

1 Hodnocení průběhu povodně

1.1 Průběh povodně na ucelených povodích

S výjimkou menších oblastí zasažených srážkami větších intenzit ($> 10 \text{ mm.h}^{-1}$) po dobu několika hodin lze tvrdit, že tato povodeň postihla spíše povodí středních a větších plošných rozsahů. Nárůst doby opakování s růstem plochy povodí byl způsoben souběhem povodňových vln na soutocích, kdy došlo k současnému zasažení více povodí vydatnými srážkami. Tento jev, známý ze všech povodní s velkým plošným rozsahem a relativně nízkými intenzitami srážek (obvykle do 10 mm.h^{-1}), byl ještě výraznější při druhé, hlavní vlně povodně.

V této kapitole se předkládá podrobnější popis průběhu povodně na velkých ucelených povodích. Průběh povodně je dále dokumentován především grafickým znázorněním hydrogramů na obr. 1.5–1.14, a rovněž tabelárně, kde je v tab. 1.1 a 1.2 uveden přehled dosažených hodnot kulminačních stavů a průtoků ve vybraných vodoměrných stanicích, a to včetně doby opakování kulminačního průtoku. Extremitu povodně ve vybraných profilech vodoměrných stanic znázorňují mapy na obr. 1.1 a 1.2, přičemž identifikátory profilů v mapách se vztahují k tab. 1.1 a 1.2. Obdobně mapy na obr. 1.3 a 1.4 vyjadřují extremitu povodně, ale ve formě barevně odlišených úseků toků. V těchto mapách bylo využito informací i z dalších vodoměrných stanic.

Hodnoty dob opakování uvedené v tabulkách 1.1 a 1.2 a na obrázcích 1.1 až 1.4 byly určeny ze stávajících podkladů bez zahrnutí vlivu této povodně. Hodnoty dob opakování se zahrnutím srpnové povodně 2002 byly přepracovány v rámci 3. etapy Projektu (řešeno v kapitole 4).

K tomu je nutno dodat, že některé vodoměrné stanice byly za povodně zaplaveny a vyřazeny z provozu nebo zničeny (viz obr. 6.3 a 6.4). Na některých místech bylo zajištěno náhradní pozorování, v některých stanicích bylo nutné záznam vodního stavu složitě rekonstruovat (viz kapitolu 2), v ojedinělých případech nebyl záznam vodního stavu k dispozici vůbec. Většina stanic však za povodně fungovala a průběh povodně byl zaznamenán.

Popis průběhu povodně na malých a nepozorovaných povodích je uveden v kapitole 1.2., hodnocení vlivu nádrží na průběh povodně jako jeden z výsledků 3. etapy Projektu je uvedeno v kapitole 1.3.

1.1.1 Povodí Vltavy nad vodním dílem Orlik

Toto povodí bylo nejvíce zasažené oběma vlnami srážek. Byl zaznamenán výskyt největších kulminačních průtoků za celé období pozorování v mnoha vodoměrných profilech. Právě na tomto území a na povodí Berounky se zformovaly povodňové vlny, které svým střetem na hranici intravilánu hlavního města Prahy způsobily povodňovou katastrofu na dolních tratích Vltavy a Labe.

První vlna povodně, která zasáhla postupně území celého regionu, byla nejvýraznější na povodí Malše, horní Lužnice a střední Otavy s přítoky Volyňkou a Blanicí. Doba opakování kulminačních průtoků dosahovala na Malši a Černé 200 až 500 let, na Malši nad nádrží Římov i více než 500 let. Průtoky ve Vltavě byly významně ovlivněny retenčním účinkem nádrže Lipno (VD Lipno I), kde odtok pod VD Lipno II činil 8. srpna maximálně $30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, čímž došlo k naprosté eliminaci první vlny povodně z povodí Vltavy nad VD Lipno. Vltava v Českých Budějovicích pod Malší však již měla kulminační průtok na úrovni doby opakování 500–1000 let. Nárůst extremity povodně byl způsoben silně rozvodněnými přítoky Vltavy pod nádrží Lipno I, zejména u Českého Krumlova (Polečnice), a poté extrémním přítokem z Malše.

Tab. 1.1 Hodnoty kulminačních stavů a průtoků první vlny povodně (N – doba opakování kulminačního průtoku).

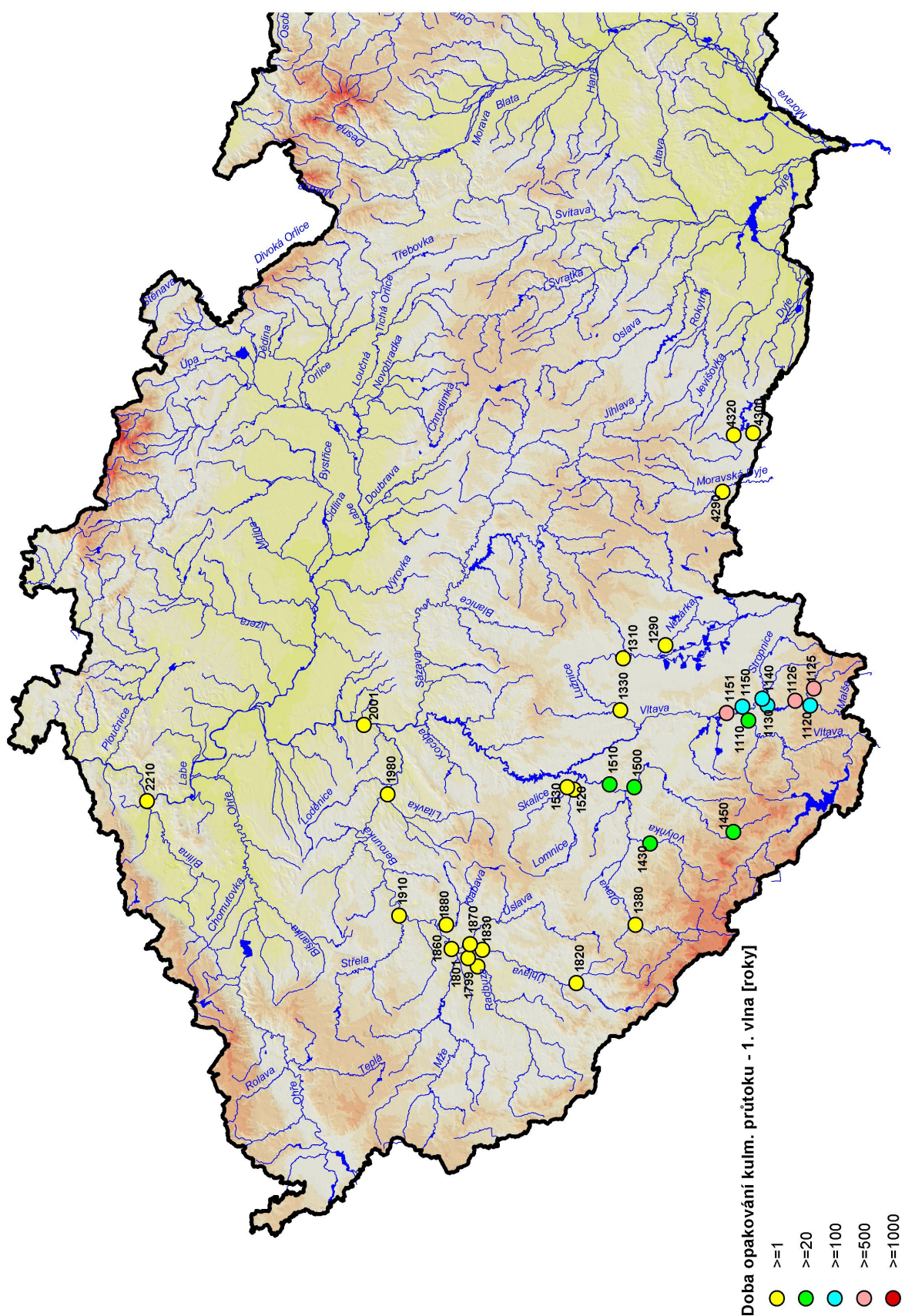
Id	Profil	Tok	Plocha povodí [km ²]	Q _a [m ³ .s ⁻¹]	Údaje k vyhodnocení kulminačního průtoku					
					Den	Hodina	Stav [cm]	Průtok [m ³ .s ⁻¹]	Specifický odtok [m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²]	N [roky]
1110	Březí	Vltava	1824.6	20.0	8. 8.	5:00	266	332	0.182	20
1120	Kaplice	Malše	259.0	2.14	8. 8.	1:00	353	257	0.992	200–500
1125	Líčov	Černá	126.1	1.56	8. 8.	5:00	382	213	1.690	500
1126	Pořešín	Malše	437.9	4.05	8. 8.	2:00	457	434	0.992	500–1000
1130	Římov	Malše	494.8	4.42	8. 8.	5:00	396	414	0.837	200–500
1140	Pašínovice	Stropnice	398.7	2.45	8. 8.	18:00	426	182	0.457	200
1150	Roudné	Malše	961.2	7.26	8. 8.	9:00	446	562	0.585	200–500
1151	České Budějovice	Vltava	2847.6	27.6	8. 8.	9:00	548	888	0.312	500–1000
1290	Hamr nad Nežárkou	Nežárka	981.2	12.3	10. 8.	3:00	361	93.7	0.095	2
1310	Klenovice	Lužnice	3143.0	19.7	10. 8.	18:00	282	146	0.046	2–5
1330	Bechyně	Lužnice	4046.3	23.6	8. 8.	8:00	396	289	0.072	10
1380	Sušice	Otava	536.2	10.5	7. 8.	20:00	165	109	0.203	2–5
1430	Němětice	Volyňka	383.4	2.95	8. 8.	5:00	284	126	0.292	20–50
1450	Blanický Mlýn	Blanice	85.6	0.949	8. 8.	0:00	228	47.5	0.555	50
1500	Heřmaň	Blanice	839.6	4.65	8. 8.	23:00	272	191	0.228	50–100
1510	Písek	Otava	2912.8	23.4	8. 8.	23:00	527	558	0.192	20–50
1520	Dolní Ostrovec	Lomnice	390.7	1.67	8. 8.	8:00	210	41.1	0.105	5
1530	Varvažov	Skalice	366.8	1.50	8. 8.	21:00	169	23.1	0.063	1–2
1799	Lhota	Radbuza	1174.9	5.32	9. 8.	6:00	243	57.8	0.049	2
1801	České Údolí	Radbuza	1263.4	5.49	8. 8.	7:00	240	59	0.047	1–2
1820	Klatovy	Úhlava	338.8	3.44	8. 8.	6:00	290	28.8	0.085	2
1830	Štěnovice	Úhlava	897.3	5.82	8. 8.	6:00	211	52.5	0.059	1–2
1860	Bílá Hora	Berounka	4015.6	20	9. 8.	2:00	362	155	0.039	1
1870	Koterov	Úslava	734.3	3.53	8. 8.	7:00	286	123	0.168	5–10
1880	Nová Huť	Klabava	358.8	2.15	8. 8.	12:30	205	41.7	0.116	2
1910	Liblín	Berounka	6454.3	30.1	8. 8.	18:30	297	378	0.059	2
1980	Beroun	Berounka	8283.8	35.6	9. 8.	5:00	332	367	0.044	2
2001	Praha-Chuchle	Vltava	26719.9	148	9. 8.	11:00	303	1540	0.058	5
2210	Ústí nad Labem	Labe	48556.9	293	10. 8.	20:00	653	1530	0.032	1–2
4290	Janov	Mor. Dyje	517.5	2.63	7. 8.	21:00	274	40	0.077	5
4300	Podhradí	Dyje	1750.7	8.50	8. 8.	18:00	337	183	0.104	5–10
4320	Vysočany	Želetavka	368.0	1.08	8. 8.	3:00	185	34.6	0.093	10

Tab. 1.2 Hodnoty kulminačních stavů a průtoků druhé vlny povodně (N – doba opakování kulminačního průtoku).

