



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti
Evropský fond pro regionální rozvoj

Pro vodu,
vzduch a přírodu

VYHODNOCENÍ POVODNÍ V KVĚTNU A ČERVNU 2010



HYDROLOGICKÉ VYHODNOCENÍ PRŮBĚHU POVODNÍ

Dílčí zpráva



Ministerstvo životního prostředí
České republiky



Český
hydrometeorologický
ústav

VÚV
TGM

Zadavatel: Ministerstvo životního prostředí
odbor ochrany vod
Vršovická 65
100 00 Praha 10

Projekt: **VYHODNOCENÍ POVODNÍ V KVĚTNU A ČERVNU 2010**

Nositel projektu: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka
veřejná výzkumná instituce
Podbabská 2582/30
160 00 Praha 6

Koordinátor projektu: Ing. Zdeněk Šunka

Doba řešení projektu: srpen 2010 – únor 2011

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: RNDr. Tomáš Řehánek, Ph.D., Ing. Ivo Winkler
Ing. Eva Soukalová, CSc.

Odborná spolupráce: Ing. Jan Kubát

Místo uložení zprávy: MŽP
VÚV TGM, v.v.i., pobočka Brno
uložení u nositele dílčí části:
ČHMÚ, ÚH, oddělení povrchových vod

OBSAH:

strana

1.	Úvod.....	4
2.	Popis hydrologické situace a hodnocení nasycenosti území před výskytem povodní	5
2.1	Hydrologická situace na počátku května.....	5
2.2	Index předchozích srážek a ukazatel nasycení.....	5
2.3	Zhodnocení nasycenosti území před povodňovými epizodami	6
3.	Průtokové vyhodnocení	9
4.	Analýza průběhu povodní	19
4.1	Vývoj hydrologické situace během první povodňové epizody v povodích Odry a Moravy.....	19
4.2	Vývoj hydrologické situace během druhé povodňové epizody v povodích Odry a Moravy	24
4.3	Vývoj hydrologické situace v povodí Labe	33
4.4	Zhodnocení bilance spadlých srážek a proteklého objemu	35
5.	Porovnání s povodní v červenci 1997	38
6.	Shrnutí.....	44
	Literatura.....	45
	Příloha – Vyhodnocení kulminačních průtoků povodně z května 2010 s využitím hydraulických výpočetních postupů	

1. Úvod

Období zhruba od 30. dubna do 3. června 2010 lze na Moravě a ve Slezsku charakterizovat jako mimořádně bohaté na srážky a zároveň i mimořádně vodné, kdy průtoky se pohybovaly vysoko nad svými dlouhodobými průměry. V povodí Odry spadlo za květen v plošném průměru 285 % měsíčního srážkového normálu a v povodí Moravy zhruba 210 % [1], přičemž na severovýchodní Moravě a Slezsku květnový úhrn vysoko překročil 300 % normálu. Podrobné zhodnocení vývoje synoptické situace a úhrnů srážek včetně jejich extremity je uvedeno v dílčí zprávě „Vyhodnocení meteorologických příčin povodní“.

V uvedeném období se vyskytly dvě významné srážkové epizody. Velikost následné odtokové odezvy byla v obou případech velmi ovlivněna předchozím silným nasycením postižených povodí předchozími srážkami.

Extrémní úhrny srážek byly zaznamenány ve dnech 16. – 18. května, a to zejména na povodích pravostranných přítoků Odry pramenících v Moravskoslezských a Slezských Beskydech, kde v některých srážkoměrných stanicích přesáhly jedno-, dvou- i třídní srážkové úhrny dobu opakování 100 let. Vydatně, i když méně intenzivně, přšelo rovněž v povodí Bečvy a významnějšími srážkami byla zasažena i povodí některých přítoků Moravy pod Bečvou. V mnoha profilech v povodí Odry, Bečvy a dolního toku Moravy byly značně překročeny hodnoty 20letých průtoků, přičemž celkově nejvíce zasažené bylo povodí Olše, kde byla ve Věřnovicích překročena úroveň 100letého průtoku.

Druhá významná srážková epizoda se vyskytla ve dnech 1. – 3. června, přičemž nejvyšší srážkové úhrny byly naměřeny 1. června, a to zejména na povodích přítoků Moravy pod soutokem s Bečvou. Povodí Odry a Bečvy bylo zasažené v porovnání s první epizodou významně menší měrou. I když srážkové úhrny nebyly nikterak extrémní, přesto v důsledku silného předchozího nasycení území byly na dolním toku Moravy znovu překročeny hodnoty 20letých průtoků a ostřejší průběh povodně na levostranných přítocích Moravy (Dřevnice, Olšava, Velička) v porovnání s první vlnou způsobil i rychlejší nástup povodně na dolním toku Moravy s dosažením celkově větších hodnot kulminačních průtoků.

Několik povodňových událostí se v průběhu května a na začátku června vyskytlo i na tocích v povodí Labe, byly však (kromě jedné výjimky) méně významné. Je jim věnovaná samostatná dílčí kapitola 4.3.

2. Popis hydrologické situace a hodnocení nasycenosti území před výskytem povodní

2.1. Hydrologická situace na počátku května

Průměrné denní průtoky v týdnu 26. 4. 2010 do 2. 5. 2010 se na tocích v povodích Odry a Moravy pohybovaly kolem dlouhodobého ročního průměru, přičemž z hlediska dlouhodobého květnového průměru byly podprůměrné, na povodí Olše dokonce velmi výrazně [2].

Vlivem vydatnějších srážek v následujícím týdnu se průměrné denní průtoky na tocích v uvedených povodích zvedly místy až na dvojnásobek květnového průměru, přičemž na povodí Odry se pohybovaly mezi 90denním až 20denním průtokem, na Bečvě a v povodí Moravy pod Bečvou byly průtoky ještě významnější, kdy například ve Strážnici na Moravě byl krátkodobě dosažen stav pro 1. stupeň povodňové aktivity (SPA) [3].

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:

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

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 16. květen a 1. červen 2010 vypočítány hodnoty API_{30} a dále byl odvozen normál API_{30} k

16. květnu a 1. červnu 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:

$$RT_{t2} = RT_{t1} + ET - (H_s - H_o - H_{pZV}) \text{ [mm]}, \text{ kde je} \quad (2)$$

RT_{t2} celková retence pro aktuální den,

RT_{t1} 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].

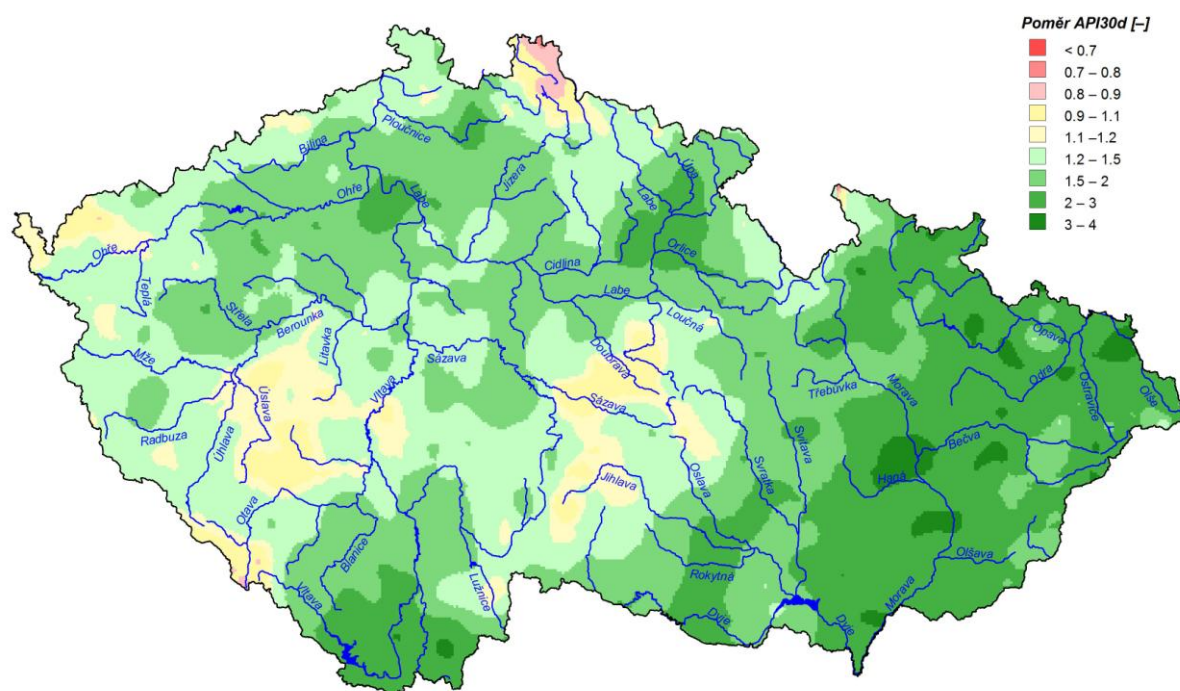
Dle velikosti aktuální retence RT je modifikována hodnota CN , a dále na základě poměrného rozdílu mezi velikostí retence vůči retenci odpovídající mezním hodnotám CN pro suché a vlhké podmínky je stanoven ukazatel nasycení území U_N . K jednotlivým rozpětím hodnot ukazatele nasycení je definován slovní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

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

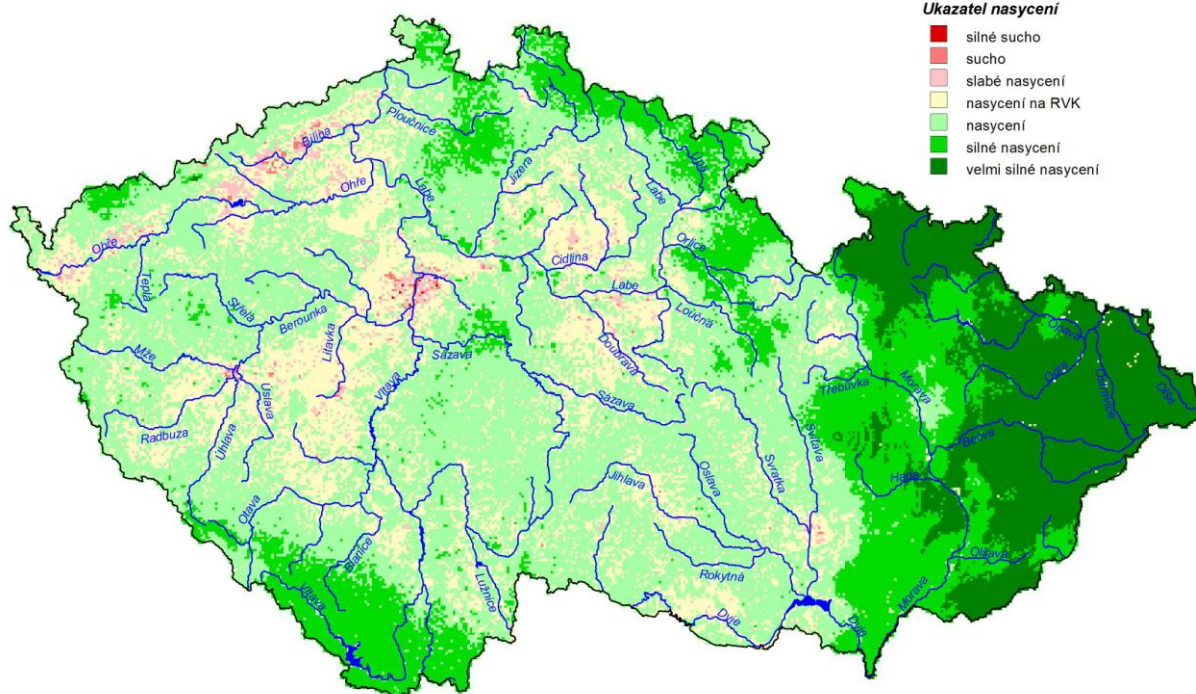
Interval hodnot U_N	Popis
≤ -1	silné sucho
-0.99 až -0.7	sucho
-0.69 až -0.3	slabé nasycení
-0.29 až $+0.3$	nasycení na úrovni retenční vodní kapacity (RVK)
$+0.31$ až $+0.7$	nasycení
$+0.71$ až $+1$	silné nasycení
$> +1$	velmi silné nasycení

2.3. Zhodnocení nasycenosti území před povodňovými epizodami

Na **Obr. 2.1 a 2.2** jsou pro dny 16. 5. a 1. 6. 2010 uvedeny mapy poměrů hodnot API_{30} vůči normálu API_{30} k těmto dnům za období 1961–2000 a mapy ukazatele nasycení.

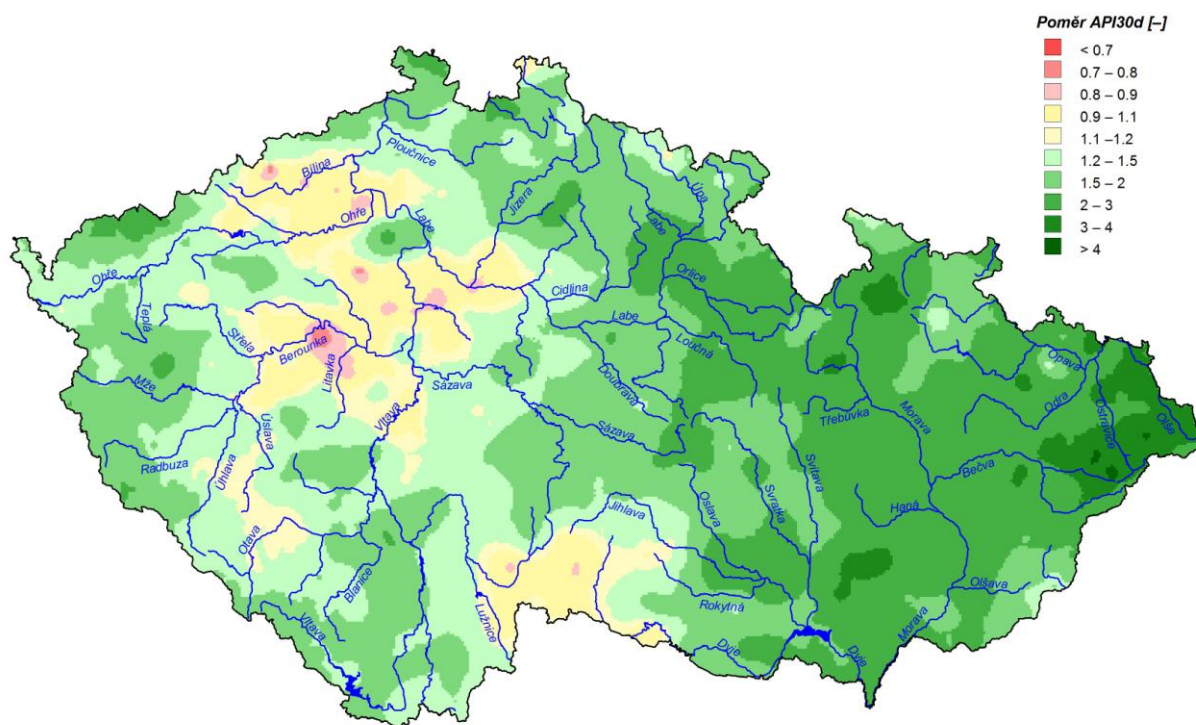


(c) ČHMÚ

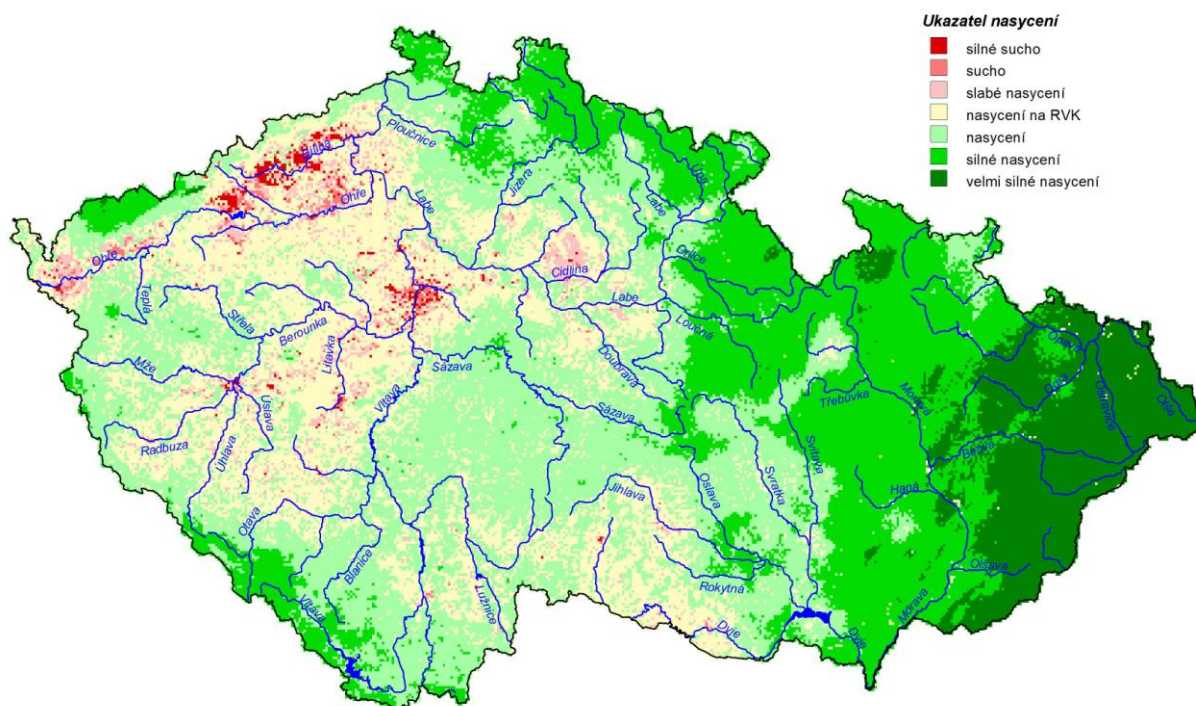


(c) ČHMÚ

Obr. 2.1 Poměr API_{30} k normálu za období 1961–2000 pro den 16. května a ukazatel nasycení pro den 16. května 2010



(c) ČHMÚ



(c) ČHMÚ

Obr. 2.2 Poměr API_{30} k normálu za období 1961–2000 pro den 1. června a ukazatel nasycení pro den 1. června 2010

Z map na **Obr. 2.1 a 2.2** je zřejmé, že hodnoty API_{30} v povodněmi postižených oblastech více než dvojnásobně překračovaly normál za období 1961–2000 a ukazatel nasycení byl vyšší než +1. Lze proto jednoznačně konstatovat, že dotčené území bylo před vypadnutím příčinných srážek silně až velmi silně nasyceno, což negativně ovlivnilo velikost odtokové odezvy. Hodnoty API_{30} , jejich poměr k normálu API_{30} za období 1961–2000 a hodnoty ukazatele nasycení k 16. květnu 2010 a 1. červnu 2010 jsou pro vybraná povodí uvedeny v **Tab. 4.2** v rámci kapitoly 4.4.

3. Průtokové vyhodnocení

(čerpáno z podkladů připravených na odděleních hydrologie poboček ČHMÚ v Ostravě a Brně)

Za provoz měřících sítí a primární vyhodnocení naměřených dat jsou v rámci své územní působnosti zodpovědné příslušné pobočky ČHMÚ. Povodněmi byla zasažena území, která spravují pobočky v Ostravě (povodí Odry, povodí Moravy po soutok s Bečvou, povodí Bečvy) a v Brně (povodí Moravy pod soutokem s Bečvou, povodí Dyje).

