

Obsah

Úvod	5
1. Srážky	7
1.1. Podkladové materiály	7
1.2. Časový průběh deště	13
1.3. Výpočet srážky na povodí	13
2. Nasycenost povodí	21
2.1. Hodnocení dle indexu předchozích srážek	21
2.2. Hodnocení dle tenzometrických údajů	24
3. Odtokové poměry	27
3.1. Měrné objekty	27
3.2. Fyzicko-geografické charakteristiky jednotlivých povodí	28
3.3. Podkladové hydrologické materiály	28
3.4. Průběh povodně	28
3.5. Bilance srážek a odtoku	38
4. Rozbor výsledků	46
5. Aplikace srážkoodtokového modelování	48
5.1. Použitá metodika	48
5.2. Zhodnocení výsledků	49
Závěr	50
<i>Literatura</i>	54

Úvod

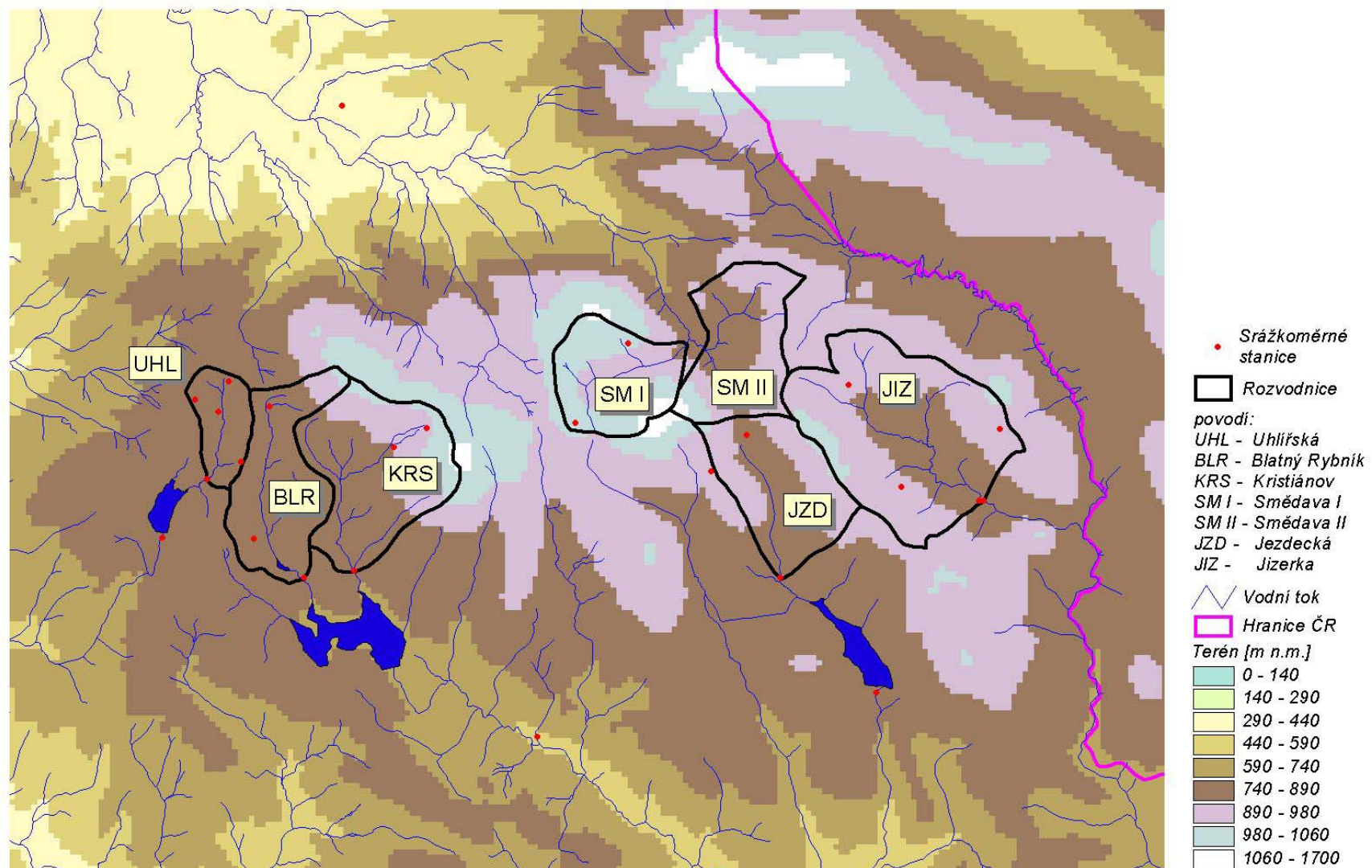
V srpnu 2002 zasáhly vydatné a intenzivní srážky rovněž hřebenové partie Jizerských hor, kdy během 24 hodin dne 13. srpna spadlo více než 200 mm srážek, přičemž na stanici Knajpa byl zaznamenán třetí nejvyšší jednodenní úhrn (278 mm) v historii pozorování na území ČR. Srážky neměly velký plošný rozsah, proto došlo k výraznějšímu rozvodnění zejména malých toků. Podstatná část odtoku byla navíc zachycena nádržemi Souš a Josefův Důl. Na nejvýše položené stanici na Jizeře v Jablonci nad Jizerou byl zaznamenán 10letý průtok, na Smědě v Bílém Potoce a Frýdlantu více než 20letý průtok. Na experimentálních povodích ČHMÚ, sledujících odtok z velmi malých ploch a tudíž velmi významných z hlediska pozorování extrémních specifických odtoků, byla místně překročena hodnota 10letého průtoku.

Experimentální povodí Českého hydrometeorologického ústavu v Jizerských horách byla založena v 80. letech 20. století za účelem registrace odtokových poměrů v horském prostředí s vegetačním pokryvem významně se měnícím v důsledku poškození a následného velkoplošného odtěžování lesních porostů. V současné době je podrobně sledováno 7 malých povodí o plochách od 1,87 do 10,6 km², celkově zahrnujících území 36,86 km², ve vrcholové oblasti hor na rozvodí Labe a Odry. Znázorněna jsou na mapě na obr. 1, tab. 1 uvádí souřadnice limnigrafických stanic umístěných v závěrových profilech monitorovaných povodí. Do povodí Labe přísluší Blatný Rybník na Blatném potoce, Kristiánov na Kamenici, Jezdecká na Černé Desné a Jizerka na Jizerce. Do povodí Odry patří Uhlířská na Černé Nise, Smědava I a Smědava II na Bílé, resp. Černé Smědě. Posledně jmenovaná dvě povodí za rozvodím Kamenice, Jizerky a Smědě ve vyšších nadmořských výškách jsou obrácena směrem k severu, ostatní povodí jsou na jižních svazích, kde rozvodí mezi povodím Blatného potoka a Černé Nisy není výškově příliš výrazné.

Od roku 1996 jsou povodí vybavena automatickými měřicími přístroji z projektu PHARE. Kromě přístrojů v limnigrafických stanicích jsou na povodích umístěny 4 klimatické stanice, 2 sněhoměrné stanice a 22 ombrografů, které jsou rozmístěny v různých lokalitách povodí. Nejlépe je vybaveno a prozkoumáno nejmenší povodí Uhlířská, na kterém dlouhodobě probíhá hydrologický výzkum, jehož se zúčastňují kromě ČHMÚ i další instituce (VÚV T. G. M. Praha, ČVUT – FSV Praha, ÚH AV Praha, ČGS Praha). V minulosti se Universita ve Wageningenu podílela na sondážních pracích a Universita v Lancasteru na aplikaci hydrologických modelů. Z výzkumu, který se tematicky dotýká současně studované problematiky, se na pokusné ploše Tomšovka provádí sledování odtoků na svahu a monitoring vlhkostí půdy (VÚV T. G. M.).

Povodí Uhlířská a Jezdecká jsou součástí mezinárodních projektů ERB a FRIEND.

Podrobný rozbor srážkové a odtokové situace z 12. a 13. 8. 2002 je uveden v následujících kapitolách 1.–4., kapitola 5 se věnuje aplikaci srážkoodtokového modelování povodně.



Obr. 1 Povodí limnigrafických stanic v Jizerských horách.

Tab. 1 Souřadnice a nadmořské výšky vodočtů.

Souřadnice							
Stanice	Nadmořská výška	JTSK		Gauss-Krüger		zeměpisné	
Uhlířská (UHL)	775,67	68 09 42	96 85 68	35 10 440	56 32 660	50 49 27	15 08 54
Blatný Rybník (BLR)	750,42	67 95 01	97 05 20	35 12 180	56 30 910	50 49 11	15 10 23
Kristiánov KRS)	750,26	67 85 44	97 05 24	35 13 130	56 31 030	50 48 35	15 11 21
Smědava I (SM I)	815,76	67 20 58	96 72 30	35 19 120	56 35 150	50 50 48	15 16 17
Smědava II (SM II)	823,45	67 18 13	96 73 58	35 19 390	56 35 080	50 50 46	15 16 31
Jezdecká (JZD)	776,03	67 09 69	97 16 76	35 20 780	56 30 870	50 48 29	15 17 42
Jizerka (JIZ)	849,71	66 69 75	97 08 43	35 24 630	56 32 180	50 49 11	15 20 58

Poznámky: Nadmořské výšky byly stanoveny nivelací s připojením ke státní nivelační síti s přesností 1 cm v listopadu 2002

Souřadnice v systému JTSK byly stanoveny připojením ke státní triangulační síti

Souřadnice v systému Gauss-Krüger byly odvozeny z map generálního štábu ČSA

měř. 1 :25 000 a přeměřeny přístrojem GPS. Protože rozdíly nepřesahují 15 m, jsou uvedeny původní souřadnice z map.

Souřadnice zeměpisné jsou určeny rovněž z map ČSA 1:25 000

1 Srážky

1.1 Podkladové materiály

Pro regionální zhodnocení výskytu extrémních srážek v srpnu 2002 v Jizerských horách a jejich předhůří byly zpracovány všechny dostupné informace ze srážkoměrných a klimatických stanic ČHMÚ v této oblasti, z ombrografů experimentální měrné sítě v Jizerských horách a v polském příhraničí ze stanic Institutu meteorologie i gospodarki wodnej, Wrocław. V tab. 1.1–1.2 jsou uvedeny názvy stanic s jejich zeměpisnou polohou, tab. 1.3 uvádí porovnání srážkových úhrnů ve dnech 13. 8., 12.–13. 8. a 11.–20. 8.

Na experimentálních povodích během srážkové epizody 12.–13. 8. napršelo dne 12. 8. 33,5–75,6 mm, dne 13. 8. 151,1 až 278 mm [1]. Z údajů v tab. 1.3. byly v prostředí GIS, s využitím programu ArcView, zpracovány mapy územního rozložení dvoudenních srážkových úhrnů vyskytujících se 12.–13. 8. (celková přehledná mapa je na obr. 1.1, mapa detailu experimentálních povodí na obr. 1.2). Z těchto map je patrný vliv orografie Jizerských hor na zvýšení srážkových úhrnů. Nejvyšší srážkové hodnoty se vyskytovaly na jižních svazích hor a v jejich hřebenové části na rozvodí řeky Smědé a Kamenice.

Výchozí hodnoty srážek v Jizerských horách byly získány z dvaceti automatických impulzních ombrografů firmy SEBA (záchytná plocha 200 cm²) instalovaných v experimentálních povodích (2 přístroje byly v srpnu mimo provoz, a to ombrograf Smědava v nadmořské výšce 825 m a U jeřábu – 903 m, oba v povodí Smědava II na Černé Smědé). Plošné rozložení ombrografů je nestejněměrné. Z výzkumných důvodů bylo nejlépe vybaveno nejmenší povodí Uhlířská (5 přístrojů), v povodí Jizerky jsou přístroje 4, na Smědavě I v povodí Bílé Smědé 2, v ostatních povodích je po třech přístrojích.

Monitorované impulzy 0,1 mm jsou zpracovány v hodinových intervalech a následně v denních úhrnech. Rozsah intervalů srážkových hodnot, dosažených v jednotlivých povodích ve dnech a v hodinách, je uveden v tab. 1.4. Z dosavadního šetření přesnosti měření vyplývá, že uváděné hodnoty mohly být ve skutečnosti až o 10 % vyšší. Měřicí přístroje za intenzivnějších dešťů měří s menší přesností, neboť při překlápění člunek nestačí vždy zachytit všechny kapky. V předkládané zprávě nebyly naměřené hodnoty upravovány. Hodnocení přesnosti bude předmětem dalších šetření.

Tab. 1.1 Seznam ombrografů ČHMÚ OHV EXPO JH a seznam měrných stanic klimatologické sítě IMGW Wrocław.

Seznam ombrografů ČHMÚ OHV EXPO JH

Zkratka stanice	Název stanice	Povodí	Zeměpisné souřadnice		Nadmořská výška [m n. m.]
			x	y	
UHL	Uhlířská	Uhlířská	150853	504927	777
TO	Tomšovka	Uhlířská	150903	505003	810
SH	Stará Hejnická	Uhlířská	150926	504948	820
PCN	Prameny Černé Nisy	Uhlířská	150914	505025	822
OH	Olivetská Hora	Uhlířská	150848	505016	855
CH	Černá Hora	Kristiánov	151216	504957	976
UPD	U Podkovy	Kristiánov	151143	504945	872
KRS	Kamenice	Kristiánov	151121	504835	755
BLR	Blatný Rybník	Blatný Rybník	151023	504911	752
NL	Nová Louka	Blatný Rybník	150935	504854	775
HB	Hřebínek	Blatný Rybník	150953	505010	825
KA	Kasárenská	Jezdecká	151635	504934	917
JZD	Jezdecká	Jezdecká	151742	504829	778
KUR	Kůrovec	Jezdecká	151719	504955	867
KN	Knajpa	Bílá Smědá	151443	504956	990
SM	Smědavská Hora	Bílá Smědá	151513	505046	1004
JIZ	Jizerka	Jizerka	152046	504913	855
JZ	Jizerská cesta	Jizerka	151823	505027	920
LA	Lasičí	Jizerka	152107	504947	945
PR	Promenáda	Jizerka	151942	504918	905

Srážková epizoda srpen 2002

Seznam měrných stanic klimatologické sítě IMGW Wrocław

Číslo stanice	Název stanice	Povodí	Zeměpisné souřadnice		Nadmořská výška [m n. m.]
			x	y	
5150	Jakuszyce	Kamienna	152631	504923	854
5103	Szklarska Poreba	Kamienna	153108	504919	695
95123	Kopaniec	Kamienica	153301	505316	507
95124	Stara Kamienica	Kamienica	153421	505459	363
95132	Janice	Kamienica	153157	505721	415
5101	Świeradów Zdrój	Kwisa	152009	505412	550
95126	Gierczyn	Kwisa	152404	505556	454
95130	Rebiszów	Kwisa	152658	505708	411
95129	Pobiedna	Kwisa	151816	505633	410
94102	Świecie	Kwisa	151644	510013	294
94108	Leśna	Kwisa	151550	510215	238
95001	Sieniawka	Nysa Łużycka	145032	505355	230
5001	Bogatynia	Nysa Łużycka	145852	505400	328
95131	Wyszkow	Witka/Smeda	145934	505803	325
94107	Bierna	Czerwona Woda	150711	510210	265

Tab. 1.2 Seznam srážkoměrných stanic klimatologické sítě ČHMÚ.

Seznam srážkoměrných stanic klimatologické sítě ČHMÚ

Zkratka stanice	Název stanice	Povodí	Zeměpisné souřadnice		Nadmořská výška [m n. m.]
			x	y	
CDUB	Český Dub-Modlibohov	Ještědka	145850	504108	355
KRIN	Křižany	Ploučnice	145527	504410	421
JAPO	Jablonné v Podještědí	Ploučnice	144629	504619	320
MARE	Mařenice	Ploučnice	144058	504818	400
BEDR	Bedřichov	Lužická Nisa	150814	504854	777
CHOT	Chotyně	Lužická Nisa	145213	505012	260
JAN	Jablonec nad Nisou	Lužická Nisa	151049	504344	495
LIBC	Liberec	Lužická Nisa	150130	504609	398
MFOJ	Mníšek-Fojtka	Chrastava	150331	504940	395
NMES	Nové Město pod Smrkem	Smědá	151402	505520	473
HEJ	Hejnice	Smědá	151100	505305	396
CHRV	Chrastava	Jeřice	145728	504910	310
PERT	Pertoltice	Smědá	150525	505850	310
PŘED	Předláňce	Smědá	150200	505740	233
JD	Josefův Důl	Kamenice	151358	504658	600
DES	Desná III-Souš	Černá Desná	151909	504723	772
KOR	Kořenov-Jizerka	Jizerka	152048	504914	865
SMRZ	Smržovka	Kamenice	151553	504348	550
ZBRO	Železný Brod	Jizerka	151511	503831	290
VYSK	Vysoké nad Jizerou	Jizerka	152412	504113	670
HARR	Harrachov	Mumlava	152610	504620	670
MISE	Vítkovice, Horní Mísečky	Jizerka	153422	504413	1040
ROKY	Rokytnice nad Jizerou	Jizerka	152528	504353	525
ROPR	Roprachtice	Jizerka	152503	503857	550
SEMI	Semily	Jizerka	151855	503648	370
JILE	Jilemnice	Jizerka	153045	503605	462
DDVU	Dolní Dvůr- Rudolfov	Labe	153931	503924	610
HMAR	Morní Maršov	Úpa	154917	503942	570
HRIB	Hřiběcí Boudy	Úpa	153741	504046	840
JANL	Jánské Lázně	Úpa	154700	503800	650
LBOU	Špindlerův Mlýn, Labská Bouda	Labe	153243	504612	1300
VRCH	Vrchlabí	Labe	153827	503727	482
POMB	Pomezní Boudy	Jizerka	154922	504449	1050
VRCH	Vrchlabí	Labe	153827	503727	482
BENE	Benecko	Jizerka	153332	503951	880
ZACL	Žacléř	Úpa	155421	503951	610
PECS	Pec pod Sněžkou	Úpa	154343	504132	816
RYCH	Rýchorská Bouda	Úpa	155059	503937	1001
POMB	Pomezní Boudy	Úpa	154922	504449	1050

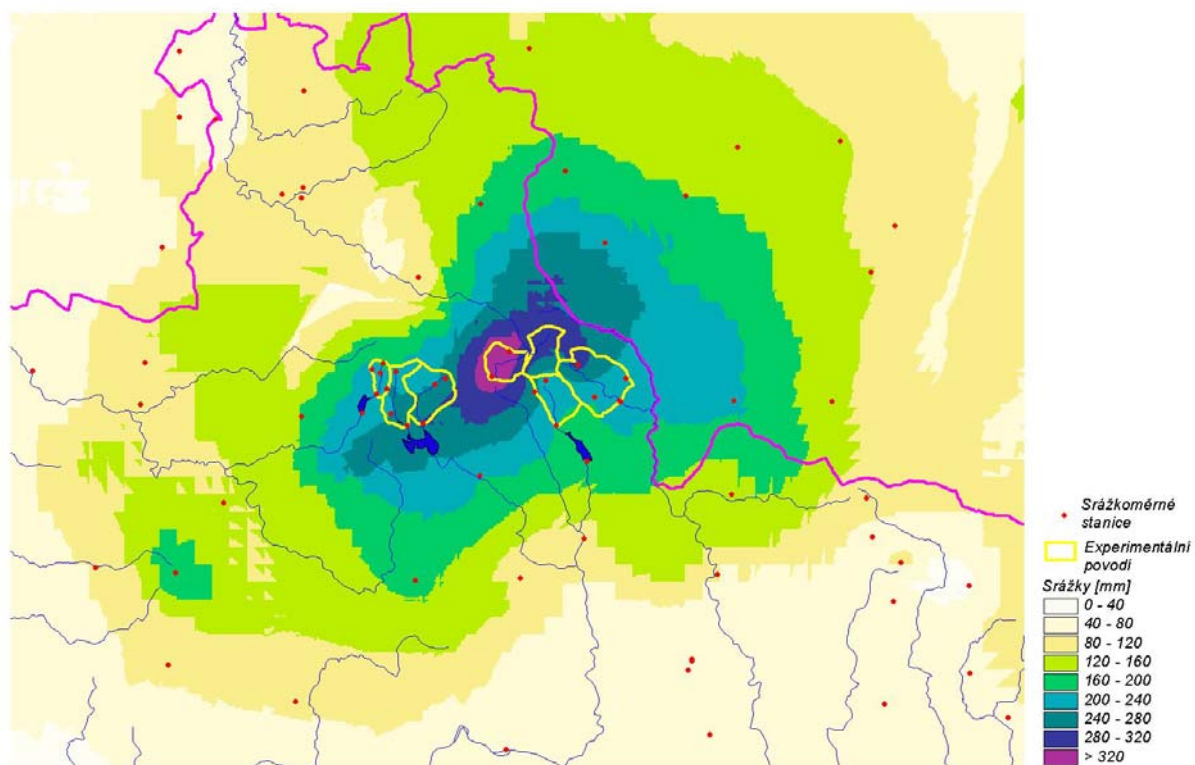
Tab. 1.3 Povodeň 2002 – srážkové denní úhrny.

Stanice klimatologické sítě ČHMÚ					Ombrografy ČHMÚ OHV EXPO JH				
Zkratka stanice	13. 8.	12.-13. 8.	11.-13. 8.	11.-20. 8.	Zkratka stanice	13. 8.	12.-13. 8.	11.-13. 8.	11.-20. 8.
CDUB	64,4	90,9	96,4	96,4	UHL	156,2	200,3	205,1	206,1
KRIN	52,8	85,7	91	91	TO	169,7	214,5	220,7	221,3
JAPO	10,2	31,6	39,8	39,8	SH	196,5	247,9	254,9	255,9
MARE	12,6	41,2	51,9	51,9	PCN	152,2	189,1	195,7	196,4
BEDR	169,5	221,6	227,6	229,1	OH	175,7	227,2	234,3	234,8
CHOT	30,3	49	55,1	55,1	CH	202,4	235,6	242,4	246,2
JAN	106,5	169,7	176,6	177,1	UPD	188,8	239,5	245,8	248,8
LIBC	87,3	123,9	129	131	KRS	217,8	286	293,3	297,6
MFOJ	127,4	170,3	177,9	178,6	BLR	200,4	259,6	266,4	270,8
NMES	134	164,8	168,5	169,4	NL	184,2	240,4	247,7	250,2
HEJ	137,1	169,5	175	176,6	HB	167,5	208,4	214,7	216,6
CHRV	81	111	117,6	118,2	KA	211,8	260,4	266,6	272,7
PERT	92,5	112,6	115,8	115,8	JZD	152,1	196,9	204,3	208,2
PŘED	61,1	77	81,1	81,4	KUR	151,9	197,3	203,4	208,3
JDUL	149	205,3	212,4	216,3	KN	278	353,6	362,5	369,2
DES	152	184	192,8	196,2	SM	271,1	335,5	342,4	350,9
SMRZ	67,3	93,2	100,5	101,2	JIZ	187,4	221,9	229,1	237,9
ZBRO	29,8	55	59,2	59,6	JZ	247,8	296,6	303,9	307,8
VYSK	40,5	55,2	59,5	59,5	LA	177,6	216,9	224	229,1
HARR	108	136,9	146,1	151	PR	166,8	200,3	206,7	212,4
MISE	69,9	98,5	113,6	120					
ROKY	60,7	86,1	92,7	92,9					
ROPR	33	60,6	64,5	64,5					
SEMI	23	46,4	49,7	50,2					
JILE	20,3	39,5	43,3	43,6					
DDVU	39,7	75,9	83,7	86					
HMAR	36,7	41,7	50,7	53,2					
HRIB	51,5	69	75,5	77,8					
VRCH	20,8	37,5	42,9	42,9					
BENE	40,1	52,5	56,6	56,6					
ZACL	13,5	20,2	29,9	36,8					
PECS	81	88,5	92,6	96,4					
RYCH	35,1	46,8	59,4	62,4					
POMB	176,5	187,7	194,6	212,9					

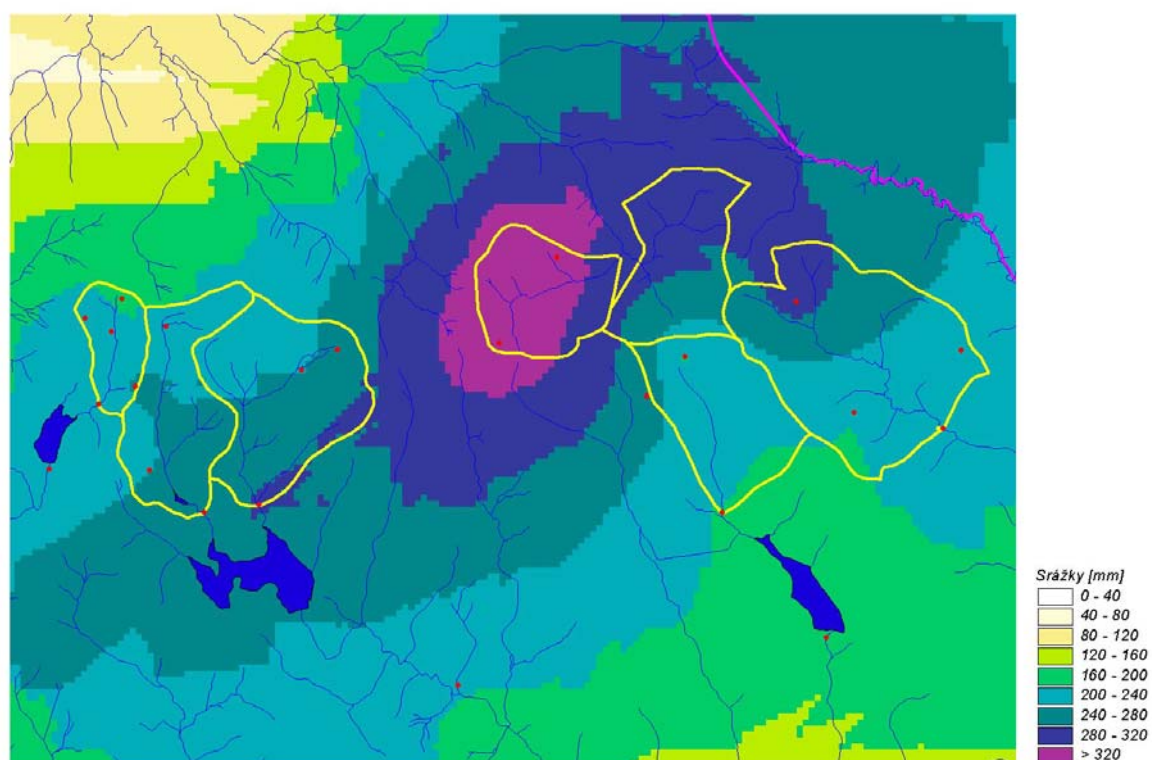
Stanice IMGW Wrocław				
Číslo stanice	13. 8.	12.-13. 8.	11.-13. 8.	11.-20. 8.
5150	165	206,2	215,4	223,2
5103	101,8	131,2	137,5	149,5
95123	95,2	120,9	131,4	131,9
95124	88,9	107,3	118,4	119,4
95132	97,2	124,5	132,6	133,1
5101	188,1	225,4	230,2	233,1
95126	121,1	158,4	163,6	165,1
95130	113,2	138	144,5	148,8
95129	150,8	181,8	184,5	186,5
94102	104,5	130,1	132,4	134,3
94108	95,3	114,2	118,4	118,4
95001	21,5	38,7	44,2	44,2
5001	60,1	78,9	84,3	92,7
95131	62,8	77,3	81,6	82,1
94107	93,1	115,2	119,6	119,9

Tab. 1.4 Rozsah srážkových úhrnů naměřených ombrografy v jednotlivých experimentálních povodích.

