

ČÁST A

I. etapa:

Meteorologické vyhodnocení jarní povodně 2006 na území ČR

ÚVOD

Český hydrometeorologický ústav předkládá „Meteorologické vyhodnocení jarní povodňové situace na území ČR v roce 2006“. Pro tuto analýzu byly použity všechny dostupné podklady.

Analýza povětrnostní situace se zabývá synoptickými příčinami, které vedly ke vzniku jarní povodňové situace, včetně zhodnocení cirkulačních podmínek během celého zimního období v prostoru severní Atlantik – Evropa. Analýza si všímá i podobnosti se situací v roce 2005, kdy ale oteplení (v březnu) téměř nebylo doprovázeno deštěm, takže vodní toky se tehdy plnily téměř výhradně vodou z tajícího sněhu.

Zpráva obsahuje rovněž analýzu povětrnostní situace a základních meteorologických prvků bezprostředně před a v průběhu vzniku povodňové situace. Jsou zde popsány a graficky znázorněny průběhy teplotních, srážkových a sněhových charakteristik a jejich vztah k dlouhodobým průměrným hodnotám.

Důležitou součástí vyhodnocení je i zhodnocení spolehlivosti a účinnosti měření výšky sněhové pokrývky a její vodní hodnoty. Ta se používá jako jeden ze vstupů do hydrologických modelů. Hodnocení spolehlivosti měření vodní hodnoty sněhové pokrývky bylo prováděno po jednotlivých povodích zasažených povodní.

Pro meteorologické předpovědi jsou používány výstupy z numerických předpovědních modelů. V případě jarních povodní 2006 byly nejdůležitější předpovědi teplot (oteplení po dlouhém studeném období) a předpovědi množství srážek. Bylo provedeno hodnocení těchto dvou prvků, v případě teplot předpovědi až na 10 dní dopředu.

Povodeň na přelomu března a dubna 2006 byla způsobena především táním sněhových zásob v kombinaci s výskytem vysokých teplot a dešťových srážek. Sníh se na území ČR akumuloval už od konce prosince 2005. Vzhledem k tomu, že až do konce března přetrvávaly záporné teploty vzduchu, nedocházelo k dílčím oblevám, a proto celkové zásoby vody ve sněhové pokrývce místy, a to zvláště ve středních nadmořských výškách, dosáhly rekordních hodnot od roku 1961. Nepříznivým faktorem bylo přetrvání sněhové pokrývky až do konce března, kdy se již mohou vyskytovat vyšší teploty vzduchu a intenzivnější srážky.

Naše území bylo před vznikem povodně (do 25. 3.) pod vlivem tlakové výše, v jejímž týlu k nám proudil studený vzduch od severu. Od 25. 3. počasí u nás ovlivňovaly jednotlivé frontální systémy přinášející oteplení a dešťové srážky. Déšť se v neděli (26. 3.) vyskytl na většině území ČR. Zaznamenané úhrny přitom místy přesáhly 10 mm a nejvyšší denní teploty vystoupily až ke 13 až 15 °C.

V pondělí (27. 3.) pak odpolední maxima dosahovala pro tuto dobu rekordních hodnot 15 až 20 °C (v Praze-Klementinu byl překonán dosavadní teplotní rekord o 1,5 °C, když teplota přesáhla 21 °C). Nejvýraznější frontální vlna postupovala přes střední Evropu v úterý a ve středu (28. až 29. 3.), srážkové úhrny dosáhly místy až 20 až 35 mm.

Srážky se vyskytovaly i v dalších dnech, avšak celkové denní úhrny již většinou nepřekročily 5 mm. Maximální teploty dosahovaly v úterý, ve středu a ve čtvrtek (28. až 30. 3.) od 7 do 13 °C, od pátku do neděle (31. 3. až 2. 4.) pak mezi 13 a 17 °C. Minimální noční teploty se pohybovaly v průměru od 8 do 3 °C. Průměrné denní teploty tak dosahovaly hodnot o 2 až 4 °C vyšších než je dlouhodobý normál pro toto období.

1 POPIS A ZHODNOCENÍ CIRKULAČNÍCH PODMÍNEK V PRŮBĚHU POSLEDNÍCH DVOU ZIMNÍCH OBDOBÍ

Cirkulace atmosféry v mírných zeměpisných šířkách, která zde určuje ráz počasí, se neustále vyvíjí a přináší tak změny v počasí. Proměnlivost cirkulace atmosféry je, ve srovnání s ostatními podnebnými oblastmi, v mírných zeměpisných šířkách obvykle značná, protože se zde běžně dostává do kontaktu chladný vzduch z vyšších zeměpisných šířek s teplým vzduchem z nižších zeměpisných šířek. Teplotní kontrast je motorem cirkulace atmosféry, vznikají, vyvíjejí se a zanikají typické útvary cirkulace atmosféry mírných zeměpisných šířek jako jsou fronty, tlakové níže a tlakové výše. Proměnlivost cirkulace atmosféry je však nejen krátkodobá, ale má i dlouhodobější charakter. Příčinou krátkodobé proměnlivosti počasí jsou jednotlivé postupující a vyvíjející se útvary cirkulace atmosféry. Určitý ráz cirkulace atmosféry obvykle trvá několik dní, hovoříme o přirozených synoptických obdobích. Z dlouhodobějšího hlediska se mnohdy v rozmezí několika týdnů nebo i měsíců některé povětrnostní situace opakují častěji, na úkor jiných, a to se může odrazit na změně rázu ročních období. Tyto krátkodobé změny mohou působit současně s dlouhodobými změnami klimatu; pravděpodobně se jedná o globální oteplování způsobené alespoň do určité míry antropogeními vlivy, zejména zvyšováním koncentrací skleníkových plynů v atmosféře.

Cirkulaci atmosféry v mírných zeměpisných šířkách meteorologové rozdělují do jednotlivých typů, charakterizovaných řídicími tlakovými útvary, které usměrňují ve svém okrajovém proudění postup frontálních a tlakových útvarů. Taková klasifikace má řadu typů, z nichž každý se projevuje svým typickým rázem počasí. Klasifikace, která vznikla na půdě Českého hydrometeorologického ústavu, má 28 typů a typizace se provádí od roku 1946. Frekvence výskytu jednotlivých typů se značně liší, významný je i její sezonní chod během roku. Za prvních 40 let provádění typizace, tj. od roku 1946 do roku 1985, byly spočteny základní statistické charakteristiky výskytu jednotlivých typů. Začátkem tohoto století byl statisticky zpracován výskyt jednotlivých typů v zimě (prosinec až březen) pro dvě období: 1961 až 1990 a 1989 až 2001. Daly se tak porovnat trendy výskytu situací v zimním období.

1.1 Cirkulační anomálie, opakovatelnost synoptických situací, průměrné mapy

Celkově lze konstatovat zvyšující se výskyt situací s převažujícím přílivem teplého vzduchu na úkor situací s převažujícím přílivem studeného vzduchu. Markantně se to projevuje u nejčastější zimní situace, západní cyklonální Wc, která přináší výraznou oblevu. Její výskyt se v posledním desetiletí sledovaného období významně zvýšil. Důsledkem je trend postupného oteplování v zimním období a poklesu výšky sněhové pokrývky.

V posledních zimách se však tento trend zvrátil. Již zima 2003/2004 byla poměrně bohatá na sníh i v nižších polohách. V první polovině následující zimy 2004/2005 bylo sice velmi teplo, ale od konce ledna do poloviny března 2005 panovalo u nás teplotně výrazně podnormální počasí s nadnormální sněhovou pokrývkou téměř na celém území. Mimořádně vysoká sněhová pokrývka napadla zejména v Krkonoších. Příčinou byl nadnormální výskyt situací s převažujícím prouděním studeného vzduchu, a to zejména cyklonálních. Nejčastěji se vyskytovala situace severovýchodní cyklonální NEc, druhá nejčastější byla severní cyklonální Nc. V měsíci únoru 2005 byla rovněž nejčastější situace NEc, jejíž výskyt dosáhl 455% normálu (1946–1985), druhá v pořadí byla situace Nc s 245 % výskytu v porovnání s normálem. Nadnormálního výskytu dosáhly dále situace: cyklona nad střední Evropou C 344 %, jihovýchodní anticyklonální SEa 275 %, brázda nad střední Evropou B 183 %, východní anticyklonální situace Ea 139 %, a východní cyklonální situace Ec 131 %. V celém studeném období se situace jihozápadní cyklonální SWc2, způsobující výraznou oblevu, nevyskytla vůbec a jedinou krátkou oblevu přinesla obvykle nejčastější zimní situace Wc, která se vyskytla pouze ve třech únorových dnech (v únoru zaznamenala 131 % normálního

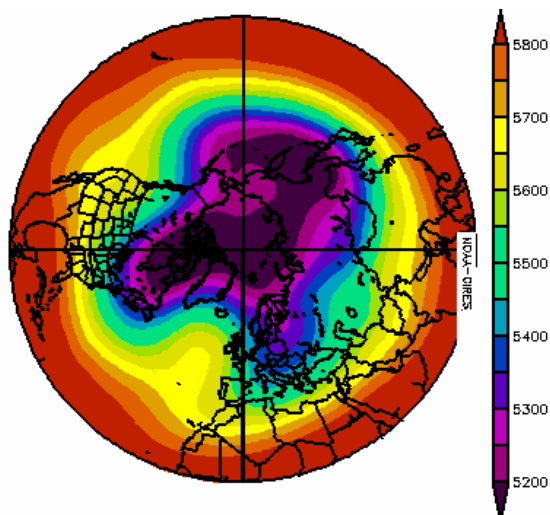
výskytu). V uvažovaném období bylo cyklonálních situací 78 %, anticyklonálních 22 %. Cyklonální situace tedy výrazně převažovaly a v plné čtvrtině období, 26 %, se vyskytovala situace NEc typicky bohatá na sníh i v nížinách.

Zatímco v zimě 2004/2005 trvalo studené období téměř dva měsíce, v zimě 2005/2006 nastoupilo studené období již v polovině listopadu a trvalo až do druhé poloviny března, tedy déle než čtyři měsíce. Tak dlouhé studené období – od listopadu do března byly všechny měsíce teplotně podnormální – se vyskytuje velmi zřídka. Vzhledem k tomu, že zahrnovalo všechny zimní měsíce (prosinec, leden, únor) a navíc část podzimního i jarního měsíce (listopadu a března), byly to ideální podmínky pro mimořádně dlouhou a studenou zimu. V celém studeném období od 15. listopadu do 23. března se nevyskytl ani jeden den se situacemi Wc a SWc2, které v zimě způsobují nejrazantnější oblevy. Přitom situace Wc je, jak již bylo zmíněno, v dlouhodobém průměru v zimě nejčastější. V celém tomto období byl tedy příliv teplého vzduchu z Atlantiku blokován. Naopak se stále obnovoval příliv studeného vzduchu z vyšších zeměpisných šířek nebo od východu z pevniny a přitom převažoval vliv tlakových níží s četnými sněhovými srážkami. Nejčastěji se vyskytovala situace NEc s typickým sněžením i v nížinách, celkem v 17 dnech a její výskyt v zimních měsících od prosince do února odpovídal 372 % normálu. Podobný dopad na počasí měly i situace: východní cyklonální Ec – 13 dní a 161 % zimního normálu, severní cyklonální Nc – 12 dní a 102 % zimního normálu, západní cyklonální s jižní drahou Wcs – 8 dní a 59 % zimního normálu, cyklona nad střední Evropou C – 4 dny a 358 % zimního normálu. Druhá nejčastější situace uvažovaného období, severozápadní cyklonální NWc s 15 dny výskytu a 260 % zimního normálu přinášela významné srážky většinou sněhové a mírnou oblevu do nižších poloh zejména jihozápadní poloviny Čech. Podobně se v počasí projevovala i situace vchod do frontální zóny Vfz – 8 dní a 187 % zimního normálu. Situace brázda nad střední Evropou B – 13 dní a 35 % zimního normálu, jihozápadní cyklonální SWc1 – 3 dny a 216 % zimního normálu a jihozápadní cyklonální SWc3 – 3 dny a 204 % zimního normálu se projevovaly teplotami kolem nuly nebo mírně nad nulou a srážkami většinou smíšenými, od vyšších poloh sněhovými. Anticyklonální situace, tlaková výše nad střední Evropou A – 7 dní a 126 % zimního normálu, jihovýchodní anticyklonální SEa – 6 dní 170 % zimního normálu, postupující tlaková výše Ap1 – 6 dní a 828 % normálu (vysoké procento výskytu souvisí s tím, že situace se normálně vyskytuje velmi zřídka), východní anticyklonální Ea – 5 dní a 69 % zimního normálu a severovýchodní anticyklonální NEa – 2 dny a 114 % normálu, způsobily mrazy, které vyvrcholily lednovou situací Ea. V celém období bylo cyklonálních situací 74 % a anticyklonálních 26 %, cirkulace byla tedy ze tří čtvrtin cyklonální, nejčtenější byla situace NEc s 13 % výskytu.

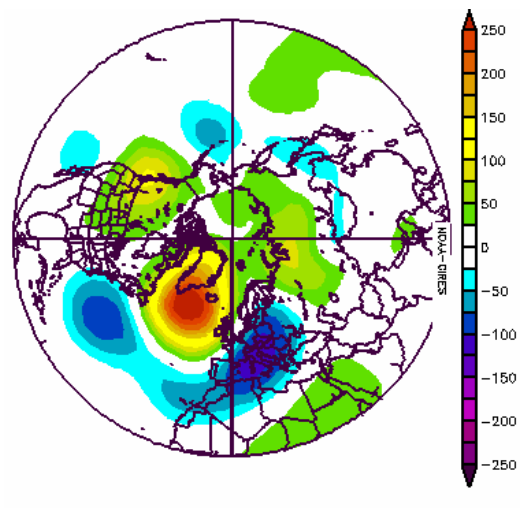
Na základě srovnání studeného období zimy 2004/2005 se studeným obdobím zimy 2005/2006 můžeme konstatovat, že ráz cirkulace atmosféry byl obdobný. Podstatný je ovšem rozdíl v trvání těchto situací. Studené období zimy 2005/2006 bylo více než dvojnásobně dlouhé ve srovnání se studeným obdobím předchozí zimy. Přesto byla výsledná sněhová pokrývka na převažující části území ČR v obou případech srovnatelná.

Cirkulační anomálie zim 2004/2005 a 2005/2006 se výrazně projevíly na mapách průměrů a mapách odchylek od normálu. Studené období zimy 2004/2005 od 24. ledna do 15. března 2005 se na mapě průměrů hladiny 500 hPa (**Obr. 1.1**) vyznačuje výraznou brázdou směřující ze severní Evropy přes střední Evropu nad Středomoří. Nad východním Atlantikem se nachází naopak výrazný hřeben. Oběma útvarům odpovídají odchylky od normálu, které jsou daleko nejvýraznější na celé severní polokouli (**Obr. 1.2**) Centrum záporných odchylek leží nad střední Evropou, centrum kladných odchylek nad severním Atlantikem jižně od Islandu. V hladině 850 hPa (**Obr. 1.3**) zasahuje jazyk studeného vzduchu od severovýchodu přes střední Evropu nad Středomoří a jazyk teplého vzduchu zabírá téměř celý severní Atlantik. Oblasti odchylek od normálu (**Obr. 1.4**), záporná s centrem nad střední Evropou,

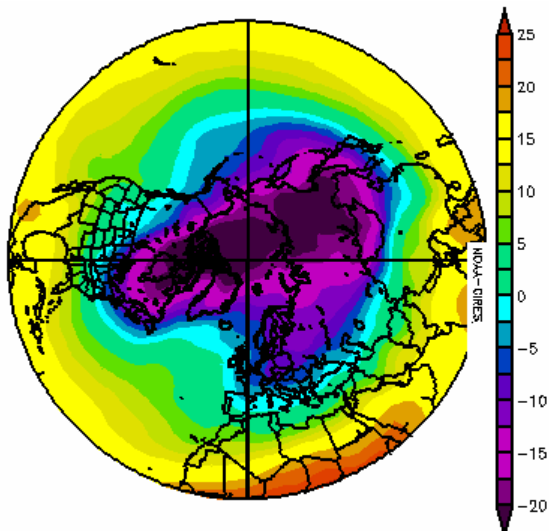
zasahující až k východním břehům Severní Ameriky, a kladná s centrem nad Grónskem, jsou nejsilnější na severní polokouli. Na mapě odchylek průměrného tlaku vzduchu na hladině moře od normálu (**Obr. 1.5**) dominuje výrazná kladná odchylka jižně od Islandu, záporná odchylka nad jihovýchodní Evropou je méně výrazná. Všechny tyto mapy ukazují na mimořádně zesílené proudění vzduchu z vyšších zeměpisných šířek nad střední Evropu, které sem přinášelo studený vzduch a v oblasti nízkého tlaku vzduchu sněhové srážky. Obdobný obraz poskytují i mapy pro měsíc únor 2005.



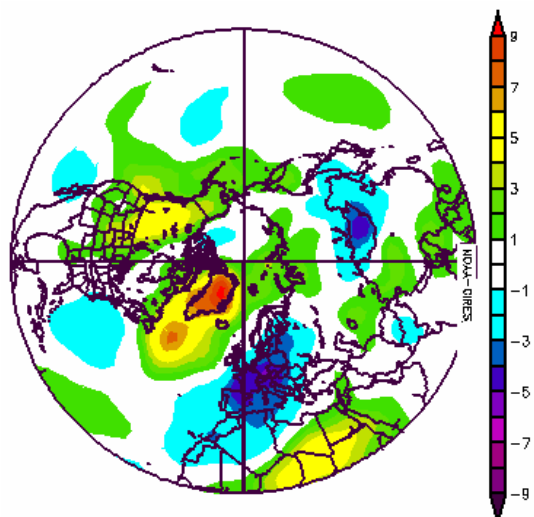
Obr. 1.1 Mapa průměrných hodnot AT 500hPa 24. leden až 15. březen 2005



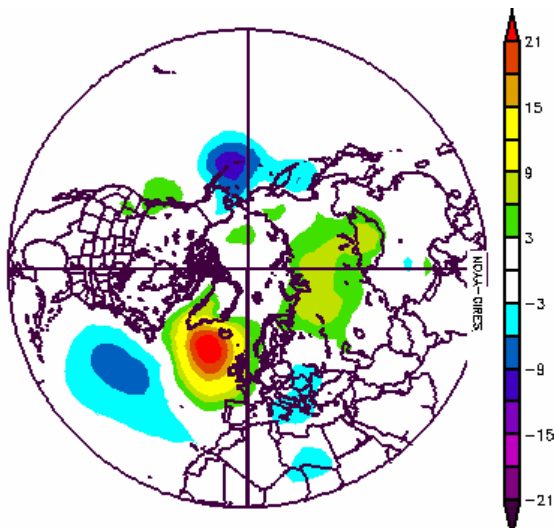
Obr. 1.2 Mapa odchylek od normálu průměrných hodnot AT 500 hPa 24. leden až 15. březen 2005



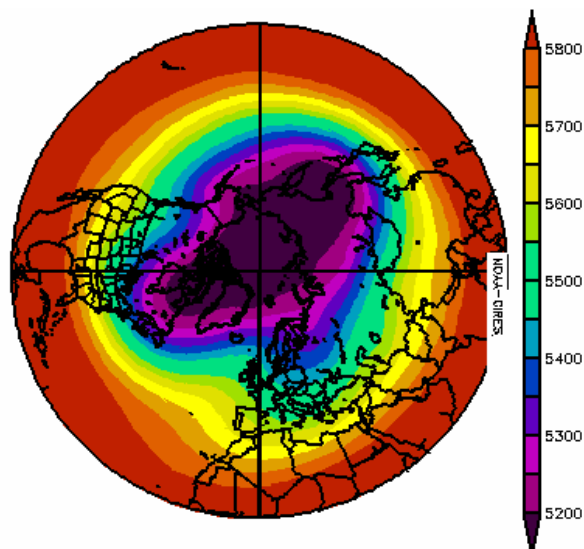
Obr. 1.3 Mapa průměrných teplot v hladině 850 hPa 24. leden až 15. březen 2005



Obr. 1.4 Mapa odchylek od normálu průměrných teplot v hladině 850 hPa 24. leden až 15. březen 2005

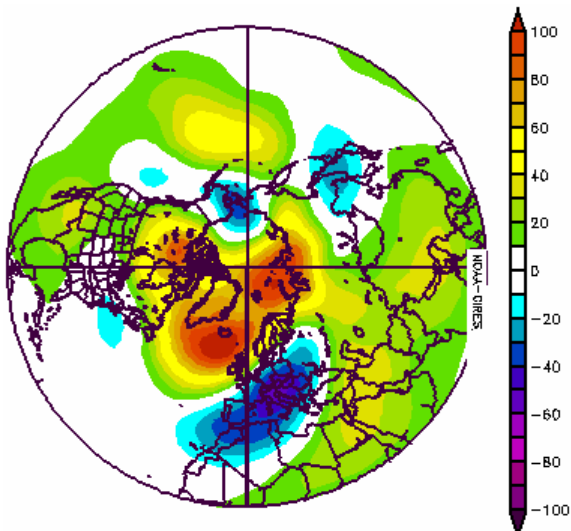


Obr. 1.5 Mapa odchylek od normálu průměrných hodnot tlaku na hladině moře 24. leden až 15. březen 2005

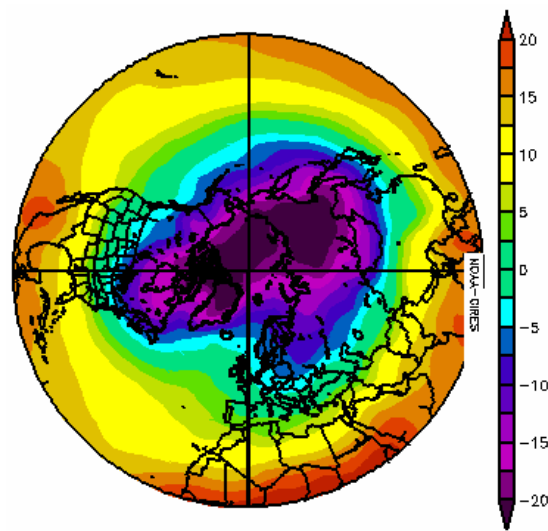


Obr. 1.6 Mapa průměrných hodnot AT 500 hPa 15. listopad 2005 až 24. březen 2006

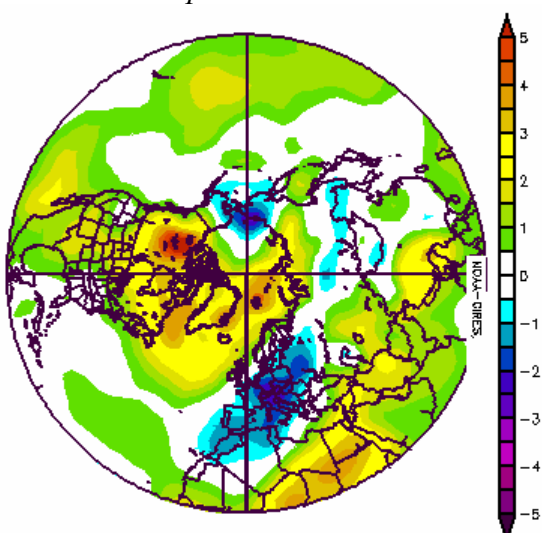
Na mapě průměrů hladiny 500 hPa pro studené období zimy 2005/2006 (**Obr. 1.6**) zasahuje brázda od severu až severovýchodu přes střední Evropu nad Středomoří a hřeben leží nad východním Atlantikem a západní Evropou. Oproti předchozí zimě jsou oba útvary tedy mírně posunuty a vzhledem k rozdílné délce období jsou v zimě 2005/2006 poněkud méně výrazné. Když však porovnáme odchylky od normálu (**Obr. 1.7**) spojené s těmito útvary s ostatními odchylkami na severní polokouli, jsou tyto odchylky dominantní. Záporná odchylka nad střední Evropou je téměř totožná s odchylkou z minulé zimy, kladná odchylka má však dvě centra: jedno opět nad severním Atlantikem jižně od Islandu, objevuje se ale druhé centrum nad severním ledovým oceánem východně od Skandinávie. Na mapě průměrných teplot hladiny 850 hPa (**Obr. 1.8**) zasahuje jazyk studeného vzduchu od severovýchodu přes střední Evropu nad Středomoří a jazyk teplého vzduchu leží nad východním Atlantikem a západní Evropou. Záporná odchylka od normálu (**Obr.1.9**) je opět téměř totožná s odchylkou z minulé zimy, kladná odchylka je však méně výrazná, ale velmi rozsáhlá, zasahuje ze severoamerického kontinentu přes Grónsko a severní Atlantik až nad severní Asii. Z anomálií tlaku vzduchu na hladině moře (**Obr. 1.10**) dominuje kladná odchylka s jedním centrem mezi Islandem a Skotskem a druhým nad pobřežím Severního ledového oceánu východně od Skandinávie. Záporná odchylka je rovněž velmi rozsáhlá a zasahuje z jižní Evropy a Středomoří přes severní Afriku a jižní část severního Atlantiku až na severoamerický kontinent. Z map je zřejmé, že v dlouhém studeném období zimy 2005/2006 výrazně převládalo studené proudění vzduchu. Na rozdíl od minulé zimy se vedle přílivu studeného vzduchu od severu rovněž prosazoval příliv studeného pevninského vzduchu od východu. Navíc byla zřejmě frontální zóna vysokým tlakem v Arktidě stlačena k jihu na většině severní polokoule. Cirkulace atmosféry se v jednotlivých zimních měsících v zásadě neodlišovala, v prosinci 2005 převažovala nad střední Evropou cyklonalita s častým sněžením, v lednu 2006 zde byla cirkulace anticyklonálnější, s převažujícím vlivem kontinentálního vzduchu a silnými mrazy, v únoru 2006 převažovala opět cyklonalita s tím, že ráz cirkulace byl podobný cirkulaci v únoru 2005.



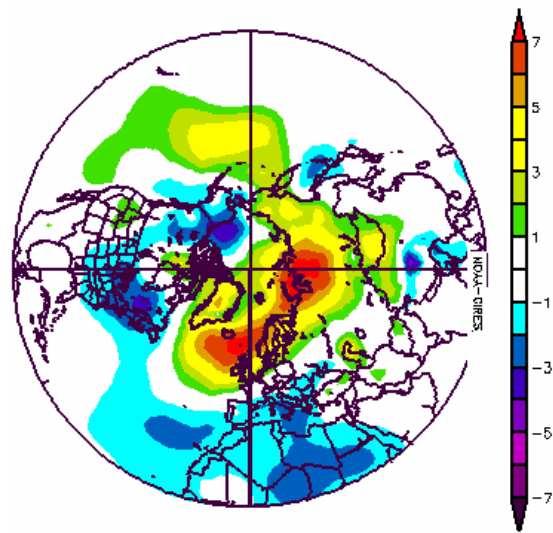
Obr. 1.7 Mapa odchylek od normálu průměrných hodnot AT 500 hPa 15. listopad 2005 až 24. březen 2006



Obr. 1.8 Mapa průměrných teplot v hladině 850 hPa 15. listopad 2005 až 24. březen 2006

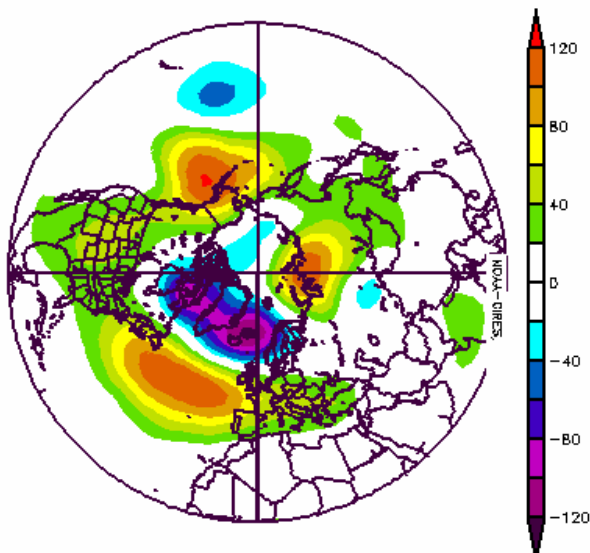


Obr. 1.9 Mapa odchylek od normálu průměrných teplot v hladině 850 hPa 15. listopad 2005 až 24. březen 2006

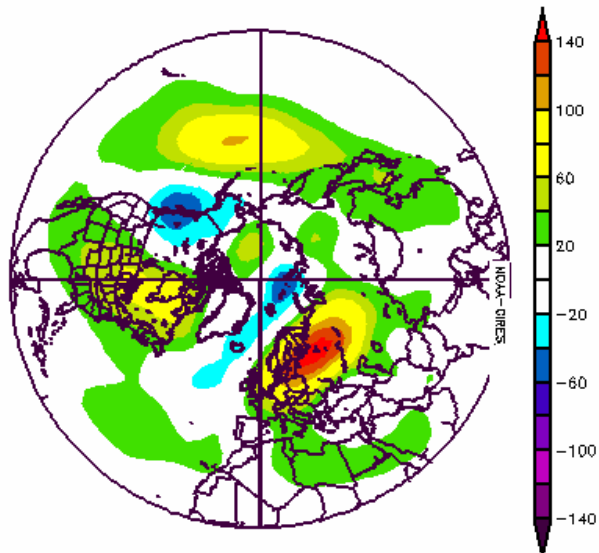


Obr. 1.10 Mapa odchylek od normálu průměrných hodnot tlaku na hladině moře 15. listopad 2005 až 24. březen 2006

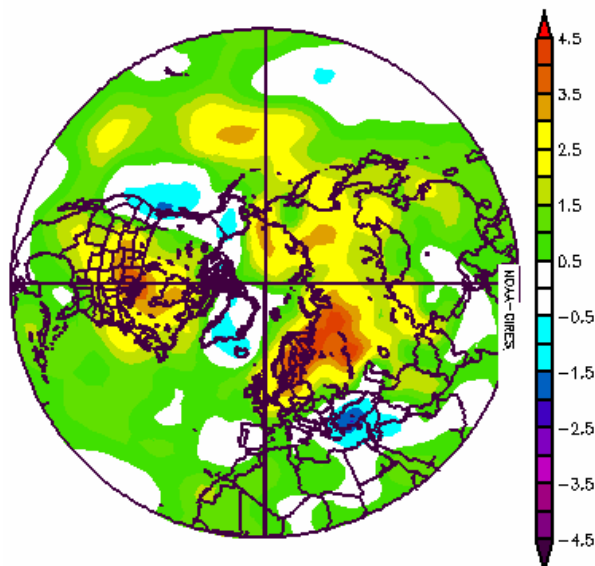
Oběma studeným zimním obdobím předcházela období teplá a k ochlazení došlo rychle. V první polovině zimního období od 1. prosince 2004 do 23. ledna 2005 byla zonální cirkulace nad Atlantikem výrazně vyvinuta. Důsledkem této cirkulace je dvojice výrazných odchylek hodnot AT 500 hPa (**Obr. 1.11**) nad Atlantikem: kladné v jeho jižní části a záporné v jeho severní části. V silném západním proudění postupovaly frontální systémy nad Evropu, kam přinášely teplý oceánský vzduch. Odlišný charakter mělo teplé období od začátku podzimu, tedy od 1. září 2005, které předcházelo studenému období zimy 2005/2006. To se vyznačovalo výrazně anticyklonálním rázem cirkulace nad Evropou, vyjádřeným silnou kladnou odchylkou AT 500 hPa (**Obr. 1.12**) s obnovujícím se přílivem teplého vzduchu, který se projevil výrazně nadnormální teplotou v hladině 850 hPa (**Obr. 1.13**), a to zejména v severní polovině Evropy. Tzv. „babí léto“ bylo mimořádně dlouhé.



