

L10 Analýza zemského povrchu



Alena Trojáková (ONPP)

Obsah

Úvod

- analýza zemského povrchu
- stavový vektor
- základní metody

Analýza půdních parametrů

- metody asimilace pozorování ve 2m

Analýza dalších prvků (teplota moře, mořský led, sníh)

Shrnutí

Operativní aplikace

Analýza zemského povrchu

- # kombinace dostupných pozorování s vhodným odhadem reálného stavu (klimatologie, model.předpověď) za účelem tvorby matematicky a fyzikálně konzistentní a zároveň přesné analýzy

Proč ?

- # toky (tepla, vlhkosti, hmoty) mezi zemským povrchem a atmosférou jsou klíčové pro parametry v blízkosti zemského povrchu, mezní vrstvu i vyšší hladiny atmosféry
 - silně závisí na parametrech zemského povrchu, které mají velkou prostorovou i časovou variabilitu

Analýza zemského povrchu

základní problematika

- definice stavového vektoru, tj. které parametry analyzovat
- určení vhodných pozorování a předběžného odhadu
- výběr metody analýzy
- definice datového operátoru pozorování H
- kovarianční matice pozorování R a odhadu B
- identifikace a odstranění biasů (modelu i měření)
- metody kontroly kvality a monitorování analýzy i pozorování

Stavový vektor - parametry zemského povrchu



- # povrchová a půdní teplota + vlhkost (T_s, w_s, T_d, w_d)
- # teplota moře (SST), mořský led
- # sníh - pokrytí, vodní obsah
- # parametry vegetace

Základní metody

- Relaxace (ke klimatologii, pozorováním - nudging)
 - Statistická nebo optimální interpolace
 - Variační metody
 - Kalmánův filtr
- # analýza zemského povrchu oddělena od analýzy atm. polí (atmosféry)
- společná analýza příliš komplikovaná (definice B , rozdílná časová variabilita parametrů)
- # obvykle kombinace více metod pro různé parametry

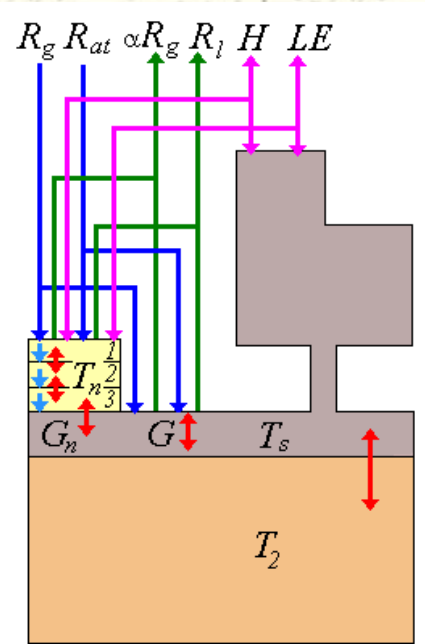
Obsah

- # Úvod
- # Analýza půdních parametrů
 - metody asimilace pozorování ve 2m
 - optimální interpolace
 - variační asimilace
- # Analýza dalších prvků
(teplota moře, mořský led, sníh)
- # Shrnutí
- # Operativní aplikace

Analýza půdních parametrů

(T_s, w_s, T_p, w_p)

- # velký pokrok v kvalitě dostupných fyziografických dat a ve vývoji půdních schémat (ISBA)

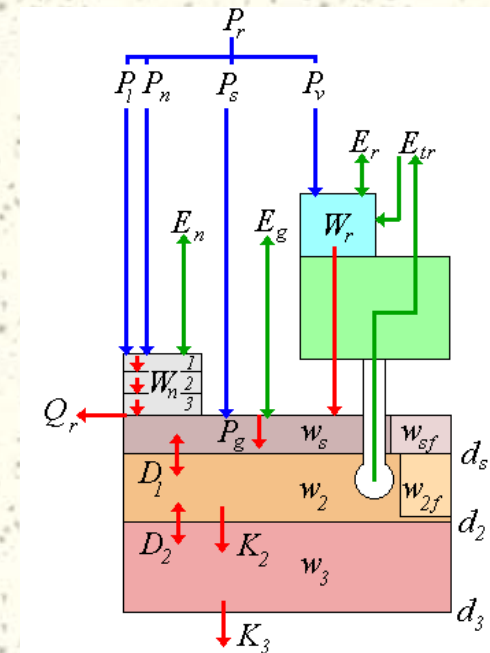


energie

analýza

povrchová
půdní

w_s
 w_p



vlhkost

Školení, 11/07

Analýza půdních parametrů

(T_s, w_s, T_p, w_p)