Povodí Plocha povodí v km ²	Uhlířská 1,87	Blatný Rybník 4,56	Kristiánov 6,62	Jezdecká 4,75	Smědava I 3,72	Jizerka 10,6
Den	Srážkové úhrny denní v mm					
11. 8.	4,8-7,1	6,3 - 7,3	6,3 - 7,3	6,1 - 7,4	6,9 - 8,9	6,4 - 8,1
12. 8.	36,9-51,5	40,9 - 59,2	49,3 - 68,2	44,8 - 48,6	64,4 - 75,6	33,5 - 48,8
13. 8.	152,2-96,5	167,5 - 200,4	186,3 - 217,8	151,9 - 211,8	271,1 - 278,0	166,8 - 247,8
14. 8.	0,30,8	1 - 1,4	1,5 - 1,8	1,8 - 3,4	4,5 - 4,8	0,9 - 2,4
Den, hodina	Srážkové úhrny hodinové v mm					
11. 8. 21:00	0,1 - 0,2	0,1 - 0,3	0,2 - 0,5	0,1 - 0,2	0 - 0,1	0,1 - 0,2
22:00	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,1 - 0,2	0,2	0,1 - 0,2	0,1-0,2
23:00	0,3 - 0,4	0,4	0,4 - 0,5	0,6 - 0,8	0,6	0,4 - 0,7
12. 8. 0:00	0,5 - 1	0,6 - 0,8	0,8 - 1,1	1 - 1,3	1,3 - 1,6	0,5 - 0,8
1:00	1,3 - 2,2	2 - 2,2	2 - 2,4	1,6 - 1,7	2,1 - 3	1,2 - 1,6
2:00	0,7 - 1,1	0,9 - 1	0,8 - 1	0,6 - 0,9	0,6 - 1,1	0,7 - 0,9
3:00	1,6 - 2,4	1,9 - 2,2	1,5 - 2	1,4 - 1,5	1,7 - 1,8	1,5 - 1,8
4:00	0	0	0 - 0,1	0 - 0,1	0,1	0 - 0,1
5:00	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0 - 0,3
7:00	0	0,1	0 - 0,3	0,5 - 0,7	0,3 - 0,5	1,2 - 2,6
8:00	1,7- 2,4	1,8 - 2	1,5 - 1,9	1,1 - 1,6	2,1 - 2,2	1,3 - 2,5
9:00	1,4 - 2,1	1,5 - 2,2	1,1 - 1,9	0,3 - 0,5	1,3 - 1,4	0,3 - 0,7
10:00	2,8 - 4	3,4 - 10,2	2,8 - 11,3	2,1 - 3,3	4,7 - 6,9	2,4 - 5,5
11:00	1 - 1,7	1,2 - 3,8	2,0 - 6,0	0,2 - 0,3	0,3 - 5	0,1 - 0,2
12:00	2,6 - 4,4	3,4 - 8,2	3,6 - 6,3	2,8 - 4,1	2,4 - 3,7	0 - 0,1
13:00	0,3 - 0,5	0,2 - 0,5	0,3	0	0	0
14:00	0	0	0	0 - 0,2	0	0,1 - 0,5
15:00	0	0 - 0,2	0	0	0	0 - 0,1
16:00	0 - 0,1	0,4 - 1,4	1,9 - 6,3	0,3 - 0,6	0,1	0,5 - 0,7
17:00	0,5 - 1,1	0,8	1,2 - 1,7	0,8 - 1,4	2,1	0,9 - 1,9
18:00	1,7 - 3,5	1 - 1,4	0,4 - 0,7	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0
19:00	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3	0,1 - 0,2	0	0 - 0,1	0
20:00	0 - 0,1	0	0	0	0	0 - 0,1
21:00	0 - 0,1	0	0 - 0,1	0	0	0
22:00	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0 - 0,3	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,3
23:00	0,7 - 1,6	0,4 - 1,5	1,3 - 1,5	0,3 - 0,5	0,5 - 1,5	0 - 0,2
13. 8. 0:00	1,7 - 3,4	1,2 - 2,4	1,1 - 1,9	4,0 - 8,0	3,9 - 4,7	0,1 - 1,2
1:00	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0 - 0,8	1 - 1,5	1,9 - 2,2	0,8 - 2,2
2:00	1,7 - 2,9	1,5 - 3,2	1,6 - 2	2 - 2,7	4,4 - 7,6	1,8 - 3
3:00	2,3 - 3,7	1,8 - 2,7	2,1 - 2,4	2,6 - 3,5	3,5 - 5,6	1,3 - 3,9
4:00	1,1 - 1,9	1,6 - 2,1	3,4 - 4	2,3 - 4,2	5,3 - 6,9	3,1 - 5,5
5:00	2,9 - 5,4	3,1 - 5,2	2,3 - 5,3	2,5 - 3,5	2,7 - 5,8	2,5 - 4,2
6:00	3,7 - 7,1	5,5 - 6,8	7,1 - 8,6	7,6 - 8,3	9,8 - 12,3	4,1 - 10,5
7:00	8,2 - 10,5	8,3 - 12	9,6 - 12,5	9,1 - 10	12,2 - 14,3	7,7 - 12,7
8:00	7,8 - 10,3	8,2 - 11,6	9,2 - 12,1	10,9 - 11,5	13,5 - 15,1	11 - 15,5
9:00	7,1 - 10,1	7,1 - 10,6	8,3 - 9,9	9,3 - 10,6	12,1 - 14,2	13,3 - 16,8
10:00	11,4 - 13,7	11,4 - 14,6	12 - 15,5	9,3 - 13	15,2 - 17,5	9,2 - 11,5
11:00	4,3 - 5,9	4,7 - 7,8	4,5 - 7,8	9,6 - 11,3	10,6 - 11,1	12,3 - 14,9
12:00	3,4 - 4,8	3,9 - 6,8	5,1 - 7,1	8,2 - 8,7	8,0 - 9,0	10,9 - 14
13:00	10,9 - 16,9	14,5 - 16,8	14,1 - 16,3	13,4 - 14,1	16,2 - 17,1	13,4 - 21,3
14:00	13,3 - 16,9	14,8 - 17	17,1 - 19,9	16,4 - 19,8	22,4 - 23,1	14,3 - 24,6
15:00	10 - 12,8	10 - 11,2	8,8 - 12	11,3 - 13,6	12,1 - 13,4	12,6 - 18,7
16:00	7,9 - 10,9	9,4 - 10,6	11 - 11,5	8,7 - 11,9	15,4 - 17	8,6 - 13,6
17:00	8,6 - 12,5	10,6 - 12,4	11,6 - 13,8	7,3 - 18,3	19,2	9 - 19,2
18:00	7,5 - 12,7	10,6 - 12,2	12,1 - 13,9	7,1 - 15,1	18,2	8,2 - 16,2
19:00	8,5 - 11,9	9,7 - 11,8	12,3 - 14,7	6,6 - 12,8	17,8 - 19	7,8 - 11,8
20:00	7 - 9,6	8,7 - 10	9,6 - 9,8	4,2 - 10	14,2 - 14,6	5,2 - 8,7
21:00	6,4 - 10,1	9 - 9,8	11 - 12,2	4,5 - 8,5	13,8 - 13,9	4,9 - 8,1
22:00	5,7 - 7,1	6,1 - 7,4	6,8 - 7,5	4,4 - 8,4	11,6 - 12,2	5,4 - 8,8
23:00	5,9 - 8,1	6,8 - 7,8	7,8 - 8,2	4,6 - 9,4	12,6 - 14,3	4,9 - 8,3
14. 8. 0:00	3,8 - 6,6	6 - 6,6	3 - 9,7	3,5 - 8	12,6 - 14	4,3 - 7,3
1:00	5,4 - 10	8,2 - 9,4	3 - 8,5	2,5 - 5,1	9 - 9,6	2,6 - 4,7
2:00	3,9 - 5,3	5 - 5,8	2,9 - 7,6	1,6 - 3,5	6,7 - 7,7	2,1 - 3,3
3:00	0,2 - 3,8	0,3 - 0,4	0,5 - 0,6	0,3 - 0,9	1,5 - 1,6	1 - 2,2
4:00	0,2 - 1,7	0,3 - 0,4	0,5 - 0,6	0,3 - 0,7	1,1 - 1,2	0,3 - 0,9
5:00	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3	0,1 - 0,2	0,5	0,1 - 0,4
6:00	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3	0,3 - 0,4	0 - 0,3	0,6	0,1 - 0,3
7:00	0 - 0,1	0 - 0,2	0 - 0,1	0	0 - 0,1	0 - 0,1



Obr. 1.1 Jizerské hory – srážkové úhrny dne 12. a 13. 8. 2002.



Obr. 1.2 Rozložení srážkových úhrnů dne 12. a 13. 8. v experimentálních povodích Jizerských hor.

1.2 Časový průběh deště

Pršet začalo 11. 8. po 20. hodině a slabě přšelo do 4 h ráno 12. 8. Po dvouhodinové přestávce pak začalo opět pršet. Celkem 11. 8. (tj. do 7 h dne 12. 8.) bylo naměřeno 5–9 mm srážek.

Dne 12. 8. po 6. hodině dešť pokračoval cca do 12 h. Nejvyšší hodinové úhrny byly zaznamenány mezi 9.–10. hodinou, maximum v povodí Blatného Rybníka a Kristiánova 10,2 a 11,2 mm. Mezi 12. až 15. hodinou nepřšelo, dále do 19 h přšelo pouze slabě.

Od 23. hodiny 12. 8. cca do 6 h dne 14. 8 přšelo již souvisle, ale s kolísající intenzitou deště. Intenzita srážek se zvyšovala od 5 h dne 13. 8., kdy hodinové úhrny začaly přesahovat hodnotu 10 mm. Nejvyšší hodnoty v ranních hodinách byly naměřeny mezi 9. – 10. hodinou (max 17,5 mm). Po krátkém mírném zeslábnutí se intenzita deště opět zvýšila, takže ve 14 h byly naměřeny nejvyšší hodnoty hodinových úhrnů z celé srážkové epizody (23,1 a 24,6 mm). Následně již dešť slábl, ale stále se ještě na Smědavě I a Jizerce udržovaly vysoké hodnoty hodinových úhrnů (v 17 h 19,2 mm, na Smědavě I ještě ve 24 h 14 mm). Od 1 h v noci dne 14. 8. dešť pozvolna ustával. Jednotlivá povodí byla srážkami, co do jejich velikosti, nestejněmálně zasažena. Nevíce přšelo v povodí Smědava II na Bílé Smědě, nejméně v povodí Uhlířské na Černé Nise. Časový průběh srážek byl však obdobný.

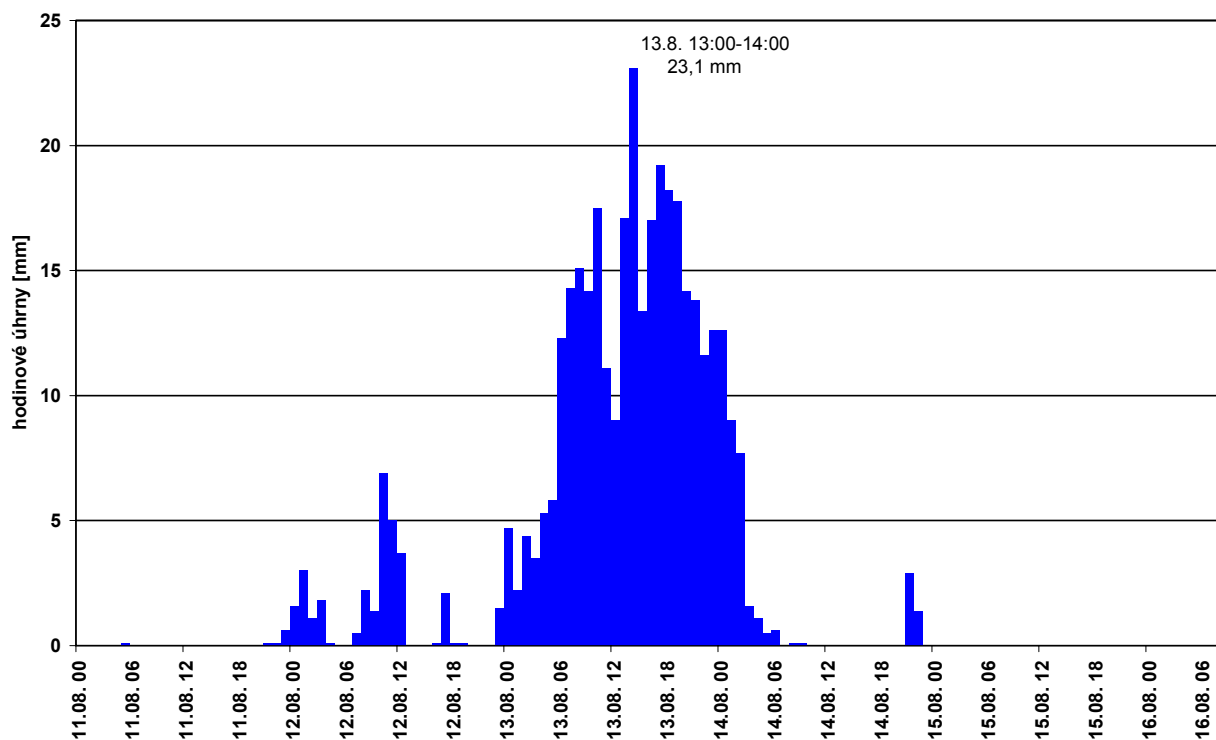
Na obr. 1.3 a 1.4 je znázorněn průběh deště v lokalitách zasažených největší srážkovou činností, na Knajpě a Smědavské hoře. Oba grafy jsou si velice podobné. Z porovnání obr. 1.5 a 1.6, které uvádějí průběhy nejnižších naměřených srážkových úhrnů v západní a východní části Jizerských hor, v lokalitě Prameny Černé Nisy v povodí Uhlířská a v lokalitě Předěl v povodí Jizerka, je již rozdílnost průběhu deště více patrná. Na Předělu je doba trvání deště kratší, maximální úhrny o něco větší a intenzita srážek v závěru srážkové činnosti více slabne.

Nejvyšší srážkové úhrny nad 200 mm dne 13. 8. byly zaznamenány nad nádrží Josefův Důl v lokalitě Blatný Rybník a Kristiánov (204 a 218 mm), nadmořská výška 752 m a 800 m, a dále ve vyšších nadmořských výškách na rozvodí mezi Kamenicí, Jizerkou a Smědou. V lokalitě Kasárenská v nadmořské výšce 917 m bylo naměřeno 212 mm, na Knajpě, s nadmořskou výškou 967 m, se jednalo o úhrn 278 mm, na Smědavské hoře (1006 m n. m.) o 271 mm a na Jizerské cestě (920 m n. m.) o 248 mm. Doba opakování nejvyšších jednodenních srážkových úhrnů se na Knajpě a Smědavské hoře blížila hodnotě 100 let. Nižší jednodenní úhrny se pohybovaly v rozmezí srážek 10–50letých.

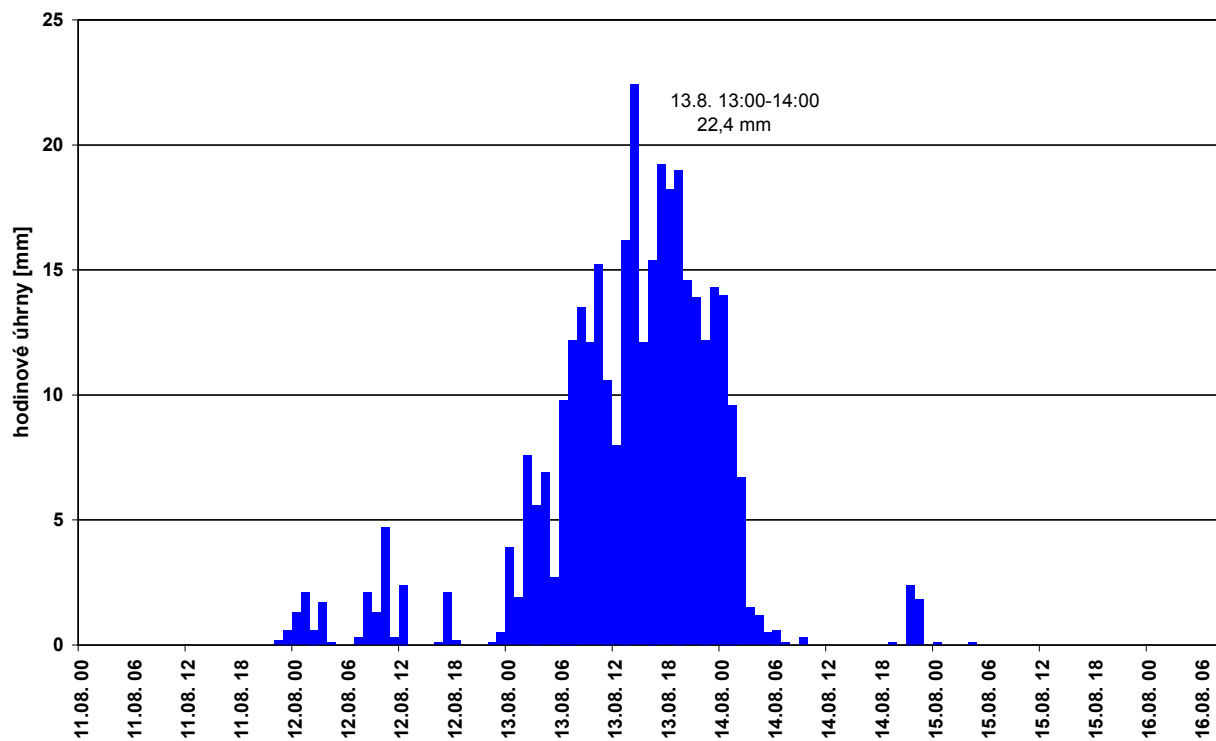
Dvoudenní srážkové úhrny z 12. a 13. 8. byly nejvyšší na Knajpě a Smědavské hoře (354 mm a 336 mm), na Kristiánově a Jizerské cestě (286 a 297 mm). Kromě tří lokalit byly všude v experimentálních povodích zaznamenány 2denní úhrny vyšší než 200 mm. Hodnoty srážek na Knajpě a Smědavské hoře odpovídají době opakování 50 let, nižší hodnoty úhrnů 5–20 let.

1.3 Výpočet srážky na povodí

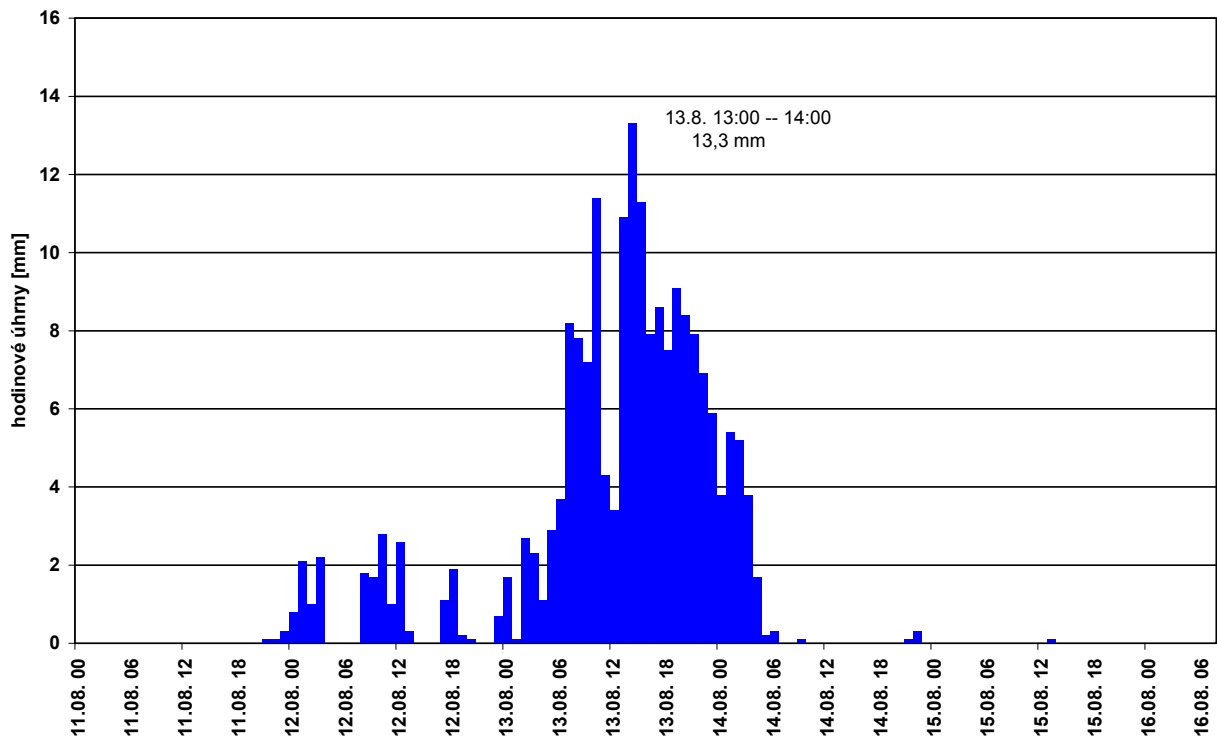
Pro posouzení vlivu srážek na průběh odtoků z povodí a rovněž za účelem přípravy podkladů pro srážkoodtokové modelování byly polygonovou metodou z pozorovaných lokalit vypočteny průměrné hodinové srážkové úhrny pro jednotlivá povodí. Rovnice pro výpočet a výsledné hodnoty srážek jsou uvedeny v tab. 1.5 Pro povodí Smědava II na Černé Smědě, kde byly ombrografy v srpnu mimo provoz, byly hodnoty odvozeny analogií ze záznamu ombrografů v sousedních povodích. Z grafů na obr. 1.7 až 1.12, kde jsou srážky pro jednotlivá povodí vykresleny, je patrné, že v povodích má kolísání intenzity srážek obdobný průběh (rovněž maximální hodinové úhrny se vyskytovaly ve stejnou dobu mezi 13. a 14. hodinou dne 13. 8.), liší se však velikostí naměřených úhrnů. V povodí Jezdecká a Jizerka je ke konci srážkové epizody patrný strmější pokles intenzity srážek.



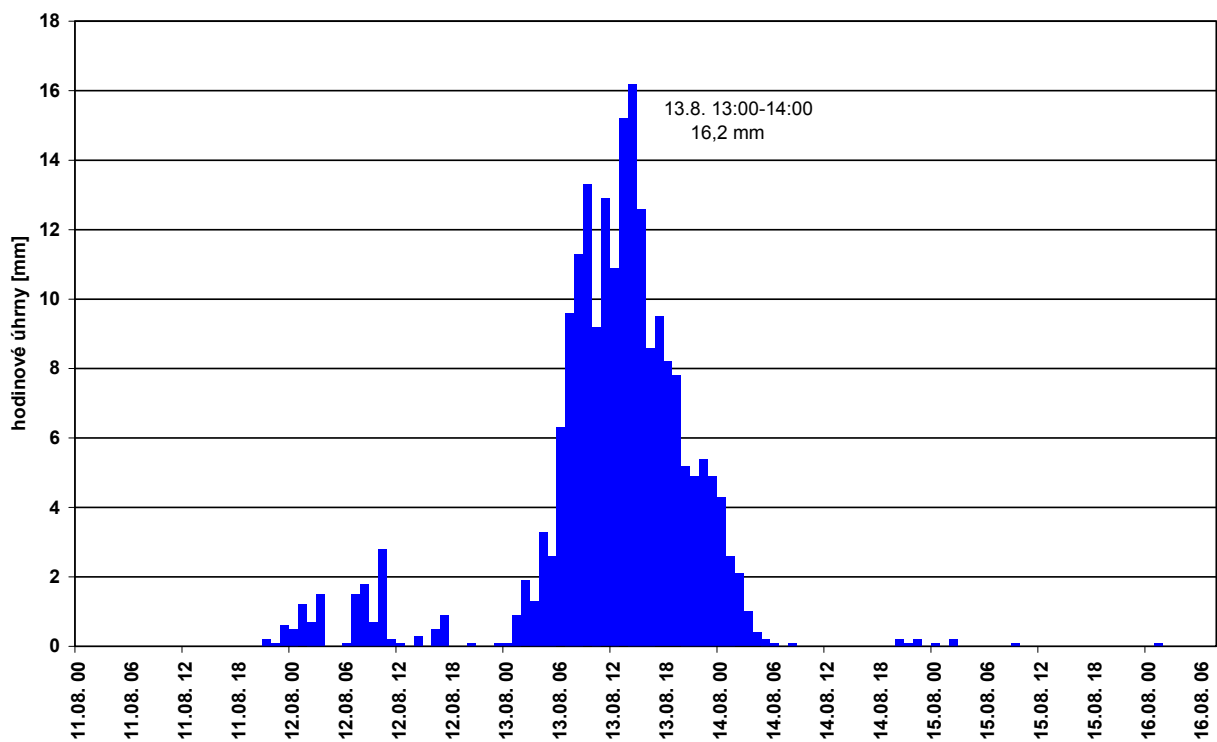
Obr. 1.3 Nejvyšší naměřené srážkové úhrny v EXPO JH – ombrograf Knajpa.



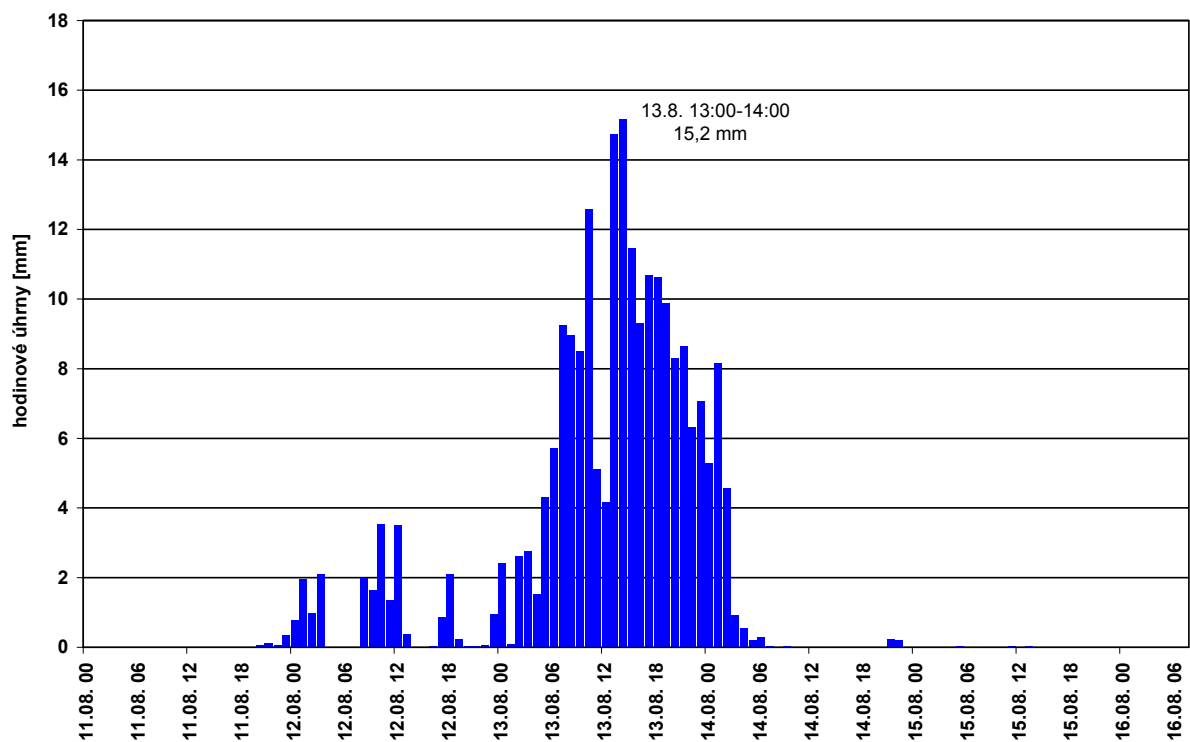
Obr. 1.4 Nejvyšší naměřené srážkové úhrny v EXPO JH – ombrograf Smědavská hora.



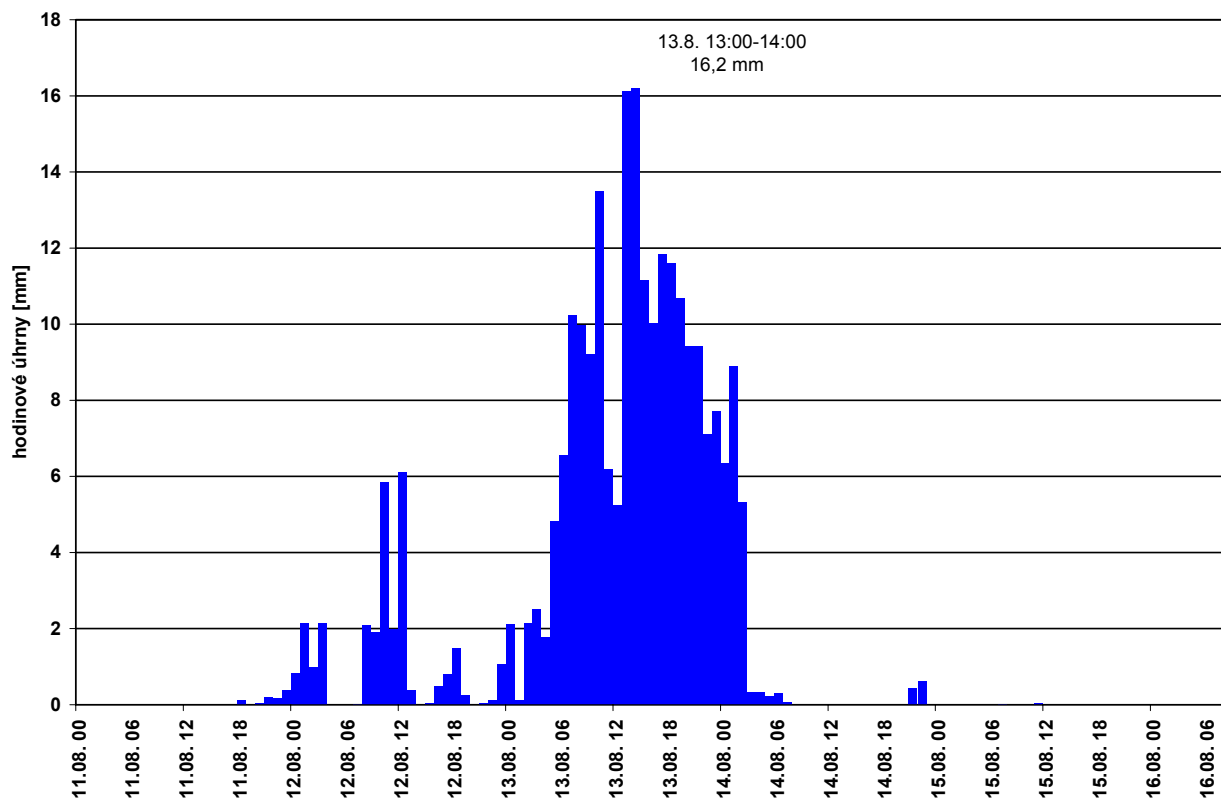
Obr. 1.5 Nejnižší naměřené srážkové úhrny v povodí Uhlířská – ombrograf Prameny Černé Nisy.



