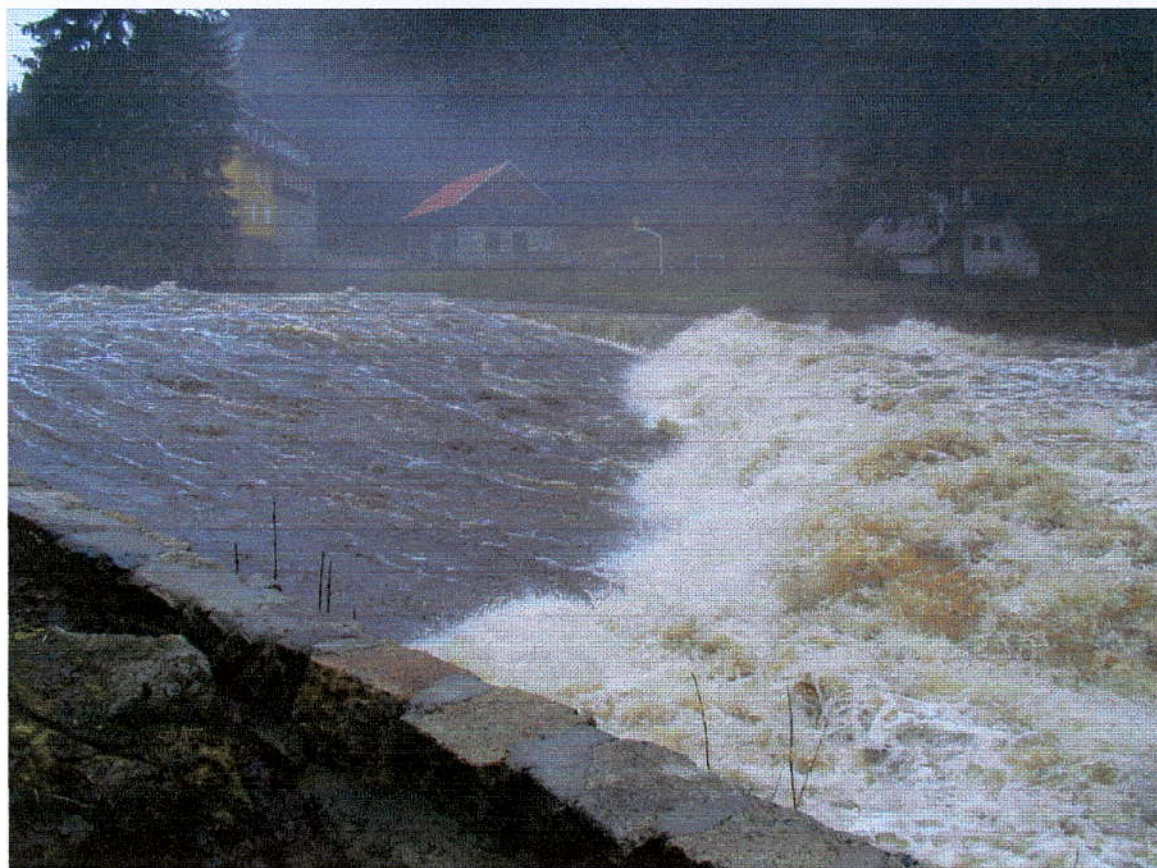




Český hydrometeorologický ústav
pobočka České Budějovice

Zpráva o povodni v jižních Čechách



prosinec 2002 - leden 2003

Vypracovali:

František Vavruška

Mgr. Tomáš Vlasák

březen 2003

Meteorologická situace.

V poslední třetině prosince 2002 a na začátku ledna 2003 se nad Evropou udržovala poměrně živá cirkulace, daná velkými teplotními rozdíly mezi velmi studenou severovýchodní polovinou Evropy a teplým vzduchem nad jihozápadní částí kontinentu. Ostré teplotní rozhraní probíhalo většinou přes střední Evropu a podél něho přecházely frontální systémy, které přinášely vydatné srážky a teplý oceánský vzduch hlavně do jihozápadní poloviny České republiky, kdežto severovýchod spíše zůstával ve studeném pevninském vzduchu. Tento proces se ve výše uvedeném období zopakoval třikrát, a to před Vánocemi ve dnech 21. až 23.12.2002, po Vánocích ve dnech 27. až 31.12.2002 a po Novém roce ve dnech 2. až 4.1.2003. V každém z těchto tří případů zareagovaly toky zvýšením vodních stavů a průtoků, nejvýrazněji v případě posledním.

První vlna srážek přišla po delšího mrazivém období, trvajícím zhruba od 7.prosince, přičemž v nižších polohách ležela sněhová pokrývka vysoká do 5 cm, na Šumavě a Českomoravské vrchovině 10 až 20 cm. Na okluzní frontě spadly dne 21.12. a v noci na 22.12. smíšené nebo mrznoucí srážky do 3 cm, vydatnější srážky následující den přinesl frontální systém postupující přes Bavorsko, Rakousko a jihozápadní Čechy k jihovýchodu. Na celém území jižních Čech spadlo plošně 10-20 mm srážek, které měly na východě, v povodí Lužnice, převážně formu sněžení nebo mrznoucího deště při teplotách kolem nuly, jinde pršelo při teplotách mezi +2 až +7 st. Na pohraničním hřebeni spadlo přes 40 mm srážek. Následující den, 23.12., přešla od severu tzv.přetočená okluze, následovaná podružnou studenou frontou, za ní se od severovýchodu výrazně ochladilo pod nulu a srážky ustaly.

Krátkodobé vánoční ochlazení vystřídal 27.12. opět teplé jihozápadní proudění a přechod slabé okluzní a poté teplé frontou. Ty přinesly jen slabé srážky a oteplení na hory, takže se vytvořila výrazná teplotní inverze. Tu rozrušila až studená fronta ve večerních hodinách dne 28.12. Na ní spadlo 3-7 mm převážně dešťových srážek, na Šumavě se slabě ochladilo, ale teploty zůstaly stále nad nulou. Pro odtok rozhodující srážky přinesl následující frontální systém, zejména jeho aktivní teplá fronta, na níž spadlo během nočních hodin z 29. na 30.12. na většině území 5-10 mm, na pohraničním hřebeni Šumavy 40-50 mm dešťových srážek. Během dne srážky zesláby nebo místy i ustaly, na Šumavě ale pokračovaly se střídavou intenzitou až do následující noci na 31.12. a spadlo zde ještě kolem 20 mm vody. Během dopoledne dne 31.12. přešla od severu studená okluze, za ní se rychle a výrazně ochladilo pod nulu a dešť přešel ve sněžení, které ve večerních hodinách ustávalo.

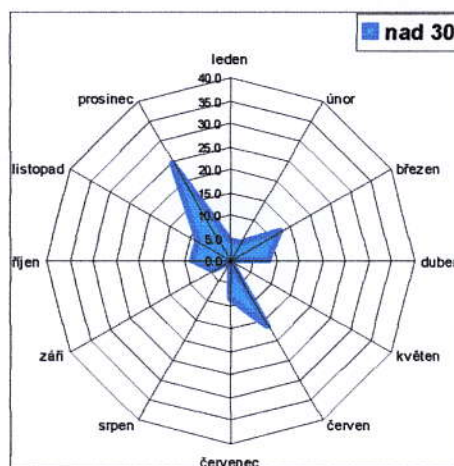
Po krátkodobém novoročním ochlazení začala již v noci z 1. na 2.1. přecházet od jihozápadu přes Čechy teplá fronta, doprovázená sněžením a mrznoucím deštěm. Do rána vystoupily teploty na celém území jižních Čech nad nulu a srážky přešly do deště, a to i v nejvyšších partiích Šumavy. Na většině území spadlo 1 až 5 mm, na stanici Grosser Arber 19 mm srážek. Rozhodující kvantum srážek pro povodňovou vlnu (největší ze všech tří případů) přinesl bezprostředně následující frontální systém. Jeho teplá fronta přecházela dne 2.1. v odpoledních hodinách a studená před půlnocí. Za studenou frontou se mírně ochladilo, do 7.hodiny ranní dne 3.1. poklesla hranice sněžení zhruba na 1100 m. Srážkové úhrny za 24 hodin (od 7.hodiny dne 2.1. do 7.hodiny 3.1.) byly velmi vysoké především v oblasti centrální Šumavy (Prášíly 75 mm, Filipova Huť 61 mm, Modrava 60 mm, Churáňov a Grosser Arber 50 mm, Lenora 46 mm, Černá v Pošumaví 33 mm atd.), přitom celé množství nebo jeho převážná část spadla ve formě deště. V centrální části jižních Čech spadlo 6 až 15 mm, ve Středočeské pahorkatině a na západní straně Českomoravské vrchoviny 15 až 25 mm srážek. Plošné rozdělení srážek bylo silně ovlivněno orografií, což je pro danou povětrnostní situaci typické. Přechod frontálního systému byl doprovázen také silným větrem, jeho nárazy se pohybovaly kolem 20 až 25 m/s, na Šumavě místy překročily 30 m/s (Churáňov 32 m/s, Gr.Arber 37 m/s). Ojediněle se též vyskytly bouřky (Lenora). Tání sněhu se na odtoku

výrazněji nepodílelo, neboť před příchodem srážek ležela jen v nejvyšších polohách Šumavy nízká vrstva sněhu od 5 do 20 cm. Během denních hodin dne 3.1. ještě padaly občasné srážky, již méně vydatné, přitom hranice sněžení se udržovala ve výšce kolem 1000 m. Do rána dne 4.1. spadlo na stanici Gr.Arber 25 mm (za 24 hodin), jinde na Šumavě od 10 do 20 mm, podle nadmořské výšky buď ve sněhu, nebo ještě v dešti. Ve středních a nižších polohách jižních Čech spadlo při dešťových přeháňkách do 4 mm srážek. Během dne 4.1. přecházela přes Čechy od severu teplotně výrazná studená fronta, za ní se ochladilo k nule a srážky přešly do formy sněhu i v nejnižších polohách regionu. Tento vývoj meteorologické situace byl dosti podobný jako v předchozích dvou výše popsanych případech, následující ochlazení však bylo již trvalejší povahy.

Hydrologická situace.

Zvýšené průtoky s překročením až 3. SPA se vyskytly na přelomu roku 2002 a 2003 ve třech epizodách na většině toků povodí Vltavy po Orlík. Nejextrémnější kulminační průtoky s dobou opakování zhruba kolem 10 let (viz. Tabulka: Kulminace) jsme zaznamenali na Šumavě v povodí Vltavy nad nádrží Lipno a v povodí horní Otavy. První méně výrazná průtoková vlna proběhla už 22. až 23. prosince, další dvě velikostně srovnatelné se vyskytly 30. – 31. prosince a 3. – 4. ledna 2003. Příčinou povodně byly vydatné dešťové srážky orograficky velmi zesílené na celém pohraničním hřebeni Šumavy. Tato povodeň ukázkově zapadá do odtokového režimu horní Otavy a Vltavy, který je mimo jiné typický zvýšeným výskytem povodní právě v prosincovém období.

Povodni předcházely mírně zvýšené průtoky na úrovni $Q_{90d} - Q_{180d}$ způsobené částečně srážkově bohatou druhou polovinou roku 2002 a hlavně zvýšenými srážkami z 22. a 23. prosince. Zásoby vody ve sněhu byly zanedbatelné – v nejvyšších partiích Šumavy ležela pokrývka do 5 cm, většinou však byla pouze nesouvislá. Z toho je zřejmé, že tání sněhu do odtoku prakticky nezasáhlo. Mnohem významnějším faktorem byla zřejmě promrzlá půda, která byla bez sněhu vystavena mezi vánočními svátky mrazům a snížila infiltraci spadlých dešťových srážek.



Obr. Sezonalita: Procentuální četnost výskytu průměrných denních průtoků vyšších než $30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na Modravě za roky 1961 - 1998

Činnost hydroprognózy a vydané hydrologické předpovědi.

Během povodně plnilo oddělení hydroprognózy ČHMÚ České Budějovice své úkoly podle platných nařízení. Kromě pravidelných ranních hlášení, která se odesílají na CPP Praha Komořany a dispečinky Povodí s.p., byly v době zvýšených průtoků třikrát denně aktualizovány údaje o stavech a průtocích na internetových stránkách ČHMÚ. Varování při dosažení SPA byla telefonicky také předávána hasičskému záchrannému sboru. V době zasedání krajského krizového štábu, kde pobočka měla své zastoupení, byly pro potřeby tohoto orgánu několikrát zpracovány informační zprávy, které kromě aktuální situace na tocích obsahovaly také předpověď počasí a kvantitativní předpověď průtoků.

Délka služby hydroprognostika byla podle potřeby prodlužována až do večerních hodin a během povodňové vlny 2.-3. ledna 2003 fungovalo oddělení hydroprognózy nepřetržitě i v nočních hodinách.

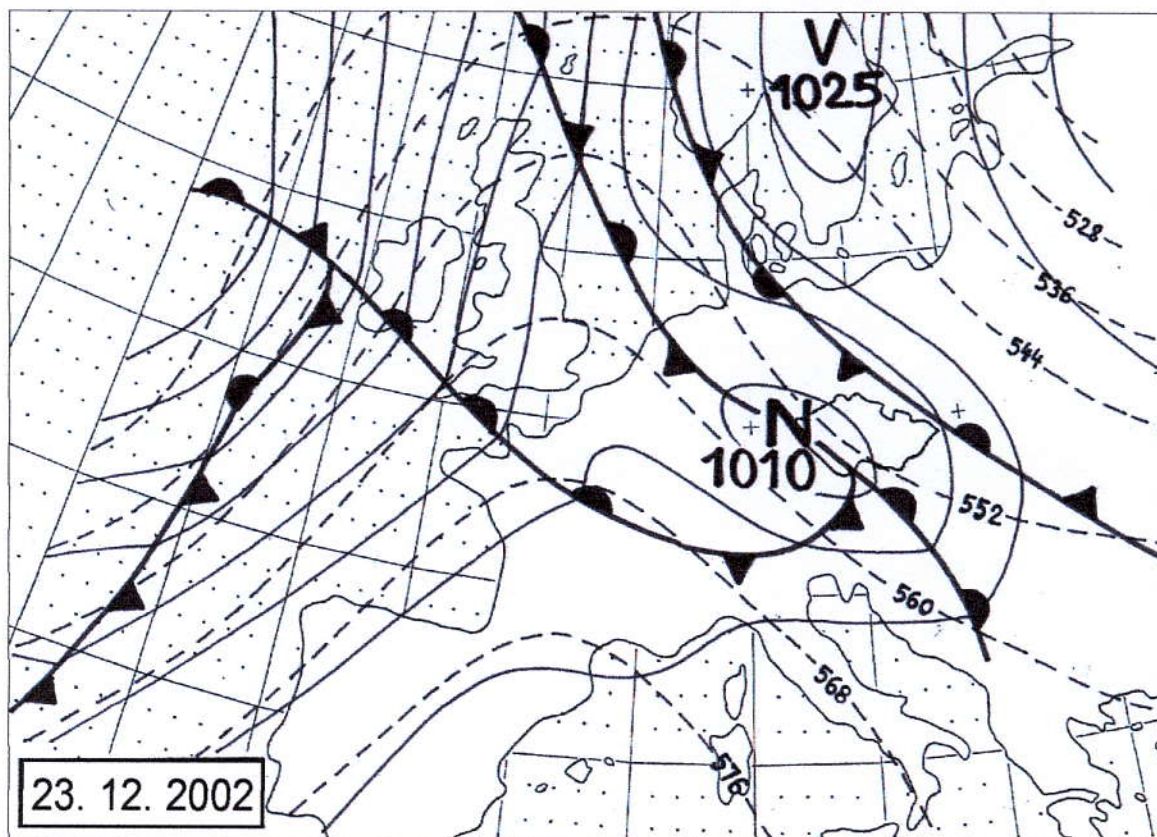
Vydané hydrologické předpovědi

Na pobočce ČHMÚ České Budějovice je hlavním nástrojem pro tvorbu hydrologických předpovědí systém AquaLog. Výstupy z tohoto modelu byly také nejdůležitějším zdrojem pro vydané předpovědi, které byly součástí informačních zpráv krizového centra, odkud se řídily protipovodňová opatření. Ukázka informační zprávy vydané večer 2. ledna před hlavní povodňovou vlnou je v tabulce č. 2:

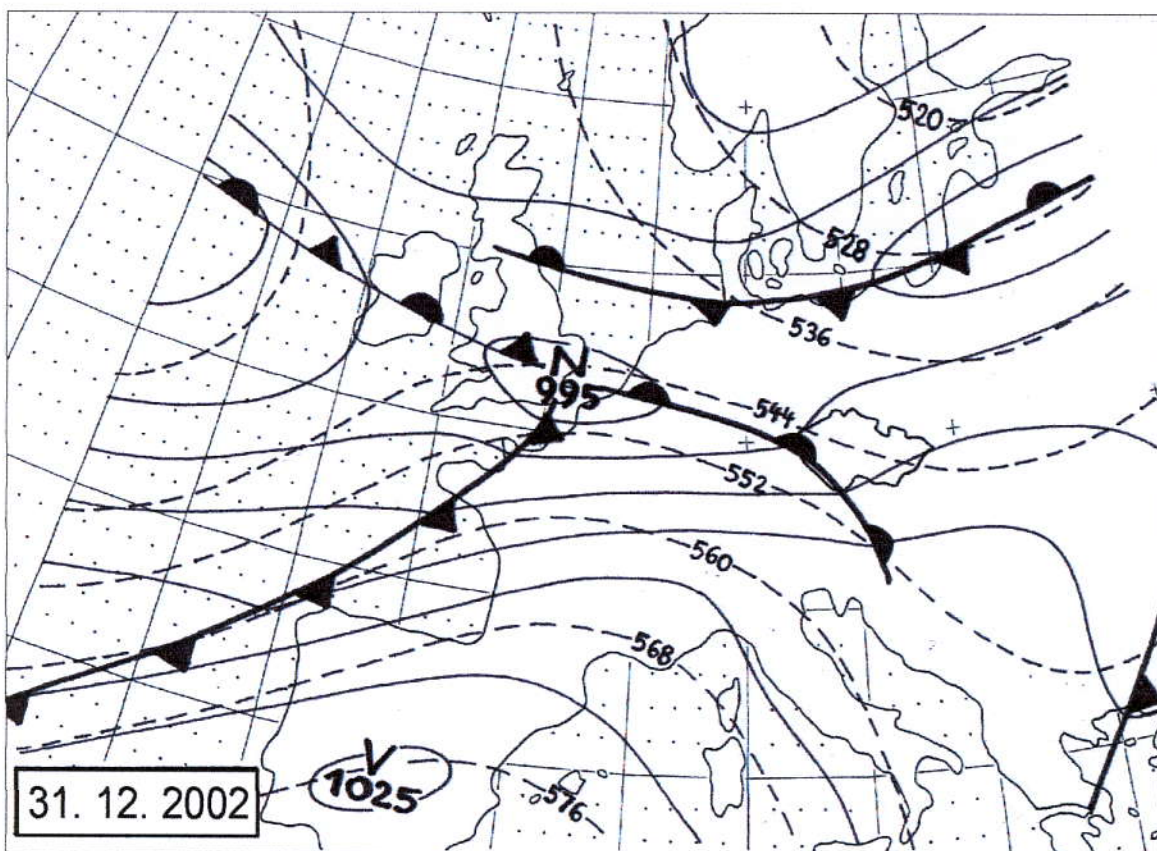
	P ř e d p o v e ě ě			S k u t e ě n o s t		
	kulmi nace	SPA	Čas	kulmi nace	SPA	Čas
O t a v a						
Modrava	80	III	kolem půlnoci	72	III	3.1.2003 0:00
Sušice	200	III	po půlnoci	187	III	3.1.2003 4:00
Katovice	220	II	3.1. ráno kolem 6:00	212	II	3.1.2003 10:00
Heřmaň	27	I	před půlnocí	35,6	I	3.1.2003 21:00
Písek	270	II	3.1. kolem 15:00	258	II	3.1.2003 19:00
V l t a v a						
Lenora	50-60	III	po půlnoci	62,6	II	3.1.2003 4:00
Chlum	100	II	3.1. ráno kolem 6:00	104	II	3.1.2003 7:00
Černý Kříž	50	I – II	kolem půlnoci	43,2	I	3.1.2003 3:00
Břeží	150	II	3.1. odpoledne	114	II	3.1.2003 8:00
Č. Budějovice	170	II	3.1. odpoledne	136	-	3.1.2003 10:00
M a l š e						
V povodí Malše předpokládáme maximálně mírné překročení I. SPA				SPA nebyl překročen na žádné stanici v povodí Malše		
L u ž n i c e						
Lužnice maximálně mírné překročení 2. SPA v Lásenici a v Klenovicích a Bechyni				II. SPA překročeny ve jmenovaných stanicích		

Tabulka 2: Hydrologické předpovědi vydané pro potřeby krajského krizového štábu 2.1.2003 v 18:00h.

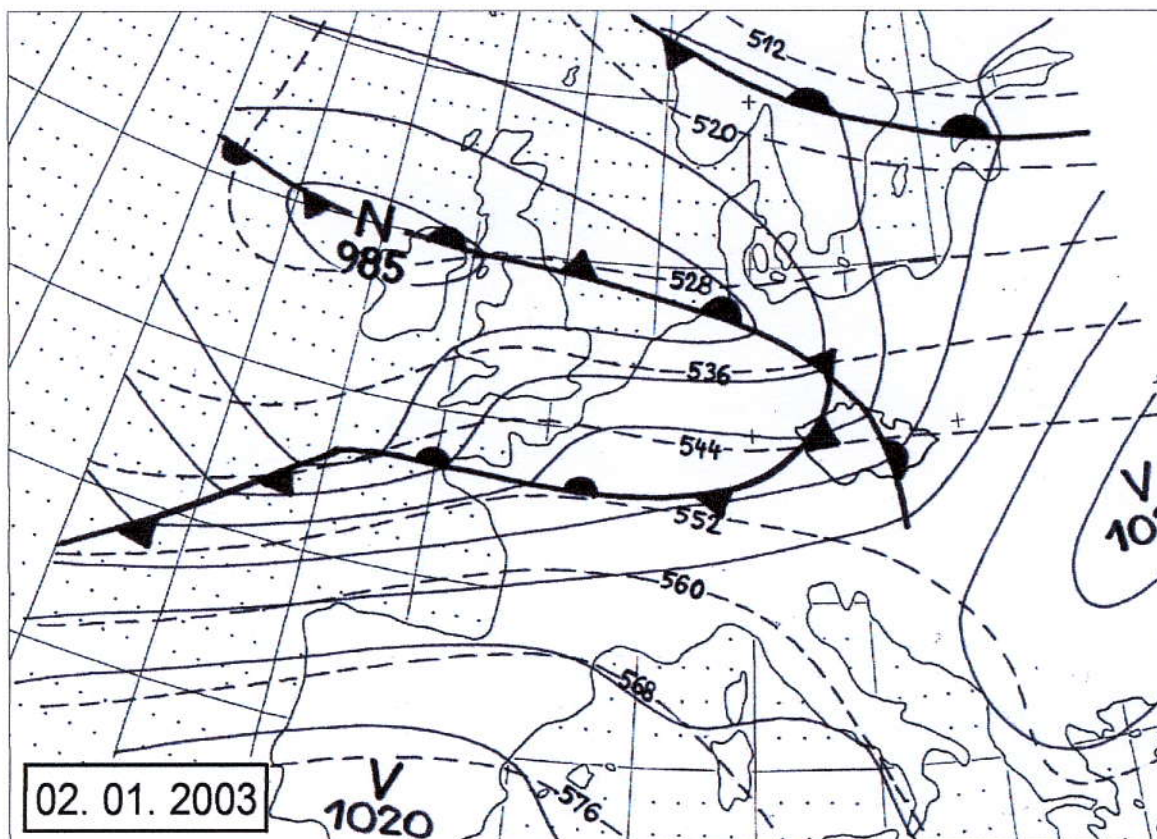
Úspěšnost vydaných hydrologických předpovědí byla velmi dobrá - především pro největší vlnu z 3. ledna 2003. Velký vliv na to měla dobrá kvantitativní předpověď srážek a dále také skutečnost, že na předchozích menších vlnách z období vánočních svátků bylo možné optimalizovat simulaci srážko-odtokového modelu, konkrétně nastavit vhodně počáteční podmínky v povodí a zkorigovat některé parametry modelu (především jsme snižovali infiltrační schopnost půdy). Kompletní vydané předpovědi jsou pro vybraná povodí zobrazeny v grafech F1 až F4.



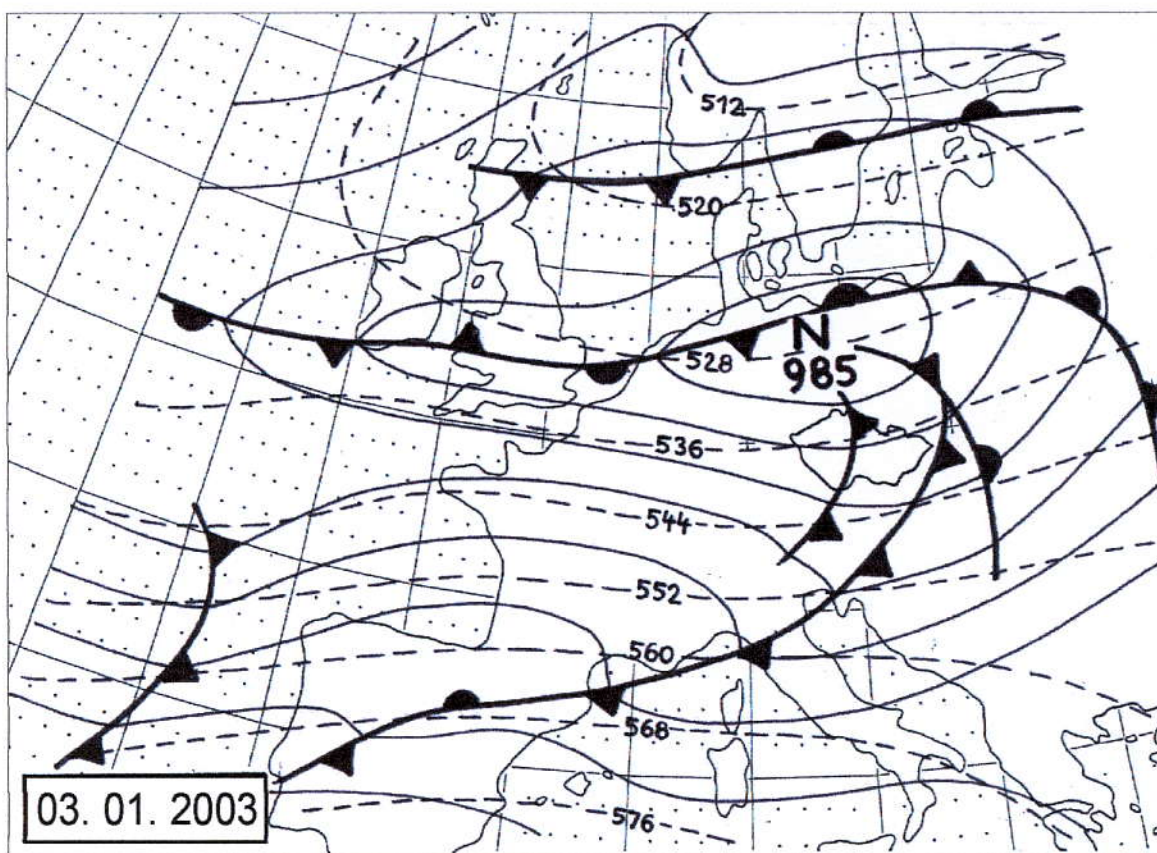
Obr S1: Povětrnostní situace nad Evropou 23. prosince 2002



Obr S2: Povětrnostní situace nad Evropou 30. prosince 2002



Obr. S1: Povětrnostní situace nad střední Evropou 2. ledna 2003



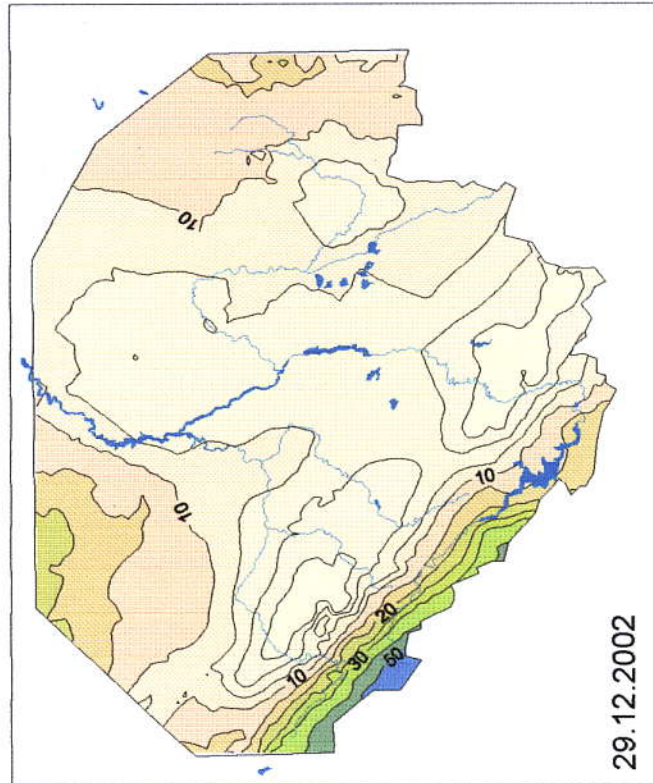
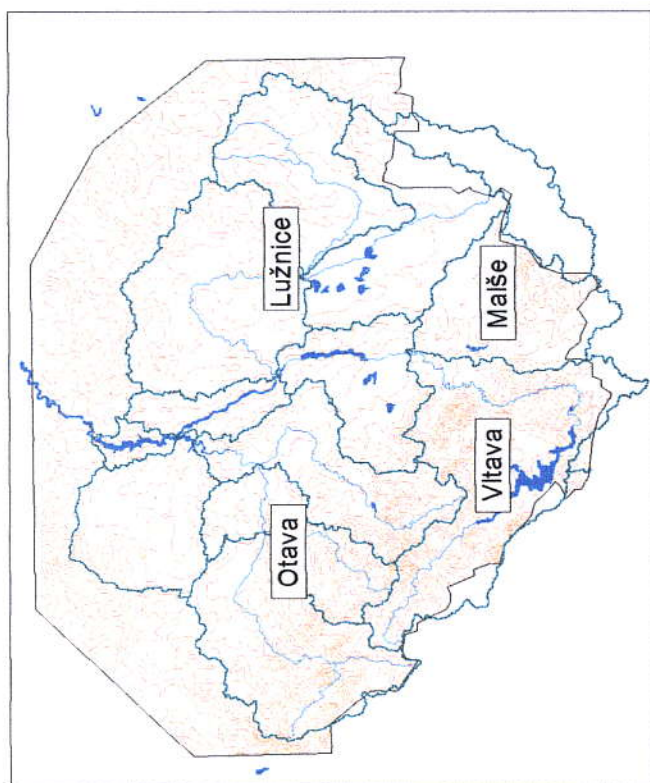
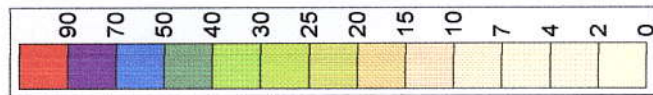
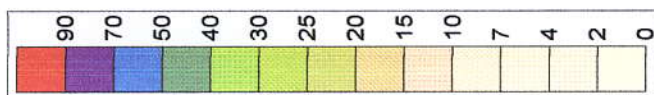
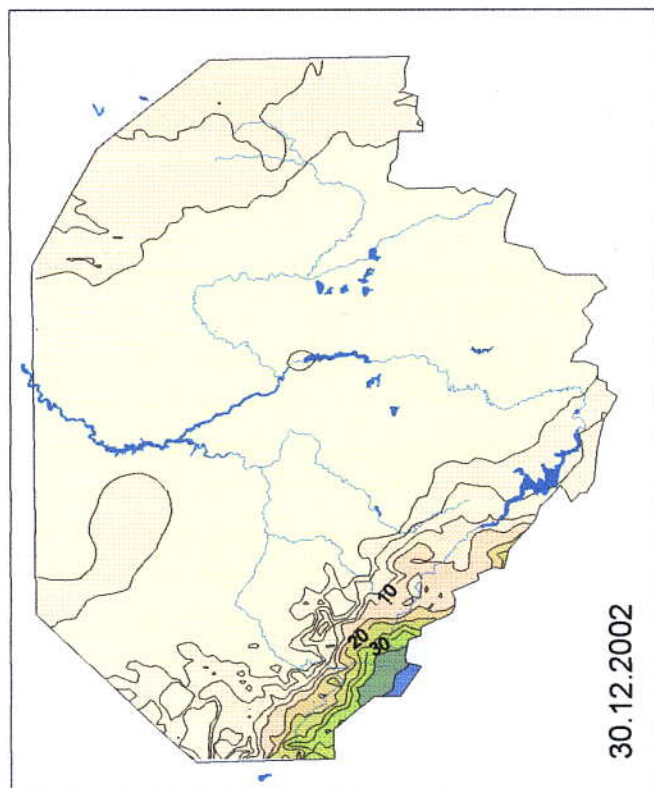
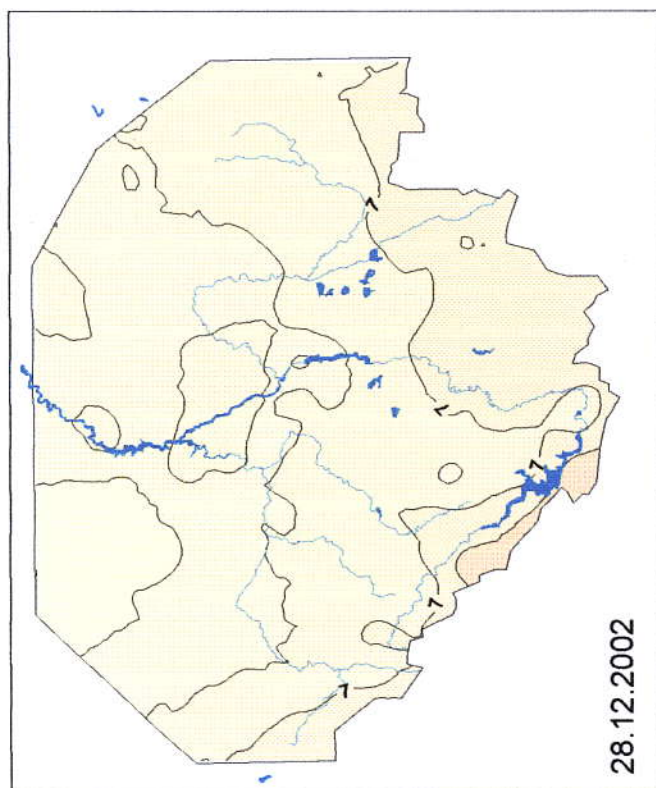
Obr. S2: Povětrnostní situace nad střední Evropou 3. ledna 2003