Bezprostředně po odeznění povodňových situací byla ve vodoměrných stanicích provedena revize a případné seřízení přístrojů zaznamenávajících vodní stav. Ve většině stanic byly odchylky naměřených hodnot, vzhledem ke kolísání hladiny, v toleranci reálné přesnosti jejich odečtu na vodočtech a přesnosti přístrojů. Na mnoha stanicích je prováděno měření vodního stavu dvěma nezávislými čidly, tudíž při shodě měření obou čidel s hodnotou vodního stavu na vodočtu nebyly o správnosti záznamu pochyby. Tam, kde byl zjištěn rozdíl v měřených hodnotách, a v profilech s velkou extremitou kulminačních vodních stavů, byla geodeticky zaměřena maximální hladina podle zanechaných stop.

V průběhu povodňových epizod byla prováděna hydrometrická měření, kdy v terénu operovalo několik měřících skupin, přičemž na výpomoc rovněž přijeli pracovníci z poboček v Hradci Králové a v Praze. V době vzestupu první povodňové vlny a těsně po její kulminaci nebylo možné přímé měření průtoků provádět (týká se zejména nejvíce zasažených oblastí v povodí Odry), a to vzhledem ke značným rychlostem vody (naměřené povrchové rychlosti pomocí plováků dosahovaly 4–5 m.s⁻¹), kdy hrozilo reálné nebezpečí úrazu, případně poškození nebo ztráta měřících přístrojů. Rovněž hydraulické podmínky občas přesahovaly možnosti jak akustických, tak klasických hydrometrických zařízení.

Přes výše uvedené problémy bylo provedeno celkem 72 přímých měření průtoku, z toho 22 při průtoku větším než je hodnota 2letého průtoku. Pokud výsledky měření signalizují prokazatelnou změnu průtokových podmínek profilu, přistupuje se ke změně měrné křivky průtoku. To byl případ profilu Lanžhot na Moravě, kde po první vlně došlo k prohloubení koryta řeky a druhá vlna byla vyhodnocována podle nové křivky.

Seznam vybraných hydrometrických měření je uveden v **Tab. 3.1**, kde je v posledním sloupci uveden způsob měření. Uvedené průtokoměry „RioGrande“ a „StreamPro“ jsou založeny na systému ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), přičemž přístroj „RioGrande“ je vhodný pro měření při větších hloubkách a umožňuje snadněji a bezpečněji měřit větší průtoky v porovnání s hydrometrickou vrtulí.

Povodeň byla dokumentována také v profilech na pozorovaných vodních tocích mimo vodoměrné stanice a na nepozorovaných tocích. Byla zjištěna velikost průtočného profilu Bajcůvky v Bohumíně a Loučského potoku v Hustopečích nad Bečvou, kde byly změřeny povrchové rychlosti. Během druhé povodňové vlny byly měřeny maximální hladiny u dalších nepozorovaných toků, např. na Bílé vodě ve Štěpánkovcích-Svobodě, Opustě v Bolaticích či Šilheřovickém potoce v Šilheřovicích. Průběhy povodňových vln ve vybraných profilech nepozorovaných toků a jejich kulminace byly odhadnuty pomocí srážkoodtokového modelu. Po celou dobu terénních prací byla pořizována fotografická a video dokumentace průběhu i následků povodňových průtoků.

Po ukončení terénních prací následovalo vyhodnocování kulminačních průtoků. V některých případech bylo nutné extrapolovat, příp. upravit měrné křivky průtoků, a to na základě hydraulických nebo bilančních výpočtů. V případě společně využívaných stanic se státním podnikem Povodí Odry došlo k vzájemnému odsouhlasení kulminačních vodních stavů i průtoků. Stejný proces proběhl také se státním podnikem Povodí Moravy. Kulminační průtoky na dolním toku Olše (Dětmarovice, Věřňovice), na Petrůvce v Petrovicích a na Stonávce nad VD Těrlicko byly ověřovány hydraulickými výpočty na základě externí zakázky.

Tab. 3.1 Vybraná měření průtoku v profilech vodoměrných stanic

Datum měření	Dat. číslo	Tok	Stanice	Vodní stav [cm]	Změřený průtok [m ³ .s ⁻¹]	Způsob měření
17. 5.	298000	Lomná	Jablunkov	185	72.4	virtule
	255000	Ondřejnice	Rychaltice	203	47.7	virtule
	249800	Jičínka	Nový Jičín	250	42.9	virtule
	402000	Moštěnka	Prusy	359	66.8	virtule
	404000	Rusava	Chomýž	59	5.08	virtule
18. 5.	386000	Rožnovská Bečva	Rožnov pod Radhoštěm	226	94.4	virtule
	378100	Senice	Ústí	161	19.9	virtule
	292300	Lučina	Radvanice	266	102	RioGrande
	PL	Petrůvka	Zebrzydowice	364	57.8	RioGrande
	480300	Trkmanka	Velké Pavlovice	211	4.21	virtule
	483100	Kyjovka	Koryčany nad nádrží	62	1.51	virtule
	484000	Kyjovka	Koryčany pod nádrží	56.5	1.97	virtule
	486000	Kyjovka	Kyjov	117	7.05	virtule
	486500	Hruškovice	Osvětimany	47	0.44	virtule
	459000	Litava	Brankovice	120	3.97	StreamPro
	461000	Litava	Rychmanov	170	12.2	StreamPro
	462000	Svratka	Židlochovice	188	57.6	RioGrande
19. 5.	279000	Čeladénka	Čeladná	93.5	14.7	RioGrande
	277000	Ostravice	Šance	266	92.1	RioGrande
	275300	Ostravice	Staré Hamry	124	17.9	RioGrande
	283000	Slavič	Slavič	139	12.0	virtule
	284000	Morávka	Morávka nad nádrží	120	12.7	virtule
	389000	Bečva	Teplice nad Bečvou	294	246	virtule
	397000	Valová	Polkovice	287	17.3	StreamPro
	393000	Blata	Klopotovice	247	5.9	StreamPro
	403000	Morava	Kroměříž	675	639	RioGrande
	413000	Morava	Spytihněv	664	673	RioGrande
20. 5.	285000	Mohelnice	Raškovice	63	9.35	virtule
	284000	Morávka	Morávka pod nádrží	186	33.5	virtule
	291000	Lučina	Žermanice pod nádrží	158	29.4	RioGrande
	301700	Stonávka	Těrlicko pod nádrží	132	19.6	StreamPro
	368800	Olejnice	Kokory	187	4.46	RioGrande
	390000	Bečva	Dluhonice	281	143	RioGrande
	422000	Velička	Strážnice	159	5.93	virtule
	421500	Morava	Strážnice	683	543	RioGrande
	426000	Morava	Lanžhot	573	551*	RioGrande
21. 5.	294000	Odra	Bohumín	492	463	RioGrande
	303000	Olše	Věřňovice	331	142	RioGrande
	301900	Olše	Dětmárovice	148	103	RioGrande
	459000	Litava	Brankovice	102	2.61	virtule
	413000	Morava	Spytihněv	417	298	RioGrande
	426000	Morava	Lanžhot	492	403	RioGrande
22. 5.	257000	Odra	Ostrava-Svinov	309	133	RioGrande
	293000	Ostravice	Ostrava	281	133	RioGrande
	294000	Odra	Bohumín	466	392	RioGrande
	275000	Opava	Děhylov	251	103	RioGrande
25. 5.	404000	Rusava	Chomýž	32.5	1.46	virtule

Tab. 3.1 Vybraná měření průtoku v profilech vodoměrných stanic

Datum měření	Dat. číslo	Tok	Stanice	Vodní stav [cm]	Změřený průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	Způsob měření
	403000	Morava	Kroměříž	402	272	RioGrande
	413000	Morava	Spytihněv	425	307	RioGrande
	414000	Salaška	Velehrad	41	0.9	virtule
26. 5.	423000	Radějovka	Petrov	43	1.09	virtule
	421500	Morava	Strážnice	548	335	RioGrande
	426000	Morava	Lanžhot	461	346	RioGrande
31. 5.	413000	Morava	Spytihněv	347	233	RioGrande
	421500	Morava	Strážnice	445	236	RioGrande
2. 6.	299000	Olše	Český Těšín-Baliny	350	195	virtule
	301000	Stonávka	Těrlicko nad nádrží	170	24.3	virtule
	421800	Velička	Velká nad Veličkou	19	25.1	virtule
	422000	Velička	Strážnice	348	47.3	virtule
3. 6.	256000	Porubka	Vřesina	130	4.74	StreamPro
	461000	Litava	Rychmanov	296	29.9	StreamPro
	449000	Svratka	Brno-Poříčí	177	70.7	StreamPro
	480300	Trkmanka	Velké Pavlovice	253	8.5	StreamPro
	403000	Morava	Kroměříž	625	563	RioGrande
	413000	Morava	Spytihněv	638	642	RioGrande
4. 6.	421500	Morava	Strážnice	686	597	RioGrande
	426000	Morava	Lanžhot	554	600	RioGrande
	486000	Kyjovka	Kyjov	237	4.37	StreamPro
	480500	Dyje	Břeclav-Ladná	399	319	RioGrande

* Ve stejném profilu bylo prováděno měření pracovníky SHMÚ s odlišným výsledkem, s ohledem na nejisté podmínky měření byl pro měrnou křivku dále uvažován průměr obou měření.

V **Tab. 3.2** jsou uvedeny informace o času výskytu (v SEČ), velikosti a extremitě pozorovaných kulminačních průtoků ve vybraných vodoměrných stanicích. Uvedeny jsou ty profily, kde se vyskytl alespoň 2letý průtok a větší, přičemž pokud se průtok tohoto významu vyskytl během obou povodňových epizod, jsou v tabulce uvedeny údaje k oběma kulminačním průtokům. Tab. 3.2 obsahuje rovněž identifikační údaje stanice (databankové číslo), plochu povodí a dlouhodobý průměrný průtok (Q_a). Vyhodnocené profily z **Tab. 3.2** jsou na mapkách na **Obr. 3.1** a **Obr. 3.2** 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 stavy a průtoky ve vybraných stanicích v povodích Odry a Moravy

Dat. číslo	Tok	Profil	Plocha povodí	Q _a	Údaje ke kulminačnímu průtoku				
					Den	h	vodní stav	průtok	dobu opak.
			[km ²]	[m ³ .s ⁻¹]		SEČ	[cm]	[m ³ .s ⁻¹]	[roky]
247800	Odra	Odry	411.77	3.60	18. 5. 2. 6.	3:40 19:30	225 291	59.7 107	2–5 10
249800	Jičínka	Nový Jičín	75.92	0.901	17. 5. 2. 6.	0:30 8:10	308 253	77.8 44.5	5–10 2–5
251100	Husí potok	Fulnek	58.85	0.326	18. 5. 2. 6.	1:30 9:00	169 138	13.1 8.20	5 2–5
252000	Odra	Bartošovice	914.65	7.58	18. 5.	7:00	412	164	5–10
252700	Bílovka	Velké Albrechtice	56.86	0.520	18. 5.	1:30	259	26.3	10–20
254000	Lubina	Petřvald	165.28	1.96	17. 5. 2. 6.	8:40 9:20	244 154	232 70.8	50–100 2–5
255000	Ondřejnice	Rychaltice	41.39	0.601	17. 5.	7:00	219	58.1	10–20
256000	Porubka	Vřesina	35.51	0.231	17. 5.	16:40	236	22.6	20
					2. 6.	9:20	221	19.4	10–20
257000	Odra	Ostrava-Svinov	1614.5	13.7	17. 5. 2. 6.	17:30 12:40	589 401	404 219	20–50 2–5
263100	Opavice	Krnov	174.1	1.51	18. 5.	2:30	150	23.2	2
266000	Opava	Opava	929.69	7.59	18. 5. 2. 6.	15:00 20:10	268 308	76.9 109	2–5 2–5
275000	Opava	Děhylov	2038.8	17.6	3. 6.	12:50	367	231	5
275300	Ostravice	Staré Hamry	73.33	1.50	17. 5.	4:30	175	47.3	2–5
277000	Ostravice	Šance pod nádrží	147.08	3.23	18. 5.	18:30	305	129 ^(*)	2–5
279000	Čeladenka	Čeladná	31.13	0.783	17. 5.	3:30	151	39.1	5–10
281000	Morávka	Uspolka	22.27	0.617	17. 5.	3:50	176	38.1	10
282000	Skalka (Nytrová)	Uspolka	19.02	0.470	17. 5.	4:10	167	31.5	10–20
283000	Slavič	Slavič	15.15	0.536	17. 5.	5:20	181	38.3	20–50
284000	Morávka	Morávka pod nádrží	64.23	1.79	18. 5.	10:10	253	101 ^(*)	10–20
285000	Mohelnice	Raškovice	35.29	1.07	17. 5.	5:30	134	62.0	20–50
285900	Morávka	Raškovice	131.33	3.74	18. 5.	11:50	183	187 ^(*)	20–50
286600	Ostravice	Sviadnov	482.05	11.0	17. 5.	6:00	498	546 ^(*)	20–50
290100	Olešná	Palkovice	20.36	0.350	16. 5.	23:20	203	24.2	5–10
290600	Olešná	Olešná, rozděľ. obj.	42.18	0.707	17. 5.	10:00	210	54.4 ^(*)	20–50
291000	Lučina	Žermanice p. nádrží	45.77	0.565	20. 5.	20:10	169	31.7 ^(*)	2–5
292300	Lučina	Radvanice	191.53	2.38	17. 5. 2. 6.	15:40 11:50	349 250	177 ^(*) 88.2 ^(*)	20–50 2–5
293000	Ostravice	Ostrava	821.07	15.5	17. 5.	10:00	578	780 ^(*)	20–50
294000	Odra	Bohumín	4665.5	48.1	17. 5.	15:50	655	1070 ^(*)	10–20
294000	Odra	Bohumín	4665.5	48.1	2. 6.	14:40	515	517 ^(*)	2–5
296000	Olše	Jablunkov	92.85	1.83	18. 5.	7:50	320	94.0	5–10
298000	Lomná	Jablunkov	70.27	1.46	17. 5.	6:10	193	79.5	10–20
299000	Olše	Český Těšín-Baliny	384.44	7.15	17. 5. 2. 6.	7:40 8:20	545 351	534 201	50–100 2–5
300100	Ropičanka	Řeka	12.23	0.271	17. 5.	4:10	167	20.3	10–20
301000	Stonávka	Těrlicko nad nádrží	62.15	0.955	17. 5.	4:10	345	92.3	20–50

Tab. 3.2 Kulminační stavy a průtoky ve vybraných stanicích v povodích Odry a Moravy

Dat. číslo	Tok	Profil	Plocha povodí	Q _a	Údaje ke kulminačnímu průtoku				
					Den	h	vodní stav	průtok	dobu opak.
			[km ²]	[m ³ .s ⁻¹]		SEČ	[cm]	[m ³ .s ⁻¹]	[roky]
301000	Stonávka	Těrlicko nad nádrží	62.15	0.955	2. 6.	7:30	241	42.1	2–5
301700	Stonávka	Těrlicko pod nádrží	84.14	1.32	17. 5.	15:30	287	63.9 ^(*)	5–10
301900	Olše	Dětmarovice	675.70	10.9	17. 5.	12:50	455	800	50–100
303000	Olše	Věřňovice	1071.2	13.7	17. 5.	15:50	715	1030	>100
					2. 6.	13:40	532	356	2–5
304300	Osoblaha	Osoblaha	200.21	1.35	17. 5.	2:30	194	25.3	2–5
309000	Vidnávká	Vidnava	153.20	1.94	2. 6.	15:30	191	39.3	2–5
313000	Bělá	Mikulovice	221.93	4.10	22. 5.	17:20	220	56.4	2–5
346000	Desná	Kouty nad Desnou	43.53	1.14	22. 5.	18:00	153	15.5	2–5
350000	Desná	Šumperk	240.99	4.08	22. 5.	06:40	204	50.7	2–5
354000	Moravská Sázava	Lupěné	445.33	4.35	3. 6.	03:10	226	68.7	2–5
355000	Morava	Moravičany	1559.2	17.8	3. 6.	13:40	360	179	2–5
361000	Třebůvka	Loštice	573.32	2.66	3. 6.	03:30	324	75.7	5–10
363000	Oskava	Uničov	254.90	2.04	2. 6.	15:50	269	25.2	2–5
366000	Bystřice	Velká Bystřice	231.61	1.88	2. 6.	21:50	206	38.0	5–10
367000	Morava	Olomouc-Nové Sady	3323.9	27.2	4. 6.	15:00	431	198	2–5
368800	Olešnice	Kokory	95.61	0.497	2. 6.	15:20	287	17.1	2–5
378100	Senice	Ústí	134.83	1.67	2. 6.	8:40	289	72.7	5–10
379000	Vsetínská Bečva	Vsetín	505.60	6.57	17. 5.	6:20	378	224	5
					2. 6.	9:20	364	207	2–5
380000	Bystřice	Bystřička nad nádrží	57.18	0.808	17. 5.	3:10	170	63.2	10–20
					2. 6.	08:10	112	33.8	2–5
381000	Bystřice	Bystřička pod nádrží	63.88	0.864	17. 5.	17:20	120	25.3 ^(*)	2
382000	Vsetínská Bečva	Jarcová	723.43	9.18	17. 5.	8:10	416	344	10–20
					2. 6.	10:10	380	301	5–10
383000	Rožnovská Bečva	Horní Bečva	14.19	0.291	17. 5.	3:50	103	16.6	5–10
385000	potok Leští	Solanec	10.31	0.193	17. 5.	2:30	110	10.6	5–10
386000	Rožnovská Bečva	Rožnov p. Radhoštěm	159.24	2.51	17. 5.	2:50	351	243	50
					2. 6.	8:30	217	85.3	2–5
387000	Rožnovská Bečva	Val. Meziříčí-Krásno	252.40	3.50	17. 5.	6:20	435	346	20–50
					2. 6.	9:00	247	106	2–5
388000	Juhyně	Kelč	86.05	0.885	17. 5.	0:40	172	43.0	10
					2. 6.	9:50	164	39.2	5–10
389000	Bečva	Teplice	1275.3	15.3	17. 5.	13:10	644	800	50
					2. 6.	16:50	482	457	5–10
389500	Velička	Hranice	65.87	0.513	17. 5.	14:30	143	19.9	2–5
390000	Bečva	Dluhonice	1592.7	17.3	18. 5.	1:00	695	724	20–50
					3. 6.	1:50	590	526	5–10
393000	Blata	Klopotovice	295.8	0.640	19. 5.	3:20	252	6.18	2
394000	Romže	Stražisko	54.6	0.290	17. 5.	23:00	79	9.73	2–5
397000	Valová	Polkovice	440.3	1.40	18. 5.	11:00	302	19.7	2
					3. 6.	4:30	325	24.4	5
402000	Moštěnka	Prusy	229.9	1.32	17. 5.	9:30	360	67.5	5–10

Tab. 3.2 Kulminační stavy a průtoky ve vybraných stanicích v povodích Odry a Moravy