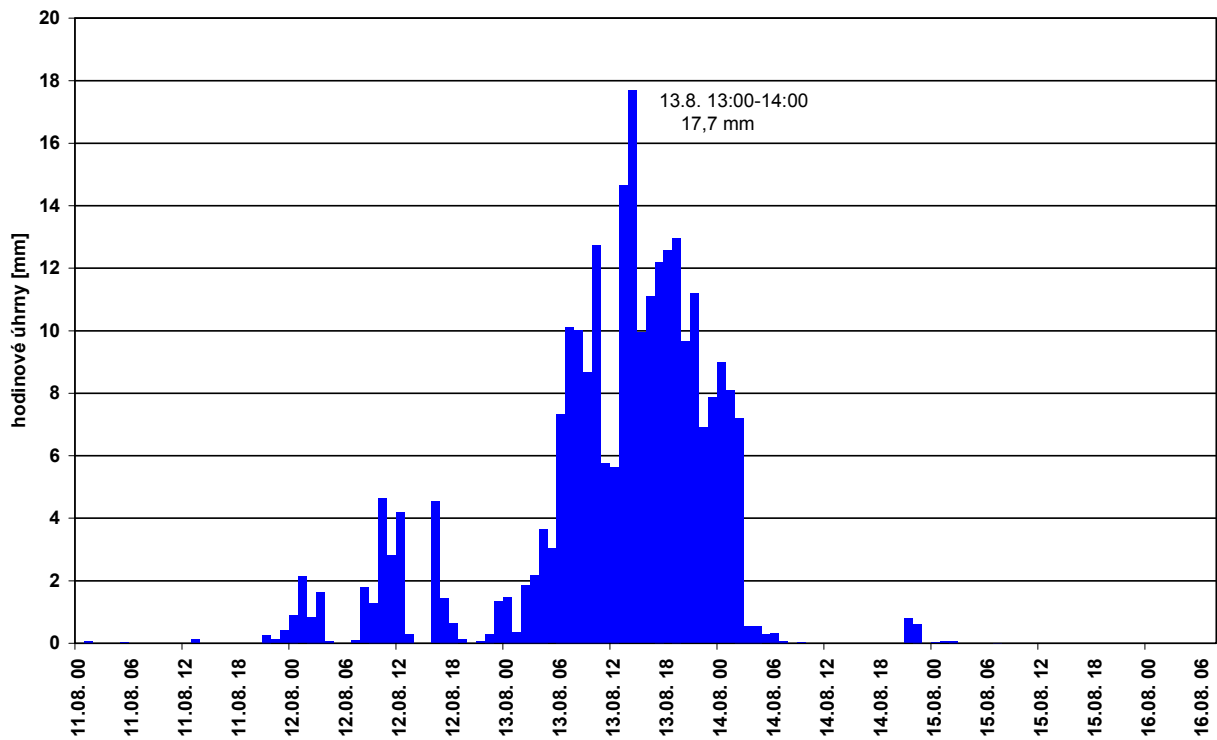
Obr. 1.6 Nejnižší naměřené srážkové úhrny v povodí Jizerka – ombrograf Předěl.



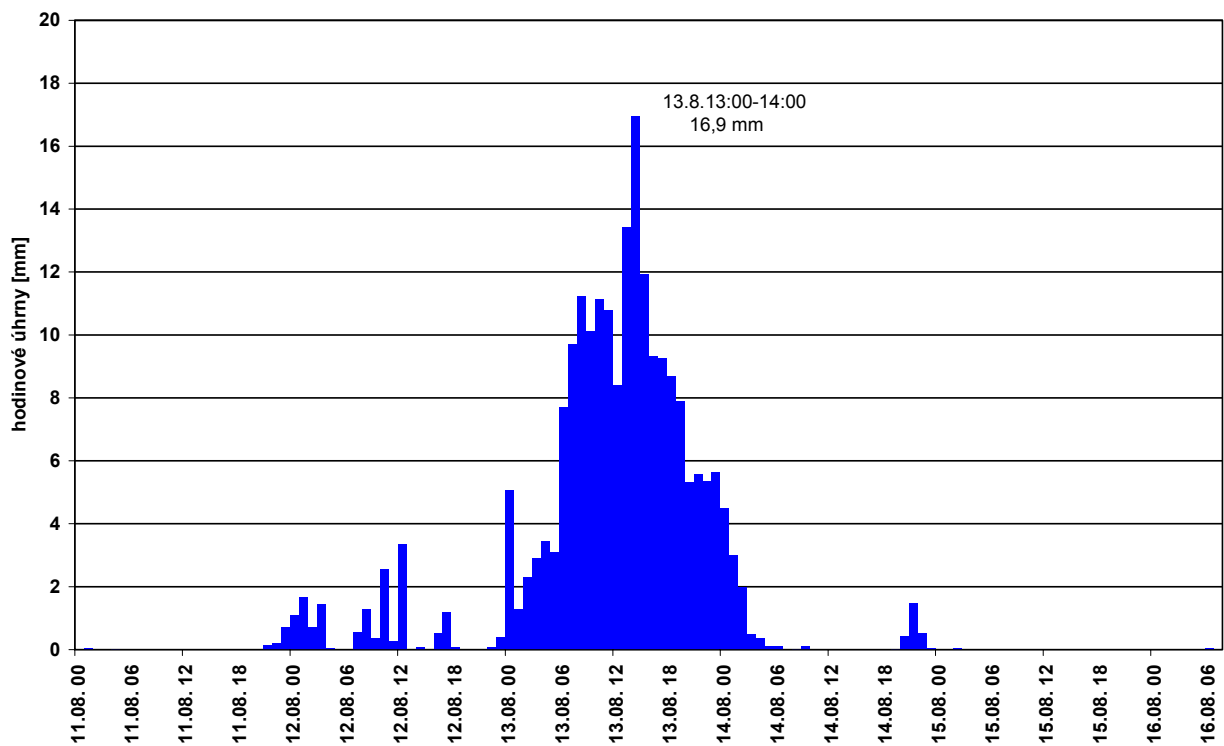
Obr. 1.7 Srážka na povodí Uhlířská – Černá Nisa.



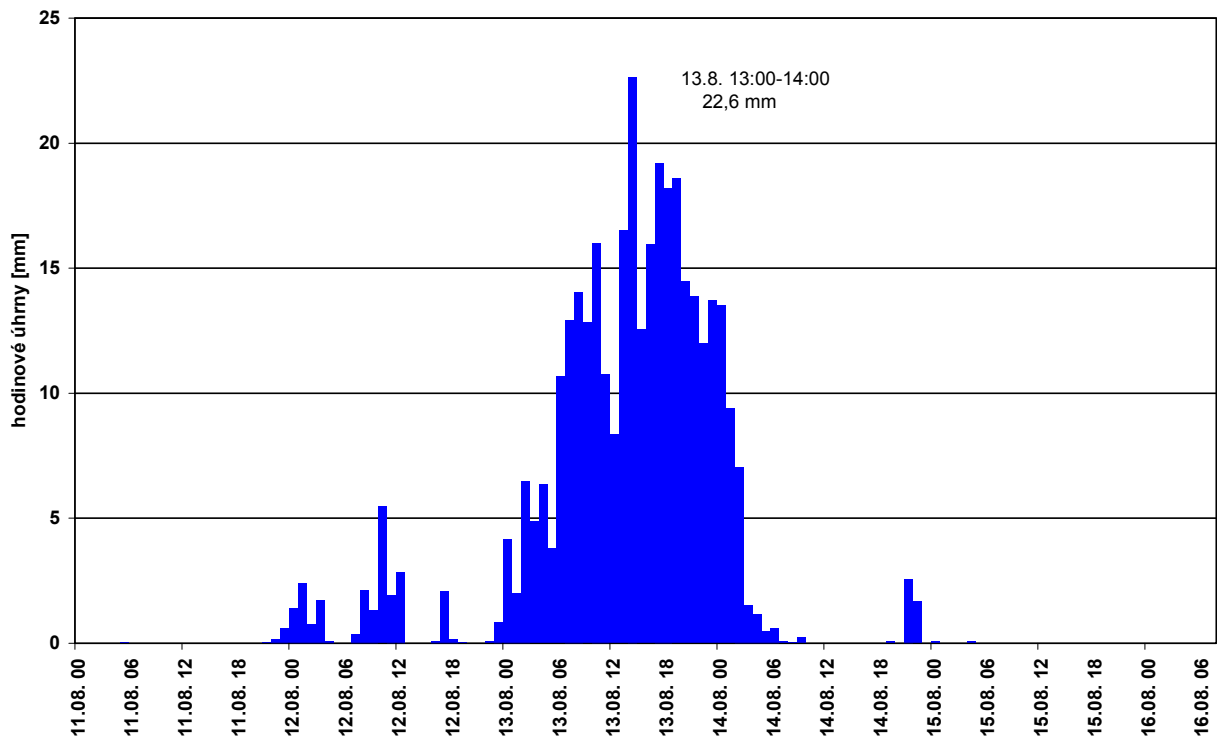
Obr. 1.8 Srážka na povodí Blatný Rybník – Blatný potok.



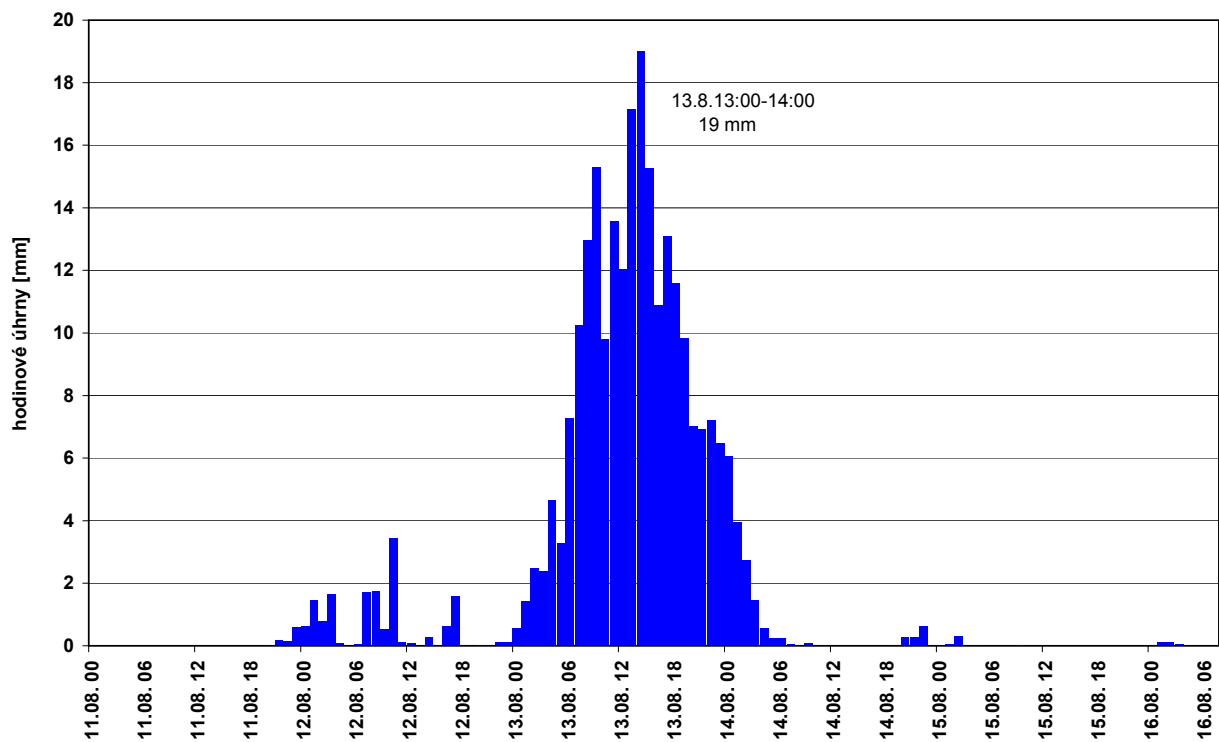
Obr. 1.9 Srážka na povodí Kristiánov – Kamenice.



Obr. 1.10 Srážka na povodí Jezdecká – Černá Desná.



Obr. 1.11 Srážka na povodí Bílá Smědá.



Obr. 1.12 Srážka na povodí Jizerka – Jizerka.

Tab. 1.5 Hodinové srážky na povodí vypočtené polygonovou metodou.

Povodí	Použité rovnice
Uhlířská	$UHL = 0,11xOH + 0,19xPCN + 0,04xHB + 0,29xTO + 0,13xUHL + 0,24xSH$
Blatný Rybník	$BLR = 0,146xBLR + 0,418xNL + 0,272xSH + 0,164xHB$
Kristiánov	$KRS = 0,21xKA + 0,53xUPD + 0,079xHB + 0,181xCN$
Jezdecká	$JZD = 0,336xJZD + 0,504xKUR + 0,16xKA$
Smědava I	$SMI = 0,35xKN + 0,65xSM$
Jizerka	$JIZ = 0,14xJIZ + 0,241xPR + 0,258xLA + 0,387xJZ$
Smědava II	$SMII = 0,2xSM + 0,5xJZ + 0,3xKUR$
Legenda	<p><i>UHL</i> limnigrafická stanice 0,11 k ombrografu příslušející poloha povodí v % OH ombrograf</p>

Limnigrafická stanice		Povodí						
Datum	Hodina	<i>UHL</i>	<i>BLR</i>	<i>KRS</i>	<i>JZD</i>	<i>SMI</i>	<i>JIZ</i>	<i>SMII</i>
		Hodinové úhrny na povodí v mm						
11. 8. 2002	21:00:00	0,1	0,2	0,3	0,1	0	0,2	0,1
11. 8. 2002	22:00:00	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
11. 8. 2002	23:00:00	0,3	0,4	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6
12. 8. 2002	0:00:00	0,8	0,8	0,9	1,1	1,4	0,6	1,0
12. 8. 2002	1:00:00	1,9	2,1	2,1	1,6	2,4	1,5	1,7
12. 8. 2002	2:00:00	1,0	1,0	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7
12. 8. 2002	3:00:00	2,1	2,1	1,6	1,4	1,7	1,6	1,7
12. 8. 2002	4:00:00	0	0	0,1	0	0,1	0,1	0,1
12. 8. 2002	5:00:00	0	0	0,0	0	0	0	0,0
12. 8. 2002	6:00:00	0	0	0,0	0	0	0,1	0,0
12. 8. 2002	7:00:00	0	0	0,1	0,6	0,4	1,7	0,8
12. 8. 2002	8:00:00	2,0	2,1	1,8	1,3	2,1	1,7	1,4
12. 8. 2002	9:00:00	1,6	1,9	1,3	0,4	1,3	0,5	0,7
12. 8. 2002	10:00:00	3,5	5,9	4,7	2,6	5,5	3,4	2,8
12. 8. 2002	11:00:00	1,3	2,0	2,8	0,2	1,9	0,1	0,2
12. 8. 2002	12:00:00	3,5	6,1	4,2	3,3	2,9	0,1	1,4
12. 8. 2002	13:00:00	0,4	0,4	0,3	0	0	0	0,0
12. 8. 2002	14:00:00	0	0	0	0,1	0	0,3	0,1
12. 8. 2002	15:00:00	0	0	0	0,0	0	0	0,0
12. 8. 2002	16:00:00	0	0,5	4,5	0,5	0,1	0,6	0,5
12. 8. 2002	17:00:00	0,8	0,8	1,5	1,2	2,1	1,6	1,8
12. 8. 2002	18:00:00	2,1	1,5	0,6	0,1	0,2	0	0,1
12. 8. 2002	19:00:00	0,2	0,2	0,1	0	0	0	0,0
12. 8. 2002	20:00:00	0,0	0	0	0	0	0	0,0
12. 8. 2002	21:00:00	0,0	0	0,1	0	0	0	0,0
12. 8. 2002	22:00:00	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2
12. 8. 2002	23:00:00	1,0	1,1	1,3	0,4	0,9	0,1	0,3
13. 8. 2002	0:00:00	2,4	2,1	1,5	5,1	4,2	0,6	2,6
13. 8. 2002	1:00:00	0,1	0,1	0,4	1,3	2,0	1,4	1,9
13. 8. 2002	2:00:00	2,6	2,1	1,9	2,3	6,5	2,5	3,7
13. 8. 2002	3:00:00	2,8	2,5	2,2	2,9	4,9	2,4	3,0
13. 8. 2002	4:00:00	1,5	1,8	3,7	3,5	6,3	4,7	5,3
13. 8. 2002	5:00:00	4,3	4,8	3,0	3,1	3,8	3,3	3,7
13. 8. 2002	6:00:00	5,7	6,5	7,3	7,7	10,7	7,3	9,5
13. 8. 2002	7:00:00	9,3	10,2	10,1	9,7	12,9	10,2	11,8
13. 8. 2002	8:00:00	9,1	10,4	10,2	11,2	14,1	13,0	13,9
13. 8. 2002	9:00:00	8,6	9,5	8,8	10,1	12,8	15,3	13,5
13. 8. 2002	10:00:00	12,6	13,6	12,8	11,2	16,0	9,8	12,3
13. 8. 2002	11:00:00	5,2	6,7	6,0	10,8	10,8	13,6	12,8
13. 8. 2002	12:00:00	4,3	5,6	5,8	8,4	8,4	12,0	11,1

Limnigrafická stanice		Povodí						
		<i>UHL</i>	<i>BLR</i>	<i>KRS</i>	<i>JZD</i>	<i>SMI</i>	<i>JIZ</i>	<i>SM II</i>
Datum	Hodina	Hodinové úhrny na povodí v mm						
13.8.2002	13:00:00	14,7	16,1	14,6	13,4	16,5	17,2	17,9
13.8.2002	14:00:00	15,3	16,7	17,9	16,9	22,6	19,0	21,7
13.8.2002	15:00:00	11,5	11,3	10,0	11,9	12,6	15,3	15,3
13.8.2002	16:00:00	9,4	10,2	11,2	9,3	16,0	10,9	12,6
13.8.2002	17:00:00	10,8	12,2	12,4	9,3	19,2	13,1	15,6
13.8.2002	18:00:00	10,7	11,9	12,7	8,7	18,2	11,6	14,1
13.8.2002	19:00:00	10,1	11,4	13,3	7,9	18,6	9,8	11,9
13.8.2002	20:00:00	8,4	9,6	9,7	5,3	14,5	7,0	8,7
13.8.2002	21:00:00	8,7	9,8	11,4	5,6	13,9	6,9	8,2
13.8.2002	22:00:00	6,4	7,2	7,0	5,3	12,0	7,2	8,2
13.8.2002	23:00:00	7,1	7,9	8,0	5,6	13,7	6,5	8,4
14.8.2002	0:00:00	5,4	6,9	9,3	4,5	13,5	4,0	7,5
14.8.2002	1:00:00	8,1	8,6	8,0	3,0	9,4	3,9	4,8
14.8.2002	2:00:00	4,7	5,7	7,4	2,0	7,1	2,7	2,0
14.8.2002	3:00:00	0,9	0,4	0,6	0,5	1,5	1,1	0,6
14.8.2002	4:00:00	0,6	0,4	0,6	0,4	1,2	0,6	0,8
14.8.2002	5:00:00	0,2	0,2	0,3	0,1	0,5	0,2	0,2
14.8.2002	6:00:00	0,3	0,3	0,3	0,1	0,6	0,2	0,3
14.8.2002	7:00:00	0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1

Tab. 1.6 Srážka na povodí – porovnání různých metod výpočtu.

Limnigrafické stanice ČHMÚ OHV EXPO JH

Limnigrafická stanice	Tok	Plocha povodí km ²	Srážka na povodí						Poměr PM/GIS 12.–13. 8.
			Výpočet polygonovou metodou			Výpočet v GISU			
			13. 8. mm	12.–13. 8. mm	11.–20. 8. mm	13. 8. mm	12.–13. 8. mm	11.–20. 8. mm	
Uhlířská	Černá Nisa	1,87	173,0	218,4	225,6	170,8	216,0	223,2	1,011
Blatný rybník	Blatný potok	4,56	192,9	247,5	254,9	184,7	235,6	244,7	1,051
Kristiánov	Kamenice	6,62	198,4	252	261,9	198,6	252,8	262,9	0,997
Jezdecká	Černá Desná	4,75	161,6	207,3	218,5	170,8	214,6	225,9	0,967
Smědava I	Bílá Smědá	3,72	273,5	341,8	355,6	266,1	331,9	345,5	1,030
Smědava II	Černá Smědá	4,74	222,1	273,0	284,7	224,6	278,2	289,7	0,981
Jizerka	Jizerka	10,6	200,9	241,9	254,3	197,4	238,1	250,4	1,016

Limnigrafické stanice ČHMÚ P- Ústí nad Labem a P- Praha

Limnigrafická stanice	Tok	Plocha povodí km ²	Srážka na povodí					
			Výpočet polygonovou metodou			Výpočet v GISU		
			13. 8. mm	12.–13. 8. mm	11.–20. 8. mm	13. 8. mm	12.–13. 8. mm	11.–20. 8. mm
Josefův Důl	Kamenice	25,81	nestanoveno			197,5	255,8	266,4
Proseč	Lužická Nisa	53,67	nestanoveno			122,8	179,6	188,1
Bílý Potok	Smědá	26,13	nestanoveno			219,9	273,5	283,9

Pro hodnocení celkových průměrných srážek na jednotlivá povodí za dobu trvání srážkové epizody a povodňových stavů byly tyto hodnoty stanoveny nejen polygonovou metodou, ale rovněž vypočteny v prostředí GIS (za využití programu ArcView). Konkrétně zde byla využita extenze orografické interpolace srážek[2], která slouží k výpočtu srážkového pole (rastru, gridu) na podkladě bodových pozorování srážek a uplatnění regresní závislosti srážky na nadmořské výšce. Na základě bodového pozorování úhrnů srážek v mm, daném souřadnicemi srážkoměrné stanice, a rastru představujícího terén v m n. m., je vypočten rastr odhadu plošného rozložení srážek v zájmové oblasti ve sledovaném období (viz obr. 1.1 a obr.1.2).

Výpočet průměrné srážky na povodí je pak již jednoduchou procedurou, která spočívá v překryvu vektorové vrstvy rozvodnic a získaného rastru srážkových úhrnů a v aplikaci příslušné sumarizační funkce.

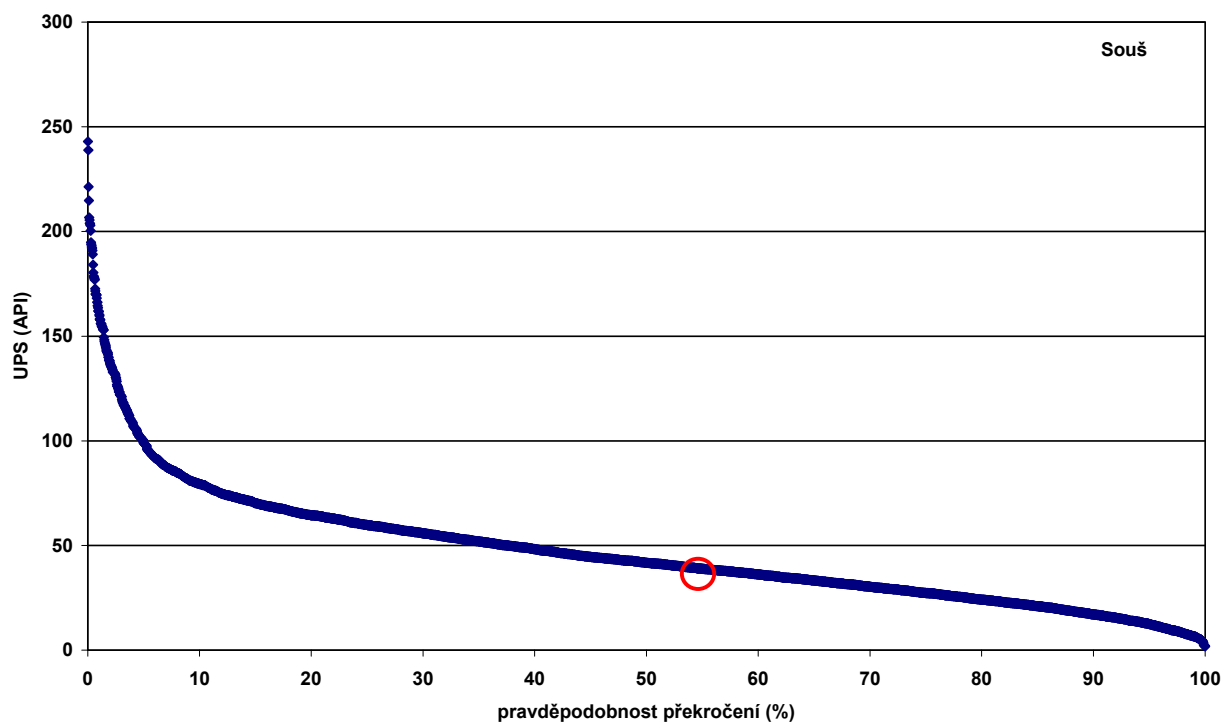
Výsledky obou metod porovnává tabulka 1.6. Vypočtené hodnoty se vzájemně příliš neliší, rozdílnost je maximálně do 5 %. Polygonovou metodou vypočtené hodnoty jsou ve čtyřech povodích vyšší, na Kristiánově a Jezdecké nižší. Největší rozdílnost je na Blatném Rybníce + 5 %, na Jezdecké – 5 %.

2 Nasycenost povodí

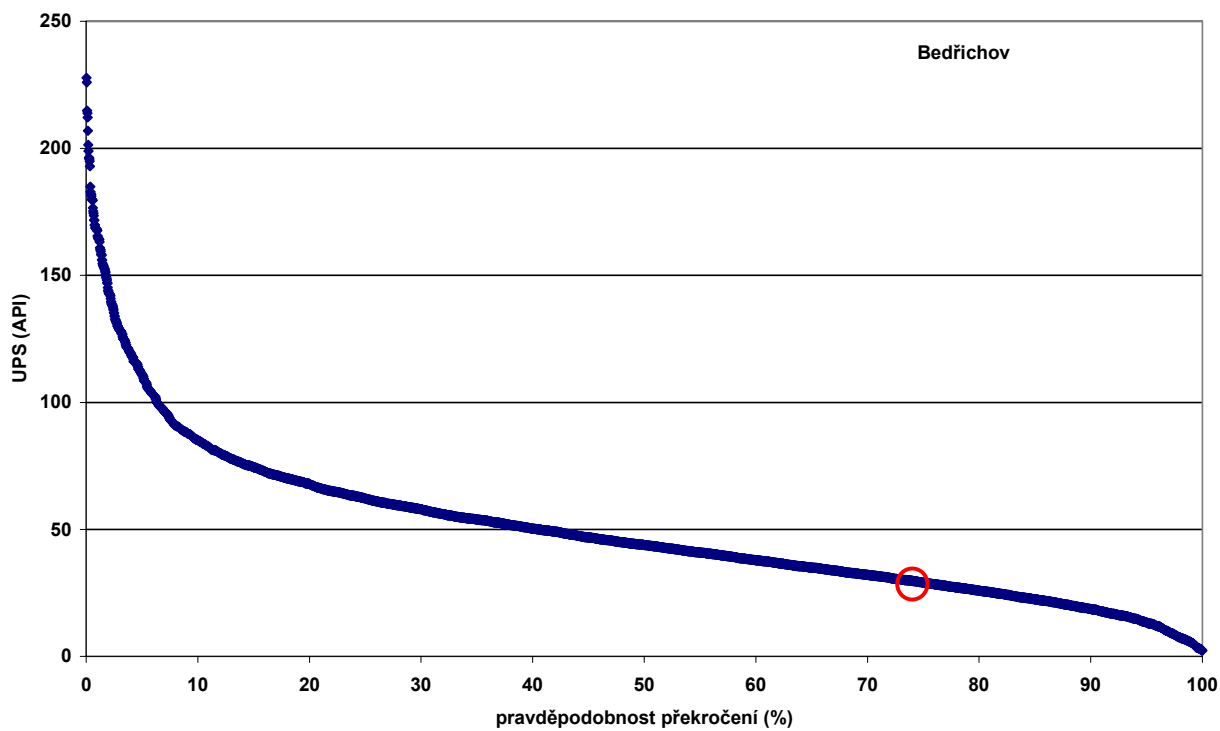
2.1 Hodnocení dle indexu předchozích srážek

Pro posouzení nasycenosti povodí byl použit tzv. index předchozích srážek (UPS, angl. zkratka API), který k určitému datu vyjadřuje vliv srážek vyskytujících se zpětně ve třiceti předcházejících dnech. Pro posouzení aktuálního stavu UPS v létě 2002 byly vypočteny hodnoty průměrných srážek na jednotlivá povodí od května do října a z nich dle příslušného vzorce (tab. 2.1) vypočteny pro každý den od měsíce června do října indexy předchozích srážek. Aby bylo možno výsledné hodnoty posoudit vzhledem k pravděpodobnosti jejich výskytu v dlouhodobém období, byly pro klimatické stanice Bedřichov a Souš, které pozorují dlouhodobě, zpracovány indexy předchozích srážek pro letní období červenec až září od roku 1961 do roku 2002 (tj. za 43 let) a stanoveny křivky jejich překročení (obr. 2.1 a 2.2). Hodnoty UPS, vypočtené ke dni 11. 8. 2002 pro stanice Bedřichov a Souš (29,2 a 39,4 mm), byly v období 1961–2002 překročeny s pravděpodobností 75, respektive 54 %. Hodnoty UPS stanovené pro jednotlivá povodí se od hodnot ve stanicích Bedřichov a Souš příliš neliší (viz tabulku 2.1), i když vyšší hodnoty srážek v těchto povodích, ve srovnání s oběma klimatickými stanicemi, jsou spíše pravidlem. Lze tedy považovat konec měsíce července a začátek měsíce srpna 2002 za suché období ve vztahu k dlouhodobému hodnocení výskytu srážek v letním období. Hodnoty UPS stanovené ke dni 14. 8. pro Bedřichov a Souš (227,8 a 206,6 mm) byly v období 1961–2002, kromě roku 2002, několikrát dosaženy, a to při srážkových epizodách v červenci 1997 a 1981 (Bedřichov), v srpnu 1978 (Souš), v srpnu 1977 (Bedřichov i Souš), v červenci 1971 (Souš – nejvyšší dosažená hodnota UPS v letním období 1961 až 2003 – 243 mm). Na vysoké hodnoty UPS v červenci 1997 měl vliv výskyt dvou po sobě následujících srážkových epizod ve dnech 6.–7. 7. a 17.–21. 7., v ostatních případech vliv dvou až třídních dešťů.

