Český hydrometeorologický ústav
pobočka České Budějovice

Zpráva o povodni v jižních Čechách

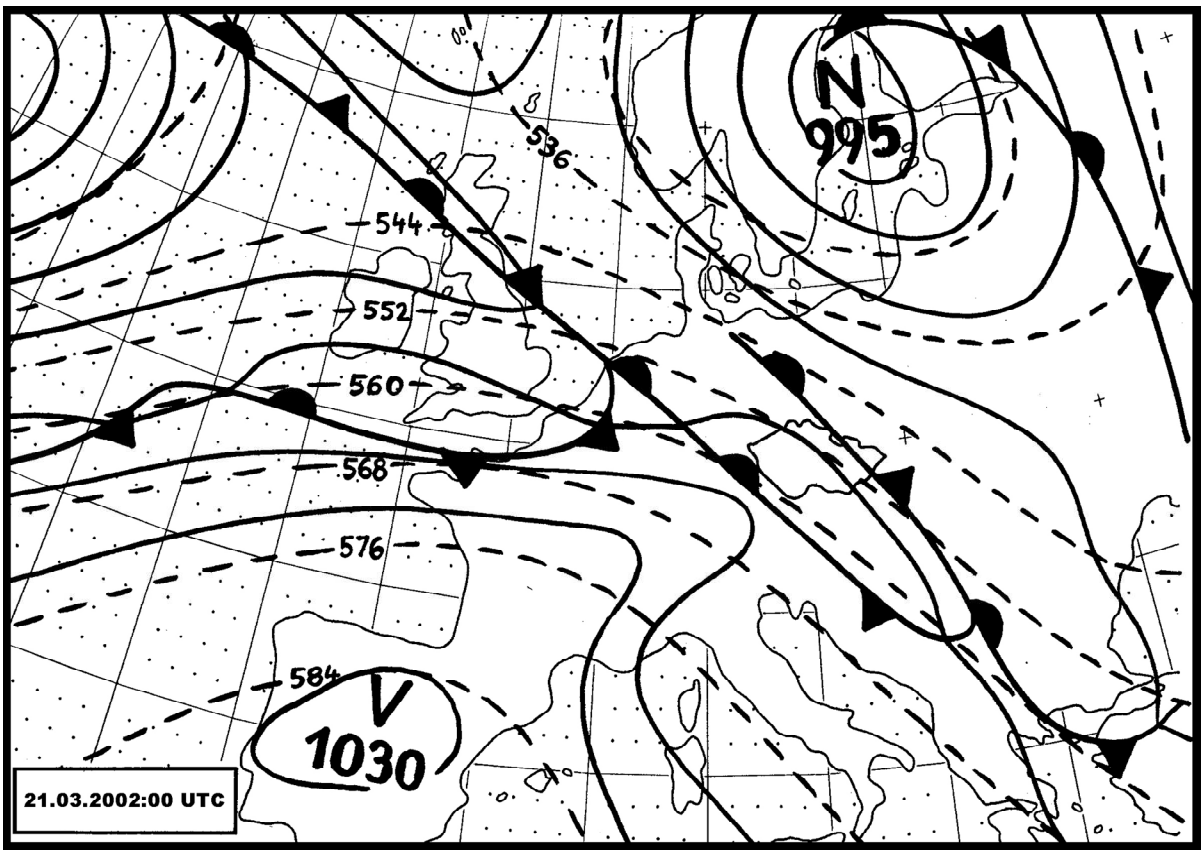
březen 2002

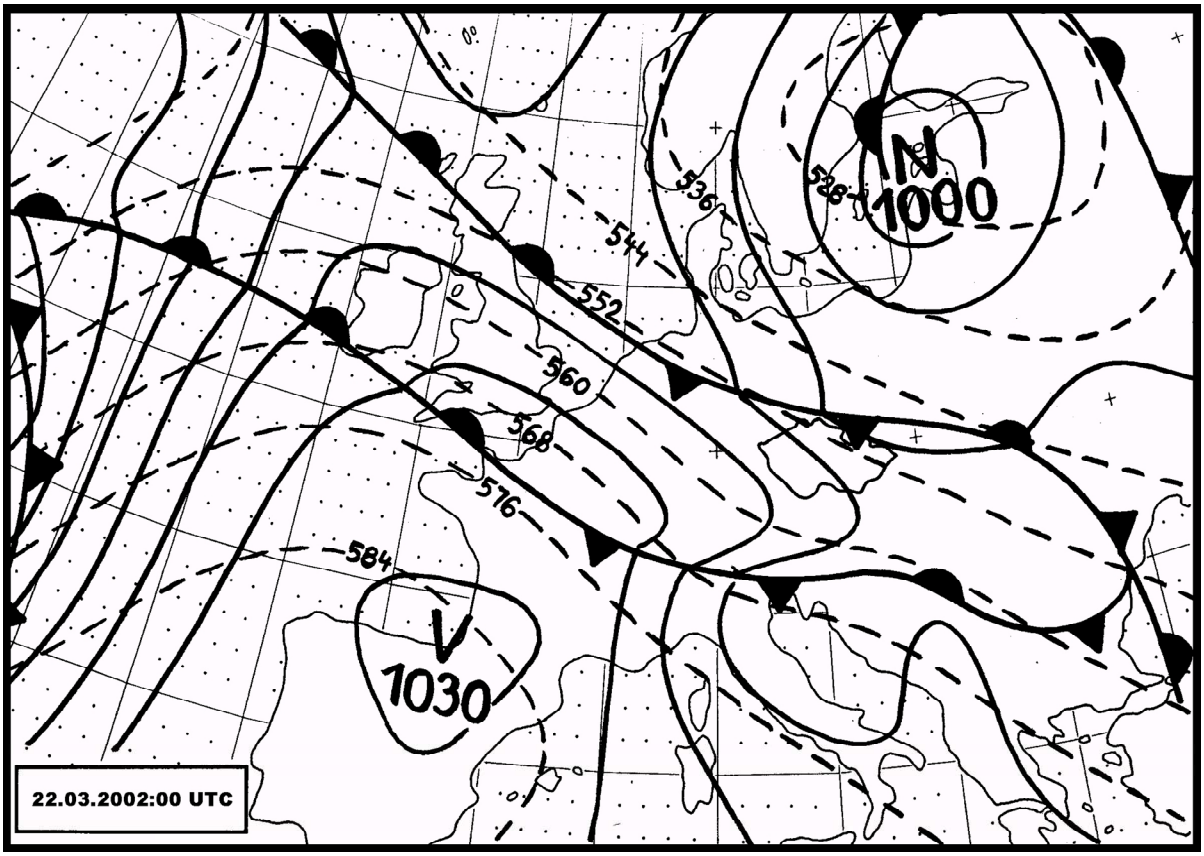
Meteorologická situace

V polovině března 2002 ovlivňovala střední a severovýchodní Evropu tlaková výše, u nás se udržovalo mírně teplé počasí beze srážek. Souvislá sněhová pokrývka na Šumavě začínala ve výšce kolem 1000 m, na hraničním hřebeni ale ještě leželo 100-150 cm těžkého, jen pomalu odtávajícího sněhu. Dne 18.3. tlaková výše ustoupila k východu a do střední Evropy začaly od západu postupovat jednotlivé frontální systémy. Nejprve nás přešly dvě slabé okluzní fronty s celkem bezvýznamnými srážkami, v noci z 18. na 19.3. následoval již výrazný frontální systém doprovázeným vydatnějšími trvalými srážkami. Za ním pak následovala v rychlém sledu série dalších systémů, jak je patrno z přiložených synoptických map. Osa výrazné frontální zóny probíhala od západoseverozápadu přes Bavorsko a jihozápadní Čechy, proto právě zde byly srážky všeobecně nejvydatnější , navíc v oblasti Šumavy a na severní straně Alp orograficky ještě dále zesílily. Pokud jde o jejich skupenství, jen v nejvyšších polohách Šumavy byl převládající déšť občas vystřídán srážkami smíšenými nebo sněhovými, ale i na vrcholové stanici Grosser Arber ve výšce 1449 m poklesla celková výška sněhové pokrývky ze 132 cm dne 18.3. na 75 cm dne 22.3. Přitom tání sněhu podporoval i silný vítr, dosahující v hřebenových polohách průměrné rychlosti 15 až 20 m/s. Po celé období, od 19. do 22.3., padaly srážky trvalejšího charakteru, v nižších polohách s delšími, na horách jen s krátkými přestávkami, jejich intenzita kolísala podle toho, jak přecházely jednotlivé fronty. Ve dnech 21.a 22.3. byly místy zaznamenány rovněž bouřky. V průběhu dne 22.3. po přechodu studené fronty od severozápadu se začalo výrazněji ochlazovat, déšť přecházel ve sněžení nejprve na horách, odpoledne a večer postupně i v nižších polohách a zdroj odtoku se tak zastavil. Chladné počasí se sněhovými přeháňkami a teplotami ve vyšších polohách trvale pod nulou, v nižších polohách kolem nuly se pak udrželo při severním až severovýchodním proudění několik následujících dnů.

Meteorologická situace ve dnech 21. a 22.3.2002 v 00 UTC.

Přízemní tlakové pole a fronty, čárkovaně izohypsy hladiny 500hPa
(geopotencionální výška v desítkách metrů)





Meteorologická situace

Prostorové a časové rozdělení srážkové činnosti během povodně

Srážková činnost za povodně byla poměrně dlouhého trvání, nejvýznamnější dílčí epizody byly od rána 19.3. do večerních hodin téhož dne, od rána 20.3. do večerních hodin taktéž téhož dne, další epizoda nastala v časných ranních hodinách 21.3. a trvala až do poledne, poslední výrazná epizoda byla od dopoledne 22.3. do večera téhož dne. Intenzity srážek během těchto epizod dosahovaly vzhledem k době výskytu v rámci roku dosti vysokých hodnot, zejména v horských polohách Šumavy (více než 5 mm za hodinu, ojediněle i více než 10 mm za hodinu – stanice Filipova Huť). Protože mezi zmíněnými epizodami srážek byly výrazné časové prodlevy, docházelo při tvorbě povodně i k dílčím poklesům průtoků v rámci odezvy povodí. Během poslední zmíněné srážkové epizody již ve vyšších polohách docházelo k postupnému přechodu kapalných srážek do srážek sněhových a došlo i ke tvorbě sněhové pokrývky, což ukončilo přísun vody do nasycených povodí a přispělo k výraznému poklesu průtoků zejména na horní Otavě.