Dat. číslo	Tok	Profil	Plocha povodí	Q _a	Údaje ke kulminačnímu průtoku				
					Den	h	vodní stav	průtok	dobu opak.
			[km ²]	[m ³ .s ⁻¹]		SEČ	[cm]	[m ³ .s ⁻¹]	[roky]
402000	Moštěnka	Prusy	229.9	1.32	2. 6.	12:00	374	78.5	10
403000	Morava	Kroměříž	7030.3	51.3	19. 5. 3. 6.	3:30 0:10	684 631	663 562	20 10
404000	Rusava	Chomýž	27.4	0.200	16. 5. 2. 6.	23:00 4:30	85 91	9.36 10.4	2–5 2–5
405000	Rusava	Třebětice	59.7	0.440	17. 5.	20:05	189	12.8	2
405500	Dřevnice	Kašava nad nádrží	36.5	0.390	16.7. 2. 6.	23:30 8:10	148 146	14.9 14.5	2–5 2–5
406000	Dřevnice	Slušovice	66.4	0.700	17. 5. 2. 6.	6:50 8:30	127 154	15.2 ^(*) 21.2 ^(*)	2–5 5–10
407000	Všemínka	Slušovice	21.3	0.200	17. 5. 2. 6.	5:30 8:30	92 141	8.06 14.3	2 5
409300	Lutonínka	Vizovice	66.7	0.580	2. 6.	7:30	171	39.8	5–10
410000	Fryštácký potok	Kostelec pod nádrží	44.5	0.230	2. 6.	9:15	104	10.9 ^(*)	2
412000	Dřevnice	Zlín	312.7	2.21	17. 5. 2. 6.	7:40 9:30	187 318	74.5 162	2–5 10–20
413000	Morava	Spytihněv	7891.1	55.4	19. 5. 2. 6.	9:00 16:00	666 669	693 697	20 20
414000	Salaška	Velehrad	34.5	0.120	2. 6.	11:30	171	10.9	5
414500	Kolelač	Bojkovice pod nádrží	14.2	0.090	2. 6.	0:15	89	9.87 ^(*)	5–10
414700	Luhačovický p.	Luhačovice nad nádrží	36.6	0.250	2. 6.	9:00	201	32.1	10
415000	Luhačovický p.	Luhačovice pod nádrží	45.1	0.310	2. 6.	6:00	122	22.5 ^(*)	2–5
416000	Ludkovický potok	Řetechov-Pradlisko	8.4	0.070	2. 6.	7:30	82	6.04	2–5
418000	Olšava	Uherský Brod	400.7	2.14	2. 6.	9:10	539	151	10–20
421500	Morava	Strážnice	9145.8	59.6	19. 5. 2. 6.	6:40 16:10	700 705	719 755	50 50
421800	Velička	Velká nad Veličkou	66.8	0.470	16. 5. 2. 6.	18:10 8:20	105 147	23.7 41.6	2–5 10–20
422000	Velička	Strážnice	173.1	0.890	16. 5. 2. 6.	20:20 6:20	327 392	41.8 62.1	10 20–50
423000	Radějovka	Petrov	41.0	0.180	16. 5. 2. 6.	22:00 9:10	136 176	9.21 14.0	5 5–10
426000	Morava	Lanžhot	9721.8	62.0	20. 5. 3. 6.	9:50 19:00	573 573	594 639	10 20
432000	Želetavka	Vysočany	367.69	1.08	3. 6.	4:00	127	18.5	2–5
439000	Jevišovka	Výrovce	383.17	0.570	3. 6.	15:15	139	14.2	2–5
440000	Jevišovka	Božice	647.27	0.900	3. 6.	19:30	252	23	5–10
453000	Svitava	Letovice	423.6	2.26	2. 6.	18:40	147	23.5	2–5
457000	Svitava	Bílovice nad Svitavou	1120.3	5.22	3. 6.	10:10	335	72.7	2–5
459000	Litava	Brankovice	72.1	0.220	2. 6.	14:20	266	21.1	20–50
461000	Litava	Rychmanov	500.2	1.00	2. 6.	14:20	318	34.6	10–20
462000	Svratka	Židlochovice	3940.2	15.4	3. 6.	8:40	477	196	5
477000	Rokytná	Moravský Krumlov	563.3	1.29	3. 6.	5:50	251	22.2	2–5

Tab. 3.2 Kulminační stavy a průtoky ve vybraných stanicích v povodích Odry a Moravy

Dat. číslo	Tok	Profil	Plocha povodí	Q _a	Údaje ke kulminačnímu průtoku				
					Den	h	vodní stav	průtok	dobu opak.
			[km ²]	[m ³ .s ⁻¹]		SEČ	[cm]	[m ³ .s ⁻¹]	[roky]
480300	Trkmanka	Velké Pavlovice	305.03	0.440	3. 6.	7:20	254	8.56	2–5
480500	Dyje	Ladná	12280	41.7	4. 6.	11:20	404	344	5
483100	Kyjovka	Koryčany nad nádrží	19.59	0.100	2. 6.	8:00	176	17.8	10–20
484000	Kyjovka	Koryčany pod nádrží	27.85	0.100	2. 6.	13:50	86	5.73 ^(*)	2
486000	Kyjovka	Kyjov	117.6	0.300	18. 5.	1:00	175	8.0	2–5
					2. 6.	22:10	210	11.9	2–5
486500	Hruškovice	Osvětimany	9.62	0.020	2. 6.	9:00	146	4.81	5

Vzhledem k tomu, že průběh povodně v některých úsecích toků byl významně ovlivněn manipulacemi na vodních dílech, byla pro vybrané vodoměrné profily v těchto úsecích odhadnuta hodnota tzv. „přirozeného“ kulminačního průtoky, tj. průtoky, který by byl teoreticky dosažen v daném profilu za předpokladu neexistence nádrží v povodí. Důvodem pro stanovení těchto hodnot je metodický postup pro odvození N-letých průtoků, který předpokládá jako vstupní hodnoty řadu neovlivněných ročních maximálních průtoků. Přehled hodnot neovlivněných kulminačních průtoků a jejich doby opakování je uveden v **Tab. 3.3**.

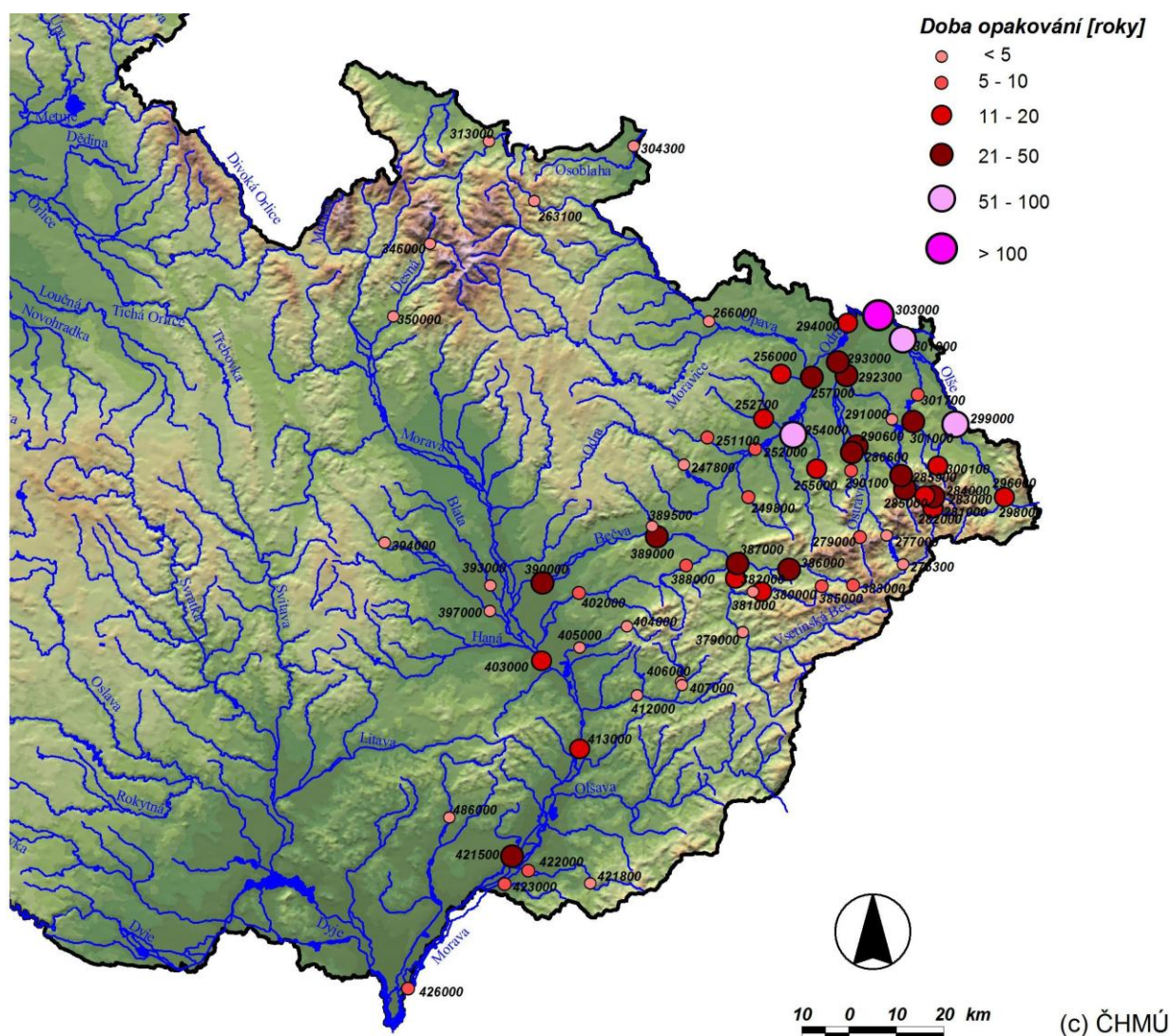
Tab. 3.3 Porovnání hodnot pozorovaných a „přirozených“ kulminačních průtoků a jejich dob opakování ve vybraných profilech v povodí Odry

Dat. číslo	Tok	Profil	Plocha povodí	Vyhodnocený kulminační průtok		Odhad velikosti „přirozené“ kulminace	
					dobu opak.		dobu opak.
				[km ²]	[m ³ .s ⁻¹] [roky]	[m ³ .s ⁻¹]	[roky]
277000	Ostravice	Šance pod nádrží	147.08	129	2–5	180	10–20
284000	Morávka	Morávka pod nádrží	64.23	101	10–20	115	20
286600	Ostravice	Sviadnov	482.05	546	20–50	815	50–100
291000	Lučina	Žermanice pod nádrží	45.77	31.7	2–5	75	50–100
292300	Lučina	Radvanice	191.53	177	20–50	229	50–100
293000	Ostravice	Ostrava	821.07	780	20–50	1110	50–100
294000	Odra	Bohumín	4665.47	1070	10–20	1390	20–50
301700	Stonávka	Těrlicko pod nádrží	84.14	63.9	5–10	114	20–50
301900	Olše	Dětmárovice	675.70	800	50–100	840	50–100
303000	Olše	Věřňovice	1071.19	1030	> 100	1050	> 100

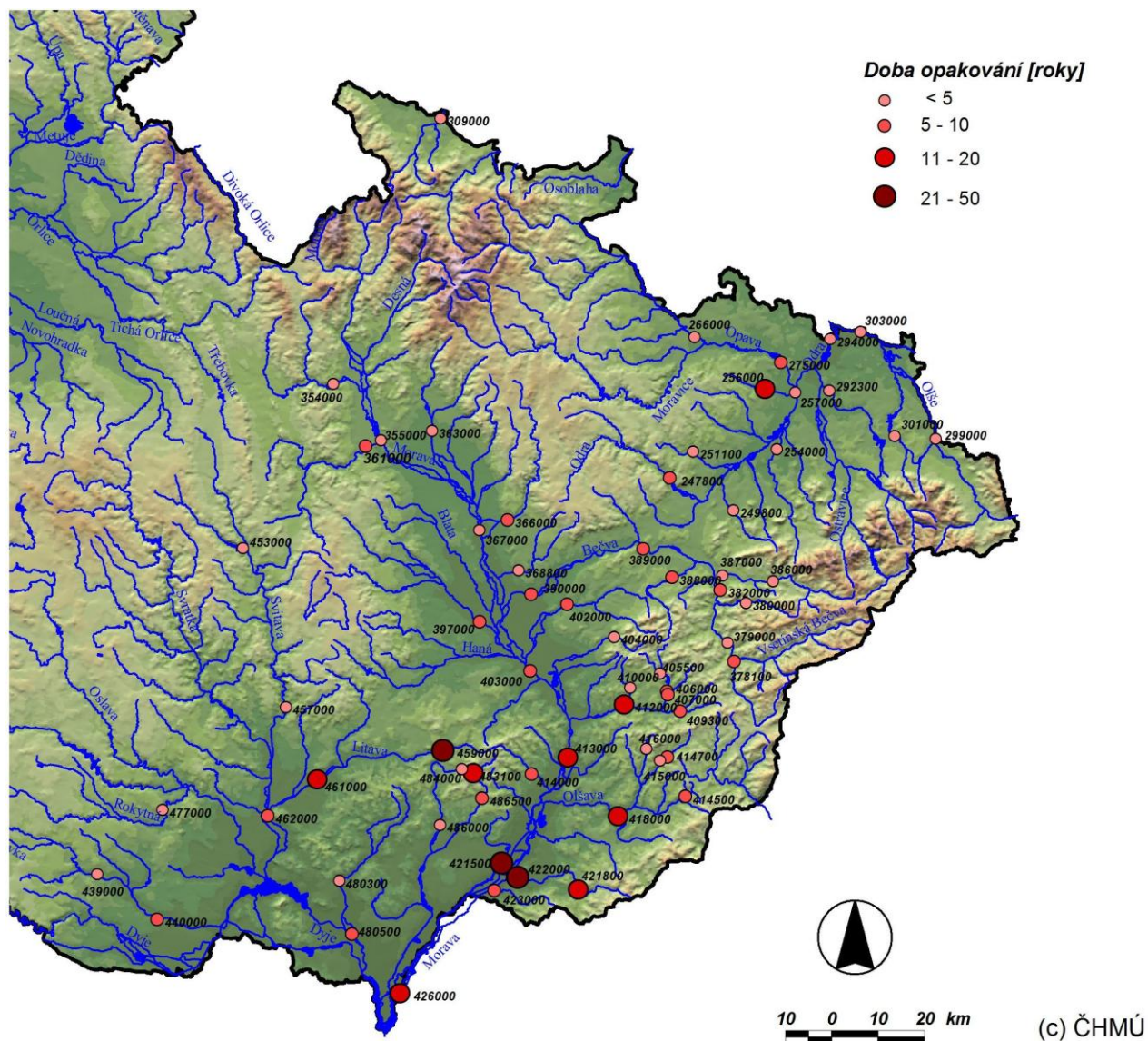
Přítoky do nádrží byly modelovány pomocí software HEC–HMS, kde parametry srážkoodtokového modelu byly kalibrovány na základě pozorovaných hydrogramů ve vodoměrné stanici nad nádrží a na základě měřených srážek na mezipovodí byl proveden modelový odhad přítoku z mezipovodí k profilu hráze.

Stanovení neovlivněného kulminačního průtoku níže po toku je již daleko problematičtější. Hodnoty kulminačních průtoků byly odhadnuty pomocí jednoduchých bilančních výpočtů s přihlédnutím k postupovým dobám. Stanovené kulminace je proto třeba brát jako maximální možné, protože nelze přesně určit, jak významné transformaci by docházelo při rozlévání vody do inundací, jak by jej ovlivňovaly mostní profily či jiné překážky, co by se dělo, až by dostoupil místních ohrázování toků, atd. K přesnějšímu určení by bylo nutné použít 1D nebo 2D hydraulický model.

Z **Tab. 3.3** je zřejmé, že vliv činnosti nádrží na extrému kulminačních průtoků byl v některých profilech velmi významný, zejména v povodí Ostravice, kde na vlastním toku Ostravice mohlo dojít ke zmenšení kulminace cca až o $300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Nádrž Těrlicko sice výrazně transformovala povodňovou vlnu na Stonávce, ale její vliv na extrému povodně na Olši byl vzhledem v malé ploše povodí Stonávky v porovnání s plochou povodí Olše nepatrný.



Obr. 3.1 Doba opakování kulminačního průtoku ve vybraných vodoměrných stanicích během první povodňové epizody



Obr. 3.2 Doba opakování kulminačního průtoku ve vybraných vodoměrných stanicích během druhé povodňové epizody

4. Analýza průběhu povodní

(čerpáno z podkladů připravených na odděleních hydrologie poboček ČHMÚ v Ostravě, Brně, Českých Budějovicích a Hradci Králové)

Obě povodňové epizody byly vyvolány plošně rozsáhlými regionálními srážkami, přičemž v první povodňové vlně, která nejvíce zasáhla povodí pravostranných přítoků Odry a povodí Bečvy, byly tyto srážky výrazně orograficky zesíleny návětrným efektem Slezských a Moravskoslezských Beskyd. Šlo proto v obou případech o typické letní povodně vyvolané dešti s delším trváním, kdy odtoková odezva byla navíc velmi negativně ovlivněna silným nasycením území předcházejícími srážkami.

Vývoj hydrologické situace během první a druhé povodňové epizody na povodích Odry a Moravy je popsán v kapitolách 4.1 a 4.2, grafické znázornění hydrogramů průtoků za období 1. 5. – 10. 6. 2010 v jednotlivých vybraných profilech vodoměrných stanic je uvedeno souhrnně až za těmito kapitolami na **Obr. 4.3 – 4.12**. V kapitole 4.3 jsou zmíněny některé významnější povodňové události, které se vyskytly během hodnoceného období na tocích v povodí Labe.

