

II. etapa:

Hydrologické vyhodnocení jarní povodně 2006 na území ČR

ČÁST B

Hodnocení příčin, průběhu a extremity povodně

ÚVOD

Charakteristickým znakem zimního období 2005/2006 byly značné sněhové zásoby na velké části území ČR, a to především ve středních a nižších polohách, kde se v důsledku malého počtu období s teplotou nad bodem mrazu tyto zásoby sněhu udržely téměř až do konce března. Tato skutečnost představovala riziko vzniku rozsáhlé povodně, protože v průběhu března již významně roste pravděpodobnost výskytu náhlého a prudkého oteplení, které může být výraznější než v zimních měsících a může být rovněž doprovázeno vydatnějšími dešťovými srážkami s následným rychlým táním sněhové pokrývky.

Nejmocnější sněhová pokrývka ležela v horských oblastech v nadmořských výškách nad 900 m n. m. Z hlediska vzniku povodňové situace však nepředstavovala vážnou hrozbu. Tou byly sněhové zásoby v polohách do 700 m n. m., a to vzhledem k větší plošné rozsáhlosti území o těchto nadmořských výškách a vyšší potenciální rychlosti tání při případné prudké oblevě. Nejrizikovějšími oblastmi byly především Českomoravská vrchovina, Dražanská vrchovina a níže položená území na středním toku Moravy a středním a dolním toku Bečvy. Z území ležícího v zahraničí a majícího vliv na odtokové poměry na území ČR je nutno zmínit povodí Dyje v Rakousku (Thaya nebo Deutsche Thaya – Německá Dyje).

Oteplení doprovázené dešťovými srážkami, které po vpádu teplého vzduchu od západu nastalo od 25. 3. s vyvrcholením dne 27. 3., způsobilo velmi rychlé tání sněhové pokrývky především v nižších a středních polohách. Polohy do 700 m n. m. byly dne 31. 3. prakticky již beze sněhu. Toto rychlé tání podpořené dešťovými srážkami vyvolalo značný vzestup hladin vodních toků, přičemž nejvíce byly zasaženy toky pramenící na Českomoravské vrchovině či protékající jejím územím a rovněž vodní toky protékající územím střední Moravy, příp. sbírající přítoky z tohoto území. Jmenovitě se jednalo o celou Sázavu a Lužnici s přítoky, v povodí Moravy o vlastní Moravu od Moravičan s přítoky Moravskou Sázavou a Třebůvkou, v povodí Dyje šlo zejména o vlastní Dyji a o Jihlavu. Kulminace nastaly většinou v období od 28. 3. do 1. 4. 2006.

V povodí Vltavy byly rozvodněny zejména pravostranné přítoky, a to Lužnice (50letý průtok v Bechyni) a Sázava (20–50letý průtok v Nespekách), kdežto na Otavě v Písku nebyl dosažen ani 5letý průtok. Rovněž Vltava v Českých Budějovicích dosáhla pouze 5letého průtoku, k čemuž přispěl i vliv nádrží Lipno a Římov. Berounka, jako nejvýznamnější a průtokově téměř neregulovaný přítok Vltavy nad Prahou, byla v důsledku relativně malých sněhových zásob rozvodněna jen nevýznamně (v Berouně nebylo dosaženo ani 2letého průtoku).

Průběh povodně na dolním toku Vltavy a zprostředkovaně na středním a dolním toku Labe byl ovlivněn transformačním účinkem nádrže Orlick, kde byla zachycena podstatná část objemu povodňové vlny, takže ani v souhrnu s přítokem z Berounky a Sázavy nedošlo v Praze k překročení třetího stupně povodňové aktivity a nebyl zde dosažen ani 5letý průtok.

Z toků v povodí Labe byly významněji rozvodněny ještě některé menší a střední vodní toky, např. Metuje, Loučná, Novohradka, Doubrava, Mrlina atd., kde byl místně dosažen či překročen 20letý průtok.

Hodnota kulminačního průtoku Labe nad soutokem s Vltavou nepřekročila 20letou dobu opakování (v Kostelci nad Labem) a pod soutokem v Mělníku byl zaznamenán kulminační průtok s dobou opakování 5–10 let. Kulminační průtok na dolním toku Labe v Ústí nad Labem a Děčíně nepřesáhl hodnotu 10letého průtoku také proto, že účinkem vodního díla Nechanice došlo k zachycení povodňové vlny z horního a především středního toku Ohře.

V povodí Moravy byla situace nejdramatičtější na horním a středním toku Dyje, kde byl na přítoku i odtoku z nádrže Vranov překročen 100letý průtok. Níže po toku docházelo v důsledku rozlivů, řízených přelivů a také účinkem nádrže Nové Mlýny k transformacím, takže v Břeclavi se sice jednalo „jen“ o 10letý průtok, ale značná část vody tekla mimo vlastní koryto Dyje. V povodí Dyje došlo k rozvodnění prakticky všech přítoků Svratky, zejména byla postižena Jihlava se svými přítoky, kde byl místně dosažen až 50letý průtok (např. na Rokytne v Moravském Krumlově). Na ostatním území byl často překročen 20letý průtok (např. Svratka v Brně-Poříčí).

Na řece Moravě stoupala extremita povodně směrem po toku. V Olomouci byl vlivem silně rozvodněných levostranných i pravostranných přítoků (Moravská Sázava, Třebůvka, Bystřice) ze středních poloh překročen 20letý průtok. Bečva společně s dalšími přítoky Moravy extremitu povodně na řece Moravě zvětšila na 50letý průtok v Kroměříži a levostranné přítoky pod Kroměříží (z Bílých Karpat) postupně až na 100letý průtok ve Strážnici. Rozlivy pod Strážnicí poté povodňovou vlnu transformovaly, kulminační průtok se zmenšoval.

Poměrně málo bylo postiženo povodí Odry, kde byl jen místně překročen 5letý průtok (Odra nad Opavou v profilu Ostrava-Svinov).

Charakteristickým rysem povodně bylo její velmi dlouhé trvání, kdy povodňové stavy na některých tocích přetrvávaly více než 10 dní. Povodeň lze považovat ze extrémní z hlediska celkového protékajícího množství vody. Doba opakování objemu povodně např. v profilech Podhradí na Dyji a Strážnice na Moravě přesáhla 100 let.

1 VÝVOJ HYDROLOGICKÉ SITUACE PŘED POVODNÍ

Hydrologická situace se v České republice ve dnech před výskytem povodně vyznačovala pozvolným stoupáním vodních stavů a průtoků na vodních tocích. Ve většině profilů se dne 24. 3. 2006 vyskytovaly průtoky na úrovni 90denních až 30denních vod. Tento stav dokumentuje mapka na **Obr. 1.1**, přičemž je zde patrný rozdíl mezi horskými a podhorskými profily a profily lokalizovanými v nižších polohách, který vyplývá z pomalejšího, resp. nulového odtávání sněhové pokrývky v horských oblastech v období před povodní.

1.1 Vliv meteorologických veličin na vývoj hydrologické situace

Průběh zimy 2005/2006 z klimatologického a meteorologického hlediska je podrobně hodnocen ve zprávě *Sandev a kol. (2006)*. Zde pro přehlednost uvádíme jen stručné závěry.

Ze zprávy vyplývá, že pro vývoj hydrologické situace v průběhu zimy 2005/2006 byly rozhodující průběh teploty vzduchu a množství srážek akumulované ve formě sněhové pokrývky. V případě sněhové pokrývky bylo podstatné její prostorové rozložení, přičemž teploty vzduchu determinovaly formu srážek (déšť, sníh) a případný výskyt oblev.

Vzhledem k tomu, že extrémní množství sněhu před povodní leželo v některých regionech především ve středních polohách, byly pro účely hodnocení vývoje hydrologické situace zpracovány grafy průběhu minimální a maximální teploty a výšky sněhové pokrývky v klimatologických stanicích Kostelní Myslová a Příbram (viz **Obr. 1.2** a **Obr. 1.3**), které území o těchto nadmořských výškách reprezentují.

Z analýzy a porovnání obou grafů na **Obr. 1.2** a **Obr. 1.3** vyplývá, že od počátku znázorněného období (2. ledna) až do 26. 3. se minimální teploty prakticky nedostaly výrazněji nad 0 °C a maximální teploty jen v několika dnech dosáhly či přesáhly +5 °C. Srážky padaly převážně ve formě sněhu. Oblevu způsobil významnější vzestup teplot ve druhé únorové dekádě. Další výraznější oteplení nastalo kolem 20. 3. (až +10 °C), ale minimální teploty zůstávaly až do 26. 3. pod bodem mrazu, což odtávání sněhu výrazně zpomalovalo.