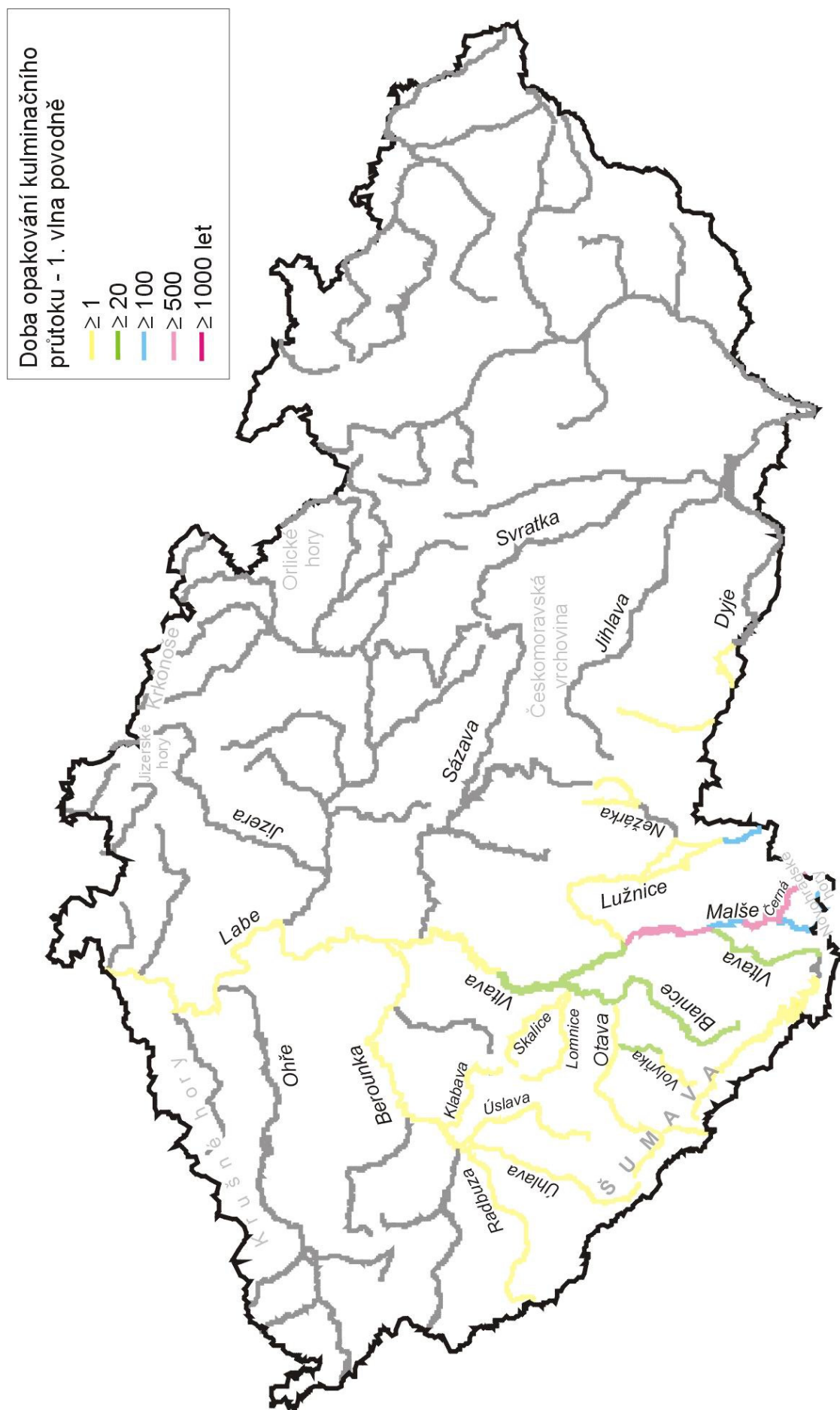
Id	Profil	Tok	Plocha povodí [km ²]	Q _a [m ³ .s ⁻¹]	Údaje k vyhodnocenému kulminačnímu průtoku					
					Den	Hod.	Stav [cm]	Průtok [m ³ .s ⁻¹]	Specifický odtok [m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²]	N [roky]
0490	Přemilov	Chrudimka	204.4	2.22	14. 8.	7:00	225	60.6	0.297	5–10
0590	Nemošice	Chrudimka	851.9	5.99	15. 8.	4:00	263	91.6	0.108	2–5
0640	Spačice	Doubrava	198.4	1.56	13. 8.	19:00	250	86	0.433	20–50
0660	Žleby	Doubrava	382.7	2.87	14. 8.	4:00	305	127	0.332	20
0845	Jablonec nad Jizerou	Jizera	181.0	5.70	13. 8.	17:00	377	202	1.116	10
0910	Železný Brod	Jizera	791.0	16.6	13. 8.	21:00	457	433	0.547	10–20
1018	Předměrice	Jizera	2158.4	24.3	15. 8.	4:00	497	270	0.125	2–5
1040	Brandýs nad Labem	Labe	13111.4	99.3	15. 8.	11:00	367	530	0.040	1–2
1090	Vyšší Brod	Vltava	998.6	13.4	13. 8.	9:00	370	265	0.266	20–50
1110	Březí	Vltava	1824.6	20.0	13. 8.	10:00	410	706	0.387	>1000
1120	Kaplice	Malše	259.0	2.14	13. 8.	7:00	350	250	0.965	200–500
1125	Líčov	Černá	126.1	1.56	13. 8.	6:00	357	178	1.412	200–500
1126	Pořešín	Malše	437.9	4.05	13. 8.	9:00	441	399	0.912	200–500
1130	Římov	Malše	494.8	4.42	13. 8.	8:00	413	449	0.907	500
1140	Pašínovice	Stropnice	398.7	2.45	13. 8.	5:00	492	250	0.627	1000
1150	Roudné	Malše	961.2	7.26	13. 8.	11:00	465	695	0.723	>1000
1151	České Budějovice	Vltava	2847.6	27.6	13. 8.	14:00	652	1310	0.460	>1000
1290	Hamr nad Nežárkou	Nežárka	981.2	12.3	14. 8.	4:00	474	220	0.225	100–200
1310	Klenovice	Lužnice	3143.0	19.7	15. 8.	17:00	529	625	0.199	>1000
1330	Bechyně	Lužnice	4046.3	23.6	16. 8.	8:00	640	666	0.165	500–1000
1380	Sušice	Otava	536.2	10.5	12. 8.	17:00	287	350	0.652	100
1430	Němčice	Volyňka	383.4	2.95	12. 8.	16:00	321	199	0.519	200
1450	Blanický Mlýn	Blanice	85.6	0.949	12. 8.	8:00	334	202	2.360	>1000
1500	Heřmaň	Blanice	839.6	4.65	13. 8.	1:00	427	443	0.528	>1000
1510	Písek	Otava	2912.8	23.4	13. 8.	11:00	880	1180	0.405	500–1000
1520	Dolní Ostrovec	Lomnice	390.7	1.67	13. 8.	12:00	361	262	0.671	>1000
1530	Varvažov	Skalice	366.8	1.50	13. 8.	10:00	406	203	0.556	>1000
1539	Radíč	Mastník	268.2	0.599	13. 8.	14:00	274	71.2	0.265	50–100
1546	Štěchovice	Kocába	308.8	0.574	13. 8.	17:00	211	78.7	0.255	50
1610	Zruč nad Sázavou	Sázava	1419.8	9.92	14. 8.	16:00	426	197	0.139	5–10
1625	Poříčí nad Želivkou	Želivka	780.1	4.79	14. 8.	21:00	294	89	0.114	5
1632	Soutice	Želivka	1187.0	6.97	14. 8.	12:00	248	78	0.066	1–2
1672	Nespeky	Sázava	4037.2	23.4	15. 8.	9:00	473	378	0.094	5–10
1690	Zbraslav	Vltava	17816.7	110	14. 8.	6:00	1042	3340	0.187	200–500
1730	Stříbro	Úhlavka	296.8	1.20	13. 8.	14:00	233	53.8	0.181	20
1740	Stříbro	Mže	1144.8	6.69	13. 8.	18:00	290	131	0.114	10

Id	Profil	Tok	Plocha povodí [km ²]	Q _a [m ³ .s ⁻¹]	Údaje k vyhodnocení kulminačnímu průtoku					
					Den	Hod.	Stav [cm]	Průtok [m ³ .s ⁻¹]	Specifický odtok [m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²]	N [roky]
1761	Hracholusky	Mže	1609.6	8.28	14. 8.	0:00	370	124	0.077	5
1790	Staňkov	Radbuza	699.9	3.70	13. 8.	8:00	360	213	0.304	100–200
1799	Lhota	Radbuza	1174.9	5.32	13. 8.	12:00	432	360	0.306	200–500
1801	České Údolí	Radbuza	1263.4	5.49	13. 8.	15:00	580	339	0.268	200
1820	Klatovy	Úhlava	338.8	3.44	13. 8.	6:00	362	159	0.469	200–500
1830	Štěnovice	Úhlava	897.3	5.82	13. 8.	12:00	513	398	0.444	1000
1860	Plzeň-Bílá Hora	Berounka	4015.6	20.0	13. 8.	17:00	799	858	0.214	100–200
1870	Koterov	Úslava	734.3	3.53	13. 8.	7:00	371	610	0.831	>1000
1880	Nová Huť	Klabava	358.8	2.15	13. 8.	7:00	294	266	0.741	200
1900	Plasy	Střela	775.5	3.05	13. 8.	6:00	210	48	0.062	1–2
1910	Liblín	Berounka	6454.3	30.1	13. 8.	20:00	703	1710	0.265	500–1000
1960	Čenkov	Litavka	157.0	0.86	13. 8.	2:00	235	88	0.561	50–100
1964	Hořovice	Červený potok	74.8	0.325	13. 8.	0:00	127	40.4	0.540	20
1973	Beroun	Litavka	628.7	2.58	13. 8.	7:00	375	210	0.334	50
1980	Beroun	Berounka	8283.8	35.6	13. 8.	23:00	796	2170	0.262	500–1000
2001	Praha-Chuchle	Vltava	26719.9	148	14. 8.	11:00	782	5160	0.193	500
2030	Vraňany	Vltava	28048.2	151	14. 8.	20:00	829	5120	0.183	500
2040	Mělník	Labe	41824.7	252	15. 8.	13:00	1066	5050	0.121	200–500
2101	Stará Role	Rolava	127.9	2.38	13. 8.	4:00	261	39.3	0.307	5
2140	Karlovy Vary	Ohře	2855.9	25.2	13. 8.	6:30	253	274	0.096	2–5
2190	Louny	Ohře	4982.8	36.3	14. 8.	7:00	422	175	0.035	< 1
2210	Ústí nad Labem	Labe	48556.9	293	16. 8.	14:00	1196	4700	0.097	100–200
2230	Chotějovice	Bílina	621.7	4.30	13. 8.	20:00	250	24.1	0.039	20
2260	Trmice	Bílina	963.5	6.50	13. 8.	22:00	297	59.2	0.061	20
2400	Děčín	Labe	51103.9	309	16. 8.	19:00	1230	4770	0.093	100–200
2453	Hřensko	Labe	51392.4	313	16. 8.	22:00	1228	4780	0.093	100–200
3200	Hrádek	Lužická Nisa	353.9	5.41	14. 8.	5:00	315	137	0.387	5–10
3230	Frýdlant	Smědá	132.4	3.9	13. 8.	20:00	261	219	1.654	20–50
4290	Janov	Moravská Dyje	517.5	2.63	14. 8.	0:00	303	46.8	0.090	10
4300	Podhradí	Dyje	1750.7	8.50	14. 8.	0:00	476	343	0.196	200
4320	Vysočany	Želetavka	368.0	1.08	13. 8.	1:00	233	51	0.139	50
4340	Vranov	Dyje	2223.9	9.74	14. 8.	9:00	378	364	0.164	100**
4350	Znojmo	Dyje	2491.4	10.3	14. 8.	14:00	462	375	0.151	100**
4370	Trávní Dvůr	Dyje	3448.5	11.6	14. 8.	9:00	516	168	0.049	10
4420	Dalečín	Svratka	367.0	3.34	14. 8.	4:00	216	87.6	0.239	10
4650	Dvorce	Jihlava	307.3	1.98	14. 8.	2:00	242	44.1	0.139	20
4805	Ladná	Dyje	12276.8	41.6	15. 8.	15:00	408	318	0.026	5–10

** – určeno dle podkladů pro neovlivněné řady kulminačních průtoků



Obr. 1.1 Doba opakování kulmináčného průtoku v profilech vybraných vodoměrných stanic během 1. vlny povodně. Čísla stanic viz sloupec Id v tab. 1.1.



Obr. 1.3 Znárodnění extremity kulminačního průtoku v říčních úsecích během 1. vlny povodně.

Na horní Lužnici dosažené maximální průtoky přesahovaly 100leté hodnoty dob opakování. Střední a dolní Otava s přítoky kulminovala zpravidla na hodnotách 20 až 50letých průtoků, na dolním toku Blanice byla hodnota 50letého průtoku překročena. Kulminace na ostatních tocích byly na úrovni 1letých až 10letých vod.

Druhá, hlavní povodňová vlna se začala vytvářet bezprostředně po nástupu druhé srážkové epizody v odpoledních hodinách dne 11. srpna. Nejvyšší srážkové úhrny se v rámci regionu vyskytly zejména na horní Blanici, Spůlce, na drobných tocích v okolí Českého Krumlova, na povodí horní Otavy a na části povodí Lomnice a Skalice. Srážky trvaly souvisle až do odpoledne 13. srpna. Jejich velikost a plošný rozsah v kombinaci s vysokým nasycením všech povodí po první srážkové vlně způsobily vývoj průtoků, které na většině pozorovaných toků dosud za celou dobu pozorování (posledních 100–130 let) nebyly vůbec dosaženy. Většina toků dosáhla svými kulminačními průtoky hodnot 100letých i vyšších.

Kulminace nastaly zpravidla během 13. srpna. Vydra, horní Blanice, Volyňka, střední Otava a Vltava nad VD Lipno I kulminovaly již 12. srpna. Na střední a dolní Lužnici došlo ke kulminaci však až 15.–16. srpna, a to jako důsledek zadržetí a transformace povodňové vlny rybníční soustavou, zejména rybníkem Rožmberk.

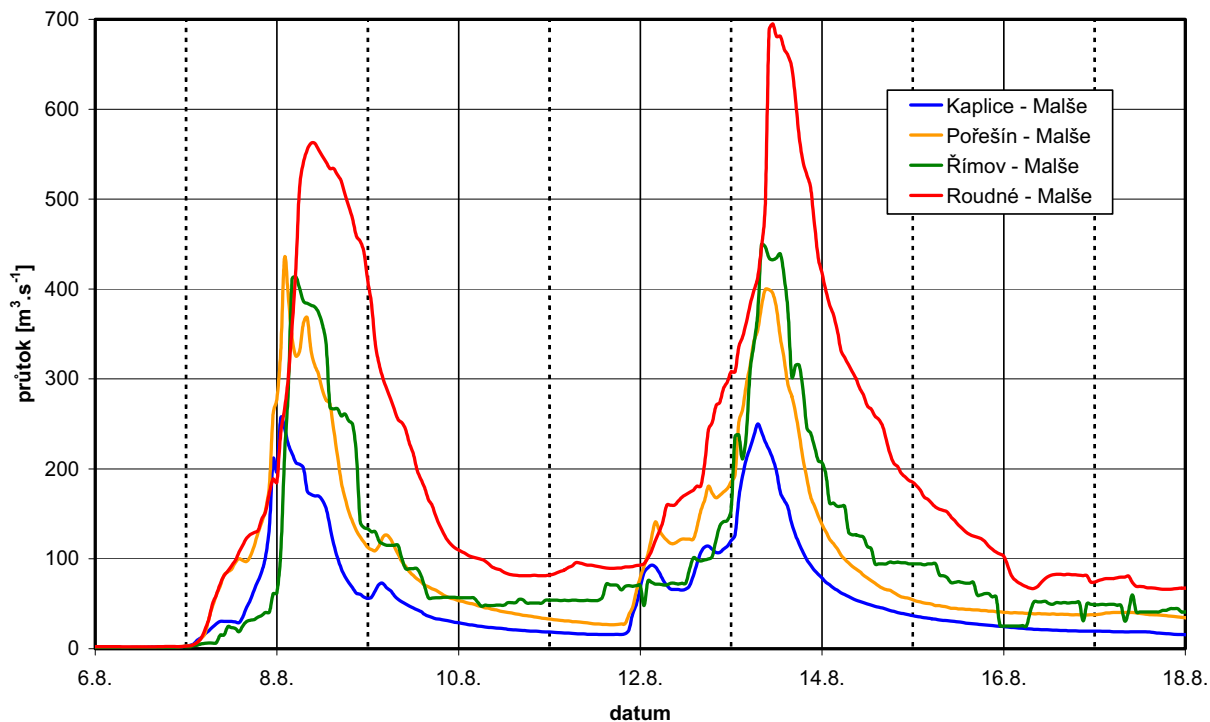
Nejvýznamnější povodňové průtoky se vytvořily na Vltavě v úseku od VD Lipno II až po VD Orlický, přičemž účinkem VD Lipno I došlo ke zmenšení kulminačního průtoků asi o $200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Doba opakování kulminačního průtoků pod VD Lipno II byla 50 let a postupně dále narůstala s nárůstem plochy povodí a v Českých Budějovicích pod soutokem s Malší již přesáhla hodnotu 1 000 let. Na Malši pod ústím Černé se opakovala situace z první povodňové epizody, avšak při větších průtocích na Stropnici. Proto i Malše pod Stropnicí měla v porovnání s první povodňovou vlnou výrazně větší průtoky.

Průběh druhé vlny na Lužnici byl ovlivněn několika mimořádnými událostmi. V důsledku protržení hráze podél Lužnice do pískovny u Majdaleny se voda přesunula zcela mimo koryto Lužnice v blízkosti vodoměrné stanice Pilař. Další mimořádnou událostí bylo protržení Novořecké hráze a nekontrolovatelný odtok téměř veškeré vody horní Lužnice z Nové řeky do Staré řeky, a tedy i do rybníka Rožmberk. Zde došlo postupně k další kalamitní situaci – přeplnění této nádrže s omezenou možností odtoku vody přelivem. Současně i Nežárka kulminovala na úrovni 100letých průtoků, takže na střední a dolní Lužnici došlo k částečnému souběhu vln z Rožmberka a z Nežárky, a to na úrovni dosahující a místně i překračující 1 000letý průtok.