- # velká citlivost povrchových toků na T_s, w_s
- # hlavní interakce w_s s atmosférou vlivem výparu a transpirací vegetace
- # velká časová i prostorová variabilita půdních veličin - vliv vegetace a srážek, rozdílné časové škály procesů
- # přesná analýza je důležitá
 - stabilní podmínky - vliv na parametry ve 2m
 - instabilní podmínky - vliv na PBL, vývoj konvekce
 - při silném záření - w_s určuje přenos energie z povrchu („Bowen ratio“ = $Q_{zjevné}/Q_{latntní}$)

Analýza půdních parametrů

(T_s, w_s, T_p, w_p)

- # nedostatek přímých měření - náročné a problematická je i jejich reprezentativnost
- # dostupná měření
 - srážky - přímo ovlivňují T_s, w_s
 - pozorování ve 2m (T_{2m}, RH_{2m}) - operativní užití
 - dobré pokrytí
 - blízký vztah s T_s, w_s za určitých met. podmínek
 - satelitní data (blízká budoucnost)
 - globální pokrytí, problémy s biasy



Metody - optimální interpolace

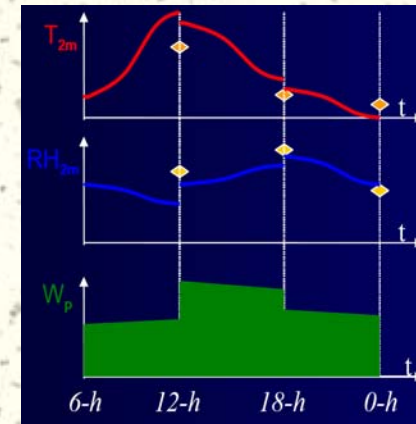
- # sekvenční analýza
- # analýza T2m a RH2m pomocí měření SYNOP =>

$$\Delta T_{2m} = T_{2m}^a - T_{2m}^b$$

$$\Delta RH_{2m} = RH_{2m}^a - RH_{2m}^b$$

- # korekce půdních parametrů (T_s, w_s, T_p, w_p) pomocí těchto inkrementů metodou optimální interpolace

$$x^a = x^b + BH^T (HBH^{-1} + R)^{-1} (y - H(x^b))$$



Metody - optimální interpolace

$$T_s^a - T_s^b = \Delta T_{2m}$$

$$T_p^a - T_p^b = \Delta T_{2m} / 2\pi$$

$$W_s^a - W_s^b = \alpha_{WsT} \Delta T_{2m} + \alpha_{WsRH} \Delta RH_{2m}$$

$$W_p^a - W_p^b = \alpha_{WpT} \Delta T_{2m} + \alpha_{WpRH} \Delta RH_{2m}$$

$$\alpha_{Ws / pT} = f(t, vg., LAI / Rs_{min}, met. situace)$$

Koeficienty silně závislé na fyziografických param. a meteorologických podmínkách (odvozeny metodou MonteCarlo pro letní ACY situaci + další empirická závislost na met. podmínkách (oblačnost, srážky,...))

Metody - optimální interpolace

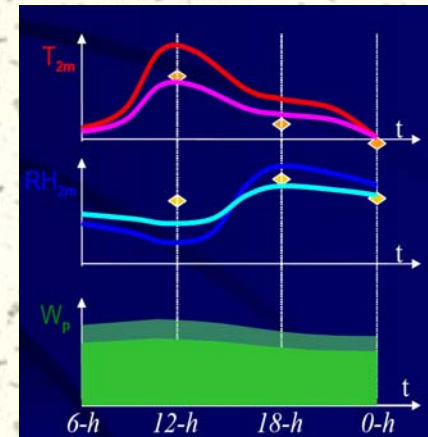
- # vhodná metoda pro většinu oblastí
- # výpočetně relativně nenáročná
- # bere v úvahu chyby modelu (fyziog. data, půdní model)

Nevýhody:

- # vyžaduje kvalitní analýzu ve 2m (B není homogenní a izotropní)
- # problematické rozlišení a odstranění biasů modelu a pozorování (nereprezentativní pozorování, velká prostorová a časová variabilita parametrů) => nerealistická analýza půdní vlhkosti

Metody - variační asimilace

- # kontinuální analýza
- # minimalizace funkcionálu $J(x)$
 - ▣ pro několik parametrů lze řešit metodou konečných diferencí
 - ▣ pro více parametrů nutný TL/AD model



$$J(x) = \frac{1}{2} \left[(x - x^b)^T B^{-1} (x - x^b) + (y - H(x))^T R^{-1} (y - H(x)) \right]$$

