



Ministerstvo životního prostředí
České republiky

VYHODNOCENÍ POVODNÍ V SRPNU 2010



HYDROLOGICKÉ VYHODNOCENÍ PRŮBĚHU POVODNÍ

Dílčí zpráva



Český
hydrometeorologický
ústav

- Zadavatel:** Ministerstvo životního prostředí
odbor ochrany vod
Vršovická 65
100 00 Praha 10
- Projekt:** **VYHODNOCENÍ POVODNÍ V SRPNU 2010**
- Nositel projektu:** Český hydrometeorologický ústav
Na Šabatce 17
143 06 Praha 4
- Koordinátor projektu:** Ing. Jan Kubát
- Doba řešení projektu:** září 2010 – prosinec 2010
- Dílčí část:** **HYDROLOGICKÉ VYHODNOCENÍ PRŮBĚHU
POVODNÍ**
- Nositel dílčí části:** Český hydrometeorologický ústav
Na Šabatce 17
143 06 Praha 4
- Odpovědný řešitel:** Ing. Petr Šercl, Ph.D.
- Řešitelé:** Mgr. Jan Šrejber, Jiří Růžek, Květa Kynclová,
Ing. Iva Ponížilová, Ing. Josef Koprnický (OH Ústí nad Labem)
Mgr. Martin Pecha, Ing. Radovan Tyl, Ing. Bohuslava Kulasová,
Ing. Miloň Boháč (OPV Praha)
Ing. Jana Pobřísllová, Mgr. Jan Jiráček, Mgr. Václav Vajskebr,
Mgr. Libor Ducháček (OHV Jablonec)
- Odborná spolupráce:** Ing. Libor Elleder, Ph.D.
- Místo uložení zprávy:** MŽP odbor ochrany vod
ČHMÚ středisko informačních služeb
- uložení u řešitele:*
ČHMÚ oddělení povrchových vod

OBSAH:

1.	ÚVOD	4
2.	POPIS HYDROLOGICKÉ SITUACE A HODNOCENÍ NASYCENOSTI ÚZEMÍ PŘED VÝSKYTEM POVODNÍ	4
2.1	Hydrologická situace na počátku srpna.....	4
2.2	Index předchozích srážek a ukazatel nasycení.....	5
2.3	Zhodnocení nasycenosti území před výskytem povodňové epizody	6
3.	VYHODNOCENÍ PRŮTOKŮ A EXTREMITY POVODNĚ	8
4.	ANALÝZA PRŮBĚHU POVODNĚ	16
4.1	Vývoj hydrologické situace v povodích Ploučnice a Kamenice	19
4.2	Vývoj hydrologické situace v povodích Lužické Nisy a Smědé.....	25
4.3	Vývoj hydrologické situace na ostatním území	31
4.4	Zhodnocení bilance spadlých srážek a proteklého objemu	33
5.	POROVNÁNÍ S HISTORICKÝMI POVODNĚMI	35
6.	SHRNUTÍ	38
	Literatura.....	41
	Příloha 1 – Vyhodnocení kulminačních průtoků povodně s využitím hydraulických výpočetních postupů	
	Příloha 2 – Vyhodnocení průběhu povodně na nepozorovaných povodích s využitím srážkoodtokového modelu	
	Příloha 3 – Vyhodnocení průběhu povodně ve vrcholových partiích Jizerských hor	
	Příloha 4 – Porovnání s historickou povodní v červenci 1897	

Foto na obálce: Hejnice 7. 8. 2010, zdroj: www.tlumacov.cz

1. ÚVOD

V noci z 6. na 7. srpna a především 7. srpna se na Liberecku a Děčínsku vyskytly velmi vydatné déletrvající regionální srážky, které na Liberecku v ranních a dopoledních hodinách místy přesáhly intenzity charakteristické pro přívalový déšť, tj. 30–40 mm.h⁻¹. Přívalovými srážkami byly zasaženy některé menší přítoky Lužické Nisy (Jeřice, Oleška) a rovněž přítoky Smědé v podhůří Jizerských hor (okolí Hejnice a Nového Města pod Smrkem). Extremita tří, šestihodinových a 24hodinových srážek na mnoha místech značně překročila dobu opakování 100 let. Podrobné zhodnocení vývoje synoptické situace a úhrnů srážek včetně jejich extremity je uvedeno v dílčí zprávě „Vyhodnocení meteorologických příčin povodní“.

Extremitě srážek odpovídala i následná odtoková odezva, která byla velmi ovlivněna předchozím silným nasycením postižených povodí, a to zvláště Jeřice a Smědé, kde extremita kulminačních průtoků byla nejvýznamnější a výrazně překročila dobu opakování 100 let. Méně, ale rovněž výrazně, byla povodněmi postižena povodí Ploučnice a Kamenice, kde příčinný déšť byl dlouhotrvající a velmi vydatný a zasáhl celé území jmenovaných povodí. Kulminační průtoky v některých profilech rovněž přesáhly dobu opakování 100 let.

Vydatnými srážkami a následnými povodněmi byly postiženy i sousedící regiony v Polsku a Německu, zejména v povodí Lužické Nisy.

Další vydatné a poměrně intenzivní srážky převážně konvekčního charakteru se v uvedených oblastech vyskytly mezi 13. a 16. srpnem. Tyto srážky až na výjimky však v porovnání s epizodou ze 7. srpna nezpůsobily významnější rozvodnění toků, proto tyto následné události nejsou v dalším textu podrobněji rozebírány.

2. POPIS HYDROLOGICKÉ SITUACE A HODNOCENÍ NASYCENOSTI ÚZEMÍ PŘED VÝSKYTEM POVODNÍ

2.1. Hydrologická situace na počátku srpna

Průměrné denní průtoky se těsně před výskytem povodně na tocích v povodích Lužické Nisy, Smědé, Ploučnice a Kamenice pohybovaly kolem Q_{180} , přičemž vlivem vydatnějších předchozích srážek v Jizerských horách 3. srpna protékal Jeřicí v Chrastavě 90denní průtok a na Smědé ve Frýdlantu 150denní průtok. Z hlediska dlouhodobého srpnového průměru byly průtoky spíše slabě podprůměrné až průměrné, na Jeřici a Lužické Nise pod Jeřicí nadprůměrné.

2.2. Index předchozích srážek a ukazatel nasycení

Nasycenost území, která významně ovlivňuje reakci povodí na spadlé srážky a průběh odtoku, byla hodnocena tzv. indexem předcházejících srážek (anglicky Antecedent Precipitation Index – API). Je počítán pomocí vztahu:

$$API_n = \sum_{i=1}^n C^i \cdot P_i \text{ [mm]}, \quad (2.1)$$

kde

n znamená celkový počet dní před výskytem příčinné srážky, v našem případě $n = 30$,

i je pořadí dne počítané nazpět ode dne, ke kterému je API určován,

C je evapotranspirační konstanta, pro naše podmínky obvykle $C = 0,93$,

P je denní úhrn srážky v milimetrech v i -tém dni před výskytem příčinné srážky.

Plošné rozložení hodnot API_{30} , jak vyplývá ze vztahu (1), určitým způsobem vystihuje vývoj plošného rozložení srážek v předcházejících dnech a normál API_{30} za delší časové období by tudíž měl odpovídat dlouhodobým klimatickým charakteristikám daného místa. Poměr aktuální hodnoty API_{30} k normálu vyjadřuje odchylku od normálu, a tedy i odchylku od dlouhodobé „míry nasycení“ území pro daný konkrétní den v roce.

Na základě dat denních hodnot srážek z databáze CLIDATA ČHMÚ byly pro 6. srpen 2010 vypočítány hodnoty API_{30} a dále byl odvozen normál API_{30} k 6. srpnu za období 1961–2000, vůči jehož hodnotám byla posuzována aktuální nasycenost území před výskytem i v průběhu povodňové situace.

Kromě toho byl pro účely hodnocení nasycenosti území použit také tzv. ukazatel nasycení (U_N), který kromě evapotranspirace zohledňuje i infiltrační vlastnosti půdního povrchu, a v principu lépe popisuje míru potenciálního rizika vzniku povodňové situace.

Zmíněný přístup vychází z metody CN-křivek a pomocí denních hodnot srážek, odhadnuté výše odtoku z těchto srážek a hodnot aktuální evapotranspirace odvozuje bilančním způsobem nasycenost území pro konkrétní (aktuální) den. Základem je bilanční rovnice:

$$RT_{t_2} = RT_{t_1} + ET - (H_s - H_o - H_{pZV}) \text{ [mm]}, \text{ kde je} \quad (2.2)$$

RT_{t_2} celková retence pro aktuální den,

RT_{t_1} celková retence pro předchozí den [mm],

ET velikost aktuální evapotranspirace pro předchozí den [mm],

H_s množství spadlých srážek za předchozí den [mm],
 H_o velikost přímého (povrchového) odtoku v předchozím dni [mm],
 H_{PZV} dotace do podzemních vod za předchozí den [mm].

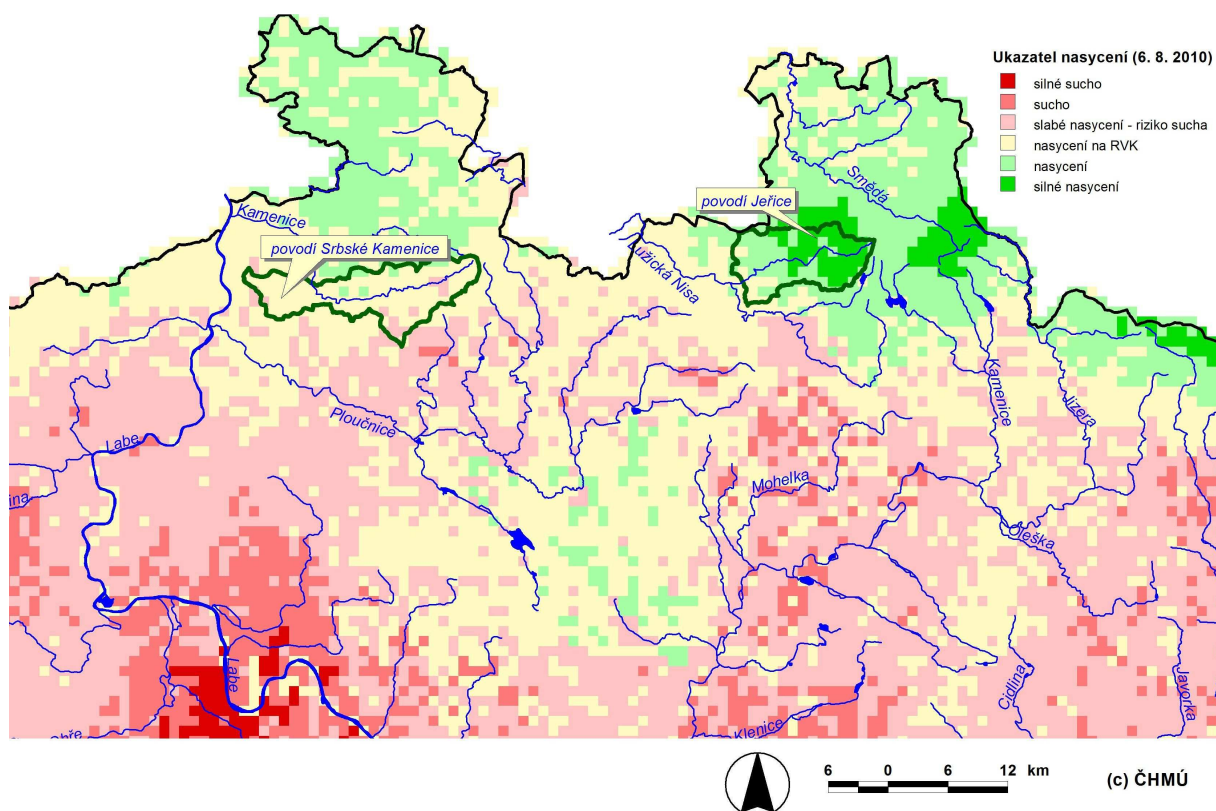
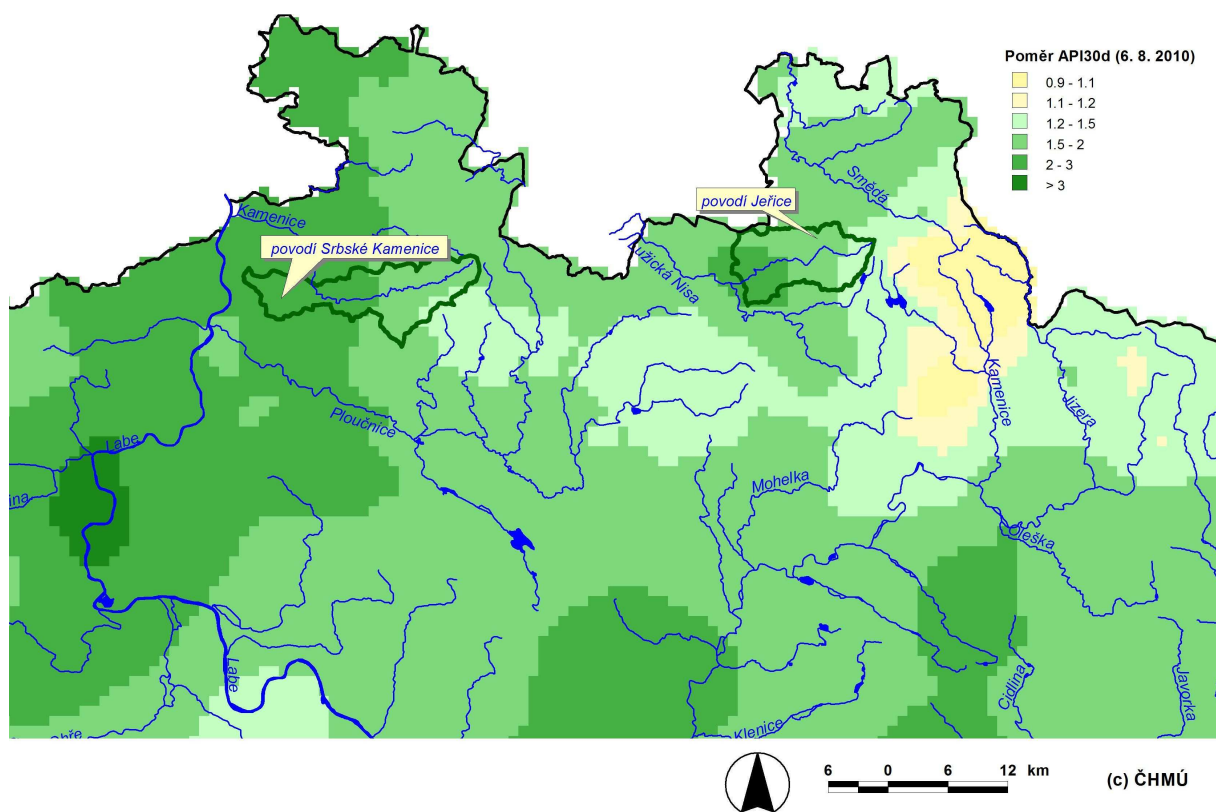
Dle velikosti aktuální retence RT je modifikována hodnota CN , a dále na základě poměrného rozdílu mezi velikostí retence vůči retenci odpovídající mezním hodnotám CN pro suché a vlhké podmínky je stanoven ukazatel nasycení území U_N . K jednotlivým rozpětím hodnot ukazatele nasycení je definován slovní popis dle **Tab. 2.1**:

Tab. 2.1 Slovní interpretace rozmezí hodnot ukazatele nasycení (U_N)

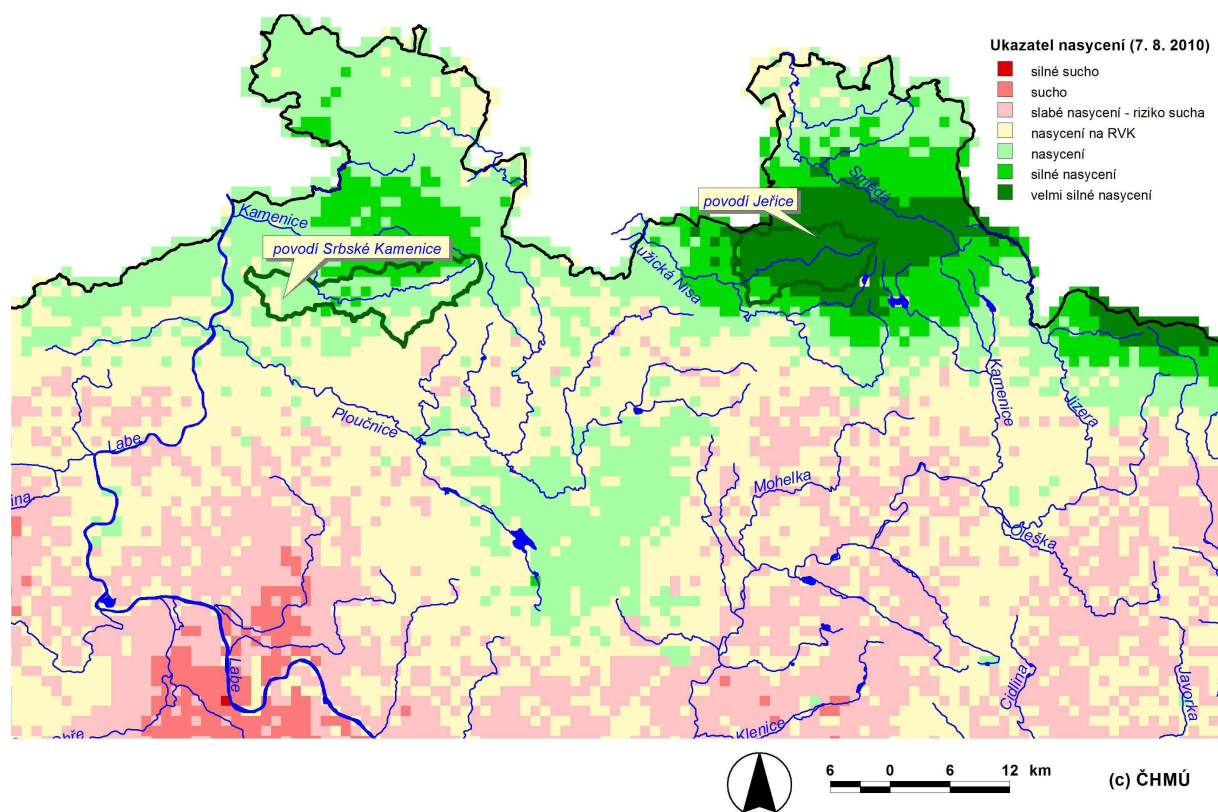
Interval hodnot U_N	Popis
≤ -1	silné sucho
-0.99 až -0.7	sucho
-0.69 až -0.3	slabé nasycení
-0.29 až +0.3	nasycení na úrovni retenční vodní kapacity (RVK)
+0.31 až +0.7	nasycení
+0.71 až +1	silné nasycení
$> +1$	velmi silné nasycení

2.3. Zhodnocení nasycenosti území před povodňovými epizodami

Na **Obr. 2.1** jsou pro den 6. 8. 2010 uvedeny mapy poměrů hodnot API_{30} vůči normálu API_{30} k tomuto dni za období 1961–2000 a mapa ukazatele nasycení. Mapa na **Obr. 2.2** zachycuje rozložení ukazatele nasycení k 7. 8. 2010. Na těchto a dalších mapách v této zprávě jsou zvýrazněny rozvodnice povodí Kamenice k profilu vodoměrné stanice v Srbské Kamenici (označováno jako povodí Srbské Kamenice) a rozvodnice povodí Jeřice k profilu vodoměrné stanice v Chrastavě. Je to z toho důvodu, že zmíněným povodím bude věnována větší pozornost v dalších kapitolách zprávy.