Obr. 1.11 Mapa odchylek od normálu průměrných hodnot AT 500 hPa
1. prosinec 2004 až 23. leden 2005



Obr. 1.12 Mapa odchylek od normálu průměrných hodnot AT 500 hPa
1. září 2005 až 14. listopad 2005



Obr.1.13 Mapa odchylek od normálu průměrných teplot v hladině 850 hPa 1. září 2005 až 14. listopad 2005

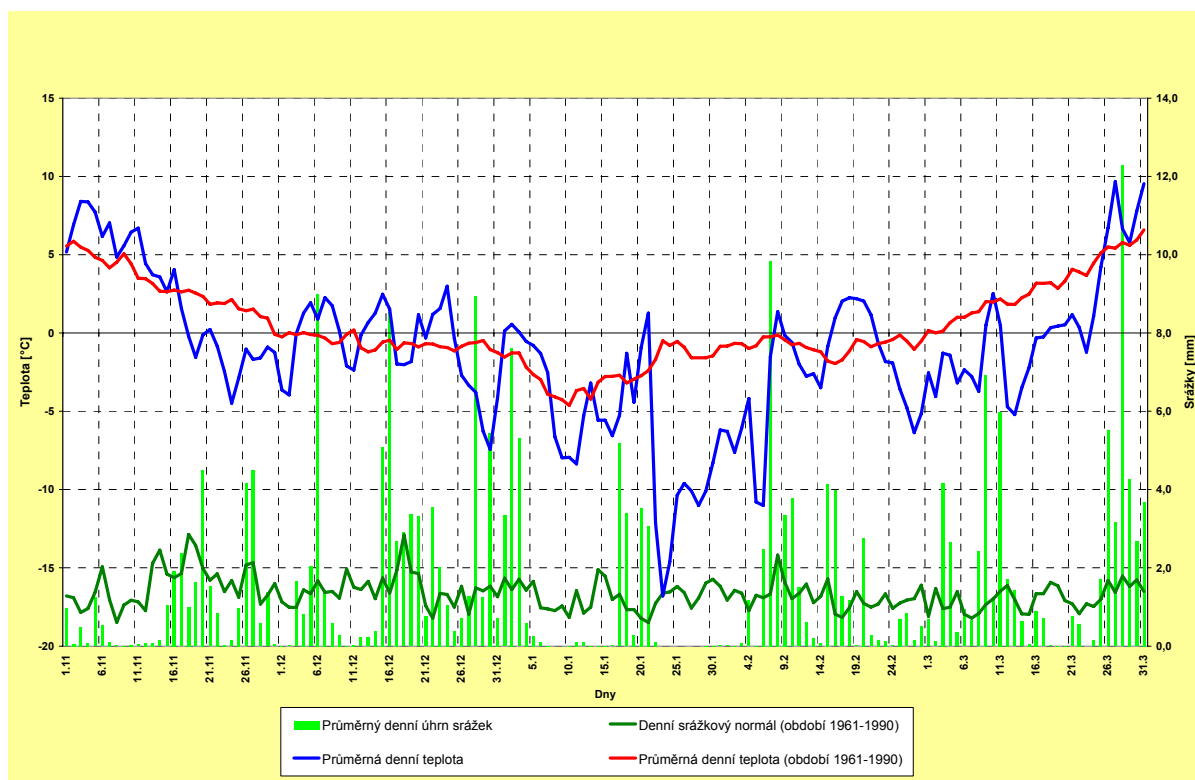
1.2 Závěr

Studená a sněhově bohatá období v obou posledních zimách byla způsobena cirkulačními anomáliemi, navíc v poslední zimě 2005/2006 cirkulační anomálie trvala mimořádně dlouho. Je zřejmé, že výrazné odchylky od normálu v oblasti střední Evropy byly kompenzovány odchylkami s opačným znaménkem v rámci severní polokoule, přičemž nejvýraznější odchylky se v důsledku dlouhého trvání typu cirkulace vyskytly nad Evropou a v jejím sousedství. Z odchylek od normálu v teplotním poli v hladině 850 hPa je navíc zřejmé, že kladné teplotní odchylky na severní polokouli v obou případech převažovaly. Je to zřejmý důsledek globálního oteplování.

2 PRŮBĚH A ZHODNOCENÍ ZÁKLADNÍCH METEOROLOGICKÝCH VELIČIN V ZIMĚ 2005/2006 V ČR

2.1 Teploty

Po teplotně nadnormálním říjnu pokračovalo ještě v první polovině listopadu teplotně nadnormální počasí. Zlom se dostavil po 16. listopadu, odkdy nastalo teplotně podnormální období trvající až do 2. prosince (**Obr. 2.1**). Od 3. prosince převažovaly mírně nadnormální teploty s krátkými dvou až třídenními epizodami záporných teplotních odchylek. Několikadenní výraznější ochlazení se dostavilo během vánočních svátků a na konci roku. V první dekádě měsíce ledna převládaly slabě nadnormální teploty, v druhé slabě podnormální. Na začátku třetí lednové dekády se dostavilo velmi výrazné ochlazení se zápornými odchylkami průměrné teploty více jak $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a s minimálními teplotami klesajícími běžně na hodnoty kolem $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, výjimečně až k $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. I když během poslední lednové dekády docházelo k pozvolnému oteplování, zůstalo období od 22. ledna do 6. února o 5 až $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ pod normálem a představovalo tak vrchol zimy. Další období, trvající až do poloviny února, se pohybovalo kolem normálu, druhá polovina 2. dekády slabě nad normálem. Během poslední únorové dekády se opět ochlazovalo, takže období od 25. února do 23. března bylo opět teplotně podnormální. Poslední pentáda března přinesla teplotně slabě nadnormální počasí. Průměrná teplota za období od 1. listopadu 2005 do 31. března 2006 byla $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, což představuje odchylku $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ od normálu.



Obr. 2.1 Průběh některých meteorologických prvků v ČR za období od 1. listopadu 2005 do 31. března 2006

2.2 Srážky

Z hlediska srážek trvalo po srážkově podnormálním říjnu suché období až do poloviny listopadu. I když druhá polovina měsíce již byla srážkově normální, s výraznější srážkovou činností na začátku a ve druhé polovině třetí dekády, byl listopad jako celek srážkově slabě podnormální. Srážkově podnormální byla i první polovina prosince, s výjimkou výraznější srážkové činnosti kolem 6. prosince. Druhá polovina prosince již patřila mezi výrazně nadnormální období, zejména na Moravě a ve Slezsku (180 % srážkového normálu). V lednu byla srážkově nadnormální období krátce na začátku ledna a pak na konci druhé a na začátku třetí dekády, ale celkově převládaly srážkově podnormální dny. Únor byl v ČR z hlediska plošného rozložení srážek vyrovnanější a celkově slabě nadnormální, s neintenzivnější srážkovou činností v druhé pentádě, naopak první pentáda a poslední únorová dekáda patřily mezi srážkově podnormální období. Nejvyšší kladnou měsíční odchylku od srážkového normálu měl ve sledovaném období březen (o 67 %), s nejméně výrazným srážkovým obdobím v poslední pentádě, naopak nejnižší období v březnu se dostavilo na konci druhé a začátku třetí dekády. Celkový průměrný srážkový úhrn v ČR za období od 1. listopadu 2005 do 31. března 2006 byl v mezích normálu, na Moravě a ve Slezsku až slabě nadnormální.

2.3 Sněhová pokrývka

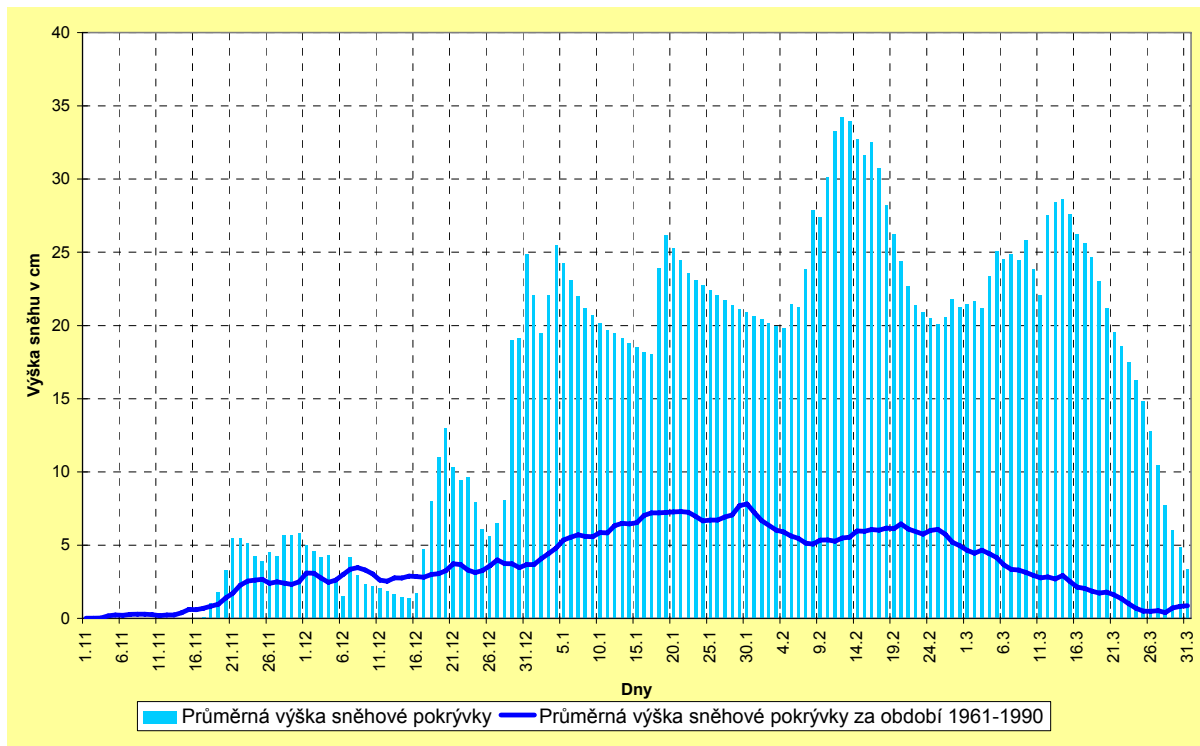
První slabá sněhová pokrývka se začala v ČR vytvářet 16. listopadu ve vyšších a horských polohách. Na začátku třetí listopadové dekády již však ležela na většině území, v nižších polohách do 10 cm, na horách do 50 cm. Díky teplejší první polovině prosince výška průměrné sněhové pokrývky v ČR klesala až do 16. prosince, od kdy docházelo až do 21. prosince k mírnému vzestupu (**Obr. 2.2**). Mírný pokles byl opět zaznamenán před a na začátku vánočních svátků, významný nárůst začal na konci prosince (29. prosince), až na průměrnou hodnotu kolem 25 cm (31. prosince a 4. ledna). Po pozvolném poklesu během následujících dvou týdnů, který byl dán poněkud teplejším počasím a dešťovými srážkami v nižších a středních polohách zejména v jihozápadní polovině ČR, přišel další významnější přírůstek sněhu na konci druhé lednové dekády. Významné sněhové srážky provázely i druhou polovinu 1. a začátek 2. únorové dekády a byly příčinou nejvyšší výšky průměrné sněhové pokrývky v zimě 2005/2006, která dosáhla 12. února 34 cm.

Obleva v první polovině druhé únorové dekády zapříčinila pokles průměrné výšky sněhové pokrývky až na 20 cm (25. únor). Konec února a první polovina března byly provázány častými a místy poměrně vydatnými sněhovými srážkami, což mělo za následek druhé nejvyšší maximum průměrné výšky sněhové pokrývky o hodnotě přes 28 cm 14. března. Poté již docházelo k mírnému, po 24. březnu díky výraznějšímu oteplení a dešťovým srážkám až k silnému poklesu průměrné výšky sněhové pokrývky.

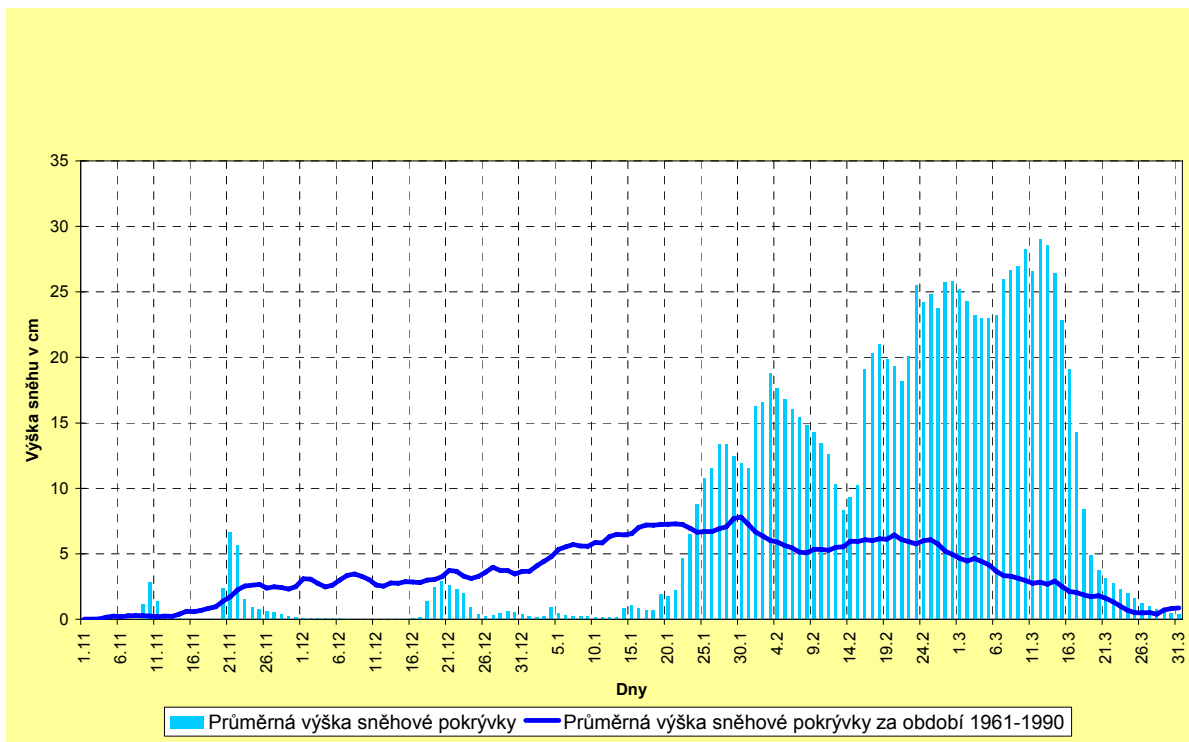
Z hlediska nadmořské výšky bylo v polohách pod 400 m n. m. nejvíce dní se souvislou sněhovou pokrývkou v lednu. Nejvíce sněhu leželo do února v Moravskoslezském kraji, kde se např. průměrná výška sněhu pohybovala celý leden nad 10 cm, a po velkou většinu ledna dokonce i nad 20 cm. V březnu leželo výrazně nejvíce sněhu v Libereckém kraji, dále byly přibližně na stejné úrovni kraje Olomoucký, Moravskoslezský, Pardubický, Zlínský a Královéhradecký.

V polohách od 400 do 600 m n. m. byla situace obdobná jako v nižších polohách, jen sněhu bylo více. Např. na Moravě a ve Slezsku po celý leden a v Libereckém kraji po celý březen ležela průměrná vrstva sněhu vyšší než 20 cm. Nejvíce sněhu leželo do února ve Zlínském kraji, v březnu byl opět na prvním místě Liberecký kraj, následovaný krajem Zlínským, Moravskoslezským, Olomouckým, Pardubickým a Královéhradeckým.

Ve vyšších polohách (do 800 m n. m) leželo nejvíce sněhu většinou v únoru, v Libereckém, Ústeckém, Jihočeském a Královéhradeckém kraji v březnu. Dominantní byl po celou zimu hlavně kraj Liberecký.



Obr. 2.2 Výška sněhové pokrývky v ČR za období od 1. listopadu 2005 do 31. března 2006



Obr. 2.3 Výška sněhové pokrývky v ČR za období od 1. listopadu 2004 do 31. března 2005

Z porovnání zimy 2004/2005 se zimou 2005/2006 vyplývá, že srážkově byly obě zimy přibližně rovnocenné (cca o 8 % nadnormální), ale z hlediska délky trvání nadprůměrně výšky sněhové pokrývky byla zima 2005/2006 jednoznačně výraznější, a to hlavně ve středních a vyšších polohách Moravy, Slezska a také ve východních Čechách a na Českomoravské vrchovině. V Ostravě (měření od roku 1969) byl dokonce překonán o 12 cm rekord největší výšky sněhové pokrývky ze zimy 1978/1979, kdy zde leželo 40 cm. Nadnormální výška průměrné sněhové pokrývky se v ČR v polohách do 600 m n. m. v zimě 2004/2005 (viz **Obr. 2.3**) vyskytovala ve dvou třídenních obdobích v listopadu a pak od 24. ledna do 28. března (celkem 80 dní). V zimě 2005/2006 ležela nadnormální výška průměrné sněhové pokrývky v druhé polovině listopadu a na začátku prosince a pak hlavně od 17. prosince do konce března (celkem 122 dní). Bylo to dáno pravděpodobně tím, že zima 2005/2006 byla o 1,7 °C teplotně podnormální, takže srážky ve velké většině padaly ve formě sněhu a sněhová pokrývka tolik neodtávala. Teplotní odchylka v zimě 2004/2005 byla téměř rovna 0 °C.

Trochu odlišný byl závěr obou zim. Zima 2004/2005 končila výrazným oteplením v polovině března, těsně po dosažení sezonního maxima sněhové pokrývky. V zimě 2005/2006 přišlo výrazné oteplení cca o deset dní později, kdy průměrná výška sněhové pokrývky byla asi o čtvrtinu nižší, než na konci předchozí zimy.

2.4 Stav půdy bezprostředně před a na začátku povodně

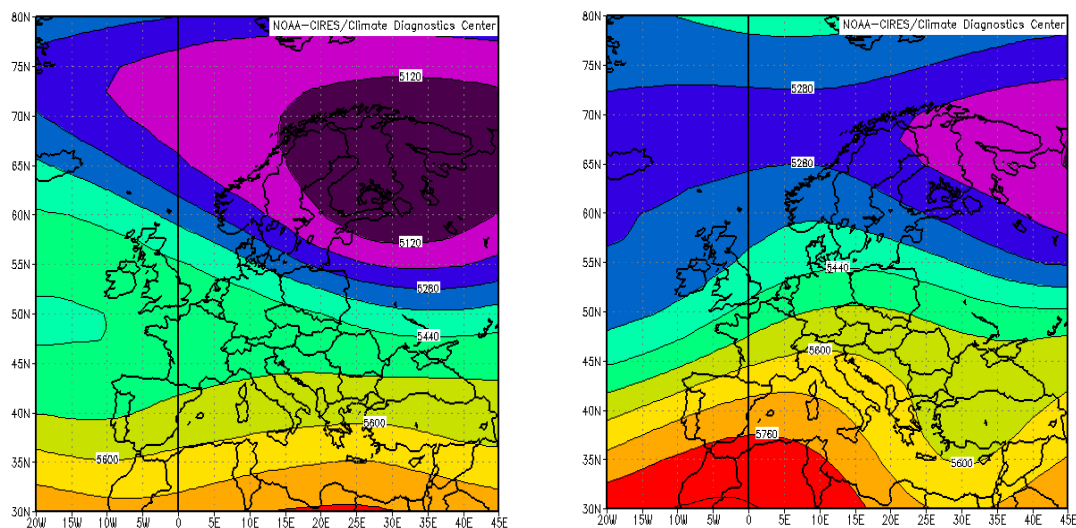
Ke konci druhé březnové dekády byla v polohách pod 600 m n. m. půda většinou souvisle promrzlá. Začátek rozmrzání půdy se dostavil nejprve v nejnižších polohách Středočeského kraje (17. března), po 22. březnu i v nižších polohách Moravy a Slezska, nejpozději (poslední pentáda března) ve středních polohách Královéhradeckého kraje. V době oteplení a dešťových srážek (kolem 27. března) byla půda v nižších polohách již převážně rozmrzlá, ve středních polohách stačila místy rozmrznout jen do hloubky 5 až 10 cm, nejméně ve východních Čechách. V horských polohách, kde napadala poměrně silná vrstva sněhu již během listopadu, nebyla půda většinou vůbec promrzlá.

3 ZHODNOCENÍ VÝVOJE METEOROLOGICKÉ SITUACE A ZÁKLADNÍCH METEOROLOGICKÝCH VELIČIN OD 23. BŘEZNA DO 10. DUBNA 2006

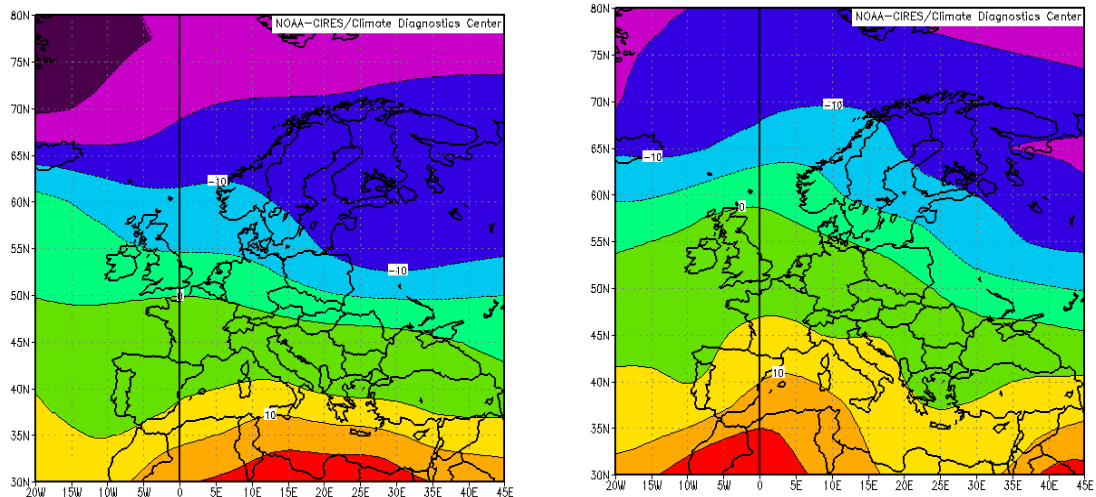
3.1 Zhodnocení vývoje meteorologické situace

V této kapitole byla použita klimatologická data ČHMÚ z databáze CLIDATA, zpracovaná programem Arcview. Radarové údaje pro odhad množství srážek byly zobrazeny programem JSPrecipView a aerologická data byla získána radiosondáží ze stanice Praha-Libuš. Pro zpracování snímků geostacionární meteorologické družice MSG 1 v kanálu IR byl použit zobrazovací program JSMeteoView. Základní meteorologická data pocházejí z archivu meteorologických dat NCEP/NCAR Reanalysis a byla stažena ze serveru Climate Diagnostics Center (<http://www.cdc.noaa.gov/Composites/>) pro oblasti severní polokoule a Atlantik – Evropa.

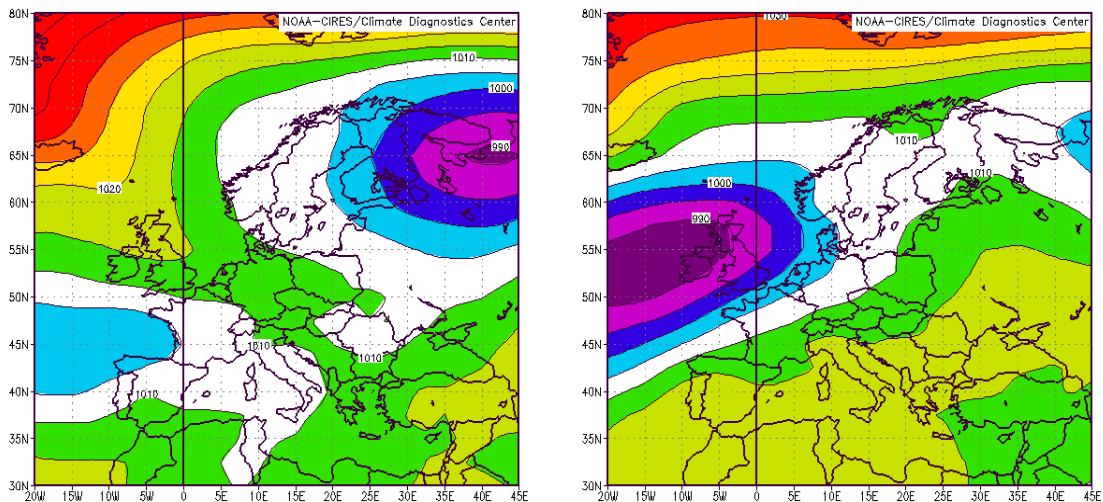
V prvních dvou dekádách března převládalo nad Evropou meridionální proudění se severní složkou a opakujícími se přílivy studeného vzduchu z oblasti Severního moře a Skandinávie. Na přelomu druhé a třetí březnové dekády došlo z makrosynoptického hlediska k podstatné změně v rozložení řídicích tlakových útvarů v atlanticko-evropském prostoru. **Obr. 3.1** až **Obr. 3.3** zobrazují změnu průměrného pole geopotenciální výšky v hladině AT 500 hPa, průměrného pole teploty v hladině AT 850 hPa a průměrného tlakového pole na hladině moře mezi pentádami 19.–23. března a 24.–28. března 2006. Koncem dlouhého studeného období převládal ve střední Evropě příliv studeného vzduchu mezi zadní stranou rozsáhlé tlakové níže nad severovýchodní Evropou a neobvykle rozsáhlou tlakovou výší nad arktickou oblastí, která výběžkem zasahovala nad severní Atlantik a částečně nad severozápadní Evropu.



Obr. 3.1 5denní průměry geopotenciálních výšek hladiny AT 500 hPa (vlevo 19. až 23. březen 2006, vpravo 24. až 28. březen 2006)



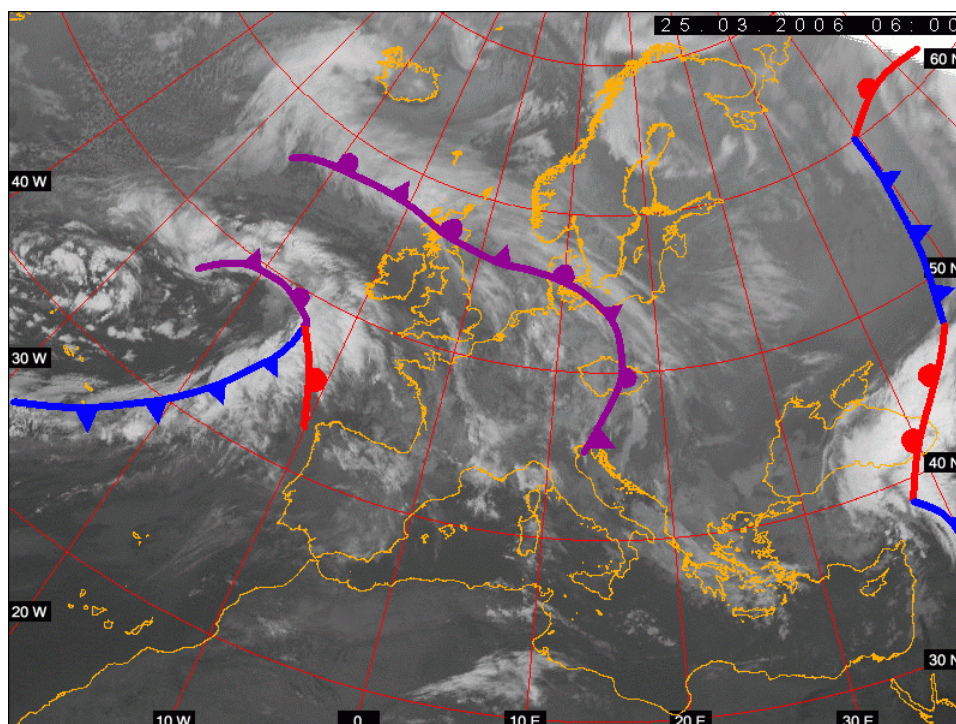
Obr. 3.2 5denní průměry teploty vzduchu v hladině AT 850 hPa (vlevo 19. až 23. březen 2006, vpravo 24. až 28. březen 2006)



Obr. 3.3 5denní průměry přízemního tlaku vzduchu nad Evropou (vlevo 19. až 23. březen 2006, vpravo 24. až 28. březen 2006)

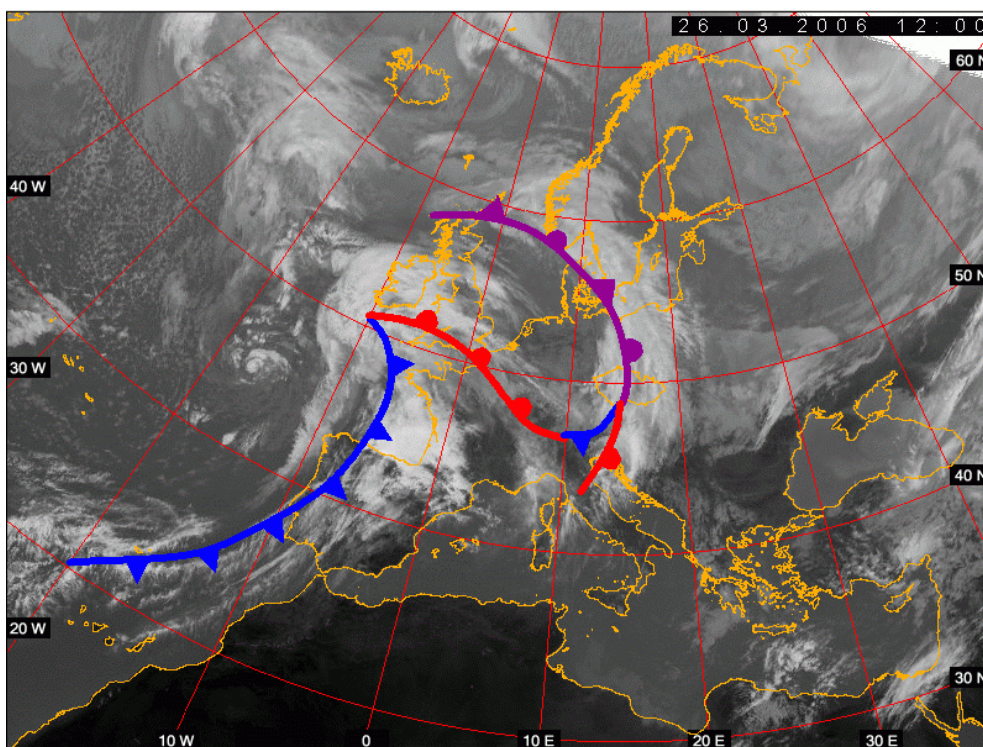
Za studenou frontou, která přešla přes naše území k jihu 21. března, se ve studeném proudění do střední Evropy od severozápadu rozšířila tlaková výše a do 24. března ovlivňovala počasí u nás. Tato tlaková výše v dalších dnech ustoupila k východu a počasí nad střední Evropou se dostalo postupně pod vliv brázdy nízkého tlaku vzduchu, která se prohlubovala nad východním Atlantikem, a na její přední straně začal proudit do střední Evropy teplejší vzduch od jihozápadu.