Metody - variační asimilace

Výhody a nevýhody stejné jako OI +

- # bere v úvahu optimálně chyby modelu (fyziog. data, půdní model), ale není nutný výpočet korelací chyb modelu (metoda MontCarlo)
- # asimilace asynchronních dat
- # delší "asimilační okno" zlepšuje analýzu pomalých procesů (T_p, w_p)
- # redukuje vliv B

Nevýhody:

- # výpočetně velmi náročná
- # vyžaduje TL/AD při analýze více půdních parametrů

Obsah

- # Úvod
- # Analýza půdních parametrů
 - metody asimilace pozorování ve 2m
 - optimální interpolace
 - variační asimilace
- # Analýza dalších prvků
(teplota moře, mořský led, sníh)
- # Shrnutí
- # Operativní aplikace

Analýza dalších prvků (SST, ...)

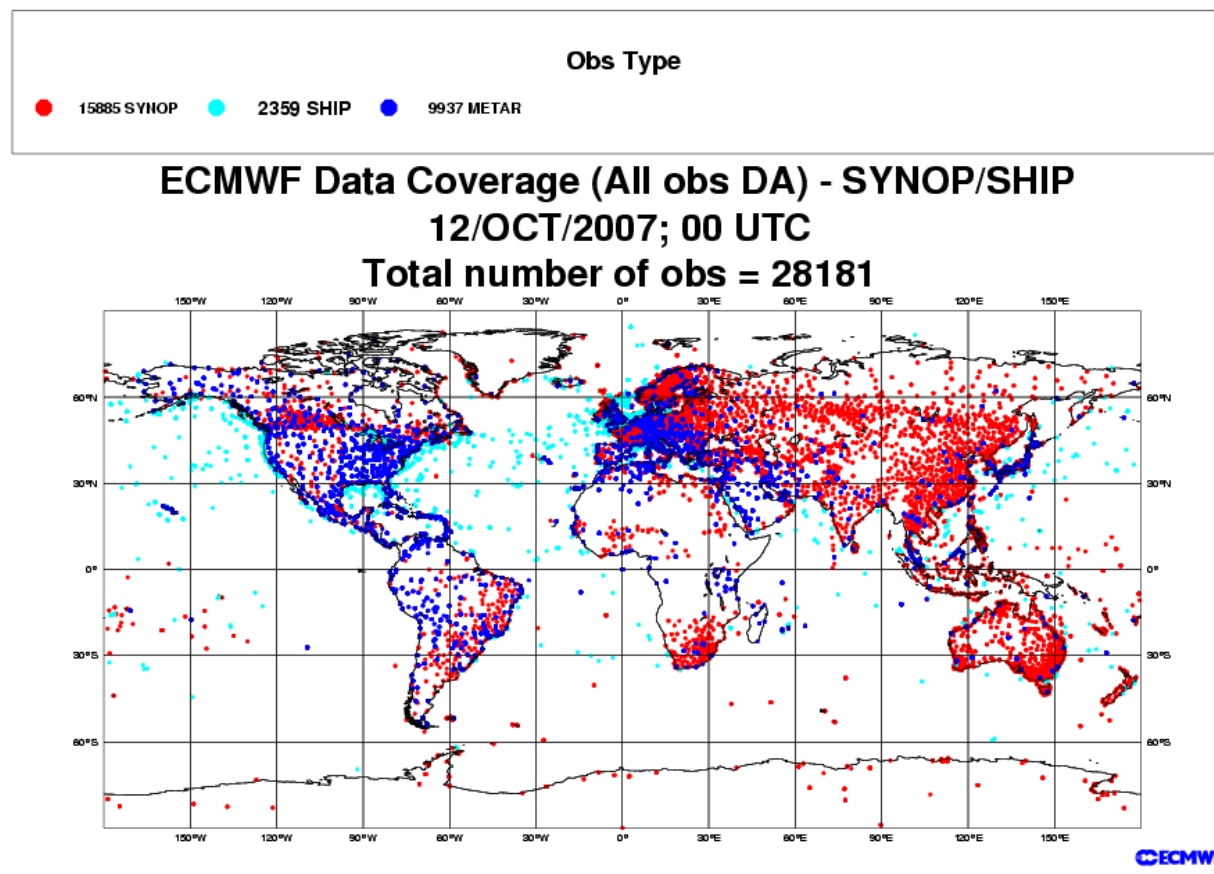
SST

- současné modely uvažují konstantní teplotu moře v průběhu integrace
- pozorování - BUOY, SHIP, satelitní radiance (IR)
- analýza SST je dostupná i z jiných center např. NOAA/NESDIS ($0.5^\circ \times 0.5^\circ$), SAF-OSI
- metody - optimální interpolace pro BUOY, SHIP + relaxace k NOAA/NESDIS analýze