Hodnoty UPS, vyskytující se před srážkou 12. a 13. 8., byly následně dosaženy zhruba až v polovině září.



Obr. 2.1 Pravděpodobnost překročení UPS 1961–2002 (měsíce VII–IX), Bedřichov.



Obr. 2.2 Pravděpodobnost překročení UPS 1961–2002 (měsíce VII–IX), Souš.

2.2 Hodnocení dle tenzometrických údajů

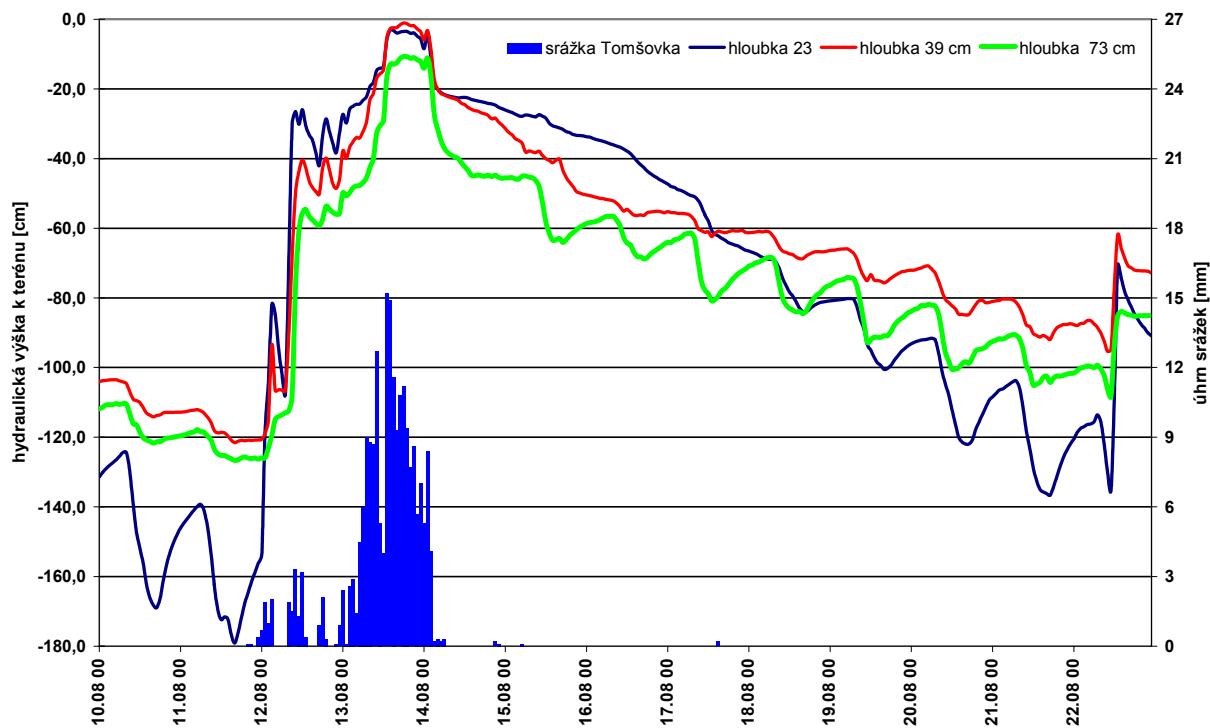
V povodí Uhlířská na lokalitě experimentální plochy Tomšovka se provádějí výzkumné práce pro stanovení odtoku ze svahu a sledují se zde rovněž vlhkostní půdní poměry. Práce provádí Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M. v rámci úkolu 1395 „*Výzkum vlivu degradace lesních půd v důsledku imisí na povodňový odtok*“. Na tenzometrických datech lze demonstrovat vliv srpnové srážkové epizody na vlhkostní poměry v půdě.

V grafu na obr. 2.3–2.5 jsou hodnoceny údaje ze dvou stanovišť v lese. První je umístěno na svahu, který byl v období 1983–1988 odlesněn holosečným způsobem a nyní je na něm mladý nezapojený smrkový porost. Druhé stanoviště je ve vzdálenosti asi 500 m na tomtéž svahu, ale s porostem vzrostlého lesa o stáří 40–50 let. Na obou svazích se nachází hnědá půda kyselá, hloubka půdního profilu je odhadnuta na 60–100 cm. Měřené hodnoty sacích tlaků (jedná se o surová nevyhlazená data) jsou vyneseny jako relativní tlakové výšky od srovnávací roviny, kterou je povrch půdy. Hodnoty jsou záporné (jde o sací tlakové výšky).

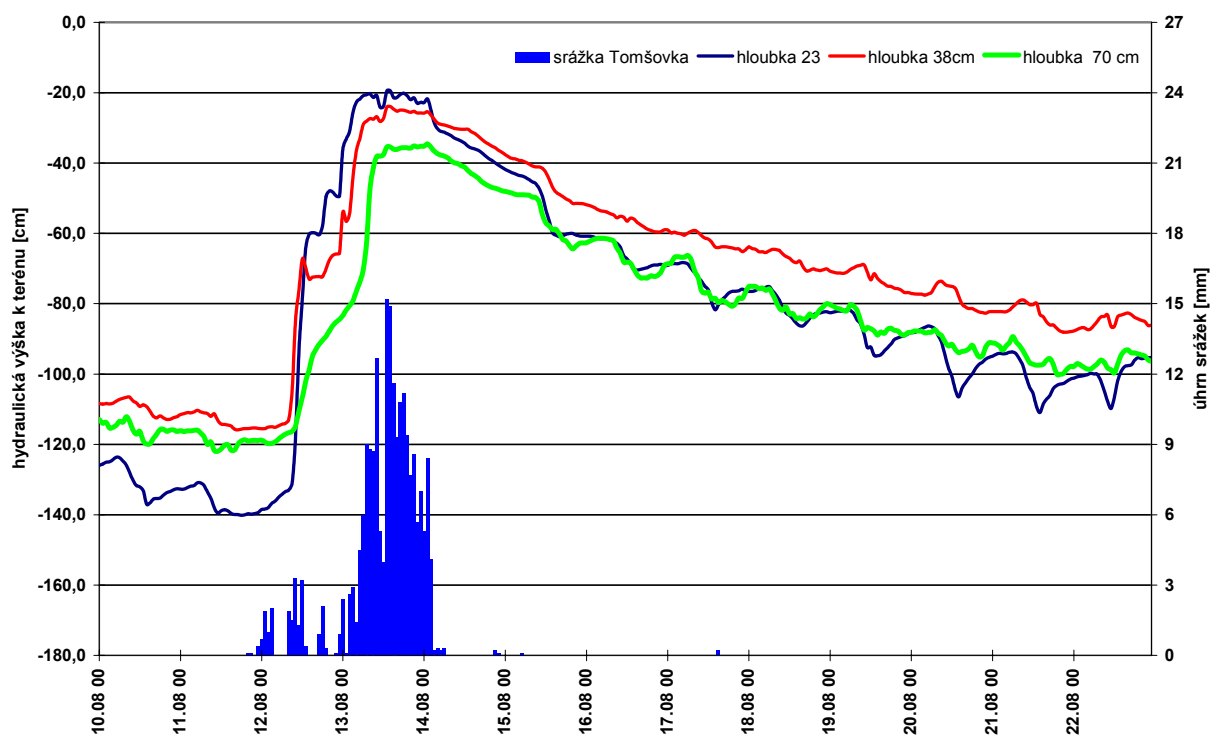
Na prvním stanovišti jsou znázorněny průběhy ve dvou vybraných trojicích tenzometrů umístěných nad sběrnými příkopy v horní části svahu. Jednotlivé tenzometry jsou osazeny ve vzájemně si odpovídajících hloubkách (viz obr. 2.3 a 2.4), v závislosti na půdních horizontech. Je zřejmé, že průběhy po jednotlivých horizontech si vcelku dobře odpovídají. V průběhu extrémní srážky 13.–14. 8. 2002 došlo pravděpodobně v některých místech k nasycení půdního profilu (sací tlakové výšky velmi blízko nuly), což indikuje pravděpodobný vznik podmínek pro nasycený hypodermický odtok, eventuálně i povrchový odtok po svahu, a to alespoň v některých lokalitách. Tato situace trvala přibližně 12 hodin.

Na druhém stanovišti ve vzrostlém lese jsou vyneseny průběhy sacích tlakových výšek v jedné trojici tenzometrů (obr. 2.5). Tato trojice je umístěna v horní části svahu. Tenzometry jsou opět v hloubkách odpovídajících jednotlivým půdním horizontům. V průběhu extrémní srážky 13.–14. 8. 2002 došlo v místě této trojice k nasycení půdního profilu, podobně jako v případě prvního stanoviště. Patrný rozdíl je v různé rychlosti první fáze odvodnění půdního profilu, který je na tomto lesním stanovišti výrazně pomalejší.

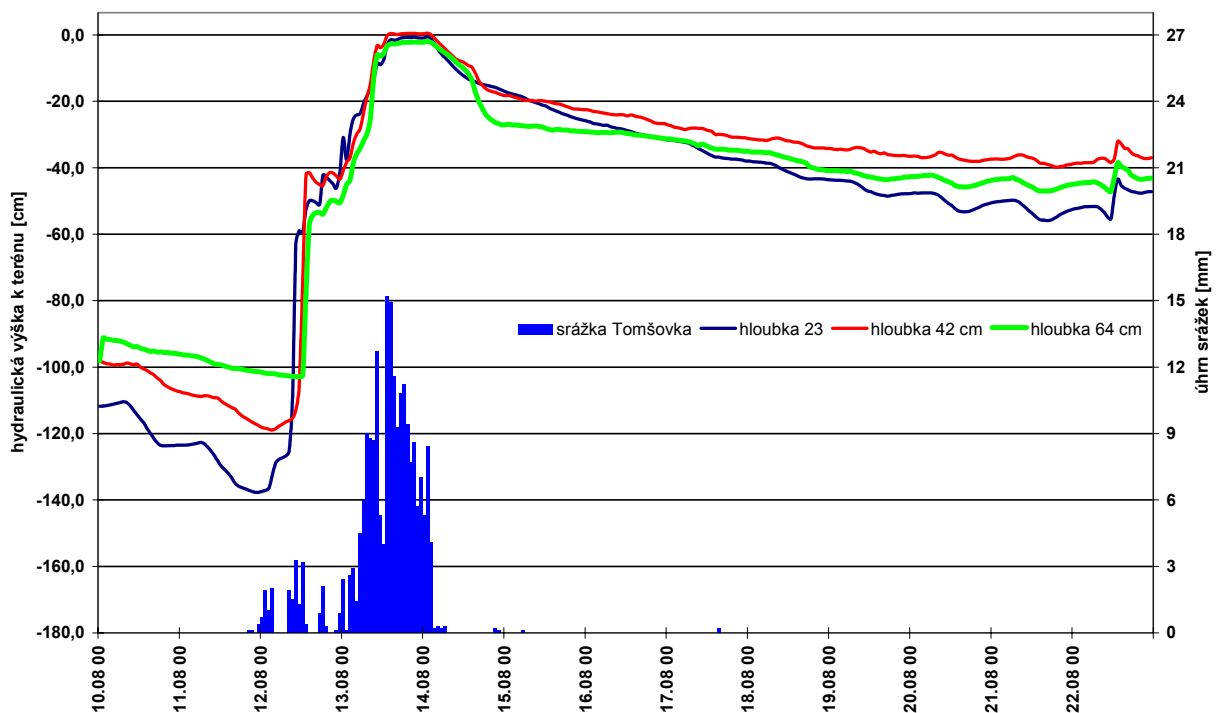
Z uvedeného hodnocení vyplývá, že půdní profil nebyl dne 11. 8. nasycen. Srážky dne 12. 8. (v lokalitě Tomšovka 14 mm) sytily rychle všechny 3 horizonty, takže při následných srážkách dne 13. 8. v poledne byly půdní profily již místy nasyceny, a začalo tak docházet ke zrychlení odtoku vody z povodí. Časově tento jev odpovídal výskytu maximálního hodinového úhrnu a trval po dobu intenzivních srážek cca do 1 h dne 14. 8., kdy intenzita srážek ve stanici Tomšovka výrazně poklesla (z 9 na 4 mm za hodinu), a dále již déšť pouze ustával. Od 7 h ráno již nepršelo a půdní profil se začal vyprazdňovat. Do 22. srpna nebylo dosaženo hodnot nasycenosti půdních horizontů z období před začátkem srážkové epizody, a to zejména v lesních partiích. Porovnání časového průběhu srážky na povodí Uhlířská a povodňové vlny v závěrovém profilu povodí (obr. 2.6) potvrzuje zachycení části deště v povodí na počátku srážkové epizody, a tím i zpoždování nástupu povodňové vlny. Průtoky se začaly zvyšovat až 13. 8. po 1 h, výrazněji pak až po 5 h ranní. Kulminovaly zhruba jednu hodinu po výskytu maximálních srážek, které byly v ombrografických stanicích v povodí Uhlířská naměřeny ve 13 až 14 h. Maximální průtok byl dosažen ve 14:20 hodin.



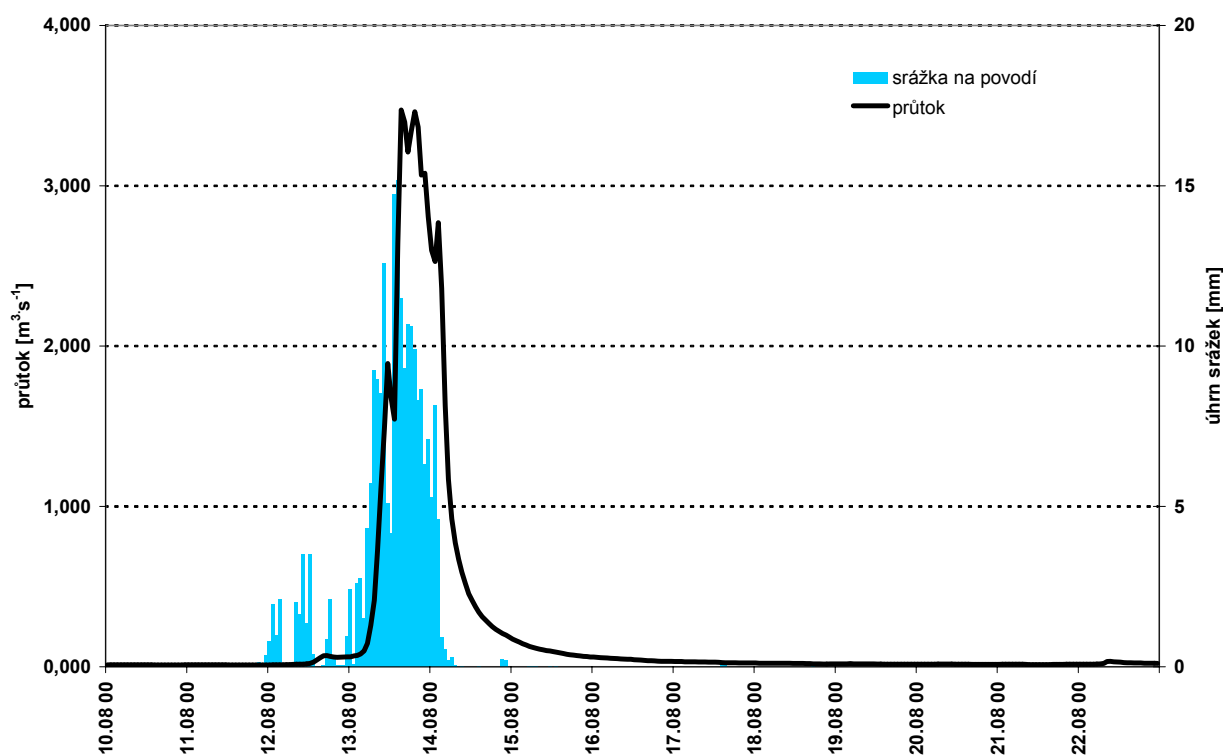
Obr. 2.3 Povodí Uhlířská – tok Černá Nisa, lokalita Tomšovka. Sací tlakové výšky v půdě v porostu mladého lesa.



Obr. 2.4 Povodí Uhlířská – tok Černá Nisa, lokalita Tomšovka. Sací tlakové výšky v půdě v porostu mladého lesa.



Obr. 2.5 Povodí Uhlířská – tok Černá Nisa, lokalita Tomšovka. Sací tlakové výšky v půdě v porostu dospělého lesa.



Obr. 2.6 Srážky na povodí Uhlířská a průtoky v závěrovém profilu.

3 Odtokové poměry

3.1 Měrné objekty

Sledování vodních stavů a průtoků se provádí v limnigrafických stanicích umístěných v sedmi závěrových profilech experimentálních povodí. Příslušné plochy povodí jsou uvedeny v tab. 3.1. Po srpnové povodni byly profily geodeticky zaměřeny. Ve 4 limnigrafických objektech jsou výšky hladin sledovány automatickými stanicemi s tlakovými čidly firmy SEBA s digitálním záznamem firmy po 10 minutách. Stanice Blatný Rybník a Jezdecká jsou vybaveny plovákovými registračními přístroji.

Limnigraf Uhlířská na Černé Nise je situován u zděného koryta o šířce 3 metry. Měrný profil je zakončen lichoběžníkovým Cipolettiho přepadem s ocelovým břitem (šířka ve dně 50 cm, výška 25 cm) bez vývaru. Přetékající voda dopadá na pokračující dlažbu dna. Zdi koryta jsou cca 3 m vysoké ve sklonu 15:1. Voda při srpnové povodni z koryta nevybřežila.

Kromě utržené latě nebyl profil při povodni poškozen, i když byl již delší dobu udržován ve funkci jen provizorními opravami. Přestavba z prostředků ČHMÚ je plánována v roce 2003.

Limnigraf Blatný Rybník na Blatném potoce má koryto zděné, ve dně 4,5 m široké, bočné zdi o sklonu 1:1,5 o výšce 1,60 m. Profil je zakončen prahem s Cipolettiho přepadem (1 m / 50 cm) bez vývařistě. Za povodně voda nevybřežila.

Při povodni z příčného prahu vypadly dva kameny, toto poškození nemá vliv na přesnost měření. Opravu správce toku Lesy ČR přislíbil provést během roku 2003.

Limnigraf Kristiánov na Kamenici má koryto 5,50 m široké bez měrného přepadu. Pro měření malých průtoků je v měrném profilu koryto zúžené na šířku 1,70 m výhonem kolmým k břehu, zděným z lomového kamene. Svahy koryta jsou ve sklonu 1,75, zpevněné v délce 8 m dlažbou do výšky 80 cm. Nad ní je na levém břehu kamenný zához zalitý betonem, pravý břeh je přírodní. Za povodně voda nevybřežila, byly vyplaveny výplně spár na částech dlažby břehů a výhonu. Povodí Labe, s. p. provede v roce 2003 jejich přespárování.

Limnigraf Jezdecká na Černé Desné má měrný profil 5 m široký se svislými zdmi z lomového kamene, které pokračují svahy o sklonu 1:1, dlážděnými lomovým kamenem. Břehová čára je zhruba 1,20 m nade dnem koryta. V betonovém prahu je Cipolettiho přepad (1 m / 30 cm) s vývarem. Za povodně bylo koryto toku poškozeno a břehy byly vymlety. Hladina vystoupila 30 cm nad okraj koryta. Vzhledem k plochému levobřežnímu terénu rozliv při maximální hladině dosáhl šíře 103 m. Při povodni vznikly na obou březích erozivní rýhy, které byly Povodím Labe, s. p. týden po povodni asanovány.

Limnigraf Jizerka na toku Jizerce má dlážděné koryto 8 m široké, zakončené prahem s měrným Cipolettiho přepadem (1,20 m / 25 cm) a tvrdým spadištěm. Levobřežní zeď má výšku 2,5 m, pravobřežní 1,8 m. Za povodně voda vybřežila. Při maximálním vodním stavu šířka toku dosáhla 30 m. Z koruny příčného prahu vypadlo několik kamenů. Měrná křivka profilu se změnila. Oprava přislíbená podnikem Lesy ČR má být provedena v průběhu roku 2003.

Koryto Bílé Smědé u *limnigrafu Smědava I* je 5 m široké, vydlážděné ve dně a na svazích (sklon 1:1,5) do výšky 90 cm. Levý břeh dále pokračuje ve stejném sklonu, pravý břeh je pozvolný. Dláždění je ukončeno měrným prahem s Cipolettiho přepadem (90 cm / 30 cm) a balvanitým spadištěm. Dále pokračuje přirozené balvanité koryto toku. Za povodně byl profil zanesen balvany. Šířka toku při rozliti dosáhla 10 m. Z koruny příčného prahu vypadlo několik kamenů, bezprostředně následující provizorní oprava pracovníky ČHMÚ dodnes vydržela, definitivní opravu provedou Lesy ČR v průběhu roku 2003.

Koryto Černé Smědé u *limnigrafu Smědava II* bylo 6 m široké, dlážděné do výšky svahů 1,80 m, opatřené prahem s měrným Cipolettiho přepadem bez vývařistě. Dlážděné

koryto dále pokračovalo ve velkém sklonu. Za povodně byly měrný přepad i dlažba zničeny a automatická měrná stanice s digitálním záznamem poškozena. Oprava stanice není zajištěna a bude vyžadovat investici. Voda za povodně nevyběžila, vešla se do koryta o šířce 8,5 m.

3.2 Fyzicko-geografické charakteristiky jednotlivých povodí

V tab. 3.1. jsou shrnuty údaje o charakteristikách povodí, kde jsou kromě všeobecně známých a používaných charakteristik také uvedeny hodnoty tzv. retenčních faktorů R1 a R2, které berou v úvahu původní lesní porosty a jejich rozsah v povodí (stav z roku 1983) a uvádějí schopnost retence vody v povodí. Největší rozsah desukčních půd (půdy, které se zamokřují) je na horním povodí Smědavy I – 51 % z celé porostní půdy v povodí (100 % z této rozlohy zde tvoří rašeliny), dále následuje povodí Uhlířské a Jizerky 32 % (rašeliny 78 a 72 %) a Blatného Rybníka 28 % (rašeliny 82 %). Nejmenší procento desukčních půd je na Kristiánově 10,3 % a Jezdecké 19,3 % při malém podílu zrašelinění (47, resp. 29 %) těchto povodí [3].

Charakteristiky uvedené v tab. 3.1 jsou pro pochopení režimu odtoků pouze informativní. Vlivem smýcení lesa se změnil i charakter přízemní vegetace. Na mnoha místech je terén velice nerovný, s množstvím proláklín, které se staly okolním smyvem půdy nepropustnými. Na jiných místech, často nepřilíživých vzdálených od prvně jmenovaných lokalit, se naopak podél mrtvých kořenů vytvořily preferenční infiltrační cesty (tyto skutečnosti byly ověřeny infiltračními pokusy). Lze předpokládat, že i rozsah desukčních půd se vlivem odlesnění během let více rozšířil.

Přes mnohé nejasnosti lze z vypovídací schopnosti uvedených charakteristik odvodit, že odtokový režim v povodí Kristiánova a Jezdecké se od ostatních povodí bude lišit, neboť mají větší procento infiltračních ploch s mělkým, rychlým oběhem vody. Průzkumem na Jezdecké bylo zjištěno, že voda ze svahů zde vytéká podél údolnice a cesty probíhající údolím.

3.3 Podkladové hydrologické materiály

Digitalizované údaje vodních stavů z limnigrafických stanic byly do databáze uloženy po 10 minutách a z nich po vložení hodnot z měrných křivek byly stanoveny průtokové hodnoty v desetiminutových intervalech a určeny průměrné denní průtoky. Údaje vodních stavů z registračních pásek byly manuálně vyčteny v lomových bodech záznamů a po doplnění průtoků na podkladě aktuálních měrných křivek byly vytvořeny soubory průtokových hodnot v hodinových intervalech a soubory s průměrnými denními průtoky.

Hodnoty základních hydrologických charakteristik, na jejichž základě byla hodnocena extremita povodně, byly převzaty ze stávajícího zpracování m -denních a N -letých průtoků.

3.4 Průběh povodně

Slabé zvyšování vodních stavů a průtoků následovalo po srážkách vyskytujících se v závěru dne 11. 8. a v průběhu dne 12. 8.

Dne 11. 8. byly průtoky velice malé. Ve stanici Uhlířská na Černé Nise odpovídaly dle stávajících hydrologických poměrů 364denním průtokům (Q_{364d}), na ostatních stanicích 300 až 270denním průtokům. Specifické průtoky se pohybovaly mezi 5 až 15 l.s⁻¹.km⁻². V průběhu dne 12. 8. se vlivem dalších srážek průtoky začaly zvyšovat. Mírný vzestup trval přibližně do 15 až 17 h, dále průtoky na tocích klesaly, kromě Jizerky, kde se zachovával setrvalý stav. Další pozvolný vzestup nastal po 23. hodině, na Jizerce až po 2. hodině ranní dne 13. 8. Průtoky vyskytující se v tomto čase lze považovat za patu povodňové vlny.

Charakteristiky průběhu povodně na jednotlivých tocích jsou v souhrnu uvedeny v tab. 3.2.

Tab. 3.1 Geografické charakteristiky povodí.

Tok	Profil	Plocha povodí (F) [km ²]	Porostní plocha [% F]	Údolnice Lú				Průměrná nadm. výška na povodí [m n. m.]	Střední šířka povodí B [km]	Průměrná délka svahů [km] LSV	Herbstův sklon povodí [%]	Součinitel tvaru povodí A	Retenční faktor R ₁	Retenční faktor R ₂
				nadmořská výška		délka	sklon							
				povodí	profil									
				m n. m.		[km]	[%]							
Černá Nisa	lg. Uhlířská	1,87		822	774	2,1	2,3	818,3	0,89	0,45	3,5	0,42	16	
Blatný potok	lg. nad nádrží JD	4,56	87,7	835	750	3,6	2,4	818,6	1,27	0,64	10,5	0,35	16	19,7
Kamenice	lg. nad nádrží JD	6,62	97,8	1006	750	4	6,4	898,9	1,66	0,83	12,5	0,41	15	16,2
Černá Desná	lg. Jezdecká	4,75	91,7	890	769	3,1	3,9	897,8	1,53	0,77	14,9	0,49	14	16,2
Jizerka	lg. Jizerka	10,6	91,9	902	850	4,7	1,1	974,4	2,25	1,1	10,3	0,48	15	17,2
Bílá Smědá	lg. Smědava I	3,72	17,4	990	809	3	6	996,9	1,2	0,6	17,9	0,41	17	20,1
Černá Smědá	lg. Smědava II	4,74	98,6	890	809	4,3 ^{x)} 2,7	3	904,7	^{x)} 1,1	0,55	7,5	0,65	16	18,2

^{x)}...dvě větve

F ...plocha povodí

Lú ...délka údolnice

B ...šířka povodí

$$B = \frac{F}{Lú}$$

Ls ...délka svahů

$$Ls = \frac{B}{2}$$

A ...součinitel tvaru povodí

$$A = \frac{F}{Lú^2}$$

R1 ... retenční faktor, sestaven jako vážený průměr hodnot R z odpovídajících dílčích ploch

R = 9 mm

buky

R = 18 mm

jehličnany

R = 3 mm

intravilán

R = 10 mm ...zabuřenělé holoseče a zabuřenění porostů

R2 ...poměrové vyhodnocení z desukčních, infiltračních a protierozních ploch v povodí

R1 infiltrační půdy

R = 30 desukční půdy

R = 3 protierozní půdy

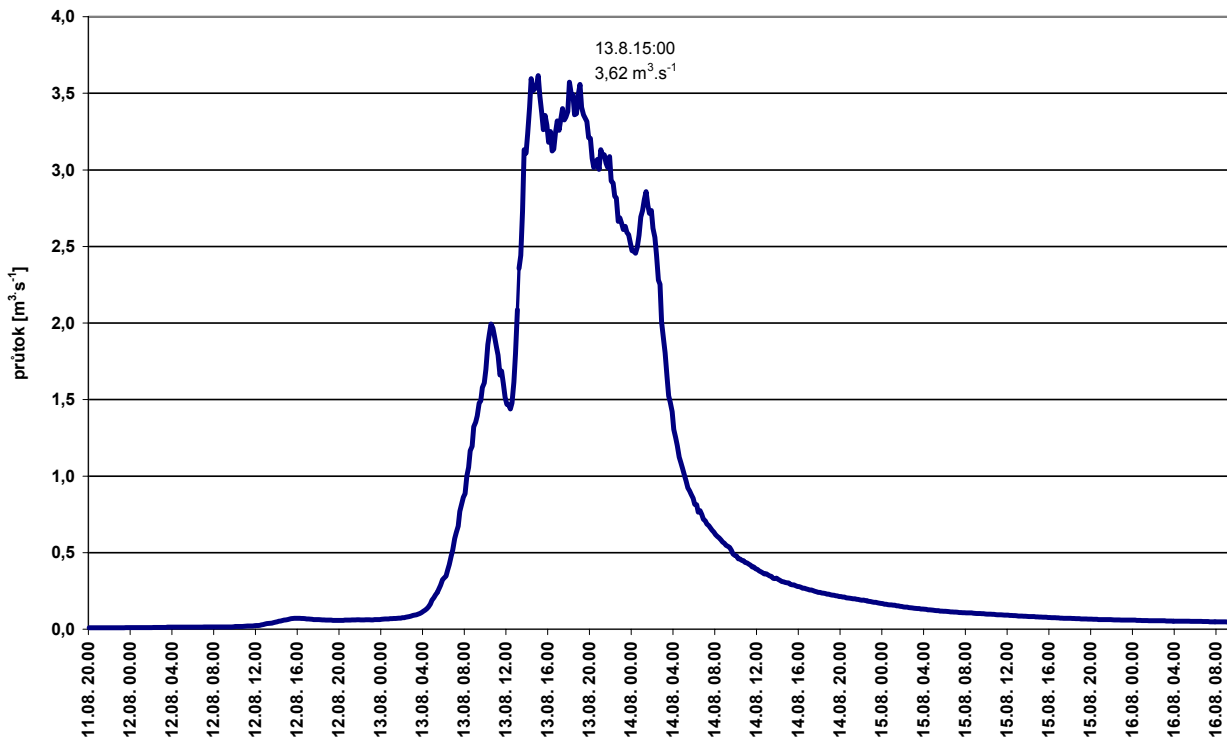
Tab. 3.2 Hydrologické charakteristiky průběhu povodně v srpnu 2002.