25. března začala přecházet od západu přes naše území okluzní fronta (**Obr. 3.4**) a její srážkové pásmo zasahovalo celé naše území; na jihu byly srážky slabší, s postupem fronty k východu srážky od západu ustávaly.



Obr. 3.4 Snímek z meteorologické družice Meteosat (IR kanál) kombinovaný s přízemní polohou atmosférických front 25. března 2006 v 06 UTC

Další frontální systém postoupil během 25. března nad západní Evropu, srážkové pásmo jeho teplé fronty se již po půlnoci na 26. března projevilo v západních Čechách, s postupem fronty dále k východu se srážky rozšířily na celé území. Za studenou frontou tohoto systému (Obr. 3.5) srážky opět zeslábly a postupně ustaly na celém území.



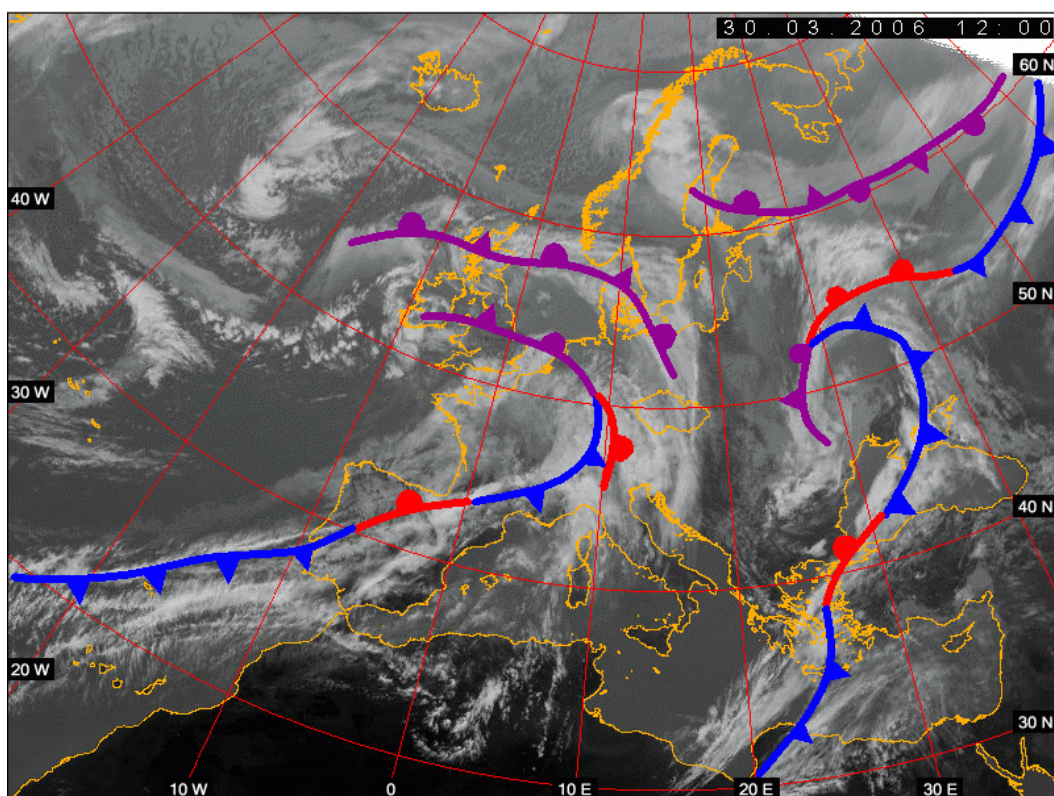
Obr. 3.5 Snímek z meteorologické družice Meteosat (IR kanál) kombinovaný s přízemní polohou atmosférických front 26. března 2006 ve 12 UTC

Frontální systém spojený s tlakovou níží nad Britskými ostrovy postupoval do střední Evropy a za jeho teplou frontou, která začala ovlivňovat počasí u nás 27. března po půlnoci, k nám začal proudit velmi teplý vzduch od jihozápadu. Studená fronta tohoto systému postoupila nad naše území 27. března v poledních hodinách, začala se vlnit, 28. března ovlivnila počasí na většině našeho území a 29. března ještě ovlivňovala východ republiky.

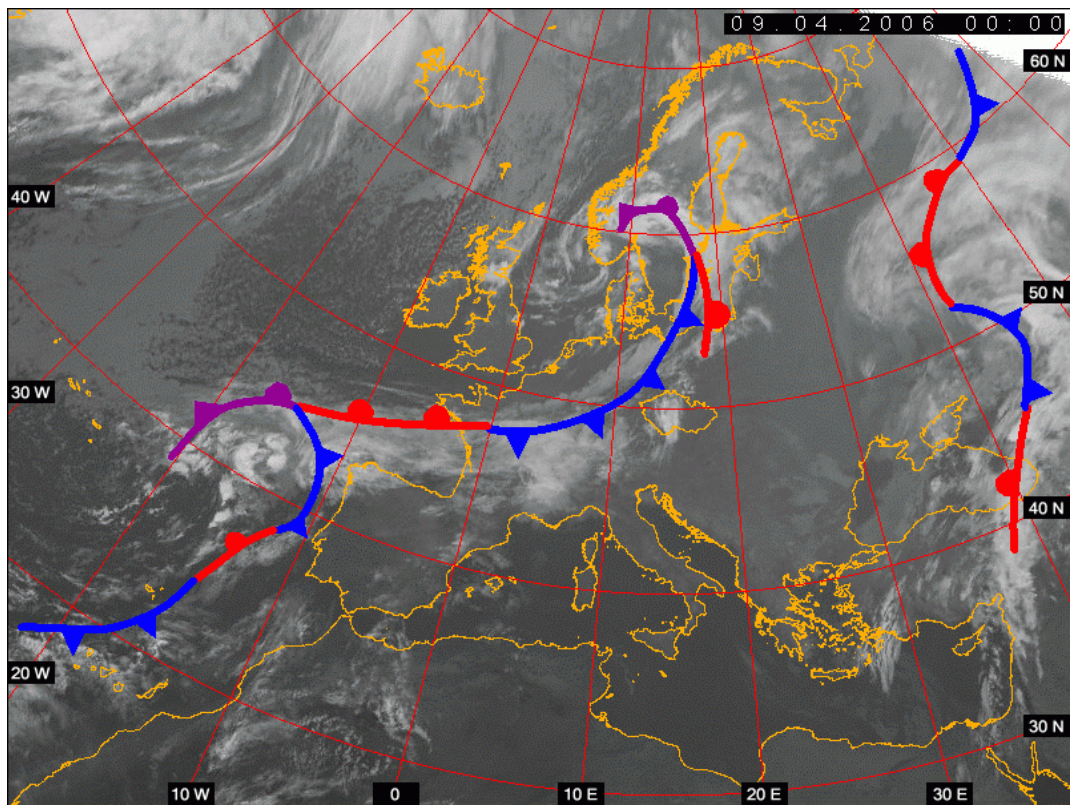
V závěru měsíce se nad východním Atlantikem znovu prohloubila brázda nízkého tlaku vzduchu a od 30. března se nad naším územím obnovilo teplé jihozápadní proudění, ve kterém postupoval přes střední Evropu další frontální systém (**Obr. 3.6**).

Za zvlněnou studenou frontou, která přecházela přes naše území 1. dubna, se k nám přechodně rozšířil výběžek vyššího tlaku vzduchu a 2. dubna odpoledne začala ovlivňovat počasí u nás okluzní fronta, která během noci na 3. dubna přešla přes naše území k východu. Současně se nad Skandinávií přesunula z oblasti Britských ostrovů tlaková níže a za studenou frontou k nám začal v průběhu 3. března proudit studený vzduch od severozápadu. Chladné severozápadní proudění se nad střední Evropou udržovalo i v dalších dnech a bylo jen krátkodobě přerušeno 9. dubna, kdy před zvlněnou studenou frontou k nám přechodně pronikl teplejší vzduch od jihozápadu (**Obr. 3.7**).

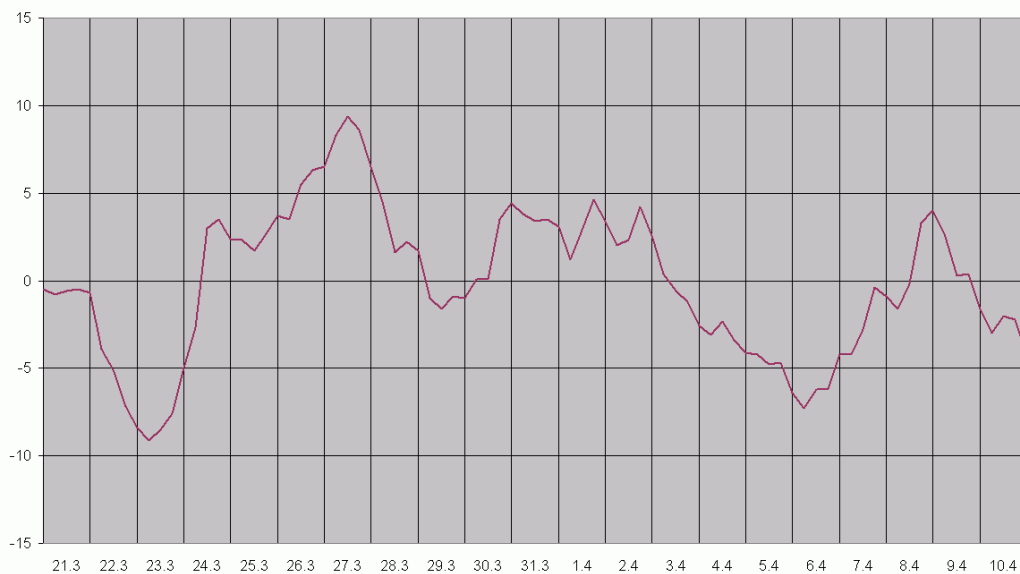
Průběh teploty vzduchu během zpracovaného období v hladině AT 850 hPa nad Prahou je znázorněn na **Obr. 3.8**.



Obr. 3.6 Snímek z meteorologické družice Meteosat (IR kanál) kombinovaný s přízemní polohou atmosférických front 30. března 2006 ve 12 UTC



Obr. 3.7 Snímek z meteorologické družice Meteosat (IR kanál) kombinovaný s přízemní polohou atmosférických front 9. dubna 2006 v 00 UTC



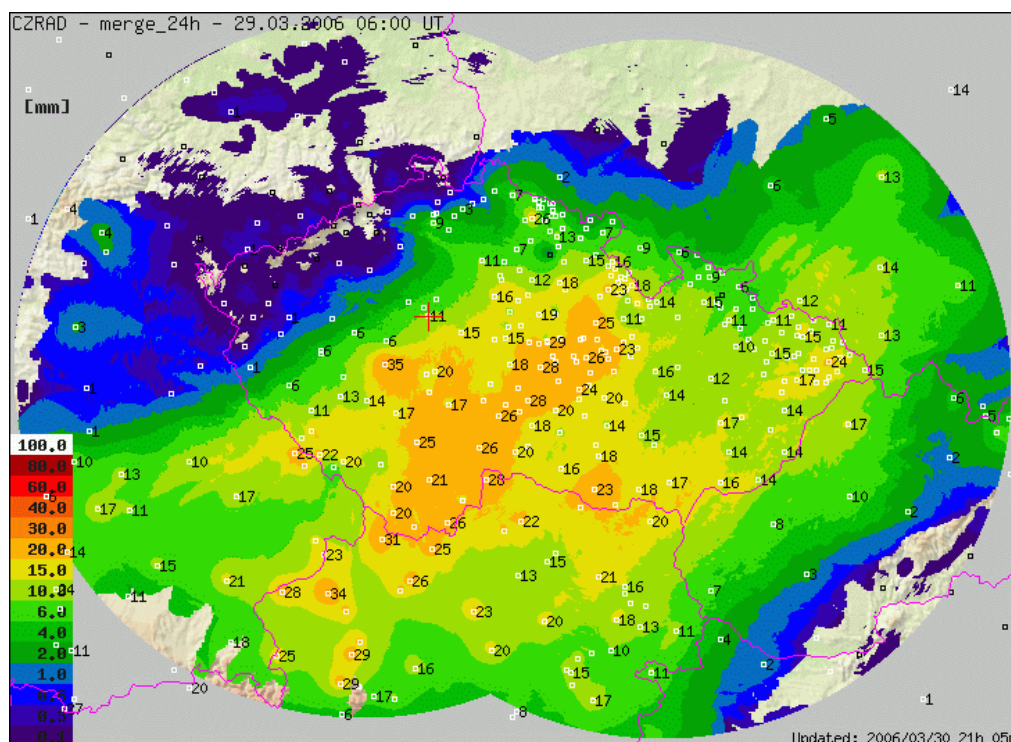
Obr. 3.8 Teplota vzduchu [$^{\circ}\text{C}$] v hladině AT 850 hPa nad Prahou (21. 3.–10. 4. 2006)

3.2 Přehled srážkové činnosti

Během zpracovaného období (21. března až 10. dubna) se srážky na území ČR nevyskytly pouze 23. března a 7. dubna. V ostatních dnech byly většinou slabé nebo mírné, s průměrnými úhrny většinou do 3 mm. Nejvíce srážek spadlo 28. března (celostátní plošný průměr 12,2 mm; max. 35 mm) (**Obr. 3.9**), 10. dubna (průměr 7,9 mm; max. 25 mm), 26. března (průměr 6,0 mm; max. 16 mm) a 5. dubna (průměr 3,7 mm; max. 25 mm).

Z hlediska povodňové situace byly nejdůležitější srážky, které spadly v období 28. až 31. března (průměr v rozmezí 3,6 až 12,2 mm; max. 18 až 35 mm), protože byly kombinované s oteplením, a tím urychlily tání sněhu.

Mapy s naměřenými srážkami za dny 25. 3.–5. 4. 2006 jsou uvedeny v **Příloze**.

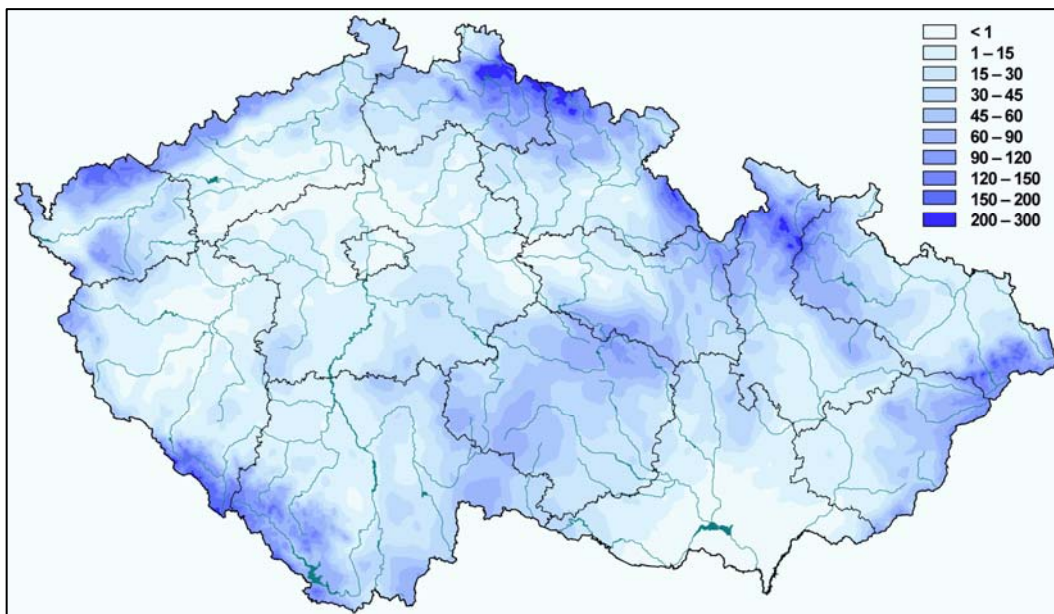


Obr. 3.9 24hodinový úhrn srážek na území ČR za 28. březen 2006 podle kombinovaného odhadu radar + srážkoměr

3.3 Úbytek sněhu

Na konci dlouhého studeného období bylo 20. března celé území ČR, kromě menších lokalit v nižších polohách západních a středních Čech a jižní Moravy, pokryté souvislou vrstvou sněhu (**Obr. 3.10**). V nižších polohách (do 400 m) měla většinou výšku od 1 do 15 cm, ve středních polohách (do 600 m) od 15 do 60 cm a ve vyšších polohách (do 800 m) od 60 do 150 cm sněhu (s menšími lokálními rozdíly). Na horách ve výškách nad 800 m leželo 100 až 250 cm sněhu (Churáňov 114 cm, Deštné 144 cm, Desná-Souš 180 cm, Lysá hora 214 cm, Šerák 220 cm).

Vlivem oteplení kombinovaného s deštěm došlo k největšímu poklesu výšky sněhové pokrývky na území ČR ve dnech 26. až 29. března, a to o 3 až 10 cm za den, ve vyšších polohách (nad 600 m) o 5 až 13 cm, na Svratouchu až o 16 cm za den. Odtávání sněhu se nejvýrazněji projevilo na jižní Moravě, v Polabí a v nížinných polohách kolem řek.

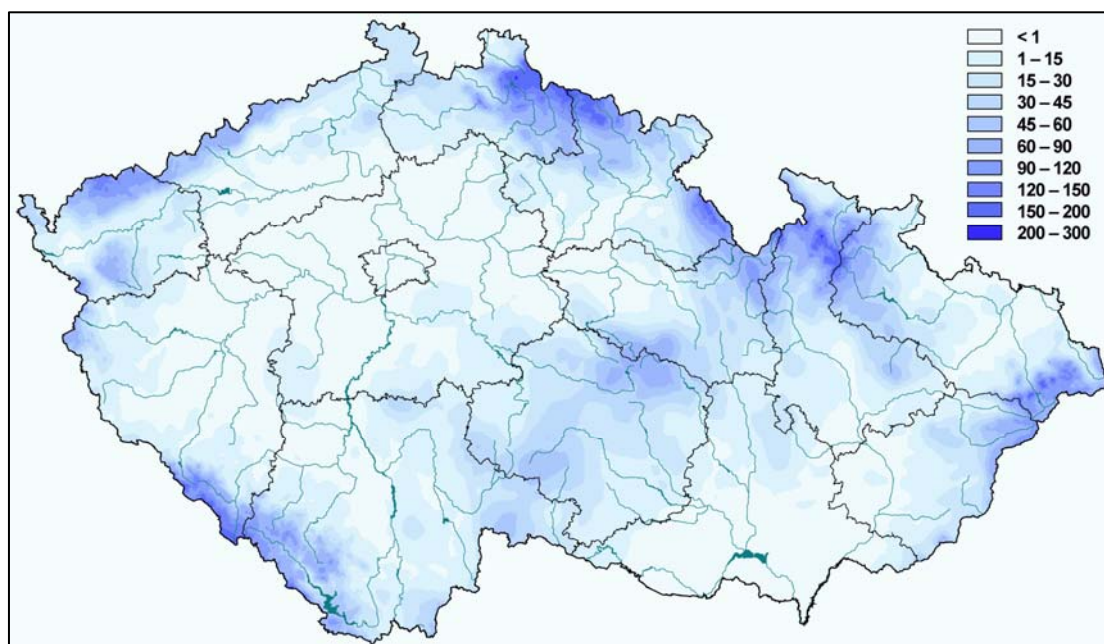


Obr. 3.10 Výška sněhové pokrývky na území ČR 20. března 2006 v 7 h SEČ

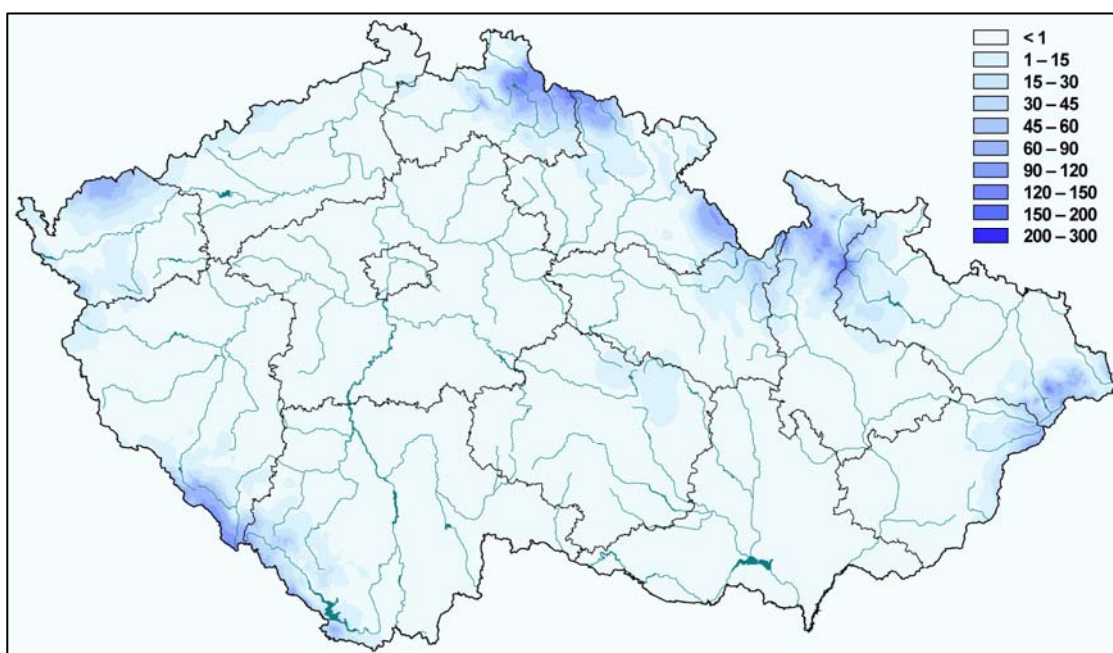
V důsledku ochlazení a poklesu teploty vzduchu během 29. března, zejména na horách, došlo k zastavení rychlého tání sněhu na horách, v dalších dnech sníh odtával pomaleji, v závislosti na denním chodu teploty vzduchu.

Druhé období rychlého tání sněhu následovalo ve dnech 31. března až 2. dubna, ale už jen ve vyšších polohách, protože polohy pod 600 m měly jen nesouvislou sněhovou pokrývku nebo byly beze sněhu. Pokles výšky sněhové pokrývky v tomto období dosáhl 5 až 10 cm za den, Deštné, Šerák a Červená zaznamenaly až 15 cm za den.

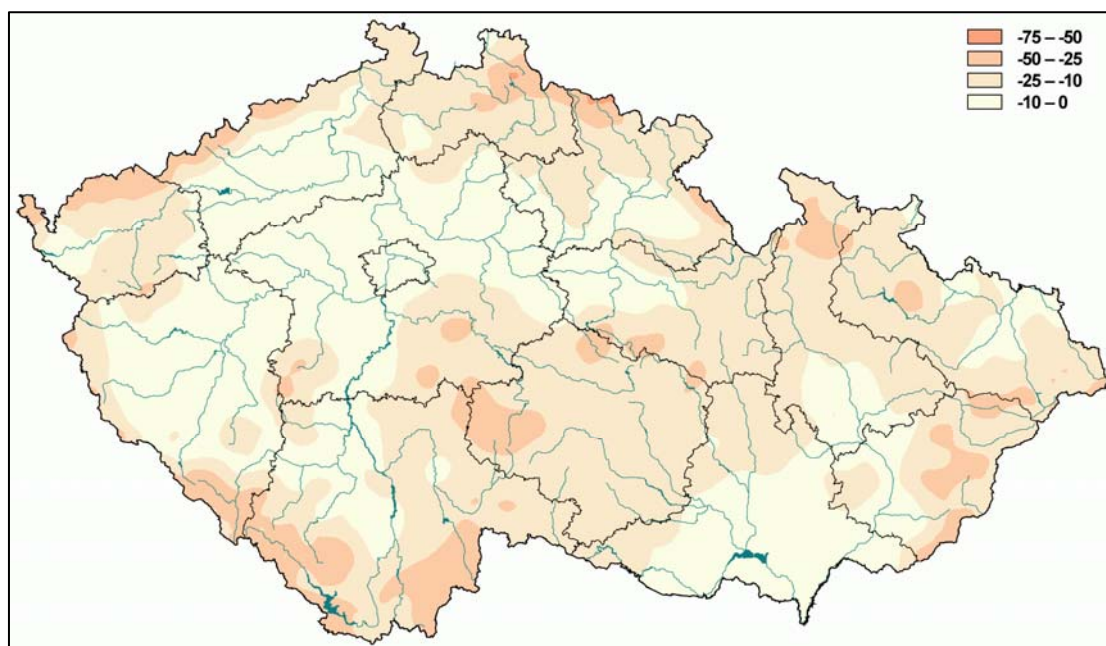
Rozložení výšky sněhové pokrývky na území ČR ve dnech 20. března, 27. března a 3. dubna 2006 vidíme na **Obr. 3.10** až **Obr. 3.12**, úbytek sněhu mezi těmito termíny na **Obr. 3.13** a **Obr. 3.14**.