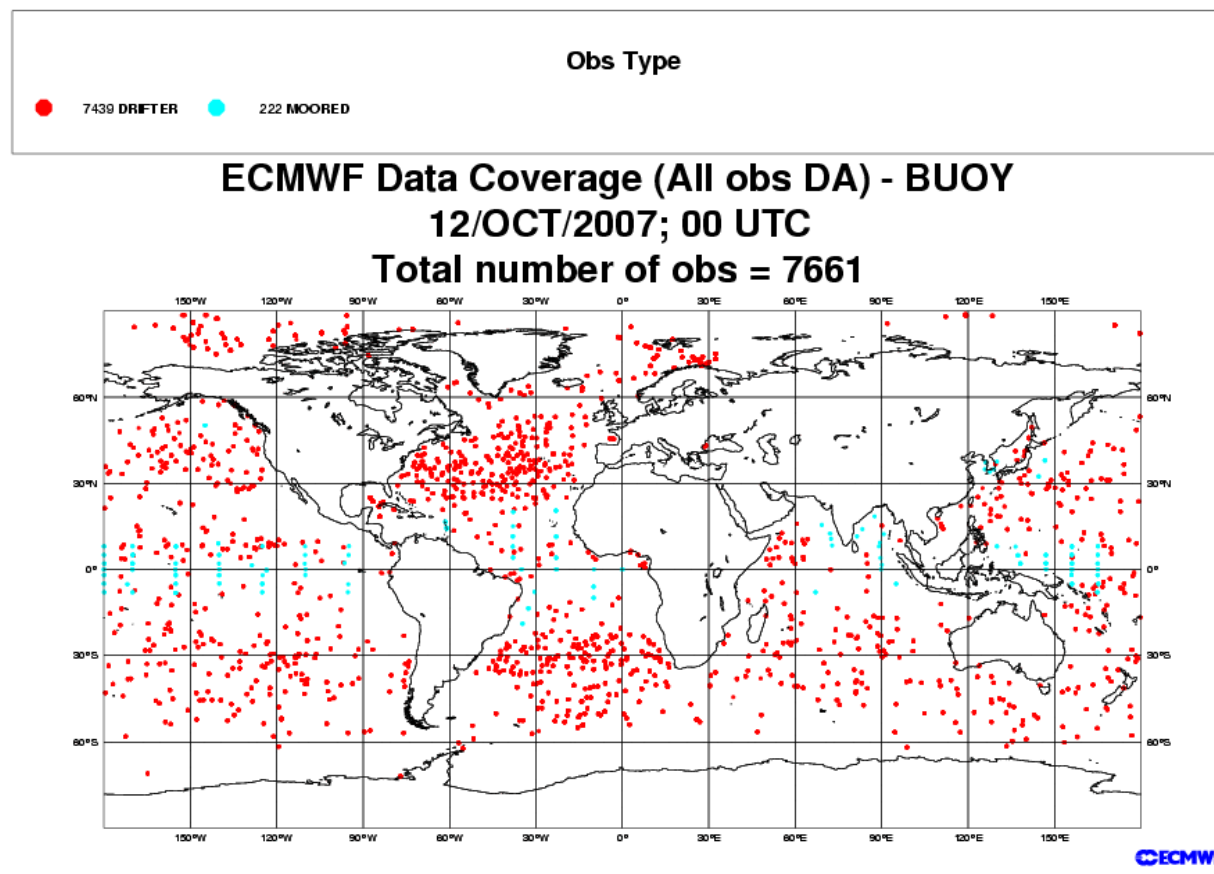
mořský led

- určení frakce ledu ze satelitních pozorování (SSM/I)

Analýza dalších prvků (SST, ...)



Analýza dalších prvků (SST, ...)



Analýza dalších prvků (sníh)

sníh

- reprezentován sněhovou pokrývkou a vodním obsahem
- pozorování - SYNOP
- IR a MV satelitní data
 - poskytují sněhovou pokrývku s velkým časovým i prostorovým rozlišením (under clear sky condition)
 - určení vodního obsahu je složitější
- metody - (většinou neoperativní a založené na OI)
- kombinace pozorování umožňuje analýzu obou parametrů, ale problematické je určení B , R a datového operátoru H pro horské regiony