Sněhová pokrývky se na obou stanicích udržela až do zmíněného 26. 3., pozoruhodné však je, že ač obě stanice leží zhruba ve stejné nadmořské výšce, sněhová pokrývky ve stanici Kostelní Myslová dosahovala zhruba trojnásobku výšky sněhové pokrývky ve stanici Příbram.

Tato skutečnost se významným způsobem projevila na následném vývoji hydrologické situace, neboť stanice Kostelní Myslová reprezentuje do značné míry území Českomoravské vrchoviny, kde zásoby sněhu byly celoplošně velmi významné, zatímco stanice Příbram, jako ukazatel situace na povodí střední a dolní Berounky, vysvětluje fakt, proč povodeň na Berounce neměla zásadnější průběh a dopad. V **Tab. 1.1** uvádíme pro srovnání průměrné hodnoty teplot a výšky sněhové pokrývky za období 2. 1.–25. 3. v obou zmíněných stanicích:

Tab. 1.1 Průměrné hodnoty vybraných prvků za období 2. 1.–25. 3. 2006

Veličina	Příbram	Kostelní Myslová
Minimální teplota [°C]	-5.8	-7.0
Maximální teplota [°C]	-0.1	0.6
Výška sněhové pokrývky [cm]	13	45

Pro vznik povodňové situace byl rozhodující vývoj výšky sněhové pokrývky (a její vodní hodnoty) v období před povodní. Na obou grafech na **Obr. 1.2** a **Obr. 1.3** je patrné, že

výška sněhové pokrývky dosáhla svého maxima v období kolem 15. 3. Poté až do 25. 3. docházelo k pozvolnému poklesu, což lze vysvětlit jejím odtáváním, spíše však růstem její hustoty, tj. zvětšováním obsahu vody v objemové jednotce, o čemž nepřímo svědčí velmi pomalý vzestup hladin a průtoků ve sledovaných tocích v období před 25. 3.

1.2 Přehled vývoje hydrologické situace v průběhu zimy 2005/2006

V **Tab. 1.2** je uveden přehled průměrných měsíčních průtoků ve vybraných vodoměrných profilech v období 11/2005–3/2006. Údaje jsou čerpány z příslušných Měsíčních zpráv o hydrometeorologické situaci, které vydává centrální předpovědní pracoviště ČHMÚ.

Tab. 1.2 Průměrné měsíční průtoky v období 11/2005–3/2006 a % dlouhodobých měsíčních průměrů ve vybraných vodoměrných profilech

Tok	Profil		Průměrné měsíční průtoky a % dlouhodobého měsíčního průměru				
			11/2005	12/2005	1/2006	2/2006	3/2006
Labe	Brandýs nad Labem	m ³ .s ⁻¹	36.5	52.6	37.4	51	182
		%	42	50	35	40	107
Vltava	Praha-Chuchle	m ³ .s ⁻¹	90.6	71.2	123	104	426
		%	76	63	93	56	160
Labe	Děčín	m ³ .s ⁻¹	154	179	210	223	712
		%	61	59	65	57	141
Odra	Bohumín	m ³ .s ⁻¹	13	38	25.5	36.8	126
		%	32	116	86	91	168
Morava	Strážnice	m ³ .s ⁻¹	15.4	41	40.9	57.9	144
		%	27	76	81	83	125
Dyje	Nové Mlýny	m ³ .s ⁻¹	18.2	21.1	21.2	24.9	79.3
		%	54	57	51	43	85

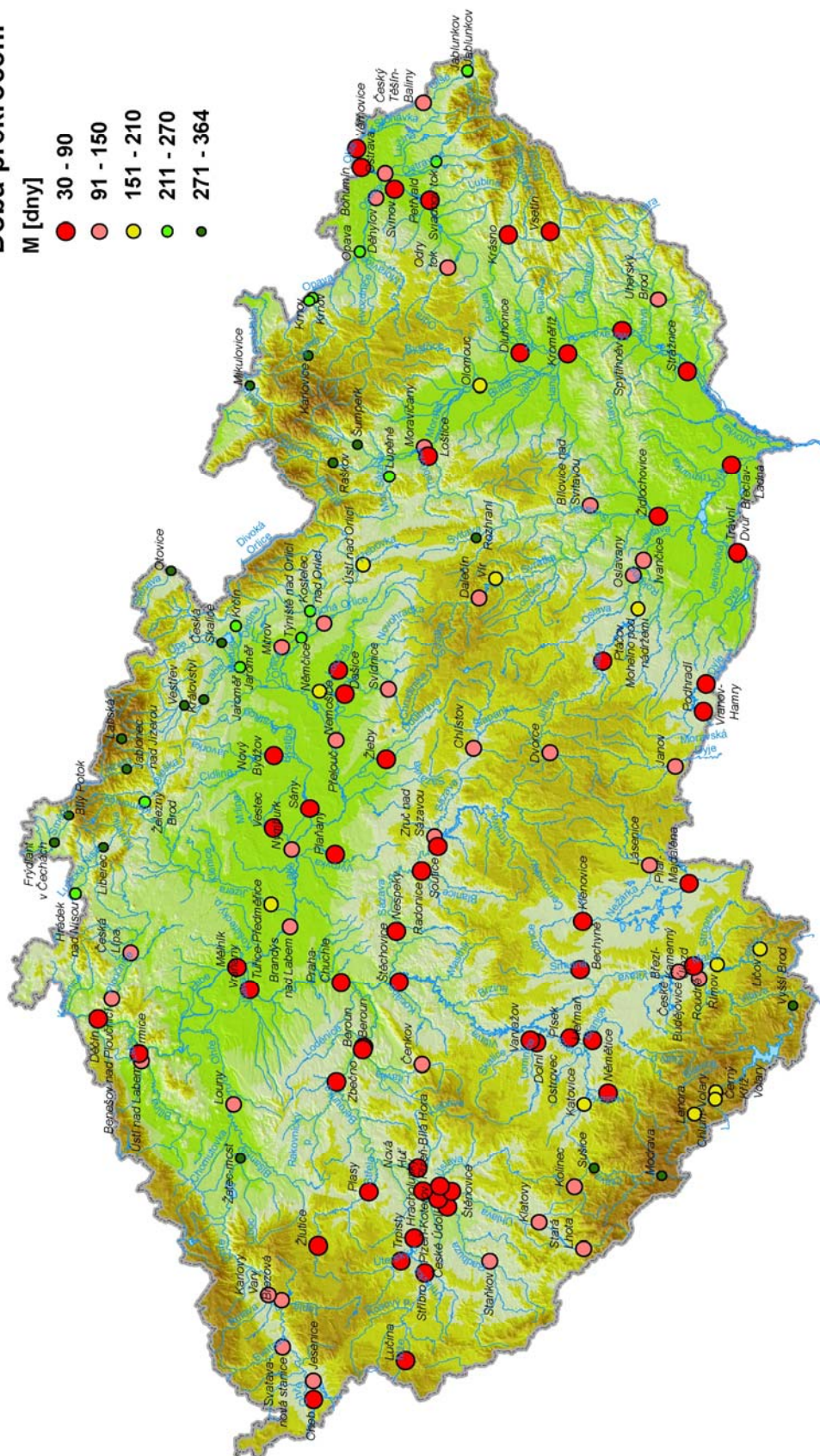
Z **Tab. 1.2** vyplývá, že průtoky se v průběhu zimy 2005/2006 pohybovaly převážně pod svými dlouhodobými průměry. Nadprůměrné hodnoty v březnu jsou výsledkem oblevy na začátku druhé dekády března, ale především oteplení a prudkého tání sněhu po 25. březnu.

Z hlediska vývoje hydrologické situace byla důležitá rovněž obleva v druhé dekádě února, která postihla zejména povodí Berounky, přičemž bylo na některých tocích dosaženo 2. a 3. stupňů povodňové aktivity. Na tomto povodí odtál během této oblevy prakticky veškerý sníh v nižších polohách. Obleva byla doprovázena ledochodem s následnou tvorbou ledových bariér (povodí Berounky, Bečva). Ve druhé polovině měsíce se ledové jevy v nižších a středních polohách zredukovaly, příp. již nebyly pozorovány (povodí dolního Labe a Ohře). Na většině toků ve středních a vyšších polohách se ledové jevy sice udržovaly až do druhé poloviny března, ale tloušťka ledu se postupně vlivem vyšších teplot vody zmenšovala, a proto během povodně na konci března již ledové jevy nezpůsobily významnější vzdouvání vodní hladiny, a tudíž nekomplikovaly průtočné poměry v korytech řek.