Povodňová vlna 11. 8. 21:00 až 21. 8.7:00

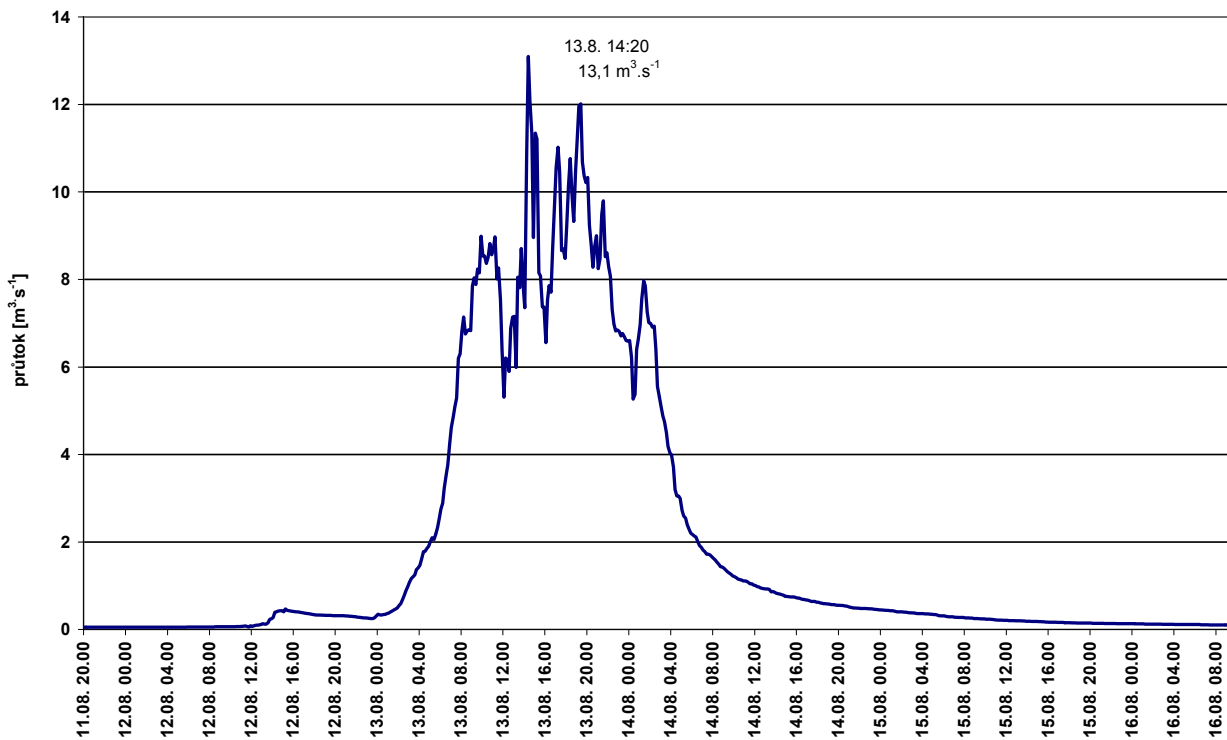
Limnigrafické stanice ČHMÚ OHV EXPO JH

Limnigrafická stanice	Tok	Plocha povodí [km ²]	Začátek mírného vzestupu			Pata povodňové vlny		Doba k dosažení kulminace hod:min
			čas	průtok [m ³ .s ⁻¹]	Odpovídající Q_m	čas	průtok [m ³ .s ⁻¹]	
Uhlířská	Lužická Nisa	1,87	11. 8. 23:20	0,010	Q_{364}	12. 8. 23:10	0,061	15:50
Blatný Rybník	Blatný potok	4,56	12. 8. 0:40	0,07	Q_{270}	12. 8. 23:30	0,256	16:30
Kristiánov	Kamenice	6,62	12. 8. 0:30	0,088	$Q_{270}-Q_{300}$	13. 8. 0:10	0,620	13:20
Jezdecká	Černá Desná	4,75	12. 8. 5:10	0,040	$Q_{300}-Q_{330}$	13. 8. 0:10	0,149	15:50
Smědava I	Bílá Smědá	3,72	11. 8. 23:10	0,050	Q_{270}	12. 8. 23:30	0,251	14:50
Smědava II	Černá Smědá	4,74			porucha			
Jizerka	Jizerka	10,6	11. 8.21:00	0,122	$Q_{270}-Q_{300}$	13. 8. 1:50	0,289	13:10

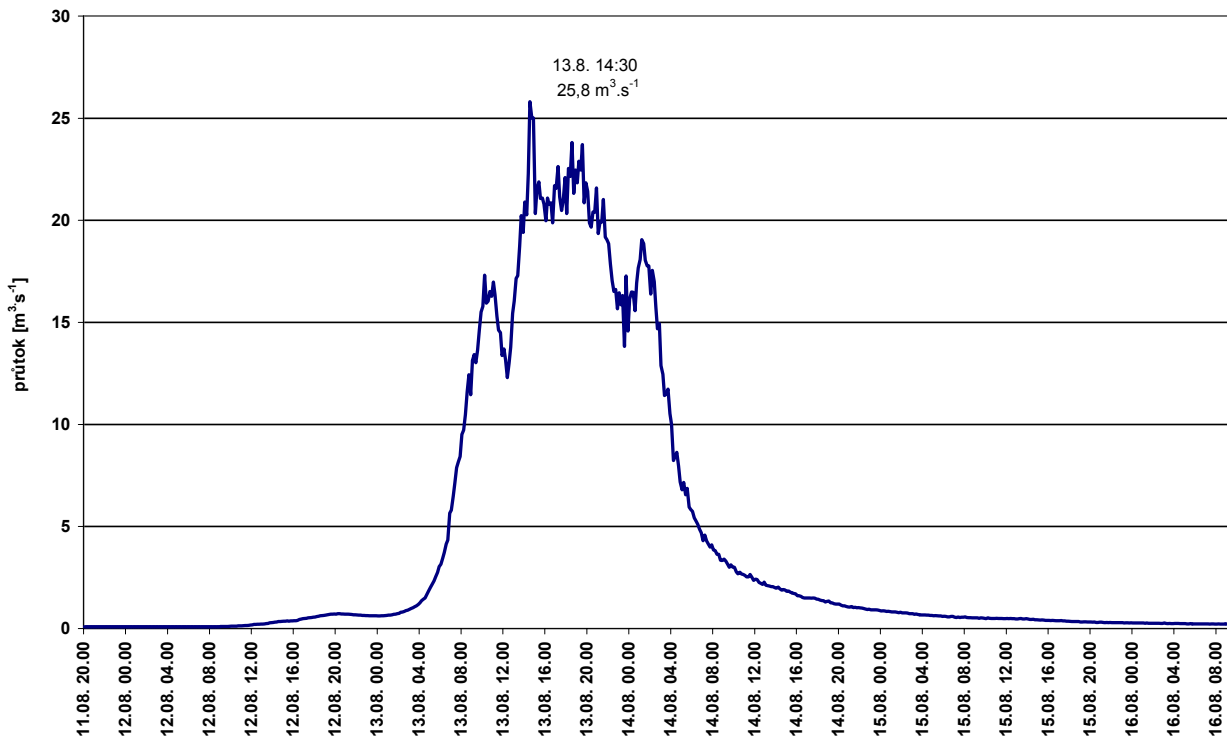
Limnigrafická stanice	Kulminace			Trvání vrcholových průtoků větší než		Konec vlny		
	čas	průtok [m ³ .s ⁻¹]	odpovídající Q_N	[m ³ .s ⁻¹]	čas	čas	průtok [m ³ .s ⁻¹]	odpovídající Q_m
Uhlířská	13. 8. 15:00	3,62	Q_2	3	13:40-21:50	21. 8. 7:00	0,015	$Q_{330-355}$
Blatný Rybník	13. 8. 16:00	10,49	Q_{5-10}	7,5	15:00-16:50, 19:10-20:10	21. 8. 7:00	0,074	$Q_{240}-Q_{270}$
Kristiánov	13. 8. 14:30	25,81	Q_{5-10}	19,5	13:40-21:30	19. 8. 4:30	0,088	$Q_{270}-Q_{300}$
Jezdecká	13. 8. 16:00	16,48	Q_{2-5}	12	9:30-11:20, 13:00-19:10	21. 8. 7:00	0,058	Q_{270}
Smědava I	13. 8. 14:20	13,10	Q_{2-5}	7,5	13:20-15:30, 16:10-22:10	21. 8. 7:00	0,058	$Q_{240}-Q_{270}$
Smědava II	odhad	18,2		porucha				
Jizerka	13. 8. 15:00	27,81	Q_{10-20}	19,5	12:50-17:30, 18:00-18:10, 18:30, 19:00-19:10	17. 8. 19:10	0,122	$Q_{270}-Q_{300}$



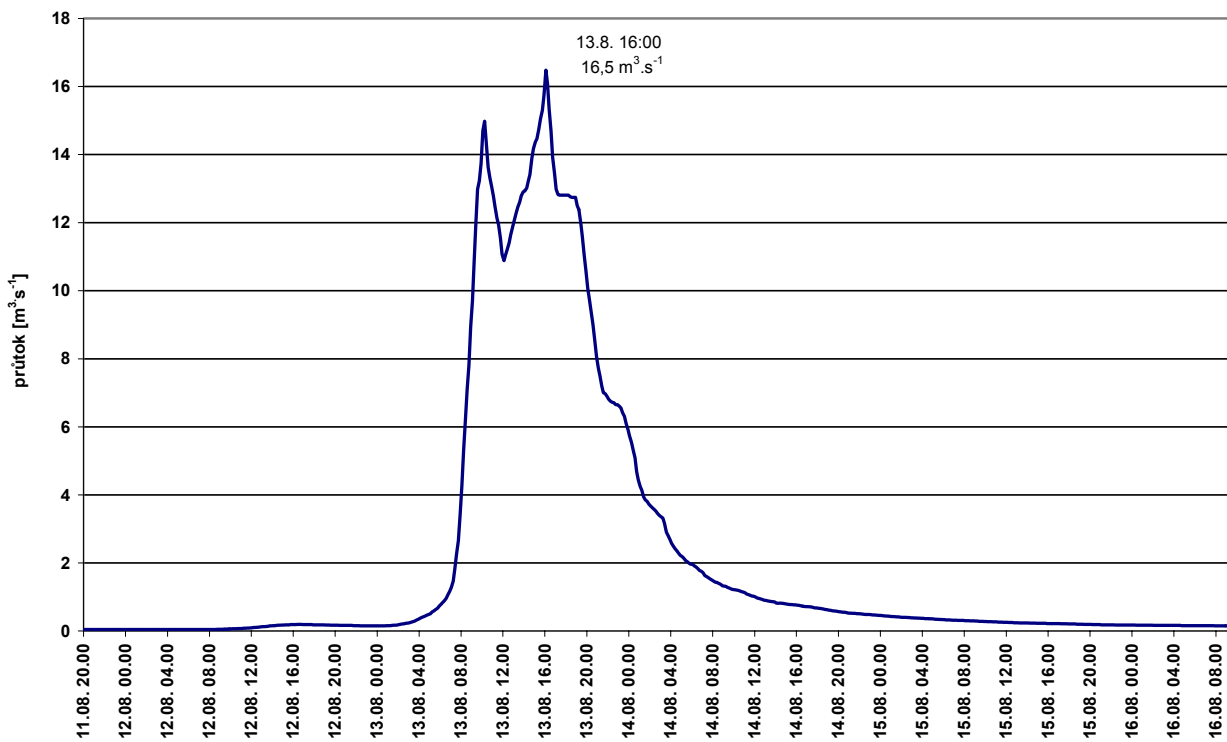
Obr. 3.1 Průtoky limnigrafické stanice Uhlířská (plocha povodí 1,87 km²).



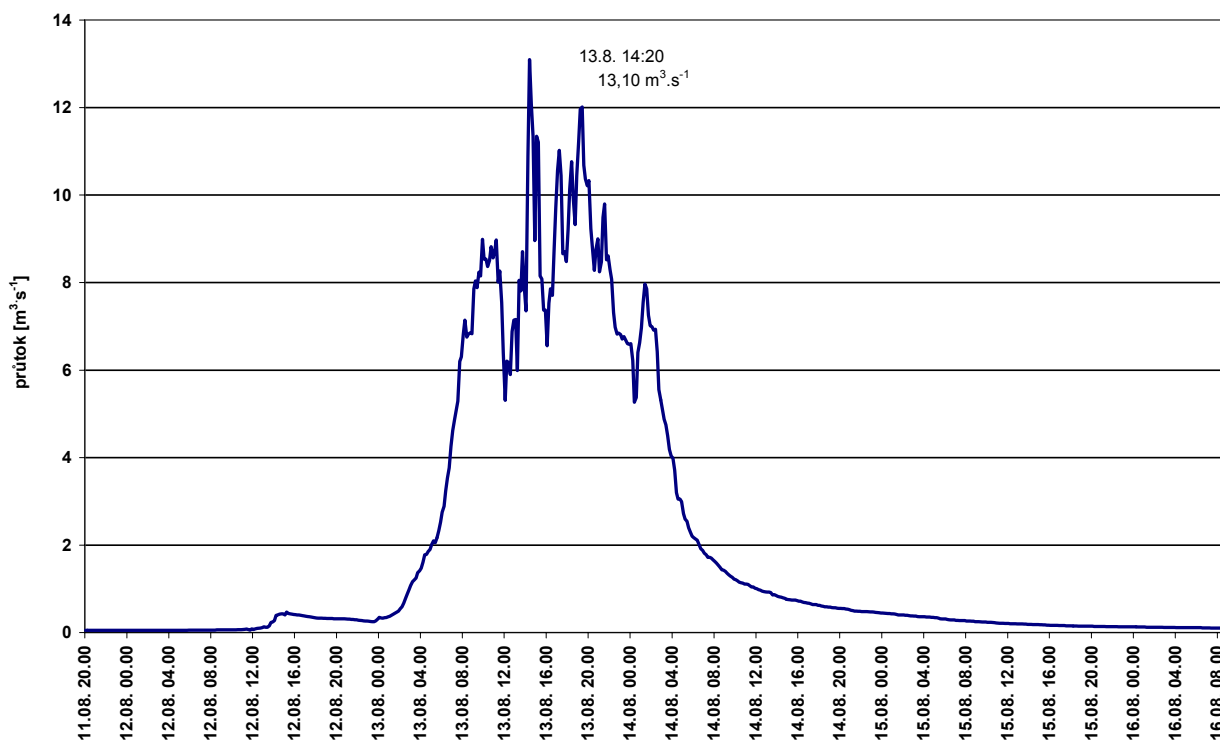
Obr. 3.2 Průtoky limnigrafické stanice Blatný Rybník (plocha povodí 4,56 km²).



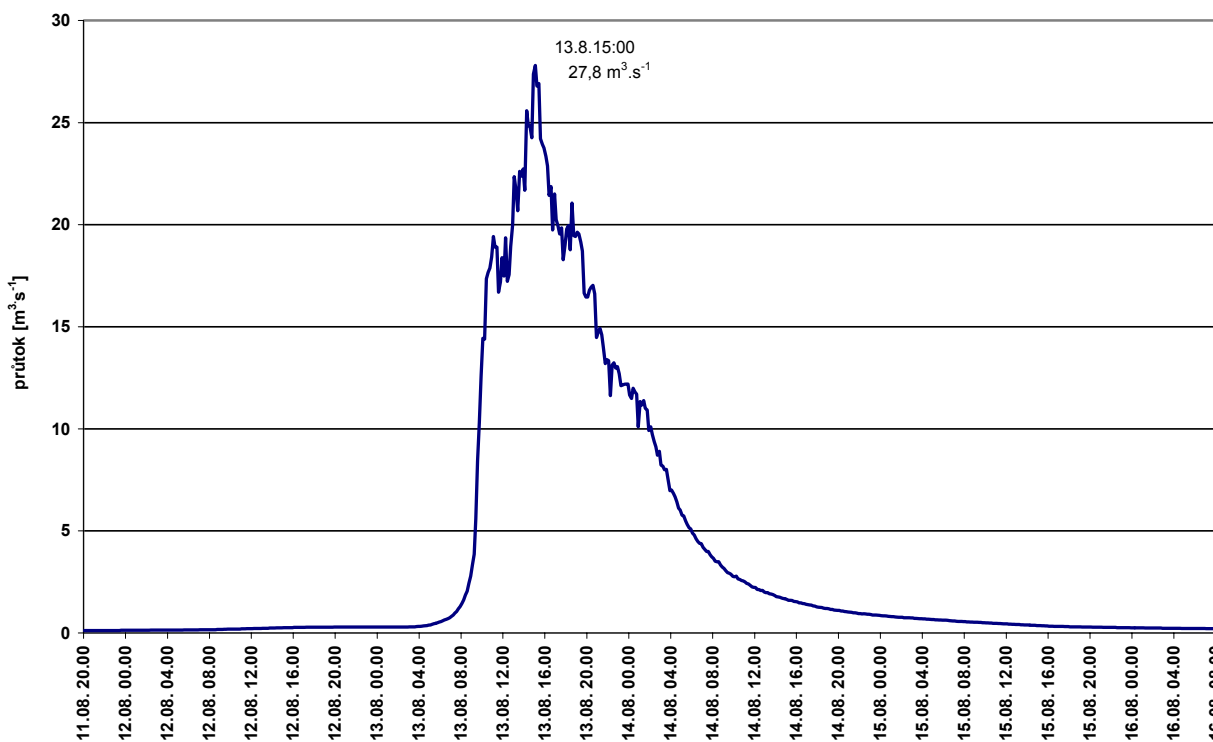
Obr. 3.3 Průtoky limnigrafické stanice Kristiánov (plocha povodí 6,62 km^2).



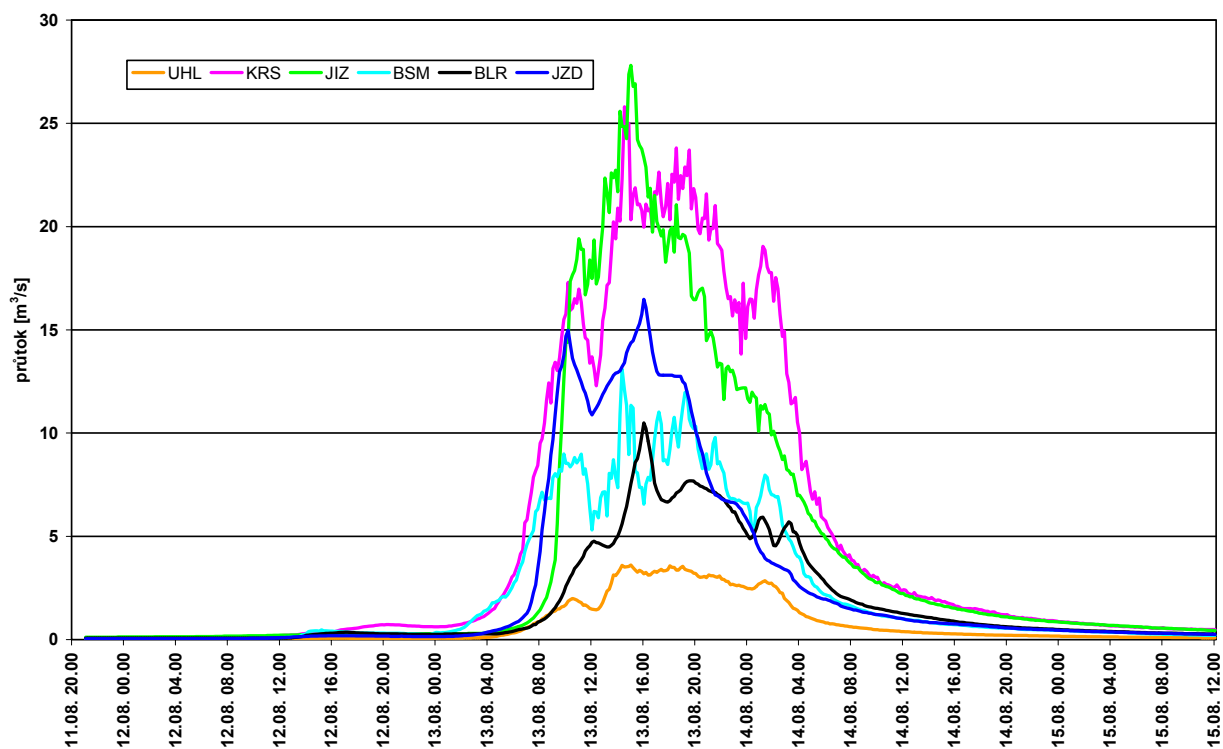
Obr. 3.4 Průtoky limnigrafické stanice Jezdecká (plocha povodí 4,75 km^2).



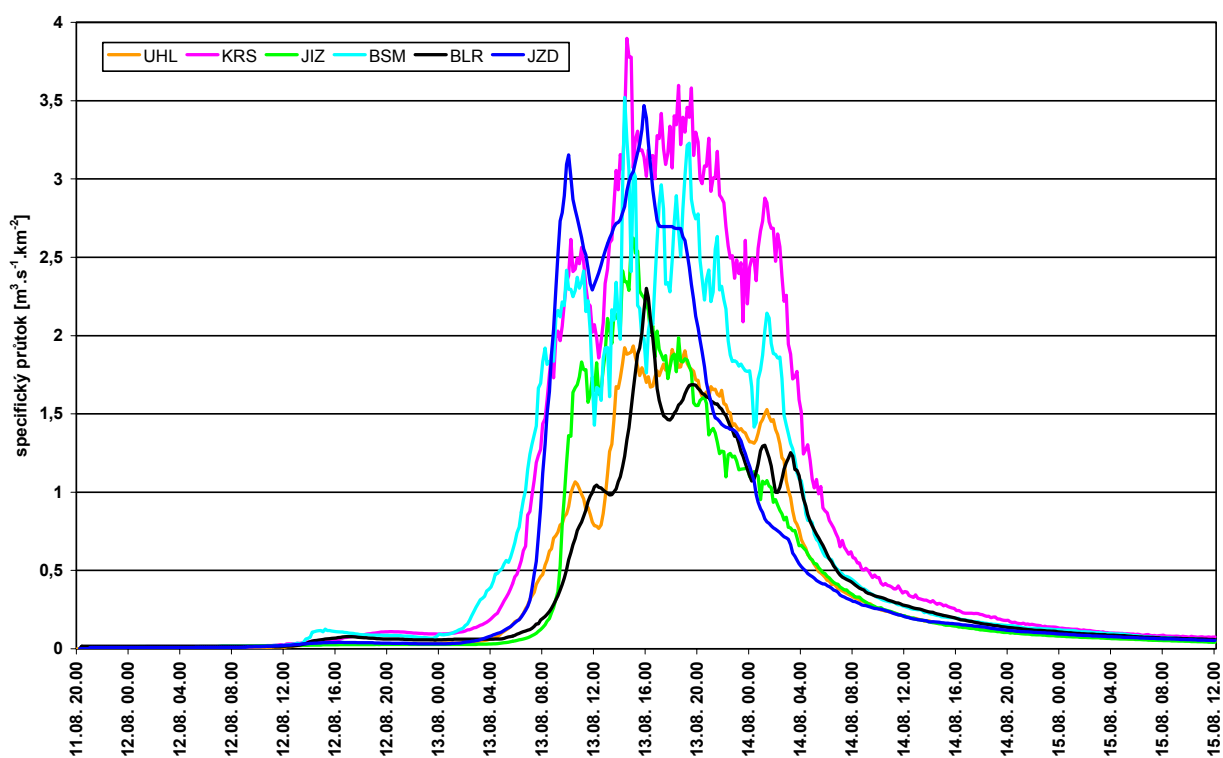
Obr. 3.5 Průtoky limnigrafické stanice Bilá Smědá (plocha povodí 3,72 km²).



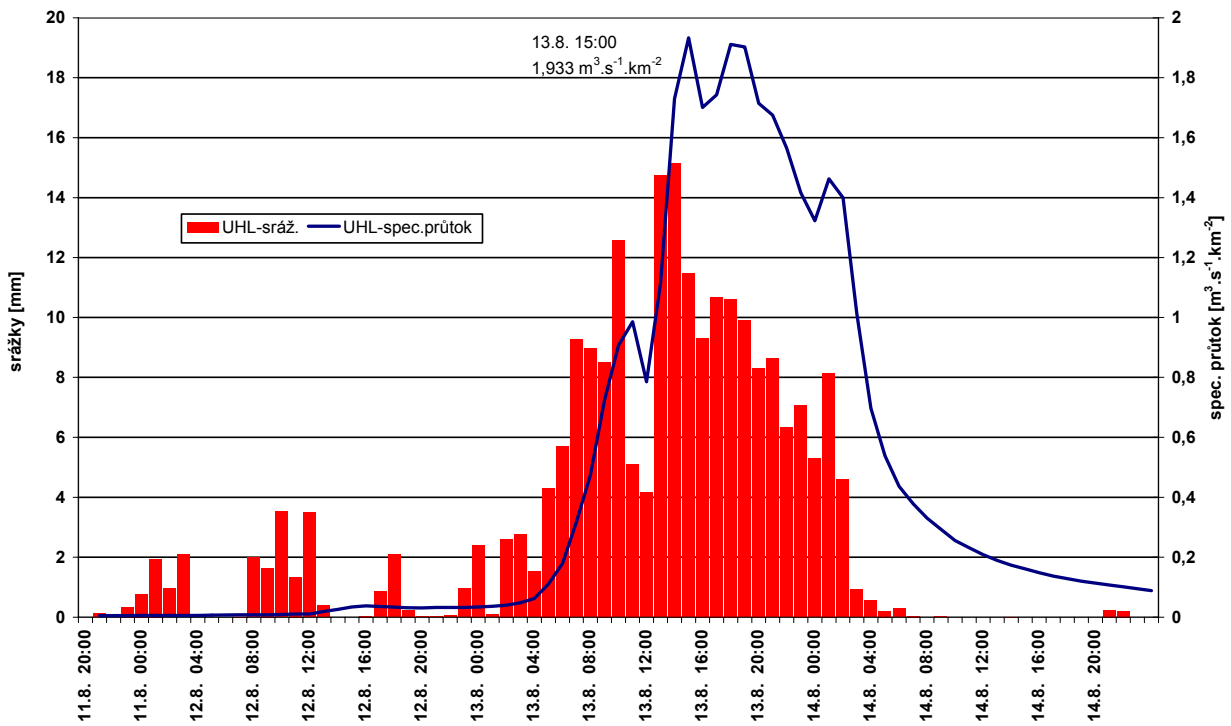
Obr. 3.6 Průtoky limnigrafické stanice Jizerka (plocha povodí 10,6 km²).