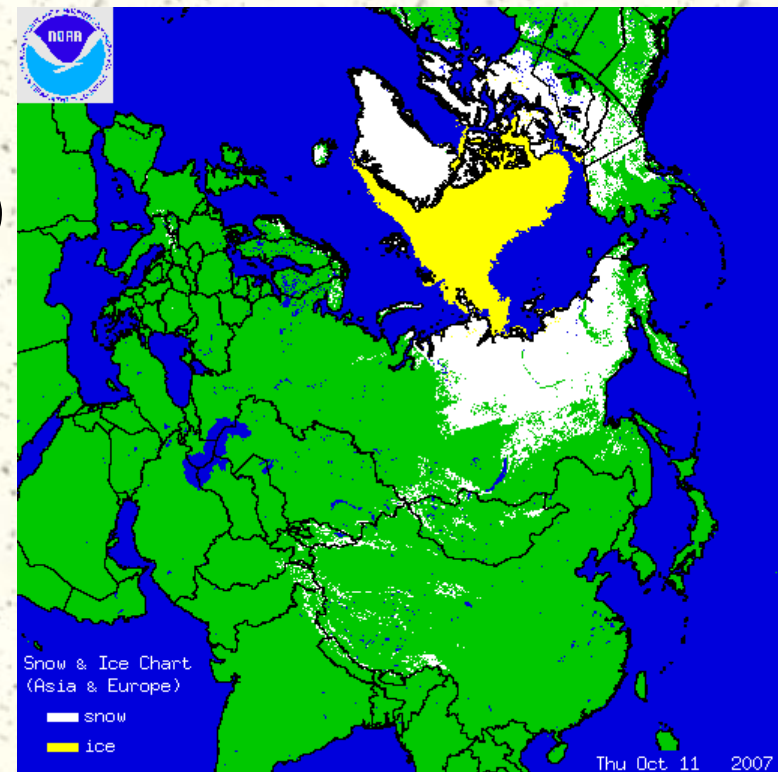
Analýza dalších prvků (snih)



NOAA/NESDIS analýza sněhu a ledu

(National Environmental Satellite, Data and Information Service)

- ▣ založena na AVHRR, GOES, SSMI, etc.
 - + odvozené produkty (USAF Snow/Ice Analysis,...)
 - + přízemní pozorování
- ▣ produkty
 - ▣ denně
 - ▣ ~25 km
 - ▣ 1024 x 1024 grid



Obsah

- # Úvod
- # Analýza půdních parametrů
 - metody asimilace pozorování ve 2m
 - optimální interpolace
 - variační asimilace
- # Analýza dalších prvků
(teplota moře, mořský led, sníh)
- # Shrnutí
- # Operativní aplikace

Shrnutí

- # analýza parametrů zemského povrchu je velmi důležitá (hlavně pro modelování ve vyšším rozlišení)
 - ▣ => určení toků (tepla, vlhkosti, hmoty) mezi zemským povrchem a atmosférou - klíčové pro parametry v blízkosti zemského povrchu (T2m), stav PBL, vývoj konvekce, ...
- # v současnosti (většina operativních aplikací)
 - ▣ oddělená od analýzy výškových polí
 - ▣ metody založené na optimální interpolaci, další metody zatím příliš výpočetně náročné

Shrnutí

- † nedostatek přímých měření => důležitý předběžný odhad
- † efektivní použití přízemních pozorování
- # perspektivy do budoucnosti
 - † větší použití satelitních dat pro analýzu T_s, w_s a kombinace s in-situ pozorováními
 - † vývoj metod (VAR, EKF, EnKF, ...)
 - † asimilace parametrů vegetace
 - † analýza povrchové teploty jezer
 - † společná analýza s atmosférou

Obsah

- # Úvod
- # Analýza půdních parametrů
 - metody asimilace pozorování ve 2m
 - optimální interpolace
 - variační asimilace
- # Analýza dalších prvků
(teplota moře, mořský led, sníh)
- # Shrnutí
- # **Operativní aplikace**