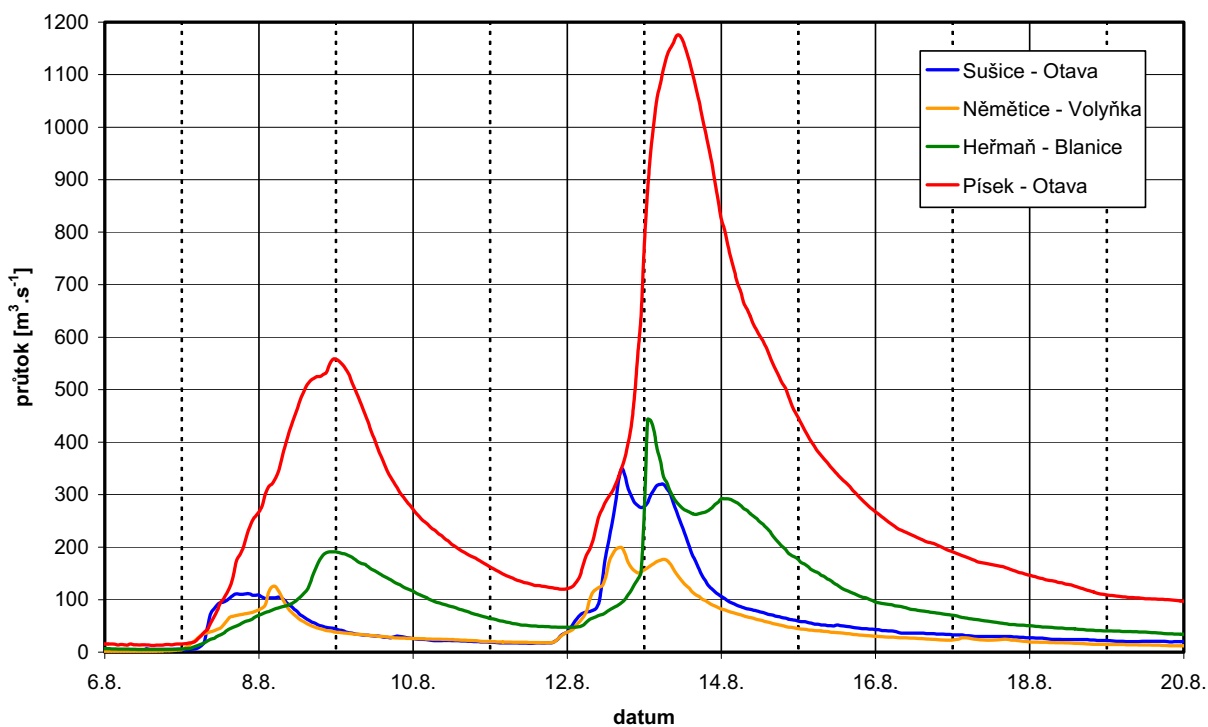
Rovněž mnohé přítoky Otavy, jako Ostružná, Blanice, Lomnice a Skalice, značně překročily hodnoty 100letých kulminačních průtoků, přičemž extrémita průtoků v Otavě narůstala směrem po toku. Otava v Písku kulminovala na úrovni 500–1 000letého průtoků, a to zejména za přispění naprosto extrémního přítoku z Blanice. Hladina Otavy v Písku (a Lužnice v Bechyni) byla navíc vzduta nádrží Orlický, což negativně ovlivnilo odtokové podmínky, a došlo ke zmenšení průtočné kapacity povodňového řečiště.

Přítok do vodní nádrže Orlický byl tvořen povodňovými vlnami na Vltavě, Otavě, Lužnici a na dalších přítocích zaústěných přímo do nádrže. Vzhledem k souběhu povodňových vln na většině těchto toků byl celkový přítok do nádrže naprosto mimořádný. Jeho velikost byla odhadnuta na základě hydrologického vyhodnocení jednotlivých přítoků, které provedl ČHMÚ, a bilančního vyhodnocení nádrže, které provedl Povodí Vltavy, s. p. Výsledný odhad kulminačního přítoku je $3 900 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá podle současných podkladů průtoků s dobou opakování přesahující 1 000 let.

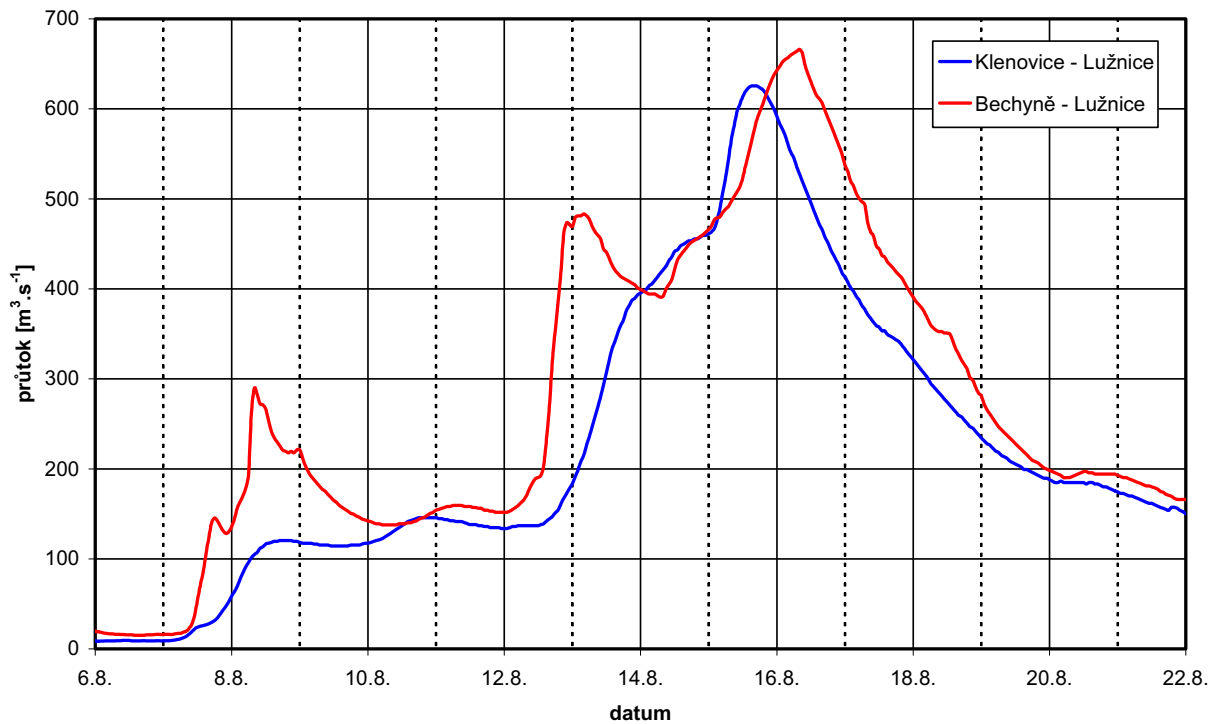
Graficky je průběh povodně na tomto povodí dokumentován hydrogramy povodňových vln, které jsou uvedeny na obr. 1.5–1.8.



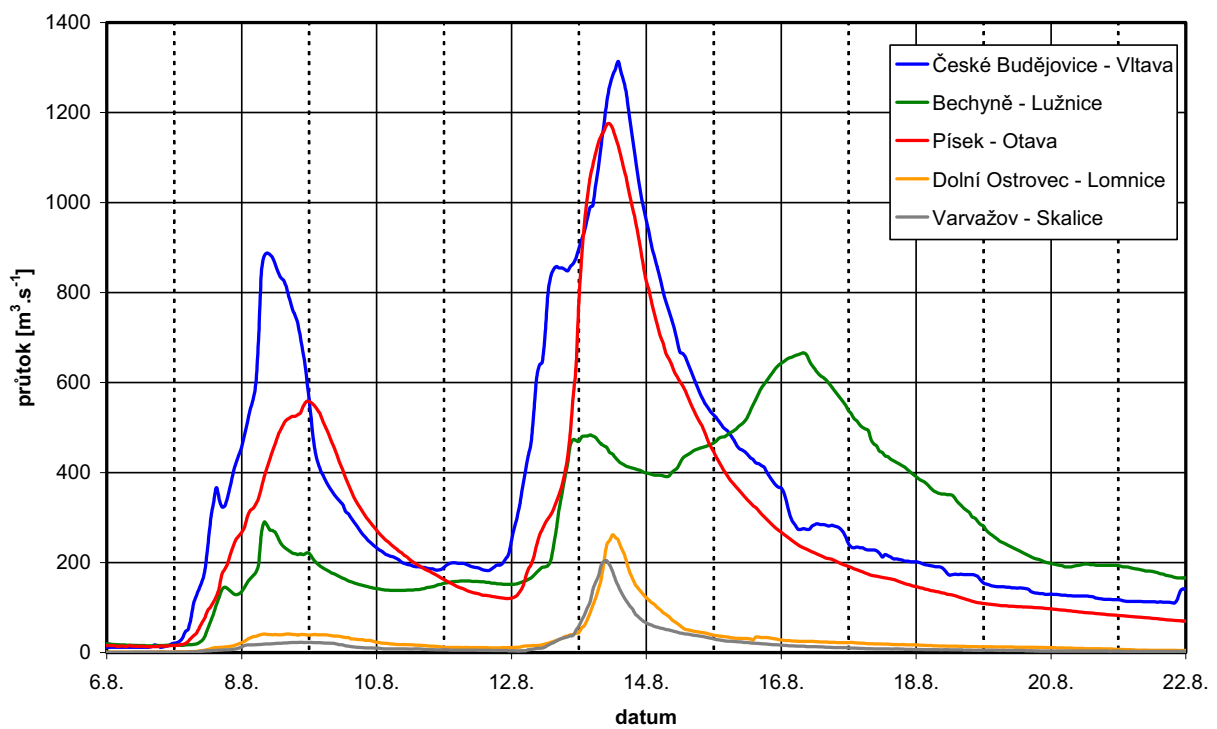
Obr. 1.5 Průběh povodně na Malši.



Obr. 1.6 Průběh povodně na Otavě a přítocích.



Obr. 1.7 Průběh povodně na Lužnici.



Obr. 1.8 Průběh povodně na přítocích do nádrže Orlik.

1.1.2 Povodí Berounky

Silně rozvodněny byly takřka všechny toky v povodí Berounky, přičemž na mnohých z nich se vyskytly největší kulminační průtoky za celé období pozorování.

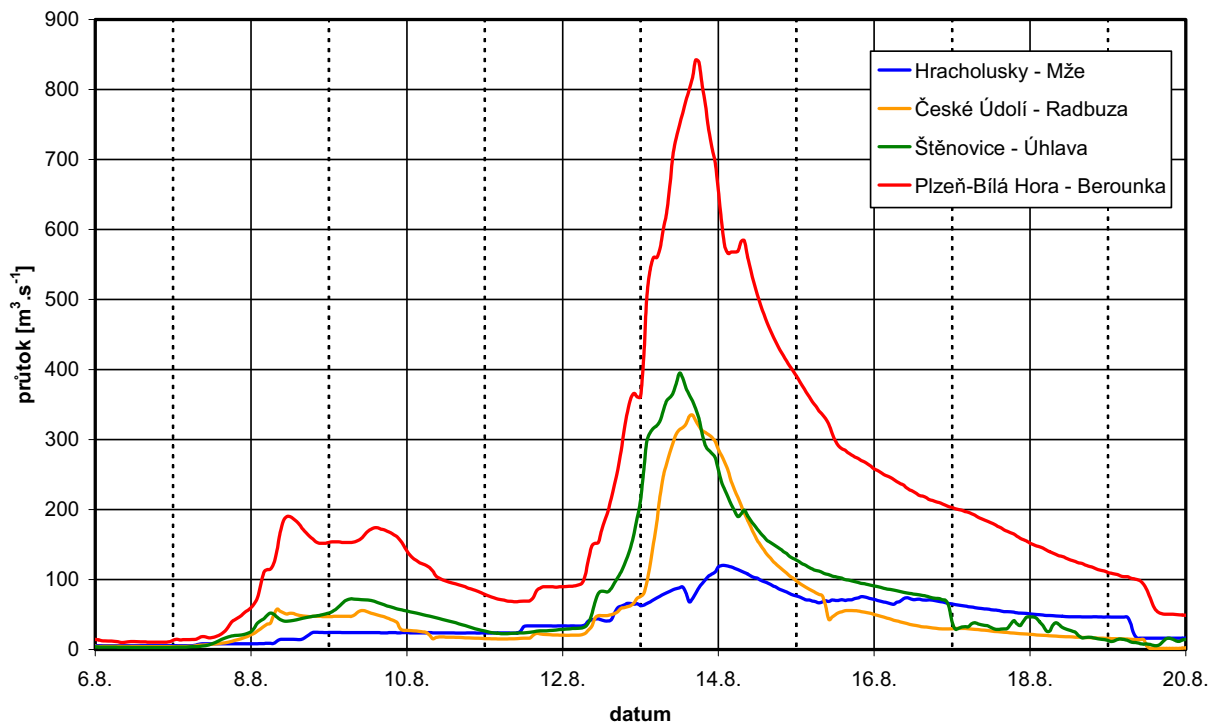
První povodňová vlna se dostavila po intenzivních srážkách 6. a 7. srpna. Šlo zejména o přítoky pramenící v jihozápadních Čechách (Úslava, Úhlava, Radbuza), kde došlo k prudším vzestupům hladin menšího významu, např. v Plzni na Berounce se jednalo o 1–2letý průtok. Podstatné bylo však mimořádně vysoké nasycení území touto srážkovou epizodou a tím i značné zmenšení jeho retenční kapacity.

Druhá vlna srážek (od 11. srpna) již zapříčinila naprosto katastrofální rozvodnění. V oblasti nejvydatnějších srážek ležela celá povodí Úslavy, Úhlavy, Klabavy a všech drobných pravostranných přítoků Berounky od Plzně až po Beroun. Naopak relativně nejméně srážek spadlo v povodí Mže a Střely. Plošnému rozložení srážkové činnosti odpovídala i odtoková odezva. Podstatná část trvalého a silného deště přecházela téměř bezprostředně v povrchový odtok. Hladiny na všech tocích proto již krátce po začátku srážkové činnosti začaly prudce stoupat. Kritická situace nastala v noci z 12. na 13. srpna, během které se hladiny na některých místech zvedly až o několik metrů. Všechny toky v povodí Berounky kulminovaly v průběhu dne 13. srpna.

