

### **3. Hodnocení výsledků numerických modelů pro předpovědi srážek**

#### **3.1. Výstupy z modelů a popis používaných metod pro předpovídání srážek v ČHMÚ**

V předpovědní meteorologické službě se používají data, která informují především o aktuálním stavu počasí (atmosféry), a dále produkty numerických předpovědních modelů. Mezi ty první patří přizemní pozorování na meteorologických stanicích a výšková data (sondážní výstupy), družicová a radarová měření a data ze systému detekce blesků. Družicové snímky ukazují vývoj a postup oblačných systémů, které mohou být spojeny se srážkami, radary postup a vývoj srážkově významné oblačnosti, včetně bouřkové činnosti spojené s intenzivními srážkami nebo i kroupami. Zároveň umožňují radiolokační odhad srážek za uplynulé období. Na základě všech těchto dat si meteorolog udělá představu o aktuální povětrnostní situaci i jejím vývoji v nejbližších hodinách. Pro předpověď na období delší než 6 hodin má meteorolog k dispozici výsledky simulace budoucího vývoje atmosféry, které jsou spočteny pomocí numerických modelů. V předpovědní službě ČHMÚ se používá výstupů z několika takových modelů.

Pro krátkodobou předpověď počasí (na 1. až 2. den) je základním modelem model ALADIN, počítaný v ČHMÚ, a lokální model (LM) Německé meteorologické služby (DWD). Oba jsou počítány na omezené oblasti s hustou sítí uzlových bodů s krokem kolem 10 km. Počítají se dvakrát denně z výchozích termínů 00 a 12 UTC, a to vždy na 48 hodin dopředu. Výstupy jsou k dispozici ve 3 a 6hodinových intervalech, a to včetně předpovědi srážek (celkových, u modelu ALADIN i zvláště velkoprostorových a konvektivních) a některých parametrů (indexů) pro předpověď konvektivních jevů. Jako doplňující jsou pro krátkodobou předpověď dle potřeby používány i některé výstupy z modelu Evropského centra pro střednědobou předpověď v Readingu (ECMWF), z modelu americké meteorologické služby ve Washingtonu (NCEP, někdy označován KWBC) a předpověď srážek z modelu meteorologické služby Velké Británie v Bracknellu (UKMO).

Pro střednědobou předpověď (na 3. až cca 8. den) je základem model Evropského centra pro střednědobou předpověď v Readingu, model Německé meteorologické služby a model z Washingtonu. Výstupy z těchto globálních modelů jsou k dispozici obvykle dvakrát denně z 00 a 12 UTC, s předpovědním obdobím maximálně na 10 dnů dopředu. Jejich výstupy má meteorolog k dispozici převážně ve 12 hodinových intervalech, a to až do konce předpovědního období modelů, včetně předpovědi srážek. Zejména pro střednědobé předpovědi se dále využívají produkty tzv. systému ansámblové předpovědi ECMWF. Spočívá ve výpočtu 50 předpovědí z nepatrně pozměněných výchozích dat. Snaží se tak postihnout dopad nepřesnosti výchozí analýzy, tedy i pozorování, z nichž je počítána, na vlastní předpověď. Výsledkem je 50 více či méně rozdílných předpovědí, které ukazují na míru nejistoty předpovědi. Jsou zpracovávány různými způsoby v podobě vleček, clusterů, tub, pravděpodobnostních produktů (např. pravděpodobnosti srážek větších než 1, 5, 10 a 20 mm za 24 hodin) nebo indexů ukazujících na extrémní počasí (EFI). Umožňují vydávat pravděpodobnostní předpovědi a mohou ukazovat na rozdílné scénáře možného vývoje povětrnostní situace, a tedy i počasí.

Určitá meteorologická situace vedoucí např. k intenzivním srážkám je zpravidla nejdříve předpovídána na základě globálního modelu v rámci střednědobé předpovědi počasí. S blížícím se termínem jevu je jeho průběh, intenzita i regionalizace postupně upřesňována především na základě lokálních modelů s větším rozlišením (v rozsahu krátkodobé předpovědi), které zpravidla dokáží lépe postihnout vliv orografie na srážky. V rozsahu

velmi-krátkodobé předpovědi (0–12 hodin) se upřesňuje podle vývoje aktuální srážkové činnosti na základě pozorování na meteorologických stanicích a radarových měření, včetně radarových odhadů srážek. Přitom se bere v úvahu i aktuální vývoj celkové povětrnostní situace. Mimoto se pro předpověď konvektivních jevů používají některé indexy, které ukazují na podmínky možného rozvoje intenzivní bouřkové činnosti.

Výstupy z modelů jsou nepostradatelným podkladem pro předpověď srážek, nikoli však jediným; konečné rozhodnutí vždy zůstává na meteorologovi. Ten může na základě aktuálního synoptického vývoje, chování modelu a své zkušenosti vlastní předpověď korigovat, nebo i předpověď některého z modelů odmítnout.

### **3.2. Hodnocení předpovědních numerických modelů a jejich indikační schopnosti vzhledem k výskytu vydatných srážek nad Evropou v 1. polovině srpna 2002**

#### *3.2.1. Úvod*

Cílem této kapitoly bylo posouzení úspěšnosti předpovědi cirkulace atmosféry, zejména dříve zmíněných dvou tlakových níží, podle provozně používaných globálních modelů atmosféry, a to z hlediska střednědobé předpovědi. Byla použita předpovědná meteorologická pole modelů DWD, NCEP, ECMWF. Srovnávala se pole geopotenciálu hladiny 500 hPa a pole přízemního tlaku vzduchu přepočteného na hladinu moře, která byla k dispozici ze všech tří modelů. Předpovědi vývoje a postupu obou tlakových níží byly hodnoceny počínaje předpověďmi s platností na pátý den. Srovnávaly se skutečné polohy tlakových níží v termínech 00 UTC s polohami předpověděnými z termínů 00 UTC, pouze u modelu ECMWF z termínu 12 UTC (výstupy z 00 UTC jsou prozatím experimentální). Předpovědi se tedy srovnávaly tak, jak byly k dispozici v provozní službě. Podrobněji byla srovnána úspěšnost jednotlivých modelů vždy k hlavnímu datu, které se vázalo k nejvydatnějším srážkám.

#### *3.2.2. První vlna srážek*

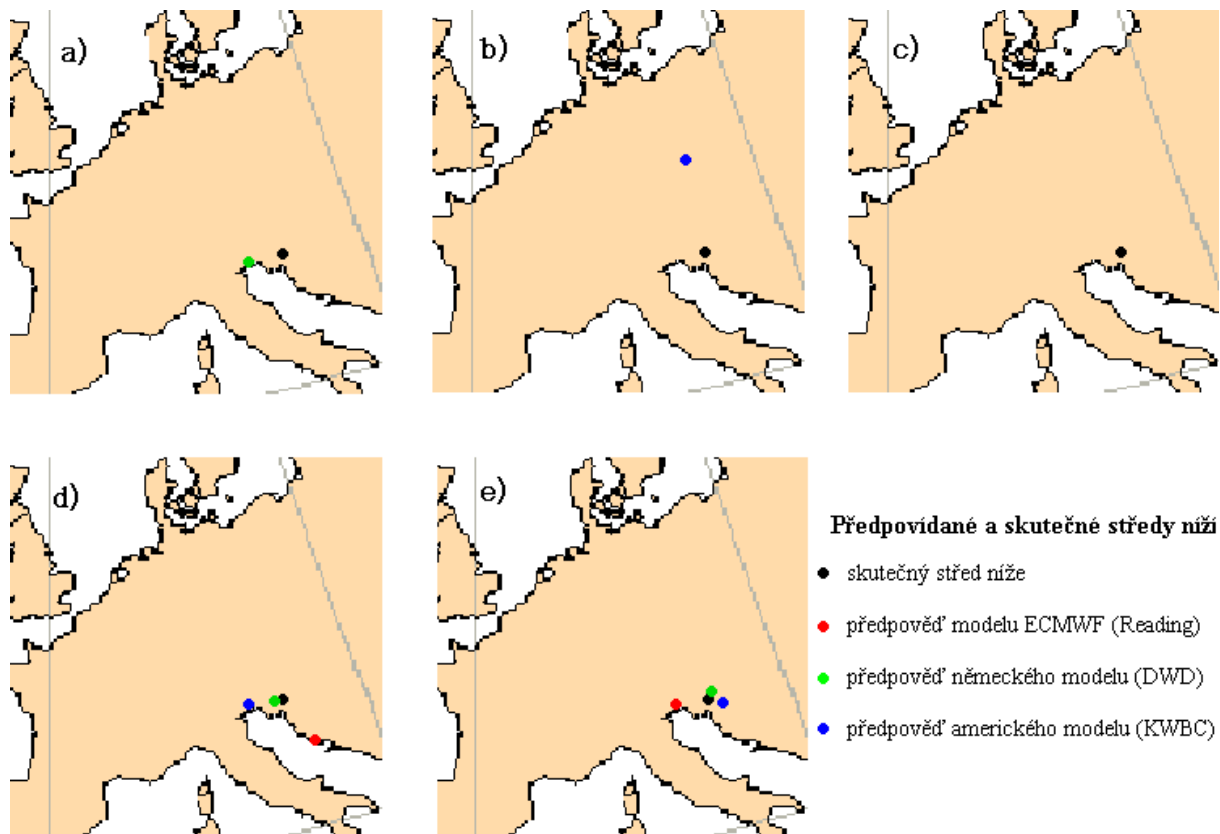
Na vznikajícím frontálním rozhraní nad jižní Francií a Alpami se 5. srpna 2002 v denních hodinách vytvořila na přízemní mapě tlaková níže, která postupovala k východoseverovýchodu a do 7. srpna 00 UTC dorazila svým středem nad Slovinsko. Během denních hodin téhož dne zanikla nad Maďarskem. V hladině 850 hPa se objevila samostatná tlaková níže poprvé 6. srpna ve 12 UTC nad Pádeskou nížinou. Do 7. srpna 00 UTC postoupila nad Slovinsko a během téhož dne zanikla nad jižním Maďarskem. V hladině 500 hPa byla tlaková níže vyjádřena poprvé 7. srpna 00 UTC nad severní Itálií. Poté postupovala k východu až jihovýchodu. Jako hlavní datum první vlny byl určen termín 7. srpna 2002 00UTC. K tomuto datu byly předpovědi modelů hodnoceny.

Model DWD předpověděl polohu středu přízemní tlakové níže poprvé 2. srpna, střed situoval západně od skutečné polohy nad Benátky. Předpovědi ze 3. a 4. srpna uzavřenou níží neudávaly. Teprve předpovědi z 5. a 6. 8. situovaly střed tlakové níže do správné polohy nad Slovinsko. Model NCEP předpověděl poprvé uzavřenou tlakovou níží 3. srpna., její střed umístil nad ČR. V následujícím dni model uzavřenou tlakovou níží nepředpověděl. 5. srpna byl střed tlakové níže umístěn nad Benátky a 6. srpna přímo do skutečné polohy nad Slovinsko. Model ECMWF předpověděl uzavřenou tlakovou níží teprve 4. srpna 12 UTC, a to nad východní částí Jaderského moře, 5. srpna 12 UTC ji předpověděl severně od Benátek. Chyby v hodnotě tlaku vzduchu byly všeobecně malé.