Operativní aplikace

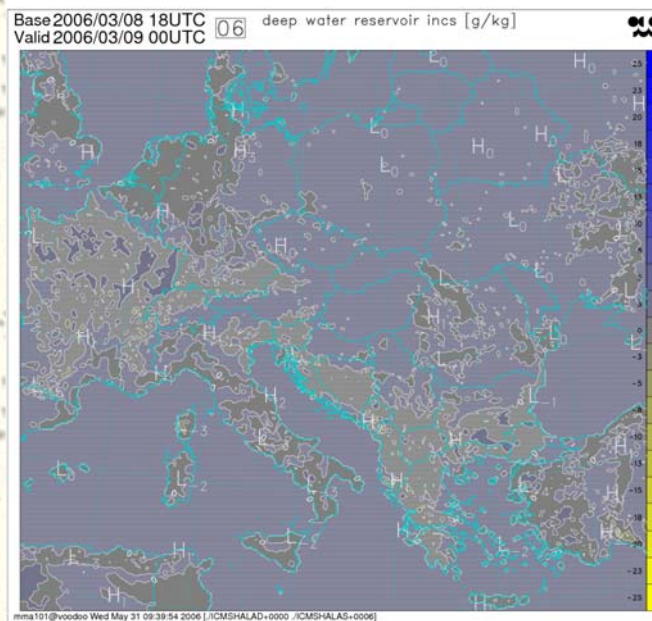
- # povrchová pole jsou analyzována PŘED analýzou výškových polí
- # metodou optimální interpolace
- # užívá pozorování SYNOP
- # analýza SST převzata z globálního modelu ARPEGE
- # ostatní povrchové parametry (např. sníh) nejsou analyzovány, ale inicializovány z předběžného odhadu s relaxací ke klimatologii

