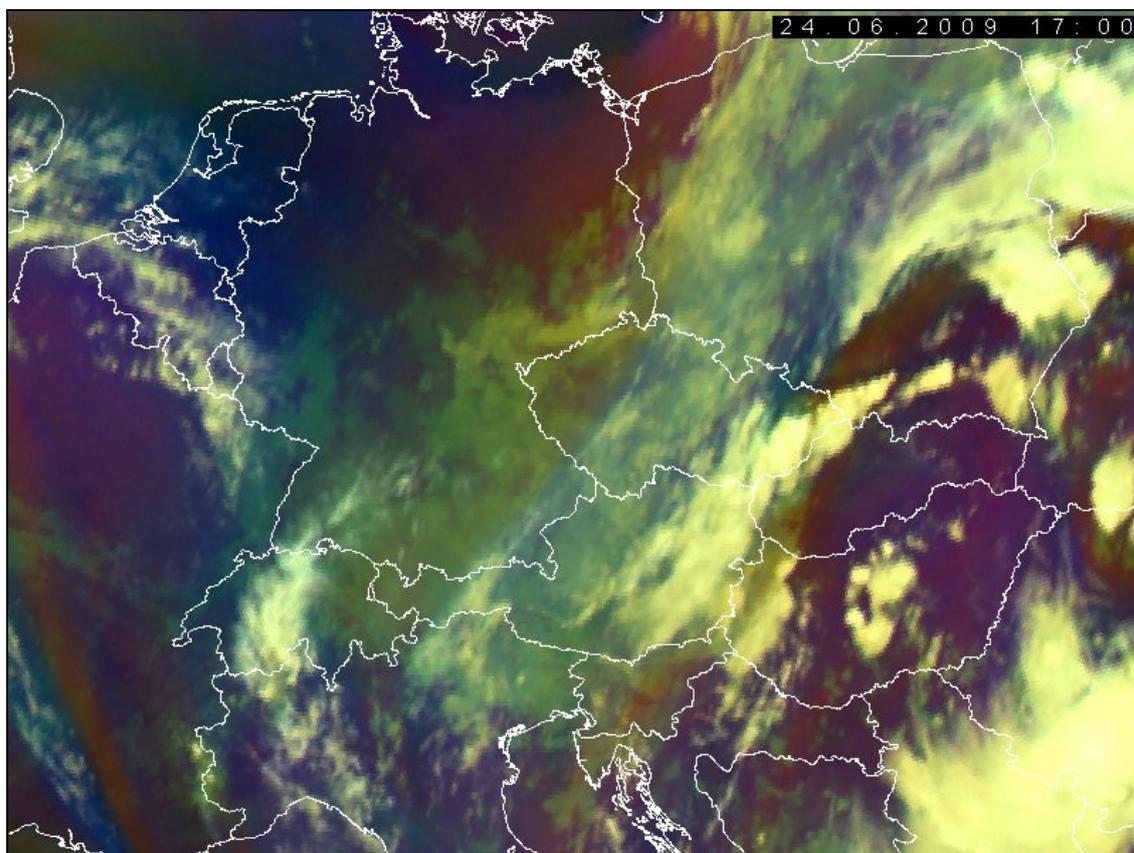




Ministerstvo životního prostředí
České republiky

VYHODNOCENÍ POVODNÍ V ČERVNU A ČERVENCI 2009 NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY



METEOROLOGICKÉ PŘÍČINY POVODNÍ

Dílčí zpráva



Český
hydrometeorologický
ústav

- Zadavatel:** Ministerstvo životního prostředí
odbor ochrany vod
Vršovická 65
100 00 Praha 10
- Projekt:** **VYHODNOCENÍ POVODNÍ
V ČERVNU A ČERVENCI 2009
NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY**
- Nositel projektu:** Český hydrometeorologický ústav
Na Šabatce 17
143 06 Praha 4
- Koordinátor projektu:** Ing. Jan Kubát
- Doba řešení projektu:** 07/2009 – 12/2009
- Dílčí část:** **METEOROLOGICKÉ PŘÍČINY POVODNÍ**
- Nositel dílčí části:** Český hydrometeorologický ústav
Na Šabatce 17
143 06 Praha 4
- Odpovědný řešitel:** Mgr. Marjan Sandev
- Řešitelé:** Ing. Pavel Šimandl, Mgr. Jan Šrámek, RNDr. Milan Šálek,
Tomáš Púčik, RNDr. Vít Květoň, CSc., Mgr. Michal Žák, Ph.D.,
Bc. Hana Šlachová, RNDr. Radmila Brožková, CSc.,
RNDr. František Šopko
- Technická spolupráce:** Olga Šuvarinová
- Místo uložení zprávy:** MŽP odbor ochrany vod
ČHMÚ středisko informačních služeb
- uložení u řešitele:*
ÚMK ČHMÚ, Centrální předpovědní pracoviště OMP

OBSAH

1. POPIS A ZHODNOCENÍ SYNOPTICKÉ SITUACE ZA OBDOBÍ OD 21. 6. DO 5. 7. 2009	3
1.1 ÚVOD.....	3
1.2 VÝVOJ SYNOPTICKÉ SITUACE.....	5
2. PŘÍČINY PŘÍVALOVÉ POVODNĚ DNE 24. 6. 2009 NA NOVOJIČÍNSKU	8
3. PŘEHLED VÝSKYTU SRÁŽEK A ZHODNOCENÍ JEJICH EXTREMITY NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY V DOBĚ OD 20. 6. DO 6. 7. 2009	16
3.1 ÚDAJE O MĚŘENÍ.....	16
3.2 DENNÍ ÚHRNY SRÁŽEK ZE SRÁŽKOMĚRU (07-07 SEČ)	17
3.3 PATNÁCTIMINUTOVÉ A HODINOVÉ ÚHRNY SRÁŽEK	18
3.4 TŘÍ A ŠESTIHODINOVÉ PLOVOUCÍ ÚHRNY SRÁŽEK.....	19
3.5 PRŮBĚH VÝZNAČNÝCH SRÁŽEK NA VYBRANÝCH STANICÍCH	21
3.6 SOUHRN	22
4. MOŽNOST PŘEDPOVĚDÍ BOUŘEK A PŘÍVALOVÝCH SRÁŽEK.....	23
4.1 PŘEDPOVĚĎ POMOCÍ MATEMATICKÝCH PŘEDPOVĚDNÍCH MODELŮ	23
4.2 PŘEDPOVĚDI SRÁŽEK METODAMI NOWCASTINGU	26
5. VÝSLEDKY MODELOVÝCH PŘEDPOVĚDÍ ZA OBDOBÍ OD 20. 6. DO 6. 7. 2009 .	28
5.1 VYHODNOCENÍ ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ MODELOVÝCH PŘEDPOVĚDÍ PRO VZNIK A VÝVOJ BOUŘKOVÉ ČINNOSTI	28
5.2 ANALÝZA VÝSLEDKŮ MODELOVÝCH PŘEDPOVĚDÍ SRÁŽEK VE VZTAHU K NAMĚŘENÝM HODNOTÁM.....	36
6. SOUHRNNÉ ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ	45
7. POUŽITÁ LITERATURA.....	47

1. POPIS A ZHODNOCENÍ SYNOPTICKÉ SITUACE ZA OBDOBÍ OD 21. 6. DO 5. 7. 2009

1.1 Úvod

Zemská atmosféra a její stav se dá kdykoliv a také kdekoliv charakterizovat hodnotami meteorologických prvků, mezi kterými jsou nejdůležitější teplota, tlak a vlhkost vzduchu, proudění vzduchu, intenzita slunečního záření atd. Na charakteru počasí se kromě atmosféry spolupodílí i další fyzicko - geografické složky, které dohromady tvoří úplný klimatický systém.

Jednotlivé hodnoty meteorologických prvků jsou pravidelně měřeny, zaznamenávány, archivovány a slouží i jako základ pro výpočet numerických modelů budoucího vývoje počasí. Předpovědní materiály a jejich správná interpretace meteorologem jsou potom podkladem pro včasné varování před nebezpečnými meteorologickými jevy.

Cirkulace atmosféry v mírných zeměpisných šířkách je ve srovnání s ostatními podnebnými oblastmi značně proměnlivá. Často se zde dostávají do kontaktu velmi odlišné vzduchové hmoty. Chladný vzduch z vyšších zeměpisných šířek bývá střídán teplým vzduchem z nižších zeměpisných šířek. Variabilita počasí je proto ve střední Evropě značná během celého roku. Krátkodobá proměnlivost počasí je dána vývojem a postupem jednotlivých útvarů cirkulace atmosféry. Určitý ráz cirkulace trvá několik dní a z meteorologického hlediska lze zhodnotit, o jaký typ povětrnostní situace se jedná. Klasifikace, která vznikla v Českém hydrometeorologickém ústavu, má 28 typů a provádí se od roku 1946 (Brádka a kol., 1961).

Ve střední Evropě všeobecně převládá přenos vzduchových hmot ze západu na východ. Tomu odpovídají i nejčastější typy povětrnostních situací u nás. Jedná se o západní cyklonální situace, dále pak tlakové výše putující přes střední Evropu k východu nebo severovýchodu, jihozápadní cyklonální a severozápadní cyklonální situace. Méně četné jsou situace jižní, severní a východní.

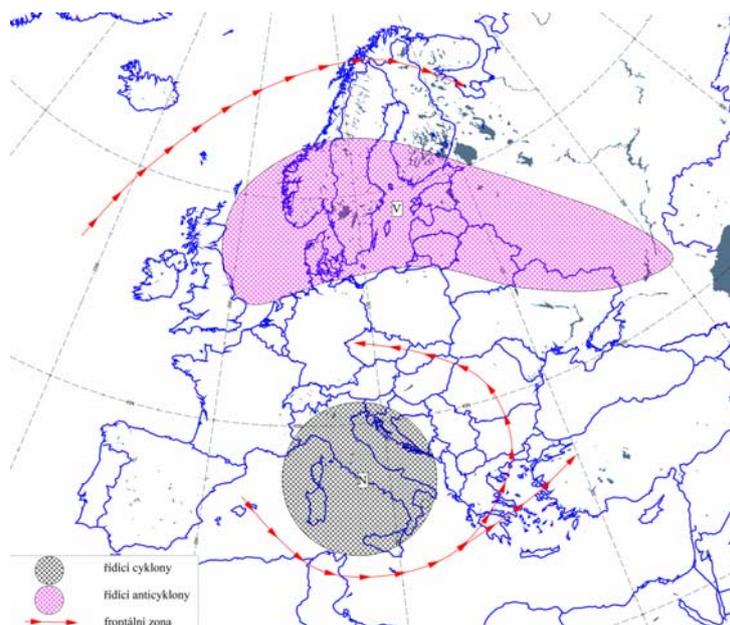
Pro střední Evropu jsou některé synoptické situace daleko příhodnější pro vznik a vývoj bouřkových procesů, než jiné situace. Na území České republiky se v letní polovině roku odehrává velký počet bouřkových událostí při západním přenosu vlhkého vzduchu z Atlantiku do střední Evropy. Proudění ze západního kvadrantu, dosti často spojené i s frontálními poruchami, přináší na naše území vlhký vzduch, který se obvykle dostává na přehřátý kontinent, což vede k ideálním podmínkám pro vznik a vývoj bouřkových mraků. Při

těchto situacích dochází často ke zvýraznění teplotních kontrastů a ke střídání chladnější vzduchové hmoty s teplejší.

Další situací, při které se u nás vyskytují velmi dobré podmínky pro vývoj bouřek, je přítomnost oblastí nízkého tlaku vzduchu nad střední Evropou (známá jako cyklona nad střední Evropou – situace C). I zde je charakteristická přítomnost vlhké a nestabilní vzduchové hmoty, kdy dochází zejména během odpoledních a večerních hodin ve spojení se slunečním zářením k intenzivnímu vývoji konvektivní oblačnosti a výskytu bouřek.

Situace, při které se k nám dostává vlhký a teplý vzduch od východu, je velmi často spojena s výskytem bouřek a v některých případech i dost intenzivních. Je to tzv. východní cyklonální situace (Ec), kdy se kolem středu tlakové níže nad Středozemním mořem dostává do střední Evropy vzduch nasycený vodní parou ze Středomoří (Jaderské, Jónské nebo Egejské moře) a/nebo z Černého moře. Tento střed tlakové níže je obvykle situován v oblasti od Janovského zálivu přes severní a střední Itálii až po Balkánský poloostrov. Při svém postupu nad přehřátou pevninou východní Evropy se vzduch stává ještě labilnějším a v závislosti na podmínkách panujících ve střední Evropě způsobuje vznik méně či více intenzivních bouřek často doprovázených i velmi nebezpečnými doprovodnými jevy včetně přívalových srážek.

Právě východní situace, konkrétně Ec (východní cyklonální), se vyskytovala po celé období trvání povodní na přelomu června a července 2009. Typické rozložení tlakových útvarů a frontálních zón při této situace je znázorněno na **Obr. 1.1**.

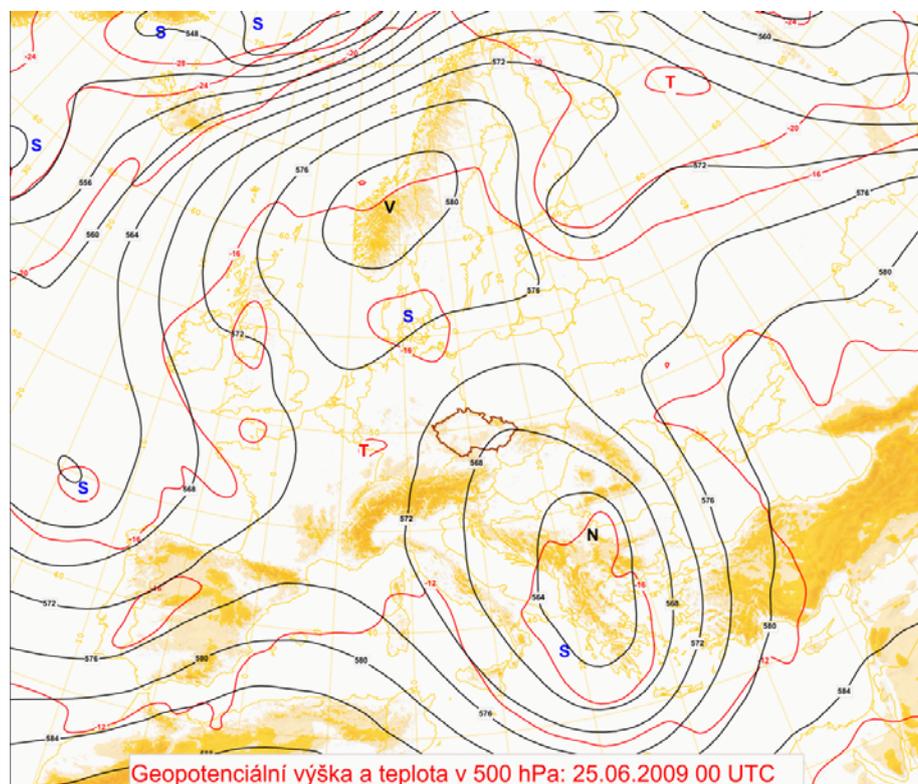


Obr. 1.1 Schematické zobrazení východní cyklonální situace (Ec).

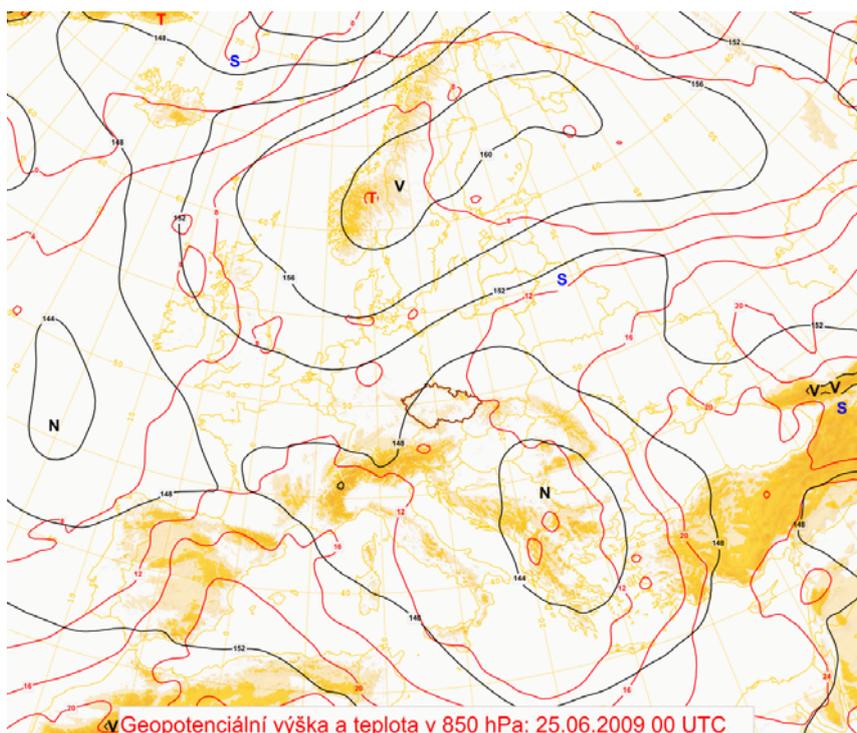
Od počátku typizování, tedy za posledních 63 let, se jedná během léta o vůbec nejdelší souvislé období východní cyklonální situace na našem území. Trvalo 12 dní a to od 22. června do 3. července 2009.

1.2 Vývoj synoptické situace

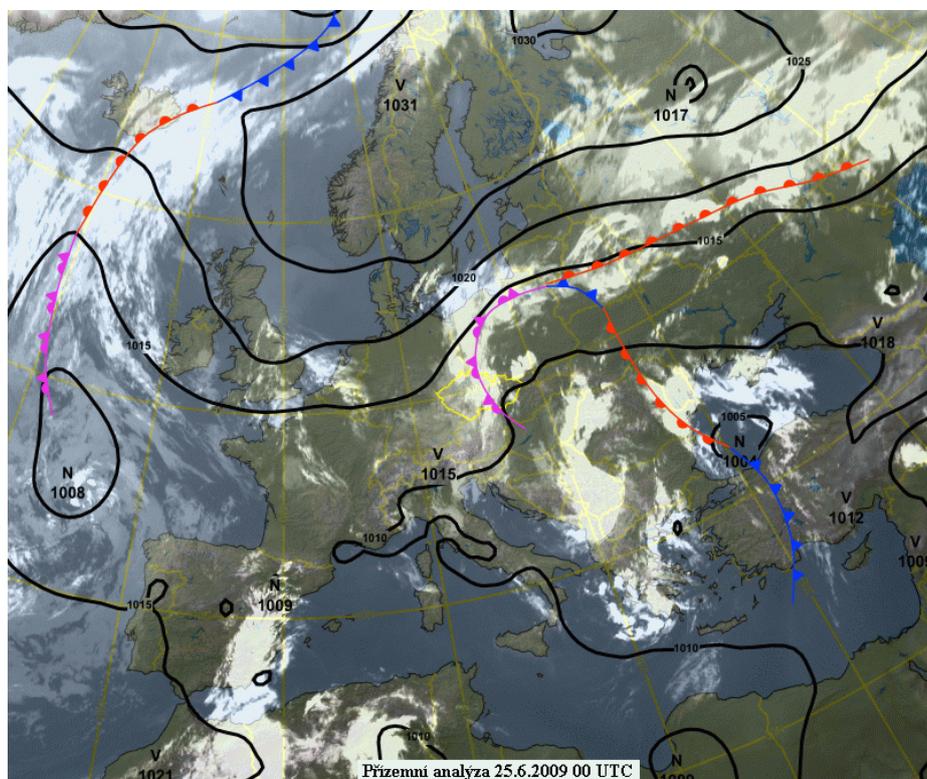
Dne 21. 6. proudil do střední Evropy po přední straně tlakové výše nad východním Atlantikem studený vzduch od severozápadu až severu. Čelo studeného vzduchu tvořilo zvlněné frontální rozhraní nad Ukrajinou, Balkánem a centrálním Středomořím. Na tomto rozhraní se v oblasti Itálie vytvořila mělká tlaková níže (hodnota středu kolem 1005 hPa), která 22. 6 postoupila nad centrální Balkán. Současně se nad Severním mořem a postupně i nad severozápadním Ruskem budovala rozsáhlá oblast vysokého tlaku vzduchu se středy kolem 1030 hPa. Ta blokovala postup jednotlivých frontálních vln, které tak postupovaly přes východní Balkán a Černé moře k severu a nad Ukrajinou a východním Polskem částečně okludovaly. V čerstvém severovýchodním proudění, mezi výše zmíněnými tlakovými útvary, postupovaly pak tyto okludující systémy na naše území a postupně s sebou přinášely vlhký, teplý a labilní vzduch původem ze Středomoří a z černomořské oblasti. (**Obr. 1.2** až **Obr. 1.4**).



Obr. 1.2 Geopotenciální výška a teplota v hladině 500 hPa dne 25 . 6. 2009 00 UTC; N – střed tlakové níže, V – střed tlakové výše, T – teplo, S – studeno.



Obr. 1.3 Geopotenciální výška a teplota v hladině 850 hPa dne 25. 6. 2009 00 UTC; N – střed tlakové níže, V – střed tlakové výše, T – teplo, S – studeno.

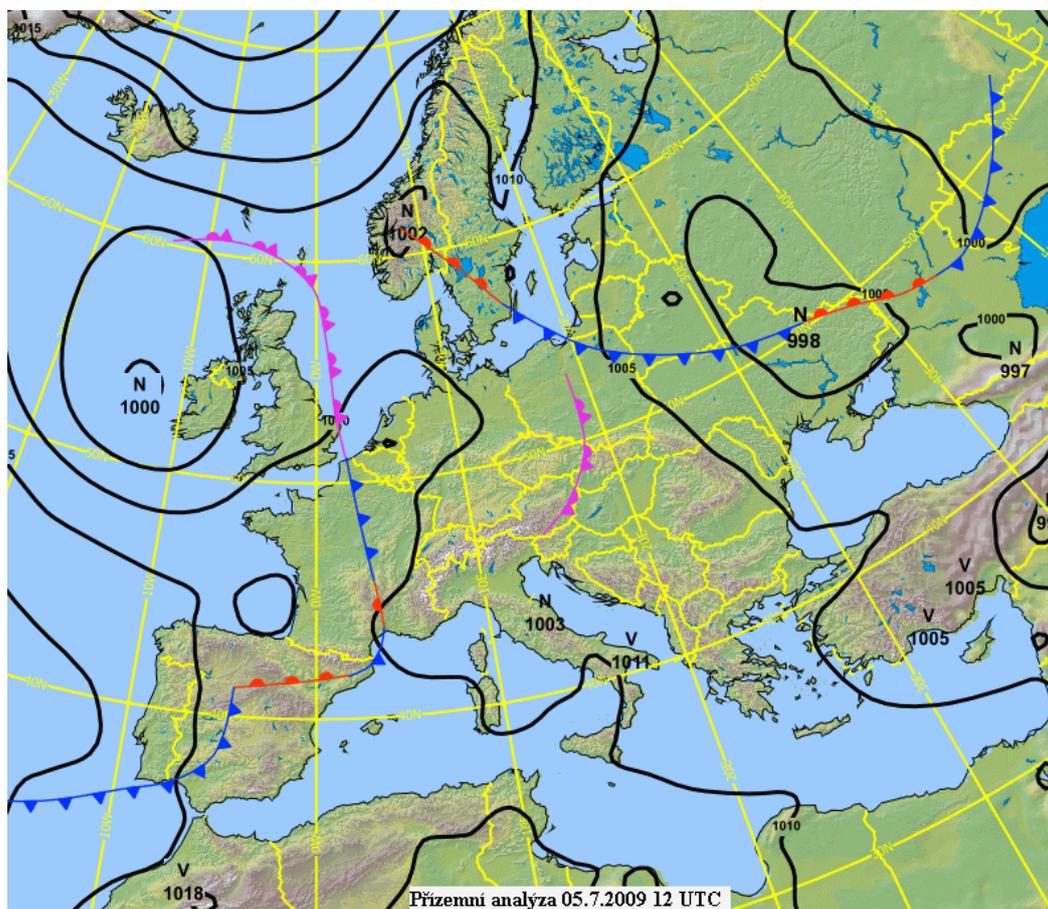


Obr. 1.4 Analýza přízemního tlakového pole a snímek z družice MSG2 v infračerveném kanále dne 25. 6. 2009 00 UTC.

Rozložení tlakových útvarů se do 3. 7. téměř neměnilo, pouze docházelo k velmi pozvolnému vyplňování oblasti nízkého tlaku vzduchu nad Balkánem a k zeslabování pásu vysokého tlaku vzduchu nad severní Evropou a Ruskem. To mělo za následek slábnutí severovýchodního, přechodně až východního proudění nad střední Evropou, a tím i pomalý postup bouřkové oblačnosti, která se zde v teplé labilní hmotě hojně vytvářela.

Po předešlých srážkách se zpočátku v ranních a dopoledních hodinách na našem území vyskytovala poměrně četně nízká oblačnost, která bránila konvekci. Intenzivní bouřky se proto vytvářely až po jejím rozpuštění a z časového hlediska se vyskytovaly až v pozdním odpolední a v první polovině noci. Během sledovaného období bylo postupně v souvislosti se zesilující teplou advekcí v ranních hodinách nízké oblačnosti méně, konvekce začínala podstatně dříve a bouřky se tvořily již v poledních a odpoledních hodinách.

Ke změně povětrnostní situace pozvolna docházelo ke konci první pentády července. 4. 7. postoupila do České republiky okluzní fronta od severozápadu, za kterou k nám pronikl chladnější vzduch (**Obr. 1.5**).



Obr. 1.5 Analýza přizemního tlakového pole 5. 7. 2009 12 UTC.

Na výše popsané synoptické situaci, kterou lze hodnotit jako východní cyklonální (Ec) je atypická zejména délka jejího trvání (12 dní), přitom obvyklá délka trvání Ec jsou přibližně 3 až 4 dny. Pokud se zaměříme na měsíce duben až září, tak jde o vůbec nejdelší souvislé období Ec od počátku typizování povětrnostních situací na našem území, tedy od roku 1946. Třikrát prozatím trvala východní cyklonální situace osm dní, dvakrát sedm dní a v ostatních případech šest a méně dní.

Tlakové níže v tomto ročním období často putují z Balkánu k severu až severovýchodu a Ec pak přechází na našem území během několika dní do chladné severovýchodní cyklonální situace (NEc). Tomu ale tentokrát zabránila blokující tlaková výše nad severní polovinou evropského kontinentu. S tím souvisí i dlouhá přítomnost velmi vlhké a teplé vzduchové hmoty, která k nám pronikla od východu z oblasti Černého moře. Relativní vlhkost vzduchu dosahovala v nočních hodinách na našem území 90 až 95 %, přes den se pohybovala kolem 70 %, přitom v létě při vysoké teplotě se vlhkost vzduchu běžně pohybuje kolem 40 až 50 %. Vysoká relativní vlhkost vzduchu a teplota rosného bodu kolem 16°C bránily i výraznějšímu poklesu noční teploty. Vlhkost vzduchu začala na našem území zvolna klesat během 4. 7. 2009.

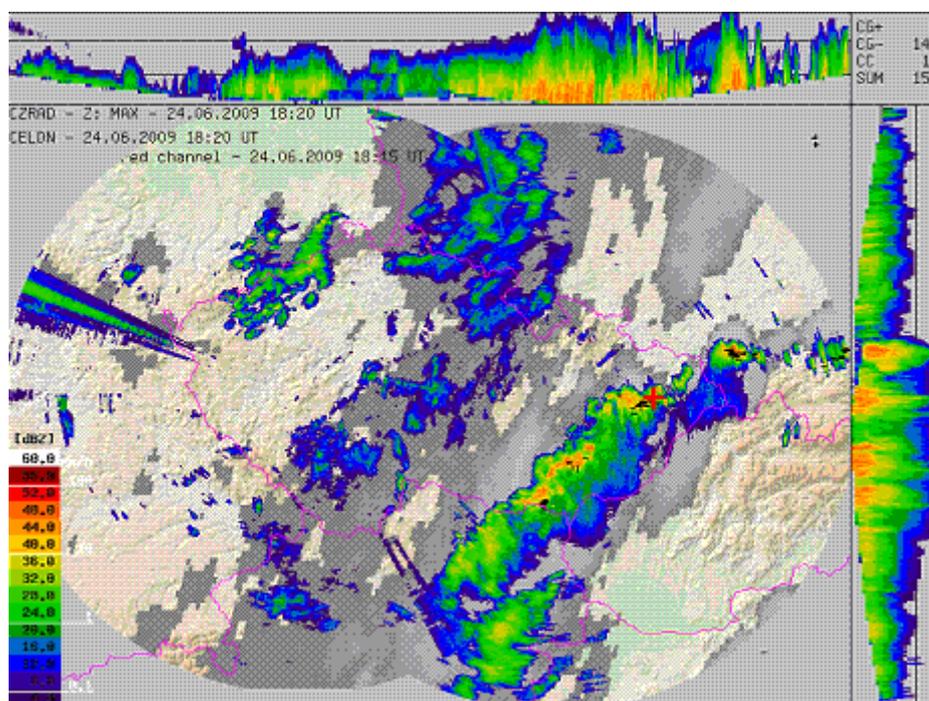
Celkově můžeme hodnotit sledované období jako mimořádné, nepříznivě se totiž spojila celá řada faktorů (mimo jiné rozložení a téměř stacionarita tlakových útvarů, dostatečná teplota a vlhkost vzduchové hmoty a v neposlední řadě i příhodné roční období). Výsledkem bylo téměř 14 dní se silnými bouřkami nejen na našem území, ale i v širším okolí České republiky.

2. PŘÍČINY PŘÍVALOVÉ POVODNĚ DNE 24. 6. 2009 NA NOVOJIČÍNSKU

Na přelomu června a července 2009 se v oblasti střední Evropy a jejího okolí vyskytovaly velmi příhodné podmínky pro tvorbu konvektivních procesů. Během období minimálně dvou týdnů byla téměř denně zaznamenávána na území České republiky bouřková činnost, - v některých dnech i velmi intenzivní. Z makrosynoptického hlediska, jak bylo zmíněno v kapitole 1., se jednalo o dlouhotrvající situaci, která podmiňovala vznik a vývoj bouřkové oblačnosti. Intenzivní bouřková činnost místy doprovázená prudkými lijáky způsobila ojediněle na našem území přívalovou povodeň (Novojičínsko 24. 6., Jesenicko a Rychlebské hory 26. 6., povodí Blanice a Volynky 27. 6., Kamenice a dolní Ploučnice 1., 2. a 4. 7., Fulnek 2. 7., Dolní Bory - Oslava 2. 7.). Z mezosynoptického hlediska se v mnoha případech jednalo také o stejné podmínky. Rozdíl spočívaly spíše v mechanismech iniciace konvekce (fronta, linie instability, orografie), nebo v lokálních podmínkách (předchozí

srážky, nasycení půdy, přítomnost nízké oblačnosti apod.). Podstatně jiný průběh měla přívalová povodeň, která zasáhla v podvečerních a večerních hodinách dne 24. 6. 2009 okolí Nového Jičína na východě České republiky. Proto se v následujících odstavcích budeme zabývat právě analýzou synoptických a mezoměřítkových faktorů, které přispěly k celkové situaci v této oblasti.

V první řadě je nutno zmínit, že podle radarových měření (**Obr. 2.1**) nešlo o nijak výrazné intenzivní bouřky, ale spíše o rozměrově malé buňky s odrazivostí do 50 dBz. Ty se organizovaly téměř lineárně na linii konvergence a postupovaly pomalu na jihozápad. Hlavní příčinou povodní byla skutečnost, že se tyto buňky vyvíjely a opakovaně postupovaly přes stejné území, což je ve světové literatuře popisováno termínem „train effect“, což překládáme jako „řetězový efekt“.

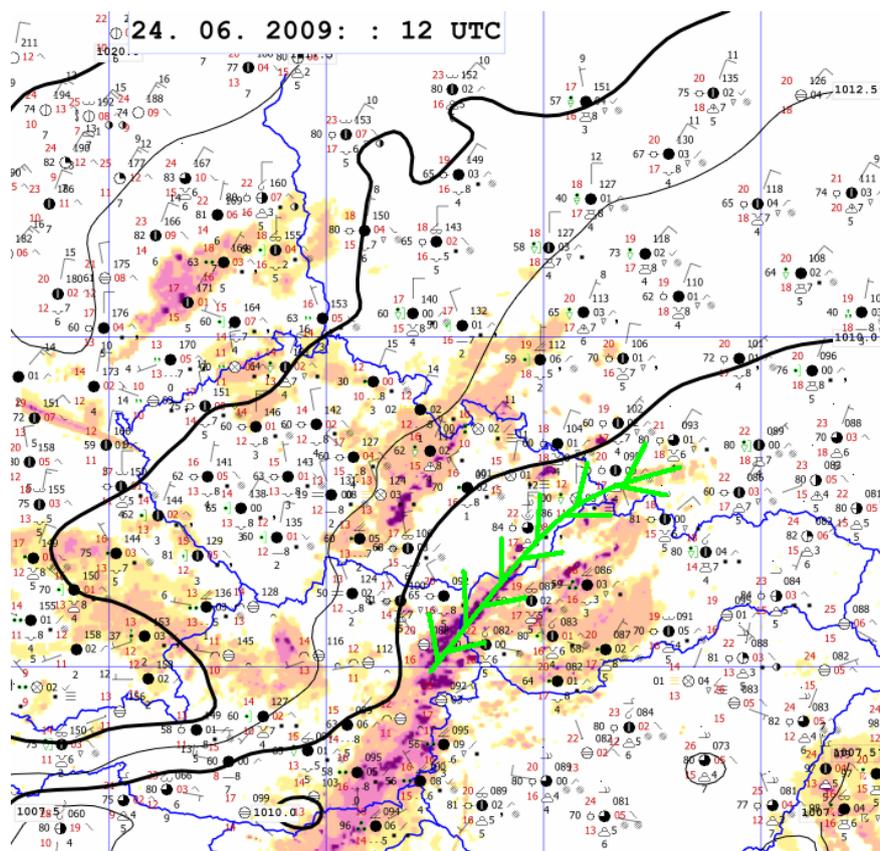


Obr. 2.1 Počátek významné situace 24. 06. 2009 z termínu 18:20 UTC, kombinace dat z radarových měření, detekce blesků a IR kanálu družice METEOSAT 9. Oblast Nového Jičína je vyznačena červeným křížkem. Patrný je vývoj lineárně orientovaného systému bouřkových buněk.

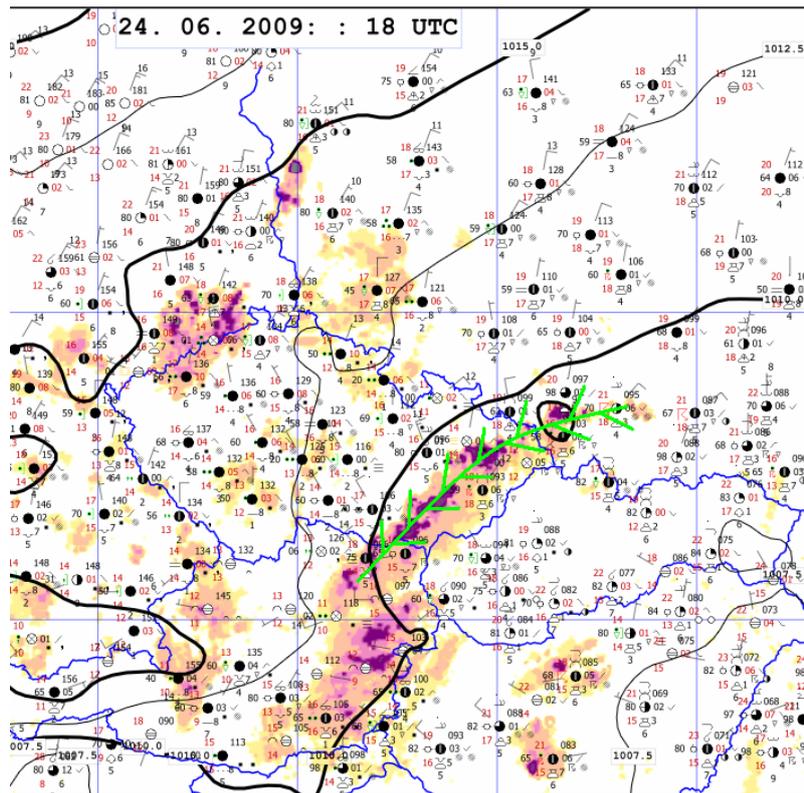
Z mezosynoptického hlediska je zajímavý především vývoj linie konvergence. Na základě analýzy staničních hlášení a družicových snímků je vidět, že šlo o poměrně trvalý jev. Konvergence je patrná už v termínu 12 UTC (14 SELČ, viz. **Obr. 2.2**), kdy nad Moravou byl zaznamenán severní až severozápadní vítr, zatímco pro oblast Slovenska je v tuto dobu charakteristické bezvětří, resp. jihovýchodní vítr. V té době se v zóně konvergence začaly

tvorit první bouřky a přeháňky a zároveň linie konvergence pomalu postupovala směrem na západ. Nad Moravou a Českomoravskou vrchovinou zesílil tlakový gradient se severním až severozápadním prouděním, přičemž na Slovensku měly některé stanice stále bezvětří (15 UTC, 17 SELČ). Na družicových snímcích je patrný rozvoj bouřkové oblačnosti v pásu od jižního Polska až po Rakousko. Pás konvergence i nadále přetrvával a posouval se nad Moravou a Slezskem velmi pomalu na západ. V čase od 17 do 19 UTC (19-21 SELČ) – **Obr. 2.3** dosáhla aktivita bouřek maxima. Z analýzy numerického předpovědního modelu Aladin z termínu 18 UTC, zejména z diagnostikovaných vertikálních pohybů (viz **Obr. 2.4**) vyplývá, že se na vývoji bouřek podílely kromě lability vzduchu nad Polskem i procesy většího měřítka.

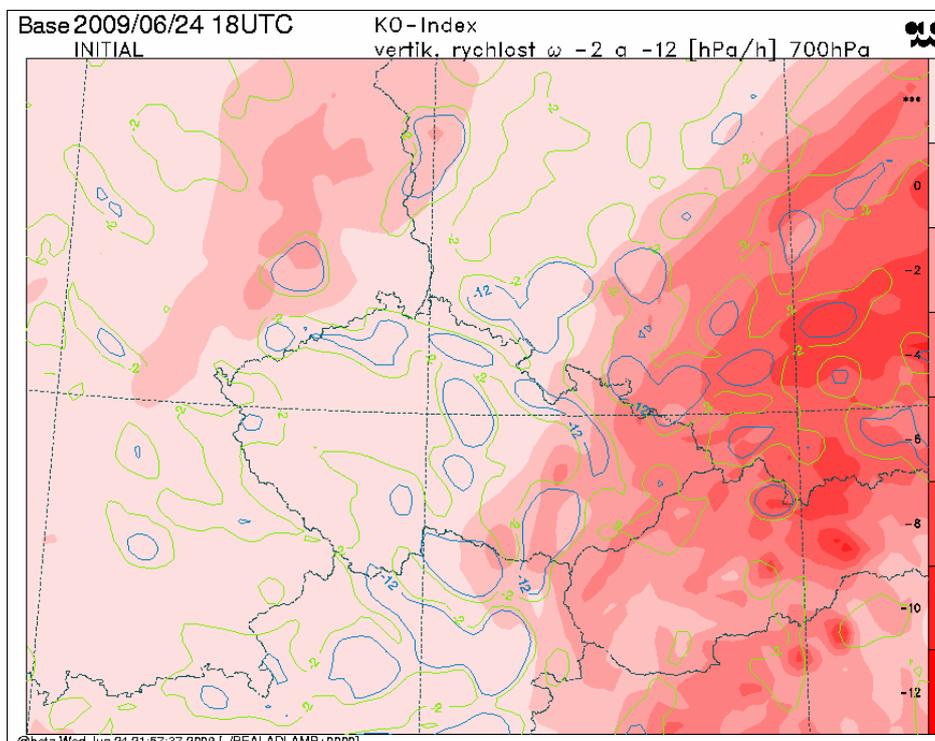
Významným činitelem, který přispěl k nebezpečné akumulaci srážek, byla orientace linie konvergence, která ležela v podobném směru jako výškové proudění a bouřky tedy postupovaly podél ní. To zřejmě přispělo k opakování vývoje i přesunu bouřek nad přibližně stejnou oblastí, a vzniku „řetězového efektu“.



Obr. 2.2 Objektivní analýza tlakového pole, hlášení ze stanic a kompozitní snímek z radarové sítě CERAD pro termín 12 UTC. Nad Čechami a Českomoravskou vrchovinou je patrné SZ až S proudění, zatímco nad Slovenskem převládalo bezvětří nebo slabý JV vítr. Mezi těmito dvěma oblastmi vznikla linie konvergence (zeleně), patrná dobře i z radarových měření.

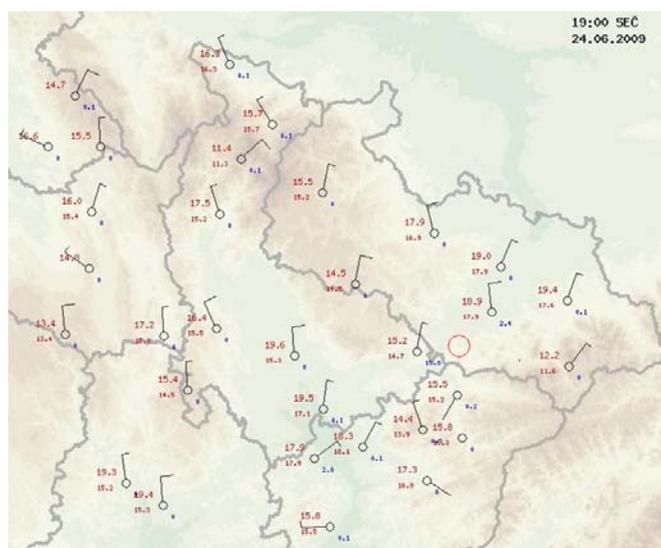


Obr. 2.3 Objektivní analýza tlakového pole, hlášení ze stanic a kompozitní snímek z radarové sítě CERAD pro termín 18 UTC. Nad Čechami a Českomoravskou vrchovinu je patrné SZ až S proudění, zatímco nad Slovenskem převládalo bezvětří nebo slabý JV vítr. Mezi těmito dvěma oblastmi vznikla linie konvergence (zeleně), patrná dobře i z radarových měření.

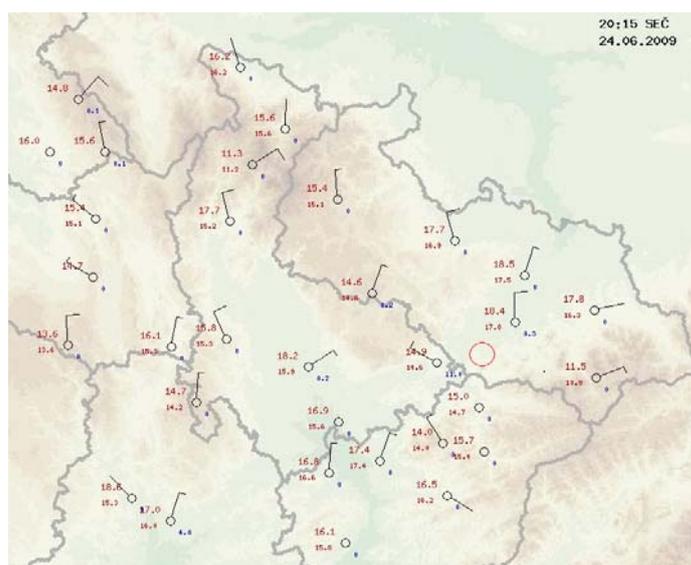


Obr. 2.4 KO-index vyjadřující míru instability vzduchu (barva) a vertikální rychlosti v hladině 700 hPa (izolinie) podle analýzy numerického předpovědního modelu ALADIN.

Analýza měření z automatické staniční sítě ČHMÚ naznačuje konvergenci proudění severně až severovýchodně od Nového Jičína a to mezi termíny 18 UTC (20 SELČ) a 19 UTC (21 SELČ) – **Obr. 2.5** a **Obr. 2.6**, kdy nastával nejprudší rozvoj konvektivních buněk nad oblastí Nového Jičína a okolí. Je také možné, že vývoj či iniciace těchto bouřek má souvislost i s lokálními fyzicko – geografickými podmínkami v oblasti Moravské brány, ve které při severním až severovýchodním proudění zřejmě docházelo též k orograficky vynuceným výstupným pohybům. Kvantifikace orografického působení je však velmi problematická; neboť orografie má vliv spíše na iniciaci bouřek než na velikost vlastních srážkových úhrnů.

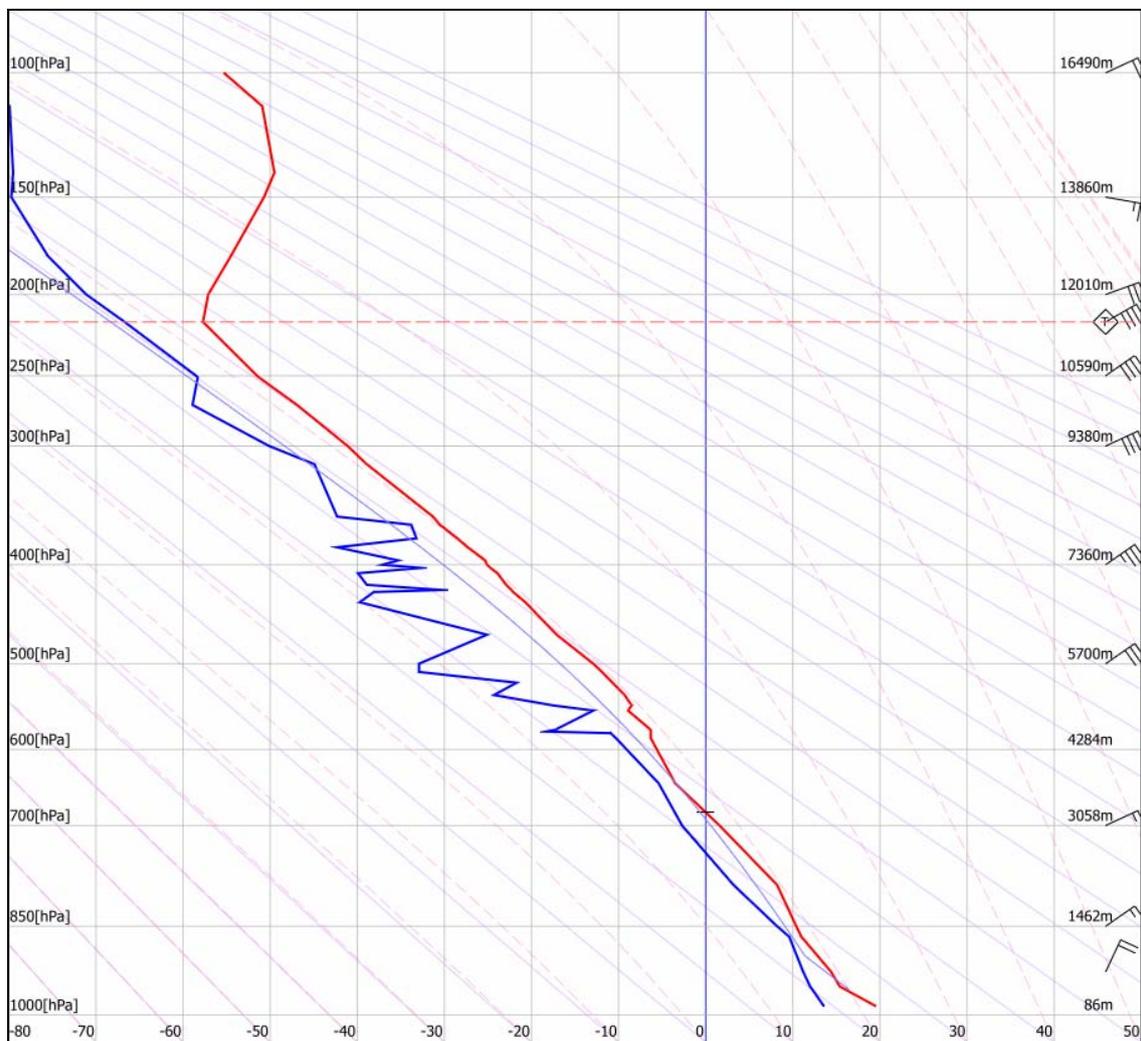


Obr. 2.5 Údaje ze sítě automatických a profesionálních stanic ČHMÚ pro termín 19:00 SEČ [20:00 SELČ]. Červený kroužek označuje přibližnou polohu Nového Jičína.



Obr. 2.6 Údaje ze sítě automatických a profesionálních stanic ČHMÚ pro termín 20:15 SEČ [21:15 SELČ]. Červený kroužek označuje přibližnou polohu Nového Jičína.

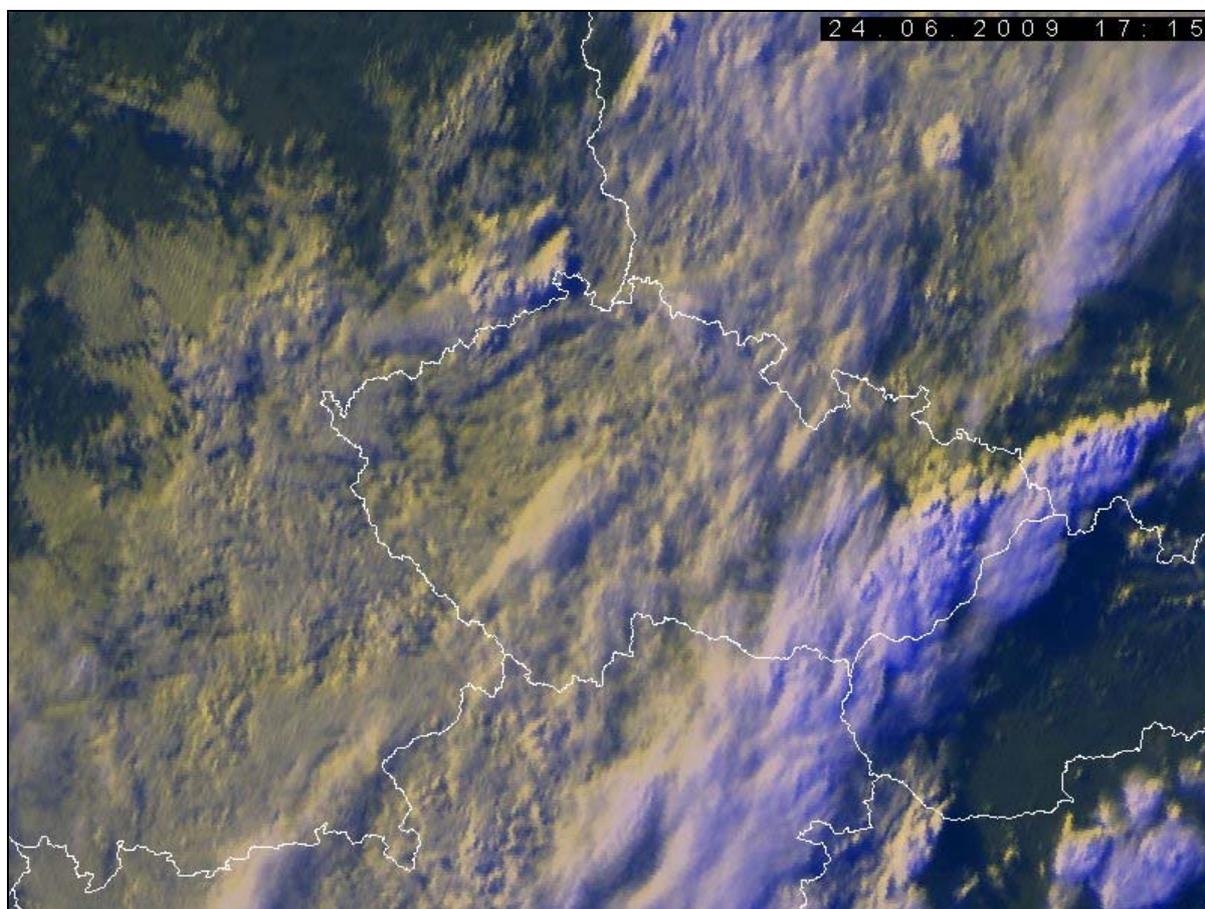
Jedním z dalších důležitých faktorů byla advekce vlhké a instabilní vzduchové hmoty od severovýchodu. Analýza modelů pro termín 18 UTC naznačuje pole instability hlavně nad Polskem (**Obr. 2.4**). Aerologické výstupy z okolí vykazují výraznou relativní vlhkost vzduchu ve všech vrstvách troposféry, tedy nízkou hladinu kondenzace a slabý potenciál na odpařování srážek. Kalkulovaná instabilita z aerologického měření nad Moravou byla sice nízká (viz aerologický diagram na **Obr. 2.7**), ale od severovýchodu se nad Moravskou bránu dostával podstatně labilnější vzduch. Deficity rosných bodů při zemi dosahovaly v oblasti dokonce méně než 1°C, důsledkem čehož může být absence výraznějšího bazénu chladnějšího vzduchu („cold pool“), který by způsoboval rychlejší postup bouří směrem od linie konvergence. Vysoká vlhkost tedy zřejmě pomohla zpomalit propagaci bouří od místa výskytu a též zvýšila takzvanou „srážkovou účinnost“ bouří.



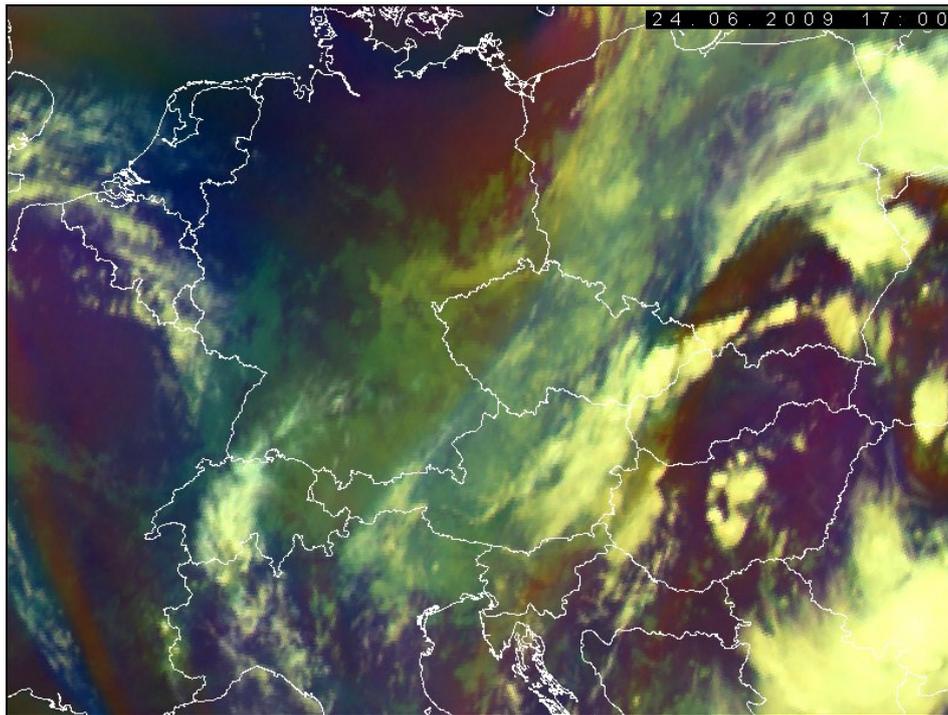
Obr. 2.7 Aerologický výstup z Prostějova pro termín 12 UTC.

Navíc je možné, že v oblacích probíhaly částečně i teplé srážkotvorné procesy, což by ještě zvýšilo srážkovou účinnost bouřkových buněk. Na daný fakt se dá usuzovat na základě velké mocnosti oblaku mezi kondenzační hladinou (která byla poměrně nízká – odhadem podle aerologických výstupů do 1 km) a nulovou izotermou (ve výšce nad 3 km). Radarový odhad srážek podcenil velikost srážkového úhrnu, což může být, kromě útlumu radarového paprsku při průchodu bližší srážkovou oblačností, způsobeno nereprezentativností parametrů rovnice pro přepočet odrazivosti na srážky (Z-R vztah). To indikuje vyšší podíl koalescenčních procesů v oblacích.

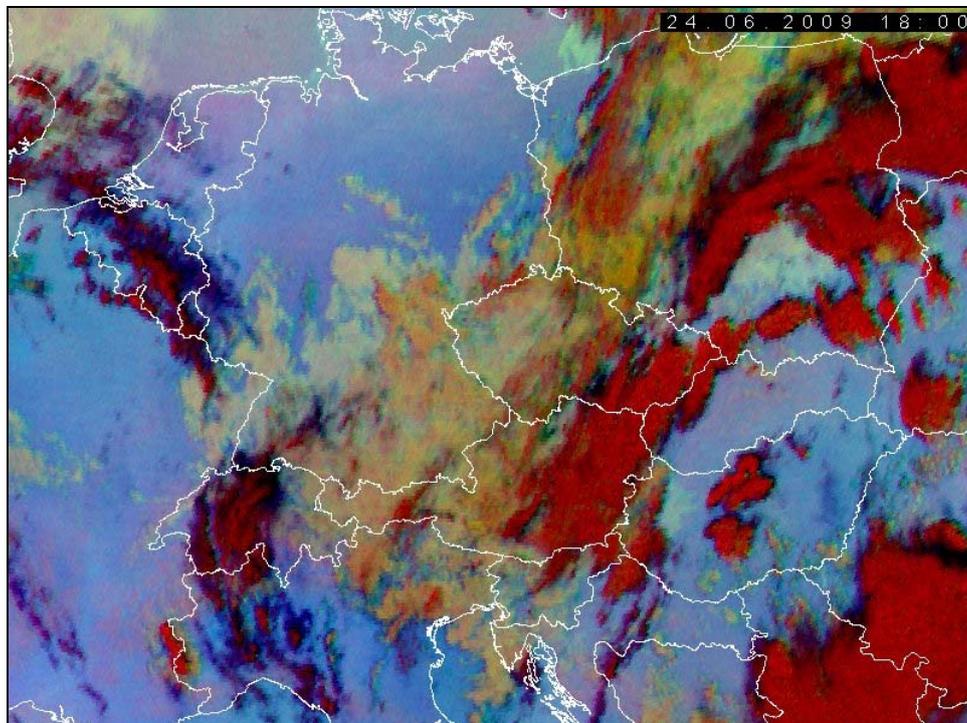
Vývoj oblačnosti dokumentují i družicové snímky na **Obr. 2.8** až **Obr. 2.10**.