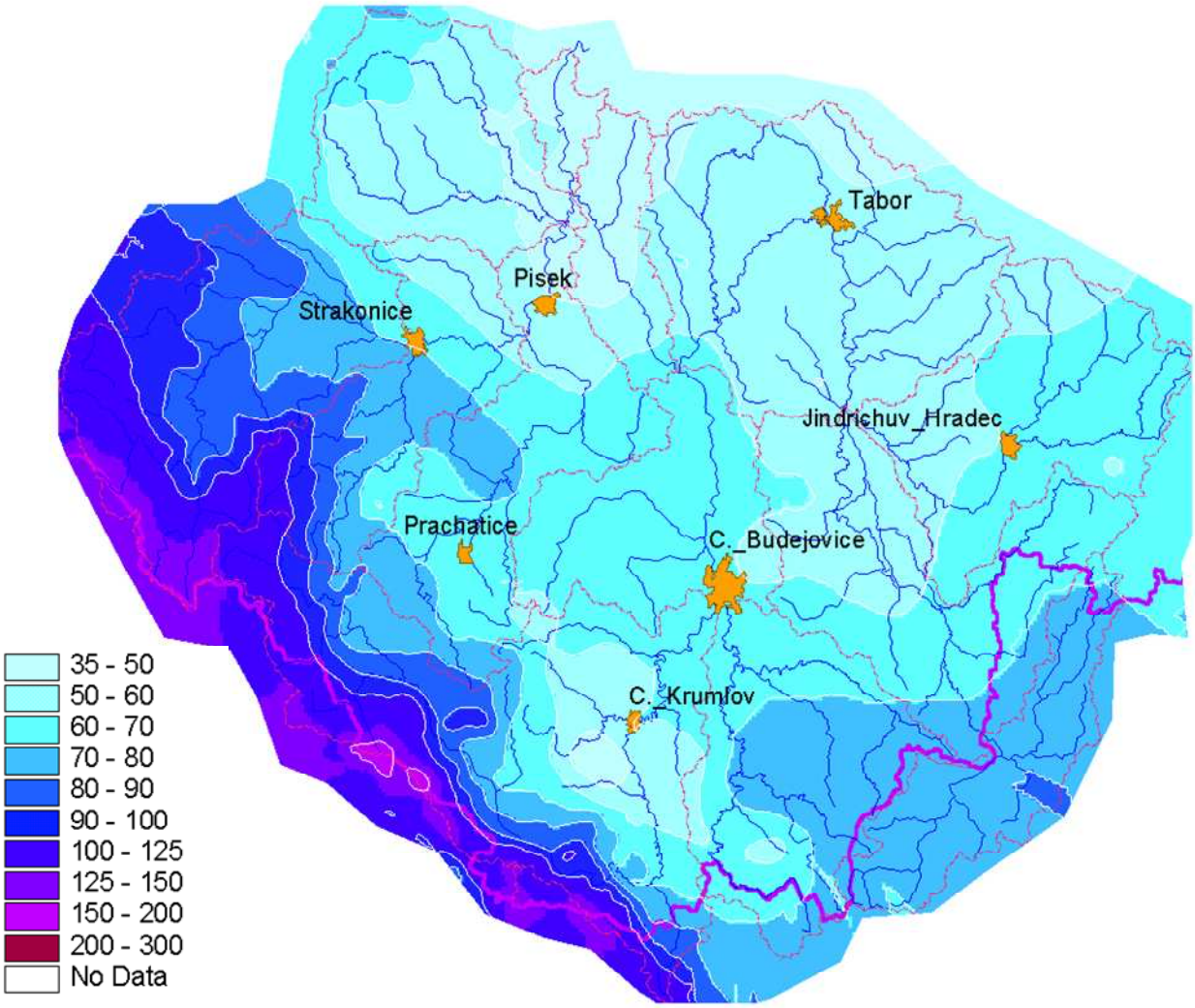
Srážky, vodní hodnoty sněhu a odtoky pro vybraná povodí a mezipovodí

Povodí	Srážka	VH	S + VH	Odtok
Modrava	131.0	350.0	481.0	92.6
Sušice	108.8	142.5	251.3	39.3
Katovice	96.4	70.1	166.5	25.2
Písek	80.0	31.6	111.5	17.6
Kolinec	103.0	32.7	135.7	27.4
Ostrovec	55.8	0.0	55.8	11.5
Varvažov	55.8	0.0	55.8	7.8
Němětice	82.1	2.6	84.7	15.9
Lenora	99.6	43.8	143.4	32.4
Černý Kříž	114.9	81.0	195.9	45.2
Chlum	95.5	95.5	191.1	33.9
Pilař	72.3	0.0	72.3	11.7
Lásenice	61.6	0.0	61.6	10.6
Klenovice	63.2	0.0	63.2	16.6
Bechyně	78.4	0.0	78.4	15.3

Mezipovodí	Srážka	VH	S + VH	Odtok
po Sušici	104.3	100.4	204.7	28.5
po Katovice	82.1	0.1	82.2	10.0
po Klenovice	58.3	0.0	58.3	22.2
po Bechyni	52.8	0.0	52.8	10.8
po Chlum	91.4	18.0	109.4	35.5

V rámci celého povodí Vltavy po vodní dílo Orlík se za období 19.3. až 23.3. 2002 jednalo o celkové srážkové úhrny mezi 40 a 150 milimetry, jejich prostorová distribuce byla dosti nerovnoměrná. Nejvyšší úhrny (přes 120 mm) byly zaznamenány pouze na povodí Vydry, pohraniční části povodí Křemelné, na hřebeni mezi Třístoličníkem a Smrčinou a také jižně od

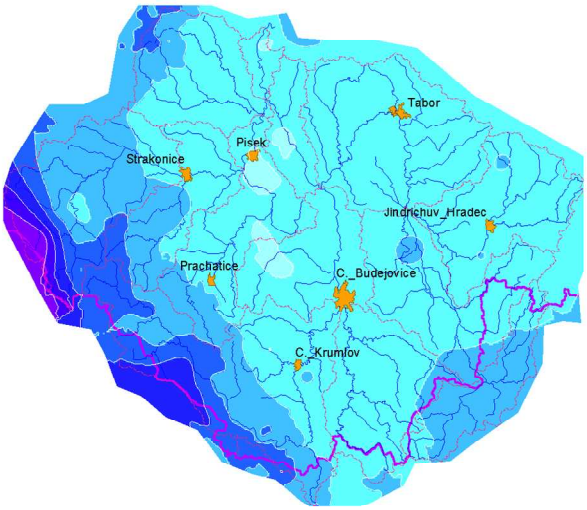
nádrže Lipno, tedy v rámci pohraničního hřebene Šumavy. Hodnoty srážkových úhrnů v této povodni pokládané za střední, tedy v intervalu 80 až 120 milimetrů, se vyskytovaly jednak na téměř celém povodí Otavy až po Katovice (kromě Březového potoka, dolních částí povodí potoků Nezdického, Černíčského a Novosedelského), na téměř celém povodí Spůlky a části povodí horní Volyňky, na povodí Teplé Vltavy po Lenoru, na povodí Řasnice i Studené Vltavy. Z celého povodí Vltavy po vodní dílo Lipno se srážky nižší než 80 mm vyskytly pouze na Olšině a v okolí samotné Lenory. Naopak srážky nejnižší (pod 50 mm) se vyskytly v bezprostředním okolí vodního díla Orlík a jihozápadně od Českého Krumlova.



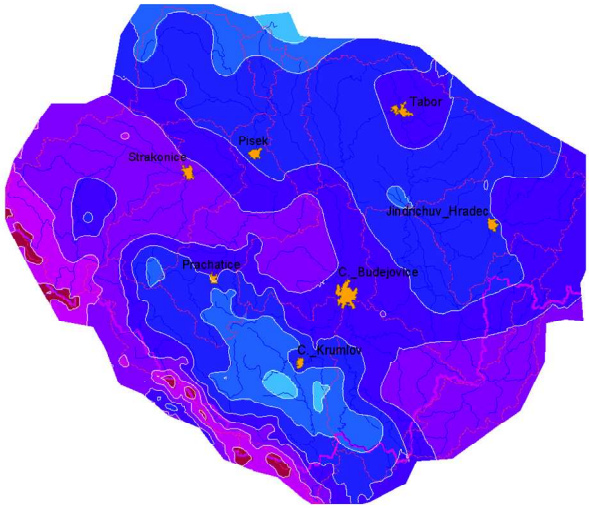
Celkový úhrn srážek mezi dny 19.3. 2002 až 23. 3. 2002

Na úrovni denních úhrnů byly vypracovány vedle souhrnné mapy za všech pět dní srážek (19. až 23. 3 2002) i mapy dílčí, které po jednotlivých dnech ukazují vývoj situace na povodí. Pro snazší možnost porovnání jednotlivých denních hodnot byly mapy poněkud zmenšeny a umístěny vedle sebe na jednu stránku zprávy. Současně byla připojena i barevná škála použitá pro toto zobrazení. Tato škála je odlišná od škály použité pro celkovou mapu příčinných srážek. Data u map jsou

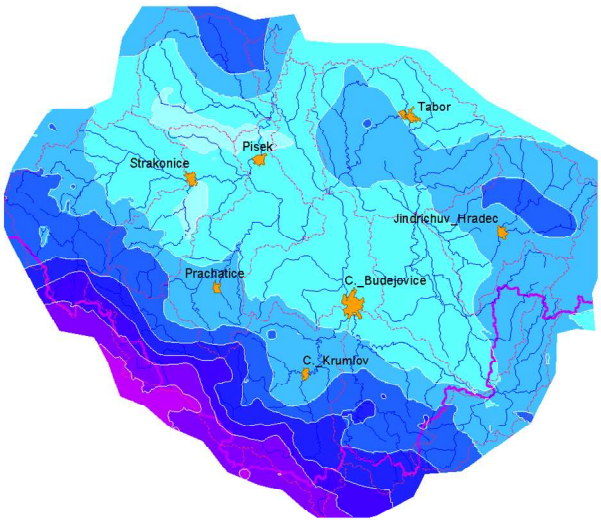
vztažena k dnům počátků měřených intervalů; tedy například mapa označená „20.3.2002“ má údaje z intervalu měření srážek 20.3.2002 (7:00 hod) až 21.3.2002 (7:00 hod).



