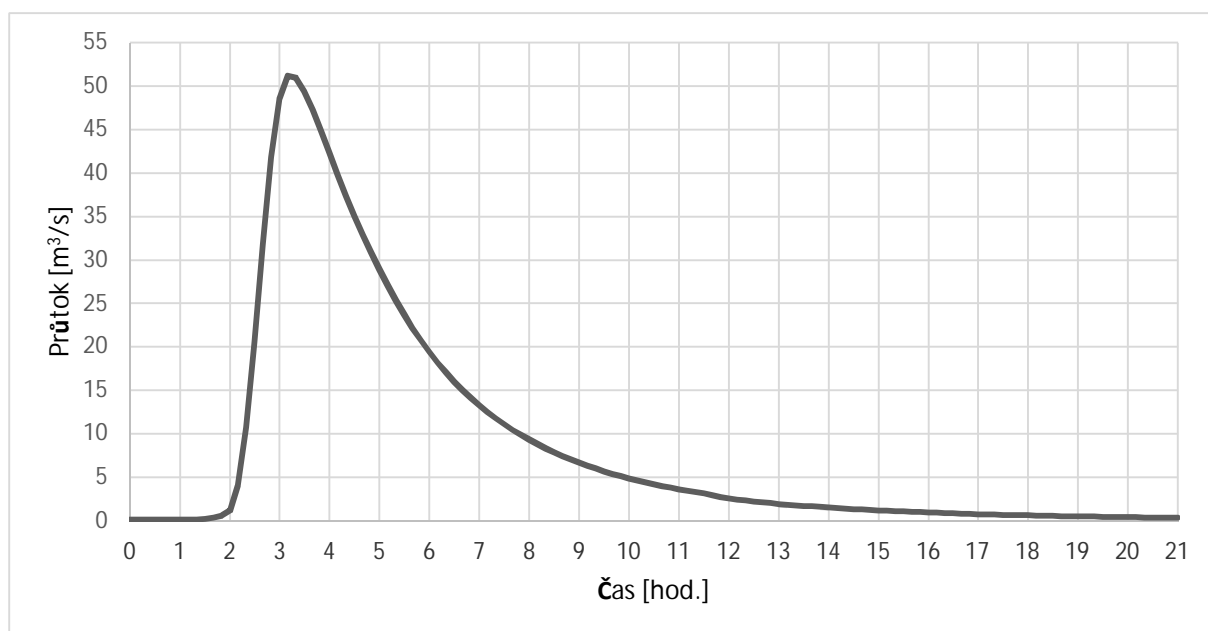
Tok	Profil	Staničení [km]	PV	Q kulminační [m³/s]	Objem PV [mil. m³]
Vlára	pod Sviborkou	34,400	Q <sub>100</sub>	105,4	4,06
Vlára	přehradní profil	34,800	Q <sub>1</sub>	9,3	0,75
			Q <sub>2</sub>	14,6	1,10
			Q <sub>5</sub>	24,3	1,65
			Q <sub>10</sub>	33,8	1,90
			Q <sub>20</sub>	45,4	2,40
			Q <sub>50</sub>	64	2,90
			Q <sub>100</sub>	81	3,50
			Q <sub>1 000</sub>	150	5,10
			Q <sub>10 000</sub>	227	6,80
Vlára	pod Vysokopolským p.	39,800	Q <sub>100</sub>	51	0,68
Smolinka	odběr 1 (PF 32)	5,850	Q <sub>100</sub>	49	0,88
Sviborka	odběr 1 (PF 22)	4,100	Q <sub>100</sub>	57	0,68
Benčice	ústí	0,000	Q <sub>100</sub>	35	0,49
Benčice	3,0 km nad Vlárkou	3,000	Q <sub>100</sub>	31	0,35
Tichovský p.	ústí	0,000	Q <sub>100</sub>	25	0,31
Tichovský p.	3,4 km nad Vlárkou	3,400	Q <sub>100</sub>	14	0,11
Vysokopolský p.	ústí	0,000	Q <sub>100</sub>	33	0,33