Obr. 2.8 Snímek z družice METEOSAT 9, zpracování produktu Visible-Infrared pro termín 17:15 UTC. Na snímku je dobře viditelná linie konvergence se vznikajícími přeháňkami a bouřkami. Nad Českou republikou převládá rozsáhlá oblačnost, zatímco nad Slovenskem převládá jasno.



Obr. 2.9 Snímek z družice METEOSAT 9, zpracování „Airmass“ pro termín 17:00 UTC. Nad západním Slovenskem a jižním Polskem je patrný pruh postupujícího suchého, stratosférického vzduchu, který leží přímo nad linií konvergence.



Obr. 2.10 Snímek z družice METEOSAT 9, zpracování „24-h Microphysical“ pro termín 18:00 UTC. Nad Moravou lze vidět mohutné oblaky s horní hranicí v ledové fázi (přeháňky a bouřky), nad zbytkem České republiky převládá střední a nízká oblačnost. Nad Slovenskem je jasno, patrně vlivem vpádu suššího vzduchu.

Povodeň v noci z 22. na 23. července 1998, která zasáhla Orlické hory, byla až do události ze dne 24. 6. 2009 považována v České republice za nejsilnější přívalovou povodeň za několik posledních desetiletí. Příčinou byla, podobně jako na Novojičínsku, organizovaná konvekce a „řetězový efekt“ („train effect“), kdy docházelo k vývoji a postupu bouřkových buněk organizovaných v linii opakovaně přes přibližně stejnou oblast. Zcela jiné příčiny vedly k rozsáhlým povodním v oblasti Moravy, Slezska a východních Čech v červenci 1997 a povodním v Čechách a v Podyjí v srpnu 2002. Důvodem těchto povodní byl souběh několika nepříznivých faktorů: vícedenní přítomnost poměrně hlubokých tlakových níží nad střední Evropou, návětrný efekt a nasycení povodní předchozími intenzivními srážkami.

Příčinou přívalové povodně na Novojičínsku 24. 6. 2009 byl intenzivní déšť vypadávající z konvektivní (bouřkové) oblačnosti. Mimořádná akumulace srážek byla způsobena řetězovým efektem a zřejmě i vysokou srážkovou účinností bouřek. Řetězový efekt je poměrně nápadný již na „snímcích“ pořízených meteorologickými radary a družicemi, ale faktor srážkové účinnosti je rozpoznatelný až po porovnání radarových odhadů srážek se srážkoměrnými měřeními a lze jej odhadovat pouze předběžně na základě parametrů okolní atmosféry.

3. PŘEHLED VÝSKYTU SRÁŽEK A ZHODNOCENÍ JEJICH EXTREMITY NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY V DOBĚ OD 20. 6. DO 6. 7. 2009

V **příloze č.1** jsou uvedeny denní sumy spadlých srážek za období od 19. 6. do 7. 7. 2009, vždy od 06 do 06 UTC následujícího dne na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.

3.1 Údaje o měření

Pro vyhodnocení extremity srážek byly zpracovány naměřené úhrny za 1 minutu (208 stanic), 15 minut (278 stanic), 60 minut (432 stanic) a denní úhrny za interval 07 až 07 hodin SEČ v době od 20. 6. 07:00 SEČ do 6. 7. 2009 07:00 SEČ (952 stanic). Rozložení stanic s minutovými, hodinovými a denními úhrny je znázorněno na **Obr. 3.20** až **Obr. 3.22** v **příloze č. 2**. Počty stanic s jednotlivými druhy měření jsou rovněž uvedeny v **Tab. 3.1** v **příloze č. 3**. Kromě stanic ČR hodnocení zahrnuje i dostupné stanice z příhraničí Polska a Rakouska.

Z minutových a patnáctiminutových úhrnů byly mj. vypočteny i hodinové úhrny ve fixních hodinách, které poněkud rozšířily spektrum primárně hodinových měření. Minutové úhrny byly v dalším použity pro znázornění detailního průběhu nejvýznačnějších dešťů.

3.2 Denní úhrny srážek ze srážkoměru (07-07 SEČ)

V **Tab. 3.2 přílohy č. 3** je přehled denních úhrnů srážek pro stanice, u nichž byl za období 20. 6. 07:00 až 6. 7. 07:00 SEČ naměřen celkový úhrn srážek nad 200 mm. Nejvyšší úhrn za období byl naměřen stanici Filipova Huť v prostoru Šumavských plání, a to 331,3 mm. Prvních třináct stanic s nejvyššími úhrny (nad 280 mm) leží na Šumavě a v Novohradských horách. Moravské stanice reprezentuje až dvacátý pátý Potštát na Přerovsku s úhrnem za období 230,4 mm. Z tabulky je patrné, trvalejší srážky se vyskytly především v jižních a jihozápadních Čechách, zatímco v ostatních oblastech se jednalo především o izolované srážkové projevy. Na 53 stanicích byl úhrn za období větší než 200 mm, převážně v jižních a jihozápadních Čechách. Jen 11 případů je z oblasti Jeseníků, ve třech případech ve východních Krkonoších. Jedná se o úhrny kolem 3 až 4 násobku dlouhodobých průměrů.

Dále byla zpracována tabulka denních úhrnů srážkoměru s periodicitou 10 let a více (**Tab. 3.3 v příloze č. 3**). V následující tabulce **Tab. 3.3a** uvádíme pro přehlednost zkrácený výsek této tabulky pro úhrny nad 80 mm.

Tab. 3.3a Denní úhrny srážek nad 80 mm dle klasického srážkoměru (měření 07- 07 SEČ)..

Úhrn (mm)	Periodicita (roky)	Stanice	Datum a čas konce intervalu		Okres	Výška stanice (m n.m.)
123,8	100	Bělotín	25.6.2009	07:00	Přerov	306
120,2	100	Hodslavice	25.6.2009	07:00	Nový Jičín	340
104,5	50	Mořkov	25.6.2009	07:00	Nový Jičín	345
96,7	50	Staré Hutě	23.6.2009	07:00	České Budějovice	792
95,6	50	Střítěž nad Ludinou	25.6.2009	07:00	Přerov	340
88,1	25	Potštát	25.6.2009	07:00	Přerov	565
87,6	25	Děčín	5.7.2009	07:00	Děčín	157
85,1	25	Hostašovice	25.6.2009	07:00	Nový Jičín	374
82,5	25	Pohorská Ves	23.6.2009	07:00	Český Krumlov	807

Výskyt klimatologicky významných denních úhrnů srážek znázorňují mapy denních úhrnů srážek 07-07 SEČ pro jednotlivé dny v období 20. 6 až 6. 7. 2009. Rozlišují místa na území ČR, kde velikost srážkových úhrnů překročila periodicitu 5, 10, 20, 50 a 100 let (**Obr. 3.23 až 3.34 přílohy č. 4**, mapy jsou vztaženy ke konci 24hodinového intervalu). Hodnoty odpovídající periodicitě nižší než 5 let v sobě samozřejmě obsahují i oblasti, kde se srážky v daném dni nevyskytly vůbec. Pokud na území Česka pro daný den ve zkoumaném období

nebyly zaznamenány vůbec žádné srážky dosahující periodicity alespoň 5 let, není mapa uvedena. To se týká dnů 20. a 21. 6. a dále 3. 7. Z pohledu klasických denních úhrnů srážek se význačné srážky vyskytly v době 22. 6. 07:00 SEČ až 23. 6. 2009 07:00 v Novohradských horách, dále o dva dny později, tj. v době 24. 6. 07:00 SEČ až 25. 6. 2009 07:00 na Novojičínsku na severní Moravě a konečně na Děčínsku v době od 4. 7. 07:00 SEČ až 5. 7. 2009 07:00. Význačné denní srážky menšího rozsahu a velikosti se vyskytly i na jiných místech a v jiných dnech. Je to patrné z jednotlivých denních map (**Obr. 3.23 až 3.33**) a zejména z **Obr. 3.34**, který zobrazuje plošný výskyt extremity lokálních maxim srážek v celém posuzovaném období. Zejména v červenci 2009 se však klimatologická význačnost vztahovala především na kratší srážkové úhrny než jeden den.

3.3 Patnáctiminutové a hodinové úhrny srážek

Pro patnáctiminutové a hodinové úhrny byly sestaveny tabulky případů dosažení doby opakování 10 let a více (**Tab. 3.4 a Tab. 3.5 v příloze č. 3**). Rozumí se tím, že stejné nebo větší úhrny daného trvání se v dlouhodobém průměru vyskytnou jednou za 10 a více let.

U patnáctiminutových úhrnů desetiletou perioda opakování byla překročena na 12, tj. 4 % stanic, převážně v severovýchodních a východních Čechách. Tyto úhrny se vyskytly ve dnech 23., 25. 29. a 30. 6. a dále 2., 3. a 4. 7. 2009. Pohybovaly se od 21,4 mm do 33,1 mm (**Tab. 3.4, příloha č. 3**). Na Moravě napadlo za 15 minut nejvíce na stanici Staré Město, okres Uherské Hradiště, a to 26,8 mm dne 2. července 2009. Stoletá perioda opakování byla překročena dne 2. 7. 2009 dopoledne (10:46–11:00) na stanici Jablonné v Podještědí s úhrnem 33,1 mm. Úhrn za 30 minut (10:46–11:15 h) činil 49,3mm a za 10:46–11:30 h 53,6 mm, v obou případech jde rovněž o více než stoleté hodnoty (**Obr. 3.76–3.77, příloha č. 5**). O den později, dne 3. 7. 2009 spadlo na stanici Vysoké nad Jizerou 29,0 mm srážek a byla tak na této stanici překročena padesátiletá doba opakování (**Obr. 3.97–3.98, Příloha č. 5**). Oba popisované deště byly velmi intenzivní a velmi krátké, takže hodinové odpovídající úhrny již nepřekročily hranici desetiletých srážek. Průběh srážek na všech stanicích z **Tab. 3.4 je v příloze č. 5**.

Hodinové úhrny s dobou opakování 10 let a více byly naměřeny na 28 stanicích ze 432 (6,5 %) stanic (**Tab. 3.5, příloha č. 3**). Hodinové úhrny byly počítány jako fixní, tj. sumováno od 1. do 60. minuty každé hodiny. Výjimku tvoří stanice s extrémními patnáctiminutovými úhrny (**Tab. 3.4**), pro něž byly spočítány i šedesátiminutové úhrny plovoucí po čtvrthodinách. Na 6 stanicích byly nejméně stoleté srážky, s hodinovými úhrny

51,4 až 65,0 mm. Na dvou dalších spadly hodinové úhrny 45,4 a 46,0 mm, s dobou opakování delší nebo rovnou padesáti letům. Nejvyšší hodinový úhrn byl naměřen dne 2. 7. 2009 na stanici Nedrahovice (okres Příbram) od 16:00 do 17:00 h SEČ (65,0 mm). V Nedrahovicích v průběhu tohoto deště také spadl třetí nejvyšší patnáctiminutový úhrn. Na Moravě se nejvyšší hodinové srážky vyskytly ve dnech 24. až 26. 6. 2009 a, a to především na severovýchodní Moravě. Mimořádně vysoké hodinové srážky se dále vyskytly 29. a 30. června na Českomoravské Vysočině a 2. až 5. 7. ve středních, jižních a východních Čechách a na Moravě. Průběh srážek na všech stanicích z **Tab. 3.5** je znázorněn na obrázcích v **příloze č. 5**.

V následující tabulce **Tab. 3.5a** uvádíme výňatek z **Tab. 3.5 přílohy 3** pro šedesátiminutové úhrny nad 40 mm.

Tab. 3.4a Hodinové úhrny nad 40mm.

Úhrn (mm)	Periodicita (roky)	Stanice	Datum a čas konce intervalu		Okres	Výška stanice (m n.m.)
65,0	100	Nedrahovice	2.7.2009	17:00	Příbram	348
62,2	100	Hostašovice	24.6.2009	19:00	Nový Jičín	374
61,2	100	Moravská Třebová	29.6.2009	12:00	Svitavy	306
60,6	100	Bransouze	30.6.2009	16:00	Třebíč	420
54,0	100	Jablonné v Podještědí	2.7.2009	11:45	Česká Lípa	320
51,4	100	Hlasivo	2.7.2009	16:45	Tábor	540
46,0	50	Běloutín	24.6.2009	21:00	Přerov	306
45,4	50	Mitrov	5.7.2009	16:00	Hradec Králové	240
44,6	25	Pomezní boudy	2.7.2009	11:00	Trutnov	1050
44,5	25	Staré Město	2.7.2009	14:00	Uherské Hradiště	235
43,1	25	Veřovice	24.6.2009	18:00	Nový Jičín	455
41,9	25	Hlasivo	2.7.2009	17:00	Tábor	540
40,5	25	Lanškroun	29.6.2009	17:30	Ústí nad Orlicí	380
40,1	25	Běloutín	24.6.2009	19:00	Přerov	306

3.4 Tři a šestihodinové plovoucí úhrny srážek

Na základě fixních hodinových úhrnů srážek byly pro všechny stanice z **Obr. 3.22 přílohy č. 2** spočteny tříhodinové a šestihodinové plovoucí úhrny srážek. Opět byly sestaveny tabulky nejvyšších časově se nepřekrývajících úhrnů (**Tab. 3.6** a **Tab. 3.7** v **příloze č. 3**).

Z tabulek vyplývá, že na 14 stanicích dosáhl tříhodinový úhrn hodnoty s dobou opakování 100 a více let a na dalších 3 stanicích s periodicitou 50 až 100 let, na 18 stanicích periodicitu 20 až 50 let a na 23 stanicích periodicitu 10 až 20 let. Na 58 stanicích (13,4 % měřících stanic) spadly tedy tříhodinové úhrny srážek s dobou opakování 10 let a více. Pro rychlý přehled jsou v **Tab. 3.6a** uvedeny nejvyšší úhrny z **Tab. 3.6 přílohy č. 3**.

V případě šestihodinových úhrnů bylo dosaženo periodicity 10 let a více na 40 (9,3 %) stanic, z toho na 24 stanicích bylo dosaženo 20leté hranice, na 15 stanicích 50leté hranice a na 9 stanicích úhrn dosáhl nejméně hranic stoleté srážky. Sama převaha počtu stanic s extrémními tříhodinovými úhrny nad počtem stanic s extrémními šestihodinovými úhrny dokládá konvektivní charakter těchto srážek. Pro rychlý přehled jsou v **Tab. 3.7a** uvedeny nejvyšší úhrny z **Tab. 3.7 přílohy č. 3**.

Nejvyšší tříhodinový, šestihodinový i denní úhrn spadl dne 24. 6. na stanici Běloutín (okres Přerov) a činil po řadě 114,5 mm, 122,5 mm a 123,5 mm. Srážky spadly mezi 18. a 22. hodinou SEČ. Tyto úhrny dosáhly hodnot stoleté a víceleté srážky, přičemž zejména v případě tří a šestihodinové srážky bylo toto překročení extrémní. Nejvyšší hodinový úhrn na této stanici ale činil „pouhých“ 46,0 mm, tj. na úrovni 50leté srážky. Nejvyšší patnáctiminutový úhrn na této stanici nedosáhl ani desetileté hodnoty.

Tab. 3.6a Tříhodinové úhrny srážek nad 50 mm.

Úhrn (mm)	Periodicita (roky)	Stanice	Datum a čas konce intervalu		Okres	Výška stanice (m n.m.)
114,5	>>100	Běloutín	24.6.2009	21:00	Přerov	306
83,4	>>100	Hostašovice	24.6.2009	20:00	Nový Jičín	374
74,4	>>100	Nedrahovice	2.7.2009	19:00	Příbram	348
72,9	>>100	Lanškroun	29.6.2009	18:00	Ústí nad Orlicí	380
71,8	>>100	Moravská Třebová	29.6.2009	13:00	Svitavy	306
69,8	100	Radvanice	2.7.2009	14:00	Trutnov	526
67,0	100	Veřovice	24.6.2009	19:00	Nový Jičín	455
65,0	100	Nedrahovice	2.7.2009	17:00	Příbram	348
63,0	100	Radostín	2.7.2009	18:00	Žďár nad Sázavou	525
61,8	100	Bransouze	30.6.2009	17:00	Třebíč	420
59,6	100	Karlstift	2.7.2009	14:00	Rakousko	917
55,5	100	Jablonné v Podještědí	2.7.2009	13:00	Česká Lípa	320
55,4	100	Hlasivo	2.7.2009	18:00	Tábor	540
53,2	100	Pomezní boudy	2.7.2009	13:00	Trutnov	1050

Tab. 3.7a Šestihodinové úhrny srážek nad 60 mm.

Úhrn (mm)	Periodicita (roky)	Stanice	Datum a čas konce intervalu		Okres	Výška stanice (m n.m.)
122,5	>>100	Bělčín	24.6.2009	22:00	Přerov	306
83,9	>>100	Hostašovice	24.6.2009	20:00	Nový Jičín	374
76,8	100	Moravská Třebová	29.6.2009	16:00	Svitavy	306
74,6	100	Nedrahovice	2.7.2009	22:00	Příbram	348
73,0	100	Lanškroun	29.6.2009	18:00	Ústí nad O.	380
72,6	100	Radvanice	2.7.2009	16:00	Trutnov	526
67,2	100	Veřovice	24.6.2009	20:00	Nový Jičín	455
63,0	100	Radostín	2.7.2009	18:00	Žďár nad S.	525
61,8	100	Bransouze	30.6.2009	17:00	Třebíč	420
60,1	50	Pomezní boudy	2.7.2009	15:00	Trutnov	1050

Pro povodí řek Česka byly rovněž zpracovány mapy nejvyšších tříhodinových a šestihodinových úhrnů v jednotlivých dnech uvažovaného období a v rámci celého uvažovaného období. Jednotlivým úhrnům bylo přiřazeno datum konce intervalu, za který se měřilo (čili např. úhrnu za interval 22 h 21.6. až 01 h 22. 6. je přiřazen čas odečtení, tj. 01 h dne 22. 6.).

Z denních map extremit tříhodinových úhrnů na **Obr. 3.35** až **Obr. 3.49** vyplývá, že nejvýznamnější tříhodinové srážky se vyskytly 24. 6. na Novojičínsku, 29. 6. na severu Českomoravského pomezí a konečně 2. 7. 2009 v různých oblastech ČR vyjma západních a severozápadních Čech. Plošná roztroušenost výskytu extremity lokálních maxim srážek v celém posuzovaném období je dobře patrná z **Obr. 3.50 přílohy č. 4**. V případě šestihodinových úhrnů (**Obr. 3.51** až **Obr. 3.65, příloha č. 4**) je situace podobná jako u tříhodinových úhrnů. Význačné srážky na **Obr. 3.53** jsou poněkud zavádějící, neboť jde o srážky z časového úseku 18:00h 24. 6. až 00:00 hodin 25. 6.2009, čili fakticky o stejné srážky jako na **Obr. 3.52**. Maxima extremity lokálních maxim srážek za celé posuzované období jsou dobře patrná z **Obr. 3.65 přílohy č. 4**. Jsou opět podobná tříhodinovým úhrnům, ale je patrný ojedinělý výskyt dvacetiletých srážek i v západních a severozápadních Čechách.

3.5 Průběh význačných srážek na vybraných stanicích

V **Tab. 3.2** až **Tab. 3.7** v **příloze č. 3** se opakovaně vyskytují mimořádně velké úhrny srážek během daného období na stejných stanicích. Pro vybrané stanice jsou v **příloze č. 5** uvedeny grafy průběhu srážek v kritických úsecích sledovaného období, a to v hodinovém, v případě stanic s extrémními patnáctiminutovými úhrny i v patnáctiminutovém kroku. Výběr stanic byl proveden dle následujícího klíče: všechny stanice z tabulek **Tab. 3.3** a **3.4**

(patnáctiminutový nebo hodinový úhrn s dobou opakování deset let a více), dále stanice s nejméně padesátiletými tříhodinovými nebo šestihodinovými úhrny a konečně stanice s nejvyšším úhrnem srážek za období 20. 6 až 6. 7 2009. Pro stanici s absolutně největším úhrnem, Běloutín, uvádíme tři grafy, a to nejintenzivnější dešť v minutovém kroku (Sra1M) normálně i kumulativně a průběh srážek ve sledovaném období v hodinovém kroku (na svislé ose jsou hodinové úhrny SRA1H). Poloha stanic je v **Tab. 3.8 příloha č. 3**.

3.6 Souhrn

U patnáctiminutových úhrnů srážek byla v dvanácti případech dosažena periodicita 10 let a vyšší (**Tab. 3.4 v příloze č. 3**), Jablonné v Podještědí vykazalo dne 2. 7. v době od 10:45 do 11:00 h SEČ úhrn 33,1 mm, což představuje dobu opakování více než 100 let. Hodinové úhrny srážek rovněž na šesti stanicích vysoko překročily hodnotu stoleté srážky (**Tab.3.5 v příloze č. 3**). Nejvíce za hodinu spadlo 65 mm v Nedrahovicích na Příbramsku dne 2. 7. od 16 do 17 h SEČ, dále v Hostašovicích, okres Nový Jičín, dne 24. 6. od 18 do 19 h SEČ (62,2 mm), v Moravské Třebové, okres Svitavy, dne 29. 6. od 12 do 13 h SEČ (61,2 mm) a na stanici Bransouze, okres Třebíč, dne 30. 6. od 15 do 16 h SEČ (60,6 mm).

Ve tříhodinových a šestihodinových plovoucích srážkových úhrnech dominuje extrémní dešť na stanici Běloutín, okres Přerov, dne 24. 6. od 18 do 22 h SEČ (114,5 mm/3h a 122,5 mm/6h), což vysoko překračuje odhad stoleté srážky 61 mm/6h. Druhá nejvyšší tříhodinová srážka 83,4 mm spadla na stanici Hostašovice, okres Nový Jičín, 2. 7. od 17 do 20 h SEČ. I tato srážka vysoce překračuje stoletou hodnotu 52 mm/3h. Extrémní srážky v Běloutíně a v Hostašovicích byla rozloženy vždy zhruba do 3 hodin, zatímco hodinové a patnáctiminutové intenzity dešťů rekordní na těchto stanicích nebyly. Podrobný přehled výskytu tříhodinových a šestihodinových plovoucích úhrnů srážek obsahují **Tab. 3.6** a **Tab. 3.7** (pro periodicity 10 let a více).

Z rozboru vyplývá, že v době od 20. 6. 07:00 SEČ do 6. 7. 2009 07:00 SEČ se na řadě stanic vyskytly převážně konvektivní srážky, které v řadě případů měly hodnoty nejméně desetiletých srážek, v některých případech byly překročeny i stoleté hodnoty. V případě Běloutína byla stoletá hodnota tříhodinové srážky překročena více než dvojnásobně. Je třeba upozornit i na velké úhrny srážek za celé posuzované šestnáctidenní období v určitých oblastech ČR. Na 53 stanicích byl úhrn za období větší než 200 mm, převážně v jižních a jihozápadních Čechách. Jen 11 případů je z oblasti Jeseníků, ve třech případech ve východních Krkonoších. Na Šumavě a v Novohradských horách byly na 13 stanicích

naměřeny celkové úhrny od 280 do 331 mm. Jedná se o úhrny kolem 3 až 4 násobku dlouhodobých průměrů.

Kromě grafů průběhu srážkové činnosti na vybraných stanicích (**příloha č.5, Obr. 3.66 až Obr 3.95**) je to patrné i z map v **příloze č.4**, která obsahuje rozložení extremit srážek po dnech jednak pro denní srážky stanic Česka 07-07 SEČ, jednak pro plovoucí tři a šestihodinové úhrny ze stanic v Česku a nejbližším okolí. Je patrné, že intenzivní srážky se vyskytovaly v jednotlivých dnech jen na plošně omezených územích, přičemž v několika málo oblastech byly vysoce překročeny stoleté hodnoty.

4. MOŽNOST PŘEDPOVĚDÍ BOUŘEK A PŘÍVALOVÝCH SRÁŽEK

4.1 Předpověď pomocí matematických předpovědních modelů

Atmosféra je nelineární dynamický systém, jehož pohyb má charakter deterministického chaosu. Jedná se o velmi složitý pohyb, který se vyznačuje vysokou citlivostí i na malou změnu počátečních podmínek, což je známé jako „motýlí efekt“ (Lorenz, 1993). Atmosféra tak má vlastní hranice předvídatelnosti (prediktability) pohybu, tedy i předpovědi počasí.

V atmosféře existuje celé spektrum pohybů – cirkulačních útvarů, od planetárního měřítka (planetární cirkulační buňky) přes synoptické (jednotlivé tlakové výše a níže), mezo-synoptické (mezo-cyklóny, atmosférické fronty, čáry konvergence), konvektivní (bouřky) až po pohyb jednotlivých molekul vzduchu. Prostorové a časové měřítko cirkulačních struktur je úzce spjato. Rozměr cirkulačních útvarů je totiž přímo úměrný střední době jejich trvání. Zatímco od vzniku do rozpadu velkých tlakových níží nebo výší uplyne několik dní, průměrná délka života konvektivních (bouřkových) buněk se počítá na desítek minut a hodiny.

S časovou škálou přímo souvisí i prediktabilita těchto cirkulačních struktur a tudíž s jakým předstihem lze rozumně jejich výskyt předvídat. Ze současných studií vyplývá, že smysluplný (užitečný) předstih předpovědi hlavních cirkulačních útvarů může dosáhnout až deseti dní; u útvarů konvektivních měřítek se maximální smysluplný předstih odhaduje přibližně na jeden den. Zároveň je potřeba zdůraznit, že prediktabilita cirkulačních struktur se nedá určit zcela přesně, protože je ovlivněna nelineárními procesy, které v atmosféře v daném okamžiku zrovna probíhají.

Jak bylo výše zmíněno, vývoj dynamického systému atmosféry, tedy počasí, je velmi citlivý na relativně malé změny v počátečních podmínkách. Ty mohou dát impuls k rozvoji instabilního chování atmosféry, například k rozvoji baroklinní nebo konvektivní instability. Počáteční podmínky předpovědi také nelze určit naprosto přesně. Kvalita každé analýzy stavu atmosféry je ovlivněna různými chybami, ať jsou to chyby měření, aproximace (přiblížení) použité ve výpočtu analýzy, aproximace použité v předpovědních modelech a tak dále. Tyto počáteční chyby pak za určitých podmínek velmi rychle rostou během předpovědi; prediktabilita atmosférických jevů je v těchto případech nižší.

V předpovědní praxi je problém odhadu míry nejistoty v počátečních podmínkách alespoň částečně řešen pomocí ansámblových předpovědí, kdy se výpočet předpovědního modelu několikrát opakuje pokaždé z určitým způsobem pozměněných počátečních podmínek. Přitom metoda výběru pozměněných počátečních podmínek musí být vypracována tak, aby se pokud možno podchytily nejvíce instabilní módy a rozptyl ansámblu pak mohl s dostatečnou vypovídací hodnotou poukázat na míru nejistoty předpovědi atmosféry.

Z mezoměřítkové analýzy situace ze dne 24. 6. vyplývá, že významnou roli hrály procesy větších měřítek, které mají v principu delší předpovědní předstih, ale tyto byly kombinovány s lokální konvektivní instabilitou, jejíž prediktabilita je daleko menší. Ze studií je známo, že i v situacích, kdy jsou struktury větších měřítek správně podchyceny, tak nejistota pohybu dynamického systému v konvektivním měřítku může vést k velkým rozdílům jak v množství předpověděných srážek, tak v určení polohy konvektivních jader. Například velmi malá změna v počátečních podmínkách může vést k rozdílům dosahujícím i více než 100 km v počítané poloze bouřek v předpovědi na 24 hodin, a to i v případě správně simulovaných útvarů většího měřítka.

Co se týče deterministické předpovědi, tak v současné době jsou provozně k dispozici výsledky modelů, jejichž prostorové rozlišení jednotek kilometrů nedovoluje dostatečně popsat jednotlivá bouřková jádra. Deterministická předpověď navíc nepodchycuje míru nejistoty v počátečních podmínkách.

Rozlišení operativních ansámblových předpovědí, kdy se výpočet modelu několikrát opakuje z pozměněných počátečních podmínek, je z důvodu nároků na výpočetní zdroje ještě nižší. Rozlišení ansámblové předpovědi evropského centra pro střednědobou předpověď počasí (ECMWF) je nyní 50km, navíc tento systém je vyladěn pro podchycení nejistoty vývoje větších atmosférických struktur za účelem střednědobé předpovědi počasí. Nárůst instabilních módů tohoto ansámblu nastává až po 24 hodinách předpovědi, takže nemůže v žádném případě podchytit nejistotu předpovědi struktur konvektivních měřítek.

Na mezo-měřítkové struktury je zaměřen ansámbl modelových výstupů ALADIN-LAEF (Wang at al., 1999), který je zatím počítán v rozlišení 18 km, tedy stále příliš hrubém pro konvektivní měřítko. Kromě toho existují ansámblové produkty založené na prosté kombinaci výsledků současných deterministických modelů - multimodel (například SRNWP-PEPS, viz srnwp.cscs.ch); tento přístup ale nezajišťuje podchycení nejrychleji rostoucích nestabilních módů. Je to z toho důvodu, že ansámbl vzniklý touto cestou neobsahuje žádné metody, které by podchycovaly nejrychleji rostoucí nestability v atmosféře, jako je třeba metoda singulárních vektorů, kterou používá ECMWF.

V současné době žádný z dostupných ansámbků nemůže korektně podchytit nejistotu předpovědi jevů konvektivního měřítka.

Z výše uvedeného vyplývá, že lokalizace intenzivní konvekce s chybou menší než přibližně sto kilometrů, stejně jako přesnější předpověď intenzity srážek, přesahují současné možnosti numerické předpovědi počasí.

Numerická předpověď počasí je jedinou metodou, která je schopná posunout praktickou prediktabilitu atmosféry blíže k jejím teoretickým hranicím a poskytnout tak meteorologovi kvalitnější podklady pro vydání výstražných informací. Systémy numerické předpovědi počasí budou dále zdokonalovány těmito základními směry:

- Zvyšováním kvality deterministické předpovědi. Toho se dá dosáhnout jednak kvalitnější analýzou počátečních podmínek s podchycením jejich jemnějších struktur, jednak zdokonalením a rozvojem realistického fyzikálního popisu chování atmosféry. To s sebou nese mimo jiné potřebu kvalitních, prostorově a časově hustých pozorování atmosféry a zemského povrchu, a také potřebu zvyšování prostorového rozlišení atmosférických modelů.
- Zvyšováním kvality ansámblových předpovědí. Zde je jednou z nutných podmínek stavět ansámblové předpovědi právě na dobrých deterministických modelech, které ansámbl tvoří. Další cestou, která je zároveň jedním z obtížných výzkumných úkolů současnosti, je nalezení takové optimální metody výběru pozměněných počátečních podmínek, která by podchytila nejrychleji rostoucí instability atmosférických struktur malého měřítka. Metody vyvinuté pro synoptické měřítko nejsou totiž pro tento problém přímo aplikovatelné. Také je samozřejmě potřeba zvyšovat rozlišení ansámblových předpovědí. Dostatečný rozptyl ansámblu pak kromě korektní metody výběru pozměněných počátečních podmínek potřebuje rozumně velký počet členů ansámblu. Ještě další možností, jak získat více informací o nejistotě předpovědi dané situace, je

časové zahuštění výpočtů modelu (například z běžných čtyřech na osm za den), které vede k vyššímu využití čerstvějších pozorování stavu atmosféry.

Z výše uvedeného je zřejmé, že zdokonalování předpovědních systémů je spojeno s nutností navýšení dostupného výpočetního výkonu. Například jenom při zahuštění horizontálního kroku modelu se nárok na výkon počítače zvyšuje se třetí mocninou. Přitom včasnost varování závisí na rychlosti, se kterou je možno zpracovat co největší množství informací. Navíc z hlediska předpovědi povodňového nebezpečí je právě dosažení lepší přesnosti důležitým aspektem vzhledem k poloze České republiky. Území našeho státu leží na evropském rozvodí, a tak naprostá většina povodní začíná na našem národním území. Proto je zde kvalita meteorologických předpovědí a bezprostřední návaznost hydrologických předpovědí, zajištěná v jednom organizačním celku, klíčovou záležitostí.

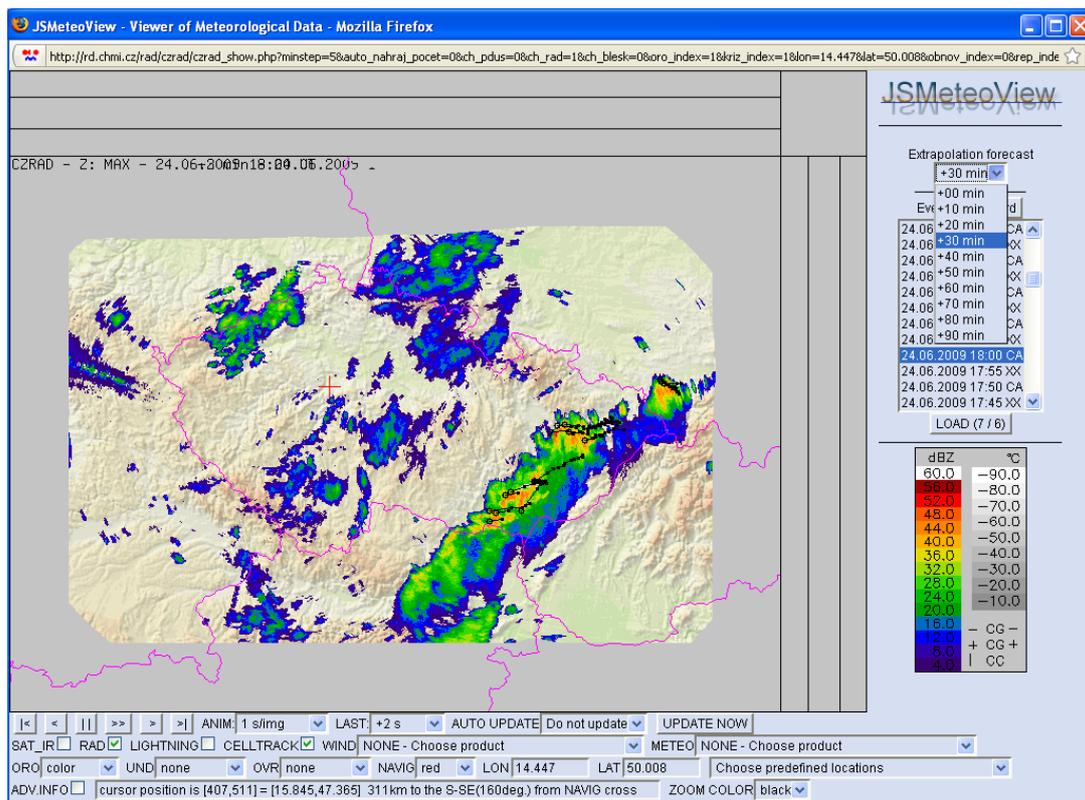
4.2 Předpovědi srážek metodami nowcastingu

Metody nowcastingu (předpovědi nejvýše na několik hodin dopředu) jsou většinou založeny na analýze a extrapolaci aktuálního stavu počasí. V předpovědní praxi ČHMÚ se používá program JSMeteoView (**Obr. 4.1**), jehož součástí je nowcastingová aplikace založená na extrapolaci radarového echa metodou COTREC (P. Novák a kol.). Tato metoda analyzuje změnu dvou po sobě jdoucích radarových snímků a kromě identifikace konvektivních útvarů umožňuje plošné předpovědi pohybu radarového echa. S délkou předpovědi její kvalita klesá a využitelnost metody je hodně závislá i na typu srážek. Při výskytu izolované konvekce jsou předpovědi využitelné nejvýše na několik desítek minut dopředu, v případě velkoprostorových srážek nebo frontální oblačnosti je často možné využít v aplikaci maximálně možných 90 minut. Aplikace dále umožňuje sledování jednotlivých bouřkových jader (celltrack).

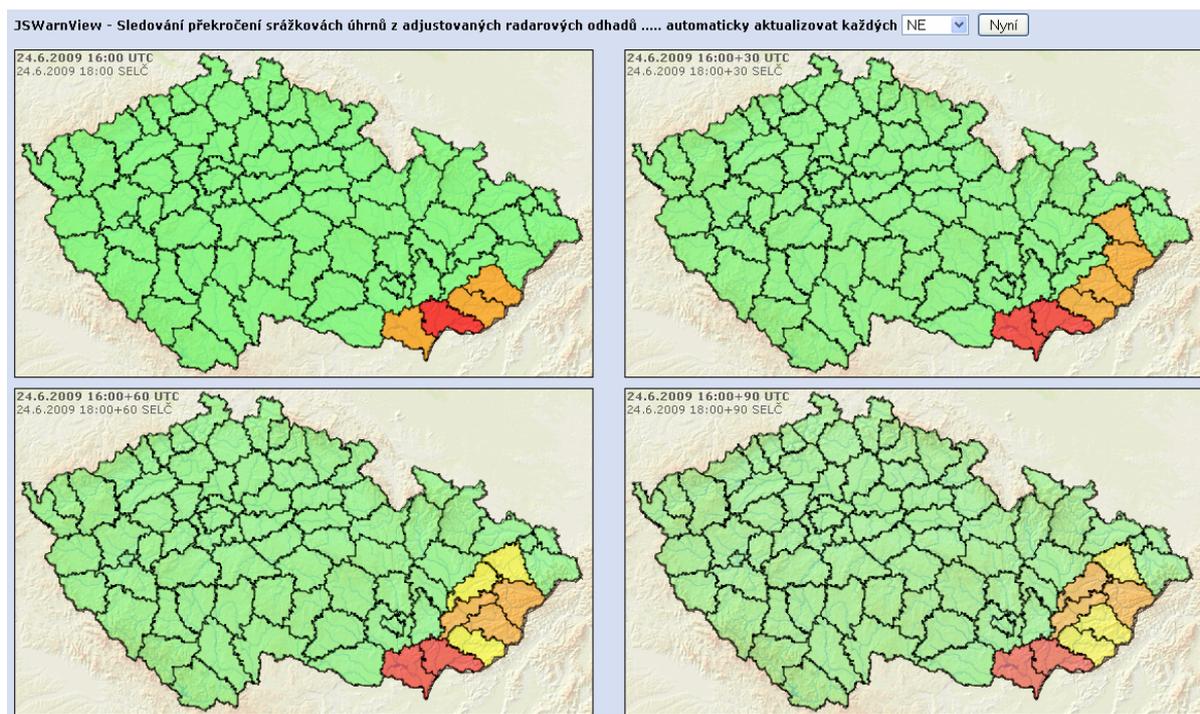
Nevýhodou většiny aplikací nowcastingu založených na extrapolaci radarového echa je předpoklad neměnnosti pohybového pole během předpovědní doby, ale i neměnnost intenzity radarového echa, tedy nepočítá se s časovým vývojem srážkové oblačnosti. Proto při interpretaci výsledků předpovědí je třeba vždy zkušeného meteorologa. Právě tato aplikace v některých případech zmiňované povodňové události umožnila, aby meteorolog včas vydal informaci o výskytu extrémního jevu, resp. výstrahu před nebezpečnou přívalovou srážkou.

V současné době ČHMÚ vytváří další aplikaci (**Obr. 4.2**), která bude umožňovat nejen analyzovat a předpovídat budoucí pohyb radarového echa, tedy i srážek, ale zároveň kvantifikovat množství srážek a upozorňovat meteorologa při překročení stanovených limitů úhrnů srážek. Předpovědi z tohoto produktu, který používá radarové odhady srážkových

úhrnů, jsou počítány na maximálně 3 hodiny dopředu v 5 minutových intervalech. Extrapolovaná pole jsou přepočtena na intenzitu srážek pro různé časové úseky (mm/15 min, mm/30 min, mm/60 min a mm/90 min). Pro každý časový interval jsou nastaveny jiné srážkové limity. Tímto meteorolog dostává do rukou mocnější nástroj pro identifikaci nebezpečných srážek přívalemého charakteru a také možnost výstražnou informaci s větším předstihem připravit a upozornit veřejnost i příslušné orgány v potenciálně ohroženém území na blížící se nebezpečí přívalemých srážek.



Obr. 4.1 Ukázka předpovědi radarového echa metodou COTREC v JSMeteorView



Obr. 4.2 Ukázka varovného systému předpovědi přívalových srážek JSWarnView

Do budoucna se k tomuto systému mohou přidat i informace o fyzicko – geografických charakteristikách území republiky (teren, říční síť, osídlení apod.) a informace a data přímo ovlivňující povodně jako jsou nasycení půdy nebo vegetace. To umožní zpřesnit úhrny srážek, které mohou být nebezpečné pro tvorbu přívalových povodní a které se dnes velice obtížně odhadují.

5. VÝSLEDKY MODELOVÝCH PŘEDPOVĚDÍ ZA OBDOBÍ OD 20. 6. DO 6. 7. 2009

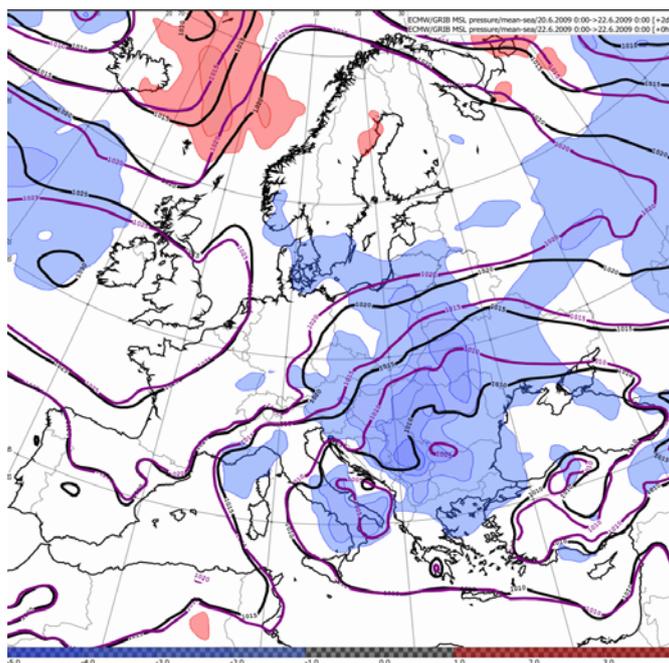
5.1 Vyhodnocení základních parametrů modelových předpovědí pro vznik a vývoj bouřkové činnosti

Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.3., předpověď přívalových srážek s použitím matematických modelů je v současné době velkým problémem. I kdyby předpovědní model úspěšně předpověděl jednu přívalovou povodeň, není zaručeno, že tu další také uspokojivě předpoví. Vzhledem k nekonzistentnosti předpovědí z jednoho modelu jsou meteorologové nuceni při tvorbě předpovědí používat výstupy z více modelů. Ve své podstatě to znamená, že výsledná předpověď, resp. výstražná informace, vychází také ze subjektivního posouzení všech dostupných výstupů meteorologem.

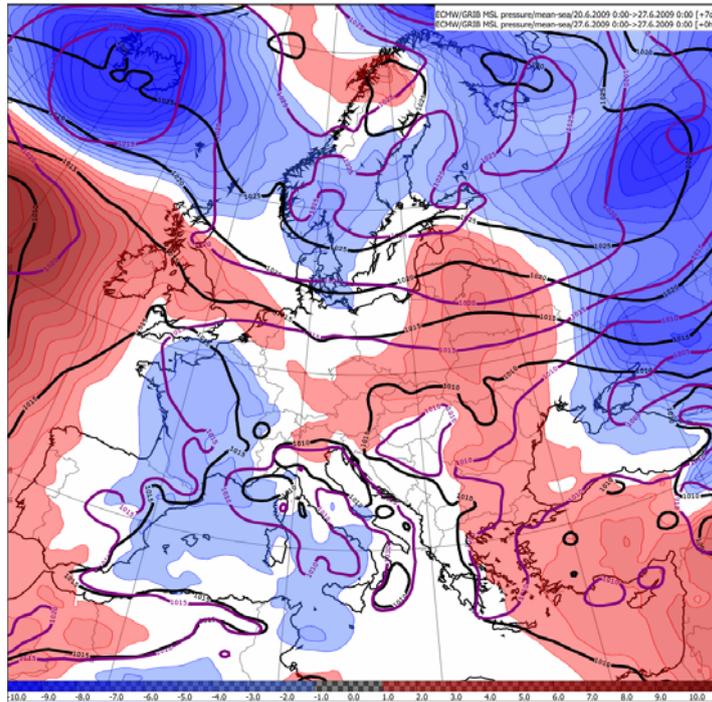
Pro vyhodnocení možností vzniku bouřek, kromě již zmíněných podmínek, jako jsou tlakové útvary nebo fronty, slouží i různé termodynamické veličiny vypočítané

předpovědními modely. V této kapitole je udělán rozbor úspěšnosti předpovědi některých z nich - včetně toho - nakolik přispěly k včasné reakci výstražné služby ČHMÚ v této povodňové události.

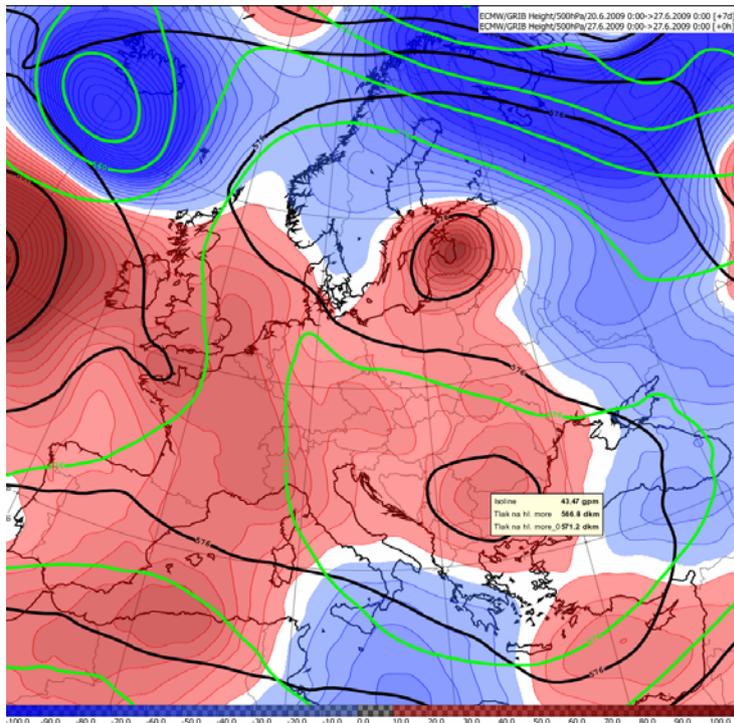
Nástup a délka trvání zmíněné situace z kapitoly 1.1 byla vcelku dobře předpověděna modelem pro střednědobou předpověď počasí ECMWF. Na **Obr. 5.1** je předpověď přízemního tlakového pole tohoto modelu ze dne 20. 6. 00 UTC na +48 hodin a analýza přízemního tlaku odpovídající termínu, na který model předpovídal (nástup synoptické situace Ec), včetně rozdílu mezi předpovědí a skutečnými hodnotami tlaku. **Obr. 5.2** znázorňuje předpověď z téhož dne na +168 hodin a analýza tlaku vzduchu včetně jejich rozdílu. **Obr. 5.3** zachycuje předpověď pole geopotenciálu v hladině 500 hPa z modelu ECMWF na sedmý den včetně analýzy a rozdílu mezi předpovědí a skutečnými hodnotami geopotenciálu. Dokonce i předpověď na sedmý den ukazuje setrvání východní cyklonální situace a rozdíly mezi předpovědí a skutečností jsou zejména v jižní polovině evropského kontinentu vcelku zanedbatelné.



Obr. 5.1 Předpověď přízemního tlakového pole modelem ECMWF z 20. 6. 00 UTC na 22. 6. 00 UTC (fialově) a analýza přízemního tlakového pole z 22. 6. 00 UTC (černě); barevně rozdíl předpověď – analýza.

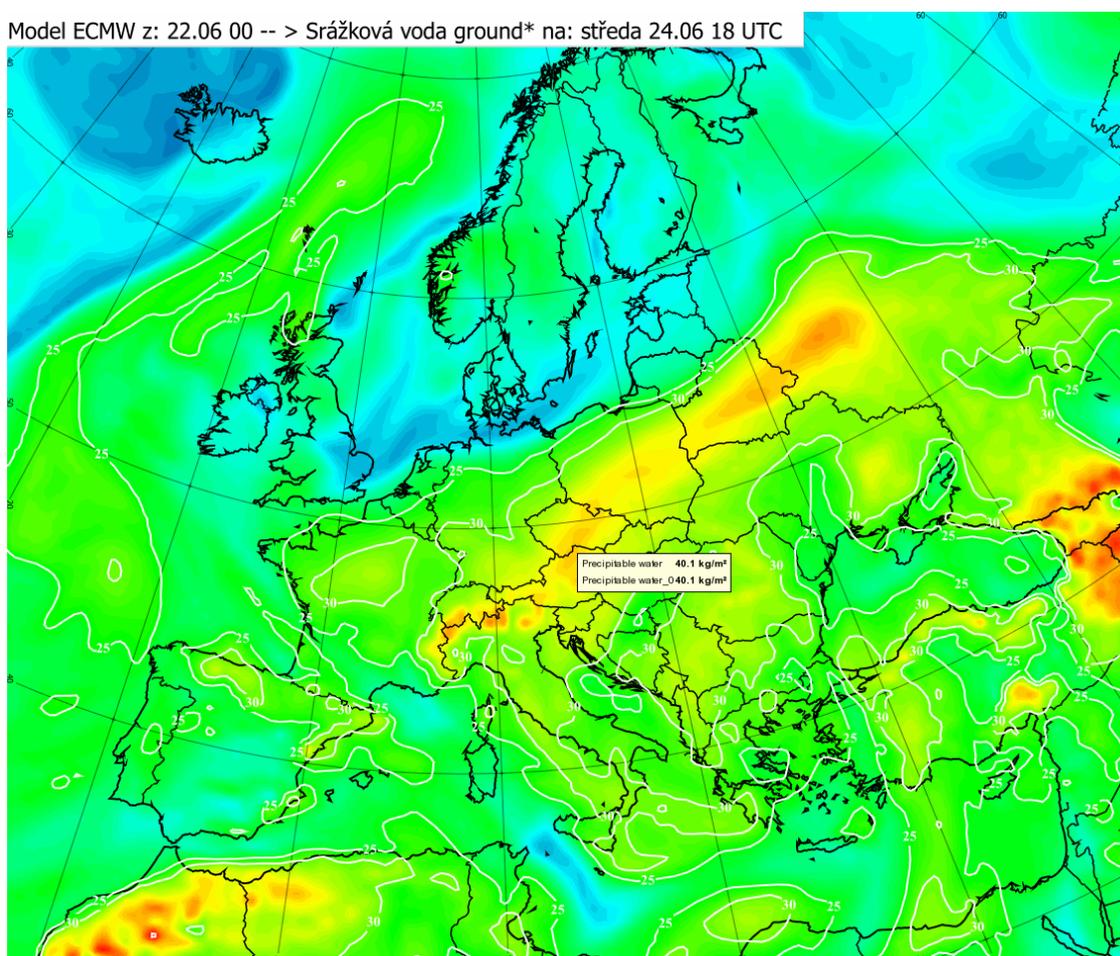


Obr. 5.2 Předpověď přízemního tlakového pole modelem ECMWF z 20. 6. 00 UTC na 27. 6. 00 UTC (fialově) a analýza přízemního tlakového pole z 27. 6. 00 UTC (černě); barevně rozdíl předpověď – analýza.



Obr. 5.3 Předpověď geopotenciální výšky v hladině 500 hPa modelem ECMWF z 20. 6. 00 UTC na 27. 6. 00 UTC (černě) a analýza přízemního tlakového pole z 27. 6. 00 UTC (zeleně); barevně rozdíl předpověď – analýza.

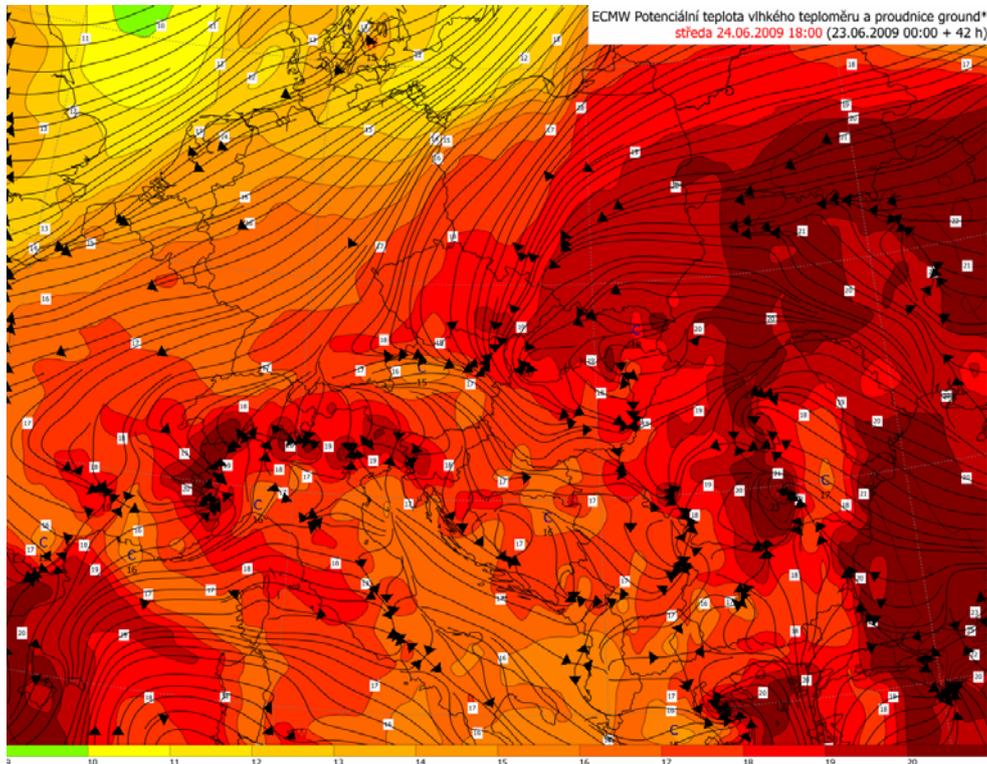
Pro vyhodnocení srážkové účinnosti oblačných procesů v atmosféře, včetně těch bouřkových, může posloužit předpovědní veličina nazvaná „srážková voda v oblacích“ (ang. precipitable water). Je to v podstatě předpověď maximálního množství vody v jednotce vertikálního sloupce přes celou atmosféru, která může při splnění určitých (příhodných) podmínek potenciálně spadnout jako srážka (v mm) na daném místě. Jeho hodnoty se pohybují od 0 do 75 mm a již hodnoty přes 25-30 mm indikují potenciálně nebezpečnou srážku. Ovšem tento parametr nesmí být zaměňován se srážkami předpověděnými přímo modely, které v sobě zahrnují složitější procesy tvorby srážek a výpočet jejího množství. Na **Obr. 5.4** je dobře vidět pás zvýšeného objemu vody v atmosféře dne 24. 6. 18 UTC táhnoucí se ze západního Ruska, přes Bělorusko a Polsko do střední Evropy. V některých místech se jeho hodnota pohybuje i přes 40 mm, což znamená vysokou možnost výskytu velmi nebezpečných úhrnů srážek v těchto oblastech.



Obr. 5.4 Předpověď „srážkové vody“ modelem ECMWF z 22. 6. 00 UTC na 24. 6. 18 UTC.