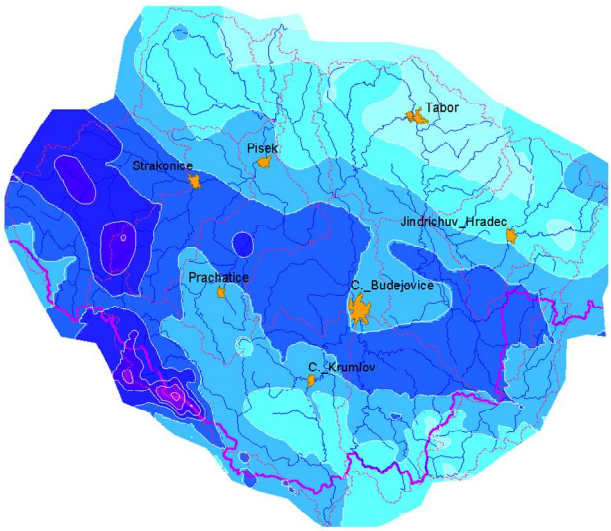
19.3.2002



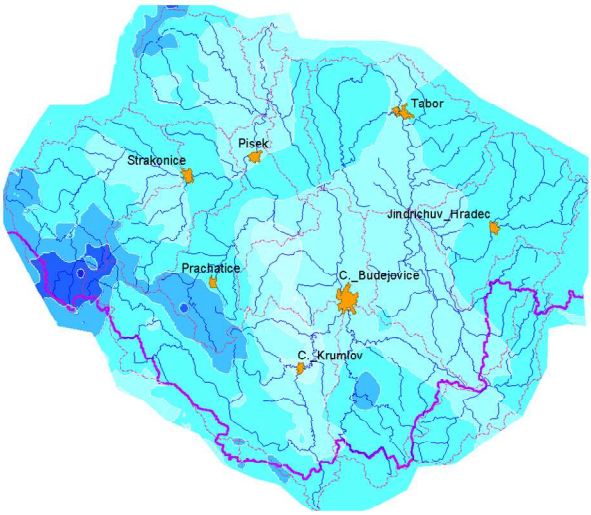
20.3.2002

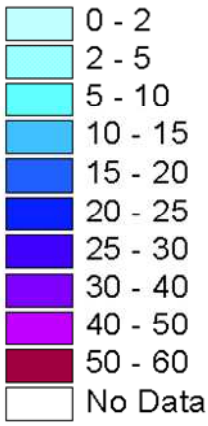


21.3.2002



22.3.2002





23.3.2002

Rozdělení srážek do jednotlivých dní je poněkud zavádějící, protože zejména u třetí zmíněné srážkové epizody došlo k jejímu dělení do dvou denních úhrnů srážek (20.3. a 21.3). Přesto má i vývoj situace na úrovni denních úhrnů poměrně vysokou vypovídací schopnost. V rámci prvního zpracovávaného dne, 19.3., byla maxima srážek zejména na povodí Křemelné Vydry a Studené Vltavy (15 až 30 mm). Na ostatních povodích se převážně úhrny pohybovaly od 4 do 10 mm s přechodem k vyšším hodnotám na Otavě po Katovice a v podhůří Šumavy. Obecně nejvyšší byly denní srážkové úhrny za 20.3., nejvyšší se opět vyskytovaly na povodí Vydry a Křemelné a na pohraničním hřebenu Šumavy mezi Třístoličníkem a Vyšebrodským sedlem (40 až 50 mm). Vysoké hodnoty se vyskytly i ve vnitrozemí zájmového území – v širokém pásu mezi Horažďovicemi, Strakonicemi, Č. Budějovicemi až po Nové Hrady. Zde se hodnoty pohybovaly mezi 25 až 40 mm. Kolem 25 mm byly úhrny na povodí Nežárky a v okolí Tábora. Nejnižší srážky se tento den vyskytly jižně od Českého Krumlova (10 až 15 mm). 21.3. byly nejsilnější srážky opět na pohraničním hřebeni Šumavy od Vydry až po Novohradské hory (20 až 40 mm). Podružná maxima byla na povodí Nežárky a Skalice (kolem 15 mm). Nejmenší srážky byly tento den na dolní Otavě (pod 5 mm). Dne 22.3. byla situace podobná dni 20.3. s tím rozdílem, že celkové úhrny byly podstatně nižší (zpravidla nepřekročily 30 mm hodnotu), maxima byla na Otavě a Ostružné v okolí Sušice, na povodí Spůlky a na povodí Studené Vltavy. Podružné maximum bylo opět v širším pásu Strakonice – Č. Budějovice. Minima se vyskytla na severu zájmového území – pod 5 mm. Poslední zpracovaný den – 23.3.2002, již s přechodem do sněhových srážek na Šumavě, měl své srážkové maximum na povodí Vydry (15 až 20 mm). Podružná maxima byla na horní Blanici a na dolním toku Černé (10 až 15 mm). Minimální srážky se tento den vyskytly v pásu mezi Vodňany a Českým Krumlovem (pod 2 mm).

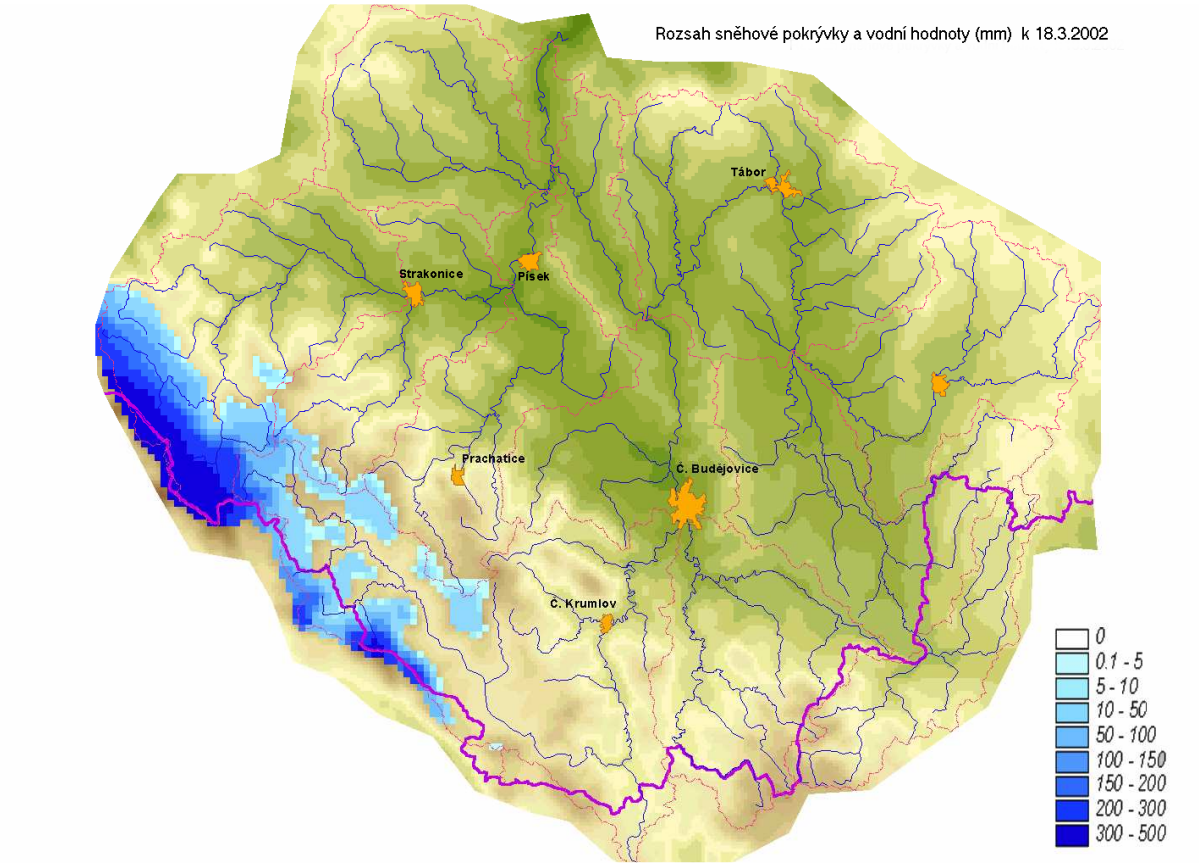
Naměřené denní úhrny srážek

Naměřené denní úhrny srážek během povodně v mm							
	typ stanice	**18.3-7:00**	**19.3-7:00**	**20.3-7:00**	**21.3-7:00**	**22.3-7:00**	**23.3-7:00**
Lenora	sr	0	5.6	11.4	19	16.6	10.2
Vyšší Brod	sr	0	0.7	14	25.6	27	12
Roudné	sr	0.1	0	5.7	28	9	14.6
České Budějovice	sr	0	0	5	27.3	10	13
Lásenice	sr	0	2.7	10.2	22.5	10	14.2
Klenovice	sr	0	0	8.1	22.9	11	6
Bechyně	sr	0	0	7.6	20.3	10	10
Modrava	ha	0	12.4	20.8	52	32.4	8.4
Sušice	sr	0	0.8	10.7	29.4	12.9	27.8
Kolinec	sr	0	0.6	12.8	32	11.6	22
Katovice	sr	0.2	0	7.9	32.6	8.6	16.7
Nemětice	sr	0	0	6.2	31	14	21.8
Heřmaň	ha	0	0	4.8	28	6.2	9.4
Písek	sr	0	0	6.5	25.1	5	10.6

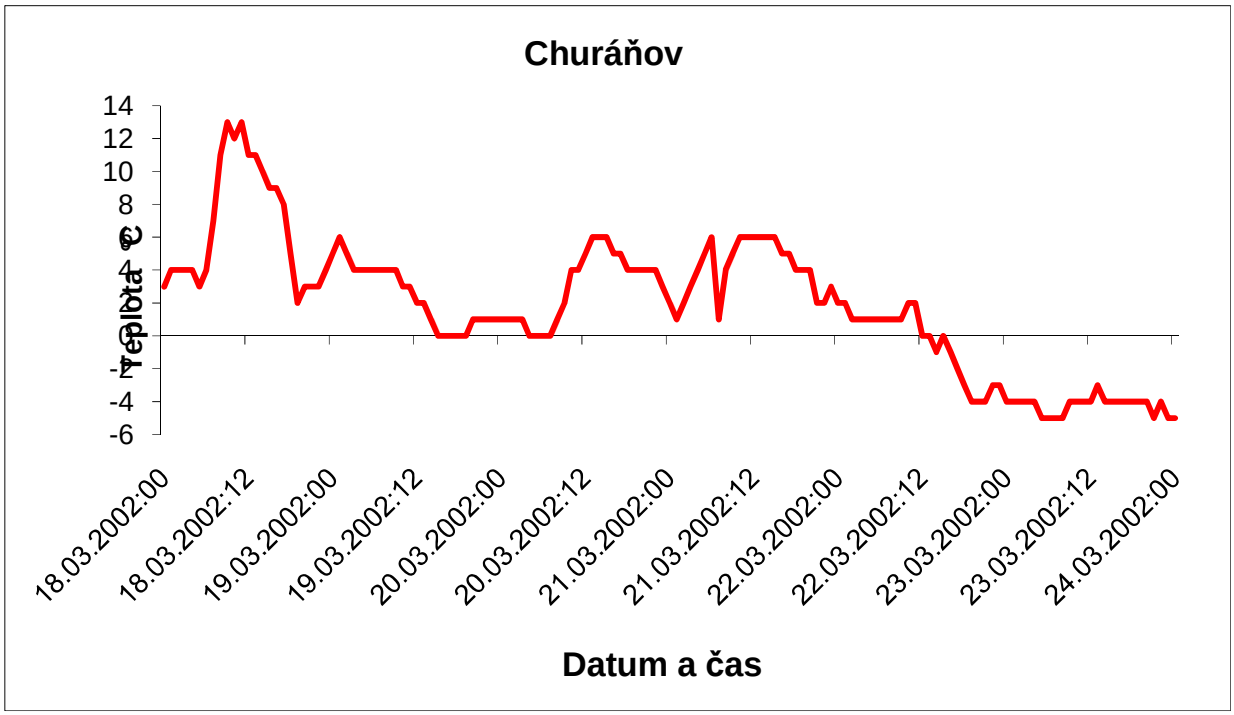
Varvažov	ha	0	0	5.6	19.2	3.6	9
Černý Kříž	ha	0	4.4	11.6	21.4	17.8	8.6
Lipno	sr	0	3	30	30	34	11
Husinec	sr	0	0.2	25	25	13	12
Římov	sr	0.5	0	25	25	13	17
Hněvkovice	sr	0	0	25	25	8	14
Čachrov	ha	0	6.4	17	28.7	18.2	18.4
Filipova Huť	sr	0	10.3	16	40	28.6	19.4; NS 13cm
Nepomuk	sr	0	0.2	11.8	24.9	3.4	10.5
Prášily	sr	0	18.9	35.4	48	18	16.5
Tisovka	sr	0	1.5	x	x	18.4	13.5
Soběnov	sr	0	0	6.1	26.2	21.1	13; NS 3cm
Strmilov	sr	0	0.8	8.6	26.5	17.3	4.1
Orlík	sr	0.1	0.1	6	22.8	15.1	5.5
Jistebnice	sr	0	0	7.8	24.7	10	6.6
Mlynářovice	sr	0	5.4	14.5	22	12.5	14.6; NS 6cm
Hranice u Nových Hradů	sr	0	0	11.5	34	6.4	15.8
Horní Planá	sr	0	3.5	13.4	18.2	22.6	12; NS 5cm
Benešov nad Černou	sr	0.1	0	6.4	31.4	18.5	15.4
Svatý Tomáš	sr	0	1.3	18.2	45.8	36.8	15.3; NS 8cm
Chanovice	sr	0	0.2	9	29.1	5.8	14; NS 3cm
Staré Hutě	sr	0	0	9.8	32.5	19.5	4.3;NS 3cm
Velký Javor	snp	0	10.3	16.9; NS 6cm	53.4	22.9	11; NS 6cm
Pohorská Ves	sr	0	0.4	7.3	21.8	19.5	11.1; NS 2cm
Malonty	sr	0	0.4	5.9	15.6	18.1	9.6; NS 4cm
Níhošovice-Volyně	sr	0.1	0	12.9	38.1	4.4	19.1
Nová Bystřice	sr	0.1	0.2	9.5	24.5	12	15; NS 1cm
Hartmanice	sr	0	3.8	12	36.2	15.4	16.6 NS 4cm
Prášily	sr	0	18.9	34.8	47.4	14.8	16.5 NS 15cm
Vlkonice	sr	0	0.3	12.3	34.2	7.7	19.8 NS 2cm
Špičák	sr	0	16.3	37.5	75	12.5	17.8 NS 6cm
Němčice	sr	0	0	4.7	32.6	8.6	19.1NS 2cm
Churáňov	int	0	6.8	17.8; NS 1cm	31.9	18.2	28.1 NS 20cm
Černá v Pošumaví	int	0.2	2.6	14.4	17.4	19.8	9.2 NS 6cm
Nadějkov	int	0	0.1	6.7	23.5	10.6	5.3 NS 1cm
Byňov	int	0	0	9.7	31.8	8.7	18.6 NS 1cm
Děbolín	int	0	0.4	8.8	24.9	11.3	7.9 NS 1cm
Tábor	int	0	0.2	7.1	26.9	8.6	3.6 NS 3cm
Kocelovice	snp	0	0.4	9.6	25.4	4.3	8.6 NS 1cm
Temelín	snp	0	0	8.8	31.6	7.9	16.5
Vráž	int	0	0	6.8	23.2	4	13