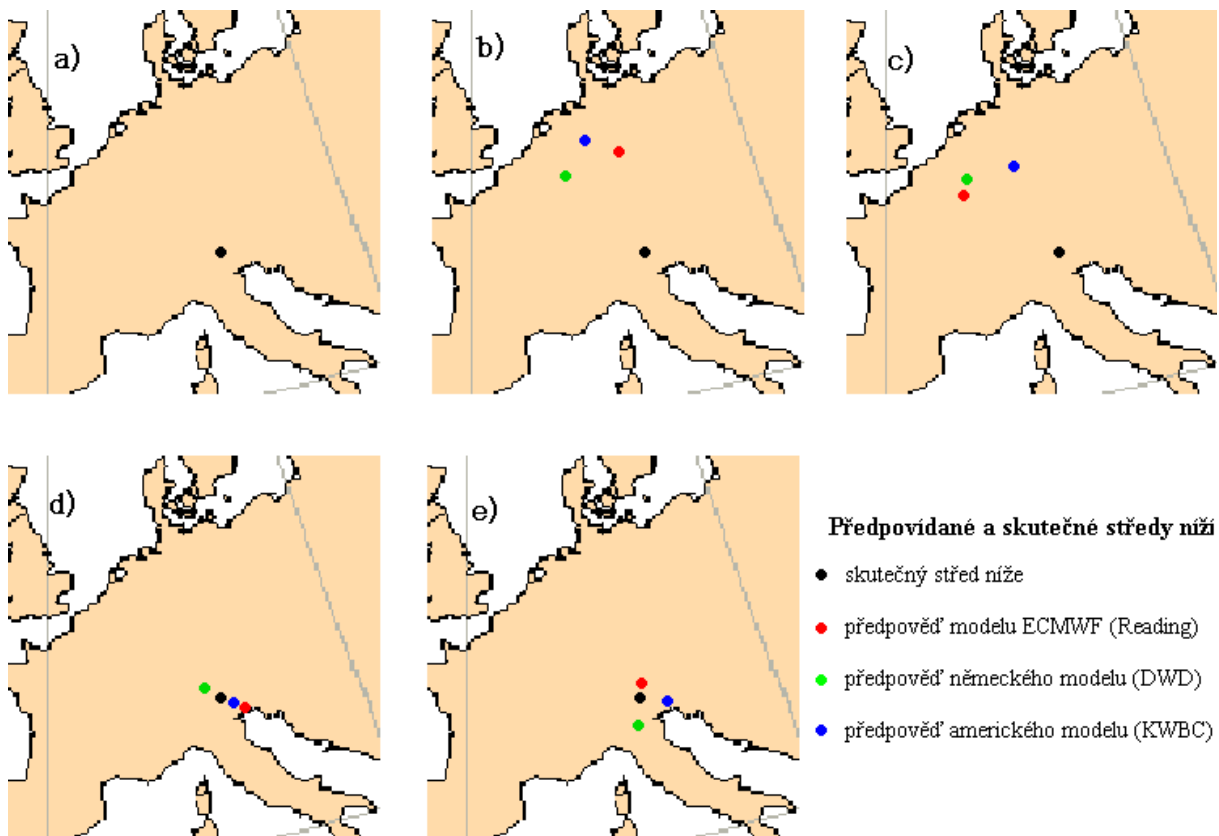
V hladině 500 hPa předpověděl model DWD samostatnou tlakovou níží poprvé 3. a 4. srpna v oblasti Beneluxu, což ovšem ve skutečnosti byla stará řídicí tlaková níže, která pro

počasí u nás nebyla rozhodující. Teprve 5. srpna model situoval střed nově vzniklé tlakové níže nad střední Alpy a 6. srpna nad Pádeskou nížinu. Model NCEP podobně předpovídal 3. a 4. srpna samostatnou tlakovou níži nad severozápadní Německo, a teprve 5. a 6. srpna situoval novou tlakovou níži nad severní Itálií. Podobně reagoval i model ECMWF. 2. srpna 12 UTC předpověděl poprvé samostatnou tlakovou níži, situoval ji nad Sasko a následující den nad severní Francií. Předpověď z 4. srpna 12 UTC obsahovala realisticky obě tlakové níže, původní nad Beneluxem, novou se středem severně od Benátek. V posledním dni, 5. srpna 12 UTC předpověď obsahovala již jen novou tlakovou níži nad severní Itálií. Chyby v předpovědi geopotenciálu byly rovněž malé.

Ze srovnání předpovědi jednotlivých modelů vzhledem ke skutečnosti vyplývá, že na přízemní mapě poprvé vcelku úspěšně předpověděl polohu tlakové níže model DWD již v prvním předpovědním dnu, tedy 2. srpna (obr. 3.1a). Ve druhém a třetím předpovědním dnu byly předpovědi všech modelů neúspěšné, modely nepředpovídaly samostatnou tlakovou níži, pouze model NCEP předpověděl ve třetím předpovědním dnu střed tlakové níže nad ČR (obr. 3.1b, 3.1c). Ve čtvrtém předpovědním dnu lze považovat předpovědi NCEP a DWD za úspěšné (obr. 3.1d). Model ECMWF sice tlakovou níži předpověděl, ale situoval její střed nad chorvatské pobřeží středního Jadranu. Předpovědi z pátého předpovědního dne můžeme považovat u všech modelů za úspěšné (obr. 3.1e). V hladině 500 hPa předpověděly všechny modely poprvé uzavřenou tlakovou níži v druhém předpovědním dni, ovšem jednalo se jen o starou řídící tlakovou níži (obr. 3.2a, 3.2b). Podobně tomu bylo i v následujícím dni (obr. 3.2c). Teprve ve čtvrtém a pátém předpovědním dnu situovaly všechny modely střed tlakové níže s malými rozdíly nad severní Itálií, což byla nově vzniklá tlaková níže, která pak ovlivňovala počasí u nás (obr. 3.2d, 3.2e). Rozdíly v geopotenciálu mezi skutečnými a předpověděnými hodnotami byly nepatrné.



Obr. 3.1 Předpověď přízemního středu tlakové níže na 7. srpna 2002 00 UTC a) pětidenní, b) čtyřdenní, c) třídenní, d) dvoudenní, e) jednodenní.



Obr. 3.2 Předpověď středu tlakové níže v hladině 500 hPa na 7. srpna 2002 00 UTC a) pětidenní, b) čtyřdenní, c) třídenní, d) dvoudenní, e) jednodenní.

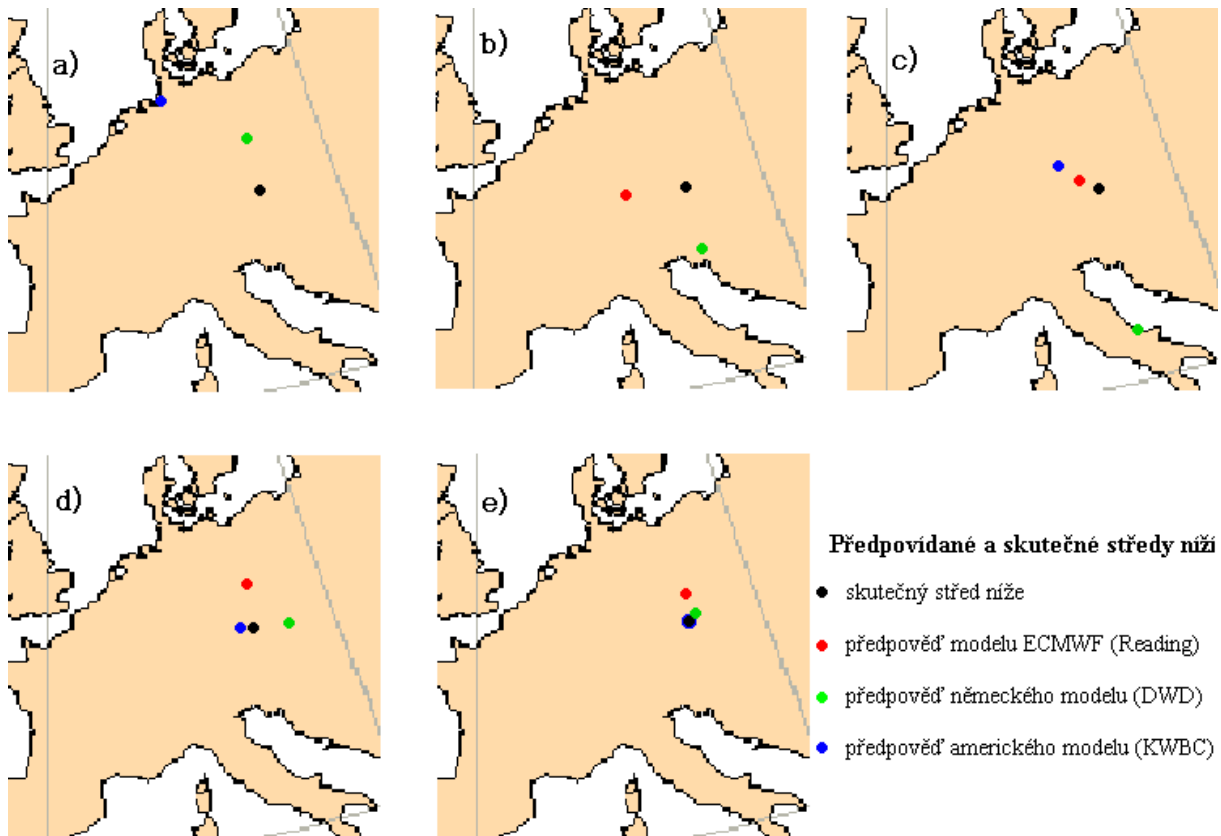
### 3.2.3. Druhá vlna srážek

Zatím co tlaková níže, která byla příčinou první vlny srážek, postupovala se svým frontálním systémem z jižní a střední Evropy k jihovýchodu, přibližovala se další tlaková níže spojená s frontálním systémem k západnímu pobřeží Evropy, kam dorazila 8. srpna. Téhož dne ve 12 UTC byla tlaková níže dobře vyjádřená ještě v hladině 850 hPa. Postup tlakové níže v přízemním tlakovém poli k východu se zpomaloval, ale její frontální systém postupoval dále k jihovýchodu nad západní Středomoří, kde v noci z 9. na 10. srpna začal regenerovat. V denních hodinách 10. srpna se v jeho týlu izolovala samostatná tlaková níže v hladině 500 hPa. Během toho, co se přízemní tlaková níže nad Lamanšským průlivem vyplňovala, nad jihozápadními Alpami se na frontálním systému vytvářela nová tlaková níže. Ta se v noci z 10. na 11. srpna nad severní Itálií prohlubovala a začala postupovat k severu. Během 12. srpna již postupovala od jihu přes Čechy. Do půlnoci 13. srpna se přesunula nad Polsko, kde se poté vyplnila. Okluzní fronta spojená s tlakovou níží a doprovázená vydatným deštěm, postoupila 12. srpna od jihovýchodu až do Čech, odkud se pak vracela zpět k východu. Jako hlavní datum druhé povodňové vlny byl určen termín 12. srpna 00 UTC, kdy střed tlakové níže na přízemní mapě ležel nad jižními Čechami a v hladině 500 hPa nad východními Alpami. K tomuto datu byly předpovědi modelů hodnoceny.