Obr. 2.1 Poměr API₃₀ k normálu za období 1961–2000 pro den 6. srpna 2010 a ukazatel nasycení pro den 6. srpna 2010 k 8:00 SELČ



Obr. 2.2 Ukazatel nasycení pro den 7. srpna 2010 k 8:00 SELČ

Z Obr. 2.1 je zřejmé, že hodnoty API_{30} ke dni 6. srpna na většině postiženého území překračovaly normál a ukazatel nasycení byl (s výjimkou povodí Ploučnice) vyšší než 0, tj. nasycení území bylo vyšší než retenční vodní kapacita půdy (dále RVK). Nejvyšší hodnoty ukazatele nasycení byly v povodí Jeřice a v pramenné oblasti Smědé, a to patrně důsledkem vydatných srážek, které na tato povodí vypadly 3. srpna. Nasycení vyšší než RVK se vyskytovalo rovněž na převážné části povodí Kamenice. Lze proto konstatovat, že nasycení území na jmenovaných povodích negativně ovlivnilo velikost odtokové odezvy.

Rozložení hodnot ukazatele nasycení ke dni 7. srpna k 8:00 SELČ znázorněné na Obr. 2.2 vystihuje stav po vypadnutí intenzivních srážek v oblasti Jizerských hor (zejména v povodí Jeřice a Smědé) v noci z 6. na 7. srpna a zároveň stav před výskytem daleko intenzivnějších srážek (lokálně i přívalového charakteru) během 7. srpna, které znovu zasáhly mimo jiné i povodí Jeřice a Smědé. Z Obr. 2.2 je rovněž patrné, že se vlivem srážek z 6. na 7. srpna zvýšila nasycenost území v povodí Ploučnice a zejména Kamenice, kde se rovněž v průběhu 7. srpna vyskytly vydatné srážky, které tak společně s předchozím nasycením přispěly k výrazné odtokové odezvě na těchto povodích.

Hodnoty API_{30} , jejich poměr k normálu API_{30} za období 1961–2000 ke dni 6. srpna 2010 a hodnoty ukazatele nasycení k 6. a 7. srpnu 2010 jsou pro vybraná povodí uvedeny v **Tab. 4.1** v rámci kapitoly 4.4.

3. VYHODNOCENÍ PRŮTOKŮ A EXTREMITY POVODNĚ

(čerpáno z podkladů připravených na oddělení hydrologie pobočky ČHMÚ v Ústí nad Labem a detašovaném pracovišti oddělení hydrologického výzkumu ČHMÚ v Jablonci nad Nisou)

Za provoz měřících sítí a primární vyhodnocení naměřených dat jsou v rámci své územní působnosti zodpovědné příslušné pobočky ČHMÚ. Povodněmi byla převážně zasažena území, která spravuje pobočka v Ústí nad Labem. Velmi vydatné srážky s následnou výraznou odtokovou odezvou byly zaznamenány i ve vrcholových partiích Jizerských hor, kde se nachází 7 experimentálních povodí (vybavených srážkoměrnými a vodoměrnými stanicemi), která provozuje oddělení hydrologického výzkumu v Praze se svým detašovaným pracovištěm v Jablonci nad Nisou.

Po odeznění povodňové situace byla postupně ve všech vodoměrných stanicích provedena revize, případné seřízení přístrojů zaznamenávajících vodní stav a zajištěna stopa maximální hladiny. Pořízena byla rovněž nezbytná fotodokumentace, protože v několika profilech došlo k poškození vodočtu nebo měrného profilu, stanice Frýdlant na Smědě byla povodní totálně zničena. Poškozeny byly rovněž vodoměrné stanice na experimentálních povodích Smědava I a Smědava II v pramenné oblasti Smědě.

Přímá měření průtoku za povodně nebylo možné vzhledem ke značným rozlivům, nepřístupnosti vhodných profilů, vysokým rychlostem proudící vody a unášeným předmětům provádět. Měření byla proto prováděna dle místních možností až na sestupných větvích povodňových vln cca 2–3 dny po kulminaci. Ke zpřesnění měrných křivek více přispěla měření průtoku provedená během povodně, která se v stejném regionu vyskytla na konci září.

Po ukončení terénních prací následovalo vyhodnocování kulminačních průtoků. Odhady kulminačních průtoků pomocí hydraulických modelů na základě zaměřených stop maximální hladiny byly prováděny v povodí Lužické Nisy a Smědě na základě externí zakázky, a to celkem v devíti profilech, které bylo možné vztáhnout k pozorovanému profilu, a v pěti nepozorovaných profilech. Odhady kulminací v povodí Ploučnice a Kamenice byly dělány externí odbornou firmou na zakázku Povodí Ohře s. p. V této zprávě jsou uvedeny pouze výsledky provedených výpočtů v **Tab. 3.1**. Odhady kulminací v povodí Lužické Nisy a

Smědě byly provedeny další externí firmou na zakázku ČHMÚ a Povodí Labe s. p. Popis odvození kulminačních průtoků hydraulickým modelem ve vybraných profilech toků v povodí Lužické Nisy a Smědě je uveden v **Příloze 1** této zprávy.

Povodňová epizoda 6. a 7. srpna zasáhla kromě pozorovaných toků rovněž povodí mnohých menších toků, která nejsou hydrologicky sledována a kde kulminační průtoky dosáhly velmi významných dob opakování. Proto byl na vybraných nepozorovaných vodních tocích v povodích Lužické Nisy, Smědě a Jizery kulminační průtok a průběh povodňové epizody stanoven také pomocí událostního modelovacího systému HEC–HMS. Funkčnost modelu HEC-HMS byla ověřena simulací povodňové vlny v některých pozorovaných profilech. Podrobný popis odvození průběhů povodňových vln srážkoodtokovým modelem je uveden v **Příloze 2** této zprávy.

Seznam všech profilů s odhady kulminačních průtoků pomocí hydraulického a srážkoodtokového modelu je uveden v **Tab. 3.1**.

Tab. 3.1 Odhady kulminačních průtoků pomocí hydraulického a srážkoodtokového modelu

Tok	Profil	Poznámka	Hydraulický model		SO model
			Střední hodnota průtoku [m ³ .s ⁻¹]	Odhad chyby [m ³ .s ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]
povodí Ploučnice a Kamenice					
Ploučnice	Březiny	profil limnigrafické stanice (P-Ohře)	204		
Ploučnice	Benešov	profil limnigrafické stanice (P-Ohře)	192		
Ploučnice	Stružnice	profil limnigrafické stanice (P-Ohře)	197		
Ploučnice	Česká Lípa	profil limnigrafické stanice (P-Ohře)	122		
Ploučnice	Mimoň	profil limnigrafické stanice (P-Ohře)	92		
Kamenice	Srbská Kamenice	profil limnigrafické stanice (P-Ohře)	90	+5 -10	
Chřibská Kamenice	Všemily	profil limnigrafické stanice (P-Ohře)	75	+5 -15	
Kamenice	Hřensko	profil limnigrafické stanice	170		
Kamenice	Hřensko	profil limnigrafické stanice (P-Ohře)	190	+20 -30	
povodí Lužické Nisy a Smědě					
Jeřice	Mníšek		90	±20	170
Jeřice	Chrastava	nad zaústěním Vítkovského potoka	190	±40	296
Lužická Nisa	Hrádek n. N.	profil limnigrafické stanice	360	±60	
Oleška	Dětřichov		125	±25	80.1
Černá Smědá	Smědava II.	profil limnigrafické stanice	28	±4	17
Bílá Smědá	Smědava I.	profil limnigrafické stanice	27	±4	17.6
Smědá	Bílý Potok	profil limnigrafické stanice	180	±30	132
Smědá	Frýdlant	profil limnigrafické stanice	430	±60	409 ^(*)
Řasnice	Frýdlant	profil limnigrafické stanice	75	±15	78.5
Řasnice	Frýdlant	ústí do Smědě	85	±15	

Tab. 3.1 Odhady kulminačních průtoků pomocí hydraulického a srážkoodtokového modelu

Tok	Profil	Poznámka	Hydraulický model		SO model
			Střední hodnota průtoku [m ³ .s ⁻¹]	Odhad chyby [m ³ .s ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]
Smědá	Višňová	profil limnigrafické stanice	410	±50	
Bulovský p.	Předlánce	profil limnigrafické stanice	50	±10	64.6
Smědá	Předlánce	profil limnigrafické stanice	450	±50	
Smědá	Boleslav	profil železničního mostu	375	±60	

(*) – Smědá pod soutokem s Lomnicí

Ve většině vodoměrných profilů bylo nutné extrapolovat měrné křivky průtoků, kde základní informací byl odhad kulminačního průtoku pomocí hydraulických výpočtů. Výsledný průběh povodňových vln v průtocích a tedy i hodnoty kulminačního průtoku ve vodoměrných stanicích vycházejí z konečného posouzení proteklých objemů vody pomocí bilančních výpočtů se zohledněním výsledku ze srážkoodtokového modelu, pokud byl v daném profilu k dispozici. Hydrogram povodně v profilu Předlánce na Smědě nebylo možné kvůli komplikovaným hydraulickým podmínkám (široké rozlivy, obtékání vodoměrného profilu) vyhodnotit.

V **Tab. 3.2** jsou uvedeny informace o čase výskytu (v SELČ), velikosti a extremitě pozorovaných kulminačních průtoků ve vybraných vodoměrných stanicích. S výjimkou stanic na Lužické Nise jsou uvedeny jen ty profily, kde se vyskytl alespoň 2letý průtok a větší. Obsahuje rovněž identifikační údaje stanice (databankové číslo), plochu povodí a dlouhodobý průměrný průtok (Q_a). Vyhodnocené profily jsou na mapce na **Obr. 3.1** označeny databankovým číslem a rozlišeny velikostí a barvou symbolu podle doby opakování kulminačního průtoku.

Ve všech vodoměrných stanicích v **Tab. 3.2** jsou uvedeny pozorované vodní stavy a od nich odvozené kulminační průtoky. V profilech v úsecích toků s významným vlivem nádrží jde tedy o průtoky ovlivněné nádržemi (v tabulce jsou označeny (*)). Jelikož však tyto kulminační průtoky jsou porovnávány s N-letými průtoky, které jsou obecně vztaženy k „přirozenému“ odtokovému režimu, zohledňuje uvedená doba opakování již i retenční účinek výše položených nádrží.

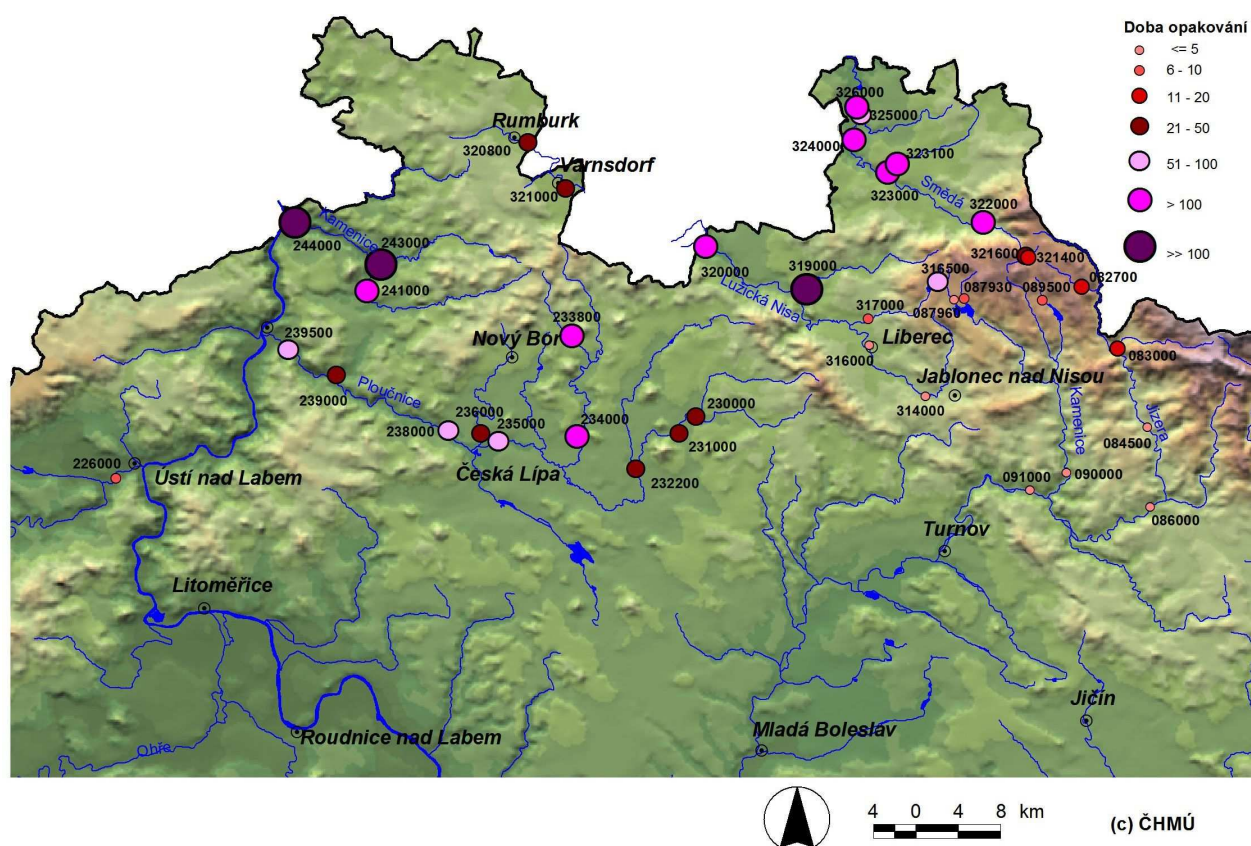
Tab. 3.2 Kulminační průtoky a jejich doba opakování ve vybraných vodoměrných stanicích