Vysvětlivky:

* NS - nový sníh
* sr-srážkoměr
  ha-hydrologický automatický
* srážkoměr
* snp-synoptická stanice
* int-interová stanice



Rozsah sněhové pokrývky a její vodní hodnoty k 18.3.2002



Průběh teploty vzduchu ve stanici Churáňov v průběhu povodně

Hydrologická situace

Povodí Otavy

Během první poloviny března se na většině toků povodí Otavy udržovaly mírně zvýšené vodní stavy následkem pozvolného odtávání sněhu v nejvyšších partiích Šumavy (nad 1000 m n. m.). Střední a dolní část povodí byla od začátku března už beze sněhu a objem zbylé pokrývky byl z hlediska sezóny spíše podprůměrný. Sníh byl značně slehlý a vzhledem ke kladným teplotám obsahoval zřejmě i velké množství kapalné vody (18.3. měl Churáňov vodní hodnotu 107 mm při výšce sněhu pouhých 23 cm!). Odhad zásob vody ve sněhu na celém povodí Otavy k 18. 3. 2002 dosahoval 83 mil. m^3, z toho 62 mil. m^3 bylo tvořeno sněhem v nejvyšších partiích povodí Otavy a 20 mil. m^3 v povodí Vltavy nad Lipnem.

První vzestupy hladin se objevily na horní Otavě vlivem první vlny srážek, během 19.3. Tento den pršelo na celé ploše povodí a úhrny srážek byly značně orograficky zesílené. V povodí Vydry a Křemelné spadlo mezi 30 až 50 mm, na středním a dolním Pootaví pak do 6 mm. Odtokovou odezvou Vydry a horní Otavy byla menší průtoková vlna s kulminací přesahující 1. SPA, ostatní toky byly téměř bez odezvy.

Během následujícího dne probíhala srážková pásma nejprve podhůřím Šumavy a hřeben byl proti očekávání zasažen stejnými, někde dokonce menšími úhrny. Odpoledne se situace změnila a srážky na pohraničním hřebeni nabraly na intenzitě. Ačkoliv množství srážek bylo na horní Otavě oproti předchozímu dni nižší, nasycenost povodí způsobila mnohem rychlejší a větší odtok. V Sušici byl v 16:00 překročen 1.SPA, v 19:00 2. SPA a v 21:00 už 3. SPA. Vzestup hladin řek se vlivem plošně homogennějších srážek projevil prakticky na celém povodí, ale stupeň ohrožení byl dosažen pouze ve jmenované Sušici. Na horských tocích došlo krátce po oslabení srážek k rychlým poklesům průtoků.

Již od brzkých ranních hodin 21. března opět pršelo na celém povodí Otavy. Ve shodě se scénářem z předchozího dne se nejprve plošně homogenní úhrny začaly orograficky zesilovat a mezi 8. a 9. hodinou, kdy v podhůří už téměř nepršelo, byl například na Modravě zaznamenán hodinový úhrn 13,2 mm. Srážkové úhrny mezi 15 až 30 mm v podhůří a kolem 40 mm v horách zvedly hladiny toků k maximálním kulminacím. 3 SPA byly překročeny na Vydře v Modravě a na Otavě v Rejštejně a Sušici. Kulminační průtoky v těchto stanicích dosáhly desetileté doby opakování. Průběh povodně na středních a dolních tocích byl určován z větší části průtoky z horní Otavy, kde byla srážková činnost nejsilnější a kde došlo také k tání sněhu. Nezanedbatelný byl ovšem i přítok z mezipovodí a z pravostranných přítoků Volyňky a Blanice, ze kterých vyrovnanější odtok přispíval k navyšování dobíhajících průtoků z vrcholových partií Šumavy. Z porovnání průtokových vln z Katovic a z Písku je také zřetelné zpomalení vrcholové části vlny,

které je typické pro většinu otavských povodní a je způsobeno pravděpodobně silnou transformací vlny ve spodní části trasy říčního koryta, kde také dochází k častým rozlivům.

V dopoledních hodinách 22. března povodeň kulminovala v Písku průtokem 264 $m^3.s^{-1}$, který je nejvyšší od povodně v prosinci 1993. Ten den ještě napršelo od 10 do 20 mm, což způsobilo menší výkyv v poklesové části vlny. Na Šumavě byly už odpoledne teploty pod bodem mrazu a srážky vypadávaly ve formě sněhu.

Z porovnání vodních hodnot měřených 18.3. a 25.3. je zřejmé, že během povodně došlo k tání sněhu, ale jeho příspěvek byl ve srovnání s objemem srážek malý. To je pro tuto roční dobu neobvyklé, protože během března a dubna převládají na Otavě povodně z tajícího sněhu, které mají dosti odlišný průběh i tvar průtokové vlny. Vliv sněhové pokrývky byl zřejmě důležitější v souvislosti s pravděpodobnou retencí srážek z první srážkové vlny 19. března a jejich uvolněním při srážkách v následujících dvou dnech, ve kterých úhrny již nebyly tak vysoké, ale odtoková odezva byla mnohem větší.

Povodí Vltavy po České Budějovice

Hladiny Teplé a Studené Vltavy byly před začátkem srážek zvýšené vlivem tání sněhu podobně jako na horní Otavě. V pondělí 18.3.2002 byly zásoby sněhu v povodí Lipenské nádrže odhadnuty na 20 mil. m^3.

Jednotlivé srážkové impulsy postupovaly stejně jako na horní Otavě a průtokové vlny ve sledovaných profilech jsou tvarem velmi podobné záznamům z Modravy nebo Sušice. Kulminační průtoky přesáhly na Studené Vltavě v Černém Kříži a na Teplé Vltavě v Chlumu hodnotu desetileté doby opakování a na Teplé Vltavě byl po celém úseku překročen 2. SPA.

Průtok ve Vltavě pod Vyšším Brodem byl určován manipulací na Lipenské přehradě, ze které během povodně odtékalo konstantních 60 $m^3.s^{-1}$. Odtok vody z mezipovodí pod Lipnem a z největšího přítoku - Malše zdaleka nedosáhl hodnot vrcholových částí Šumavy, a Vltava proto v Českých Budějovicích překročila pouze jednoletý průtok.

Povodí Lužnice

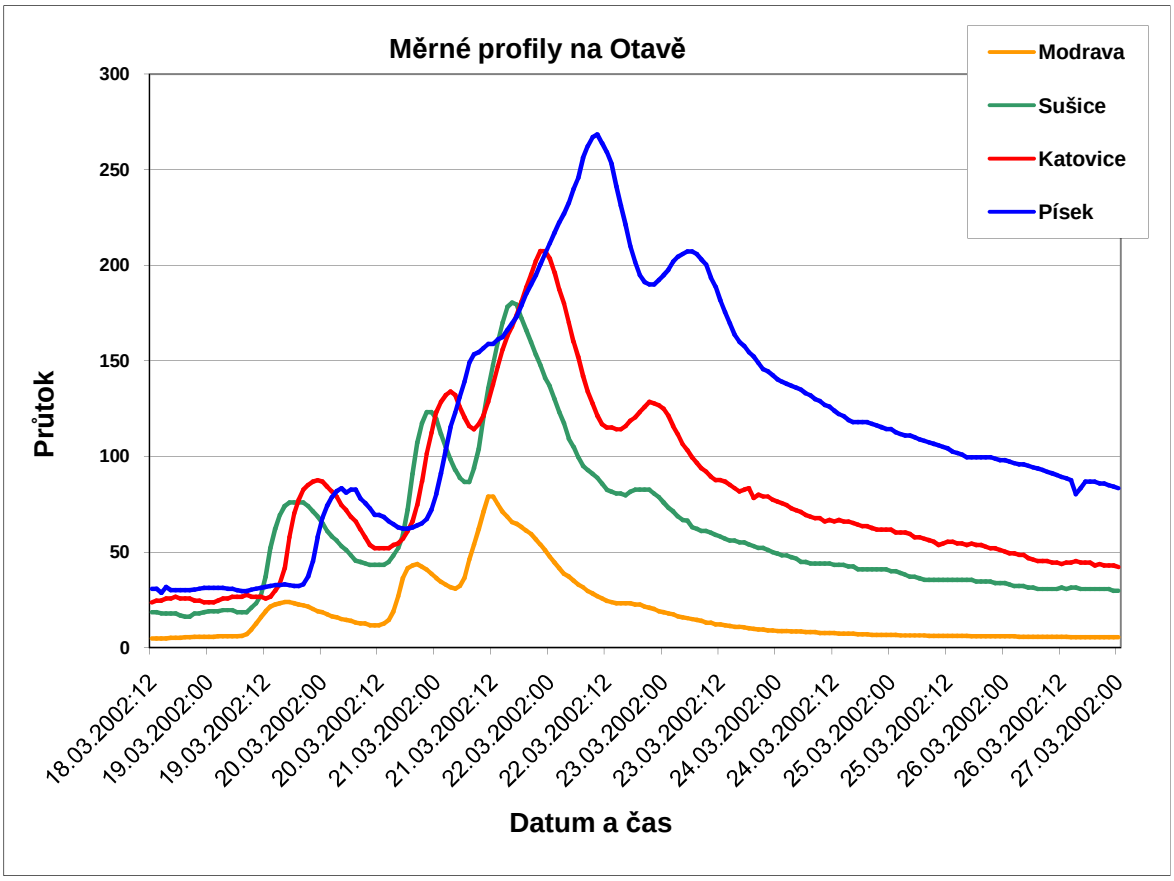
Kromě nejvyšších partií Novohradských hor, kde lze teoreticky usuzovat na zbytky sněhové pokrývky, bylo celé povodí Lužnice už v polovině března beze sněhu a průtoky se pohybovaly zhruba kolem hodnoty dlouhodobých průměrů.