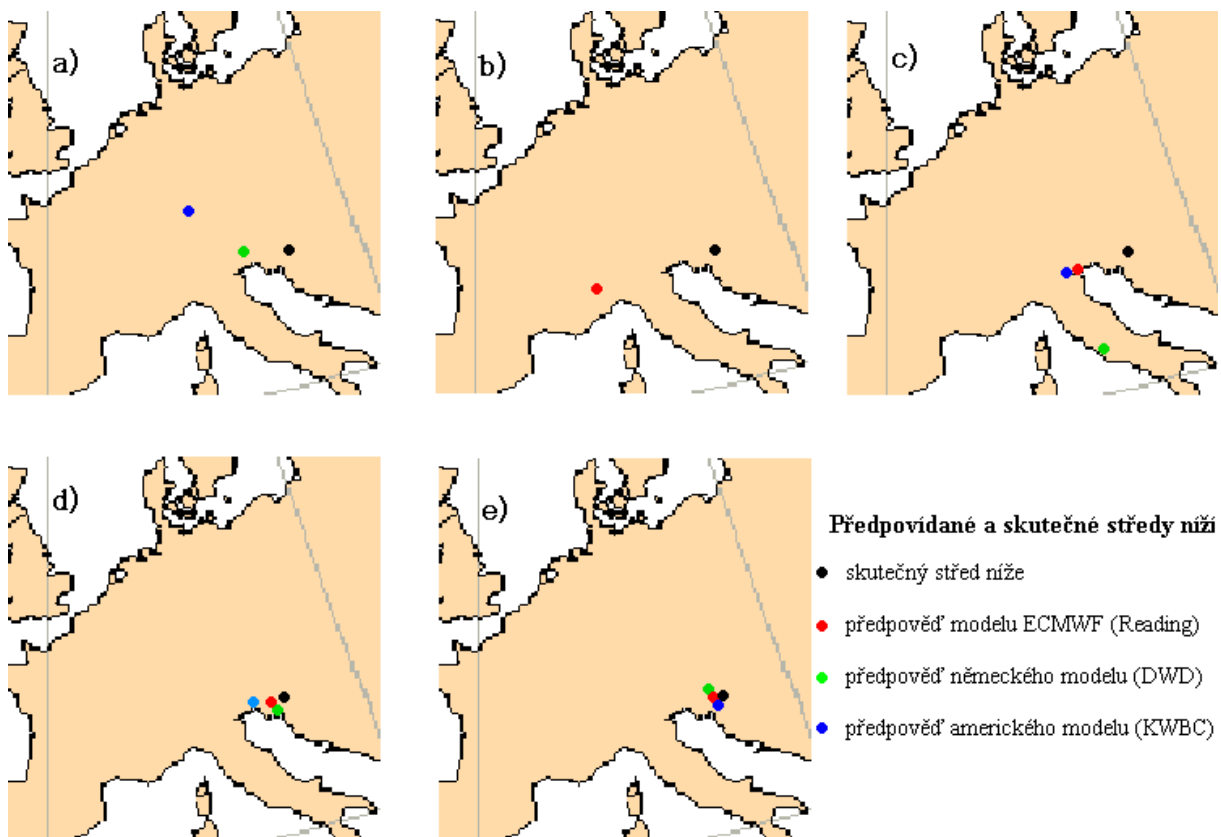
Na přízemní mapě model DWD předpověděl již 7. srpna střed tlakové níže nad severními Čechami. V následujících dvou dnech byl méně úspěšný: 8. srpna situoval tlakovou níži severně od Istrie a 9. srpna dokonce až nad střední Itálii u pobřeží Jaderského moře. Předpovědi z posledních dvou dnů byly opět úspěšnější: 10. srpna ležel střed předpověděné tlakové níže nad jižní Moravou a 11. srpna jihovýchodně od Prahy. Model NCEP předpověděl 7. srpna střed tlakové níže až jižně od Dánska, 8. srpna uzavřenou tlakovou níži nepředpověděl, předpověděl pouze brázdu nízkého tlaku vzduchu zasahující od severozápadu přes západní Čechy k jihovýchodu. V posledních třech dnech byl model úspěšný: 9. srpna byla poloha středu tlakové níže nad západními Čechami, 10. srpna nad Šumavou a 11. srpna model předpověděl střed tlakové níže přesně nad jižními Čechami. Výstupy ECMWF z 6. srpna 12 UTC nebyly k dispozici. 7. srpna 12 UTC model předpověděl tlakovou níži až nad jihozápadním Německem. V dalších dnech již byla poloha předpověděné tlakové níže realističtější: 8. srpna 12 UTC nad Šumavou a 9. srpna 12 UTC a 10. srpna 12 UTC nad Krkonošemi. Rozdíly v předpovědi tlaku vzduchu v porovnání se skutečností se pohybovaly v rozmezí  $\pm 5$  hPa.

V hladině 500 hPa model DWD předpověděl střed tlakové níže 7. srpna severně od Benátek. V dalších dvou dnech byly jeho předpovědi méně úspěšné: 8. srpna uzavřená tlakové níže chybí a 9. srpna je tlaková níže umístěna až nad střední Itálii. 10. a 11. srpna se předpovědi vrátily k původnímu pojetí, situovaly tlakovou níži nad Slovinsko. Model NCEP předpověděl 7. srpna tlakovou níži nad jihozápadní Německo a podobně jako model DWD 8. srpna uzavřenou tlakovou níži nepředpověděl. V následujících třech dnech však byl již úspěšnější: poloha středu předpověděné tlakové níže byla 9. srpna nad Pádskou nížinou, 10. srpna nad Benátkami a 11. srpna nad Slovinskem. Předpověď modelu ECMWF z 6. srpna 12 UTC nebyla k dispozici. Poloha předpověděné tlakové níže ze 7. srpna 12 UTC je až nad západními Alpami, z 8. srpna 12 UTC však již realističtěji západně od Benátek a z 9. srpna 12 UTC a 10. srpna 12 UTC nad Slovinskem. Přitom předpověď geopotenciálu byla celkem úspěšná.

Srovnáme-li předpovědi jednotlivých modelů na přízemní mapě vzhledem ke skutečnosti, pak vidíme, že model DWD i NCEP mají polohu předpověděné níže z prvního předpovědního dne příliš severně až severozápadně od skutečné polohy, přičemž model DWD má polohu bližší skutečnosti (obr. 3.3a). V následujícím dni jsou odchylky předpověděných středů tlakových níží modelu ECMWF k západu a modelu DWD k jihu ještě poměrně značné a model NCEP samostatný střed dokonce nepředpověděl (obr. 3.3b). Zatímco ve třetím předpovědním dni je odchylka předpověděné tlakové níže modelu DWD ještě větší, modely NCEP a ECMWF byly daleko úspěšnější (obr. 3.3c). Ve čtvrtém a pátém předpovědním dnu jsou polohy předpověděných tlakových níží již poměrně realistické, nejpřesnější u modelu NCEP (obr. 3.3d, 3.3e). V hladině 500 hPa předpověď modelu ECMWF z prvního předpovědního dne není k dispozici. Polohy předpověděných tlakových níží u ostatních dvou modelů jsou posunuty k západu až severozápadu, více u modelu NCEP (obr. 3.4a). Ve druhém předpovědním dnu předpověděl samostatnou tlakovou níži pouze model ECMWF, ovšem příliš západně od skutečné polohy (obr. 3.4b). Ve třetím předpovědním dnu předpověděly všechny tři modely tlakovou níži západně až jihozápadně od skutečné polohy, odchylky jsou srovnatelné (obr. 3.4c). V posledních dvou předpovědních dnech se předpovědi všech tří modelů výrazně zlepšovaly (obr. 3.4d, 3.4e).



Obr. 3.3 Předpověď přízemního středu tlakové níže na 12. srpna 2002 00 UTC a) pětidenní, b) čtyřdenní, c) třídní, d) dvoudenní, e) jednodenní.



Obr. 3.4 Předpověď středu tlakové níže v hladině 500 hPa na 12. srpen 2002 00 UTC a) pětidenní, b) čtyřdenní, c) třídní, d) dvoudenní, e) jednodenní.

### 3.2.4. Závěrečné hodnocení

Zásadním problémem je, do jaké míry a s jakým předstihem jsou numerické modely schopny vznik nebezpečné povětrnostní situace předpovědět. Lze konstatovat, že předpovědi intenzivních velkoplošných srážek patří k těm snadnějším. V případě srpnových srážek r. 2002 se jednalo o dvě odlišné povětrnostní situace. V prvním případě byly vydatné srážky spojené s tlakovou níží, která vznikla na tvořícím se frontálním rozhraní jen asi 36 hodin před začátkem těchto srážek na našem území. V druhém případě bylo možno sledovat postup a vývoj frontálního systému s tlakovou níží řadu dní před výskytem intenzivních srážek na našem území. S tímto rozdílem souvisí i rozdílná úspěšnost předpovědí numerických modelů v obou srážkových vlnách. V prvním případě byla úspěšnost předpovědí nižší a modely tlakovou níží předpovídaly s kratším časovým předstihem, zhruba jen dvoudenním. V případě druhé vlny srážek numerické modely předpovídaly tlakovou níží úspěšněji, a to až s třídním předstihem.

Pro srovnání úspěšnosti jednotlivých modelů byla použita dvě kritéria. Prvním je počet předpovědí, ve kterých samostatná tlaková níže byla předpověděna. V úvahu byly brány všechny předpovědi z obou srážkových vln s předstihem jednoho až pěti dnů, a to jak v poli tlaku vzduchu přepočteného na hladinu moře, tak i v poli absolutní topografie 500 hPa. Počet takto úspěšných předpovědí byl u modelu DWD 16, u modelu NCEP 15 a u modelu ECMWF 14. Druhým kritériem byla vzdálenost středů předpověděných tlakových níží od skutečných středů tlakových níží (měřeno na mapě v km). Vezmeme-li v úvahu předpovědi z posledních tří dnů, pak průměrná vzdálenost středů předpověděných tlakových níží od středů skutečných tlakových níží byla u modelu NCEP 160 km, u modelu ECMWF 202 km a u modelu DWD 232 km. V případě předpovědí z posledních dvou dnů jsou tyto údaje následující: u modelu NCEP 105 km, u modelu ECMWF 169 km a u modelu DWD 98 km. U předpovědí z posledního dne byly tyto údaje u modelu NCEP 90 km, u modelu ECMWF 150 km a u modelu DWD 90 km. Vezmeme-li pro každý model aritmetický průměr z těchto tří hodnot, vyjde pro model NCEP hodnota 118 km, pro model ECMWF 174 km a pro model DWD 140 km. Pro hodnocení byla brána váha dvoudenní předpovědi jako dvojnásobná a pro jednodenní předpovědi trojnásobná ve srovnání s předpovědi třídní. Podle uvedených dvou kritérií se tedy jeví předpovědi modelu NCEP jako nejúspěšnější a předpovědi modelu ECMWF jako nejméně úspěšné.