Stanice	28-XII.	29-XII.	30-XII.	31-XII.	1-I.	2-I.	3-I.
Filipova Huť	4.2	35.3	42.3	6.1	7.8	61.1	11.9
Prášily	9	35.2	22	5.6	11.8	75.3	8.5
Kvilda	7.9	28.7	28.4	4.9	7.5	56	9.8
Srní	5.1	26.2	18.7	5	9.1	57.5	8
Borová Lada	6	25	14.2	3.9	6.2	55.7	6.3
Lenora	5.6	19.8	15	3.2	9	46.5	14
Churáňov	7.4	11.9	17.4	5.8	6.4	49.7	9.2
Horní Vltavice	5.8	15.6	8.2	2.1	9.2	42.6	4.6
Svatý Tomáš	14	16.3	3.7	6.2	3	18	18.2
Kubova Huť	7	8.3	10.1	3.6	4.5	34.3	5.7
Lipno nad Vltavou	6.7	17.5	4	4	4	21	15
Mlynářovice	6.5	7.4	7.5	4.5	5.5	33.8	5.7
Vyšší Brod	5.8	11.8	3	3.4	3.1	20.1	14.3
Rožmitál p. Třemšínem	1.1	19.4	2.3	1.1	2.8	29.4	1.6
Vimperk	5.1	2.7	2.4	4.7	3.9	34.8	1.3
Polná na Šumavě	4.7	6.4	1.7	4.8	3.7	19.4	7.8
Ktiš	2.8	5.2	2.5	3.4	0	30.2	3.2
Český Krumlov	9.1	0.8	0	1.2	0.6	32.6	0.8
Javorník	5.7	3.2	4.7	5.4	3.1	21.4	1.2
Strmilov	5.6	12.2	2.9	2.2	0	13.9	3.1
Prachatice	6.9	2.5	0.2	4.2	1.8	22	0.7
Nadějkov	3.3	4.4	1.4	1.4	2.9	19.4	1.8

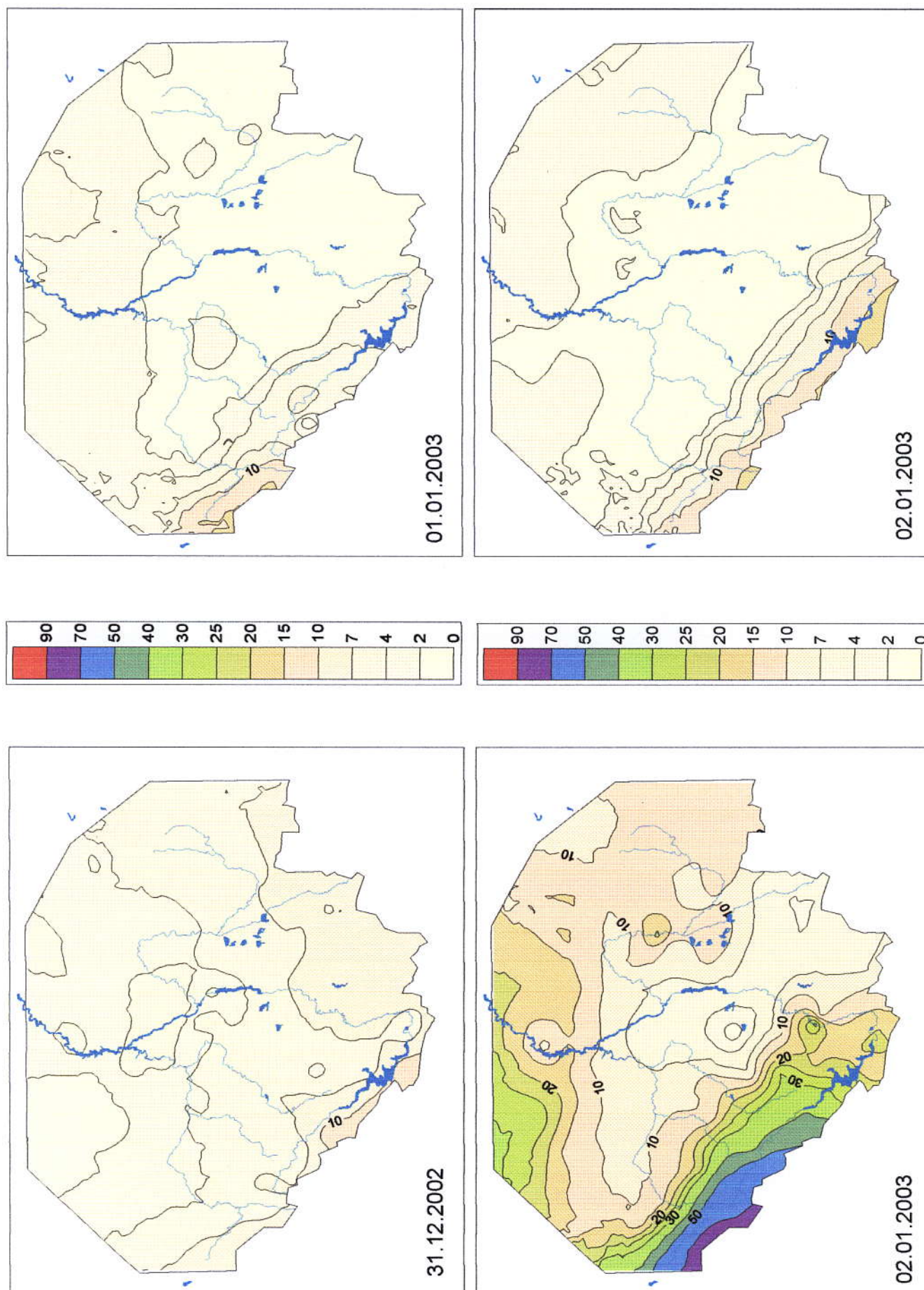
Povodí	28_12	29_12	30_12	31_12	1_1	2_1	3_1
Vltava	Cerný Kriz	10.7	35.3	14.4	4.6	5.6	46.0
	Chlum	8.2	24.9	12.3	3.9	5.1	45.1
	Lenora	6.7	22.6	18.1	4.1	6.5	50.2
	Vyšší Brod	8.4	17.1	5.4	4.4	4.1	27.4
	Břeží	7.0	5.1	1.1	3.0	1.5	15.9
	C. Budejovice	7.5	4.1	0.0	2.3	0.1	5.5
	Orlík - mezířovo	4.4	5.9	0.6	2.1	1.0	7.3
Lužnice	Bechyne	3.4	6.9	1.0	1.6	2.8	11.6
	Klenovice	6.0	7.5	0.5	2.0	1.0	10.0
	Lasenice	5.4	10.5	2.9	2.2	0.9	12.1
	Pílar	8.4	7.6	0.8	2.8	0.3	6.6
Malše	Licov	8.4	2.0	0.1	2.5	0.1	5.8
	Poresín	8.0	3.0	0.4	3.0	0.5	7.9
	Rimov	8.5	1.9	0.0	1.7	0.1	8.1
	Roudné	7.9	4.8	0.0	2.4	0.0	5.0
Otava	Herman	4.9	5.1	0.2	3.0	1.3	9.9
	Husinec - přítok	6.7	6.5	4.3	4.2	3.6	28.7
	Katovice	3.6	5.6	1.1	3.0	1.9	11.1
	Kolinec	6.5	14.9	10.4	4.8	8.7	34.6
	Modrava	7.1	52.6	48.0	5.7	13.2	70.8
	Nemetice	5.2	3.7	3.1	4.9	2.8	24.6
	Písek	3.9	6.1	0.5	2.7	1.6	9.1
	Susice	6.3	22.4	17.5	5.4	8.5	49.3
	Ostrovec	2.2	12.3	1.5	2.1	2.7	12.7
	Varvázov	1.8	14.4	2.3	1.2	2.7	20.6

Povodí	28. XII	29. XII	30. XII	31. XII	1. I	2. I	3. I
Vltava po Vyšší Brod	8.0	19.6	9.2	4.2	4.9	35.9	10.5
Otava po Písek	5.0	9.4	5.3	3.8	3.5	21.7	2.6
Malše	8.1	3.5	0.1	2.5	0.1	6.1	1.0
Lužnice	5.3	8.1	1.2	2.0	1.4	10.6	1.4
Vltava Vyšší Brod - Orlík	5.3	5.4	0.6	2.3	1.1	10.0	2.1
Skalice a Lomnice	2.0	13.4	1.9	1.7	2.7	16.7	2.1

Tabulka 1: Denní úhrny srážek z vybraných klimatologických stanic a vypočtené průměrné srážky na povodí



Obr S1: Rozložení denních úhmů srážek, vypočtených interpolací naměřených hodnot ze sítě stanic ČHMÚ

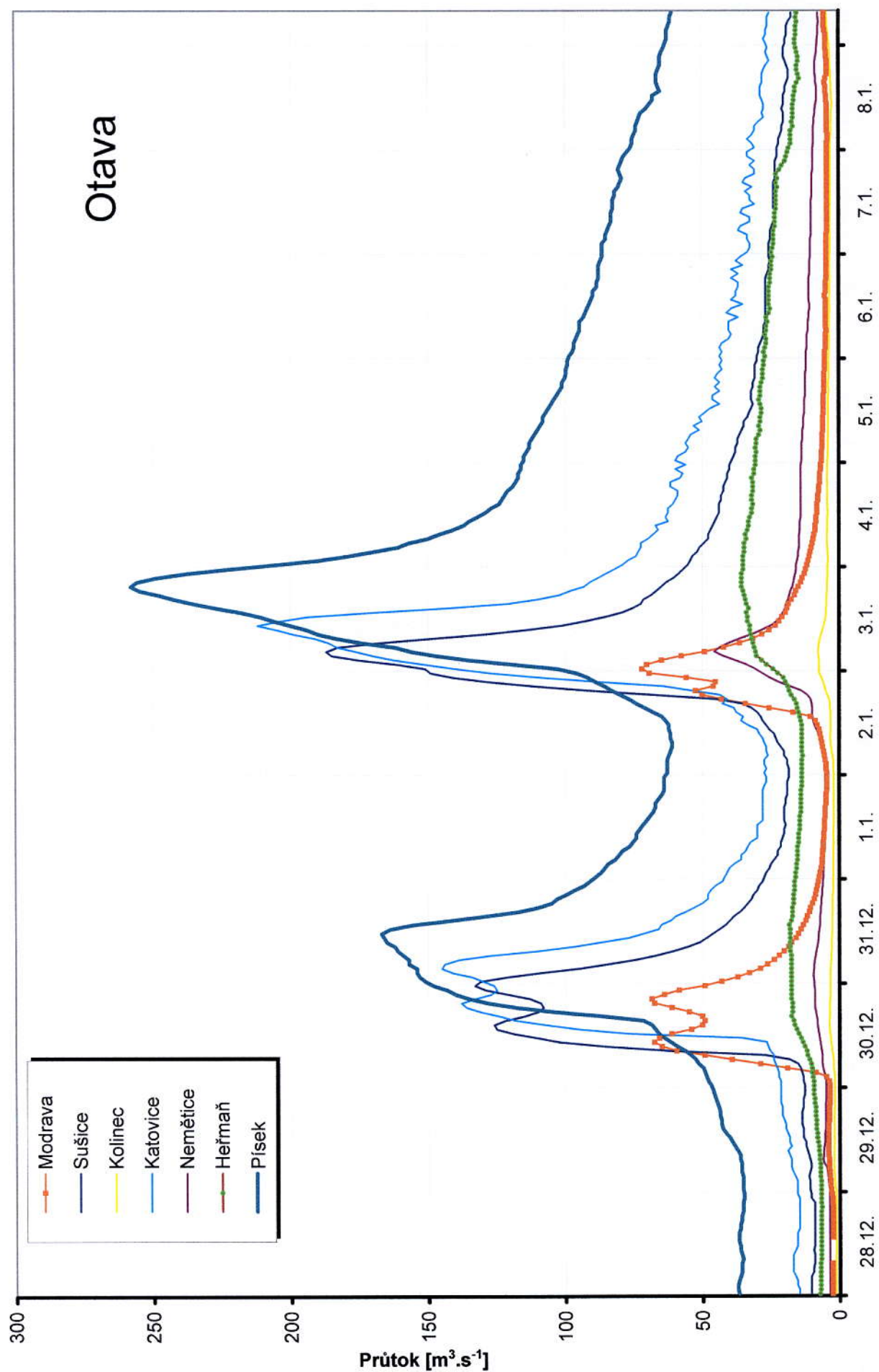


Obr S2: Rozložení denních úhrnů srážek, vypočtených interpolací naměřených hodnot ze sítě stanic ČHMÚ

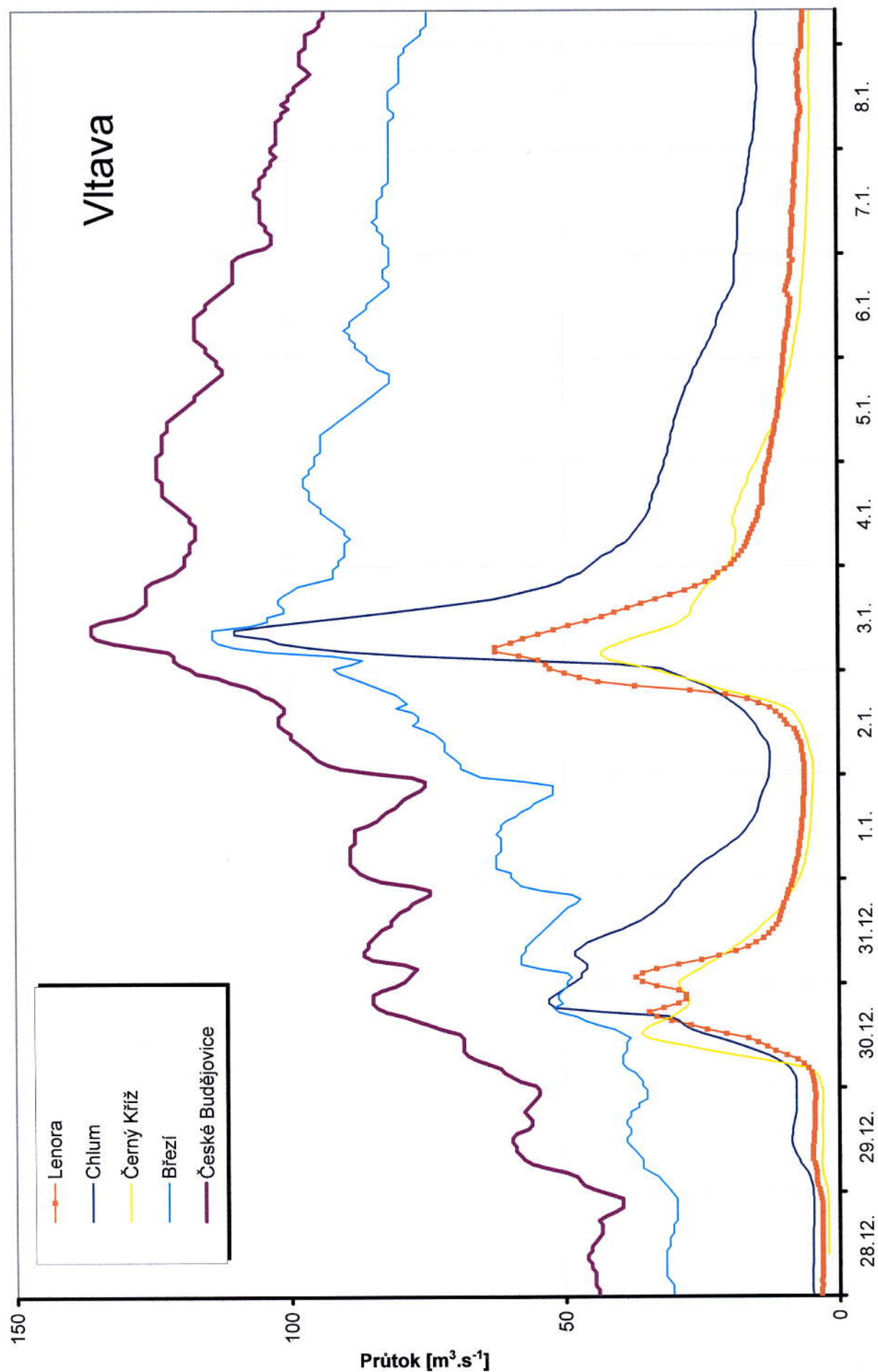
Tabulka maximálních vodních stavů a průtoků dosažených během povodně prosinec 2002 / leden 2003