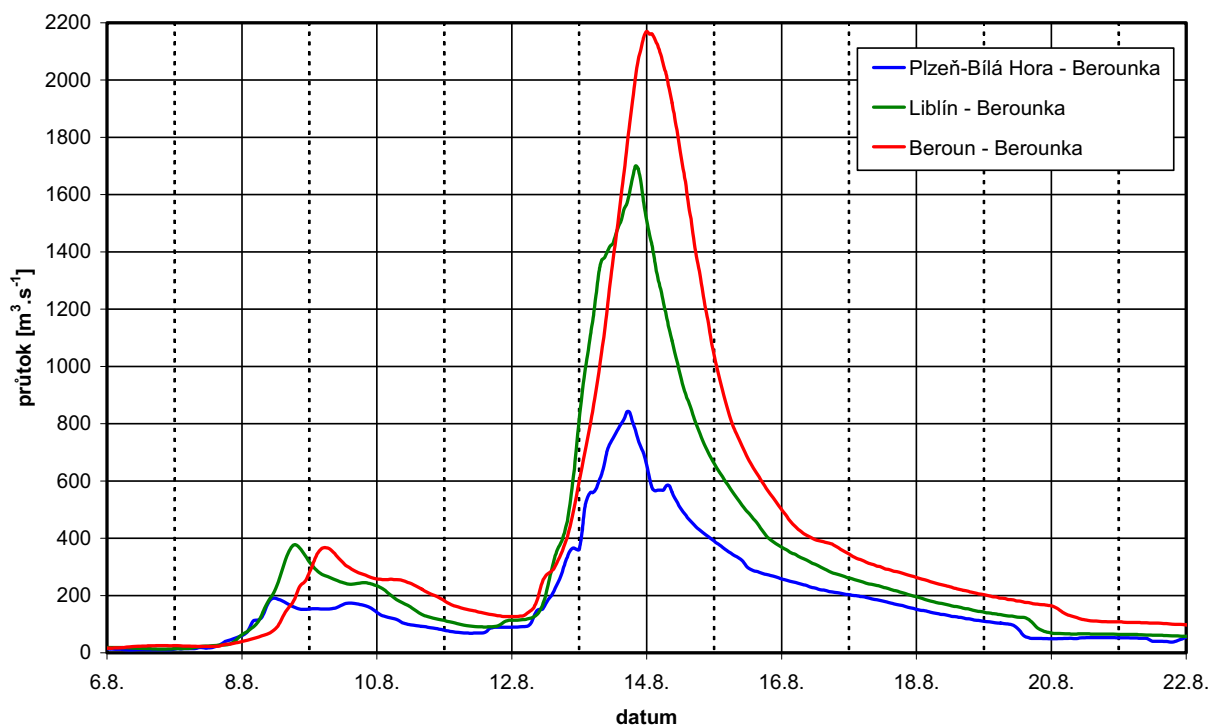
Nástup povodně i na větších tocích (s plochou povodí kolem 1 000 km²) byl v jejich závěrových profilech velmi strmý, podobně jako na horských bystřinách. Hlavní příčinou bylo zasažení poměrně plochých území zvláště v okolí Plzně intenzivním deštěm. Došlo ke střetu rychleji postupujících vln z horních částí povodí s odtokovou odezvou dolních partií povodí a vzestupy hladin byly tím značně urychleny. Např. časová vzdálenost výskytu kulminačního průtoku mezi profily Klatovy a Štěnovice na Úhlavě, resp. mezi Staňkovem a Lhotou na Radbuze se zkrátila na 1/3, resp. 1/5 obvyklé hodnoty. Retenční účinek VD České Údolí a rozlítí v širokých údolních nivách přinesly vzhledem k velkému objemu povodňových vln jen minimální zploštění vrcholů. I když nedošlo k přímému střetu kulminací, byl průchod povodňové vlny Plzní zcela výjimečný. Několikametrové nábřežní zdi v centru města nestačily a voda se na řadě míst začala rozlévat a zaplavovat přilehlý městský prostor. Úroveň hladiny výrazně přesáhla historické maximum z r. 1890. Průtoky ve Mži byly příznivě ovlivněny řízeným odtokem z VD Hracholusky (odtok z nádrže byl na úrovni 5letého průtoku), i když rozvodněné drobné toky v mezipovodí pod VD Hracholusky měly určitý negativní podíl na situaci ve městě. Berounka v Plzni v profilu Bílá Hora kulminovala na úrovni 100–200letého průtoku. Průběh povodně na Berounce a jejích přítocích je znázorněn na obr. 1.9.

Úroveň 100letého průtoku byla výrazně překročena na Radbuze, Úhlavě, Úslavě a Klabavě, což jsou, kromě Mže, všechny významné pravostranné přítoky formující odtok Berounky pod Plzní. Extremita kulminací v Berounce stoupala od Plzně po proud, v Liblíně a Berouně překročily vrcholové průtoky dobu opakování 500 let, přičemž na středním a dolním toku šlo o druhou největší zaznamenanou povodeň (největší se vyskytla v roce 1872). Vlivem rozlivů do inundací v úseku nad Prahou se povodňová vlna v dolní části toku transformovala a doba opakování kulminačního průtoku nad soutokem s Vltavou poklesla na hodnotu 200–500letého průtoku. Průběh povodně na Berounce je znázorněn na obr. 1.10.

Povodňová vlna na Berounce měla podstatný vliv na tvar a velikost průtokové vlny na dolním úseku toku Vltavy, především tím, že vrcholové fáze povodňových vln na Berounce a Vltavě se střetly ve stejnou dobu.



Obr. 1.9 Průběh povodně na Berounce a jejích přítocích (v Plzni).



Obr. 1.10 Průběh povodně na Berounce.

1.1.3 Povodí Vltavy pod vodním dílem Orlík po soutok s Labem

Povodí dolní Vltavy pod vodním dílem Orlík bylo, v porovnání s povodím horní Vltavy a Berounky, zasaženo srážkami sice méně, ale množství srážek bylo z hlediska dalšího vývoje povodně stále ještě velmi významné. Přesto rozhodující význam pro formování povodně na dolní Vltavě měla povodňová vlna z horní Vltavy a Berounky.

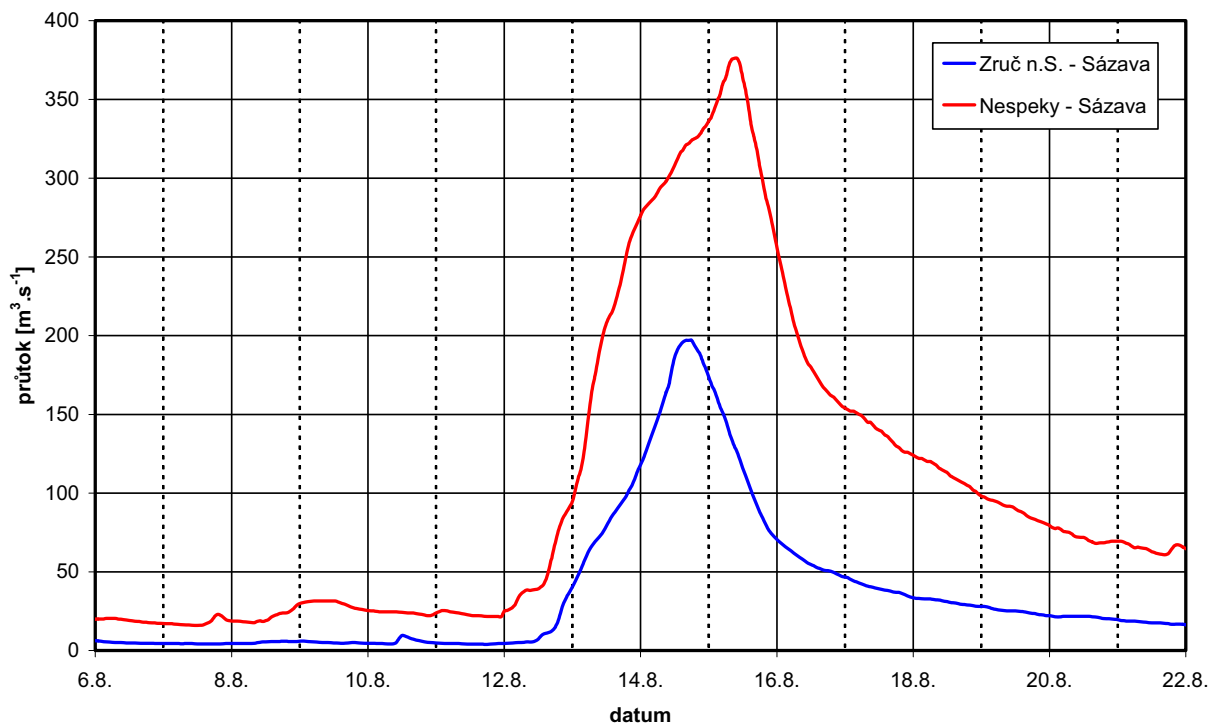
První vlna povodně na Vltavě byla značně eliminována nádržemi Vltavské kaskády a povodí Berounky bylo zasaženo jen částečně relativně méně extrémními srážkami, takže v Praze byl zaznamenán jen 5letý průtok.

Vliv Vltavské kaskády na průběh povodně byl podrobně vyšetřen v rámci 3. etapy Projektu a je podrobně popsán v kapitole 1.3.1 této zprávy.

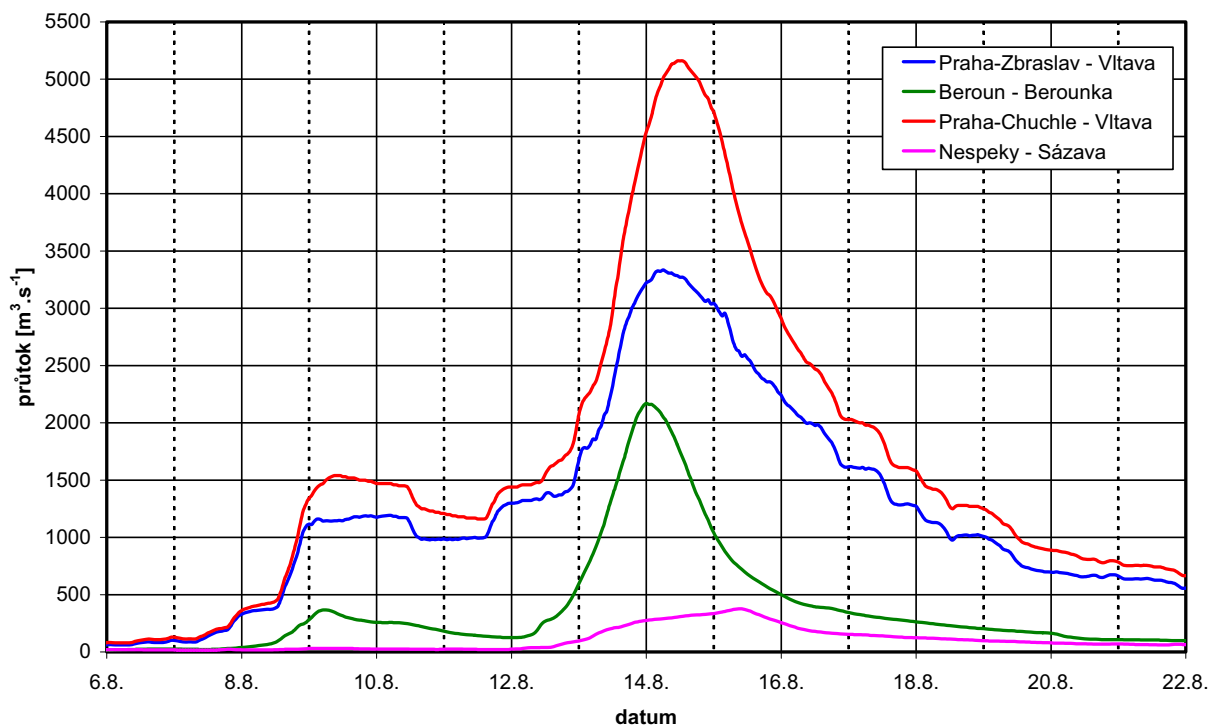
Menší přítoky do ostatních nádrží Vltavské kaskády pod VD Orlík byly také značně rozvodněny, např. potok Mastník kulminoval na úrovni 50–100letého průtoku a kulminační průtok Kocáby při ústí do Vltavy dosáhl doby opakování 50 let.

V povodí Sázavy první vlna srážek zasáhla pouze povodí Želivky, což však stačila soustava nádrží v povodí eliminovat, takže přítok do Sázavy byl jen mírně zvětšený. Druhá vlna srážek však byla vydatnější a zasáhla téměř celé povodí Sázavy, přičemž významnější srážková činnost, na rozdíl od většiny ostatního území, se udržela až do 14. srpna a způsobila výrazné rozvodnění vlastní Sázavy i většiny jejích přítoků. Hodnota doby opakování kulminačního průtoku Želivky nad VD Švihov dosahovala 5 let, ale byla účinkem nádrže snížena na 1–2letý průtok. Sázava kulminovala v Nespekách až 15. srpna v dopoledních hodinách (na úrovni 5–10letého průtoku), a nedošlo tím tak ke střetu s kulminačním přítokem z Vltavy. Průběh povodně na Sázavě je znázorněn na obr. 1.11.

Ke střetu vrcholů povodňových vln naopak došlo na soutoku Vltavy a Berounky. Hydrogram Vltavy ve Zbraslavi byl zkonstruován jako rozdíl průtoků v Praze-Chuchli a Berounky v Berouně se zohledněním postupové doby a transformace na dolním toku Berounky. Tímto způsobem odvozený a následným hydraulickým výpočtem potvrzený kulminační průtok ve Zbraslavi odpovídá svým významem době opakování 200–500 let. Průběh povodně na Berounce v Berouně a na Vltavě ve Zbraslavi a Malé Chuchli je zachycen na obr. 1.12.



Obr. 1.11 Průběh povodně na Sázavě.



Obr. 1.12 Průběh povodně na Vltavě (v Praze) a Berounce.

Vltava v Praze kulminovala 14. srpna ve 12 hodin na hodnotě vodního stavu 782 cm (vodočet Praha-Chuchle) a průtoku $5\,160\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, což odpovídá době opakování zhruba 500 let. Jedná se vůbec o největší vyhodnocený průtok na Vltavě v Praze v historii pozorování. Vyhodnocení průtoku v Praze se mohlo opřít o několik měření povrchových rychlostí pomocí plováků, z nichž jedno bylo provedeno 14. srpna odpoledne asi 10 cm pod kulminačním stavem (podrobněji viz kap. 2.1).

Pro další postup povodňové vlny Vltavy pod Prahou byly charakteristické široké rozlivy v úseku od Kralup až po Mělník. Zde docházelo k prvním výrazným přirozeným transformacím kulminačního průtoku na Vltavě pod Vltavskou kaskádou. Vzhledem k tomu, že při relativně menším průtoku v Labi byla výška hladiny v Labi v porovnání s výškou hladiny Vltavy podstatně nižší, Vltava způsobila na Labi značné zpětné vzduť hladiny na úseku toku směrem k Brandýsu. Tím se jednak rozšířila oblast záplavy, ale také došlo k dalšímu podstatnému zmenšení kulminačního průtoku na Labi pod Mělníkem. Kulminace hladiny v Mělníku nastala 15. srpna ve 13 hodin, což je o 24 hodin později než v Praze.