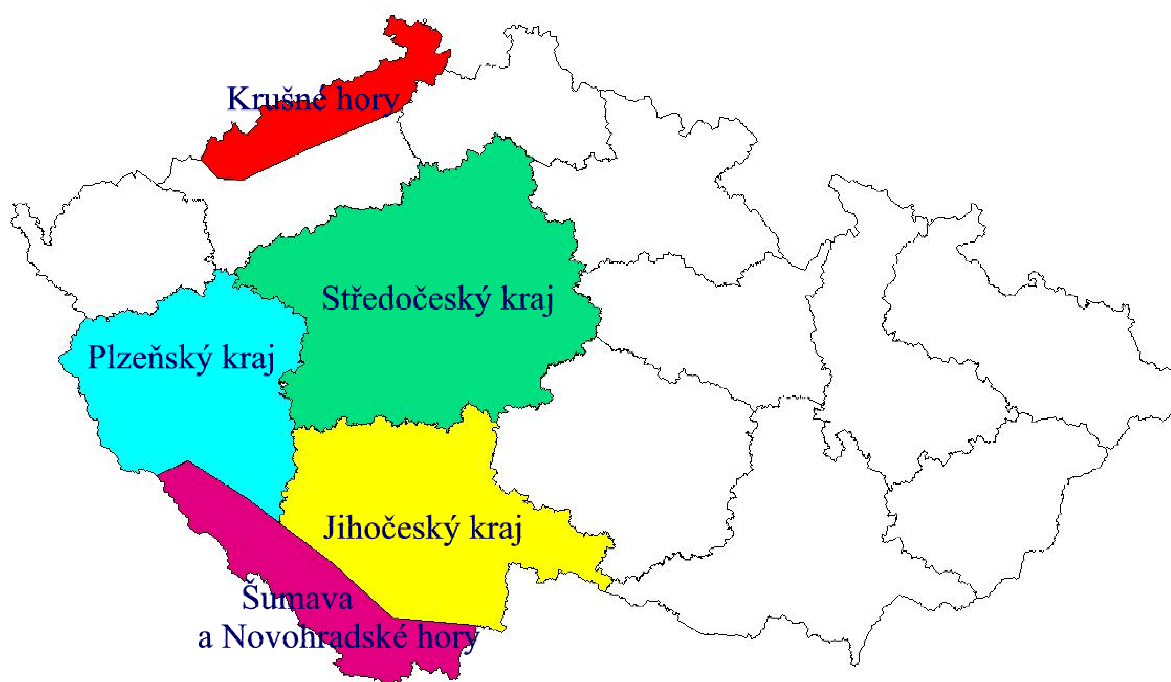
V posledních letech má meteorologická předpovědní služba k dispozici kromě výstupů z hlavních numerických modelů též ansámby dalších výpočtů, provedených z nepatrně pozměněných vstupních dat. Naše služba má provozně k dispozici ansámby z modelů ECMWF a NCEP. Bylo provedeno srovnání výsledků hlavního modelu ECMWF a ansámblů, konkrétně tzv. „nulté tuby“, což jsou průměrná pole ansámblů při eliminaci těch výpočtů, které příliš vybočují z průměru. Protože jsou k dispozici pouze výstupy pro termíny 12 UTC, byly určeny hlavní termíny srážkových epizod na 7. srpna 12 UTC a 12. srpna 12 UTC. Byly opět srovnány polohy středů tlakových níží předpověděných a reálných. V úvahu byly brány předpovědi na pátý, čtvrtý, třetí a druhý den (tuby na první den se nepočítají). Srovnány byly předpovědi přízemního tlakového pole a pole AT 500 hPa.

V první vlně srážek byly všeobecně předpovědi středu tlakové níže málo úspěšné. Samostatnou tlakovou níží na přízemní mapě hlavní model nepředpověděl ani v jedné předpovědi, tuba ve dvou ze čtyř předpovědí. V případě hladiny AT 500 hPa byla úspěšnost o něco vyšší, hlavní model předpověděl vznik středu tlakové níže ve třech případech (druhý až čtvrtý předpovědní den), tuba pouze ve druhém dnu. Lze tedy konstatovat, že úspěšnost hlavního modelu a tuby byla srovnatelná.

V druhé vlně srážek byly celkově předpovědi numerických modelů úspěšnější. Kromě jediného případu všechny předpovědi určily samostatnou tlakovou níží. V umístění jejího středu byl v přízemní hladině i v hladině AT 500 hPa úspěšnější hlavní model ECMWF.

### 3.3. Porovnání předpovědi srážek numerických modelů s naměřenými hodnotami

V rozsahu krátkodobé předpovědi počasí byly porovnávány předpovědi srážek z regionálního modelu ALADIN počítaného v ČHMÚ a regionálního modelu německé meteorologické služby z Offenbachu (DWD) z výchozích termínů 00 a 12 UTC s naměřenými srážkami. Hodnocení bylo prováděno pro pět oblastí v Čechách s nejvyššími úhrny srážek: Šumava a Novohradské hory, ostatní území Jihočeského kraje, Plzeňský kraj, Středočeský kraj a Krušné hory (obr. 3.5). V rozsahu střednědobé předpovědi byly porovnávány výstupy globálního modelu německé meteorologické služby z výchozího termínu 00 UTC na 1 až 3 dny dopředu a modelu Evropského centra pro střednědobou předpověď – ECMWF z termínu 12 UTC na 1 až 5 dní dopředu, vždy pro jednu větší oblast pokrývající Jihočeský, Plzeňský a Karlovarský kraj. Ve všech případech se porovnávaly 24 hodinové úhrny srážek pro 6. a 7. srpna (první vlna srážek) a pro 11., 12. a 13. srpna (druhá vlna srážek) vždy za období od 06 do 06 UTC následujícího dne. Rozmezí srážek a jejich průměr předpovídaný modely byly pro každou oblast porovnávány s rozmezím 5 % a 95 % percentilů (pro vyloučení extrémních hodnot) naměřených srážek a s průměrnými srážkami v oblasti. Z ECMWF byly hodnoceny i dva produkty systému ansámblové předpovědi (EPS): pravděpodobnost srážek větších než 20 mm/24 h a Extrémní předpovědní index (EFI). Ten vyjadřuje extremitu předpovídaného meteorologického prvku ve srovnání s normálem. V případě srážek se pohybuje od 0 % (předpověděné srážky malé) do 100 % (předpověděné srážky extrémně velké). Pro předpověď povodňové situace byly z internetu používány i produkty modelu Washington, jejich předpovědi srážek se však pro vyhodnocení nepodařilo získat.



Obr. 3.5 Oblasti pro porovnávání předpověděných srážek s naměřenými srážkami regionálních modelů ALADIN a německého modelu LM.



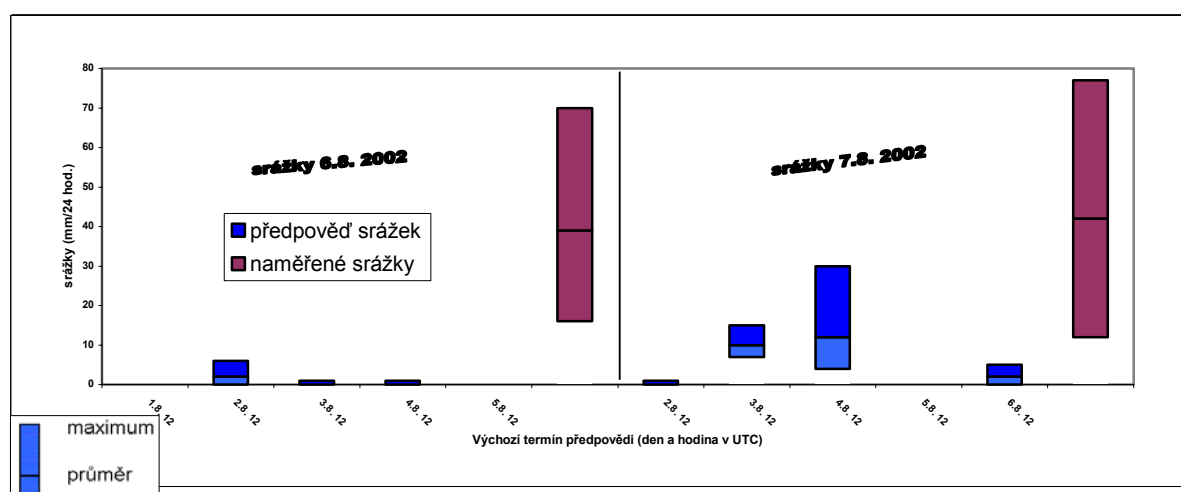
### 3.3.1. Předpověď srážek pro první srážkovou vlnu 6.–7. srpna 2002

Určitá povětrnostní situace je obvykle nejdříve předpovídaná globálními modely v rozsahu střednědobé předpovědi počasí. Předpověď srážek globálního modelu ECMWF byla vyhodnocována počínaje předpovědí na 5 dní dopředu. Významnější srážky pro první vlnu srážek dával hlavní model až ze 4. srpna na 5. srpna, a to 3 až 30 mm. V následujícím výpočtu modelu z 5. srpna od srážek úplně ustoupil a intenzivní srážky nezachytil ani výpočet ze 6. srpna (obr. 3.6). Pravděpodobnosti srážek větších než 20 mm/24 h (ze systému ansámblové předpovědi) byly nižší než 20 %, z výchozího termínu 5. srpna byly do 30 % a z termínu 6. srpna do 70 %. Avšak tento výpočet má meteorolog pravidelně k dispozici až následující den ráno, tedy 7. srpna, kdy v jižních Čechách již vydatně pršelo. Nízké byly i hodnoty srážkového extrémního předpovědního indexu (EFI), které se pohybovaly jen do 10 % pro předpovědi s tří až pětidenním předstihem.

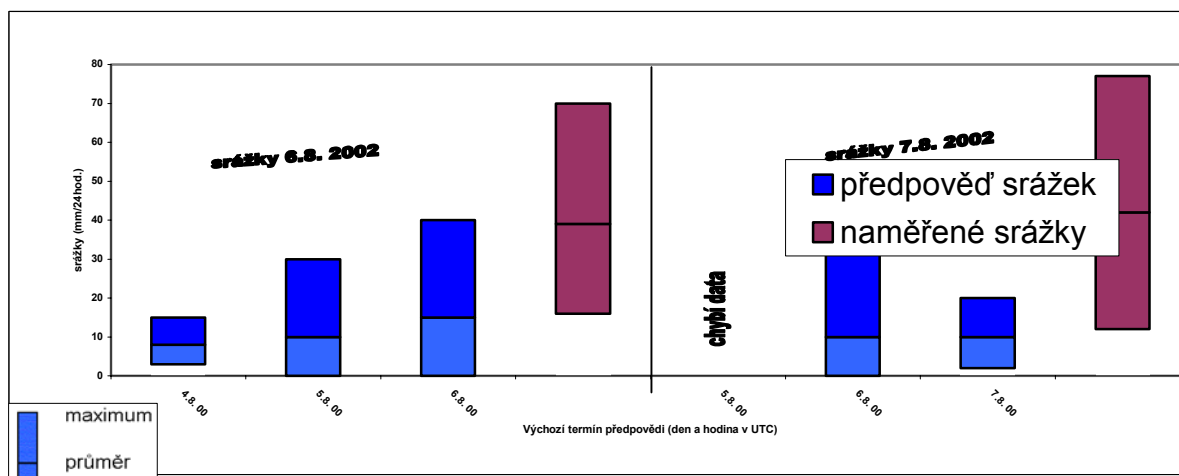
Předpověď srážek byla podhodnocena i globálním německým modelem. Z výchozího termínu 5. srpna předpovídal na první den 6. srpna vydatné srážky do 30 mm, na druhý den 7. srpna nebyla část popisující předpověď srážek k dispozici (podle informací německé služby pro nedostatek času na výpočet a jeho zpracování). Ze 6. srpna model předpovídal na první den 0 až 40 mm, na druhý den 0 až 35 mm srážek, nejvyšší hodnoty lokalizoval do nejižnější části Čech (obr. 3.7).