T2m total 881 active 652 rejected 23

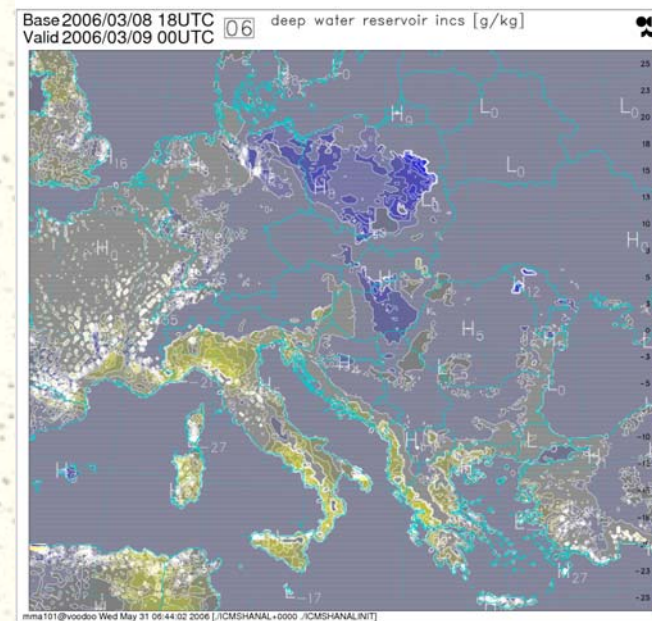


Operativní aplikace - vliv analýzy

inkrementy vlhkosti v půdě w_d - 9.3.2006



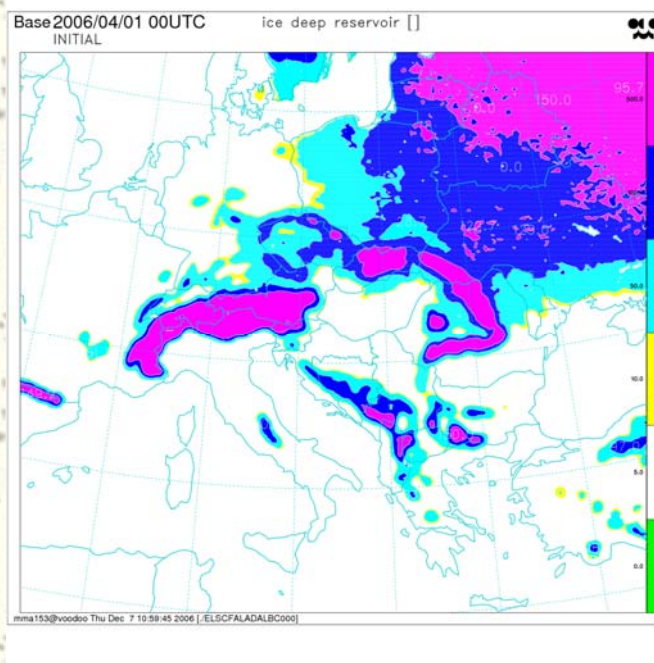
surface blending



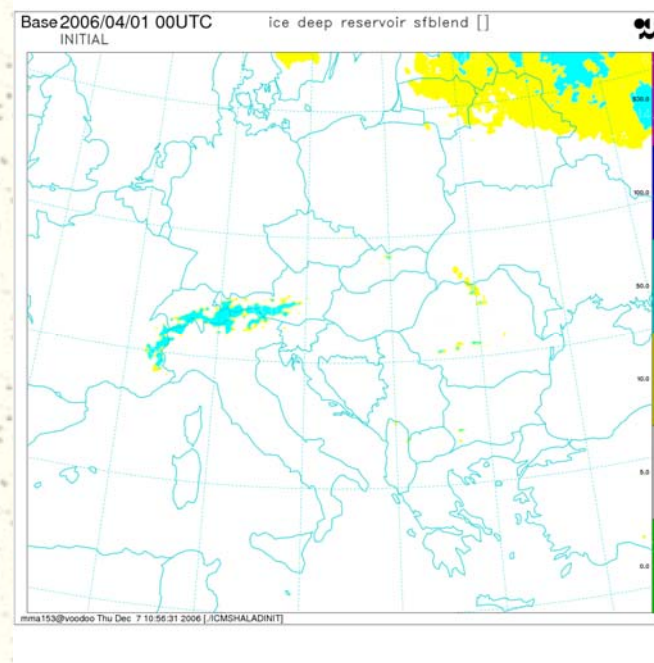
optimální interpolace

Operativní aplikace - vliv analýzy

množství ledu v půdě - 1.4.2006



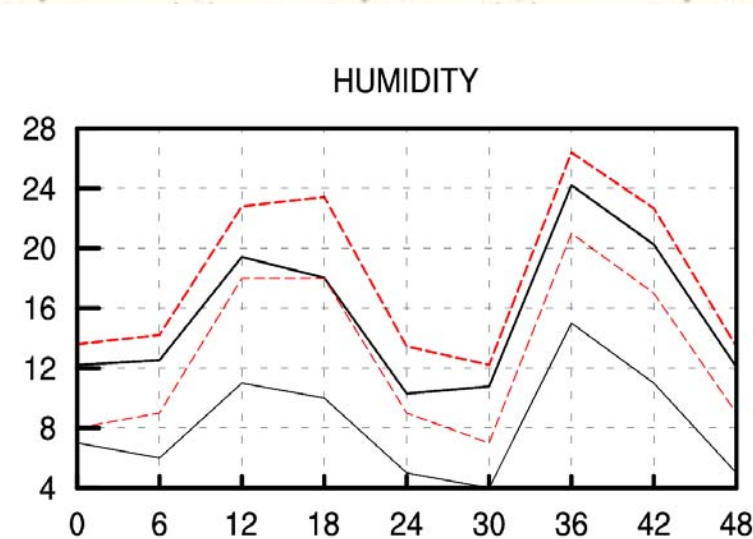
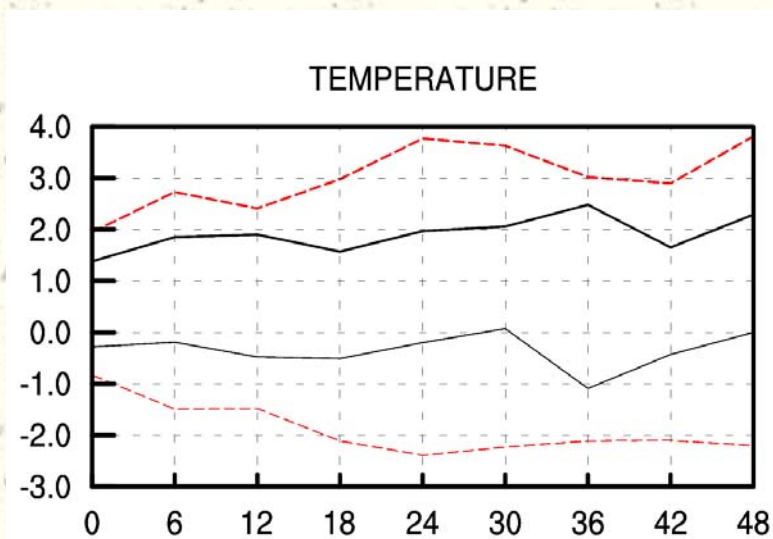
ARPEGE