	Profil	Tok	okres	Hydrologické číslo	Vodní stav [cm]	Průtok [m ³ ·s ⁻¹]	Čas	SPA	N - letost
Vltava	Lenora	Teplá Vltava	Prachatice	1-06-01-023	176	62.6	3.1.2003 4:00	II	2-5
	Chlum	Teplá Vltava	Prachatice	1-06-01-043	249	104.0	3.1.2003 7:00	II	10-20
	Černý Kříž	Studená Vltava	Prachatice	1-06-01-052	185	43.2	3.1.2003 3:00	I	5
	Břeží	Vltava	České Budějovice	1-06-01-214	183	114.0	3.1.2003 8:00	II	1
	Ličov	Černá	Český Krumlov	1-06-02-030	33	2.8	3.1.2003 15:00		
	Pořešín	Malše	Český Krumlov	1-06-02-033	102	12.2	3.1.2003 14:00		
	Roudné	Malše	České Budějovice	1-06-02-077	125	29.2	30.12.2002 18:00		
	České Budějovice	Vltava	České Budějovice	1-06-03-001	216	136.0	3.1.2003 10:00		1/2
	Pilař	Lužnice	Jindřichův Hradec	1-07-02-017	299	31.7	1.1.2003 2:00	I	1/2
	Rodvínov	Nežárka	Jindřichův Hradec	1-07-03-025	97	17.9	3.1.2003 13:00	II	1
Lužnice	Lásenice	Nežárka	Jindřichův Hradec	1-07-03-053	189	36.1	3.1.2003 9:00	II	1
	Klenovice	Lužnice	Tábor	1-07-04-040	248	121.0	4.1.2003 13:00	II	2
	Bechyně	Lužnice	Tábor	1-07-04-112	307	165.0	3.1.2003 16:00	II	2
	Modrava	Vydra	Klatovy	1-08-01-013	170	72.0	3.1.2003 0:00	III	5
	Stodůlky	Křemelná	Klatovy	1-08-01-033	174	63.9	3.1.2003 1:00	III	
	Rejstejn	Otava	Klatovy	1-08-01-040	223	176.6	3.1.2003 5:00	III	2-5
Otava	Sušice	Otava	Klatovy	1-08-01-064	231	187.0	3.1.2003 4:00	III	10
	Kolinec	Ostružná	Klatovy	1-08-01-073	47	7.8	3.1.2003 4:00		1/2
	Katovice	Otava	Strakonice	1-08-01-125	264	212.0	3.1.2003 10:00	II	5-10
	Němčice	Volyňka	Strakonice	1-08-02-041	193	45.6	3.1.2003 4:00	I	2
	Blanický mlýn	Blanice	Prachatice	1-08-03-011	147	17.6	3.1.2003 5:00		2
	Podědvory	Blanice	Prachatice	1-08-03-025	147	29.2	3.1.2003 13:00	II	1-2
	Heřmaň	Blanice	Písek	1-08-03-096	121	35.6	3.1.2003 21:00	I	1
	Písek	Otava	Písek	1-08-03-101	363	258.0	3.1.2003 19:00	II	2-5
	Dolní Ostrovec	Lomnice	Písek	1-08-04-029	187	21.9	4.1.2003 0:00	II	1-2
	Varvažov	Skalice	Písek	1-08-04-064	232	49.7	3.1.2002 11:00	II	5

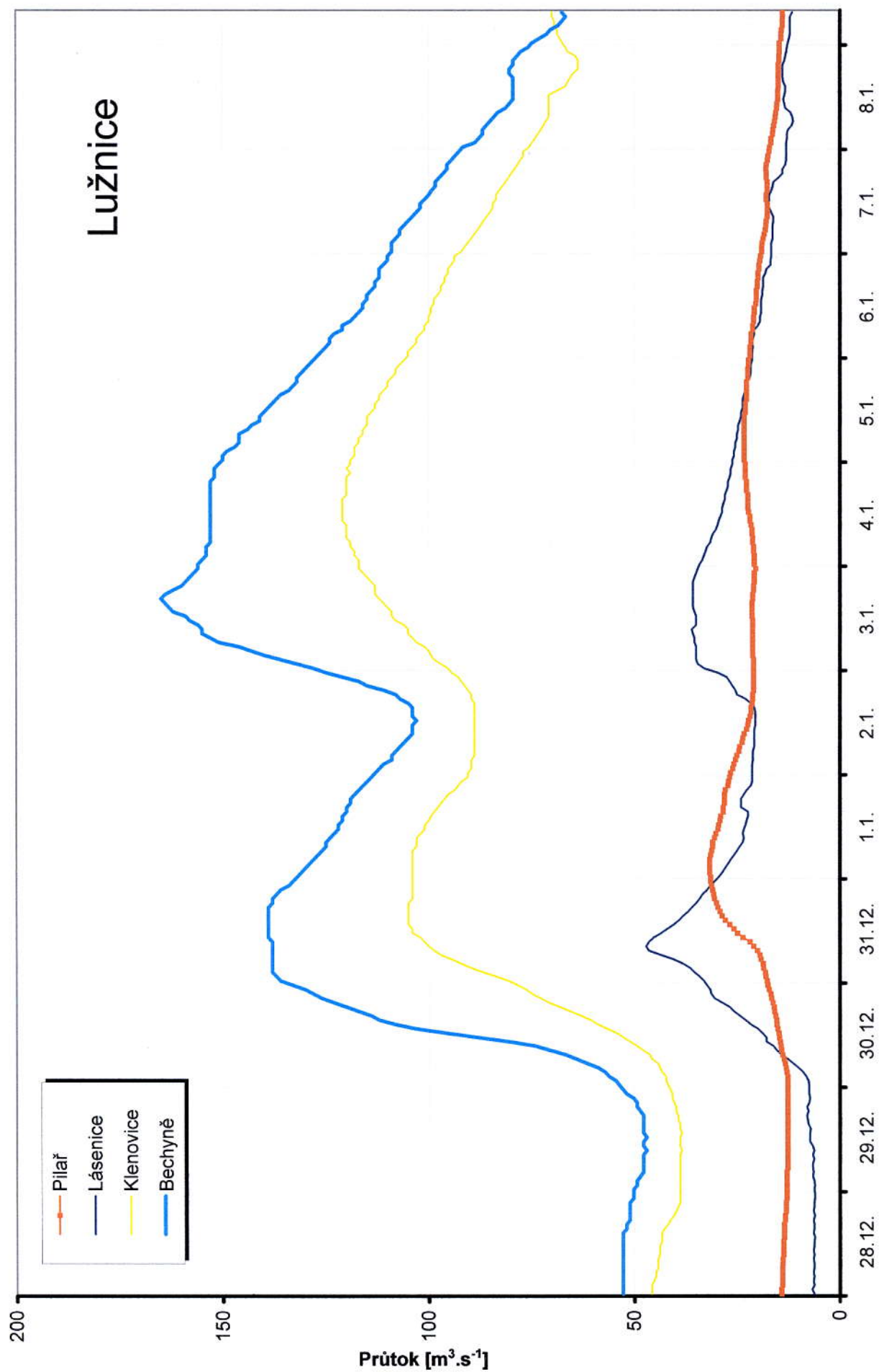
Tabulka č.3: Tabulka maximálních kulminací



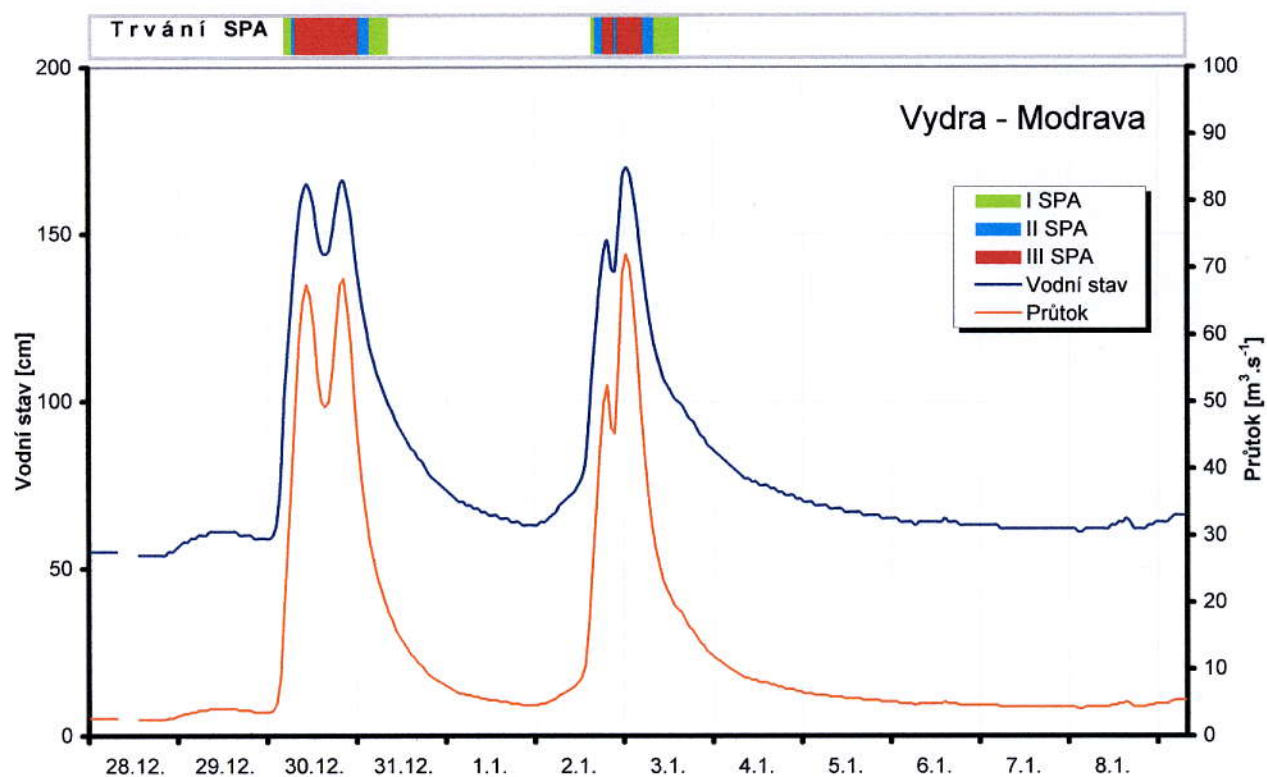
Graf Otava: Průběhy průtoků na Otavě a jejích přítocích



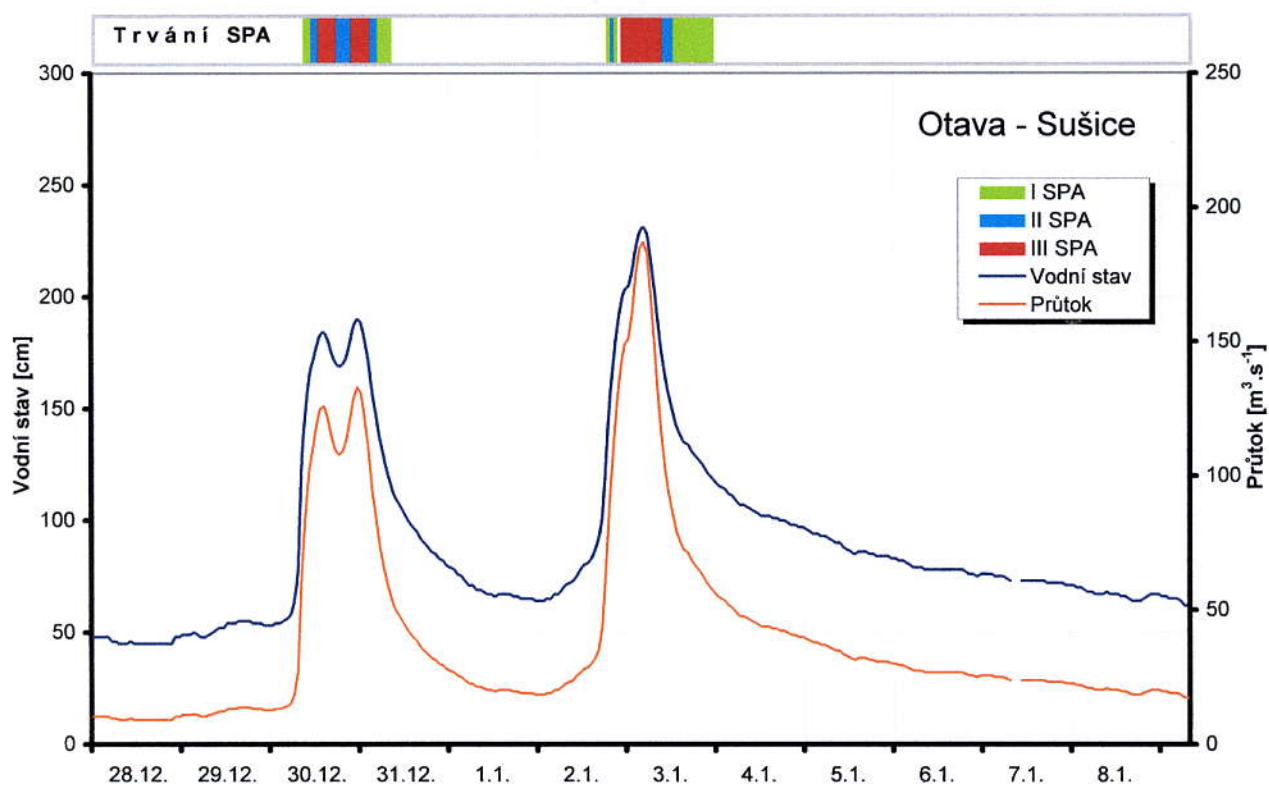
Graf Vltava: Průběhy průtoků na Vltavě



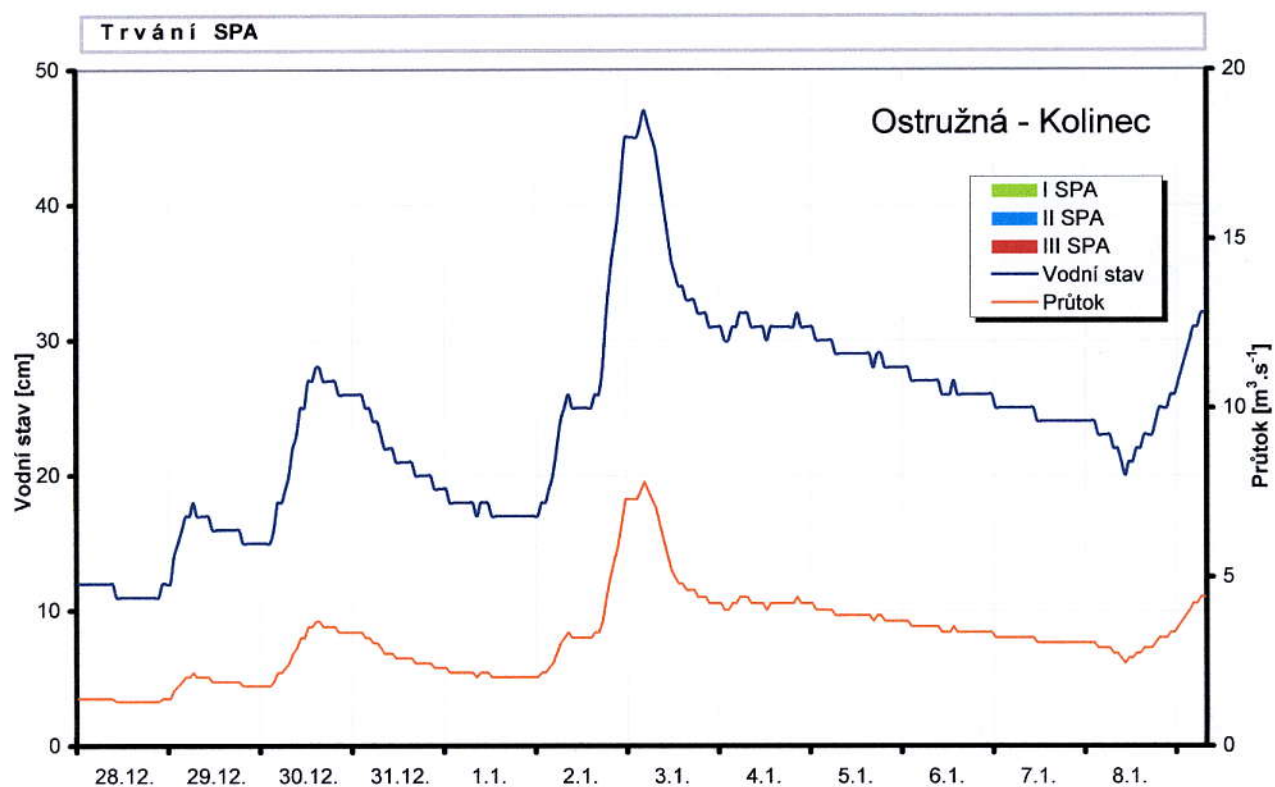
Graf Lužnice: Průběhy průtoků na Lužnici a Nežárce