V rozsahu krátkodobé předpovědi byly hodnoceny výstupy modelů ALADIN a Offenbachu z výchozích termínů 5. srpna 12 UTC a 6. srpna 00 UTC na 6. srpna a z výchozích termínů 6. srpna 12 UTC a 7. srpna 00 UTC na 7. srpna, tedy celkem po 4 výstupech z obou modelů.

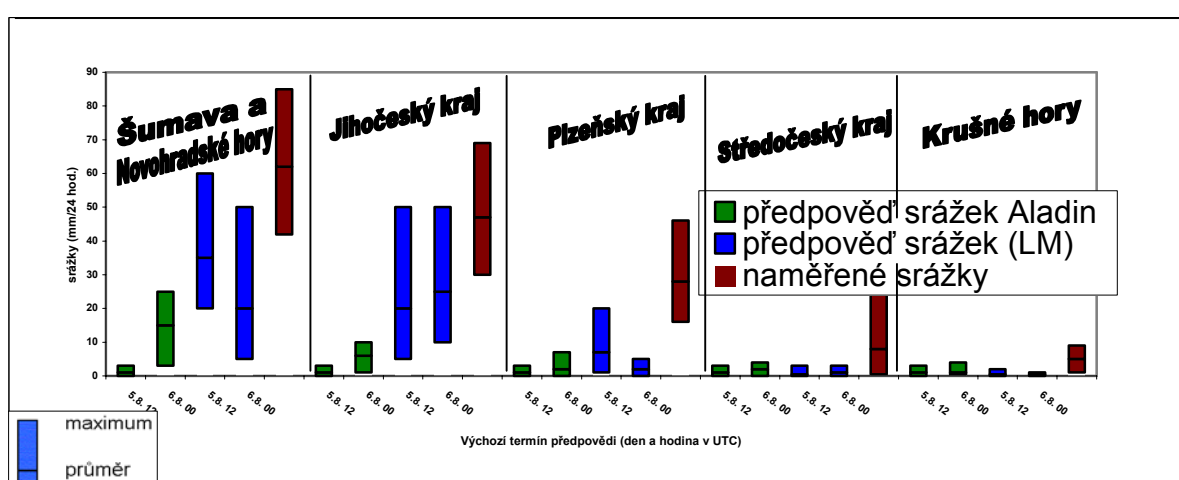
Pro první den s vydatnými srážkami model ALADIN z termínu 5. srpna 12 UTC předpovídal pro všechny hodnocené oblasti maximálně 3 mm srážek. Výstup ze 6. srpna 00 UTC předpovídal sice více srážek, pro Šumavu a Novohradské hory až 25 mm a pro ostatní oblasti do 10 mm, ale stále podstatně méně, než bylo naměřeno (obr. 3.8). Podstatně úspěšnější byl německý model z 5. srpna 12 UTC a 6. srpna 00 UTC, který pro celý Jihočeský kraj předpovídal převážně 10 až 50 mm, což byla přibližně polovina naměřených srážek (na Šumavě a v Novohradských horách naměřeno převážně 42–85 mm, na ostatním území Jihočeského kraje 30 až 69 mm).



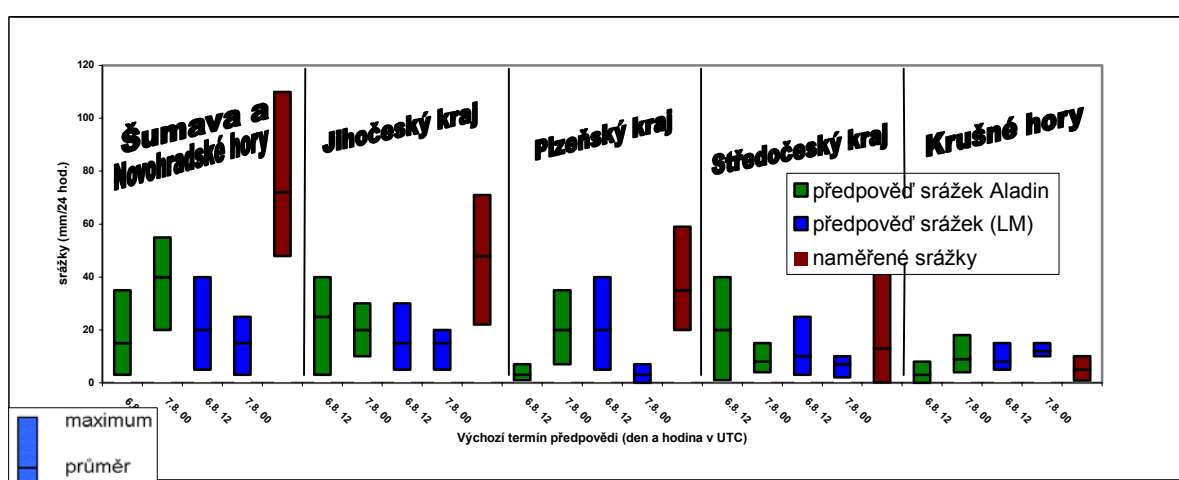
Obr. 3.6 Porovnání srážek předpověděných ECMWF s naměřenými srážkami pro první srážkovou vlnu.



Obr. 3.7 Porovnání srážek předpověděných německým globálním modelem s naměřenými srážkami pro první srážkovou vlnu.



Obr. 3.8 Porovnání srážek předpověděných regionálním modelem ALADIN a regionálním německým modelem (LM) s naměřenými srážkami za období od 6. srpna 06 do 7. srpna 06 UTC – první den s vydatnými srážkami.



Obr. 3.9 Porovnání srážek předpověděných regionálním modelem ALADIN a regionálním německým modelem (LM) s naměřenými srážkami za období od 7. srpna 06 do 8. srpna 06 UTC – druhý den s vydatnými srážkami.

Pro druhý den s vydatnými srážkami se oba modely spolu poměrně shodovaly. Model ALADIN ze 6. srpna 12 UTC předpovídal pro Jihočeský kraj od 3 do 40 mm a v následujícím termínu (ze 7. srpna 00 UTC) zvýšil předpovídané úhrny pro Šumavu a Novohradské hory na 20 až 55 mm, což představovalo přibližně polovinu naměřených srážek. Německý model ze 6. srpna 12 UTC a 7. srpna 00 UTC předpovídal pro Jihočeský kraj převážně 5 až 30 mm, tedy byl o něco méně úspěšný, než model ALADIN. Ve skutečnosti v oblasti Šumavy a Novohradských hor bylo naměřeno 48–110 mm, na ostatním území Jihočeského kraje 22 až 71 mm (obr. 3.9). Úspěšnost předpovědi srážek regionálního německého modelu byla o něco lepší než předpověď globálního modelu.

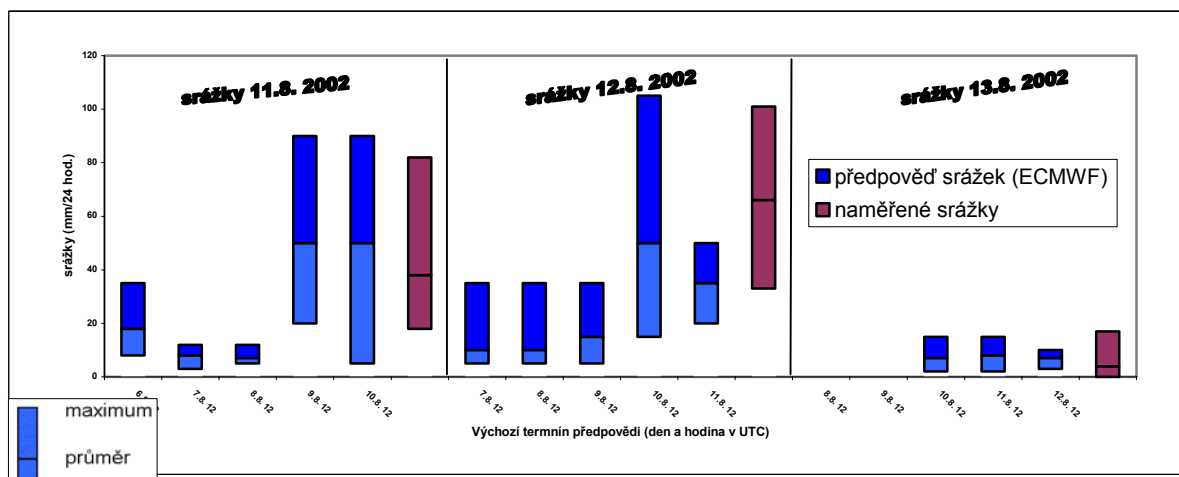
Předpovědi množství srážek pro první vlnu srážek v jižních Čechách byly všemi modely podceněny, nejvíce však modelem ALADIN a ECMWF. Vydatnější srážky byly nejdříve předpovídaný 5. srpna., tedy přibližně 24 až 36 hodin před jejich začátkem, a to oběma německými modely a modelem ECMWF (ze 4. srpna), který v následujícím termínu od nich úplně ustoupil. V den nástupu vydatnějších srážek 6. srpna, tedy přibližně 12 hodin před jejím začátkem, byly srážky předpovídané regionálním německým modelem až 50 mm, globálním německým modelem do 40 mm, modelem ALADIN do 25 mm a model evropského centra ECMWF byl zcela beze srážek. Dosti nízké byly i pravděpodobnosti srážek větších než 20 mm/24 h z tohoto modelu (na základě EPS), a to do 30 %. Modely však dobře předpověděly extrémní srážky kolem 100 mm/24 h nad Rakouskem, ne příliš daleko od naší jižní hranice. Vezmeme-li v úvahu spolehlivost lokalizace předpovědí srážek modelů, tyto srážky nad Rakouskem mohly signalizovat možnost výskytu vydatných srážek v jižních Čechách v případě jejich posunutí k severu (pravděpodobnostní předpověď), na druhou stranu při jejich posunutí k jihu by se v jižních Čechách srážky téměř nevyskytly.