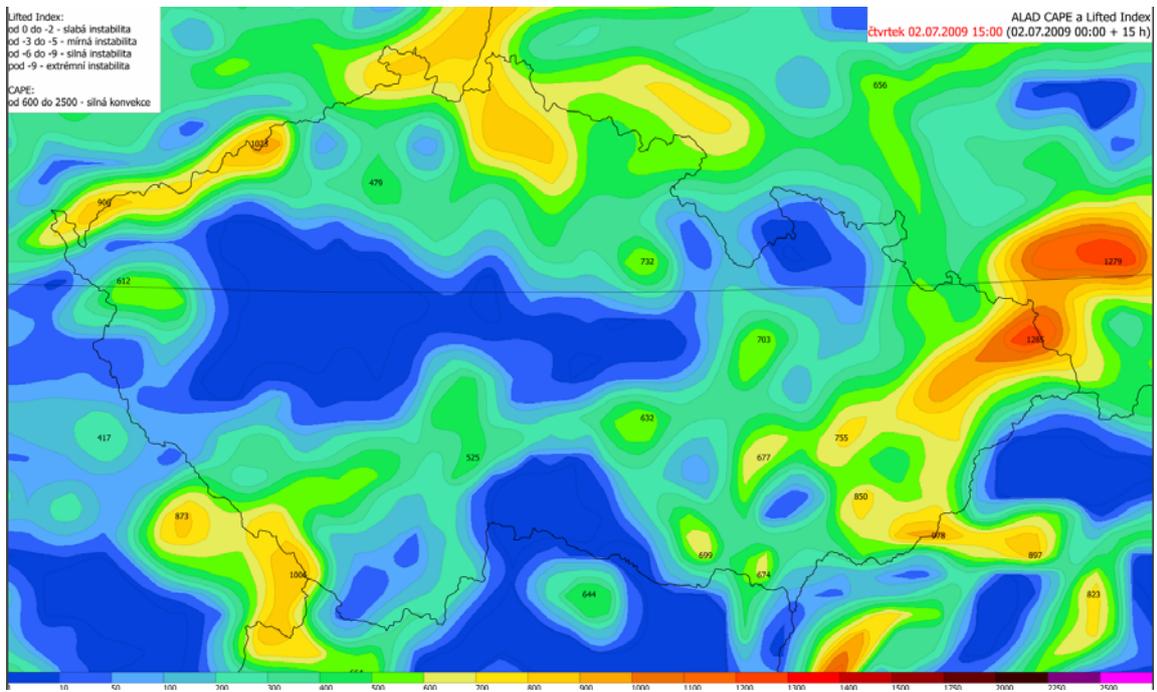
Že se bude jednat nejen o vlhký, ale i teplý labilní vzduch, který se na naše území dostával od východu až severovýchodu, naznačuje i předpověď vlhké potenciální teploty

v hladině 700 hPa modelem ECMWF. **Obr. 5.5** ukazuje přítomnost teplého a vlhkého vzduchu východně od našich hranic dne 24. 6. v 18 UTC (20 hod. SELČ), který směřuje (viz proudnice na **Obr. 5.5**) právě do prostoru střední Evropy.

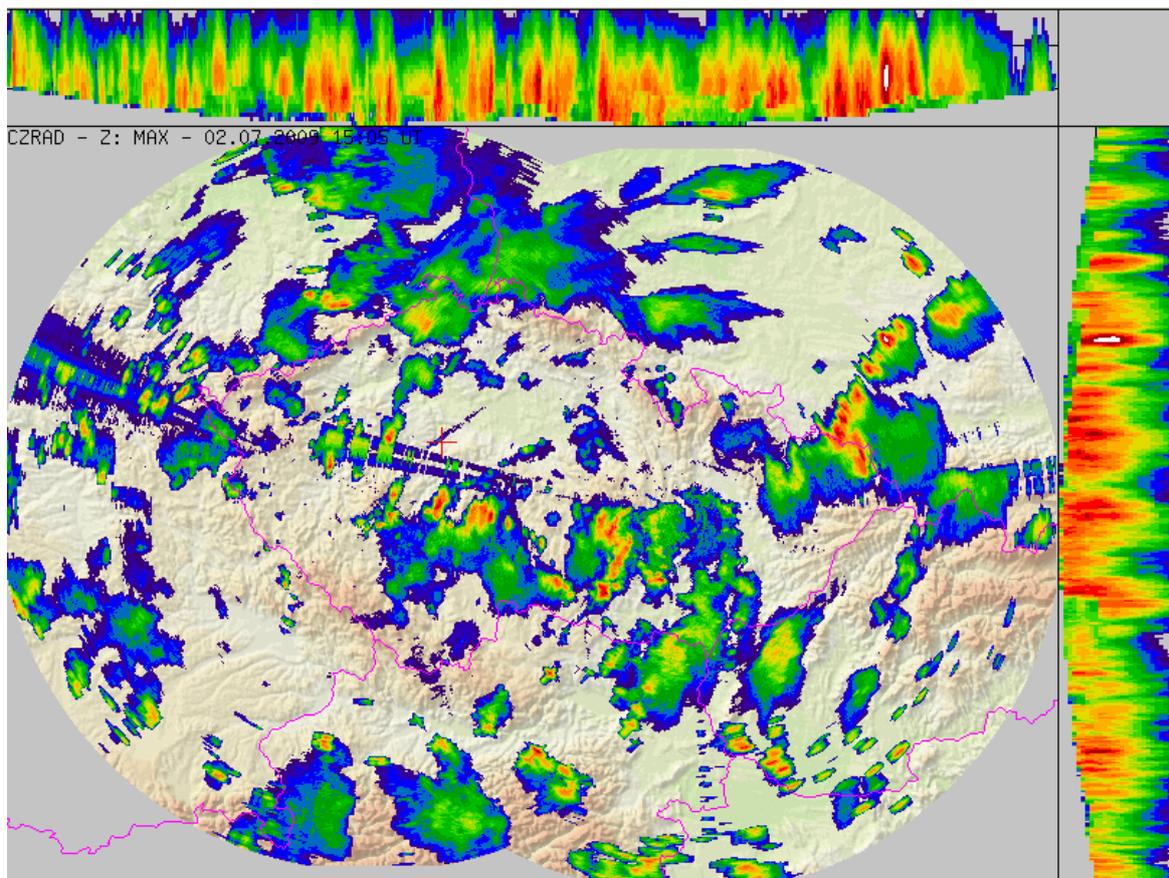


Obr. 5.5 Předpověď vlhké potenciální teploty a proudnice vzduchu v hladině 700 hPa modelem ECMWF z 23. 6. 00 UTC na 24. 6. 18 UTC.

Pro vyhodnocení lability vzduchové hmoty se v předpovědní praxi používají různé předpovědní parametry a indexy lability. Nejpoužívanější parametr je tzv. CAPE, který v podstatě znamená dostupnou potenciální energii pro vertikální pohyb konvektivního typu. Tento „energetický potenciál“ může indikovat vývoj bouřkové činnosti, avšak sám o sobě bez znalosti dalších předpokladů nemůže posloužit k předpovědi výskytu nebezpečných jevů, jako jsou kroupy či přivalové srážky. Tento index je v některých situacích časově a prostorově velmi proměnlivý. Je to velice dobře vidět i z **Obr. 5.6**, na kterém je předpověď indexu CAPE z modelu ALADIN z 2. 7. 00 UTC na 15 UTC téhož dne. Toto potvrzuje i skutečnost na **Obr. 5.7**, kde je zobrazena radarová odrazivost ze dne 2. 7. v 15:05 UTC (17:05 SELČ). Právě tato časově-prostorová variabilita tohoto a jiných indexů vede k tomu, že je velmi obtížné někdy určit nejen místo, ale i čas výskytu bouřek, potažmo nebezpečných jevů bouřky doprovázející.

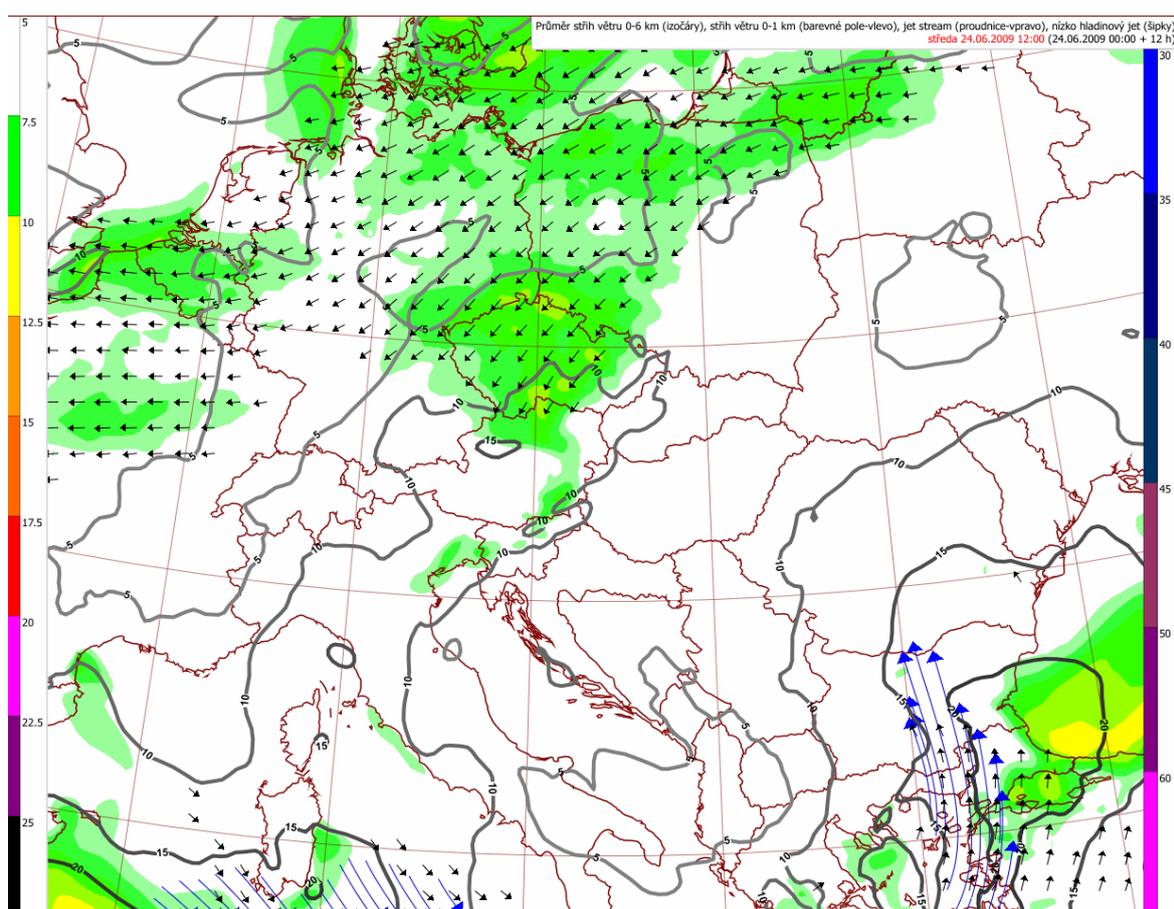


Obr. 5.6 Předpověď indexu CAPE modelem ALADIN z 2. 7. 2009 00 UTC na tentýž den 15 UTC.



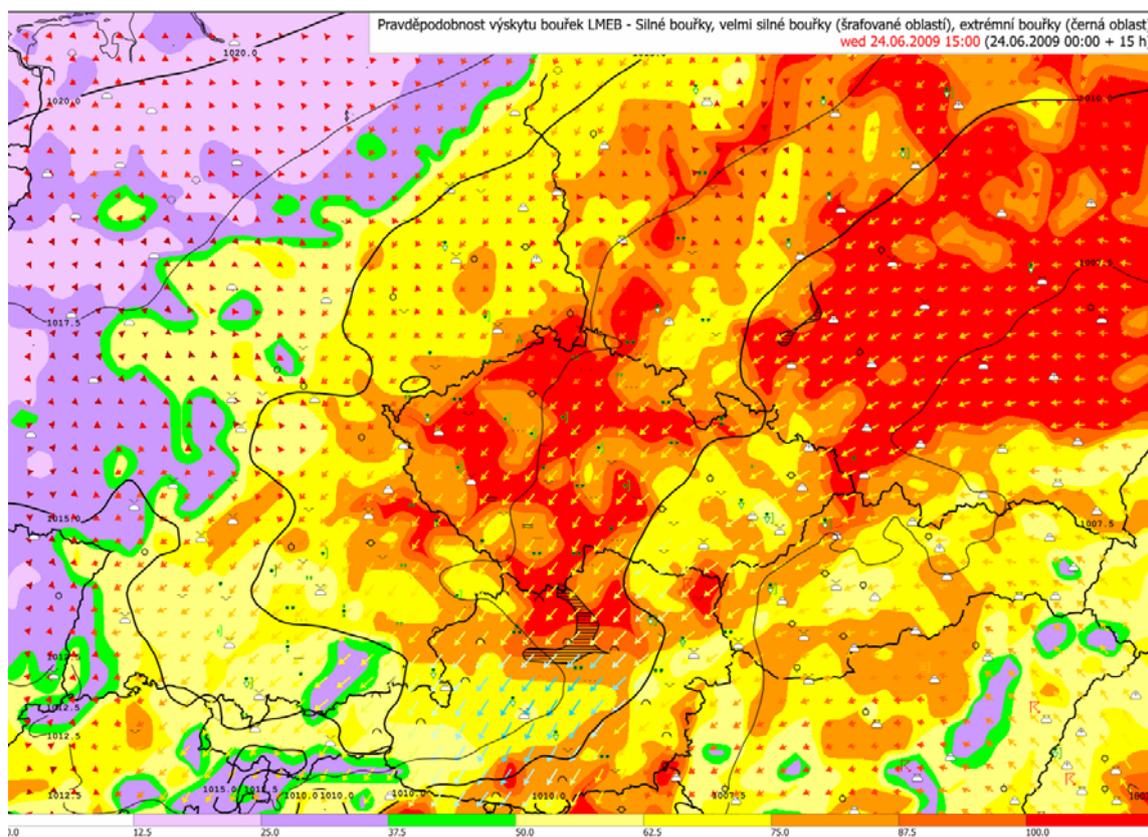
Obr. 5.7 Radarová odrazivost ze dne 2. 7. 2009 z termínu 15:05 UTC.

Ne každá bouřka v sobě skrývá nebezpečné nebo extrémní projevy počasí. Dalším parametrem ukazujícím na intenzitu bouřkové činnosti je stříh větru - rozdíl ve směru a rychlosti větru v různých hladinách. Je to jakýsi indikátor tvorby organizované konvekce, tedy možnosti výskytu velmi nebezpečných projevů bouřkové činnosti. Avšak ze zkušeností vyplývá, že i modelové předpovědi těchto parametrů vykazují velkou časově-prostorovou variabilitu, což neusnadňuje rozhodování meteorologa. Proto se v některých situacích přistupuje k „průměrování“ výstupů z více modelů do jednoho společného. Na **Obr. 5.8** je ukázka multimodelových (průměrných hodnot ze tří modelů - ALADIN, ECMWF a COSMO LME) výstupů: stříh větru 0 – 6 km, nízkohladinový stříh větru 0 – 1 km, nízkohladinový jet a jet stream. Tento komplexní výstup z více modelů může pomoci při určování zda bouřky mohou mít organizovaný charakter, resp. určit prostorovou pravděpodobnost výskytu obzvlášť nebezpečných bouřek.



Obr. 5.8 Multi-modelová kombinace předpovědních výstupů z deterministických modelů ALADIN, ECMWF a COSMO LME ze dne 24. 6. 2009 00 na +12 UTC. Průměrné parametry: stříh větru 0 – 6 km (izočáry), stříh větru 0 – 1 km (barevné pole – škála vlevo), jet stream (proudnice – škála vpravo), nízkohladinový jet (šipky).

Pro určení pravděpodobnosti výskytu bouřek a míry jejich intenzity byl v průběhu jara 2009 na CPP ČHMÚ připraven experimentální produkt založený na modelových výstupech. V tomto případě se míra pravděpodobnosti extrémních projevů bouřek tvoří na základě (ne)splnění kritérií u 8 prvků a indexů lability předpověděné daným modelem (barevné pole na **Obr. 5.9**). Pro určení míry intenzity (silné, velmi silné a extrémní bouřky) se používá 6 prvků a indexů a při splnění stanovených kritérií dochází k zobrazení plochy (šrafované oblasti), kde se bouřky s takto stanovenou intenzitou mohou vyskytnout. Vzhledem k tomu, že tento produkt se začal experimentálně používat v předpovědní praxi jen několik měsíců před touto povodňovou událostí a nebyla možnost ladění tohoto výstupu, je předčasné a obtížné určit jeho využitelnost a míru úspěšnosti.



Obr. 5.9 Experimentální výstupy z modelu COSMO LME ze dne 24. 6. 2009 00 UTC +15hod. Barevné pole znázorňuje pravděpodobnost výskytu bouřek, šrafované oblasti znázorňují míru intenzity bouřek, šípky - vektor (směr a rychlost) pohybu bouřek.

Výše uvedená analýza měla za cíl ukázat, jak byly v konkrétních případech této povodňové události modelové výstupy úspěšné, ale také prezentovat některé z nástrojů používané meteorologem při předpovědi bouřek v současnosti. Je zjevné, že některé výstupy z modelů jsou schopné s vícedenním předstihem předpovědět situace vhodné pro vývoj

bouřkové činnosti, naznačit oblasti pravděpodobného výskytu, a v některých případech i s jakou intenzitou. Ovšem míra nejistoty při předpovědi bouřkové činnosti je spojena s mnoha dalšími faktory; které jsou modely vůbec nezachycené, nepřesně předpověděné nebo interpretované. Složitost bouřkových procesů umocňuje i fakt, že je velice obtížné předpovědět dobu, po kterou jsou jednotlivá bouřková jádra aktivní včetně nejistoty při určování doprovodných jevů – bleskové aktivity, krup, nárazů větru či přívalových srážek. A proto vyhodnocováním modelových výstupů, sledováním naměřených údajů a aktuálního vývoje počasí spolu se zkušenostmi meteorologa budou i do budoucna základem pro předpovědi bouřek.

5.2 Analýza výsledků modelových předpovědí srážek ve vztahu k naměřeným hodnotám

Pro potřeby předpovědní a výstražné služby ČHMÚ jsou důležitým podkladem výstupy z numerických předpovědních modelů. Zejména jde o lokální model ALADIN, jehož předpověď na 54 hodin dopředu se počítá 4x denně v ČHMÚ, lokální model COSMO LME německé meteorologické služby, počítaný 2x denně na 48 hodin a 2x denně na 72 hodin dopředu, globální model Evropského centra pro střednědobé předpovědi počasí (ECMWF počítaný 2x denně na 360 hodin) a globální model GFS americké meteorologické služby ve Washingtonu počítaný 4x denně na 360 hodin.

Z hlediska předpovědi povodňových situací je u těchto numerických modelů zásadním výstupem předpověď množství srážek. Přitom všeobecně platí, že právě množství srážek patří k obtížně předpověditelným prvkům. To platí jak pro velkoprostorové srážky, tak zejména pro konvektivní srážky, které obvykle spadnou na malém území, často o ploše řádu desítek km² nebo vytvoří poměrně úzký pás podél postupu bouřky. V této kapitole je popsáno hodnocení předpovědí prvních tří zmíněných numerických modelů (kromě modelu GFS, který k dispozici přes webové stránky) pro některé významnější případy výskytu přívalových srážek na našem území během zmíněné srážkové události.

Předpověděné hodnoty byly porovnávány se skutečností, získané z map kombinace radarových a srážkoměrných měření. Ty má meteorolog operativně k dispozici a v případě přívalových srážek vystihují skutečnost lépe, než jen analýza měření ze srážkoměrných stanic.

Hodnoceny byly vždy oblasti, ve kterých se během celého povodňového období vyskytly intenzivní srážky – **Tab. 5.1**. V některých případech se jednalo o poměrně velké oblasti, v tom případě je v **Tab. 5.1** uvedeno rozmezí množství srážek v mm v dané oblasti –

postupně jsou ve sloupcích uvedeny naměřené srážky a srážky předpověděné modely ALADIN, COSMO LME a ECMWF.

V případě přívalových srážek, které se vyskytly na malé ploše, je uvedena nejvyšší naměřená hodnota srážek a množství srážek předpověděné jednotlivými modely pro totéž místo. Tyto případy jsou vyznačeny tučně a je zřejmé, že úspěšnost předpovědi těchto přívalových srážek bude nižší, než těch, které vypadly na větším území a jejichž množství bylo ovlivněno i návětrím hor.

Tab. 5.1 Porovnání množství srážek v mm předpověděných modely ALADIN, COSMO LME a ECMWF se skutečností (naměřené srážky) v místech, kde se během hodnoceného období vyskytly největší srážky.

Den	Oblast	Naměřeno [mm]	Předpověď modelu [mm]		
			ALADIN	COSMO LME	ECMWF
22.6.	jižní Čechy, Šumava	30-97	15-30 (30%)	30-70 (73%)	10-35 (36%)
22.6.	oblast Jeseníku	20-65	20-45 (70%)	10-22 (35%)	15-25 (38%)
23.6.	jižní Čechy, Šumava	20-69	20-75 (110%)	10-40 (60%)	20-45 (65%)
23.6.	sev. Morava a Slezsko	20-76	40-110 (145%)	5-40 (53%)	20-40 (53%)
24.6.	Novojičínsko	124	20 (16%)	25 (20%)	10 (8%)
24.6.	Jeseník, Šerák	62	100 (160%)	30 (50%)	15 (24%)
24.6.	jihovýchodní Morava	30-67	5-12 (18%)	5-30 (45%)	12-20 (30%)
26.6.	Slavonice	61	10 (16%)	15 (25%)	13 (21%)
26.6.	Klodzko (Polsko)	101	25 (25%)	5 (5%)	15 (15%)
27.6.	jižní Čechy, Šumava	30-78	10-22 (28%)	5-20 (25%)	8-15 (19%)
2.7.	Sedlčany (u Příbrami)	75	2 (3%)	3 (4%)	6 (8%)
2.7.	Trutnovsko, Broumovsko	30-73	5-10 (14%)	3-10 (14%)	4-8 (11%)
4.7.	Děčín	88	8 (9%)	10 (11%)	8 (9%)
4.7.	Šumava, Strakonice	30-57	3-14 (25%)	8-20 (35%)	5-11 (19%)
7.7.	západní Morava	20-64	20-50 (80%)	25-50 (78%)	18-32 (50%)

V tabulce je mimo oblastí v České republice uvedeno i Klodzko, kde byla naměřena 26. 6. přívalová srážka 101 mm a kterou jsme z důvodu blízkosti k České republice nechtěli v hodnocení vynechat. Hodnoceny byly vždy výstupy z modelů počítané z výchozího termínu 00 UTC na období +06 až +30 hodin.

U předpovědi jednotlivých modelů je v závorce uveden i procentuální poměr mezi předpověděnou srážkou (v případě intervalu srážek horní hranice intervalu) a nejvyšší naměřenou srážkou v dané oblasti. V naprosté většině případů bylo množství srážek modely podceněno. Lepší výsledky vykazují oblasti, kde se srážky vyskytly na větším území, avšak i zde v některých případech modely předpověděly jen kolem 30 % naměřených (spadlých) srážek. V případě přívalových srážek, které spadly na malém území, jsou výsledky neuspokojivé, předpověděno bylo většinou méně než 20% naměřených srážek. V případě

Jeseníku, kde model ALADIN srážky nadhodnotil, se jednalo o systematické nadhodnocování návětrného efektu tímto modelem.

Zatímco krok sítě globálních modelů (u ECMWF 25 km) je o dost větší, než je typická oblast přivalových srážek, u lokálních modelů, kde je krok sítě menší (ALADIN 9 km, COSMO LME 7 km) a kde jsou konvektivní srážky již zahrnuty v modelu, by se dalo očekávat, že alespoň částečně budou modelem předpověděny. To se však příliš nepotvrdilo.

Podrobněji je možno sledovat úspěšnost předpovědí srážek jednotlivých modelů v některých povodňových dnech na následujících obrázcích.

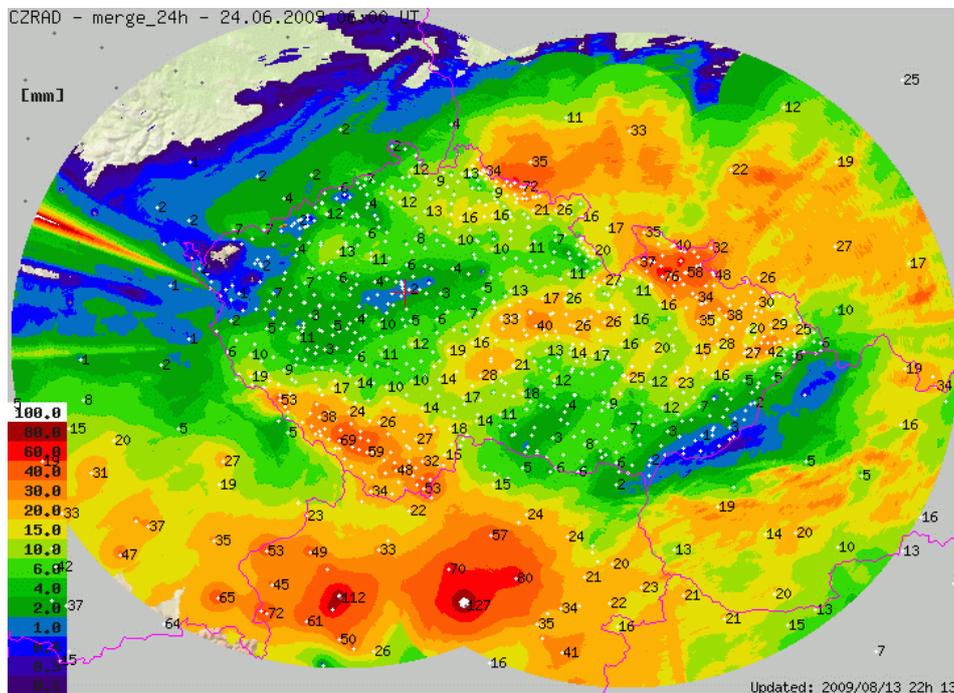
Na **Obr. 5.10** je zobrazeno rozložení srážek za období od 23. 6. 06 UTC do 24. 6. 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření. Tečky v mapě ukazují rozložení srážkoměrů, které byly pro barevnou analýzu srážek použity, čísla vyjadřují množství srážek z těch srážkoměrů, které v dané oblasti naměřily největší množství srážek.

Na **Obr. 5.11** až **5.13** můžeme sledovat předpovědi srážek za stejné období u modelů ALADIN (**Obr. 5.11**), COSMO LME (**Obr. 5.12**) a ECMWF (**Obr. 5.13**). V tomto období se vyskytly srážky na jihozápadě a na severovýchodě České republiky, zesílené návětrným vlivem hor. V takovýchto případech srážek na větším území, včetně orografického zesílení srážek jsou modely většinou poměrně úspěšné. V tomto případě byl nejméně úspěšný model ALADIN, který dobře vystihl rozložení srážek v celé České republice, nejhorší byl model COSMO LME, který mj. nepředpověděl velké srážky v oblasti Jeseníků, ale i významné srážky v severozápadní oblasti Českomoravské vrchoviny.

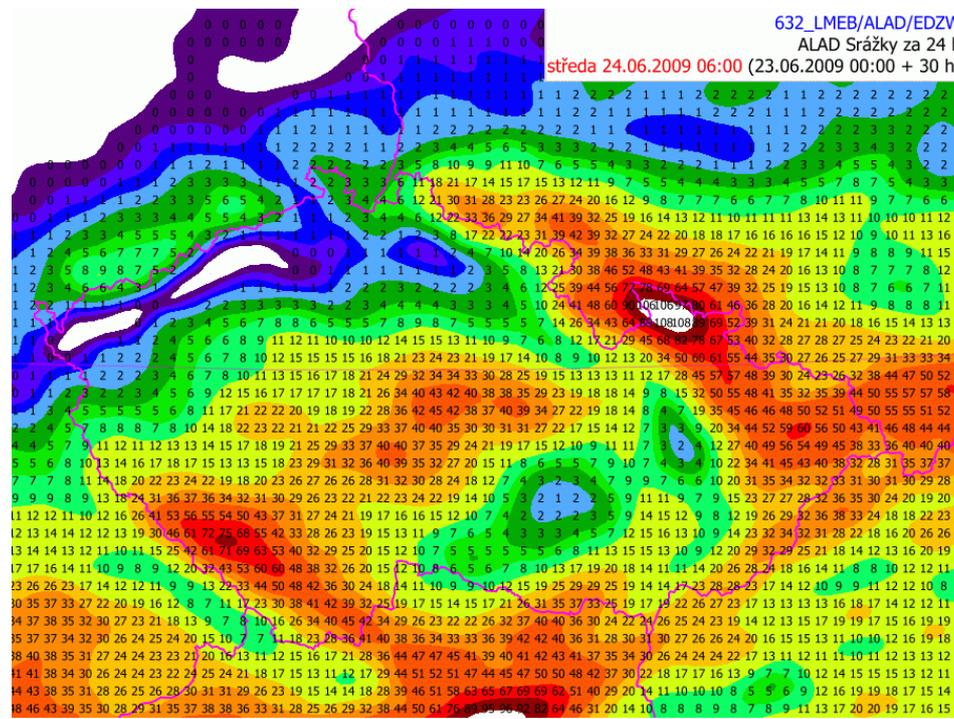
Obdobně **Obr. 5.14** zobrazuje rozložení srážek za období následující, od 24. 6. 06 UTC do 25. 6. 06 UTC, opět na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření. Na **Obr. 5.15** až **5.17** jsou zobrazeny předpovědi za stejné období u modelů ALADIN (**Obr. 5.15**), COSMO LME (**Obr. 5.16**) a ECMWF (**Obr. 5.17**). V tomto období se vyskytly extrémní přivalové srážky na Novojičínsku a o něco slabší srážky na Jeseníku a také na jihovýchodní Moravě. Oba lokální modely naznačovaly vydatnější srážky na Moravě a ve Slezsku, avšak přesnější lokalizace největších srážek byla neúspěšná. Zcela neúspěšný byl model ECMWF.

Další čtyři obrázky ukazují situaci v období od 2. 7. 06 UTC do 3. 7. 06 UTC. Na **Obr. 5.18** vidíme rozložení srážek na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření. Na **Obr. 5.19** až **5.21** jsou zobrazeny předpovědi za stejné období u modelů ALADIN (**Obr. 5.19**), COSMO LME (**Obr. 5.20**) a ECMWF (**Obr. 5.21**). V tomto období se v České republice vyskytly poměrně četné přivalové srážky, můžeme si povšimnout značné prostorové variability srážek. Tu globální modely, jako je ECMWF, nemohou vzhledem k rozlišení

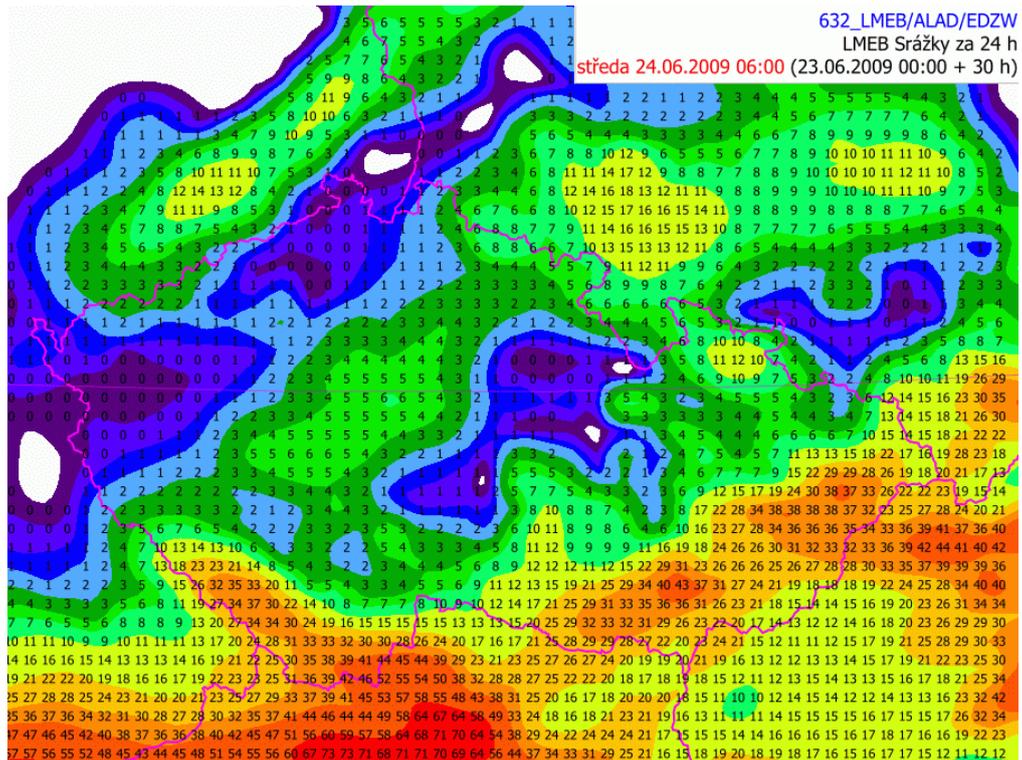
postihnout. Naproti tomu lokální modely ALADIN a COSMO LME ukazují lokálně významnější srážky, i když podstatně slabší, než se vyskytly ve skutečnosti. Obdobné to bylo i v dalších dnech, kdy se také vyskytovaly přívalové srážky na značné části střední Evropy.



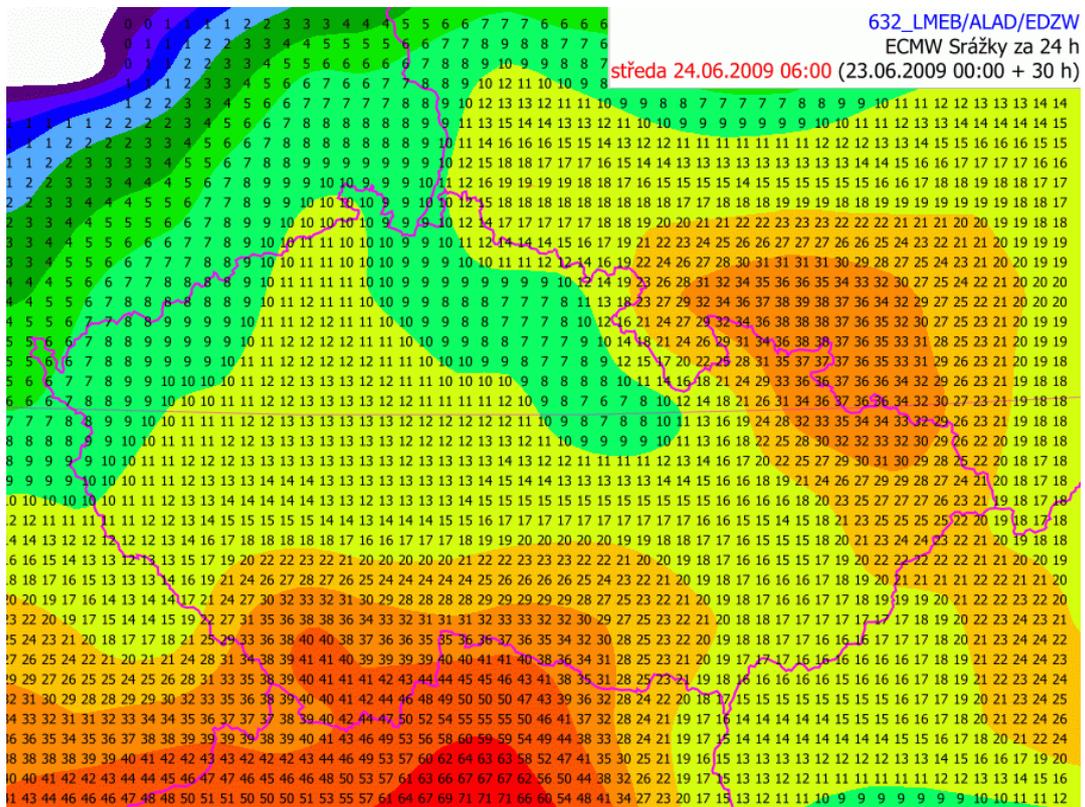
Obr. 5.10 Rozložení spadlých srážek za období od 23. 6. 06 UTC do 24. 6. 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



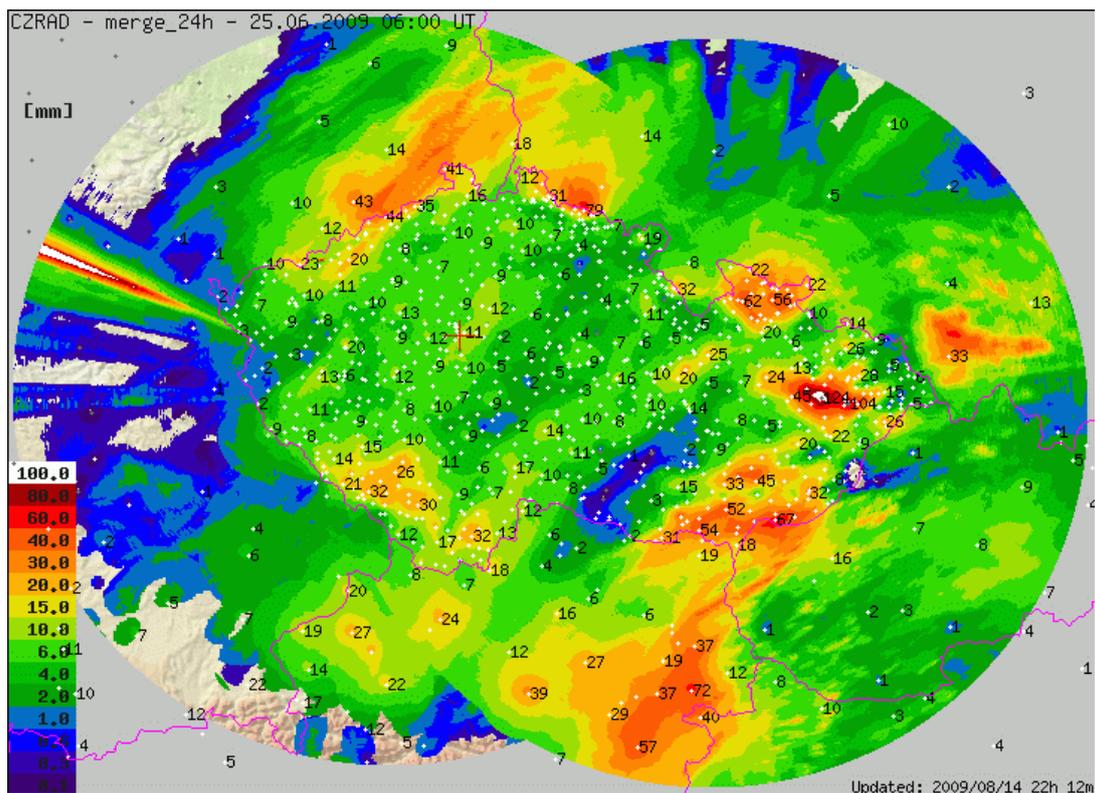
Obr. 5.11 Předpověď množství srážek modelu ALADIN počítaného z 23. 6.00 UTC na +6 až +30 hodin.



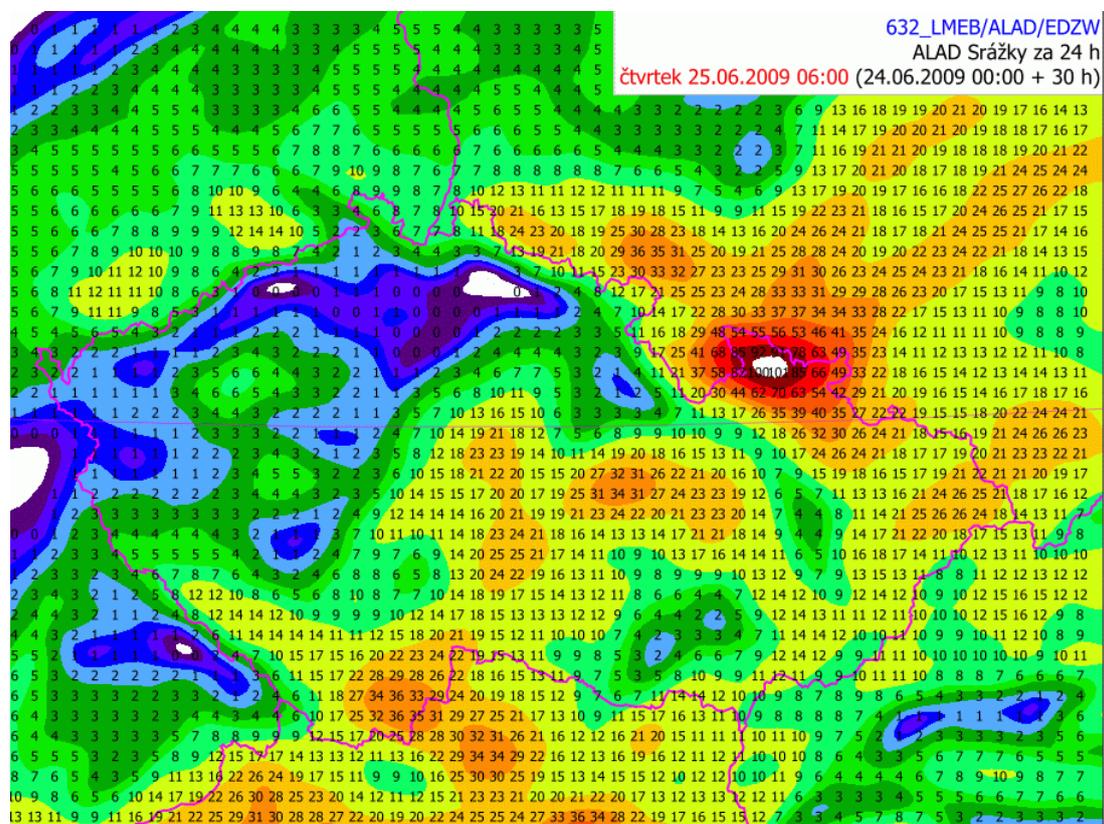
Obr. 5.12 Předpověď množství srážek modelu COSMO LME počítaného z 23. 6.00 UTC na +6 až +30 hodin.



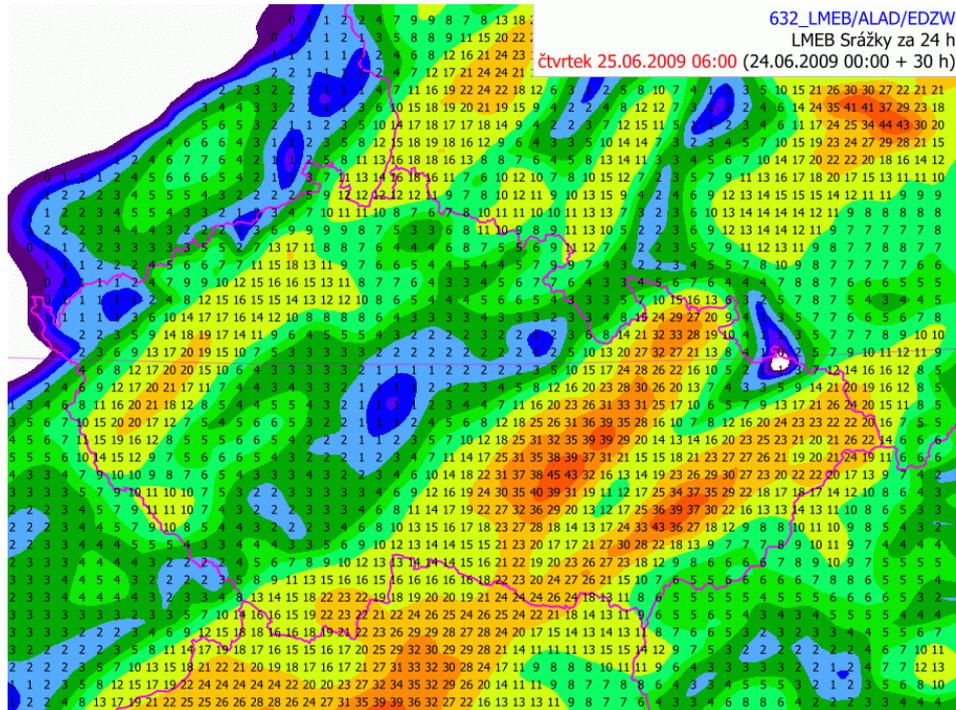
Obr. 5.13 Předpověď množství srážek modelu ECMWF počítaného z 23. 6.00 UTC na +6 až +30 hodin.



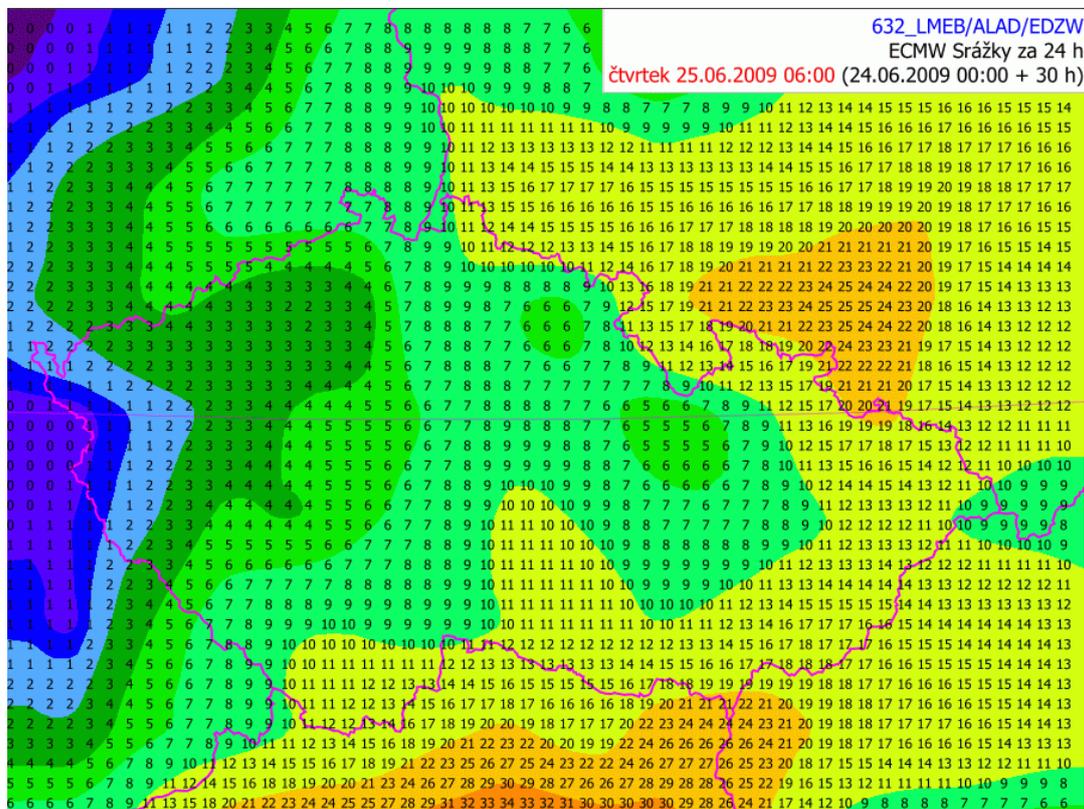
Obr. 5.14 Rozložení srážek za období od 24. 6. 06 UTC do 25. 6. 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



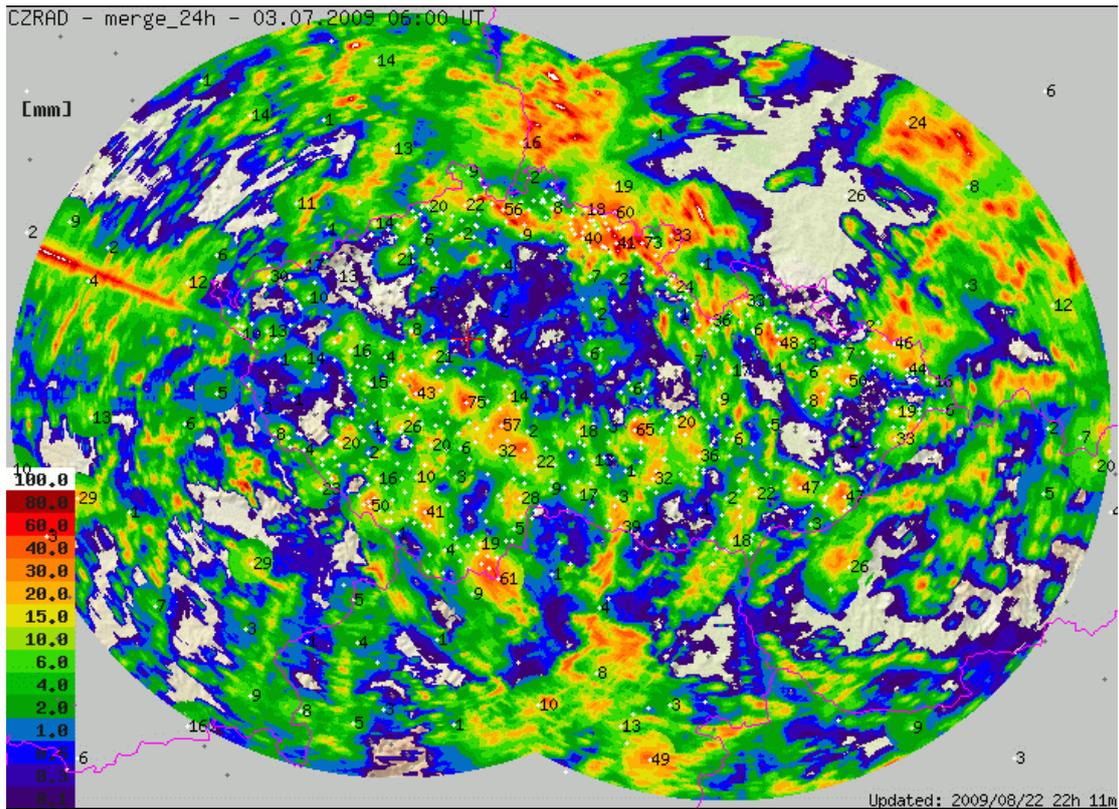
Obr. 5.15 Předpověď množství srážek modelu ALADIN počítaného z 24. 6.00 UTC na +6 až +30 hodin.



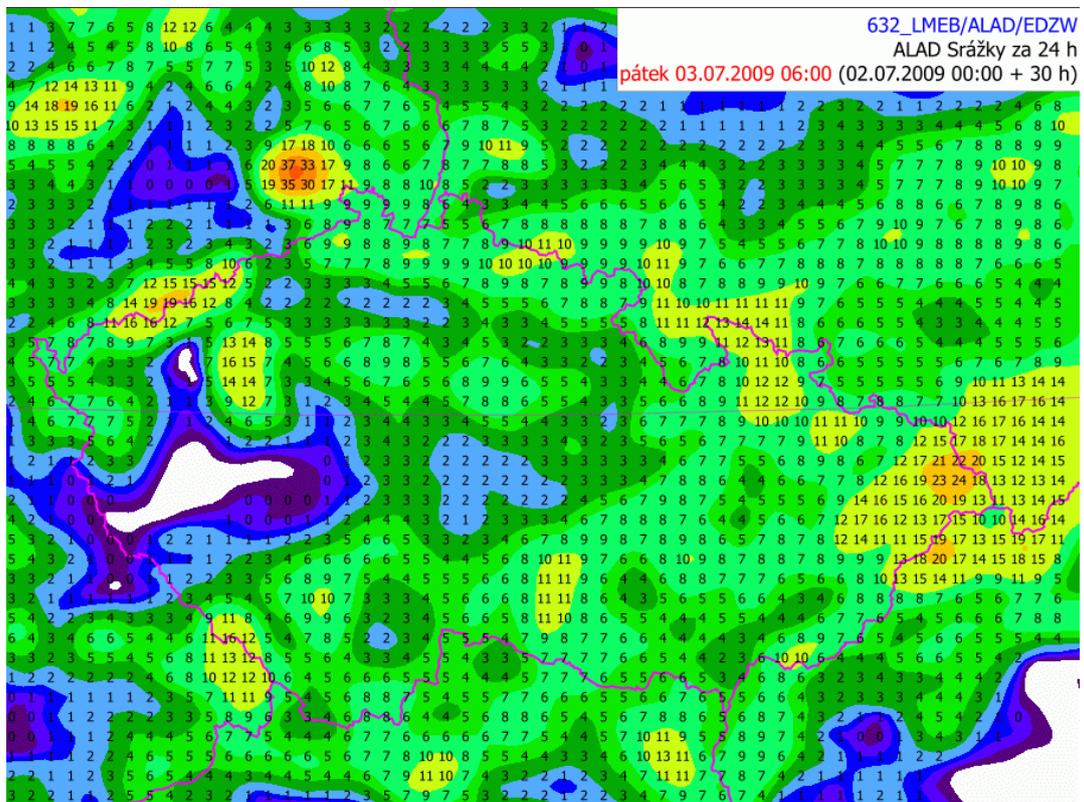
Obr. 5.16 Předpověď množství srážek modelu COSMO LME počítaného z 24. 6.00 UTC na +6 až +30 hodin.



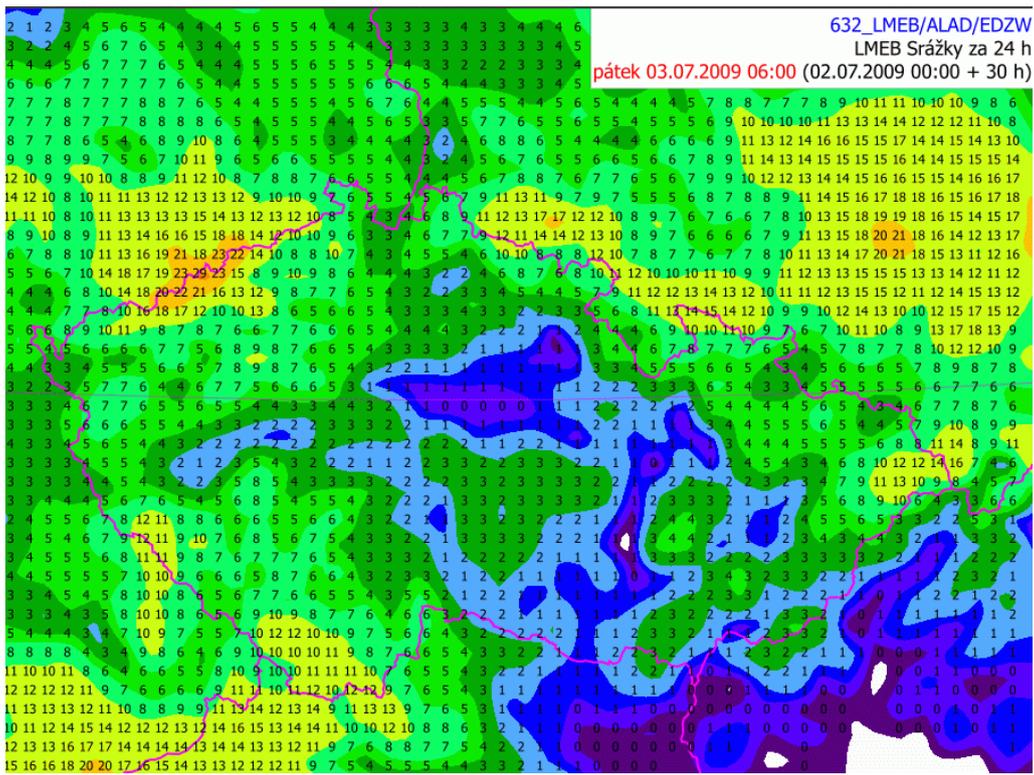
Obr. 5.17 Předpověď množství srážek modelu ECMWF počítaného z 24. 6.00 UTC na +6 až +30 hodin.



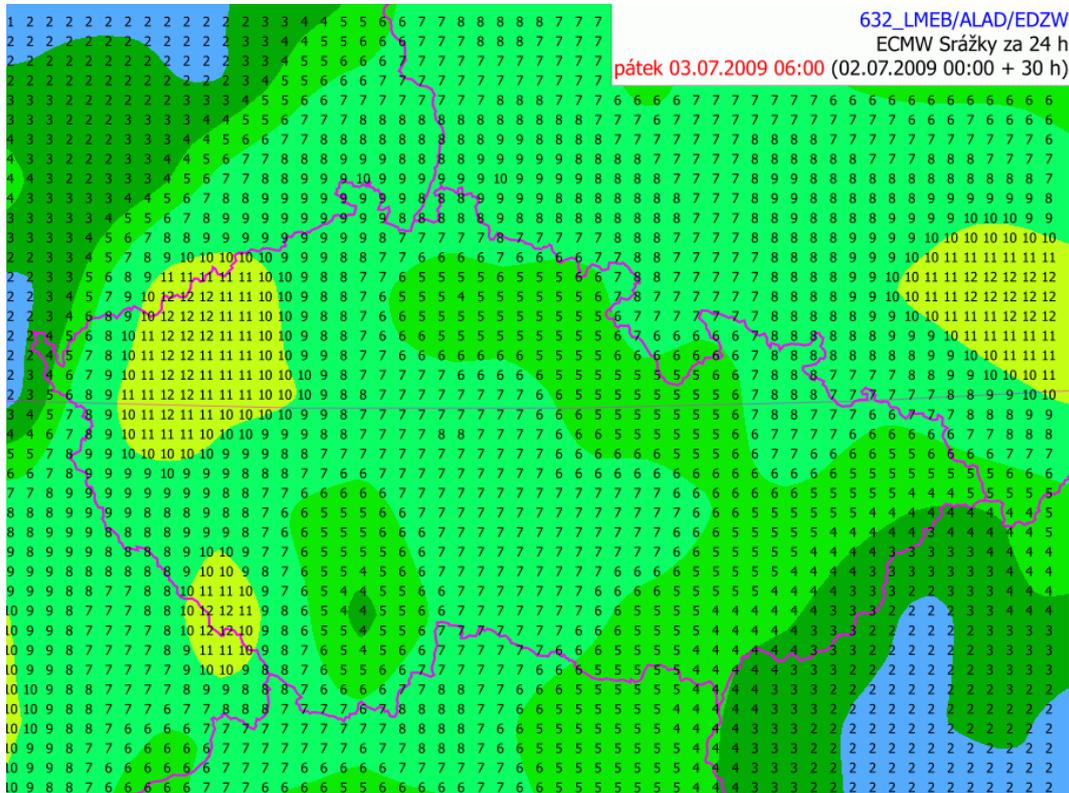
Obr. 5.18 Rozložení spadlých srážek za období od 2. 7. 06 UTC do 3. 7. 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



Obr. 5.19 Předpověď množství srážek modelu ALADIN počítaného z 2. 7.00 UTC na +6 až +30 hodin.



Obr. 5.20 Předpověď množství srážek modelu COSMO LME počítaného z 2. 7.00 UTC na +6 až +30 hodin.