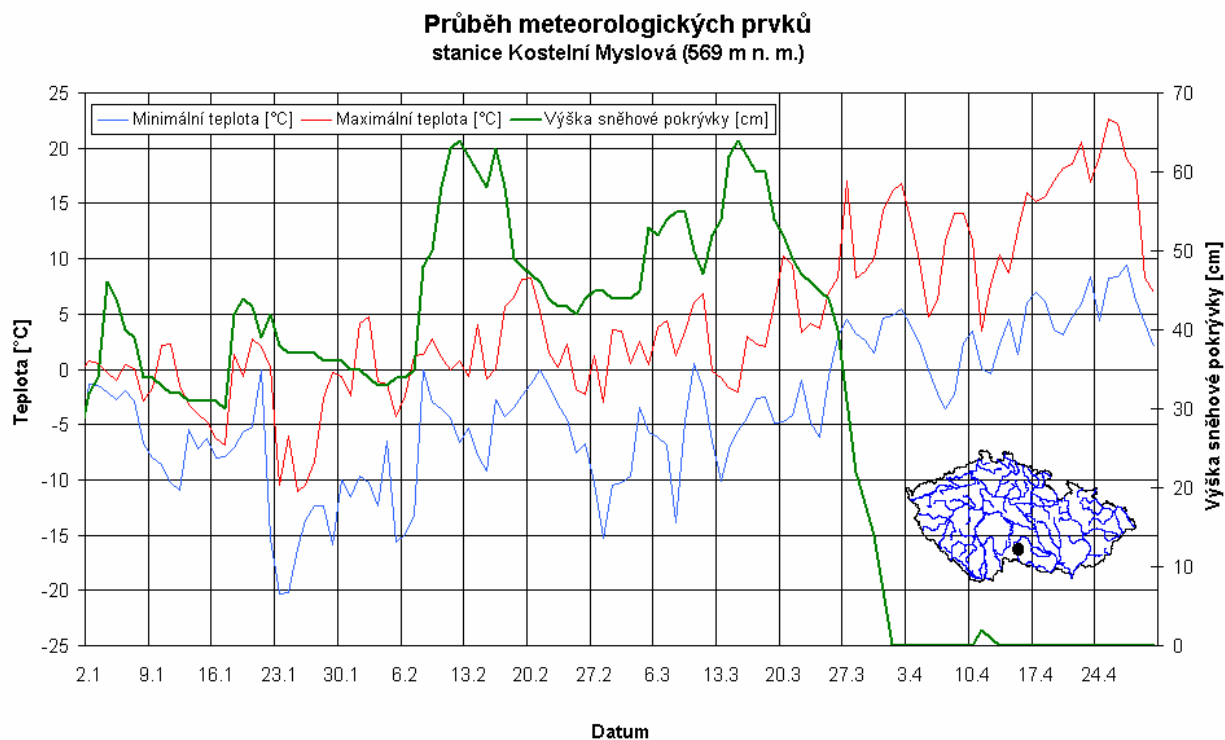
Podrobnější popis vývoje průtokových poměrů zhruba tři týdny před povodní ilustruje graf na **Obr. 1.4**, kde je na příkladu povodí Moravské Dyje v profilu Janov znázorněn průběh průtoků v období 1. 3.–25. 3. 2006 a vývoj výšky sněhové pokrývky (dle stanice Kostelní Myslová). Zřetelná jsou dvě období kumulace sněhové pokrývky a dvě období tání, což se projevilo i na průběhu průtoků. Dne 12.3. v důsledku první oblevy bylo dosaženo dlouhodobého průměru Q_a , poté nastal pokles a po 20. 3. započal další vzestup, který vrcholil 29. 3. (viz **Obr. 4.42**) kulminačním průtokem s dobou opakování více než 100 let.

Doba přechození

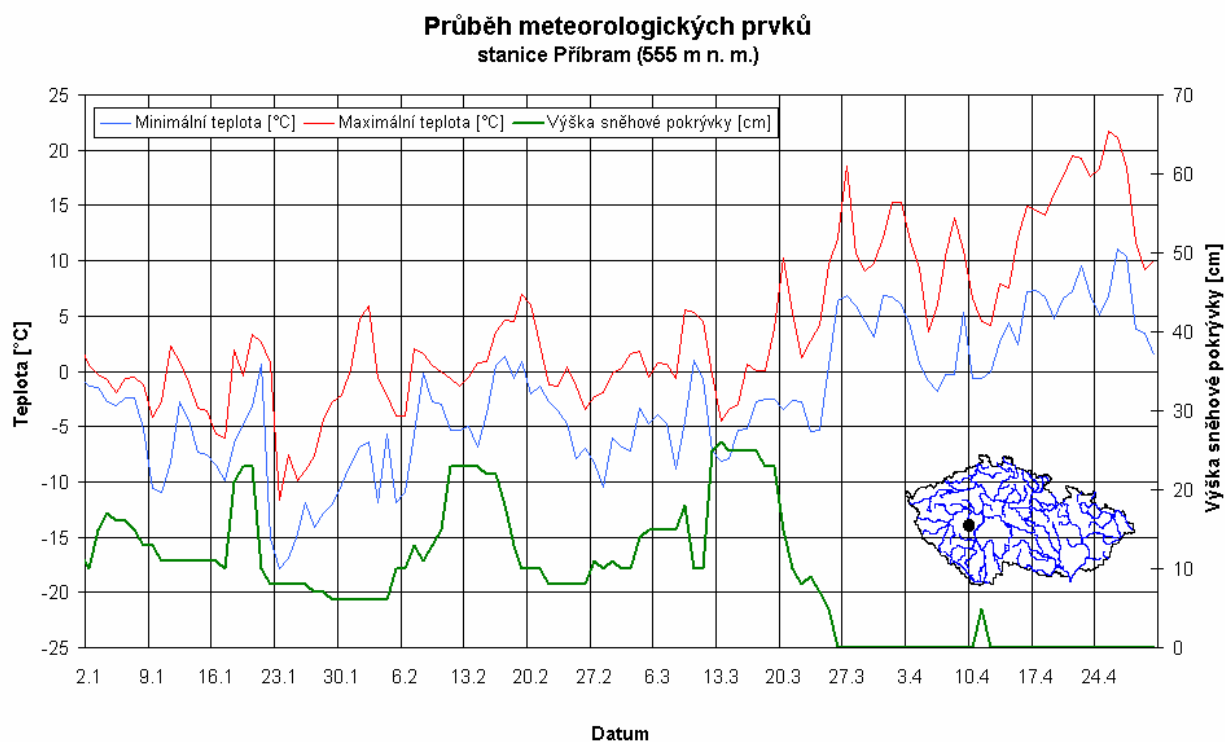
- M [dny]
- 30 - 90
 - 91 - 150
 - 151 - 210
 - 211 - 270
 - 271 - 364



Obr. 1.1 Hydrologická situace ve vybraných profilech vodních toků dne 24. 3. 2006

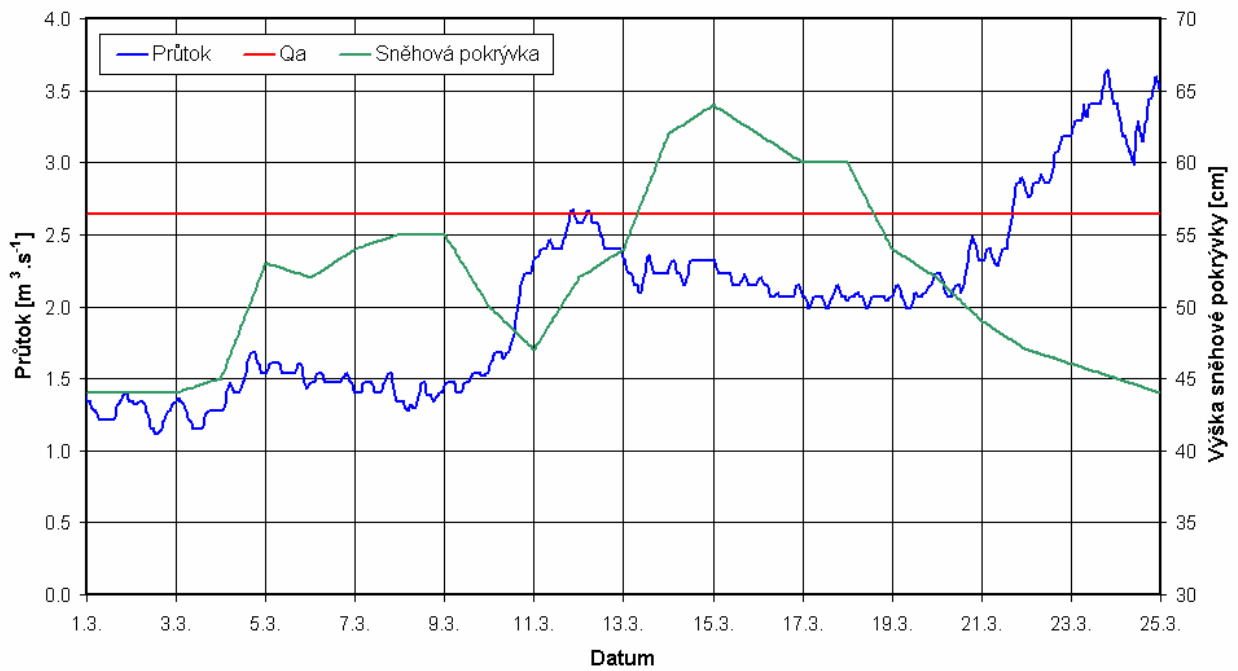


Obr. 1.2 Průběh vybraných meteorologických veličin za období 2. 1.–30. 4. 2006 ve stanici Kostelní Myslová