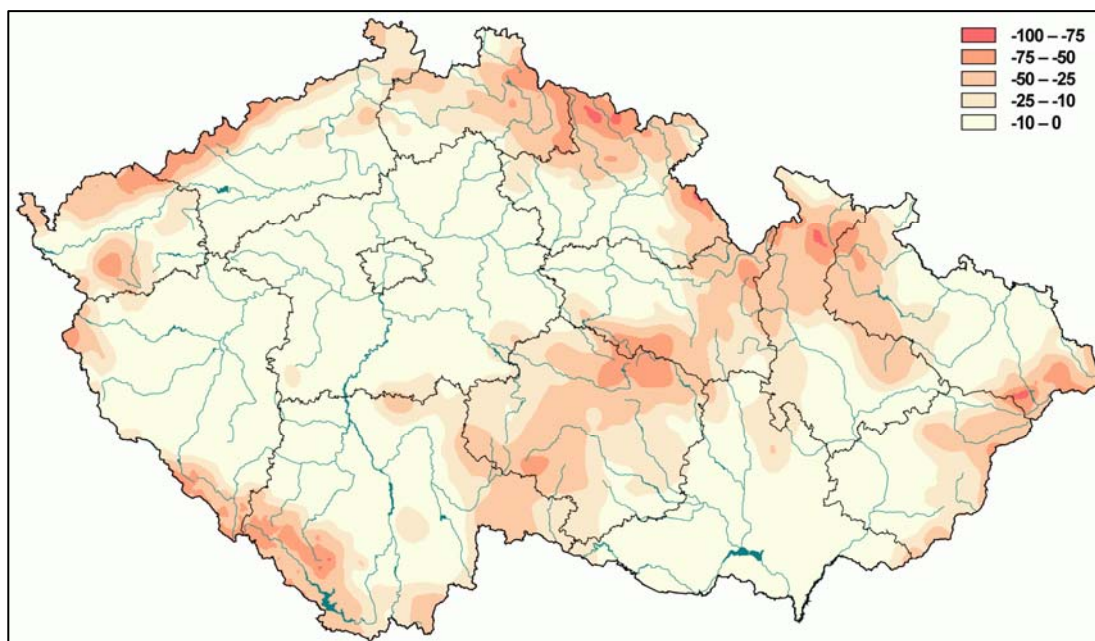
Obr. 3.11 Výška sněhové pokrývky na území ČR 27. března 2006 v 7 h SEČ



Obr. 3.12 Výška sněhové pokrývky na území ČR 3. dubna 2006 v 7 h SEČ



Obr. 3.13 Úbytek sněhu vyjádřený změnou výšky sněhové pokrývky na území ČR v období 20.–27. březen 2006

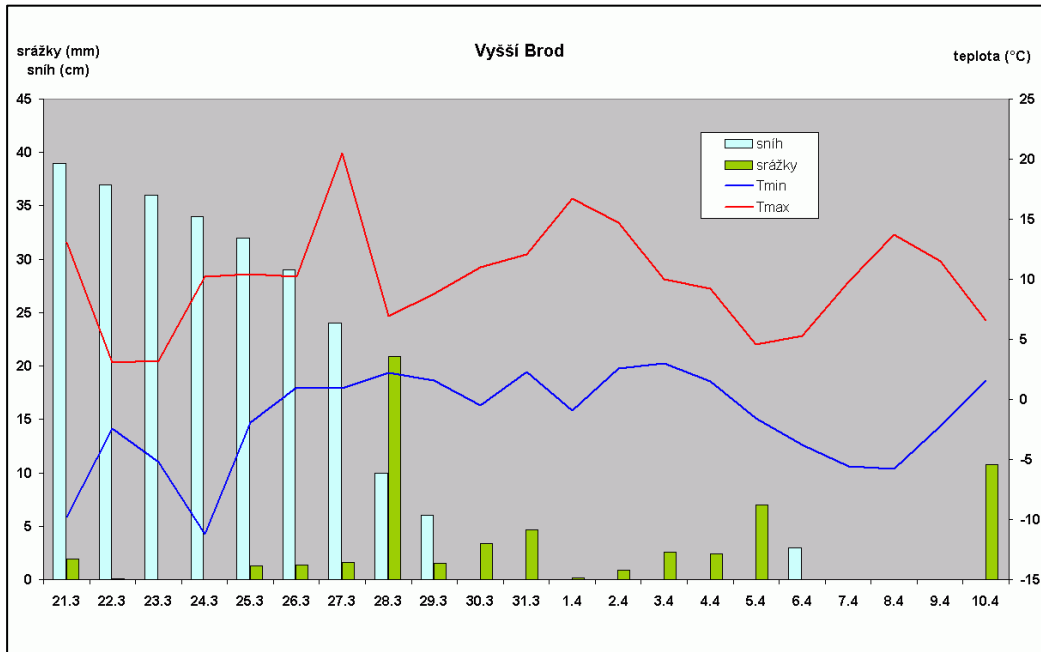


Obr. 3.14 Úbytek sněhu vyjádřený změnou výšky sněhové pokrývky na území ČR v období 27. března až 3. duben 2006

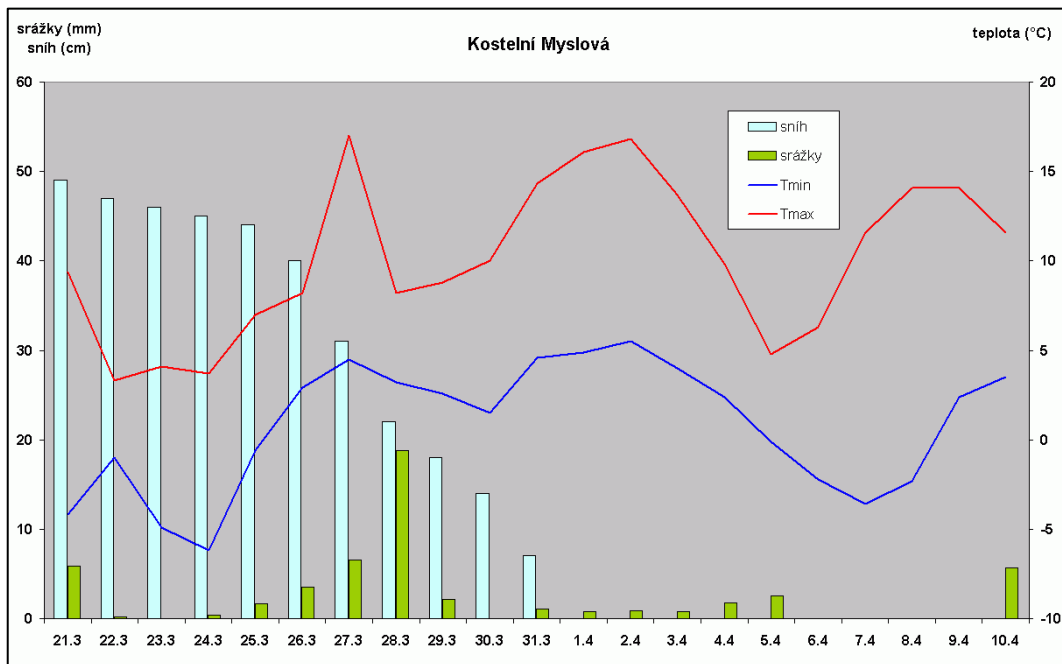
3.4 Meteorologické příčiny vzniku povodně

Obě minulé zimy skončily svá studená období s obdobnými podmínkami: srovnatelné nadnormální množství sněhu začalo tát v přibližně stejném kalendářním období. Přesto důsledky tání byly velmi rozdílné. Rozhodující byl ráz cirkulace atmosféry, která následovala po skončení studeného období. Z makrosynoptického hlediska byla příčinou povodní na jaře 2006 změna rozložení tlakových útvarů velkoprostorového měřítka v atlanticko-evropské oblasti v průběhu poměrně krátkého času. Po dlouhém období s podnormálními teplotami, se souběžnou kumulací sněhu ve všech (ale zejména ve vyšších) polohách ČR došlo vlivem změny synoptické situace během třetí březnové dekády 2006 k výraznému oteplení a dešťovým srážkám, přechodně i v nejvyšších polohách ČR. Oteplení, které zasahovalo celou troposféru, se projevilo na našem území výrazným vzestupem teploty vzduchu nejen v nížinách, ale i na horách, a to hlavně v období od 25. do 29. března, což ukazují (podle průběhu meteorologických prvků na vybraných stanicích) **Obr. 3.15** a **Obr. 3.22**.

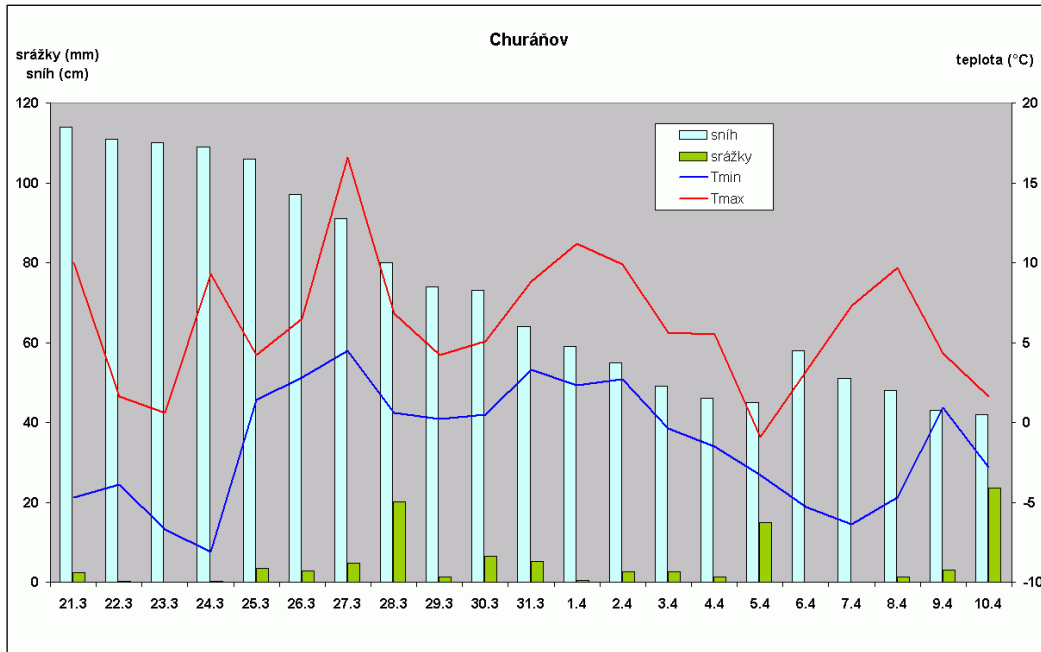
K radikálnímu oteplení došlo i v březnu 2005, toto oteplení ale nebylo doprovázeno vydatnými dešti, takže vodní toky se plnily téměř výhradně vodou z tajícího sněhu. K tání sice přispívalo sluneční záření, avšak za nocí s malou oblačností bylo tání brzděno díky ochlazování vyzařováním tepla ze zemského povrchu. Naopak tání v březnu 2006 bylo doprovázeno dešti, které byly občas poměrně vydatné, takže do toků stékala voda nejen z tajícího sněhu, ale i z dešťových srážek, a to v podmínkách, kdy zejména ve středních polohách se místy ještě udržovala promrzlá půda. Navíc čerstvý vítr urychloval tání sněhu a velká oblačnost udržovala rychlé tání sněhu i v nočních hodinách. Jarní povodně byly v důsledku toho v roce 2006 podstatně větší než v roce 2005.



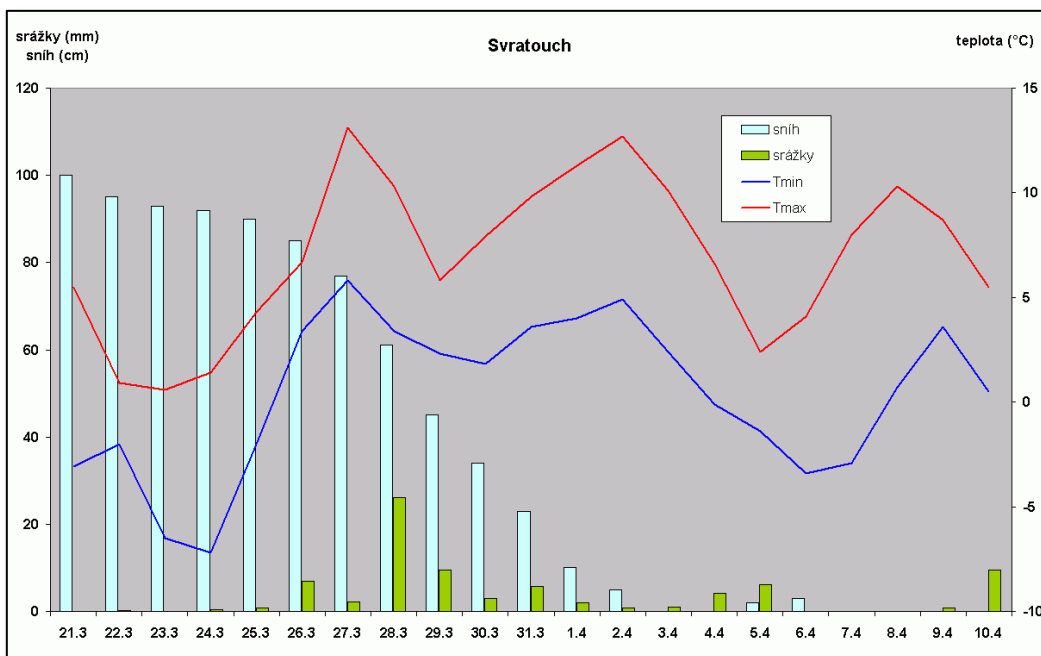
Obr. 3.15 Výška sněhové pokrývky, denní úhrny srážek a denní extrémny teploty vzduchu na stanici Vyšší Brod



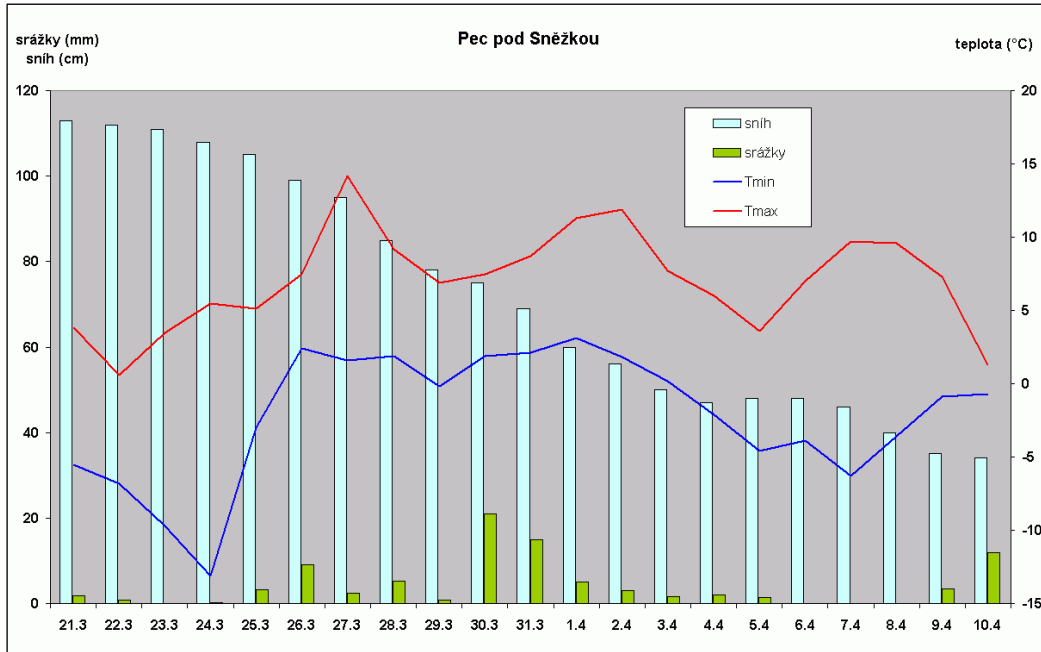
Obr. 3.16 Výška sněhové pokrývky, denní úhrny srážek a denní extrémny teploty vzduchu na stanici Kostelní Myslová



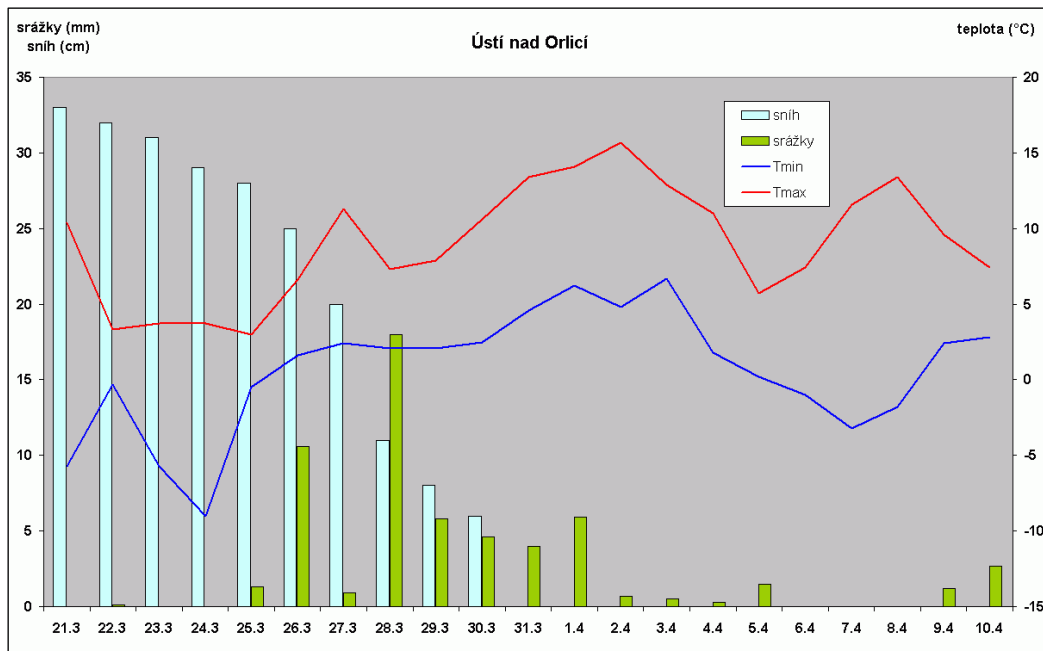
Obr. 3.17 Výška sněhové pokrývky, denní úhrny srážek a denní extrémní teploty vzduchu na stanici Churáňov



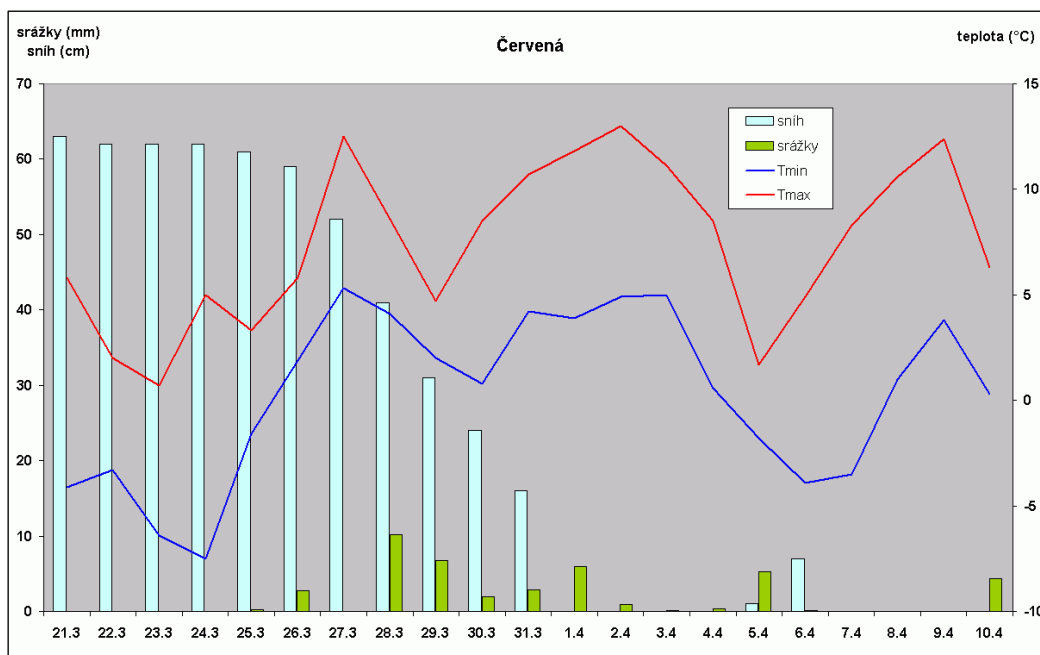
Obr. 3.18 Výška sněhové pokrývky, denní úhrny srážek a denní extrémní teploty vzduchu na stanici Svatouch



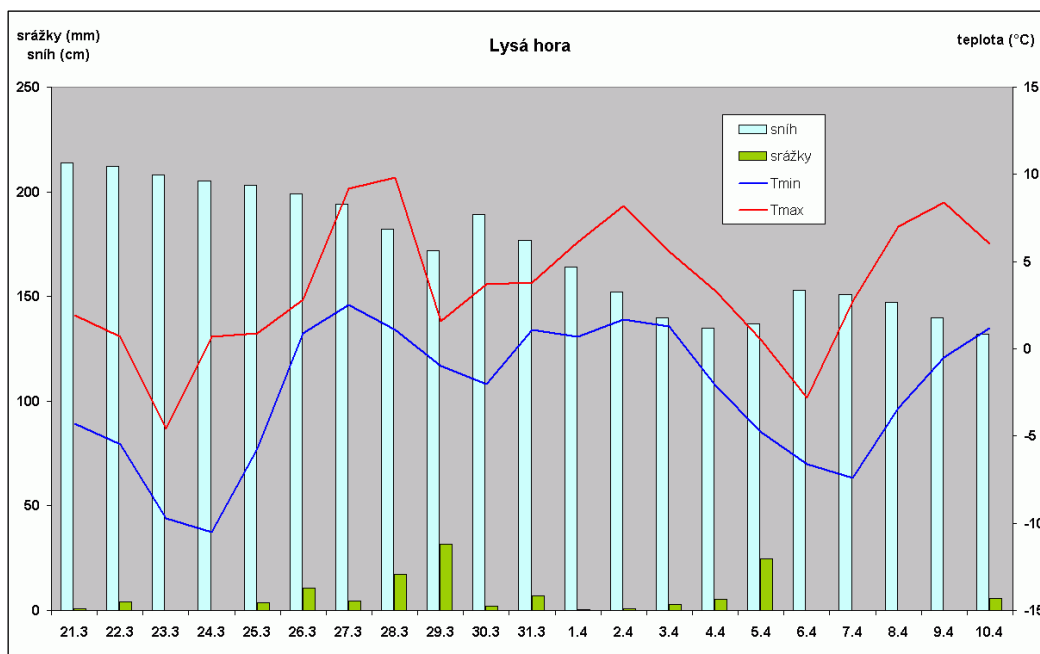
Obr. 3.19 Výška sněhové pokrývky, denní úhrny srážek a denní extrémny teploty vzduchu na stanici Pec pod Sněžkou



Obr. 3.20 Výška sněhové pokrývky, denní úhrny srážek a denní extrémny teploty vzduchu na stanici Ústí nad Orlicí



Obr. 3.21 Výška sněhové pokrývky, denní úhrny srážek a denní extrémní teploty vzduchu na stanici Červená



Obr. 3.22 Výška sněhové pokrývky, denní úhrny srážek a denní extrémní teploty vzduchu na stanici Lysá hora

Závěrem lze konstatovat, že čím větší je vodní hodnota ležícího sněhu, tím větší je nebezpečí vzniku povodní. Aby se toto nebezpečí realizovalo, je nutné, aby tání sněhu bylo urychleno teplým větrem s velkou oblačností v nočních hodinách a doprovázeno dešťovými srážkami.

4 ZHODNOCENÍ SPOLEHLIVOSTI A ÚČINNOSTI SYSTÉMU MĚŘENÍ VÝŠKY SNĚHOVÉ POKRÝVKY A JEJÍ VODNÍ HODNOTY

4.1 Měření výšky sněhové pokrývky

Měření výšky sněhové pokrývky je méně náročné než měření vodní hodnoty. Pokud se sníh vyskytuje, je měřena denně a je často využívána v operativním provozu pro přepočítání vodní hodnoty, pokud známe příslušnou hustotu sněhu. S pochybením při měření se setkáváme zřídka, pro hydrologické výpočty povodňových situací je výška sněhové pokrývky mnohem méně významná než vodní hodnota.

Využití satelitních snímků pro hydrologické účely je omezené. Při jasném počasí dává snímek přehled o pokrytí a rozsahu sněhové pokrývky v povodí. Neumožňuje však stanovení vodní hodnoty sněhu. Použití radaru pro určení parametrů sněhové pokrývky není známo.

4.2 Měření vodní hodnoty sněhové pokrývky

Vodní hodnotu sněhu měří všechny klimatické i srážkoměrné stanice ČHMÚ, což je cca 800 stanic, jednou týdně – v pondělí. Pro potřeby operativního provozu je k dispozici méně stanic, asi 300. Měření je prováděno jednobodově v blízkosti stanice, která většinou leží na volném prostranství mimo dosah lesa. Kromě měření ve staniční síti se také provádějí, většinou nepravidelně – podle potřeby, expediční měření v tzv. profilech, tzn. ve více bodech na volném prostranství i v lese. Metodika spočívá ve stanovení průměrné výšky a vodní hodnoty sněhu v profilech (přibližně 100 m dlouhých), které se nacházejí ve stejné nadmořské výšce, avšak mají různou expozici svahu a odlišný vegetační kryt (les, volné prostranství). Odběr sněhu se provádí ve více bodech. Stanovení vodní hodnoty sněhu tímto způsobem je časově i fyzicky náročnější než pravidelná týdenní měření na stanicích. Údaje mají pro využití větší reprezentativnost než jednobodová měření. Tímto způsobem se měří v zimním období v povodí Jizery pravidelně každý týden, tedy v Jizerských horách a v západních Krkonoších. Stejná metodika byla zavedena před pěti lety i na některých profesionálních stanicích a několika vodních dílech; odběry jsou prováděny rovněž v pondělí. Při rozhodování, které stanice vybrat, byly upřednostněny lokality ve vyšších polohách.

Nepravidelná expediční měření provádějí pracovníci poboček dle svých možností v období před předpokládaným táním nebo v době největší sněhové pokrývky v místech, kde není dostatečně hustá síť stanic (většinou v horských polohách) nebo pro ověření správnosti měření ve staniční síti. Takto bylo v roce 2006 provedeno měření v povodí Sázavy, Orlice, horního Labe a Jizery, Otavy a v povodí nádrží Přísečnice, Fláje a Orlík.

Údaje o vodní hodnotě slouží k více účelům. Je to dnes již rutinní vyhodnocování zásob vody ve sněhové pokrývce pro významná vodohospodářská díla a pro závěrové profily větších toků. Výsledky jsou pravidelně předávány státním podnikům Povodí a jejich dispečinky berou tyto informace v úvahu při rozhodování o preventivním upouštění nádrží. Dále změřenou vodní hodnotu využívají předpovědní pracoviště pro kontrolu výpočtu vodní hodnoty, kterou generuje hydrologický předpovědní model, a pro její případnou opravu. V neposlední řadě slouží ke zpřesnění výpočtu zatížení stavebních konstrukcí sněhem.

K měření vodní hodnoty sněhu na většině stanic v nižších polohách se používá srážkoměr, ve vyšších nadmořských výškách pak váhový sněhoměr. Měření vodní hodnoty není jednoduché při větším množství zmrzlého sněhu. I při velmi pečlivém měření není jistota, že změřená hodnota je správná. Je-li průřez odběrného zařízení dostatečně veliký, je obtížné odebrat vzorek najednou. Je-li průřez naopak menší (váhový sněhoměr) vzorek se dá lépe najednou odebrat, avšak může dojít k hrnutí sněhu před válcem a tím i k změření menší hodnoty.

4.3 Metoda výpočtu vodní hodnoty sněhu

Vzhledem k těmto problémům při měření a rovněž pro potřebu mít hodnoty pro každý den (jednou za týden je pro nižší polohy nedostatečné) byla odvozena jednoduchá metoda, která umožňuje spočítat vodní hodnotu sněhu na základě veličin, které jsou k dispozici na srážkoměrné a nejbližší klimatologické stanici.

Seznam použitých veličin:

Vstup:	SRA	denní úhrn srážek [0,1 mm]
	SNO	výška nového sněhu [cm]
	SCE	celková výška sněhu [cm]
	E	průměrný denní tlak vodní páry [hPa]
Výstup:	SVHV	vypočítaná vodní hodnota [0,1 mm]

Pomocné proměnné:

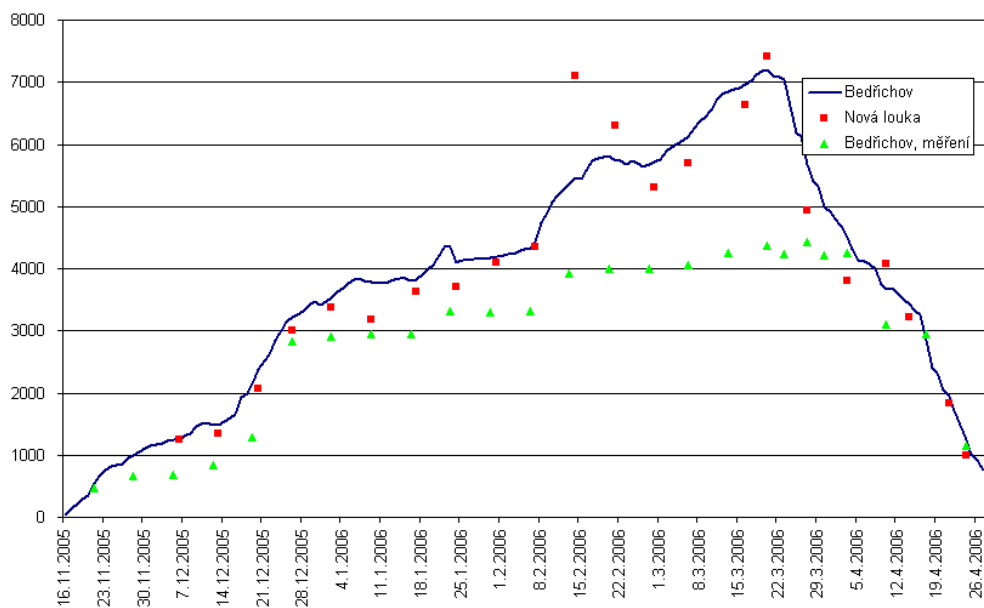
R	hustota sněhu SVHV/SCE [%]
RP	hustota sněhu [%]
FR	funkce hustoty
P1	přírůstek ze sněhových srážek [0,1 mm]
P2	přírůstek z vodních srážek [0,1 mm]
P3	přírůstek z vlhkosti vzduchu [0,1 mm]

Výpočet:

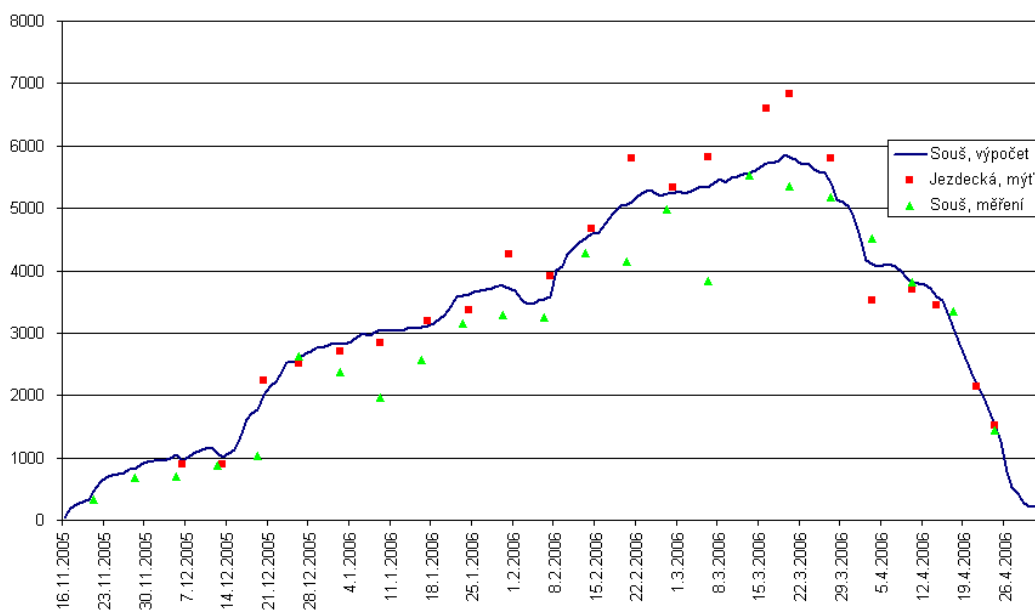
$$\begin{aligned} \text{SVHV} &= (\text{SCE} - \text{SNO}_{-1}) * \text{RP} + \text{P1}_{-1} && \text{když SCE} > 0, \text{ jinak SVHV} = 0 \\ \text{RP} &= [\text{R}_{-1} + (\text{P2}_{-1} + \text{P3}_{-1}) / \text{SCE}_{-1}] * [1 + (\text{SCE}_{-1} - \text{SCE} + \text{SNO}_{-1}) * \text{FR} / \text{SCE}_{-1}] && \text{když SCE}_{-1} > 0 \text{ a } \text{SCE} - \text{SNO}_{-1} > 0, \\ &&& \text{jinak RP} = 0 \\ \text{R} &= \text{SVHV} / \text{SCE} && \text{když SCE} > 0, \text{ jinak R} = 0 \\ \text{FR} &= \text{EXP}^3 [-\text{R} / (90 - \text{R})] && \text{když R} > 0, \text{ jinak FR} = 0 \\ \text{P1} &= \text{SRA} && \text{když SNO/SRA} > 0,05 \\ &= 20 * \text{SNO} && \text{když SNO/SRA} \leq 0,05 \\ &= 0 && \text{když SRA} = 0 \\ \text{P2} &= \text{MIN}(\text{SRA} - \text{P1}; \text{SCE} * \text{FR} * 10) \\ \text{P3} &= \text{E} / 2 * \text{FR} * \text{SCE} \end{aligned}$$

4.4 Ověření výpočtu vodní hodnoty sněhu

Vodní hodnoty vypočtené tímto způsobem byly ověřeny pro stanice Bedřichov a Souš podle výsledků soustavného měření v experimentálních povodích ČHMÚ v Jizerských horách. Porovnání bylo provedeno s údaji získanými v těsné blízkosti ve stejné nadmořské výšce, a to na Nové Louce pro Bedřichov a Jezdecké pro Souš. Vodní hodnoty sněhu pro Bedřichov a Souš byly získány přepočtem hustoty sněhu stanovené expedičním měřením na Nové Louce, příp. Jezdecké, a násobkem výšky sněhu naměřené na profesionálních stanicích. Na **Obr. 4.1** a **4.2** jsou vyznačeny červeně. Zelené terčíky znázorňují měření vodní hodnoty sněhu pozorovatelem ve stanici, modrá čára je denní výpočet dle odvozeného vzorce. Z obou grafů je patrné, že se výpočet přibližuje k hodnotám měřeným ve více bodech v profilu, údaje



Obr. 4.1 Porovnání vypočtené vodní hodnoty pro Bedřichov s údaji naměřenými pozorovatelem a s údaji expedičního měření



Obr. 4.2 Porovnání vypočtené vodní hodnoty pro Souš s údaji naměřenými pozorovatelem a s údaji expedičního měření

měřené jednobodově ve stanici jsou po většinu období podhodnocené. K obdobným výsledkům jsme dospěli při vyhodnocení zimy 2005/2006 pro tyto stanice. Vzorec byl zkoušen i pro většinu dalších profesionálních stanic pro více zimních období, vypočtené hodnoty velmi dobře odpovídaly hodnotám naměřeným.