Obr. 5.21 Předpověď množství srážek modelu ECMWF počítaného z 2. 7.00 UTC na +6 až +30 hodin.

6. SOUHRNNÉ ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

Ve střední Evropě všeobecně převládá přenos vzduchových hmot od západu na východ. Situace, při kterých se k nám od východu dostává vlhký a teplý vzduch, jsou v létě méně četné a jsou velmi často spojeny s výskytem bouřek, v některých případech intenzivních. Jde o tzv. východní cyklonální situaci (Ec), kdy se kolem středu tlakové níže nad Středozemním mořem (Balkánským poloostrovem) dostává do střední Evropy vzduch nasycený vodní parou ze Středomoří nebo i z oblasti Černého moře.

Právě tato povětrnostní situace se vyskytovala po celé období trvání povodní na přelomu června a července 2009. Za posledních 63 let se během léta jednalo o vůbec nejdelší souvislé období východní cyklonální situace na našem území. Trvalo 12 dní a to od 22. června do 3. července 2009, přitom obvyklá délka trvání je 3 až 4 dny.

Celkově můžeme hodnotit toto období jako mimořádné, střetla se totiž celá řada faktorů: rozložení a téměř stacionarita tlakových útvarů (tlaková níže nad Balkánem a blokující tlaková výše nad severní polovinou evropského kontinentu), dostatečná teplota a vlhkost vzduchové hmoty a v neposlední řadě i příhodné roční období. Výsledkem bylo téměř čtrnáctidenní období se silnými bouřkami nejen v České republice, ale i v jejím širším okolí.

Intenzivní bouřková činnost, místy doprovázená prudkými lijáky, působila ojediněle lokální přívalové povodně. Z povětrnostního hlediska se v mnoha případech jednalo o stejné podmínky pro vznik a vývoj bouřkové činnosti. Poněkud jiný průběh měla přívalová povodeň, která zasáhla ve večerních hodinách dne 24. 6. 2009 Novojičínsko. Podle radarových měření nešlo o nijak výrazné intenzivní bouřky, ale spíše o rozměrově malé buňky. Hlavní příčinou povodní zde byla skutečnost, že tyto buňky se vyvíjely a organizovaly téměř lineárně a opakovaně postupovaly přes téměř stejné území zvolna k jihozápadu. Mimořádná akumulace srážek byla způsobena i vysokou srážkovou účinností bouřek, k čemuž přispěla advekce vlhké a instabilní vzduchové hmoty od severovýchodu.

Z rozboru extremity srážek vyplývá, že se na řadě stanic vyskytly srážky s nízkou periodicitou opakování, přičemž intenzivní srážky se vyskytovaly v jednotlivých dnech jen na plošně omezených územích a v některých oblastech byly vysoce překročeny stoleté hodnoty.

Analýza modelových výstupů ukázala, že matematické modely (včetně v ČHMÚ provozovaného modelu ALADIN) jsou schopny s několikadenním předstihem předpovědět situace náchylné pro vývoj konvektivní, a tedy i bouřkové činnosti. Rovněž mohou naznačit oblasti, kde se bouřky pravděpodobně vyskytnou, a v některých případech i s jakou

intenzitou. V případě srážek na větším území o rozloze řádu velikosti kraje a větší a návětrného efektu jsou numerické předpovědní modely poměrně úspěšné. Přitom porovnávání předpovědí více modely umožňuje posoudit míru nejistoty předpovědi, příp. eliminovat výrazně odlišnou a málo pravděpodobnou předpověď jednoho modelu. Podstatně horší je situace v případě přívalových srážek, které zpravidla postihují malá území, přitom přicházejí velmi rychle. Sice numerické modely především prostřednictvím teplotního a tlakového pole, ale i tzv. bouřkových indexů dokáží předpovědět pravděpodobnost silné konvekce a tedy i přívalových srážek, nejsou však schopny předpovědět konkrétní místa, kde se v republice přívalové srážky vyskytnou, ani extrémní množství srážek v těchto místech. To potvrdilo i provedené hodnocení.

Z hlediska numerických předpovědních modelů je nutné zvyšování jejich kvality i rozlišení, což mj. znamená zdokonalování fyzikálního popisu vývoje atmosféry i procesů souvisejících s konvekcí, kvalitnější analýzu počátečních podmínek, příp. i zavádění radarových informací do numerických modelů. Zdokonalování předpovědních modelů je spojeno s nutností navyšování dostupného výpočetního výkonu. Přitom včasnost varování závisí na rychlosti, se kterou je možno zpracovat co největší množství dat.

Cílem Českého hydrometeorologického ústavu je rozvíjet předpovědní a výstražnou službu moderními směry a zajistit její provoz na nejnovější úrovni poznání a vývoje technologií. K tomu je třeba investovat i do pravidelné obnovy vysoce výkonného výpočetního systému, který slouží k nasazení systému numerické předpovědi počasí pro předpověď na našem území. Dále je nutné zdokonalovat síť pozorování, vybavení přístrojů, vylepšovat metody získávání kvalitních dat z družicových, radarových a dalších nekonvenčních zdrojů. Nezbytností je být součástí evropských a světových struktur a spolupracovat jak v oblasti výzkumu a vývoje, tak v oblasti provozní (Světová meteorologická organizace, ECMWF, EUMETSAT, konsorcia pro vývoj numerických předpovědních systémů ALADIN a LACE, programy EUMETNET a další). Snad nejdůležitější je investice do odborného personálu a zkvalitňování potřebného know-how, bez kterého by bylo udržení a rozvoj moderní meteorologické a hydrologické služby na evropské úrovni nedosažitelné.

V předpovědní praxi ČHMÚ je každá důležitá předpověď včetně předpovědí nebezpečných jevů vytvářena na základě součinnosti mezi jednotlivými předpovědními pracovišti ČHMÚ, tedy na základě vzájemné spolupráce a konzultací centrálního předpovědního pracoviště a jednotlivých regionálních pracovišť. Vývoj bouřkové činnosti je sledován na výstupu z meteorologických radarů a pokud se vytvoří bouřka s extrémními

projevy, včetně přívalových srážek, je v rámci výstražné služby SIVS vydána informace o výskytu extrémního jevu. Pro zlepšení této služby je třeba vyvíjet sofistikovanější aplikace, zejména v oblasti nowcastingu, které umožní rychleji detekovat, vyhodnocovat a včas upozornit meteorologa na nebezpečný vývoj jevů.

7. POUŽITÁ LITERATURA

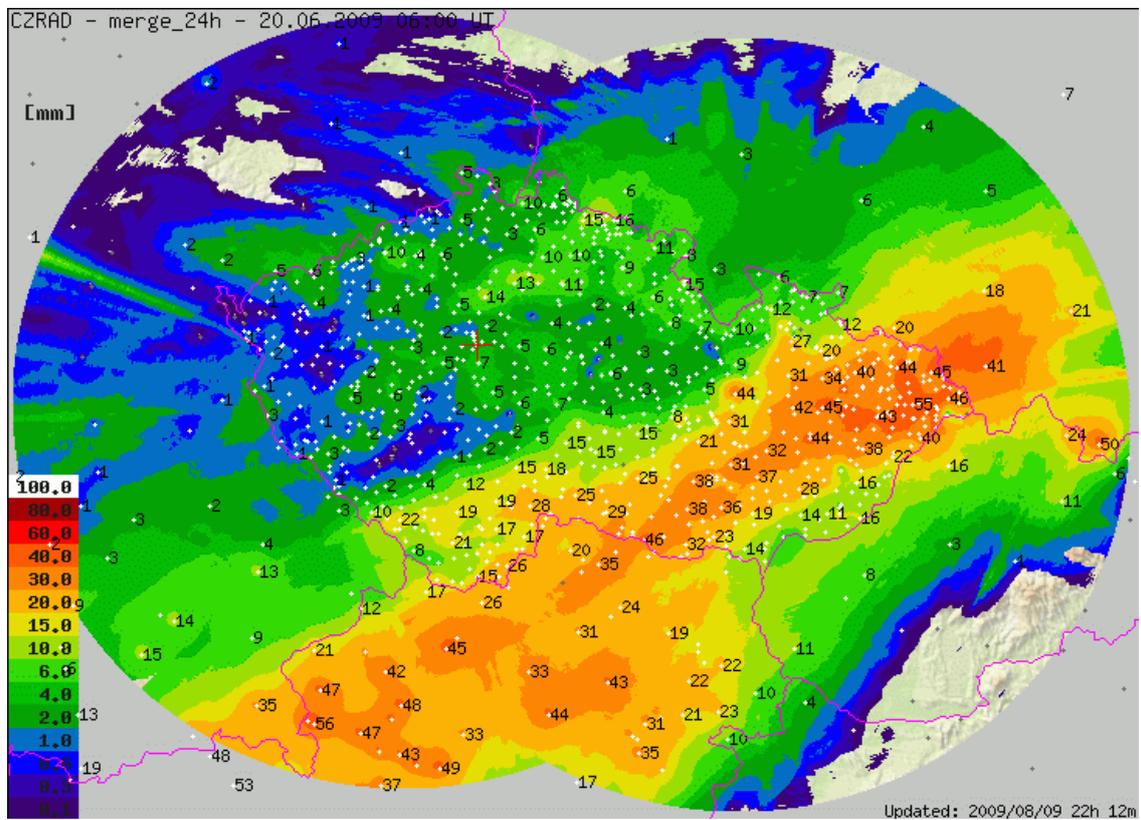
J. Brádka, A. Dřevíkovský, Z. Gregor, J. Kolesár, 1961: Počasí na území Čech a Moravy v typických povětrnostních situacích.

P. Novák, P. Frolík, L. Březková, H. Kyznarová, 2007, Nowcasting srážek pomocí extrapolace radarového echa, Meteorologické zprávy číslo 5 - 2007

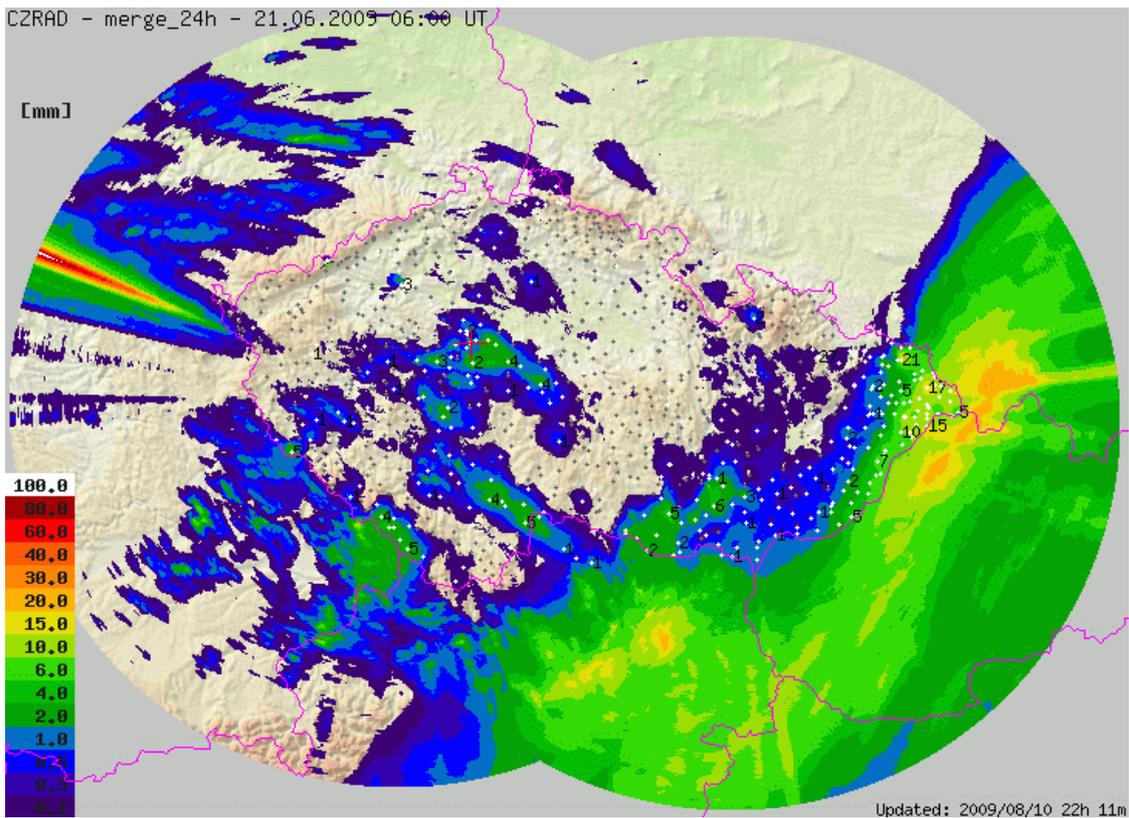
Lorenz, E. N., 1993: *The Essence of Chaos*. Univ. of Washington Press, Seattle, 227 pp.

Wang, Y., M. Belluš, C. Wittmann, M. Steinheimer, S. Ivatek-Sahdan, A. Kann, W. Tian, X. Ma, S. Tascu, E. Bazile, 2009: The Central European limited area ensemble forecasting system: ALADIN-LAEF. *RC LACE Report* (www.rclace.eu).

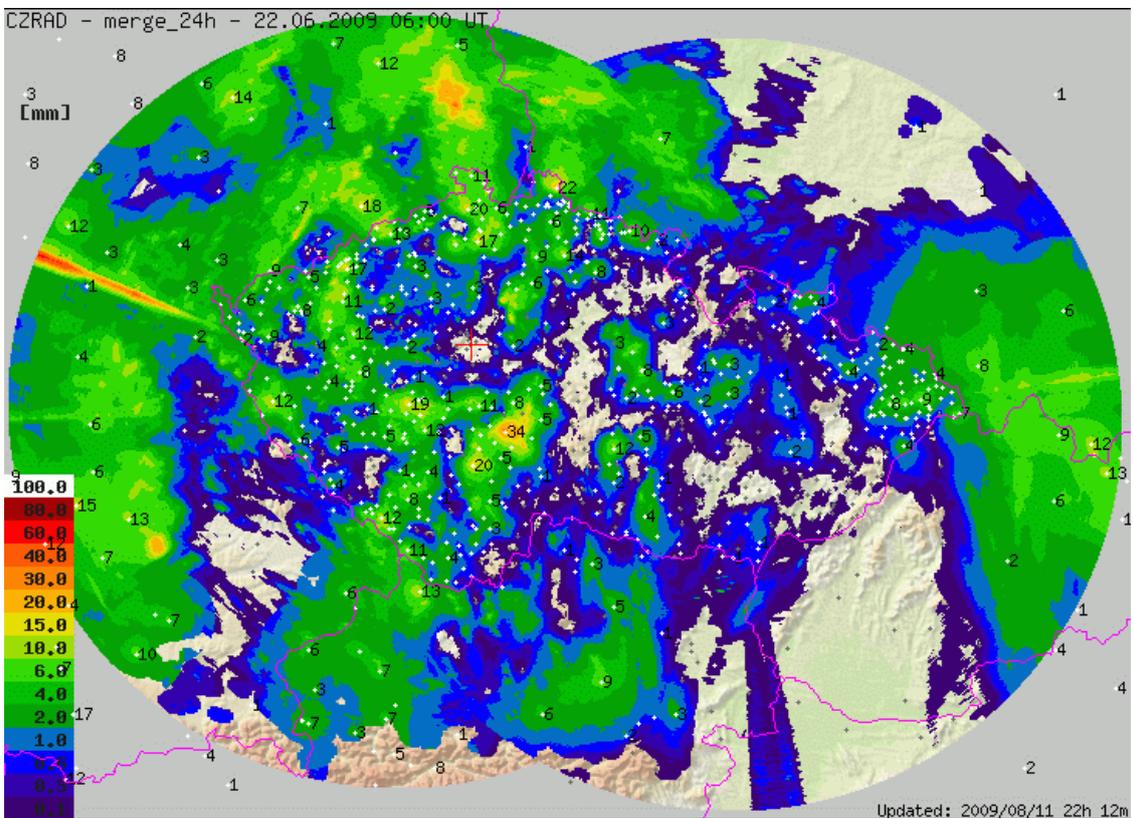
Příloha č.1 Denní sumy spadlých srážek za období od 19.6. do 7.7. 2009, vždy od 06 do 06 UTC následujícího dne na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



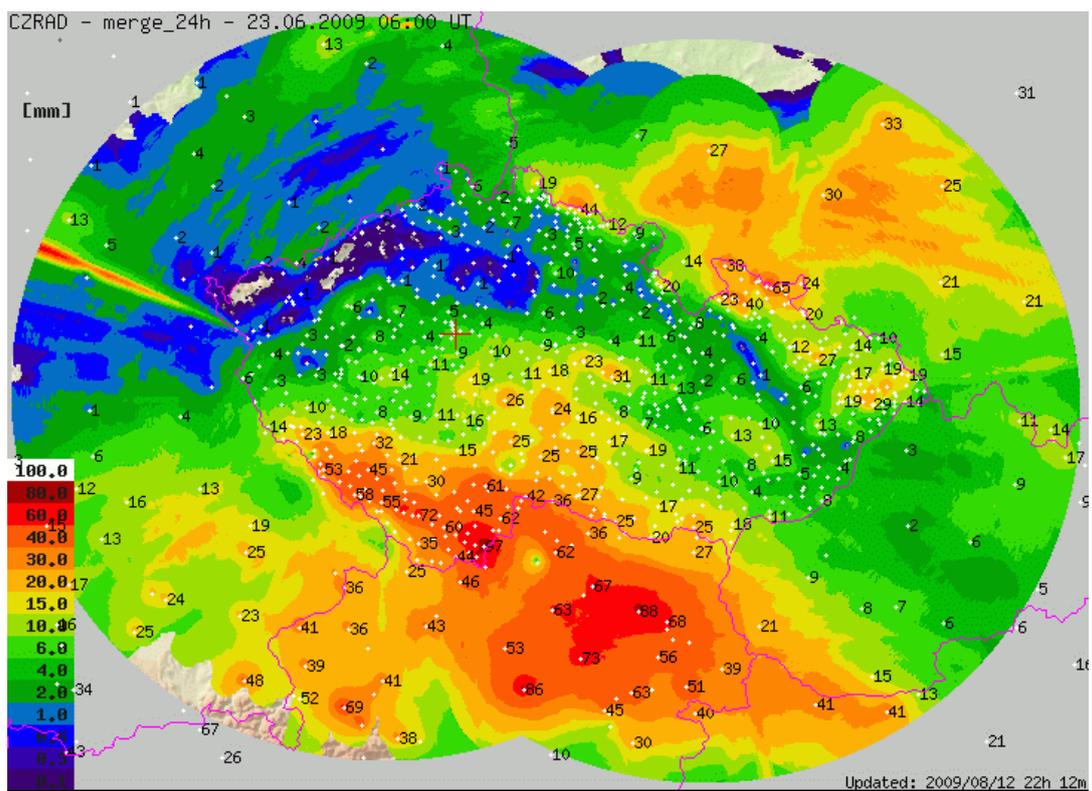
Obr. 3.1 Rozložení spadlých srážek za období od 19.6. 06 UTC do 20.6.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



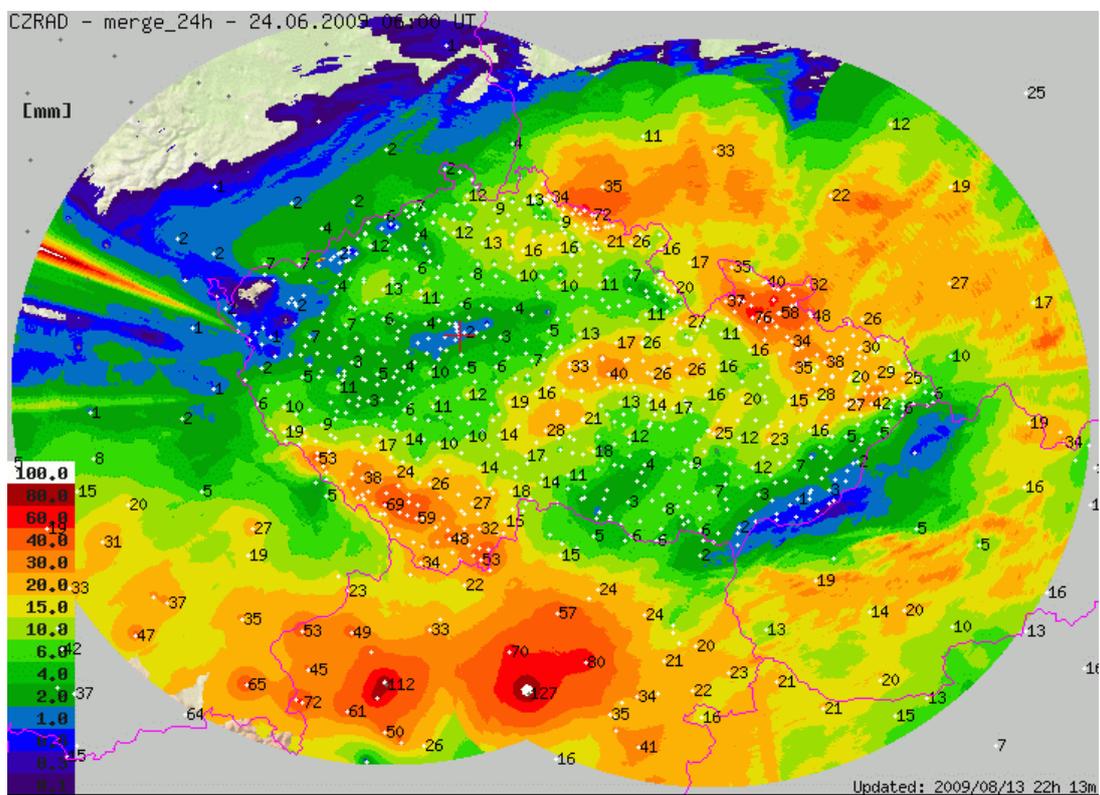
Obr. 3.2 Rozložení spadlých srážek za období od 20.6. 06 UTC do 21.6.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



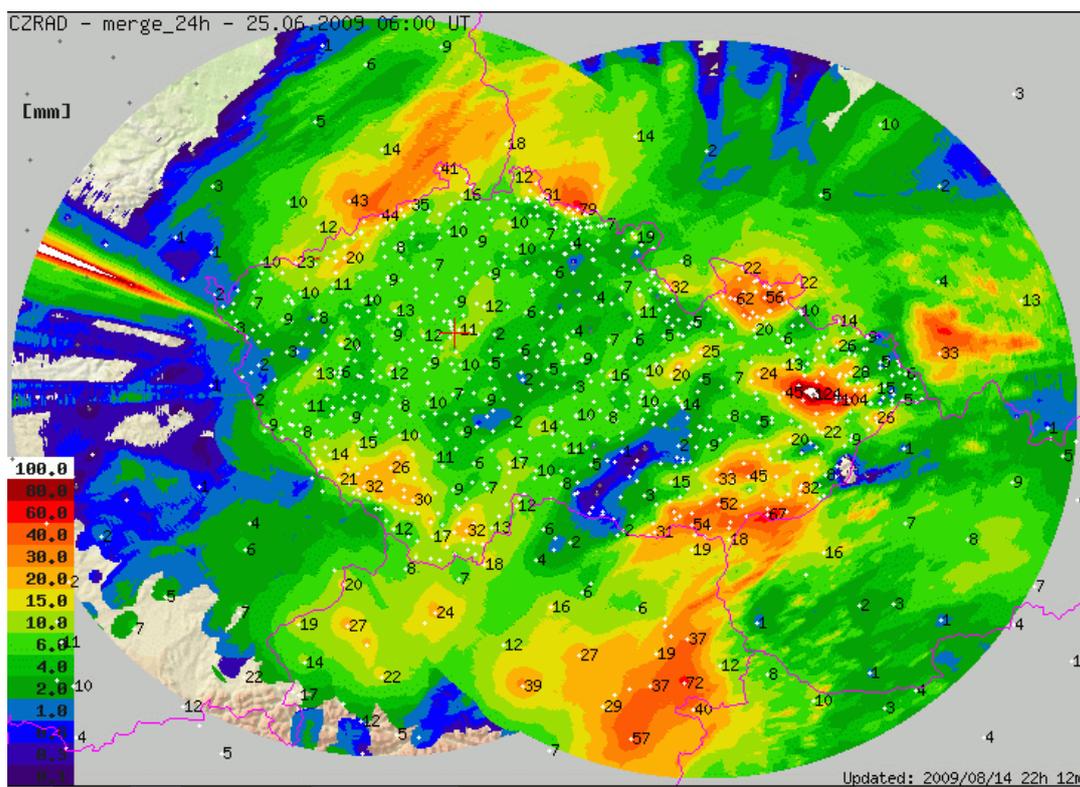
Obr. 3.3 Rozložení spadlých srážek za období od 21.6. 06 UTC do 22.6.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



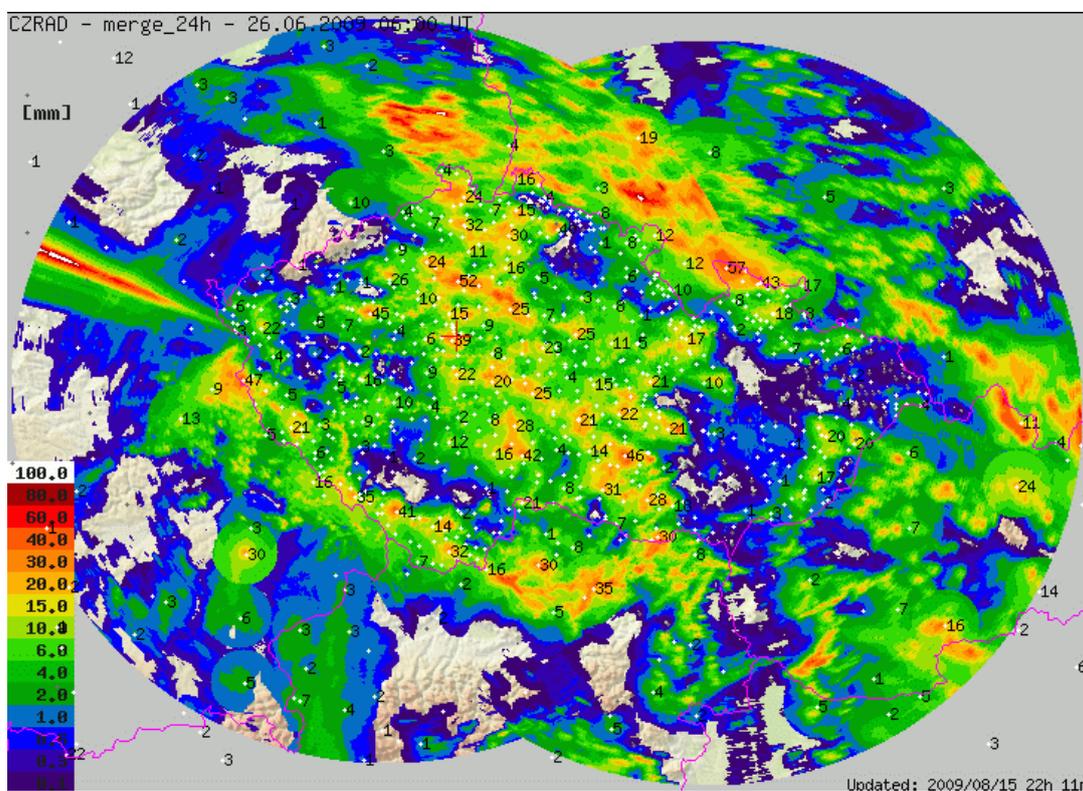
Obr. 3.4 Rozložení spadlých srážek za období od 22.6. 06 UTC do 23.6.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



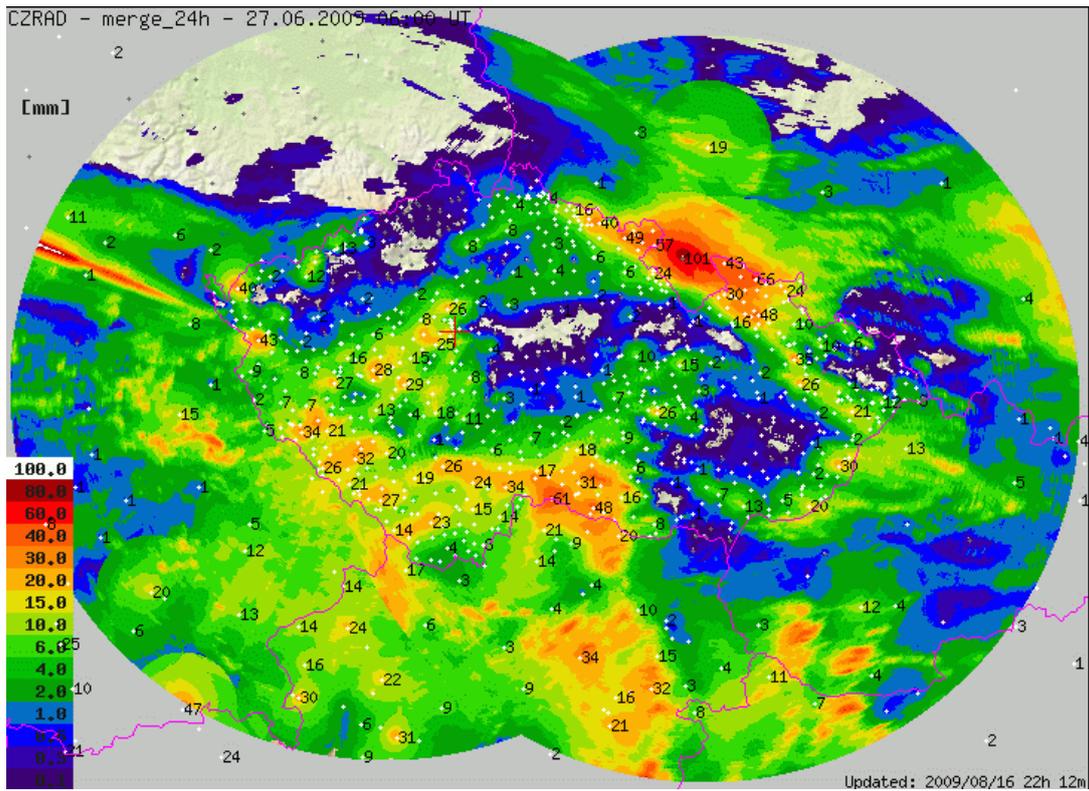
Obr. 3.5 Rozložení spadlých srážek za období od 23.6. 06 UTC do 24.6.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



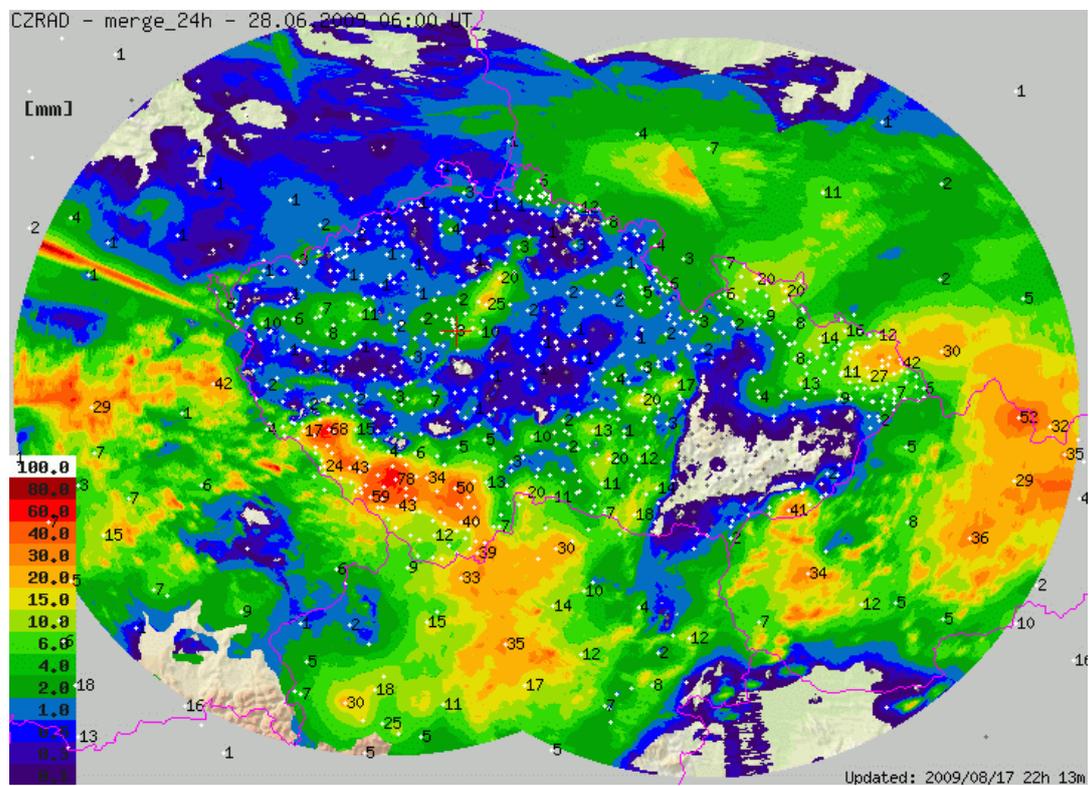
Obr. 3.6 Rozložení spadlých srážek za období od 24.6. 06 UTC do 25.6.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



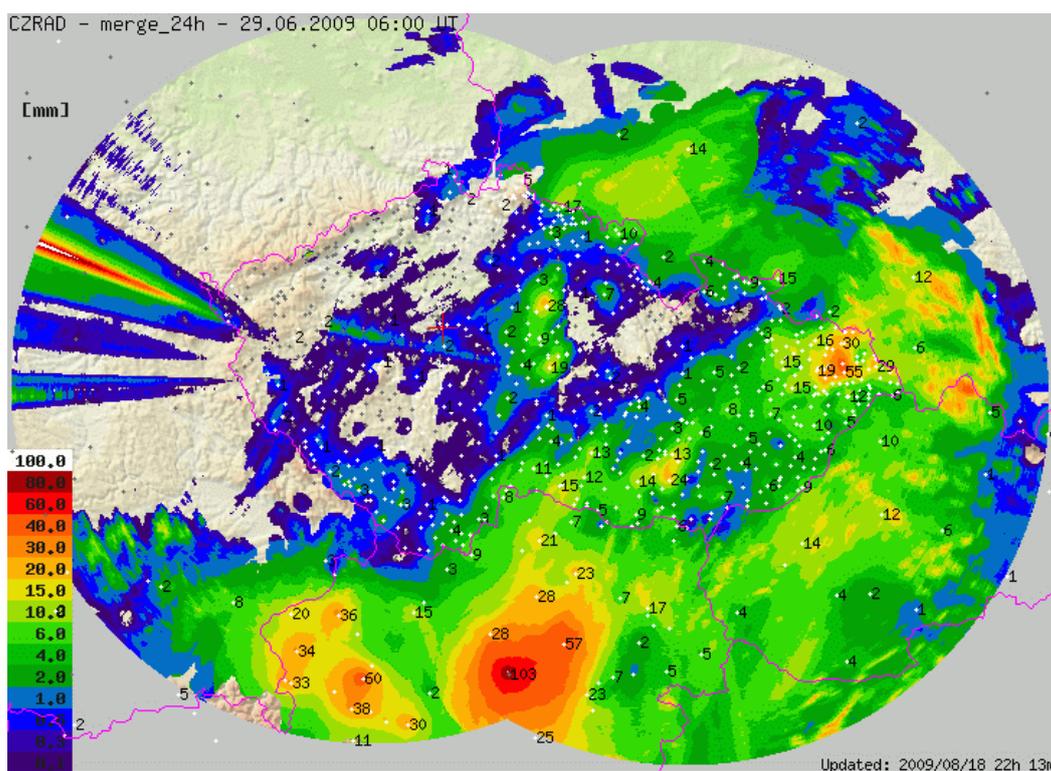
Obr. 3.7 Rozložení spadlých srážek za období od 25.6. 06 UTC do 26.6.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



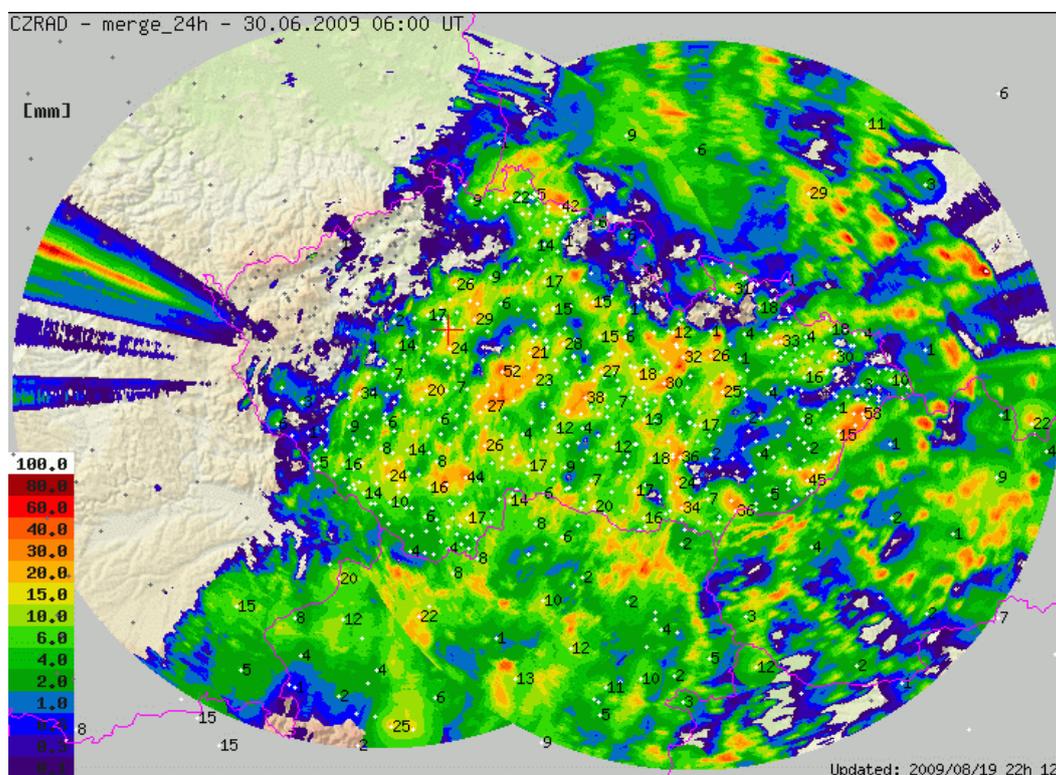
Obr. 3.8 Rozložení spadlých srážek za období od 26.6. 06 UTC do 27.6.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



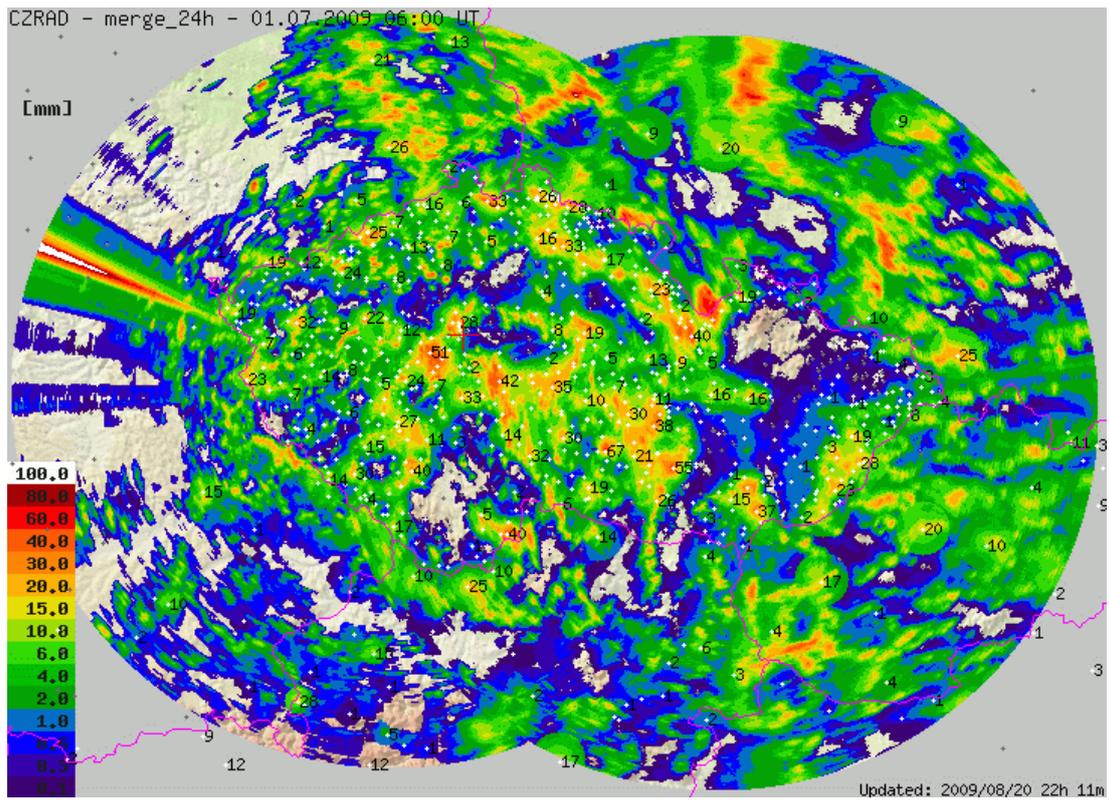
Obr. 3.9 Rozložení spadlých srážek za období od 27.6. 06 UTC do 28.6.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



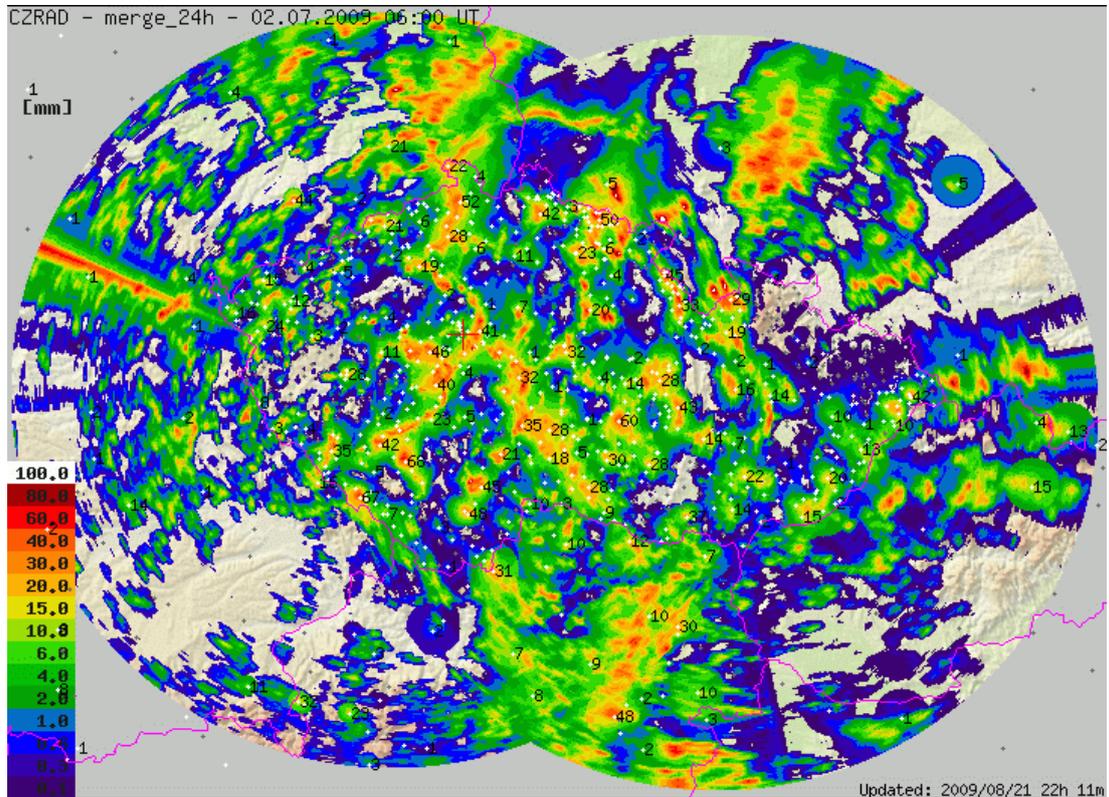
Obr. 3.10 Rozložení spadlých srážek za období od 28.6. 06 UTC do 29.6.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



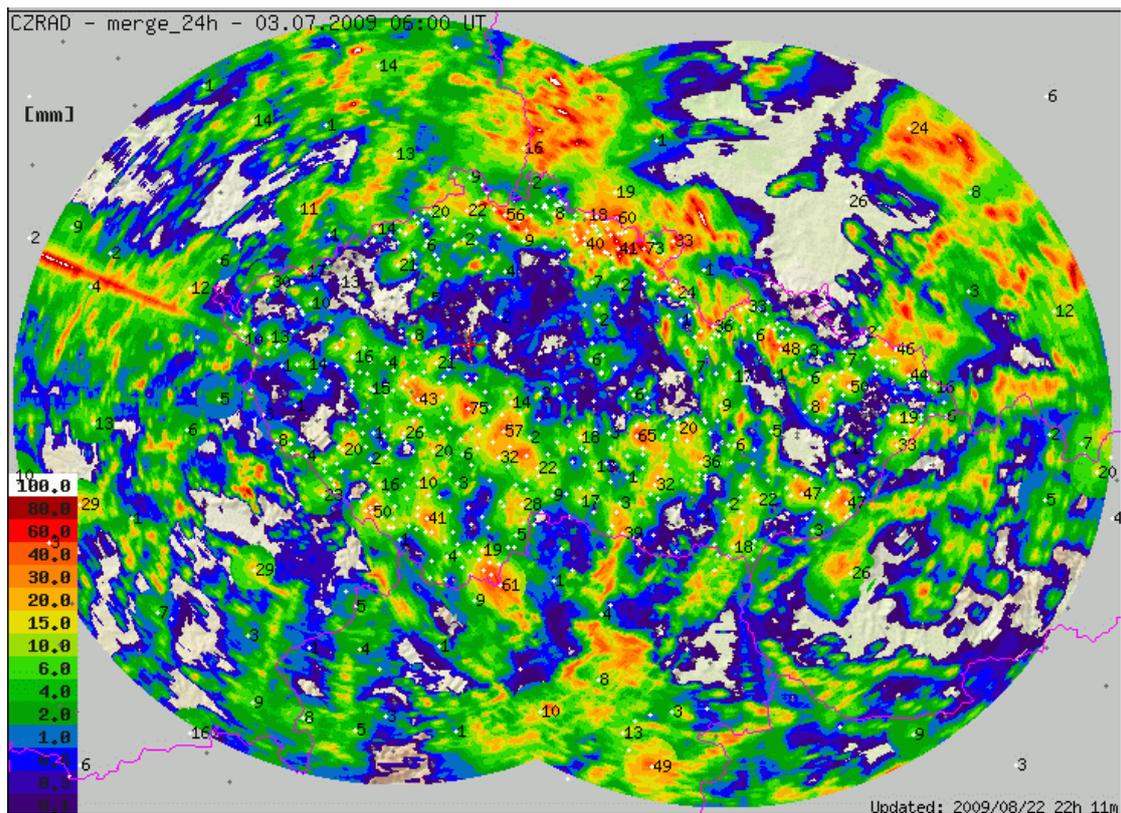
Obr. 3.11 Rozložení spadlých srážek za období od 29.6. 06 UTC do 30.6.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



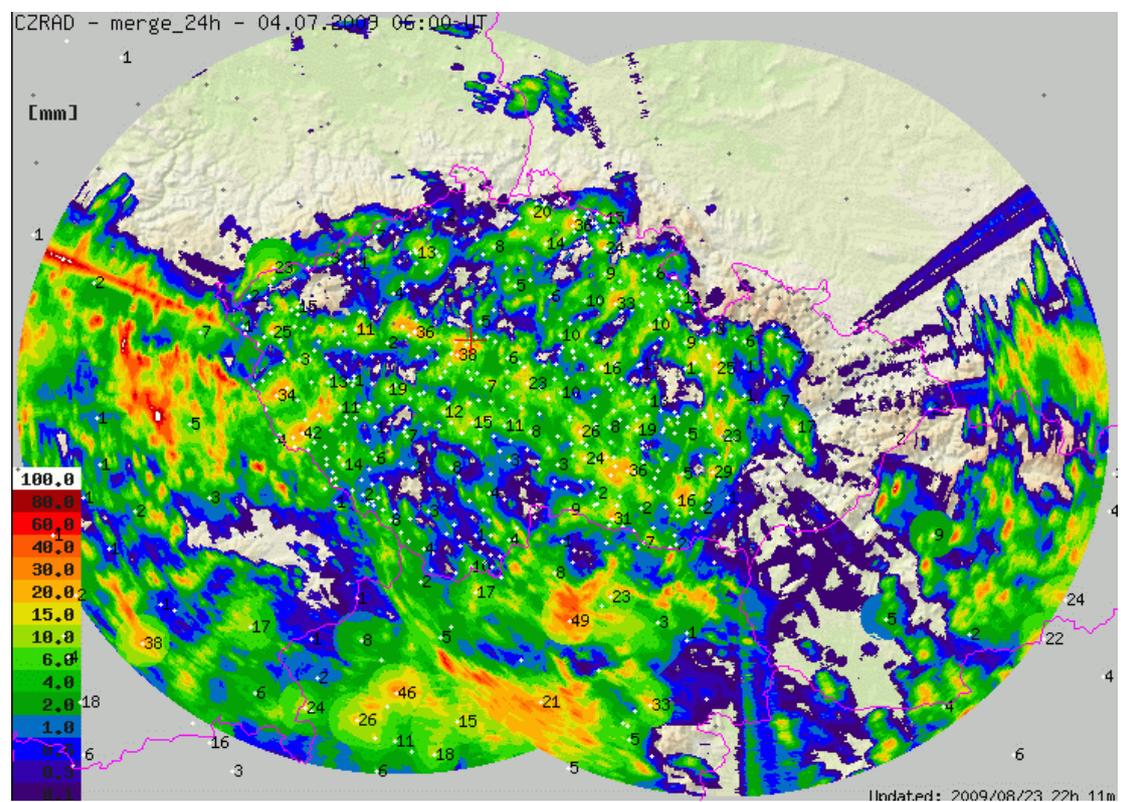
Obr. 3.12 Rozložení spadlých srážek za období od 30.6. 06 UTC do 1.7.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



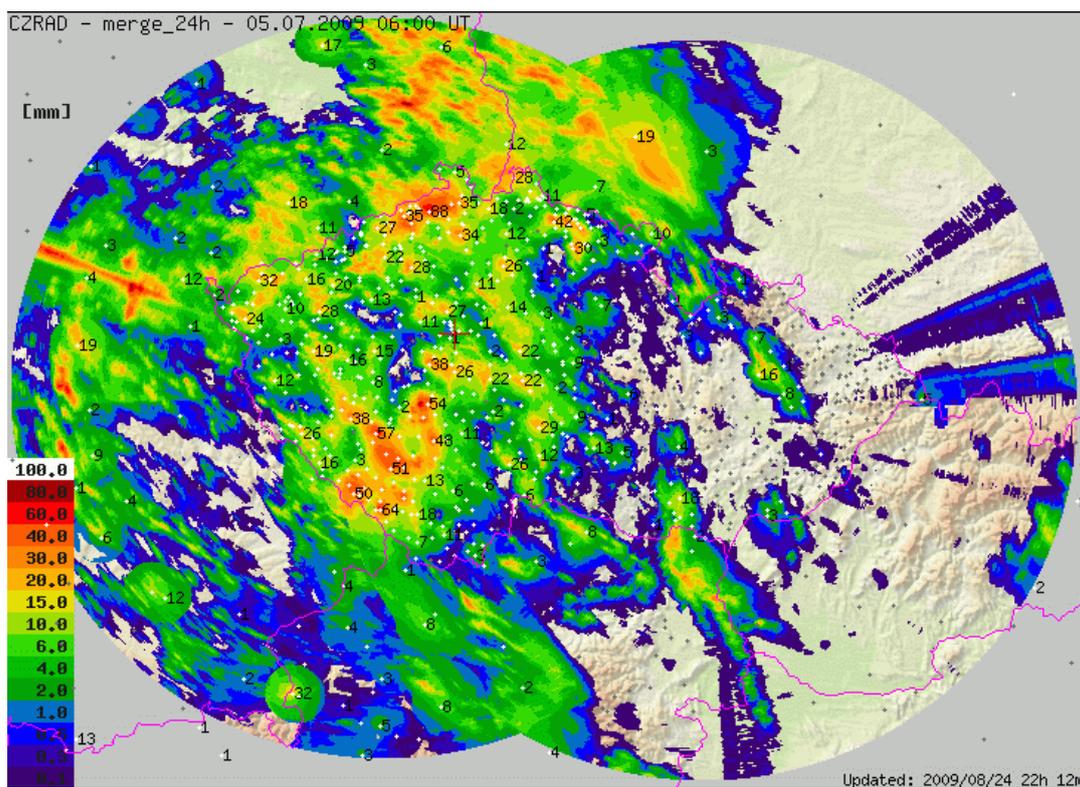
Obr. 3.13 Rozložení spadlých srážek za období od 1.7. 06 UTC do 2.7.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



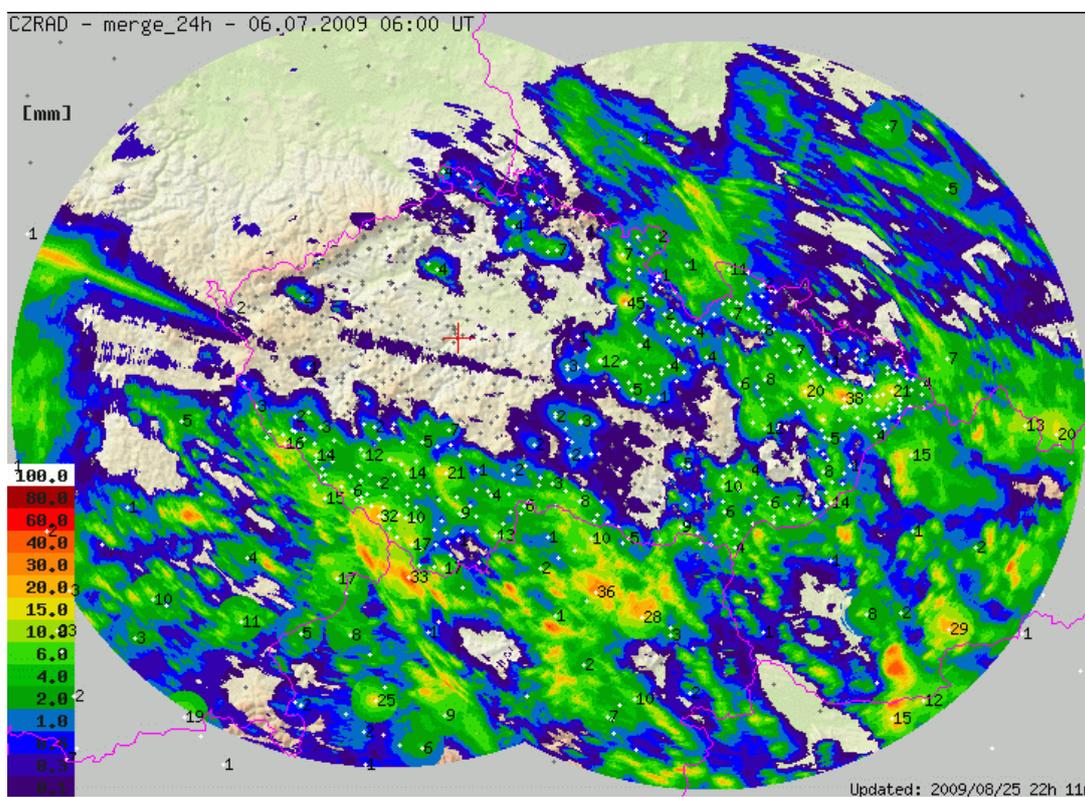
Obr. 3.14 Rozložení spadlých srážek za období od 2.7. 06 UTC do 3.7.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



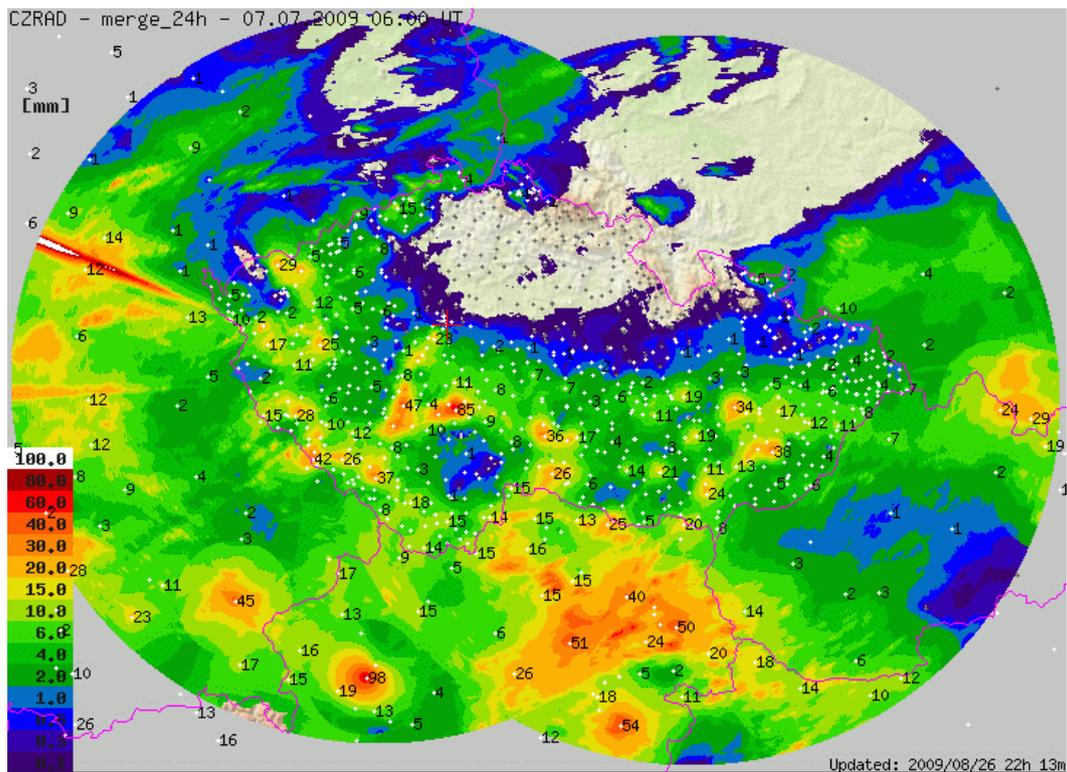
Obr. 3.15 Rozložení spadlých srážek za období od 3.7. 06 UTC do 4.7.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



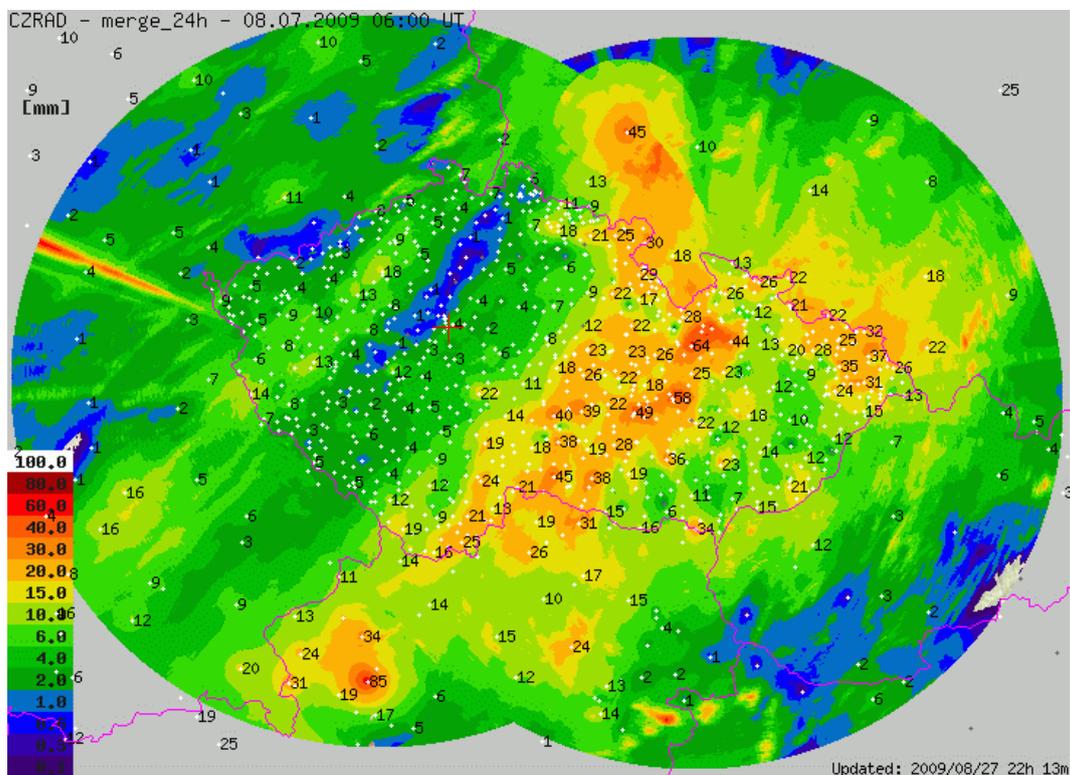
Obr. 3.16 Rozložení spadlých srážek za období od 4.7. 06 UTC do 5.7.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.