Obr. 1.3 Průběh vybraných meteorologických veličin za období 2. 1.–30. 4. 2006 ve stanici Příbram

Moravská Dyje – Janov



Obr. 1.4 Průběh průtoků a výška sněhové pokrývky na povodí Moravské Dyje v profilu Janov v období 1. 3.–25. 3. 2006

2 ZHODNOCENÍ PŘÍČIN POVODNĚ

2.1 Významné sněhové zásoby jako předběžný faktor

Během zimního období se na velké části území ČR vytvořily značné zásoby vody ve sněhové pokrývce. V důsledku malého počtu relativně teplejších období s teplotou nad bodem mrazu se tyto zásoby sněhu udržely téměř až do konce března. Nepříznivým faktorem pro další vývoj bylo právě přetrvání sněhové pokrývky, neboť koncem března lze v případě rychlého oteplení předpokládat výskyt vyšších teplot i intenzivnějších srážek než například v únoru. Vývoj počasí v březnu 2006 měl právě tento charakter.

Vodní hodnota sněhu zaznamenaná v horských oblastech sice nebyla rekordní, avšak v kombinaci s často nejvyššími pozorovanými hodnotami za posledních 50 let ve středních nadmořských výškách dosáhly právě na konci března celkové sněhové zásoby v povodích nejvyšších hodnot od 60. let 20. století.

Vodní hodnota představuje objemové množství vody obsažené ve sněhové pokrývce a je uváděna v přepočtu na výšku vody na povodí v milimetrech. Mapa na **Obr. 2.1** znázorňuje plošné rozložení vodní hodnoty sněhové pokrývky v mm na území ČR dne 20. 3. 2006, tj. zhruba 6 dní před začátkem intenzivního tání.

Z mapy na **Obr. 2.1** je zřejmé, že největší zásoby vody ve sněhu se nacházely ve všech horských oblastech Čech, Moravy a Slezska, zatímco nížiny v Polabí, na dolním toku Ohře, a dále rovněž na dolním toku Dyje a Moravy byly takřka bez sněhové pokrývky. Je nutno konstatovat, že ačkoli vodní hodnota sněhu v horských polohách (nad 900 m) byla významná, jeho pomalejší odtávání zpomalilo nástup povodňových stavů v horských a podhorských oblastech. Sníh v těchto polohách odtával pouze během poledních a odpoledních hodin a v nočních hodinách tání ustávalo.

Pro vývoj povodňové situace se ukázaly jako rozhodující zásoby vody ve sněhu v oblasti Českomoravské vrchoviny, kde na velké ploše (řádově tisíců km²) v nadmořských výškách do 700 metrů ležela mocná sněhová pokrývka. Velmi významné zásoby sněhu vzhledem k nadmořské výšce se nacházely rovněž na horním toku Dyje na území Rakouska, na středním toku Moravy a dolním toku Bečvy a také v povodích pravostranných přítoků Moravy nad Olomoucí. Naopak podstatně méně sněhu leželo ve srovnatelných nadmořských výškách v povodí Otavy, ale zejména Berounky, což, jak se později ukázalo, značně přispělo ke snížení extremity povodně na středním a dolním toku Vltavy.

V **Tab. 2.1** jsou uvedeny celkové zásoby vody ve sněhu na vybraných povodích, včetně jejich rozdělení do jednotlivých výškových zón. Zvýrazněny jsou řádky se sumárními údaji za velká povodí.

Z tabulky např. vyplývá, že v povodí Labe ležely více než 4 mld. m³ vody ve sněhu, z toho dvě třetiny zásob se nacházely v nadmořských výškách do 700 metrů, v povodí Moravy nad Dyjí činily zásoby vody ve sněhu téměř 1 mld. m³ a v nadmořských výškách do 700 metrů leželo zhruba 80 % těchto zásob. K tomu je třeba uvést, že na těch povodích, které nezasahují do horských oblastí, leželo v nadmořských výškách do 700 metrů téměř 100 % zásob sněhu (Sázava, Lužnice, Dyje). Zajímavé je kupříkladu porovnání Lužnice s Otavou, které mají srovnatelnou plochu povodí, ale na povodí Lužnice leželo v nadmořských výškách do 700 metrů zhruba čtyřnásobné množství sněhu oproti povodí Otavy, což podstatně ovlivnilo průběh povodně na těchto povodích.

Tab. 2.1 Zásoby vody ve sněhové pokrývce ke dni 20. 3. 2006 na vybraných povodích

Povodí	Plocha [km ²]	Zásoby vody ve sněhu [mil. m ³] v nadmořské výšce:					Celkové zásoby [mil. m ³]
		do 300 m n. m.	300–500 m n. m.	500–700 m n. m.	700–900 m n. m.	nad 900 m n. m.	
Labe nad Orlicí	2123.5	4.6	119.0	100.7	40.4	74.1	338.8
Orlice	2035.1	11.5	108.9	111.4	62.3	16.4	310.6
Labe od Orlice po Jizeru	6730.7	49.7	145.0	121.9	2.4	–	319.0
Jizera	2193.9	15.1	105.6	84.7	81.0	50.3	336.8
Labe nad Vltavou	13712.3	82.5	480.9	418.8	186.0	140.8	1309
Vltava nad Lužnicí	3594.3	–	38.2	126.7	231.0	138.3	534.1
Lužnice	4233.4	–	159.2	256.2	21.9	6.5	443.9
Otava	3840.0	–	27.8	71.6	107.6	157.7	364.6
Vltava pod Otavou	11994.6	–	231.1	457.6	360.5	302.4	1352
Sázava	4350.3	3.0	189.2	249.9	4.2	–	446.3
Berounka pod Úslavou	4790.3	–	19.8	125.8	44.3	19.6	209.5
Berounka od Úslavy po ústí	4065.2	0.3	14.7	38.3	9.2	–	62.5
Vltava pod Berounkou	26699.5	3.8	480.2	886.2	418.2	322.1	2110
Ohře	5588.2	1.1	38.6	294.3	145.7	34.2	513.9
Labe nad Kamenicí	51193.2	127.6	1104	1636	770.7	497.4	4135
Odra nad Olší	4722.5	40.9	139.9	233.8	114.3	57.6	586.5
Morava nad Bečvou	3577.4	39.7	155.1	180.8	63.5	64.9	504.1
Bečva	1618.6	14.6	80.1	125.9	48.3	5.6	274.4
Morava od Bečvy po Dyji	5287.3	57.7	118.8	36.2	1.6	0.1	214.3
Morava nad Dyjí	10483.3	111.9	354.0	342.9	113.4	70.6	992.8
Dyje po Jevišovku	3589.0	2.8	83.9	138.7	1.0	–	226.3
Svratka nad Jihlavou	4118.4	8.2	93.4	206.8	27.1	–	335.5
Jihlava	2998.9	1.4	69.7	179.7	2.8	–	253.6
Dyje po ústí s Moravou	13442.7	19.3	270.4	526.3	30.8	–	846.8

2.2 Oteplení a rychlé tání sněhové pokrývky jako příčinný faktor

První mírné oteplení nastalo po 20. březnu, kdy odpolední teploty začaly vystupovat nad bod mrazu, ale vzhledem k tomu, že minima se udržovala pod nulou, tání sněhu bylo jen velmi pozvolné a tomu odpovídal jen pozvolný vzestup průtoků, viz **Obr. 1.4**. Výrazná změna nastala od 25. března, kdy na území České republiky začal proudit teplý a vlhký vzduch společně s přechodem jednotlivých front, doprovázeným dešťovými srážkami, a to i v nejvyšších polohách. Oteplení vyvrcholilo 27. 3., kdy byly místně překonány teplotní rekordy (např. v Praze-Klementinu). Sníh tál o poznání rychleji v nižších a středních polohách (do 700 m n. m.), a proto na těch povodích, kde ležela značná sněhová pokrývka v polohách do 700 m n. m., dosahovala povodeň největší extremity.