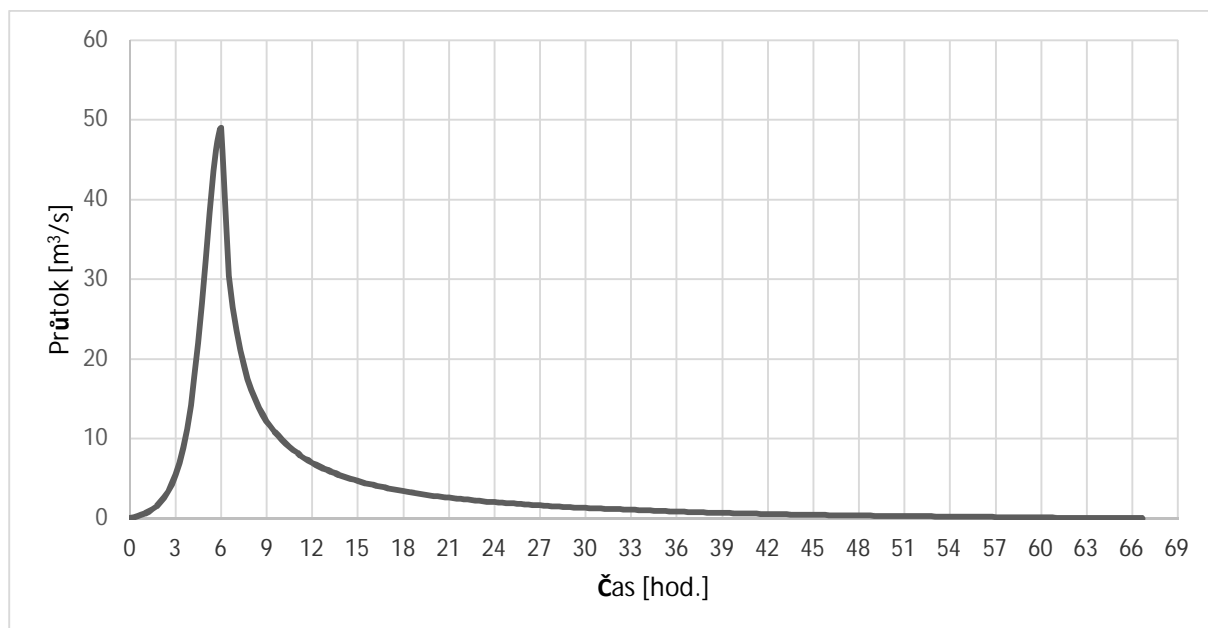
Obr. 13: Hydrogramy povodňových vln na toku Vlára v profilu navrhované přehrady