Obr. 3.17 Rozložení spadlých srážek za období od 5.7. 06 UTC do 6.7.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.

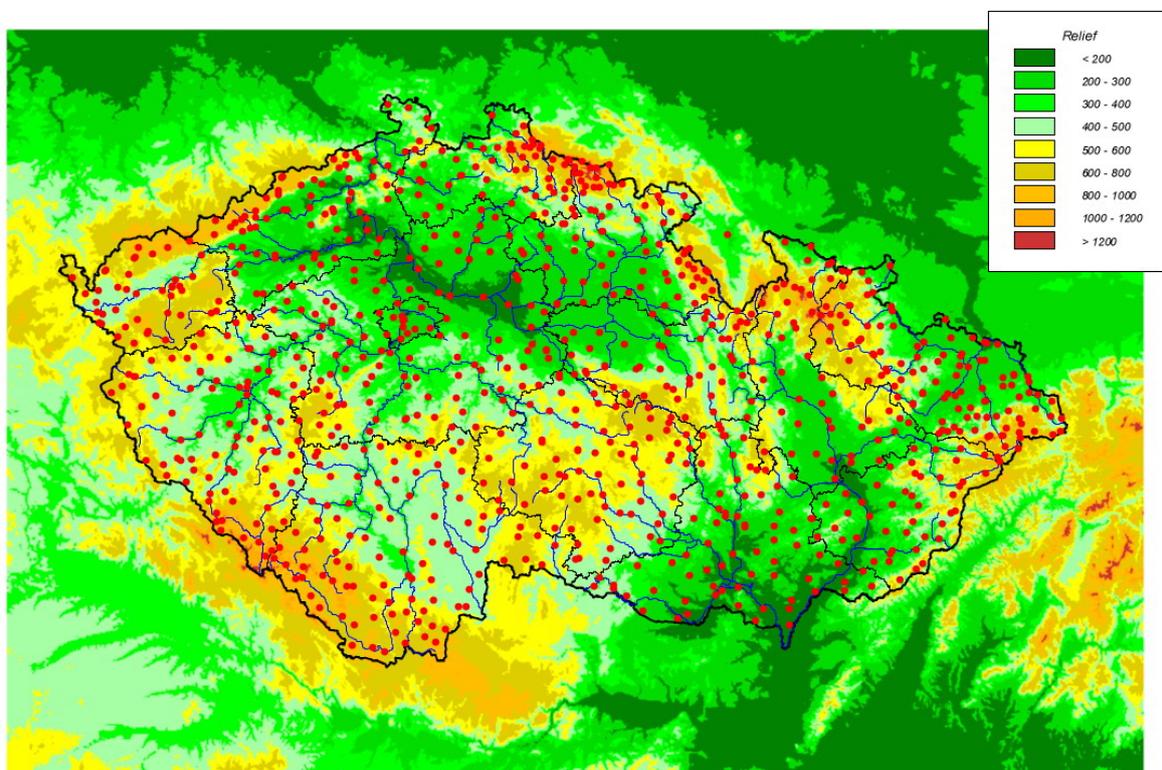


Obr. 3.18 Rozložení spadlých srážek za období od 6.7. 06 UTC do 7.7.2009 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.

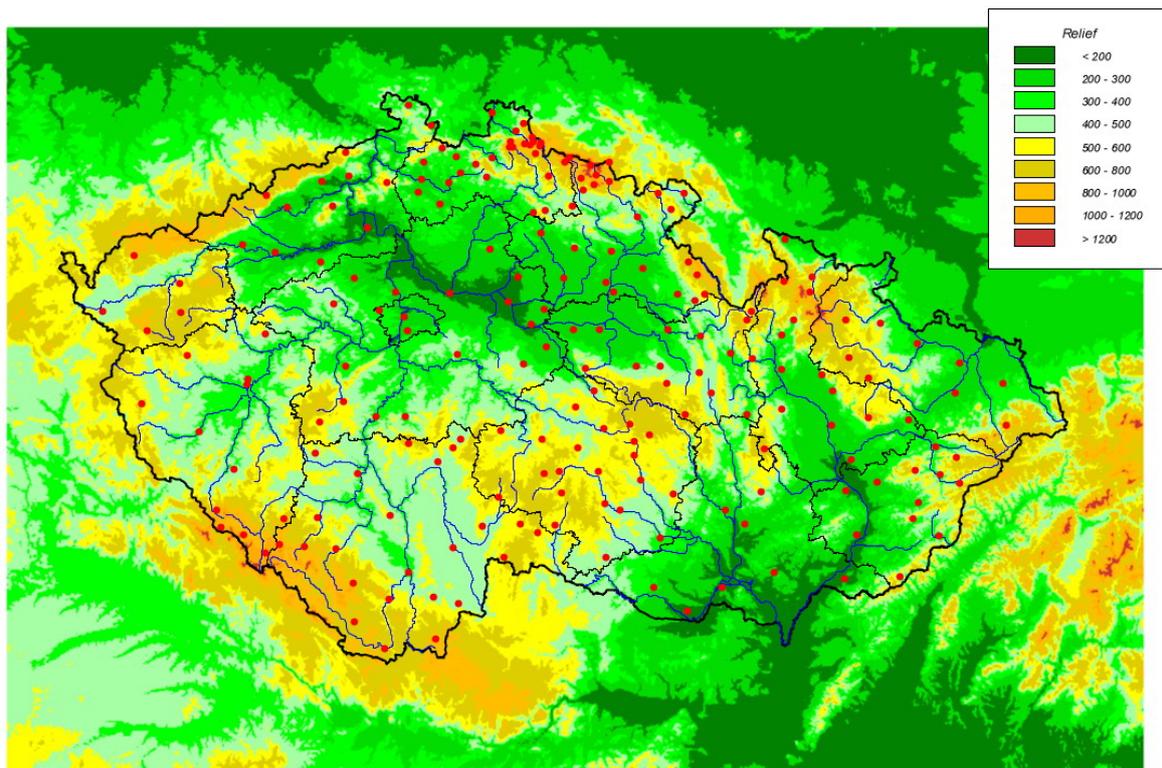


Obr. 3.19 Rozložení spadlých srážek za období od 7.7. 06 UTC do 8.7. 06 UTC na základě kombinace radarového a srážkoměrného měření.

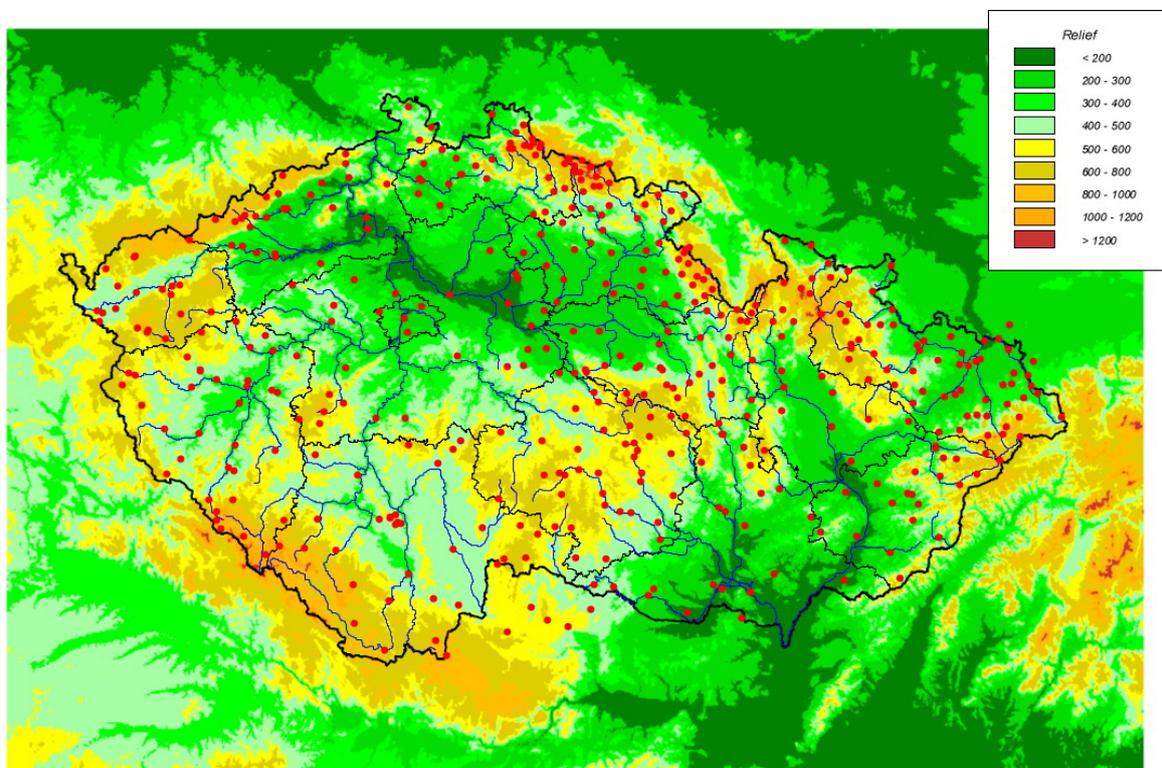
Příloha č. 2 Mapy stanic



Obr. 3.20 Stanice s denními úhrny srážek ze srážkoměrů (07–07 SEČ následujícího dne).



Obr. 3.21 Stanice s minutovými úhrny srážek.



Obr. 3.22 Stanice s hodinovými úhrny srážek.

Příloha č. 3 Tabulky.

Tab. 3.1 Počty uvažovaných stanic s měřením srážkových úhrnů.

Typ měření	Počet stanic
minutové úhrny	208
patnáctiminutové úhrny	278
hodinové úhrny	432
denní úhrny 07-07SEČ	952

Tab. 3.2 Denní úhrny srážkoměru za období 20.6.2009–6.7.2009 s celkovými úhrny za období nad 200 mm. Seříděno sestupně, stanice ČR.. Datum je k začátku intervalu 07-07 SEČ.

Stanice	Výška (m n.m.)	ČERVEN											ČERVENEC						Suma
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	
Filipova Huť	1110	0,0	3,1	58,1	33,6	12,8	35,0	12,8	13,6	2,2	1,0	6,4	67,1	20,1	0,5	49,8	8,0	7,2	331,3
Prachatice	607	0,0	5,5	50,3	56,0	27,5	0,0	19,5	62,7	0,5	17,0	0,0	0,8	17,7	0,0	50,6	2,0	15,6	325,7
Kubova Huť	1010	1,0	6,4	55,1	69,1	28,5	5,8	26,6	66,1	2,0	10,5	1,4	0,6	7,7	0,2	14,5	16,1	6,1	317,7
Vimperk	657	0,0	3,7	47,1	50,3	27,4	0,6	22,3	60,2	1,6	15,4	14,3	0,0	3,8	0,0	26,7	5,2	36,9	315,5
Mlýnářovice	743	1,3	1,6	46,5	63,0	18,1	41,3	16,5	43,0	2,0	10,3	15,5	2,0	9,0	6,9	18,7	11,0	7,0	313,7
Kvílda	1059	0,0	5,2	52,1	36,2	20,6	2,4	22,4	34,9	2,3	10,3	4,3	9,1	50,2	1,3	44,3	7,9	9,7	313,2
Zálezly	569	0,0	8,4	45,6	39,6	22,4	0,0	14,5	78,2	1,7	24,5	19,8	0,0	11,6	0,0	13,2	3,4	13,2	296,1
Churáňov	1118	0,1	0,3	49,5	32,7	31,8	0,4	14,4	40,5	1,6	9,2	11,5	1,3	36,6	1,3	39,8	5,0	10,3	286,3
Churáňov	1118	0,1	0,2	49,5	32,7	31,8	0,4	14,4	40,5	1,5	9,2	11,3	1,2	36,6	1,3	39,8	5,0	10,1	285,6
Borová Lada	892	4,4	12,4	42,5	34,2	12,6	22,2	26,2	59,2	2,6	14,0	0,3	2,5	5,6	2,4	25,0	10,6	6,5	283,2
Horská Kvílda	1045	0,0	3,2	51,2	36,2	18,5	1,5	13,5	21,2	2,1	14,8	1,4	19,4	38,0	4,7	46,4	4,8	5,0	281,9
Pohorská Ves	807	0,0	0,0	82,5	52,7	13,8	10,3	5,1	39,0	5,7	1,8	0,1	2,6	50,6	0,2	3,3	0,1	13,8	281,6
Frantoly Labská bouda	692	0,0	2,3	57,0	57,1	30,5	0,0	8,2	46,6	2,4	13,5	0,0	0,0	40,8	2,6	13,9	1,2	4,2	280,3
Luční bouda	1315	0,0	11,4	31,0	49,4	55,6	1,7	9,3	3,2	7,4	38,1	10,5	12,6	15,4	5,6	28,6	0,0	0,0	279,8
Paračov	498	0,5	5,3	29,6	21,1	22,8	0,0	5,7	24,5	0,0	19,0	39,8	18,8	9,9	0,0	48,1	14,1	6,1	265,3
Ktiš	749	0,0	0,0	72,1	42,3	14,8	10,2	12,6	17,8	1,9	1,3	0,1	0,0	32,5	0,0	17,6	8,3	17,8	249,3
Lenora	802	3,4	6,8	36,2	24,7	4,6	13,7	15,5	35,6	0,2	6,1	0,9	6,6	16,4	0,8	63,8	9,5	4,2	249,0
Železná Ruda	947	0,0	3,5	52,8	36,2	19,5	6,8	25,9	23,6	1,0	5,2	7,1	0,8	10,3	4,4	11,2	3,6	32,1	244,0
Hartmanice	725	0,3	0,5	38,4	29,3	22,7	1,8	20,4	43,3	0,8	15,7	29,6	0,0	0,0	0,8	8,0	4,5	26,1	242,2
Volyně	448	0,0	5,5	32,5	24,2	25,6	0,3	8,5	53,2	1,2	15,2	0,9	1,1	2,8	0,0	51,0	2,9	16,4	241,3
Srní	857	0,0	0,3	50,9	37,6	22,5	10,5	21,2	18,6	2,4	2,6	0,5	8,5	0,2	1,9	40,4	6,0	7,4	231,5
Ševětín	438	4,0	5,4	47,4	23,1	5,1	0,3	24,5	23,9	0,1	44,4	0,0	44,7	0,0	3,7	2,5	1,8	0,6	231,5
Staré Hutě	792	0,0	0,0	96,7	52,3	17,5	0,9	8,2	32,1	6,4	3,0	0,0	0,6	4,1	0,5	2,3	0,0	6,4	231,0
Potštát	565	0,0	0,2	5,8	24,1	88,1	0,0	26,2	13,2	7,4	3,5	0,0	0,1	38,1	0,0	0,5	19,9	3,3	230,4
Kašperské Hory	730	0,0	0,0	57,0	38,0	20,0	4,0	13,6	41,2	1,0	6,8	2,5	0,0	0,5	0,3	22,8	3,9	18,5	230,1
Zbytiny	785	0,0	0,0	70,0	46,6	18,6	8,6	6,1	31,6	1,6	8,0	0,0	2,0	4,1	0,0	10,0	9,8	11,0	228,0
Vacov	738	0,0	5,0	41,7	28,9	28,7	0,1	10,7	56,9	1,3	10,0	0,0	0,0	3,9	0,6	18,1	2,3	19,6	227,8
Šerák	1328	0,0	1,3	37,8	68,2	61,8	5,2	26,5	13,6	3,3	0,5	4,4	0,0	1,0	0,2	0,0	3,3	0,0	227,1
Šerák	1328	0,0	1,3	37,8	68,2	61,8	5,2	26,5	13,5	3,3	0,4	4,3	0,0	1,0	0,1	0,0	3,3	0,0	226,7
Markov Železná Ruda	951	0,0	0,0	52,4	59,3	17,6	9,8	12,9	18,2	2,7	8,2	0,0	0,0	7,5	0,0	13,7	10,2	9,6	222,1
Besednice	867	0,1	2,2	43,6	30,2	18,3	3,7	16,3	11,0	0,5	3,0	0,1	31,0	7,8	1,4	16,4	2,5	33,9	222,0
Strakonice	593	0,0	0,4	76,2	40,2	32,3	4,5	8,8	17,6	3,1	12,2	0,0	0,0	19,2	1,0	0,2	0,0	5,7	221,4
Hodslavice	426	0,0	4,0	21,3	11,5	25,0	0,0	6,8	2,5	0,5	8,9	5,3	68,0	7,0	1,5	37,5	13,0	8,1	220,9
Mikulovice	340	1,1	2,8	15,0	31,5	120,2	4,5	4,2	9,2	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	6,0	218,0
Ostružná	321	0,0	0,0	29,0	40,0	33,0	43,0	44,0	16,1	4,5	4,0	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	1,6	0,5	216,7
Prášíly	740	0,2	1,4	37,1	58,2	41,5	8,0	27,8	17,8	3,5	2,1	12,2	0,0	3,6	0,0	0,0	3,2	0,0	216,6
Paprsek	880	0,9	0,0	43,4	26,6	21,3	23,9	19,5	23,5	1,5	7,5	1,9	8,1	0,7	1,5	14,3	12,6	8,2	215,4
Trhové Sviny	1010	0,0	0,0	28,5	49,8	28,8	0,0	30,0	5,5	5,5	5,0	15,0	10,0	32,5	0,0	0,0	4,6	0,0	215,2
Javorník	468	0,0	0,2	64,3	32,1	20,5	0,4	12,5	38,3	1,1	17,0	17,4	0,0	0,0	3,6	0,2	1,3	4,3	213,2
Nedrahovice	289	0,0	0,0	37,7	35,3	14,1	57,0	43,0	7,4	4,2	0,2	3,0	0,0	0,2	0,0	0,0	10,9	0,0	213,0
Zlaté Hory	348	0,5	6,7	13,7	7,9	6,6	11,0	5,4	0,6	0,5	15,7	33,3	0,7	74,9	15,1	11,6	0,0	8,0	212,2
Strážov	410	0,0	1,4	55,7	28,8	56,4	16,2	24,9	18,3	4,5	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	4,6	212,1
Pomezní boudy	499	0,0	0,0	39,7	19,3	13,7	1,6	13,6	40,1	1,1	0,4	0,0	34,6	9,3	2,0	5,1	4,0	25,1	209,6
Strážný	1050	0,0	1,2	16,6	52,6	19,2	8,3	12,0	2,6	5,4	0,0	3,4	21,3	60,3	1,4	4,5	0,4	0,0	209,2
Jeseník	825	4,9	10,1	29,3	22,7	3,4	10,6	10,7	25,2	0,5	8,9	0,8	7,3	15,8	8,4	9,9	31,6	6,7	206,8
Malonty	465	0,0	1,6	26,5	40,3	40,5	7,7	39,4	11,7	2,9	31,3	3,0	0,0	0,8	0,0	0,4	0,7	0,0	206,8
Roudné	694	0,0	0,0	66,3	43,7	14,1	8,3	5,9	14,0	4,4	2,5	0,6	0,9	36,7	2,1	1,4	0,0	5,4	206,3
Čachrov	393	0,0	0,2	47,3	30,2	9,8	1,7	13,3	42,4	0,5	3,1	0,0	47,7	0,0	0,0	1,9	5,7	1,5	205,3
Heřmanovice	733	0,0	0,7	40,9	30,0	13,6	6,7	21,9	40,7	1,4	0,6	0,5	8,8	2,6	13,5	9,1	2,8	9,9	203,7
Heřmanovice	652	0,0	2,8	31,3	66,7	56,5	4,2	27,2	9,8	2,2	0,3	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	202,8

Tab. 3.3 Denní úhrny srážek, které dosáhly periodicity 10 let a více. Setříděno sestupně podle velikosti úhrnu. Jen stanice ČR.

Úhrn (mm)	Periodicita (roky)	Stanice	Datum a čas konce intervalu		Okres	Výška stanice (m n.m.)
123,8	100	Bělotín	25.6.2009	07:00	Přerov	306
120,2	100	Hodslavice	25.6.2009	07:00	Nový Jičín	340
104,5	50	Mořkov	25.6.2009	07:00	Nový Jičín	345
96,7	50	Staré Hutě	23.6.2009	07:00	České Budějovice	792
95,6	50	Střítež nad Ludinou	25.6.2009	07:00	Přerov	340
88,1	25	Potštát	25.6.2009	07:00	Přerov	565
87,6	25	Děčín	5.7.2009	07:00	Děčín	157
85,1	25	Hostašovice	25.6.2009	07:00	Nový Jičín	374
82,5	25	Pohorská Ves	23.6.2009	07:00	Český Krumlov	807
78,2	20	Zálezly	28.6.2009	07:00	Prachatice	569
76,2	10	Besednice	23.6.2009	07:00	Český Krumlov	593
75,6	10	Dlouhé Stráně	24.6.2009	07:00	Šumperk	823
74,9	10	Nedrahovice	3.7.2009	07:00	Příbram	348
73,0	10	Benešov nad Černou	23.6.2009	07:00	Český Krumlov	665
72,1	10	Ktiš	23.6.2009	07:00	Prachatice	749
70,4	10	Soběnov	23.6.2009	07:00	Český Krumlov	526
70,0	10	Zbytiny	23.6.2009	07:00	Prachatice	785
69,1	10	Kubova Huť	24.6.2009	07:00	Prachatice	1010
68,4	10	Veřovice	25.6.2009	07:00	Nový Jičín	455
68,2	10	Šerák	24.6.2009	07:00	Jeseník	1328
68,2	10	Hranice	25.6.2009	07:00	Přerov	241
68,0	10	Strakonice	2.7.2009	07:00	Strakonice	426
68,0	10	Tajanov u Klatov	28.6.2009	07:00	Klatovy	386
67,1	10	Filipova Huť	2.7.2009	07:00	Klatovy	1110
66,8	10	Radějov	25.6.2009	07:00	Hodonín	240
66,7	10	Heřmanovice	24.6.2009	07:00	Bruntál	652
66,6	10	Bransouze	1.7.2009	07:00	Třebíč	420
66,3	10	Malonty	23.6.2009	07:00	Český Krumlov	694
66,1	10	Kubova Huť	28.6.2009	07:00	Prachatice	1010
66,1	10	Mikulovice	27.6.2009	07:00	Jeseník	334
65,1	10	Radostín	3.7.2009	07:00	Žďár nad Sázavou	525
64,8	10	Biskupská kupa	23.6.2009	07:00	Jeseník	870
64,4	10	Vidly	24.6.2009	07:00	Bruntál	781
64,3	10	Trhové Sviny	23.6.2009	07:00	České Budějovice	468

Tab. 3.4 Patnáctiminutové úhrny srážek, které dosáhly periodicity 10 let a více. Setříděno sestupně podle velikosti úhrnu. Jen stanice ČR.

Úhrn (mm)	Periodicita (roky)	Stanice	Datum a čas konce intervalu		Okres	Výška stanice (m n.m.)
33,1	100	Jablonné v Podještědí	2.7.2009	11:00	Česká Lípa	320
29,0	50	Vysoké nad Jizerou	3.7.2009	11:15	Semily	670
28,4	25	Nedrahovice	2.7.2009	16:30	Příbram	348
27,4	25	Hlasivo	2.7.2009	16:15	Tábor	540
27,0	25	Lanškroun	29.6.2009	17:00	Ústí nad Orlicí	380
26,8	25	Staré Město	2.7.2009	13:30	Uherské Hradiště	235
24,6	20	Vysoké nad Jizerou	4.7.2009	11:45	Semily	670
24,6	20	Mařenice	30.6.2009	15:45	Česká Lípa	395
23,1	10	Horní Krupá	23.6.2009	20:00	Havlíčkův Brod	498
21,6	10	Vrchlice	25.6.2009	16:30	Kutná Hora	328
21,4	10	Pomezní boudy	2.7.2009	10:30	Trutnov	1050
21,4	10	Nedrahovice	30.6.2009	15:45	Příbram	348

Tab. 3.5 Hodinové úhrny srážek, které dosáhly periodicity 10 let a více. Setříděno sestupně podle velikosti úhrnu. Jen stanice ČR. Kurzivou jsou 60minutové plovoucí úhrny.

Úhrn (mm)	Periodicita (roky)	Stanice	Datum a čas konce intervalu		Okres	Výška stanice (m n.m.)
65,0	100	Nedrahovice	2.7.2009	17:00	Příbram	348
62,2	100	Hostašovice	24.6.2009	19:00	Nový Jičín	374
61,2	100	Moravská Třebová	29.6.2009	12:00	Svitavy	306
60,6	100	Bransouze	30.6.2009	16:00	Třebíč	420
54,0	100	<i>Jablonné v Podještědí</i>	<i>2.7.2009</i>	<i>11:45</i>	<i>Česká Lípa</i>	320
51,4	100	<i>Hlasivo</i>	<i>2.7.2009</i>	<i>16:45</i>	<i>Tábor</i>	540
46,0	50	Bělotín	24.6.2009	21:00	Přerov	306
45,4	50	Mitrov	5.7.2009	16:00	Hradec Králové	240
44,6	25	Pomezní boudy	2.7.2009	11:00	Trutnov	1050
44,5	25	Staré Město	2.7.2009	14:00	Uherské Hradiště	235
43,1	25	Veřovice	24.6.2009	18:00	Nový Jičín	455
41,9	25	Hlasivo	2.7.2009	17:00	Tábor	540
40,5	25	<i>Lanškroun</i>	<i>29.6.2009</i>	<i>17:30</i>	<i>Ústí nad Orlicí</i>	380
40,1	25	Bělotín	24.6.2009	19:00	Přerov	306
39,8	25	Radostín	2.7.2009	16:00	Žďár nad Sázavou	525
39,3	25	<i>Pomezní boudy</i>	<i>24.6.2009</i>	<i>4:30</i>	<i>Trutnov</i>	1050
37,6	10	Fulnek	2.7.2009	15:00	Nový Jičín	282
36,3	10	<i>Vysoké nad Jizerou</i>	<i>4.7.2009</i>	<i>11:45</i>	<i>Semily</i>	670
36,2	10	<i>Vysoké nad Jizerou</i>	<i>3.7.2009</i>	<i>11:45</i>	<i>Semily</i>	670
35,7	10	Pohorská Ves	2.7.2009	12:00	Český Krumlov	807
35,6	10	Polom	1.7.2009	12:00	Rychnov n. Kněžnou	748
35,5	10	Valašské Meziříčí	24.6.2009	18:00	Vsetín	292
35,0	10	Vysoké nad Jizerou	3.7.2009	12:00	Semily	670
34,4	10	Javorník	25.6.2009	15:00	Jeseník	289
34,0	10	Mikulovice	26.6.2009	17:00	Jeseník	334
33,9	10	Volyně	4.7.2009	17:00	Strakonice	448
33,6	10	Vranov nad Dyjí	2.7.2009	17:00	Znojmo	304
33,5	10	Luby	26.6.2009	15:00	Cheb	520

Tab. 3.6 Tříhodinové úhrny srážek, které dosáhly periodicity 10 let a více. Setříděno sestupně podle velikosti úhrnu.

Úhrn (mm)	Periodicita (roky)	Stanice	Datum a čas konce intervalu		Okres	Výška stanice (m n.m.)
114,5	>>100	Bělotín	24.6.2009	21:00	Přerov	306
83,4	>>100	Hostašovice	24.6.2009	20:00	Nový Jičín	374
74,4	>>100	Nedrahovice	2.7.2009	19:00	Příbram	348
72,9	>>100	Lanškroun	29.6.2009	18:00	Ústí nad Orlicí	380
71,8	>>100	Moravská Třebová	29.6.2009	13:00	Svitavy	306
69,8	100	Radvanice	2.7.2009	14:00	Trutnov	526
67,0	100	Veřovice	24.6.2009	19:00	Nový Jičín	455
65,0	100	Nedrahovice	2.7.2009	17:00	Příbram	348
63,0	100	Radostín	2.7.2009	18:00	Žďár nad Sázavou	525
61,8	100	Bransouze	30.6.2009	17:00	Třebíč	420
59,6	100	Karlstift	2.7.2009	14:00	Rakousko	917
55,5	100	Jablonné v Podještědí	2.7.2009	13:00	Česká Lípa	320
55,4	100	Hlasivo	2.7.2009	18:00	Tábor	540
53,2	100	Pomezní boudy	2.7.2009	13:00	Trutnov	1050
50,0	50	Ostrov nad Oslavou	2.7.2009	17:00	Žďár nad Sázavou	520
49,2	50	Klatovy	27.6.2009	21:00	Klatovy	425
48,6	50	Pomezní boudy	2.7.2009	11:00	Trutnov	1050
46,6	20	Staré Město	2.7.2009	16:00	Uherské Hradiště	235
46,5	20	Kobylí	24.6.2009	20:00	Břeclav	175
46,5	20	Třebíč	3.7.2009	15:00	Třebíč	453
45,8	20	Tajanov u Klatov	27.6.2009	22:00	Klatovy	386
45,5	20	Bohumín	2.7.2009	18:00	Karviná	195
45,4	20	Mitrov	5.7.2009	16:00	Hradec Králové	240
45,4	20	Mitrov	5.7.2009	18:00	Hradec Králové	240
45,2	20	Fulnek	2.7.2009	16:00	Nový Jičín	282
45,1	20	Sedloňov	1.7.2009	14:00	Rychnov n. Kněžnou	730
45,1	20	Mikulovice	26.6.2009	18:00	Jeseník	334
44,8	20	Valašské Meziříčí	24.6.2009	19:00	Vsetín	292
44,5	20	Staré Město	2.7.2009	14:00	Uherské Hradiště	235
43,8	20	Špičák	2.7.2009	12:00	Klatovy	1155
43,4	20	Polom	1.7.2009	13:00	Rychnov nad Kněžnou	748
42,6	20	Volyně	4.7.2009	19:00	Strakonice	448
42,3	20	Pohorská Ves	2.7.2009	14:00	Český Krumlov	807
40,8	20	Pomezní boudy	24.6.2009	06:00	Trutnov	1050
40,5	20	Vysoké nad Jizerou	4.7.2009	12:00	Semily	670
40,4	10	Vlčice	2.7.2009	15:00	Trutnov	378
40,2	10	Bělotín	24.6.2009	19:00	Přerov	306
40,1	10	Luby	26.6.2009	16:00	Cheb	520
40,1	10	Javorník	25.6.2009	15:00	Jeseník	289
40,0	10	Špičák	6.7.2009	13:00	Klatovy	1155
39,8	10	Radostín	2.7.2009	16:00	Žďár nad Sázavou	525
38,9	10	Vranov nad Dyjí	2.7.2009	19:00	Znojmo	304
38,3	10	Mladá Vožice	2.7.2009	18:00	Tábor	445
37,9	10	Dolní Věs	24.6.2009	21:00	Břeclav	173
37,8	10	Karlstift	2.7.2009	12:00	Rakousko	917
37,8	10	Radvanice	26.6.2009	22:00	Trutnov	526
37,5	10	Verneřice	1.7.2009	18:00	Děčín	507
36,8	10	Luční bouda	2.7.2009	12:00	Trutnov	1413
36,4	10	Vysoké nad Jizerou	3.7.2009	12:00	Semily	670
36,2	10	Příbram	2.7.2009	18:00	Příbram	555
36,0	10	Lichkov	2.7.2009	15:00	Polsko	526
36,0	10	Kozlov	24.6.2009	22:00	Olomouc	620
35,9	10	Pohorská Ves	2.7.2009	12:00	Český Krumlov	807
35,9	10	Labská bouda	24.6.2009	23:00	Trutnov	1354
35,9	10	Špindlerovka	24.6.2009	23:00	Trutnov	1196
35,8	10	Vimperk	6.7.2009	13:00	Prachatice	657
35,6	10	Třebíč	3.7.2009	13:00	Třebíč	453
35,6	10	Labská bouda	25.6.2009	00:00	Trutnov	1354

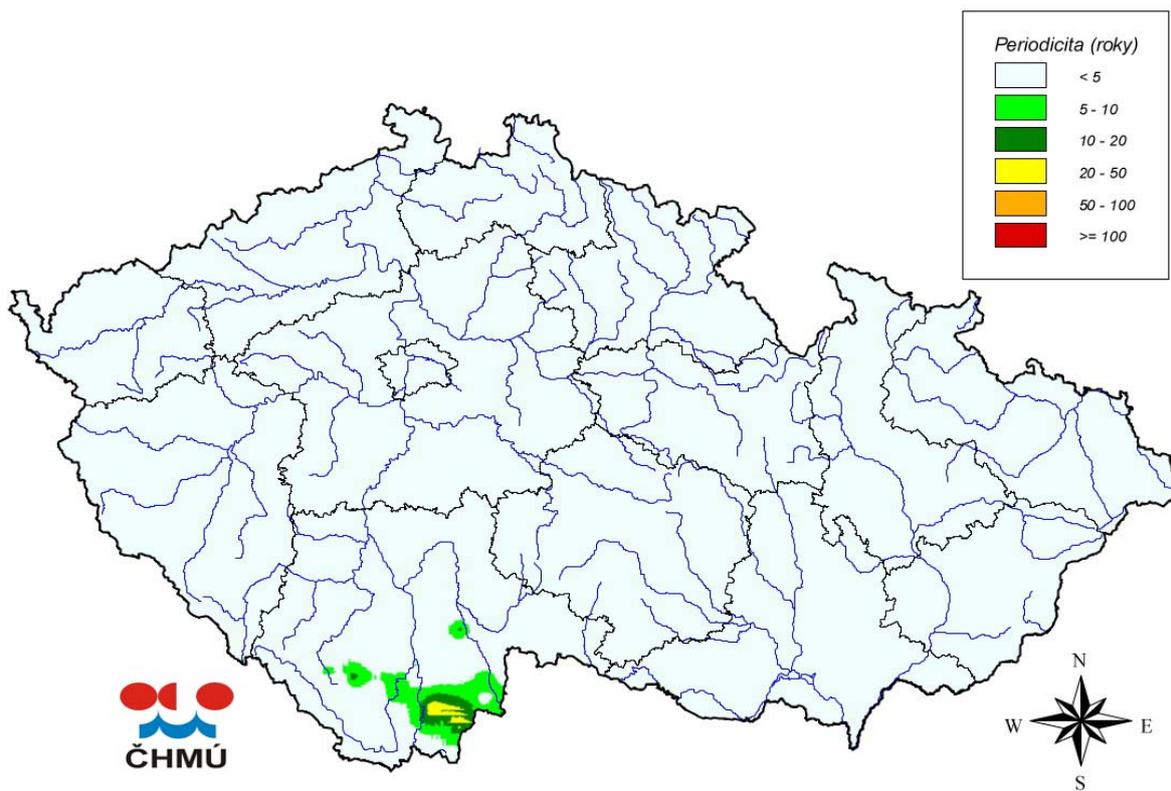
Tab. 3.7 Šestihodinové úhrny srážek, které dosáhly periodicity 10 let a více. Setříděno sestupně podle velikosti úhrnu.

Úhrn (mm)	Periodicita (roky)	Stanice	Datum a čas konce intervalu		Okres	Výška stanice (m n.m.)
122,5	>>100	Běloutín	24.6.2009	22:00	Přerov	306
83,9	>>100	Hostašovice	24.6.2009	20:00	Nový Jičín	374
76,8	100	Moravská Třebová	29.6.2009	16:00	Svitavy	306
74,6	100	Nedrahovice	2.7.2009	22:00	Příbram	348
73,0	100	Lanškroun	29.6.2009	18:00	Ústí nad O.	380
72,6	100	Radvanice	2.7.2009	16:00	Trutnov	526
67,2	100	Veřovice	24.6.2009	20:00	Nový Jičín	455
63,0	100	Radostín	2.7.2009	18:00	Žďár nad S.	525
61,8	100	Bransouze	30.6.2009	17:00	Třebíč	420
60,1	50	Pomezní boudy	2.7.2009	15:00	Trutnov	1050
59,7	50	Karlstift	2.7.2009	15:00	Rakousko	917
58,4	50	Mikulovice	26.6.2009	21:00	Jeseník	334
57,2	50	Tajanov u Klatov	27.6.2009	22:00	Klatovy	386
56,7	50	Hlasivo	2.7.2009	21:00	Tábor	540
55,6	50	Jablonné v Podj.	2.7.2009	14:00	Česká Lípa	320
51,2	20	Kobylí	24.6.2009	22:00	Břeclav	175
51,1	20	Labská bouda	25.6.2009	00:00	Trutnov	1354
50,7	20	Klatovy	27.6.2009	22:00	Klatovy	425
50,3	20	Dolní Věs	24.6.2009	22:00	Břeclav	173
50,1	20	Ostrov nad Osl.	2.7.2009	17:00	Žďár nad S.	520
48,9	20	Radvanice	27.6.2009	01:00	Trutnov	526
48,8	20	Špindlerovka	25.6.2009	00:00	Trutnov	1196
47,7	20	Fulnek	2.7.2009	18:00	Nový Jičín	282
47,3	20	Police nad Metují	26.6.2009	23:00	Náchod	446
47,1	10	Husinec	28.6.2009	04:00	Prachatice	492
46,9	10	Třebíč	3.7.2009	16:00	Třebíč	453
46,8	10	Volyně	28.6.2009	00:00	Strakonice	448
46,6	10	Staré Město	2.7.2009	16:00	Uherské Hradiště	235
46,3	10	Valašské Meziříčí	24.6.2009	19:00	Vsetín	292
45,6	10	Bohumín	2.7.2009	18:00	Karviná	195
45,4	10	Mitrov	5.7.2009	16:00	Hradec Králové	240
45,3	10	Sedloňov	1.7.2009	17:00	Rychnov nad Kněžnou	730
44,4	10	Špičák	2.7.2009	13:00	Klatovy	1155
43,5	10	Polom	1.7.2009	15:00	Rychnov nad Kněžnou	748
43,2	10	Dolní Sytová	29.6.2009	18:00	Semily	380
42,9	10	Volyně	4.7.2009	20:00	Strakonice	448
42,7	10	Luční bouda	23.6.2009	17:00	Trutnov	1416
42,6	10	Pohorská Ves	2.7.2009	15:00	Český Krumlov	807
42,3	10	Luční bouda	2.7.2009	14:00	Trutnov	1413
41,6	10	Cvilín	23.6.2009	22:00	Bruntál	430

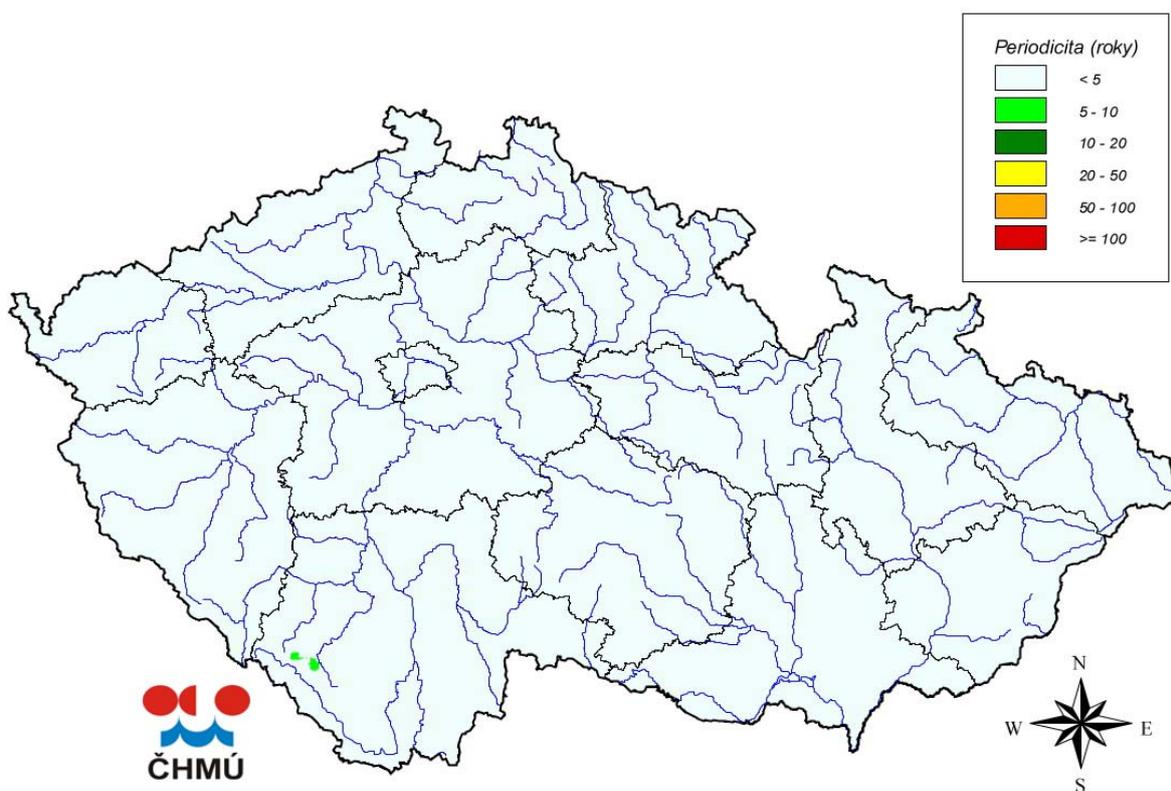
Tab. 3.8 Stanice pro grafy.

Stanice	Okres	Výška stanice (m n.m.)	Graf č.
Bělotín	Přerov	306	3.66–3.68
Bransouze	Třebíč	420	3.69
Dolní Věstonice	Břeclav	173	3.70
Filipova Huť	Klatovy	1110	3.71
Hlasivo	Tábor	540	3.72
Hojsova Stráž	Klatovy	895	3.73
Horní Krupá	Havlíčkův Brod	498	3.74
Hostašovice	Nový Jičín	374	3.75
Jablonné v Podještědí	Česká Lípa	320	3.76–3.77
Karlstift	Rakousko	917	3.78
Klatovy	Klatovy	425	3.79
Labská Bouda	Trutnov	1354	3.80
Lanškroun	Ústí nad Orlicí	380	3.81
Luby	Cheb	520	3.82
Mařenice	Česká Lípa	395	3.83
Mikulovice	Jeseník	334	3.84
Mitrov	Hradec Králové	240	3.85
Moravská Třebová	Svitavy	306	3.86
Nedrahovice	Příbram	348	3.87
Ostrov nad Oslavou	Žďár nad Sázavou	520	3.88
Pomezní boudy	Trutnov	1050	3.89
Radostín	Žďár nad Sázavou	525	3.90
Radvanice	Trutnov	585	3.91
Staré Město	Uherské Hradiště	235	3.92
Tajanov u Klatov	Klatovy	386	3.93
Veřovice	Nový Jičín	455	3.94
Vimperk	Prachatice	657	3.95
Vrchlice	Kutná Hora	328	3.96
Vysoké nad Jizerou	Semily	670	3.97–3.98

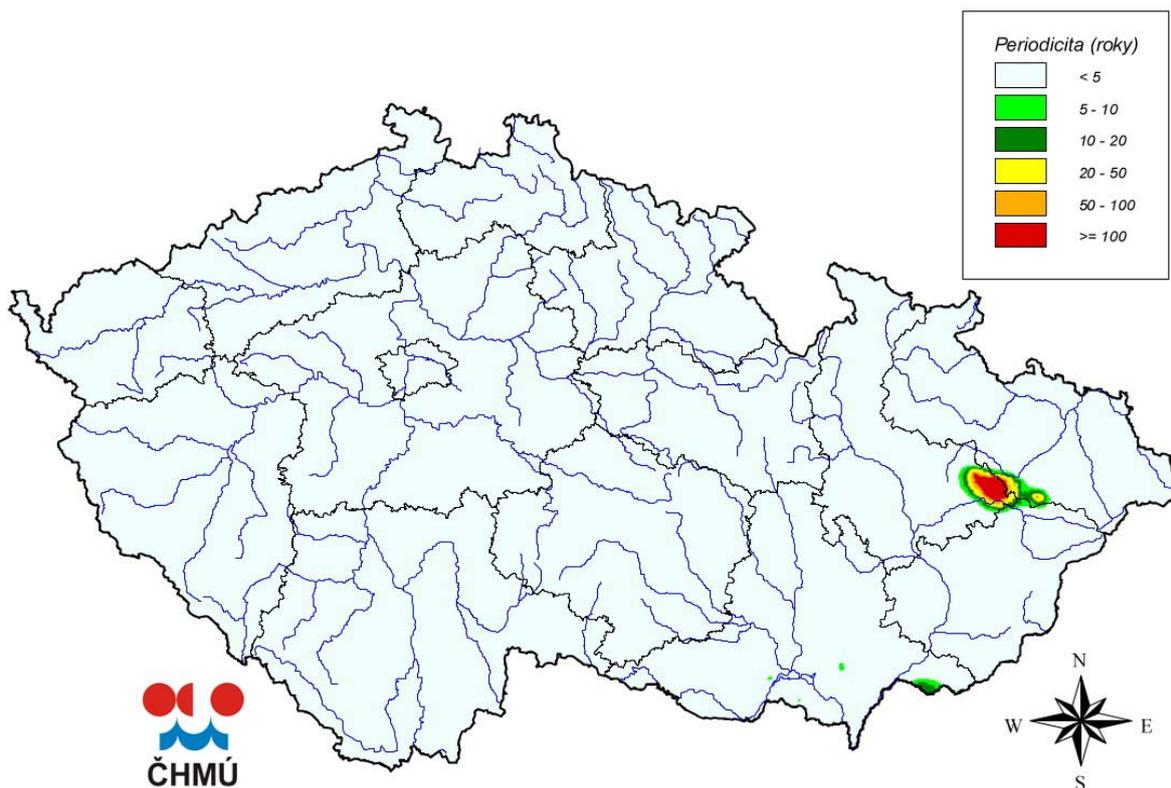
Příloha č. 4 Mapy extremity srážek.



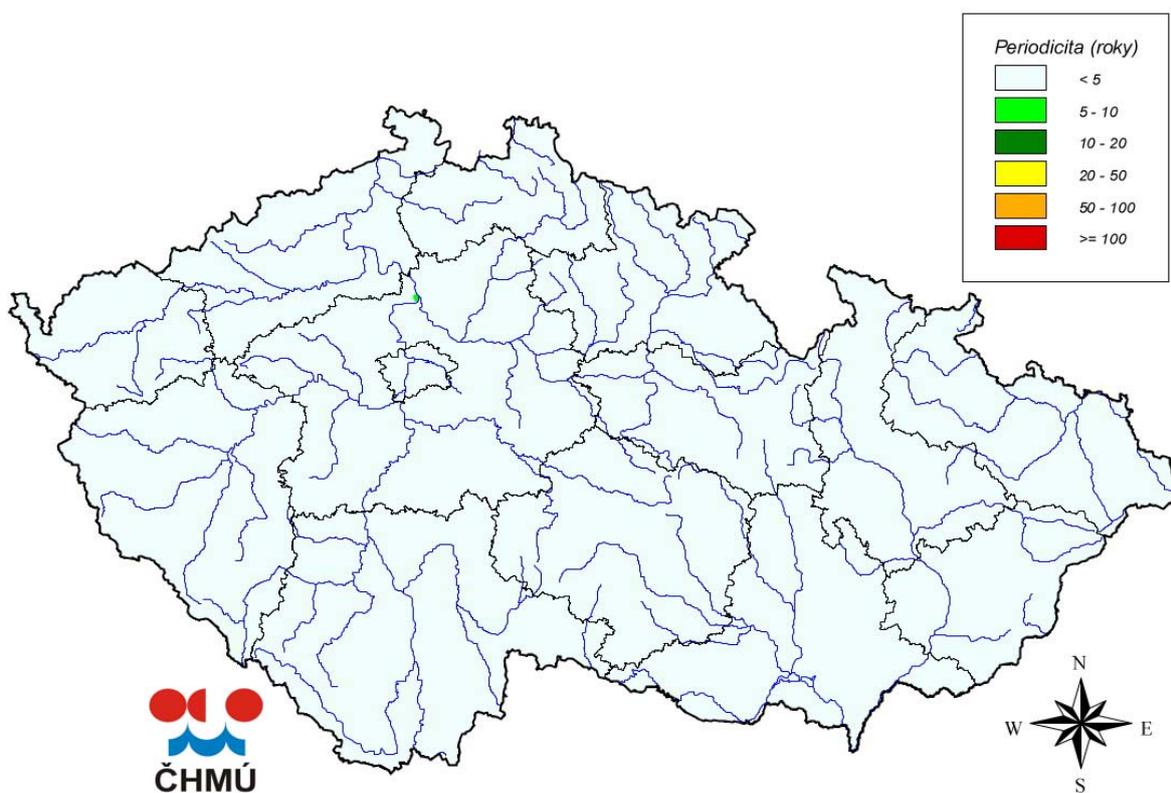
Obr. 3.23 Periodicita denních úhrnů srážek, 22.6.2009 07:00–23.6.2009 07:00 SEČ.



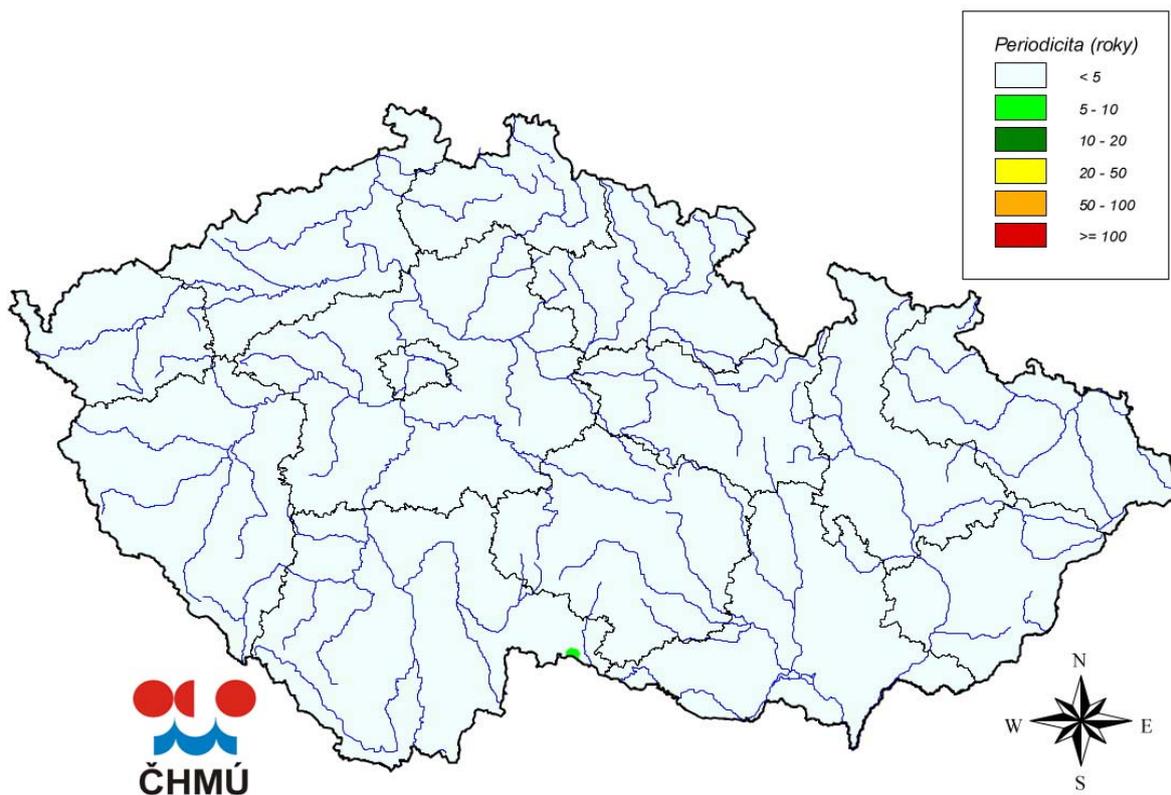
Obr. 3.24 Periodicita denních úhrnů srážek, 23.6.2009 07:00–24.6.2009 07:00 SEČ.



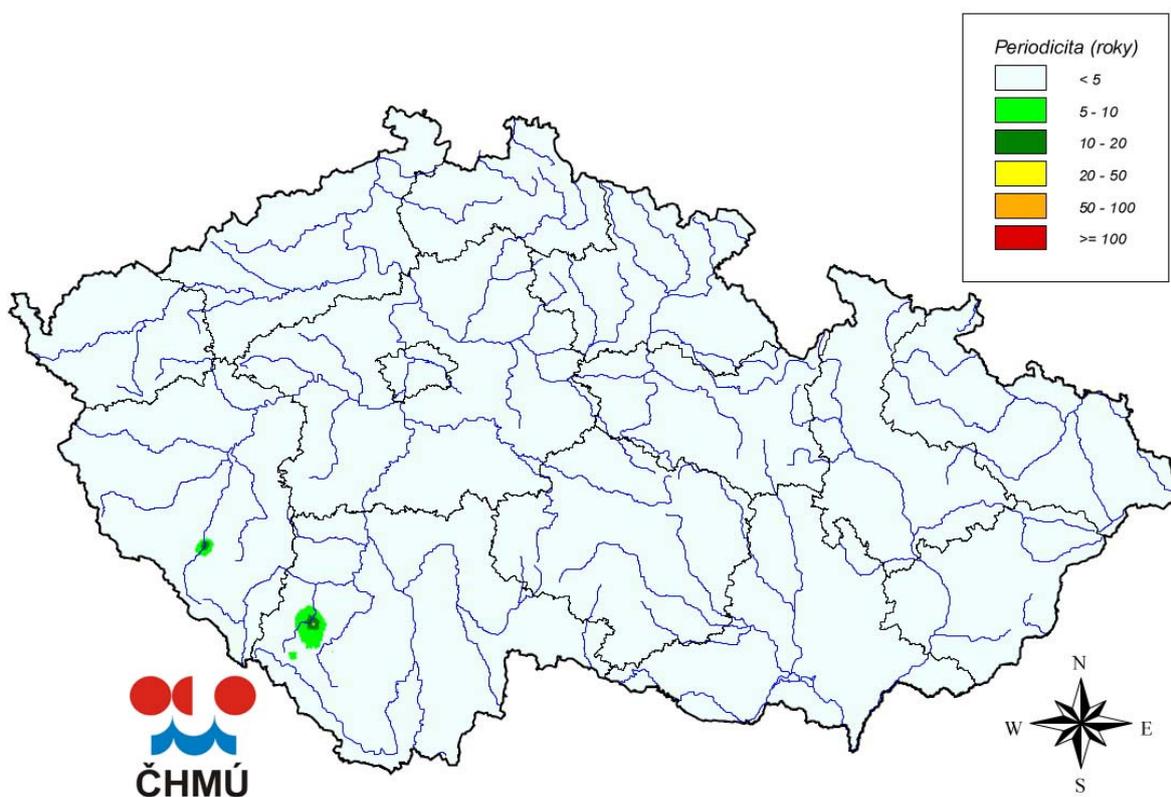
Obr. 3.25 Periodicita denních úhrnů srážek, 24.6.2009 07:00–25.6.2009 07:00 SEČ.