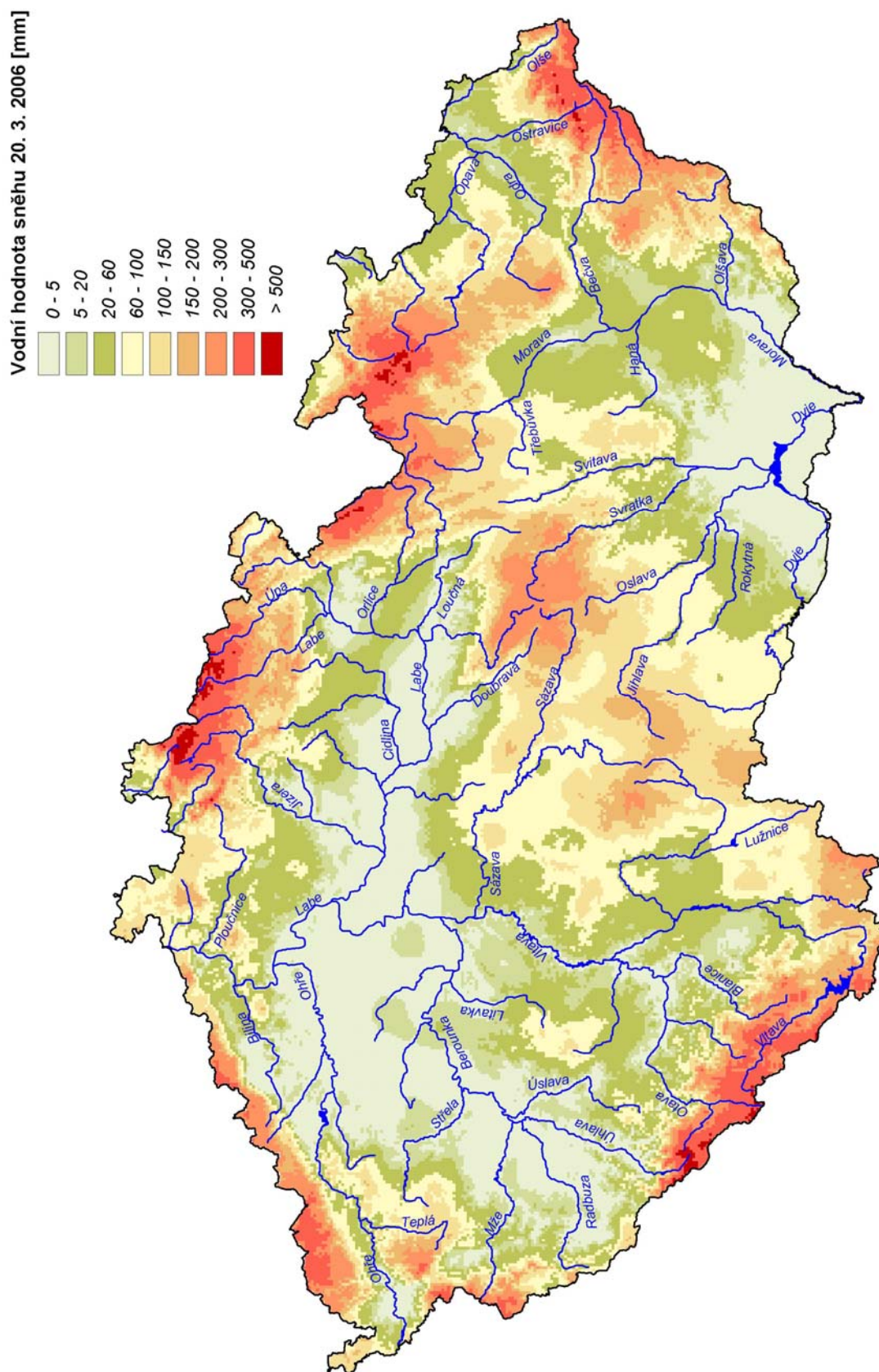
Tání sněhu urychlily i dešťové srážky. Mapa na **Obr. 2.5** ukazuje plošné rozložení spadlých srážek za období 25. 3.–3. 4. 2006. Nejvyšší úhrny srážek se vyskytly v horských oblastech, ale ty zasáhly jen relativně malou plochu. Z hlediska tvorby povodně nejvýznamnější srážky (40–60 mm) spadly za uvedené období v oblasti Českomoravské vrchoviny, poměrně intenzivně přišlo i v Brdech. Jako nejdeštivější den se dá hodnotit 28.

březen, kdy spadlo místy až 30 mm. Lze říci, že srážky působily víceméně jako katalyzátor tání, ale zásadní podíl na odtoku měla voda ze sněhové pokrývky.

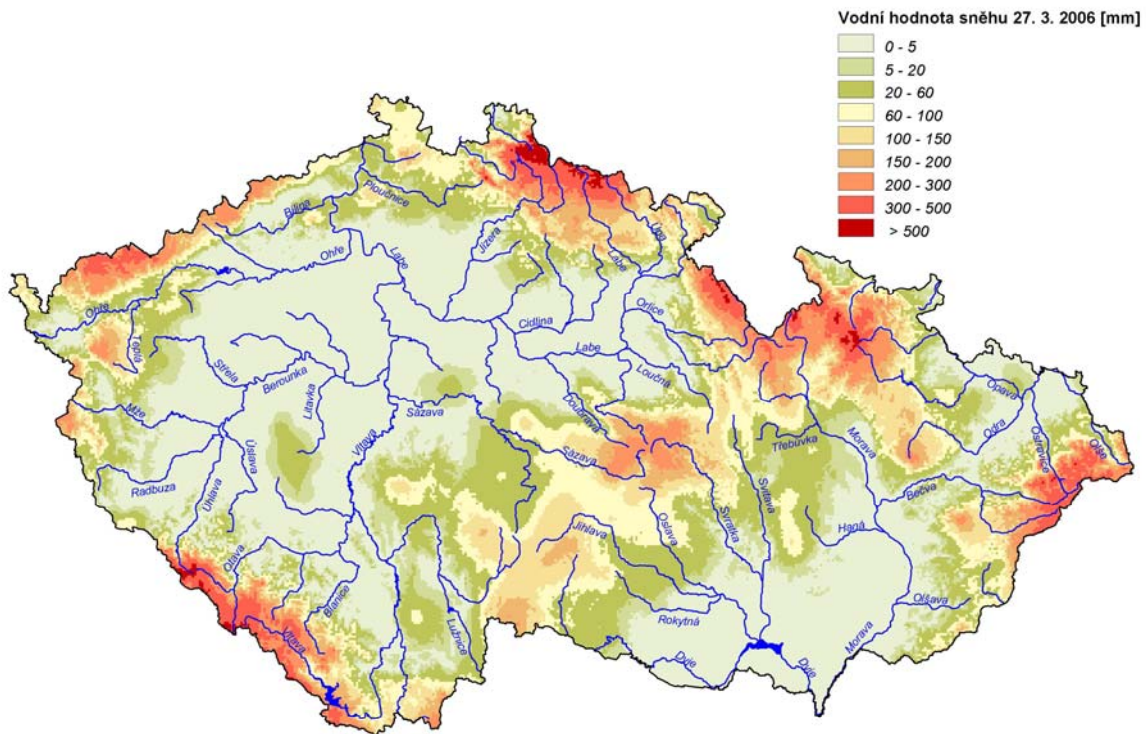
Výsledky z výpočtů jednoduchého fyzikálního modelu (autor RNDr. L. Němec z ČHMÚ, viz Sandev a kol., 2006) simulujícího tání sněhu v denním kroku ukázaly, že největší úbytek vodní hodnoty sněhu nastal 27. 3. v důsledku vysokých teplot vzduchu. Významný byl i 28. 3., kdy bylo sice chladněji, ale místy se vyskytly i vydatné srážky. V této první fázi sníh tál zejména v nižších a středních polohách. Druhý, podružný vrchol tání významný pro průběh povodně se vyskytl ve dnech 30. a 31. 3., kdy tání probíhalo ve vyšších a horských polohách.

Uvedené výpočty dokumentuje **Obr. 2.4**, kde je na vybraných povodích pěti vodoměrných stanic ukázán vývoj velikosti vodní hodnoty sněhové pokrývky od 20. 3. do 10. 4. 2006. Grafy ukazují v podstatě podobný průběh, kdy za počátek intenzivního tání lze označit 27. březen a jeho ukončení 2. až 3. duben, s největšími úbytky vodní hodnoty ve dnech 27., 28. a 30. března. V oblasti Beskyd se na rozdíl od většiny ostatního území vyskytly významné dešťové srážky 29. 3., což potvrzuje nejvyšší úbytek na povodí vodoměrné stanice Český Těšín na Olši za tento den. Úbytky vodní hodnoty sněhové pokrývky ve dnech s nejintenzivnějším táním mohly místně překročit hodnoty i 40 mm za den. Na povodích, kde značná část území leží v nadmořské výšce nad 800 m n. m. (Malá Čermná, Český Těšín), se sníh udržel i po 3. dubnu a nadále odtával jen velmi pozvolna.