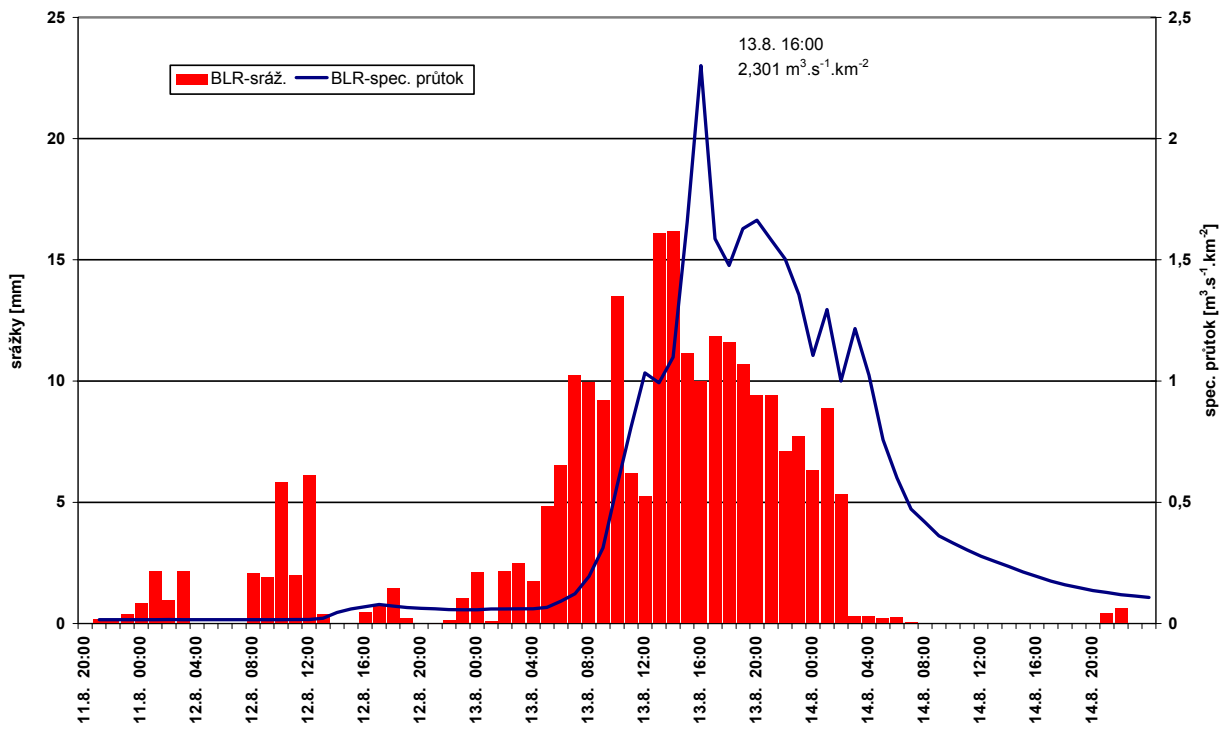
Obr. 3.7 Průtoky v limnigrafických stanicích na tocích Experimentálního povodí Jizerské hory.



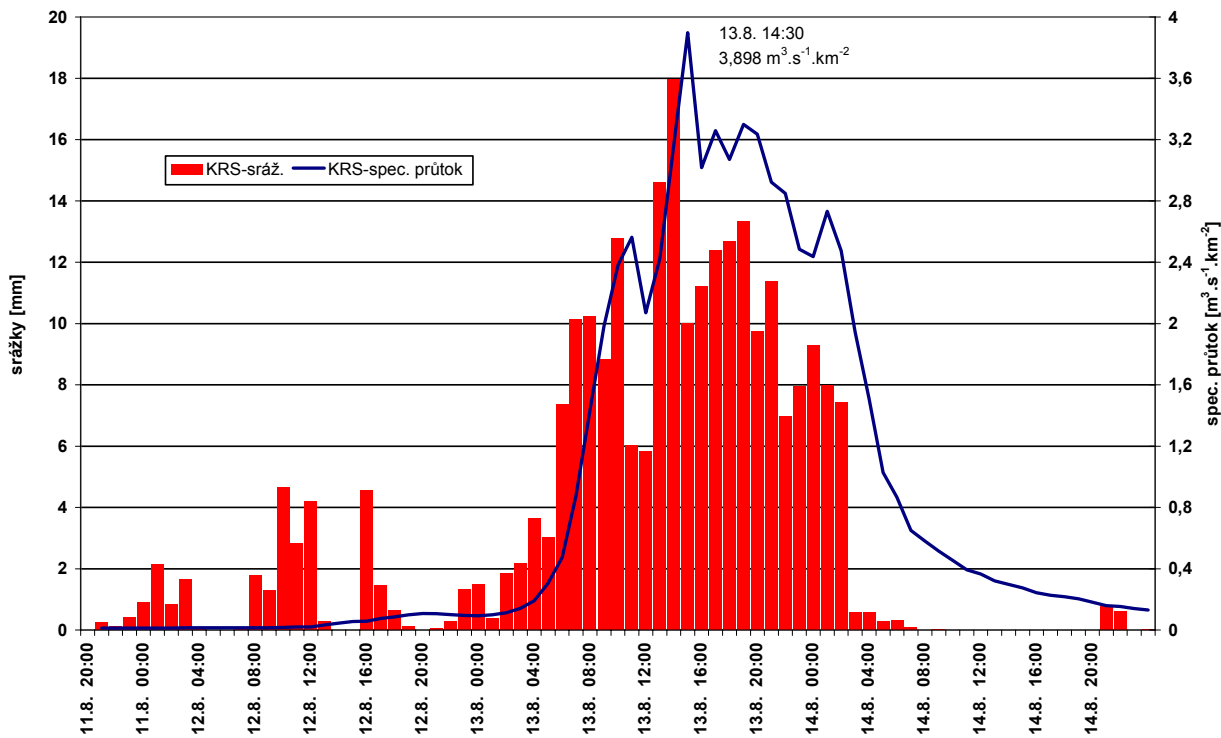
Obr. 3.8 Jizerské hory – porovnání specifických průtoků.



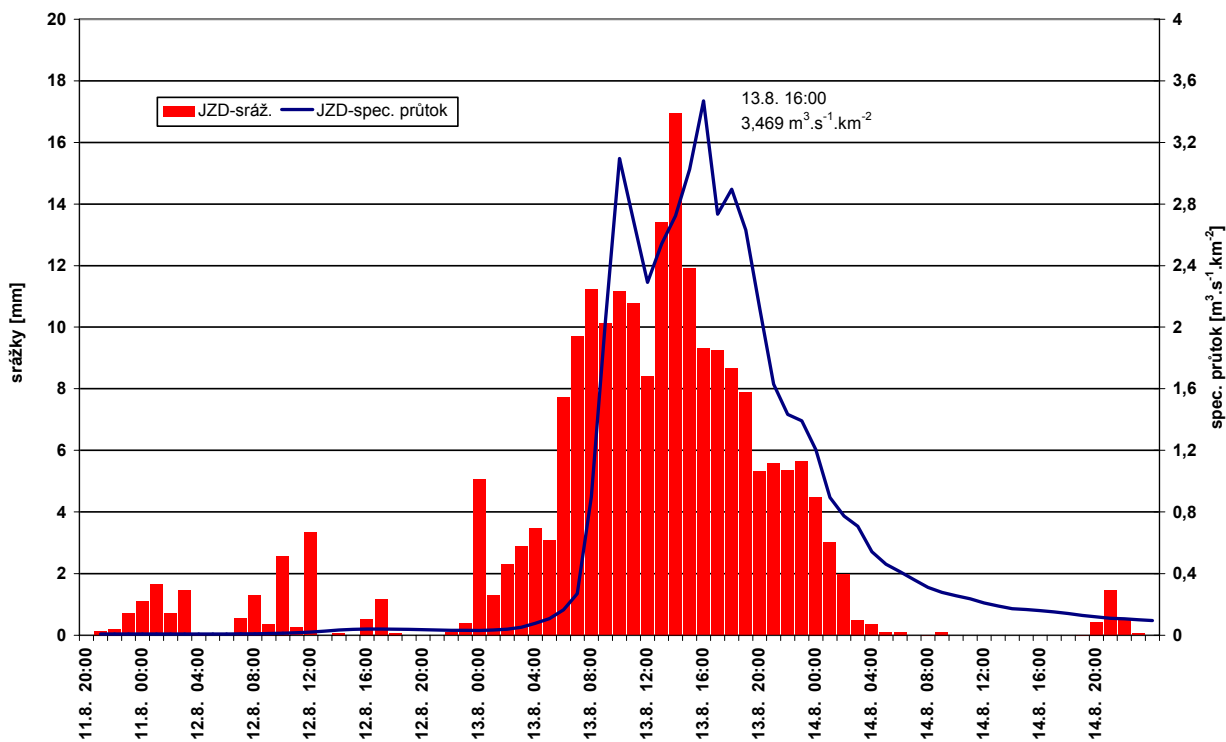
Obr. 3.9 Porovnání srážek na povodí a specifických průtoků – Uhlířská.



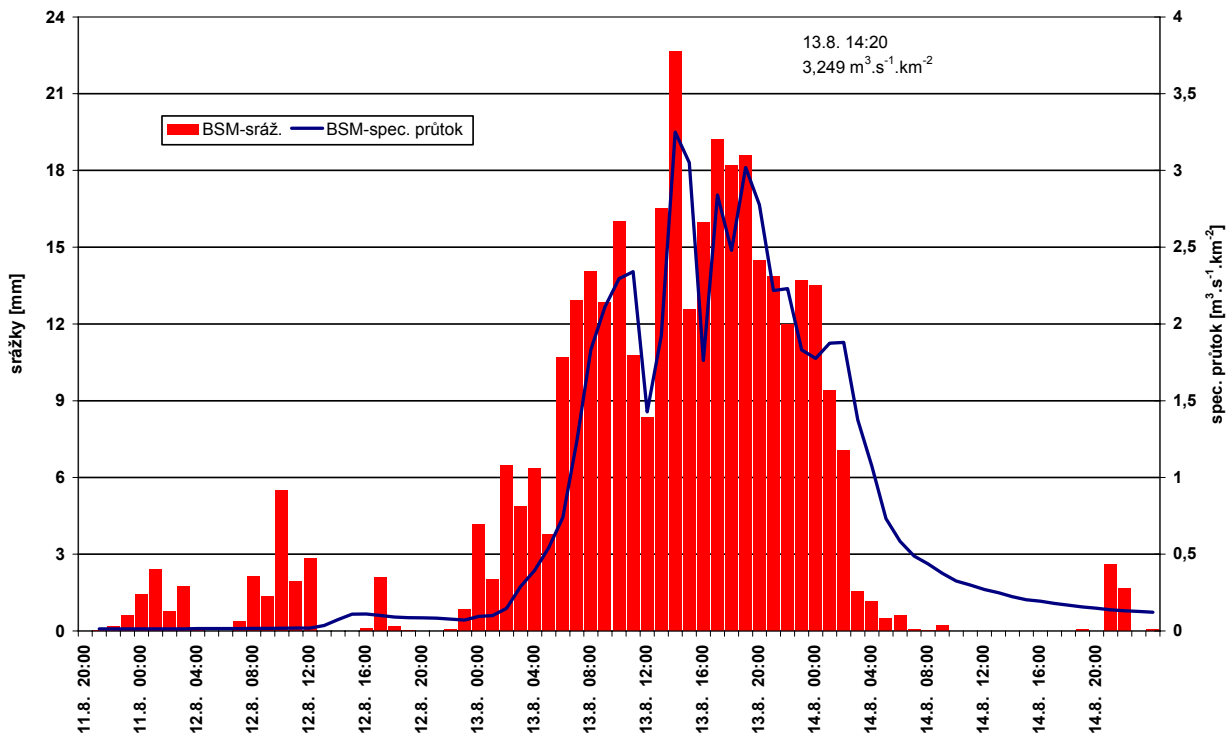
Obr. 3.10 Porovnání srážek na povodí a specifických průtoků – Blatný Rybník.



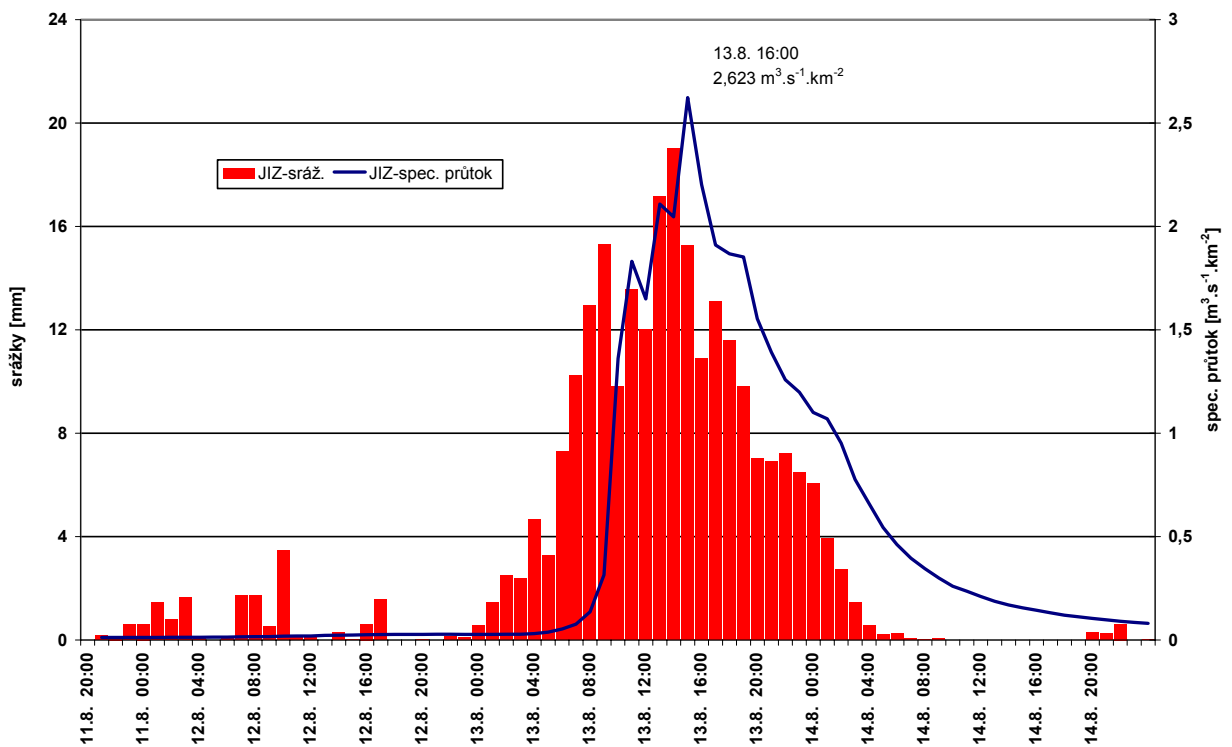
Obr. 3.11 Porovnání srážek na povodí a specifických průtoků – Kristiánov.



Obr. 3.12 Porovnání srážek na povodí a specifických průtoků – Jezdecká.



Obr. 3.13 Porovnání srážek na povodí a specifických průtoků – Bilá Smědá.



Obr. 3.14 Porovnání srážek na povodí a specifických průtoků – Jizerka.

Od 2. hodiny ranní dne 13. 8. (na Blatném potoce až po 5. hodině ranní) nastal kontinuální výrazný vzestup průtokových hodnot. Nejrychleji, až do 9. hodiny, stoupala voda v limnigrafické stanici Smědava I, v dalších hodinách zejména na Kristiánově a Jezdecké. Z desetiminutových záznamů z průběhu povodně je patné kolísání vodních stavů a průtoků v toku, zejména při vrcholení povodně (obr. 3.1.–3.6) a vytvoření několika vrcholů vlivem změny intenzity srážkové činnosti (obr. 3.9–3.14).

Kulminační maximum, a zároveň ukončení vzestupu, bylo dosaženo mezi 14. a 16. hodinou (na Smědavě I ve 14:20, na Kristiánově ve 14:30, na Uhlířské a Jizerce v 15 h, na Blatném Rybníce a Jezdecké v 16 h). Od 11. 8. do okamžiku kulminace vodní stavy vystoupily o 1 až 1,5 metru, nejvíce na Kristiánově a na Jizerce. V dalších hodinách na Uhlířské, Kristiánově a Smědavě I průtoky několikrát poklesly a opět vystoupily. Vrcholení průtoků tak trvalo několik hodin (až do 22. hodiny).

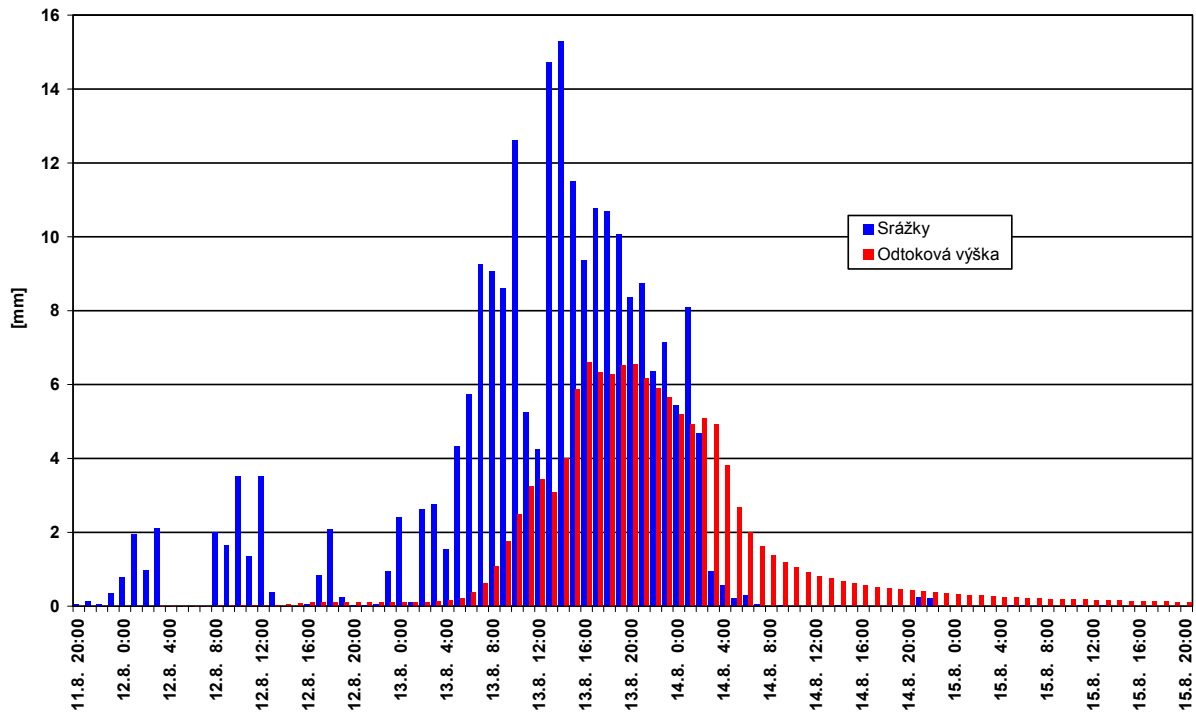
V době kulminace dosáhly průtoky na Uhlířské $3,62 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, dle stávajících hydrologických poměrů odpovídá průtok 2letému průtoku (Q_2), na Smědavě I $13,10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Q_{2-5}), na Jezdecké $16,48 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Q_{2-5}), na Blatném Rybníce a Kristiánově $10,49$ a $25,81 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Q_{5-10}), na Jizerce $27,81 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Q_{10-20}). Specifické průtoky se pohybovaly v rozmezí $1,9$ až $3,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (viz tab. 3.2). Nejmenší specifická hodnota byla dosažena na Uhlířské, nejvyšší na Kristiánově, Smědavě I a následně Jezdecké. (Hancvencl, Kulasová, Pobříslavá, 2003).

Pro porovnání průtokového režimu byly průtokové hodnoty ze všech stanic zakresleny společně (viz obr. 3.7), rovněž tak i specifické průtoky (viz obr. 3.8). Z těchto obrázků, zejména pak z grafů specifických průtoků, je patrný rozdíl v čase nástupu, trvání vrcholových hodnot a poklesu povodňových průtoků a jejich dosažené velikosti. Nejdříve se začaly zvedat průtoky na Smědavě I a Kristiánově, poté následoval vzestup na Jezdecké a Jizerce, pak na Uhlířské a Blatném Rybníce. Vrcholové průtoky trvaly nejdéle na Kristiánově a Smědavě I, nejkratší dobu na Jezdecké a Jizerce. Nejdříve poklesly průtoky na Jezdecké, dále na Uhlířské a Jizerce, poté následoval pokles na Blatném Rybníce a Smědavě. Nejpomaleji klesaly průtoky na Kristiánově.

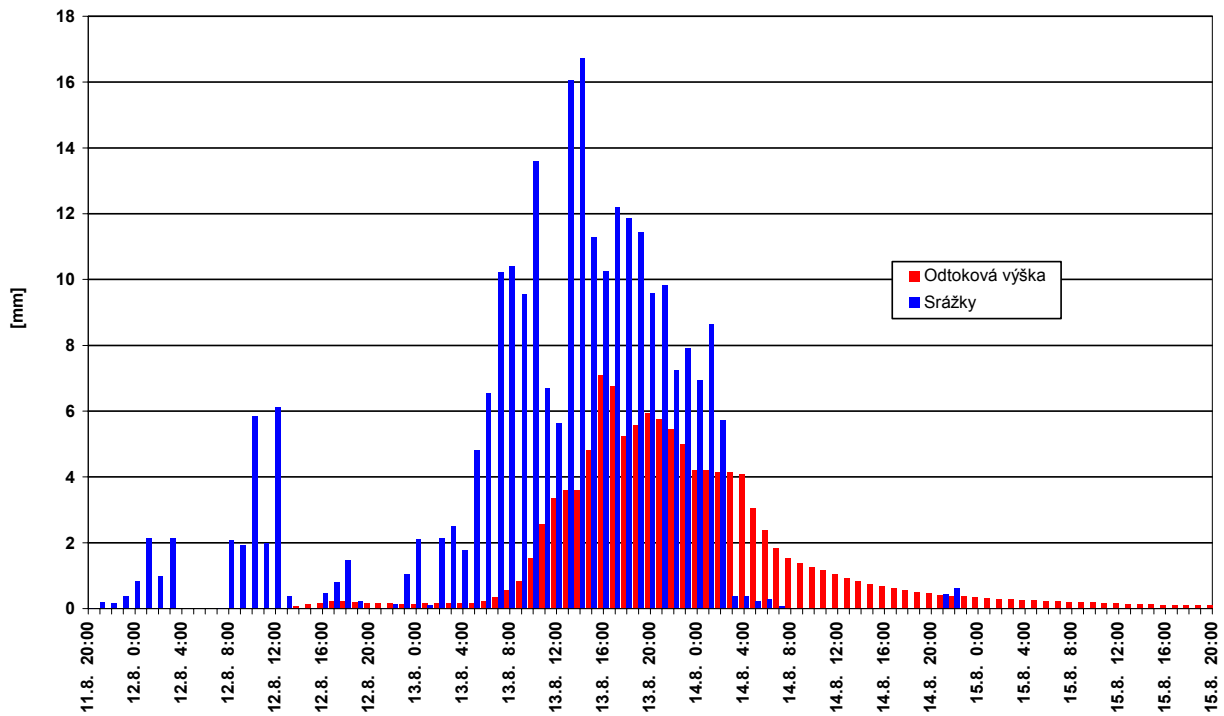
3.5 Bilance srážek a odtoku

Z průběhu srážek na povodí a průběhu specifických průtoků (viz obr. 3.9 až 3.14) a z průběhu hodinových srážek a hodinových odtokových výšek (obr. 3.15 až 3.20) je patrné opoždění odtoku za srážkami. Na počáteční srážky dne 11. 8. povodí prakticky nereagovala. Od 13 h dne 12. 8. do ranních hodin dne 13. 8. se již vyskytují nevýznamné hodnoty odtokových výšek. Následně dne 13. 8. je vzhledem k silnému nasycení povodí průběh srážkových a odtokových výšek téměř totožný. Časový průběh je u odtokových výšek posunutý cca o 2 až 3 hodiny (obr. 3.15–3.20) a jejich hodnoty jsou ovlivněny odtokovými ztrátami. Ty se v povodí Kristiánov a Jezdecká uplatňují cca do dosažení vrcholových průtoků, na ostatních povodích se projevují ještě i na poklesové větvi povodňové vlny do ranních hodin dne 14. 8.

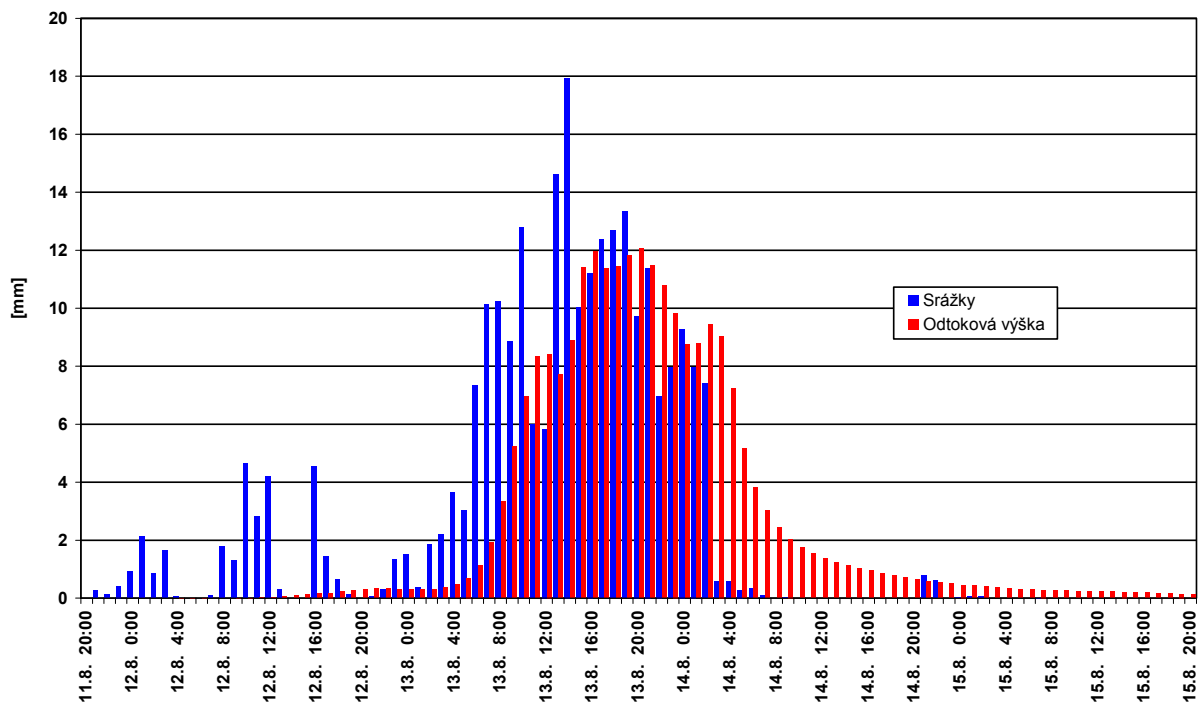
Součtové čáry hodinových srážek na povodí a hodinových odtokových výšek pro jednotlivá povodí jsou na obr. 3.21 až 3.24. Časový posun součtových čar odtokových výšek za hodnotami součtových čar srážek je nejmenší na Jezdecké, Kristiánově a Smědavě I (8–10 hodin). Na Uhlířské, Jizerce a Blatném Rybníce, kde je dosahováno i největších odtokových ztrát, je posun součtové odtokové čáry větší. Ze vzájemného porovnání grafů z jednotlivých povodí mezi sebou vyplývá, že součtové čáry srážek i odtokových výšek na povodích Uhlířská a Blatný rybník jsou téměř totožné. I součtové čáry na Jizerce se oběma předchozím podobají. Součtové čáry Jezdecké a Kristiánova se však již v obou případech liší v konečné hodnotě součtových čar. Jezdecká má nižší celkový srážkový úhrn a větší odtokové ztráty. Trend vzestupu čar je však téměř totožný. Při porovnání součtových čar ze Smědavy I a Jizerky je patrné, že srážky na Jizerce se zprvu akumulovaly obdobně jako na Smědavě I, pouze s malým časovým posunem; v důsledku následného zmírnění srážkové činnosti však na Jizerce nedosáhla součtová čára stejného maxima. Vzestup součtové čáry odtokových výšek je na Jizerce pomalejší, celkové odtokové ztráty na Smědavě I jsou však větší než na Jizerce.



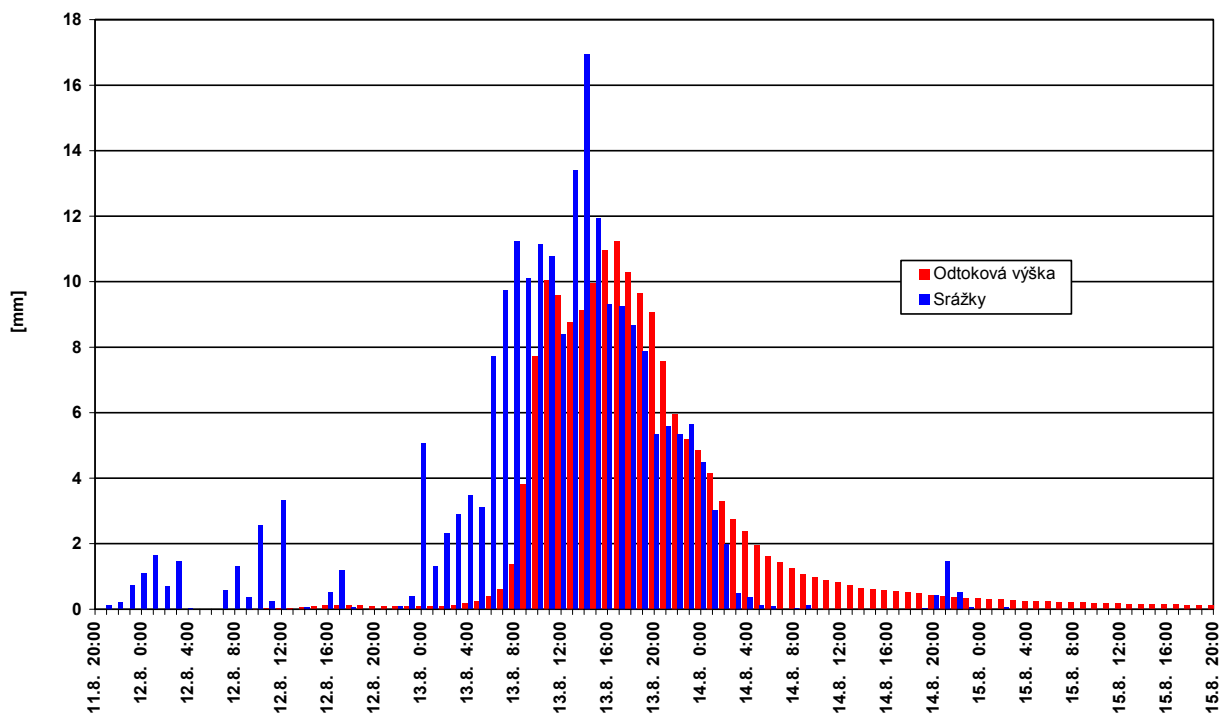
Obr. 3.15 Hodinové srážky a hodinové odtokové výšky – Povodí Uhlířská.