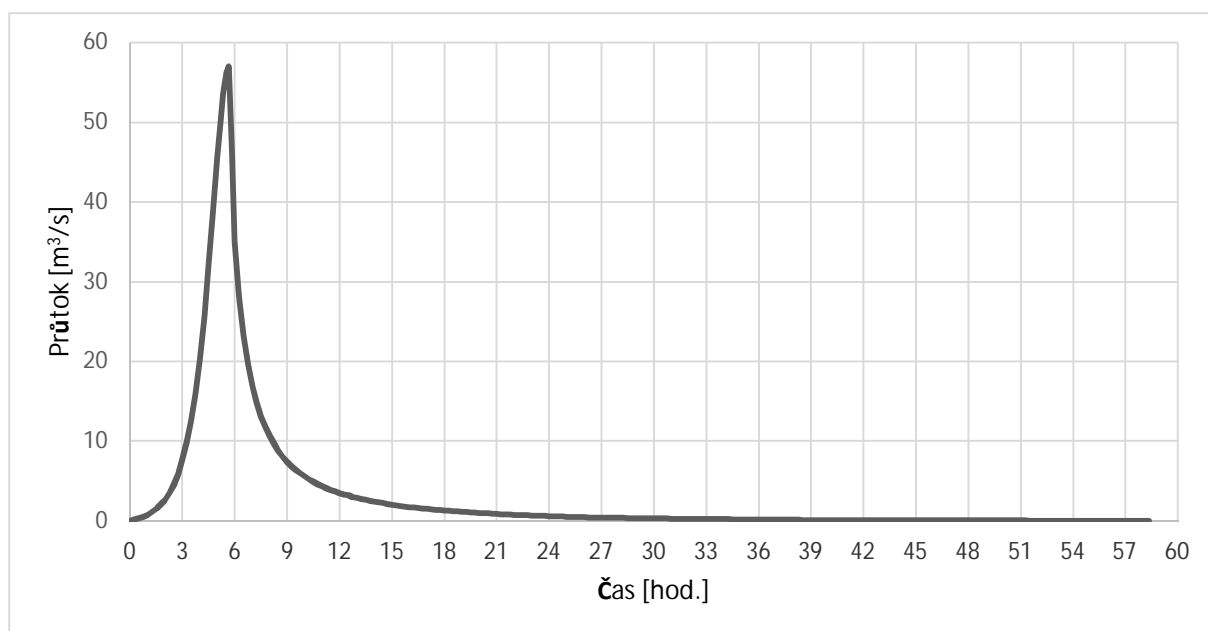
Obr. 14: Hydrogram PV 100 na toku Vlára v profilu pod Sviborkou



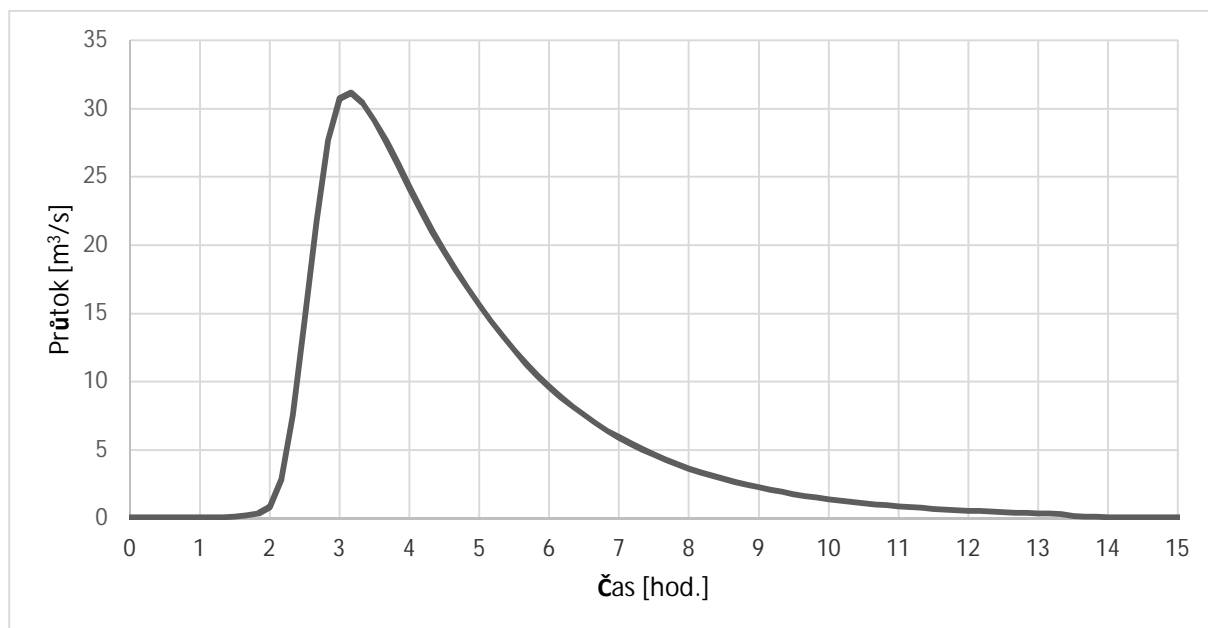
Obr. 15: Hydrogram PV 100 na toku Vlára v profilu pod Vysokopolským potokem