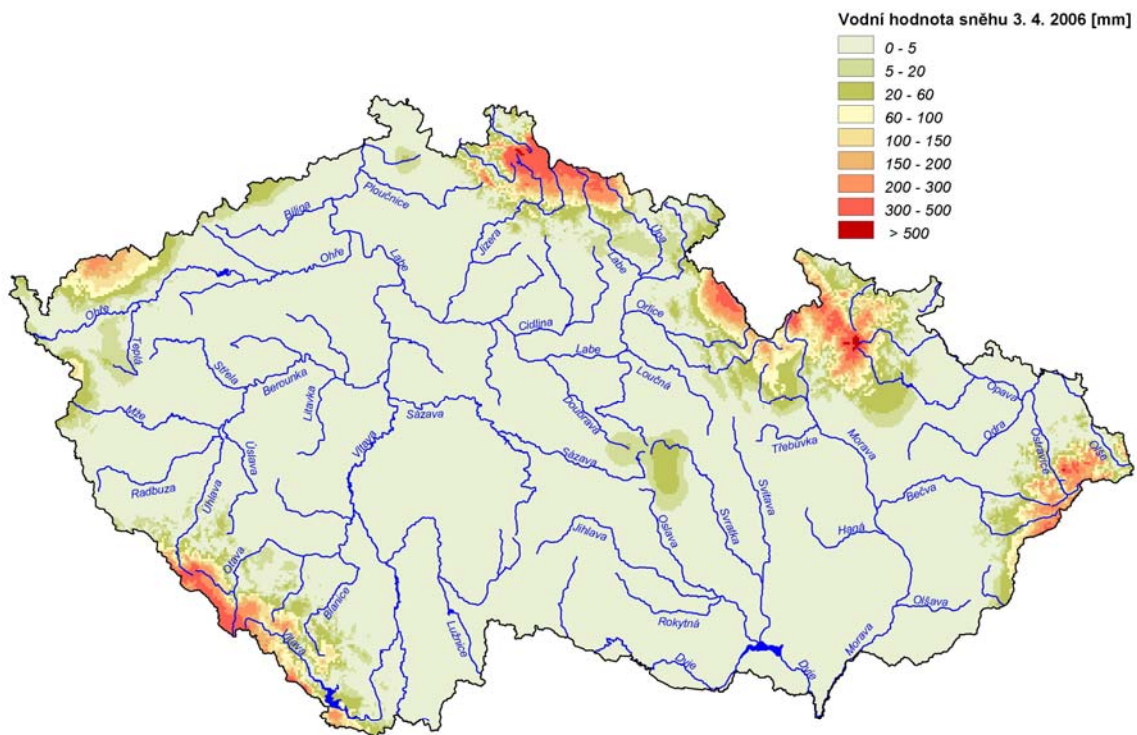
Mapy na **Obr. 2.2** a **Obr. 2.3** znázorňují plošné rozložení sněhových zásob ve formě vodní hodnoty ve dnech 27. 3. a 3. 4. 2006. Již v termínu 27. 3. je možné pozorovat zřetelný úbytek vodní hodnoty sněhu oproti 20. 3. (**Obr. 2.1**). Mapa na **Obr. 2.3** ukazuje, že ke 3. 4. 2006 již veškeré relevantní zásoby sněhu odtály a sníh se udržel jen v horských polohách nad 800 m n. m. Rychlost tání v polohách 500–600 m n. m. dokumentují i grafy na **Obr. 1.2** a **Obr. 1.3**.



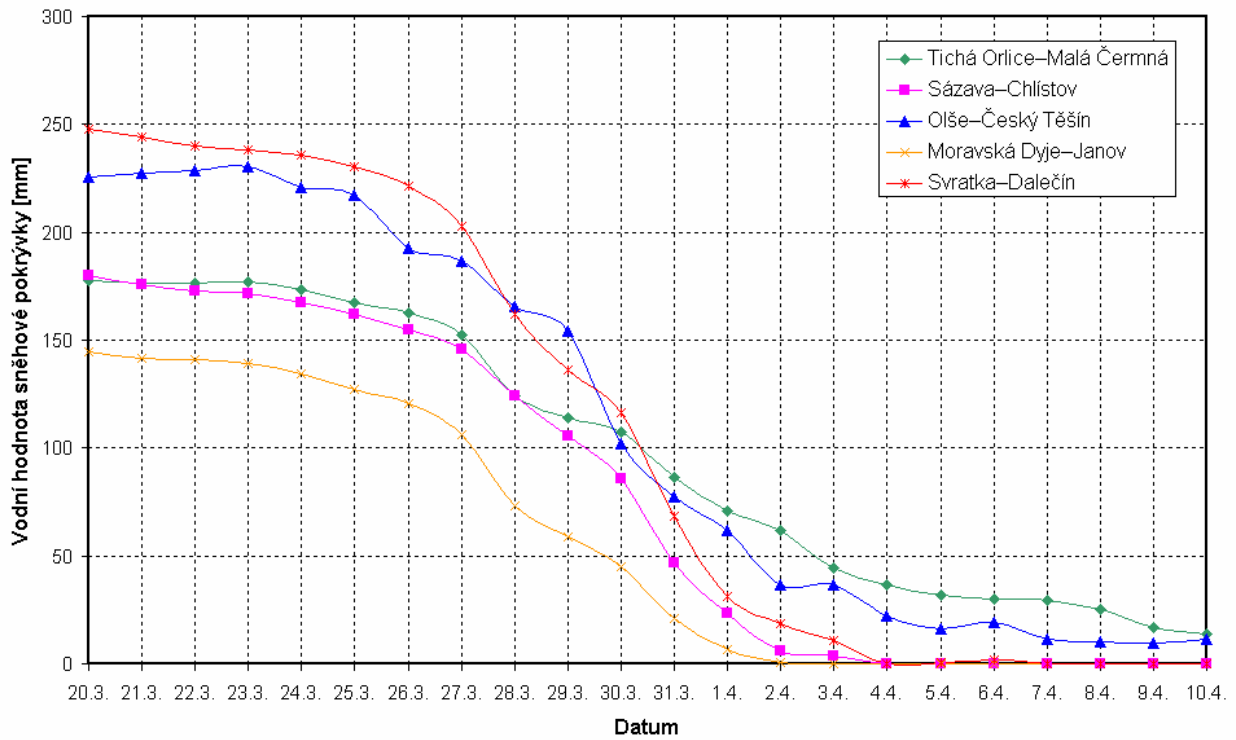
Obr. 2.1 Vodní hodnota sněhové pokrývky dne 20. 3. 2006



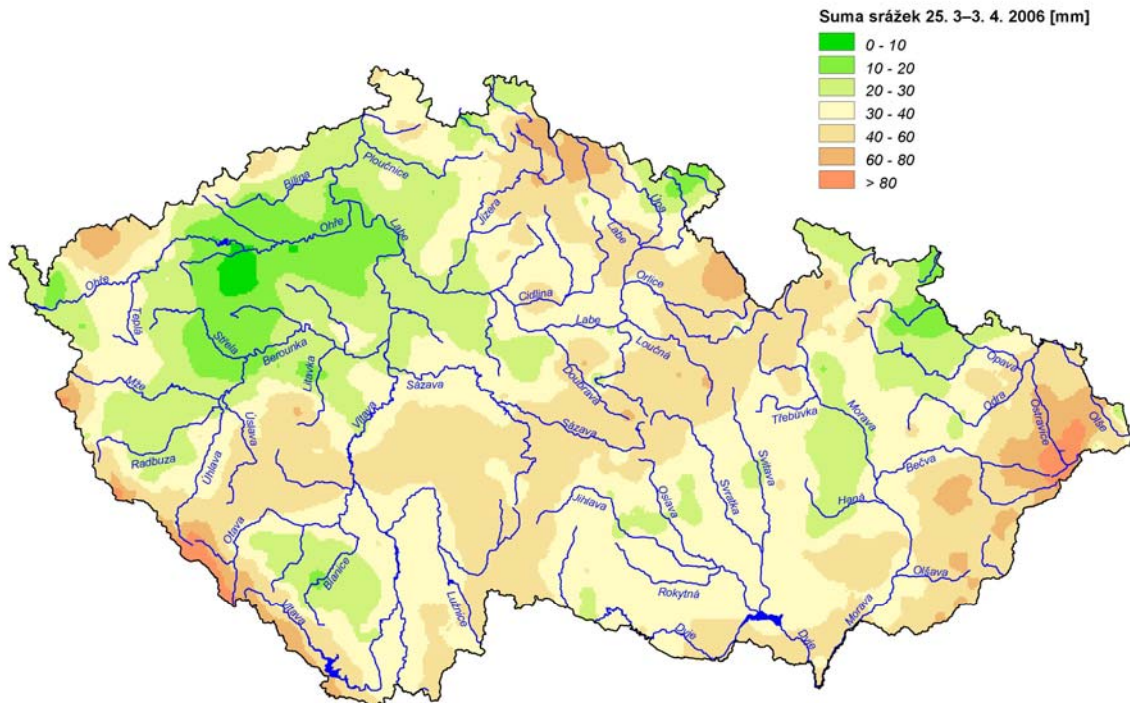
Obr. 2.2 Vodní hodnota sněhové pokrývky dne 27. 3. 2006