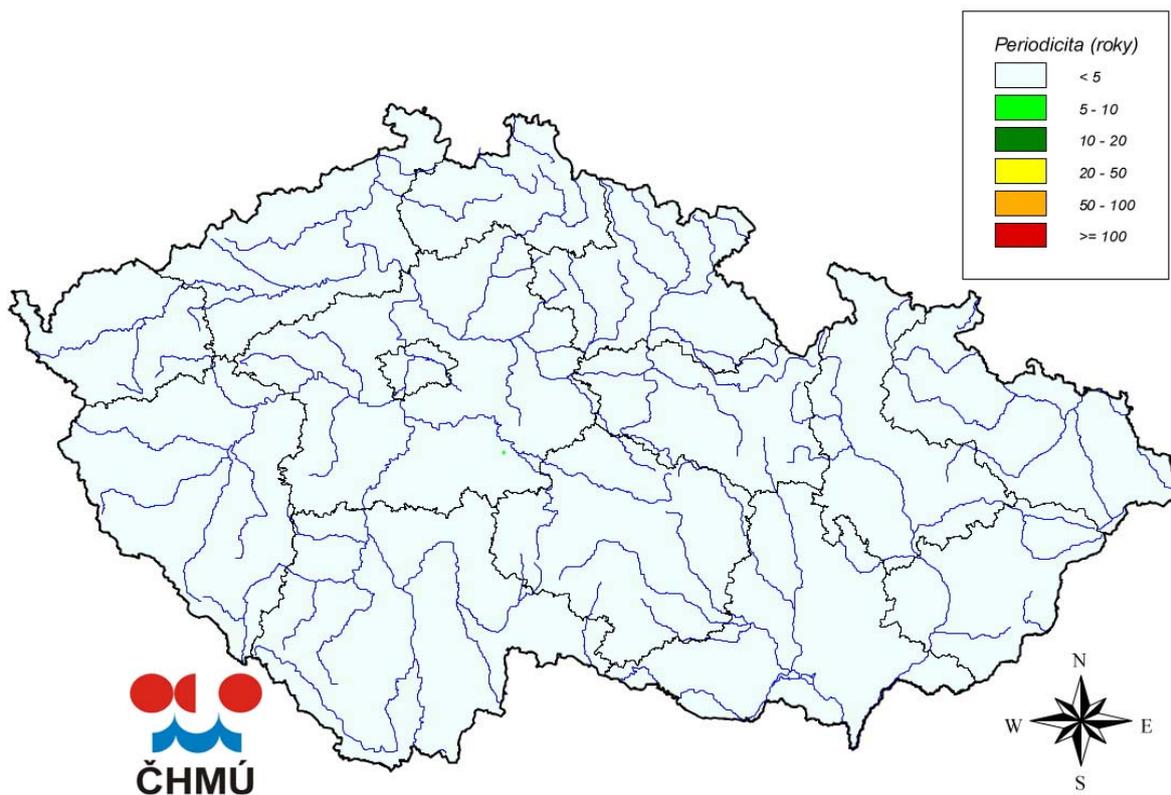
Obr. 3.26 Periodicita denních úhrnů srážek, 25.6.2009 07:00–26.6.2009 07:00 SEČ.



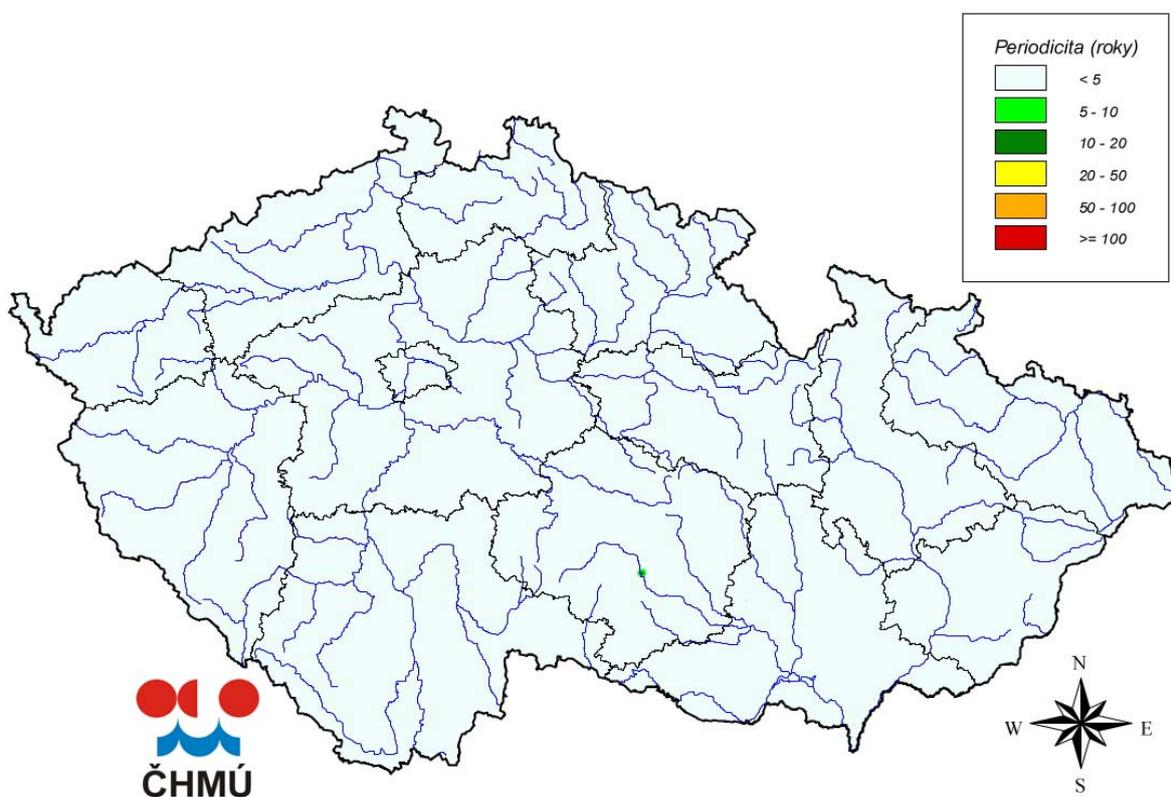
Obr. 3.27 Periodicita denních úhrnů srážek, 26.6.2009 07:00–27.6.2009 07:00 SEČ.



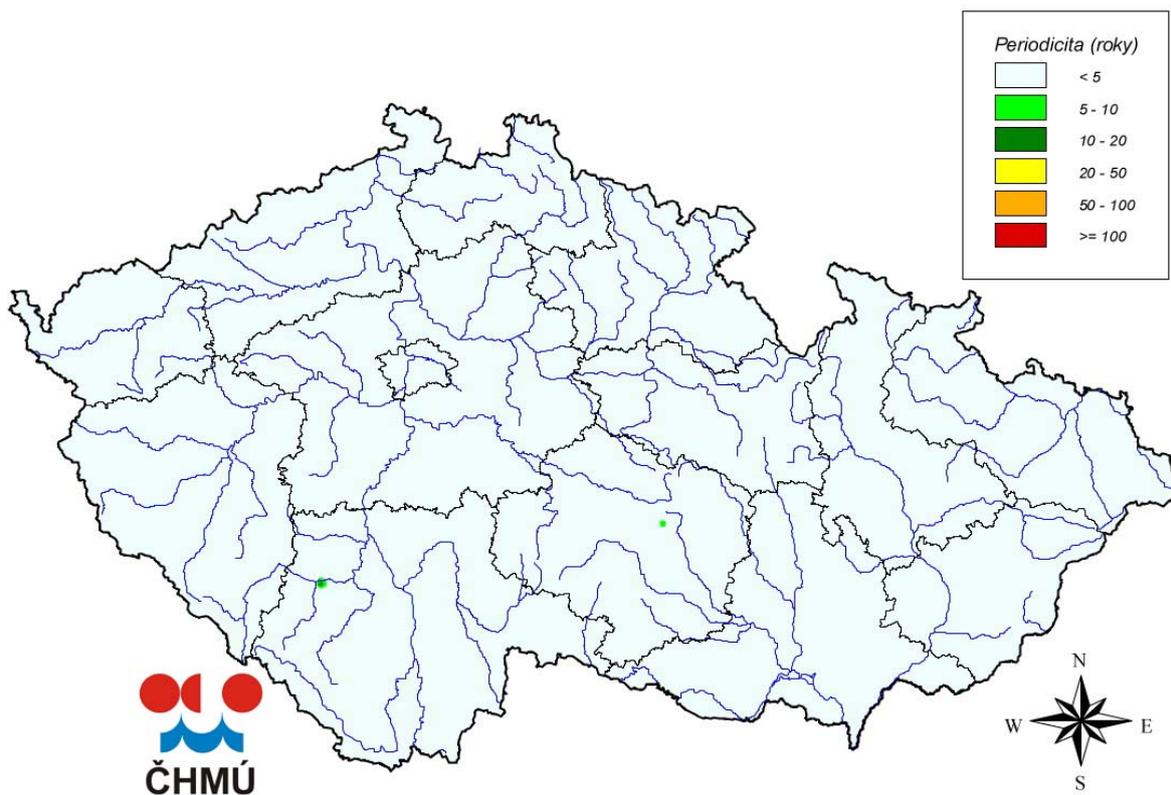
Obr. 3.28 Periodicita denních úhrnů srážek, 27.6.2009 07:00–28.6.2009 07:00 SEČ.



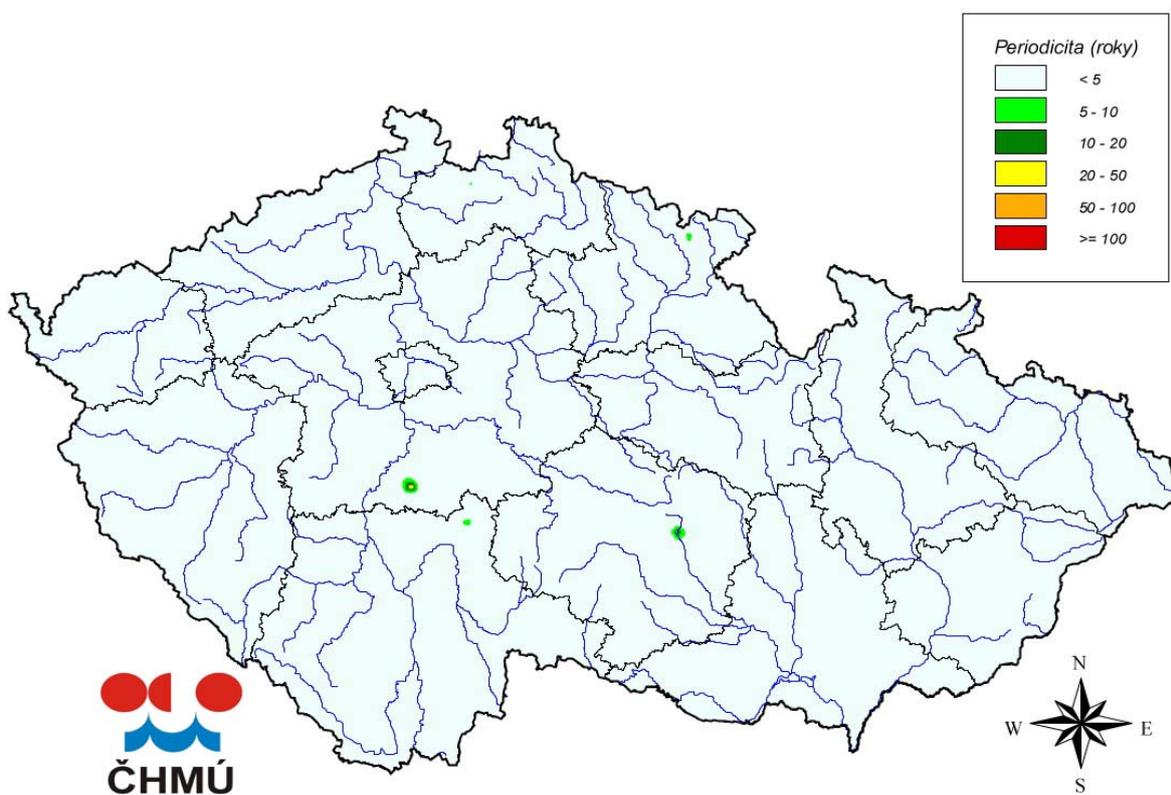
Obr. 3.29 Periodicita denních úhrnů srážek, 29.6.2009 07:00–30.6.2009 07:00 SEČ.



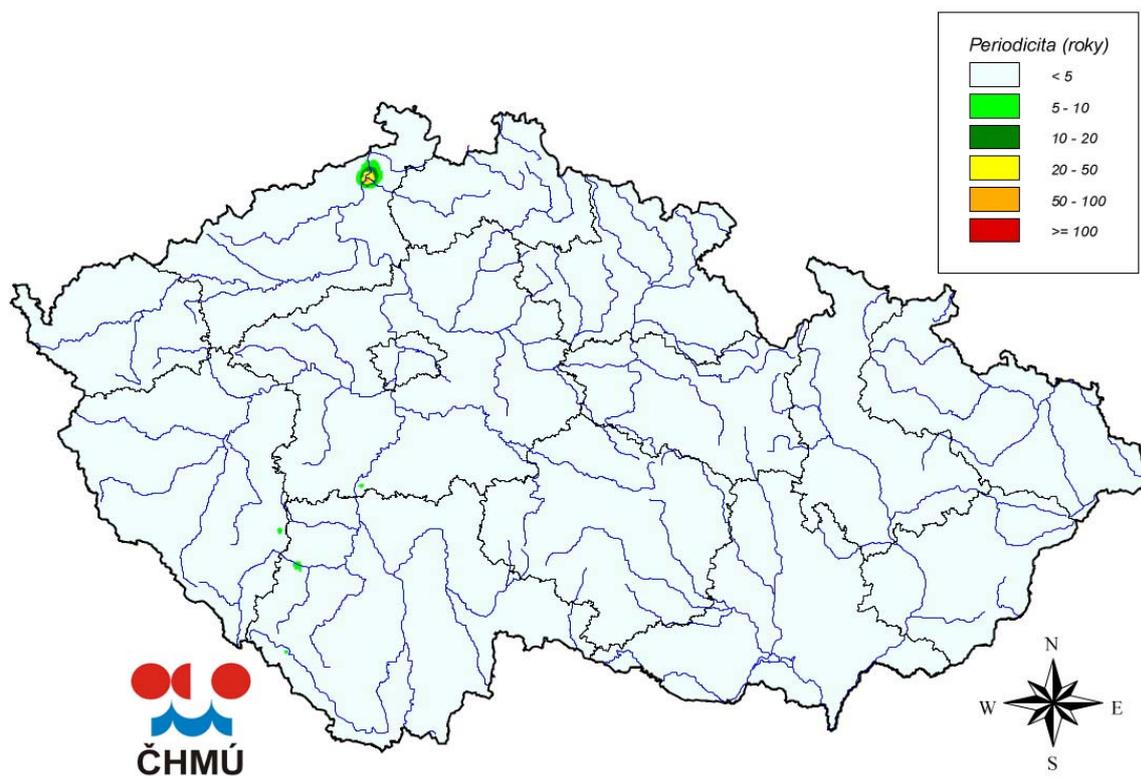
Obr. 3.30 Periodicita denních úhrnů srážek, 30.6.2009 07:00–1.7.2009 07:00 SEČ.



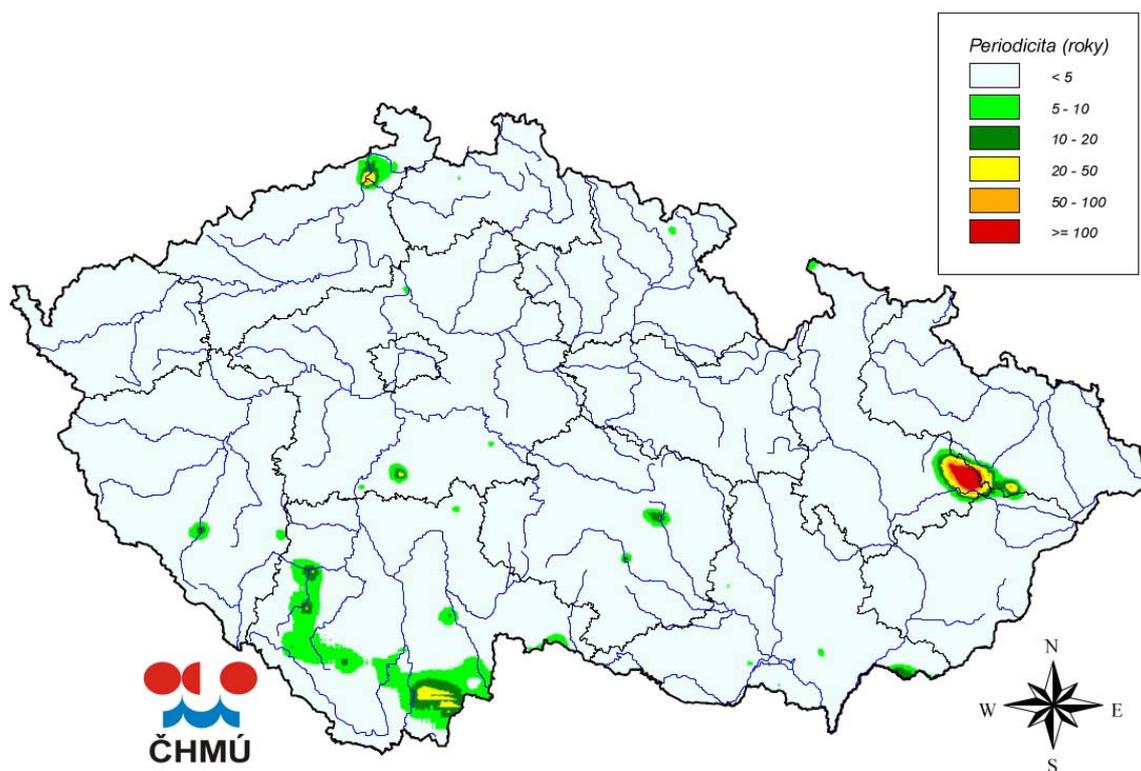
Obr. 3.31 Periodicita denních úhrnů srážek, 1.7.2009 07:00–2.7.2009 07:00 SEČ.



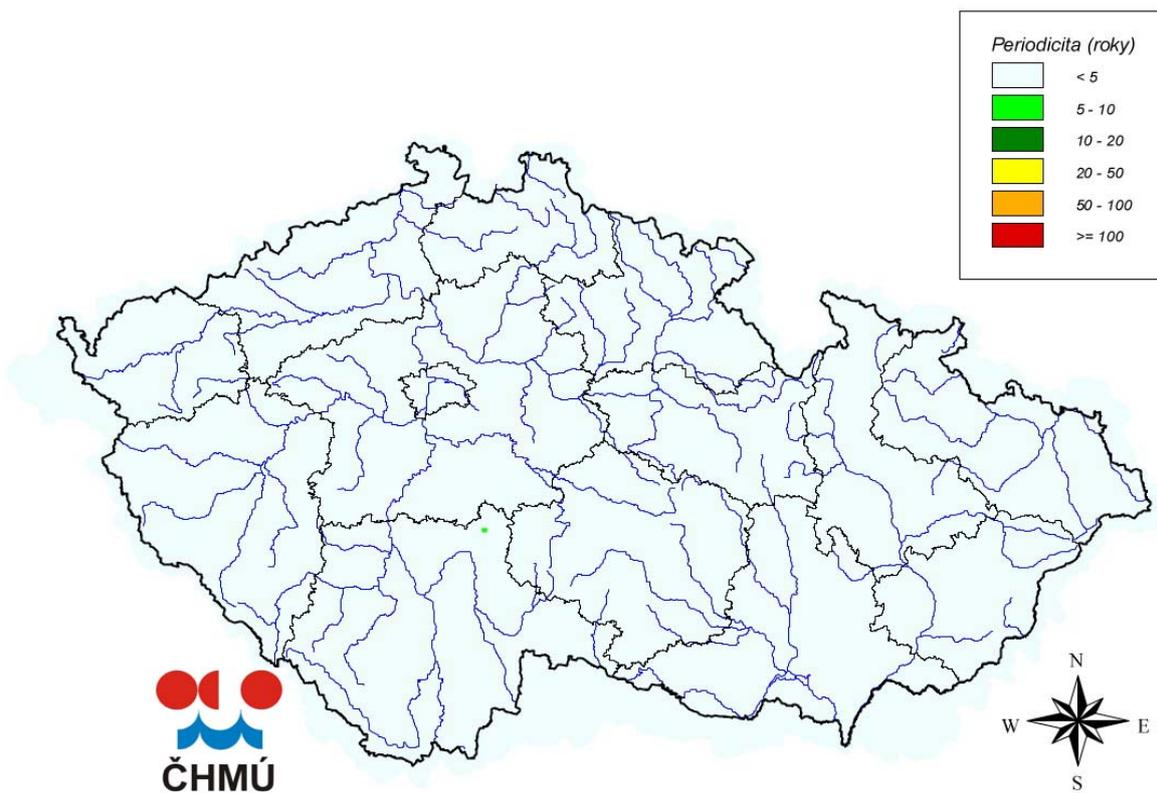
Obr. 3.32 Periodicita denních úhrnů srážek, 2.7.2009 07:00–3.7.2009 07:00 SEČ.



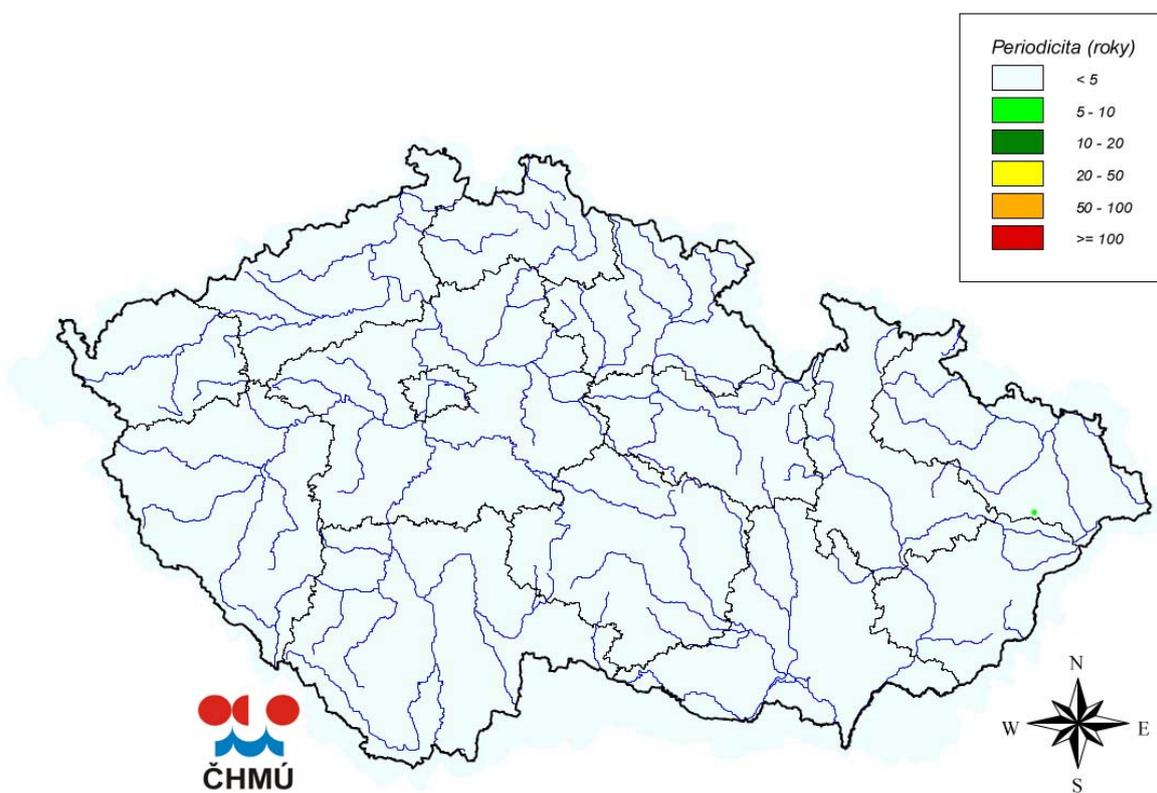
Obr. 3.33 Periodicita denních úhrnů srážek, 4.7.2009 07:00–5.7.2009 07:00 SEČ.



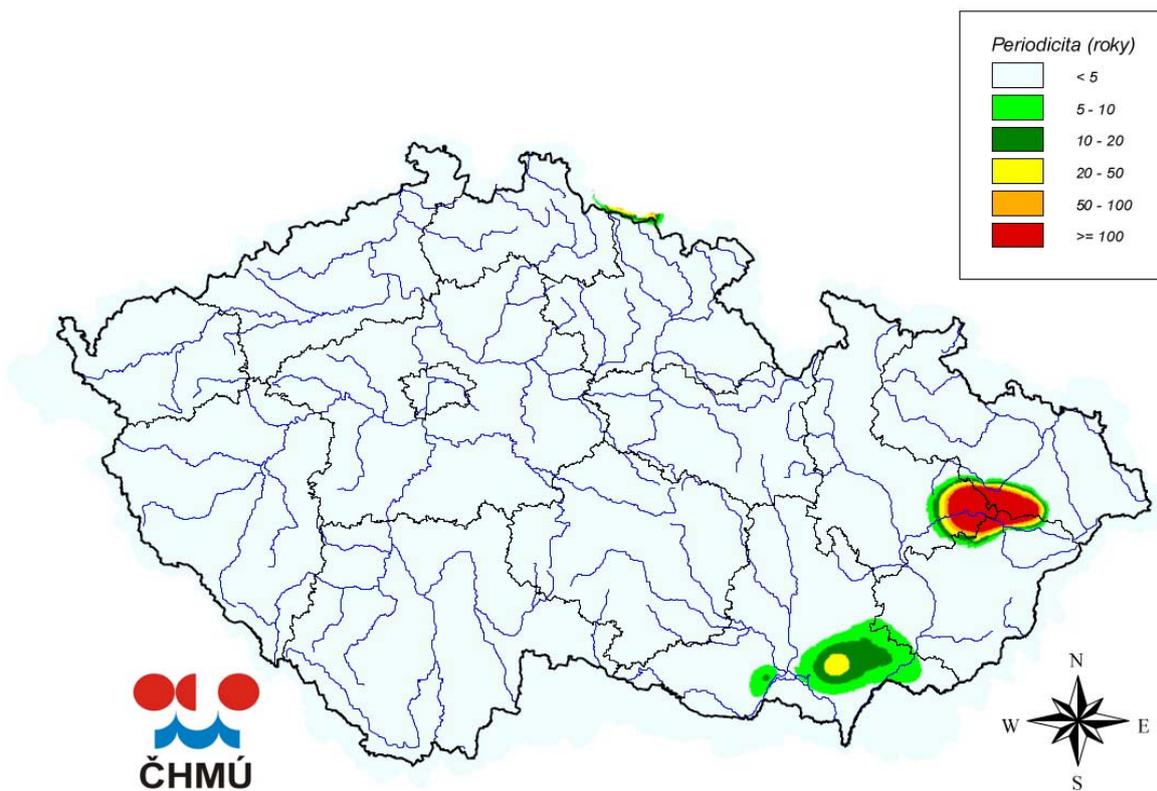
Obr. 3.34 Periodicita maximálních denních úhrnů srážek v období 20.6.2009 07:00–6.7.2009 07:00 SEČ.



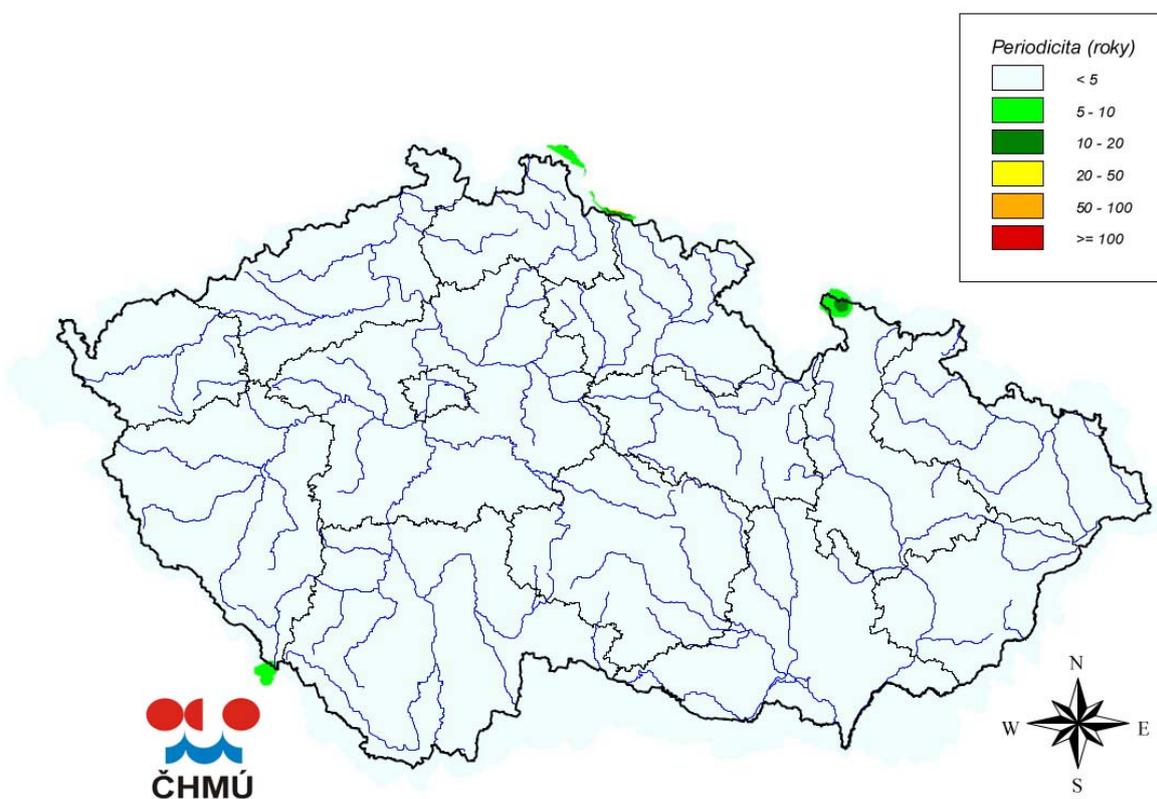
Obr. 3.35 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 21.6.2009.



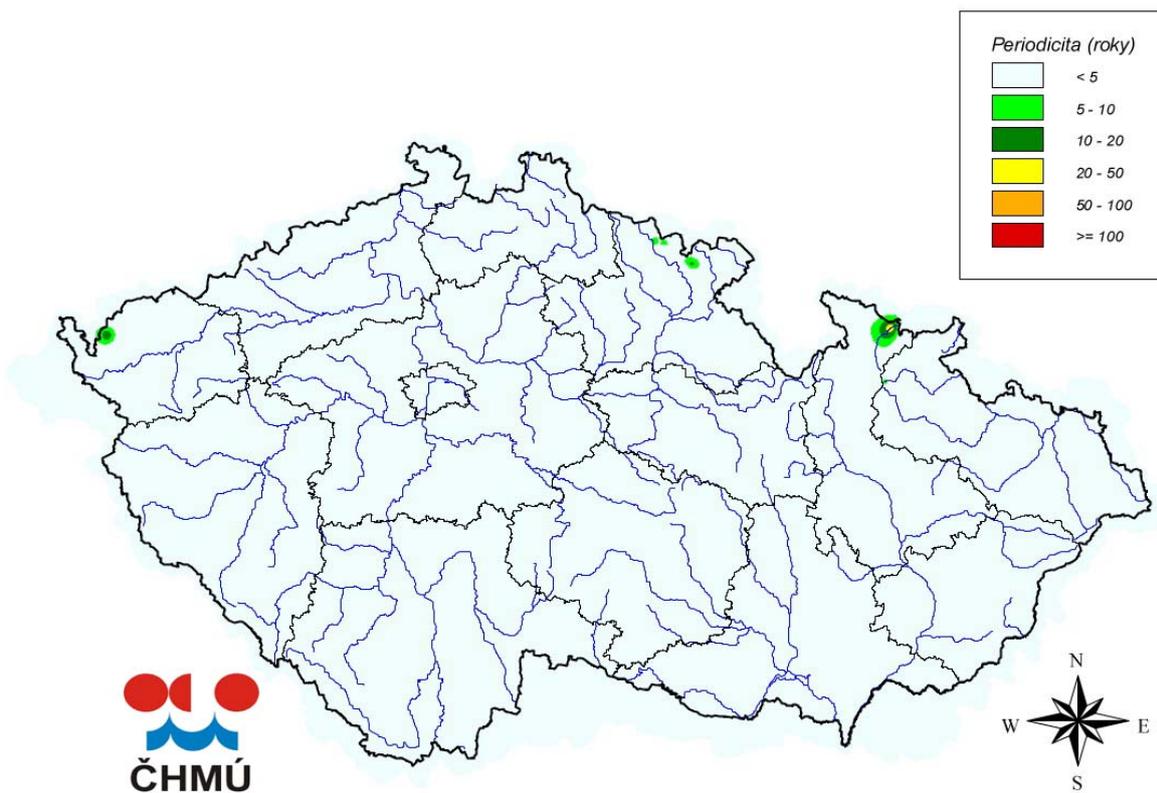
Obr. 3.36 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 23.6.2009.



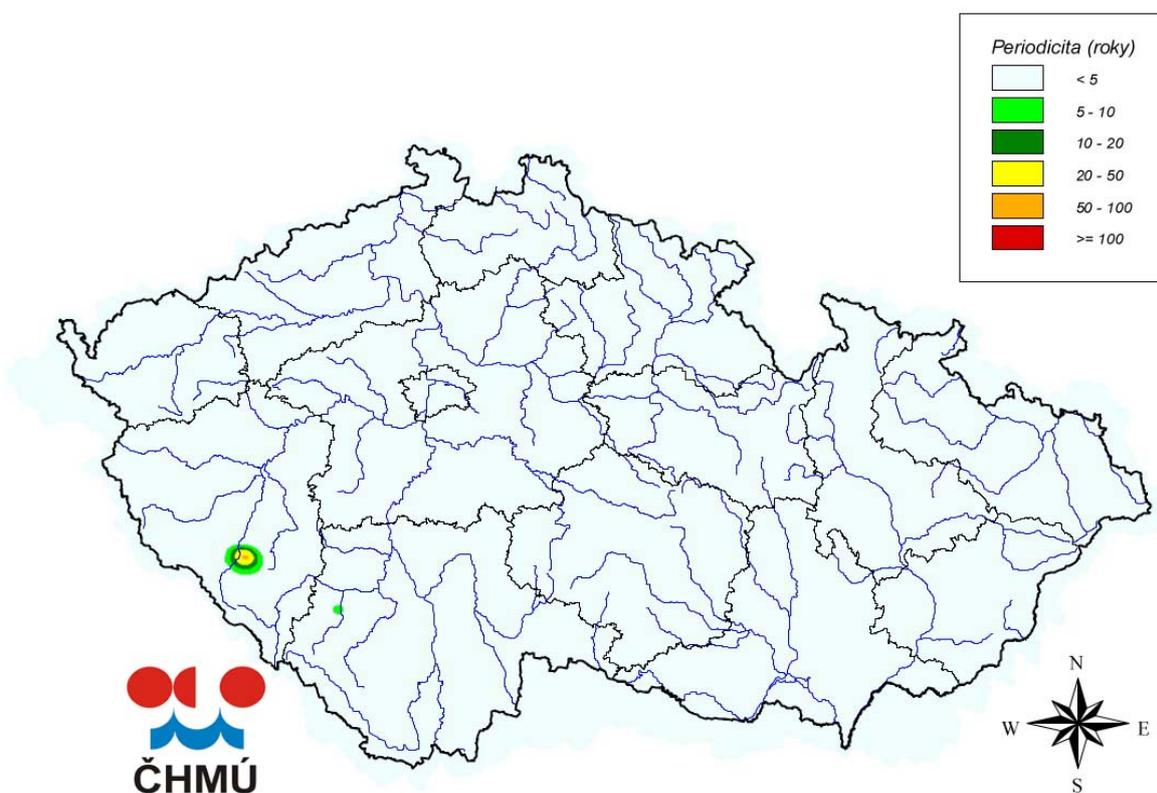
Obr. 3.37 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 24.6.2009.



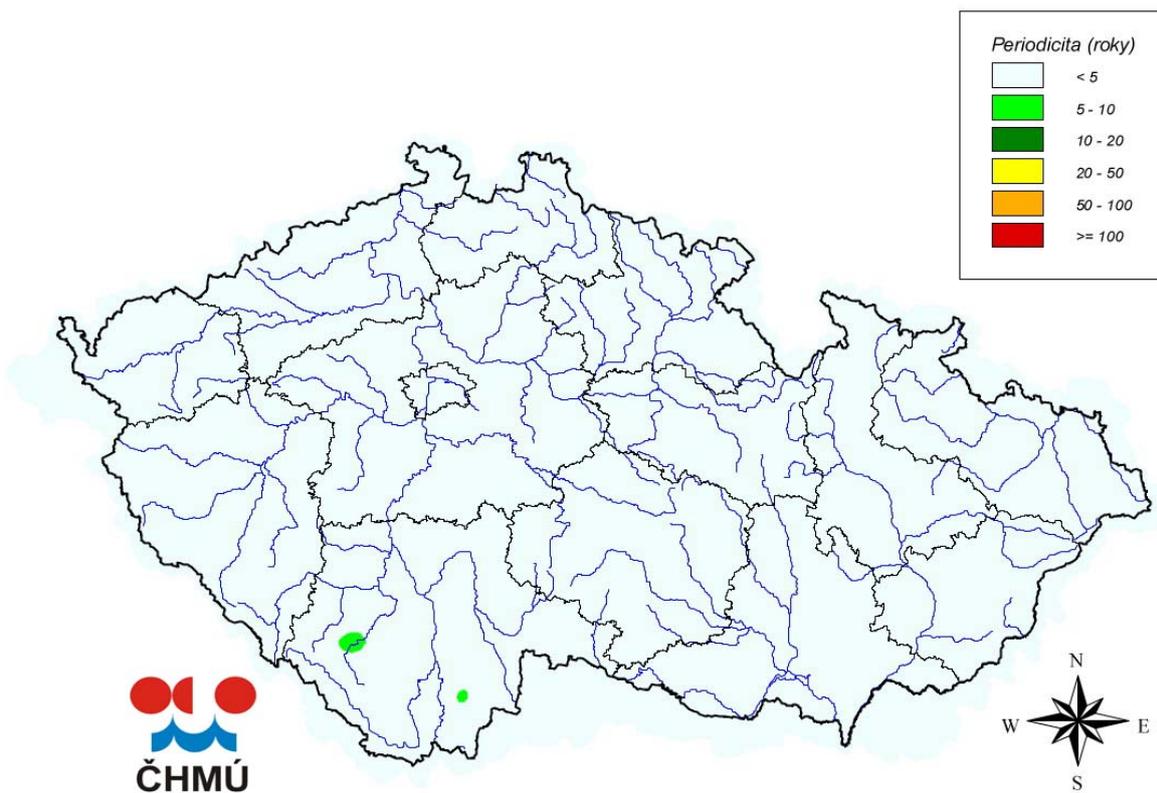
Obr. 3.38 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 25.6.2009.



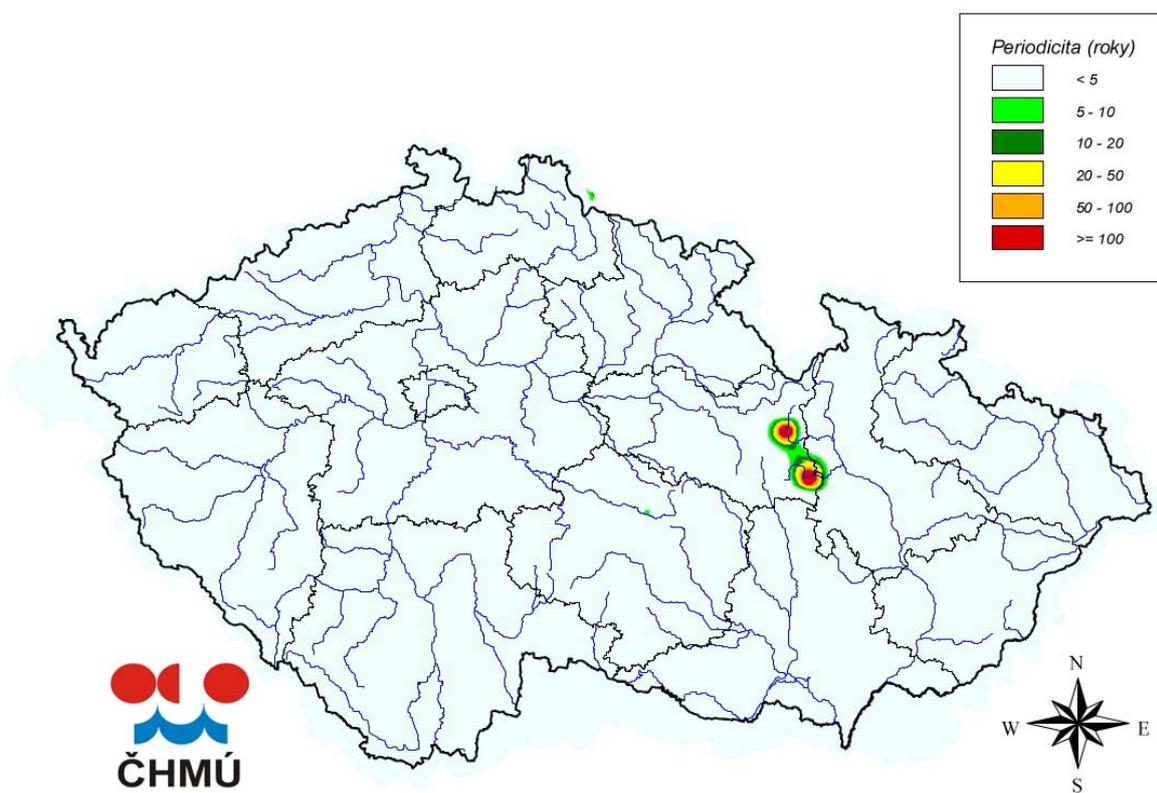
Obr. 3.39 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 26.6.2009.



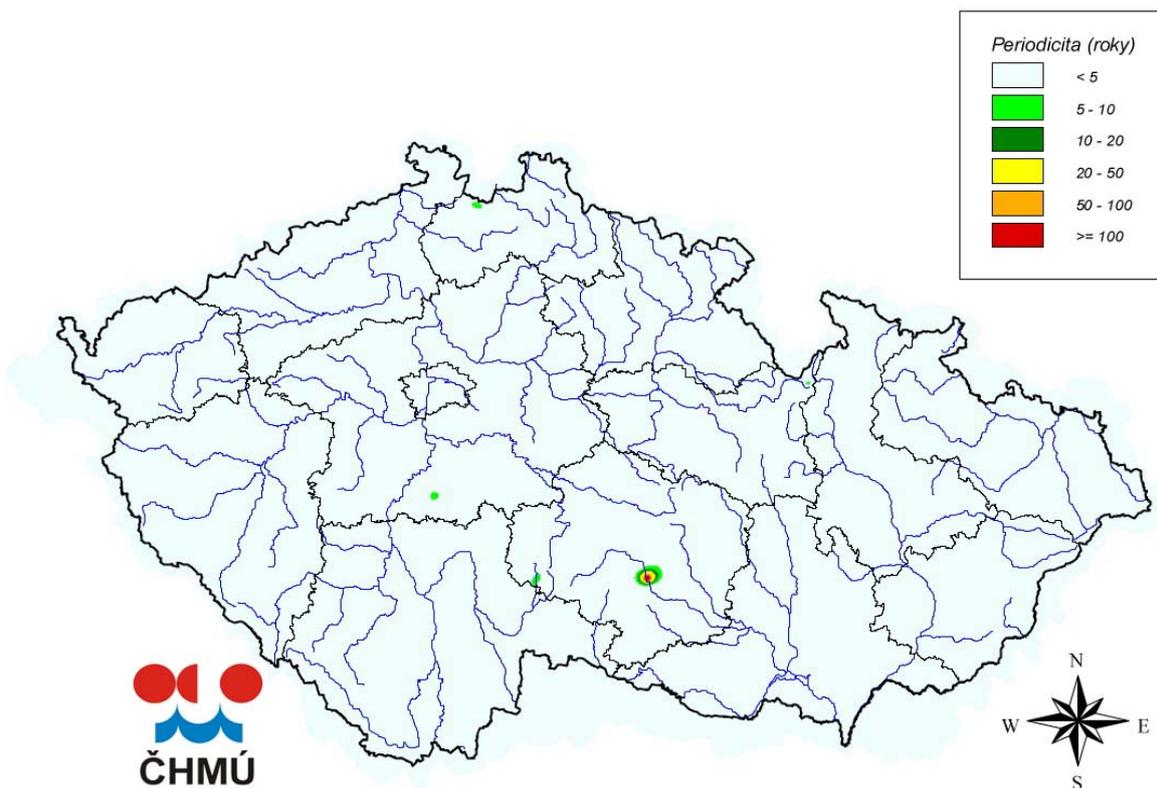
Obr. 3.40 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 27.6.2009.



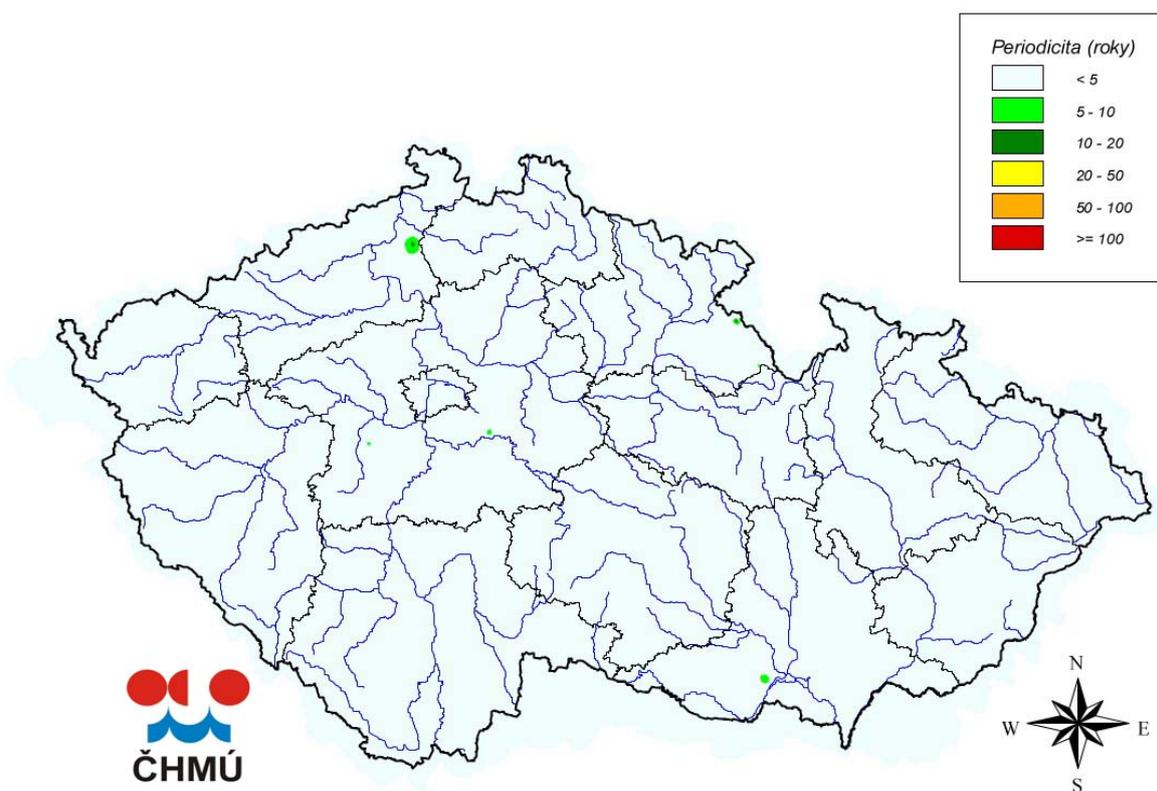
Obr. 3.41 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 28.6.2009.



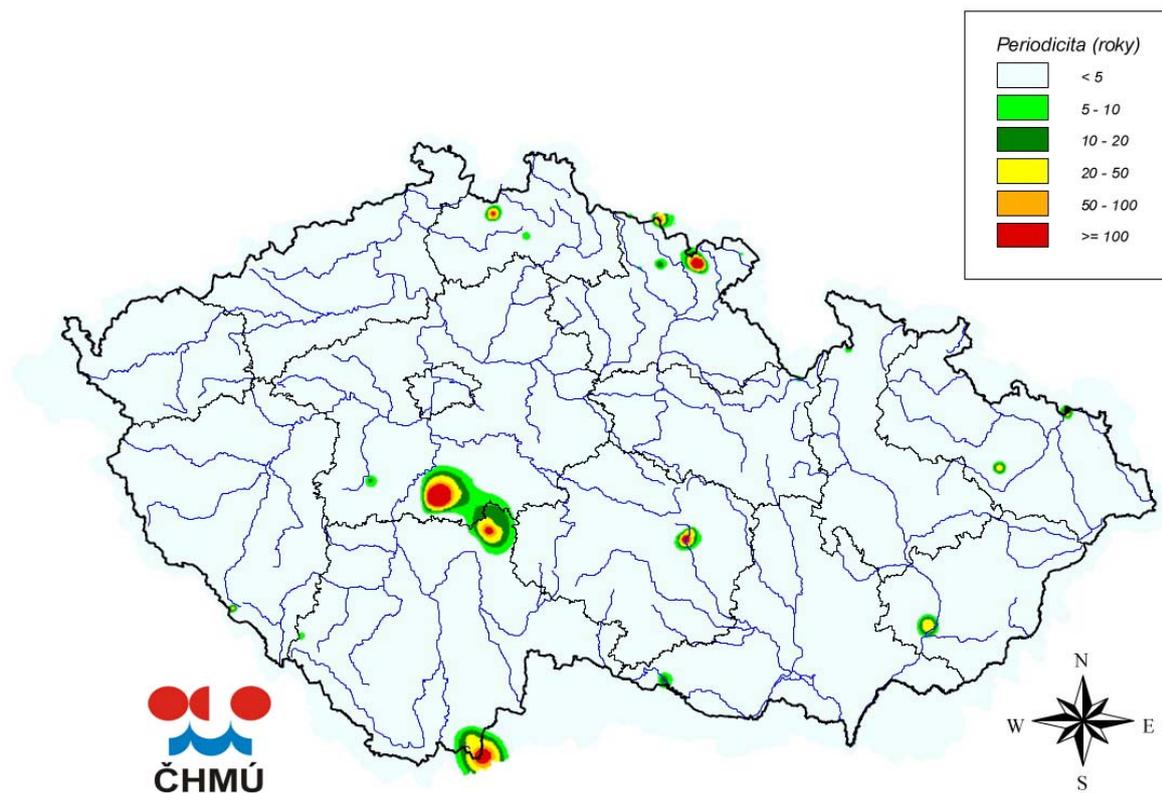
Obr. 3.42 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 29.6.2009.



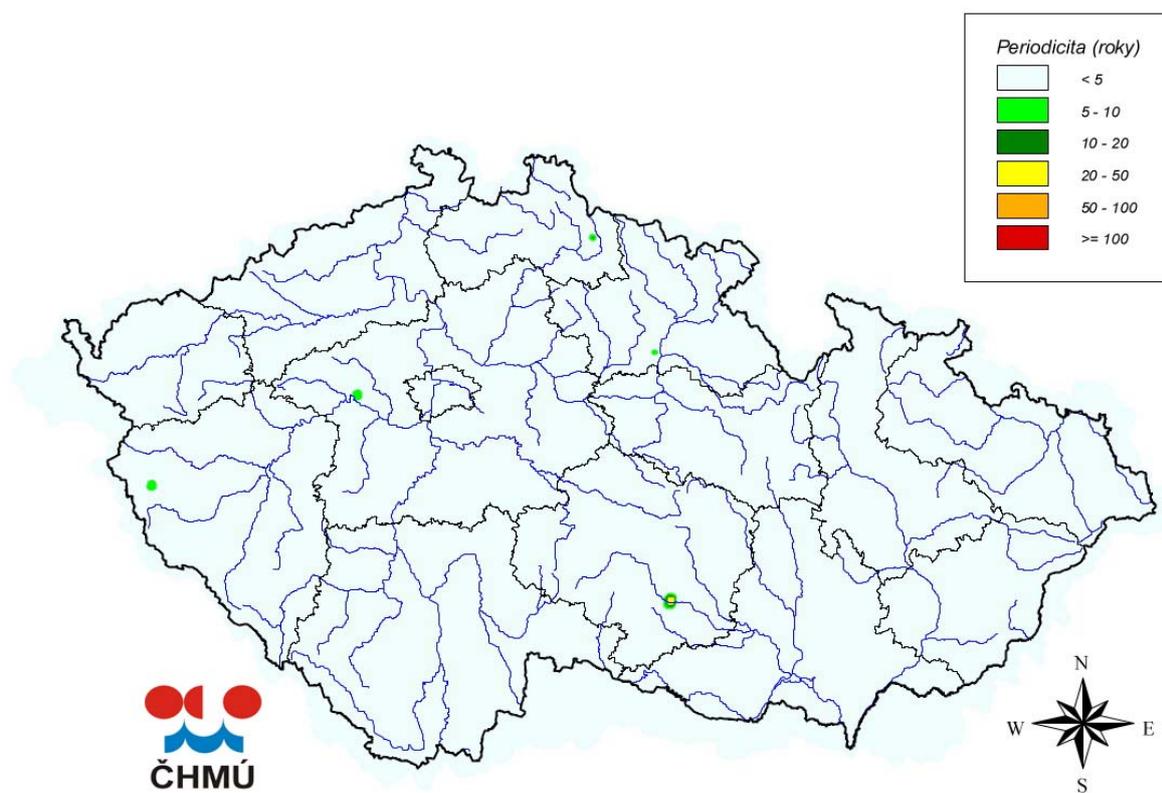
Obr. 3.43 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 30.6.2009.



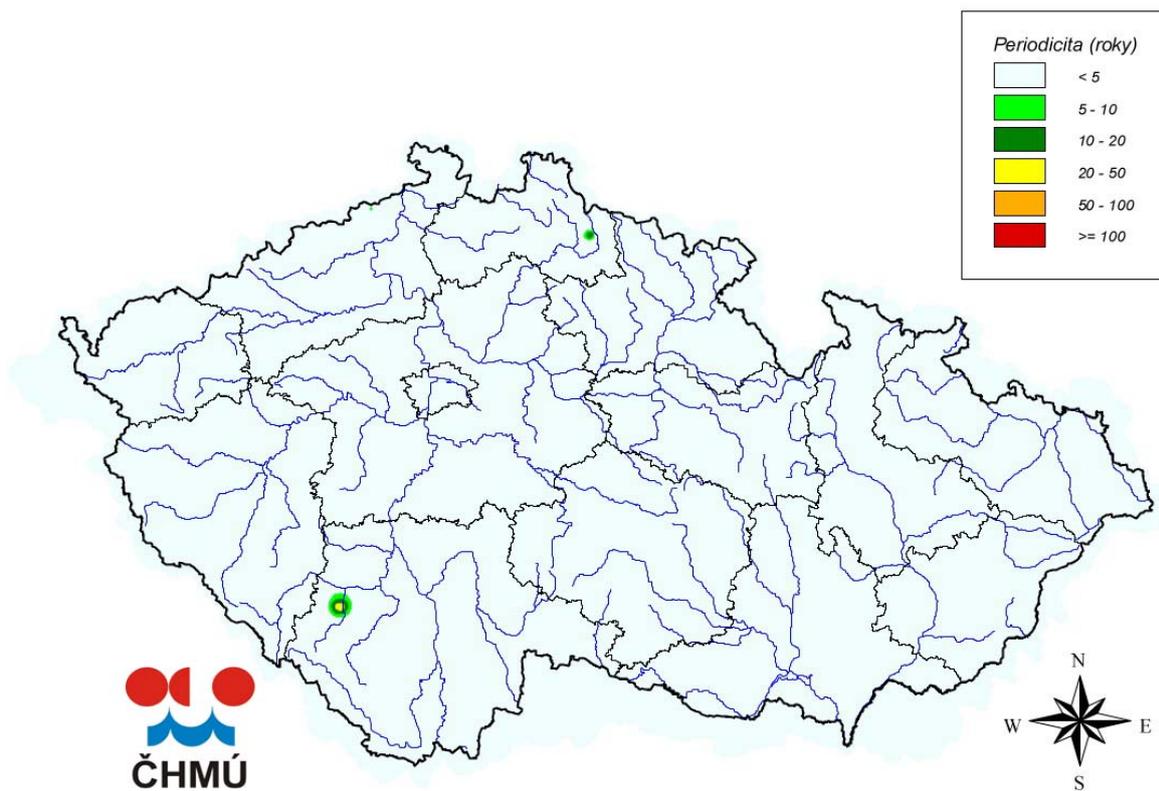
Obr. 3.44 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 1.7.2009.