Datab. číslo	Tok	Profil	Plocha povodí [km ²]	Q _a [m ³ .s ⁻¹]	Údaje ke kulminačnímu průtoku				
					den	H SELČ	vodní stav [cm]	průtok [m ³ .s ⁻¹]	doba opak. [roky]
povodí Ploučnice a Kamenice									
230000	Ještědský potok	Stráž pod Ralskem	48.88	0,38	7. 8.	17:00	151	24.5	20–50
231000	Ploučnice	Stráž pod Ralskem	121.43	1,00	7. 8.	21:40	278	48.8	50
232200	Ploučnice	Mimoň	269.80	2,29	8. 8.	7:00	257	89.8	50
233800	Bobří potok	Cvikov	24.48	0,15	7. 8.	17:10	218	33.4	> 100
234000	Svitávka	Zákupy	118.06	0,96	8. 8.	00:00	293	71.3	> 100
235000	Ploučnice	Česká Lípa	624.35	4,89	8. 8.	20:20	236	150	100
236000	Šporka	Dolní Libchava	68.48	0,61	8. 8.	04:30	295	27.7	20–50
238000	Ploučnice	Stružnice	994.74	7,41	9. 8.	01:00	360	189	100
239000	Ploučnice	Benešov nad Ploučnicí	1156.16	8,57	9. 8.	07:00	213	190	50
239500	Ploučnice	Děčín-Březiny	1182.87	8,77	7. 8.	18:50	302	233	50–100
241000	Kamenice	Srbská Kamenice	97.79	1,08	7. 8.	12:50	252	73.9	> 100
243000	Chřibská Kamenice	Všemily	61.62	0,58	7. 8.	17:50	314	76.3	>> 100
244000	Kamenice	Hřensko	214.92	2,62	7. 8.	19:10	409	173	>> 100
povodí Lužické Nisy a Smědé									
314000	Lužická Nisa	Proseč	53.87	1,23	9. 8.	11:30	89	11	< 2
316000	Lužická Nisa	Liberec	121.73	2,24	7. 8.	15:00	138	32.1	2
316500	Černá Nisa	Uhlířská	1.79	0,06	7. 8.	5:10	240	10.9	100
317000	Černá Nisa	Stráž nad Nisou	18.27	0,53	7. 8.	08:00	205	21.5 ^(*)	5–10
319000	Jeřice	Chrastava	76.26	1,23	7. 8.	12:30	433	271	>> 100
320000	Lužická Nisa	Hrádek nad Nisou	355.80	5,41	7. 8.	17:20	395	410	> 100
320800	Mandava	Rumburk	41.70	0,54	7. 8.	19:40	308	48.2	20–50
321000	Mandava	Varnsdorf	89.45	1,12	7. 8.	17:20	241	67.1	20–50
321400	Bílá Smědá	Smědava I.	3.73	0,15	7. 8.	12:00	183	27	20–50
321600	Černá Smědá	Smědava II.	4.63	0,18	7. 8.	12:00	180	28	20
322000	Smědá	Bílý Potok	26.10	0,98	7. 8.	11:40	293	155	> 100
323000	Smědá	Frýdlant v Čechách	132.12	3,09	7. 8.	13–14	± 400	395	> 100
323100	Řásnice	Frýdlant v Čechách	30.64	0,35	7. 8.	15:30	255	75	> 100
324000	Smědá	Višňová	187.50	3,59	7. 8.	14:30	541	440	> 100
325000	Bulovský potok	Předlánce	39.59	0,39	7. 8.	14:30	236	55.6	50–100
326000	Smědá	Předlánce	243.84	4,03	7. 8.	15:10	328	450	> 100
ostatní povodí									
082700	Jizerka	Jizerka	10.27	0,402	7. 8.	12:20	133	22	10–20
083000	Mumlava	Janov	51.42	1,82	7. 8.	12:10	227	78.6	10–20
084500	Jizera	Jablonec nad Jizerou	162.0	5,7	7. 8.	14:50	319	162	5
086000	Jizera	Dolní Sytová	322.15	8,92	7. 8.	16:00	265	176	2–5
087930	Kamenice	Kristiánov	6.28	0,263	7. 8.	12:00	159	27	10
087960	Blatný potok	Blatný rybník	5.0	0,187	7. 8.	12:00	135	11.5	2–5
089500	Černá Desná	Jezdecká	4.78	0,19	7. 8.	12:20	180	22	10
090000	Kamenice	Jesenný	178.83	4,28	7. 8.	14:20	174	81.2 ^(*)	2
091000	Jizera	Železný Brod	791.8	16,6	7. 8.	18:00	368	297 ^(*)	2–5
119000	Lužnice	Pilař	942.28	6,21	8. 8.	23:20	389	78.9	2–5
124000	Nežárka	Rodvínov	297.20	2,23	8. 8.	14:50	135	31.5	2–5

Tab. 3.2 Kulminační průtoky a jejich doba opakování ve vybraných vodoměrných stanicích

Datab. číslo	Tok	Profil	Plocha povodí [km ²]	Q _a [m ³ .s ⁻¹]	Údaje ke kulminačnímu průtoku				
					den	H SELČ	vodní stav [cm]	průtok [m ³ .s ⁻¹]	doba opak. [roky]
126000	Hamerský potok	Oldříš	208.71	1.58	7. 8.	23:40	95	13.6	5
127000	Nežárka	Lásenice	683.79	4.93	8. 8.	14:20	209	58.4	2–5
129000	Nežárka	Hamr nad Nežárkou	982.40	12.3	8. 8.	21:40	383	100	5
133000	Lužnice	Bechyně	4055.13	23.6	8. 8.	4:10	361	228	2–5
226000	Bílina	Trmice	932.7	6.5	8. 8.	0:50	229	36.8	10

(*) – průběh povodně ovlivněn manipulacemi na vodních dílech



Obr. 3.1 Doba opakování kulminačního průtoku ve vybraných vodoměrných stanicích podle Tab. 3.2

Průběhy povodňových vln ve vybraných profilech nepozorovaných toků byly odhadnuty pomocí srážkoodtokového modelovacího systému HEC–HMS. Odhad času výskytu, velikosti kulminace a doby opakování je pro vybrané profily uveden v **Tab. 3.3**. V této tabulce jsou rovněž uvedeny i kulminační průtoky do vybraných vodních děl a jejich doby opakování, které byly převzaty z dílčí zprávy „Vliv vodních děl a jejich poškození“.

Tab. 3.3 Odhad extremity a velikosti kulminačních průtoků ve vybraných nepozorovaných profilech a v profilech vodních děl

Hydrologické číslo	Tok	Profil	Plocha povodí [km ²]	Údaje ke kulminačnímu průtoku			
				den	h	průtok	doba opak.
					SELČ	[m ³ .s ⁻¹]	[roky]
povodí Lužické Nisy							
2-04-07-025	Malá Jeřice	ústí do Jeřice (Oldřichov v Hájích)	4.20	7. 8.	4:50	38.2	> 100
2-04-07-024	Jeřice	nad soutokem s Malou Jeřicí (Oldřichov v Hájích)	15.66	7. 8.	5:10	102	> 100
2-04-07-027	Fojtecký potok	VD Fojtka	6.88	7. 8.	5:20	42.1	> 100
2-04-07-029	Albrechtický potok	VD Mlýnice	5.78	7. 8.	11:40	46.1	> 100
2-04-07-033	Vítkovský potok	ústí do Jeřice (Chrastava)	11.56	7. 8.	12:40	45.5	> 100
2-04-07-022	Údolský potok	ústí do Lužické Nisy	18.65	7. 8.	16:15	49.5	50–100
2-04-07-035	Křížový potok	ústí do Lužické Nisy (Bílý Kostel)	4.46	7. 8.	15:45	15.2	> 100
2-04-07-036	Václavický potok	ústí do Lužické Nisy (Chotyně)	14.98	7. 8.	16:45	36.9	> 100
2-04-07-038	Oldřichovský potok	ústí do Lužické Nisy	6.15	7. 8.	16:15	13.3	> 100
povodí Olešky							
2-04-09-002	Oleška	Dětřichov (č. p. 25)	11.9	7. 8.	11:55	80.1	> 100
2-04-09-005	Oleška	Heřmanice (státní hranice)	25.4	7. 8.	12:10	164	> 100
povodí Smědě							
2-04-10-002	Hájenský potok	ústí do Smědě (Bílý Potok)	4.73	7. 8.	12:00	33.6	50–100
2-04-10-006	Libverdský potok	ústí do Smědě (Hejnice)	5.27	7. 8.	12:30	24.8	50–100
2-04-10-009	Malý Sloupský potok	ústí do Sloupského potoka	5.46	7. 8.	4:45	32.5	50–100
2-04-10-008	Sloupský potok	nad soutokem s M. Sloupským potokem	6.01	7. 8.	12:30	29.9	20–50
2-04-10-010	Sloupský potok	ústí do Smědě (Raspenava)	20.01	7. 8.	12:45	113	> 100
2-04-10-011	Smědá	pod soutokem se Sloupským potokem (Raspenava)	69.21	7. 8.	13:30	297	> 100
2-04-10-014	Holubí potok	ústí do Smědě (Raspenava)	7.01	7. 8.	12:45	30.8	> 100
2-04-10-018	Lomnice	Hajniště	14.1	7. 8.	15:30	45.6	10–20
2-04-10-018	Lomnice	ústí do Smědě (Raspenava)	36.45	7. 8.	16:30	112	100
2-04-10-019	Smědá	pod soutokem s Lomnicí (Raspenava)	122.35	7. 8.	14:15	409	> 100
2-04-10-027	Pertoltický potok	ústí do Bulovského potoka	9.10	7. 8.	16:00	11.3	10–20
2-04-10-026	Bulovský potok	nad soutokem s Pertoltickým potokem	30.48	7. 8.	17:00	53.9	> 100

Tab. 3.3 Odhad extremity a velikosti kulminačních průtoků ve vybraných nepozorovaných profilech a v profilech vodních děl

Hydrologické číslo	Tok	Profil	Plocha povodí [km ²]	Údaje ke kulminačnímu průtoku			
				den	h	průtok [m ³ .s ⁻¹]	doba opak. [roky]
					SELČ		
2-04-10-021	Mínkovický potok	ústí do Smědé (Minkovice)	1.77	7. 8.	15:15	4.15	10–20
2-04-10-022	Višňovský potok	ústí do Smědé (Předlánce)	9.56	7. 8.	16:00	21.7	20–50
profily vybraných vodních děl (údaje převzaty z dílčí zprávy „Vliv vodních děl a jejich poškození“)							
1-05-01-060	(jízerská) Kamenice	VD Josefův Důl	25.81	7. 8.	13:00	62	20
1-14-05-014	Chřibská Kamenice	VD Chřibská	6.28	7. 8.	19:00	21 ⁽¹⁾	> 100
2-04-07-016	Černá Nisa	VD Bedřichov	4.31	7. 8.	4:00	37	> 100
2-04-07-027	Fojtecký potok	VD Fojtka	6.9	7. 8.	10:45	28.3	> 100
2-04-07-029	Albrechtický potok	VD Mlýnice	5.9	7. 8.	11:15	65 ⁽²⁾	>> 100

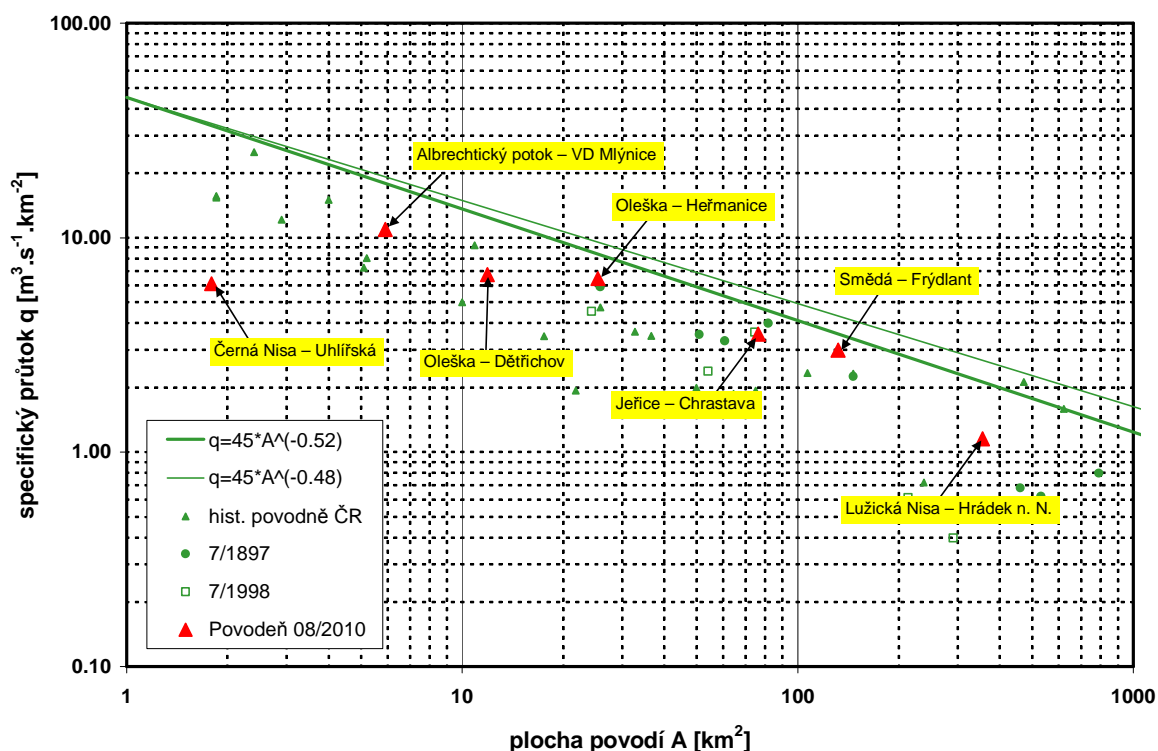
⁽¹⁾ – kulminační přítok ovlivněn protržením Malého Jedlovského rybníka

⁽²⁾ – kulminační přítok mohl být ovlivněn protržením šterkové přehrázky nad VD Mlýnice

Významnost kulminačních průtoků povodní byla ohodnocena na základě porovnání velikosti maximálních specifických odtoků vůči ploše povodí, jejichž hodnoty byly pro vybrané profily za tímto účelem vyneseny do log-log grafu na **Obr. 3.2**.

Vyhodnocené maximální specifické odtoky povodně ze srpna 2010 jsou pro vybrané profily znázorněny červenými symboly a jsou vztaženy k obalovým křivkám max. specifických odtoků. Obalové křivky byly odvozeny na základě vyhodnocení kulminačních průtoků největších zaznamenaných historických povodní.

Z grafu na **Obr. 3.2** je zřejmé, že v žádném z vybraných profilů nedošlo k překročení hodnot maximálních specifických průtoků daných obalovou čarou. V některých profilech, např. na Smědé ve Frýdlantu, na Jeřici v Chrastavě či na Olešce v Heřmanicích, se však hodnoty maximálních specifických obalové čáre velmi blíží, což znamená, že šlo v daných povodích o výskyt skutečně extrémní povodně. Na velmi malých povodích (cca pod 5 km²) byla extremita povodně méně významná než na povodích o velikostech řádově 20–150 km². To potvrzuje fakt, že intenzita srážek nedosahovala v menších plochách mimořádně extrémních hodnot, srážky však byly celkově velmi vydatné a zasáhly poměrně velkou plochu území.



Obr. 3.2 Závislost maximálních specifických odtoků na ploše povodí

4. ANALÝZA PRŮBĚHU POVODNĚ

(čerpáno z podkladů připravených na oddělení hydrologie pobočky ČHMÚ v Ústí nad Labem a detašovaném pracovišti oddělení hydrologického výzkumu ČHMÚ v Jablonci nad Nisou)

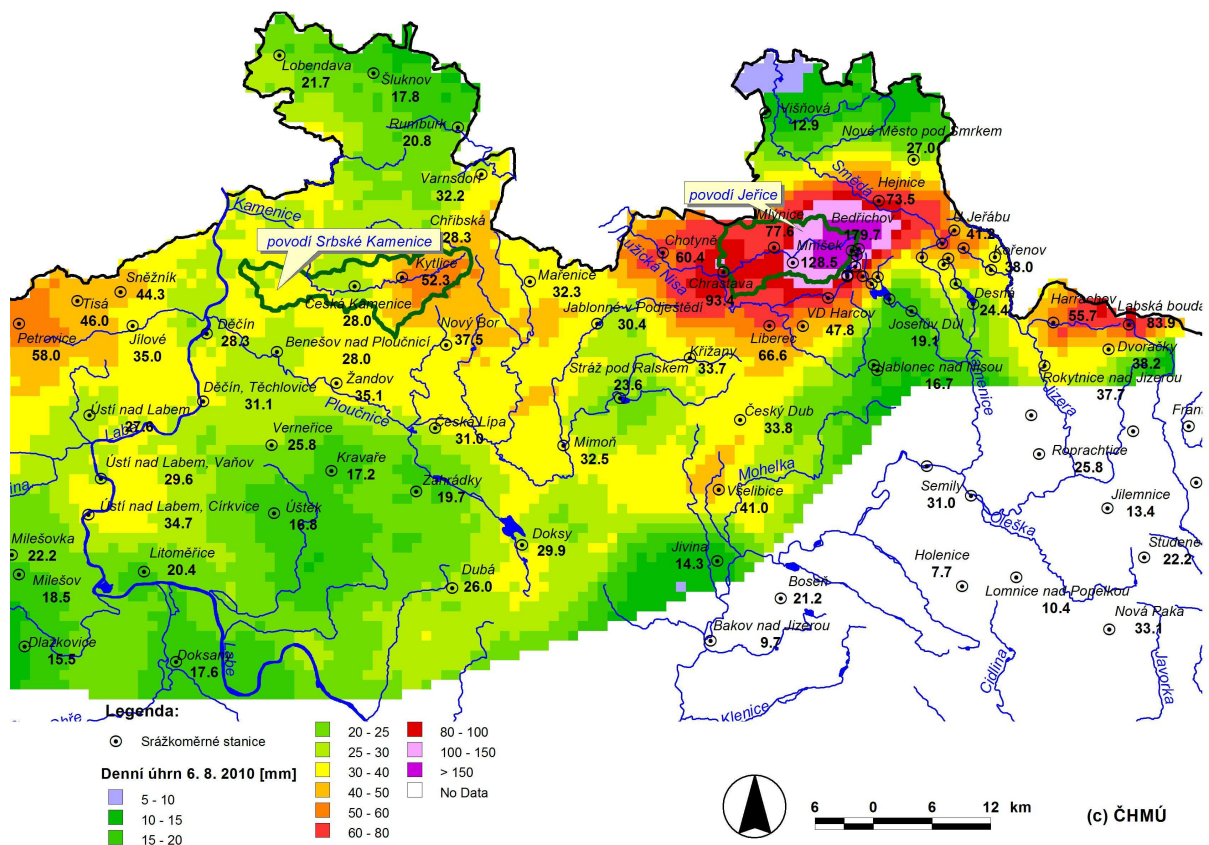
Povodňová epizoda byla vyvolána plošně rozsáhlými regionálními srážkami, přičemž zejména na povodí Lužické Nisy a Smědé dosahovala intenzita srážek v ranních i dopoledních hodinách lokálně hodnot více než $30\text{--}40\text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$, což odpovídá charakteru přívalových srážek. Na vývoji srážkové situace se významně podílely orografické efekty Jizerských a Lužických hor, které přispěly jak k vývoji konvekční oblačnosti, tak i zesílení srážek vlivem návětrí. Výraznou odtokovou odezvu lze proto charakterizovat jako kombinaci letních povodní z regionálních srážek a přívalových povodní, což platí zejména pro povodí některých přítoků Lužické Nisy (Jeřice, Oleška) a Smědé. Na povodích Kamenice a Ploučnice převažovaly velmi vydatné regionální srážky. Odtoková odezva byla navíc negativně ovlivněna nasycením území předcházejícími srážkami, nejvíce na povodích Jeřice, Olešky a Smědé.