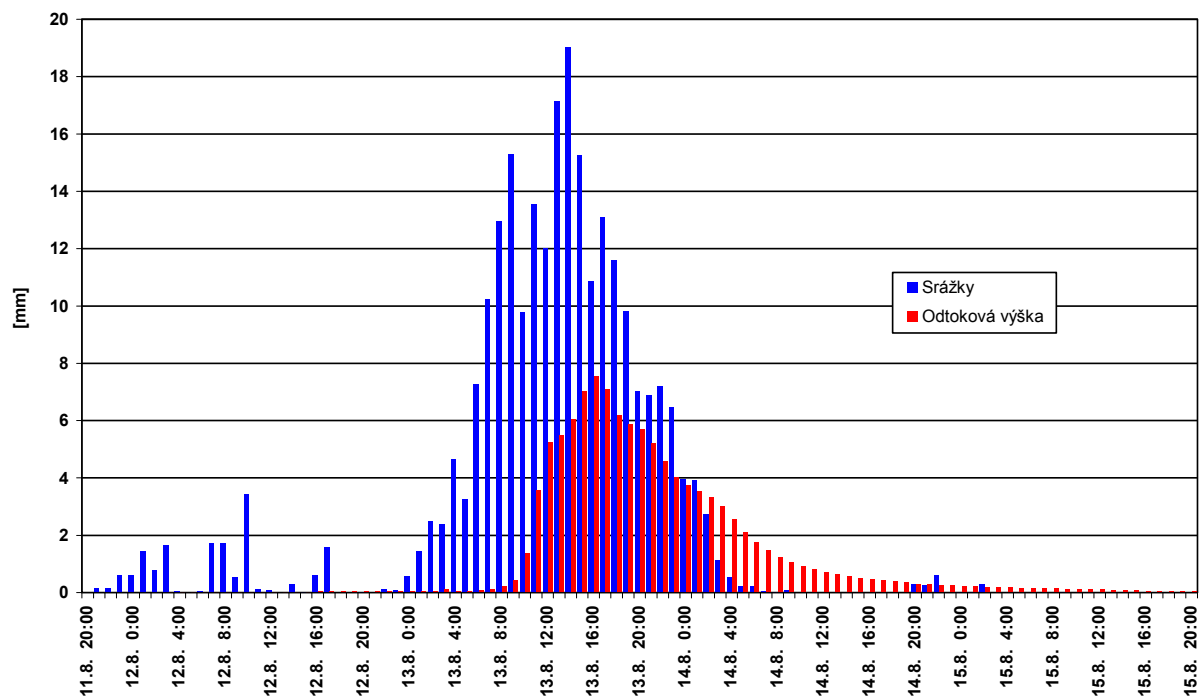
Obr. 3.16 Hodinové srážky a hodinové odtokové výšky – Povodí Blatný Rybník.



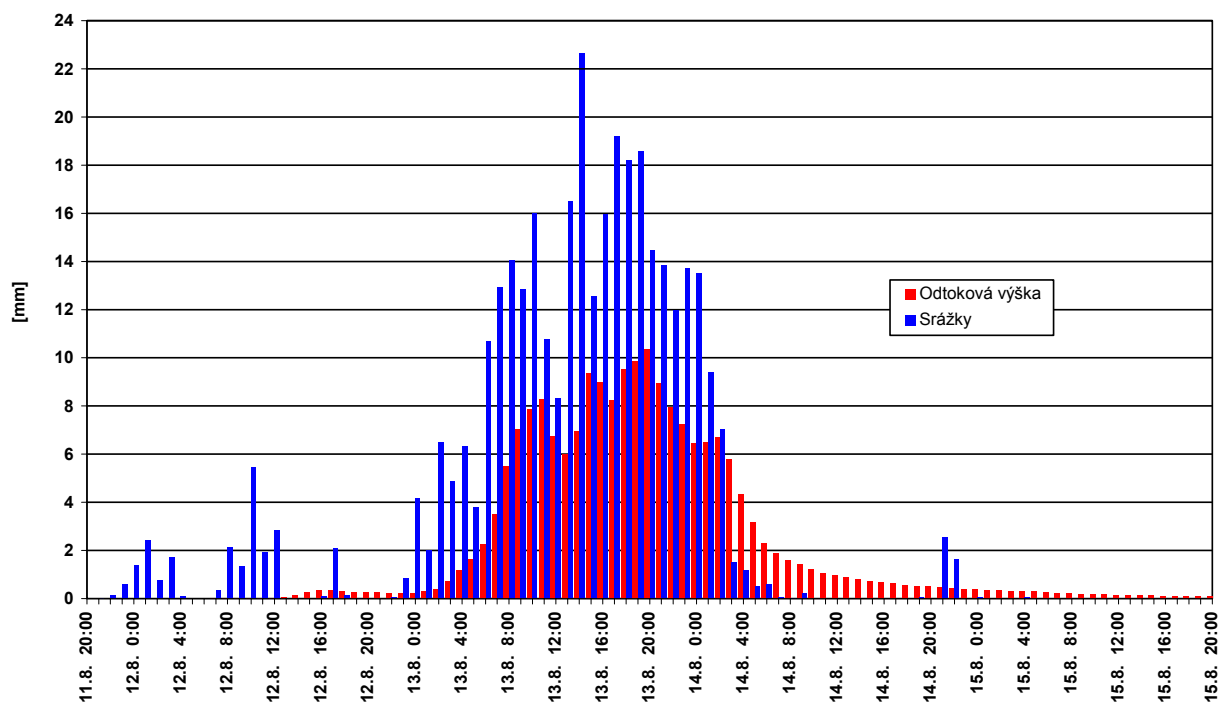
Obr. 3.17 Hodinové srážky a hodinové odtokové výšky – Povodí Kristiánov.



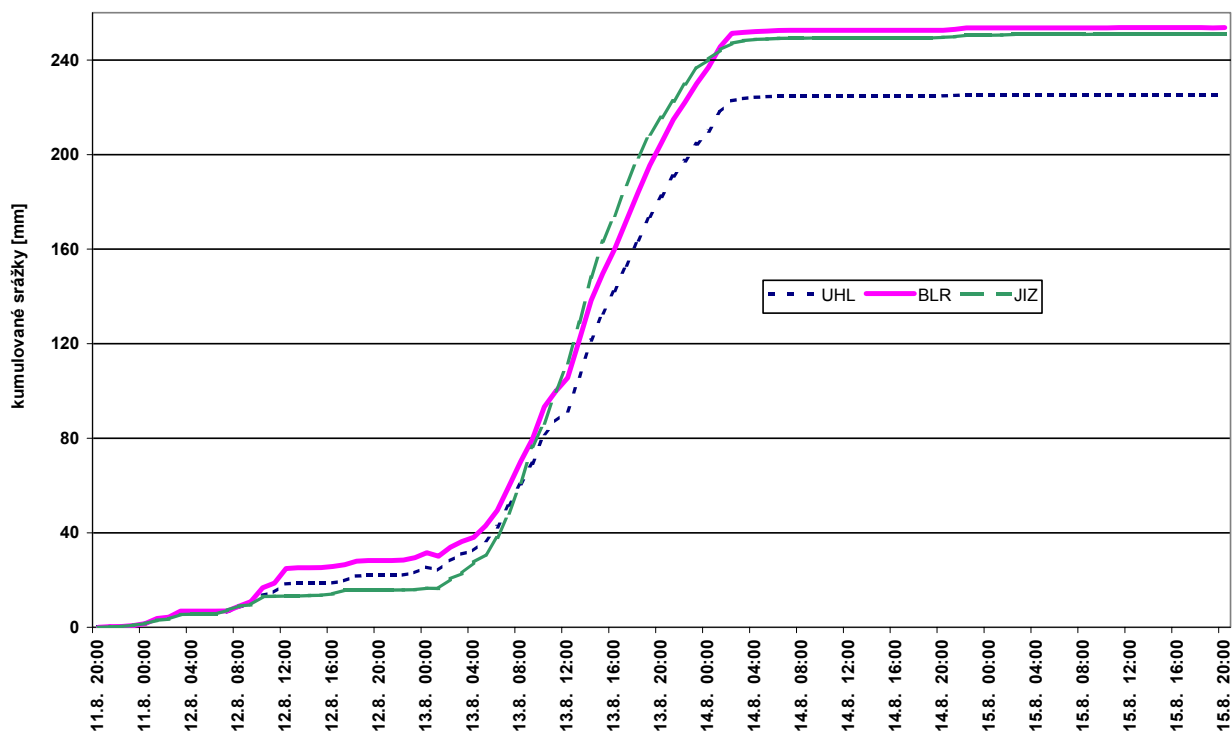
Obr. 3.18 Hodinové srážky a hodinové odtokové výšky – Povodí Jezdecká.



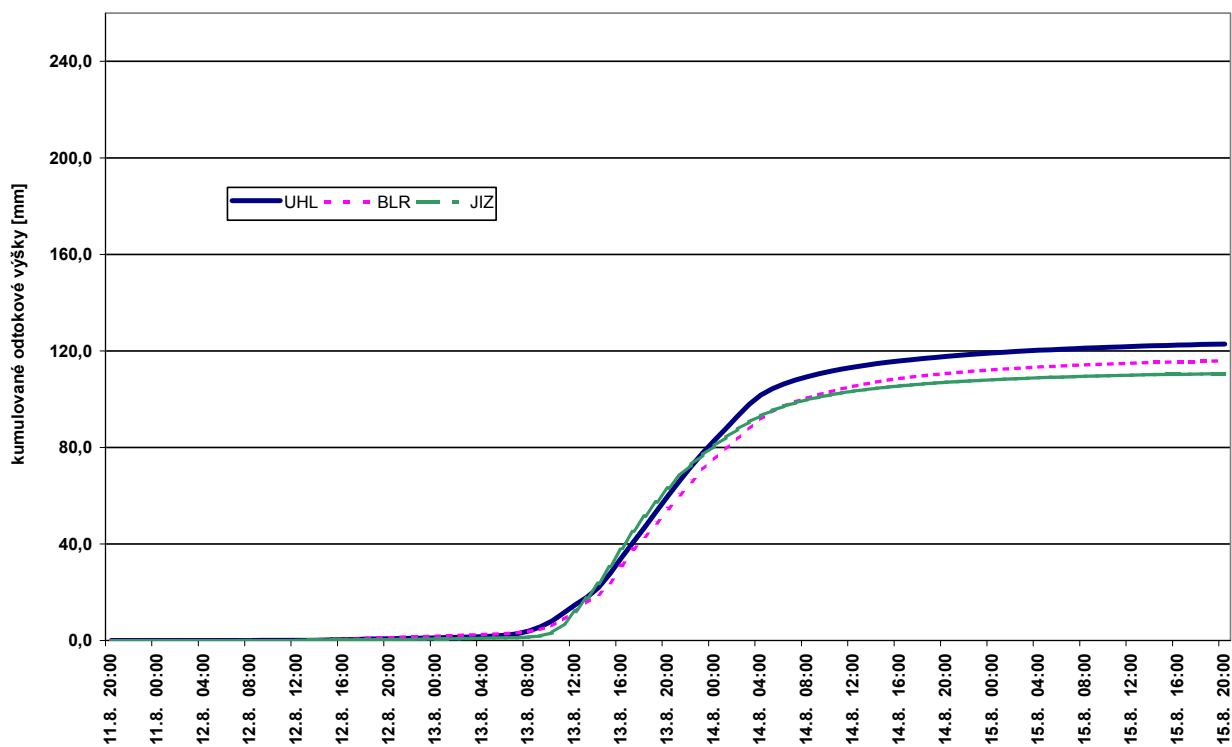
Obr. 3.19 Hodinové srážky a hodinové odtokové výšky – Povodí Jizerka.



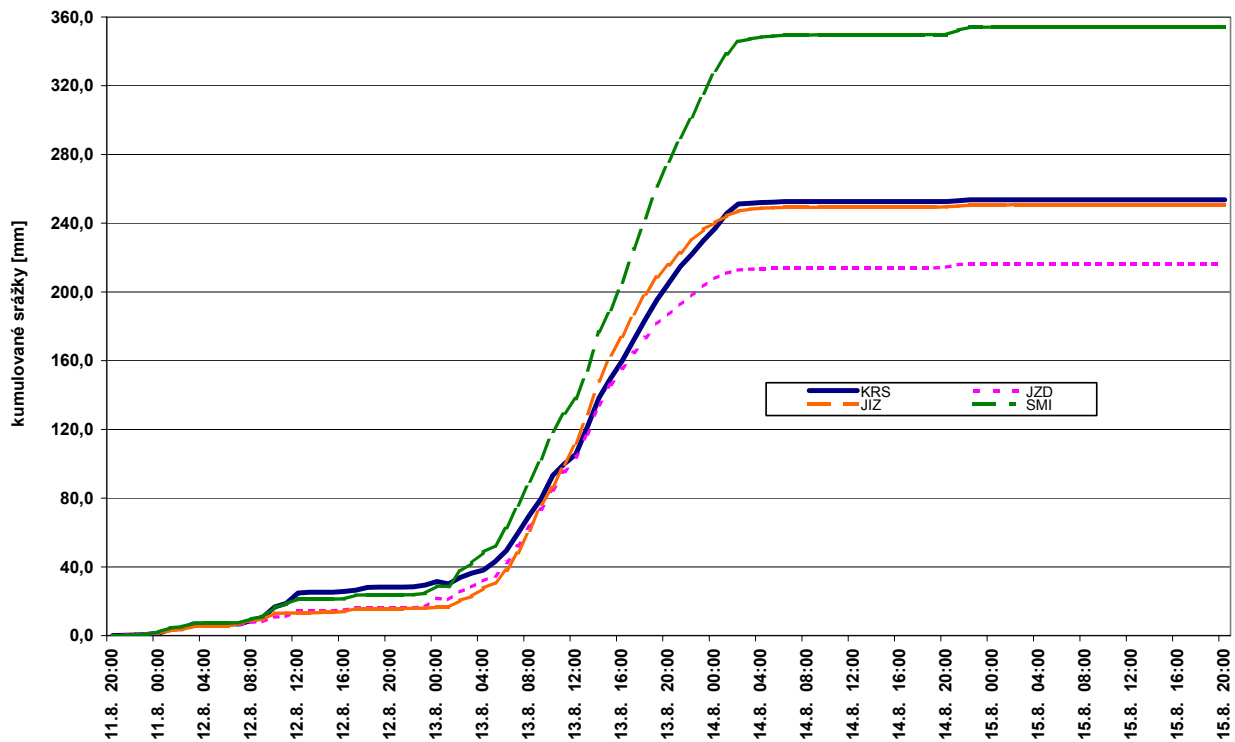
Obr. 3.20 Hodinové srážky a hodinové odtokové výšky – Povodí Smědava I.



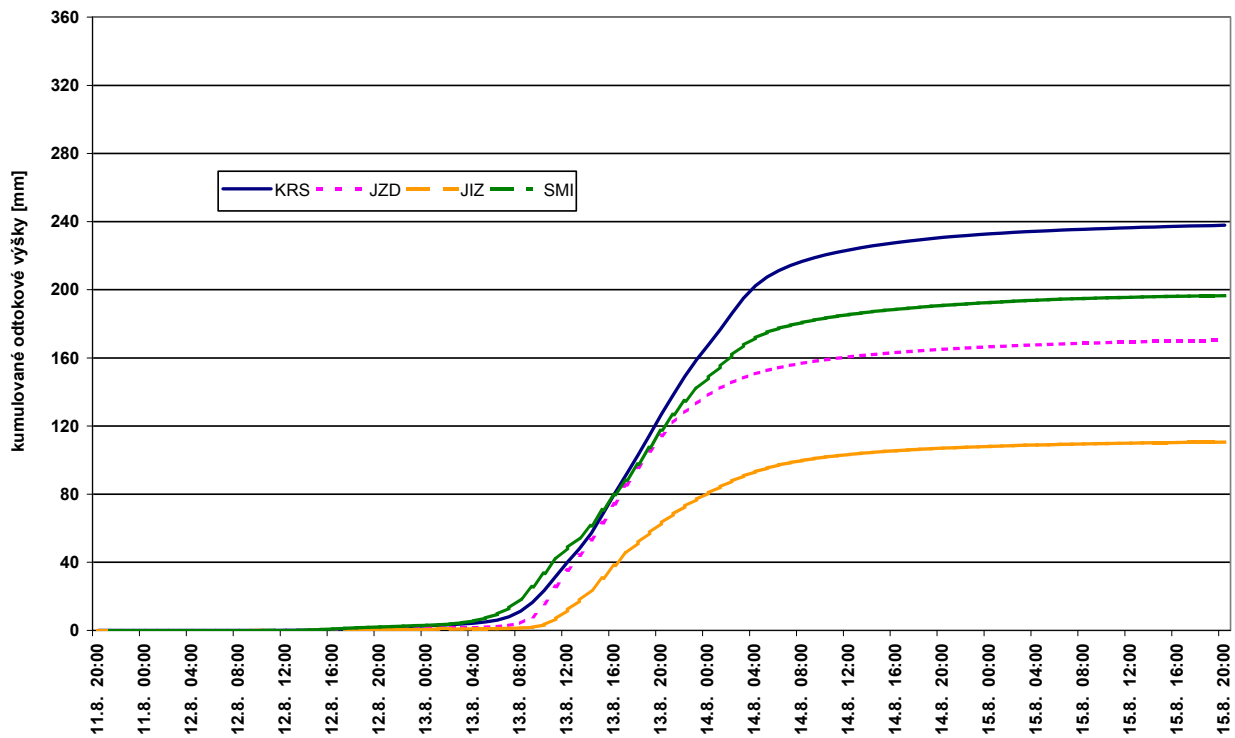
Obr. 3.21 Součtové čáry srážek – Povodí Uhlířská, Blatný Rybník a Jizerka.



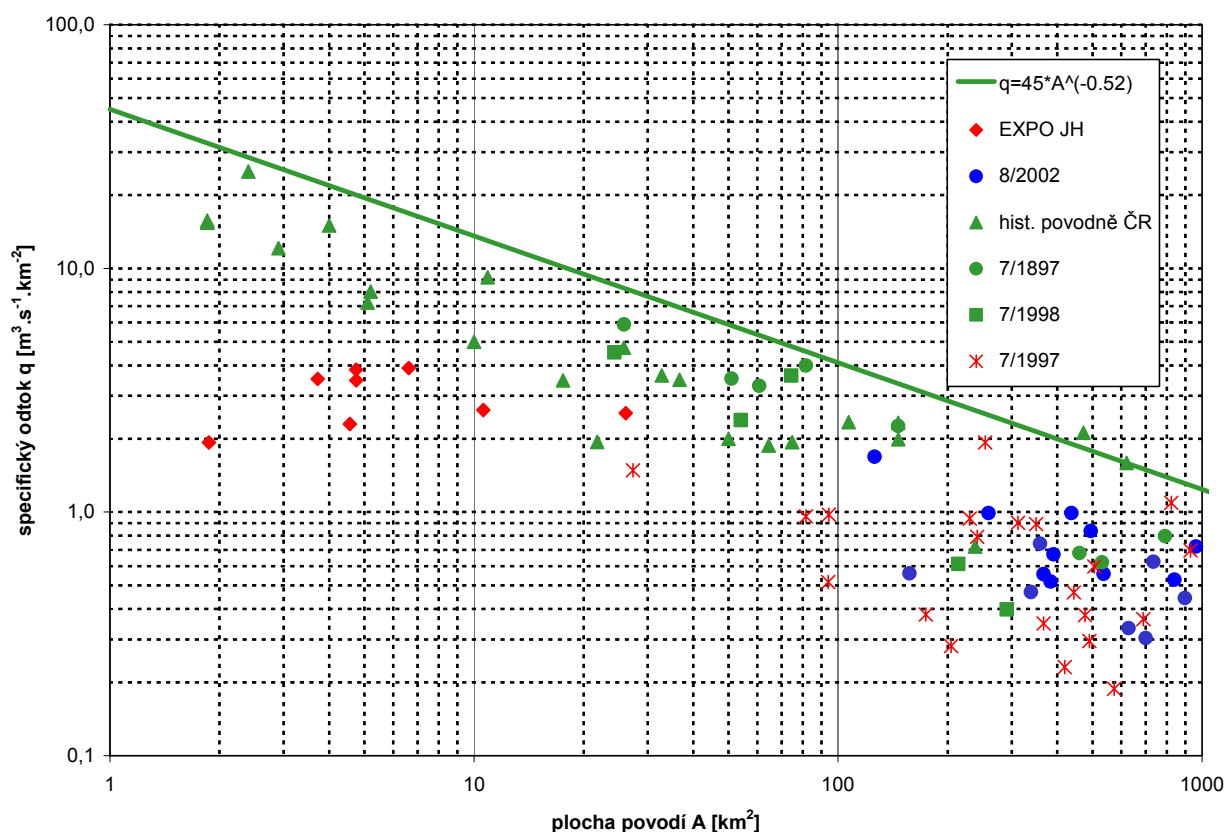
Obr. 3.22 Součtové čáry odtokových výšek – Povodí Uhlířská, Blatný Rybník a Jizerka.



Obr. 3.23 Součtové čáry srážek – Povodí Kristiánov, Jezdecká, Jizerka a Smědava I.



Obr. 3.24 Součtové čáry odtokových výšek – Povodí Kristiánov, Jezdecká, Jizerka a Smědava I.



Obr. 3.25 Závislost maximálních specifických průtoků na ploše povodí.

V závěrečném hodnocení hodinových úhrnů srážek na povodí a příslušných odtokových výšek (viz tab. 3.3) vyplývá, že povodí Smědavy I, ač bylo zasaženo největšími srážkovými úhrny, nedosáhlo tak vysokých odtokových výšek ani délky trvání jejich výskytu, jako tomu bylo v povodích Kristiánov a Jezdecká. Významná je i odlišnost ve výšce a trvání srážek a odtokových výšek na Jizerce. Ta je druhá v pořadí výskytu největších srážek a jejich trvání, svými odtokovými výškami se pak Jizerka spíše podobá Uhlířské a Blatnému Rybníku.

Výsledné odtokové výšky při hodnocení povodňových odtoků do 7 h dne 21. 8. (viz tab. 3.4) se po odečtení základních odtoků, vztažených k průtokovým hodnotám vyskytujícím se dne 11. 8. na povodích Uhlířská, Blatný Rybník a Jizerka příliš neliší (119 až 126 mm) při odtokovém koeficientu 0,47 Blatný Rybník, 0,49 Jizerka, Uhlířská 0,56. Odtoková ztráta se zde pohybuje od 98 mm (Uhlířská), do 136 mm (Blatný Rybník). Na Kristiánově vychází odtokový koeficient 0,92 (odtoková výška 241 mm, odtoková ztráta 20 mm), na Jezdecké 0,81 (odtoková výška 176 mm, odtoková ztráta 42 mm) při stanovení srážek polygonovou metodou. Na Smědavě I činí odtokový koeficient 0,56 při odtokové výšce 199 mm a největší dosažené odtokové ztrátě cca 157 mm.

V grafu na obr. 3.25 je znázorněna závislost maximálních specifických průtoků na ploše povodí pro historické povodně v České republice a kulminace při povodňových situacích v červenci 1997 a 1998 a v srpnu 2002. Specifické průtoky z Jizerských hor (označené v grafu jako EXPO JH), zejména ze stanice Uhlířská, z povodně 2002 pro toky do 11 km² se řadí k nižším dosaženým hodnotám.

Tab. 3.4 Stanovení odtokových koeficientů na tocích v Jizerských horách.

Limnigrafické stanice ČHMÚ OHV EXPO JH

Limnigrafická stanice	Tok	Plocha povodí [km ²]	Srážka* na povodí [mm]	Srážka na povodí [m ³]	Vlna celkový odtok [m ³]	Základní průtok [m ³ .s ⁻¹]	Základní odtok [m ³]	Celkový odtok bez základ.odtoku [m ³]	Odtoková výška [mm]	Koeficient odtoku	
Uhlířská	Lužická Nisa	1,87	225,6	421872,0	245283,3	0,010	8136	237147,3	126,8	0,562	
Blatný Rybník	Blatný potok	4,56	254,9	1162344,0	598800,3	0,07	55944	542856,3	119,0	0,467	
Kristiánov	Kamenice	6,62	261,9	1733778,0	1649515,2	0,088	55598,4	1593916,8	240,8	0,919	
Jezdecká	Černá Desná	4,75	218,5	1037875,0	867054,6	0,04	31248	835806,6	176,0	0,805	
Smědava I	Bílá Smědá	3,72	355,8	1323576,0	782485,8	0,050	40680	741805,8	199,4	0,560	
Smědava II	Černá Smědá	4,74	284,7	1349478,0	porucha						
Jizerka	Jizerka	10,6	254,3	2695580,0	1389082,8	0,122	62366,4	1326716,4	125,2	0,492	

1)

2)

*) srážka na povodí stanovena polygonovou metodou

Limnigrafická stanice	Tok	Plocha povodí [km ²]	Srážka** na povodí [mm]	Srážka na povodí [m ³]	Vlna celkový odtok [m ³]	Základní průtok [m ³ .s ⁻¹]	Základní odtok [m ³]	Celkový odtok bez základ.odtoku [m ³]	Odtoková výška [mm]	Koeficient odtoku	
Uhlířská	Lužická Nisa	1,87	223,2	417384,0	245283,3	0,010	8136	237147,3	126,8	0,568	
Blatný Rybník	Blatný potok	4,56	244,7	1115832,0	598800,3	0,07	55944	542856,3	119,0	0,487	
Kristiánov	Kamenice	6,62	262,9	1740398,0	1649515,2	0,088	55598,4	1593916,8	240,8	0,916	
Jezdecká	Černá Desná	4,75	225,9	1073025,0	867054,6	0,04	31248	835806,6	176,0	0,779	
Smědava I	Bílá Smědá	3,72	345,5	1285260,0	782485,8	0,050	40680	741805,8	199,4	0,577	
Smědava II	Černá Smědá	4,74	289,7	1373178,0	porucha						
Jizerka	Jizerka	10,6	250,4	2654240,0	1389082,8	0,122	62366,4	1326716,4	125,2	0,500	

1)

2)

***) srážka na povodí stanovena pomocí GISu

Pozn.: 1) konec vlny 19. 8. 4:30
2) konec vlny 17. 8. 19:10

Tab. 3.3 Četnost výskytu hodinových srážkových úhrnů a odtokových výšek na povodí limnigrafických stanic.

Limnigrafická stanice	Hodinový srážkový úhrn							Hodinová odtoková výška						
	maximální [mm]	větší než [mm]						maximální [mm]	větší než [mm]					
		21	18	15	12	9	6		12	10	8	6	4	2
četnost výskytu														
UHL	15,3			1	3	10	15	6,6				6	14	21
BLR	16,7			2	4	12	19	7,1				2	14	20
KRS	17,9			1	6	13	19	12,1	1	8	16	19	21	26
JZD	16,9			1	2	10	14	11,7		4	11	12	16	21
JIZ	19,0		1	4	8	13	18	7,7				5	12	19
SM I	22,6	1	4	7	14	19	22	10,4		1	9	18	21	25

4 Rozbor výsledků

Hlavním rozporem vyhodnocených výsledků srážek a odtoků jsou velké hodnoty odtokových ztrát na čtyřech povodích, Uhlířské, Blatném Rybníce, Jizerce a Smědavě I (99 až 167 mm), a naopak jejich malé hodnoty na Kristiánově a Jezdecké. Dalším podnětem k zamyšlení je to, že doba opakování výskytu kulminačních hodnot průtoků vychází výrazně nižší než doba opakování příčinných srážek.

Tyto rozpory mohou být způsobeny:

- Nepřesností měření srážek
 - Měření srážek ombrografy o zachytné ploše menší, než mají standardní srážkoměry již samo o sobě obnáší určitou míru rozdílnosti naměřených úhrnů. V horské oblasti, kde není možno zajistit denní obsluhu přístrojů, jsou však ombrografická měření jediným možným řešením. Přesnost měření srážek ombrografy, v porovnání s měřením srážek standardními srážkoměry, nabyla doposud jednoznačně kvantifikována. Pro zpracování obr. 1.1 a 1.2 byly použity údaje z obou měřicích přístrojů bez jakékoliv úpravy.
 - Měření člunkovými impulzními ombrografy může být méně přesné při vysokých intenzitách srážek, kdy dochází k častějšímu překlápění člunku. V současné době zatím nebyla přesnost měření ve vztahu k velikosti srážky kvantifikována. Při vysokých intenzitách se odhaduje pravděpodobná chyba měření jako podhodnocení skutečných srážek o zhruba 10 %.
- Nepřesností stanovení srážky na povodí
 - Povodí Kristiánov: kromě Černé hory nejsou v povodí Kristiánov měřeny srážky také na rozvodí s řekou Smědou (např. na Holubníku, nadmořská výška 1070,8 m). V případě zahrnutí těchto vysokých poloh do měřicí sítě, mohly by stanovené srážky na povodí dosáhnout vyšších hodnot. Případné měření by ovlivnilo velikost srážky také na povodí Blatný Rybník, a to jejím pravděpodobným zvýšením.
 - Povodí Jezdecká: lokalita klimatické stanice Kůrovec udala ve sledované srážkové situaci výrazně nižší hodnoty srážek než okolní ombrografy na Jizerské cestě a Kasárenské. Vzhledem k tomu, že ombrograf za rozvodím na Smědavě II nefungoval, není možno hodnotu srážky ověřit. Hodnoty srážek mohou být podhodnocené.