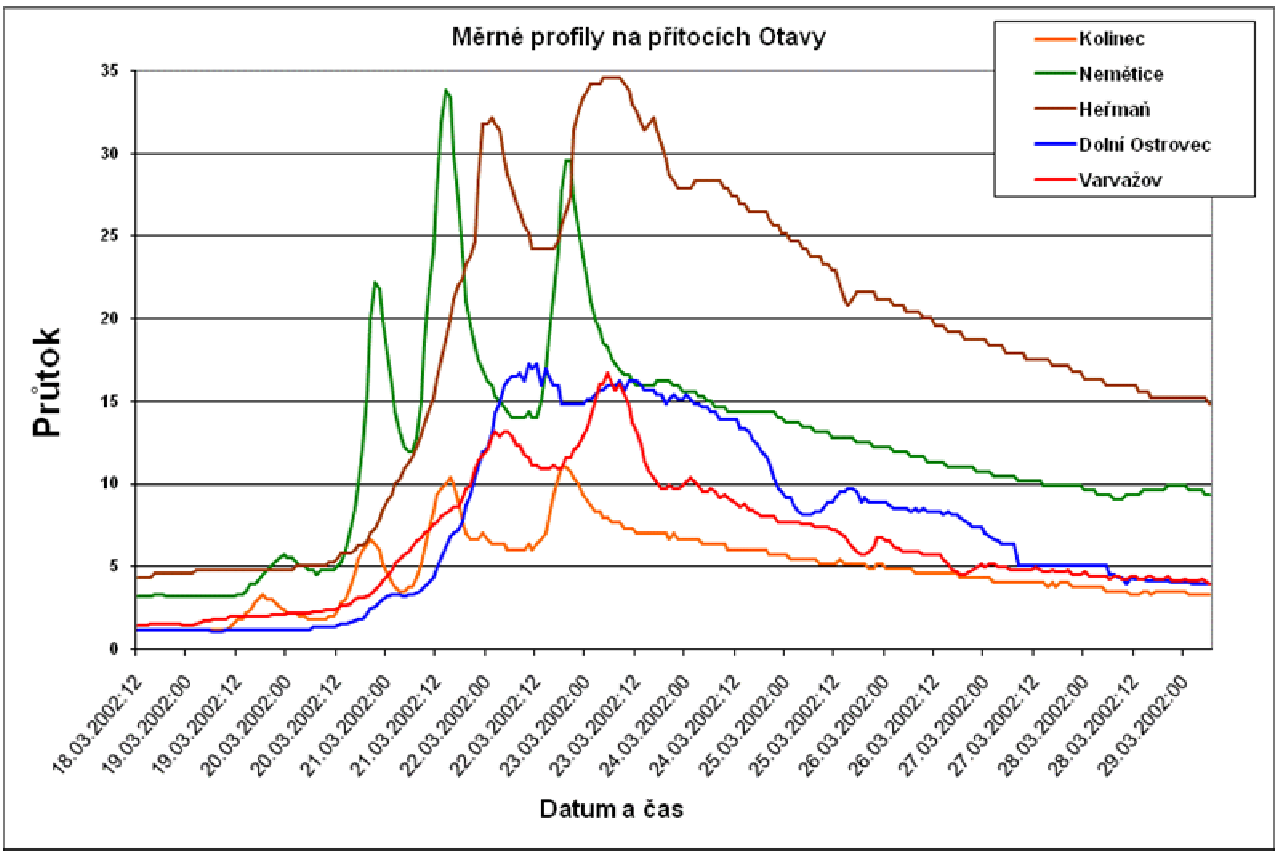
Srážky zasáhly v podobných fázích jako na Otavě celé povodí Lužnice, úhrny srovnatelné se Šumavou se vyskytly pouze v povodí horní Lužnice v Novohradských horách. Lužnice je oproti Otavě charakteristická pozvolným odtokem vody z krajiny a tedy i větším transformačním účinkem. Tomu odpovídal průběh průtoků ve stanici Pilař, kde kulminace nastala až ve večerních

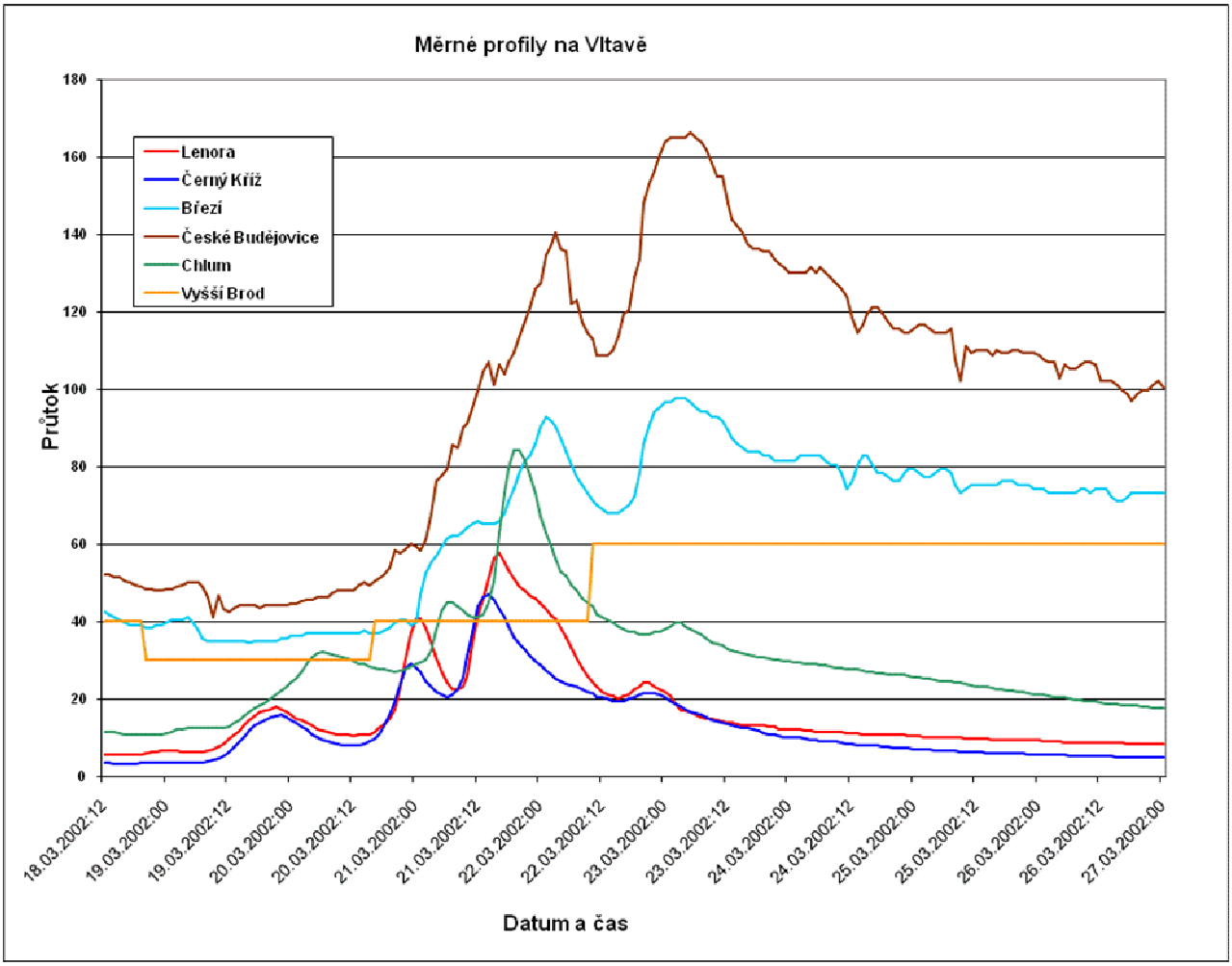
hodinách 23. března a maximální průtok z plochy 932 km^2 byl „pouze“ 55.6 m^3.s^{-1} (2-letá voda). V Bechyni pak Lužnice kulminovala až 26. března v 13:00 s průtokem 112 m^3.s^{-1}. Po celém toku byly většinou překročeny pouze 1. SPA, výjimečně 2. SPA, a kulminační průtoky se pohybovaly mezi půl- až dvou-letou vodou.

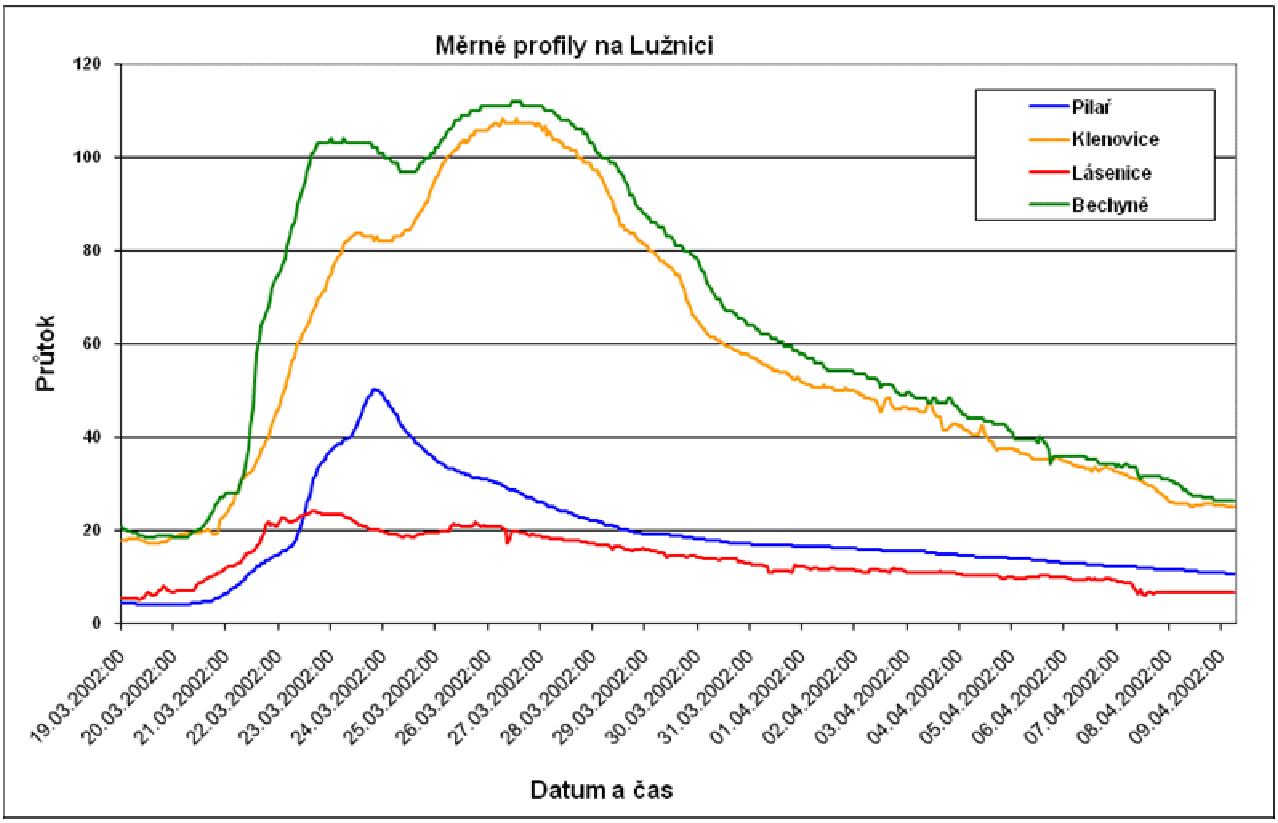
Kulminační stav a průtoky v průběhu povodně