Na základě získaných výsledků byla použita tato metoda jako jeden ze způsobů pro hodnocení spolehlivosti a účinnosti systému měření vodní hodnoty sněhu.

4.5 Použitý postup pro hodnocení spolehlivosti měření ve stanicích

Hodnocení bylo prováděno po jednotlivých povodích zasažených povodní. Pro hodnocení reprezentativnosti měření jsme využili všechna provedená profilová měření za zimní období roku 2006.

Pro každé z posuzovaných povodí byl sestaven graf vodních hodnot, vyjadřující závislost naměřené vodní hodnoty (SVH) v klimatické nebo srážkoměrné hlásné stanici na nadmořské výšce. Datum hodnocení bylo zvoleno s ohledem na provedené profilové měření, které bylo rovněž vyneseno do grafu. Profilová měření byla prováděna většinou v okolí vybraných hlásných stanic ČHMÚ. Měření ve stanicích bylo kontrolováno výpočtem dle empirického vzorce.

Pro celou republiku byla vykreslena mapa rozdílů vodních hodnot vypočtených a vykreslených ke 20. březnu 2006. Podle výsledků byla rovněž určena přesnost měření.

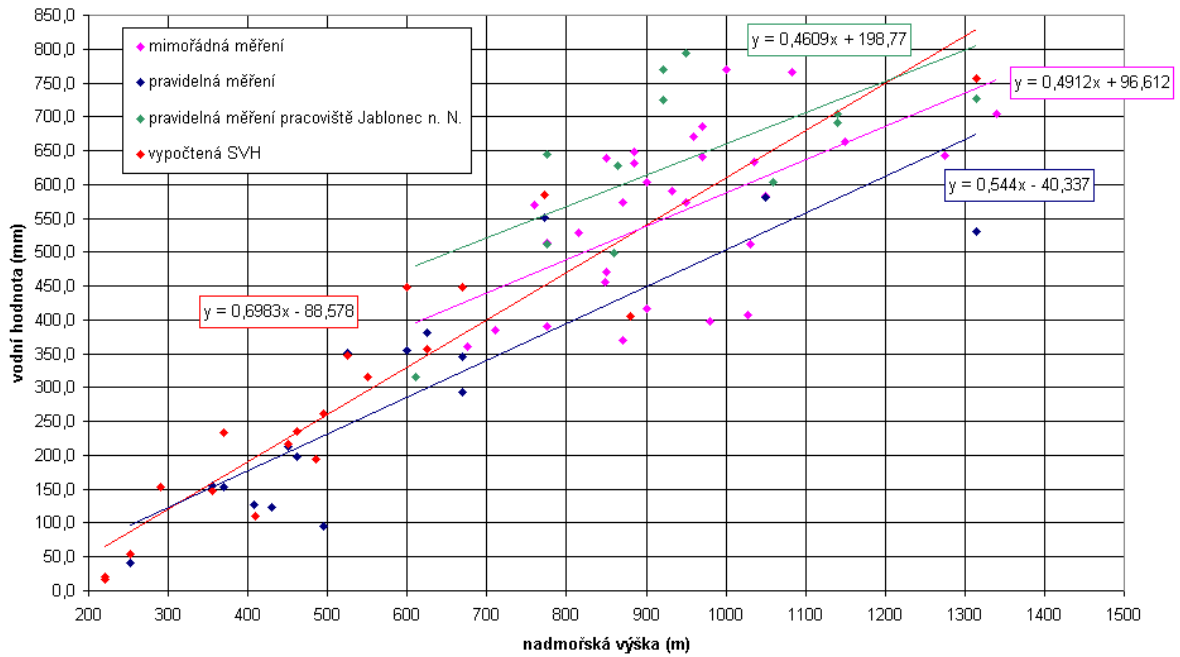
Přehled všech použitých stanic, včetně nadmořských výšek a změřených, případně vypočtených vodních hodnot, je zařazen na konci celé kapitoly. Názvy stanic ani jejich zkratky nebyly v grafech uvedeny z důvodu přehlednosti.

4.6 Hodnocení spolehlivosti měření vodní hodnoty pro jednotlivá povodí

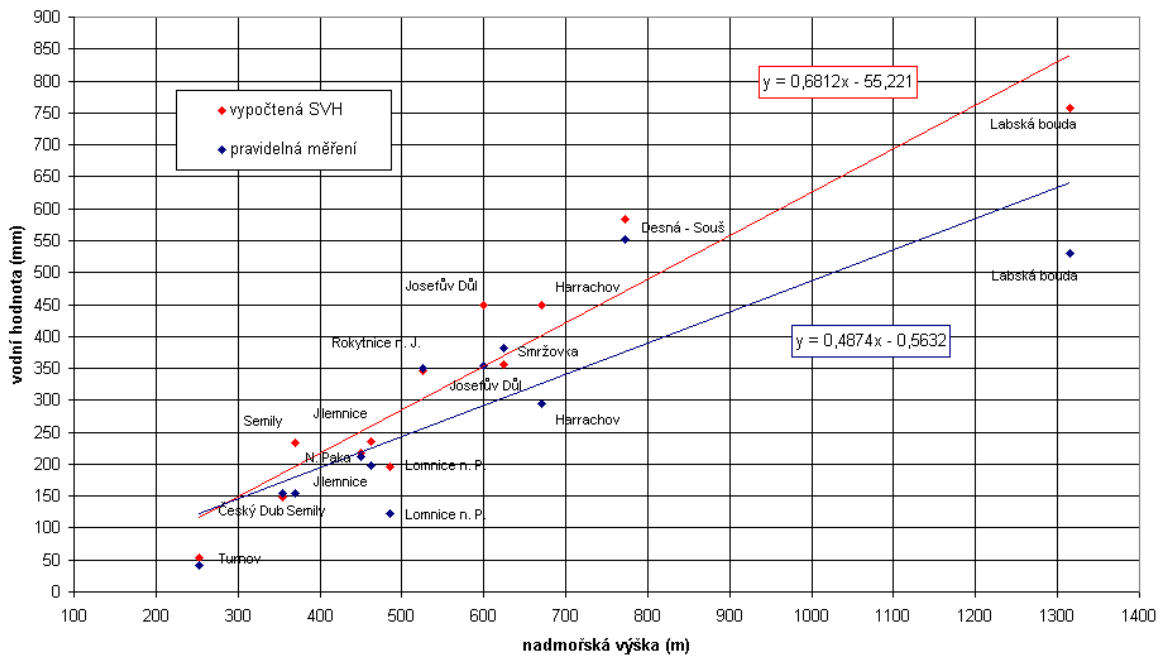
Povodí Jizery

Pro potřeby operativního provozu jsou každý týden používány jak údaje ze staniční sítě ČHMÚ, tak i soustavná měření v experimentálních povodích v Jizerských horách pracovištěm v Jablonci nad Nisou. Vyhodnocení bylo provedeno k datu 13. až 17. března 2006, kdy pracovníci Pobočky Praha uskutečnili i mimořádné profilové měření. Počasí během měření neovlivnilo vodní hodnotu vztaženou k pondělí 13. března 2006 (teploty pod bodem mrazu, srážky do 2 mm).

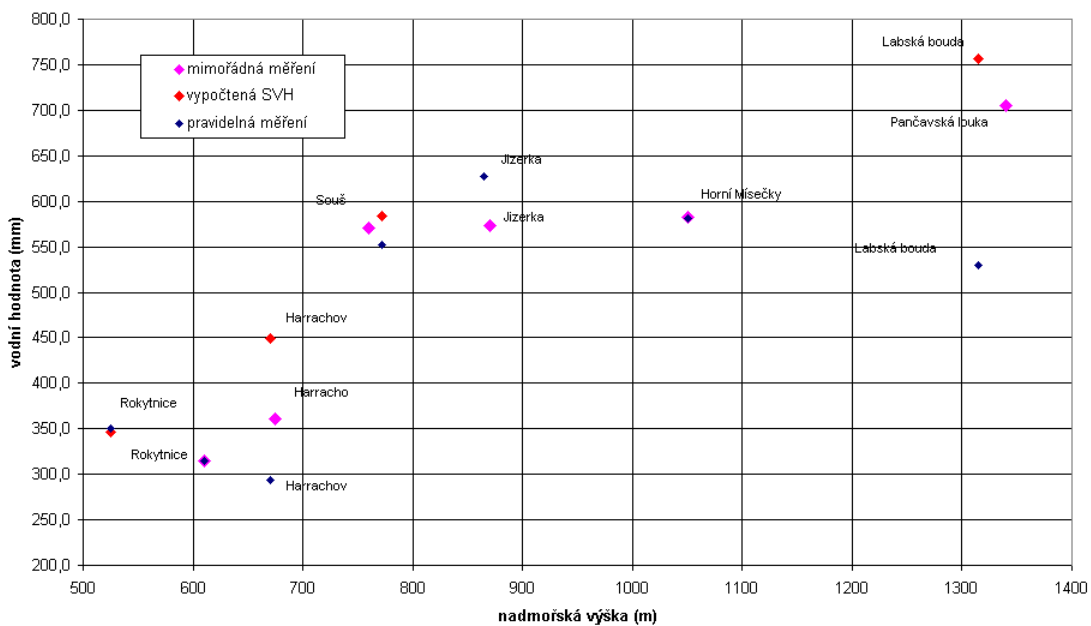
V **Obr. 4.3** jsou vynesena všechna měření a výpočty vodní hodnoty (SVH), včetně příslušných spojnic trendů a rovnic regrese. Pro vyšší nadmořské výšky nad 700 m dávají profilová měření také vyšší vodní hodnoty než stanice, kterých je však minimální počet. Pro oblast 400 až 800 m n. m jsou rozdíly malé a v porovnání s výpočty jsou výsledky staničních měření uspokojivé. **Obr. 4.4** to dokládá podrobněji. Na **Obr. 4.5** jsou pro stejné lokality porovnány SVH určené různými způsoby. Výraznější rozdíly jsou u stanic Harrachov a Labská bouda, kdy měření ve stanicích jsou podhodnocená. Tento fakt však uživatelé na Centrálním předpovědním pracovišti ČHMÚ znají a pro operativní účely ho zohledňují. Konečně **Obr. 4.6** ukazuje celkové porovnání měřených hodnot s vypočtenými. Spojnice trendu a příslušné regresní rovnice se významně neodchylují.



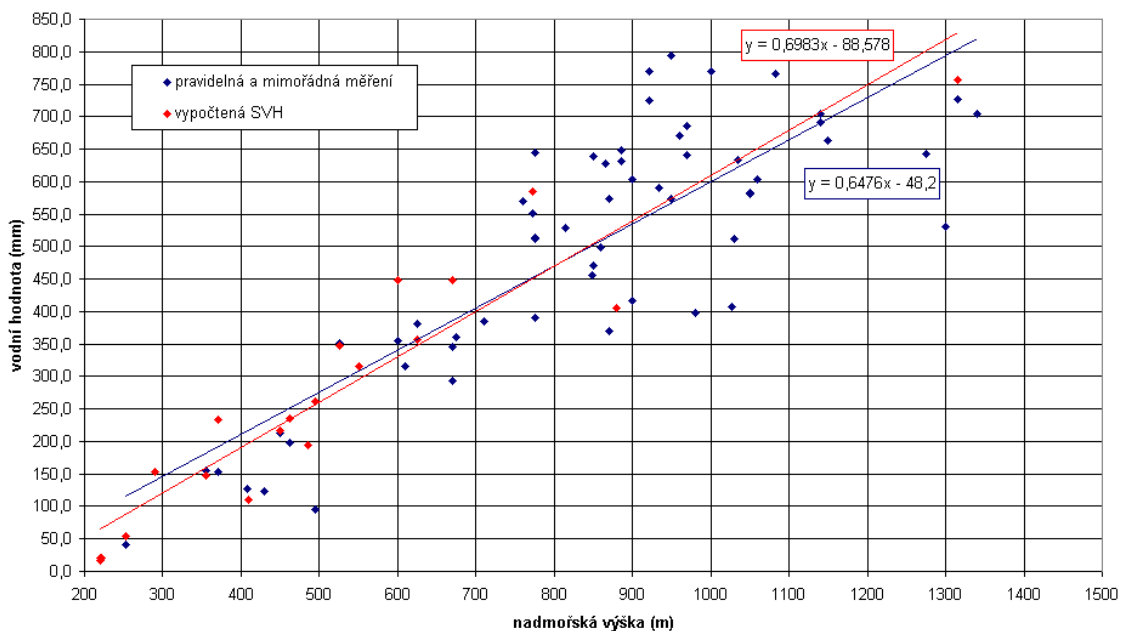
Obr. 4.3 Graf vodních hodnot v povodí Jizery ze 13.–17. března 2006



Obr. 4.4 Graf vodních hodnot v povodí Jizery ze 13.–17. března 2006, srovnání pravidelných měření a vypočtené SVH ve stejné lokalitě



Obr. 4.5 Graf vodních hodnot v povodí Jizery ze 13.–17. března 2006, srovnání pravidelných měření, mimořádných měření a vypočtené SVH ve stejné lokalitě



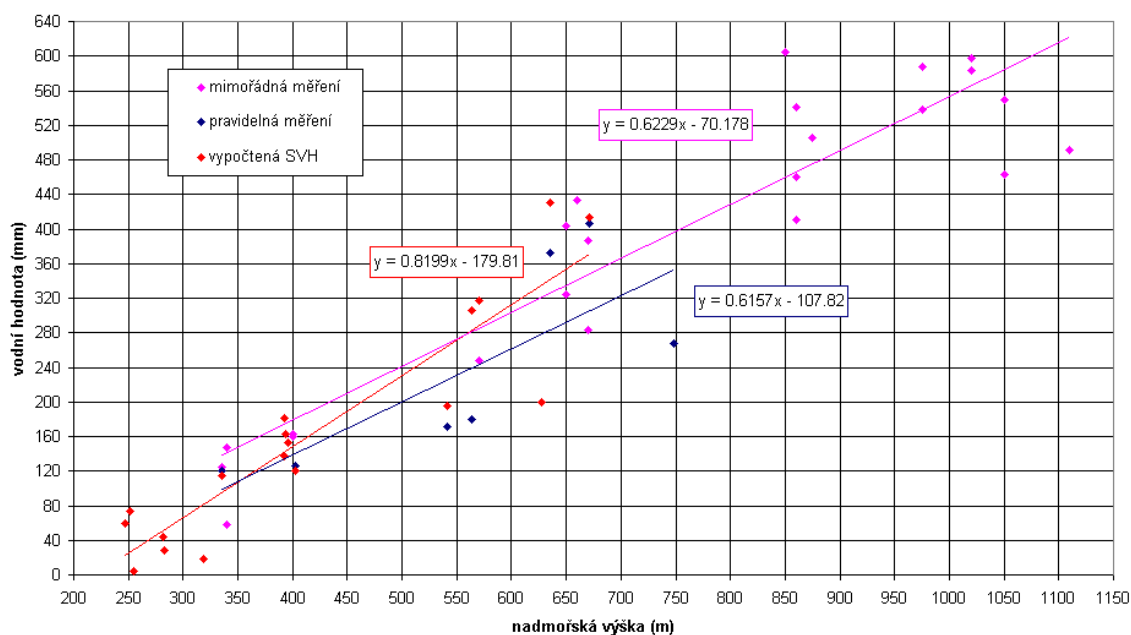
Obr. 4.6 Graf vodních hodnot v povodí Jizery ze 13.–17. března 2006, vypočtená SVH, pravidelná a mimořádná měření (včetně spojnic trendu a rovnic regrese)

Povodí Orlice

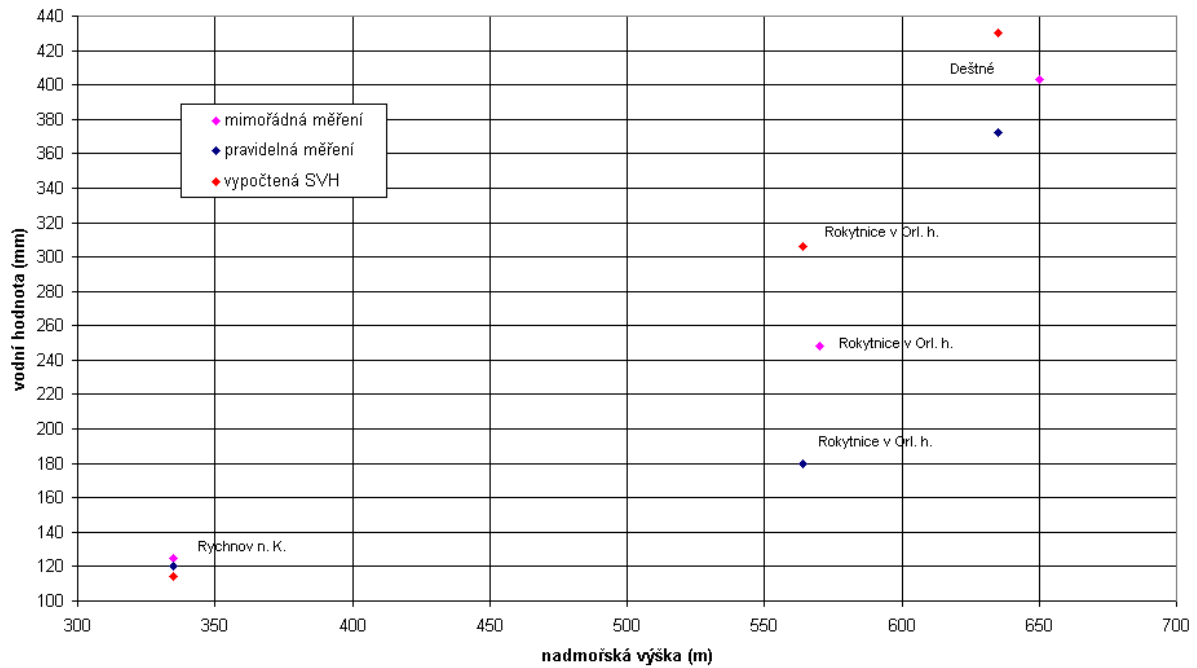
Vyhodnocení bylo vztaženo k pondělí 6. března 2006, mimořádná profilová měření byla provedena pracovníky Pobočky ČHMÚ Hradec Králové a oddělení hydrologického výzkumu (OHV) 8. a 9. března 2006. Počasí během měření neovlivnilo vodní hodnotu vztaženou k 6. březnu (teploty 8. i 9. března byly pod bodem mrazu, srážky 9. března byly sněhové do 1 mm). Účelem bylo získat vodní hodnotu z vrcholových partií Orlických hor a ověřit měření ve stanicích, zejména tam, kde byla překonána historická maxima (Rychnov nad Kněžnou).

Na **Obr. 4.7** jsou vynesena všechna měření a výpočty vodní hodnoty (SVH), včetně příslušných spojnic trendů a rovnic regrese. V nadmořské výšce 850 m n. m. až 1100 m n. m. nejsou k dispozici žádné srážkoměrné stanice. V oblasti pod 700 m n. m. jsou profilová měření vyšší než ve stanicích a od spočítané vodní hodnoty se příliš neliší. V nízkých nadmořských výškách 300 až 400 m n. m. jsou všechny údaje ve vzájemné shodě.

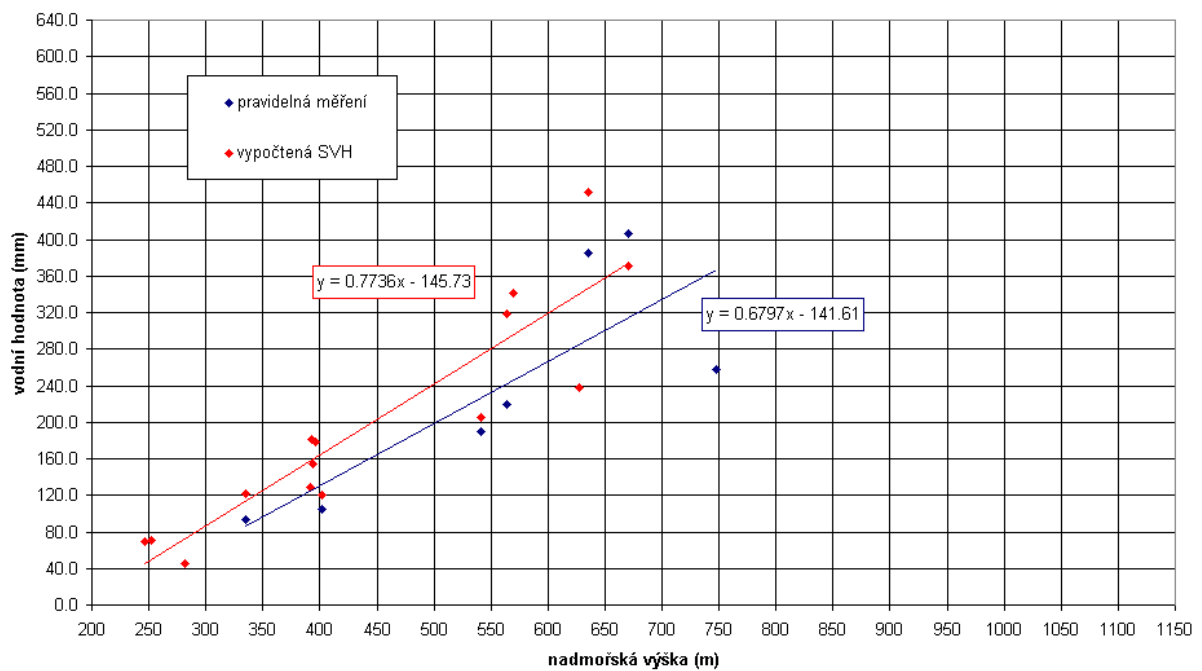
Na **Obr. 4.8** je porovnání získaných SVH pro stanice ČHMÚ. Jednoznačně výbornou shodu prokázala měření ve stanici Rychnov nad Kněžnou, kde bylo zaznamenáno maximum za celou dobu pozorování. Relativně dobře měří i stanice Deštné, pro Rokytnici se údaje lišily oproti profilovému měření o 30 %. Na **Obr. 4.9** je porovnání měření ve staniční síti s výpočtem pro datum 20. března (maximum sněhové pokrývky na území ČR), naměřené hodnoty byly nižší než vypočtené.



Obr. 4.7 Graf vodních hodnot v povodí Orlice ze 6. a 8.–9. března 2006 – vypočtená SVH, mimořádná a pravidelná měření (včetně spojnic trendu a rovnic regrese)



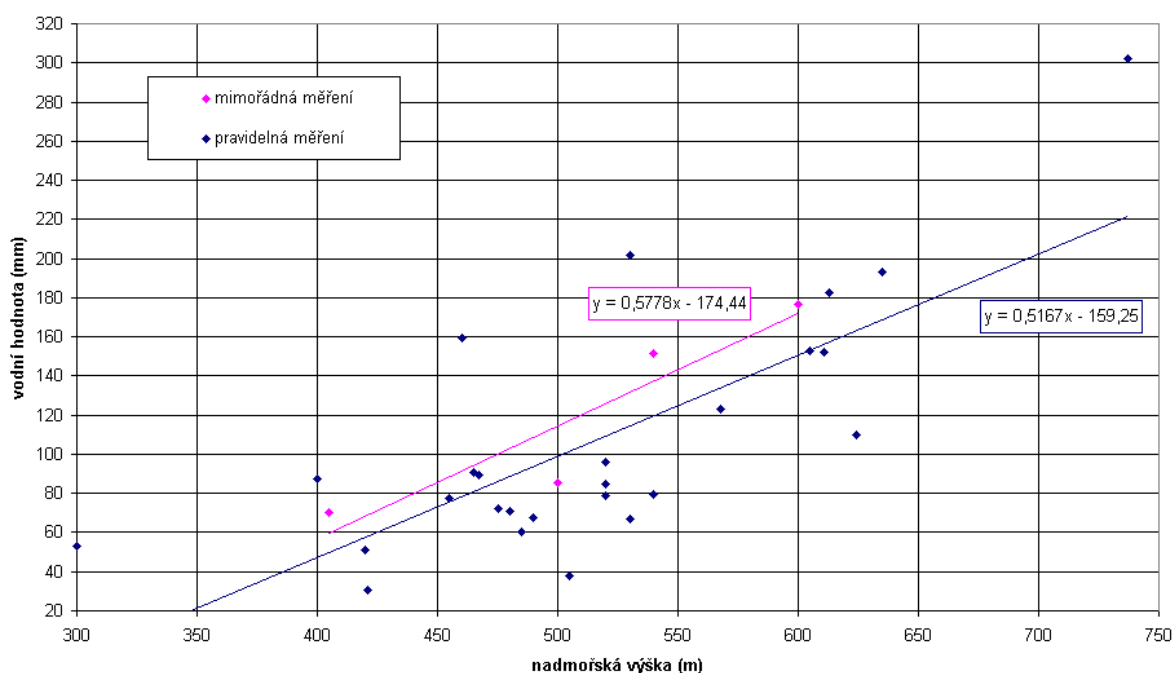
Obr. 4.8 Graf vodních hodnot v povodí Orlice ze 6. a 8.–9. března 2006 – Deštné, Rokytnice, Rychnov – porovnání vypočtené SVH, pravidelných a mimořádných měření



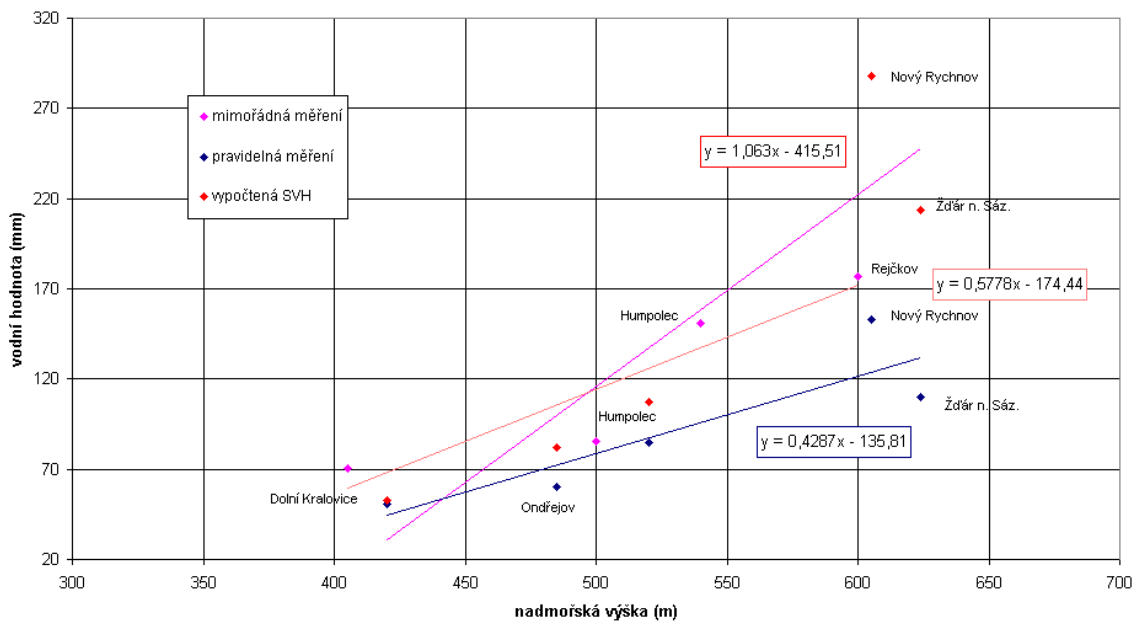
Obr. 4.9 Graf vodních hodnot v povodí Orlice ze 20. března 2006 – vypočtená SVH a pravidelná měření (včetně spojnic trendu a rovnic regrese)

Povodí Sázavy

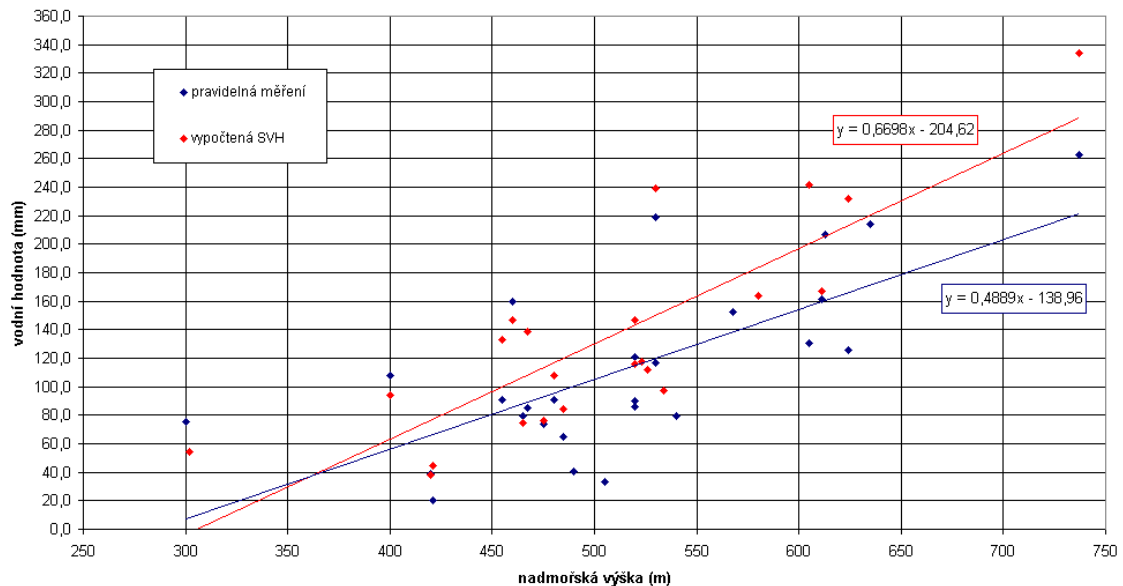
Mimořádné profilové měření v povodí Sázavy se uskutečnilo 15. února 2006. Dřívější termín byl zvolen s ohledem na to, že v povodí byla značná zásoba sněhu (docházelo k deformacím střech, stavebních konstrukcí). Účelem bylo ověřit měření ve stanicích ČHMÚ a v lokalitách, kde došlo k poškození budov (Humpolec), a také získat vodní hodnotu z vyšších poloh okolo 600 m n. m. Na **Obr. 4.10** jsou vynesena měření ve staniční síti a v profilech. Zda stanice, které výrazně převyšují svou hodnotou údaje ostatních stanic v obdobné nadmořské výšce, chybně měří, nelze jednoznačně určit, neboť jsou zcela v jiných lokalitách, než ve kterých bylo provedeno profilové měření, a z časových důvodů tak údaje z nich nebyly ověřeny. Na **Obr. 4.11** jsou porovnána měření a výpočty pro stanice ČHMÚ. V okolí Rejčkova (600 m n. m), kde bylo provedeno profilové měření, neleží žádná stanice, proto byly do grafu vyneseny údaje ze vzdálených stanic s obdobnou nadmořskou výškou – Nový Rychnov a Žďár nad Sázavou. Obě stanice vykazovaly nižší naměřené vodní hodnoty, příslušné vypočtené údaje však byly značně vyšší. Ostatní stanice měly měřenou SVH rovněž nižší, avšak ne v takové míře. Pro stanici Humpolec vypočtená SVH převyšovala hodnotu profilového měření o 40 %. **Obr. 4.12** porovnává údaje naměřené ve staniční síti s hodnotami vypočítanými. Výsledky jsou uspokojivé, větší rozdíl vykazuje pouze stanice Svratouch (cca 25 %).