Obr. 2.3 Vodní hodnota sněhové pokrývky dne 3. 4. 2006



Obr. 2.4 Vývoj vodní hodnoty sněhové pokrývky na povodích vybraných vodoměrných stanic



Obr. 2.5 Množství srážek za období 25. 3.–3. 4. 2006

3 VYHODNOCENÍ PRŮTOČNÝCH MNOŽSTVÍ

Cílem zpracování dat naměřených ve vodoměrných stanicích je vyhodnocení hydrogramů průtoků. Pro tyto účely je nutné mít k dispozici vedle spolehlivého záznamu vodního stavu rovněž kvalitní přímá měření průtoku a na jejich základě zpracovanou měrnou křivku s extrapolací do vysokých hodnot vodních stavů.

Oproti srpnové povodni v roce 2002 došlo v tomto ohledu k významnému kvalitativnímu posunu. Především vznikly jen minimální výpadky v pozorování, takže byly k dispozici prakticky veškeré záznamy o vodních stavech z vodoměrných stanic a nebylo nutné provádět žádná složitá ověřování průběhu vodního stavu a jeho kulminačních hodnot. Částečně je to výsledek stavebních rekonstrukcí mnoha vodoměrných stanic, provedených od povodně 2002. Na druhé straně je zřejmé, že kulminační stavy byly vesměs nižší než za povodně v roce 2002.

Další důležitou skutečností bylo nasazení přístroje ADCP při měření průtoků. Měření přístrojem ADCP je založeno na Dopplerově efektu, kdy jsou při kontinuálním pohybu přístroje (zavěšeném na laně) po hladině snímány rychlosti a hloubka vody, viz foto na **Obr. 3.1**. Přístroje ADCP se používají v hydrologické praxi ČHMÚ od roku 2003 a jarní povodeň 2006 umožnila jejich důkladné prověření. Při měření během povodně se výborně osvědčily. Bylo možné na mnoha místech změřit průtoky za takových podmínek, za jakých to dříve nebylo pomocí vodoměrné vrtule ani myslitelné. Podstatné je také to, že měření systémem ADCP jsou velmi rychlá a efektivní, tudíž je možné uskutečnit za jediný den podstatně více měření než dříve. Příklad vyhodnocení z programového vybavení dodávaného s přístrojem ADCP je uveden na **Obr. 3.2**.

Měření průtoků za povodňových situací vystavuje měřící techniku extrémním podmínkám, které v mnoha případech mohou vést k dočasnému omezení provozního stavu měřící techniky, nebo až k jejímu poškození. Z těchto důvodů byly po povodni provedeny kontroly a funkční ověření hydrometrických vrtulí a přístrojů ADCP.

Tab. 3.1 dokumentuje výsledky vybraných měření provedených za jarní povodně v období od 27. 3. do 7. 4. Vybrána byla ta měření, kde byl změřen průtok alespoň na úrovni dvouleté vody. Z tabulky je zřejmé, že byly změřeny některé průtoky na úrovni až stoletých vod. K dosažení vysokého počtu takto významných měření přispěla rovněž skutečnost, že povodňové průtoky přetrvávaly v tocích nepoměrně delší dobu a postup povodně byl daleko lépe předvídatelný než za povodně 2002, a proto bylo možné výjezdy na měření operativně naplánovat.

Vyhodnocená měření průtoku značně přispěla k upřesnění konstrukce měrných křivek, a to zejména v té její části, která byla dříve extrapolována na základě hydraulických a bilančních hydrologických výpočtů. V profilech na dolním toku Moravy se např. ukázalo, že rychlosti dosahovaly při srovnatelných vodních stavech až o třetinu vyšších hodnot než za letní povodně v roce 1997. V některých profilech byla extrapolace měrné křivky ještě dodatečně ověřena hydraulickým výpočtem, příp. musela být provedena úprava měrné křivky vzhledem ke vzduť vodní hladiny (např. v profilu Podhradí na Dyjí, kde byla hladina vzduť nádrží Vranov).

Pro potřeby bilančních výpočtů byly pro všechny vodoměrné stanice v ČR spočteny v GIS průměrné denní výšky srážek na povodí v období 25. 3.–24. 4. 2006 a průměrné hodnoty obsahu vody ve sněhové pokrývce za jednotlivé dny v období 20. 3.–10. 4. 2006. Sumární údaje o spadlých srážkách, úbytku vodní hodnoty sněhové pokrývky a odteklém množství jsou pro vybraná povodí vodoměrných stanic uvedeny v **Tab. 5.1** a **Tab. 5.2** v rámci kap. 5.

Výsledkem zpracování jsou jednak hydrogramy povodňových vln v průtocích, jejichž příklady jsou ve formě grafického znázornění součástí kap. 4, a dále hodnoty kulminačních průtoků, jejichž přehled společně s dosaženou dobou opakování je uveden v **Tab. 4.2**.

Tab. 3.1 Vybraná významná měření průtoků provedená během povodně

Datum	Tok	Stanice	Vodní stav [cm]	Změřený průtok [m ³ .s ⁻¹]	Střední profilová rychlost [m.s ⁻¹]	Max. profilová rychlost [m.s ⁻¹]	Doba opak. [roky]	Způsob měření	
27. 3.	Štítarský potok	Svidnice	277	20.8	0.67	1.49	10–20	virtule	
	Mrlina	Vestec	232	24.3	1.22	2.03	2–5	ADCP	
	Stropnice	Pašínovice	226	38.4	0.82	1.90	2	virtule	
	Chotýšanka	Libež	193	14.3	0.63	1.60	2–5	ADCP	
	Blanice	Radonice	318	44.6	1.28	1.89	2–5	ADCP	
28. 3.	Zlatý potok	Třemošnice	-	5.1	1.15	**	2–5	virtule	
	Doubrava	Mladotice	-	35.1	1.63	**	2–5	virtule	
	Novohradka	Hrochův Týnec	-	76.4	1.21	1.97	20–50	ADCP	
	Chrudimka	Nemošice	266	91.1	1.47	2.70	2–5	ADCP	
	Doubrava	Spačice	168	32.7	1.67	2.86	2–5	ADCP	
	Mrlina	Vestec	315	62.6	1.19	2.03	50–100	ADCP	
	Blanice	Louňovice	344	41.5	1.21	1.82	10–20	ADCP	
	Mastník	Radič	163	25.6	1.27	2.28	5–10	virtule	
	Blanice	Radonice	415	99.8	1.58	2.42	20–50	ADCP	
	Martinický potok	Senožaty	247	22.6	1.71	2.20	2–5	ADCP	
	Želivka	Poříčí	286	99.0	1.41	1.75	2–5	ADCP	
	Trnava	Želiv – Tmávka	164	50.4	0.92	1.78	2–5	virtule	
	Želivka	Želiv – Želivka	186	61.5	1.10	1.40	2–5	ADCP	
	Bystřice	Velká Bystřice	196	30.5	1.78	2.98	2–5	virtule	
	Velička	Hranice	126	16.1	1.94	2.48	2–5	virtule	
	Rokytná	Moravský Krumlov	276	29.8	1.64	2.68	5	virtule	
	29. 3.	Chrudimka	H. Bradlo	-	35.3	1.19	2.08	2–5	ADCP
		Smutná	Rataje	245	41.0	0.89	1.84	5	virtule
		Lomnice	Ostrovec	208	55.0	1.02	3.22	5	virtule
		Skalice	Varvažov	229	63.8	1.96	3.65	10	virtule
Sázava		Chlístov	240	180.0	1.32	1.68	20–50	ADCP	
Šlapanka		Mírovka	244	71.8	1.90	2.54	50–100	ADCP	
Sázava		Světlá nad Sázavou	404	226.0	1.24	1.68	20–50	ADCP	
Vltava		Praha-Výtoň	252	1250.0	1.16	1.44	2–5	ADCP	
Osoblaha		Osoblaha	191	23.7	1.63	2.47	2–5	virtule	
Opavice		Krnov	158	27.4	2.54	3.70	2–5	virtule	
Odra		Odry	262	84.3	2.36	3.34	5–10	virtule	
Bílovka		Velké Albrechtice	208	14.3	1.66	2.38	2–5	virtule	
Třebůvka		Loštice	325	76.3	1.40	**	5–10	ADCP	
Jihlava		Ivančice	415	155.0	1.54	2.45	2–5	virtule	
Jihlava		Ptáčov	412	125.0	1.44	2.19	5–10	virtule	
Dyje	Podhradí	403	322.0	2.07	2.88	100	virtule		
Moravská Dyje	Janov	313	74.8	1.45	2.67	>100	virtule		
Želetavka	Jemnice	249	34.0	1.45	2.01	50	virtule		
30. 3.	Vrchlice	Vrchlice	112	11.1	1.32	2.06	2–5	virtule	
	Lužnice	Pilař	421	145.0	1.81	2.70	20	virtule	
	Nežárka	Rodvínov	166	51.3	1.70	2.34	10	virtule	
	Nežárka	Lásenice	274	112.0	1.95	2.31	20	virtule	