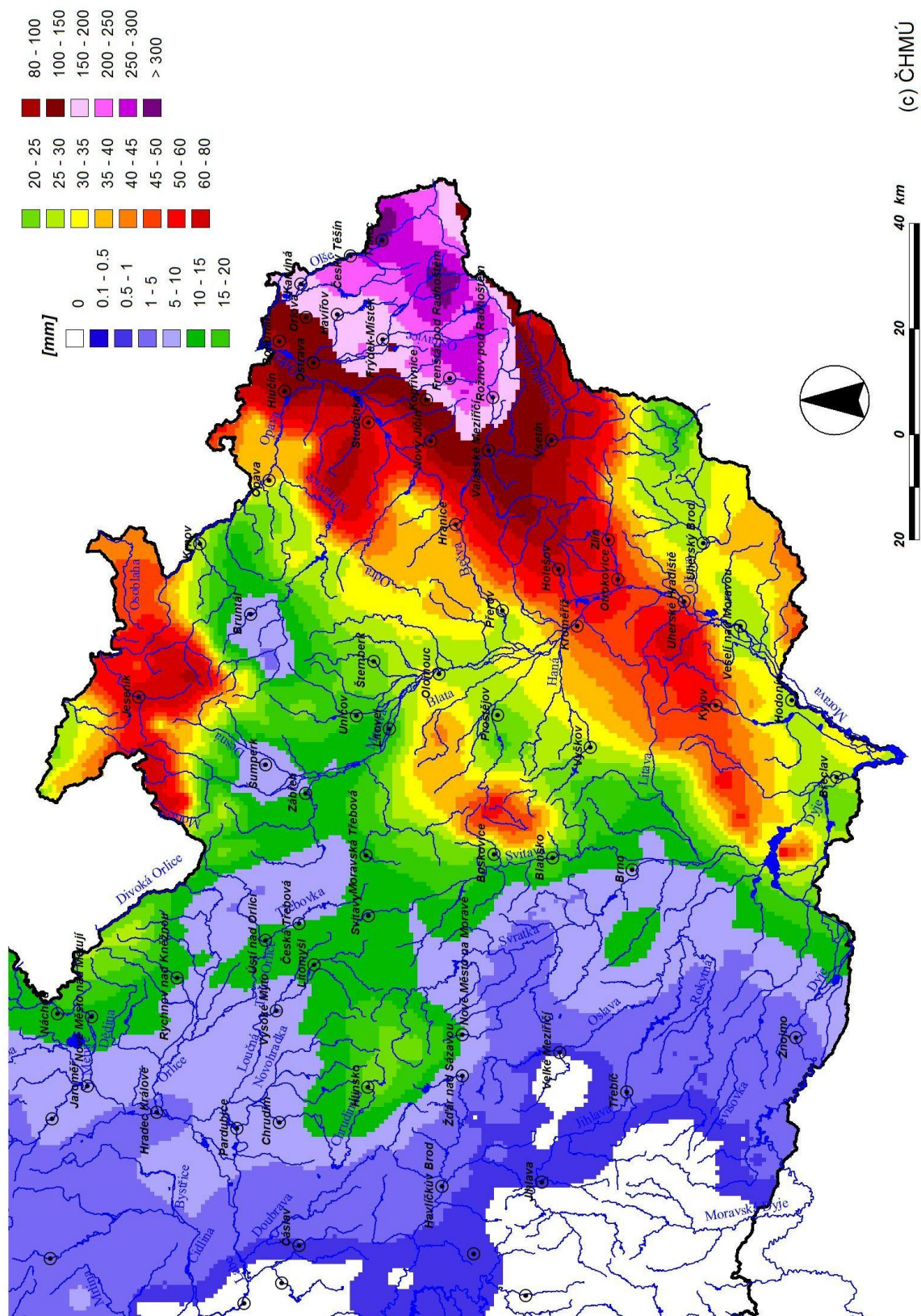
4.1 Vývoj hydrologické situace během první povodňové epizody v povodích Odry a Moravy

Na mapě na **Obr. 4.1** je znázorněno plošné rozložení srážkových úhrnů za období 16. 5. – 18. 5. 2010. Je zřejmé, že nejvyšší srážky se vyskytly v oblasti Slezských a Moravskoslezských Beskyd, kde se dají charakterizovat jako opravdu extrémní. Zasáhly povodí pravostranných přítoků Odry (nejvíce povodí Olše) a rovněž povodí Bečvy. Tomu odpovídala i odtoková odezva, kde právě v těchto povodích dosáhly kulminační průtoky největší extremity.

Povodí Odry, horní Moravy a Bečvy

Odtoková situace se na vodních tocích v povodích Odry, horní Moravy a Bečvy před nástupem deštivého období vyznačovala poměrně vyrovnanými průtoky, které se pohybovaly většinou na úrovni 60denních až 120denních průtoků. V prvních dvou květnových týdnech vypadávaly srážky, které zpočátku stačily zasakovat do půdy a hladiny vodních toků, s výjimkou podružného vzestupu dne 6. května, na ně významněji nereagovaly. V dalším průběhu průtoky stagnovaly či velmi pozvolna klesaly, a to až do 13. května, kdy byl zaznamenán vzestup hladiny řeky Opavy v Děhylově na hodnotu 1. SPA. V dalších dvou

dnech začaly stoupat Lubina, Odra v Bohumíně, Vidnávka, Moravská Sázava, Třebůvka, Oskava a Olešnice.



Obr. 4.1 Plošné rozložení srážkových úhrnů za období 16. 5. – 18. 5. 2010

Následný trvalý a vydatný déšť způsobil, že vodní toky odtékající ze srážkově nejvíce zasažené beskydské oblasti prudce stoupaly a již 16. května byl dosažen 3. SPA na Jičínce, Lučině a Stonávce. Prudce stoupaly také Petrůvka přitékající z Polska a Porubka protékající městskými částmi Ostravy, Porubou a Svinovem. Téhož dne v pozdních večerních hodinách vrcholily povodňové vlny z beskydských přítoků Odry – Jičínka a Sedlnice, a před půlnoci také na Olešné v Palkovicích. Kulminační hodnoty na uvedených tocích většinou přesáhly 5leté průtoky.

V dalších dvou dnech nadále pokračovaly velmi vydatné srážky, a jejich následkem došlo k dosažení 3. SPA na Ostravici, Olši, Bečvě a na Odře ve Svinově a v Bohumíně. Po podružném mírném poklesu dostoupila řeka Lubina v Petřvaldu 17. května v dopoledních hodinách do kulminace, která přesáhla Q_{50} . Ještě dříve vrcholily povodňové vlny na horních úsecích řek Ostravice a Olše, zdrojnicích Morávky a na Ondřejnici, a rovněž na Vsetínské i Rožnovské Bečvě a jejich přítocích. Z toků, patřících do povodí Odry nad soutokem s Olší, dosáhly při kulminaci doby opakování více než Q_{20} říčka Slavíč nad ústím do nádrže Morávka, dále řeky Morávka a Mohelnice v Raškovicích, Lučina v Radvanicích, Olešná pod Hodoňovickým náhonem a Ostravice ve Sviadnově a v Ostravě.

Velmi vyhrocena byla situace v povodí Olše na Petrůvce v Petrovicích u Karviné, která se rozlévala ve značné šířce po území obce. Zaplavovala vodou a bahnem domy a zahrady obyvatel žijících v její blízkosti a působila tak značné škody. Kulminovala 17. května odpoledne při zhruba 50letém průtoku.

Extremita kulminačních průtoků v řece Olši stoupala se vzrůstající plochou povodí (**Obr. 4.6**). Zatímco v Jablunkově povodňová vlna vrcholila při zhruba 5letém průtoku, nad Českým Těšínem již kulminační průtok přesáhl dobu opakování 50 let. Z toho je zřejmé, že vliv přítoků Olše z Moravskoslezských i Slezských Beskyd byl velmi významný. Níže po toku se tak situace dále vyhrocovala. Do Olše přitékaly Ropičanka (vrcholila při cca Q_5), Stonávka a již zmiňovaná Petrůvka. Kulminační průtok Stonávky, který byl nad nádrží Těrlicko více než 20letý, byl manipulacemi na VD Těrlicko zmenšen o zhruba jednu třetinu a pod nádrží dosáhl 5leté doby opakování, viz **Obr. 4.5**. Od soutoku s Petrůvkou se již Olše rozlévala ve svém záplavovém území a ve Věřňovicích dosáhla 17. května odpoledne průtoku, který překročil dobu opakování 100 let. Zhruba ve stejnou dobu vrcholila také povodňová vlna Odry v Bohumíně, a to při průtoku větším než Q_{10} .

Na soutoku Odry a Olše došlo proto ke střetu vrcholů povodňových vln obou toků, což zkomplikovalo situaci na polském území (**Obr. 4.7**). Významné byly také průtoky Odry ve

Svinově (**Obr. 4.3**), Ostravice od Frýdku-Místku po ústí do Odry (**Obr. 4.4**), a také Porubky ve Vřesině, kde byly překročeny 20leté hodnoty. Naštěstí na Opavě nad soutokem s Odrou byl setrvalý průtok zhruba na úrovni 1letého průtoku, takže Opava nezpůsobila další zhoršení již tak vyhrcoené situace v některých níže položených lokalitách města Ostravy. Ve Starém Bohumíně způsobila značné škody rozvodněná Bajcůvka a Mašlonka.

Téměř všechny nádrže vodohospodářské soustavy s. p. Povodí Odry byly následkem povodňových přítoků zcela zaplněny, ale významně zlepšily situaci na tocích pod jejich hrázemi časovým pozdržením a transformací kulminačních průtoků. Významné bylo také uzavření přivaděče z řeky Morávky do nádrže Žermanice, takže nádrž plnila převážně řeka Lučina průtokem, který při kulminaci dosáhl 50letou hodnotu. I přes transformační účinek nádrže Morávka překročila řeka Morávka pod jezem v Raškovicích 20letý průtok. Obdobnou extremitu měl kulminační průtok povodňové vlny na Olešné pod Hodoňovickým náhonem.

V povodí Odry nastaly poslední kulminace povodňových vln na levostranných přítocích Odry, konkrétně na Husím potoce (Q_5) a Bílovce (více než 10letý průtok). Povodňové vlny zde dosáhly svého vrcholu až v nočních hodinách ze 17. na 18. května.

V povodí horní Moravy byla povodní nejvíce zasažena Rožnovská Bečva protékající mezi Hostýnsko–vsetínskou hornatinou a Moravskoslezskými Beskydy. Kulminovala v ranních hodinách dne 17. května při průtoku, který v Rožnově pod Radhoštěm dosáhl 50leté hodnoty a níže po toku, ve Valašském Meziříčí, se pak pohyboval v rozmezí Q_{20} – Q_{50} . Na povodí Vsetínské Bečvy významněji ovlivnila průběh povodně nádrž Bystřička, která transformovala přítok na úrovni 10letého průtoku na hodnotu 2letého průtoku. Po soutoku Rožnovské Bečvy se Vsetínskou Bečvou, jež dosáhla v Jarcové 10letého průtoku, se již spojená Bečva místy rozlévala (např. v okolí Černotína či Teplic nad Bečvou) a ve vodoměrné stanici v Teplicích nad Bečvou kulminovala v odpoledních hodinách při průtoku dosahujícím Q_{50} . Dále po toku docházelo k transformaci vlny a k jejímu zpomalování při průchodu záplavovým územím. Kulminační průtok se v Dluhonicích o něco zmenšil, ale přesto přesáhl úroveň Q_{20} (viz **Obr. 4.8**). Pod Přerovem došlo k určitému zopakování situace z července 1997, kdy Bečva na levé straně vyběžila a zaplavila obec Troubky.

Povodí Moravy pod soutokem s Bečvou

Odtoková situace na vodních tocích v povodí Moravy pod soutokem s Bečvou a v povodí Dyje se před nástupem deštivého období vyznačovala poměrně vyrovnanými průtoky, které se pohybovaly většinou na úrovni 60denních až 120denních průtoků. Z hlediska dlouhodobých hodnot za měsíc květen byly počátkem května průtoky na Moravě průměrné.

Nadprůměrné průtoky se vyskytly na Moravě 7. května. V dalším průběhu průtoky pozvolna klesaly, a to až do 14. května.

V pátek 14. května se po předchozí srážkové činnosti začaly zvedat hladiny na téměř všech tocích povodí Dyje a dolní Moravy, na pravostranných přítocích Moravy (Blata, Brodečka, Hloučela, Romže, Valová) a na Dřevnici ve Slušovicích bylo dosaženo 1. SPA.

Od soboty 15. května se srážková činnost přesouvala především nad východní polovinu Moravy a Slezska, což v neděli 16. května v povodí dolní Dyje (pod soustavou nádrží Nové Mlýny) a Moravy vedlo k dalšímu zvětšení průtoků. Na Dyji v Břeclavi-Ladné bylo od odpoledních hodin 15. května v důsledku odpouštění vody ze soustavy nádrží Nové Mlýny dosaženo 1. SPA při průtoku zhruba $130 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. 1. SPA byl též dosažen na Kyjovce v Koryčanech. Z pravostranných přítoků Moravy byl 1. SPA dosažen v Klopotovicích na toku Blata a v Polkovicích na Valové, ve Stražisku na Romži průtok dosáhl 2. SPA. Z levostranných přítoků Moravy došlo k nejvýraznějšímu zvětšení průtoku na Moštence (3. SPA), Rusava v Chomýži dosáhla 1. SPA a v nočních hodinách kulminovala. Dřevnice v Kašavě vystoupala na 2. SPA, ve Slušovicích pod nádrží Slušovice byl dosažen 1. SPA. Velička ve Velké nad Veličkou dosáhla 1. SPA, ve Strážnici kulminovala 16. 5. večer při stavu 3. SPA. Průtoky v řece Moravě také začaly pozvolna stoupat, především v důsledku přítoku z Bečvy, přičemž stavu 1. SPA bylo postupně dosaženo ve stanicích ve Sptyhněvi, Strážnici a Lanžhotě.

Srážková činnost na jihovýchodě a východě Moravy pokračovala i 17. května, což vyvolalo další stoupání hladin řek, zejména na pravostranných přítocích Moravy. Blata a Romže dosáhla 2. SPA, Hloučela pod nádrží Plumlov 1. SPA a na Valové v Polkovicích bylo dosaženo 3. SPA. Romže ve Stražisku v nočních hodinách kulminovala. Průtoky na levostranných přítocích Moravy se zvětšovaly ještě v ranních a dopoledních hodinách, poté už jejich hladiny začaly postupně klesat. Moštěnka v Prusech kulminovala během dopoledne na úrovni 5–10letého průtoku a ve večerních hodinách dosáhla kulminace Rusava v Třebeticích. Kulminační průtok Dřevnice ve Zlíně dosáhl v ranních hodinách hodnoty 2–5letého průtoku. Během 17. května hladina vodních toků přesáhla úroveň 3. SPA ve všech vodoměrných profilech na řece Moravě.

Během úterý 18. května srážková činnost nad územím jižní Moravy postupně slábla. V jednu hodinu po půlnoci kulminovala Kyjovka v Kyjově, kolem poledne i Trkmanka ve Velkých Pavlovicích na úrovni 1. SPA. Z pravostranných přítoků Moravy stále stoupaly

hladiny Blaty a Hloučely a Valová v Polkovicích před polednem kulminovala na úrovni 3. SPA. Nadále pokračoval vzestup hladiny v řece Moravě.

Následujícího dne 19. května v brzkých ranních hodinách kulminovala Blata v Klopotovicích na úrovni 2. SPA, později i Hloučela při dosažení 1. SPA, přičemž na Valové v Polkovicích byl stále v platnosti 3. SPA. Řeka Morava ve 3:30 kulminovala v Kroměříži a v 9:00 ve Svytlavě na úrovni 20letého průtoku. Ve Strážnici kulminační průtok v ranních hodinách dosáhl doby opakování 50 let. Hladina Moravy v Lanžhotě stále stoupala a kulminovala až 20. května dopoledne na úrovni 10letého průtoku. Transformace povodňové vlny a tím i snížení extremity povodně bylo vyvoláno řízenými rozlivy do poldru „Soutok“ na pravém břehu Moravy v okolí Tvrdonic.

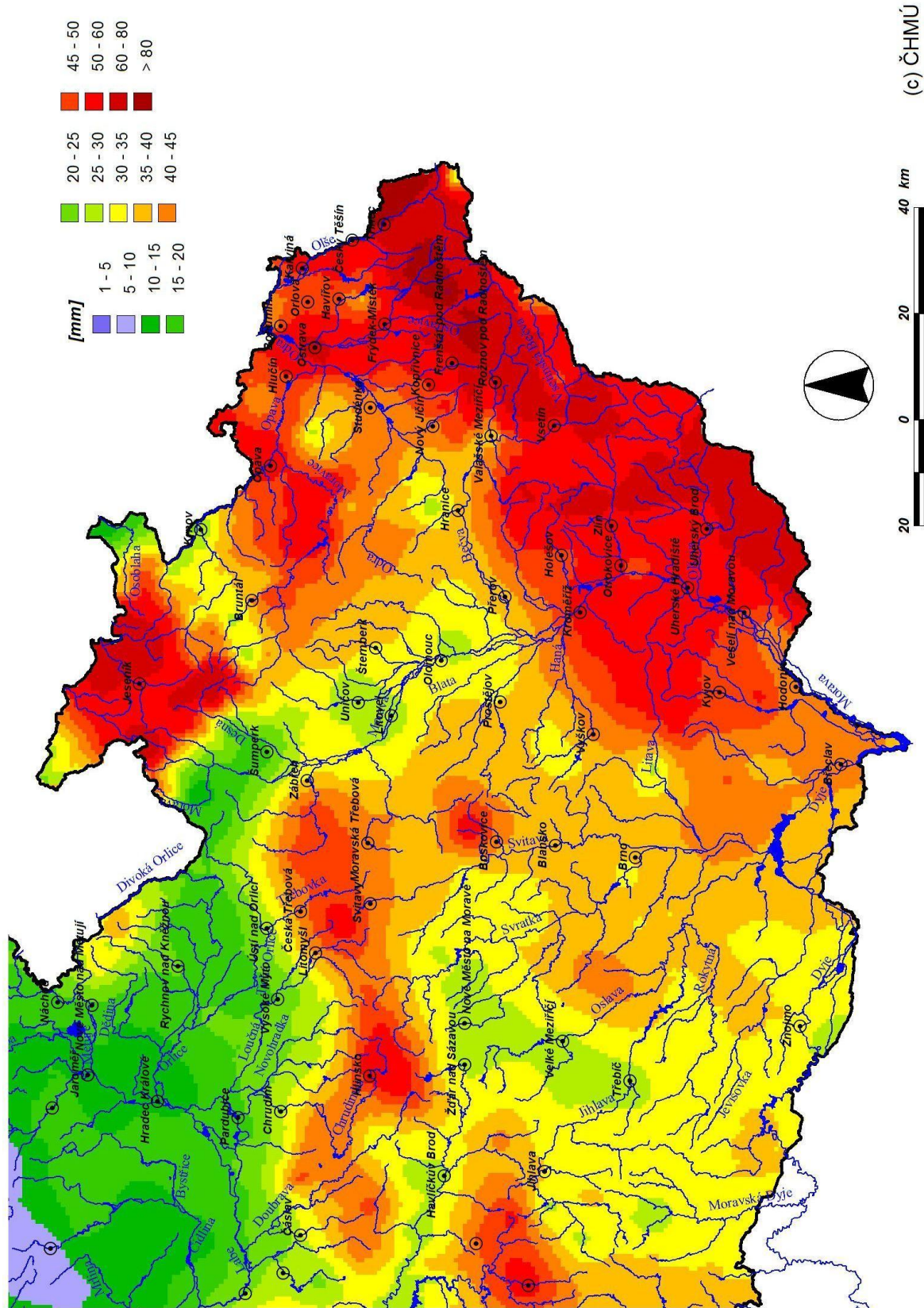
4.2 Vývoj hydrologické situace během druhé povodňové epizody v povodích Odry a Moravy

Na mapě na **Obr. 4.2** je znázorněno plošné rozložení srážkových úhrnů za období 1. 6. –3. 6. 2010. Srážky tentokrát neměly výraznější jádro, byly sice méně intenzivní, ale plošně rozsáhlejší. Z horských oblastí se za uvedené období nejvydatnější srážky vyskytly v Hrubém i Nízkém Jeseníku a ve flyšové oblasti Karpat (Beskydy, Javorníky atd.). Vydatné srážky postihly rovněž nížinné oblasti na povodích levostranných i pravostranných přítoků Moravy, což v důsledku silného nasycení území předchozími srážkami vyvolalo prudký vzestup těchto toků a v porovnání s první povodňovou epizodou rovněž rychlejší nástup povodně i na vlastním toku Moravy.

Povodí Odry, horní Moravy a Bečvy

Po dosažení kulminací první povodňové vlny začaly hladiny řek opadávat, přičemž na horních tocích byl pokles rychlý, v dolních úsecích řek se projevilo zpomalení či dokonce podružný vzestup průtoku po významnější srážkové činnosti 21. května. Průběh průtoků byl rovněž ovlivněn manipulacemi na nádržích vodohospodářské soustavy s. p. Povodí Odry.

Vydatné deště druhé srážkové epizody na počátku června způsobily opětovný vzestup hladin na beskydských tocích, avšak tentokrát také na tocích pramenících v oblasti Jeseníků. Stav 3. SPA byl postupně překročen na Bečvě, Senici, Petrůvce, Stonávce nad nádrží Těrlicko, Porubce, ale také na Opavě v Děhylově, na Moravě v Moravičanech, na Třebůvce v Lošticích a na Odře v Odrách. Na horním toku Odry došlo navíc k rychlému vzestupu hladin vlivem poruchy na vodním díle Barnov (Odra v Odrách, viz **Obr. 4.3**).