1.1.4 Povodí Labe nad soutokem s Vltavou

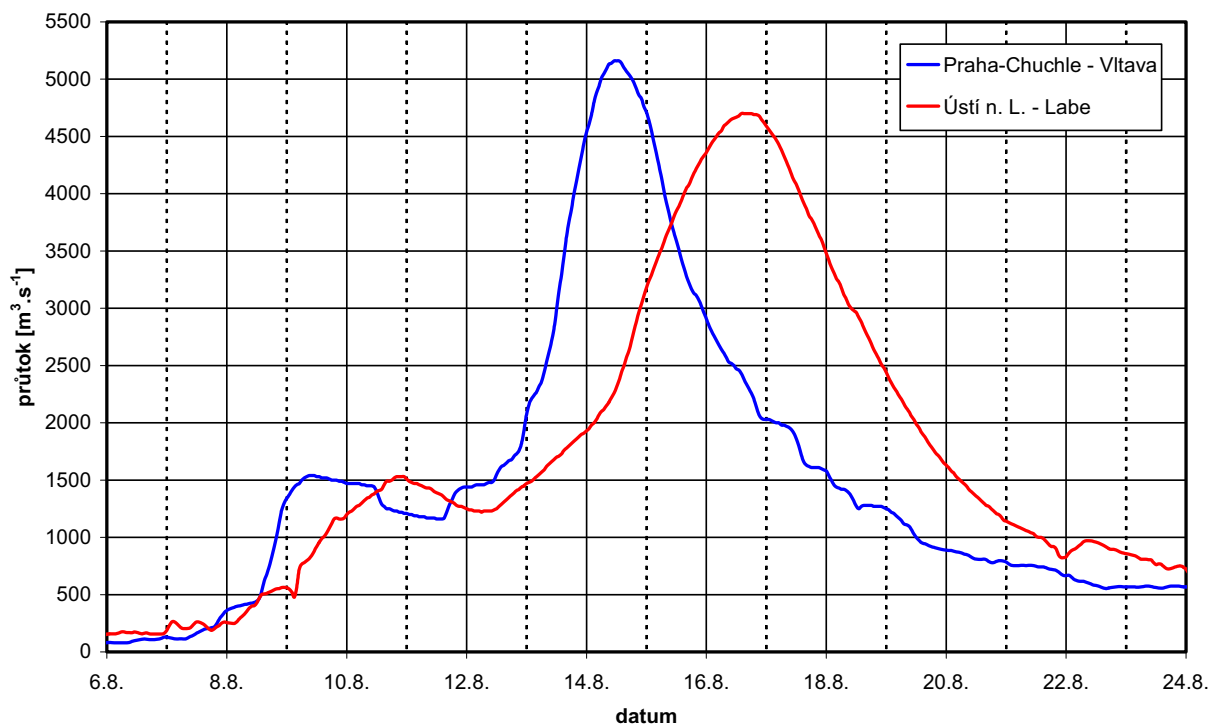
Toto povodí jako celek významněji zasažené povodní nebylo. Výjimkou je horní Jizera, která byla rozvodněna následkem extrémních srážek na hřebenech Jizerských hor, které převážně spadly 13. srpna. Plošný rozsah srážek nebyl velký, a navíc podstatná část odtoku byla zachycena nádržemi Souš a Josefův Důl. Doba opakování kulminačních průtoků na horním toku Jizery byla na úrovni 10letých průtoků, na středním a dolním toku došlo k výrazné transformaci povodňové vlny, takže v závěrovém profilu Předměřice šlo již jen o 2–5letý průtok. Průběh povodně v Jizerských horách je detailněji popsán v kapitole 1.2 a dále v samostatné příloze „*Povodeň v srpnu 2002 v Jizerských horách*“.

Významnější povodně spíše lokálního rozsahu postihly také některé levostranné přítoky Labe, ale s přispěním retenčního účinku nádrží na těchto tocích nedosáhly průtoky extrémních hodnot. Na Doubravě doba opakování přesáhla 20 let, na horním toku Chrudimky se jednalo o více než 5letý průtok. Na ostatním území v povodí horního Labe byl jen výjimečně překročen 1letý průtok. Kulminační průtok v Brandýse nad Labem byl hodnocen jako 1–2letý, pro průtoky na dolním Labi byl tedy naprosto určující přítok z Vltavy.

1.1.5 Povodí Labe od soutoku s Vltavou po státní hranici

Z hodnocených území bylo toto povodí jako celek zasaženo z hlediska vývoje dalšího průběhu povodně jen nepříliš významnými srážkami. Intenzivní srážky se vyskytly pouze v hřebenové partii Krušných hor, kde došlo k rozvodnění některých malých toků (viz kapitolu 1.2). Kulminační průtoky na přítocích do Labe (s výjimkou Bíliny s dobou opakování 20 let) neovlivnily proto zásadním způsobem průtoky hlavního toku. Kulminační průtoky v Ohři byly významně redukovány účinkem nádrže Nechanice, a to z 2–5leté úrovně na úroveň menší než 1letého průtoku.

Vlivem širokých rozlivů docházelo k podstatnému zpomalení dalšího postupu povodňové vlny v Labi, takže Labe v Ústí nad Labem kulminovalo až 16. srpna ve 14 hodin, což je více než 48 hodin po kulminaci Vltavy v Praze. Rovněž došlo k dalším podstatným transformacím povodňové vlny a postupnému zmenšování kulminačního průtoku. Tyto transformační účinky rozlivů zřejmě vyvrcholily vytvořením rozsáhlého jezera v okolí Terezína u Litoměřic na soutoku Labe a Ohře. Množství zde zadržené vody zatím není známo, jeho vyhodnocení bude možné až na základě simulace průchodu povodňové vlny pomocí matematického modelu (III. etapa Projektu). Velikost transformace kulminačního průtoku povodně od Prahy po Ústí nad Labem je odhadována na základě bilančních výpočtů na



Obr. 1.13 Průběh povodně na Vltavě (v Praze) a Labi (v Ústí nad Labem).

1 000 m³.s⁻¹. Pod Litoměřicemi již Labe vtéká do poměrně úzkého údolí Českého středohoří, možnosti další transformace povodňové vlny až po státní hranici se SRN jsou již omezeny a postup vlny se tak urychlil. V Děčíně nastala kulminace 16. srpna v 19 hodin a ve Hřensku o tři hodiny později.

Vzhledem ke složitým hydraulickým podmínkám na soutoku Vltavy a Labe nebylo zatím možné vyhodnotit kulminační průtok v Mělníku, a tím ani stanovit dobu opakování v tomto profilu. Z vyhodnocení průtoků v dalších vodoměrných profilech na Labi, tj. v Ústí nad Labem, Děčíně a Hřensku, vyplývá, že doba opakování kulminačních průtoků na dolním Labi (po státní hranici se SRN) dosáhla hodnoty 100–200 let, takže došlo k postupnému snižování extremity povodně.

Průběh povodňové vlny v profilu Ústí nad Labem je společně s průběhem vlny na Vltavě v Praze uveden na obr. 1.13.

1.1.6 Povodí Dyje

První vlna srážek způsobila v horní části povodí Dyje 5–10leté kulminační průtoky, které byly zachyceny Vranovskou přehradou. Ve dnech 11.–13. srpna následovala druhá, výraznější vlna srážek, s jádrem nad povodím Německé Dyje (na rakouském území) a jižními Čechami, která zasáhla i větší území.

Řeka Dyje vzniká soutokem Německé Dyje (v Rakousku se nazývá Deutsche Thaya) a Moravské Dyje u města Raabs v Rakousku a jako spojený tok vstupuje nad Vranovskou přehradou na území ČR. V povodí Moravské Dyje, kde byly srážky nižší, byla kulminace povodně v nejvýše položené vodoměrné stanici Janov o velikosti 10letého průtoky. Průtoky v Dyji určoval zejména přítok z rakouského území, kde ve stanici Raabs pod soutokem Moravské a Německé Dyje dosáhla doba opakování kulminačního průtoky více než 200 let. Dále se již extremity povodně, vzhledem k nižším úhrnům srážek na území pod soutokem

obou Dyjí, poněkud zmenšovala. Ve stanici Podhradí nad Vranovskou přehradou, která je první vodoměrnou stanicí Dyje na území ČR, byl největší průtok 13. srpna o půlnoci na úrovni 200letého kulminačního průtoku. Do Vranovské přehrady ústící Želetavka kulminovala na úrovni 50letého průtoku. Na Dyji pod Vranovskou přehradou ve stanici Vranov-Hamry byla dosažena kulminace při průtoku mírně překračujícím dobu opakování 100 let, přičemž průtok se stejnou extremitou prošel i Znojenskou přehradou. K výraznějším rozlivům došlo v dolní části Znojma a dále, kde řeka přechází do rovinnatého území.

K větším levobřežním záplavám způsobeným Dyjí došlo v poledních hodinách 14. srpna u obce Dyjákovice. V době největšího průtoku se zde přelévalo přes hráze přibližně $25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Tato voda vytvořila jezero, které se postupně pohybovalo mimo ohrázené koryto toku ve směru na obce Hevlín, Trávní Dvůr, Jevišovku a Drnholec. Malá část této vody byla přečerpávána (např. u Hevlína) zpět do Dyje a určitá část se dostala do Dyje zpět říčkou Jevišovkou.

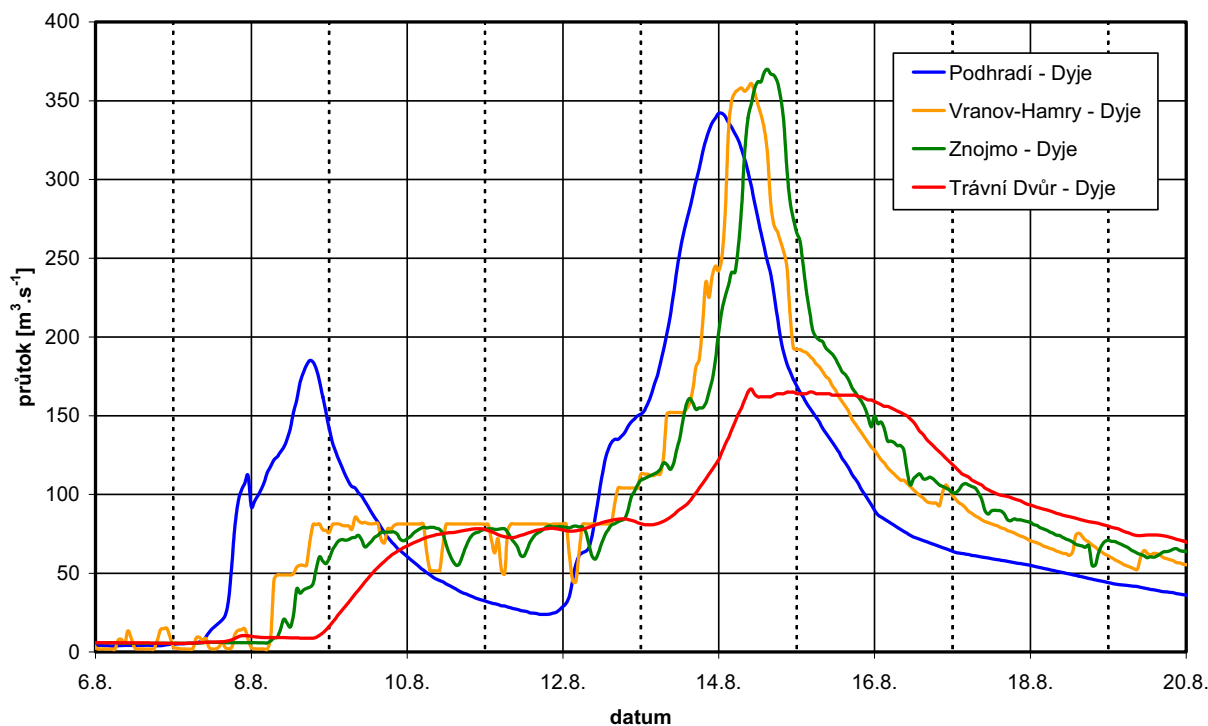
K protržení ochranné hráze došlo v oblasti mezi Hevlínem a Trávním Dvorem mimo hlavní tok Dyje na dvou místech dne 14. srpna dopoledne. V prvním případě šlo o protržení hráze na rakouské straně, asi 500 m od české hranice, na místním toku Bockgraben, ústícím do Mlýnského náhonu. V době největšího průtoku zde teklo $25\text{--}40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Druhé protržení vzniklo u soutoku Mlýnského náhonu a Dyje a v době největšího průtoku tady teklo přibližně $85 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Oba případy byly způsobeny vlivem zpětného vzduť vody z vlastního toku řeky Dyje. Jezero vody vzniklé následkem destrukce hrází se pohybovalo po pravé straně ohrázeného toku Dyje přes české a částečně i rakouské území ve směru na Novosedly. Poté zůstalo po pravé straně ohrázené Dyje drženo silnicí Drnholec – Brod nad Dyjí a v prostoru mezi obcí Jevišovka a Novosedly.

V důsledku všech uvedených rozlivů došlo ke zmenšení proteklého objemu v tomto úseku Dyje asi o 20 mil. m^3 vody a k výraznému snížení extremity kulminačního průtoku. Ve vodoměrné stanici Trávní Dvůr na Dyji klesl kulminační průtok na hodnotu 10letého průtoku. Tento ovlivněný průtok přitékal téměř dva dny přibližně ve stejné velikosti do horní nádrže Nové Mlýny. Řeka Jihlava ústící do střední nádrže kulminovala 1–2letým průtokem a řeka Svratka méně než půlletým průtokem. Průtok pod Novomlýnskými nádržemi kulminoval ve vodoměrné stanici Ladná na Dyji dne 15. srpna na hodnotě doby opakování nižší než 5 let.

Větší průtoky se vyskytly i v povodí řeky Jihlavy. Na horním toku dosáhly kulminační průtoky úrovně 20leté doby opakování, na dolním toku bylo dosaženo kulminačního průtoku na úrovni 2–5leté doby opakování. Průběh povodně v několika vodoměrných stanicích na Dyji je znázorněn na obr. 1.14.

1.2 Průběh povodně na malých a nepozorovaných povodích

V rámci státní sítě povrchových vod, kterou spravuje ČHMÚ, je dnes sledováno asi 40 povodí s plochou do 20 km^2 . Z nich zhruba deset se nachází na území, které bylo zasaženo srpnovou povodní. Sledováno je tak jen velmi malé procento ploch podobného rozsahu. Toto pozorování je velmi důležité, především pro výzkumné účely a také zjišťování velikosti odtoku z malých povodí při mimořádných srážkových událostech. Hydrogramy povodňových vln, vyhodnocené v profilech s malou plochou povodí, nejsou ještě tolik transformovány koryty vodních toků a jejich kulminační průtoky umožňují odvodit hodnoty netransformovaných specifických plošných odtoků. Tím lze lépe pochopit princip tvorby povodně a rovněž osvětlit vliv krátkodobé a dlouhodobé retenční schopnosti půd a půdního pokryvu v povodí na průběh povodně a odtokový režim vůbec. Většina hydrologických posudků, které poskytuje ČHMÚ uživatelům, je přitom požadována právě pro malá povodí.



Obr. 1.14 Průběh povodně na Dyji.

V srpnu 2002 byly intenzivními a mimořádně vydatnými srážkami zasaženy vrcholové partie Jizerských a Krušných hor. V případě Jizerských hor se jednalo o území nevelkého rozsahu, kde je zřízeno několik experimentálních povodí, která jsou velmi podrobně monitorována ČHMÚ. V případě Krušných hor bylo zasaženo podstatně větší území, převážně na německé straně, přičemž nejvíce postižená povodí na české straně nejsou sledována ČHMÚ.