Obr. 4.10 Graf vodních hodnot v povodí Sázavy ze 13. a 15. února 2006 (včetně spojnic trendu a rovnic regrese)



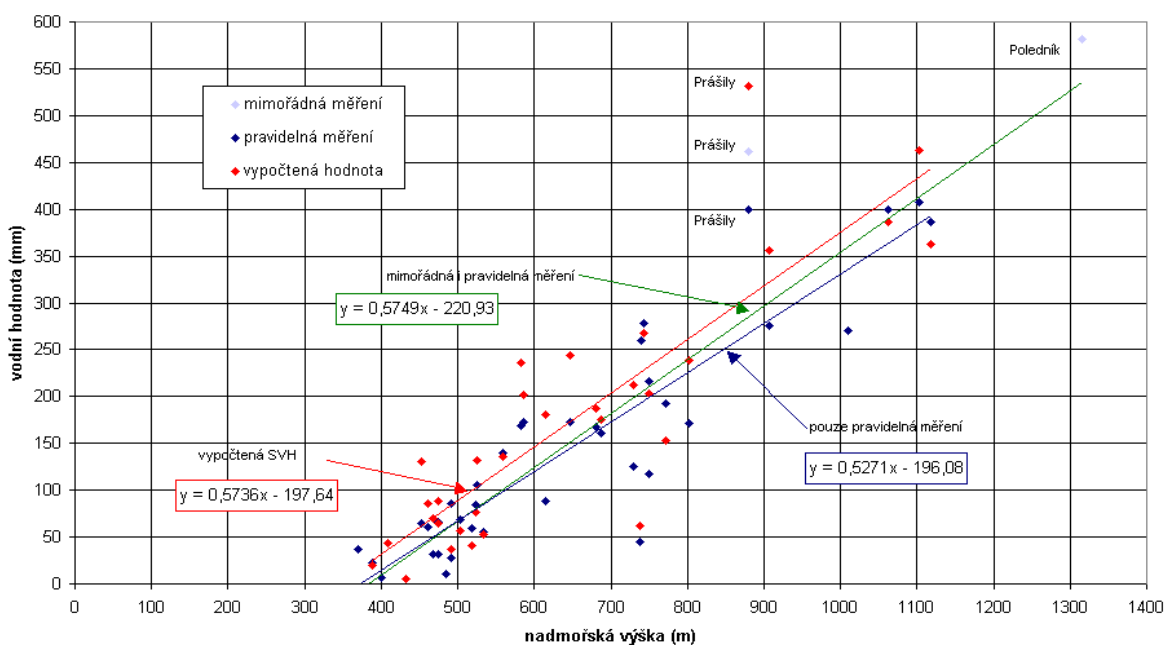
Obr. 4.11 Graf vodních hodnot v povodí Sázavy ze 13. a 15. února 2006 – mimořádná měření, pravidelná měření a vypočtená SVH (včetně spojnic trendu a rovnic regrese)



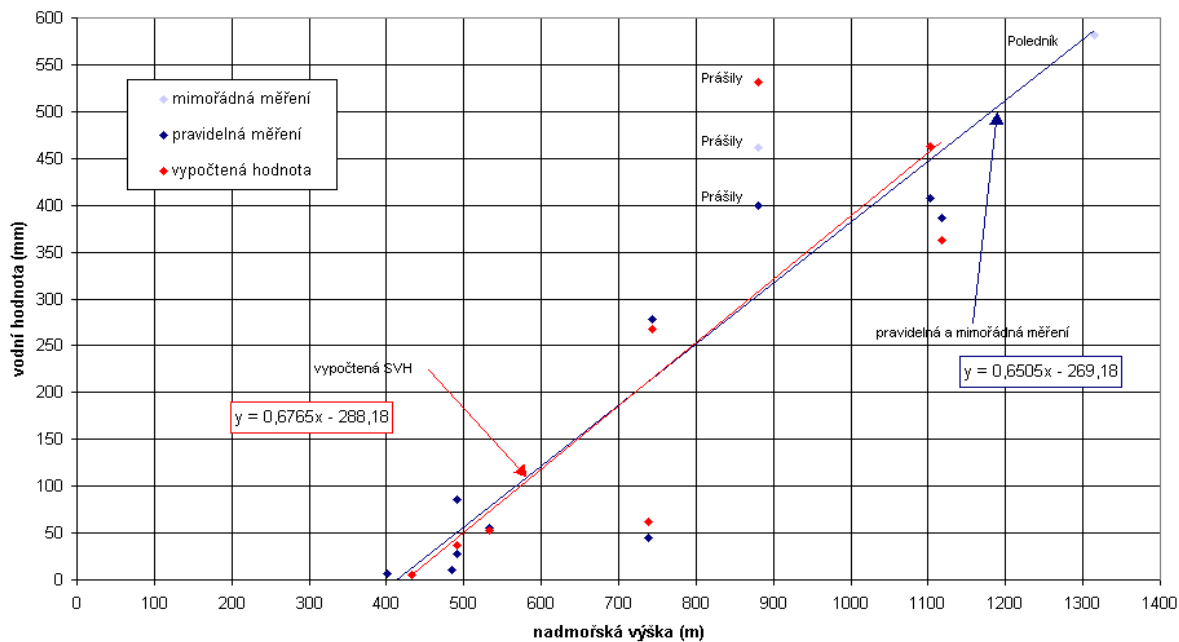
Obr. 4.12 Graf vodních hodnot v povodí Sázavy z 20. března 2006 – pravidelná měření a vypočtené hodnoty SVH (včetně spojnic trendu a rovnic regrese)

Povodí horní Vltavy, Otavy, Lužnice a Malše

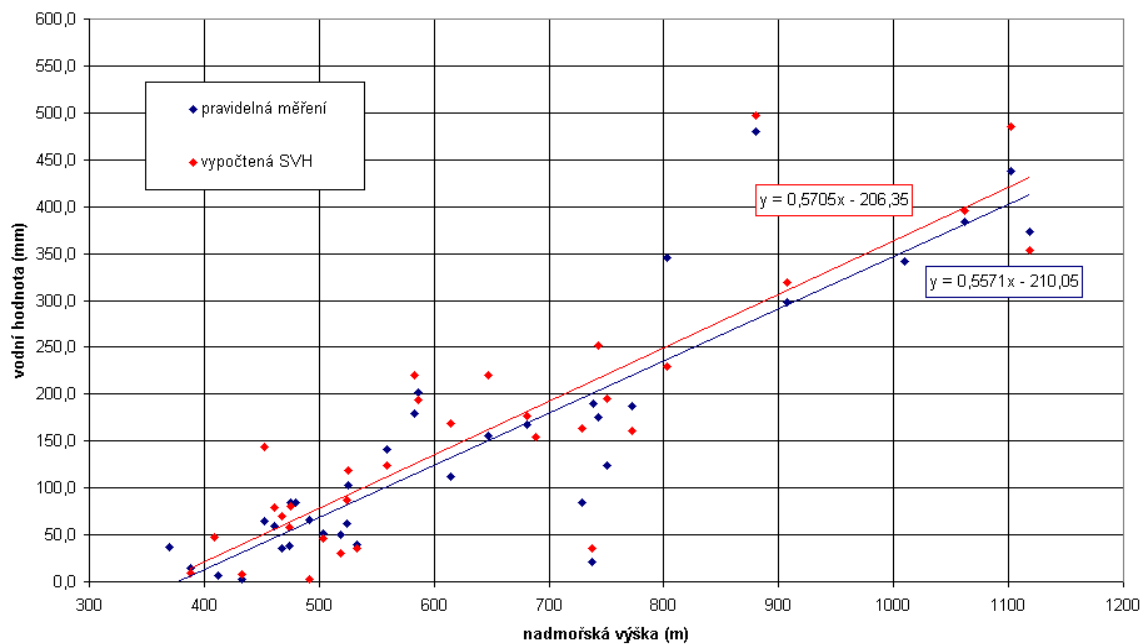
Mimořádné profilové měření v povodí Vltavy, resp. Povodí Otavy (8. března 2006), bylo zaměřeno především na získání údajů z vrcholových partií Šumavy (Poledník 1 315 m n. m.), kde hlásná síť chybí, a dále i na ověření správnosti měření v okolí stanice Prášily. Na **Obr. 4.13** jsou vyneseny veškeré údaje z celého povodí Vltavy po Orlick – měřené i spočítané, v **Obr. 4.14**, pak jen z povodí Otavy. Z tohoto obrázku vyplývá, že údaje naměřené na Poledníku jsou v souladu s čarou vodních hodnot pro spočtené údaje podle empirického vzorce. Chyba pro stanici Prášily je cca 15 %, což je vcelku vyhovující. **Obr. 4.15** porovnává veškeré údaje měřené a vypočítané po Orlick ke 20. březnu. Na **Obr. 4.16** jsou vyčleněny údaje pro šumavské toky – horní Vltavu a Otavu. Je zřejmá dobrá shoda měřených a spočítaných hodnot, vymyká se pouze Lenora, kde je měření SVH vyšší než výpočet. **Obr. 4.17** ukazuje hodnoty pro toky pramenic v Novohradských horách – Malši a Lužnici, disproporce je zřejmá u stanic Lasenice a Nadějkov, pro ostatní stanice je těsnost vztahu dostatečná.



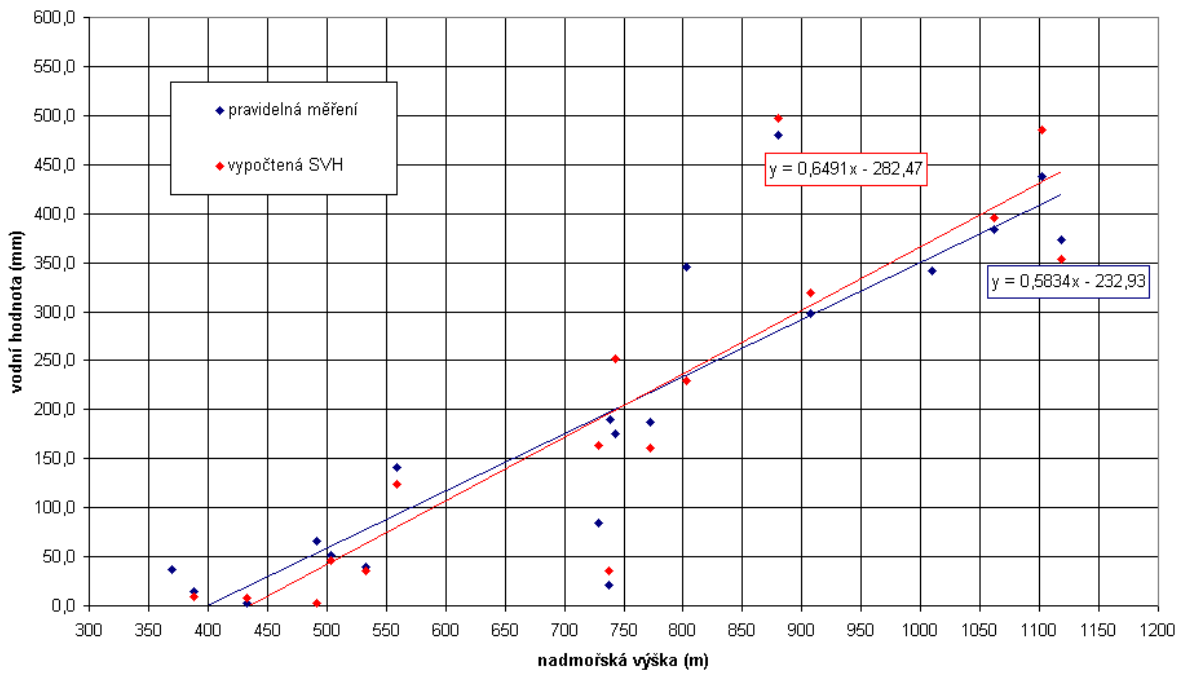
Obr. 4.13 Graf vodních hodnot v povodí horní Vltavy, Otavy, Malše a Lužnice ze 6. a 8. března 2006 – vypočtená SVH, pravidelná a mimořádná měření (včetně spojnice trendu a rovnic regrese)



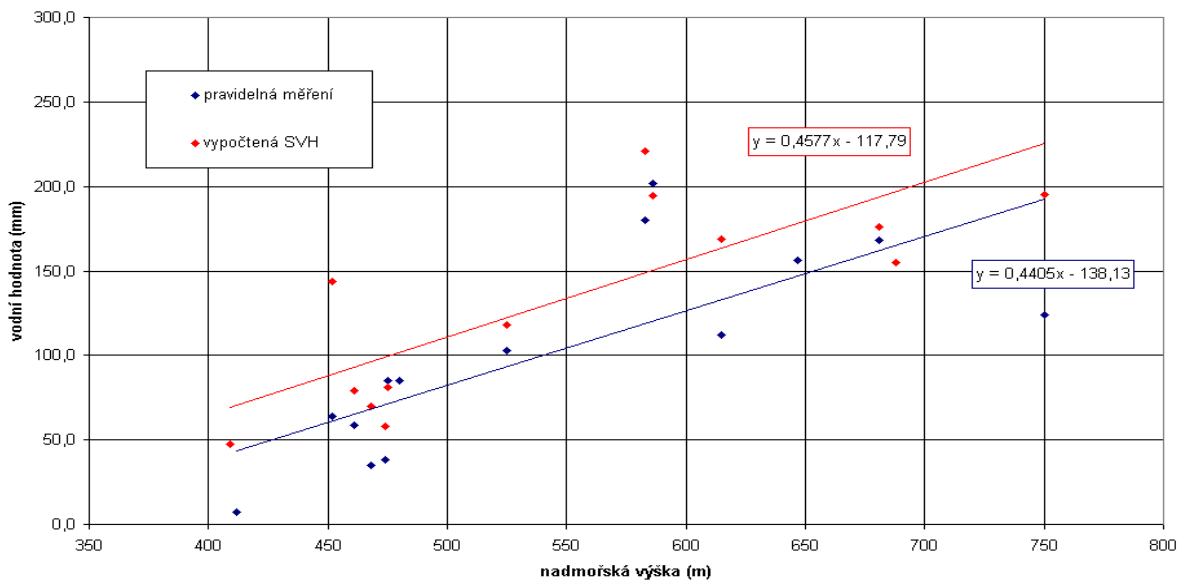
Obr. 4.14 Graf vodních hodnot v povodí Otavy ze 6. a 8. března 2006 – vypočtená SVH, pravidelná a mimořádná měření



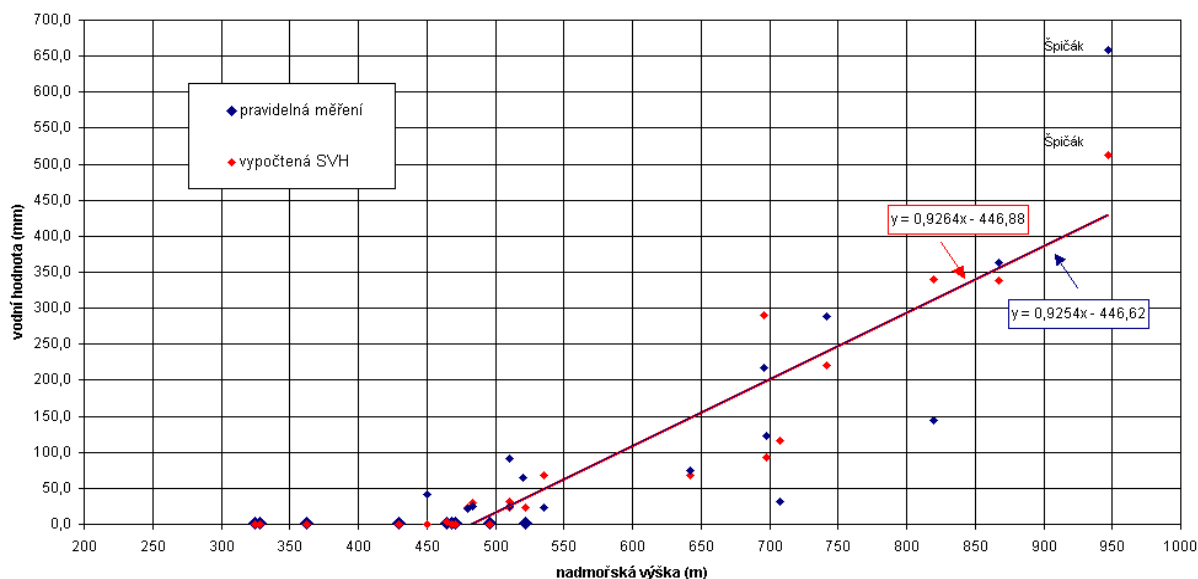
Obr. 4.15 Graf vodních hodnot v povodí horní Vltavy, Otavy, Malše a Lužnice ze dne 20. března 2006 – vypočtená SVH a pravidelná měření (včetně spojnic trendu a rovnic regrese)



Obr. 4.16 Graf vodních hodnot v povodí horní Vltavy a Otavy z 20. března 2006 – vypočtená SVH a pravidelná měření (včetně spojnic trendu a rovnic regrese)



Obr. 4.17 Graf vodních hodnot v povodí Malše a Lužnice z 20. března 2006 – vypočtená SVH a pravidelná měření (včetně spojnic trendu a rovnic regrese)



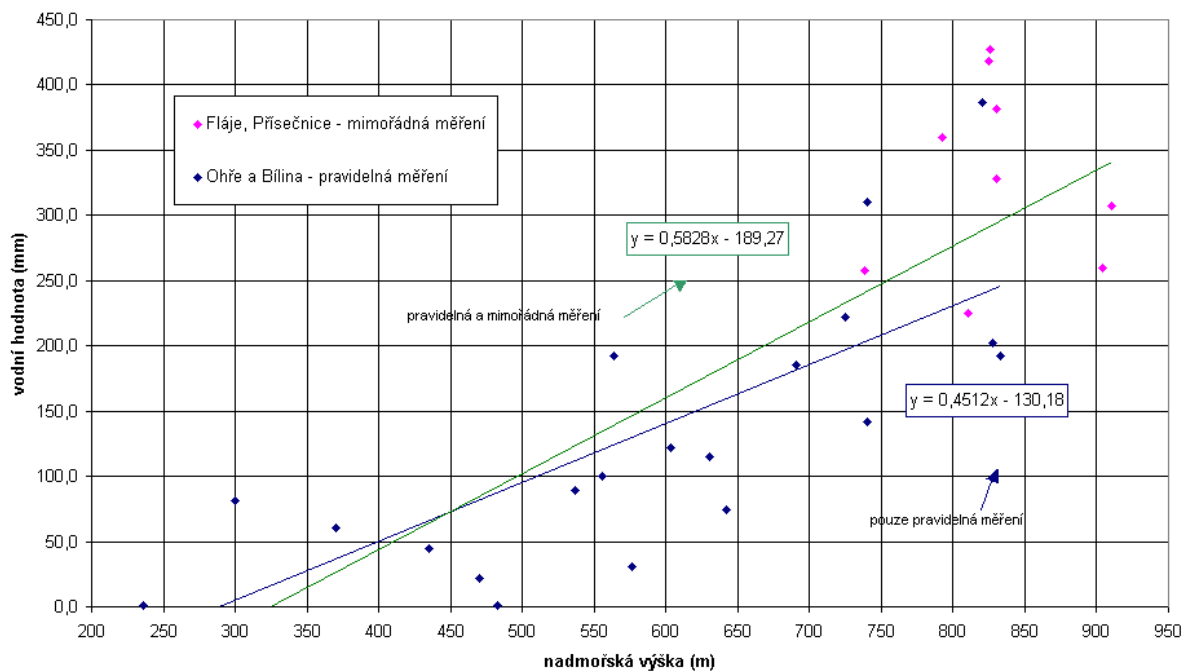
Obr. 4.18 Graf vodních hodnot v povodí Berounky (povodí Mže, Radbuzy, Úhlavy, Úslavy, Střely, Klabavy a Zbirožského potoka – vypočtená SVH a pravidelná měření (včetně spojnic trendu a rovnic regrese)

Povodí Berounky

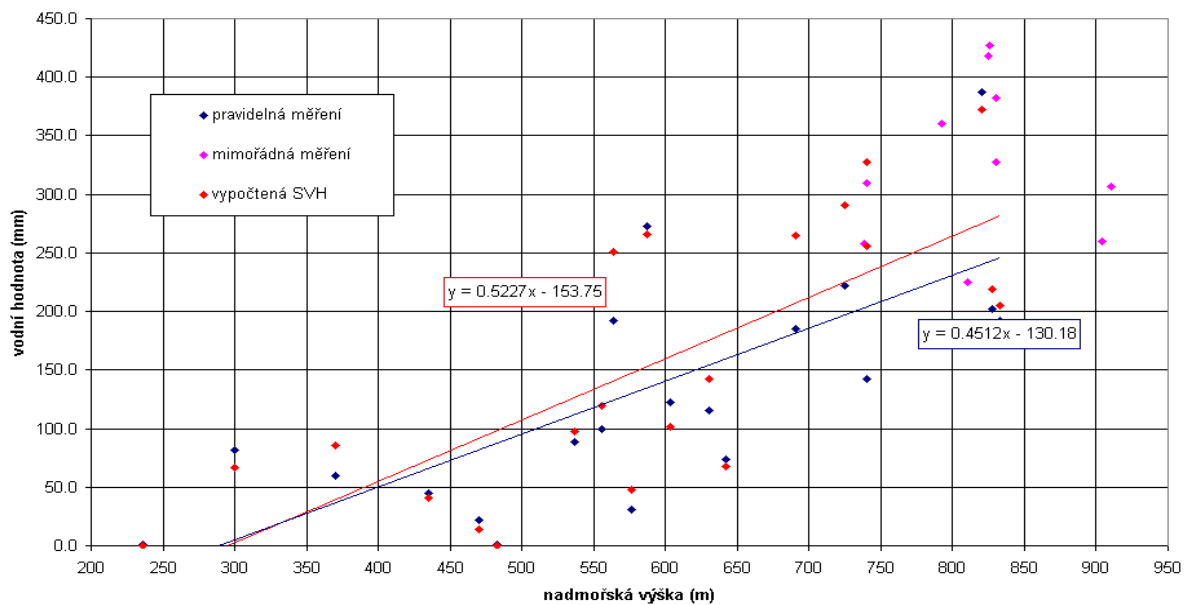
Do hodnocení byly zahrnuty veškeré stanice v povodí Mže, Radbuzy, Úhlavy, Úslavy, Střely, Klabavy a Zbirožského potoka. Profilové měření v tomto zimním období nebylo uskutečněno. Povodí nebylo postiženo povodněmi tak významně jako jiné oblasti vzhledem k tomu, že se výška sněhové pokrývky po předchozím tání v únoru značně snížila. Srovnání naměřené a vypočtené SVH bylo provedeno k datu 20. března 2006. Z **Obr. 4.18** je patrná – až na výjimky (Přimda a Železná Ruda) – dobrá shoda měřených a vypočtených hodnot. Spojnice trendu pro měřené a vypočítané hodnoty jsou téměř identické.

Povodí Ohře

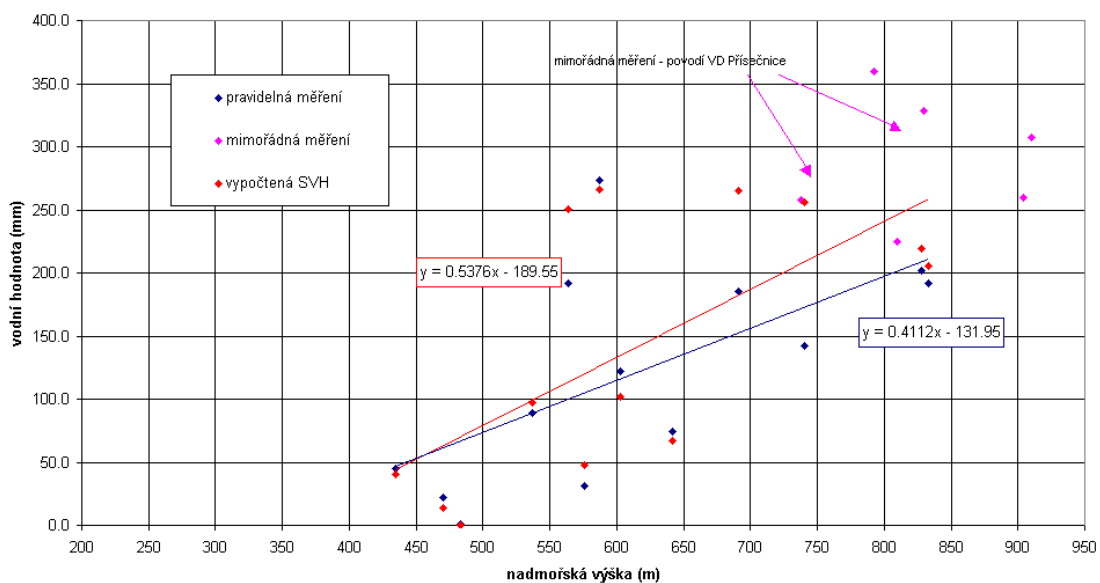
Mimořádné profilové měření v povodí Ohře a Bíliny (23. března 2006) bylo zaměřeno především na získání údajů z okolí nádrží Fláje a Přísečnice. Výsledky jsou vyneseny na **Obr. 4.19**, spolu s měřením ve staniční síti z 20. března. Podle spojnic trendu je zřejmé, že mimořádné měření zvyšuje vodní hodnotu v povodí. Na **Obr. 4.20** jsou ke všem staničním měřením vyneseny i údaje spočítané, na **Obr. 4.21** a **4.22** mají povodí Ohře a Bíliny samostatné grafy. Je zřejmá dobrá shoda měřených a spočítaných hodnot, v povodí Ohře se vymykají pouze Mariánské Lázně, a zejména Výsluní, kde je měření SVH podstatně nižší než výpočet.