Obr. 4.2 Plošné rozložení srážkových úhrnů za období 1. 6. – 3. 6. 2010

Dramatická byla opět situace na Petrůvce v Petrovicích u Karviné, kde byla podle očitých svědků hladina vody jen o cca 20 cm níže než při předchozí epizodě z poloviny května. Rozvodněná byla řada dalších nepozorovaných toků na Opavsku a Hlučínsku (např. Bílá voda). Maximální hladiny ve vodoměrných stanicích na beskydských tocích většinou nedosáhly úrovně první povodňové vlny, nejzřetelnější byl rozdíl na přítocích Odry pramenících v Beskydech, kde kulminace nedosáhly ani 5letého průtoku. Naopak více byly rozvodněny toky pramenící v oblasti Hrubého a Nízkého Jeseníku a pravostranné přítoky Moravy, což vyústilo v dosažení 2–5letého průtoku na Moravě v Olomouci a zhoršení odtokové situace na řece Moravě pod Bečvou (**Obr. 4.9**).

Průběh povodně v dolní trati řeky Opavy byl značně ovlivněn manipulacemi na nádržích Kružberk a Podhradí na řece Moravici. Významnější průtoky na přítocích Opavy (Hvozdnice, Velká, Opusta) i ve vlastní Opavě způsobily povodňovou vlnu s 5letým kulminačním průtokem v Děhylově v odpoledních hodinách 3. června.

Bečva v Dluhonicích kulminovala při menší hodnotě, než tomu bylo u první povodňové vlny, přesto však kulminace přesáhla úroveň 5letého průtoku. V dalších dnech již hladiny vodních toků opadávaly a 6. června v podstatě povodeň odezněla.

Povodí Moravy pod soutokem s Bečvou

Po dešťových srážkách ve dnech 30. a 31. května, které zasáhly prakticky celé území ČR, se opět začaly zvedat hladiny téměř na všech tocích povodí Dyje a Moravy. I když tyto srážkové úhrny nebyly nijak dramatické, odtoková reakce na vodou nasycených povodích nastala bezprostředně.

Skutečně silné srážky, které zasáhly především východní polovinu Moravy a Slezska, se vyskytly v úterý 1. června, kdy se na východní Moravě denní srážkové úhrny pohybovaly až okolo 50 mm. Hladiny na všech tocích začaly prudce stoupat.

Ve středu 2. června v povodí Dyje byl 1. SPA dosažen na Želetavce ve Vysočanech, Jevišovce ve Výrovicích, Rokytne v Moravském Krumlově a na Oslavě v Oslavanech, kde Oslava v noci kulminovala. Jihlava v Ivančicích vystoupala na 2. SPA a rovněž tak Svitava v Letovicích a Bílovicích nad Svitavou. Na Litavě v Brankovicích byl dosažen 3. SPA a hladina odpoledne kulminovala na úrovni 20–50letého průtoku. Na Svratce v Borovnici bylo rovněž dosaženo 3. SPA, ve Veverské Bítýšce Svratka ve večerních hodinách kulminovala na úrovni 2–5letého průtoku a navečer byl dosažen 3. SPA v Židlochovicích. Ke vzestupu hladin došlo i na tocích povodí Dyje pod soustavou nádrží Nové Mlýny. Na úrovni 10–20letého průtoku

kulminovala Kyjovka v Koryčanech na přítoku do nádrže Koryčany, v Kyjově téhož dne večer dosáhla 2–5letého průtoku. Úrovně 5letého průtoku dosáhla i říčka Hruškovice v Osvětimanech. Na Dyji v Břeclavi-Ladné byl dosažen 2. SPA.

Z pravostranných přítoků Moravy na Romži ve Stražisku byl během 2. června dosažen a překročen 2. SPA, Hloučela pod nádrží Plumlov vystoupala na 1. SPA a Valová v Polkovicích až na 3. SPA. Před polednem kulminovala Salaška ve Velehradě na úrovni 5letého průtoku.

Druhá povodňová vlna na dolní Moravě měla poměrně strmý nástup a měla (od Spytihněvi dolů) větší kulminační průtoky než vlna první. Bylo to způsobeno zejména jejími levostrannými přítoky, jejichž nasycená povodí byla zasažena dalšími významnými srážkami. Na Moštěnce v Prusech bylo opět dosaženo 3. SPA a Moštěnka kulminovala na úrovni 10letého průtoku 2. června kolem poledních hodin. Na Rusavě v Chomýži byl časně ráno dosažen 2–5letý průtok a na Všemínce ve Slušovicích dopoledne 5letý průtok. Na Lutonínce ve Vizovicích byl dosažen 3. SPA a Lutonínka kulminovala ráno na úrovni 5–10letého průtoku. Na Dřevnici ve Zlíně a na Olšavě v Uherském Brodě byly dopoledne dosaženy 10–20leté průtoky. Velička ve Velké nad Veličkou kulminovala ráno na úrovni 10–20 letého průtoku a ve Strážnici byl dosažen 20–50letý průtok. Dopoledne kulminovala i Radějovka v Petrově (5–10letý průtok).

Na řece Moravě bylo 2. června ve všech hlásných profilech na jejím dolním toku dosaženo stavů 3. SPA. Řeka Morava ještě téhož dne před půlnocí kulminovala v Kroměříži při dosažení 10letého průtoku, ve Spytihněvi odpoledne při 20letém průtoku a ve Strážnici dosáhl kulminační průtok doby opakování 50 let.

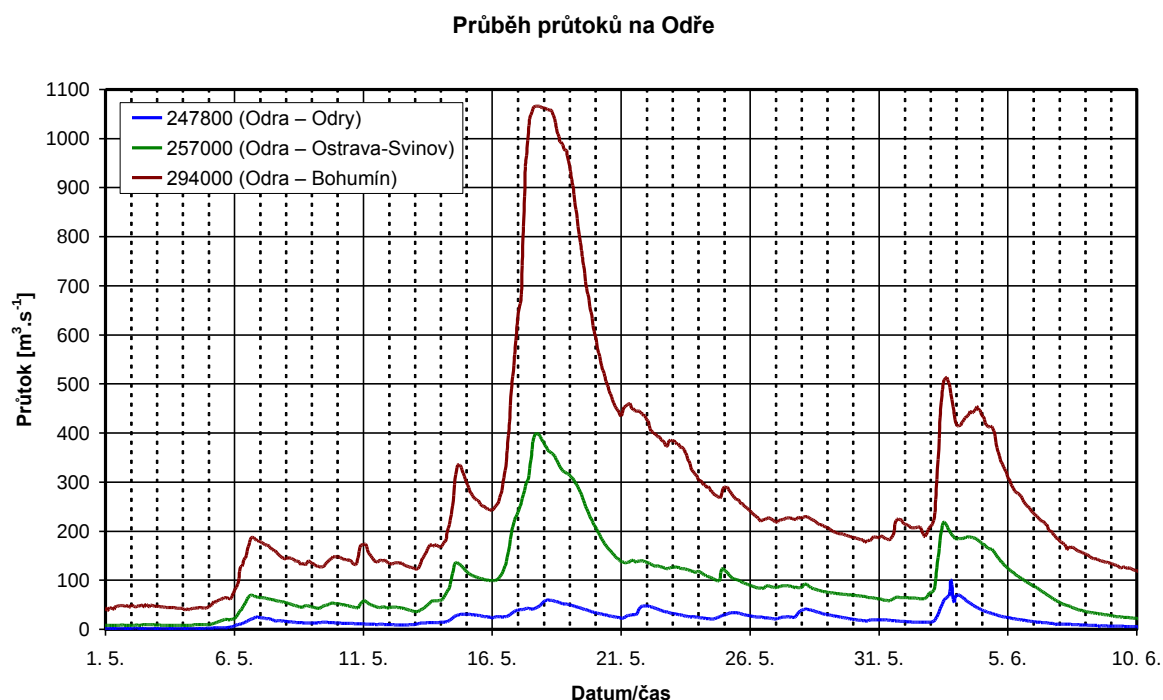
Během středy 2. června se hlavní srážková činnost přesunula nad západní Moravu, takže převážná část toků v povodí Dyje kulminovala až v průběhu čtvrtka 3. června, přičemž kromě Jevišovky v Božicích nedošlo k překročení 5letého průtoku. Na úrovni 5letého průtoku kulminovala Svratka v Židlochovicích při dosažení 3. SPA. Na Dyji v Břeclavi-Ladné pokračoval vzestup hladiny.

Z pravostranných přítoků Moravy Valová v Polkovicích kulminovala brzy ráno na úrovni 5letého průtoku. Průtoky všech levostranných přítoků Moravy rychle klesaly pod 1. SPA. Ve všech profilech na dolním toku řeky Moravy však vodní stavy stále přesahovaly úroveň 3. SPA, přičemž Morava kulminovala v Lanžhotě 20letým průtokem. Povodňová vlna byla nad Lanžhotem transformována následkem řízených rozlivů do poldru „Soutok“. Stojí za zmínku, že během druhé povodňové epizody byla v profilu Lanžhot v důsledku odlišných

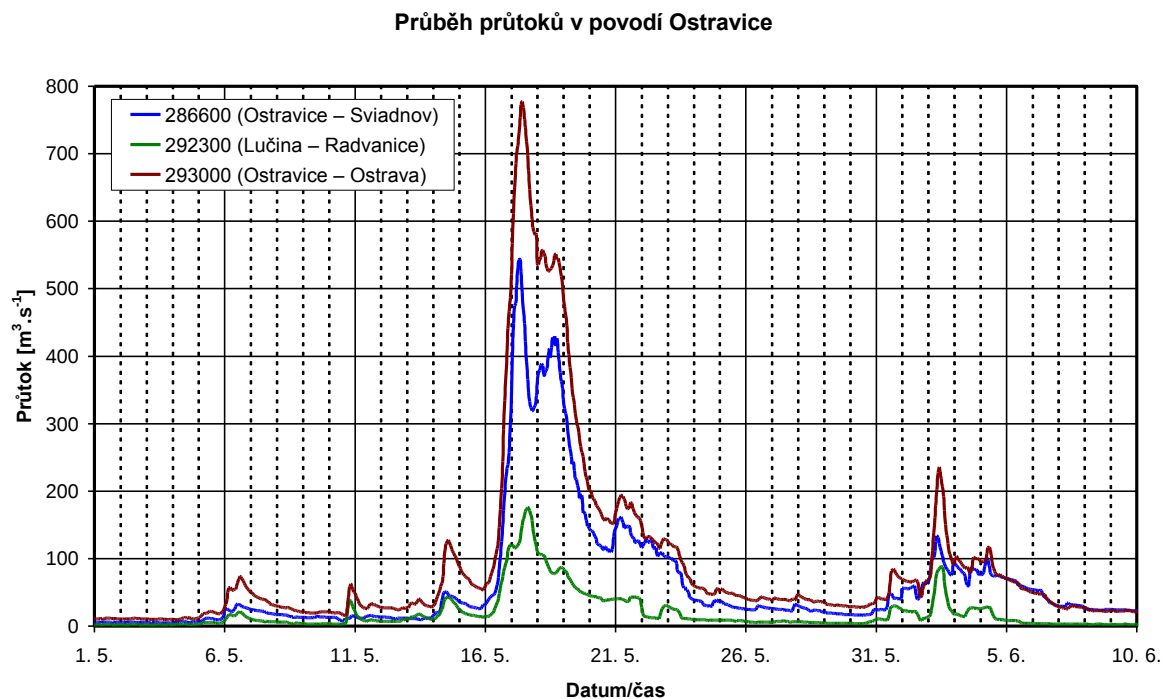
hydraulických podmínek v platnosti jiná měrná křivka, takže zde protékal Moravou při srovnatelném stavu větší průtok než při první povodňové epizodě v květnu, což je doložené hydrometrickým měřením.

V pátek 4. června docházelo k postupnému uklidňování situace, pouze na Svatce v Židlochovicích byl stále stav 3. SPA. Dyje v Břeclavi-Ladné kulminovala před polednem na úrovni 5letého průtoku. Na 2. SPA poklesla hladina Moravy v Kroměříži a ve Spytihněvi, ale ve Strážnici a v Lanžhotě stále přetrvávaly stavy 3. SPA, hladiny zde významněji začaly klesat až od 5. června v odpoledních hodinách.

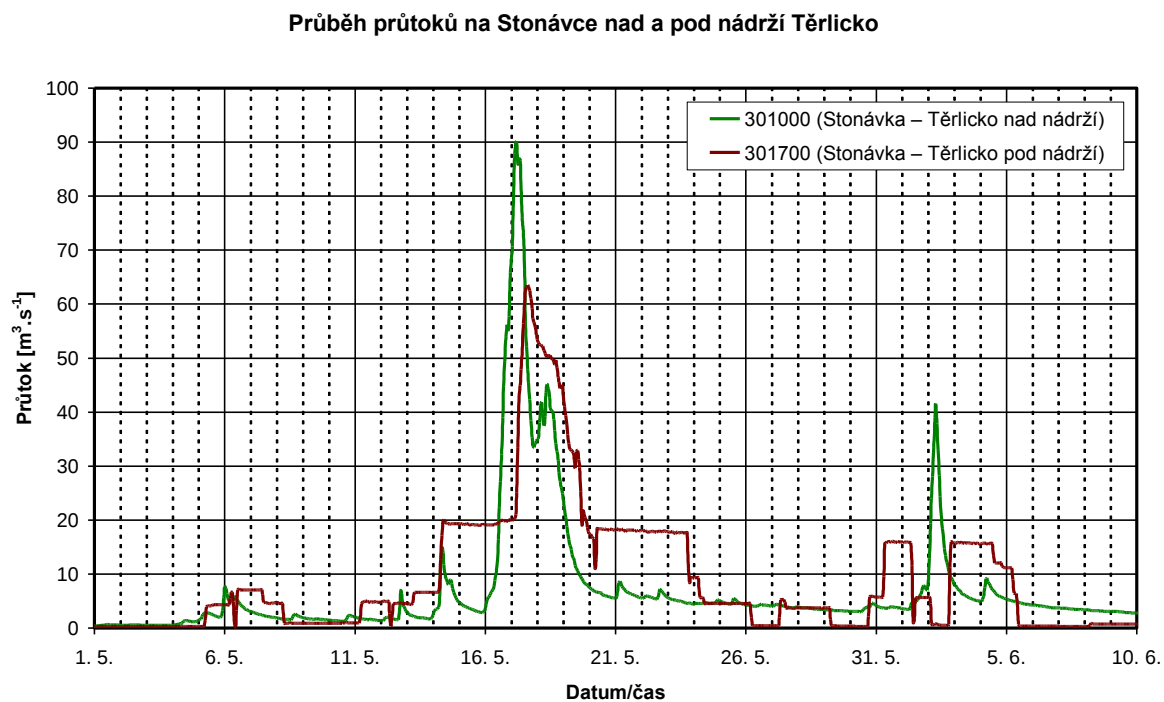
Hydrogramy průtoků ve vybraných vodoměrných stanicích



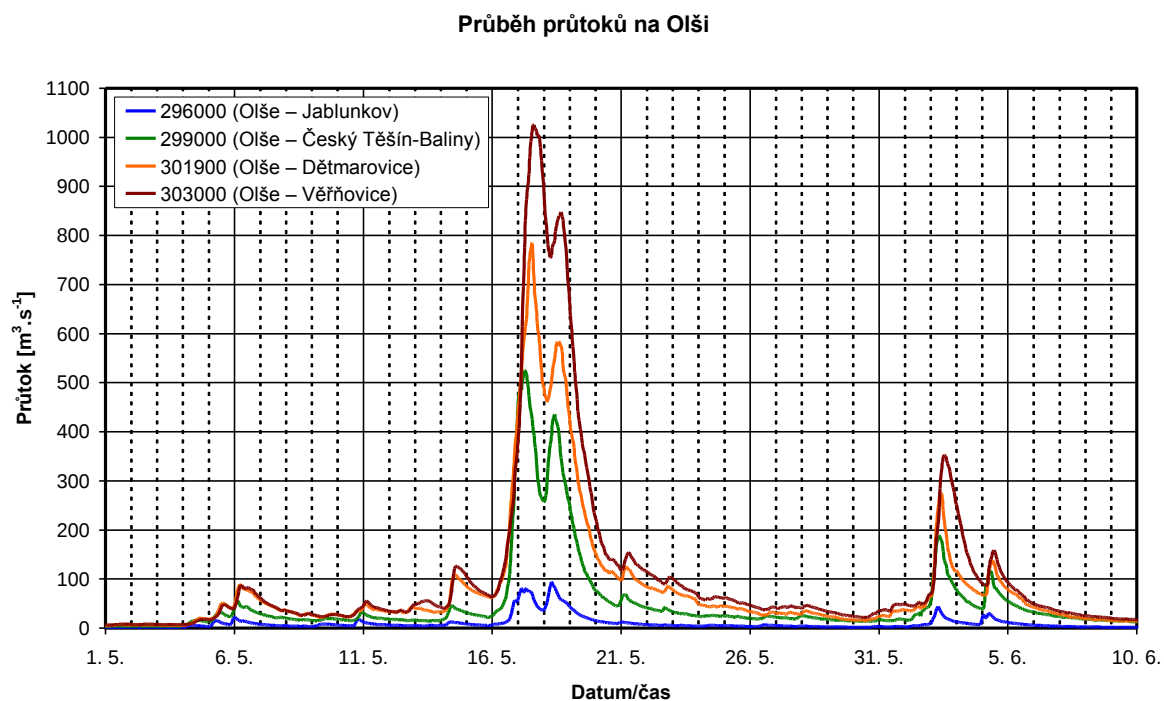
Obr. 4.3 Časový vývoj průběhu průtoků na Odře



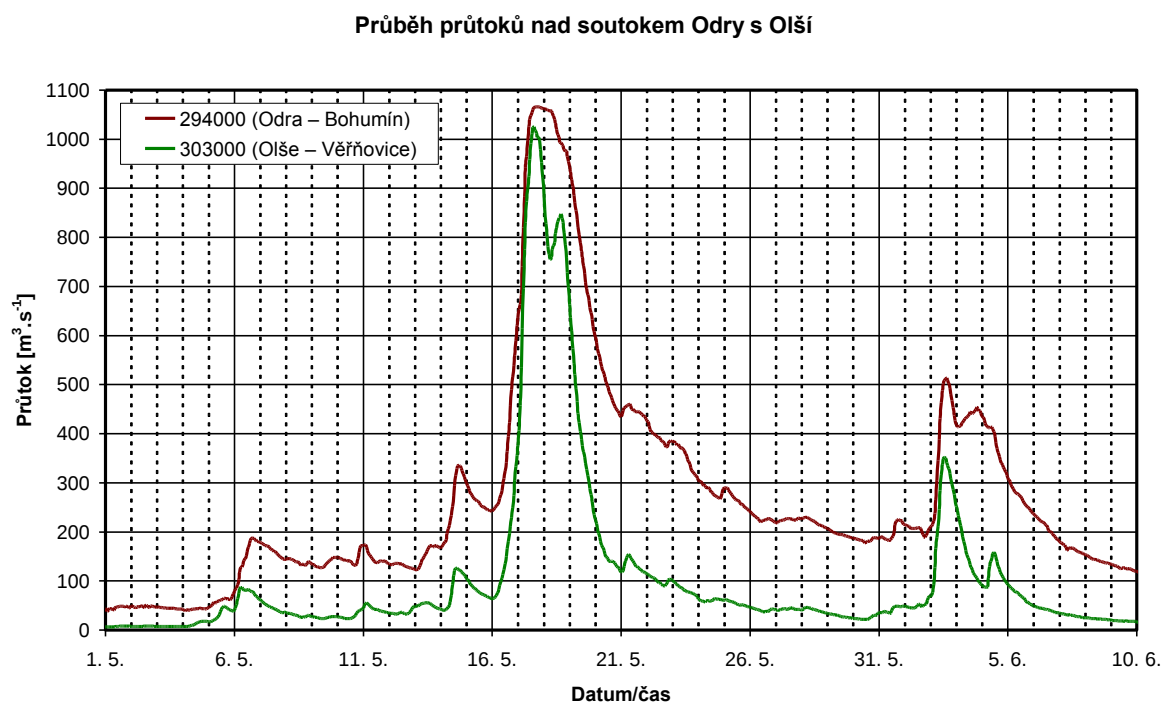
Obr. 4.4 Časový vývoj průběhu průtoků v povodí Ostravice