Na mapě na **Obr. 4.1** je znázorněno plošné rozložení denních srážkových úhrnů 6. 8. 2010. Je zřejmé, že nejvyšší srážky se vyskytly v oblasti Jizerských hor na povodích

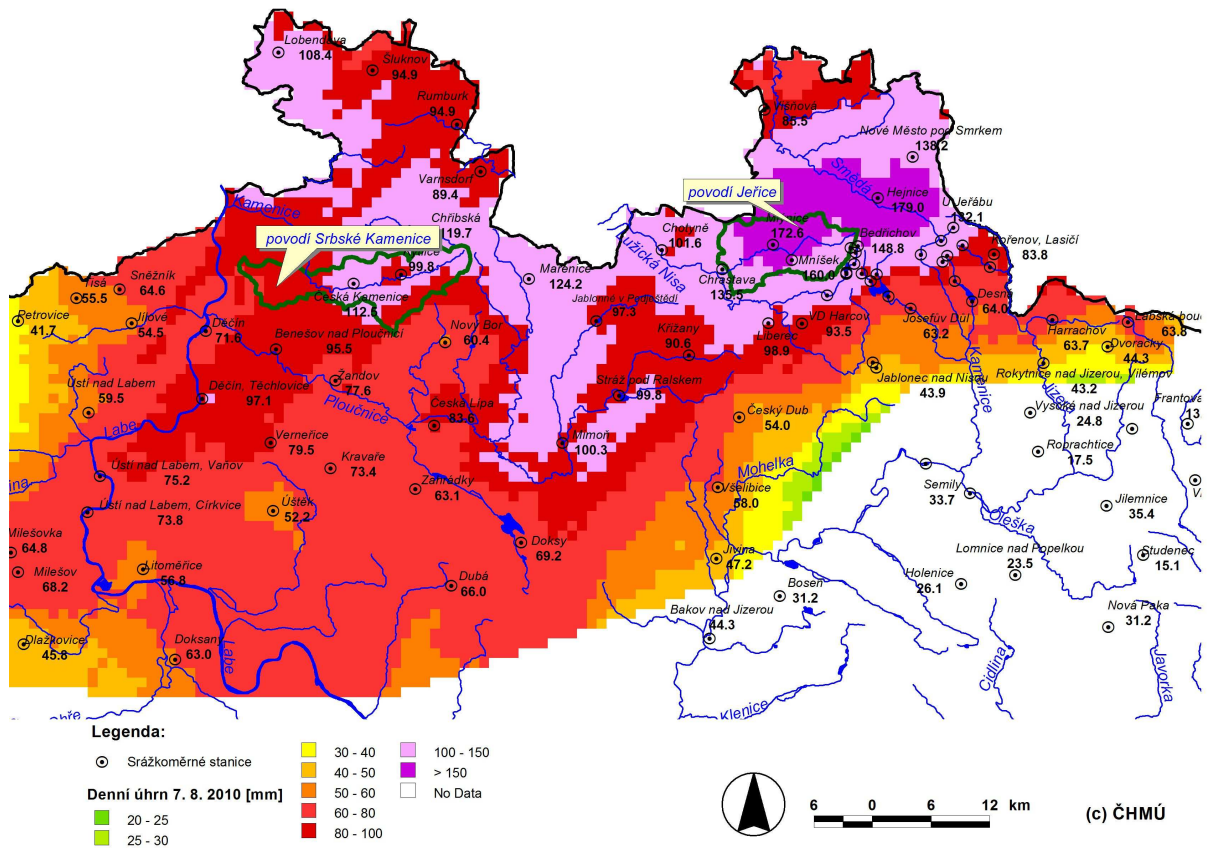
Lužické Nisy a Smědé, přičemž nejvíce bylo zasaženo povodí Jeřice, kde tyto srážky vyvolaly první významný vrchol povodňové vlny. Na ostatním, později zasaženém, území srážky z 6. 8. přispěly především k významnějšímu nasycení povodí.

Mapa na **Obr. 4.2** zobrazuje denní srážkové úhrny za 7. srpen 2010, které lze charakterizovat jako hlavní příčinné srážky následných povodní. Nejvyšší úhrny srážek se vyskytly na severozápadním návětrí Jizerských hor, kde nezanedbatelný podíl srážek vypadl ve formě přívalového deště.

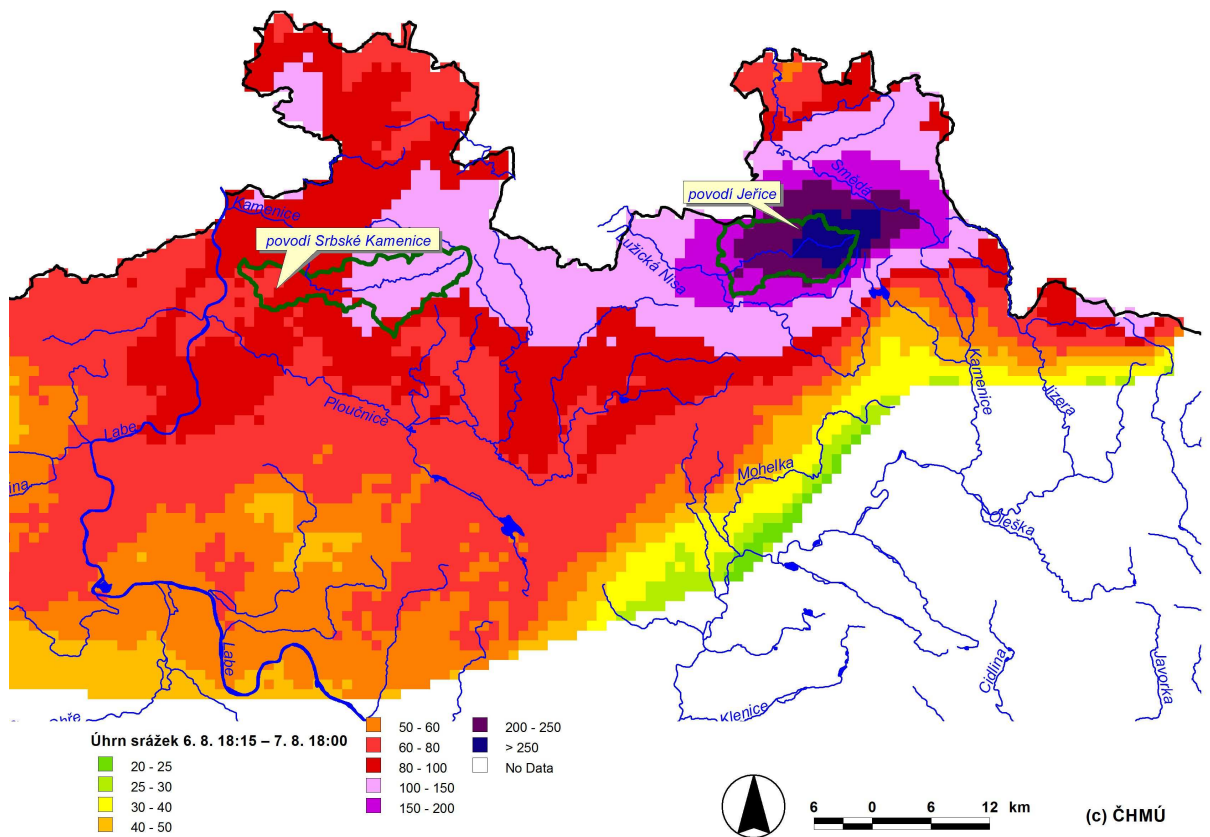
Obr. 4.3 znázorňuje 24hodinové úhrny srážek od 6. srpna 18:00 do 7. srpna 18:00. Tato mapa má pravděpodobně největší vypovídající hodnotu o výši spadlých srážek během 24 hodin na všech postižených povodích. Je zjevné, že na povodích Lužické Nisy a Smědé byly oproti povodím Ploučnice a Kamenice srážkové úhrny 2–3 násobně vyšší, čemuž odpovídala i extremita následných povodní.



Obr. 4.1 Plošné rozložení denních srážkových úhrnů 6. 8. 2010 (7. 8. v 8:00 SELČ)



Obr. 4.2 Plošné rozložení denních srážkových úhrnů 7. 8. 2010 (8. 8. v 8:00 SELČ)



Obr. 4.3 Plošné rozložení srážkových úhrnů od 6. 8. 18:00 do 7. 8. 18:00 SELČ

Vývoj hydrologické situace na povodích Ploučnice a Kamenice je popsán v kapitole 4.1, na povodích Lužické Nisy a Smědé v kapitole 4.2. Grafické znázornění hydrogramů průtoků v jednotlivých vybraných profilech vodoměrných stanic je uvedeno souhrnně za jednotlivými dílčími kapitolami. V kapitole 4.3 je zmíněn vývoj hydrologické situace na hraničním úseku Labe a na dalších územích ležících mimo nejvíce postižená povodí.

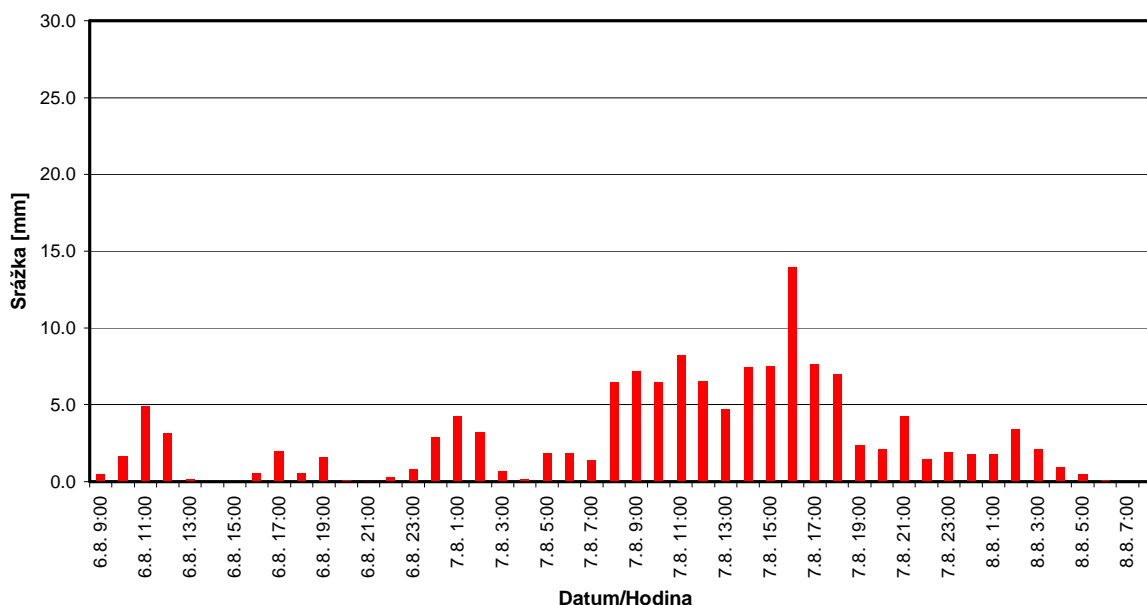
4.1 Vývoj hydrologické situace v povodích Ploučnice a Kamenice

Na povodích Ploučnice a Kamenice se srážky vyskytovaly již v dopoledních a odpoledních hodinách 6. srpna s maximálními intenzitami 3–5 mm.h⁻¹, které především přispěly k nasycení povodí před začátkem hlavní srážkové epizody a výraznější odtokovou odezvu nevyvolaly. Rovněž srážky v nočních hodinách nebyly příliš výrazné.

Vydatnější srážky se začaly objevovat 7. srpna mezi šestou a sedmou hodinou ranní, když jejich intenzita začala lokálně i významně překračovat hodnotu 10 mm.h⁻¹. To se projevilo poměrně rychlým vzestupem hladin vodních toků, zejména v horních částech povodí Ploučnice, např. na Bobřím potoce v Cvikově (viz **Obr. 4.8**), kde srážky byly v pozdních ranních hodinách lokálně i přívalového charakteru. V povodí Kamenice začaly průtoky zhruba mezi sedmou a osmou hodinou ranní rovněž rychle stoupat, což je zřejmé z **Obr. 4.5** v profilu vodoměrné stanice v Srbské Kamenici.

Vydatné srážky s průměrnými intenzitami 5–10 mm.h⁻¹ pokračovaly 7. srpna na povodích Ploučnice a Kamenice během dopoledních i odpoledních hodin a zvolna ustávaly v podvečerních a nočních hodinách (viz **Obr. 4.4**). Lokálně byly intenzity vyšší, např. srážkoměr na nádrži Chřibská v povodí Chřibské Kamenice zaznamenal intenzity deště vyšší než 15 mm.h⁻¹ a v období mezi 7:00–10:00 zde spadlo více než 60 mm srážek.

Průměrné hodinové výšky srážek
povodí Kamenice k profilu Srbská Kamenice (97.8 km²)



Obr. 4.4 Průměrné hodinové výšky srážek na povodí Kamenice k profilu vodoměrné stanice v Srbské Kamenici

Odtoková odezva v povodí Kamenice byla rychlá a velmi výrazná. V Srbské Kamenici řeka kulminovala již krátce po poledni 7. 8. při stavu 255 cm, přičemž kulminační vodní stav pulzující mezi 250 a 255 cm trval déle než hodinu. Vyhodnocený kulminační průtok dosáhl $74 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a překročil dobu opakování 100 let. Nástup povodňové vlny na Chřibské Kamenici měl podobně rychlý průběh, jejíž nástup byl oproti povodňové vlně na Kamenici o cca dvě hodiny opožděn, a to částečně i vlivem nádrže Chřibská. V nádrži během dopoledne nejprve došlo k zadržení povodňové vlny ze srážek a v odpoledních hodinách i k účinné transformaci vlny vzniklé protržením hráze Jedlovského rybníka s odhadovaným kulminačním průtokem větším než Q_{100} . Odtok z nádrže během celé povodně zde dosáhl maximálního průtoku necelé $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Q_2) a nádrž tak splnila svou transformační roli.

Nicméně srážky ve zbylé části povodí měly i tak za následek rychlý vzestup průtoků. Chřibská Kamenice ve stanici Všemily dosáhla kulminace po 17. hodině, přičemž kulminační průtok $76 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ překročil velmi významně stávající úroveň 100letého průtoku.

Kamenice ve Hřensku kulminovala krátce po 19. hodině při stavu na vodočtu 409 cm, přičemž kulminační průtok vyhodnocený v závěrové stanici Hřensko dosahoval $170 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a

rovněž výrazně překonal hodnotu stávající úrovně Q_{100} . Průběh průtoků ve všech sledovaných profilech v povodí Kamenice je na **Obr. 4.5**.

Pro všechny sledované stanice v povodí Kamenice bylo charakteristické dlouhé trvání vysokých vodních stavů, což svědčí o dlouhém trvání příčinných srážek a není to pro povodí Kamenice v případě extrémních povodní zrovna typické. Na **Obr. 4.6** je znázorněn graf s porovnáním časového průběhu povodní z června 2010 a srpna 2010 v profilu Srbská Kamenice na řece Kamenici. Je zřejmý charakteristický rozdíl v době nástupu, trvání a objemu obou povodňových vln. Povodeň v červnu 2010 byla typickou přívalovou povodní způsobenou velmi silnými přívalovými srážkami, kdežto povodeň v srpnu zapříčinily vydatné dlouhotrvající srážky, které ale zpočátku byly poměrně intenzivní, takže nástup povodňové vlny byl i v případě této epizody velmi rychlý.