V jižních Čechách byly velmi extrémní povodňové průtoky v povodí Polečnice (levostranný přítok Vltavy v Českém Krumlově), kde se kromě dvou srpnových epizod vyskytla významná povodeň také 1. září. Povodí je sledované, ale během srpnové povodně byla vodoměrná stanice zničena.

Vyhodnocení povodně na vybraných tocích a úsecích toků, které nejsou sledovány pozorovací sítí vodoměrných stanic ČHMÚ, bylo provedeno pracovníky Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka. Volba profilů a říčních úseků směřovala k těmto cílům:

- přispět ke zvýšení spolehlivosti obtížně stanovitelných povodňových průtoků Otavy v Písku a Berounky v Berouně,
- vyčíslit průtoky z malých, velmi postižených povodí, na kterých vodoměrné stanice neexistují nebo byly zcela zničeny,
- objasnit velikost přítoků z ploch povodí příslušejících úsekům toků mezi vodoměrnými stanicemi (zejména v povodí Berounky),
- poskytnout podklady pro zpřesnění návrhových veličin na malých povodích.

Pozornost byla věnována oblastem s extrémními naměřenými srážkovými úhrny a tokům v jejich říční síti. Konkrétně šlo o severovýchodní části Krušných hor (povodí Ohře a Bíliny), Novohradské hory (povodí Malše), povodí horní Vltavy, dále povodí Klabavy a Třemošné. Na toku Polečnice (levostranný přítok Vltavy v Českém Krumlově), kde proběhly v létě roku 2002 tři významné povodně krátce po sobě, byl proveden průzkum a vyhodnocení všech těchto povodňových epizod.

Kulminační průtoky byly vypočteny a vyhodnoceny celkem v 63 profilech. Přehled výsledků měření je uveden v tab. 1.3. Dále se uvádějí jen ilustrativně z těchto vybraných území některá významnější zjištění a informace.

Tab. 1.3 Přehled vyhodnocení průtoků srpnové povodně 2002 v nepozorovaných profilech

Číslo profilu	Tok	Profil	Úhrn srážek 6.-15.8. [mm]	Kulminační průtok [m ³ .s ⁻¹]	Plocha povodí [km ²]	Specifický odtok [m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²]
<i>Povodí Berounky</i>						
0	Berounka	Srbsko - lávka	166	2300	8577	0,3
0	Berounka	Srbsko - býv. lom	166	2300	8578	0,3
1	Klabava	Dobřív	248	175	118	1,5
2	Klabava	Hrádek - Kocanda	246	140	169	0,8
3	Klabava	nádrž Klabava	230	238	331	0,7
4	Klabava	Nová Huť, stanice ČHMÚ	227	295	359	0,8
5	Klabava	pod Chrástem, most	227	300	366	0,8
6	Klabava	Chrást, u továrny Elis	227	323	367	0,9
7	Holoubkovský potok	Borek, most pod Boreckým rybníkem	214	77	79	1,0
8	Ejpovický potok	ústí do Klabavy	210	11	7,4	1,5
27	Třemošná	Třemošná, kamenný most	158	59	191	0,3
28	Třemošná	Břizský mlýn	160	56	207	0,3
29	Třemošná	Hromnice - Žichlice, most	160	62	216	0,3
30	Třemošná	Třemošnice, nad truhlářstvím	160	54	227	0,2
31	Třemošná	pod Chotinnou	161	60	241	0,2
32	Třemošná	Kacěfov, most	161	63	244	0,3
33	Úslava	Ždírec, most	217	220	374	0,6
34	Bradava	Spálené Poříčí, most	242	107	80	1,3
48	Zbizožský potok.	Podmokelský mlýn	163	60	149	0,4
49	Zbizožský potok	Mlýn Slapnice	163	80	155	0,5
<i>Povodí Ohře, Biliny a Gottleuby</i>						
10	Bouřlivec	pod Lahošti	227	11,6	33,9	0,3
11	Hutná	nad Málkovem	202	2,8	10,1	0,3
12	Petrovický potok	Petrovice	228	4	2,9	1,4
13	přeložka Zalužanského p.	pod nádrží Kateřina	88	3,7	56,8	0,1
14	Slatina	Krásný Les, nad Mordovou roklí	273	4,5	3,2	1,4
15	Bystřice	mostek u zatáčky pod Cínovcem	347	5,7	1,35	4,2
15	Bystřice	neupravené koryto pod mostkem	347	11,5	4,08	2,8
15	Liščí potok	stupeň nad ústím do Bystřice	347	5,5	1,97	2,8
15	Bystřice	stupeň pod ústím Liščího p. do Bystřice	347	17,5	6,53	2,7
15	Bystřice	přírodní koryto nad přehrázkou	347	22	6,58	3,3
15	Bystřice	přehrážka	347	25	7,09	3,5
15	Bystřice	dlážděné koryto pod přehrázkou	347	33	8,59	3,8
16	Telnický potok	přehrážka nad Telnicí	237	3,9	6,6	0,6
17	Rybný potok	stupeň pod Krásným lesem	285	20	10,4	1,9
<i>Povodí Malše</i>						
18	Černá	pod Benešovem	405	77	64	1,2
19	Pohořský potok.	pod Leopoldovem	404	52	21	2,5
20	Pohořský potok	Pohorská Ves, most	404	98	32	3,1
21	Pohořský potok.	Meziříčí, nad pilou	404	66	48	1,4
22	Svinenský potok	Žumberk, BP rybníka	347	27	27	1,0
23	Stropnice	Dolní Stropnice, propustek nad obcí	386	12	14	0,9
24	Malše	Dolní Dvořiště	335	245	116	2,1
<i>Povodí Otavy</i>						
35	Otava	Katovická hora	247	340	1133	0,3
36	Otava	Písek - Zátaví	252	1450	2903	0,5
<i>Povodí Polečnice</i>						
37	Polečnice	Hořice	302	28	29,3	1,0
38	Čertice	soutok s Polečnicí	324	31	8,4	3,7
39	Kaliště	soutok s Polečnicí	343	20	5,3	3,8
40	Polečnice	Novosedly	315	100	72,5	1,4
41	Polečnice	Kájov	315	110	82,7	1,3
42	Chvalšinský potok.	Obec Chvalšiny	288	35	47,9	0,7
43	Chvalšinský potok.	Křenovský Dvůr	269	87	95	0,9
44	Chvalšinský potok.	soutok s Polečnicí	269	90	97,6	0,9
<i>Povodí Vltavy</i>						
0	Křemžský potok	Brloh, hlásný profil	285	58	41,1	1,4
0	Křemžský potok	Kremže, most	285	90	84,7	1,1
47	Křemžský potok	Holubov, most	285	120	107	1,1
25	Křemžský potok	Třísovský Hamr	285	160	126	1,3
26	Smutná	Modlíkov, most	263	65	53	1,2
9	Kocába	Kansas, nad Štěchovicemi	149	80	307	0,3

1.2.1 Malé toky v Jizerských horách

Český hydrometeorologický ústav provádí pozorování ve vrcholové části Jizerských hor na 7 malých povodích o ploše 1,87–10,6 km². Čtyři z těchto povodí jsou odvodňována do povodí Labe, tři příslušejí do povodí Odry. Všechna povodí jsou vybavena záznamovými přístroji vodních stavů a celkově je na nich nainstalováno 22 ombrografů pro měření srážek.

Srážkové situaci ve dnech 12.–13. srpna 2002 předcházelo v Jizerských horách poměrně suché období a ani ve dnech 6.–7. srpna se zde nevyskytly žádné mimořádné srážky. Půda nebyla nasycena, což příznivě ovlivnilo odtokové poměry a extremita povodně byla výrazně menší než extremita srážek.

Pršet začalo dne 11. srpna ve večerních hodinách, nejprve mírně, od nočních hodin 12. srpna již intenzivně. Déšť ustal v ranních hodinách dne 14. srpna. Dne 12. srpna napršelo v experimentálních povodích 34–76 mm srážek, dne 13. srpna 151–278 mm srážek. Celkem od 11. do 13. srpna spadlo ve vrcholových partiích 200–350 mm, v podhůří 130–200 mm, na polské straně hor 200–230 mm srážek.

Dosažená jednodenní maxima srážkových úhrnů na Knajpě a Smědavské hoře (278 mm a 271 mm) se blíží 100leté době opakování. Kromě tří lokalit byly všude v experimentálních povodích zaznamenány 2denní úhrny srážek vyšší než 200 mm. Jejich hodnoty na Knajpě a Smědavské hoře (354 mm a 336 mm) odpovídají době opakování 50 let. Vysoké hodnoty denních srážkových úhrnů nejsou v centrální oblasti Jizerských hor nic neobvyklého. Srážky vyšší než 300 mm v třídenním úhrnu se vyskytly v minulosti již několikrát (1897, 1920, 1938, 1958) a vždy byly příčinou vzniku povodně.

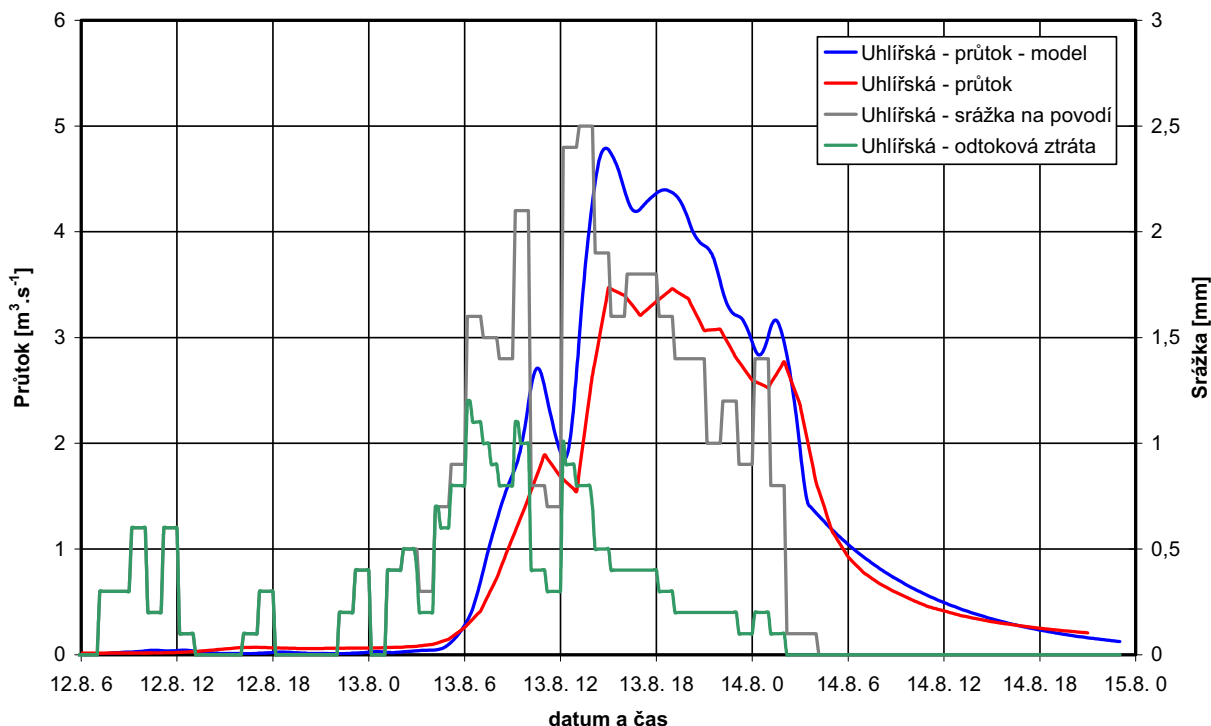
Hodnoty průtoků dne 11. srpna před zvýšením vodních stavů odpovídaly dle stávajících hydrologických poměrů 364denním průtokům až 270denním průtokům. Vodní stavy se výrazně zvyšovaly od ranních hodin dne 13. srpna a začaly kulminovat mezi 14. až 16. hodinou. Vysoké vodní stavy se udržely několik hodin a reagovaly citlivě na změny intenzity srážek. Po 22. hodině již na všech tocích vodní stavy klesaly.

V době kulminace dosáhly průtoky úrovně 2–10letých dob opakování. Specifické maximální průtoky se pohybovaly v rozmezí 1,9 až 3,9 m³.s⁻¹.km⁻². Na povodí Smědava II (Černá Smědá) došlo k poškození vodoměrné stanice, a tak průběh povodně nebyl zaznamenán.

Bilanční posouzení srážek a odtoku ukázalo velké rozdíly ve velikosti koeficientů odtoku na jednotlivých povodích. Na několika povodích byl proto ověřován průběh povodně pomocí srážkoodtokového modelu HEC-HMS (HEC-1), s jehož pomocí byl rovněž odvozen hydrogram povodně na dočasně nepozorovaném povodí Smědava II. Na obr. 1.15 je uveden příklad výstupu z modelu na povodí Uhlířská, kde byly modelem odvozeny nižší odtokové ztráty a tudíž vyšší odtoky než ty, které byly získány pomocí měrné křivky průtoků.

Podrobnější výsledky hodnocení jsou uvedeny v samostatné příloze „*Povodeň v srpnu 2002 v Jizerských horách*“.

Z provedeného vyhodnocení bilance srážek a odtoků vyplývá, že bude nutno věnovat velkou pozornost posouzení odhadu velikostí kulminačních průtoků a v dalším výzkumu na experimentálních povodích se více zaměřit na krátkodobou a dlouhodobou retenční schopnost půd.



Obr. 1.15 Pozorovaný a modelovaný průběh povodňové vlny v profilu experimentálního povodí Uhřetřeben na Černé Nise.

1.2.2 Krušnohorské toky

Vyhodnocování kulminačních průtoků bylo zahájeno bezprostředně po srpnové povodni v povodí Dubské Bystřice a na malých tocích v Krušných horách. Na podstatné části hřebene Krušných hor přesáhly srážky úhrn 200 mm, v německé stanici Zinnwald (Cínovec) byla dosažena hodnota jednodenního úhrnu dne 12. srpna 313 mm, což se dá považovat za druhý nejvyšší zaznamenaný jednodenní úhrn v ČR (vzhledem ke vzdálenosti – cca 500 m – od státní hranice) za celou dobu, kdy se srážky pozorují. Srážka proběhla ve dvou dnech, takže celkový úhrn příčinné srážky je v oblasti Cínovce přibližně 400 mm. Srážkové pole bylo rozloženo na návětrné německé straně, směrem do Čech od hřebene hor se srážky prudce snižovaly, takže rozvodněny byly zejména horní toky levostranných přítoků Ohře a Bíliny.

Z průzkumu vyplynulo, že pouze na Dubské Bystřici proběhla povodeň s mimořádnými důsledky, v ostatních posuzovaných tocích nebyly patrné žádné úkazy, které by svědčily o výjimečnosti odtokové situace. Celkem bylo na Dubské Bystřici a jejích přítocích zaměřeno a vyhodnoceno 8 profilů, kulminační průtoky byly vyhodnoceny pro potoky Bouřlivec, Zálužanský, Rybný, Telnický, Slatina, Petrovický a Hutná.