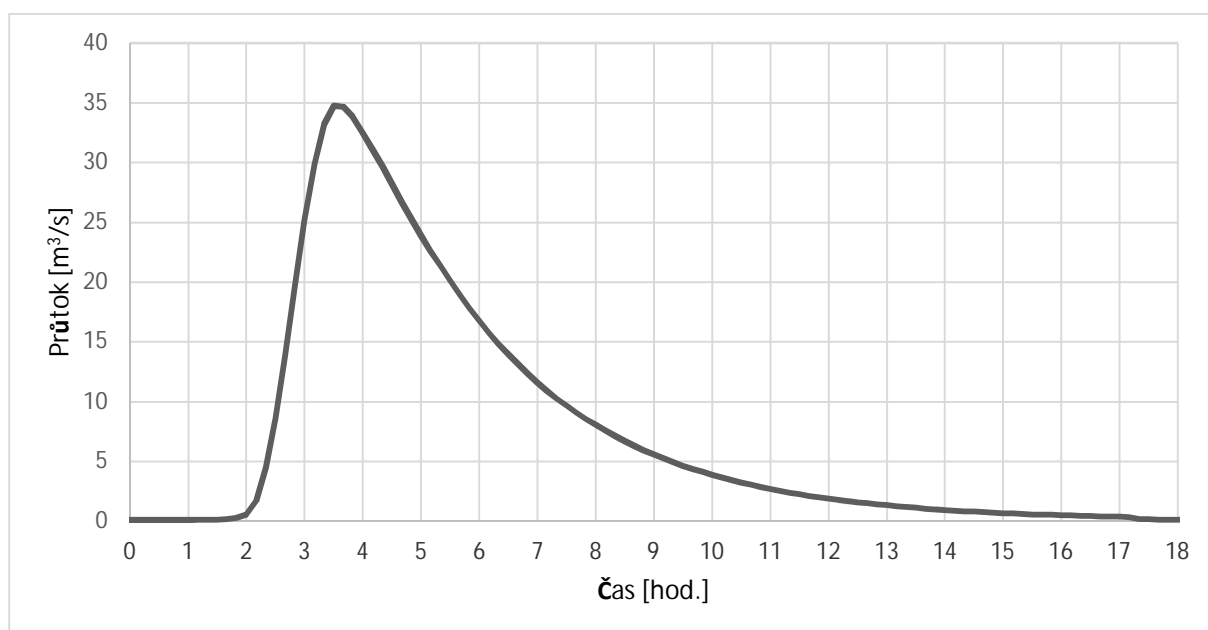
Obr. 16: Hydrogram PV 100 na toku Smolinka v profilu odběr 1 (PF 32)