	Profil	Tok	Vodní stav [cm]	Průtok [m^3.s^{-1}]	Čas	SPA	N - letost
Vltava	Lenora	Teplá Vltava	167	56.2	21.3:15	2	5
	Chlum	Teplá Vltava	244	91.6	21.3:18	2	10
	Černý Kříž	Studená Vltava	190	47.0	21.3:14	1	10
	Vyšší Brod	Vltava	199	68.3	23.3:23	1	1
	Březí	Vltava	166	97.9	23.3:3	2	1
	Ličov	Černá	73	17.1	21.3:13		1
	Pořešín	Malše	128	25.4	21.3:22	1	1/2
	Římov	Malše	107	27.7	22.3:14	1	1/2
	Roudné	Malše	198	58.2	23.3:05	1	1/2
	České Budějovice	Vltava	253	166.2	23.3:05	2	1
Lužnice	Pilař	Lužnice	357	55.6	23.3:21	2	2
	Frahelž	Lužnice	158	18.9	25.3:09	1	1
	Rodvínov	Nežárka	80	12.5	22.3:09	2	1/2
	Lásenice	Nežárka	157	24.4	22.3:16	1	1/2
	Klenovice	Lužnice	233	107.3	26.3:13	1	1
	Bechyně	Lužnice	257	112.0	26.3:13	1	1/2
Otava	**Modrava**	**Vydra**	**176**	**78.0**	**21.3:10**	**3**	**10**
	Stodůlky	Křemelná	186	72.4	21.3:12		10
	Rejštejn	**Otava**	**223**	**176.6**	**21.3:13**	**3**	**10**
	Sušice	**Otava**	**227**	**179.4**	**21.3:16**	**3**	**10**
	Kolinec	Ostružná	68	11.0	22.3:19	1	1
	Katovice	Otava	265	213.0	21.3:17	2	10
	Sudslavice	Volyňka	81	7.3	21.3:12	1	
	Bohumilice	Spůlka	110	14.7	21.3:12	1	1
	Němětice	Volyňka	165	31.4	21.3:14		1
	Blanický mlýn	Blanice	123	11.4	21.3:16		1/2
	Podedvory	Blanice	116	15.9	21.3:19	1	1
	Husinec	Blanice	87	8.4	23.3:11 - 24.3:8		
	Heřmaň	Blanice	117	33.8	23.3:3 - 23.3:7	1	1
	Písek	Otava	367	264.0	22.3:10	2	2
	Dolní Ostrovec	Lomnice	150	17.3	22.3:10	1	1
	Varvažov	Skalice	168	17.9	23.3:05	1	1


Měrné profily na Otavě
Modrava
Sušice
Katovice
Písek
Průtok
300
250
200
150
100
50
0
18.03.2002:12
19.03.2002:00
19.03.2002:12
20.03.2002:00
20.03.2002:12
21.03.2002:00
21.03.2002:12
22.03.2002:00
22.03.2002:12
23.03.2002:00
23.03.2002:12
24.03.2002:00
24.03.2002:12
25.03.2002:00
25.03.2002:12
26.03.2002:00
26.03.2002:12
27.03.2002:00
Datum a čas


Měrné profily na přítocích Otavy
Kolinec
Nemětice
Heřmaň
Dolní Ostrovec
Varvažov
Průtok
35
30
25
20
15
10
5
0
18.03.2002:12
19.03.2002:00
19.03.2002:12
20.03.2002:00
20.03.2002:12
21.03.2002:00
21.03.2002:12
22.03.2002:00
22.03.2002:12
23.03.2002:00
23.03.2002:12
24.03.2002:00
24.03.2002:12
25.03.2002:00
25.03.2002:12
26.03.2002:00
26.03.2002:12
27.03.2002:00
27.03.2002:12
28.03.2002:00
28.03.2002:12
29.03.2002:00
Datum a čas


Měrné profily na Vltavě
Lenora
Černý Kříž
Březí
České Budějovice
Chlum
Vyšší Brod
Průtok
Datum a čas


Měrné profily na Lužnici
Pilař
Klenovice
Lásenice
Bechyně
Průtok
Datum a čas

Vydané předpovědi

Na pobočce ČHMÚ České Budějovice jsou každodenně poskytovány předpovědi přítoku do nádrže Orlík na odpolední hodiny. Tyto předpovědi vydává hydrolog ve službě při ranním hlášení, v době kdy ještě nejsou k dispozici výstupy z hydrologického modelu. Jde tedy o odborný odhad vycházející z trendu na hlavních přítocích a z odhadu předpovídaných srážek. Vydané předpovědi porovnané s odhadem skutečného přítoku (není měřen) jsou v tabulce 1.

Den	Předpověď	Skutečnost
	[$m^3.s^{-1}$]	
19.3.	95	100
20.3.	150	151
21.3.	310	355
22.3.	530	500
23.3.	490	465

Tab. č.1: Předpovědi přítoku do Orlíka na 14 hodinu

Během povodně byl ze stran uživatelů hydrologické předpovědi kladen pochopitelně největší tlak na předpověď velikosti a času kulmince povodně. Ta se do konečné podoby (tabulka 2) sestavovala po konzultaci hydrologů. Při ní se vycházelo z výstupů zkušebně provozovaného hydrologického modelu (viz kapitola Popis činnosti hydrologického modelu při povodní), osobních zkušeností hydrologů s podobnými odtokovými situacemi a z aktuálního stavu na řekách. S blížící se kulminací se předpovědi samozřejmě zpřesňovaly a byly k dispozici příslušným orgánům.

Vydané předpovědi kulminačních průtoků

PŘEDPOVĚĎ					SKUTEČNOST		
STANICE	**ČAS vydání předpovědi**	**ČAS předpovězené kulminace**	**STAV [cm]**	**PRŮTOK [m^3/s]**	**ČAS kulminace**	**STAV [cm]**	**PRŮTOK [m^3/s]**
Modrava	21.3. 7,30 h	21.3. poledne	180	82	21.3. 10 h	176	78
Sušice	21.3. 9,30 h	21.3. do 16 h	200-220	150-170, max. 200	21.3. 16 h	227	179,4
Katovice	21.3. 9,50 h	21.3. večer	225-235	170-180	21.3. 22 h	265	213
Strakonice	21.3. 9,50 h	21.3. v noci	290	200	22.3. 01 h	319	240
Písek	21.3. 10,10 h	22.3. dopoledne	300-340	220	22.3. 10 h	367	264

VYDANÉ PŘEDPOVĚDI PRŮTOKŮ BĚHEM POVODNĚ – TRADIČNÍ POSTUP

Upozornění č.14/02
Platnost od 19.3.2002, 13:00 hodin do 20.3.2002, 23:00 hodin

Předpověď:		**Skutečnost:**				
horní Otava	1.SPA, místy 2.SPA	Vydra	Modrava	1.SPA	19.3.	12-23 h
horní Vltava	1.SPA, místy 2.SPA	Otava	Sušice	1.SPA	19.3.	15-24 h
		T.Vltava	Lenora	1.SPA	19.3.	19-22 h
			Chlum	1.SPA	20.3.	04-12 h

Upozornění č.15/02
Platnost od 20.3.2002, 15:00 hodin do 21.3.2002, 20:00 hodin

Předpověď:		**Skutečnost:**				
horské toky v oblasti Šumavy -	1.SPA, místy 2.SPA	Vydra	Modrava	1.SPA	20.3.	15-17 h
				2.SPA	20.3.	od 17 h
				do	21.3.	07 h
				3.SPA	21.3.	07-24 h
		Otava	Sušice	1.SPA	20.3.	18-20 h
				2.-3.SPA	20.3.	od 20 h
		T.Vltava	Lenora	1.SPA	20.3.	od 20 h
				do	21.3.	14 h
				2.SPA	21.3.	14-21 h
			Chlum	1.SPA	21.3.	02-16 h
				2.SPA	21.3.	od 16 h
				do	22.3.	02 h
		St.Vltava	Č.Kříž	1.SPA	21.3.	11-19 h

Výstraha č. 05/02
Platnost od 21.3.2002, 10:30 hodin do 22.3.2002, 12 hodin

Předpověď :		**Skutečnost:**				
horní Vltava	1.-2.SPA	Vydra	Modrava	3.SPA	21.3.	07-24 h
horní Lužnice	1.-2.SPA	Otava	Sušice	3.SPA	21.3.	od 11 h
Otava	až 3.SPA			do	22.3.	02 h
			Katovice	2.SPA	21.3.	od 15 h
				do	22.3.	04 h
		T.Vltava	Lenora	2.SPA	21.3.	14-21 h
			Chlum	1.SPA	22.3.	od 02 h
				do	23.3.	23 h
		St.Vltava	Č.Kříž	1.SPA	21.3.	11-19 h

PŘEHLED UPOZORNĚNÍ, VÝSTRAH A DALŠÍCH INFORMACÍ VYDANÝCH V OBDOBÍ OD 19.3. DO 23.3.2002

Den	Čas (h) SEČ	Příjemce informace	Vydaná informace
19.3.	7:40 7:50	PVL ČB PVL Praha	Vzhledem k vývoji srážkové situace předpokládáme vzestup hladin toků zejména na horní Vltavě a horní Otavě s dosažením 1. a místy i 2.SPA.
	10:40	CPP L.Elleder	Po konzultaci vydáno upozornění č. 14/02 : Na Šumavě spadlo za 6 hodin 10-40 mm srážek.Během dalšího dne očekáváme úhrny opět 20-35 mm.Předpokládáme vzestupy hladin toků zejména na horní Otavě a horní Vltavě, dosažení 1. a místy i 2. SPA.Další vzestupy budou následovat po zítřejší vlně srážek.
20.3.	7:40 7:50	PVL ČB PVL Praha	Vzhledem k dalším dvěma vlnám srážek očekáváme dnes i zítra vzestupy hladin toků zejména v šumavské oblasti.
	10:00	CPP L.Elleder	Po konzultaci vydáno upozornění č. 15/02 : V následujících 24 h předpokládáme úhrny 15-35 mm srážek na Šumavě, ojediněle až 50 mm. Na ostatním území 5-20 mm.Dosaženy budou 1. a 2. SPA na tocích v oblasti Šumavy.
	22:10	CPP Praha p.Ferebauerová	Na Modravě překročen 2.SPA, srážky ustávají,ve 2. polovině noci očekáváme další vlnu srážek,vzestup přes 3.SPA
	22:15 22:20	HZS Plzeň PVL ČB	Upozornění na současnou situaci a výhled dle konzultace s CPP
21.3.	7:30	MěÚ Sušice	Bude překročen 3.SPA na Modravě a v Sušici.
	7:40 7:50	PVL ČB PVL Praha	Upozornění na současnou situaci a výhled: povodí Vltavy a Lužnice 1.-2.SPA, Otava 3.SPA
	8:10	CPP Praha	Po konzultaci vydána výstraha č. 05/02 : Vzhledem k včerejším srážkám (20-50 mm/24 h na Šumavě) a očekávaným (10-25 mm/24 h) předpokládáme opětné vzestupy hladin v povodí horní Vltavy a Lužnice na úroveň 1.-2. SPA, v povodí Otavy překročí 3. SPA.
	9:30 9:40	OPK Klatovy HZS Klatovy	Bude překročen 3.SPA na Modravě a v Sušici.
	9:50	OPK Strakonice	V Katovicích a Strakonicích bude překročen 2.SPA.
	10:10	OPK Písek	V Písku bude překročen 2.SPA.
	10:40 11:00	OPK J.Hradec HZS ČB	Na Nežárce a na Lužnici bude překročen 1.SPA.
	13:40	MěÚ Sušice	Kulminace v Sušici do 16 h, do 200 m^3/s.
	14-15	MěÚ Sušice	Konzultace ohledně kulminace v Sušici.
22.3.	6:55	OPK Písek	Kulminace v Písku během dopoledne.
	7:40 7:50 9:40	PVL ČB PVL Praha CPP Praha	Otava na poklesu, stoupá Vltava pod Lipnem, Lužnice a Nežárka.
23.3.	6:25	HZS ČB	V Březí a ČB byl dosažen 2.SPA, Vltava i Malše budou již klesat. Stoupá Nežárka a Lužnice, nedosáhnou 2.SPA.
průběžně po celou dobu povodně		rozhlasové stanice, tisk, televize, veřejnost	Informace o současném stavu a předpokládaném vývoji hydrometeorologické situace.