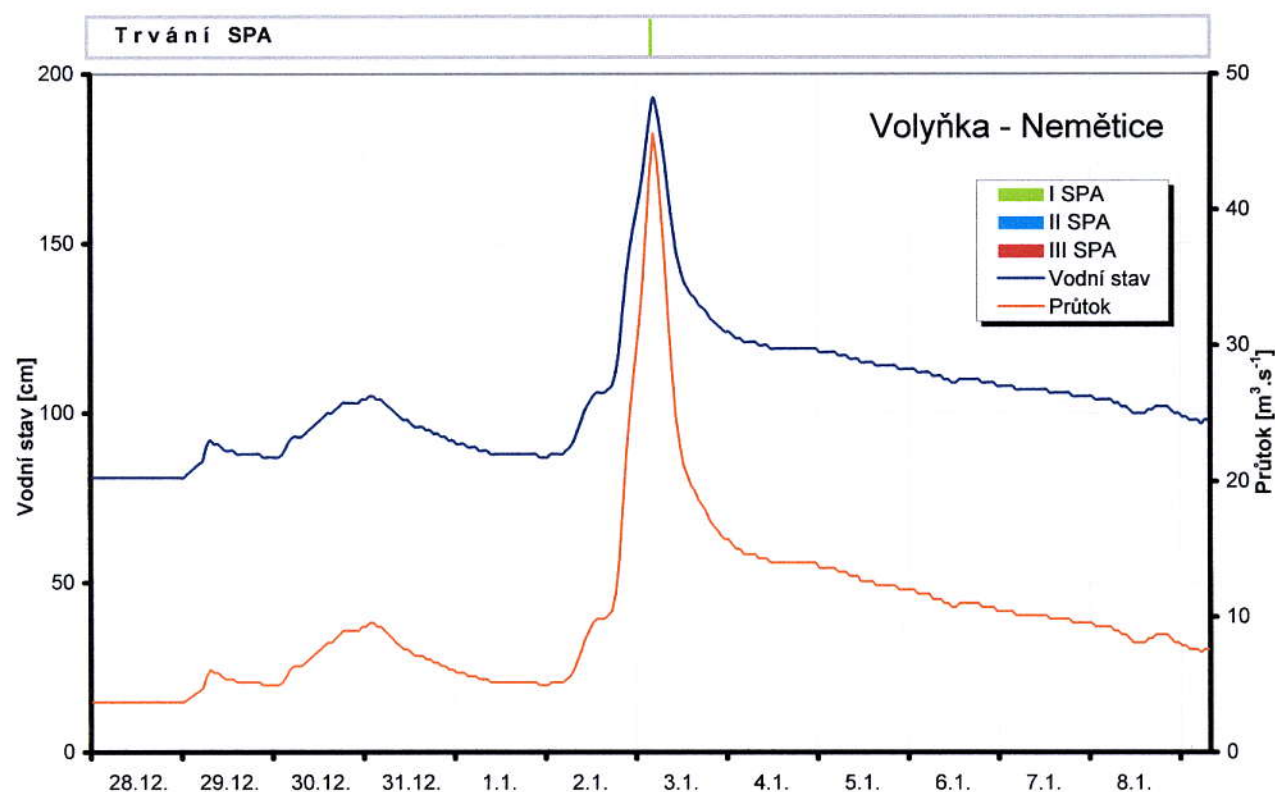
Obr. P1: Průběh vodních stavů a průtoků na Vydře ve stanici Modrava



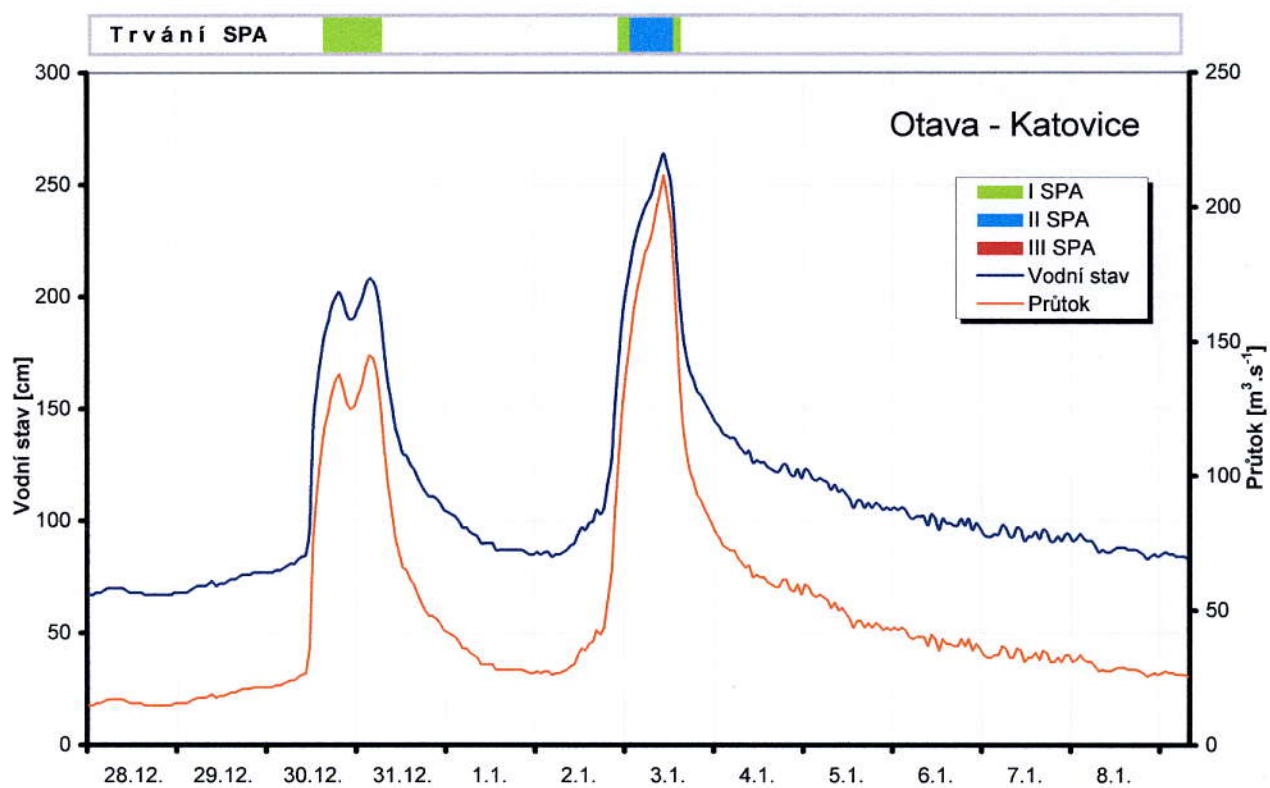
Obr. P2: Průběh vodních stavů a průtoků na Otavě ve stanici Sušice



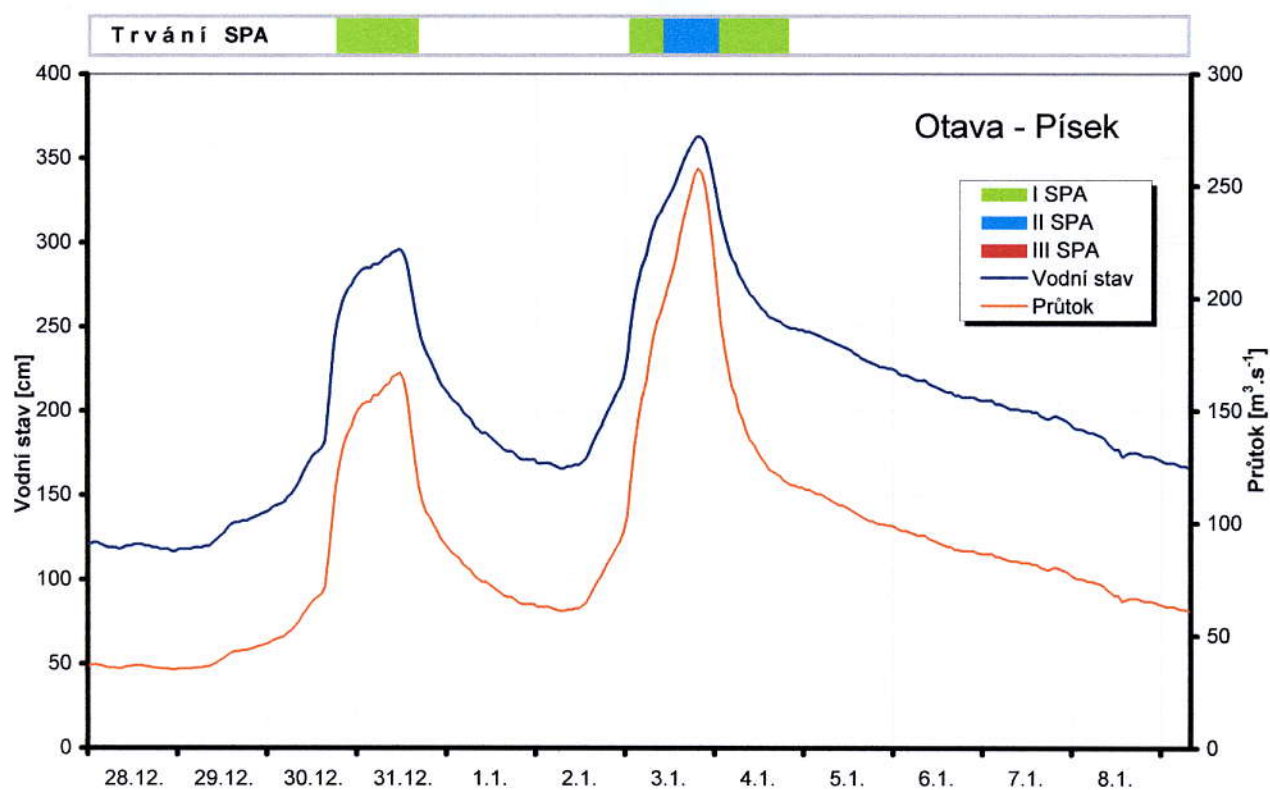
Obr. P3: Průběh vodních stavů a průtoků na Ostružné ve stanici Kolinec



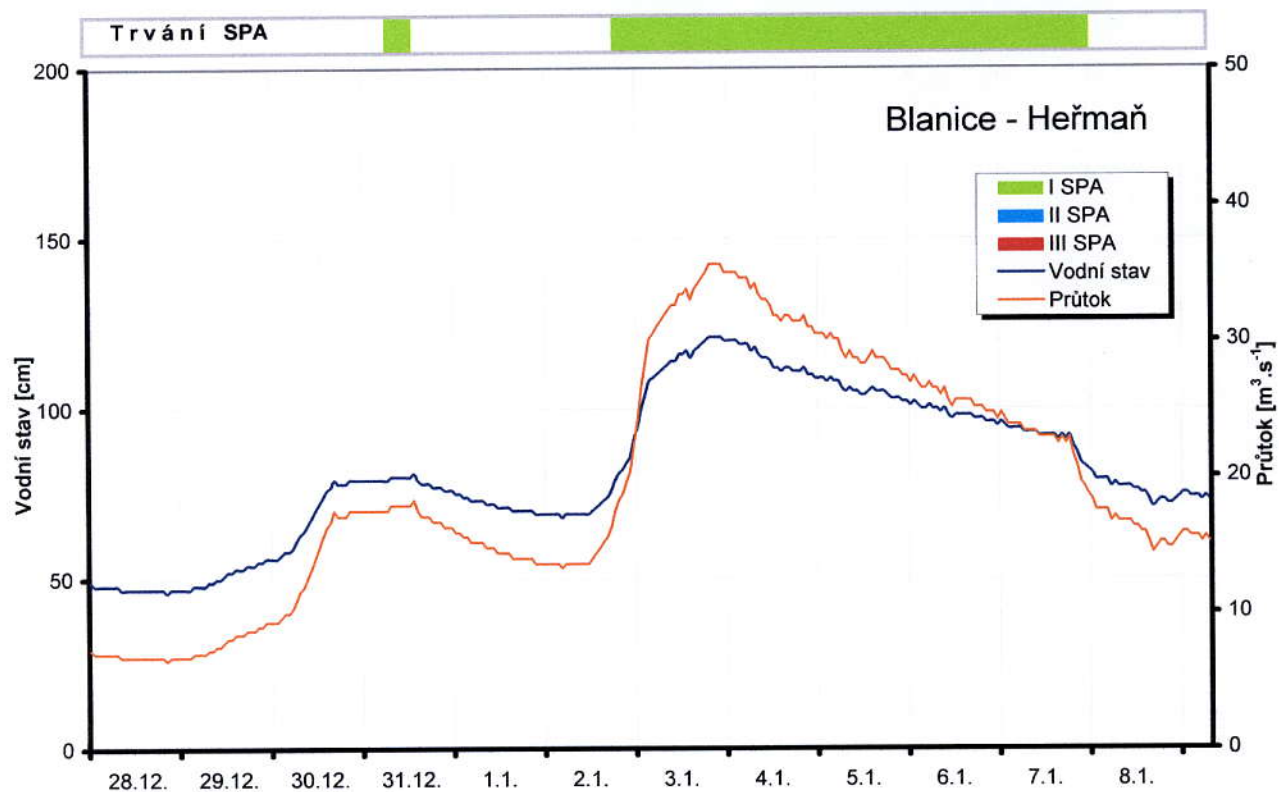
Obr. P4: Průběh vodních stavů a průtoků na Volyňce ve stanici Neměnice



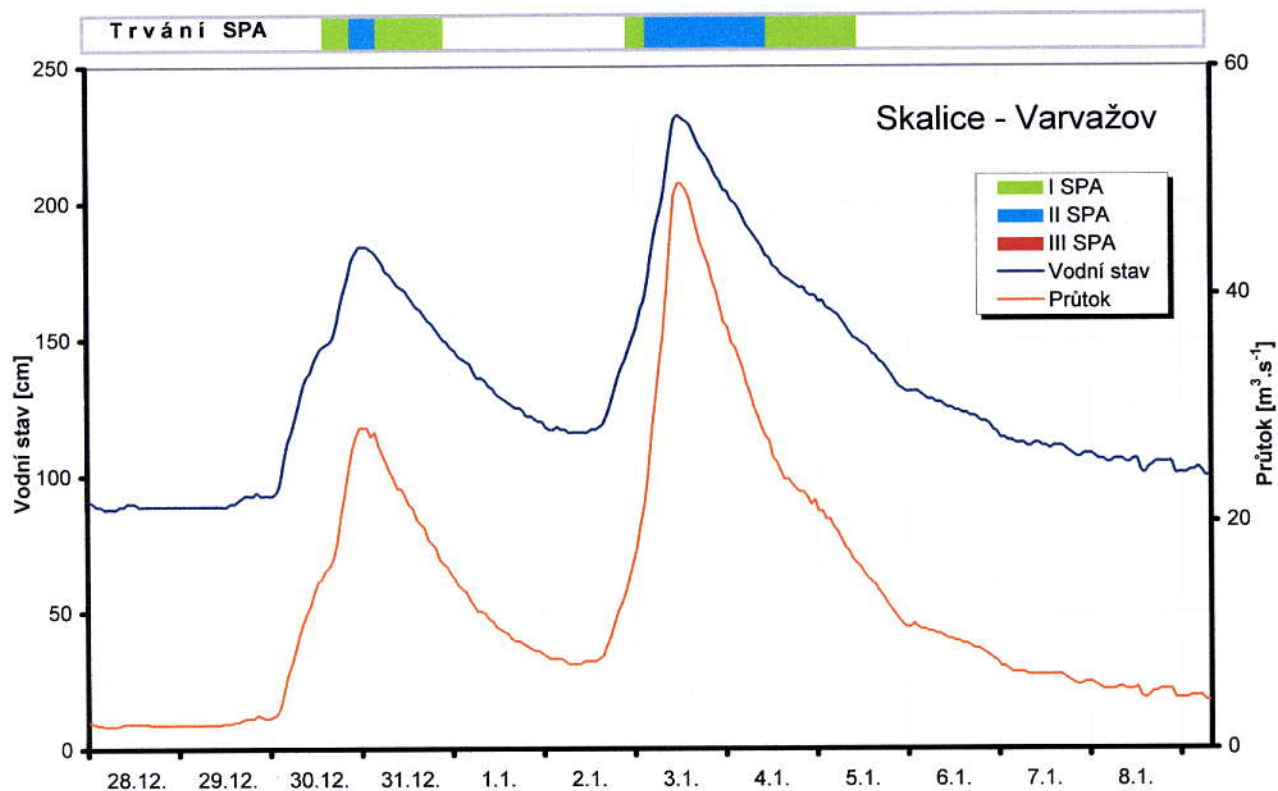
Obr. P5: Průběh vodních stavů a průtoků na Otavě ve stanici Katovice