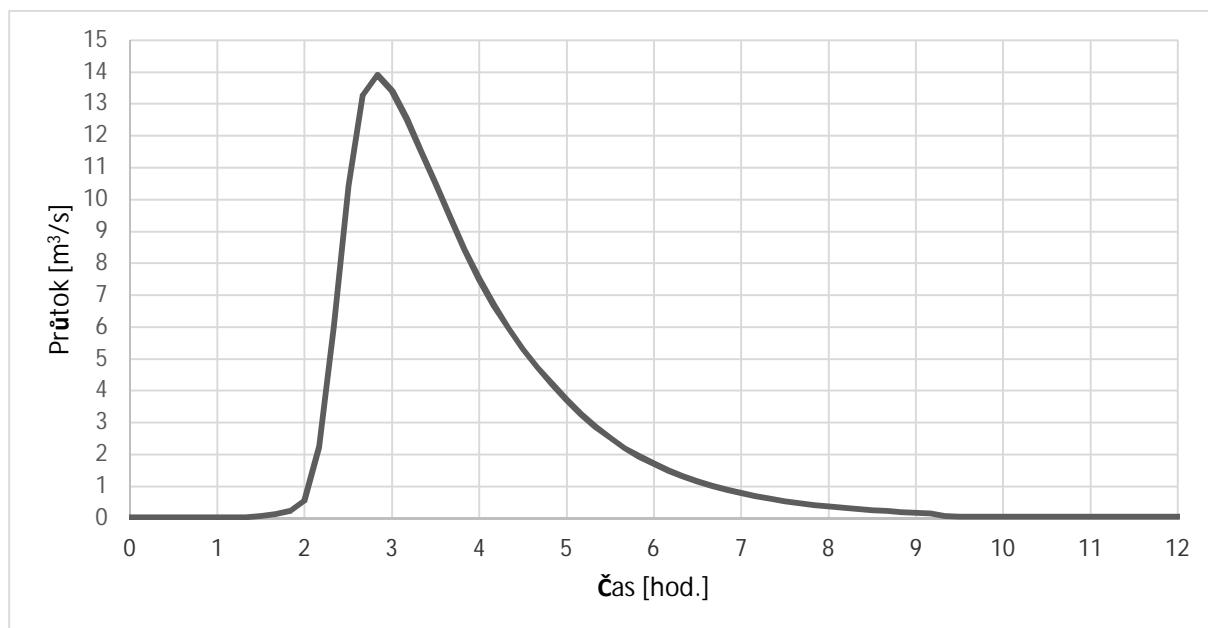
Obr. 17: Hydrogram PV 100 na toku Sviborka v profilu odběr 1 (PF 22)



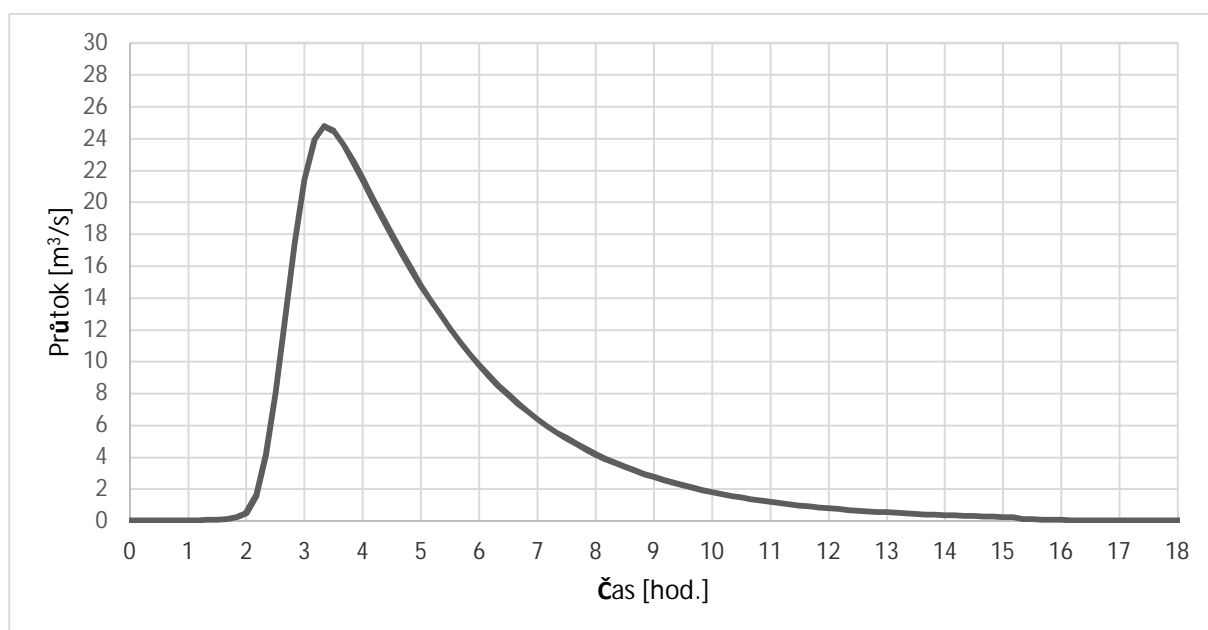
Obr. 18: Hydrogram PV 100 na toku Benčice v profilu 3,0 km nad Vlárkou