Zbývá dodat, že povodí Kamenice bylo v období od 1. července 2009 do 7. srpna 2010 zasaženo celkem čtyřmi významnými povodňovými událostmi (kromě povodně 7. srpna 2010 šlo vždy o přívalové povodně), jejichž extrimita se buď blížila nebo překonala stávající hodnoty 100letých průtoků, přičemž srpnová povodeň 2010 byla nejvýznamnější od začátku pozorování. Z toho vyplývá, že bude nutné hodnoty N-letých průtoků na celém povodí Kamenice verifikovat.

Na povodí Ploučnice byl vývoj povodně komplikovanější. Tvary hydrogramů jsou na tomto povodí dány nejen časovým a plošným rozložením srážek, ale rovněž hydrogeologickými poměry, které zde hrají velmi podstatnou roli.

Celé povodí Ploučnice se dá rozdělit na dvě základní oblasti. Oblast, do které patří část povodí zhruba k profilu vodoměrné stanice Stružnice, je převážně tvořena porézními třetihorními turonskými pískovci s průlinovo-puklinovou propustností, s malým spádem terénu, kde je dostatek možností pro vsakování srážkové vody. V oblasti od vodoměrného profilu Stružnice k Děčínu se nacházejí vyvřeliny Českého středohoří s menší propustností a větším spádem terénu, kde možnost zachycení srážkové vody je podstatně nižší, než v oblasti nad Stružnicí. Voda pro nepřítomnost příhodných porézních hornin nemá tolik možností pro vsakování, což vede k rychlejšímu odtoku vody z terénu do toku Ploučnice.

Tento fakt byl plně potvrzen průběhem povodně v srpnu 2010. Z **Obr. 4.7** je zřejmé, že až po profil vodoměrné stanice Stružnice měla povodňová vlna na vlastním toku Ploučnice pouze jeden vrchol s výjimkou profilu v České Lípě, kde povodeň měla vrcholy dva. První

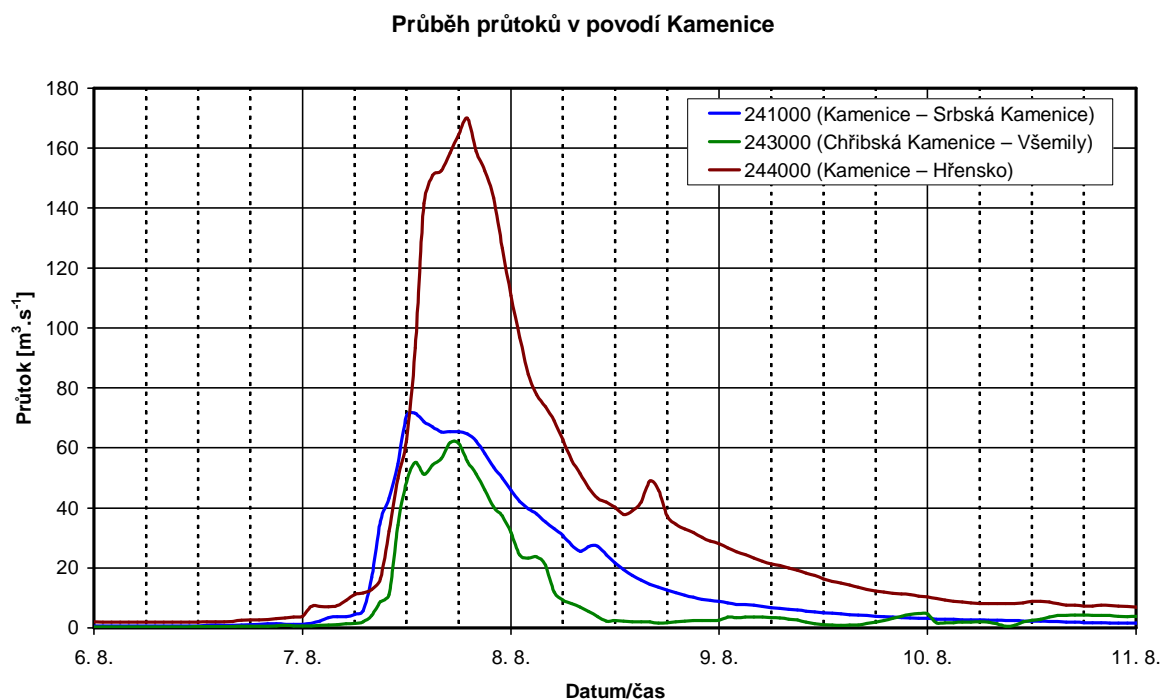
vrchol v České Lípě byl způsoben přítokem ze Svitávky a z dalších pravostranných přítoků, jejichž horní části povodí leží v oblasti s méně propustnými horninami.

Ploučnice, kromě pramenné oblasti, která je tvořena krystalickými horninami, protéká zhruba mezi Mimoní a Českou Lípou širokou nivou, kde řeka tvoří meandry. Na tomto úseku dochází k širokým rozlivům a vlivem velmi propustných půd a skalního podloží rovněž i k intenzivnímu vsaku, což během této povodně značně přispělo k transformaci povodňové vlny. Např. velikost odtokového součinitele na mezipovodí mezi profily Mimoní a Česká Lípa se pohybovala kolem hodnoty 0.1, což je absolutně nejnižší hodnota zjištěná v rámci vyhodnocení této povodně.

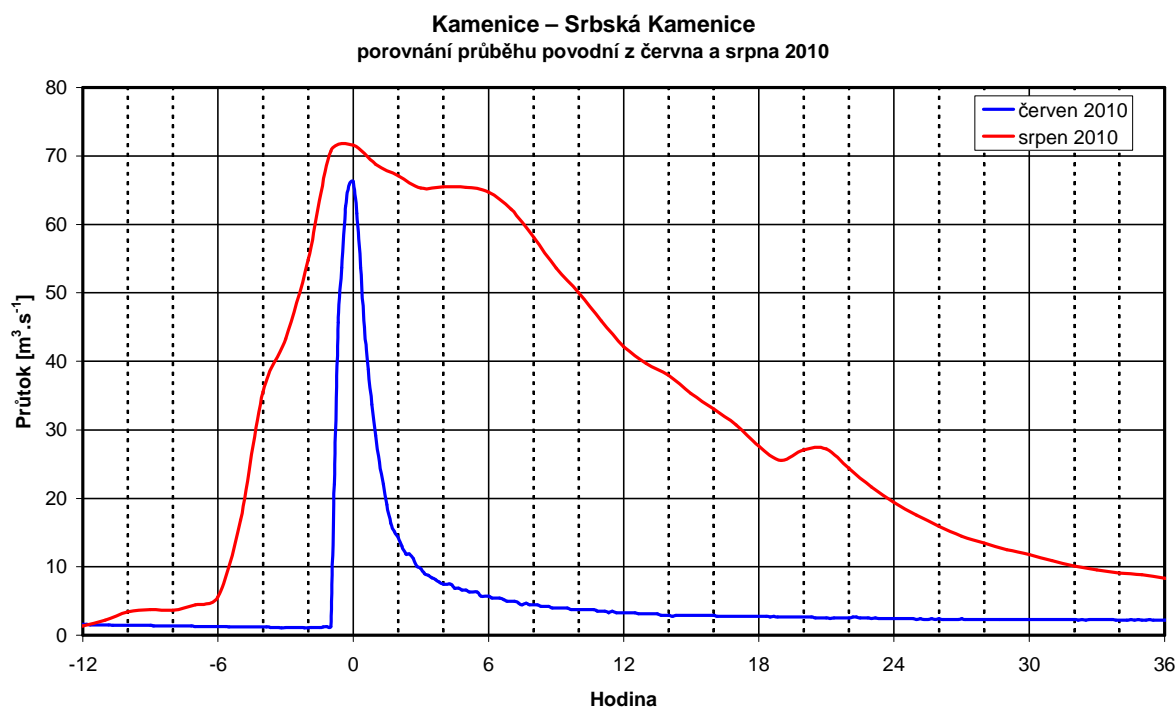
Naopak na povodí pod profilem ve Stružnici se rychlá odtoková odezva projevila již v odpoledních hodinách dne 7. 8. prudkým vzestupem hladin přibližně od Žandova do ústí toku do Labe. Rozvodněné přítoky Merboltického, Valkeřického a Fojtovického potoka a říčky Bystré měly za následek prudký vzestup hladiny Ploučnice ve stanici Benešov nad Ploučnicí, viz **Obr. 4.7**. Odtokový koeficient na mezipovodí mezi Stružnicí a Benešovem nad Ploučnicí se blížil hodnotě 0.8, což je neporovnatelně vyšší hodnota oproti povodí Ploučnice nad Stružnicí a svědčí o naprosto odlišných hydrologických a hydrogeologických poměrech.

Extremita kulminačních průtoků na Ploučnici a jejích přítocích se pohybovala v průměru mezi 50letou až 100letou dobou opakování. V Benešově nad Ploučnicí šlo o největší kulminační průtok od roku 1946, což byla událost zimního typu, a o největší letní povodeň od roku 1909, což je počátek systematického vyhodnocení kulminačních průtoků v tomto profilu.

Hydrogramy průměrných hodinových průtoků ve vybraných vodoměrných stanicích

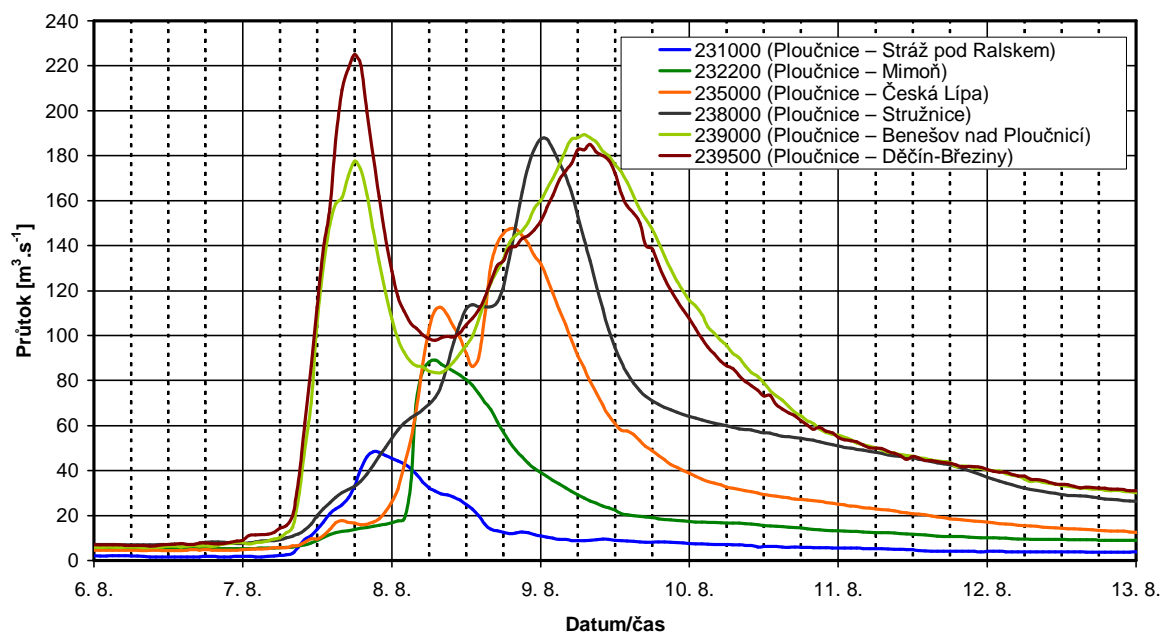


Obr. 4.5 Časový vývoj průběhu průtoků v povodí Kamenice



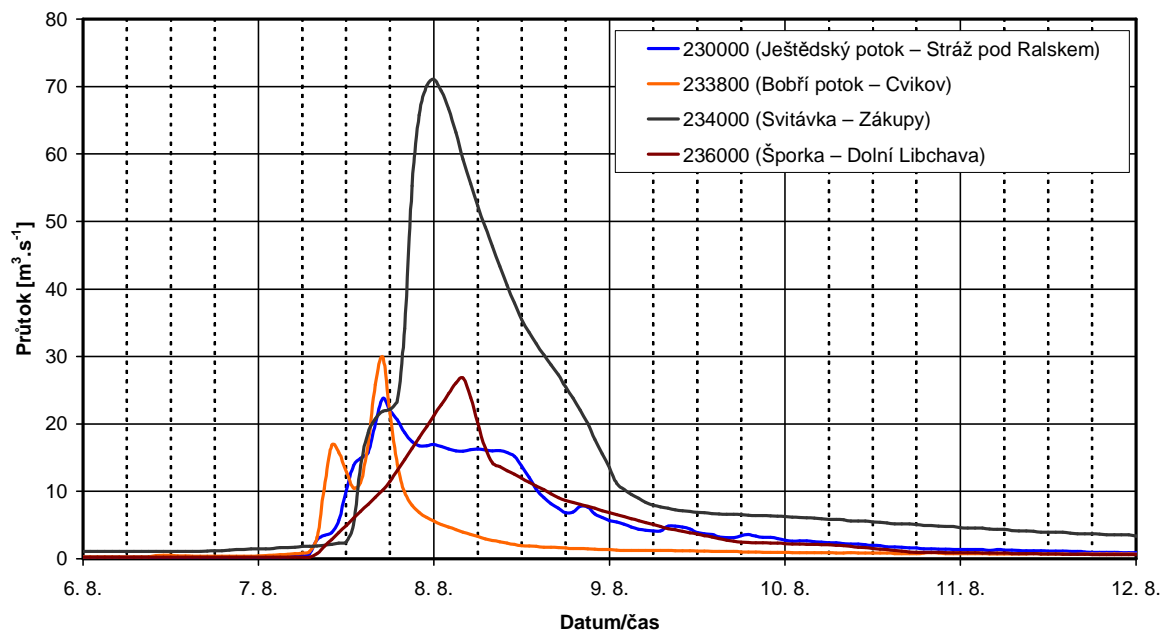
Obr. 4.6 Porovnání průběhu přívalové povodně v červnu 2010 a povodně z trvalých srážek ze srpna 2010

Vývoj hydrogramu průtoků na Ploučnici



Obr. 4.7 Časový vývoj průběhu průtoků na Ploučnici

Vývoj hydrogramu průtoků na přítocích Ploučnice



Obr. 4.8 Časový vývoj průběhu průtoků na přítocích Ploučnice

4.2 Vývoj hydrologické situace v povodích Lužické Nisy a Smědé

V povodí Lužické Nisy a Smědé začalo pršet 6. srpna v pozdních odpoledních hodinách. Srážky byly zpočátku méně intenzivní, v průměru do 5 mm.h^{-1} a přispívaly k nasycení povodí.

První výrazná vlna srážek přišla v nočních a ranních hodinách 7. srpna. Intenzivní srážky se vyskytly nejprve v západních partiích Krkonoš (povodí Mumlavy a částečně povodí horního Labe) a poté se přesunuly nad Jizerské hory, kde zasáhly především povodí Jeřice (západní část hřebene Jizerských hor). Místně byly tyto srážky přívalového charakteru a způsobily první výraznou povodňovou vlnu na Jeřici, přičemž průběh této první povodňové vlny částečně utlumily nádrže Fojtka a Mlýnice. Přesto kulminace ve vodoměrném profilu v Chrastavě přesáhla hodnotu 100letého průtoku.

Druhá vlna srážek, daleko intenzivnější, plošně rozsáhlejší a ve svých důsledcích katastrofální, přišla v dopoledních hodinách a zasáhla tentokrát kromě povodí Jeřice i celý hřeben Jizerských hor a jejich severní úpatí. Srážky měly opět místy přívalový charakter s intenzitami i přes 50 mm.h^{-1} a nejintenzivnější byly na úpatí Jizerských hor v povodí Smědé a v povodí Jeřice. Na hřebenech Jizerských hor byly maximální intenzity srážek nižší a směrem k jihu dále klesaly.

Lze tvrdit, že příčinné srážky měly převážně charakter dlouhodobých trvalých srážek, avšak s velmi výrazným doprovodem srážek konvekčního typu, které se rozhodující měrou podílely na následné odtokové odezvě a extremitě kulminačních průtoků. Na povodí Mandavy byly srážky spíše déletrvajících charakteru, ale byly rovněž poměrně vydatné a intenzivní.