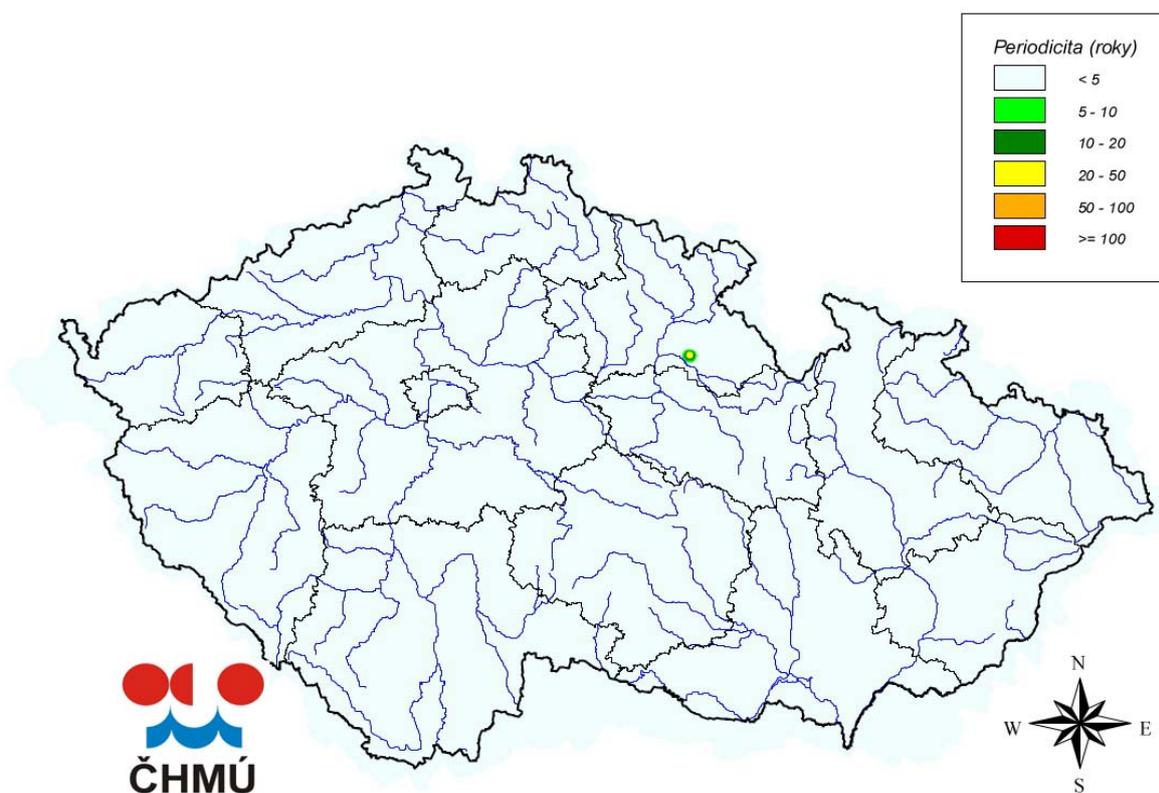
Obr. 3.45 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 2.7.2009.



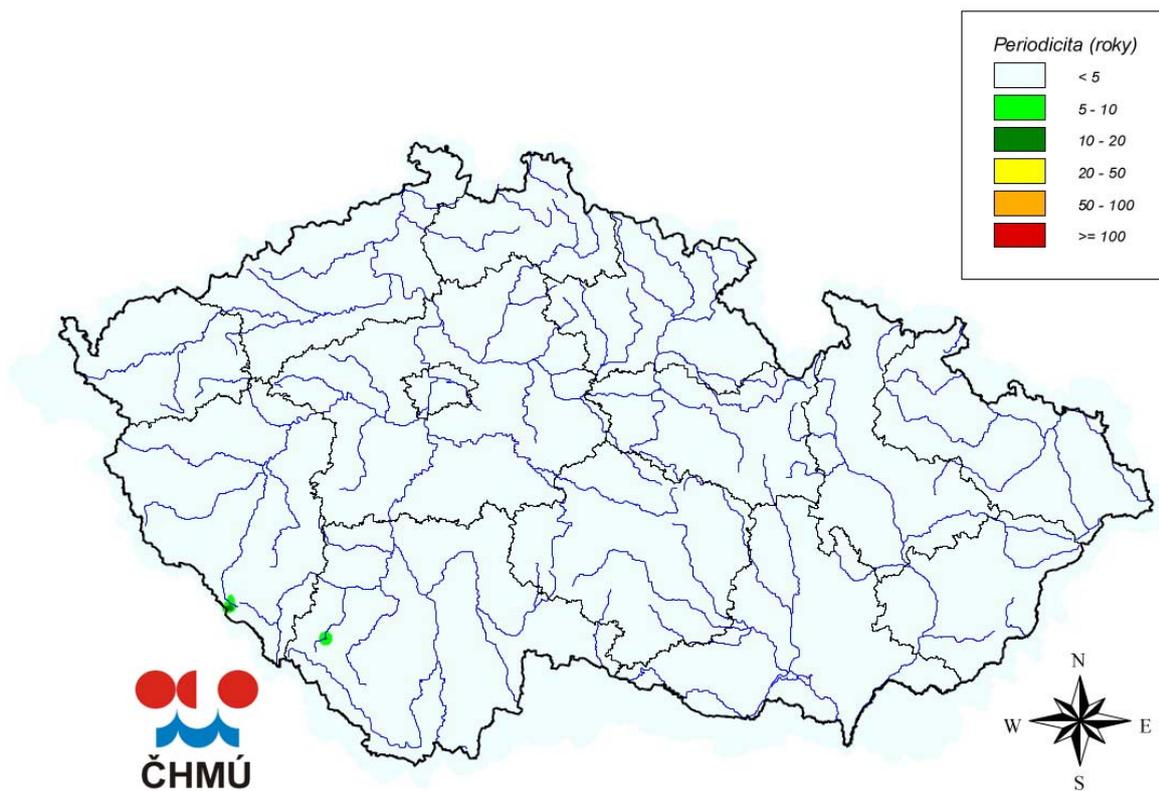
Obr. 3.46 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 3.7.2009.



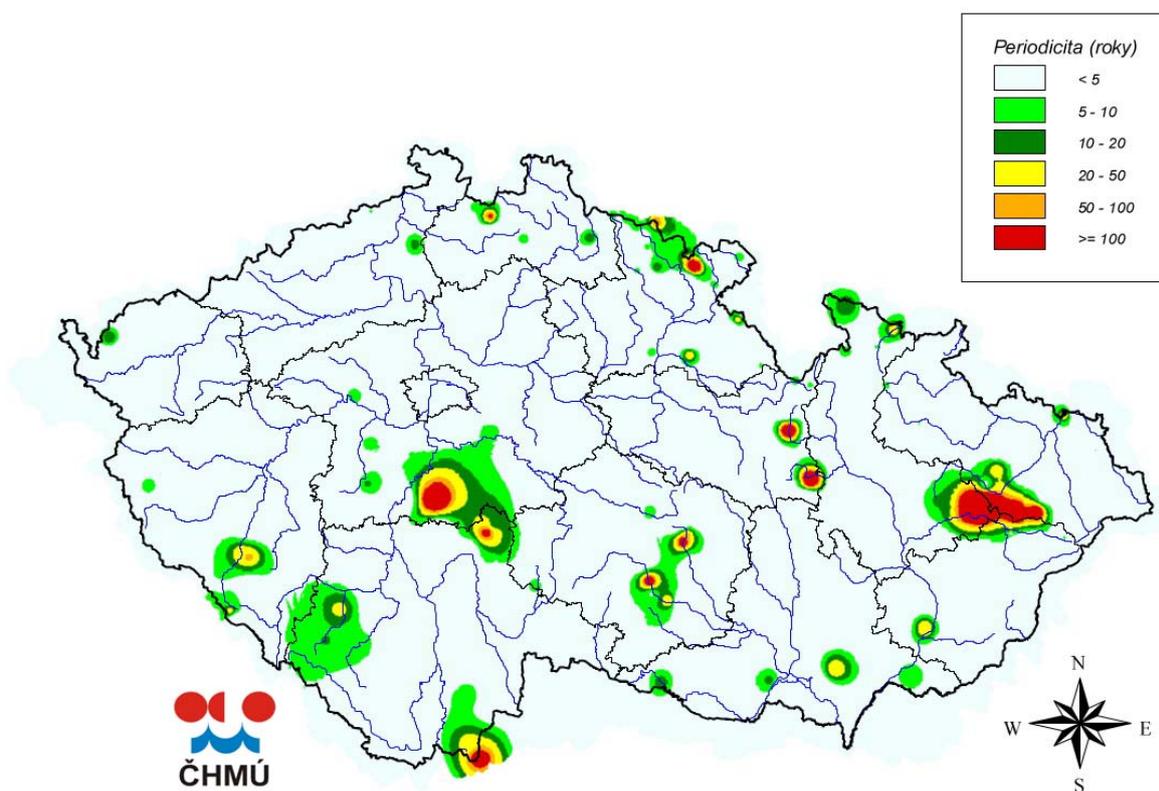
Obr. 3.47 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 4.7.2009.



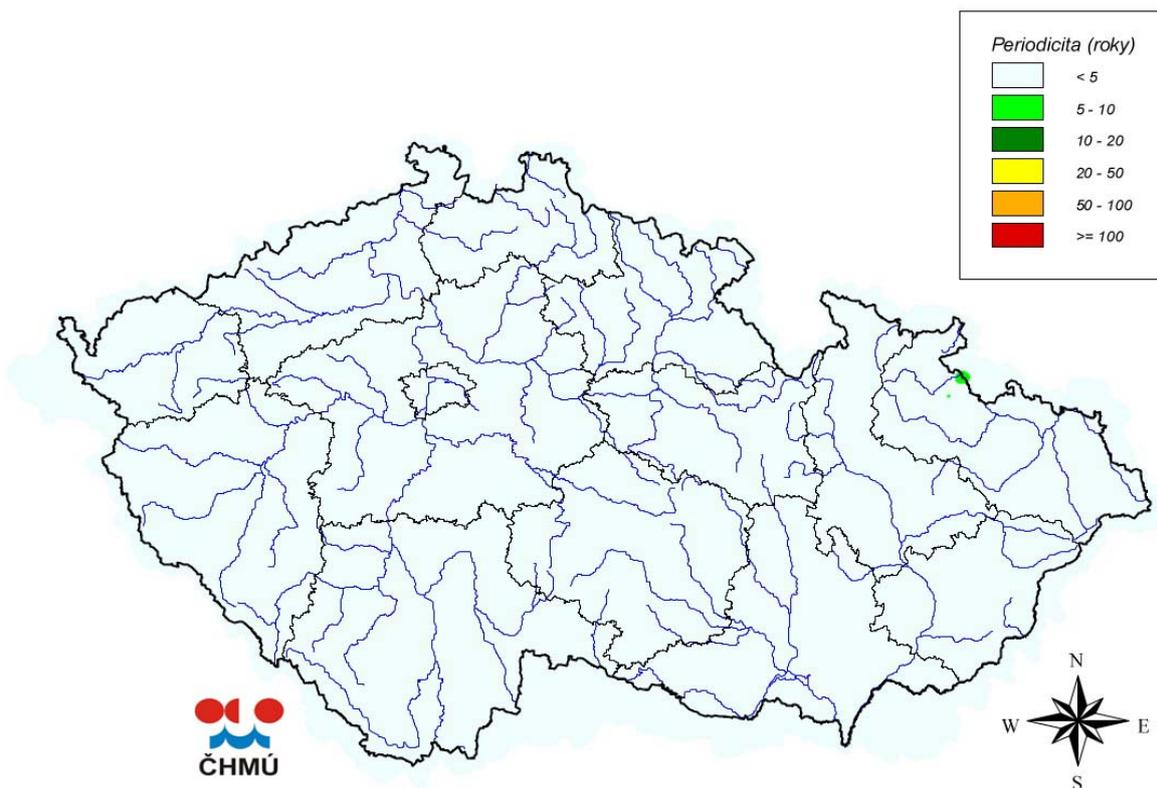
Obr. 3.48 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 5.7.2009.



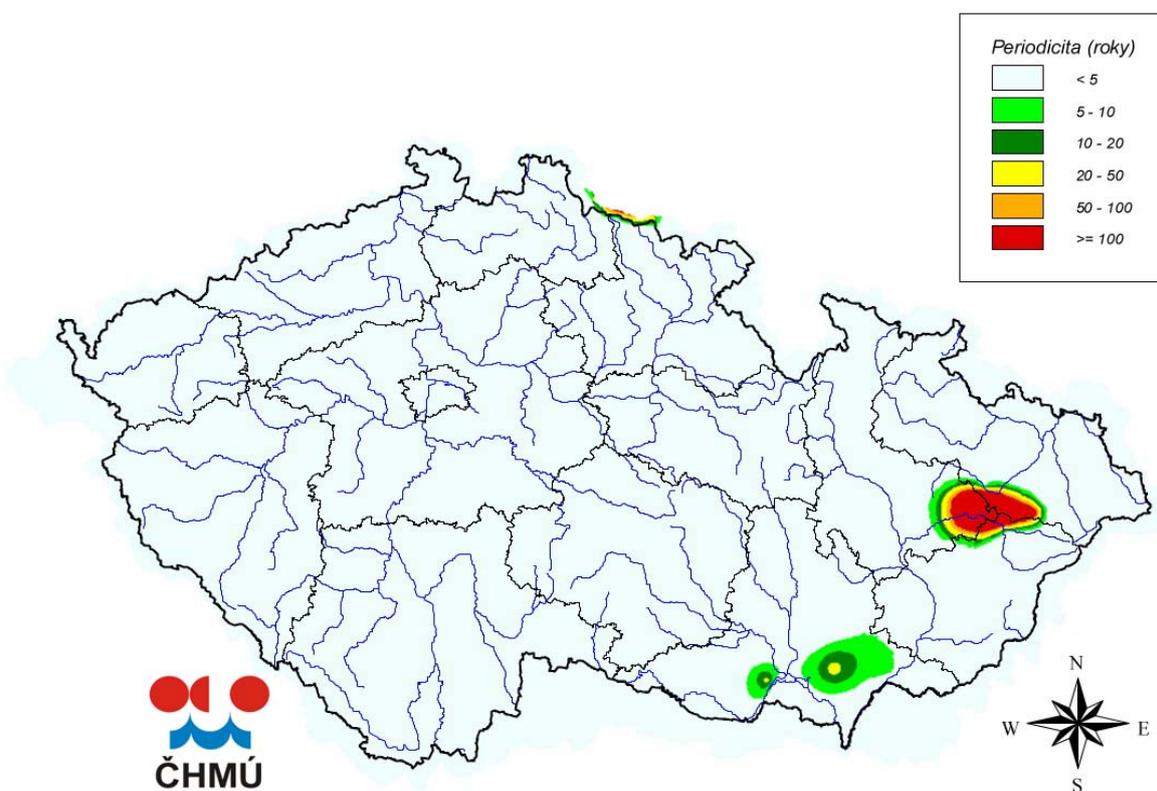
Obr. 3.49 Periodicita tříhodinových úhrnů srážek, 6.7.2009.



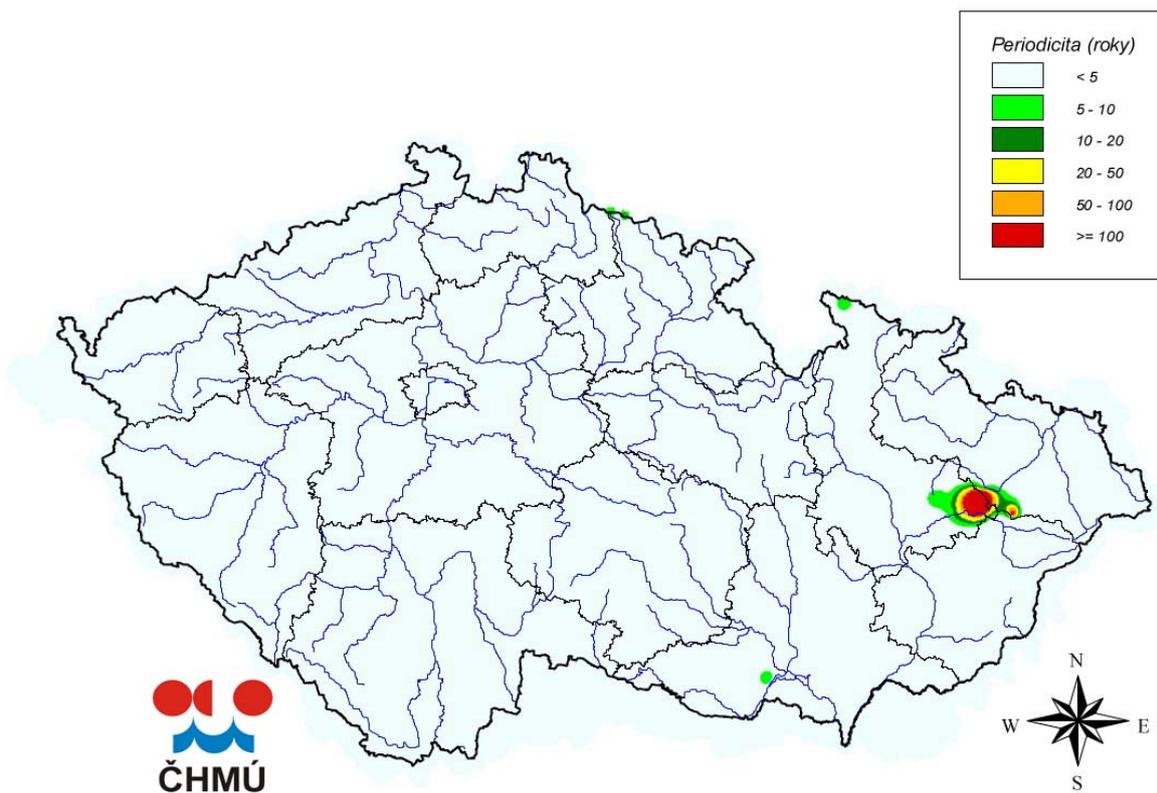
Obr. 3.50 Periodicita maximálních tříhodinových úhrnů srážek v období 20.6.2009–6.7.2009.



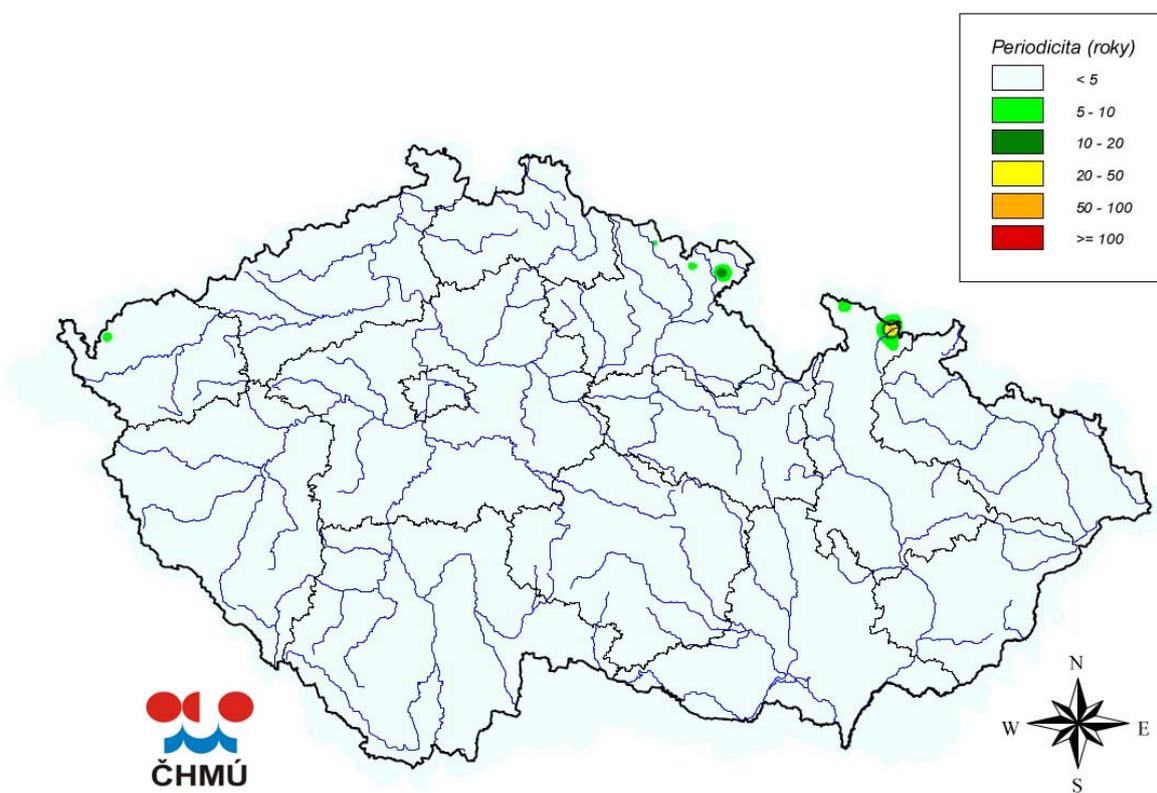
Obr. 3.51 Periodicita šestihodinových úhrnů srážek, 23.6.2009.



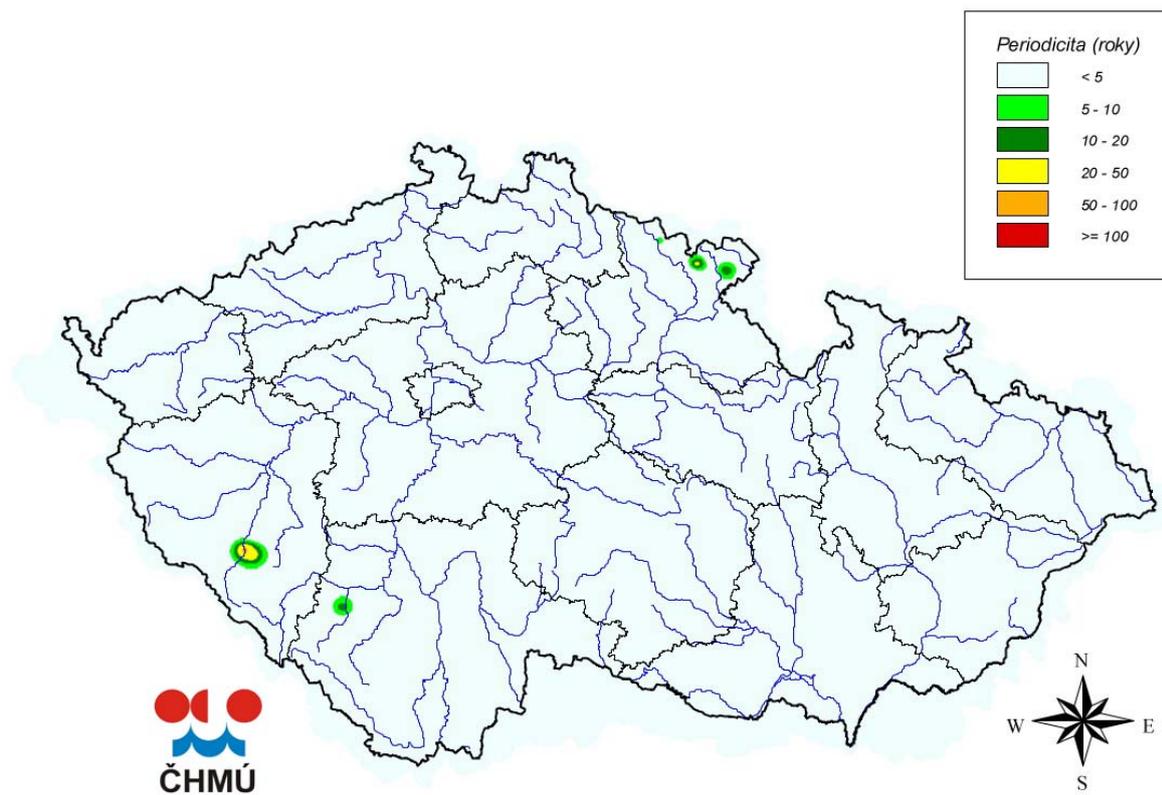
Obr. 3.52 Periodicita šestihodinových úhrnů srážek, 24.6.2009.



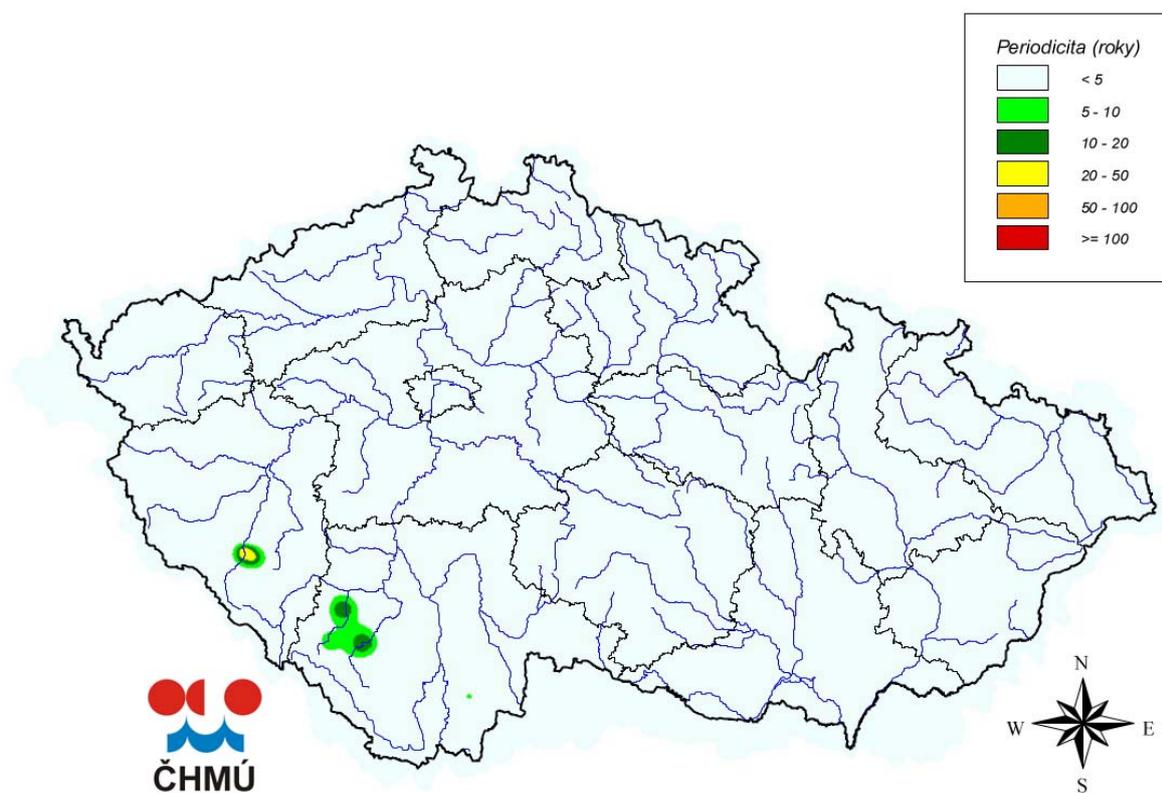
Obr. 3.53 Periodicita šestihodinových úhrnů srážek, 25.6.2009.



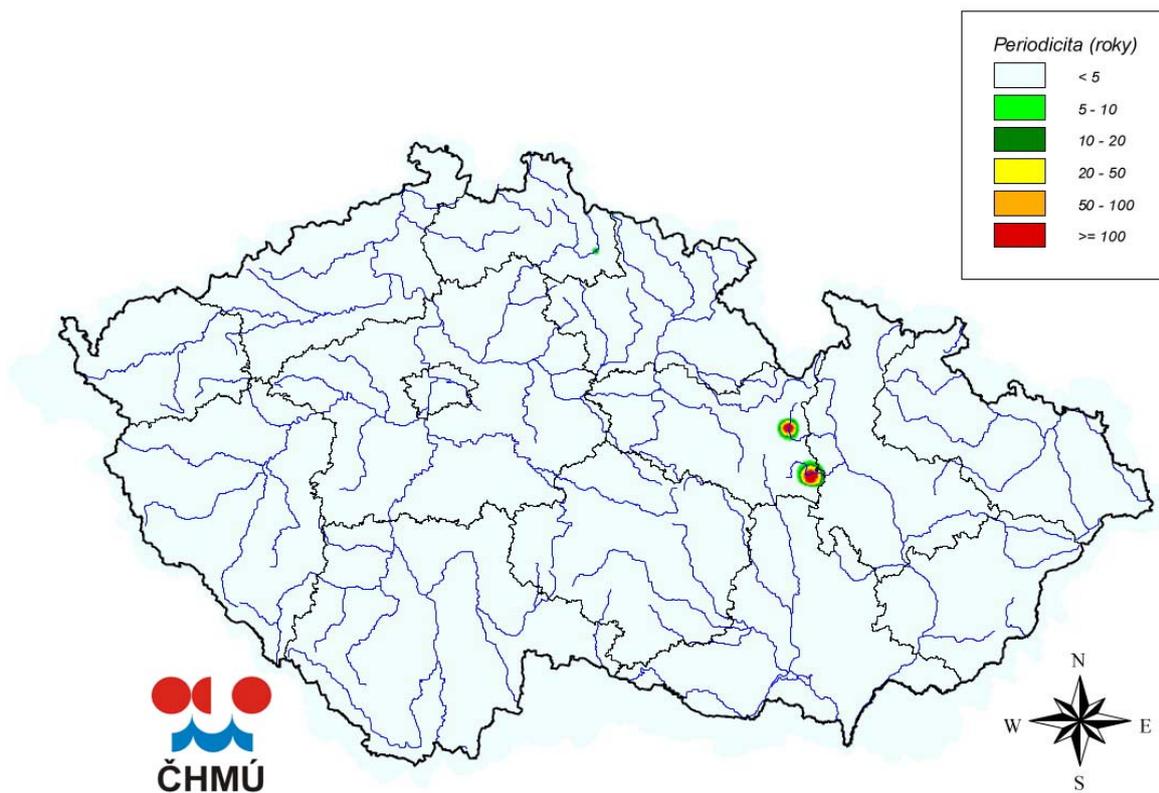
Obr. 3.54 Periodicita šestihodinových úhrnů srážek, 26.6.2009.



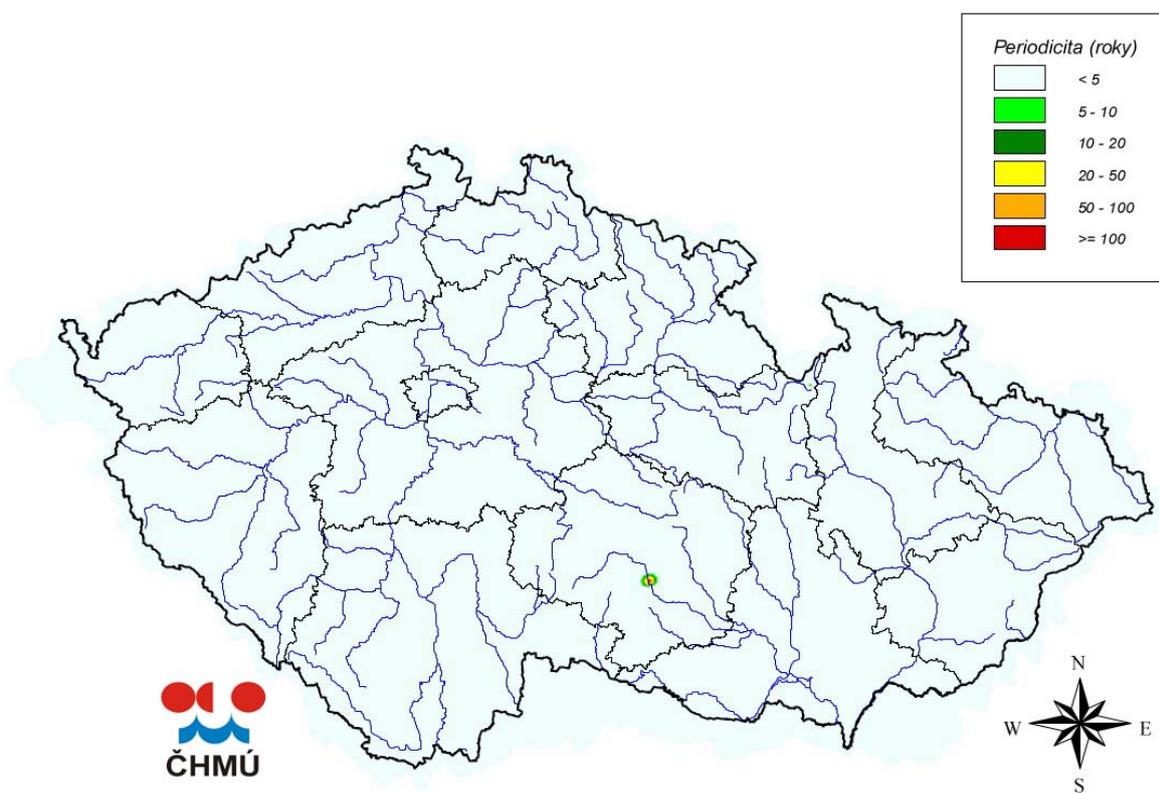
Obr. 3.55 Periodicita šestihodinových úhrnů srážek, 27.6.2009.



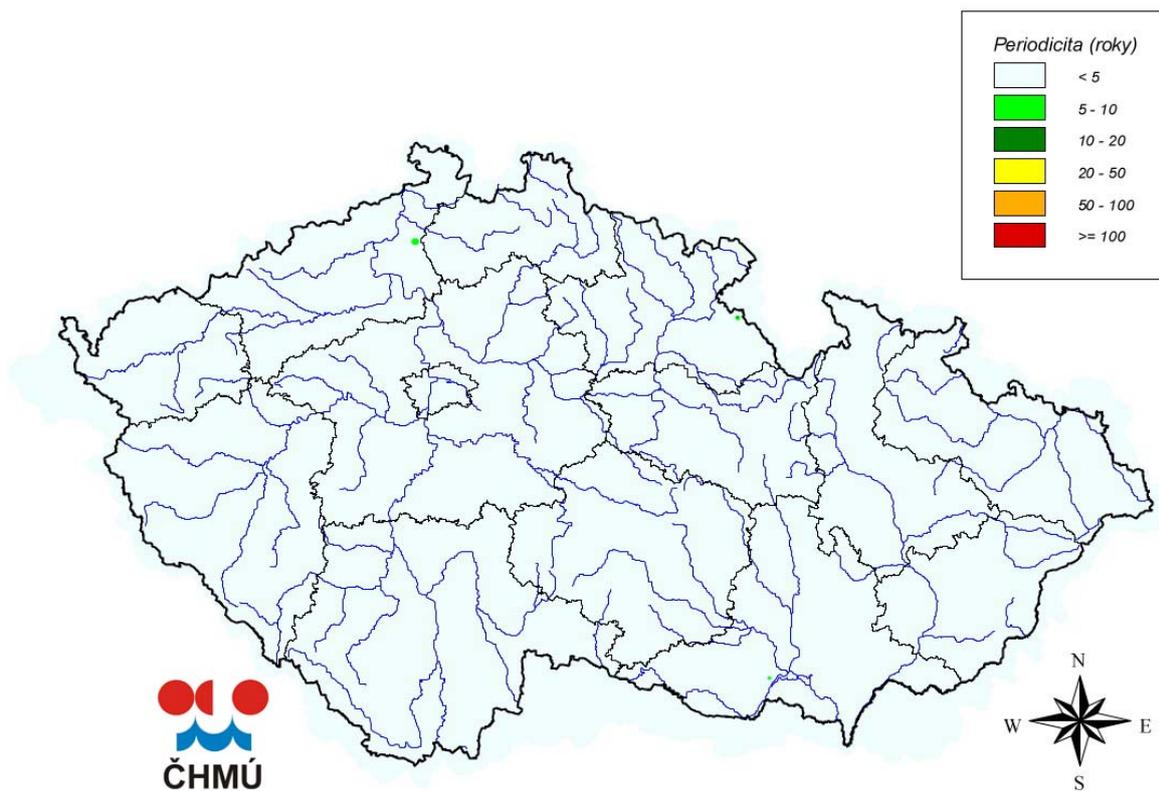
Obr. 3.56 Periodicita šestihodinových úhrnů srážek, 28.6.2009.



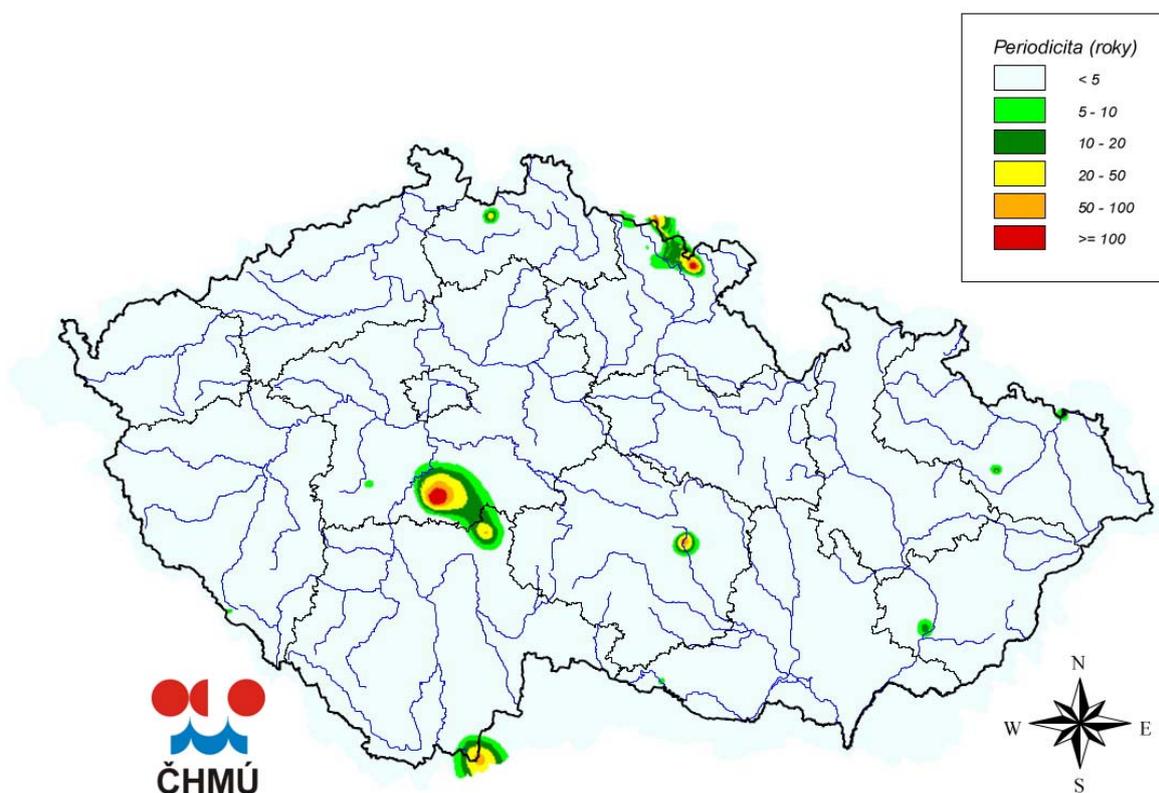
Obr. 3.57 Periodicita šestihodinových úhrnů srážek, 29.6.2009.



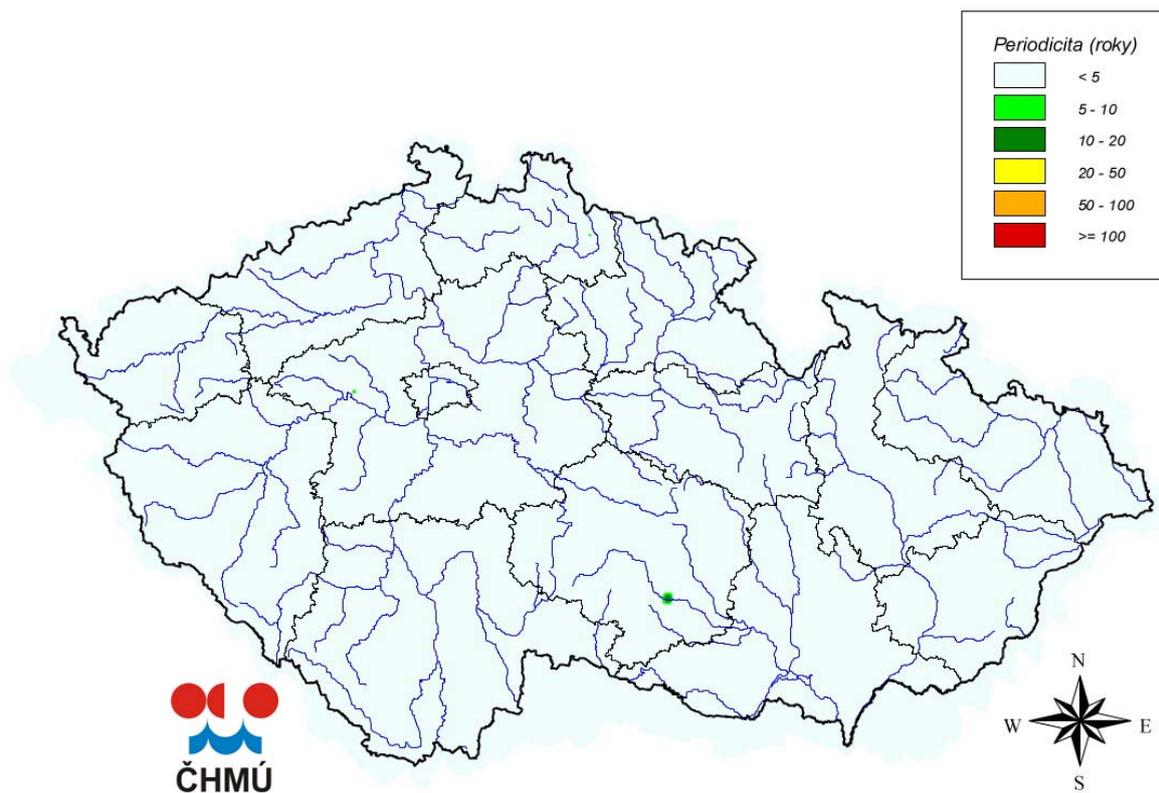
Obr. 3.58 Periodicita šestihodinových úhrnů srážek, 30.6.2009.



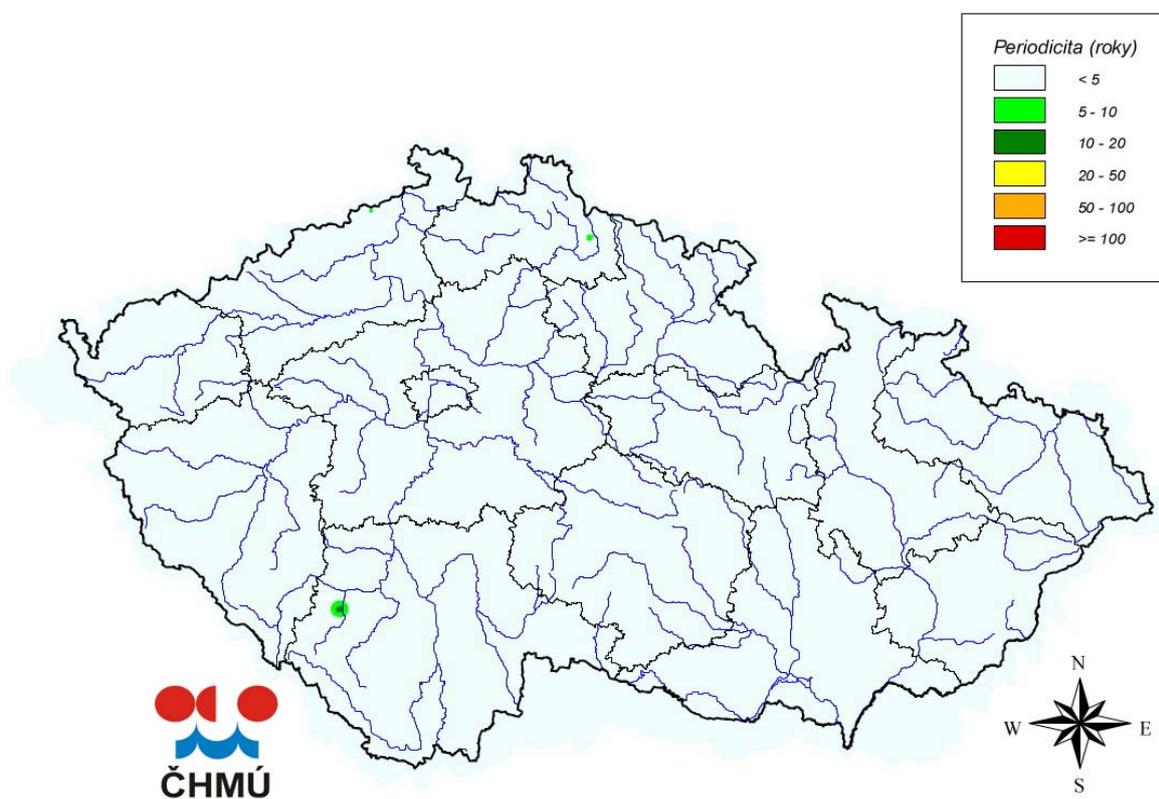
Obr. 3.59 Periodicita šestihodinových úhrnů srážek, 1.7.2009.



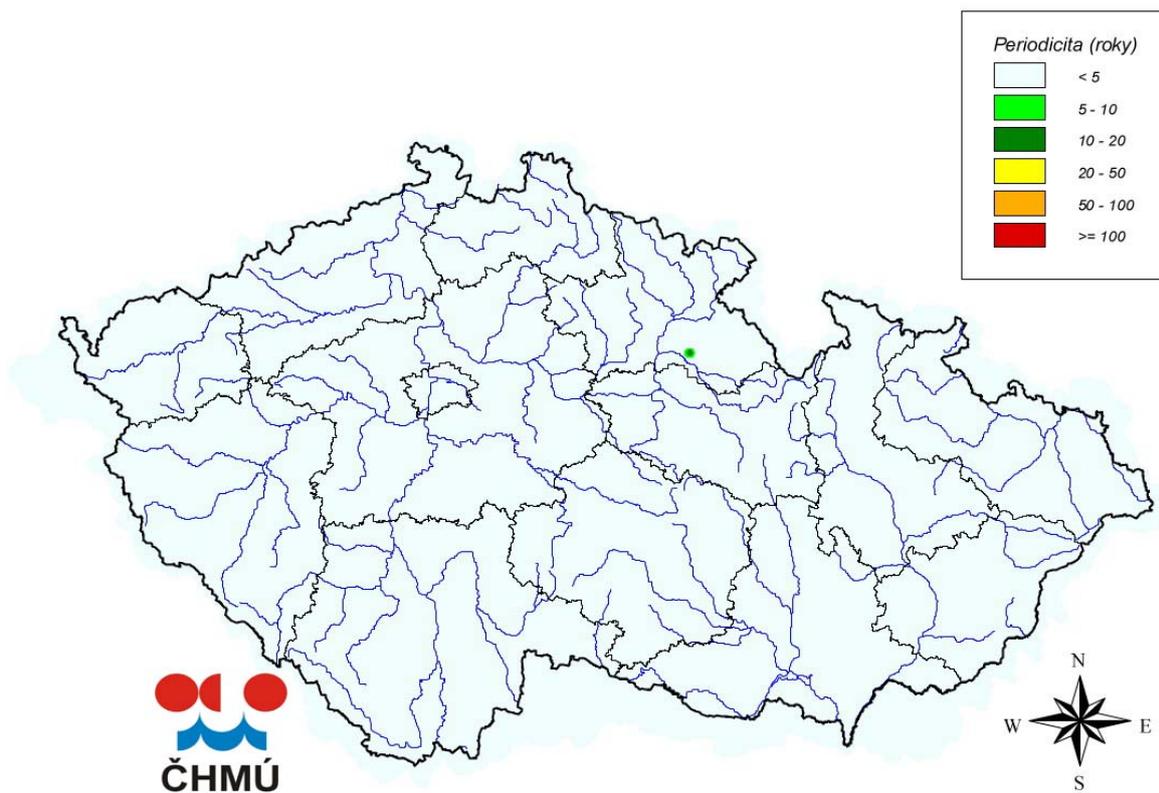
Obr. 3.60 Periodicita šestihodinových úhrnů srážek, 2.7.2009.



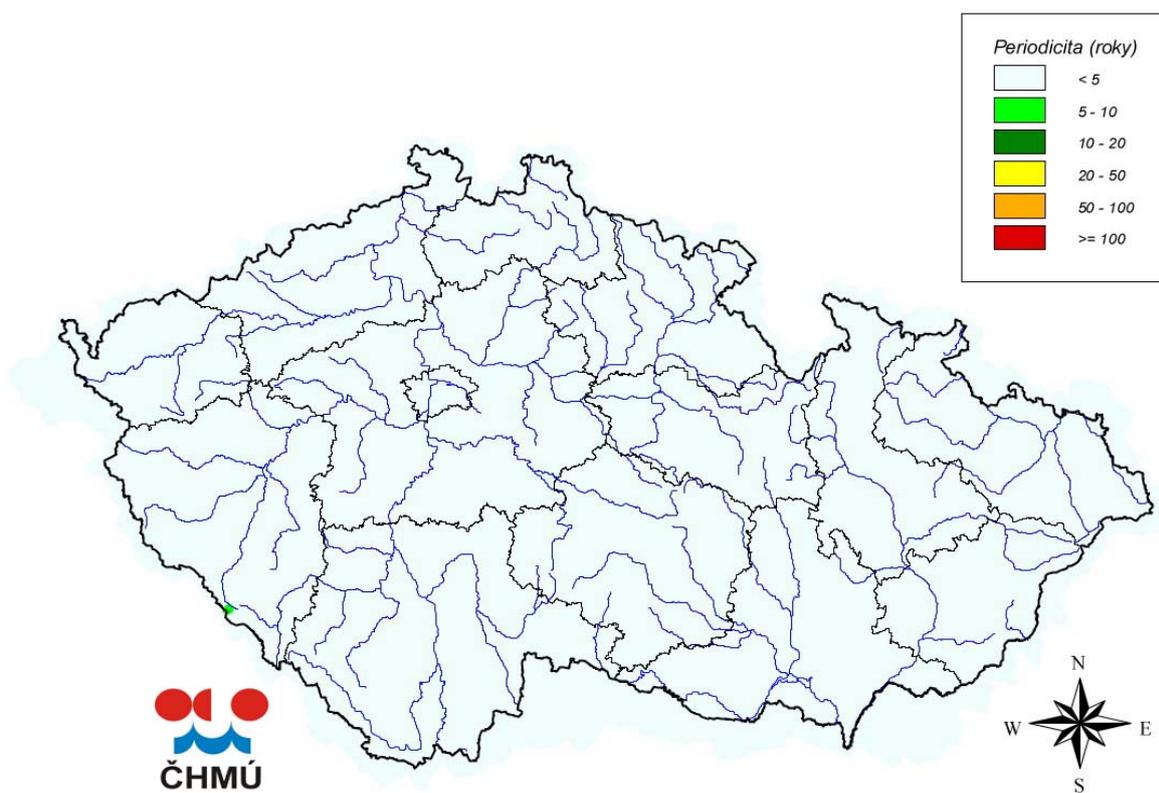
Obr. 3.61 Periodicita šestihodinových úhrnů srážek, 3.7.2009.



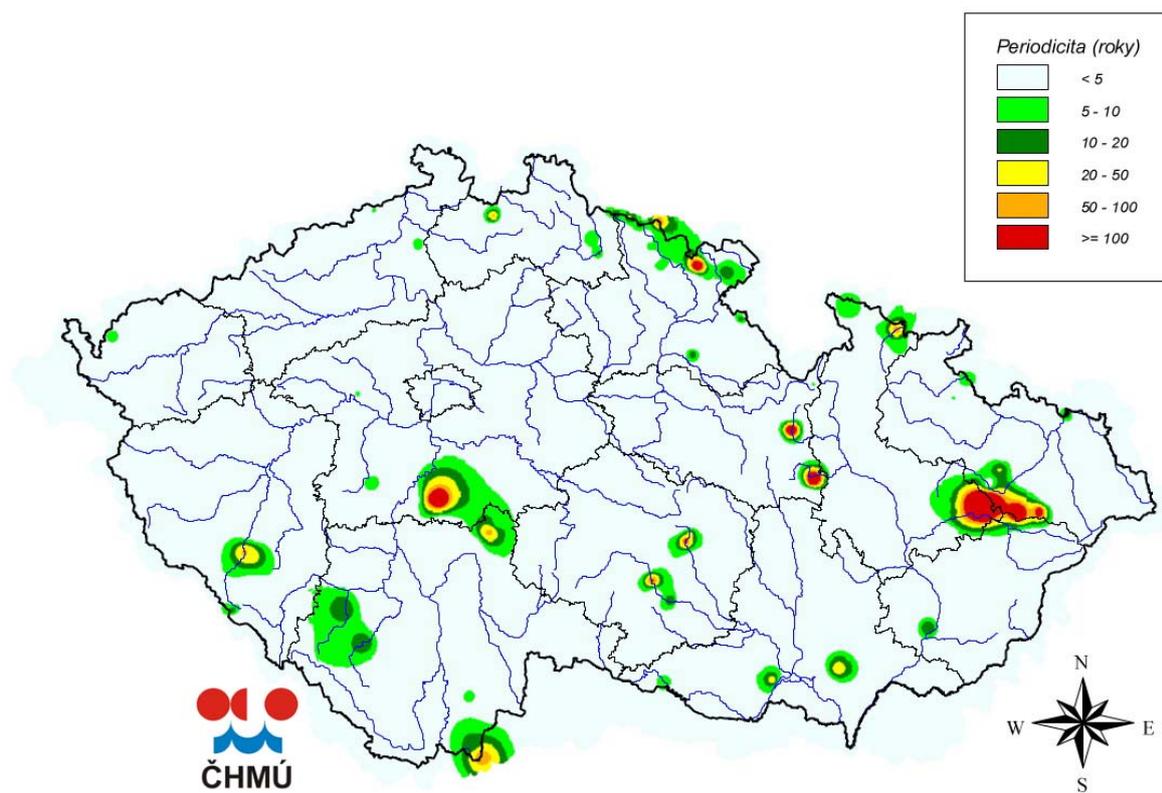
Obr. 3.62 Periodicita šestihodinových úhrnů srážek, 4.7.2009.



Obr. 3.63 Periodicita šestihodinových úhrnů srážek, 5.7.2009.

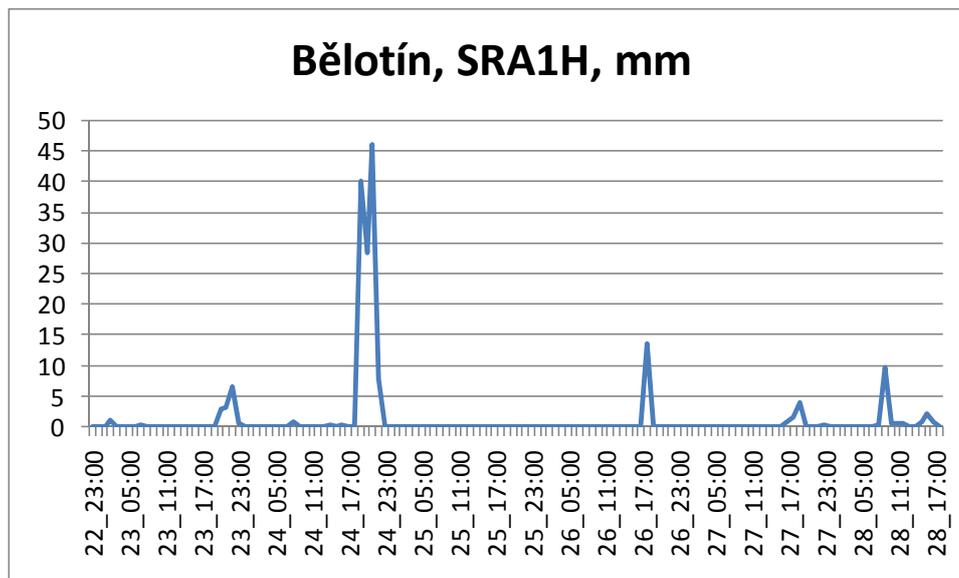


Obr. 3.64 Periodicita šestihodinových úhrnů srážek, 6.7.2009.

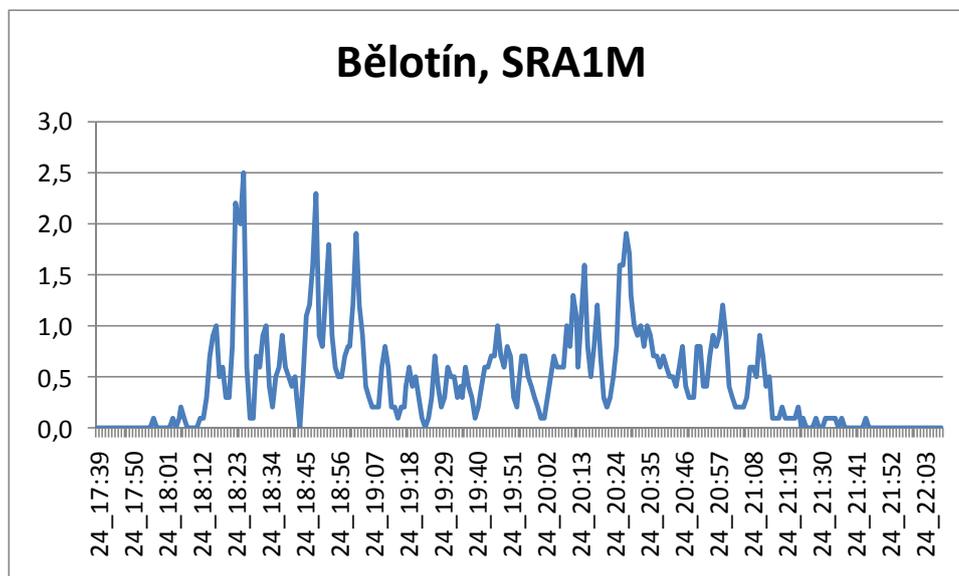


Obr. 3.65 Periodicita maximálních šestihodinových úhrnů srážek v období 20.6.2009–6.7.2009.