Obr. 19: Hydrogram PV 100 na toku Benčice v profilu ústí do Vlárky

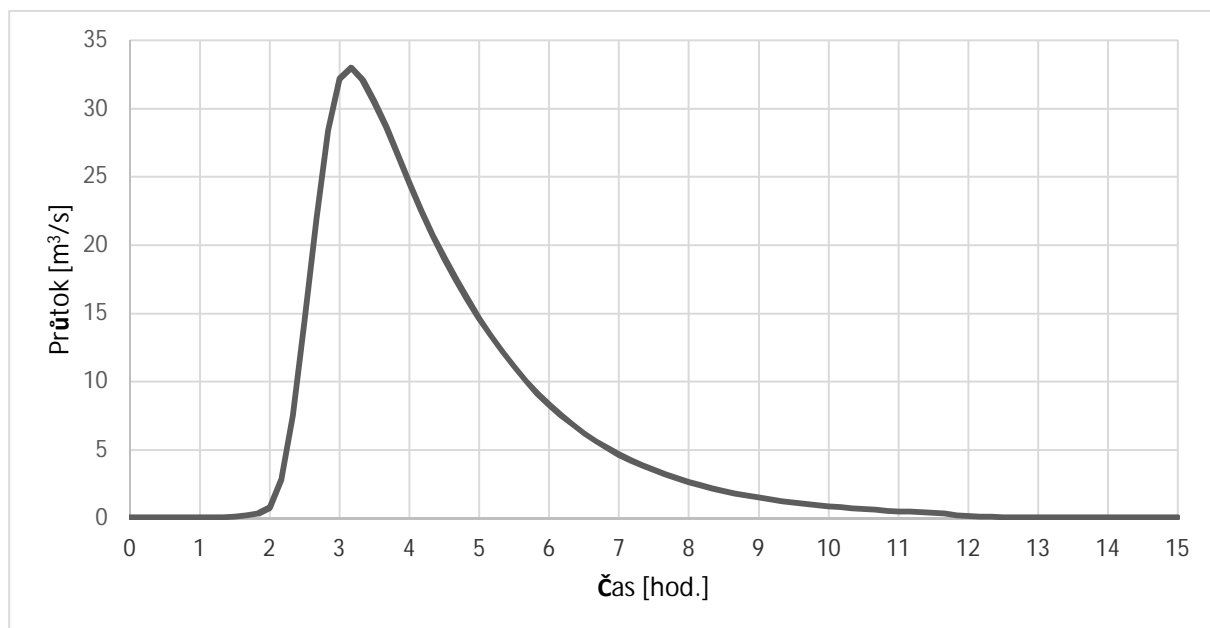


Obr. 20: Hydrogram PV 100 na toku Tichovský potok v profilu 3,4 km nad Vlárkou



Obr. 21: Hydrogram PV 100 na toku Tichovský potok v profilu ústí do Vlárky





Obr. 22: Hydrogram PV 100 na toku Vysokopolský potok v profilu ústí do Vlárý

## 7 PODKLADY

1. Hydrologic Modeling System HEC-HMS, technical reference manual, US Army Corps of Engineers, březen 2000, publikováno na webu: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hech-hms/documentation.html>
2. Hydrologic Modeling System HEC-HMS, user's manual, US Army Corps of Engineers, leden 2001, publikováno na webu: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hech-hms/documentation.html>
3. Vyhodnocení povodní v srpnu 2010, dílčí část: vyhodnocení průběhu povodně na nepozorovaných povodích s využitím srážkoodtokového modelu, ČHMÚ, 2010
4. Záplavové území Vlárý, Povodí Moravy, s. p., Brno – útvar hydroinformatiky, listopad 2004