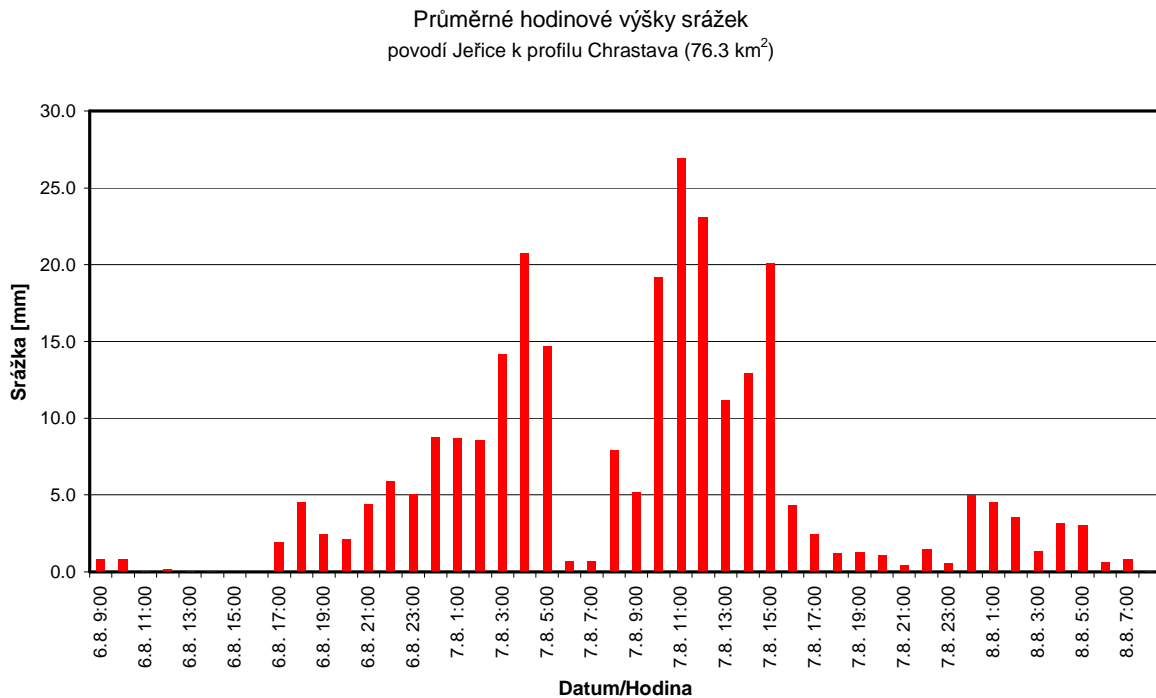
Průběh průměrných hodinových intenzit srážek na povodí Jeřice k profilu vodoměrné stanice v Chrastavě je na **Obr. 4.9**.

Odtoková odezva na druhou vlnu srážek byla, i vzhledem k již nasycenému povodí, velmi dramatická, a to jak v povodí Lužické Nisy, tak i Smědé.

Rozvodnění Lužické Nisy bylo způsobeno zejména extrémní průtokovou vlnou z Jeřice a přítoky Lužické Nisy pod Jeřicí.

Povodeň na horním toku Lužické Nisy nebyla významná, v Liberci bylo dosaženo pouze 2letého průtoku a průběh povodňové vlny na Černé Nise (přítok Lužické Nisy nad Jeřicí) byl ovlivněn její transformací v nádrži Bedřichov (plocha povodí ke hrázi 4.33 km^2). Podle údajů Povodí Labe, s. p., činil kulminační přítok do nádrže Bedřichov 7. srpna v ranních hodinách $37 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ a po přechodném poklesu se druhý vrchol vyskytl kolem 11.

hodiny při hodnotě $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, přičemž maximální odtok z nádrže nastal až v poledních hodinách na úrovni $4,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Hodnoty kulminací přítoku získané z výpočtů srážkoodtokového modelu jsou nižší, u první vlny dokonce velmi výrazně. Ve vodoměrném profilu Stráž nad Nisou Černá Nisa kulminovala v 8 hodin ráno na úrovni 5–10letého průtoku, bez vlivu nádrže by byla doba opakování podstatně významnější (odhadem 20–50letý průtok).



Obr. 4.9 Průměrné hodinové výšky srážek na povodí Jeřice k profilu vodoměrné stanice v Chrastavě

Naprosto mimořádná povodeň postihla Jeřici a většinu jejích přítoků. Při již zmíněné první povodňové vlně, kdy centrum příčinné srážky bylo v horní části povodí, byl v Chrastavě kolem 7. hodiny ranní překročen 100letý průtok. Vlivem přechodného poklesu intenzity srážek došlo k poklesu průtoků, ale po dalších srážkách přívalového charakteru začaly průtoky opět rychle stoupat. Vrchol druhé, extrémní, povodňové vlny nastal ve 12:30 (**Obr. 4.10**), přičemž kulminační průtok s odhadem cca $270 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ přesáhl stávající velikost stoletého průtoku téměř trojnásobně. Hodnoty 100letých průtoků byly pravděpodobně překročeny i na všech hlavních přítocích Jeřice (**Tab. 3.3**). O mimořádné extremitě povodně v povodí Jeřice svědčí i situace na nádrži Mlýnice na Albrechtickém potoce (plocha povodí $5,8 \text{ km}^2$), kde došlo k přelévání koruny hráze přehradního tělesa po dobu cca 30 minut a hodnota kulminace přítoku do nádrže byla na bilančních výpočtů odhadnuta na $65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Tím byla překročena hodnota kulminačního průtoku teoretické povodňové vlny s dobou opakování

1000 let ($36,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). I když odhad kulminace srážkoodtokovým modelem byl nižší, přesto také překročil teoretickou hodnotu 1000letého průtoku. Lze konstatovat, že nádrže v povodí Jeřice (Mlýnice i Fojtka) vzhledem k objemu povodňové vlny neovlivnily velikost kulminačního průtoku v Chrastavě.

Silně rozvodněny byly i nepozorované přítoky Lužické Nisy pod Jeřicí, jejichž kulminační průtoky dosahovaly doby opakování 100 let a rovněž výrazně přispěly k překročení 100letého průtoku na Lužické Nise v Hrádku nad Nisou během odpoledne 7. srpna. Přestože byla povodňová vlna doprovázena značnými rozlivy do inundací v okolí Trojmezí a Žitavy, byl i v tomto profilu zjevný velmi strmý vzestup a pokles hladin nad úroveň zhruba 5letého průtoku, a to během 18 hodin. Další vývoj poklesové větve povodňové vlny byl ovlivněn pomalým vyprazdňováním inundačních prostor, viz **Obr. 4.10**, kdy průtoky od nočních hodin 8. srpna do 10. srpna jen zvolna klesaly od zhruba 5letého k 2letému průtoku.

Dalšími významnými přítoky Lužické Nisy nad soutokem se Smědou, které pramení na území České republiky, jsou Mandava a Oleška. Na Mandavě je vodoměrné pozorování v profilech Rumburk a Varnsdorf, Oleška je hydrologicky nepozorovaný tok. Charakter příčných srážek byl na obou povodích odlišný. Zatímco povodí Mandavy bylo zasaženo spíše vydatným a dlouhotrvajícím deštěm, povodí Olešky na českém území (sousedící s povodím Jeřice) postihly navíc přívalové srážky, které způsobily katastrofální povodeň na tomto toku na českém i polském území. Doba opakování kulminačních průtoků na Mandavě v obou vodoměrných profilech nepřesáhla 50 let (**Obr. 4.11**), zatímco odhady maximálních průtoků na Olešce v Dětrichově a v Heřmanicích odpovídají době opakování překračující 100 let.

Podobně jako Lužická Nisa rovněž Smědá v horní části povodí reagovala na srážky v nočních hodinách vzestupem hladin, ale i zde došlo k hlavnímu rychlému vzestupu hladin až v sobotu v dopoledních hodinách, kdy bylo podhůří Jizerských hor zasaženo nejintenzivnějšími srážkami. Ve stanici Hejnice byl zaznamenán mezi od 9:00 do 10:00 hodin nejvyšší hodinový úhrn na povodí Smědé, a to 58 mm. Ve vodoměrné stanici Bílý Potok kulminovala Smědá v 11:40 při stavu 293 cm a průtoku, který překročil dobu opakování 100 let. V úseku mezi Bílým Potokem a Frýdlantem docházelo vlivem extrémně rozvodněných přítoků (zejména Lomnice v Raspenavě) k velmi rychlému nárůstu jak kulminačního průtoku tak objemu povodňové vlny (viz **Obr. 4.12**). Ve Frýdlantu pod vyústěním ze zúženého údolí u Frýdlantského hradu došlo postupně k vyběžení vody z upraveného koryta a zaplavení

podstatné části centra města. Poslední zaznamenaný vodní stav z vodoměrné stanice Frýdlant byl ve 12:30, a to 353 cm, poté byla stanice zničena. Kulminační vodní stav zde byl dle dostupných informací dosažen po 13. hodině přibližně na hodnotě 400 cm. Průběh povodňové vlny (**Obr. 4.12**) musel proto být rekonstruován na základě známého průběhu povodňové vlny ve vodoměrné stanici Višňová a odhadu přítoku z mezipovodí mezi stanicemi Frýdlant a Višňová.

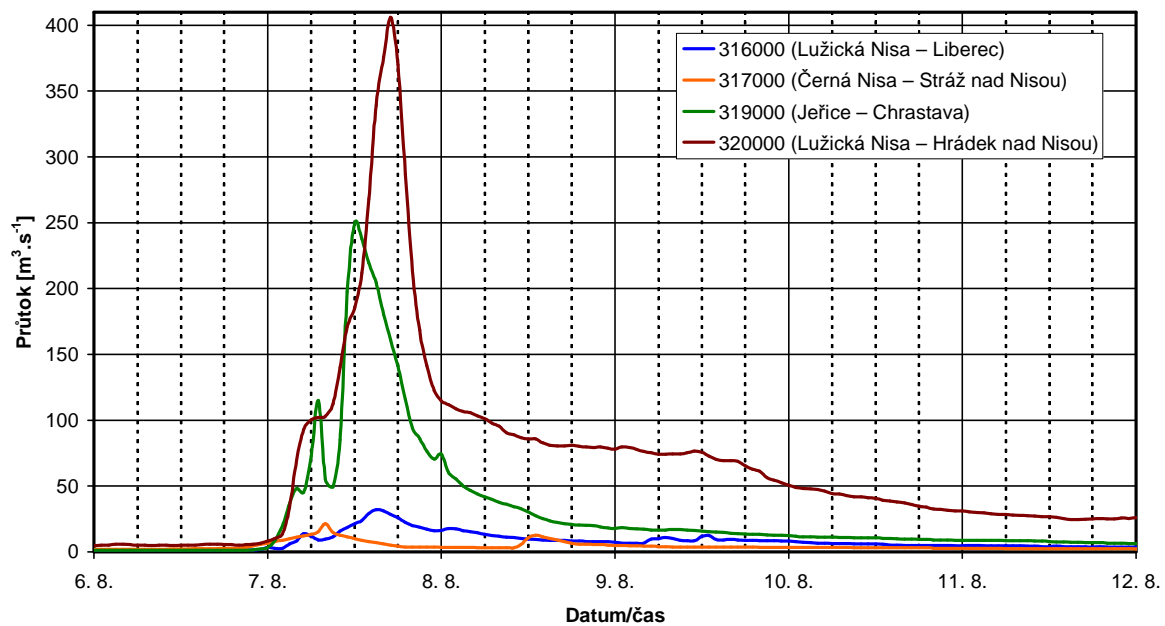
Další vzestup průtoku Smědé pod Frýdlantem byl způsoben rozvodněnou Řásnicí (**Obr. 4.13**), jejíž kulminační průtok rovněž překročil dobu opakování 100 let. Na začátku obce Višňová, v části Víška, došlo ke stržení silničního mostu a voda se začala postupně ze sevřeného koryta rozlévat zejména do levobřežních inundací. Ve vodoměrném profilu Višňová povodňová vlna kulminovala ve 14:30 při stavu 541 cm a průtoku $440 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá době opakování více než 100 let. Pod osadou Poustka došlo k transformaci povodně v širokých inundacích omezených na levé straně tělesem železniční trati a až pod profil v Boleslavi tekla větší část průtoku mimo koryto Smědé. Ve stejné době kulminovaly i rozvodněné přítoky tekoucí z výsypky dolu Turów v Polsku, Minkovický a zejména Višňovský potok, který přispěl k záplavě části obce. Z pravé strany toku pak přitékala povodňová vlna z Bulovského resp. Pertoltického potoka, kde byly objem i tvar povodňové vlny ovlivněny i protržením Panenského rybníka (objem cca 36.500 m^3) v katastru obce Pertoltice mezi 15. a 16. hodinou. Vodoměrná stanice Předlánce na Bulovském potoce pod soutokem s Panenským potokem zaznamenala kulminaci už ve 14:30, vyhodnocený průtok odpovídá zhruba 50letému průtoku (**Obr. 4.13**). Hladina na vlastním toku Smědé v Předláncích kulminovala v 15:10 při cca $450 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (více než 100letý průtok).

Na **Obr. 4.14** je ve vodních stavech znázorněn průběh povodně v profilech Višňová a Předlánce na Smědé. Na první pohled je patrný značný rozdíl v hydrogramech, který je způsoben odlišnými hydraulickými podmínkami proudění. Zatímco ve vodoměrné stanici Višňová byl celý průtok soustředěn v jednom profilu, v Předláncích došlo k obtékání profilu vodoměrné stanice v inundaci, přičemž hladiny ve vodoměrném profilu a inundaci nebyly hydraulicky propojeny. Průběh povodně v profilu Předlánce na Smědé nebylo proto z důvodů komplikovaných hydraulických podmínek možné vyhodnotit v průtocích pomocí měrné křivky.

Vzhledem ke značné extremitě povodně na Lužické Nise, Smědé a jejich přítocích bude nutné na povodích zmíněných toků verifikovat hodnoty N-letých průtoků.

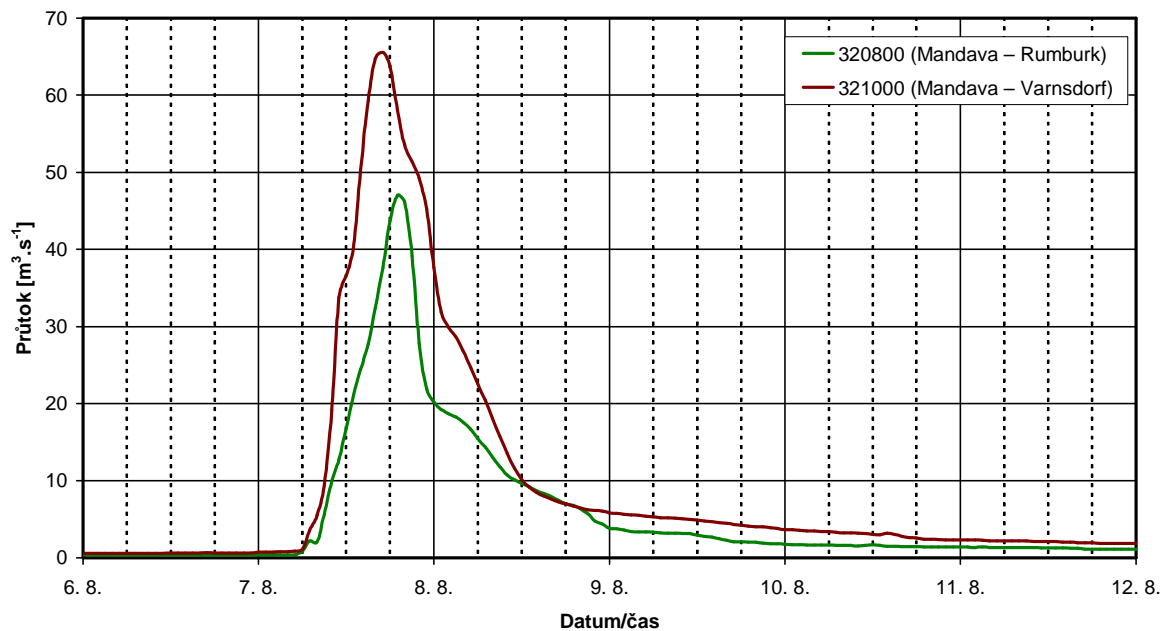
Hydrogramy průměrných hodinových průtoků ve vybraných vodoměrných stanicích