Průtoky vyhodnocené na Dubské Bystřici přesáhly úroveň hodnot se 100letou dobou opakování, například při vtoku do obce Dubí překročil průtok $30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což při ploše povodí $11,5 \text{ km}^2$ odpovídá specifickému odtoku $2,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (průtok 100leté vody má zde hodnotu $25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Ničivý účinek povodně na upravený tok bystřiny spočíval zejména v tom, že povodeň měla dlouhé trvání, dané dlouhou dobou deště a zcela extrémní odtokovou výškou přibližně 300 mm, což je 2,5 násobek výšky, udávané v této oblasti jako hodnoty se 100letou dobou opakování. Každé narušení upraveného řečiště se vlivem dlouhého trvání velkých

průtoků mohlo významně rozvinout, také pohyb splavenin (i balvanů značných rozměrů) byl v celkovém množství extrémní. Obec Dubí byla z podstatné části uchráněna ničivého účinku hrubých splavenin tím, že značná část jich byla zachycena ve třech přehrázkách, které jsou na toku mezi Cínovcem a Dubím. Všechny tři byly zcela zaplněny hrubými sedimenty. Nejhorší následky nastaly v dolní části Dubí, kde byla vlivem ucpání mostků podstatná část vody usměrněna mimo řečiště a po průtoku obcí se vrátila do vlastního koryta až po několika kilometrech.

Na ostatních uvedených tocích v Krušných horách proběhly povodně střední velikosti. Při značném úhrnu srážek to lze vysvětlit tím, že povodí nebyla nasycena předcházejícími srážkami, naopak byla v režimu minimálních průtoků.

1.2.3 Novohradské hory

Srážkoměrné stanice v Novohradských horách naměřily od 6. do 15. 8. 2002 jedny z nejvyšších úhrnů v České republice (např. Pohorská Ves - 451 mm). V průměru dosahovala v povodí Malše, která Novohradské hory odvodňuje, plošná výška srážek za příčinné období 375 mm. Průtoky byly vyhodnoceny v osmi profilech u několika jejich pravostranných přítoků. Specifický maximální odtok např. z povodí Pohořského potoka dosáhl hodnoty přibližně $1,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \text{ km}^{-2}$.

1.2.4 Povodí Polečnice

V povodí Polečnice, které má plochu 198 km^2 , došlo v průběhu 26 dnů ke třem extrémním povodňovým epizodám (7. 8., 12. 8. a 1. 9.). Největší průtoky se vyskytly na Polečnici a jejích přítocích 12. srpna. Jejich kulminace byly vypočteny ve třech profilech na Polečnici a v pěti profilech na jejích přítocích. V obci Kájov činil kulminační průtok Polečnice 12. srpna přibližně $110 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Pod obcí Kájov se vlévá do Polečnice Chvalšínský potok, kterým přitékalo $90 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Pod jeho soutokem s Polečnicí (tzn. na 5. říčním kilometru) protékalo v době kulminace okolo $200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Polečnice nad ústím Chvalšínského potoka má plochu povodí $84,75 \text{ km}^2$, specifický maximální odtok činil $1,30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Chvalšínský potok má plochu povodí $97,62 \text{ km}^2$, jeho specifický maximální odtok dosahoval menší hodnoty $0,93 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, což je dáno především rozdílnou velikostí srážek. Stanice Slavkov v povodí Polečnice udává úhrn srážek dne 11. 8. 157 mm. Na stanici Červený Dvůr v povodí Chvalšínského potoka byl 11. 8. naměřen denní úhrn 74 mm.

Pod ústím Chvalšínského potoka se vlévá do Polečnice tok Hučnice, která měla maximální průtok $13 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Do Vltavy přitékalo Polečnicí v době kulminace (12. 8. mezi 7. a 8. hod.) celkem 210 až $220 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což je ve vztahu k dnes uváděnému 100letému průtoku ($110 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) dvojnásobek, který přesahuje hodnotu 1000letého průtoku. Také kulminační průtoky při dvou menších povodních přesáhly $110 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, z čehož lze usuzovat s vysokou pravděpodobností, že dosavadní údaj o velikosti 100letého průtoku je tedy zřejmě značně podhodnocen:

Datum	Polečnice nad Chvalšínský potok	Chvalšínský potok	Polečnice při ústí
7. srpna	$55\text{--}65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$60\text{--}70 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$120\text{--}140 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
12. srpna	$110\text{--}120 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$90 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$210\text{--}220 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
1. září	$40\text{--}50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$80\text{--}85 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$115\text{--}135 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

1.2.5 Povodí Křemžského potoka

V povodí Křemžského potoka, které má plochu 127 km², se stejně jako na Polečnici vyskytly v průběhu 26 dnů tři extrémní povodně (7. 8., 12. 8 a 1. 9.). Kulminační průtoky byly vypočteny ve třech profilech. Hodnoty kulminačních průtoků za jednotlivých povodňových situací udává tabulka Tab. 3.6. V horní a střední části toku se největší průtoky vyskytly 12. srpna. Ve všech třech profilech byla v ten den překročena dnes uváděná hodnota 100letého průtoky (Brloh $Q_{100} = 45 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, Křemže $Q_{100} = 68 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a Holubov $81 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). V dolní části potoka (pod obcí Křemží) se největší průtok vyskytl 1. září, kdy v profilu Holubov - most činil kulminační průtok $120 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Ve zbývajících profilech, především pak v profilu Brloh, byly průtoky výrazně menší. Tato situace byla způsobena přívalovou srážkou, jejíž jádro se nacházelo v prostoru vymezeném horou Klet' a obcemi Křemže a Holubov. Ve stanici Křemže byl zaznamenán denní úhrn srážek 97 mm.

1.2.6 Celkové hodnocení povodňového režimu na malých zasažených povodích

Povodeň v srpnu 2002 byla způsobena regionálním deštěm a postihla zejména větší toky. I na malých povodích, ve kterých vypadly srážky mimořádné velikosti, však proběhly extrémní povodně. Velikost specifického kulminačního průtoky vztažená k ploše povodí nikde nepřekročila dosud známá maxima na území České republiky. Několikanásobný výskyt extrémních povodní na povodí Polečnice a Křemžského potoka během jednoho měsíce a také objem odtoku povodně na Dubské Bystřici patří mezi jevy, jejichž výskyt nikdo nepředpokládal. Získané poznatky tak posunuly hranice jevů, se kterými je třeba počítat při stanovení návrhových hydrologických veličin.

1.3 Posouzení vlivu vodních děl na průběh povodně

V rámci 3. etapy Projektu byl vyhodnocen vliv celkem 22 vodních nádrží v povodí Labe, Vltavy, Berounky, Ohře a Dyje. U 14 z těchto nádrží je v manipulačních řádech vymezen ochranný ovladatelný prostor. Tento prostor byl ve všech případech před příchodem první povodňové vlny prázdný, což činilo celkem 175 miliónů m³. Vzhledem k poměrně suchému období před povodní byl u většiny nádrží částečně povypřázdněn i zásobní prostor, což poskytovalo celkem u těchto nádrží dalších zhruba 175 miliónů m³ volného prostoru. Povodeň byla ovšem tak veliká, že většina nádrží zmenšila významněji kulminační průtoky v průběhu první povodňové vlny a druhou (větší) vlnu již řada z nich nemohla výrazněji ovlivnit.

Posouzením vlivu vodních děl se sledovaly následující cíle:

- ověřit souhrnné přítoky do nádrže,
- posoudit vliv nádrže na snížení povodňových průtoků.

Při ověřování souhrnných přítoků se vycházelo jednak z údajů vodoměrných stanic na přítocích, jednak z objemové bilance nádrže podle měřených odtoků a kolísání hladin. Spolehlivost obou přístupů byla individuálně posouzena a v podstatné většině případů bylo dosaženo shody ve výsledné hodnotě kulminačního přítoku.

Během povodně ze srpna 2002 byly jednotlivé nádrže zatíženy kulminačními přítoky s rozdílnou pravděpodobností výskytu, která kolísala v širokých mezích. Proto je jejich posouzení členěno podle jednotlivých dílčích povodí. Přehledné údaje o transformačním účinku posuzovaných nádrží jsou uvedeny v tab. 1.4.

Tab. 1.4 Vliv posuzovaných vodních děl na průběh povodně

Povodí	První vlna			Druhá vlna			Využití nádržního prostoru pro transformaci povodňové vlny							
	Datum kulminace	Přítok [m³.s ⁻¹]	Odtok [m³.s ⁻¹]	Datum kulminace	Přítok [m³.s ⁻¹]	Odtok [m³.s ⁻¹]	zásobní prostor		ochranný ovladatelný		neovladat.		Celkový	
							vymezený z toho volný [ml.m³]	% využití	vymezený z toho využito [ml.m³]	% využití	využitý [ml.m³]	využitý prostor [ml.m³]		
1. Horní a střední Labe														
Josefův Důl, Kamenice														
Souš, Černá Desná														
2. Vltava														
Lipno I, Vltava	8.8.	264	60	13.8.	470	320**	274.100	32.489	11.9	12.060	12.060	100.0	3.400 *	47.949
Římov, Maíše	8.8.	448	447	13.8.	476	473	30.020	5.459	18.2	1.560	1.560	100.0	0.085	7.104
Husinec, Blаницe	8.8.	80	62.5	12.8.	220-280	220-280	2.060	0.189	9.2	2.820	2.820	100.0	0.909	3.918
Hněvkovice, Vltava	8.8.	730	730	13.8.	1180	1180	12.160	0.740	6.1	0.000	0.000		4.500 *	5.240
Orlík, Vltava	8.8. - 9.8.	1700	1120	13.8. - 14.8.	3900	3100	374.430	63.543	17.0	62.072	62.072	100.0	41.661 *	167.276
Kamýk, Vltava	9.8.	1120	1150	14.8.	3100	3100	4.650	3.800	81.7	0.000	0.000		2.884 *	6.684
Slapy, Vltava	9.8.	1150	1135	14.8.	3150	3150	200.500	7.493	3.7	0.000	0.000		0.814 *	8.307
Štěchovice, Vltava	9.8.	1135	1140	14.8.	3150	3150	3.340	2.024	60.6	0.000	0.000		0.929 *	2.952
Vrané, Vltava	9.8.	1160	1160	14.8.	3500	3500	2.523	0.576	22.8	0.000	0.000		2.800 *	3.376
Švihov, Želivka	8.8.	31	14	13.8.	157	61	246.000	5.540	2.3	0.000	0.000		9.730	15.270
3. Berounka														
Hřacholusky, Mže	8.8.	45	26	13.8.	185	130	32.950	1.240	3.8	2.410	2.410	100.0	5.010	8.660
Nýrsko, Úhlava	8.8.	14	6.5	12.8.	80	50	15.970	0.256	1.6	2.010	2.008	99.9	1.252	3.516
Klabava, Klabava	8.8.	55	50	13.8.	257	237	0.500	0.051	10.2	0.000	0.000		4.480	4.531
4. Ohře a přítoky Mulde														
Nechranice, Ohře				13.8.	326	154	233.220	14.100	6.0	36.560	13.200	36.1	0.000	27.300
Přísečnice, Přísečnický p.				12.8.	30	3.4	46.670	3.347	7.2	0.920	0.000	0.0	0.000	3.347
Fláje, Flájský p.				13.8.	52	14.1	19.500	2.717	13.9	0.350	0.345	98.6	0.000	3.062
5. Dyje														
Vranov, Dyje	8.8.	209	85	14.8.	425	364	79.670	9.855	12.4	11.157	11.157	100.0	7.040	28.052
Znojmo, Dyje				14.8.	380	379	2.450	0.243	9.9	0.000	0.000		0.521 *	0.764
Dalešice, Jihlava				14.8.	101	63	63.000	10.950	17.4	16.150	0.000	0.0	0.000	10.950
Nové Mlýny, Dyje				14.8.	469	300	53.120	4.100	7.7	23.800	21.800	91.6	0.000	25.900
Celkem							1523.243	147.322		122.262	97.283		78.453	323.058

POZNÁMKA:

* přetročena maximální přípustná hladina vody v nádrži

** v rozporu s údaji ČHMÚ

Povodí horního a středního Labe

V povodí horního a středního Labe byly posuzovány dvě nádrže, a to Josefův Důl na Kamenici a Souš na Černé Desné. V obou případech dosáhly kulminační přítoky do nádrží úroveň 10letých průtoků. Přítoky kulminovaly 13. srpna a byly nádržemi transformovány minimálně na hodnoty neškodného průtoku pod nádržemi.

Povodí Vltavy

V povodí Vltavy nad Berounkou byly posuzovány čtyři nádrže a rybník Rožmberk. Průchod povodně Vltavskou kaskádou byl posuzován v samostatné studii, kterou zpracovala Česká zemědělská universita. Hodnocení vlivu nádrží Vltavské kaskády se uvádí v této zprávě zvlášť, (viz kap. 1.3.1). Na nádrži Želivka Švihov na Želivce nedosáhl kulminační přítok do nádrže ani úroveň 10letého průtoku, přičemž odtok z nádrže mírně překročil hodnotu neškodného průtoku pod nádrží. Na ostatních sledovaných nádržích v horní části povodí Vltavy, tj. Lipno I na Vltavě a Husinec na Blanici, kulminační přítok výrazně překročil hodnotu 100letého průtoku, u nádrže Římov na Malši dosahoval hodnoty 500letého přítoku. Odtok z nádrže se podařilo významně zmenšit pouze u Lipna I na úroveň 50–100letého průtoku. Průběh povodně se vyznačoval na všech nádržích dvěma kulminačními vrcholy – nižším 8. srpna a kritickým 12. nebo 13. srpna.

Rybník Rožmberk na Lužnici

Vzhledem k jevům, které nastaly v povodí Lužnice nad rybníkem Rožmberk, neexistují spolehlivé údaje o přítoku. Značnou nejistotou jsou zatíženy i odhady hydrogramu odtoku. Přestože pokusům o rekonstrukci transformace povodně rybníkem Rožmberk byla věnována značná pozornost, lze výsledky shrnout jen do těchto závěrů:

- maximální hladina dosáhla nadmořské kóty 430,14 m n. m., tím byla úroveň hospodářské hladiny rybníku (425,95 m n. m.) překročena o 4,19 m,
- objem prostoru nad hospodářskou hladinou, který byl využit k retenci, je odhadován na cca 43 miliónů m³ (8,3 miliónů m³ po kótu hrany bezpečnostního nehrazeného přelivu 427,24 m n.m. a cca 35 miliónů m³ v neovladatelném prostoru nad hranou přelivu),
- kulminační průtok byl zmenšen podle odhadu v rozmezí 150–300 m³.s⁻¹.

Transformace povodňové vlny v rybníku Rožmberk byla významná, nicméně obecnou vlastností rybníčních nádrží je neřízené zmenšení kulminací (plnění neovladatelných retenčních prostorů již menšími „nepovodňovými“ průtoky). Z tohoto pohledu je těžko porovnatelný ochranný účinek rybníčních soustav a významných nádrží, které jsou zaměřeny na zachycení právě škodlivých kulminací.

Odlišnost časového průběhu povodně z celého povodí Lužnice oproti Vltavě a Otavě (zpoždění kulminace o více než dva dny) bylo způsobeno zejména velmi odlišnými geomorfologickými charakteristikami těchto povodí (Lužnice má menší sklon, povodí vyšší propustnost, akumulaci vody v nivách i v pískovém podloží a v rybníční soustavě). Zpoždění odtoku z Lužnice se obecně objevuje u většiny významných povodňových vln.