### 3.3.2. *Předpověď srážek pro druhou srážkovou vlnu 11.–13. srpna 2002*

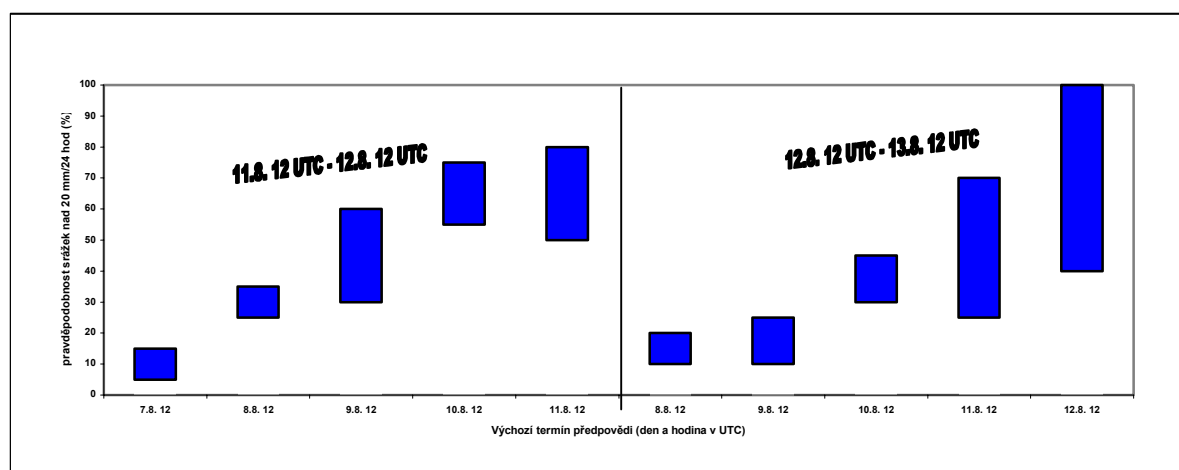
Vzhledem k délce předpovědního období, až 10 dní, jako první z porovnávaných modelů, který předpovídal srážky na druhou vlnu srážek, byl hlavní model ECMWF ze 6. srpna, kdy na 11. srpna (první den s vydatnými srážkami) do oblasti Jihočeského, Plzeňského a Karlovarského kraje dával srážky v rozmezí od 7 do 35 mm (obr. 3.10). Další výpočty modelu ze 7. srpna a 8. srpna na 11. srpna předpovídaly sice jen do 12 mm, ale na 12. srpna (druhý den s vydatnými srážkami) až 35 mm. Výpočet z 9. srpna zvýšil předpověď pro 11. srpna na 20 až 90 mm (slabě nadhodnotil), na další den 12. srpna počítal s úhrnem 5 až 35 mm a ustáváním srážek. Velmi dobře předpověděl množství srážek model z 10. srpna, kdy na 11. srpna dával 5 až 90 mm a na 12. srpna dalších 15 až 105 mm. Avšak srážky byly ve srovnání s naměřenými předpověděny východněji, s maximem nad jihovýchodními Čechami a západní Moravou.

S blížícím se začátkem vydatných srážek postupně stoupaly i pravděpodobnosti srážek větších než 20 mm/24 h (obr. 3.11). Poprvé dával model větší pravděpodobnosti 30 až 60 % (na období 11. srpna 12 UTC až 12. srpna 12 UTC) ve výpočtu z 9. srpna. V následujícím výpočtu z 10. srpna dával na stejné období 55 až 75 %, a pro následující den od 30 do 45 %. Obdobně vysoké pravděpodobnosti, 50 až 80 % na první, resp. 25 až 70 % na druhý den, dával i v dalším výpočtu z 11. srpna.

Větší, avšak nikoli extrémní hodnoty předpovědního indexu EFI začal dávat model z výchozího termínu 9. srpna., a to 15 až 50 % na 12. a 13. srpna. Přitom na jihovýchodní Moravu a Slovensko, kde spadlo méně srážek než v Čechách, byl index na 11. srpen. až kolem 70 %. Je to zřejmé i z obr. 3.12 a 3.13 zobrazujícího hodnoty EFI větší než 30 %.

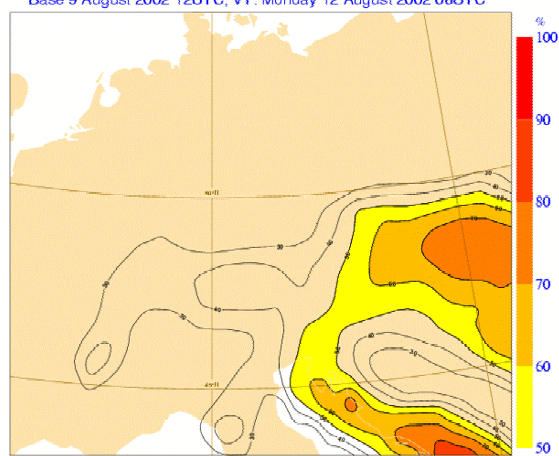


Obr. 3.10 Porovnání srážek předpověděných ECMWF s naměřenými srážkami pro druhou srážkovou vlnu.



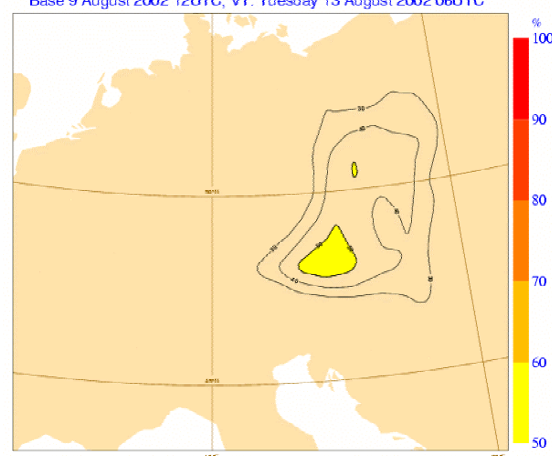
Obr. 3.11 Pravděpodobnosti srážek větších než 20 mm/24 h modelu ECMWF pro druhou srážkovou vlnu.

Precipitation accumulated over last 24h EPS Extreme Forecast Index 3  
Base 9 August 2002 12UTC, VT: Monday 12 August 2002 06UTC



Obr. 3.12 Srážkový extrémní předpovědní index (EFI) z 9. srpna 12 UTC na 11. srpna 06 až 12. srpna 06 UTC (produkt z webových stránek ECMWF).

Precipitation accumulated over last 24h EPS Extreme Forecast Index 3  
Base 9 August 2002 12UTC, VT: Tuesday 13 August 2002 06UTC

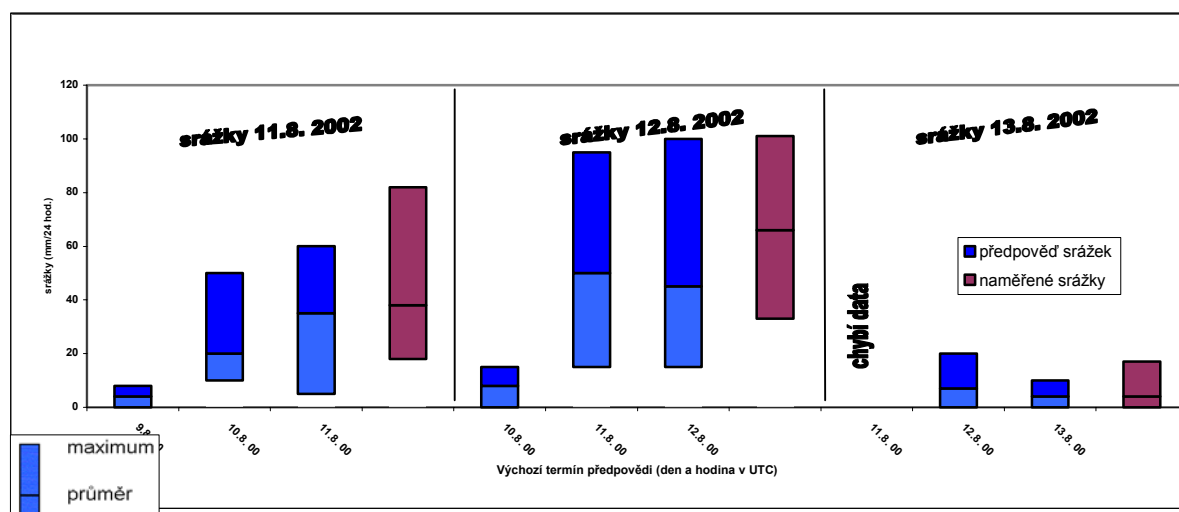


Obr. 3.13 Srážkový extrémní předpovědní index (EFI) z 9. srpna 12 UTC na 12. srpna 06 až 13. srpna 06 UTC (produkt z webových stránek ECMWF).

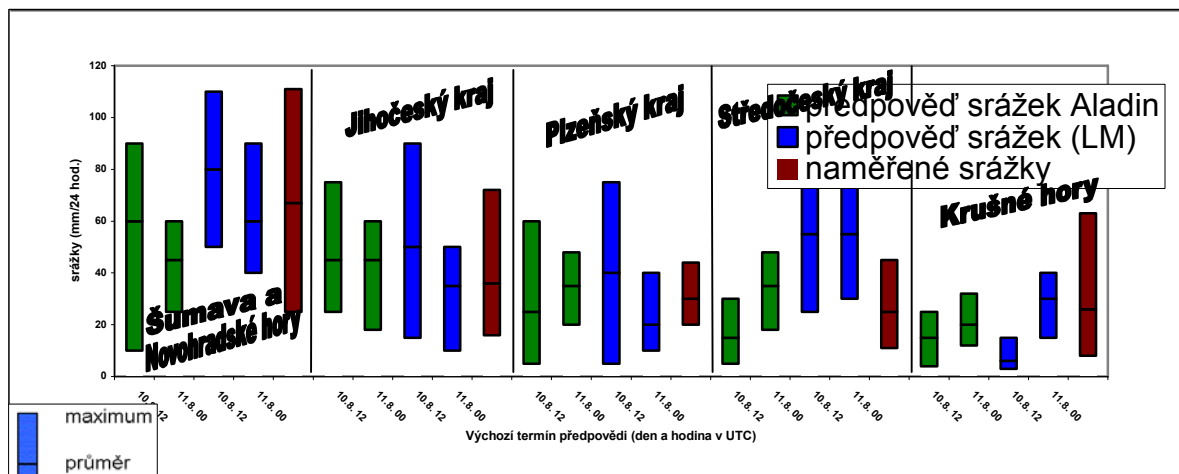
Německý globální model pro oblast Jihočeského, Plzeňského a Karlovarského kraje předpovídal z 10. srpna na 11. srpna srážky v rozmezí od 10 do 50 mm a na 12. srpna do 15 mm. Model z 11. srpna zvýšil předpovídané srážky na 11. srpna (5 až 60 mm) a na 12. srpna (15 až 95 mm), což byly přibližně tři čtvrtiny naměřených srážek. Shodné množství srážek na 12. srpna dával i model z tehož dne (obr. 3.14). Lokalizaci srážek i jejich následný ústup k severovýchodu během 13. srpna model předpověděl dobře.

V rozsahu krátkodobé předpovědi byly hodnoceny opět výstupy z modelu ALADIN a německého modelu z 10. srpna 12 UTC a 11. srpna 00 UTC na 11. srpna, z 11. srpna 12 UTC a 12. srpna 00 UTC na 12. srpna a z 12. srpna 12 UTC a 13. srpna 00 UTC na 13. srpna. Celkem tedy bylo hodnoceno po 6 výstupech z obou modelů.