## 8 SEZNAM TABULEK

Tab. 1:	Hydrologické charakteristiky povodí IV. řádu	7
Tab. 2:	Srážkoměrné stanice	7
Tab. 3:	Základní charakteristiky přímého odtoku pro jednotlivá dílčí povodí a pro různé doby opakování návrhového deště – výstupy modelu HEC-HMS	10
Tab. 4:	Kapacita koryta dle jednotlivých příčných řezů	18
Tab. 5:	Tabulka srovnání km s TPE	19
Tab. 6:	N-leté povodňové průtoky Zdroj: ČHMÚ 2013 - 2016	20
Tab. 7:	N-leté povodňové průtoky Zdroj: ČHMÚ 2016	20
Tab. 8:	N-leté povodňové průtoky Zdroj: ČHMÚ 2017	20
Tab. 9:	Průtoky $Q_{500}$ , $Q_{1\,000}$ , $Q_{10\,000}$ Zdroj: ČHMÚ 2016	20
Tab. 10:	m-denní průtoky ( $Q_{Md}$ ) Zdroj: ČHMÚ 2013 - 2016	20
Tab. 11:	m-denní průtoky ( $Q_{Md}$ ) Zdroj: ČHMÚ 2016	21
Tab. 12:	m-denní průtoky ( $Q_{Md}$ ) Zdroj: ČHMÚ 2017	21
Tab. 13:	Dlouhodobý průměrný průtok ( $Q_a$ ) Zdroj: ČHMÚ 2013, ČHMÚ 2016, ČHMÚ 2017	21
Tab. 14:	Parametry hydrogramů návrhových povodňových vln Zdroj: ČHMÚ 2017, Aquatis a.s.	22

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1:	Schéma modelu zájmového území v programu HEC-HMS	5
Obr. 2:	Situace řešených povodí IV. řádu	6
Obr. 3:	Hodnoty CN křivek v zájmovém území	7
Obr. 4:	Hyetogram návrhového deště s dobou opakování $N = 5$ let	8
Obr. 5:	Hyetogram návrhového deště s dobou opakování $N = 20$ let	9
Obr. 6:	Hyetogram návrhového deště s dobou opakování $N = 100$ let	9
Obr. 7:	Průběh povodňové vlny v uzávěrovém profilu toku Benčice vyvolané návrhovým deštěm s dobou opakování $N = 100$ let, analýza současného stavu	11
Obr. 8:	Průběh povodňové vlny v dolním úseku toku Smolinka, návrhový dešť $N = 100$ let	12
Obr. 9:	Průběh povodňové vlny v uzlu umístěném v uzávěrovém profilu toku Smolinka, návrhový dešť $N = 100$ let	13
Obr. 10:	Rozsah záplavového území v obci Vlachovice	15
Obr. 11:	Rozsah záplavového území mezi obcemi Vlachovice a Drnovice	17
Obr. 12:	Rozsah záplavového území v obci Drnovice	17
Obr. 13:	Hydrogramy povodňových vln na toku Vlára v profilu navrhované přehrady	22
Obr. 14:	Hydrogram PV 100 na toku Vlára v profilu pod Sviborkou	23

Obr. 15:	Hydrogram PV 100 na toku Vlára v profilu pod Vysokopolským potokem.....	23
Obr. 16:	Hydrogram PV 100 na toku Smolinka v profilu odběr 1 (PF 32) .....	24
Obr. 17:	Hydrogram PV 100 na toku Sviborka v profilu odběr 1 (PF 22) .....	24
Obr. 18:	Hydrogram PV 100 na toku Benčice v profilu 3,0 km nad Vlárkou .....	25
Obr. 19:	Hydrogram PV 100 na toku Benčice v profilu ústí do Vlárky .....	25
Obr. 20:	Hydrogram PV 100 na toku Tichovský potok v profilu 3,4 km nad Vlárkou.....	26
Obr. 21:	Hydrogram PV 100 na toku Tichovský potok v profilu ústí do Vlárky.....	26
Obr. 22:	Hydrogram PV 100 na toku Vysokopolský potok v profilu ústí do Vlárky.....	27

V Brně, listopad 2017

Ing. Adam Formánek