Popis činnosti hydrologického modelu při povodni

Na pobočce ČHMU České Budějovice je druhým rokem zkušebně provozován předpovědní systém Aqualog (dále jen Aqualog) vyvinutý pro potřeby ČHMU firmou Aqualogic. Z hlediska historie provozu AquaLogu byla tato povodeň první velkou zatěžkávací zkouškou a proto zkušenosti z provozu jsou velmi cenné pro další zavádění modelu do rutinního provozu. Nejdůležitější postřehy z provozu a vyhodnocení předpovědí v podobě předpovědních grafů jsou obsahem této kapitoly.

Aqualog obsahuje software pro tvorbu databází a úpravu vstupních dat a předpovědní model složený ze srážko-odtokového modulu, transformačního modulu na bázi transport difuzní rovnice a modulu na výpočet energetické bilance sněhové pokrývky. Povodí Vltavy po Orlík je v modelu rozděleno na 25 mezipovodí uzavřených hydrologickými profily s měřením a automatickým přenosem dat. Výpočet plošného odtoku srážko-odtokovým a sněhovým modulem probíhá samostatně v každém tomto segmentu a výsledný průtok pak přes transformační modul vstupuje do výpočtu pro následující mezipovodí. Předpovědi průtoků jsou k dispozici pro 23 operativních profilů. Datovými vstupy jsou:

- vodní stavy z operativních profilů,
- data ze všech dostupných automatických srážkoměrů,
- teploty ze stanic SYNOP a INTER,
- předpovědi plánovaného odtoku z nádrží
- předpovědi srážek a teploty

Údaje o vodních stavech, srážkách a teplotách jsou poskytovány v hodinovém kroku, ostatní vstupy jsou na tento interval převedeny. Výpočet předpovědi se provádí jednou denně po obdržení všech potřebných vstupů. Posledními měřenými hodnotami jsou údaje ze sedmé hodiny ranní, ale operativně je možné aktualizovat výpočet na základě nových dat během dne. Nejvyšší pozornost v kritických dnech 20. a 21. března byla věnována profilům Modrava a Sušice, které jsou klíčové pro horní a středí Otavu a kde nejvíce hrozily hospodářské škody. Pro tyto profily byla předpověď několikrát denně aktualizována na základě nově naměřených dat. Ukázka aktualizace z 21.3. je součástí grafů v přílohách.

Úspěšnost vydaných předpovědí pro operativní profily povodí Otavy a Lužnice by měla být patrná z grafů (viz příloha) umístěných v horní části stránky. Grafy obsahují skutečné a předpovídané průtoky pro vybrané profily Otavy a Lužnice. Jejich součástí jsou také údaje o srážkách vztažených k danému mezipovodí (nikoliv k celému povodí, které profil uzavírá – například srážky pro Sušici jsou vztaženy pouze na mezipovodí Modrava – Sušice a nikoliv na celé povodí Otavy po Sušici).

Zkušenosti z provozu Aqualogu a hodnocení předpovědí

Systém Aqualog byl na pobočku ČHMU České Budějovice zaveden v roce 2000. Od té doby prošel tento software značným kvalitativním vývojem a kvantitativním rozšířením základny vstupních dat. Přístupy k modelování v rámci tohoto systému jsou stále předmětem diskusí a kalibrace modelu se zpřesňuje s rozšiřující se databází vstupů. Přestože předpovědi z modelu byly použity pro hydrologickou prognózu, je nutné vzít do úvahy, že provoz je stále v kategorii zkušební.

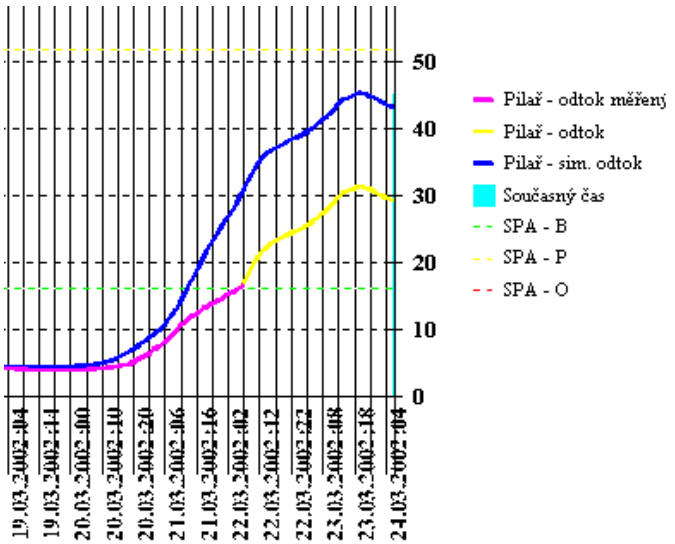
Provoz Aqualogu není plně automatizován a je proto nutná obsluha zaměstnancem zaškoleném nejen v práci s modelem, ale i v hydrologii. V ideálním případě lze zpracování dat a výpočet provést během 30 minut, při chybějících datech a při složitější odtokové situaci může kompletní výpočet ve všech profilech trvat i několik hodin. Záleží především na obsluze modelu - do jaké míry je s výsledkem spokojena. Pro urychlení práce, byl v kritických dnech výpočet prováděn zvlášť pro Otavu a zvlášť pro Lužnici s horní Vltavou dvěma zaměstnanci na dvou počítačích.

Během povodně nevznikly žádné vážnější problémy při provozu modelu. Všechny automatické stanice až na dvě výjimky fungovaly, příprava vstupních dat zabrala minimum času a bylo proto možné se intenzivně věnovat vlastnímu procesu výpočtu.

Klíčovým úkolem hydrologa při práci s Aqualogem je co nejlépe nastavit počáteční podmínky výpočtu - velmi zjednodušeně řečeno nastavit úroveň nasycení povodí před povodní (ve skutečnosti jde o nastavení šesti parametrů srážko-odtokového modelu a korekce vodní hodnoty sněhu). Obvykle se vychází z dlouhodobé simulace průtoku na předchozích několika dnech až týdnech. Během provozu se pak tyto počáteční podmínky optimalizují na základě porovnávání výpočtu s aktuálním pozorováním. Optimalizaci je možné provádět automaticky, manuálně nebo kombinovat oba přístupy. Ze zkušenosti víme, že automatická optimalizace někdy postupuje proti hydrologické logice a proto používáme kombinovaný přístup, který s sebou pochopitelně nese i subjektivní zásah hydrologa.

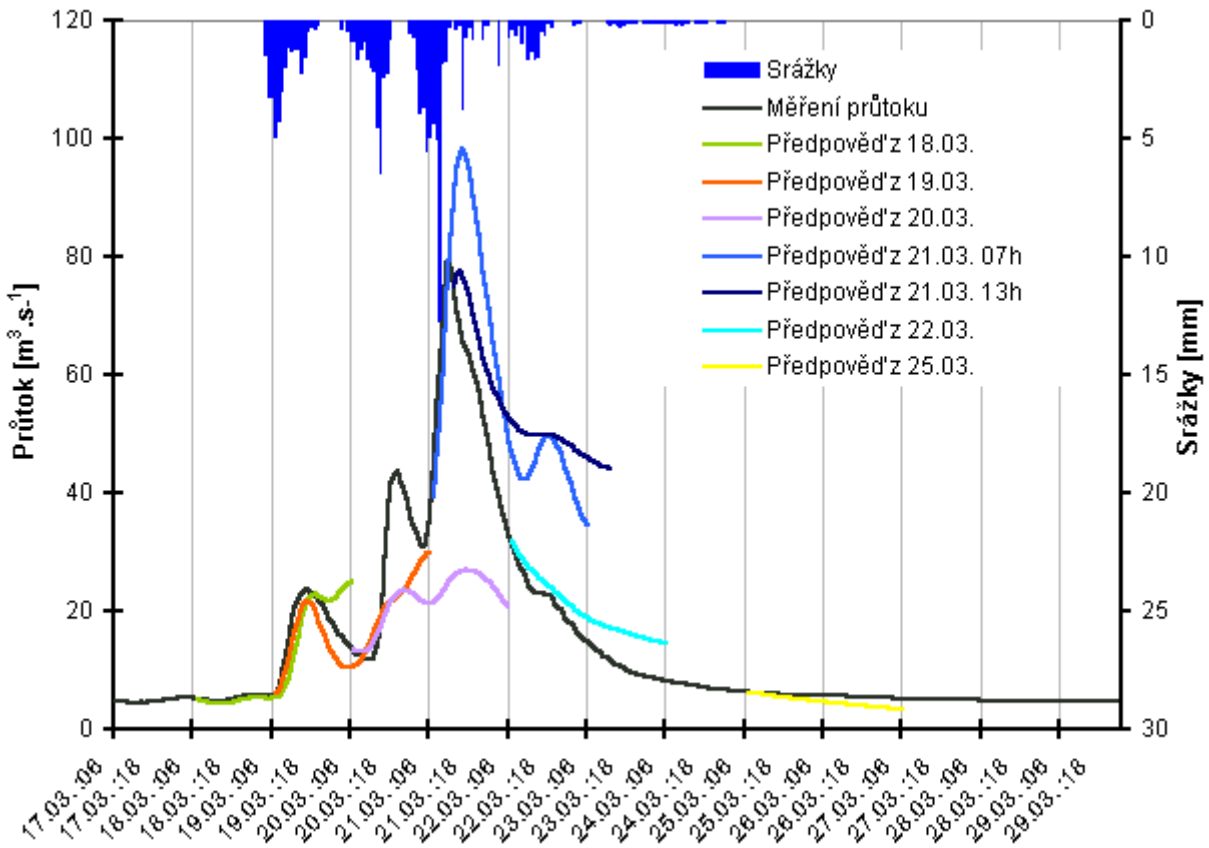
Hodnocení kvality předpovědí z hlediska příčin je obtížný úkol, protože faktorů, které mají vliv na výsledek je více a nelze jednoznačně oddělit jejich podíl na úspěchu či neúspěchu předpovědi. Cílem této zprávy není detailní analýza hodnocení modelu a proto je zde problematika trochu zjednodušena. Pro potřeby této zprávy jsme provedli pro 6 povodňových dní výpočet předpovědi zpětně tak, že jsme zachovali původní postup výpočtu včetně shodných počátečních podmínek jako v kritických dnech, pouze předpovědi srážek a odtoku z nádrží jsme nahradili naměřenými hodnotami. Takovýchto výsledků bychom vlastně dosáhli v případě, že úspěšnost meteorologických předpovědí by byla 100 %.

Z porovnání grafů vydaných a zpětně simulovaných předpovědí je zřetelný podíl nepřesnosti meteorologických předpovědí na odchylkách hydroprognózy od skutečného průtoku. V kritických profilech Modrava a Sušice byla například hydrologická část předpovědi na velmi dobré úrovni, naopak odtok z povodí Volyňky (profil Nemětice) byl modelově podchycen chybně. Na další rekognoskaci chyb lze zatím pouze usuzovat a bude vyžadovat detailnější analýzu. Může jít o chybné parametry modelu, počáteční podmínky, nevhodný updating, nedostatečnou reprezentativnost srážkoměrné sítě pro dané povodí, chybně naměřená data nebo neočekávanou manipulaci na nádržích. Podíl těchto vlivů je obvykle těžko odhadnutelný. Jedna z uvedených chyb – špatný updating (updating = spojení předpovídané části s poslední měřenou hodnotou) se projevil například v předpovědi pro Lužnici – profil Pilař ze dne 20.3. (viz obr. x). Simulovaný průtok před updatingem (v grafu modře) vystihl velikost kulminace velmi dobře , ale vlivem updatingu na měřenou vzestupnou část, kde průtok z neznámých důvodů narůstal v prvé části vlny pomaleji, byla předpověď znehodnocena.