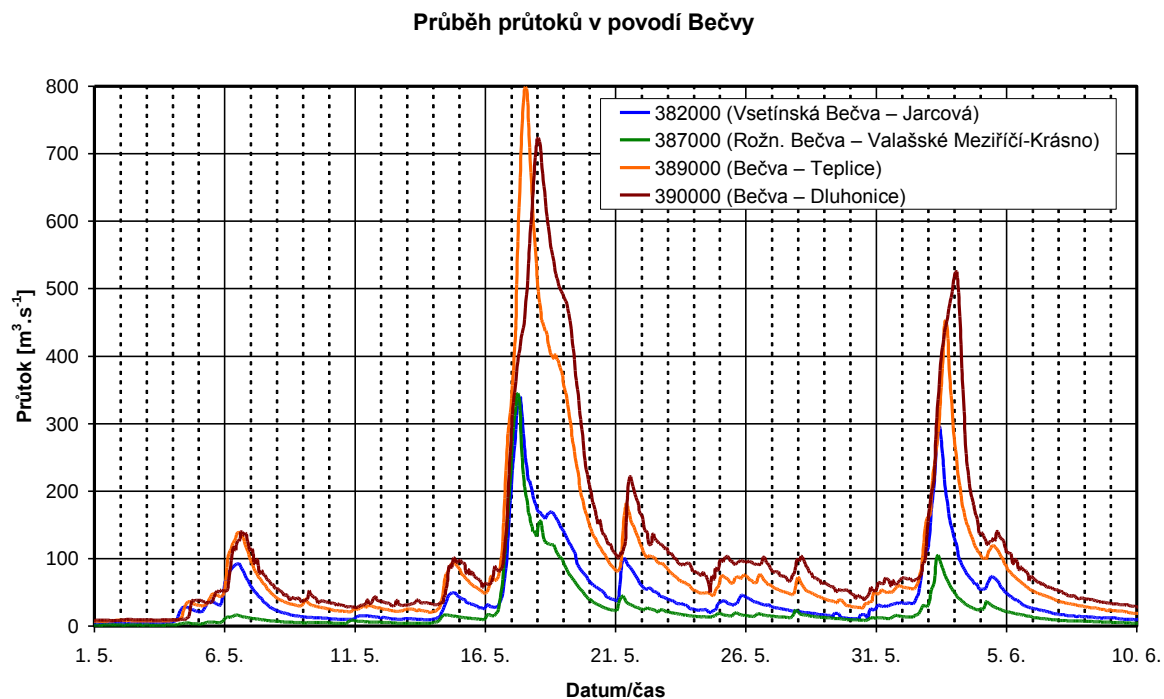
Obr. 4.5 Časový vývoj průběhu průtoků na Stonávce nad a pod nádrží Těrlicko



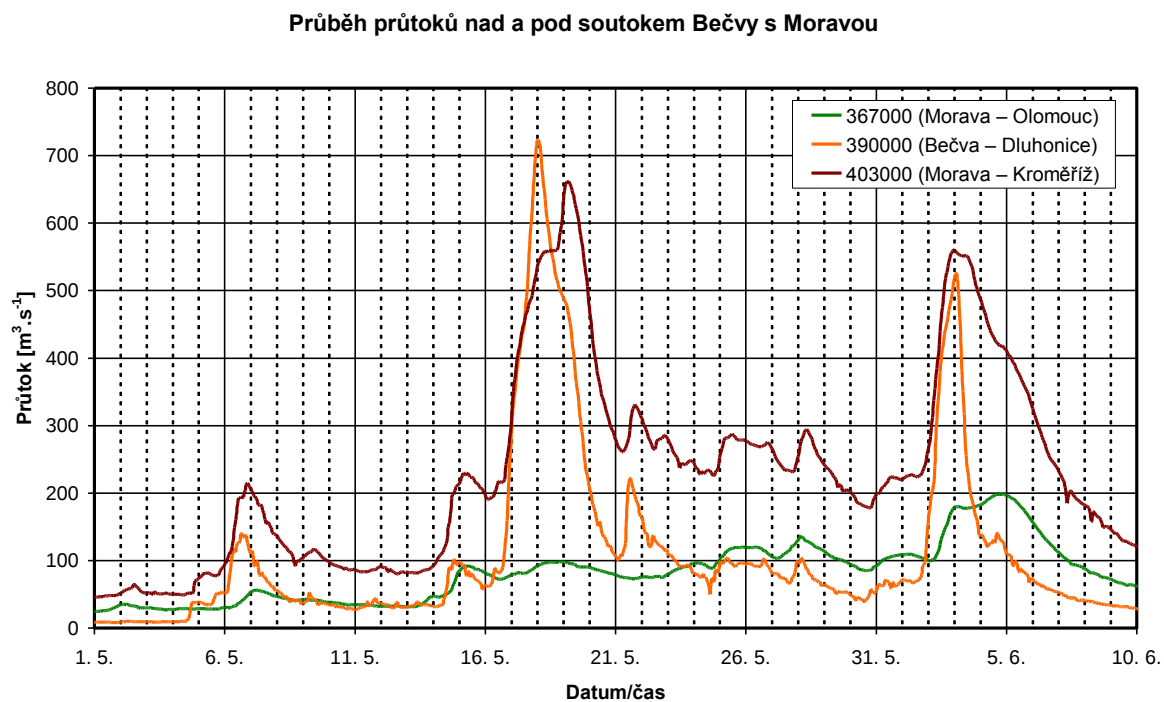
Obr. 4.6 Časový vývoj průběhu průtoků na Olši



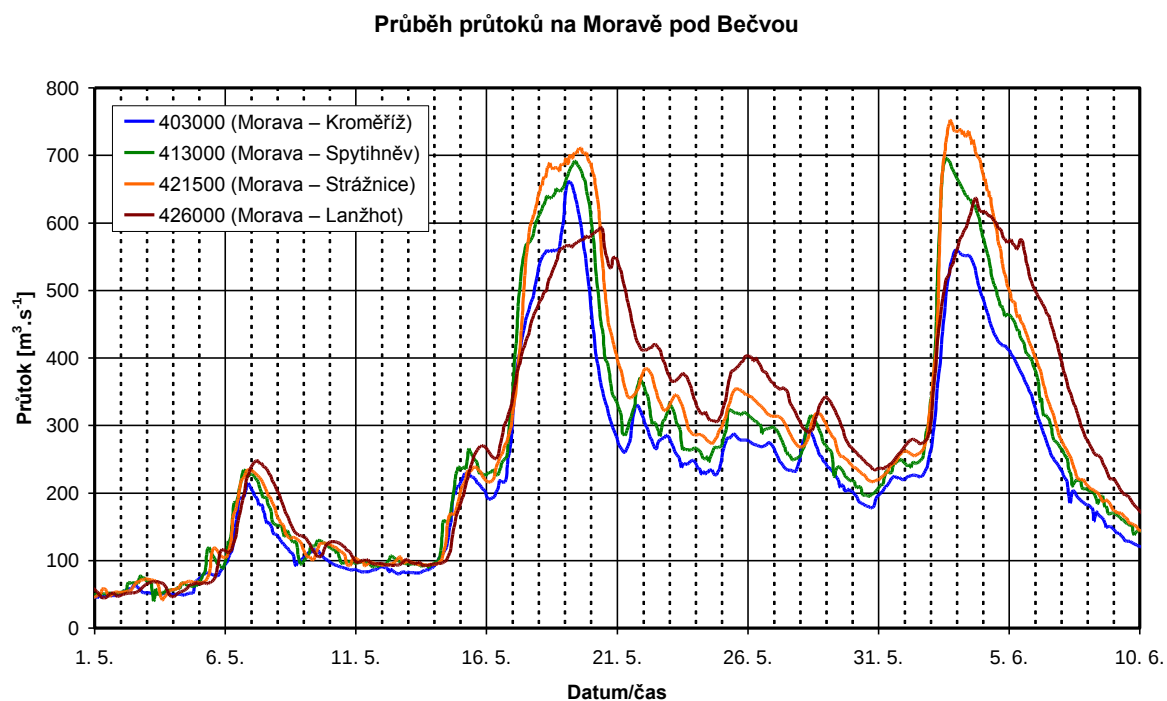
Obr. 4.7 Časový vývoj průběhu průtoků nad soutokem Odry s Olší



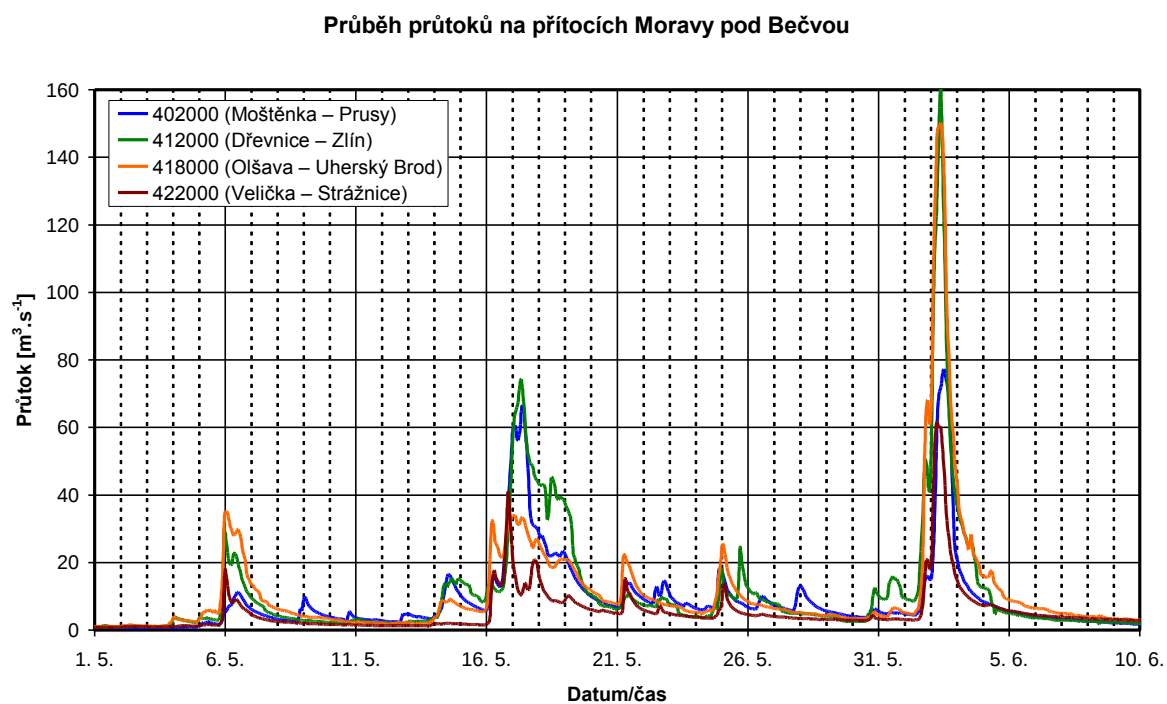
Obr. 4.8 Vývoj průběhu průtoků v povodí Bečvy



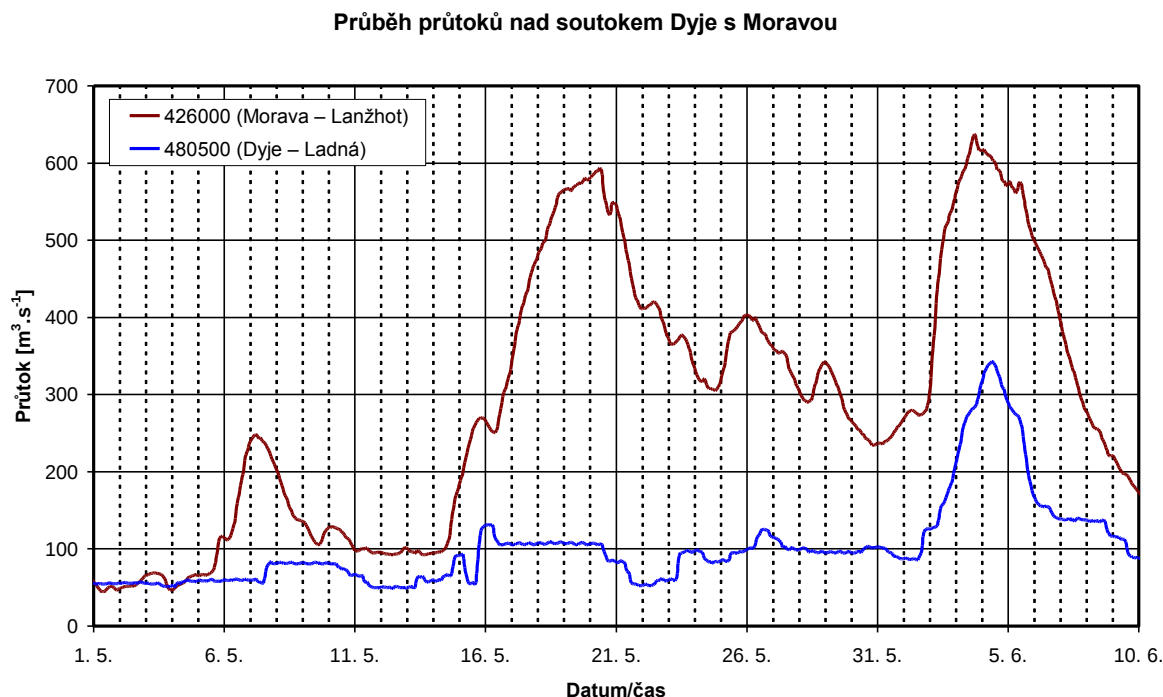
Obr. 4.9 Vývoj průběhu průtoků nad a pod soutokem Moravy s Bečvou



Obr. 4.10 Vývoj průběhu průtoků na Moravě pod Bečvou



Obr. 4.11 Vývoj průběhu průtoků na levostranných přítocích Moravy pod Bečvou



Obr. 4.12 Vývoj průběhu průtoků nad soutokem Dyje s Moravou

4.3 Vývoj hydrologické situace v povodí Labe

Území povodí Labe nebylo (až na výjimky) v hodnoceném období zasaženo v porovnání s povodími Odry a Moravy tak vydatnými srážkami, přesto se zde v průběhu května a na začátku června vyskytlo několik významnějších povodňových událostí spíše lokálního charakteru.

První se vyskytla 13. a 14. května následkem srážek převážně konvekčního charakteru zesílených orografickým efektem Novohradských hor, kdy srážkové úhrny za cca 6–8 hodin místně překročily i 100 mm. Nejvíce zasažené bylo povodí Malše nad nádrží Římov. Velikost kulminačních průtoků na povodích Malše a Stropnice nepřesáhla dobu opakování 5 let, nejvýznamnější průtoky se vyskytly na Černé v Ličově a na Malši v Pořešině, kde byl dosažen, resp. překročen 2letý průtok.

Další událost souvisí s druhou povodňovou epizodou na Moravě a Odře, když se vydatné srážky přesunuly 2. června z území Moravy a Slezska nad území Čech. Nejvyšší denní srážkové úhrny se vlivem návětrného efektu vyskytly na hřebenech Krkonoš (až 100 mm), v oblasti Žďárských vrchů (až 60 mm) a na Šumavě a jejím podhůří (60–70 mm).

Zatímco srážky v Krkonoších byly lokálně velmi omezené, takže nezpůsobily významný vzestup hladin, v povodích toků pramenících v oblasti Žďárských vrchů byla situace odlišná. Území již bylo značně nasycené předchozími srážkami, takže srážky vyvolaly poměrně prudký vzestup hladin vodních toků. Nejvýznamnější průtoky byly dosaženy na Novohradce, kde v profilu Luže byl již 2. června večer překročen 20letý průtok, níže po toku však extrémita povodňové vlny vlivem transformace a menší dotace ze srážek rychle klesala, takže v Úhřeticích došlo následující den dopoledne k překročení „jen“ 5letého průtoku. Na povodí Loučné kulminační průtoky dosáhly doby opakování 5 až 10 let (Cerekvice nad Loučnou, Dašice), kde pozoruhodný byl jak časový rozdíl ve výskytu kulminace v Cerekvicích a Dašicích (více než 48 hodin) a rovněž velmi pozvolný pokles povodňové vlny způsobený pomalým podpovrchovým odtokem ze silně nasycených půdních horizontů a zvýšené hladiny podzemní vody. Na Chrudimce a Doubravě kulminace nepřesáhly dobu opakování 5 let.

Na Šumavě a jejím podhůří bylo nejvíce zasaženo povodí Blanice, kde v profilech nad VD Husinec (Blanický Mlýn, Podedvorský Mlýn) bylo dosaženo 5letého průtoku. Na Volyňce a na vlastním toku Otavy kulminační průtoky významně nepřesáhly dobu opakování 2 roky. 5letý průtok byl rovněž dosažen v Lenoře na Teplé Vltavě.

Třetí a nejvýznamnější událost nastala 9. června ve večerních hodinách na povodí Kamenice, kdy následkem intenzivních přívalových srážek došlo k přívalové povodni na Kamenici a jejích přítocích v okolí města Česká Kamenice. Povodeň si vyžádala značné materiální škody. Podle radarových odhadů zde lokálně spadlo až 100 mm během jediné hodiny. Kulminační průtoky ve vodoměrných profilech Srbská Kamenice a Hřensko přesáhly podle stávajících platných údajů dobu opakování 100 let. Vzhledem k tomu, že plocha území zasaženého nejintenzivnějšími srážkami byla vzhledem k ploše povodí Kamenice řádově menší, lze předpokládat, že kulminační průtoky na nejvíce zasažených přítocích Kamenice byly co do doby opakování ještě významnější. Dalším důležitým faktem je to, že v profilu Srbská Kamenice tak došlo už ke třetí události během jednoho roku, kdy byl překročen 100letý průtok, což bude s největší pravděpodobností vyžadovat přehodnocení N-letých průtoků v celém povodí Kamenice.

V **Tab. 4.1** jsou uvedeny informace o času výskytu (v SEČ), velikosti a extrémitě kulminačních průtoků ve vybraných vodoměrných stanicích v rámci povodí Labe. Uvedeny jsou ty profily, kde se vyskytl alespoň 2letý průtok a větší.