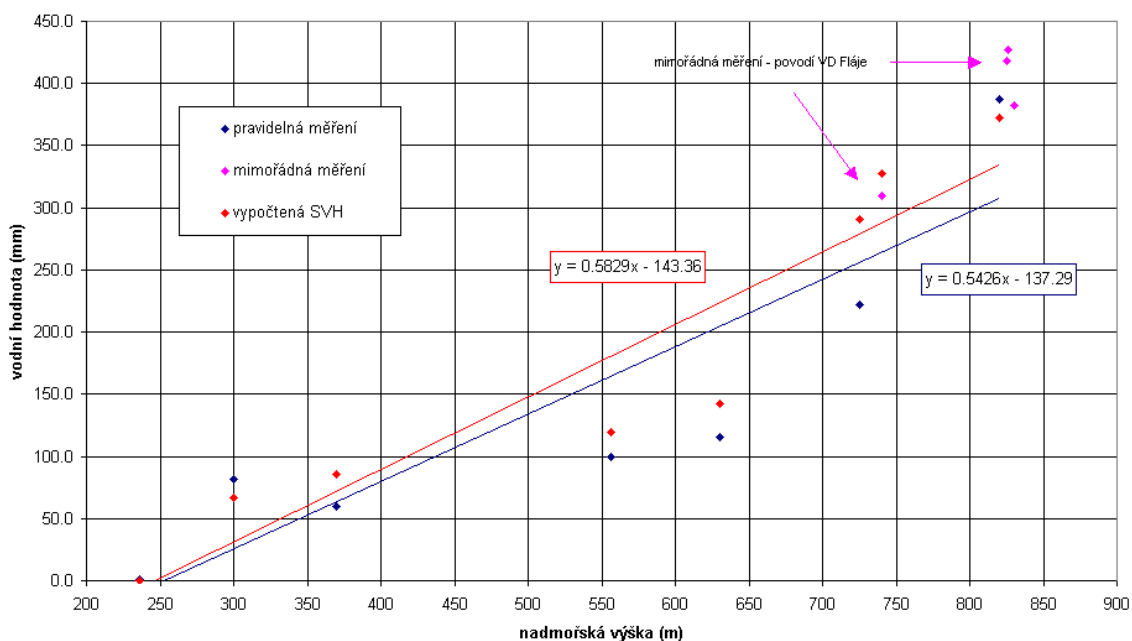
Obr. 4.19 Graf vodních hodnot v povodí Ohře a Bílina z 20.–23. března 2006 – porovnání spojnice trendu pravidelných měření a pravidelných spolu s mimořádnými měřeními



Obr. 4.20 Graf vodních hodnot v povodí Ohře a Bílina z 20.–23. března 2006 – vypočtená SVH, pravidelná a mimořádná měření (včetně spojnic trendu a rovnic regrese)



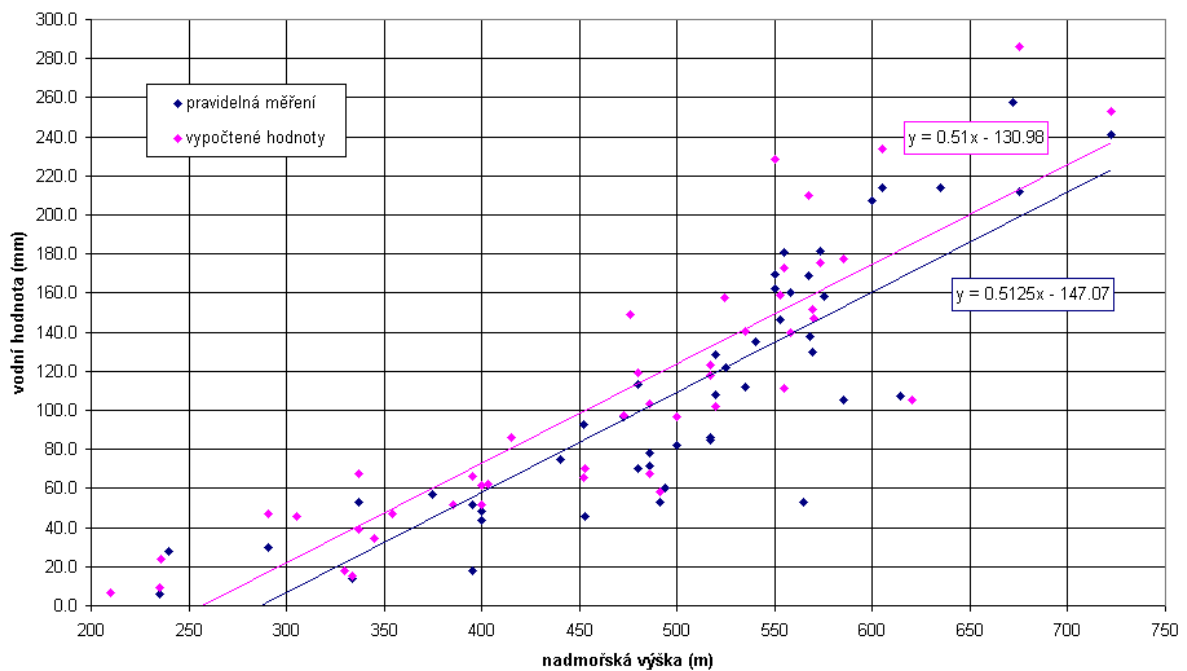
Obr. 4.21 Graf vodních hodnot v povodí Ohře z 20.–23. března 2006 – vypočtená SVH, pravidelná a mimořádná měření (včetně spojnic trendu a rovnic regrese)



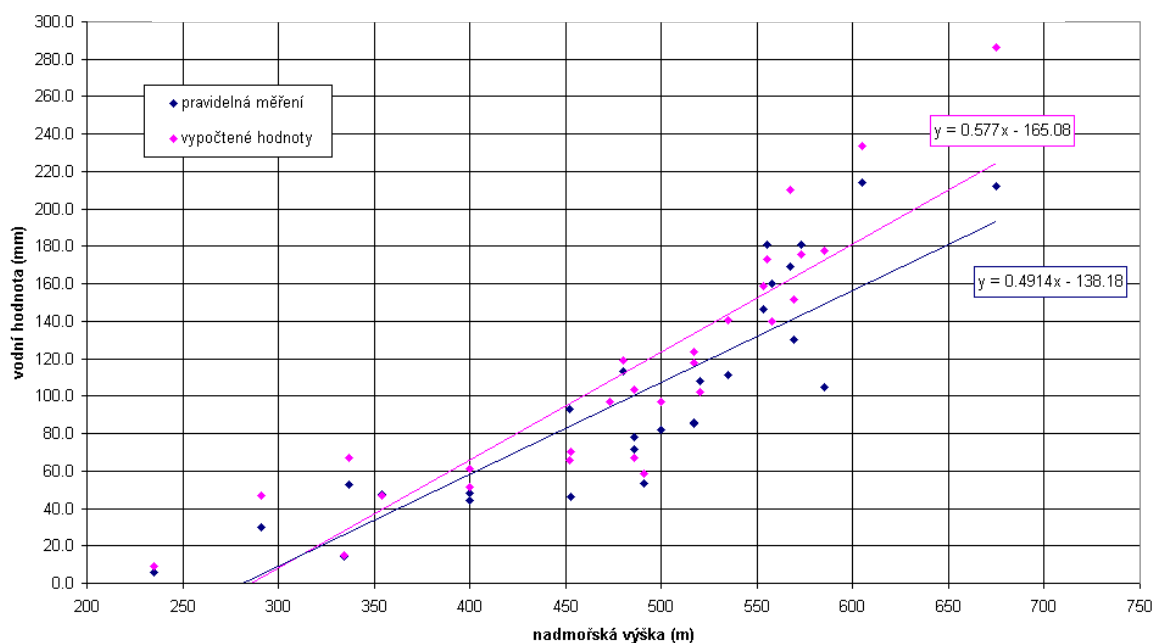
Obr. 4.22 Graf vodních hodnot v povodí Bíliny z 20.–23. března 2006 – vypočtená SVH, pravidelná a mimořádná měření (včetně spojnic trendu a rovnic regrese)

Povodí Dyje

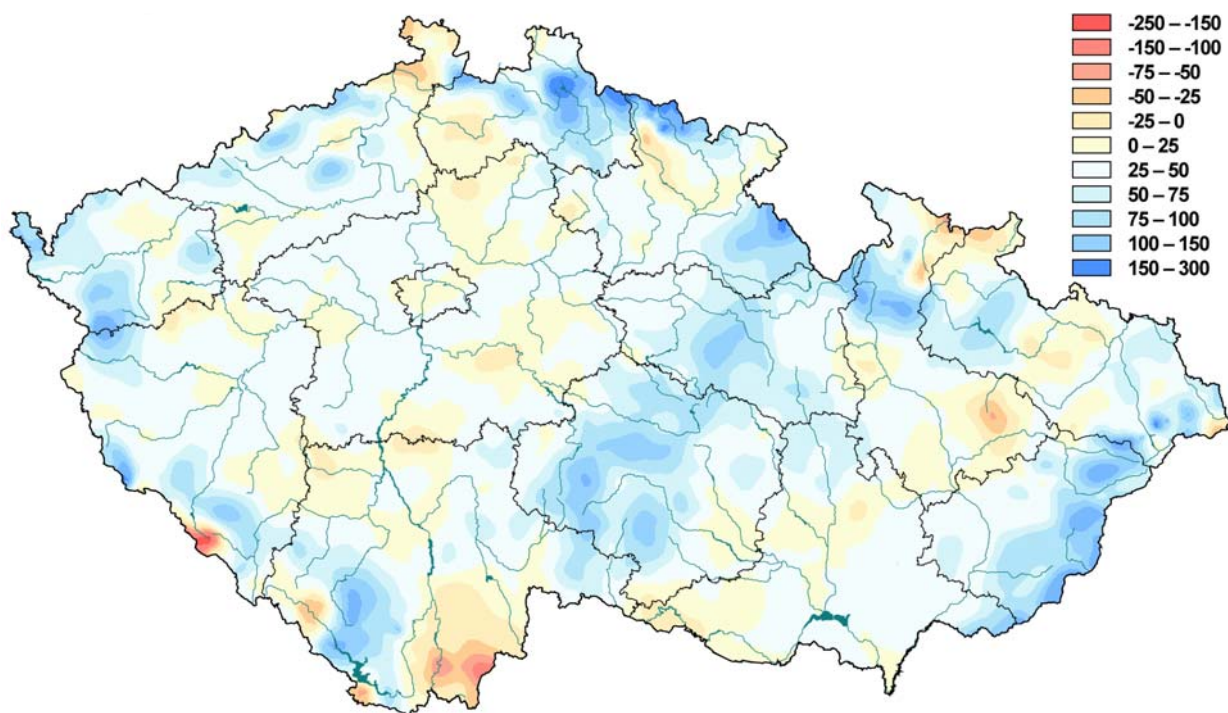
Do hodnocení byly zahrnuty stanice ležící v povodí Dyje a jejích přítoků – Svatky, Svitavy, Jihlavy a Oslavy. Profilové měření se uskutečnilo mimo období tání (v lednu) a z tohoto důvodu nebylo zahrnuto do hodnocení. Na **Obr. 4.23** jsou ke 20. březnu 2006 vyneseny SVH pro všechny stanice v povodí, na **Obr. 4.24** jsou pak jen vybrané stanice, u kterých existovalo měření a zároveň pro ně byly spočteny i vodní hodnoty. Shoda měření a výpočtu byla většinou dobrá, rozdíly větší než 30 % vykázaly stanice Lísek (675 m n. m, povodí Svatky), Stonařov rozdíl cca 70 % (585 m n. m, povodí Jihlavy) a Bohdalov rozdíl cca 60 % (675 m n. m, povodí Oslavy). Vždy se jednalo o nižší měřené vodní hodnoty.



Obr. 4.23 Graf vodních hodnot v povodí Dyje z 20. března 2006, veškeré naměřené a vypočtené hodnoty



Obr. 4.24 Graf vodních hodnot v povodí Dyje z 20. března 2006 – porovnání naměřené a vypočítané hodnoty u vybraných stanic



Obr. 4.25 Rozdílová mapa vodních hodnot: vypočtená vodní hodnota minus změřená vodní hodnota sněhu 20. 3. 2006 [mm]

Ze všech dostupných měření klimatologických a srážkoměrných stanic ČHMÚ (celkem cca 800 stanic) byla zkonstruována mapa vodní hodnoty sněhu na území ČR pro maximální sněhovou pokrývku ke 20. březnu 2006. Tato mapa byla sestavena na základě výpočtu empirickým algoritmem. Výsledná rozdílová mapa na **Obr. 4.25** potvrdila fakt, že měření na meteorologických stanicích jsou většinou podhodnocená, jak bylo také prokázáno při četných expedičních měřeních.

4.7 Závěr

Podrobná analýza prokázala, že údaje o vodní hodnotě, naměřené ve staniční síti, jsou většinou mírně podhodnocené. Tato skutečnost je však pracovníkům, kteří s vodní hodnotou dále pracují, známa. Rozbor dat poukázal na stanice v povodích, kde je podhodnocení významné, a pracovníci klimatologie na příslušných pobočkách budou v příští sněhové sezoně měření znovu ověřovat a pozorovatele znovu proškolí. Profilová měření budou prováděna také v okolí těchto problémových stanic.

Při hodnocení reprezentativnosti se osvědčilo použití výpočtu vodní hodnoty podle empirického vzorce odvozeného dr. Němcem. K celkovému posouzení měření byla rovněž s úspěchem využita celorepubliková mapa rozdílů vodních hodnot vypočtených a vykreslených pro období nejvyšší vodní hodnoty.

5 HODNOCENÍ PŘEDPOVĚDÍ TEPLOT A SRÁŽEK PRO OBDOBÍ JARNÍCH POVODNÍ V ROCE 2006

Jedním z nejdůležitějších vstupů pro tvorbu meteorologických předpovědí počasí jsou tzv. numerické předpovědní modely, které simulují vývoj meteorologických prvků v atmosféře. Rozdělujeme je na modely lokální (regionální) a globální. Výpočetní oblast lokálních modelů je omezená, počítají se na husté síti uzlových bodů a poskytují podrobnější předpovědi na 2 až 3 dny dopředu, tedy v rozsahu krátkodobé předpovědi. Globální modely se počítají pro oblast celé zeměkoule v řidší síti uzlových bodů a poskytují méně podrobné předpovědi ve střednědobém rozsahu (cca 7 až 10 dnů dopředu).

V rámci vyhodnocení jarních povodní v roce 2006 byla hodnocena úspěšnost předpovědi teplot a srážek z numerických modelů, které se v předpovědní službě ČHMÚ používají: model Evropského centra pro střednědobé předpovědi (ECMWF, na 10 dní dopředu), model americké meteorologické služby ve Washingtonu (model GFS, 10 dní dopředu), model německé meteorologické služby DWD (model GME, 7 dní dopředu) a lokální model Aladin počítaný v ČHMÚ (na 54 hodin). Dále byly hodnoceny předpovědi vydávané meteorology.

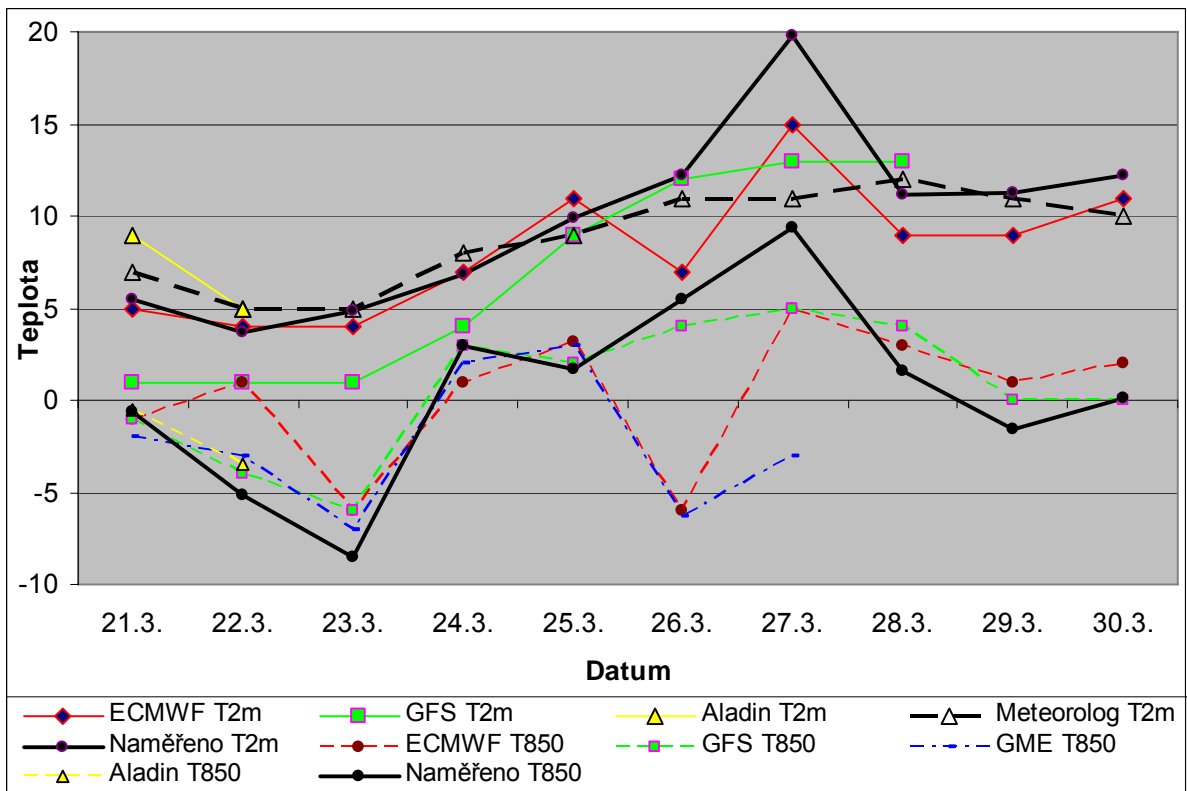
5.1 Úspěšnost předpovědi teplot numerickými modely a předpovědi meteorologa

Hodnocena byla úspěšnost předpovědi teplot v hladině 850 hPa nad Prahou (1 300 až 1 400 m nad mořem) a úspěšnost předpovědi nejvyšších denních teplot ve 2 m nad zemí pro střední Čechy ve srovnání s naměřenými teplotami. Do obrázků je přidána i předpověď meteorologa. Výsledky zobrazují **Obr. 5.1** až **5.5**. Tenké čáry znázorňují předpovědi jednotlivých numerických modelů (čárkovaně v 850 hPa, plnými čarami ve 2 m nad zemí). Naměřené teploty jsou znázorněny plnými tučnými čarami, předpověď teploty ve 2 m nad zemí od meteorologa čárkovanou tučnou čarou. Předpovědi teplot v hladině 850 hPa byly hodnoceny vždy ke 12.00 UTC, u teplot ve 2 m nad zemí denní maximum, na 10 dní dopředu (pokud je model počítaný na kratší období, je odpovídající křivka na obrázku kratší).

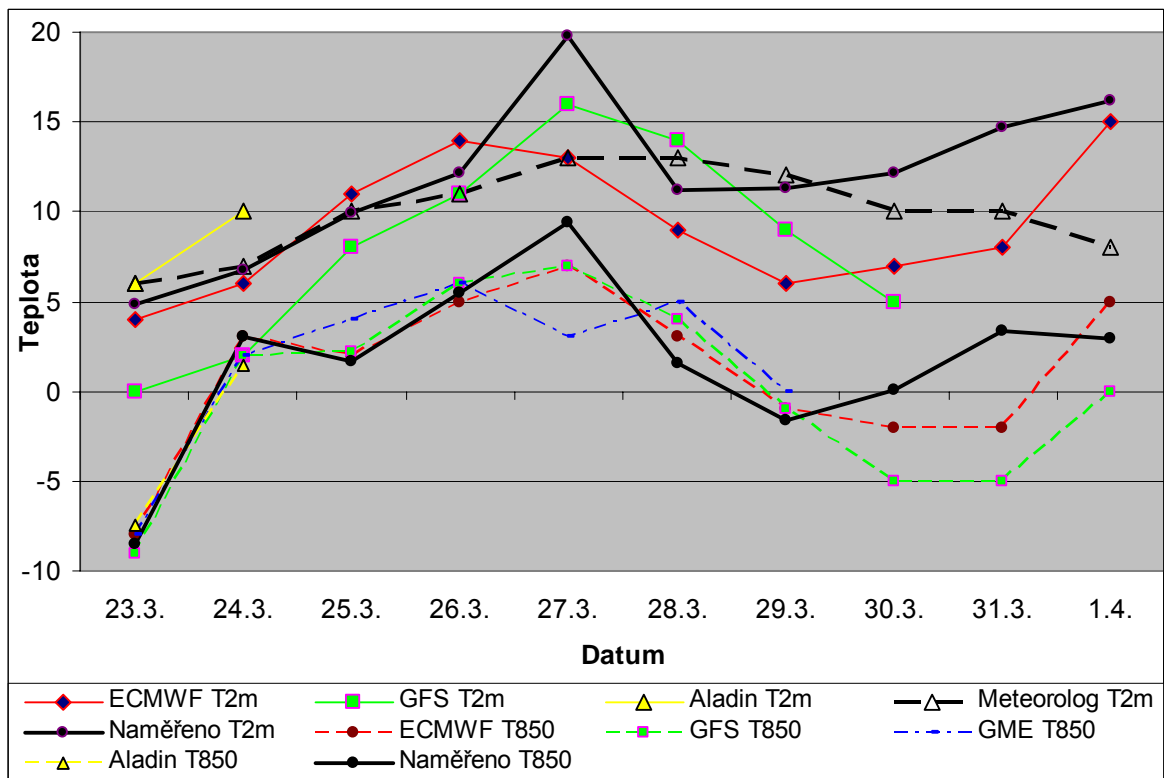
Na **Obr. 5.1** jsou znázorněny předpovědi teplot z 21. března, na **Obr. 5.2** z 23. března, na **Obr. 5.3** z 25. března, na **Obr. 5.4** z 27. března a na **Obr. 5.5** z 29. března 2006. Celkově všechny modely předpověděly oteplování a další vývoj teplot víceméně dobře.

Numerické předpovědi z 21. března ukazovaly, že po přechodném ochlazení 22.–23. března (zejména v hladině 850 hPa) dojde v dalších dnech k oteplení až na +5 °C v hladině 850 hPa (tzn. tání sněhu i na horách) a na +15 °C ve 2 m nad zemí. Příliv teplého vzduchu skutečně vrcholil 27. března teplotami téměř +10 °C v hladině 850 hPa a +20 °C ve 2 m nad zemí. V následujících dnech došlo k přechodnému ochlazení, ale již kolem 1. dubna teploty dosahovaly téměř stejných hodnot jako 27. března (zejména ve 2 m nad zemí). V souladu s těmito výstupy meteorologové předpovídali pro dny od 24. března postupné oteplování. Jak je patrné z **Obr. 5.1**, chyba předpovědi meteorologa oproti skutečnosti na celé 10denní období dosahovala, s výjimkou nejteplejšího dne 27. března, nejvýše 2 °C.

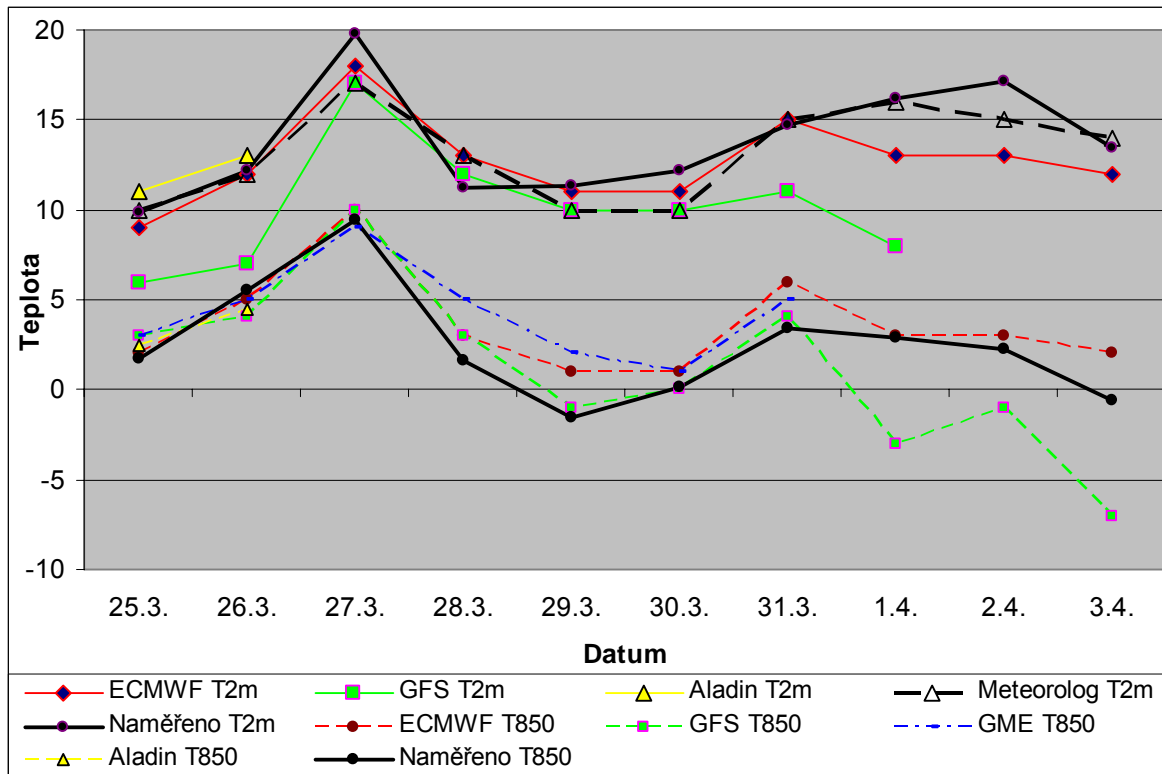
Obdobná byla i úspěšnost předpovědi vydaných v dalších dnech. Předpovědi teplot z numerických modelů na 4–5 dnů dopředu byly většinou úspěšné, od 5. dne chyby v některých případech přesáhly 5 °C. Poněkud podceněno bylo zejména oteplení 1. až 3. dubna (**Obr. 5.3** až **Obr. 5.5**). Úspěšnost jednotlivých modelů byla srovnatelná, jen model GFS předpověď teplot ve 2 m nad zemí podhodnocoval. V tomto případě se jedná o dlouhodobou systematickou chybu modelu. Celkově úspěšnější byly předpovědi teplot v hladině 850 hPa než předpovědi maximálních teplot ve 2 m nad zemí, což je způsobeno vlivem zemského povrchu i sněhovou pokrývkou (zejména v době nástupu povodně).



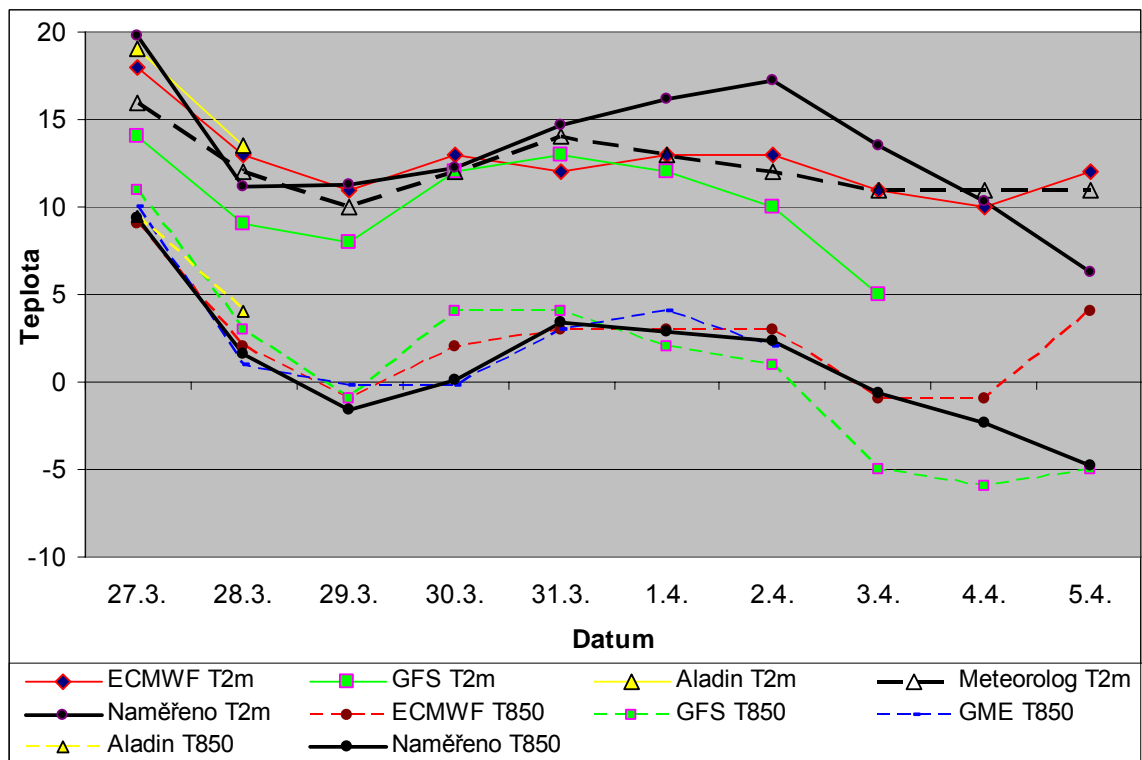
Obr. 5.1 Porovnání předpovědí teplot v hladině AT 850 hPa a maximálních denních teplot ve 2 m nad zemí z 21. března 2006 pro střední Čechy s naměřenými teplotami



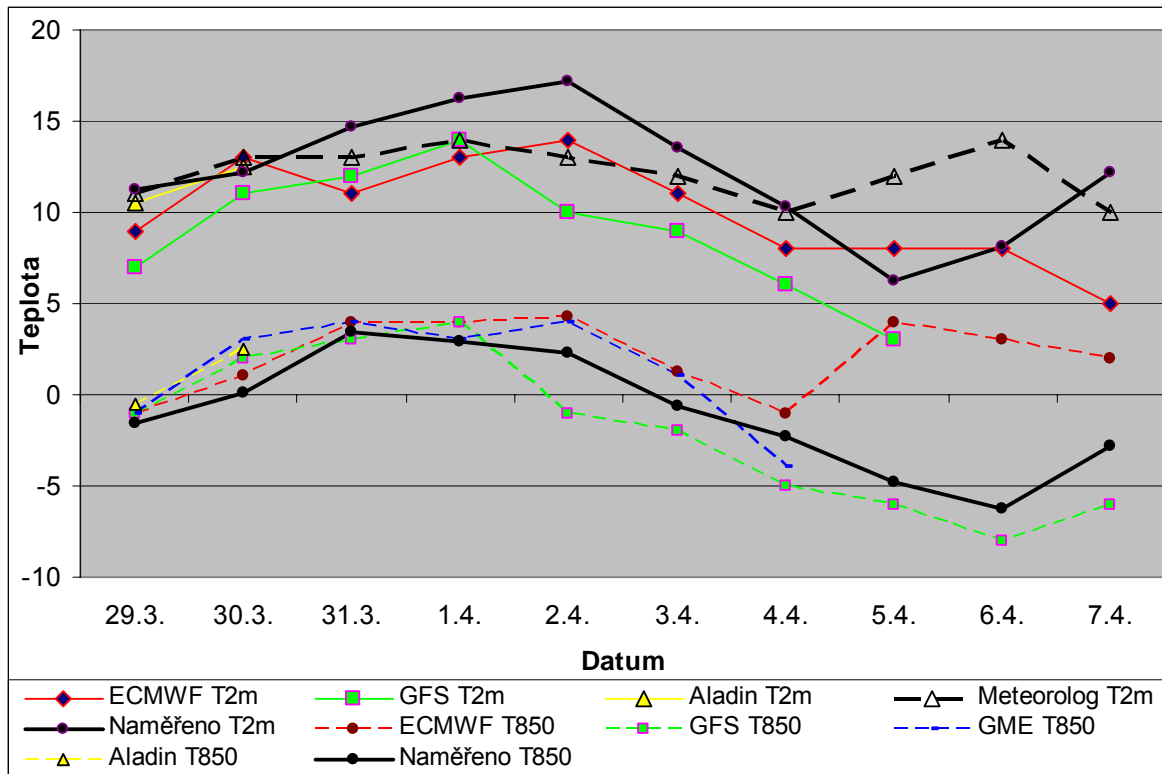
Obr. 5.2 Porovnání předpovědí teplot v hladině AT 850 hPa a maximálních denních teplot ve 2 m nad zemí z 23. března 2006 pro střední Čechy s naměřenými teplotami



Obr. 5.3 Porovnání předpovědí teplot v hladině AT 850 hPa a maximálních denních teplot ve 2 m nad zemí z 25. března 2006 pro střední Čechy s naměřenými teplotami



Obr. 5.4 Porovnání předpovědí teplot v hladině AT 850 hPa a maximálních denních teplot ve 2 m nad zemí z 27. března 2006 pro střední Čechy s naměřenými teplotami



Obr. 5.5 Porovnání předpovědi teplot v hladině AT 850 hPa a maximálních denních teplot ve 2 m nad zemí z 29. března 2006 pro střední Čechy s naměřenými teplotami

Předpovědi meteorologa, které jsou na **Obr. 5.1** až **Obr. 5.5** znázorněny tučnou čárkovanou čarou, měly většinou menší chybu než předpovědi numerických modelů a vykazovaly i lepší konzistenci. Velmi úspěšné byly při nástupu přílivu teplého vzduchu (**Obr. 5.1**), oteplení na začátku dubna bylo mírně podceněno.