Tab. 3.1 Vybraná významná měření průtoku provedená během povodně

Datum	Tok	Stanice	Vodní stav [cm]	Změřený průtok [m ³ .s ⁻¹]	Střední profilová rychlost [m.s ⁻¹]	Max. profilová rychlost [m.s ⁻¹]	Doba opak. [roky]	Způsob měření
	Hejlovka	Čakovice	176	23.4	1.61	2.30	2–5	virtule
	Sázava	Zruč nad Sázavou	466	274.0	1.60	2.47	20–50	ADCP
	Sázava	Kácov	566	424.0	1.43	2.08	20–50	ADCP
	Blanice	Radonice	369	78.1	1.46	2.34	10–20	ADCP
	Sázava	Nespeky	558	536.0	1.68	2.62	20–50	ADCP
	Svitava	Bílovice n. Svitavou	430	110.0	1.71	2.50	10–20	virtule
	Jevišovka	Božice	281	34.5	1.11	2.24	10–20	virtule
	Dyje	Trávní Dvůr	556	221.0	1.01	2.31	20–50	virtule
	Svratka	Židlochovice	515	230.0	1.27	2.19	5–10	virtule
	Dyje	Podhradí	458	368.0	1.90	3.30	>100	ADCP
31. 3.	Třebovka	Třebovice	127	10.1	1.21	2.03	5	ADCP
	Loučná	Dašice	286	60.9	1.34	2.02	20	virtule
	Loučná	Cerekvice	238	37.0	1.33	1.96	10–20	virtule
	Malše	Rechle (Roudné)	221	106.0	1.20	1.90	2–5	virtule
	Lužnice	Klenovice	372	326.0	1.51	2.26	50–100	virtule
	Lužnice	Bechyně	498	440.0	2.86	3.33	50	ADCP
	Sázava	Kácov	526	374.0	1.40	2.00	10–20	ADCP
	Sázava	Chlístov	218	132.0	1.18	1.47	5–10	ADCP
	Sázava	Světlá nad Sázavou	341	169.0	1.18	1.51	5–10	ADCP
	Sázava	Nespeky	521	465.0	1.65	2.01	10–20	ADCP
	Odra	Svinov	375	185.1	1.90	**	2–5	ADCP
	Dyje	Vranov	323	279.0	2.19	3.14	>100	virtule
	Dyje	Znojmo	392	294.0	1.69	2.82	>100	virtule
	Dyje	Podhradí	383	255.0	1.80	2.91	50–100	virtule
	Jihlava	Ivančice	452	195.0	1.76	2.81	5	virtule
1. 4.	Loučná	Dašice	267	51.9	1.30	1.89	10–20	ADCP
	Jizera	Tuřice-Předměřice	492	262.0	2.11	2.62	2–5	ADCP
	Vltava	Zbraslav	1354	1200.0	1.97	2.59	2–5	ADCP
	Morava	Olomouc	503	350.2	1.68	**	10–20	ADCP
	Dyje	Nové Mlýny	690	560.0	1.54	2.56	20–50	virtule
	Dyje	Ladná	448	417.0	1.31	2.63	10–20	virtule
	Morava	Strážnice	699	706.0	1.54	2.49	100	virtule
2. 4.	Cidlina	Nový Bydžov	231	59.1	0.95	1.80	5–10	ADCP
	Divoká Orlice	Kostelec nad Orlicí	218	99.8	1.74	3.06	2–5	ADCP
	Třebovka	Hylváty	160	19.8	0.95	1.49	2–5	ADCP
	Labe	Týnec	448*	667.0	1.89	2.89	10–20	ADCP
	Labe	Nymburk	431	727.0	1.40	2.25	5–10	ADCP
3. 4.	Labe	Jaroměř	266	141.0	1.54	2.36	2–5	virtule
	Labe	Kostelec nad Labem	780	1010.0	1.58	1.87	10–20	ADCP
	Lužnice	Frahelž	268	91.0	1.92	2.86	50	virtule
	Hamerský potok	Oldříš	148	26.4	1.75	2.51	50–100	virtule
	Nová řeka	Mláka	340	81.1	1.72	2.65	10–20	virtule
	Sázava	Zruč nad Sázavou	342	149.0	1.54	**	2–5	ADCP
	Sázava	Kácov	447	267.0	1.27	1.82	2–5	ADCP
	Sázava	Nespeky	440	326.0	1.49	2.02	2–5	ADCP
	Vltava	Vraňany	592	1340.0	2.33	2.90	2–5	ADCP
	Morava	Moravičany	375	198.0	1.06	2.39	2–5	virtule

Tab. 3.1 Vybraná významná měření průtoku provedená během povodně

Datum	Tok	Stanice	Vodní stav [cm]	Změřený průtok [m ³ .s ⁻¹]	Střední profilová rychlost [m.s ⁻¹]	Max. profilová rychlost [m.s ⁻¹]	Doba opak. [roky]	Způsob měření
	Svratka	Brno-Poříčí	233	130.0	2.05	2.85	5–10	vrtule
	Svratka	Veverská Bitýška	302	121.0	1.65	2.87	2–5	vrtule
	Morava	Kroměříž	678	649.0	2.14	3.02	10–20	vrtule
	Morava	Spytihněv	656	671.0	1.95	2.75	20–50	vrtule
	Morava	Lanžhot	556	519.0	1.44	2.60	10–20	ADCP
4. 4.	Labe	Ústí nad Labem	880	2460.0	1.70	2.60	5–10	ADCP
	Labe	Děčín	868	2710.0	2.13	2.80	5–10	ADCP
	Dyje	Nové Mlýny	710	648.0	1.69	2.84	50	vrtule
	Dyje	Ladná	452	418.0	1.34	2.92	5–10	vrtule
	Dyje	Znojmo	277	141.0	1.21	1.97	5–10	vrtule
5. 4.	Lužnice	Klenovice	327	239.0	1.32	1.90	20	vrtule
	Lužnice	Bechyně	396	273.0	2.21	2.80	5–10	vrtule
	Vltava	Zbraslav	1313	1000.0	1.90	2.37	2–5	ADCP
	Morava	Kroměříž	591	500.0	2.00	2.92	5	vrtule
	Morava	Spytihněv	591	549.0	1.84	2.75	5–10	vrtule
	Dyje	Ladná	442	419.0	1.37	2.40	5–10	ADCP
	Dyje	Nové Mlýny	654	452.0	1.37	2.90	10–20	ADCP
6. 4.	Labe	Nymburk	339	496.0	1.46	1.85	2–5	ADCP
	Labe	Kostelec nad Labem	658	673.0	1.37	1.65	2–5	ADCP
	Hamerský potok	Oldříš	115	17.7	1.58	2.41	10	vrtule
	Nežárka	Lásenice	185	46.3	1.31	1.98	2	vrtule
	Labe	Ústí nad Labem	822	2200.0	1.67	2.13	2–5	ADCP
	Labe	Děčín	814	2400.0	2.13	2.75	5–10	ADCP
	Dyje	Nové Mlýny	630	398.0	1.23	2.17	5–10	vrtule
	Dyje	Ladná	431	391.0	1.30	2.35	5–10	vrtule
	Morava	Strážnice	672	539.0	1.40	2.35	10–20	ADCP
	Morava	Lanžhot	529	466.0	1.38	2.55	5–10	ADCP
7. 4.	Labe	Mělník	573	1560.0	1.74	2.44	2–5	ADCP

* stav ve stanici Přelouč

** údaj není k dispozici



Obr. 3.1 Měření průtoku systémem ADCP (na Labi v Děčíně)



Obr. 3.2 Příklad vyhodnocení měření průtoku systémem ADCP (na Labi v Děčíně)