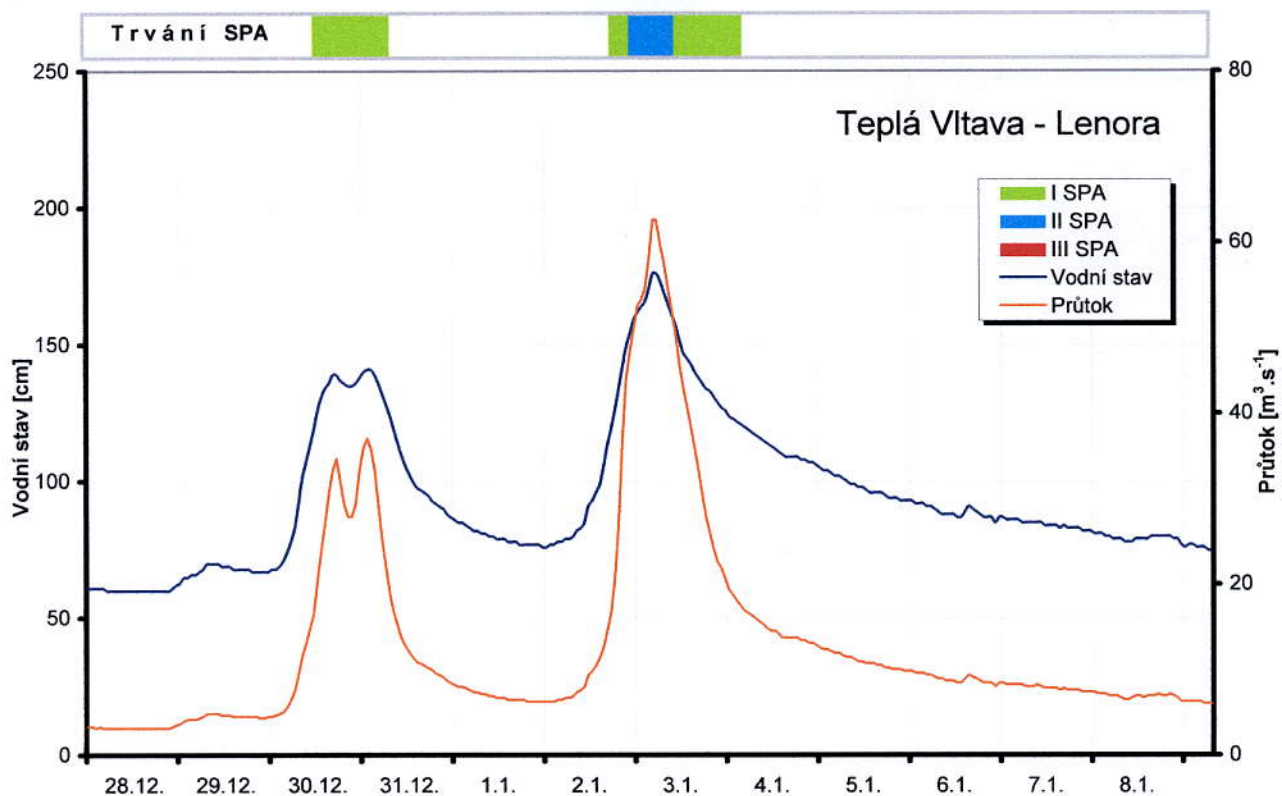
Obr. P6: Průběh vodních stavů a průtoků na Otavě ve stanici Písek



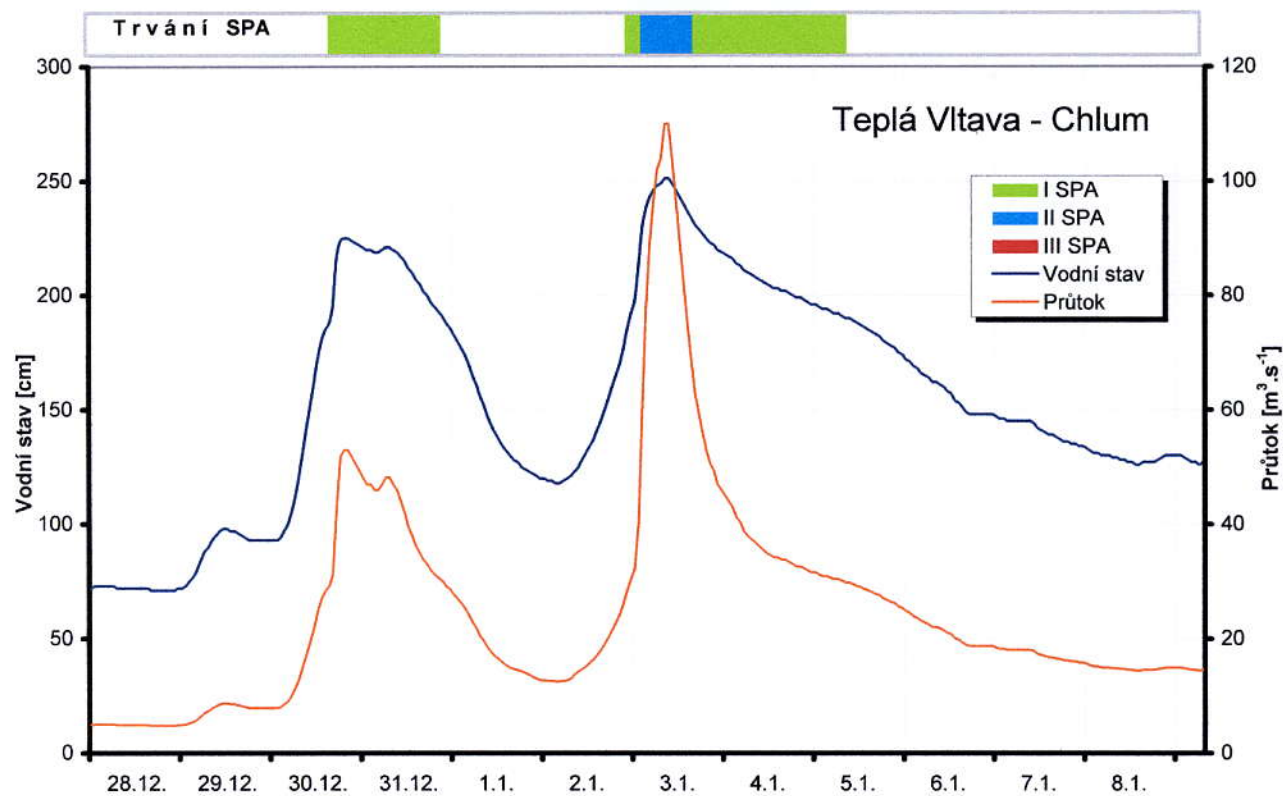
Obr. P7: Průběh vodních stavů a průtoků na Blanici ve stanici Heřmaň



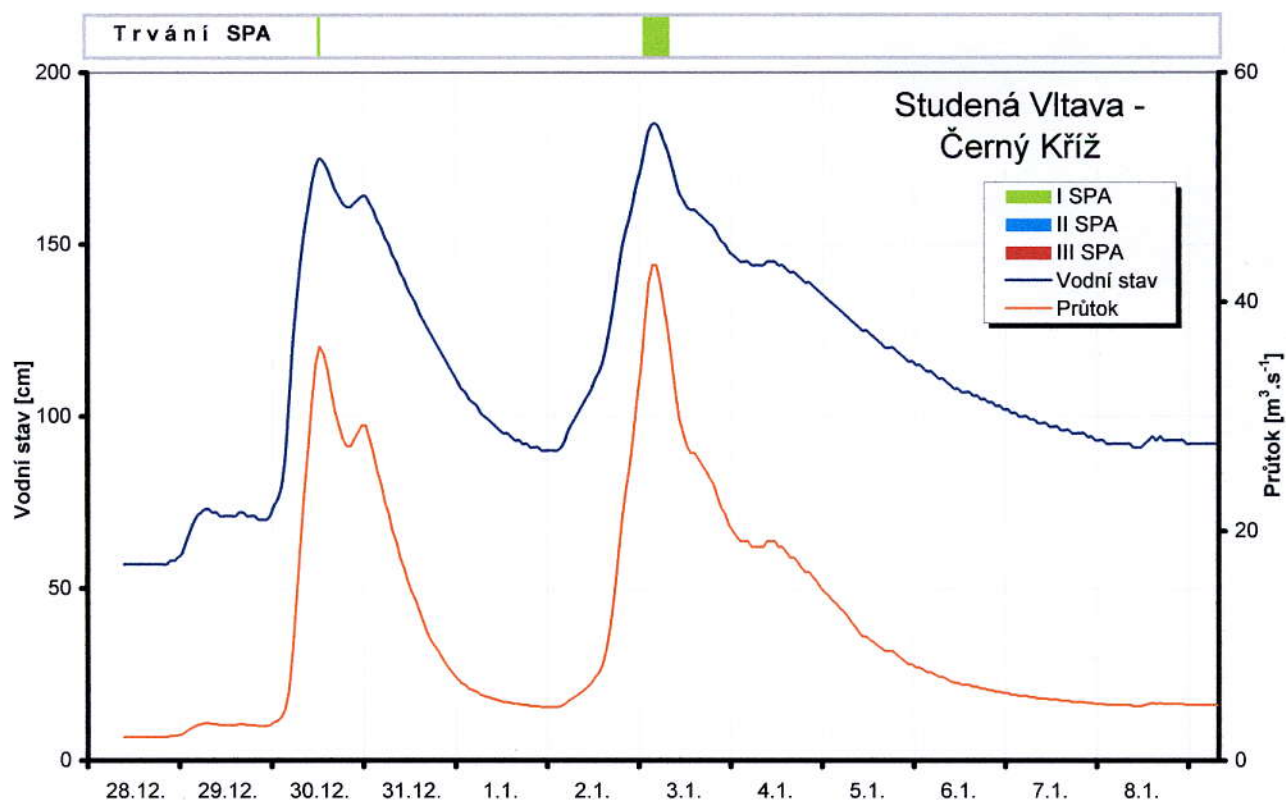
Obr. P8: Průběh vodních stavů a průtoků na Skalici ve stanici Varvažov



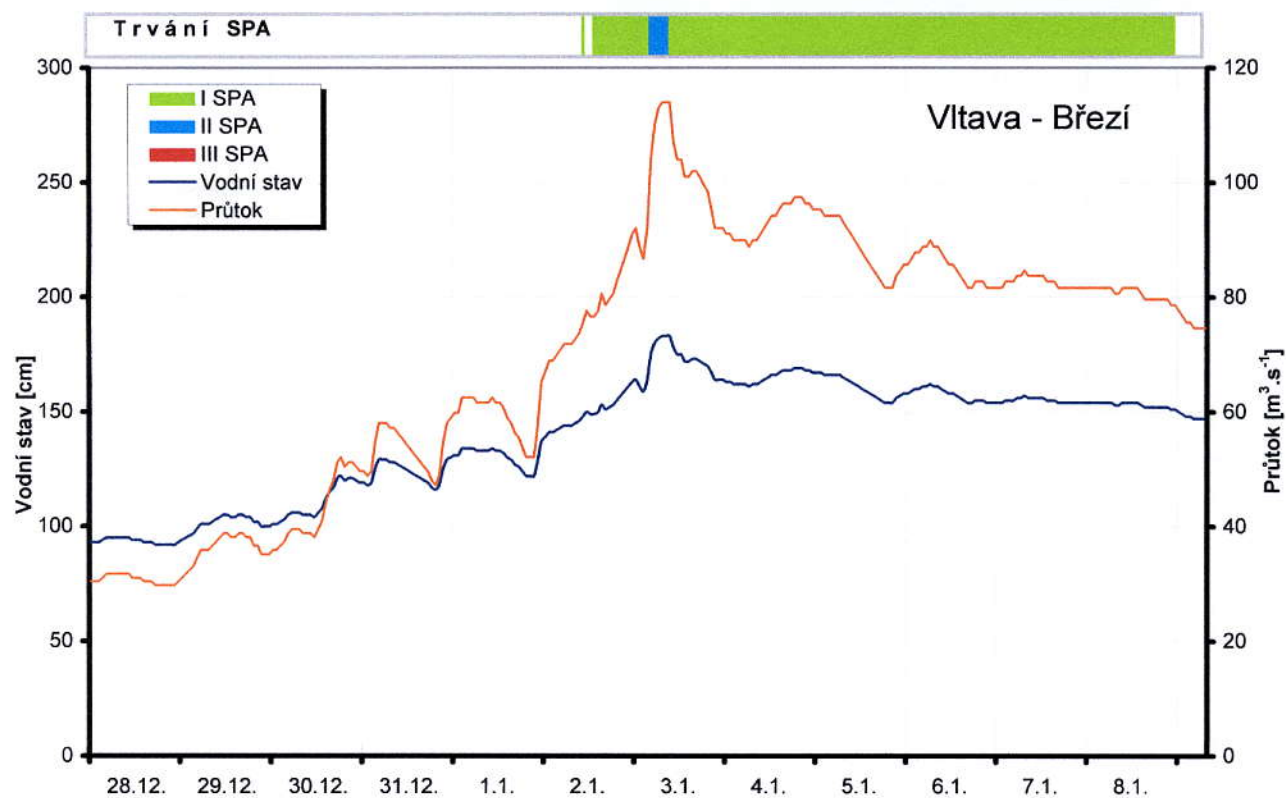
Obr. P9: Průběh vodních stavů a průtoků na Teplé Vltavě ve stanici Lenora



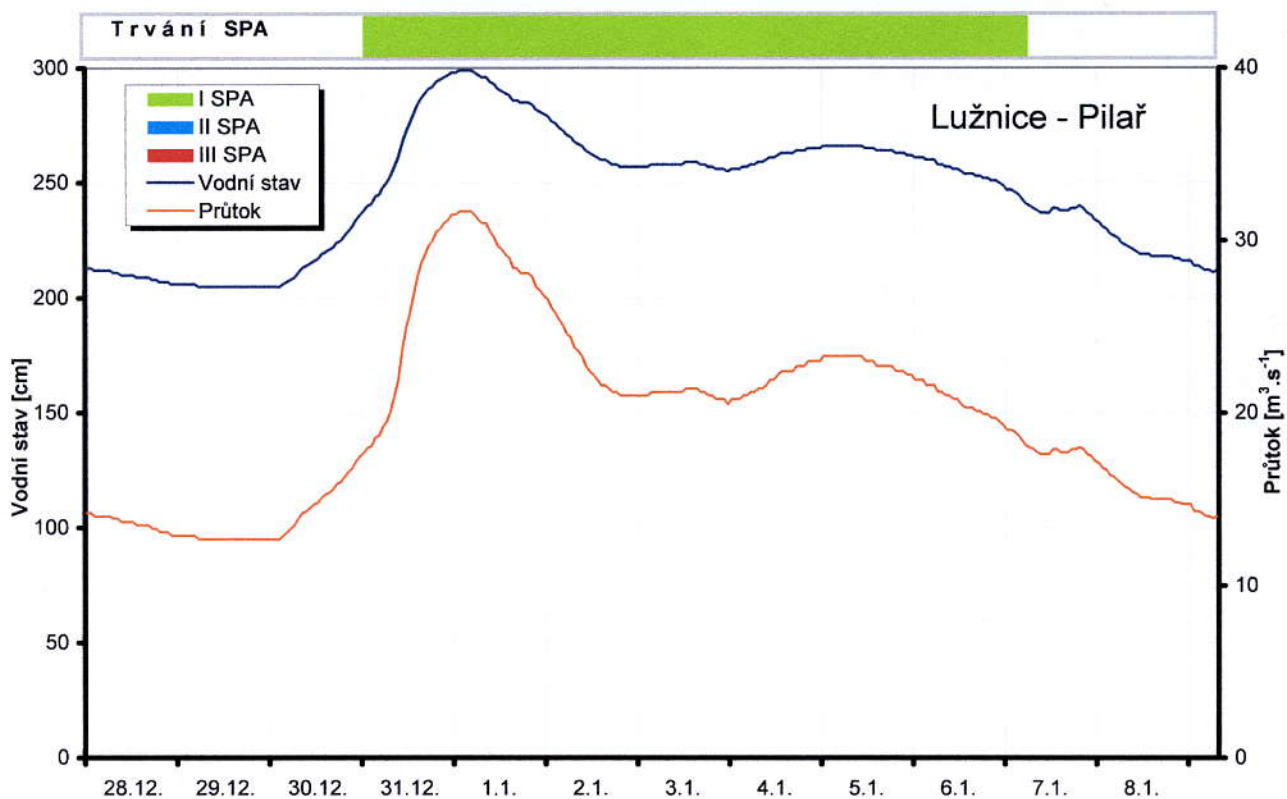
Obr. P10: Průběh vodních stavů a průtoků na Teplé Vltavě ve stanici Chlum



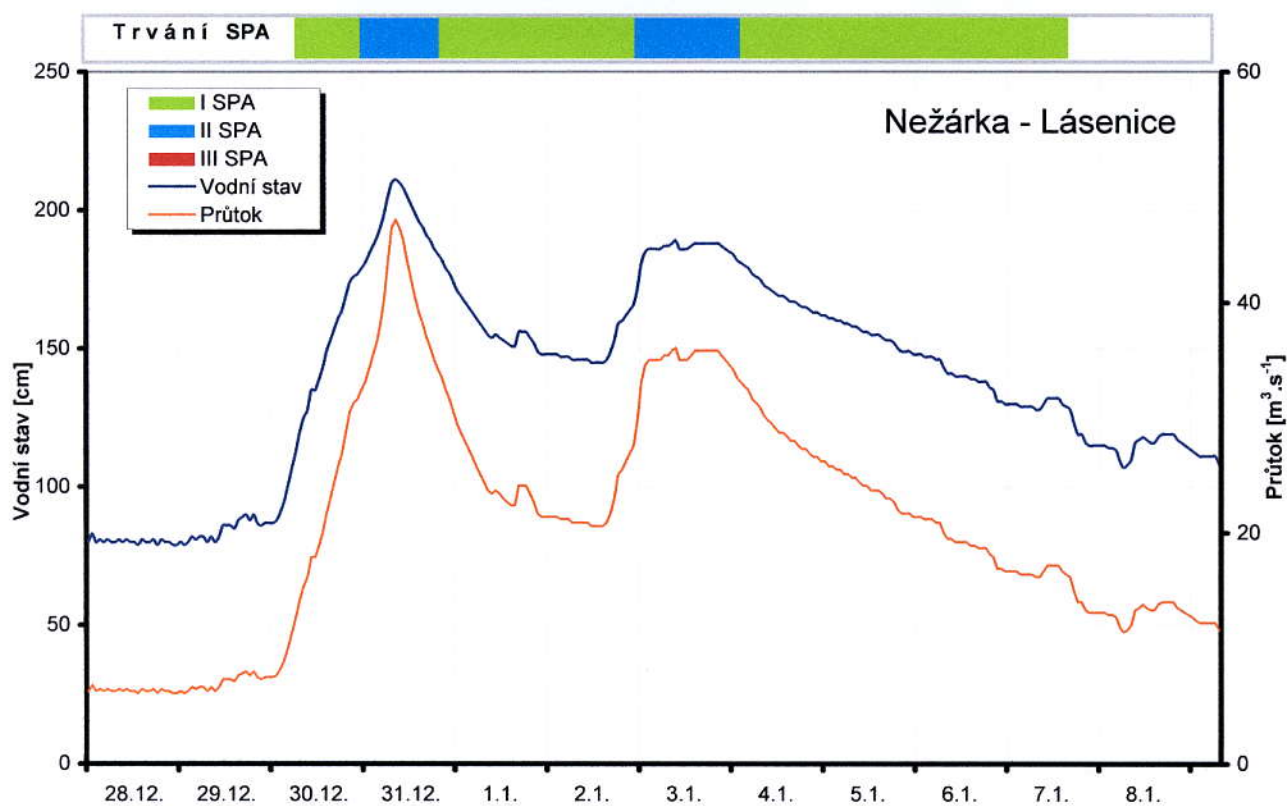
Obr. P11: Průběh vodních stavů a průtoků na Studené Vltavě ve stanici Černý Kříž