Předpovědi teplot byly sice vyhodnocovány pro střední Čechy, avšak pro ostatní území České republiky byla situace velmi obdobná. Oteplení postihlo celou ČR prakticky najednou a rozdíly teplot mezi Čechami, Moravou a Slezskem byly převážně malé.

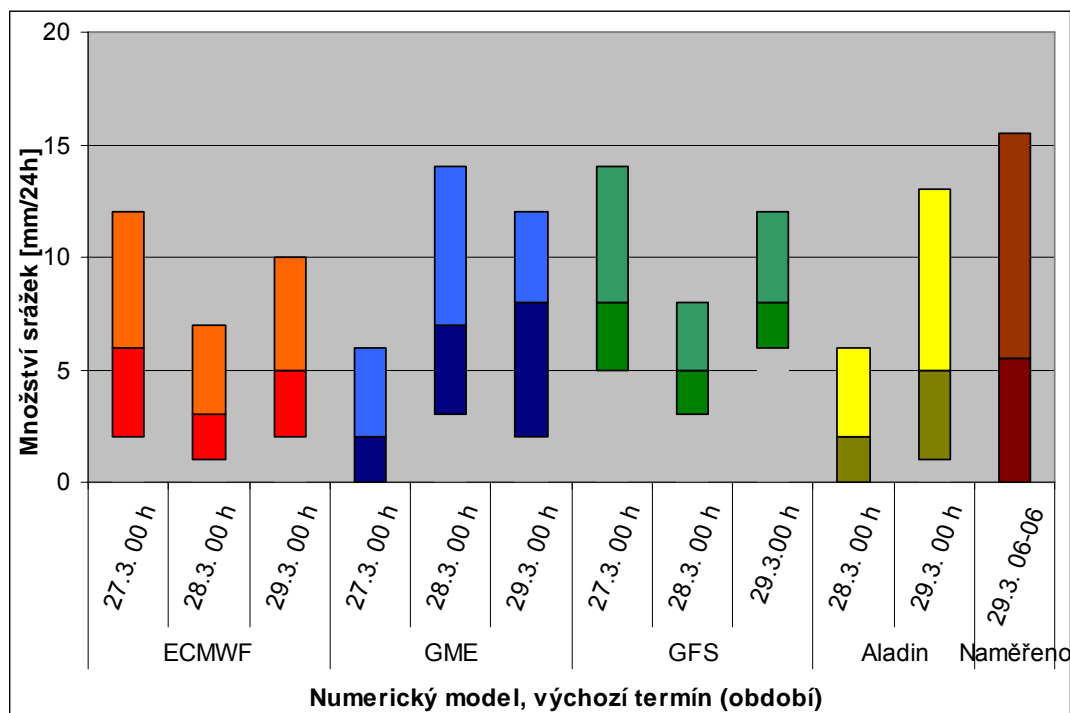
5.2 Úspěšnost předpovědi množství srážek z numerických modelů

Byly hodnoceny dny a oblasti, ve kterých spadlo více než cca 10–15 mm srážek za 24 hodin. Nejvíce za vyhodnocované období spadlo dne 28. března (06 až 06 UTC dalšího dne), o něco méně dne 26. března (06 až 06 UTC dalšího dne) a dne 29. března (06 až 06 UTC dalšího dne). Pro tyto tři dny byly porovnávány předpovědi 24hodinových úhrnů srážek numerických modelů s naměřenými srážkami.

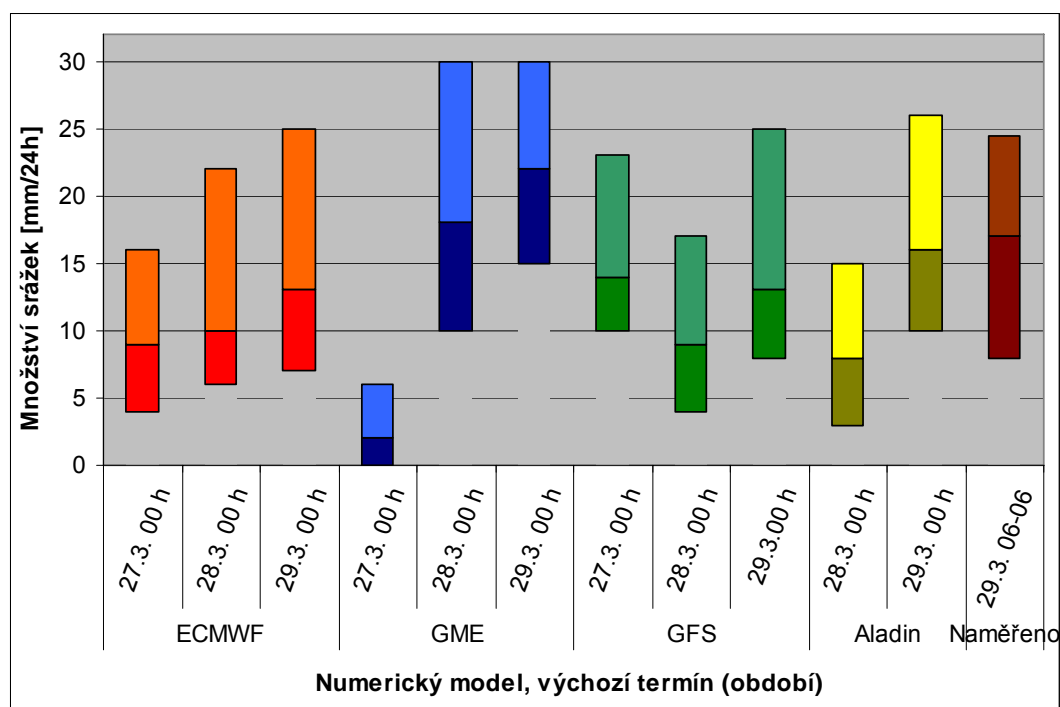
Množství srážek bylo vyhodnocováno plošně. Pro každou sledovanou oblast bylo odečteno rozmezí spadlých srážek (s vyloučením extrémních hodnot) a průměr srážek v oblasti předpovědané numerickými modely se tří až jednodenním předstihem. Tyto hodnoty pak byly porovnávány s průměrem a 10% a 90% percentily naměřených srážek.

V případě dne s největšími srážkami – 28. března – jsme Českou republiku rozdělili podle množství spadlých srážek do tří oblastí: severozápadní polovinu Čech (kraje Plzeňský, Karlovarský, Ústecký, Liberecký, Praha a severozápadní polovina Středočeského kraje), kde spadlo v tento den nejméně srážek (0–16 mm) – viz **Obr. 5.6**, jihovýchodní polovinu Čech (kraje Jihočeský, Vysočina, Pardubický, Královéhradecký a jihovýchodní polovina

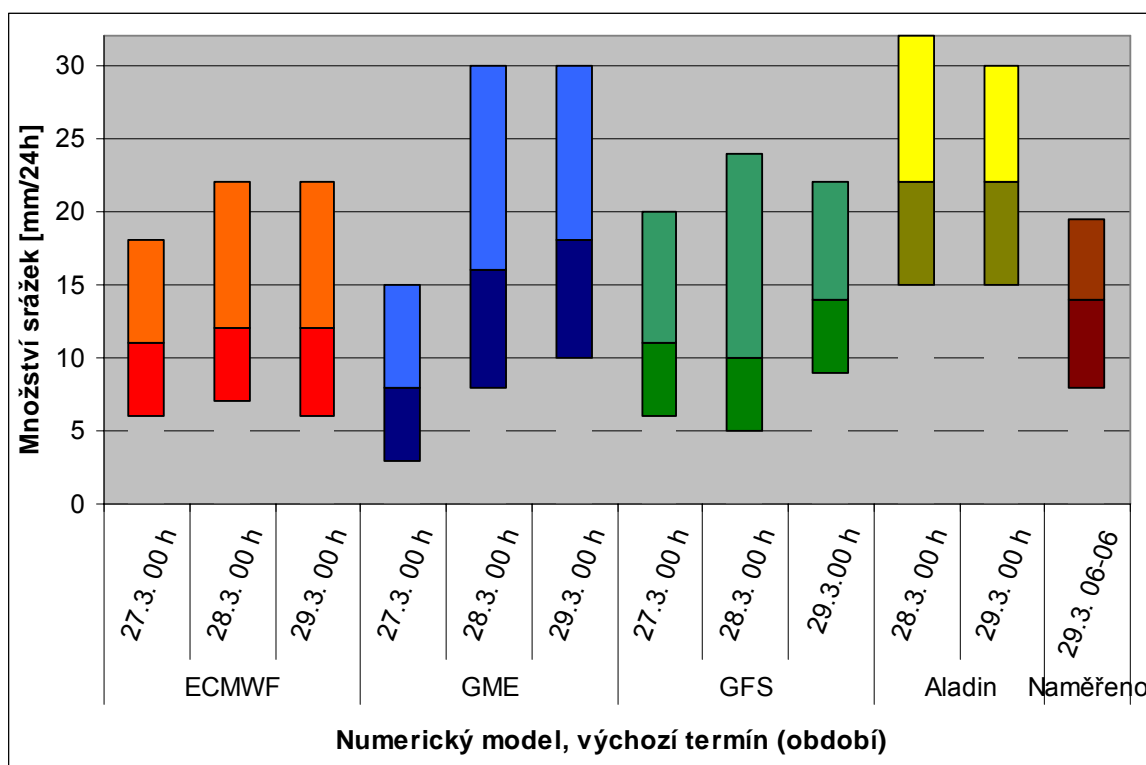
Středočeského kraje), kde spadlo nejvíce srážek (8 až 25 mm) – **Obr. 5.7** a Moravu a Slezsko (8 až 20 mm srážek) – **Obr. 5.8**.



Obr. 5.6 Porovnání numerických předpovědí srážek za období 28.–29. března 2006 (06–06 UTC) s naměřenými srážkami pro severozápadní polovinu Čech



Obr. 5.7 Porovnání numerických předpovědí srážek za období 28.–29. března 2006 (06–06 UTC) s naměřenými srážkami pro jihovýchodní polovinu Čech



Obr. 5.8 Porovnání numerických předpovědí srážek za období 28.–29. března 2006 (06–06 UTC) s naměřenými srážkami pro Moravu a Slezsko

Modely všeobecně mírně nadhodnotily množství srážek v severozápadní polovině Čech, kde jich spadlo nejméně, a mírně podhodnotily množství srážek v jihovýchodní polovině Čech. Souviselo to s tím, že modely nedokázaly dostatečně přesně lokalizovat výskyt maximálních srážek. Pro Moravu a Slezsko byly předpovědi úspěšné. Úspěšnost jednotlivých modelů byla srovnatelná.

Obdobná byla situace při hodnocení předpovědi srážek na 26. března a na 29. března 2006. V těchto případech nejméně úspěšný byl model GFS, který srážky podhodnocoval. Ostatní modely byly většinou úspěšné, jen 29. března byly modelové předpovědi pro východní Moravu a Slezsko mírně podhodnocené.

5.3 Úspěšnost množství srážek předpovídaných meteorologem

Hlavní předpověď množství srážek, kterou připravuje meteorolog, je vydávána denně do 8.15 hodin a aktualizována v 11.00 hodin. Předpověď je vytvářena na tři dny dopředu, první den po 6 hodinách, druhý den po 12 hodinách a třetí den na 24hodinové období, vždy pro 8 oblastí v ČR. Pro předpověď jsou používány modelové výstupy, které byly hodnoceny výše a jsou většinou z výchozího termínu 00 UTC. Ve večerních hodinách se v případech povodňových událostí předpověď vydává znovu na základě modelových výstupů ze 12 UTC.

V této části byla hodnocena předpověď meteorologa připravovaná do 8.15 h se tří, dvou a jednodenním předstihem na období 06 UTC až 06 UTC dalšího dne. Hodnoceny byly jen dny, kdy horní hranice předpovídaných srážek nebo hodnota 90% percentilu naměřených srážek přesáhly 20 mm za 24 hodin. Z důvodu vyloučení extrémních hodnot (a příliš velkých rozmezí srážek) byla pro naměřené srážky brána rozmezí od 10% do 90% percentilu.

Nejvíce srážek spadlo dne 28. března (06 až 06 UTC následujícího dne). Na horách na jihu a jihozápadě Čech se vyskytly srážky 13 až 25 mm, meteorolog předpovídal ve dnech

26., 27. a 28. března rozmezí postupně 2–20 mm, 10–20 mm a 10–30 mm srážek. Na Českomoravské vrchovině bylo naměřeno 17–27 mm, přičemž předpovídáno bylo postupně 2–20 mm, 10–20 mm a 12–25 mm. Předpovědi pro obě oblasti byly úspěšné.

V Jeseníkách bylo tentýž den naměřeno 1–10 mm srážek. Předpovídáno bylo postupně 2–20 mm, 15–30 mm a 15–30 mm. V Beskydech bylo naměřeno 14–17 mm srážek a předpovídáno postupně 2–20 mm, 15–30 mm a 17–30 mm. Předpovědi pro tyto oblasti byly nadhodnocené. Na ostatním území Moravy a Slezska bylo naměřeno 8–20 mm a předpovídáno 2–20 mm, 10–25 mm a 12–30 mm, tedy úspěšná předpověď.

Dne 29. března bylo naměřeno v Beskydech 19–32 mm. Předpovídáno bylo 2–7 mm, 5 až 15 mm a 8–17 mm. Předpověď tedy skutečné srážky značně podhodnotila.

V ostatních případech bylo množství srážek předpovídaných i skutečných do 20 mm a mezi předpověďmi a naměřenými srážkami nebyly velké rozdíly. Za celé období nenastaly podmínky pro vydání výstražné informace na srážky a výstražná informace na ně také vydána nebyla.

5.4 Závěr

Pro předpovědi meteorologických prvků a jevů jsou v ČHMÚ používány výstupy globálních i regionálních numerických modelů. Bylo provedeno hodnocení dvou meteorologických prvků – teplot a srážek, které byly z hlediska předpovědi povodní důležité.

Všechny modely velmi dobře předpověděly v období před nástupem povodní oteplení s týdenním předstihem. Mírně podceněn byl jen vrchol přílivu teplého vzduchu 27. března a částečně další vzestup teplot na začátku dubna. Také konzistence modelových předpovědí byla dobrá. Z těchto předpovědí vycházely i meteorologické předpovědi vzestupu teplot, které byly součástí všeobecných předpovědí a výstražných informací.

I předpovědi množství srážek, které patří k obtížněji předpověditelným meteorologickým prvkům, byly většinou úspěšné jak z hlediska množství srážek, tak i jejich regionalizace. Jejich chyby byly na obvyklé úrovni chyb předpovědí množství srážek. Z těchto modelových předpovědí vycházely i předpovědi meteorologů a byly použity i do hydrologických modelů (spolu s předpovědí teplot a souvisejícím táním sněhové pokrývky).

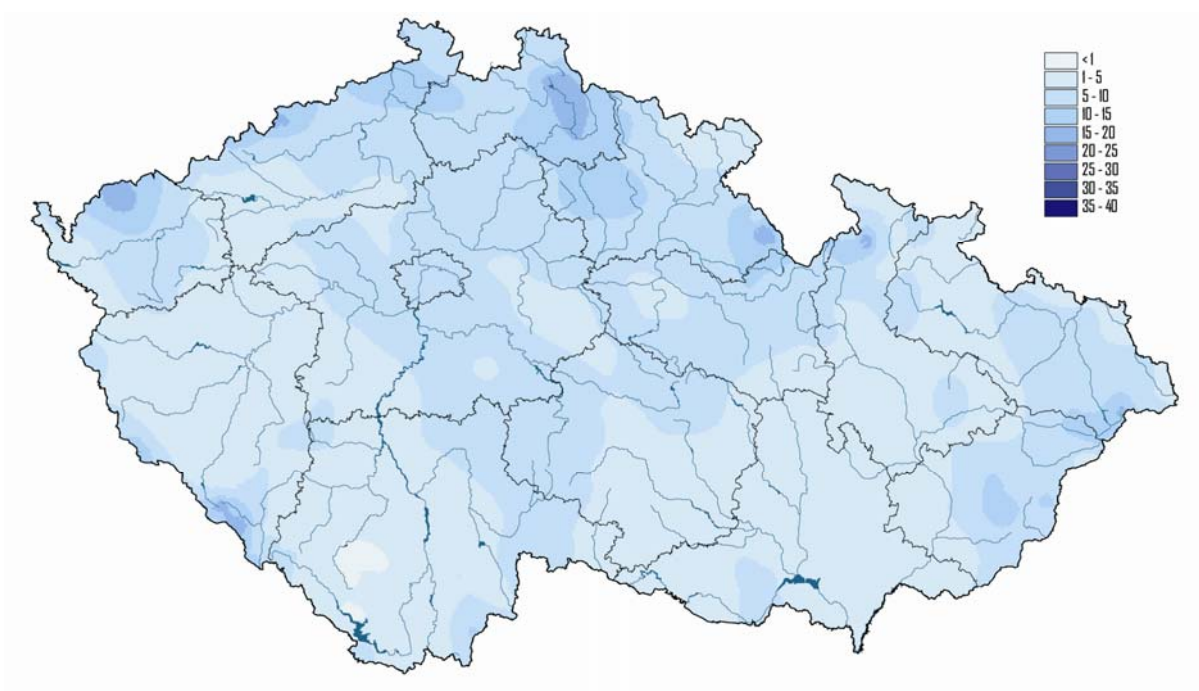
Problémem byl jen způsob zobrazení jednotlivých numerických modelů, kdy není vyřešen jednotný formát zobrazení výstupů z jednotlivých modelů potřebný pro jejich snazší porovnávání, odečítání apod.

Výstupy numerických předpovědních modelů jsou důležitým podkladem pro tvorbu předpovědí počasí a byly podstatné i pro úspěšnou předpověď jarních povodní 2006. Přitom současné používání několika modelů umožňuje odlišné či málo pravděpodobné předpovědi modelů korigovat a zvýšit tak kvalitu vydávaných předpovědí. Konečné rozhodnutí zůstává na meteorologovi, který na základě aktuálního synoptického vývoje, chování modelu a své zkušenosti předpověď dle situace upravuje nebo má možnost předpověď některého z modelů i odmítnout.

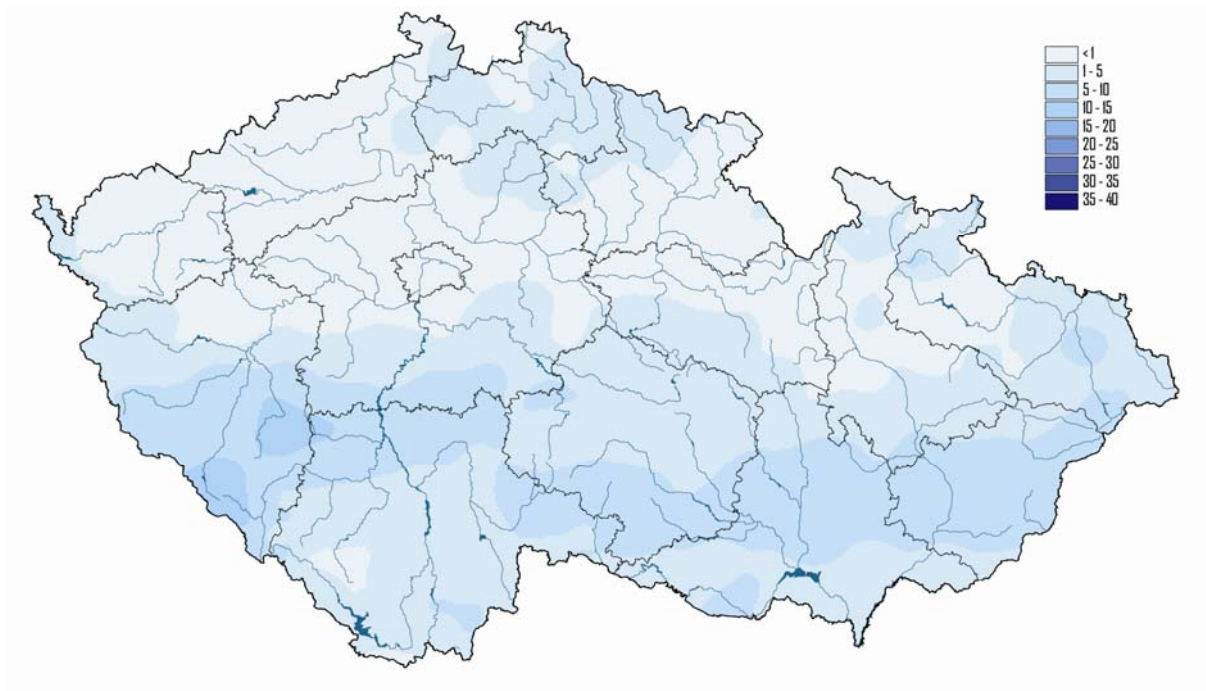
Mapy srážek za dny 25. 3.– 5. 4. 2006



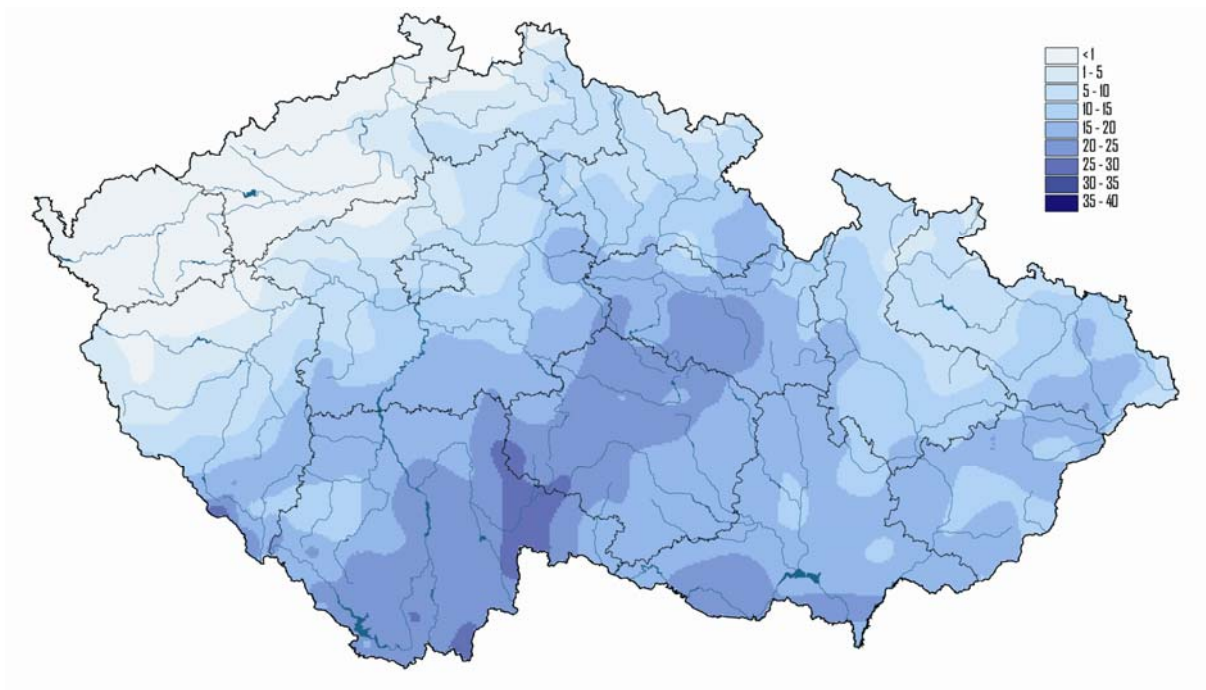
Mapa 1 Denní srážkové úhrny z 25. 3. 2006 (od 25. 3. 07.00 do 26. 3. 07.00)



Mapa 2 Denní srážkové úhrny z 26. 3. 2006



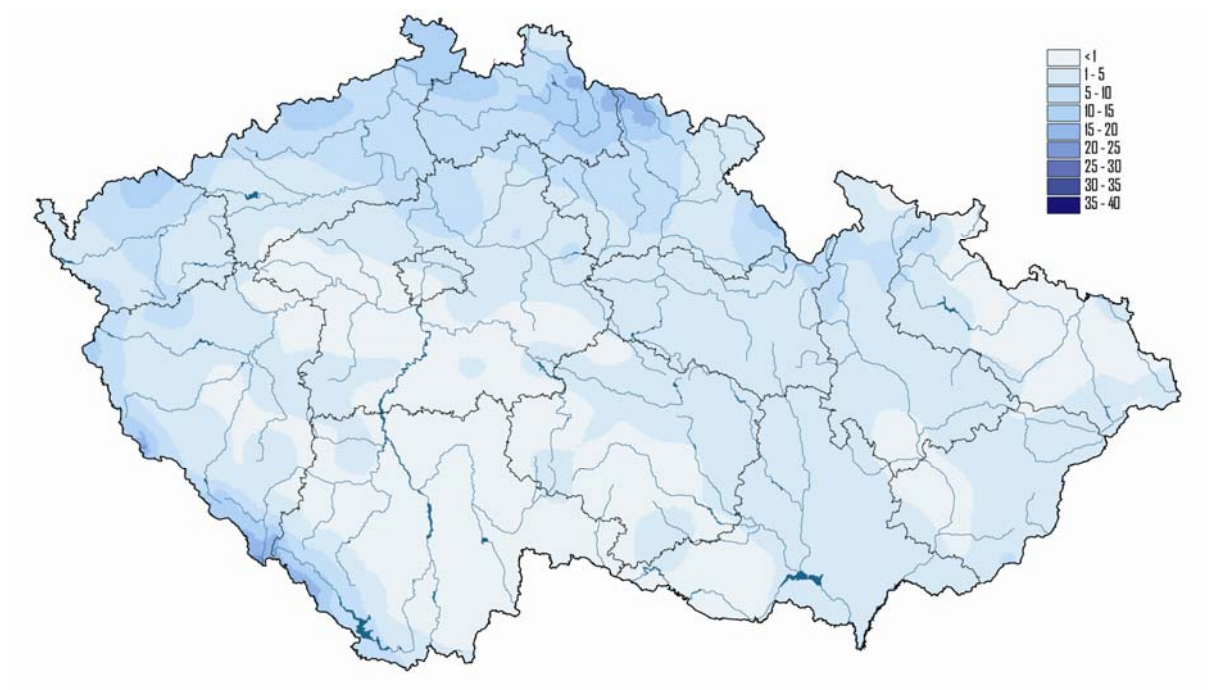
Mapa 3 Denní srážkové úhrny z 27. 3. 2006



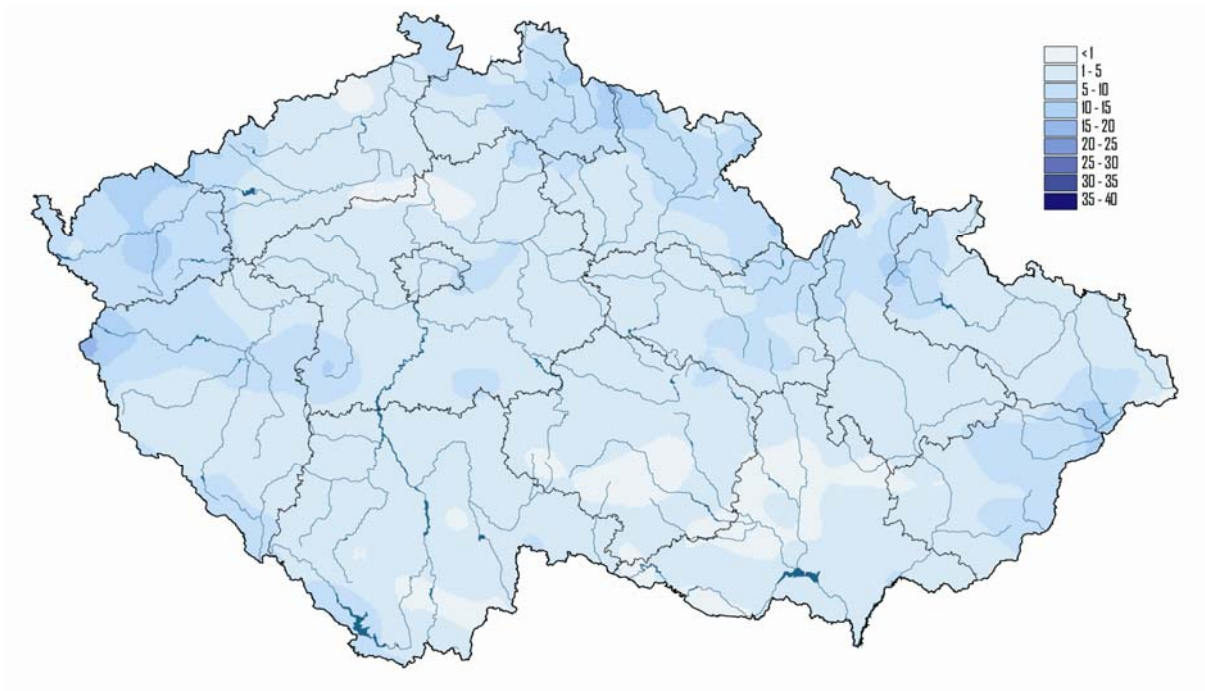
Mapa 4 Denní srážkové úhrny z 28. 3. 2006



Mapa 5 Denní srážkové úhrny z 29. 3. 2006



Mapa 6 Denní srážkové úhrny ze 30. 3. 2006



Mapa 7 Denní srážkové úhrny z 31. 3. 2006



Mapa 8 Denní srážkové úhrny z 1. 4. 2006



Mapa 9 Denní srážkové úhrny z 2. 4. 2000



Mapa 10 Denní srážkové úhrny z 3. 4. 2006



Mapa 11 Denní srážkové úhrny ze 4. 4. 2006



Mapa 12 Denní srážkové úhrny z 5. 4. 2006