Průběh průtoků na Lužické Nise a přítocích

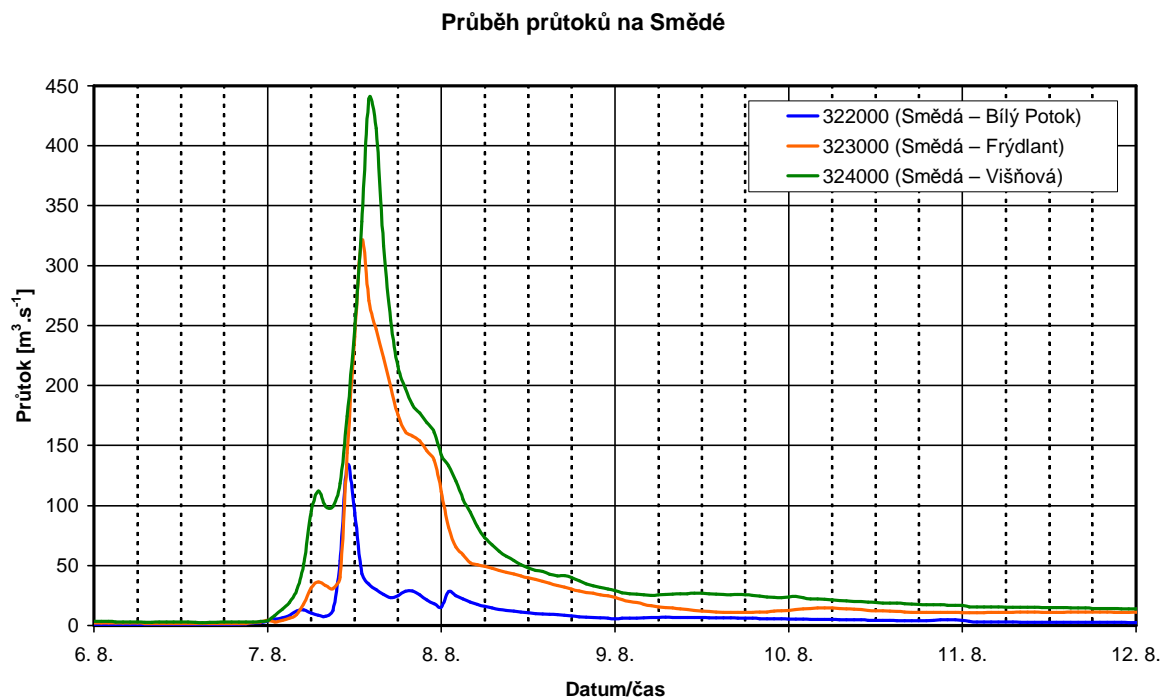


Obr. 4.10 Časový vývoj průběhu průtoků na Lužické Nise a jejích přítocích

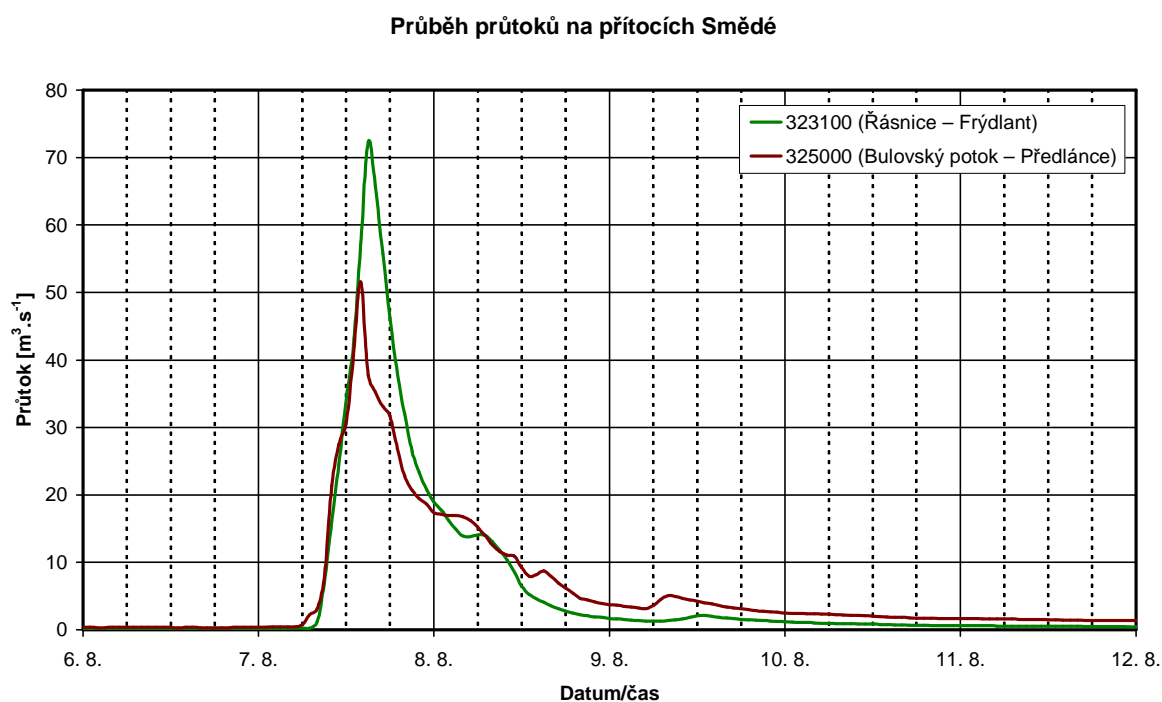
Průběh průtoků na Mandavě



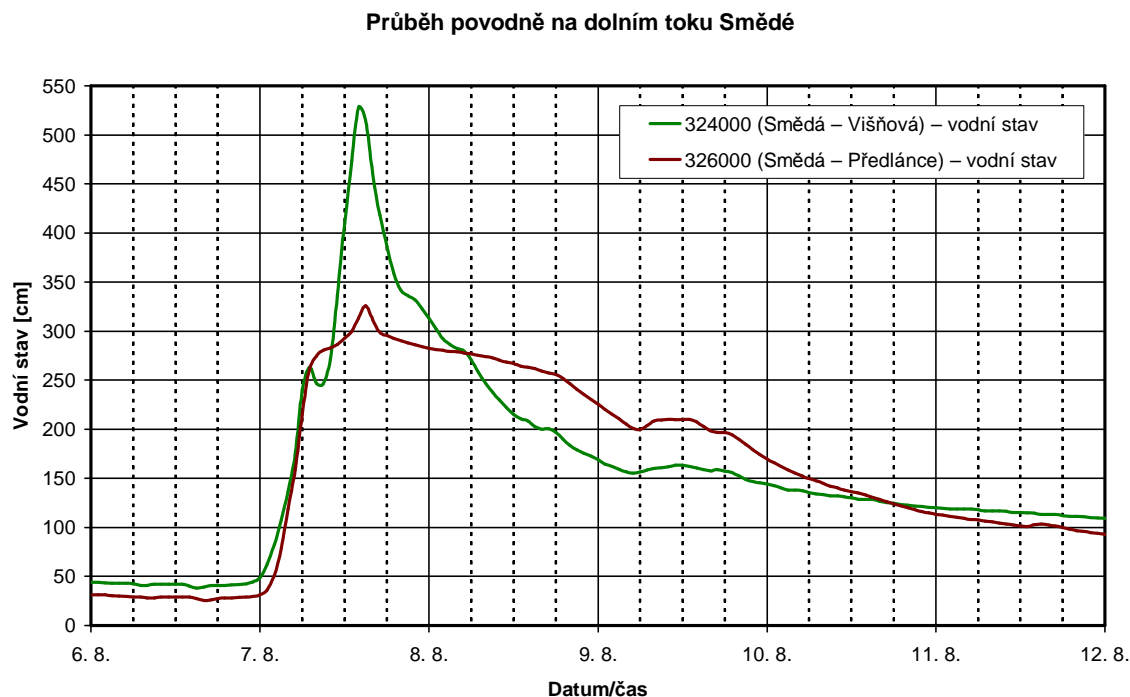
Obr. 4.11 Časový vývoj průběhu průtoků na Mandavě



Obr. 4.12 Časový vývoj průběhu povodně na Smědě



Obr. 4.13 Časový vývoj průběhu povodně na přítocích Smědě



Obr. 4.14 Časový vývoj průběhu povodně na Smědě

4.3 Vývoj hydrologické situace na ostatním území

Nejintenzivnější a zároveň nejvydatnější srážky se při povodňových situacích v oblasti Jizerských hor zpravidla vyskytují v jejich hřebenových partiích. V případě této povodně to nelze jednoznačně konstatovat, o čemž svědčí srážkoměrná pozorování na hřebenech Jizerských hor a jejich podhůří, když nejintenzivnější srážky byly zaznamenány právě v podhůří a na úpatí Jizerských hor.

V hlavní hřebenové části Jizerských hor provozuje ČHMÚ již zhruba 30 let celkem sedm experimentálních povodí (tři v povodí Lužické Nisy, čtyři v povodí Jizery) vybavených přístroji na sledování hladin, sítí srážkoměrů a dalšími přístroji. I když příčinné srážky této povodně nebyly na větší části hlavního hřebene Jizerských hor zdaleka tak vydatné jako při jiných situacích (např. srpen 2002 či srpen 2006), způsobily v důsledku své značné intenzity nejvyšší dosud pozorované specifické odtoky na šesti ze sedmi povodí. Nejvyšší specifické odtoky byly vyhodnoceny v západní části Jizerských hor v povodí Uhlířská na Černé Nise (nad nádrží Bedřichov), kde kulminační průtok dosáhl doby opakování přibližně 100 let. Další významné specifické odtoky byly pozorovány na zdrojových povodích Smědé s odhadovanou dobou opakování 20–50 let. Specifické odtoky na experimentálních povodích patřících hydrologicky do povodí Jizery nebyly tak významné a dosáhly maximálně 10–20leté doby

opakování. Podrobněji je vyhodnocení příčinných srážek, průběhu povodně a jejích následků zpracováno v samostatné **Příloze 3 – Vyhodnocení průběhu povodně ve vrcholových partiích Jizerských hor.**

Velmi intenzivní srážky zasáhly v noci ze 6. na 7. srpna i oblast západních Krkonoš, kde způsobily povodňovou vlnu na Mumlavě s prvním výrazným vrcholem ještě před půlnocí 6. srpna, a to na úrovni zhruba 5letého průtoku. Poté srážková činnost přechodně zeslábla a vydatně (ale méně intenzivně) začalo znovu pršet kolem 8. hodiny ranní. Již nasycené území reagovalo rychlým odtokem a Mumlava kulminovala v Janově 7. srpna kolem poledne průtokem s dobou opakování 10–20 let.

Průběh povodňové vlny na jizerské Kamenici byl značně ovlivněn manipulacemi na nádržích Josefův Důl a Souš. Kulminační přítok do VD Josefův Důl dosáhl dle údajů Povodí Labe s. p. 7. srpna v poledních hodinách hodnoty $62 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (10–20letý průtok) a do VD Souš $28 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (5letý průtok). Obě vodní díla transformovala povodňovou vlnu na neškodný odtok. V profilu Jesenný na Kamenici byl zaznamenán 2letý průtok, za předpokladu neovlivnění povodňové vlny vodními díly by kulminační průtok dosáhl doby opakování zhruba 10 let. Na samotné Jizeře až po profil v Železném Brodě kulminační průtoky nepřekročily dobu opakování 5 let, níže po toku Jizery již byla povodňová vlna svojí extremitou méně významná.

Významnějšími srážkami byly zasaženy rovněž levostranné přítoky Labe na Labskoustecku a Děčínsku. Bílina v Trmicích kulminovala 8. srpna po půlnoci na úrovni 10letého průtoku a kulminační průtok Jílovského potoka 7. srpna odpoledne dosáhl zhruba 5leté doby opakování.

Pásmo trvalých srážek, které se táhlo ze severních a severozápadních Čech přes střední Čechy do jižních Čech, mělo svoje podružné a méně významné jádro v povodí Lužnice. Kulminační průtoky dosáhly maximálně doby opakování 5 let, např. Nežárka v Hamru nad Nežárkou a Hamerský potok v Oldřiši.

4.4 Zhodnocení bilance spadlých srážek a proteklého objemu

Pro účely bilančního zhodnocení spadlých srážek a proteklých objemů byla připravena **Tab. 4.1**, kde jsou pro povodí vybraných 18 profilů vodoměrných stanic v povodí Ploučnice, Kamenice, Lužické Nisy a Smědé uvedeny charakteristiky nasycenosti území k 6. 8. 2010, dále hodnoty výšky příčných srážek, velikosti přímého (povodňového) odtoku a odtokového koeficientu.

Způsob odvození API_{30} a ukazatele nasycení U_N byl popsán v kapitole 2. Průměrné hodnoty API_{30} , poměrů API_{30} k normálu, ukazatele nasycení a výšky srážek na povodí byly určeny v GIS na podkladě polygonové vrstvy rozvodnic. Výška přímého odtoku byla odhadnuta na základě separace hydrogramu nad minimálním průtokem za období 6. – 12. 8. 2010 (povodí Lužické Nisy a Smědé) a 6. – 15. 8. 2010 (povodí Ploučnice a Kamenice).

Z **Tab. 4.1** je zřejmé, že velikost koeficientu odtoku se na povodích Kamenice a Ploučnice a povodích Lužické Nisy a Smědé podstatně liší. Je to dáno předchozím nasycením povodí, extremitou povodně, která byla obecně v povodí Lužické Nisy a Smědé větší a rovněž hydrogeologickými podmínkami.

Poměrně nízké koeficienty odtoku byly vyhodnoceny ve vodoměrných profilech v povodí Ploučnice, což je dáno tím, že povodí je ve své horní části (zhruba po profil Stružnice) charakteristické silně propustnými písčitohlinitými půdami i horninami (pískovce). Největší množství vody se vsakuje v nivě Ploučnice, kde řeka meandruje a za větších povodní se voda rozlévá do inundací.

V povodí Lužické Nisy a Smědé byly nejvyšší koeficienty odtoku dosaženy na Jeřici v Chrastavě a na Smědé v Bílém Potoce, kde bylo zaznamenáno poměrně vysoké nasycení území předchozími srážkami. V Chrastavě navíc šlo o povodeň mimořádné extremity, povodí Smědé k profilu Bílý Potok je oproti tomu charakteristické značnou sklonitostí, což má nepříznivý vliv na odtokové poměry zvláště za situace přívalových srážek.

Tab. 4.1 Bilanční tabulka s údaji o předchozím nasycení, výšce srážek a odtoku na povodí vybraných vodoměrných stanic

Datum, Číslo	Tok	Profil	Plocha povodí [km ²]	API ₃₀ a ukazatel nasycení (U _N) k 6. 8. 2010 8:00		Denní výška srážek [mm]			Bilance objemu spadlých srážek a odtoku			
				API ₃₀ [mm]	Násobek normálu API 1961–2000	U _N	6. 8.	7. 8.	8. 8.	Suma srážek [mm]	Odtok [mm]	Koef. odtoku [-]
povodí Ploučnice a Kamenice												
230000	Ještědský potok	Stráž pod Ralskem	48.88	47.4	1.32	-0.26	34.9	93.1	8.9	137.0	63.2	0.46
231000	Ploučnice	Stráž pod Ralskem	121.43	46.6	1.35	-0.18	31.7	94.0	7.3	133.0	51.2	0.38
232200	Ploučnice	Mimoň	269.80	47.1	1.45	-0.14	33.3	101.1	4.7	139.2	38.4	0.28
233800	Bobří potok	Cvikov	24.48	48.9	1.51	-0.05	45.4	100.4	5.4	151.1	54.3	0.36
234000	Svitávka	Zákupy	118.06	48.3	1.59	0.07	35.3	98.0	3.8	137.1	55.7	0.41
235000	Ploučnice	Česká Lípa	624.35	47.3	1.54	-0.08	34.5	97.1	4.8	136.4	34.7	0.25
236000	Športka	Dolní Libchava	68.48	48.4	1.67	-0.38	38.2	75.7	7.3	121.1	36.1	0.30
238000	Ploučnice	Stružnice	994.74	49.0	1.66	-0.10	31.8	87.9	4.9	124.6	32.2	0.26
239000	Ploučnice	Benešov nad Ploučn.	1156.16	50.3	1.71	-0.12	31.6	87.3	5.0	123.9	41.0	0.33
241000	Kamenice	Srbská Kamenice	97.79	59.7	1.88	0.07	38.9	99.1	3.5	141.6	64.2	0.45
243000	Chříbská Kamenice	Všemily	61.62	64.4	1.92	0.40	30.2	107.4	2.0	139.6	68.1	0.49
244000	Kamenice	Hřensko	214.92	62.7	1.98	0.22	34.1	100.5	2.7	137.4	66.8	0.49
povodí Lužické Nisy a Smědě												
319000	Jeřice	Chrastava	76.26	80.2	1.83	0.66	113.3	153.7	9.5	276.5	197.6	0.71
320000	Lužická Nisa	Hrádek nad Nisou	355.80	65.9	1.66	0.19	65.3	106.1	11.7	183.1	96.2	0.53
320800	Mandava	Rumburk	41.70	60.3	1.87	0.24	20.6	91.6	0.6	112.8	69.6	0.62
322000	Smědá	Bílý Potok	26.10	60.3	1.15	0.77	59.5	153.9	13.6	227.0	179.6	0.79
323100	Řásnice	Frydlant v Čechách	30.64	76.1	1.53	0.39	20.8	129.4	7.8	158.0	97.7	0.62
324000	Smědá	Višňová	187.50	71.2	1.44	0.58	56.6	148.6	13.9	219.1	132.7	0.61

5. POROVNÁNÍ S HISTORICKÝMI POVODNĚMI

Na povodích Lužické Nisy a Smědé převažovaly v minulosti povodně letního typu svým charakterem obdobné povodni ze srpna 2010. Na povodí Ploučnice, která má navíc velmi specifický odtokový režim, však měly až doposud větší význam povodně zimního typu. Povodí Kamenice mělo v minulosti režim povodní smíšený, tzn., že se zde vyskytovaly s přibližně stejnou mírou pravděpodobnosti jak letní povodně, tak i povodně z tání sněhu. Je však nutné podotknout, že dosavadní hydrologická pozorování pokrývají logicky zejména 20. století, které bylo na výskyt extrémních povodní poměrně chudé, a tím z hlediska dlouhodobých charakteristik povodňového režimu zřejmě i nepříliš reprezentativní.

Srpnová povodňová událost na Ploučnici a Kamenici a přívalové povodně na Kamenici na začátku července 2009 a v červnu 2010 totiž ukázaly, že i na těchto povodích musíme s výskytem silných letních povodní vážně počítat.