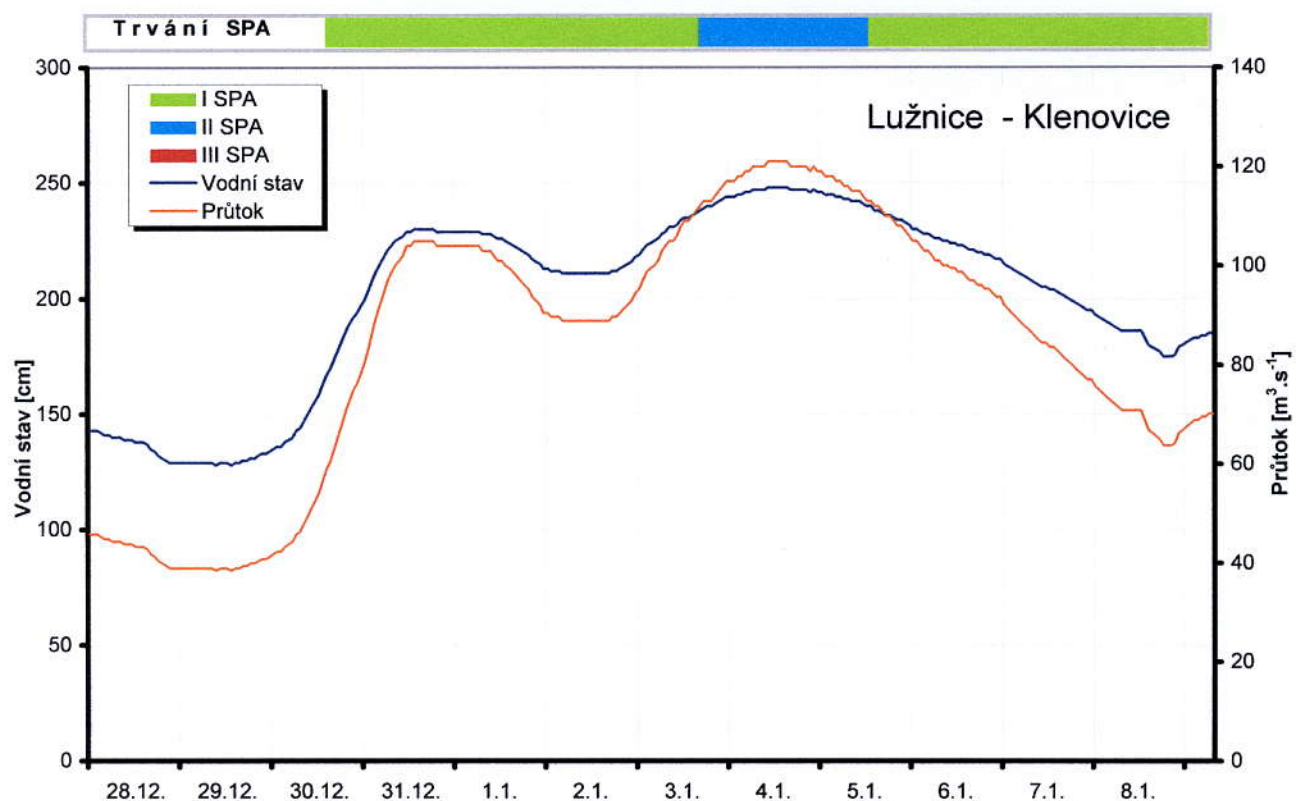
Obr. P12: Průběh vodních stavů a průtoků na Vltavě ve stanici Březí



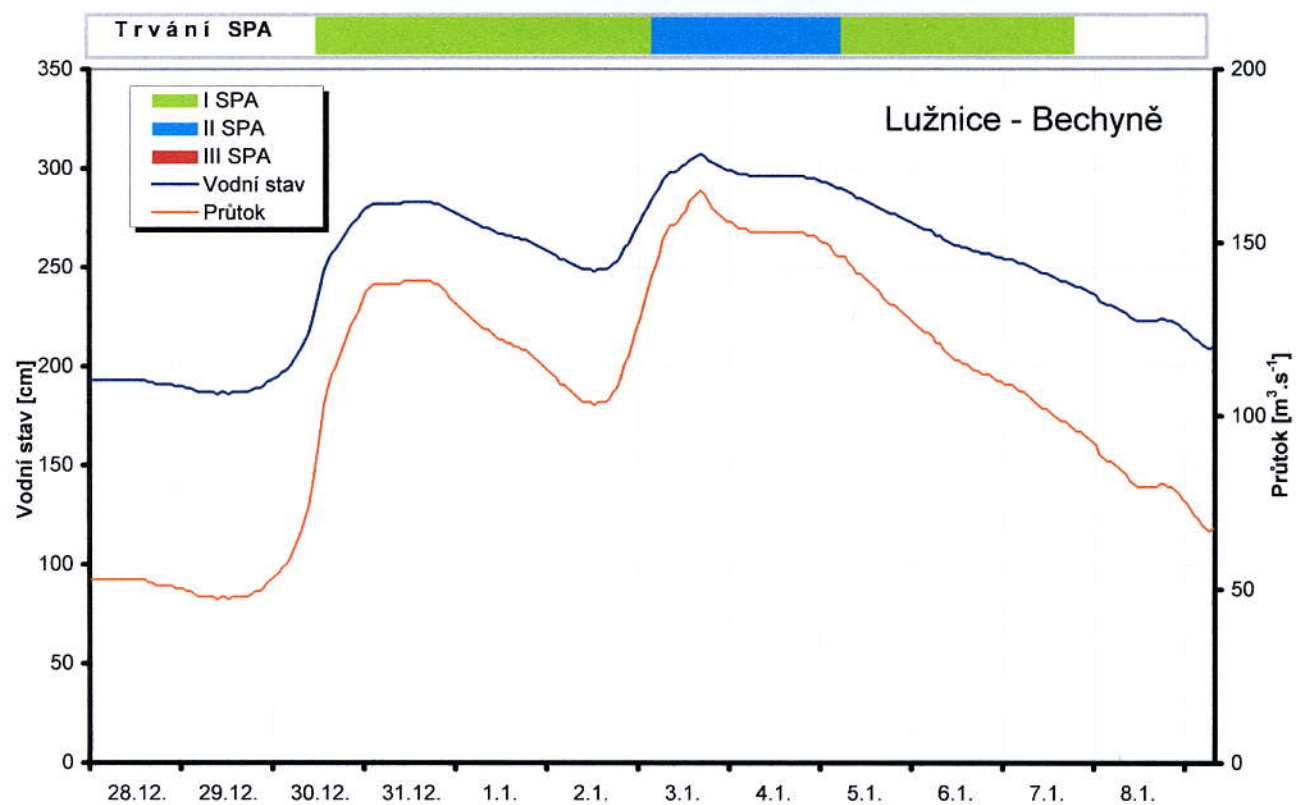
Obr. P13: Průběh vodních stavů a průtoků na Lužnici ve stanici Pilar



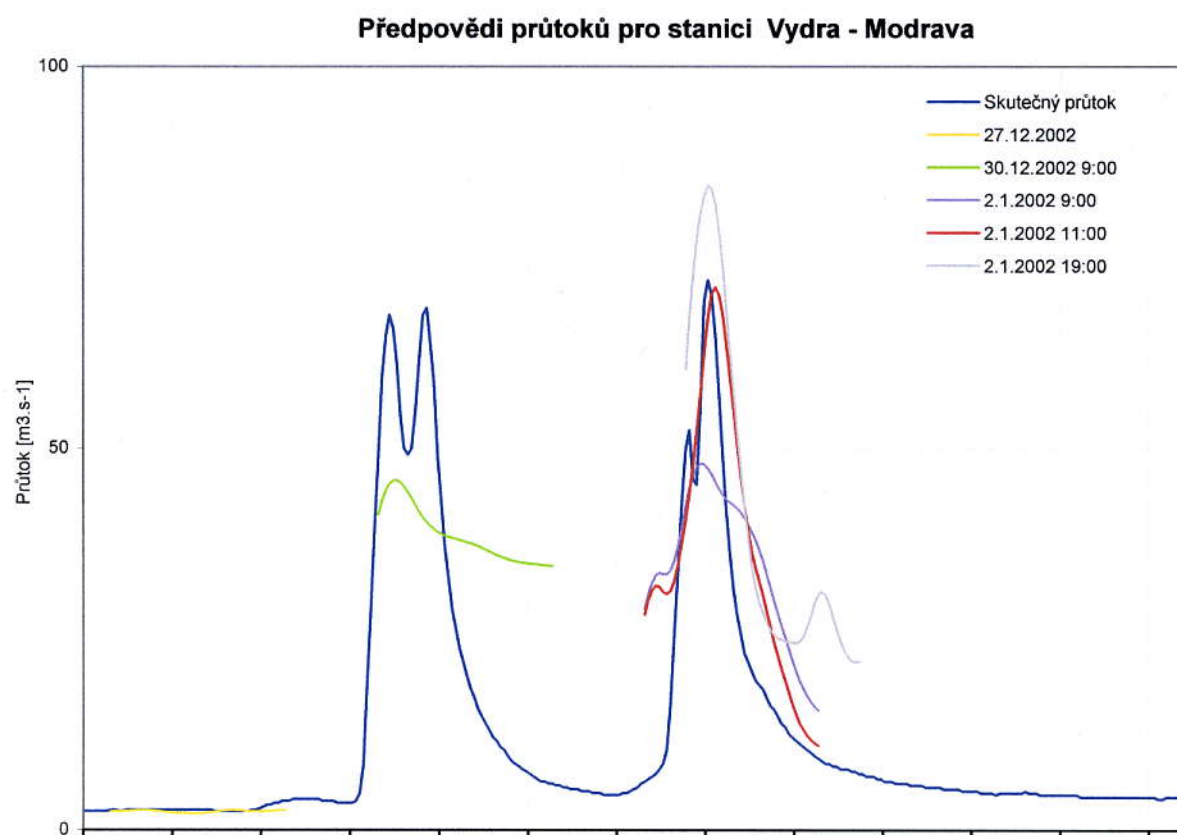
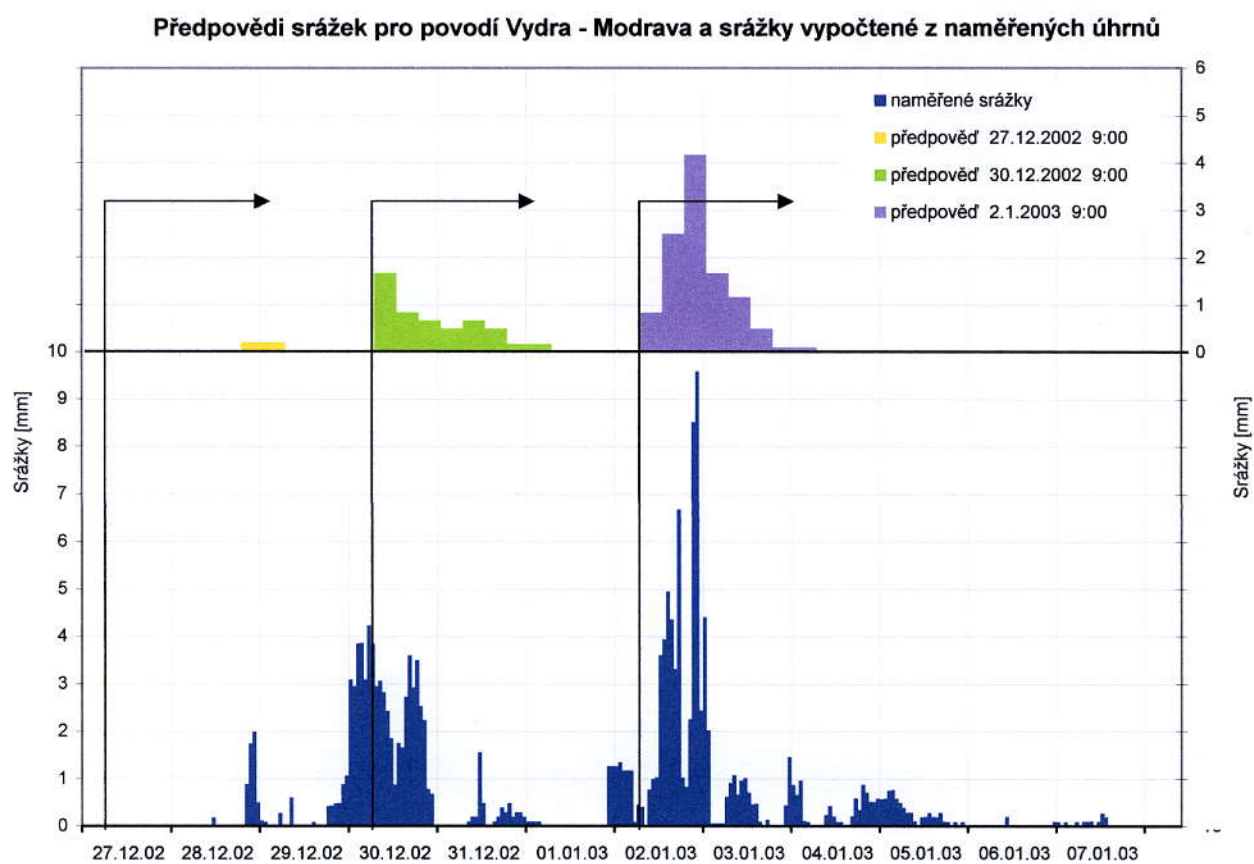
Obr. P14: Průběh vodních stavů a průtoků na Nežárce ve stanici Lásenice