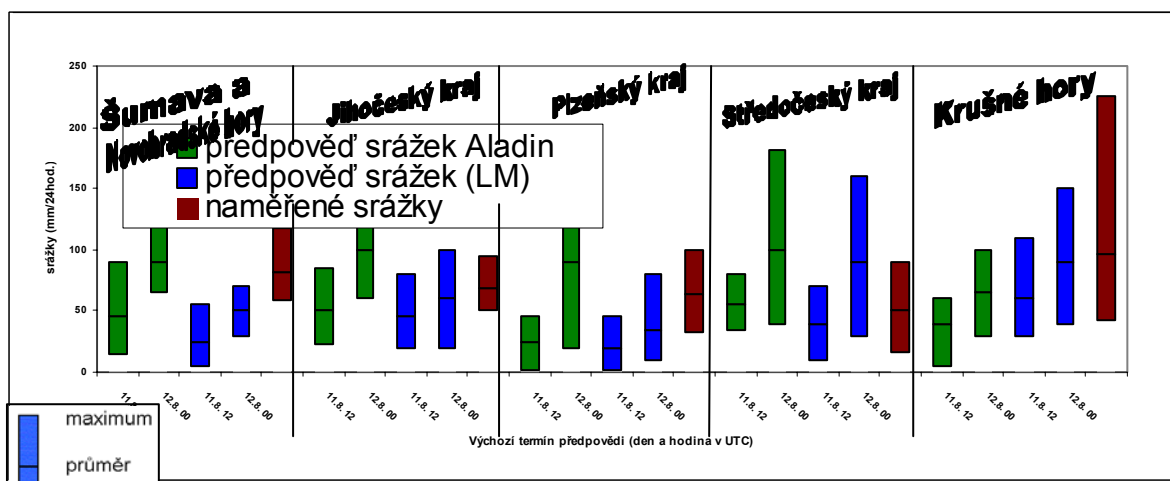
Pro první den s vydatnými srážkami (11. srpen) oba modely předpověděly srážky dobře (obr. 3.15). Jen model ALADIN mírně podcenil vydatné srážky na Šumavě i v Krušných horách, naopak německý model nadhodnotil množství srážek pro Středočeský kraj. Pro druhý den (12. srpna), kdy spadlo nejvíce srážek, ALADIN z termínu 11. srpna 12 UTC srážky celkově mírně podhodnotil, zatímco následující výpočet z 12. srpna 00 UTC je mírně nadhodnotil, zejména pro Středočeský kraj, kam dával 40 až 180 mm, což byl přibližně dvojnásobek naměřených srážek (obr. 3.16). Německý model množství srážek celkově podhodnotil, především však z termínu 11.8. 12 UTC, kdy dával přibližně poloviční množství srážek oproti naměřeným, pro Šumavu a Novohradské hory dokonce jen třetinové. Naopak pro Krušné hory, kde v tento den spadlo extrémní množství srážek v rozmezí od 42 do 225 mm (s maximem 319 mm), byl ve srovnání s modelem ALADIN úspěšnější německý model. Jeho předpověď se pohybovala od 30 do 110 mm (z 11. srpna 12 UTC), resp. od 40 do 150 mm (výpočet o 12 hodin později), zatímco u modelu ALADIN 5 až 60, resp. 30 až 100 mm, a pro německou stranu Krušných hor, která není hodnocena, i přes 100 mm srážek. Ve třetím srážkovém dnu se oblast srážek přesouvala nad severovýchodní polovinu našeho území. Ústup srážek modely předpověděly dobře (obr. 3.17). Ze sledovaných oblastí vydatnější srážky byly ve Středočeském kraji, kde spadlo až 33 mm. ALADIN zde srážky mírně nadhodnotil, německý model mírně podhodnotil. Dále pak v oblasti Krušných hor, kde spadlo 6 až 38 mm. oba modely tyto srážky podcenily.



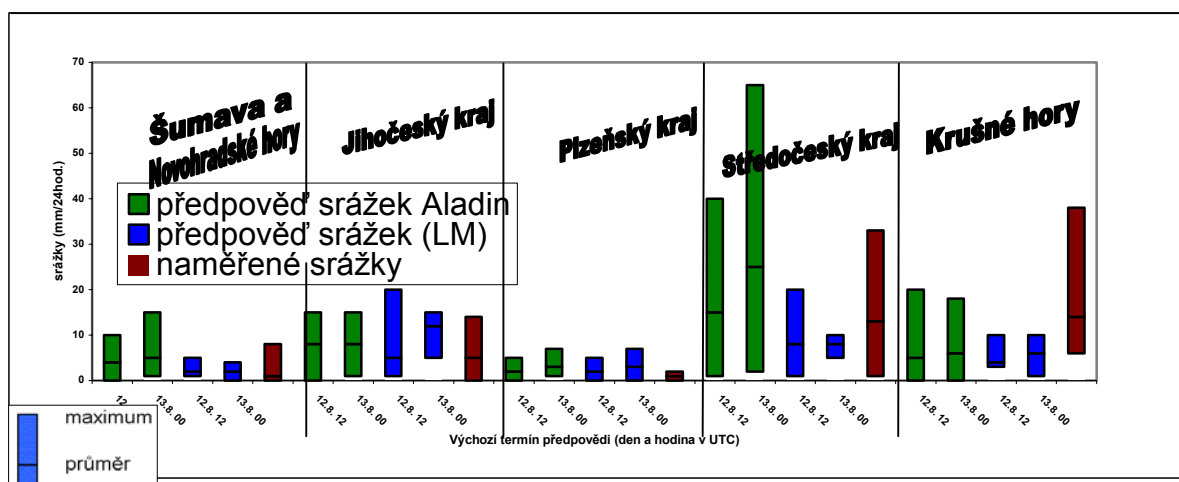
Obr. 3.14 Porovnání srážek předpověděných německým globálním modelem s naměřenými srážkami pro druhou povodňovou vlnu.



Obr. 3.15 Porovnání srážek předpověděných regionálním modelem ALADIN a regionálním německým modelem (LM) s naměřenými srážkami za období od 11. srpna 06 UTC do 12. srpna 06 UTC – první den s vydatnými srážkami pro druhou vlnu.



Obr. 3.16 Porovnání srážek předpověděných regionálním modelem ALADIN a regionálním německým modelem (LM) s naměřenými srážkami za období od 12. srpna 06 UTC do 13. srpna 06 UTC – druhý den s vydatnými srážkami pro druhou vlnu.



Obr. 3.17 Porovnání srážek předpověděných regionálním modelem ALADIN a regionálním německým modelem (LM) s naměřenými srážkami za období od 13. srpna 06 UTC do 14. srpna 06 UTC – třetí den, kdy srážky ustupovaly k severovýchodu

Celkově byly srážky pro druhou srážkovou vlnu předpověděny podstatně lépe než pro první povodňovou vlnu. Přes popsání rozdílů v předpovědi srážek jednotlivých modelů nelze říci, že některý z modelů byl významně úspěšnější, než jiný (pro stejný časový předstih předpovědi). S dvoudenním předstihem byly předpovědi převážně úspěšné. Model ECMWF předpovídal srážky do 30 mm s pětidenním předstihem. Tři dny předem začaly být využívány i předpovědi srážek globálního německého modelu. Dne 10. srpna oba tyto globální modely počítaly s vydatnými srážkami na 11. srpna a s jejich ustáváním během 12. srpna. O 24 hodin později oba tyto modely srážkové úhrny ještě zvýšily, a to zejména na 12. srpna. Dále byly používány regionální modely (předpovědi do 48 hodin), které upřesňovaly zejména lokalizaci a časový vývoj intenzivních srážek. I ústup srážkové činnosti k severovýchodu během 13. srpna tyto modely rovněž předpověděly dobře.

### 3.3.3. Závěrečné hodnocení

Pro předpověď vydatných srážek, které vedly k extrémním srpnovým srážkám, a pro vydávání výstražných informací byly používány výstupy z globálních i regionálních numerických modelů. Současné používání několika modelů umožňuje do jisté míry neúspěšné předpovědi eliminovat, a zvýšit tak kvalitu vydávaných předpovědí. Konečné rozhodnutí zůstává na meteorologovi, který může na základě aktuálního synoptického vývoje, chování modelu a své zkušenosti vlastní předpověď korigovat, nebo i předpověď některého z modelů odmítnout.

Předpověď vydatných srážek v jižních Čechách byla pro první vlnu srážek všemi modely podceňována. Meteorolog na základě modelových výstupů předpovídal ve dnech 5. srpna a 6. srpna jen do 30 mm srážek, a proto bylo rozhodnuto výstražnou informaci nevydat. Teprve na základě aktuálního vývoje povětrnostní situace a nových modelových výstupů (ze 6. srpna 12 UTC) byla vydána Výstraha na vydatné srážky, a to až 6. srpna ve 22.00 h, v době kdy v jižních Čechách intenzivní srážková činnost již začala. Naopak převážně úspěšné byly výstupy z modelů pro druhou vlnu srážek. V souladu s nimi první Upozornění meteorolog vydal 10. srpna, první Výstrahu 11. srpna. Předpověděné množství srážek v této Výstraze vyšlo velmi dobře. Přitom na možnost příchodu dalších srážek po první vlně meteorologové upozorňovali již 8. srpna.

## 3.4. Možnost včasného předpovídání vydatných srážek a jejich regionalizace na základě podkladů z numerických modelů atmosféry

Srážky patří k nejvýraznějším projevům počasí a jejich předpověď z hlediska uživatelů patří k nejžádanější. O předpovědích platí obecně, že je jejich uživateli požadována jednak přesnost, jednak délka platnosti. Je zřejmé, že předpověď může obvykle dostatečně uspokojovat v jednom z těchto aspektů v tom smyslu, že zatímco krátkodobé předpovědi jsou zpravidla přesnější a je možno je jak regionalizovat, tak upřesnit v čase, s přibývajícím délkou platnosti předpovědí se jejich přesnost obvykle zhoršuje a možnosti místních a časových rozlišení se snižují. Čím delší je platnost předpovědi, tím více je účelné nezabývat se detaily a předpověď formulovat spíše jako očekávaný trend vývoje počasí nebo porovnání předpokládaného vývoje s dlouhodobými normály.



Pro tvorbu předpovědi počasí jsou v dnešní době neodmyslitelným pomocníkem numerické předpovědní metody. Výstupy numerických modelů obsahují detailní informace o časovém a prostorovém průběhu většiny důležitých polí charakterizujících stav atmosféry v daném období. Přestože numerické modelování prošlo od dob svých počátků výrazným vývojem a výstupy modelů poskytují stále komplexnější a skutečnosti podobnější simulaci atmosférických dějů, jsou tyto výstupy ještě daleko od vyčerpávajícího a přesného popisu budoucího stavu atmosféry.