- Povodí Smědava I: srážky byly vypočteny pouze ze dvou lokalit o vysokých nadmořských výškách. Území níže položené a prudce klesající do údolí, vzhledem k výpadku ombrografu Smědava II, není při výpočtu průměrných srážek na povodí polygonovou metodou zahrnuto. Srážky v tomto povodí mohou být tímto nadhodnoceny.
- Metoda výpočtu srážek v prostředí GIS (za využití programu ArcView) je sice velmi dobrá pro stanovení velkoplošného rozložení srážek, ale pokud měření srážek na malém povodí chybí, je pro výpočet nahrazováno stanicemi z okolí ve zvoleném počtu stanic a poloměru území. Tím může docházet k dalším nepřesnostem.

- Nepřesností měrných křivek v limnigrafických stanicích

Je všeobecně známo, že hodnoty průtoků v limnigrafických stanicích jsou měřeny pouze do určitých výšek vodních stavů. Hodnoty průtoků za povodňových stavů jsou odvozovány odborným odhadem extrapolace měrných křivek (na podkladě kontroly odhadu rychlostí v měrném profilu) při vyšších stavech vody a měřením povrchových rychlostí. Obdobným způsobem byly stanoveny kulminační průtoky na tocích v limnigrafických stanicích na experimentálních povodích v srpnu 2002. Na bystřinných tocích, kde pro výpočet průtoků neplatí Chézyho rovnice a proudem je nesen velké množství splavenin a plavenin, je takové stanovení průtokových hodnot jedinou možností, neboť použití chemických metod na vodárenských tocích není přípustné. Kulminační průtoky mohou být tudíž podhodnoceny nebo nadhodnoceny.

- Nepřesností stanovených hydrologických charakteristik *N*-letých průtoků

Hydrologické charakteristiky pro všechny toky sledované v experimentálních povodích byly vzhledem ke krátké době pozorování stanoveny hydrologickou analogií, a tím na jejich základě odvozené hodnoty *N*-letých průtoků mohou být zatíženy značnou mírou nepřesnosti.

- Nedostatečnými znalostmi o prozkoumanosti povodí

Obecně lze říci, že o geologické stavbě povodí, jejich půdních poměrech a režimu podpovrchového odtoku nemáme dostatek informací. Nejlépe bylo prozkoumáno povodí Uhlířské, kde bylo provedeno 28 mělkých vrtů do hloubky 0,1 až 6 metrů ve třech transektech. Byly zde nalezeny 4 půdní typy: hnědé lesní půdy a podzoly na svazích, rašelinné a šedé vrstvy ve dně. V profilech hnědé půdy se vyskytoval postupný přechod z podloží do povrchových vrstev. V patě svahu pak přechází humusový pokryv do rašelinného. Na dně údolí byla nalezena výplň z prostřídáných vrstev rašeliny a aluviálního písku.

- Retenční kapacita nenasycené zóny v povodí Uhlířská byla odhadnuta na 148 mm srážkové výšky (Van den Akker a Van Haselen, 1995), z tenzometrických měření na experimentální ploše Tomšovka byla odhadnuta retenční kapacita vrchních 60 cm půdního profilu hnědé půdy na 69 mm, v lesním prostředí 96 mm [5]. Při povodni v srpnu 2002 bylo možno pozorovat, že se i hlubší horizonty do hloubky 1 metru nasýtily na retenční kapacitu půdy.
- Rašelinný typ půdního profilu na dně údolí nemá významnější efekt na retenci vody. Profil lze považovat za nasycený po celou sezonu, s výjimkou 0–25 cm hloubky pod povrchem, která vykazuje jisté změny vlhkosti. Měření neutronovou sondou nebylo možno změny vlhkosti věrohodně kvantifikovat. Objemově byla zjištěna změna vlhkosti na $0,11 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$, což je cca 10 % vlhkosti v uvedených horních 20–30 cm profilu rašeliny [5].

- Koncem 90. let 20. století bylo provedeno odvodnění rašelinných ložisek odvodňovacími příkopy. Vliv na vlhkostní poměry rašelinných ploch nebyl sledován.
- Při dostatečném srážkovém úhrnu zůstává voda stát v terénních depresích [6, 7]. Oproti tomu husté prokořnění povrchových vrstev třtinou chloupkatou a makro v preferenčních cestách podporují infiltraci, takže na svazích není pozorován povrchový odtok způsobený dopadem další srážkové činnosti i na nasycený půdní profil. Veškerá voda je odváděna mělce pod povrchem.
- Během sondování půdních profilů v okolí profilu Uhlířská byly zjištěny různě mocné aluviální náplavy v okolí koryta, a to až do 45 m od toku. Tyto vrstvy jsou tvořeny prostřídánými štěrkopískovými až štěrkovými vrstvami s různou výplní. Následně provedl VÚV T. G. M. další sondážní práce, nebylo však dosaženo podloží. Vertikálním elektrickým sondováním byla indikována vertikální tektonická porucha o šířce cca 15 m s nezjištěnou výplní. Z provedených 3 experimentů stopovačem v piezometrech se vypočtená rychlost proudění v hrubozrnném materiálu v okolí toku odhaduje na 1,10 až 3 m.s⁻¹. Vzhledem k tomu, že není známo složení, hydraulický charakter ani přesný rozsah štěrkopískových podpovrchových vrstev, nepodařilo se množství podtékající vody v podpovrchové vrstvě pod limnigrafem upřesnit. Výše uvedená skutečnost nastiňuje možnost odhalení jedné z příčin vzniku nízkých koeficientů odtoku, které byly za povodně v Jizerských horách v některých profilech dosaženy.

5 Aplikace srážkoodtokového modelování

Jednou z výhod srážkoodtokového modelování povodňových situací je možnost odvození hydrogramu povodně za situace, kdy nemáme přímá pozorování průtoků. Podmínkou je ovšem dostatečné a reprezentativní pokrytí území srážkoměrnými daty a rovněž důkladná znalost fyzicko-geografických charakteristik povodí. Experimentální povodí ČHMÚ v Jizerských horách tuto podmínku splňují.

Z celkového počtu sedmi experimentálních povodí byl průběh srpnové povodně zaznamenán na šesti povodích, nezaznamenána byla pouze na povodí Černé Smědé (profil Smědava II). Cílem srážkoodtokového modelování bylo:

- odvodit hydrogram povodně na vybraných povodích a porovnat modelové výpočty průtoků s odvozenými průtoky pozorované povodňové vlny,
- odvodit hydrogram povodně na povodí Černé Smědé, kde průběh povodně nebyl zaznamenán.

5.1 Použitá metodika

Pro srážkoodtokové modelování průběhu povodně byl využit systém HEC-HMS a model HEC-1, což je jednoduchý událostní model se soustředěnými parametry simulující přímý odtok na podkladě průběhu srážek na povodí. Pro výpočet odtokových ztrát byla aplikována metoda CN-křivek založená na odvození hodnot CN, a to na podkladě dat o využívání území a tzv. hydrologických skupinách půd.

Pro odvození hodnot CN na jednotlivých povodích byla využita data CORINE a hydrologické charakteristiky půd, které byly poskytnuty VÚMOP. Podle těchto podkladů se hodnocená povodí v parametrech charakterizujících odtokové ztráty prakticky nelišila a hodnoty CN se pohybovaly v rozmezí 72–73. Hodnota počáteční ztráty byla odvozena z parametru CN, pouze na povodí Uhlířská byla dodatečně upravena.

Pro transformaci odtoku z povodí byla aplikována metoda jednotkového hydrogramu, konkrétně teoretický jednotkový hydrogram dle Clarka, který využívá dva parametry, a sice

dobu koncentrace (TC) a tzv. „storage coefficient“ (R) simulující transformační efekt povodí. Zatímco parametr TC byl vypočten na základě fyzicko-geografických charakteristik povodí (sklon povodí, délka údolnice), hodnota parametru R byla upravena až na základě skutečného tvaru pozorovaného hydrogramu.

Srážky vstupovaly do modelu jako hyetogram průměrné srážky na povodí s časovým krokem jedna hodina.

5.2 Zhodnocení výsledků

Pro simulaci průtoků byla z dostupných povodí se záznamem povodně vybrána dvě povodí s odlišným charakterem, a sice povodí Uhlířská (Černá Nisa), což je povodí se zrašeliněnými půdami a nepříliš velkými sklony svahů i údolnice, a povodí Kristiánov (Kamenice), kde se jedná o typické horské povodí se zvětralými skeletovitými půdami a sklonitým územím. Tento rozdílný charakter se mimo jiné může projevit v rozdílných retenčních schopnostech povodí, ale při takto velkých srážkách, jaké spadly v srpnu 2002, by se výsledná odtoková ztráta a koeficient odtoku na obou zkoumaných povodích teoreticky neměly příliš lišit, neboť dle podkladů VÚMOP jsou zde půdy sice dobře propustné, ale mají nízkou retenční vodní kapacitu (do 50 mm).

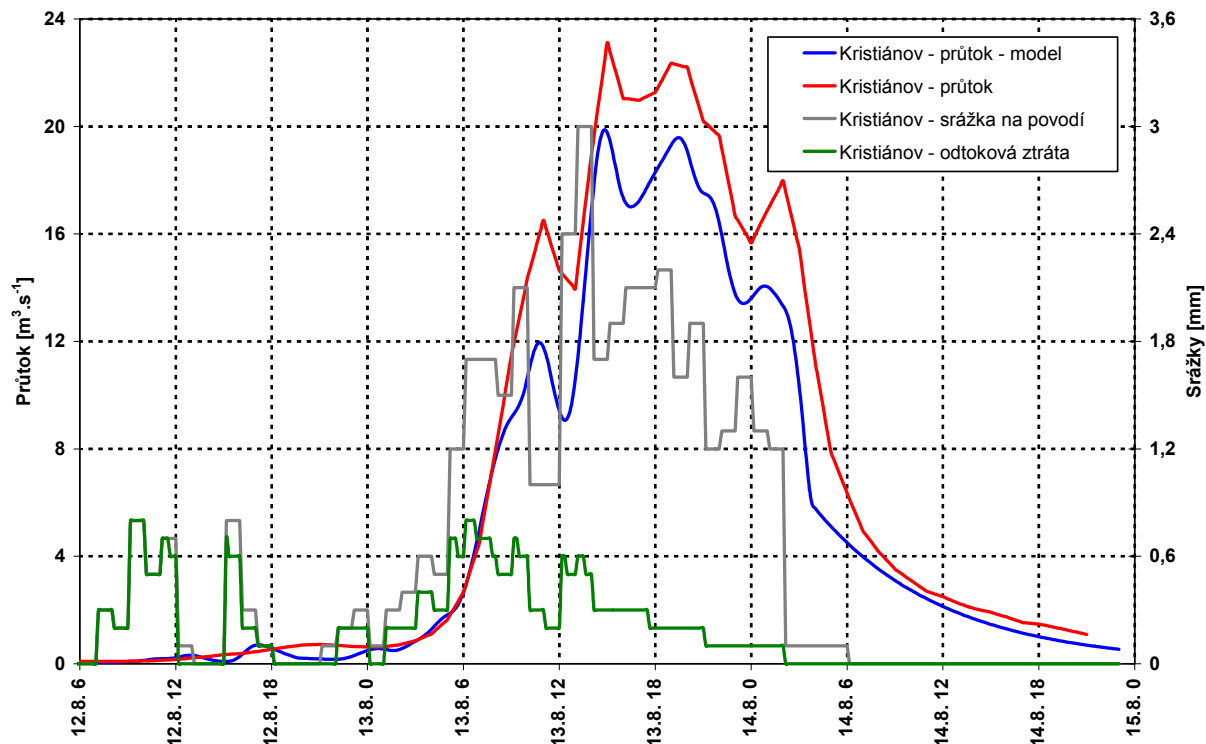
Rozdíly v odtokových ztrátách na podkladě rozboru pozorovaných hydrogramů však vysoce předčily toto očekávání. Odtoková ztráta na povodí Uhlířská dosahuje 100 mm, ale v Kristiánově pouze 17 mm, zatímco odtokové ztráty odvozené modelovým výpočtem jsou téměř shodné (73 mm, resp. 67 mm, viz též tab. 5.2), což je dáno shodnou velikostí parametru CN. I když krátkodobě během povodně lze připustit zadržetí většího množství vody v půdě (nasycení na tzv. plnou vodní kapacitu), přesto je velikost celkové odtokové ztráty na povodí Uhlířská ve zjevném rozporu s údaji VÚMOP, dle kterých je dlouhodobá retenční schopnost půdy (daná retenční vodní kapacitou) v této oblasti podstatně menší. Oproti tomu na povodí Kristiánov odtoková ztráta vychází velmi malá. I když nelze modelové výpočty nijak přeceňovat a hodnota CN byla určena jen velmi „hrubě“, bylo by žádoucí ověřit vyhodnocení průtoků (na povodí Kristiánov i ověření vstupních srážek) na zmíněných povodích a v dalším výzkumu na experimentálních povodích se více zaměřit na krátkodobou a dlouhodobou retenční schopnost půd.

Naopak typické pro všechna zkoumaná povodí jsou rychlé nárůsty, ale i rychlé poklesy průtoků, kde zejména zmíněné rychlé poklesy svědčí jednak o totální nasycenosti povodí a za druhé o nedostatečné retenční schopnosti povodí zadržet dlouhodoběji odtok z takto vysokých srážek.

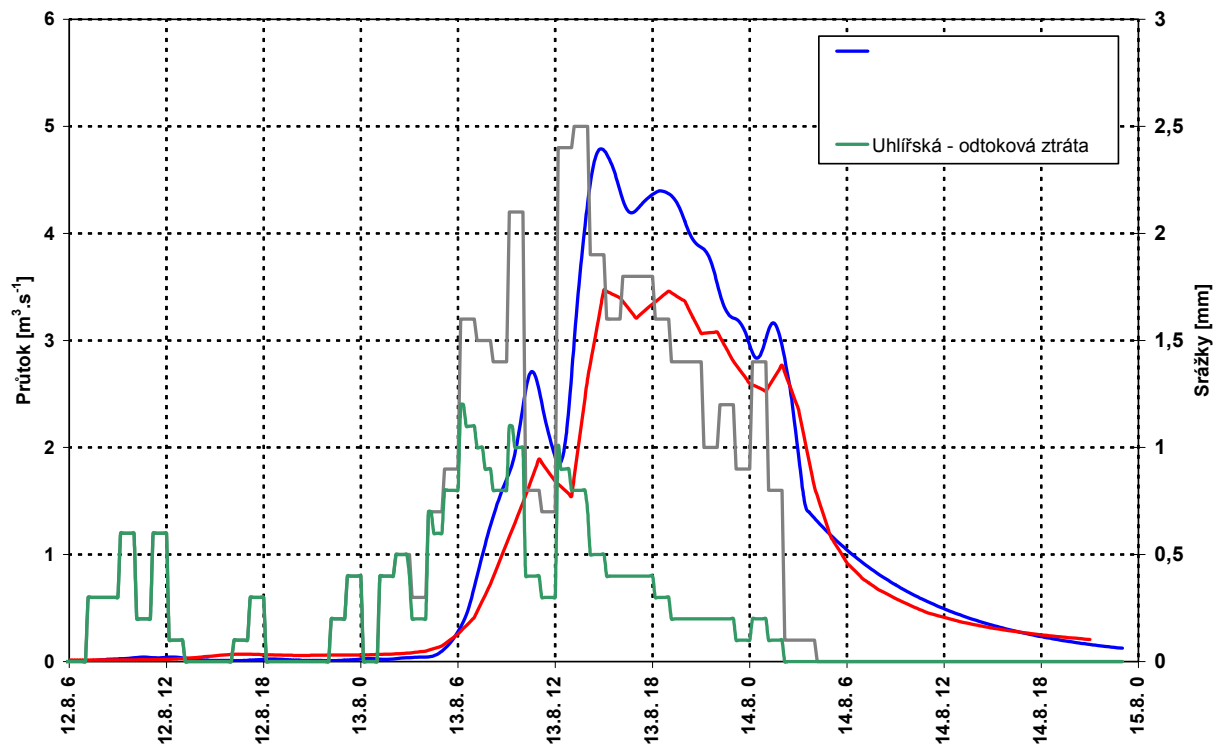
Grafy simulovaných a pozorovaných hydrogramů na povodích Kristiánov a Uhlířská jsou na obr. 5.1 a 5.2.

Dalším úkolem bylo pomocí modelu HEC-1 odvodit hydrogram pro povodí Černé Smědé (profil Smědava II), kde pozorovaný hydrogram není k dispozici. Předpokládalo se k tomuto účelu využít výsledků simulace na blízkém povodí Bílé Smědé (Smědava I). Výsledky simulace jsou však neuspokojivé, protože modelované průtoky vycházejí až dvojnásobné, oproti průtokům z pozorovaného hydrogramu. Protože odtoková ztráta odvozená z objemu odtoku u pozorovaného hydrogramu zde dosahuje závratné hodnoty 145 mm, lze samozřejmě kromě otázky přesnosti pozorovaných dat uvést i hypotézu týkající se možnosti odtoku vody z povodí propustnými půdami mimo profil vodoměrné stanice.

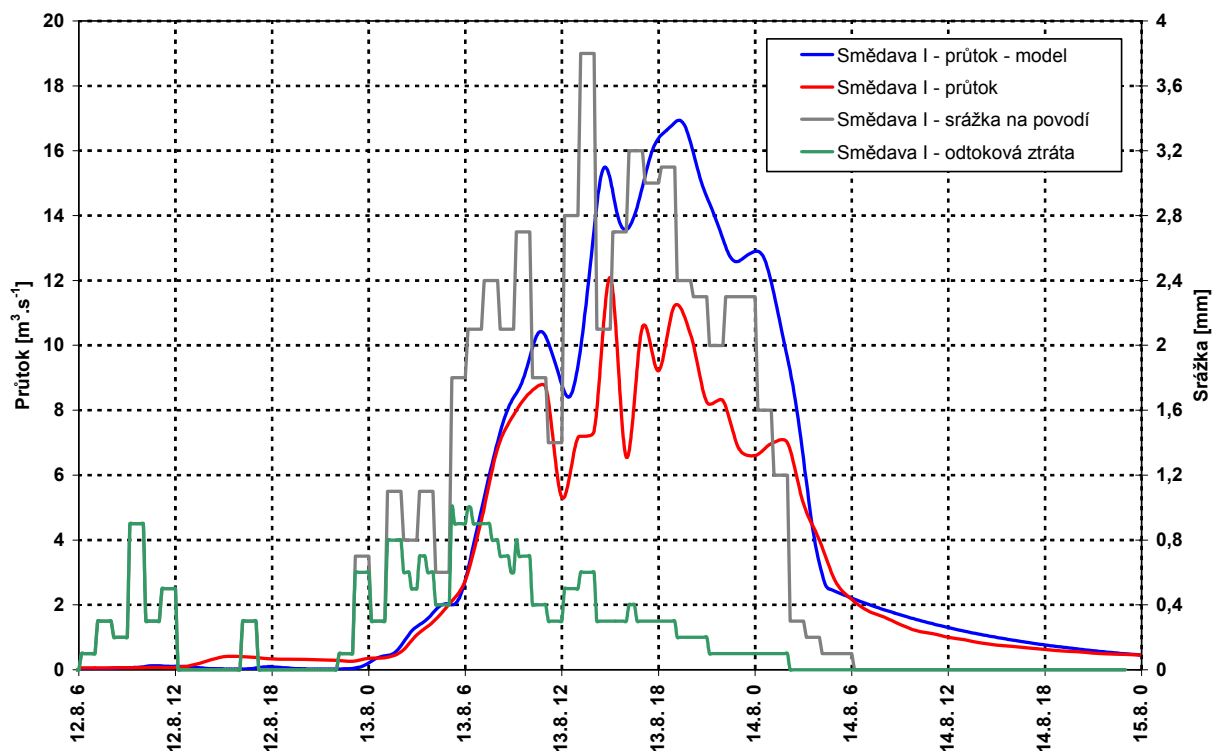
Graf simulovaného a pozorovaného hydrogramu na povodí Bílé Smědé (Smědava I) je na obr. 5.3, simulovaný hydrogram na povodí Černé Smědé (Smědava II) je na obr. 5.4.



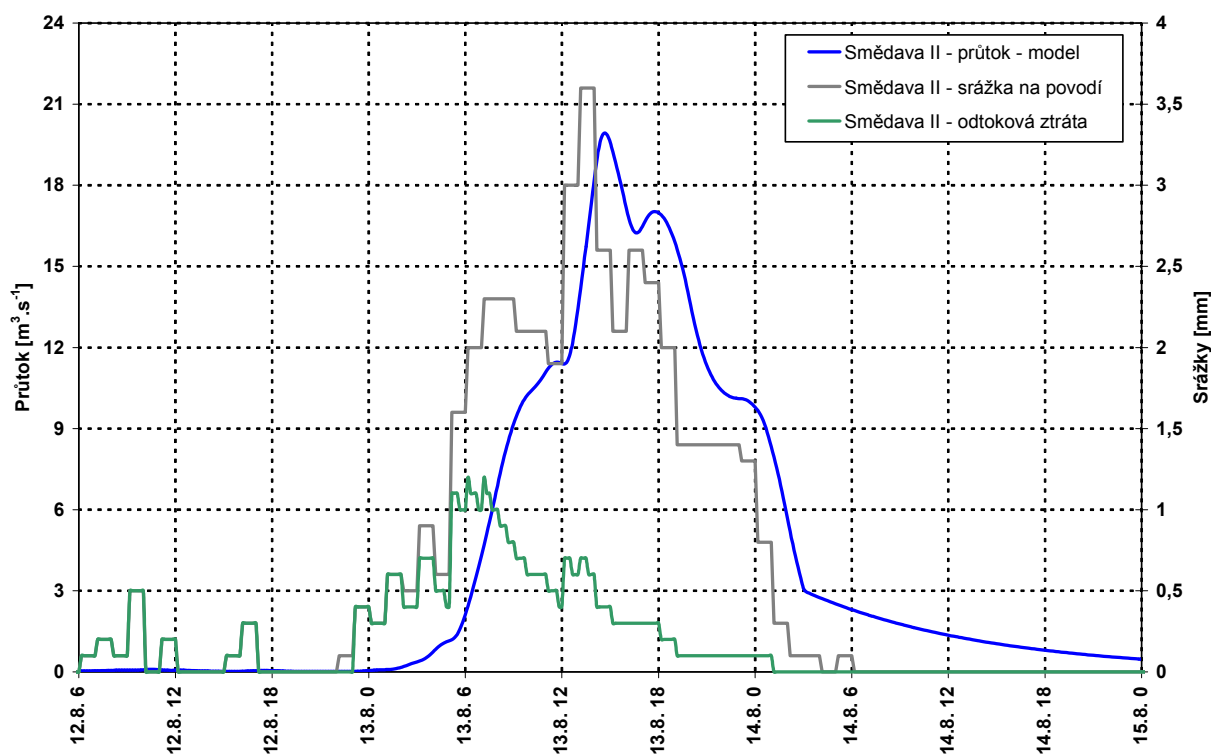
Obr. 5.1 Pozorovaný a modelovaný průběh povodňové vlny v profilu experimentálního povodí Kristiánov na Kamenici.



Obr. 5.2 Pozorovaný a modelovaný průběh povodňové vlny v profilu experimentálního povodí Uhlířská na Černé Nise.



Obr. 5.3 Pozorovaný a modelovaný průběh povodňové vlny v profilu experimentálního povodí Smědava I na Bílé Smědě.



Obr. 5.4 Modelovaný průběh povodňové vlny v profilu experimentálního povodí Smědava II na Černé Smědě.

Tab. 5.1 Parametry modelu HEC-1.

Tok	Profil	Počáteční ztráta [mm]	CN	TC [hod]	R [hod]
Kamenice	Kristiánov	20	72	1.66	1.00
Černá Nisa	Uhlířská	30	73	1.17	1.10
Bílá Smědá	Smědava I	20	72	1.38	1.00
Černá Smědá	Smědava II	20	72	1.22	1.00

Tabulka 5.2 – Výsledky modelu HEC-1

Tok	Profil	Srážka [mm]	Odtok [mm]	Ztráta [mm]	c
Kamenice	Kristiánov	258	191	67	0.74
Černá Nisa	Uhlířská	223	150	73	0.67
Bílá Smědá	Smědava I	350	281	69	0.80
Černá Smědá	Smědava II	280	213	67	0.76

Hlavním přínosem srážkoodtokového modelování na experimentálních povodích ČHMÚ v Jizerských horách bylo:

- odvození hydrogramu povodně pro povodí Černé Smědé (profil Smědava II), kde záznam povodně není k dispozici,
- možnost ověření výsledků vyhodnocení průtoků jinou nezávislou metodou,
- testování retenční schopnosti půd horských povodí se závěrem doporučujícím další výzkum v této oblasti.

Závěr

Povodeň, která v srpnu 2002 zasáhla oblast Jizerských hor, nebyla z hlediska velikosti kulminačních průtoků ničím výjimečná, neboť kulminační průtoky dle stávajících podkladů jen ojediněle přesáhly dobu opakování 20 let. Naopak výjimečná byla extremita příčných srážek, která se blížila svým 100letým hodnotám v jednodenních úhrnech a na stanici Knajpa byl změřen třetí nejvyšší jednodenní úhrn na území ČR v historii pozorování. Vlivem extrémních srážek byla povodí zřejmě totálně nasycena, jak ukazují průběhy průtoků (prudké reakce odtoku na srážky od určitého časového okamžiku) na všech povodích i tenzometrická měření v půdním horizontu na povodí Uhlířská. O to více překvapují vyhodnocené velikosti odtokových výšek, ze kterých vyplývají velké rozdíly v odtokových ztrátách na jednotlivých povodích (20–157 mm).

Vyhodnocení srpnové povodně prokázalo opodstatněnost komplexního monitoringu experimentálních povodí. Kromě sledování srážek a odtoků bylo možné získávat informace také o postupném sycení půdního horizontu během povodně a jeho postupném vyprazdňování (na lokalitě Uhlířská), což je jeden z nejméně prozkoumaných fenoménů. Tato malá objasňenost má dopad např. v nepřilíš spolehlivém fungování srážkoodtokových modelů.

Návrhy opatření

Na základě provedeného vyhodnocení povodně a zjištěných pravděpodobných nesrovnalostí v datech vyplývají do budoucna následující úkoly, kdy bude zejména potřebné:

- a) věnovat velkou pozornost hydrometrování průtoků a posouzení odhadu velikostí kulminačních průtoků,
- b) posoudit nepřesnosti měření srážek ombrografy ve vztahu k velikosti naměřených srážkových úhrnů,
- c) posoudit reprezentativnost umístění srážkoměrů s ohledem na stanovení průměrné srážky v povodí,
- d) stanovit regresní vztahy mezi daty srážek naměřenými ve vybraných lokalitách za určitých typických povětrnostních situací,
- e) zhodnotit dříve se vyskytující povodňové situace z let 1983, 1997 a 1998, i když nedosahovaly tak vysokých příčinných srážek jako situace v srpnu 2002,
- f) ověřit hydrologické charakteristiky N -letých průtoků,
- g) shromáždit všechny dostupné informace o prozkoumanosti jednotlivých povodí a možnostech jejich retenční kapacity (hnědé půdy, rašeliny),
- h) novelizovat údaje o stávajících lesních poměrech v povodí.

Literatura:

- [1] *Hancvencl, R., Kalasová A., Pobříšlová, J.*: Experimentální povodí Jizerské hory. In: Hydrologická ročenka 2003. Praha, ČHMÚ 2003.
- [2] *Šercl, P., Lett, P.*: Výpočet rastru srážek v prostředí GIS (s využitím ArcView Spatial Analyst). [Uživatelská příručka, verze 2.0.1.] Praha, ČHMÚ 2002.
- [3] *Bubeníčková, L. a kol.*: Změny odtokového režimu Jizerských hor vlivem devastace lesních porostů způsobené škodlivými exhalacemi. Podnikový výzkumný úkol 150, [Závěrečná zpráva.] Praha, ČHMÚ, OEX 1985.
- [4] *Van den Akker, M. F. A., Van Haselen, C.*: Hydrological reconnaissance of the Černá Nisa and Černá Desná catchment in the Jizera Mts.(Czech Republic). Investigation of the hydrological properties of the two catchments and characterization of drought. Wageningen Agriculture University, ČHMÚ 1995.
- [5] *Tachecí, P.*: Hydrologický režim malého horského povodí a odhad účinků změny porostu. [Doktorská disertační práce.], Praha, ČVUT FSv 2002.
- [6] *Šanda, M., Kulasová, A. a kol.*: Výzkum transportních procesů v povodí dotčeném náhlými změnami odtokových poměrů (Jizerské hory). Část 2: Měření půdních vlhkostí neutronovou sondou a experimentální pozorování nasycených ploch v povodí Uhlířská. In: Ekologické aspekty ochrany vodního bohatství, Číslo.úkolu 458. Praha, ČHMÚ, OEX, ČVUT FSv 1997.
- [7] *Tachecí, P., Kulasová, A., Šanda, M.*: Soil moisture monitoring in deforested mountainous basin. In: Proceedings of Hydrological Days, 5th National Conference. Plzeň, IH SAS, ČHMÚ 2000.