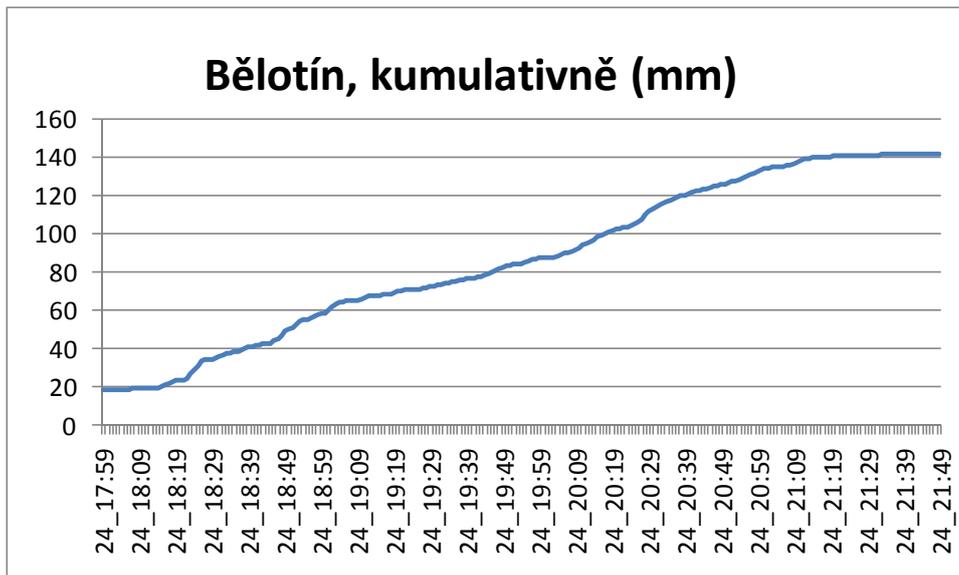
Příloha č. 5 Grafy (seřazeno abecedně dle názvů stanic)



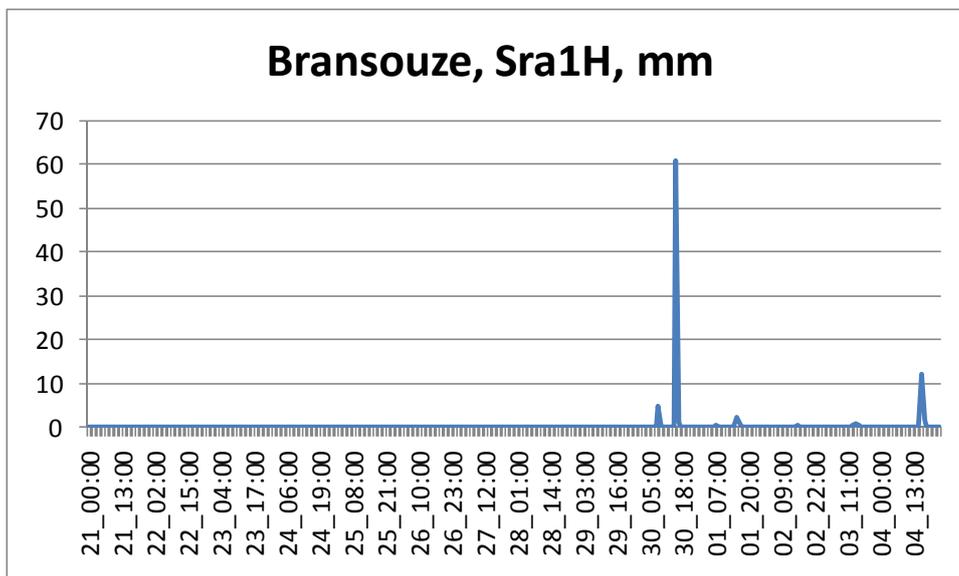
Obr. 3.66 Bělotín. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



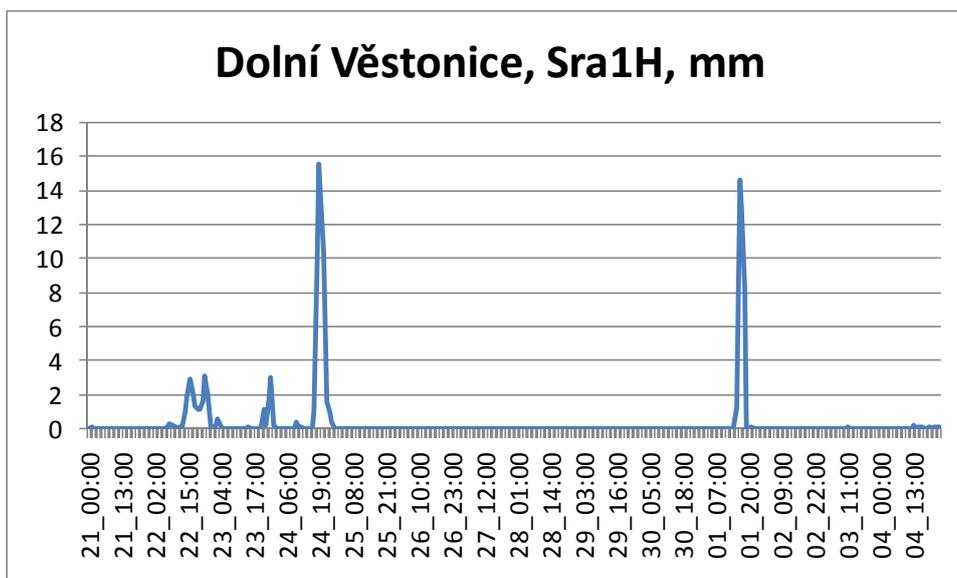
Obr. 3.67 Bělotín. Průběh minutových úhrnů srážek největšího deště (mm).



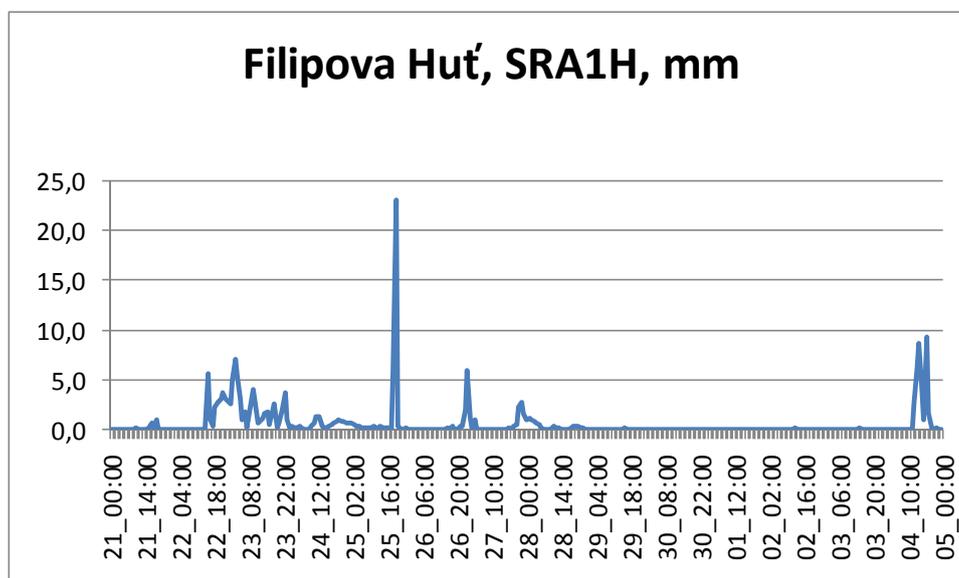
Obr. 3.68 Bělotín. Průběh minutových úhrnů srážek největšího deště kumulativně (mm).



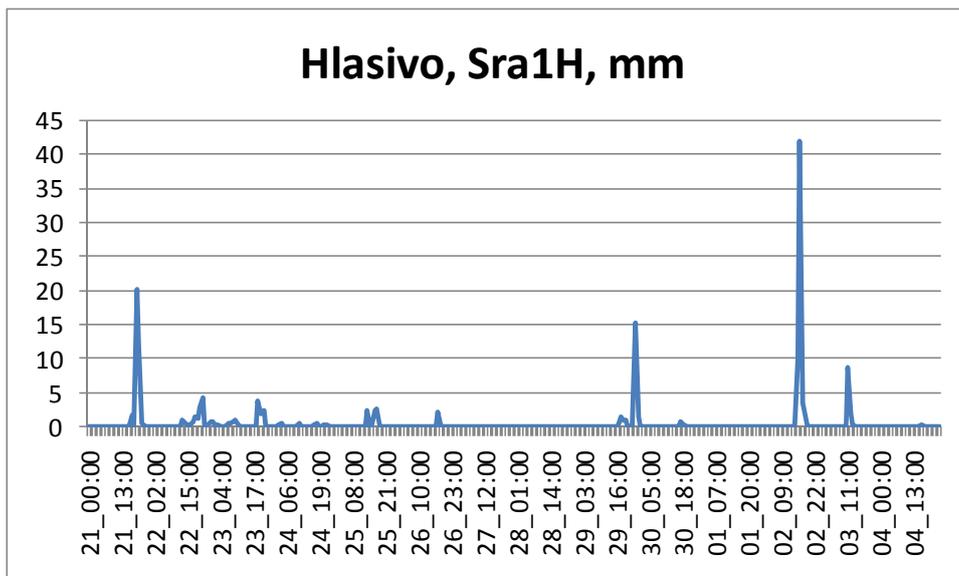
Obr. 3.69 Bransouze. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



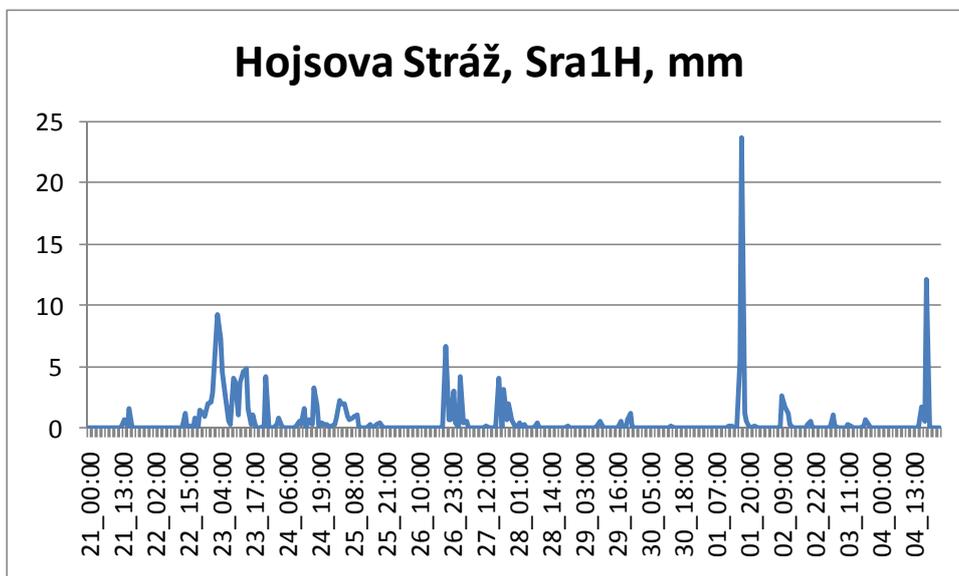
Obr. 3.70 Dolní Věstonice. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



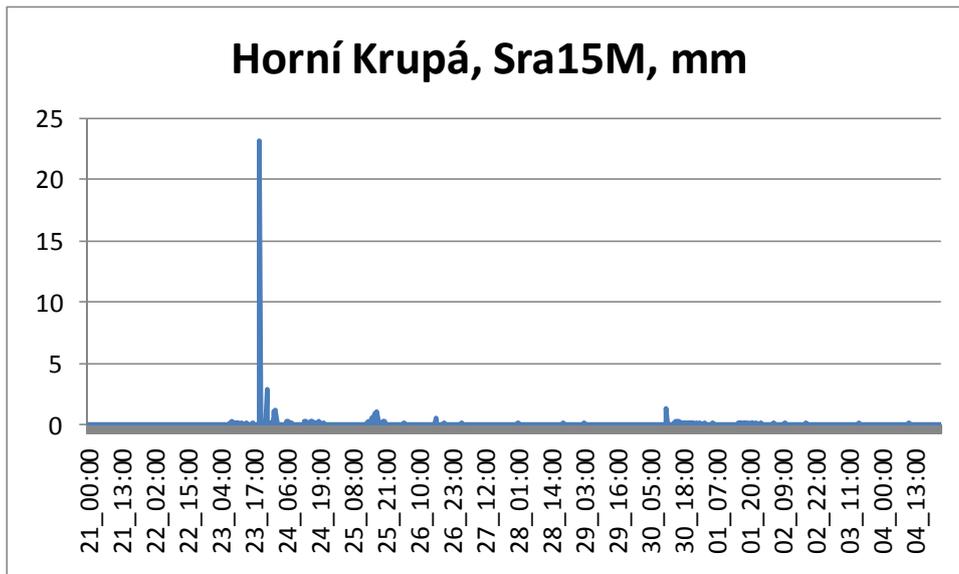
Obr. 3.71 Filipova Huť. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



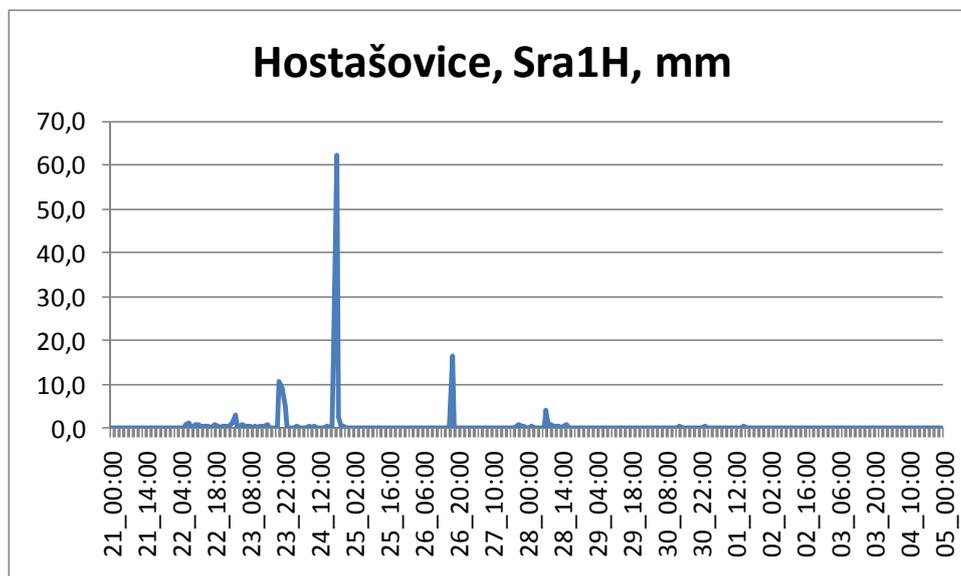
Obr. 3.72 Hlasivo. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



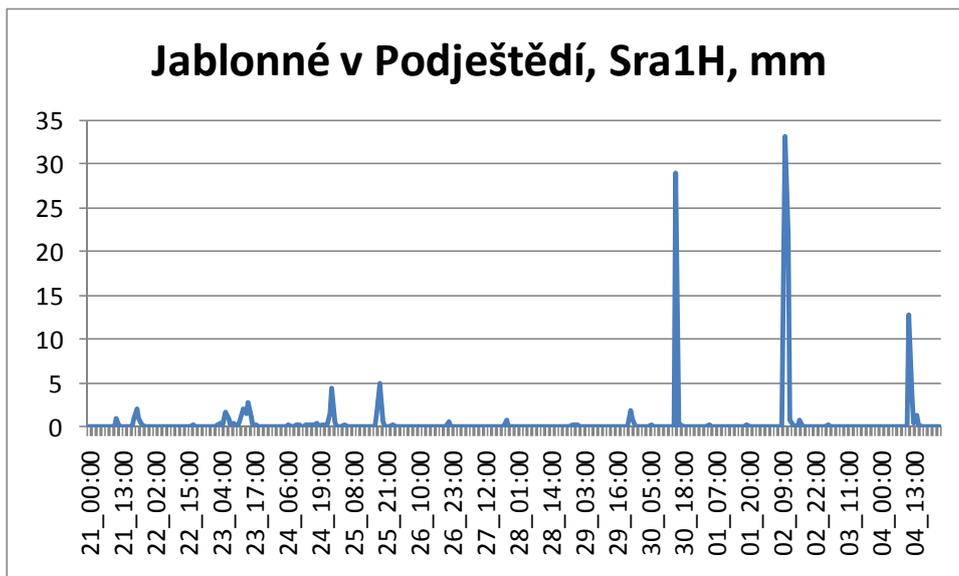
Obr. 3.73 Hojsova Stráž. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



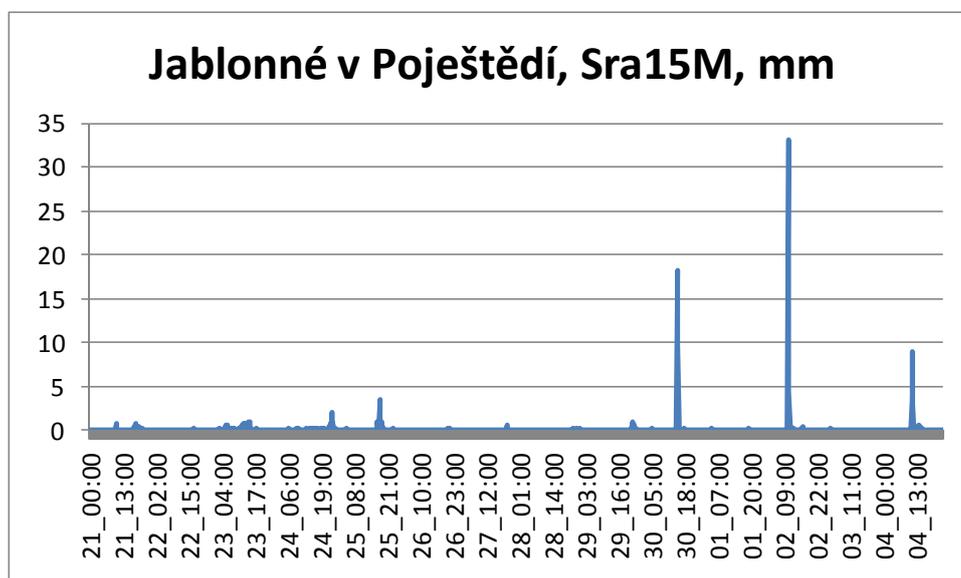
Obr. 3.74 Horní Krupá. Průběh patnáctiminutových úhrňů srážek (mm).



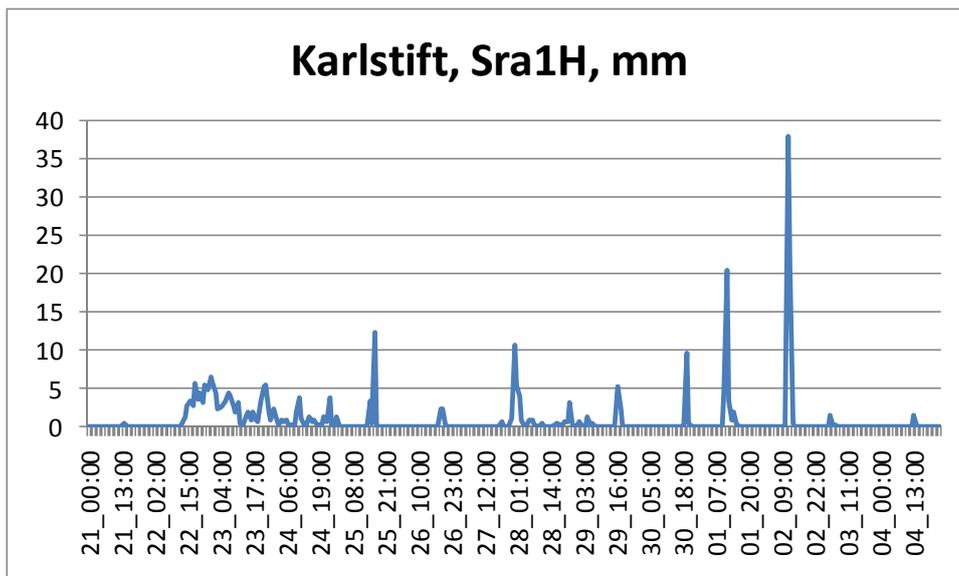
Obr. 3.75 Hostašovice. Průběh hodinových úhrňů srážek (mm).



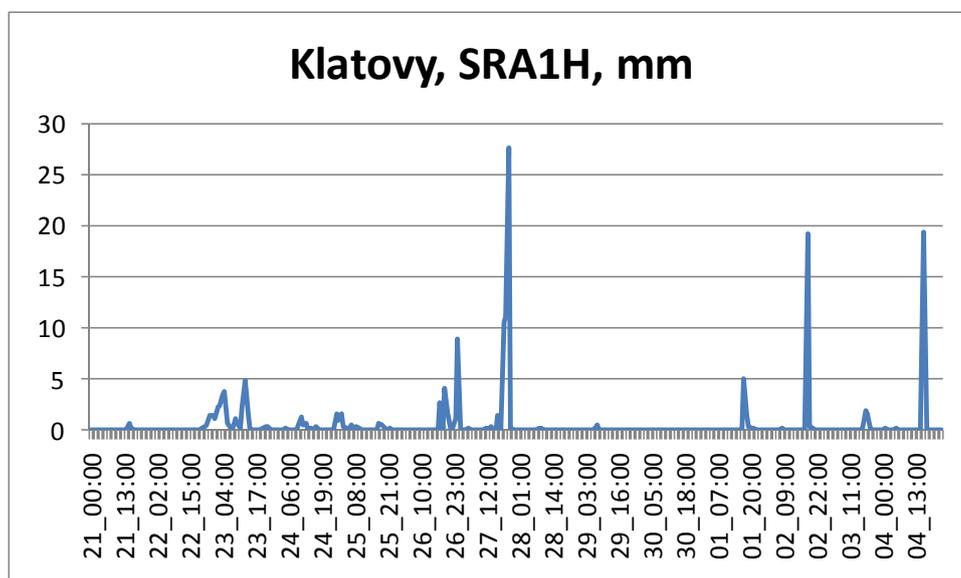
Obr. 3.76 Jablonné v Podještědí. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



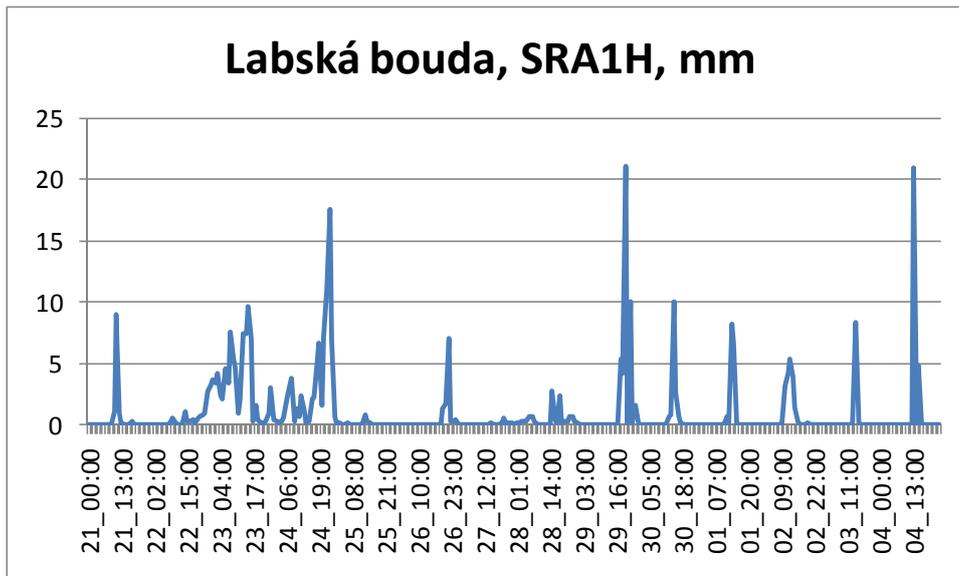
Obr. 3.77 Jablonné v Podještědí. Průběh patnáctiminutových úhrnů srážek (mm).



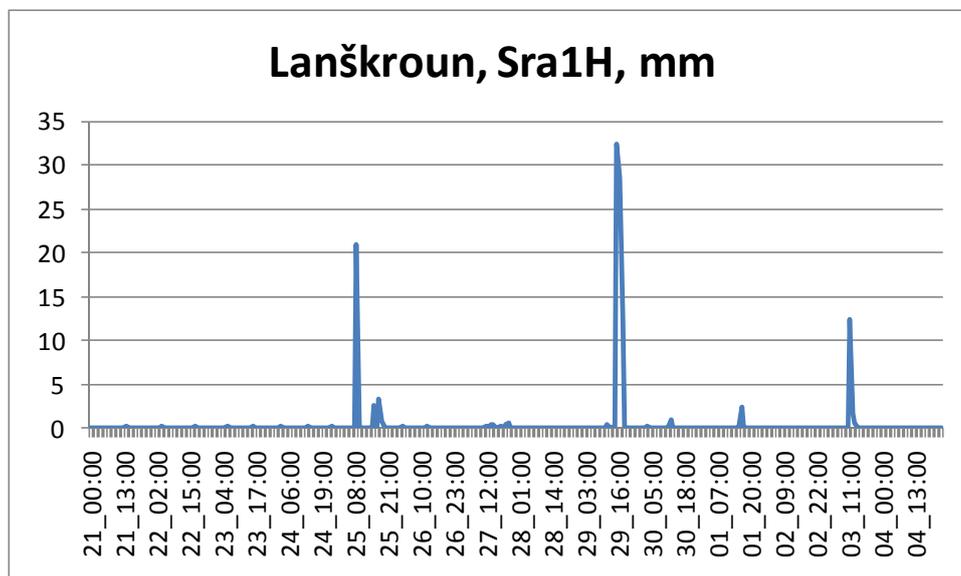
Obr. 3.78 Karlstift. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



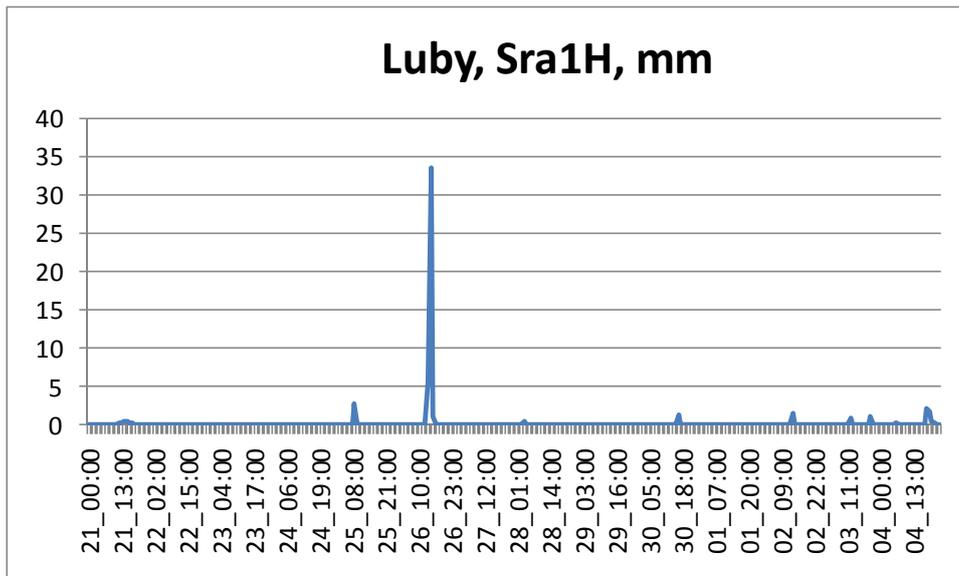
Obr. 3.79 Klatovy. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



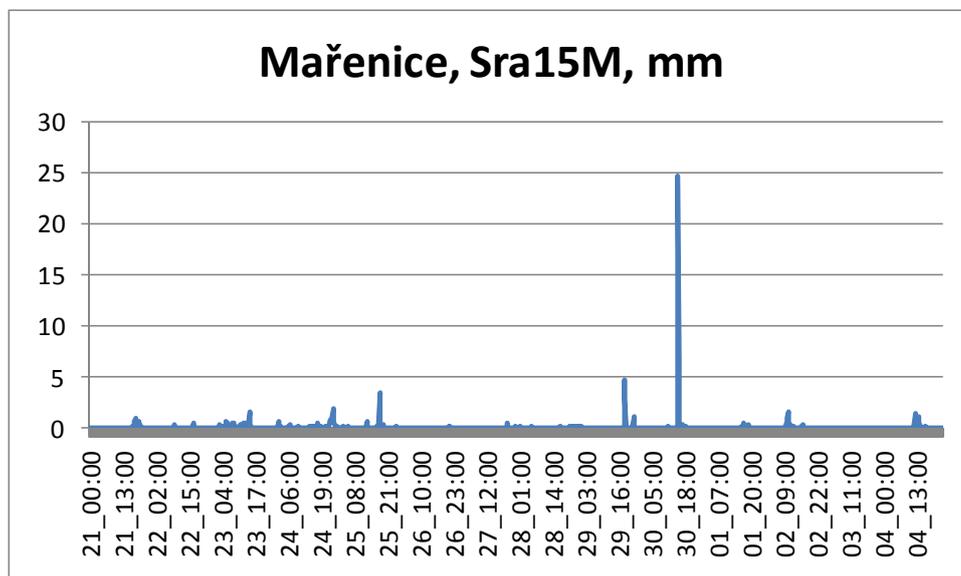
Obr. 3.80 Labská bouda. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



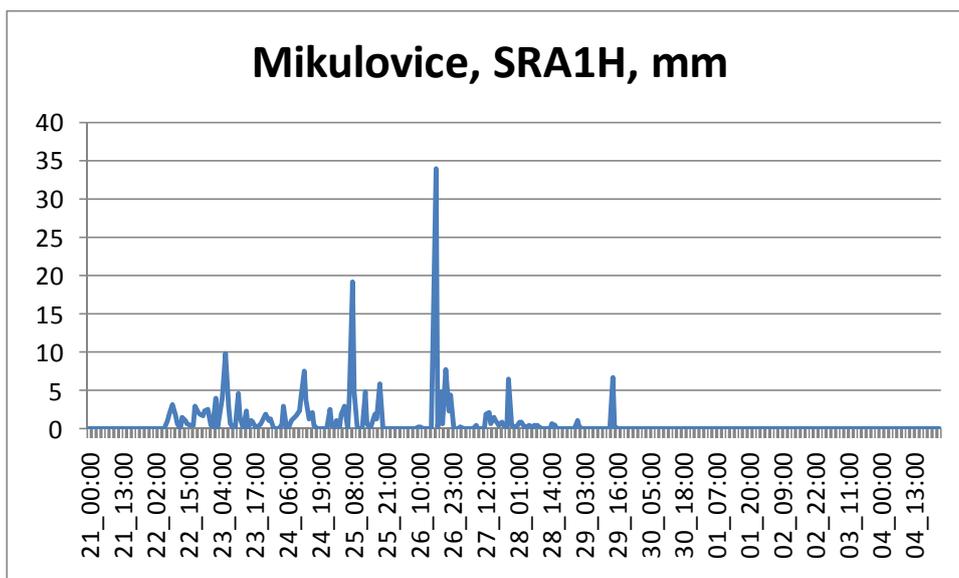
Obr. 3.81 Lanškroun. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



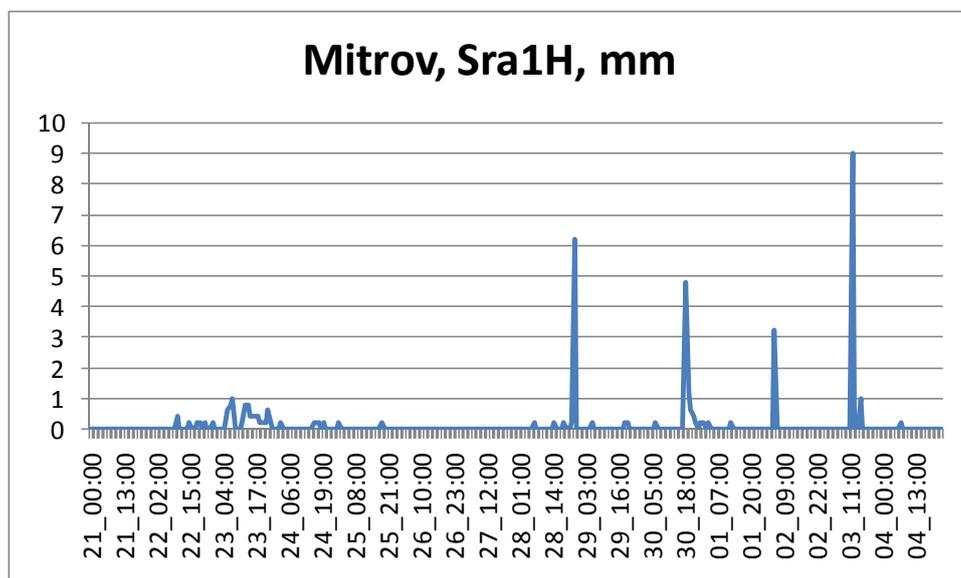
Obr. 3.82 Luby. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



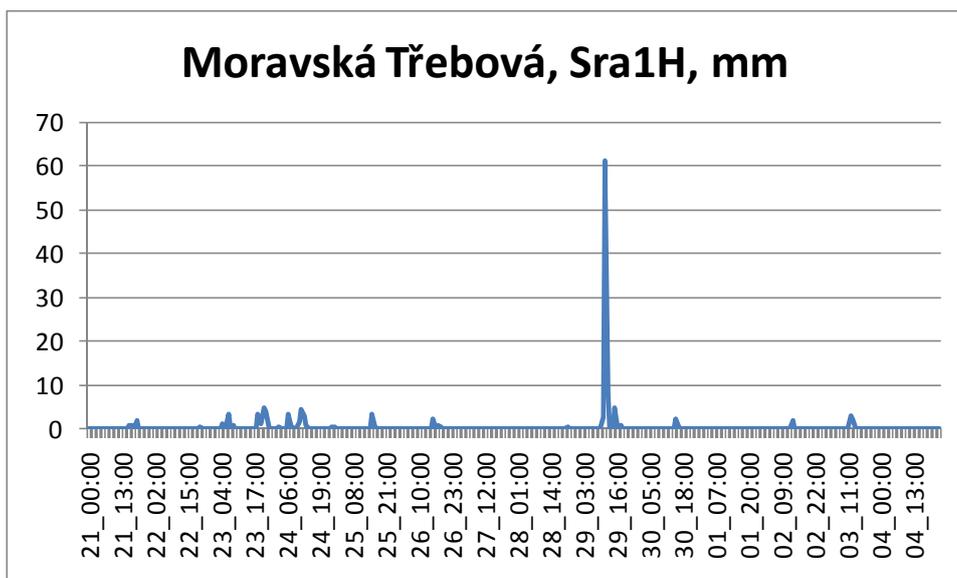
Obr. 3.83 Mařenice. Průběh patnáctiminutových úhrnů srážek (mm).



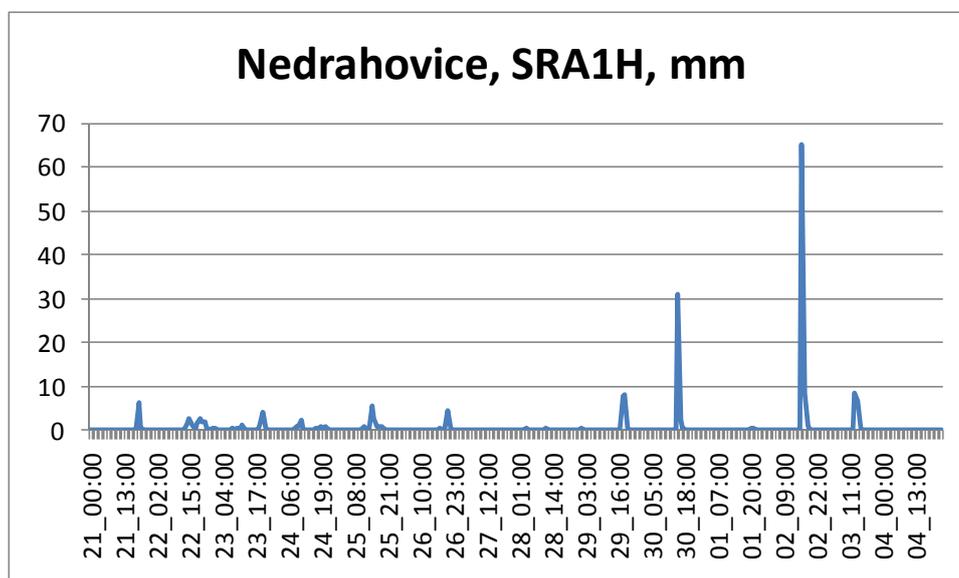
Obr. 3.84 Mikulovice. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



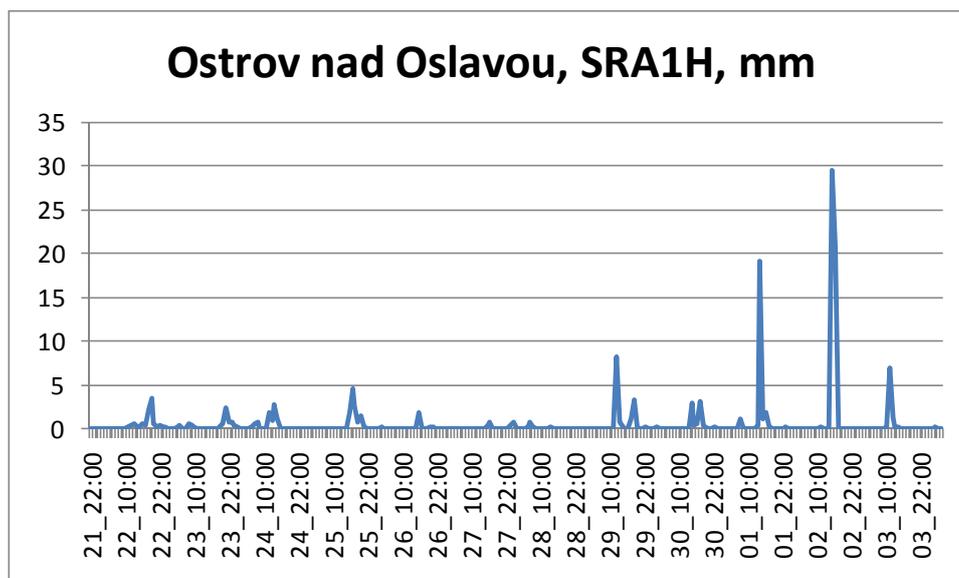
Obr. 3.85 Mitrov. Průběh patnáctiminutových úhrnů srážek (mm).



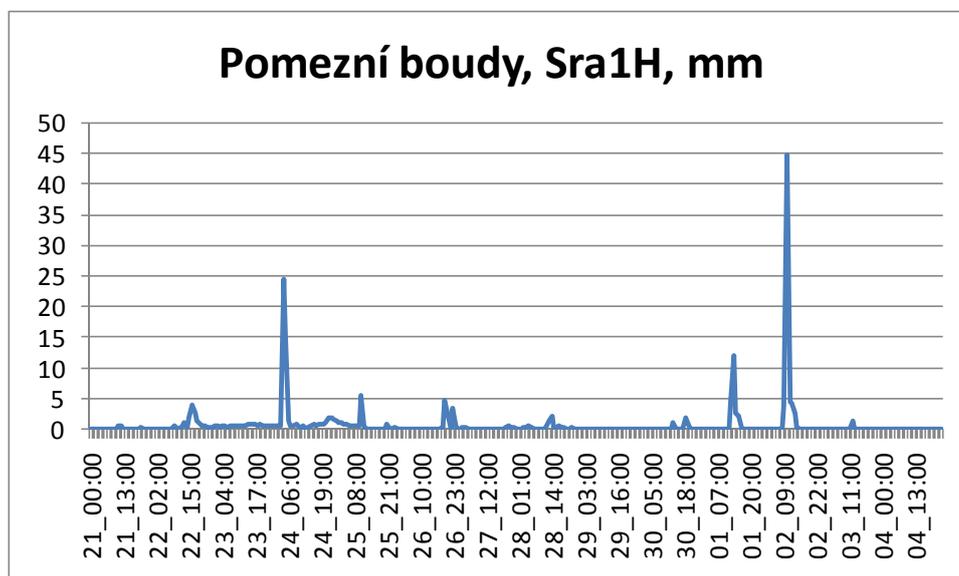
Obr. 3.86 Moravská Třebová. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



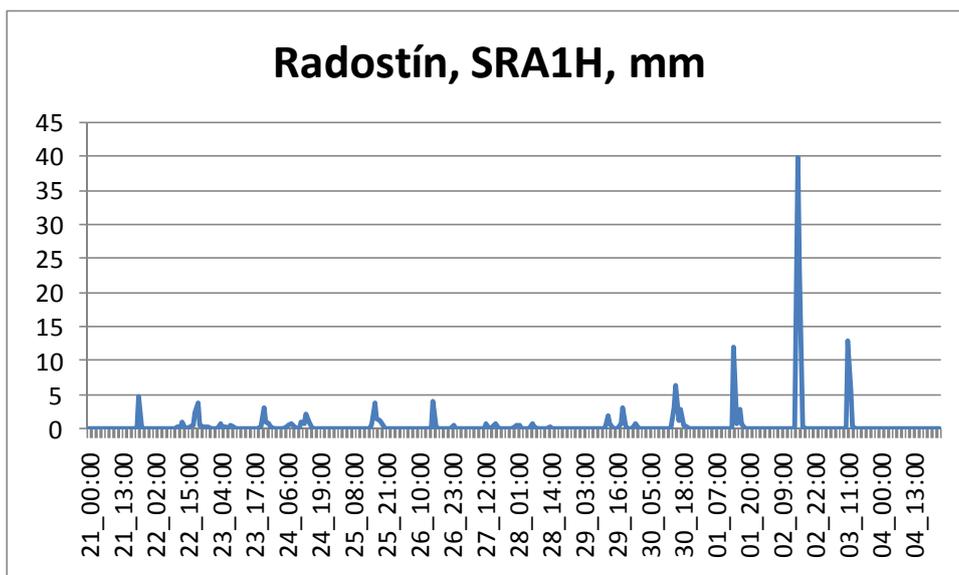
Obr. 3.87 Nedrahovice. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



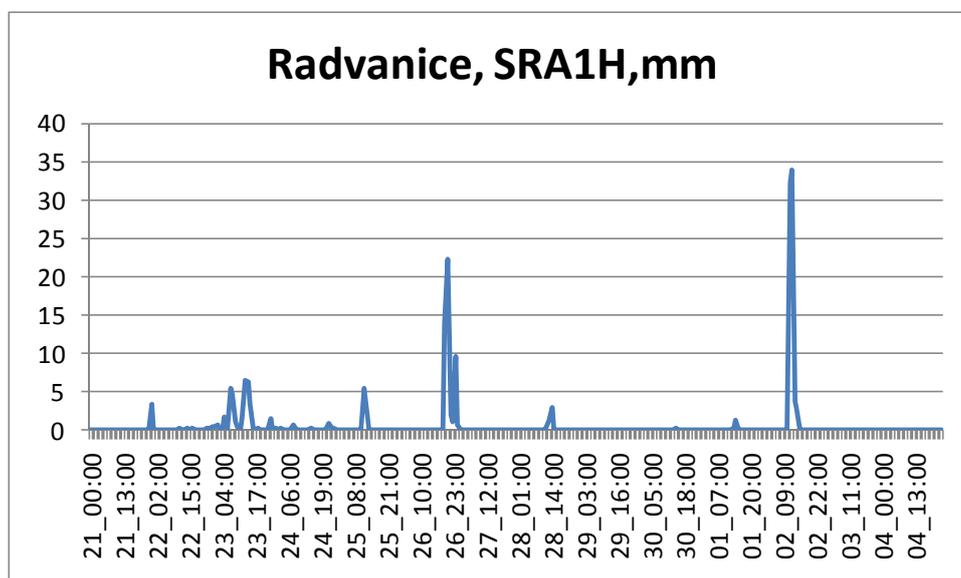
Obr. 3.88 Ostrov nad Oslavou. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



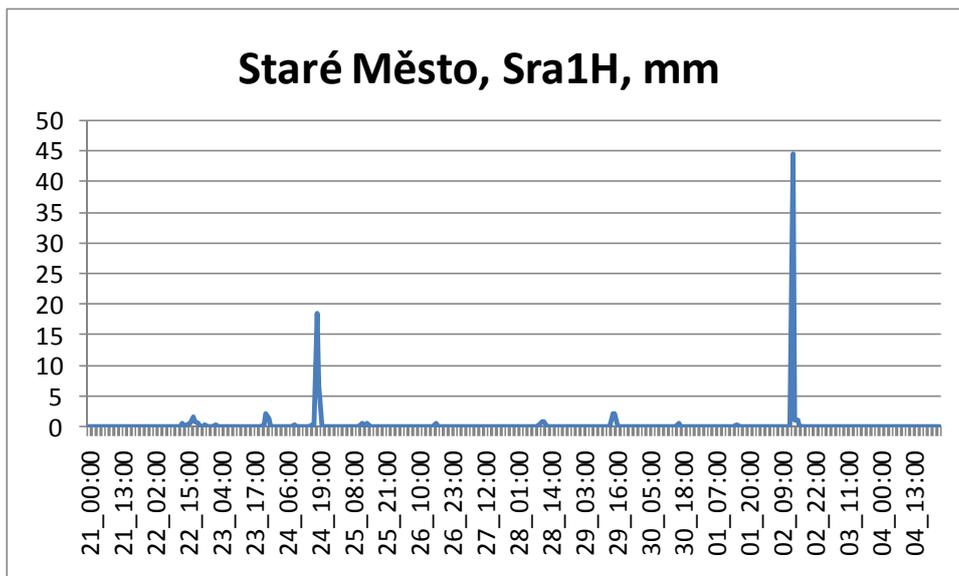
Obr. 3.89 Pomezní Boudy. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



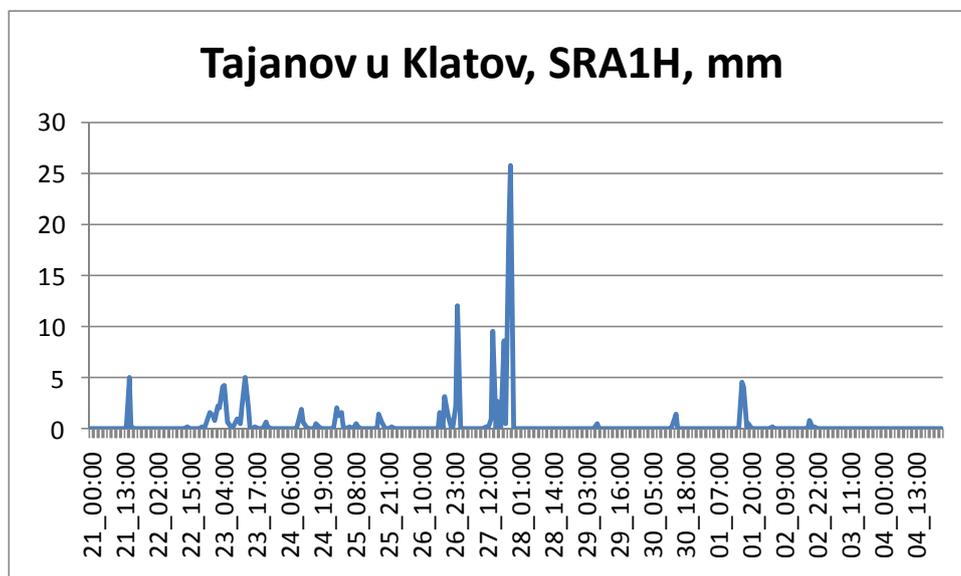
Obr. 3.90 Radostín. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



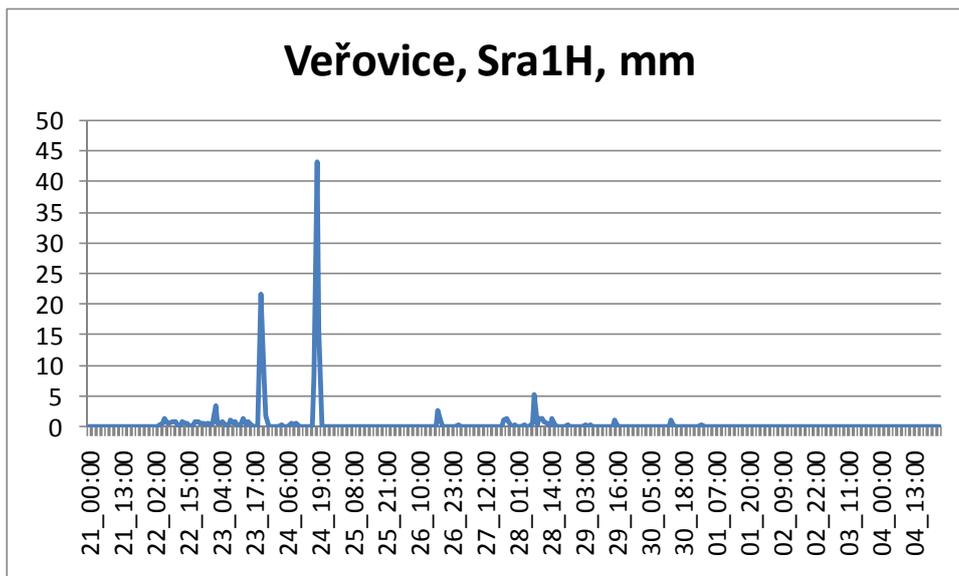
Obr. 3.91 Radvanice. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



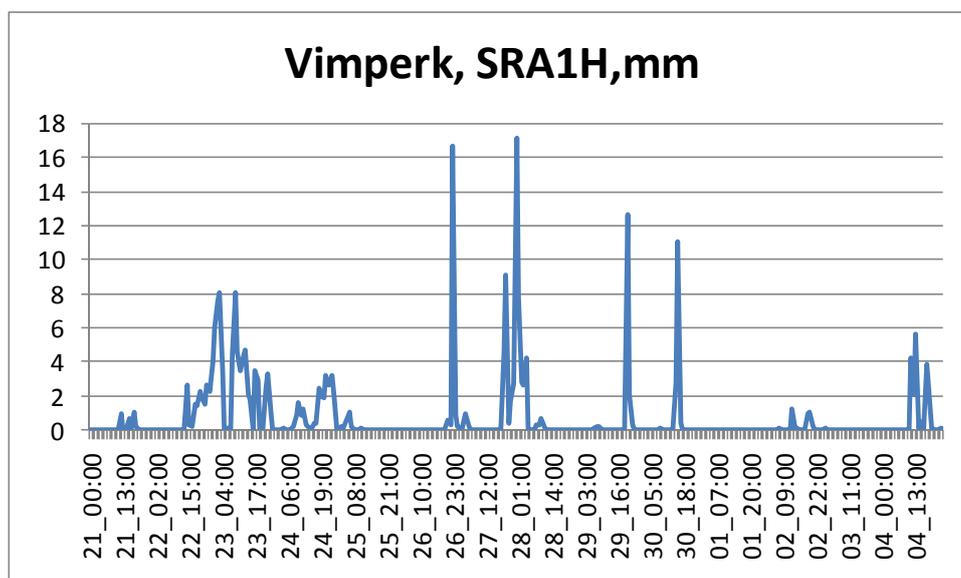
Obr. 3.92 Staré Město. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



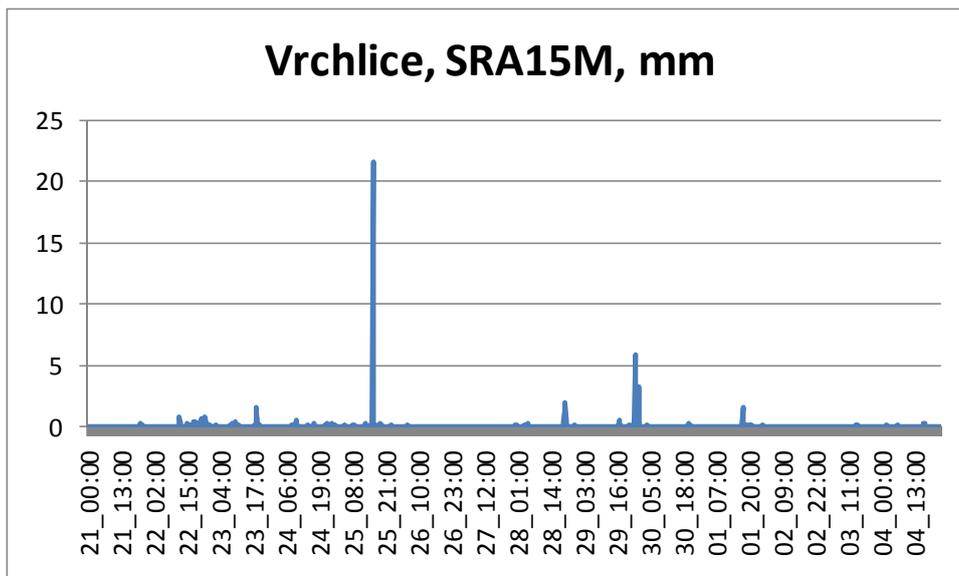
Obr. 3.93 Tajanov u Klatov. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



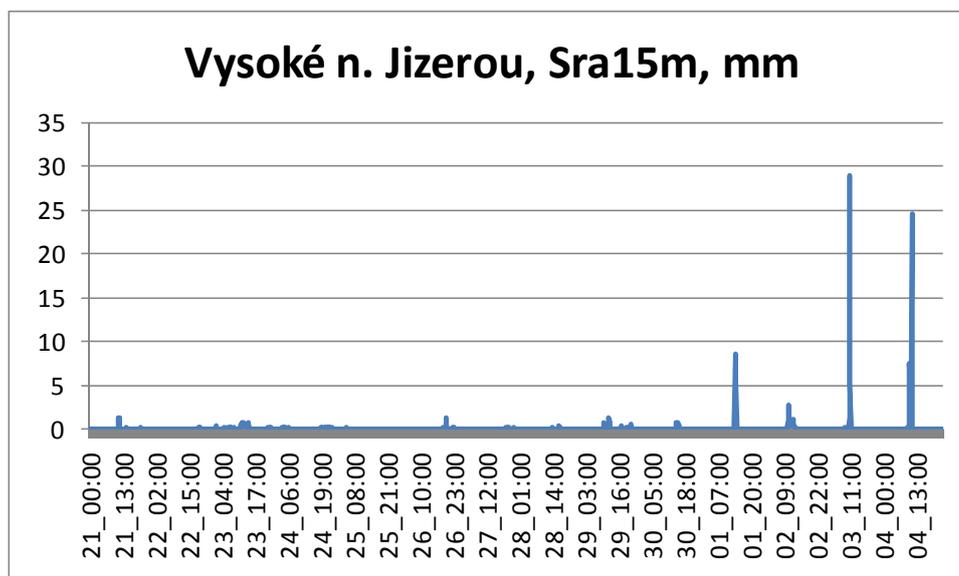
Obr. 3.94 Veřovice. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



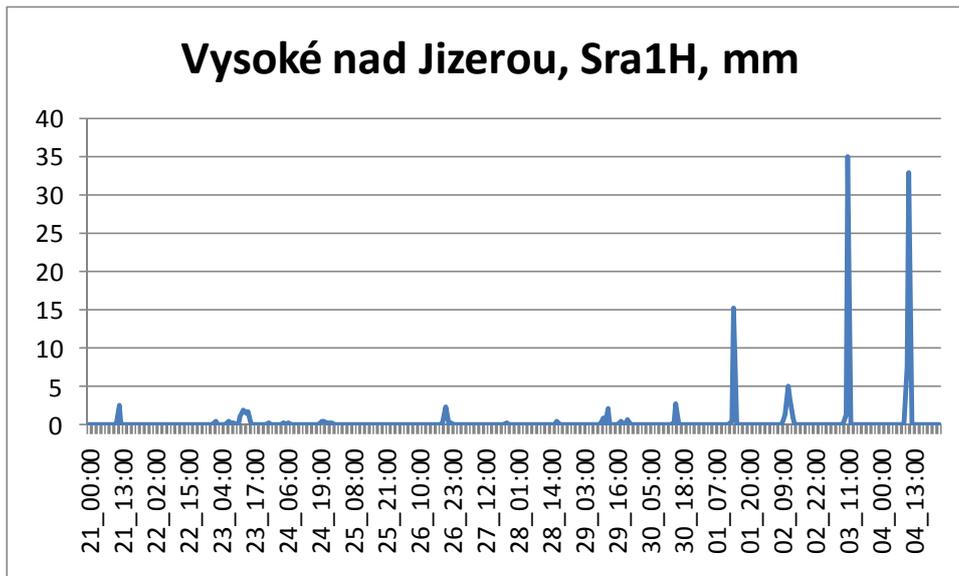
Obr. 3.95 Vimperk. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).



Obr. 3.96 Vrchlice. Průběh patnáctiminutových úhrnů srážek (mm).



Obr. 3.97 Vysoké n. Jizerou. Průběh patnáctiminutových úhrnů srážek (mm).



Obr. 3.98 Vysoké n. Jizerou. Průběh hodinových úhrnů srážek (mm).