Rovnice popisující základní fyzikální zákony, jimiž se řídí vývoj atmosféry, mají charakter zákonů zachování. Z fyzikálního hlediska se jedná o zákony zachování hmoty atmosféry, hybnosti a energie. Tyto tři zákony jsou popsány pěti rovnicemi, které se často nazývají prognostickými rovnicemi modelu. Vzhledem k nelinearitě těchto rovnic je zřejmé, že jejich řešení se vyznačuje značnou citlivostí na volbu počátečních podmínek. Znamená to, že když zadáme do modelu vycházejícího z uvedených rovnic jen mírně pozměněná vstupní data, můžeme dostat zcela odlišné předpovědi počasí. Z praktického hlediska víme, že do modelu nelze vždy zadat jednoznačně správné počáteční podmínky, a to proto, že za prvé hodnoty měřených meteorologických veličin jsou zatíženy chybou v důsledku přesnosti měřících přístrojů; za druhé metoda dosazování těchto dat do modelu, tzv. asimilace dat, je opět zatížena určitou chybou, vyplývající z použité metody, přičemž tato část numerické předpovědi počasí patří k časově nejnáročnějším úlohám, takže je nutné vypomáhat si při jejím zpracování určitými zjednodušeními, které pak samozřejmě mohou mít vliv na kvalitu takto získaných počátečních podmínek. Za třetí množství asimilovaných dat je stále ještě příliš řídké, aby z takovýchto dat mohlo být zkonstruováno počáteční pole modelu, odpovídající reálnému stavu v atmosféře. Speciálně třetí důvod je v současné době hlavním omezujícím faktorem pro další zlepšování předpovědí. Protože další zahušťování sítě meteorologických stanic je nereálné, začínají se využívat i údaje z družic a radarů

Meteorologická služba ČHMÚ má pro předpověď srážek k dispozici kvantitativní předpovědi z několika numerických modelů, globálních a regionálních. Globální modely mají krok sítě, který udává horizontální rozlišovací schopnost předpovědi okolo 40 km, lokální modely kolem 10 km. Potíž je v tom, že chyby v předpovědích srážek bývají takové, že poloha ohnisek předpověděných srážek se od skutečnosti liší nezřídka o několik násobek kroku sítě. Určitý vliv na chyby má použitá shlazená orografie modelů. Například u regionálního modelu ALADIN je toto shlazení natolik značné, že výška Krkonoš nedosahuje ani 1000 m, rozsáhlejší pohoří, jako je Šumava a Jeseníky, výšku 1000 m přesahují. Modely v současné době nepochybně nejsou schopny předpovědět vývoj cirkulace atmosféry tak přesně a do takových detailů, aby úspěšnost regionalizace předpovědi srážek byla přibližně dána krokem sítě. Obdobně jako v horizontálním měřítku se odchylky předpověděných srážek projevují i v čase.

Vzhledem ke své časoprostorové proměnlivosti jsou zpravidla daleko obtížněji předpověditelné srážky přivalového charakteru, než srážky velkoprostorové. U velkoprostorových srážek je úspěšnost předpovědi více závislá na přesnosti předpovědi globálních modelů, zatímco u konvektivních srážek kromě toho vstupují do úvahy i jevy mezosynoptického a nezřídka i mikrosynoptického měřítko, které úspěšnost zhoršují. V případech přivalových srážek je obvykle možné pouze varovat před jejich pravděpodobným výskytem na základě vyhodnocení předpokládaného vývoje povětrnostní situace, ale předpověď konkrétního místa výskytu takových srážek s dostatečným časovým předstihem je zatím téměř nemožná. Jak již bylo řečeno, soudobé numerické modely mají své limity dané především nedostatečně přesným popisem počátečních podmínek malého měřítko a zjednodušeným popisem velice komplexních dějů pomocí velkoprostorových veličin

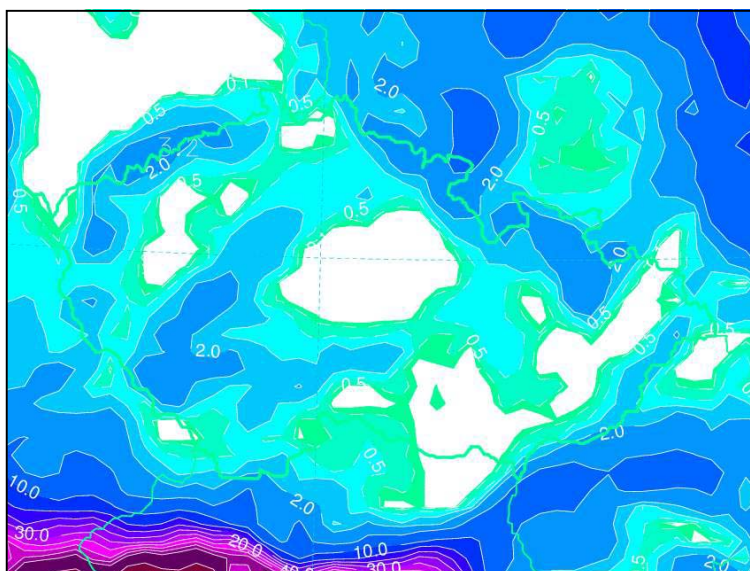


vedených snahou o maximální úsporu výpočetního času. Na modelem indikovanou konvekci je nutné pohlížet jako na místa s možným výskytem konvekce s tím, že přesná lokalita srážek a doba jejich vypadávání může být oproti modelové předpovědi posunuta.

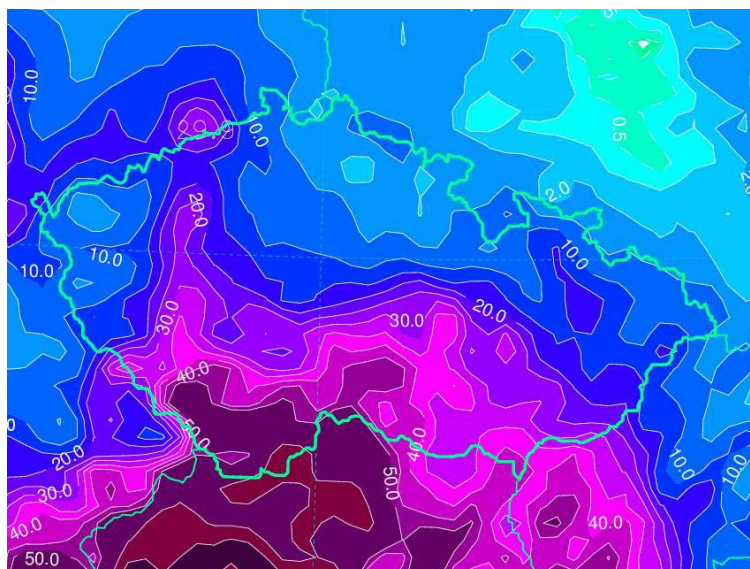
Statistické metody, používané pro následnou úpravu výstupních dat z modelu, jsou pro účely srážkových polí jen omezeně použitelné. Jejich hlavní výhodou je oprava systematických chyb modelu, což ale není případ modelem předpovídaných srážek. Zde je možno statistickými metodami korigovat snad jen systematické podhodnocování nebo nadhodnocování srážek v určité oblasti. Jak už bylo řečeno, špatná predikce srážek je daná spíše nedokonalým (zjednodušeným) popisem dějů vedoucích ke srážkové činnosti a nedostatečnou detailní znalostí výchozího stavu.

Pro zlepšení úspěšnosti předpovědi vydatných srážek je zásadní, aby meteorolog, kromě vzájemného porovnávání výstupů různých modelů z jednoho termínu, sledoval i časovou následnost vývoje numerických předpovědí jednotlivých modelů (přibližování předpovědi k očekávané srážkové události).

Příklady úspěšných a neúspěšných předpovědí atmosférických srážek numerických modelů se vyskytly i v období mimořádně silných srážek na území České republiky v srpnu 2002. V první srážkové vlně 6. až 7. srpna byly tyto předpovědi převážně neúspěšné. Jako příklad můžeme uvést předpověď modelu ALADIN z termínu 5. srpna 12 UTC na 6. srpna (obr. 3.18). Model předpovídal pro všechny hodnocené oblasti maximálně 3 mm srážek, zatímco ve skutečnosti spadlo na Šumavě a v Novohradských horách převážně 42 až 85 mm, s maximálním úhrnem 107 mm (viz kap. 2, obr. 2.2). Naopak v druhé vlně srážek 11. až 13. srpna byla úspěšnost předpovědí srážek numerických modelů podstatně vyšší. Vezme-li si jako příklad opět model ALADIN, pak jeho předpověď srážek z 10. srpna 12 UTC pro oblast Šumavy a Novohradských hor v rozmezí od 10 do 90 mm (obr. 3.19) je v dobrém souladu s 30 až 110 mm, které zde ve skutečnosti spadly (obr. 2.7 v kap. 2). Podrobný rozbor úspěšnosti předpovědí numerických modelů v období první a druhé srážkové vlny v srpnu roku 2002 najdeme v kap. 3.3



Obr. 3.18 Předpověď 24hodinového úhrnu srážek pro území ČR a okolí podle modelu ALADIN z výchozího termínu 5. srpna 12 UTC na den 6. srpna.



Obr. 3.19 Předpověď 24hodinového úhrnu srážek pro území ČR a okolí podle modelu ALADIN z výchozího termínu 10. srpna 12 UTC na den 11. srpna.

Ze zkušeností s kvalitou předpovědí srážek z modelů, které jsou provozně k dispozici, vyplývá všeobecný závěr, že předpovědi srážek z modelů jsou nepochybně důležitým a užitečným podkladem pro vypracování předpovědi srážek s platností na několik dní. Jejich význam není dobré ani přeceňovat ani podceňovat. Nejen pro střednědobou, ale i pro krátkodobou předpověď jsou obvykle regionální odchylky srážek předpověděných modely od skutečných srážek větší, než je krok sítě modelů. Nebrat tuto skutečnost v úvahu a bez kritického zhodnocení aplikovat předpověď jednoho modelu, včetně podrobností, by znamenalo ve svých důsledcích diskreditaci předpovědní služby. Je tedy žádoucí přistupovat k podkladům z modelů obezřetně, brát v úvahu předpovědi z rozdílných zdrojů, vážit pravděpodobnost vývoje situace a využívat zkušeností. Regionální a časové odchylky v předpovědích srážek uvádět za předpokladu rozumné míry jejich pravděpodobnosti. To platí samozřejmě pro předpovědi obecně. Tento přístup se snažíme v meteorologické službě ČHMÚ uplatňovat. Při formulaci předpovědi a výstrah je třeba hledat optimální efektivnost a srozumitelnost pro uživatele. Modelové předpovědi v rukou zkušeného meteorologa mohou sloužit jako dobrý podklad pro upozornění na nebezpečí vzniku silných srážek. Ve většině případů je tak možno s časovým předstihem přibližně dvou až tří dnů varovat před jejich možným výskytem.

#### Literatura:

- [1] Váňa, F.: Možnosti předpovědi srážek pomocí numerických předpovědních modelů. Meteorologické zprávy, 51, 1998, č. 1, str. 6–9.
- [2] Váňa, F.: Fyzikální parametrizace v modelu Aladin. Meteorologické zprávy, 51, 1998, č. 2, str. 33–44.
- [3] Pavlík, J.: Problematika využívání meteorologických podkladů pro varovnou službu. Meteorologické zprávy, 54, 2001, č. 1, str. 5–7.
- [4] Pavlík, J.: Možnost včasného předpovídání vydatných srážek a jejich regionalizace na základě podkladů z modelu atmosféry. (Zde, kap. 3.4.)

- [5] *Raidl, A.*: K problému předpověditelnosti počasí. *Meteorologické zprávy*, 50, 1997, č. 3, str. 77–81.
- [6] *Batka, M.*: Současný stav objektivní předpovědi počasí. Globální spektrální modely a jejich využití v meteorologii. *Meteorologické zprávy*, 47, 1994, č. 5, str. 135–141.
- [7] *Batka, M.*: Současný stav objektivní předpovědi počasí. Regionální předpověď počasí I. *Meteorologické zprávy*, 49, 1996, č. 1, str. 22–27.
- [8] *Batka, M.*: Současný stav objektivní předpovědi počasí. Regionální předpověď počasí II. *Meteorologické zprávy*, 49, 1996, č. 2, str. 39–46.
- [9] *Batka, M.*: Současný stav objektivní předpovědi počasí. Regionální předpověď počasí III. *Meteorologické zprávy*, 49, 1996, č. 3, str. 65–72.