Povodí Berounky

V povodí Berounky byly posuzovány tři nádrže. Na nádrži Hracholusky na Mži byl kulminační přítok do nádrže menší než 20letý průtok, odtok z nádrže byl na úrovni 5letého průtoku. Na zbývajících dvou nádržích, Nýrsko a Klabava, kulminační přítok překročil hodnotu 100letého průtoku. Odtok z nádrže Nýrsko se podařilo zmenšit na úroveň 50letého průtoku, odtok z nádrže Klabava překročil i po zmenšení úroveň 100letého průtoku. Povodeň se vyznačovala, obdobně jako v povodí Vltavy, na všech nádržích dvěma kulminačními vrcholy - nižším 8. srpna a kritickým 13. srpna.

Povodí Ohře a další přítoky Labe

V povodí Ohře byla posuzována pouze nádrž Nechranice. Kulminační přítok do nádrže v průběhu 13. srpna nedosáhl úrovně ani 10letého průtoku, odtok z nádrže nepřekročil hodnotu neškodného průtoku.

Další dvě nádrže - Přísečnice na Přísečnickém potoce a Fláje na Flájském potoce - náleží do povodí Muldy, která ústí do Labe v Německu. Na obou nádržích byla vrcholová část povodňové vlny relativně dlouhá a probíhala 12. a 13. srpna. Na nádrži Přísečnice byl zaznamenán kulminační přítok do nádrže ze dne 12. srpna na úrovni 10letého průtoku, odtok dosáhl asi 85 % neškodného průtoku. Na nádrži Fláje byl kulminační přítok z 13. srpna na úrovni 100letého průtoku, odtok z nádrže pak překročil asi o 70 % hodnotu neškodného průtoku.

Povodí Dyje

V povodí Dyje byly posuzovány čtyři nádrže. Na nádrži Dalešice na Jihlavě kulminační přítok z 14. srpna mírně překročil úroveň 2letého průtoku a odtok z nádrže byl zhruba na úrovni 1letého průtoku, kdy dochází již k zaplavení pozemků, nedochází však k poškození objektů.

Na nádrži Vranov na Dyji měla povodeň dva kulminační vrcholy, a to 8. a 14. srpna. Kulminační přítok z 8. srpna na úrovni 5 až 10letého průtoku byl nádrží zmenšen pod hodnotou neškodného průtoku. Přítok kritické povodňové vlny dosáhl kulminaci úrovně více než 100letého průtoku. Odtok z nádrže se podařilo snížit na úroveň cca 100letého průtoku.

Na dalších nádržích na Dyji - Znojmo a Nové Mlýny proběhla pouze povodňová vlna s kulminačním vrcholem 14. srpna. Vyrovnávací nádrž Znojmo nemá prakticky žádný transformační účinek, takže pouze převádí průtoky zmenšené Vranovem. Odtok z nádrže překročil hodnotu 100letého průtoku částečně ovlivněného nádrží Vranov. Kulminační povodňový přítok do nádrží Nové Mlýny byl výrazně ovlivněn rozlivy na cca 60 km dlouhém úseku Dyje mezi Znojmem a Novými Mlýny a mírně překročil úroveň 5letého průtoku. Maximální odtok z nádrže byl odveden korytem Dyje bez odlehčení do záplavového území u Bulhar.

1.3.1 Vliv nádrží Vltavské kaskády

Vltavská kaskáda ovlivňuje významněji odtokový režim od roku 1954, kdy byla zachycena část povodně na Vltavě tehdy ještě nedokončenou nádrží Slapy. Největší vliv má nádrž Orlík uvedená do provozu v roce 1968. Vliv kaskády se doposud projevoval pouze při relativně malých povodních, protože období od roku 1955 do roku 2001 bylo na výskyt povodní na Vltavě chudé a v přirozeném režimu by byl dosažen pouze 20letý průtok. Účinek na snížení kulminačních průtoků na Vltavě v Praze při jednotlivých povodních v tomto období kolísal od 0 do $800 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, průměrné zmenšení bylo $230 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

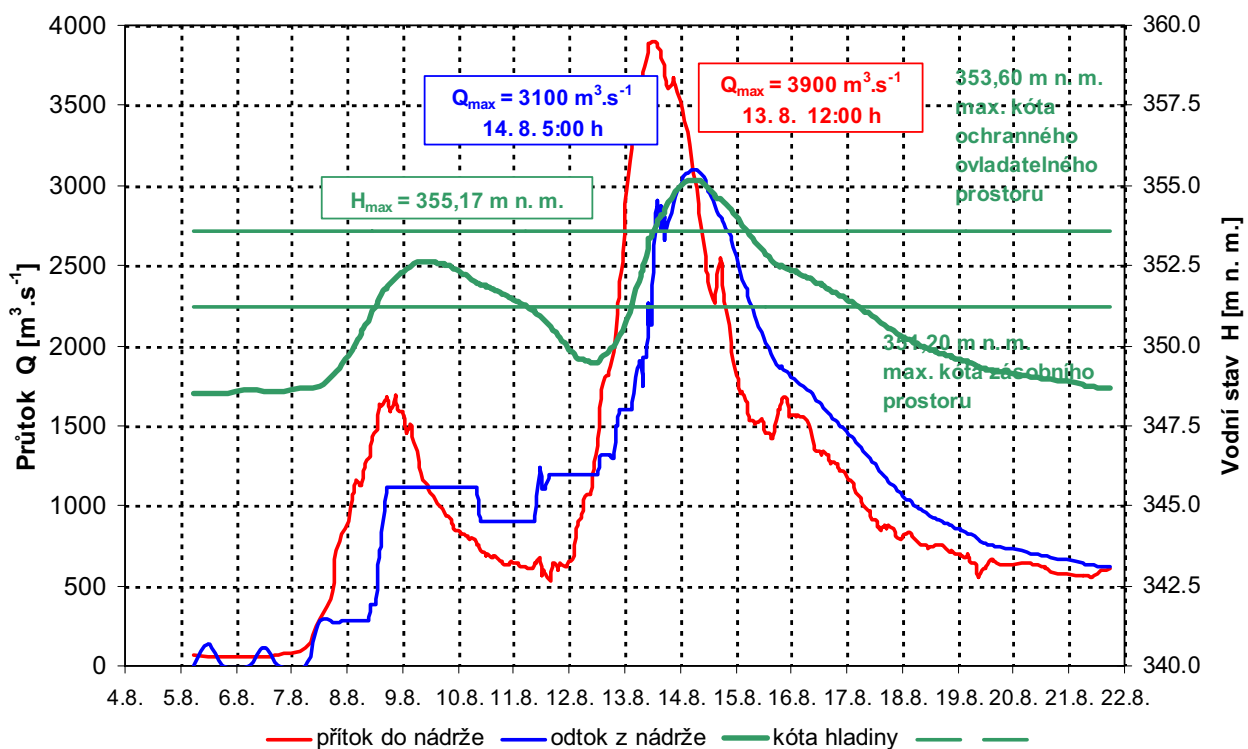
Až srpnová povodeň v roce 2002 znamenala pro nádrže Vltavské kaskády extrémní zátěž. Před vlastním nástupem povodně se hladiny všech nádrží pohybovaly v zásobních či vyrovnávacích prostorech v souladu s manipulačními řády. Volný prostor v nádrži Lipno I byl 45 milionů m^3 , v nádrži Orlík 126 milionů m^3 . Celkový volný prostor ve všech nádržích činil přibližně trojnásobek předepsaného retenčního objemu ve Vltavské kaskádě.

První vlna povodně z horní části povodí Vltavy byla zcela transformována v nádrži Lipno, ze které byl odpouštěn neškodný odtok $60 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Na dolní Vltavě byla první vlna manipulací na VD Orlík transformována tak, že v Praze nebyl překročen průtok odpovídající třetímu stupni povodňové aktivity (tj. stavu ohrožení). Proto nedošlo v Praze v průběhu první vlny povodně prakticky k žádným škodám.

Před nástupem druhé povodňové vlny se podařilo ochranné objemy nádrží opět uvolnit. V nádrži Lipno I. bylo volných 23 miliónů m^3 a v nádrži Orlík 104 miliónů m^3 prostoru, což je opět více než předepisuje manipulační řád. Během druhé povodňové vlny byly volné prostory všech nádrží rychle zaplněny a při kulminaci povodně byla u všech nádrží překročena maximální povolená hladina vody. Tím se nekontrolovaně vytvořil další neovladatelný objem, který zachytil část povodňové vlny.

Při druhé povodňové vlně zmenšila nádrž Lipno kulminační průtok o $150 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Ochranný prostor nádrže byl plně využit a maximální povolená hladina byla překročena o 7 cm.

Na nádrži Orlík se při nástupu druhé povodňové vlny manipulovalo tak, aby byl pozdržen nástup vlny v obcích pod posledním stupněm kaskády a v Praze. Tím byl získán čas k provedení potřebných povodňových opatření (evakuace, stavba protipovodňové stěny). Vzhledem k rychlému nárůstu přítoku se volný prostor nádrže rychle zaplnil a po úplném otevření všech přelivů se odtok z nádrže stal dále neovladatelný. Přítok do nádrže kulminoval 13. 8. v poledne na hodnotě zhruba $3\,900 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Přibližně v té době došlo k havarijnímu přerušení provozu vodní elektrárny a tím ke zmenšení kapacity zařízení odvádějících vodu z nádrže o přibližně $600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Potom ani kapacita plně otevřených přelivů a výpustí nestačila na převedení kulminujícího přítoku přes hráz a došlo ke stoupení hladiny až na kótu 355,17 m n.m., tj. 1,57 m nad maximální povolenou hladinu. Maximální odtok z nádrže činil $3\,100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, takže kulminace povodňové vlny byla v nádrži Orlík snížena cca o $800 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a zpožděna o 18 hodin. Výrazné zpětné vzduť Orlíka však způsobilo zmenšení průtočné kapacity koryta vodních toků nad nádrží (Otava v Písku, Lužnice v Bechyni), což zhoršilo průchod povodně v těchto úsecích toků. Průběh povodně v nádrži je znázorněn na obr. 1.16.



Obr. 1.16 – Průběh povodně v nádrži Orlík v srpnu 2002

Ostatní nádrže Vltavské kaskády pod Orlíkem měly na průběh povodně jen zanedbatelný vliv - odtoky časově i velikostí se v podstatě rovnaly přítokům do nádrží. Také zde byla ve všech případech překročena úroveň maximálních přípustných hladin v nádržích.

Povodeň způsobila na přehradách značné škody zejména na elektrárnách, ale i na některých hydrotechnických zařízeních a okolí hrází (komunikace pod hrázemi, vývary). Nádrže však, zejména Orlík a Slapy, zachytily na svých hrázích velké množství různého splávi v odhadovaném množství cca 430 tun (Orlík 300 tun, Slapy 130 tun). Výrazně tak snížily riziko poškození mostů a dalších staveb v korytě níže po proudu, zvláště v Praze. Přitom právě nahromaděné splávi bylo příčinou destrukce tří oblouků Karlova mostu při průtokově výrazně menší povodni v září 1890.

1.3.2 Ověření vlivu nádrží Vltavské kaskády simulačním modelem

V rámci Projektu byl sestaven podrobný model povodí a nádrží Vltavské kaskády (Orlík - Vrané) s využitím hydrologického modelovacího systému AquaLog. Model byl použit pro ověření správnosti vyhodnocených přítoků a odtoků nádrží. Dále bylo modelem simulováno celkem 23 variant manipulací a počátečního plnění nádrže Orlík a jeho důsledků na velikost maximálního průtoku v Praze. Kromě tří zcela nereálných variant se simulovaný kulminační průtok v Praze lišil o +387 až -390 m³.s-1 od naměřeného (vyhodnoceného) průtoku, tedy max. o 7,5 %. Tyto výsledky se pohybují na hranici možné přesnosti modelování a použitých vstupů do modelu. Vcelku však ukazují, že při této extrémní povodni nemohly jiné varianty manipulací na nádržích Vltavské kaskády velikost kulminace druhé povodňové vlny v Praze výrazně ovlivnit.

Řešený byl rovněž pravděpodobný průběh povodně při neexistenci nádrží. Z důvodu složitosti problému a nedostatku podkladů byla použita značná zjednodušení a výsledky těchto simulací jsou pouze orientační. Lze usuzovat, že vliv nádrží na rychlost postupu povodně po střední Vltavě byl velmi malý a nedošlo k očekávanému urychlení postupu vlny nádržemi. Důvodem bylo zřejmě zdržení na VD Orlík. Z toho vyplývá, že při této povodni by i za přirozeného stavu toku došlo pravděpodobně k souběhu vln z Vltavy a Berounky. Posouzení přirozené kulminace v Praze není s dostatečnou přesností možné bez složitého hydraulického modelu oblasti soutoku Vltavy a Berounky, který však nebyl součástí řešení. Možné rozdíly ve velikosti kulminace povodně v Praze jsou pod hranicí reálné přesnosti simulace.

1.3.3 Celkové hodnocení vlivu nádrží na průběh povodně

Většina posuzovaných nádrží jsou víceúčelová vodní díla, u nichž je ochrana před negativními účinky povodní pouze jedním z několika záměrů, pro něž byly vybudovány. Nádrže na horních úsecích toků mají vesměs pozitivní vliv na zmírnění nepříznivých účinků povodní. Jejich účinek se projevuje dočasným zdržením části objemu povodňových vln, příznivým transformačním účinkem, časovým posunem kulminací a tím oddálením výskytu maximálních průtoků níže po toku. Zároveň dochází k přerušování chodu splavenin. Avšak ani nádrže nejsou zcela bezvýhradně účinnou ochranou, zejména před mimořádnými povodněmi a nemusí úplně ochránit ani před povodněmi menší extremity. Situace, kdy dochází k překročení maximální projektované hladiny v nádrži, je nebezpečná nejen z hlediska ohrožení bezpečnosti vodního díla, ale v důsledku významnějšího zpětného vzduťi dochází i k zmenšení průtočné kapacity koryta na úsecích toků nad nádrží.

Optimální řízení provozu těchto vodních děl k dosažení co největšího ochranného účinku je velmi náročné a vyžaduje vycházet z věrohodných informací, které jsou zajišťovány

rozsáhlou sítí centralizovaných měření. Proto mají správci významných nádrží (státní podniky Povodí) vybudovány vodohospodářské dispečinky.

Z provedeného posouzení vlivu nádrží na průběh povodně ze srpna 2002 vyplývá, že jejich účinek na zmenšení kulminačních průtoků byl pozitivní a že manipulace probíhaly v souladu s ustanoveními platných manipulačních řádů.

Z provedených simulací možného vlivu nádrží Vltavské kaskády na velikost povodně v Praze lze usuzovat, že při povodni v srpnu 2002 by byly při variantách jiných počátečních hladin v nádržích dosažené rozdíly oproti naměřenému (vyhodnocenému) průtoku poměrně malé. Také varianta neexistence Vltavské kaskády nepotvrdila očekávané urychlení postupu vlny nádržemi. V projektu však nebyl simulován možný vliv Vltavské kaskády na průběh menších povodní a propagace tohoto vlivu dále po toku Vltavy a Labe. Tyto analýzy budou provedeny v navazujícím grantovém projektu VaV.