Obr. P15: Průběh vodních stavů a průtoků na Lužnici ve stanici Klenovice

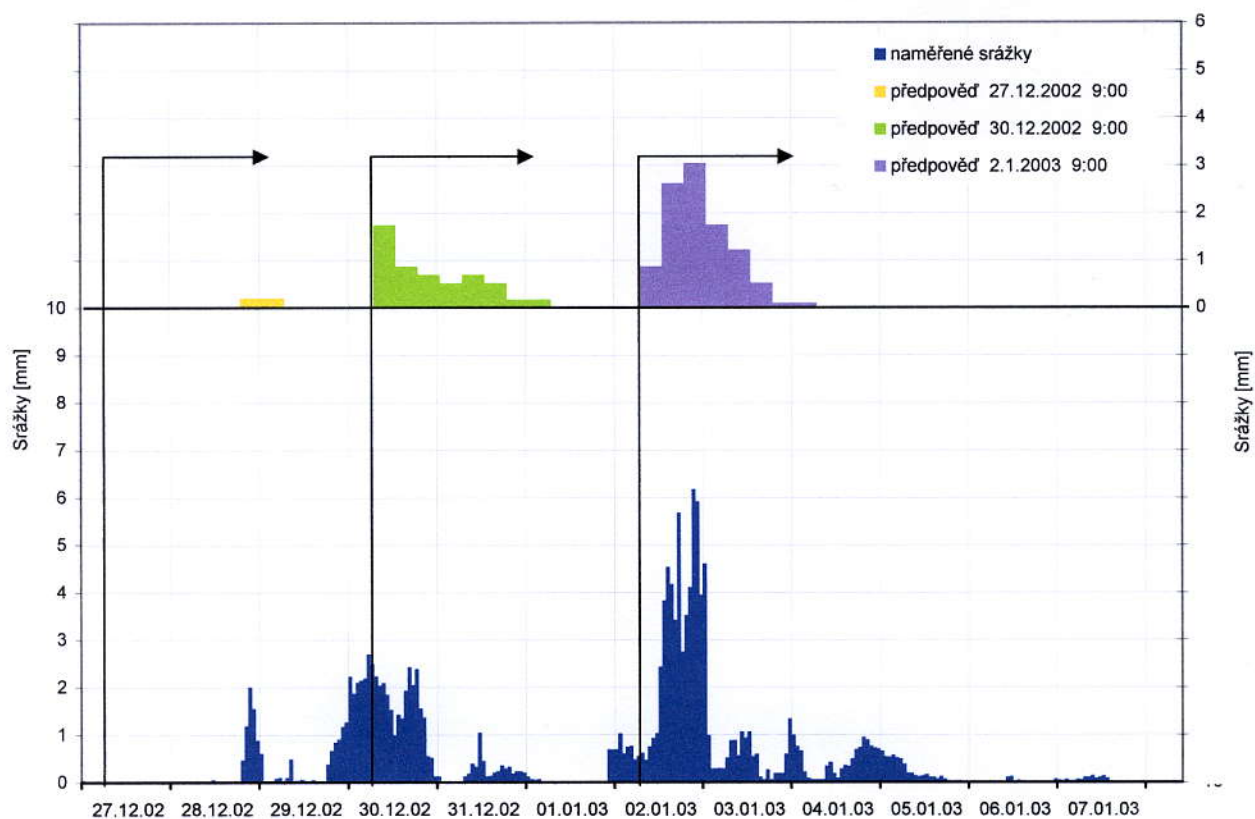


Obr. P16: Průběh vodních stavů a průtoků na Lužnici ve stanici Bechyně

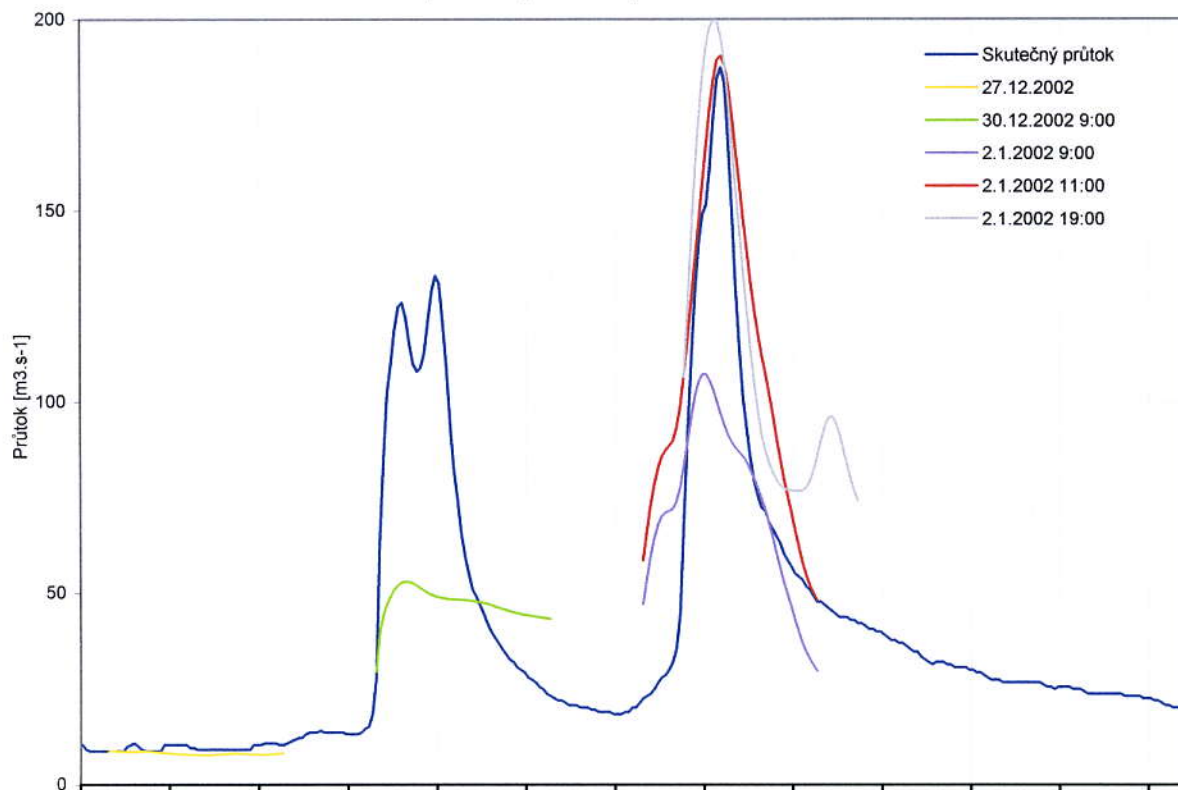


Obr. F1: Výsledky hydrologického modelu Aqaulog vypočtené v reálné situaci během povodně pro povodí Vydry - stanice Modrava

Předpovědi srážek pro povodí Otava - Sušice a srážky vypočtené z naměřených úhrnů

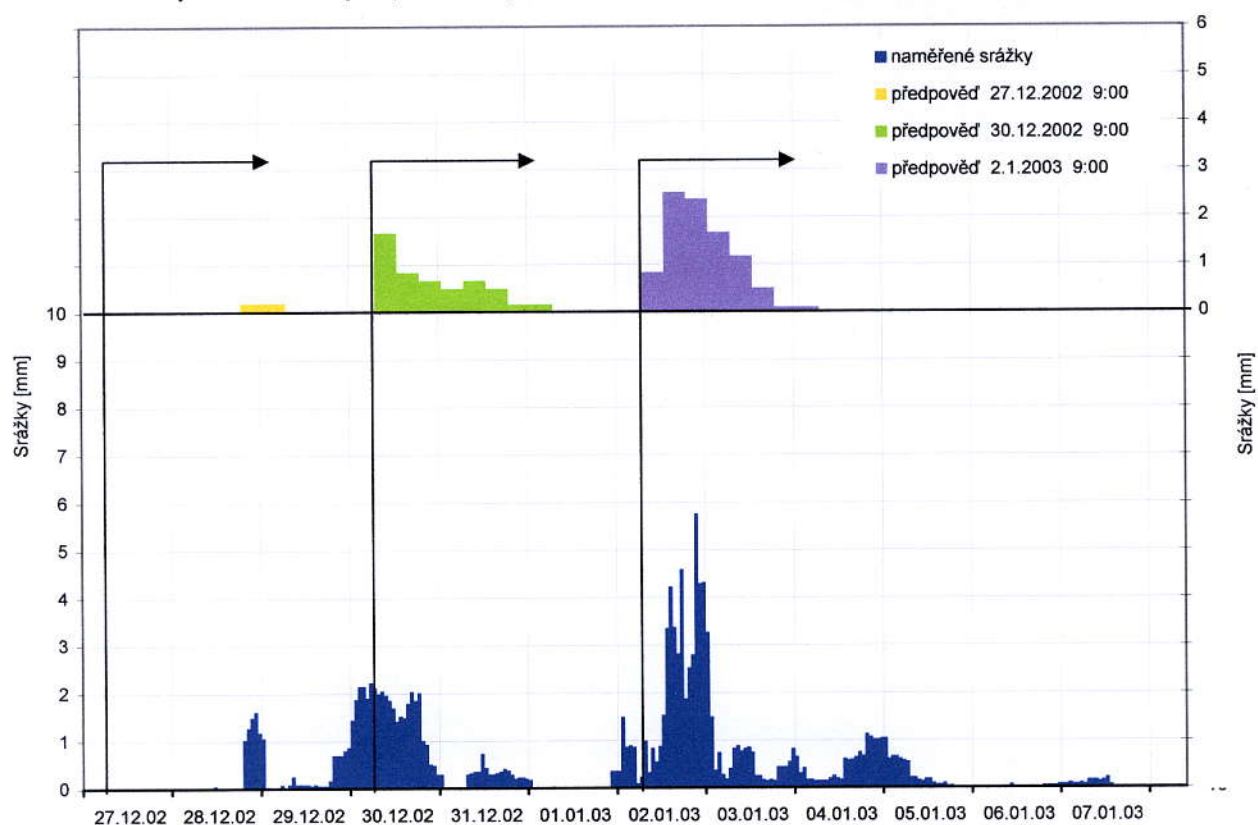


Předpovědi průtoků pro stanici Otava - Sušice

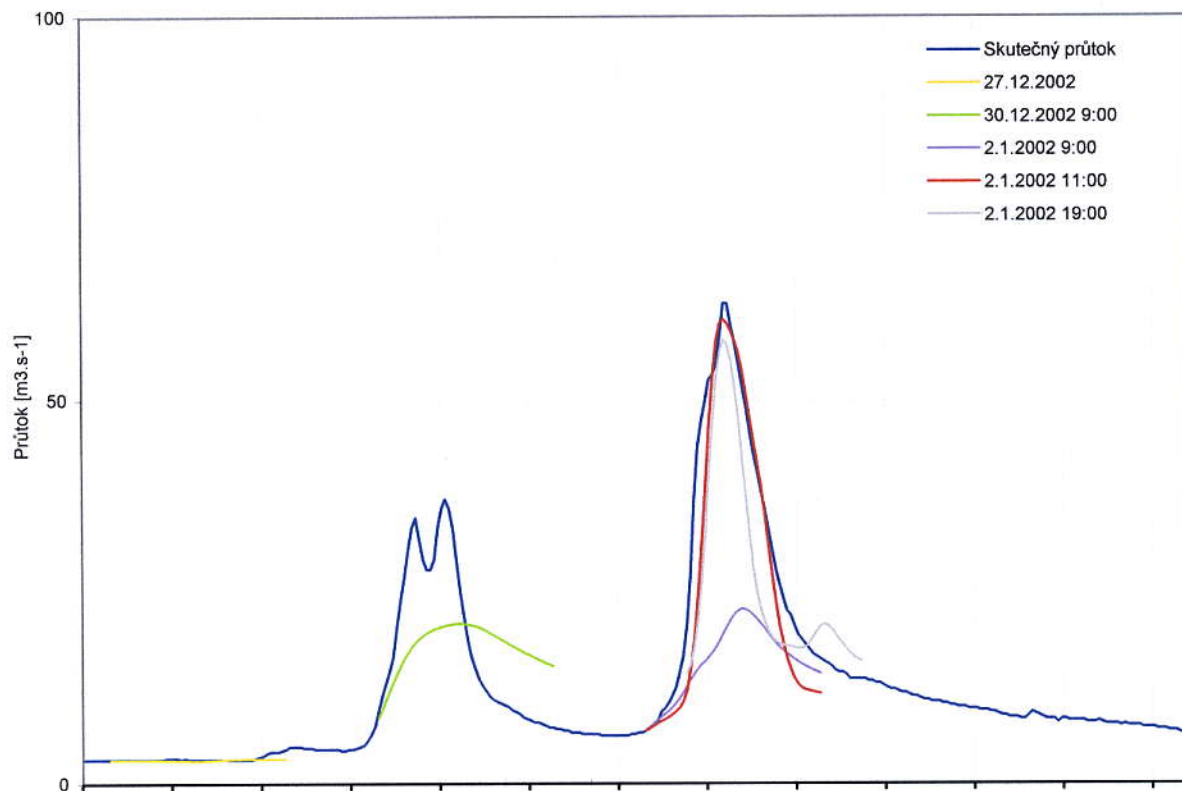


Obr. F2: Výsledky hydrologického modelu Aqalog vypočtené v reálné situaci během povodně pro povodí Otavy - stanice Sušice

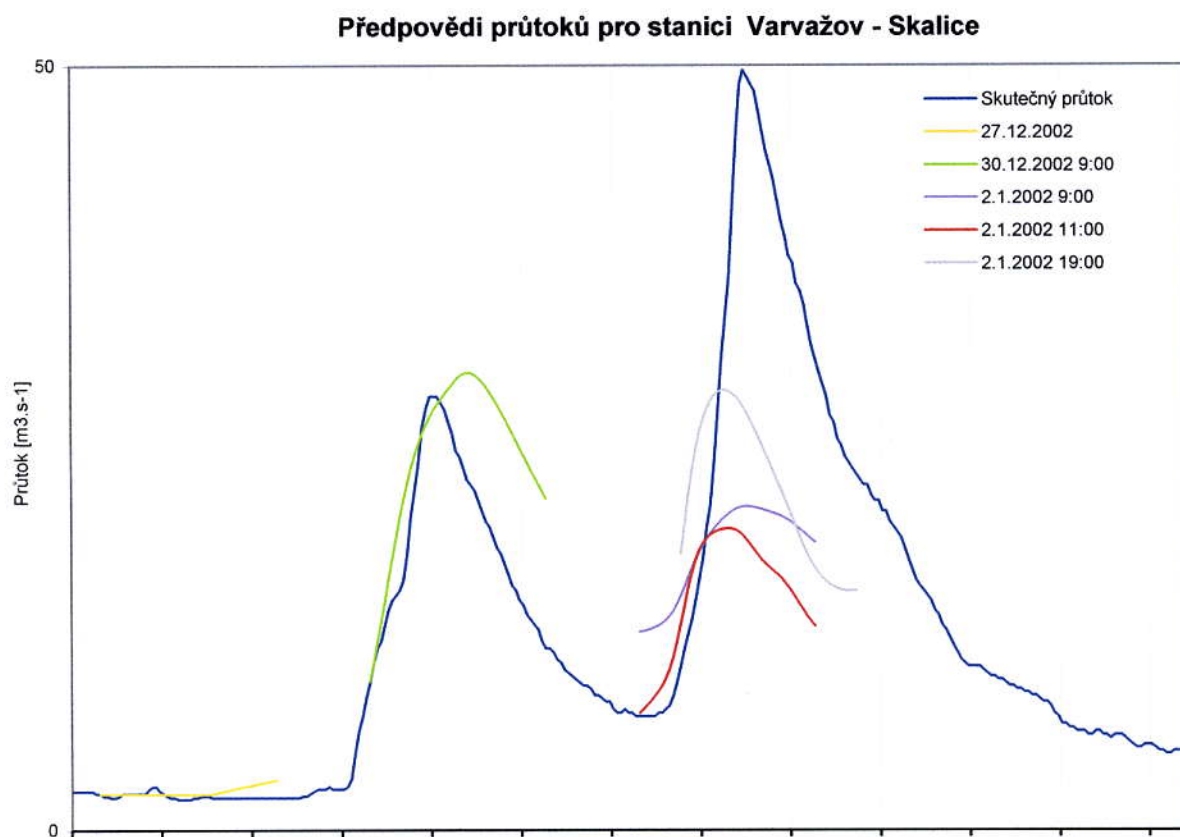
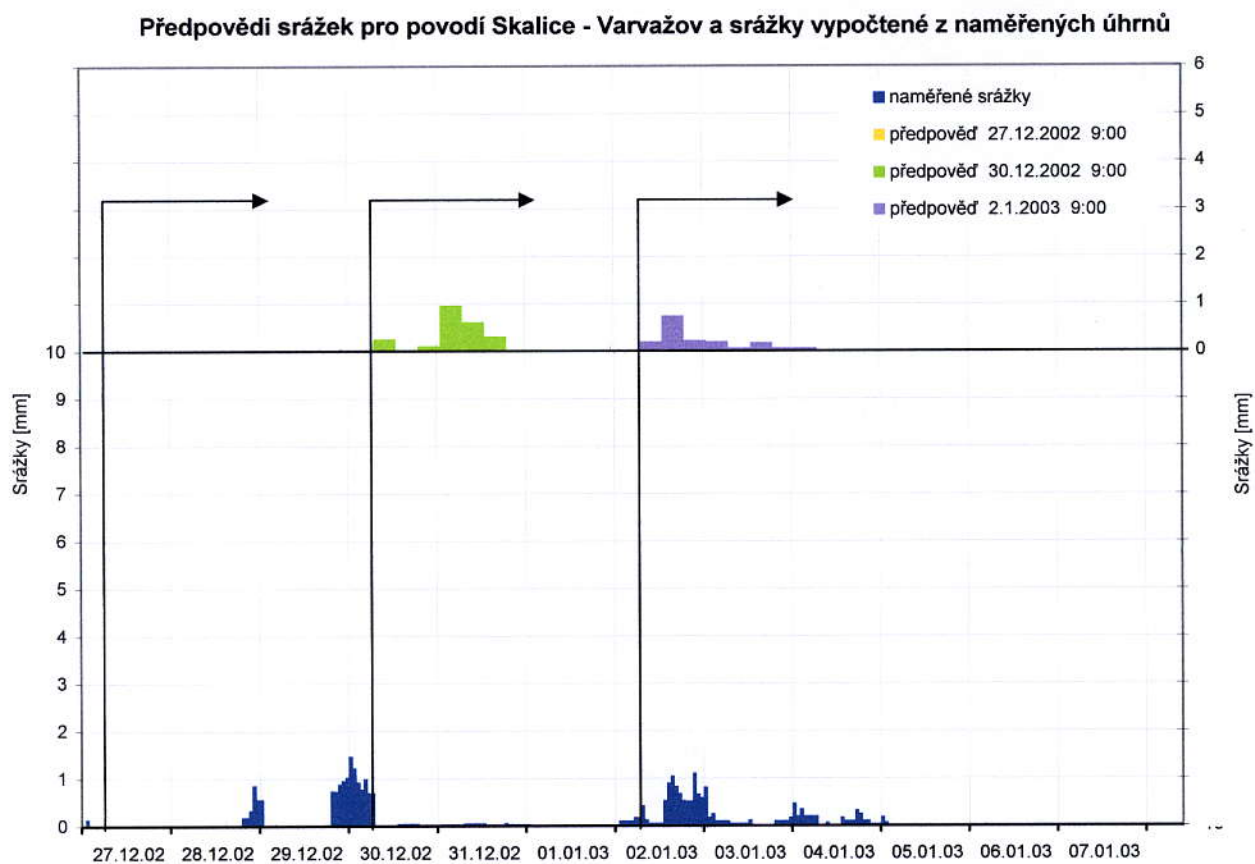
Předpovědi srážek pro povodí Teplá Vltava - Lenora a srážky vypočtené z naměřených úhrnů



Předpovědi průtoků pro stanici Lenora - Teplá Vltava



Obr. F3: Výsledky hydrologického modelu Aqalog vypočtené v reálné situaci během povodně pro povodí Teplé Vltavy - stanice



Obr. F4: Výsledky hydrologického modelu Aqalog vypočtené v reálné situaci během povodně pro povodí Skalice - stanice Varvažov