Tab. 4.1 Kulminační stavy a průtoky ve vybraných vodoměrných stanicích v povodí Labe

Dat. číslo	Tok	Profil	Plocha povodí	Q _a	Údaje ke kulminačnímu průtoku				
			[km ²]		Den	h	vodní stav	průtok	dobu opak.
				[m ³ .s ⁻¹]		SEČ	[cm]	[m ³ .s ⁻¹]	[roky]
043000	Loučná	Litomyšl	145.0	0.740	3. 6.	10:15	112	10.2	2–5
045000	Loučná	Cerekvice nad L.	355.1	1.93	3. 6.	3:10	215	25.2	5–10
047000	Loučná	Dašice	624.3	3.79	5. 6.	9:20	234	37.2	5–10
048000	Chrudimka	Hamry	56.81	0.735	3. 6.	1:30	58	11.1	2–5
055500	Novohradka	Luže	153.5	1.22	2. 6.	19:30	236	45.8	20–50
058000	Novohradka	Úhřetice	459.8	2.52	3. 6.	10:50	322	57.5	5–10
059000	Chrudimka	Nemošice	856.6	5.99	3. 6.	21:30	238	84.7	2–5
063000	Doubrava	Bílek	64.58	0.730	3. 6.	1:40	185	13.9	2–5
065000	Doubrava	Pařížov	201.1	1.61	3. 6.	1:15	88	26.1	2–5
066000	Doubrava	Žleby	381.7	2.87	2. 6.	20:10	172	47.2	2–5
106000	Teplá Vltava	Lenora	175.8	3.11	3. 6.	6:40	151	45.9	5
107000	Teplá Vltava	Chlum	347.0	5.89	3. 6.	14:30	227	54.0	2
112500	Černá	Ličov	126.6	1.56	14. 5.	4:30	178	36.6	2
112600	Malše	Pořešín	436.8	4.08	14. 5.	2:20	202	78.4	2–5
135000	Vydra	Modrava	90.17	3.09	3. 6.	1:00	134	38.1	2
137000	Otava	Rejstejn	334.0	8.25	3. 6.	1:30	183	131	2
138000	Otava	Sušice	534.5	10.5	3. 6.	3:30	183	139	2
141300	Volyňka	Sudslavice	80.16	0.850	3. 6.	0:50	93	16.1	2
143000	Volyňka	Němětice	383.8	2.97	3. 6.	4:30	203	50.6	2
145000	Blanice	Blanický Mlýn	85.51	0.990	3. 6.	2:40	195	31.6	5
147000	Blanice	Podedvorský Mlýn	202.8	2.01	3. 6.	4:20	167	56.6	5
148500	Zlatý potok	Hracholusky	74.37	0.510	3. 6.	6:00	111	11.3	2
150000	Blanice	Heřmaň	840.3	4.61	4. 6.	4:00	164	62.4	2
151000	Otava	Písek	2913.9	23.4	3. 6.	18:00	319	218	2
241000	Kamenice	Srbská Kamenice	97.79	1.00	9. 6.	19:20	226	66.2	> 100
244000	Kamenice	Hřensko	214.9	2.60	9. 6.	21:30	252	151	> 100

4.4 Zhodnocení bilance spadlých srážek a proteklého objemu

Pro účely bilančního zhodnocení spadlých srážek a proteklých objemů byla připravena **Tab. 4.2**, kde jsou pro povodí vybraných 23 profilů vodoměrných stanic v povodí Odry a Moravy uvedeny charakteristiky nasycenosti území k 16. 5. 2010 a k 1. 6. 2010, a dále hodnoty výšky srážek, velikosti odtoku a odtokového koeficientu období 30. 4. – 12. 6. 2010. Hodnocení velikosti proteklého objemu za toto delší období bylo zvoleno z toho důvodu, že vzhledem k nejednoznačnému přiřazení příčinných srážek nebyla možná separace hydrogramu přímého odtoku pro jednotlivé povodňové epizody.

Tab. 4.2 Bilanční tabulka s údaji o předchozím nasycení, výšce srážek a odtoku na povodí vybraných vodoměrných stanic

Datab. Číslo	Tok	Profil	Plocha povodí [km ²]	API ₃₀ k 16. 5. 2010 a ukazatel nasycení (U _N)			API ₃₀ k 1. 6. 2010 a ukazatel nasycení (U _N)			Suma srážek [mm]		Bilance objemu spadlých srážek a odtoku za období 30. 4. – 12. 6. 2010		
				API ₃₀ [mm]	Násobek normálu API 1961–2000	U _N	API ₃₀ [mm]	Násobek normálu API 1961–2000	U _N	16. 5. – 18. 5.	1. 6. – 3. 6.	Srážky [mm]	Odtok [mm]	Koef. odtoku [-]
247800	Odra	Odry	411.77	66.4	2.48	1.11	84.5	2.53	1.08	30	44	275	170	0.62
254000	Lubina	Petřvald	165.28	78.6	2.24	1.44	141.4	3.17	1.24	197	60	467	355	0.76
257000	Odra	Ostrava-Svinov	1614.5	71.9	2.55	1.28	96.8	2.66	1.12	87	45	323	190	0.59
286600	Ostravice	Sviadnov	482.05	83.4	2.30	1.46	163.7	3.49	1.29	247	72	550	430	0.78
292300	Lučina	Radvanice	191.53	83.2	2.68	1.41	126.7	3.07	1.21	179	53	428	324	0.76
293000	Ostravice	Ostrava	821.07	83.1	2.47	1.44	147.5	3.31	1.26	217	65	497	350	0.70
294000	Odra	Bohumín	4665.5	71.0	2.49	1.25	93.5	2.52	1.06	87	48	322	177	0.55
296000	Olše	Jablunkov	92.85	90.0	2.91	1.43	134.1	3.11	1.23	163	67	438	346	0.79
299000	Olše	Český Těšín-Baliny	384.44	82.3	2.49	1.45	153.6	3.35	1.25	232	74	521	436	0.84
301000	Stonávka	Těrlícko nad nádrží	62.15	80.4	2.44	1.46	142.0	3.13	1.27	225	62	487	384	0.79
301900	Olše	Dětmarovice	675.70	83.5	2.64	1.45	147.3	3.33	1.24	230	68	505	393	0.78
303000	Olše	Věrnovice	1071.2	83.2	2.77	1.44	134.8	3.22	1.22	202	61	462	331	0.72
367000	Morava	Olomouc-Nové Sady	3323.9	49.3	2.00	0.81	71.6	2.47	0.92	22	36	218	62	0.28
382000	Vsetínská Bečva	Jarcová	723.43	64.3	2.17	1.31	94.2	2.70	1.24	92	59	334	200	0.60
387000	Rožnovská Bečva	Val. Meziříčí-Krásno	252.40	69.9	2.11	1.43	136.1	3.42	1.25	189	64	452	319	0.71
390000	Bečva	Dluhonice	1592.7	66.4	2.32	1.31	99.1	2.82	1.19	98	53	336	224	0.67
402000	Moštěnka	Prusy	229.9	70.8	2.74	1.25	83.5	2.65	1.09	68	50	297	125	0.42
403000	Morava	Kroměříž	7030.3	55.9	2.28	0.98	77.7	2.57	0.99	43	41	251	94	0.37
412000	Dřevnice	Zlín	312.7	57.1	2.18	1.17	73.1	2.37	1.20	60	59	271	119	0.44
418000	Olšava	Uherský Brod	400.7	60.8	2.37	1.12	56.2	1.82	1.16	31	62	235	91	0.39
421500	Morava	Strážnice	9145.8	56.9	2.36	1.00	74.5	2.49	1.01	44	44	251	93	0.37
422000	Velická	Strážnice	173.1	61.9	2.55	1.15	60.8	2.00	1.07	36	61	243	96	0.40
426000	Morava	Lanžhot	9721.8	56.8	2.37	1.00	73.4	2.47	1.01	44	45	249	90	0.36

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. Separace hydrogramu přímého odtoku je vždy subjektivní a nejednoznačná. V našem případě byl objem odtoku vypočten z rozdílu pořadnic hodinových průtoků a minimálního (většinou počátečního) průtoku. Separace objemu vlastních povodňových vln nebyla z důvodu velké nejednoznačnosti prováděna.

Pozoruhodně vysoké jsou odtokové koeficienty na povodích vodoměrných profilů v povodí Odry a Bečvy. Např. na Olši se ve všech profilech pohyboval kolem hodnoty 0.80, což je vzhledem k délce posuzovaného období (44 dnů) pravděpodobně extrémní a svědčí to o velmi silně nasyceném povodí. Suma srážek ve dvou epizodách 16. 5. – 18. 5. a 1. 6. – 3. 6. na těchto povodích tvořila „pouze“ 60 % celkové výšky srážek za toto období. Např. na povodí k profilu Věřňovice na Olši (kde došlo k překročení hodnoty Q_{100}) spadlo za uvedených 44 dní celkem 462 mm srážek a z toho ve zmíněných dvou epizodách (celkem 6 dnů) spadlo 263 mm, takže zbývajících 200 mm by stačilo možná k dvoj- až trojnásobnému nasycení povodí.

Odtokové koeficienty v profilech vodoměrných stanic na řece Moravě a jejích přítocích pod Bečvou nedosahovaly zdaleka tak extrémních hodnot (0.36–0.45), což lze přičíst celkově méně vydatným srážkám v porovnání s povodím Odry, kdy zejména na povodí Moravy nad Bečvou byla celková výška srážek méně než poloviční vůči nejvíce zasaženým povodím (např. Olše).

Stanovení extremity objemů odtoku (doby opakování) nebylo provedeno. Metodicky problematické by bylo stanovení počtu dní, za který by byla odtoková výška a její extremita určována. V případě těchto povodňových epizod obtížnost zvyšuje ještě fakt, že průtoky byly vysoce nadprůměrné po celé období a téměř každý den se vyskytovaly významné srážky. Určit vlastní příčinné srážky a k tomu odpovídající objem by bylo proto velmi složité a taková úloha by vyžadovala samostatnou studii.

Podle klimatologického zhodnocení měsíce května 2010 (viz dílčí zpráva „Vyhodnocení meteorologických příčin povodní“) došlo na povodí Odry v oblasti Beskyd k troj- až čtyřnásobnému překročení květnového měsíčního úhrnu srážek. Proto byly ve vybraných profilech porovnány měsíční průměrné průtoky za květen 2010 vůči měsíčním průměrům za celé období pozorování v daných vodoměrných stanicích.

Tab. 4.3 *Vyhodnocení významnosti průměrného průtoku za květen 2010*

Dat. Číslo	Tok	Stanice	Počátek pozorování	Průměrný průtok květen [m ³ .s ⁻¹]	Průměrný průtok květen 2010 [m ³ .s ⁻¹]	Absolutní pořadí v měsíčních průměrech
293000	Ostravice	Ostrava	1926	14.3	100	2
294000	Odra	Bohumín	1920	49.7	275	2
299000	Olše	Český Těšín-Baliny	1947	7.04	52.7	1
303000	Olše	Věřňovice	1946	14.2	116	1
390000	Bečva	Dluhonice	1920	16.6	106	3
421500	Morava	Strážnice	1921	66.0	249	7

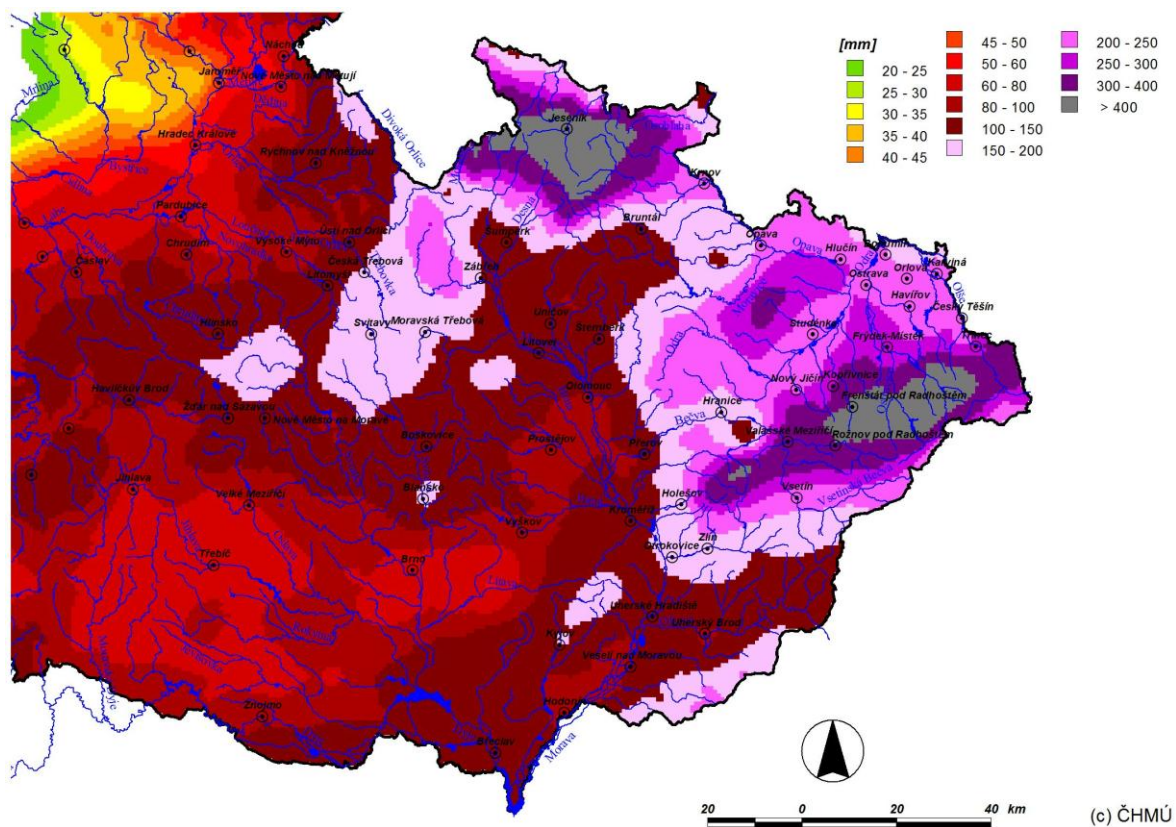
Lze konstatovat, že ve všech zvolených stanicích šlo o největší květnový průměrný průtok a na povodí Olše dokonce o největší průměrný měsíční průtok za všechny měsíce celého období pozorování daných stanic. Podrobněji viz **Tab. 4.3**.

K údajům v **Tab. 4.3** zbývá upřesnit, že v profilech na Ostravici v Ostravě a na Odře v Bohumíně byl za období pozorování větší průměrný průtok pouze v době výskytu katastrofálních povodní v červenci roku 1997 a na Bečvě v Dluhonicích kromě zmíněného července 1997 se vyskytl větší průměrný průtok ještě i v březnu 1937. Na Moravě ve Strážnici, kde se projevuje vliv zimních povodní z horního toku Moravy, překonala svým významem květnový průměr 2010 také povodeň na jaře 2006, v jejímž důsledku byl dubnový průměr 2006 významnější. Za letní období se však i ve Strážnici na Moravě jedná o druhý nejvýznamnější měsíční průměr, přičemž vyšší byl pouze průměr za červenec 1997.

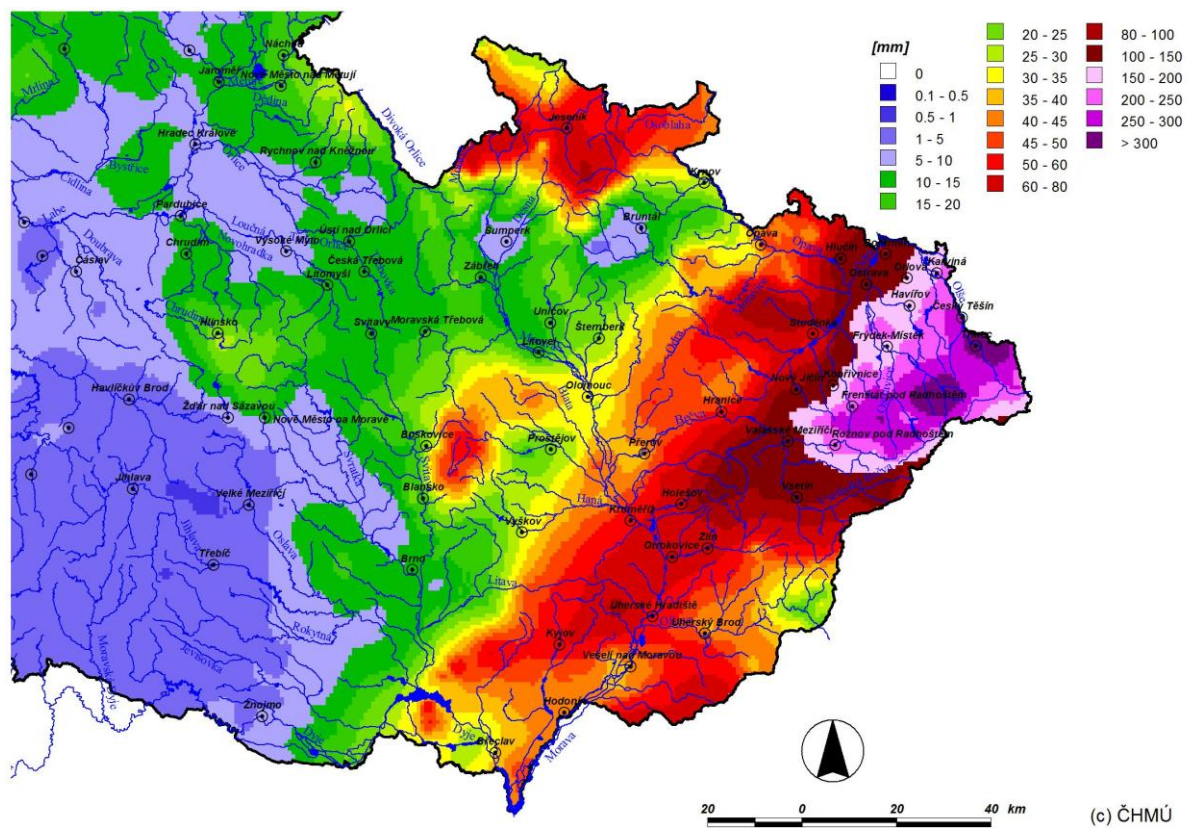
Otázkou však je, jak by se změnilo pořadí významnosti proteklých objemů, kdyby byl hodnocen odtok za období od začátku května až do 12. června 2010, tj. se zahrnutím druhé povodňové vlny z počátku června 2010. To by však vyžadovalo vyvinutí aplikace nad datovou základnou Hydrofondu ČHMÚ, která by umožnila výpočet sumy proteklého objemu za libovolně dlouhé období v roce.

5. Porovnání s povodní v červenci 1997

Z analýzy proteklých objemů v kap. 4.4 vyplynulo, že povodňové epizody v květnu a počátkem června 2010 jsou jako letní povodňové události v rámci období soustavného hydrologického pozorování srovnatelné pouze s katastrofální letní povodní na počátku července 1997 [4].



Obr. 5.1 Plošné rozložení srážkových úhrnů za období 4. 7. – 8. 7. 1997



Obr. 5.2 Plošné rozložení srážkových úhrnů za období 15. 5. – 19. 5. 2010

Časový průběh každé letní povodně je primárně dán intenzitou, časovým a plošným rozložením příčinných srážek. Pokud se podíváme na mapky na **Obr. 5.1** a **Obr. 5.2**, kde je znázorněno plošné rozložení 5denních úhrnů příčinných srážek, je naprosto zjevné, že příčinné srážky povodně v červenci 1997 byly co do celkového úhrnu a zasažené plochy daleko významnější než příčinné srážky v povodňové epizodě v květnu 2010. V roce 1997 se extrémní srážky totiž vyskytly nejen v oblasti flyšových pohoří Karpat, ale na rozdíl od povodně v květnu 2010 zasáhly rovněž Jesenícko a pravostranné přítoky na horním toku Moravy.