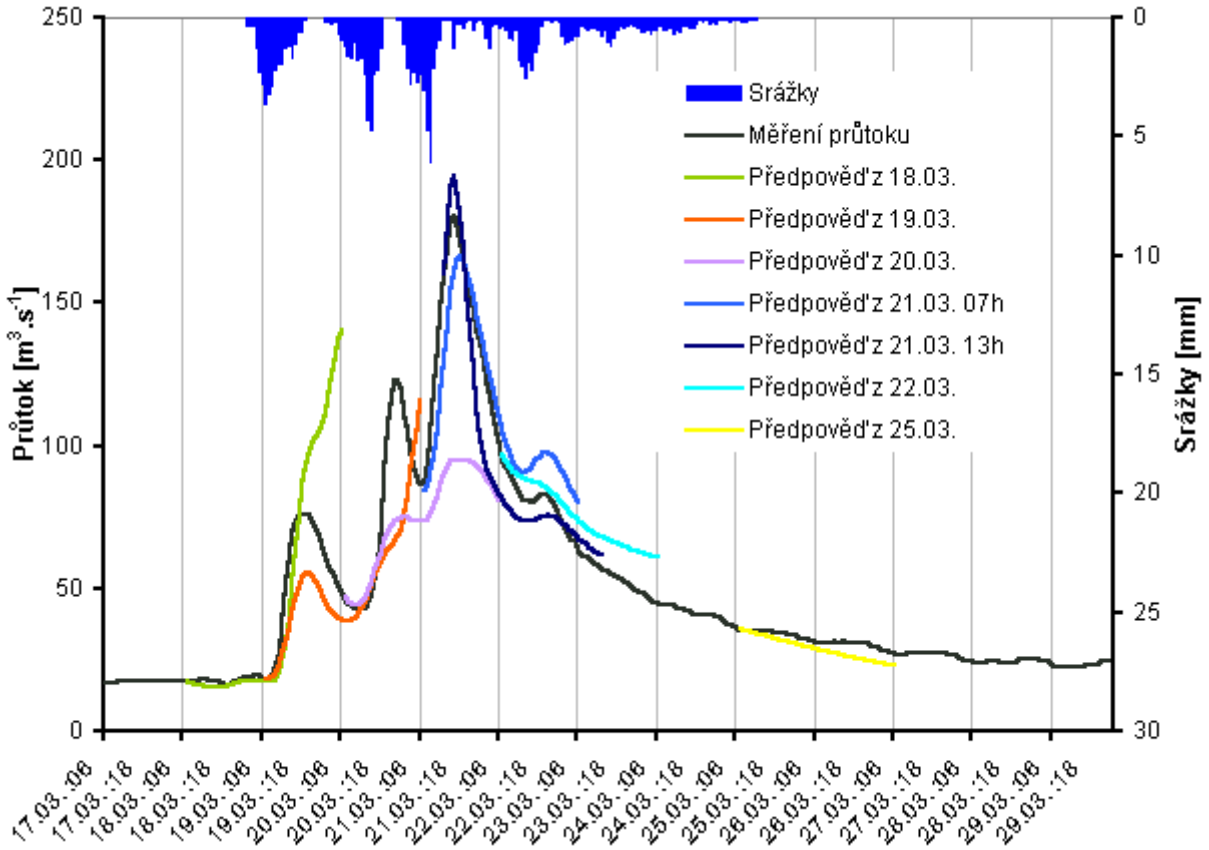


Obr. x. Ukázka updatingu simulovaného průtoku (modře) na měření (fialově) v profilu Pilař

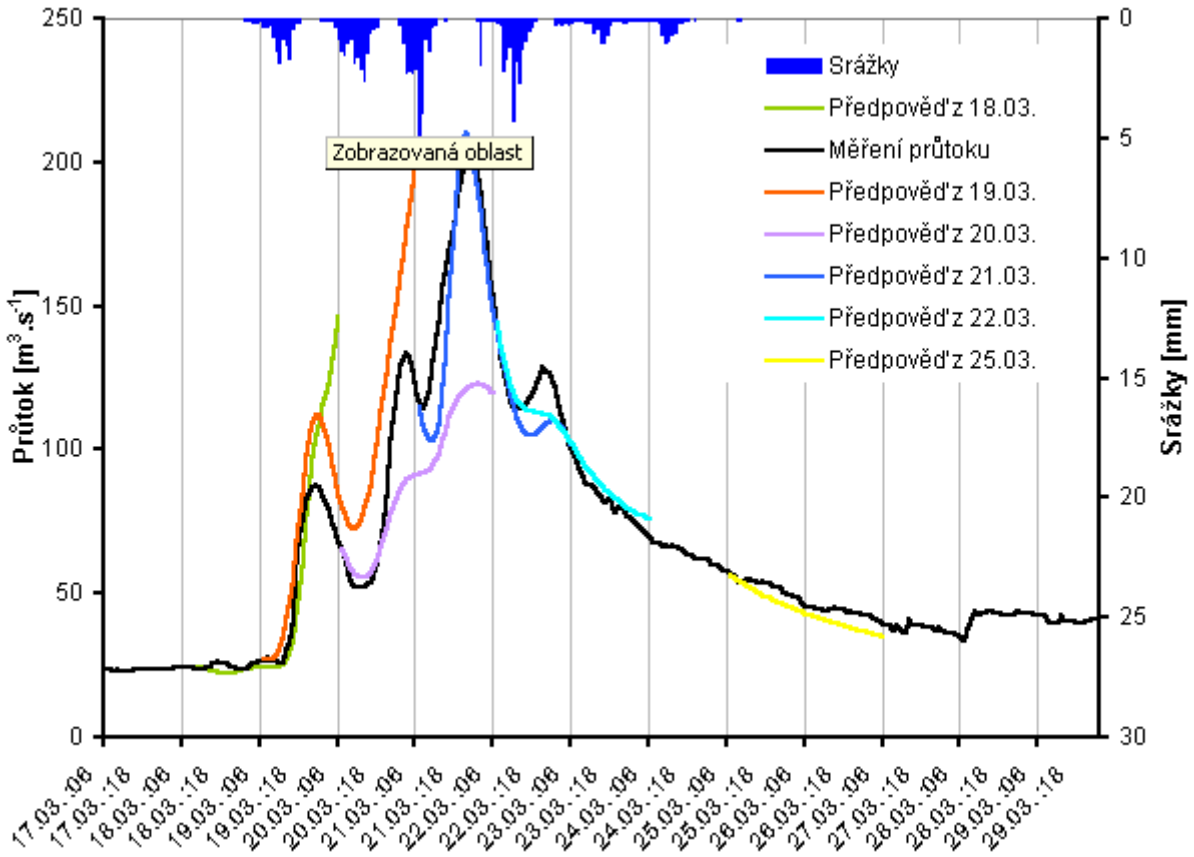
Provoz předpovědního systému zahrnující kromě modelování AquaLogem také přenos dat z automatických měřících stanic a návaznost na meteorologické předpovědní modely lze zpětně hodnotit jako úspěšný. Vydané předpovědi byly denně k dispozici zaměstnancům Povodí s.p. České Budějovice a vycházelo se z nich při odhadu dalšího vývoje hydrologické situace. Výsledky modelování této odtokově extrémní situace jsou cenným zdrojem nových informací a budou použity pro rekalibraci parametrů modelu.



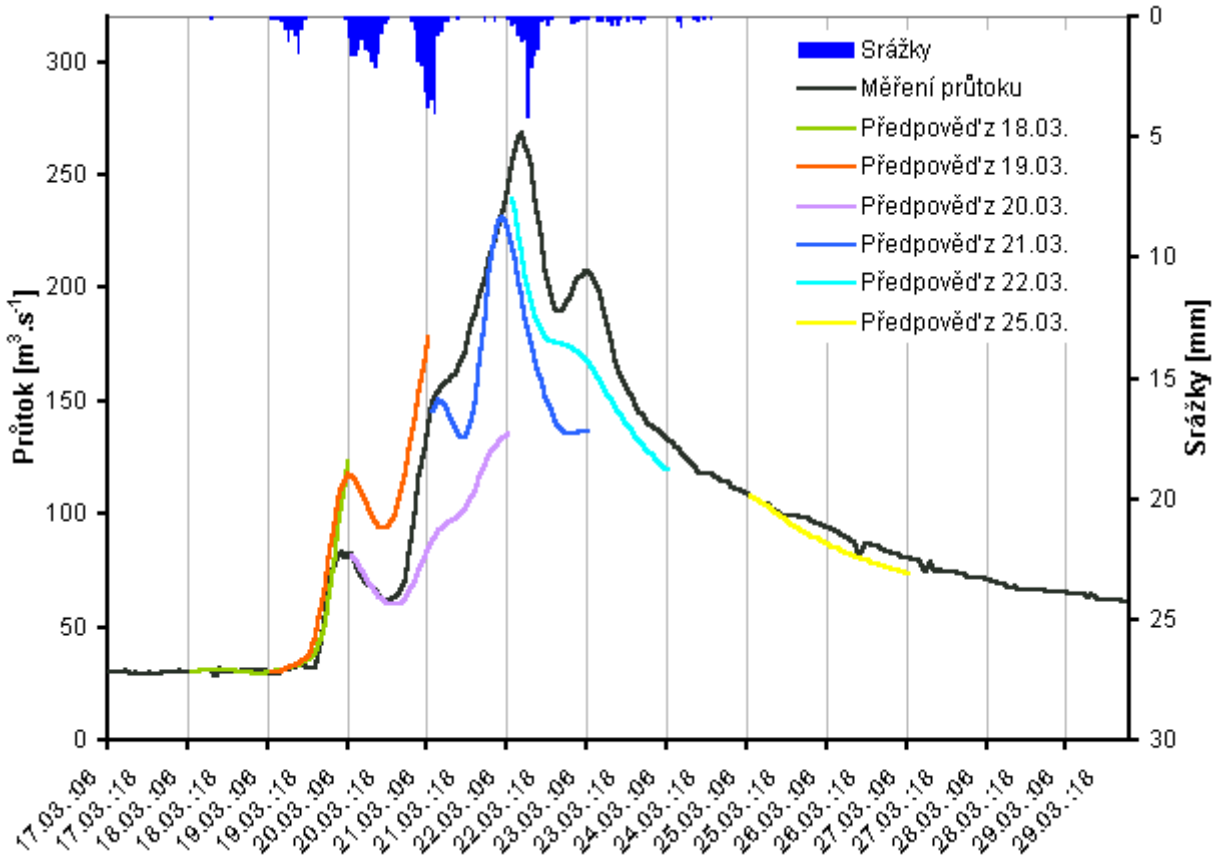
Hydrologické předpovědi pro profil Vydra - Modrava



Hydrologické předpovědi pro profil Otava - Sušice



Hydrologické předpovědi pro profil Otava - Katovice



Hydrologické předpovědi pro profil Otava - Písek

FOTODOKUMENTACE

Vydra na Antýglu

Otava pod Klášterkým mostem

Otava limnigraf Rejštejn

Kemp Annín

Otava lávka přes náhon Kotrch

Sušice Na Fufernách

Sušice - lávka u koupaliště

Otava limnigraf Sušice

Otava pod limnigrafem v Sušic