Povodně, včetně těch extrémních, nejsou dle historických záznamů v oblasti Jizerských hor žádným výjimečným jevem, což mimo jiné vyplývá i z geografické polohy horských hřebenů vůči směřům proudění, které za určitých synoptických situací (zejména typu Vb) přinášejí vlhký vzduch a orografický efekt způsobuje značné zesílení srážkové činnosti. Společně s toky prameníci v Jizerských horách bývají větší či menší měrou zasaženy i povodí vodních toků v Krkonoších, které s Jizerskými horami tvoří spojený horský hřeben. Zatímco pro výskyt povodní v Jizerských horách je významnější proudění vlhkého vzduchu s výraznou severozápadní složkou, pro oblast Krkonoš je to proudění od severu až severovýchodu. Vzhledem ke geografické blízkosti Krkonoš vůči Jizerským horám je proto nutné oblasti Krkonoš a tamním extrémním povodním věnovat velkou pozornost.

Jak uvádí publikace [10], v oblasti Jizerských hor a Krkonoš bylo zaznamenáno v druhé polovině 19. století celkem sedm případů významných povodní (1850, 1858, 1860, 1875, 1888, 1890, 1897). Vždy šlo o letní povodně způsobené vydatnými dešti zesílenými orografickými efekty hřebenů Jizerských hor a Krkonoš.

Na konci července roku 1897 se na území Čech vyskytla povodeň, kterou zejména v oblasti Krkonoš a Jizerských hor lze nazvat jako skutečně katastrofální, neboť způsobila obrovské škody na majetku a desítky (možná i stovky) obětí na lidských životech. Podle některých pramenů, např. [1] a [6], šlo v Krkonoších o největší historicky doloženou povodeň, zároveň v Jizerských horách byl naměřen doposud nepřekonaný 24hodinový úhrn srážek, když na Nové Louce spadlo 29. července 345 mm srážek. Věrohodnost tohoto údaje lze

nepřímo doložit i dalšími srážkovými úhrny naměřenými za týž den. Například na Jizerce spadlo 300 mm a v okolí Pece pod Sněžkou bylo zaznamenáno více než 250 mm srážek. Podle [5] povodně koncem července 1897 postihly i další území ve střední Evropě, zejména Saska a tehdejšího Pruska, ale i severní náhorní Alp.

Na našem území povodeň v roce 1897 kromě již zmíněné oblasti východních Krkonoš postihla zejména povodí toků odvodňující Jizerské hory a jejich podhůří, tj. Lužické Nisy, Smědé a Jizery. Podle dochovaných značek v obci Bílý Kostel nad Nisou byla povodeň v červenci 1897 na Lužické Nise pod soutokem s Jeřicí zhruba srovnatelná se srpnovou povodní 2010. Povodeň v roce 1897 byla podstatně významnější na horním toku Lužické Nisy, avšak ve srovnání ze srpna 2010 byla méně extrémní na Jeřici. Z povodí Smědé nejsou o této povodni téměř žádné informace, ze zápisů z kroniky města Raspenava (do roku 1937) lze dovést, že patrně nejvýznamnější povodeň za posledních 200 let postihla obec v roce 1850.

Povodeň se v červenci 1897 vyskytla i na povodí Ploučnice, jak dokládají záznamy z tehdejšího vodoměrného pozorování z České Lípy a Benešova nad Ploučnicí, a svojí extremitou byla zhruba srovnatelná s povodní v srpnu 2010. Pravděpodobný výskyt povodně na (lužické) Kamenici lze dovozovat jen z mapy rozložení srážkových úhrnů uvedené na **Příloze 4.**

Po vyhodnocení dopadů katastrofální povodně v červenci 1897 byly vypracovány projekty výstavby několika retenčních nádrží v Jizerských horách, v Krkonoších a jejich podhůří, jejichž účelem tehdy byla výhradně ochrana před povodněmi. Zejména projekt výstavby nádrží v Jizerských horách a jeho realizace byly na tehdejší dobu naprosto unikátní [10]. Postupně tak byly do roku 1910 v povodí Lužické Nisy vybudovány nádrže Harcov (Harcovský potok), Bedřichov (Černá Nisa), Fojtka (Fojtka, v povodí Jeřice), Mlýnice (Albrechtický potok, povodí Jeřice) a Mšeno (Mšenský potok). Poté (do roku 1920) byly vybudovány ještě nádrže Souš na Černé Desné (povodí Kamenice) a Labská a Les Království na Labi.

Jak již bylo zmíněno, 20. století nebylo na rozdíl od 19. století povodňově výrazné, a to včetně hodnocených povodí.

Z letních povodní, které se vyskytly během 20. století, je v první řadě nutné uvést povodeň ze začátku července 1958, která sice nebyla sice z pohledu celé ČR nikterak významná (v Děčíně na Labi byl zaznamenán 2letý průtok), ale nejsilnější srážky se vyskytly

v oblasti Jizerských hor. V Bedřichově spadlo od 2. do 5. 7. 1958 celkem 400 mm srážek, z toho 300 mm za 48 hodin (3. – 4. července), v Mníšku-Fojtce 290 mm, z toho 140 mm 3. července. V Krkonoších byly úhrny srážek výrazně nižší. Na Kamenici v Jesenném, na Lužické Nise v Liberci a na Smědě ve Frýdlantu bylo dosaženo 50letého průtoku. Vydátnými srážkami bylo zasaženo i povodí Ploučnice, v Benešově nad Ploučnicí kulminační průtok dosáhl doby opakování 20 let.

Další významná událost se vyskytla v první dekádě srpna 1978, kdy od 7. 8. do 9. 8. spadlo nejvíce srážek v Jizerských horách a západní části Krkonoš. Nejvyšší úhrny byly naměřeny v Desné-Souši – 240 mm (z toho 192 mm 8. srpna), 227 mm ve Smržovce (174 mm 8. srpna), v západních Krkonoších v Harrachově – 187 mm (131 mm dne 8. srpna). Rozvodněná byla především Jizera se svými přítoky, ve Vilémově a Železném Brodě dosáhl kulminační průtok doby opakování 100 let a na Kamenici v Jesenném se vyskytl 50letý průtok. V Železném Brodě na Jizeře se jednalo o největší povodeň v historii pozorování a v **Příloze 4** je provedeno srovnání s povodní v červenci 1897, která byla jen o něco méně významná. Vzhledem k tomu, že na Smědě ve Frýdlantu se vyskytl pouze 5letý průtok, je zjevné, že při této epizodě se uplatnil návětrný efekt na jižních svazích Jizerských hor a Krkonoš, kde byly srážky ve srovnání se severním návětrím podstatně významnější.

Na Ploučnici se největší povodeň letního typu vyskytla v červnu 1926, kdy byl v 17. června v Benešově nad Ploučnicí zaznamenán téměř 50letý průtok.

Zhruba od poloviny 90. let 20. století registrujeme na území ČR vzestup frekvence výskytu extrémních povodní, které přinášejí značné materiální škody i oběti na životech. Extrémní srážky a povodně se v tomto období nevyhýbaly ani území Krkonoš a Jizerských hor. Je nutné zmínit alespoň následující tři (resp. čtyři) letní povodňové události:

Srážkové epizody 3. 7. – 8. 7. a 17. – 20. 7. 1997. Obě epizody, které zasáhly především Krkonoše, byly součástí rozsáhlých regionálních srážek, které postihly povodí Odry, Moravy a částečně povodí Labe. Na povodích Odry a Moravy měly následné povodně (v první uvedené epizodě) katastrofální charakter. Během první epizody byl v Krkonoších zaznamenán nejvyšší denní úhrn dne 6. 7. 1997, a to 261 mm na Studničné hoře (v té době nejvyšší zaznamenaný úhrn srážek od roku 1897), během 2. epizody bylo naměřeno za 48 hodin za 18. – 19. 7. 1997 nejvíce rovněž na Studničné hoře – 400 mm, na Labské boudě 239 mm. Během první epizody dosáhl kulminační průtok na Labi ve Špindlerově Mlýně doby opakování 20–50 let, během druhé 50–100 let [8].

Srážková epizoda 13. 8. 2002, kdy na hřebenech Jizerských hor spadlo 250–280 mm srážek, což byly v té době nejvyšší zaznamenané denní úhrny srážek na našem území od roku 1897 (úhrn z 6. července 1997 na Studničné hoře v Krkonoších byl tímto překonán). Epizoda byla součástí katastrofální povodně, která zasáhla většinu území povodí Vltavy, dolní tok Labe a částečně i povodí Dyje [7]. V regionu Jizerských hor byl výskyt extrémních srážek omezen pouze na vrcholové partie. Na tocích odvodňujících Jizerské hory byl na Smědě ve Frýdlantu dosažen 20–50letý průtok, na Lužické Nise v Hrádku 5–10letý průtok a na Jizeře v Jablonci nad Jizerou 10letý průtok.

Srážková epizoda 4. 8. – 7. 8. 2006, kdy za uvedené 4 dny spadlo na pohraničním hřebenu Krkonoš více než 300 mm, z toho více než 200 mm za poslední dva dny uvedené epizody (Labská bouda 193 mm během 7. srpna a 302 mm za 6. a 7. srpna). Na hřebenech Jizerských hor byly srážkové úhrny o něco nižší. Kulminační průtok na Labi ve Špindlerově Mlýně dosáhl doby opakování 100 let, na přítoku do VD Království více než 20 let. Na Jizeře v Jablonci nad Jizerou byl dosažen 20letý průtok a na Úpě v Trutnově 10letý průtok [9].

Během posledních 15 let se na území ČR vyskytlo i několik zimních povodní, přičemž při události z první poloviny března roku 2000 dosáhl kulminační přítok do VD Království doby opakování více než 100 let a průtok v daném profilu mohl i překročit dosavadní maximum z roku 1897.

Příloha 4 této zprávy je věnována výhradně porovnání hodnocené povodně ze srpna 2010 s katastrofální povodní z července 1897. Porovnání povodně v srpnu 2010 s povodněmi v srpnu 2002 a srpnu 2006 na experimentálních povodích v Jizerských horách je uvedeno v **Příloze 3**.

6. SHRNU TÍ

Povodně, které se 7. srpna 2010 vyskytly na Liberecku, Českolipsku a Děčínsku, překonaly extremitou kulminačních průtoků v mnoha povodích dobu opakování 100 let.

Na Liberecku byla nejvíce postižena povodí Lužické Nisy a Smědě. Nejvýznamnější povodeň v povodí Lužické Nisy nad soutokem se Smědou se vyskytla na Jeřici a jejích přítocích, na vlastní Lužické Nise pod soutokem s Jeřicí a na hydrologicky nepozorovaném povodí Olešky, která ústí do Lužické Nisy mimo území ČR na hranicích Polska a SRN. Povodí Smědě bylo velmi významně zasaženo jako celek, přičemž největší nárůst extremity povodně byl zaznamenán v úseku mezi Bílým Potokem a Frýdlantem. Na zmíněných povodích se jednalo o největší povodeň za celou dobu hydrologických pozorování a svým

významem se tato povodeň blížila historické povodni z konce července 1897, kdy 29. července 1897 byl na Nové Louce v Jizerských horách naměřen doposud nepřekonaný denní srážkový úhrn 345 mm.

Na Českolipsku a Děčínsku patřily k nejvíce rozvodněným tokům Ploučnice a Kamenice. Na povodí Kamenice šlo již o čtvrtý výskyt povodně za dobu 13 měsíců, jejíž kulminační průtok překročil stávající úroveň 100letého průtoku, v srpnu 2010 však šlo o povodeň nejvýznamnější za dobu pozorování. Na povodí Ploučnice byla tato povodeň nejvýznamnější letní povodní za dobu pozorování a svým významem zřejmě srovnatelná s povodní z konce července 1897.

Povodně byly způsobeny déletrvajícím velmi vydatným regionální deštěm, jehož intenzita se lokálně blížila intenzitám příznačným pro přívalové srážky. Přívalové srážky spadly 7. srpna v dopoledních hodinách do již velmi nasyceného území a zasáhly zejména povodí Jeřice, sousedící povodí Olešky a severozápadní podhůří Jizerských hor v povodí Smědé a naprosto zásadně se podílely na odtokové odezvě. Ta byla okamžitá a velmi prudká, takže charakter následné povodně lze na zmíněných povodích označit jednoznačně jako přívalový.

Zejména v povodí Jeřice lze vzniklou povodeň označit jako skutečně mimořádnou, protože velmi vydatné a intenzivní srážky se kromě dopoledních hodin vyskytly rovněž v časných ranních hodinách a již následkem těchto srážek došlo v Chrastavě k překročení stávající úrovně 100letého průtoku. Další srážky způsobily extrémní povodňovou vlnu, která zasáhla všechny přítoky Jeřice a na Albrechtickém potoce dokonce došlo k přelití hráze retenční nádrže Mlýnice.

Další retenční nádrže v povodí Lužické Nisy (Bedřichov, Harcov a Fojtka) vzhledem k poměrně malým plochám povodí k profilům jejich hrází příliš neovlivnily extremitu povodně na dolních úsecích Jeřice a Lužické Nisy. Na průběh povodňové vlny měla největší vliv nádrž Josefův Důl na jizerské Kamenici, ale zde povodeň nedosahovala zdaleka takové extremity.

Vyhodnocení povodňových průtoků bylo velice komplikované, a to v důsledku velké extremity povodně, a tím i faktické nemožnosti provádění hydrometrických měření za povodně. Měrné křivky bylo nutné extrapolovat pomocí hydraulických modelů a průběh povodňových vln na pozorovaných a nepozorovaných povodích byl vyhodnocován rovněž pomocí srážkoodtokového modelu. Větší část průběhu povodňové vlny ve stanici Frýdlant na

Smědé bylo nutné zpětně rekonstruovat, protože stanice byla povodní kompletně zničena. Poškozeny byly rovněž některé objekty a vodoměrné profily na experimentálních povodích v Jizerských horách.

Celkově lze povodňovou událost v srpnu 2010 hodnotit jako mimořádnou a extrémní, a to zejména v kontextu s porovnáním s povodněmi ve 20. století, které bylo na významné povodňové události poměrně chudé. Literární prameny zabývající se historickými povodněmi totiž ukazují, že svojí velikostí srovnatelné povodně se na daném území daleko hojněji vyskytovaly např. v 19. století, kdy je nutné připomenout zejména povodeň z konce července 1897, což není z historického pohledu až tak vzdálená minulost.

Na základě zkušeností z vyhodnocení této povodně a porovnání její extremity s historickými povodněmi lze shrnout návrhy opatření do následujících bodů:

- zrekonstruovat všechny objekty vodoměrných stanic, které byly poškozené nebo zničené povodní,
- provést kontrolu osazení vodočetných latí a nové geodetické zaměření všech vodoměrných profilů v zasažených povodích,
- provést verifikaci měrných křivek ve všech profilech zasažených povodní a ověřit její extrapolaci alespoň do hodnoty 100letého průtoku,
- ve spolupráci se státními podniky Povodí Labe a Povodí Ohře zajistit osazení značek maximální hladiny srpnové povodně na objektech vodoměrných stanic,
- posoudit vhodnost umístění stanice Předlánce na Smědé a zvážit její případné přemístění do jiného profilu,
- provést důkladné přehodnocení velikosti N-letých průtoků na všech zasažených povodích.

Literatura:

- [1] *Bartoš, M. (1997):* Největší povodeň v Krkonoších 1897. Na paměť 100. výročí největší krkonošské živelné katastrofy. Správa KRNAP, Krkonošské muzeum Vrchlabí.
- [2] *Brázdil, R. a kol. (2005):* Historické a současné povodně v České republice. Masarykova univerzita v Brně, Český hydrometeorologický ústav v Praze. 369 s. Brno – Praha, ISBN 80-210-3864-0
- [3] *Handžák, Š. – Vrabec, M. – Černá, L. (2010):* Týdenní zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice. Zpráva č. 31. Vydáno 11. srpna 2010, ČHMÚ
- [4] *Hydrografická služba v Rakousku (1898):* Příspěvky ku hydrografii Rakouska. II. sešit: Povodeň roku 1897 v Rakousku. IV. Povodí Labe. Vydala c. k. ústřední kancelář hydrografická, Vídeň 1899.
- [5] *Munzar, J. – Ondráček, S. – Elleder, L. – Sawicki, K. (2008):* Disastrous floods in central Europe at the end of July 1897 and the lessons learnt. Moravian geographical reports, vol.16, 3/2008.
- [6] *Sawicki, K. (2007):* Povodeň v Krkonoších v roce 1897. Časopis Krkonoše a Jizerské hory, číslo 8, ročník 2007.
- [7] *Šercl, P. a kol. (2003):* Hydrologické vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002. 2. etapa (aktualizace podle výsledků 3. etapy). Projekt: Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002. Praha, ČHMÚ.
- [8] *Šiftař, Z. – Pozler, R. – Bečička, P. – Chylík, F. (1997):* Zpráva o povodňové situaci ve východních Čechách (červenec 1997). Hradec Králové, ČHMÚ.
- [9] *Šiftař, Z. a kol. (2006):* Povodňová situace v oblasti severovýchodních Čech (srpen 2006). Hradec Králové – Praha, ČHMÚ.
- [10] *Žák, L. a kol. (2006):* Jizerskohorské přehrady a katastrofa na Bílé Desné – Protržená přehrada. Kniha 555, Liberec, ISBN 80-86660-16-8.