V **Tab. 5.1** jsou pro vybrané vodoměrné stanice uvedeny souhrnné údaje pro obě porovnávané povodňové epizody. V případě poměrných údajů se jedná vždy o poměr hodnoty z července 1997 k hodnotě z května 2010. Je zřejmé, že kromě hodnoty API_{30} jsou naprosto dominující hodnoty z povodně 1997. Nejmarkantnější jsou rozdíly ve výškách srážek na povodí Moravy nad soutokem s Bečvou (Desná v Šumperku, Morava v Olomouci) a přítoků Odry a Kladské Nisy pramenících v Jeseníkách (Opava v Opavě, Bělá v Mikulovicích). Těmto rozdílům odpovídá i extremita kulminačních průtoků v uvedených povodích oproti situaci v květnu 2010, kdy přítok z Moravy nad Bečvou a kulminační průtoky toků pramenících v Jeseníkách nebyly zdaleka tak význačné.

Společným znakem obou povodní je existence druhé srážkové epizody a druhé povodňové vlny, která následovala po cca 2 týdnech. Druhá vlna srážek byla v obou případech již nižší, vypadla však do nasyceného povodí. Druhá povodňová vlna byla relativně významnější v roce 2010, zejména na dolní Moravě, kde kulminace ve Strážnici dokonce převýšila kulminaci první vlny.

Kulminační průtoky v roce 2010 na postižených tocích dosahovaly většinou 70–90% maxim z roku 1997, maximální průtok Odry v Bohumíně byl oproti roku 1997 poloviční. Oproti tomu v roce 2010 byla výrazně větší povodeň na Olši a částečně také na některých levostranných přítocích Moravy (např. Olšava).

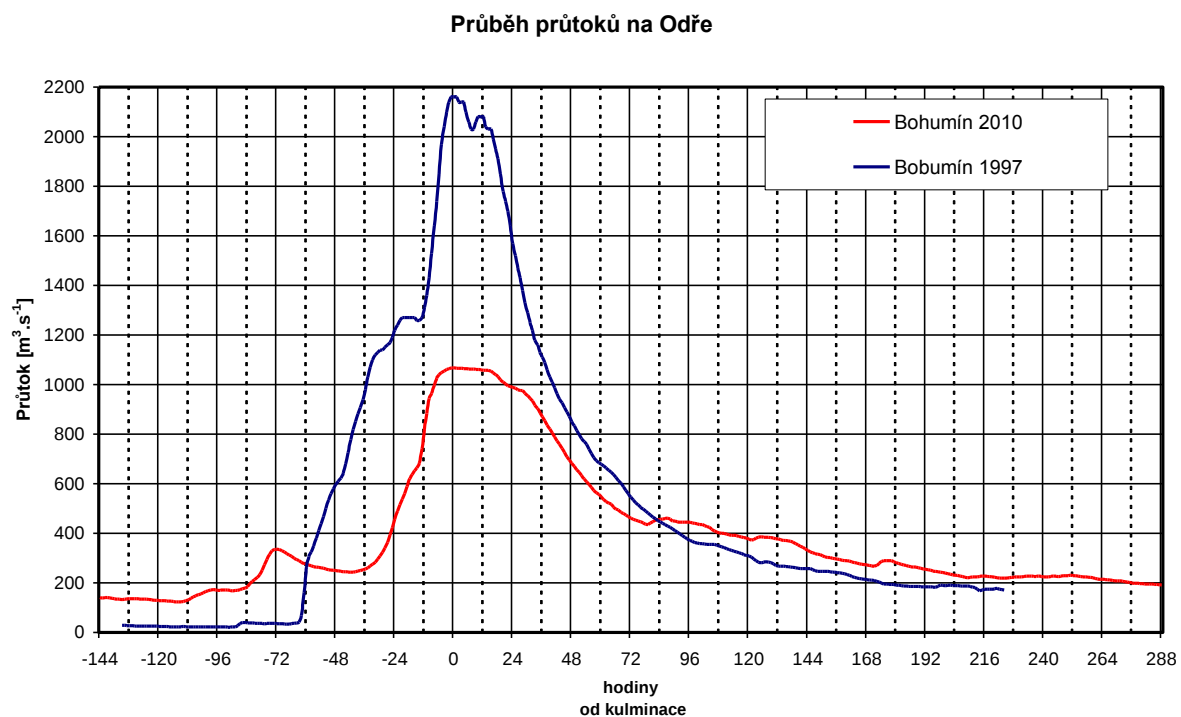
Na **Obr. 5.3 – Obr. 5.6** jsou znázorněny grafy průběhu povodňových vln v červenci 1997 a květnu 2010 ve vybraných profilech na Odře, Olši, Bečvě a Moravě. Časové měřítko osy X je přizpůsobeno hodině výskytu maximálního průtoků. Z grafů je na první pohled zřejmé, že povodňová vlna v roce 1997 měla (s výjimkou Olše) podstatně větší objem, ale doba trvání povodňové vlny byla kromě Moravy pod soutokem s Bečvou srovnatelná.

Celkově lze konstatovat, že i když povodňové epizody v květnu a červnu 2010 byly z hlediska jejich hydrologického průběhu a dobou opakování velmi významné, svojí extremitou se nemohou povodni z července 1997 vyrovnat. Výjimkou je pouze povodí Olše, kde byly příčinné srážky v roce 2010 jen o málo nižší než v červenci 1997, ale vlivem silného předchozího nasycení povodí (a pravděpodobně i intenzity deště) byla extrimita dosažených kulminačních průtoků významnější. Povodeň z července 1997 lze proto i v tomto kontextu nadále označovat jako skutečně mimořádnou a katastrofální, a to hlavně z hlediska rozsahu území postiženém extrémními srážkami a souběžného rozvodnění všech toků jak na povodí Odry, tak na horním a dolním toku Moravy.

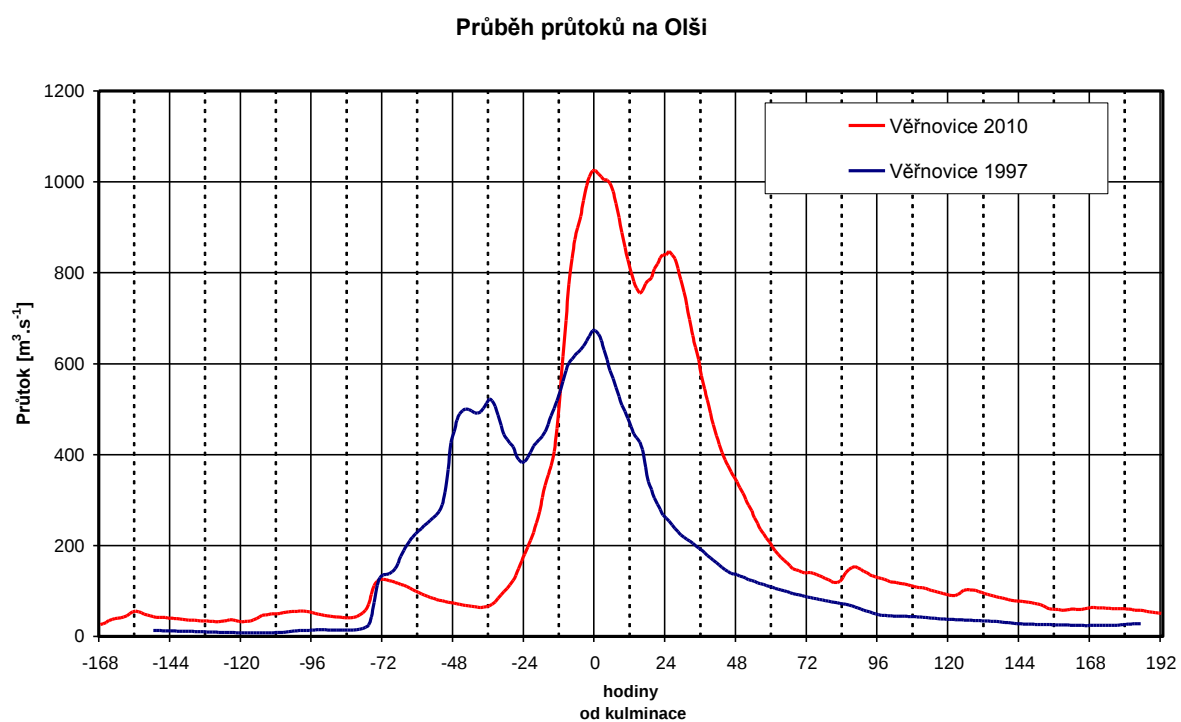
Tab. 5.1 Porovnání parametrů první povodňové epizody z července 1997 vůči povodni v květnu 2010

Dat. číslo	Tok	Stanice	Poměr API ₃₀ [-]	Poměr úhrnů příčinných 5denních srážek [-]	Kulminační průtok [m ³ .s ⁻¹]		Doba opak. 7/1997 [roky]	Doba opak. 5/2010 [roky]
					7/1997	5/2010		
257000	Odra	Ostrava-Svinov	0.54	2.73	688	404	> 100	20–50
266000	Opava	Opava	0.51	7.22	647	76.9	>> 100	2–5
293000	Ostravice	Ostrava	0.67	1.50	898	780	50	20–50
294000	Odra	Bohumín	0.58	2.76	2160	1070	> 100	10–20
303000	Olše	Věřňovice	0.63	1.17	673	1030	20–50	> 100
313000	Bělá	Mikulovice	0.65	7.21	335	56.4	> 100	2–5
350000	Desná	Šumperk	0.87	9.67	191	50.7	> 100	2–5
367000	Morava	Olomouc	1.08	7.29	760	98.0	>> 100	< 1
379000	Vsetínská Bečva	Vsetín	0.68	2.20	302	224	20	5
387000	Rožnovská Bečva	Valašské Meziříčí	0.74	1.80	489	346	> 100	20–50
390000	Bečva	Dluhonice	0.67	2.31	838	724	100	20–50
403000	Morava	Kroměříž	0.79	3.66	1034	663	> 100	20
412000	Dřevnice	Zlín	0.77	2.78	284	74.5	100	2–5
421500	Morava	Strážnice	0.74	3.34	901*	719	> 100*	50

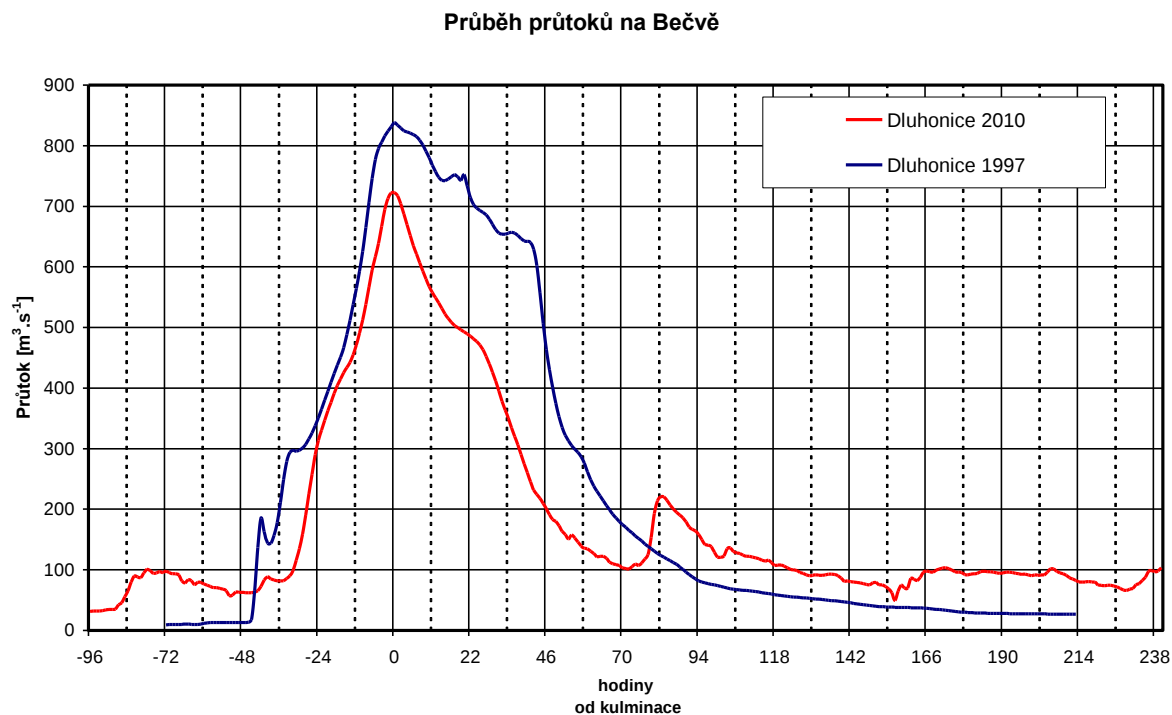
* ovlivněno protržením hráze



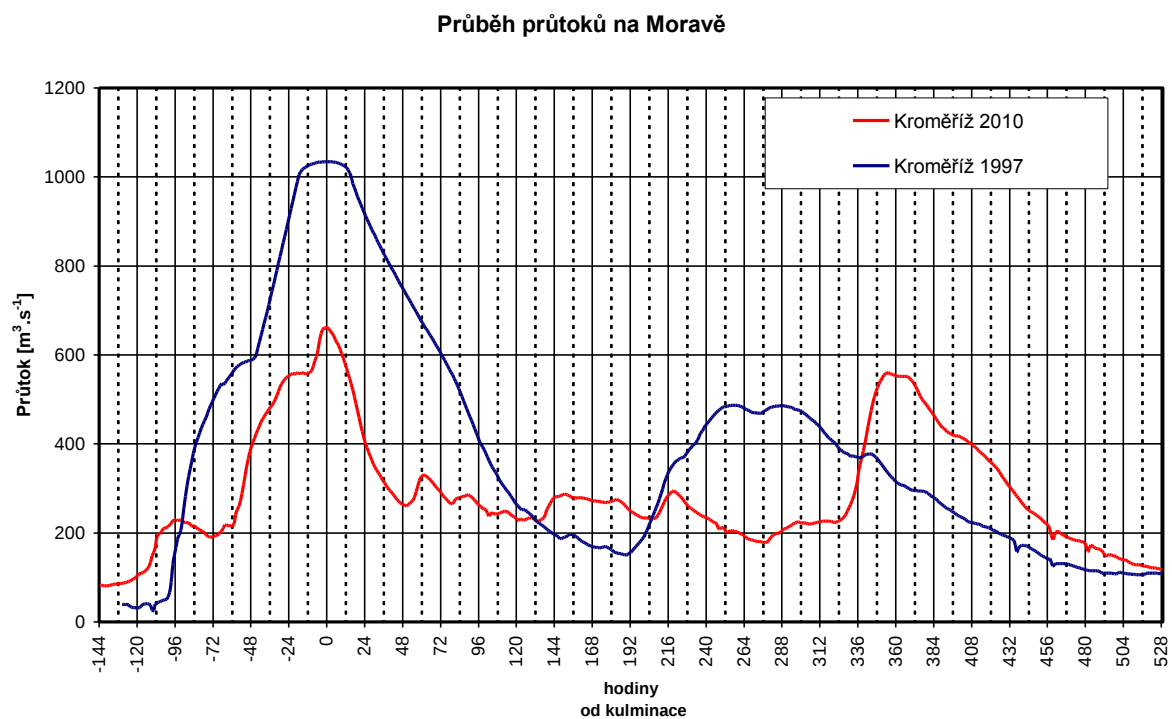
Obr. 5.3 Porovnání průběhu povodní v červenci 1997 a květnu 2010 na Odře v Bohumíně



Obr. 5.4 Porovnání průběhu povodní v červenci 1997 a květnu 2010 na Olši ve Věřnovicích



Obr. 5.5 Porovnání průběhu povodní v červenci 1997 a květnu 2010 na Bečvě v Dluhonicích



Obr. 5.6 Porovnání průběhu povodní v červenci 1997 a květnu 2010 na Moravě v Kroměříži

6. Závěr

Povodňové epizody v květnu a na začátku června 2010 byly součástí mimořádně deštivého a vodného období, které trvalo od začátku května až do poloviny června. To způsobilo, že bezprostředně před dvěma hlavními srážkovými epizodami byla již povodí nasycena předchozími srážkami více než dvojnásobně oproti normálu pro dané období, což negativně ovlivnilo velikost odtoku během následných povodňových epizod.

Z hydrologického hlediska je, a to více než extrimita kulminačních průtoků během povodňových epizod, pozoruhodné množství oteklého objemu vody za celé uvedené období. Toto oteklé množství bylo např. na povodí Olše nejvýznamnější za období pozorování a v několika dalších profilech bylo předstiženo pouze objemem odtoku během katastrofální povodně z července 1997.

Doby opakování kulminačních průtoků na nejvíce zasažených povodích se pohybovaly většinou v rozmezí 20–50 let, pouze v povodí Olše přesáhly 100 let. Z hlediska plošného rozsahu a výšky příčinných srážek a velikosti kulminačních průtoků tyto povodňové epizody svým významem zdaleka nedosáhly extrimity povodně z července 1997. Přesto hlavně z hlediska množství oteklého objemu vody je možné souhrnně hodnotit období květnových a červnových povodní jako druhou nejvýznamnější letní povodňovou událost za uplynulých 100 let, která zasáhla povodí Moravy a Odry.

Síť vodoměrných stanic v povodněmi zasažených oblastech fungovala prakticky bez výpadků a rovněž vyhodnocení povodňových průtoků bylo díky již dříve provedeným extrapolacím měrných křivek až na úroveň 100letého průtoku bez větších problémů. Svou roli sehrála i možnost provést více hydrometrických měření za vyšších vodních stavů, jelikož pobočky ČHMÚ jsou vybaveny moderními průtokoměry založenými na systému ADCP, který provádění měření za těchto situací umožňuje.

Po povodních v roce 1997 byla provedena rekonstrukce mnoha vodoměrných stanic a v širokém měřítku zavedena automatizace měření s dálkovým přenosem údajů. Pobočky ČHMÚ mají větší možnosti provádění hydrometrických měření během povodňových stavů a možnosti kvalitnější extrapolace měrných křivek průtoků. Obecně lze konstatovat, že úroveň monitorování i vyhodnocování průběhu povodní se v porovnání se situací v červenci 1997 podstatně zlepšila.

Literatura:

- [1] *Borovička, P. – Elleder, L. (2010):* Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice. Květen 2010. Vydáno 18. června 2010, ČHMÚ
- [2] *Handžák, Š. – Kimlová, M. – Černá, L. (2010):* Týdenní zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice. Zpráva č. 17. Vydáno 5. května 2010, ČHMÚ
- [3] *Havelka, J. – Ryglewicz, M. – Černá, L. (2010):* Týdenní zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice. Zpráva č. 18. Vydáno 12. května 2010, ČHMÚ
- [4] *Hladný, J. a kol. (1998):* Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997. [Souhrnná zpráva projektu]. Praha, Ministerstvo životního prostředí ČR, 163 s.
- [5] *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



Evropská unie
Spolufinancováno z Prioritní osy 8 – Technická pomoc financovaná z Fondu soudržnosti

Ministerstvo životního prostředí, Státní fond České republiky
www.opzp.cz ☎ Zelená linka: 800 260 500 ☎ dotazy@sfzp.cz