optimální interpolace

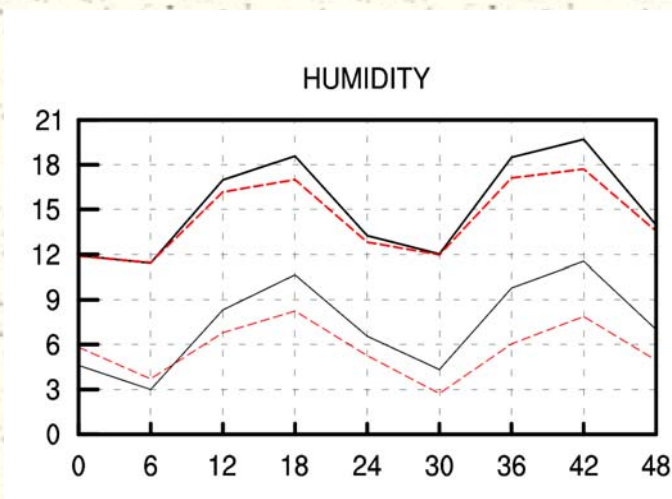
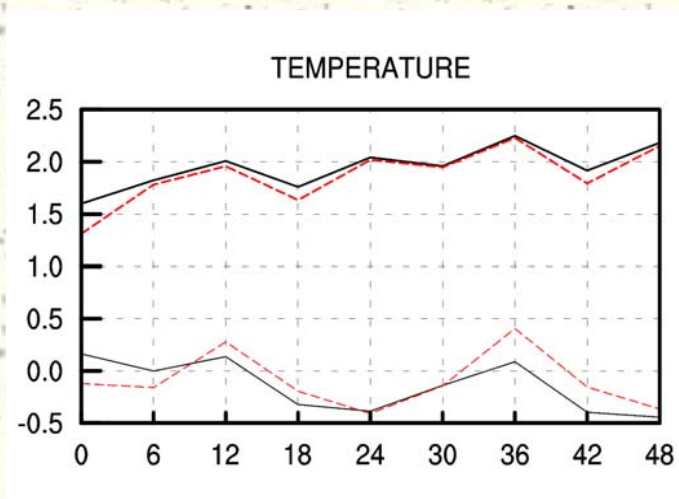
Operativní aplikace - vliv analýzy

objektivní skóre pro T2m a RH2m - 1.4.2006




Operativní aplikace

- # dlouhodobé testování (červen 2005 - srpen 2006)
- # výsledné skóre ve 2m pro březen a duben 2006



od 3.srpna 2006 operativní použití

Verifikace



Alena Trojáková (ONPP)

Obsah

- # Verifikace
- # Základní metody
- # Operativní aplikace
- # Další ukázky

Verifikace

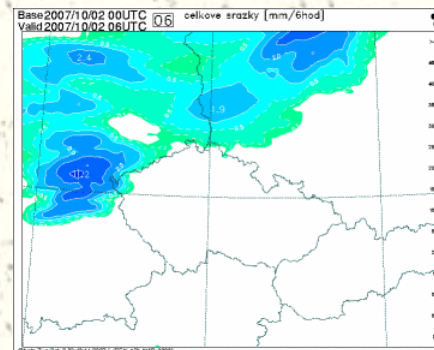
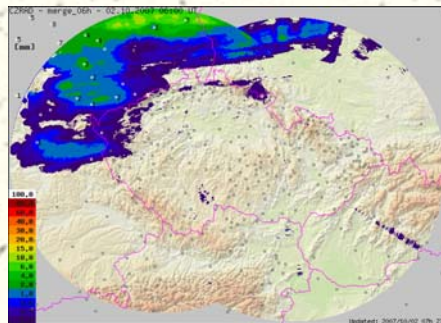
- # srovnání předpovídaných veličin s reálnými pozorováními, příp. s vhodným odhadem reálného stavu (analýzou)

Proč ?

- # monitorování kvality modelových předpovědí
 - výběr vhodného modelu nebo jeho konfigurace
- # zlepšování kvality modelových předpovědí
 - identifikace chyb a jejich korekce, další vývoj
- # srovnání s jinými NWP modely

Verifikace - metody

- # subjektivní hodnocení „podle oka“



- # objektivní hodnocení
statistické charakteristiky srovnání
modelových předpovědí F_i a pozorování O_i

Verifikace - metody

■ bias - systematická chyba $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)$
(interval $\langle -\infty, \infty \rangle$, ideálně 0)

■ rmse - „průměrná/střední“ velikost chyby
(interval $\langle 0, \infty \rangle$, ideálně 0) $\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2}$

■ stde - přesnost modelu vzhledem k referenci
(interval $\langle 0, \infty \rangle$, ideálně 0)

$$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2 - \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i) \right)^2}$$

Verifikace - metody

Tradiční skóre nevystihují srážky

- kontingenční tabulky
- Frequency BIAS
počet ($F > x$) / ($O > x$)
- Probability Of Detection
počet ($O > x$ & $F > x$) / ($O > x$)
- False Alarm Ratio
počet špatných F / ($F > x$)
- HSS (Heidke Skill Score), ETS (Equitable Threat Score) skóre pro úhrny 0.2, 2 a 10 mm

	$F < x$	$F > x$
$O < x$	A	B
$O > x$	C	D

$$FBIAS = \frac{B + D}{C + D}$$

$$POD = \frac{D}{C + D}$$

$$FAR = \frac{B}{B + D}$$

Verifikace - operativní aplikace

Paralelní testy

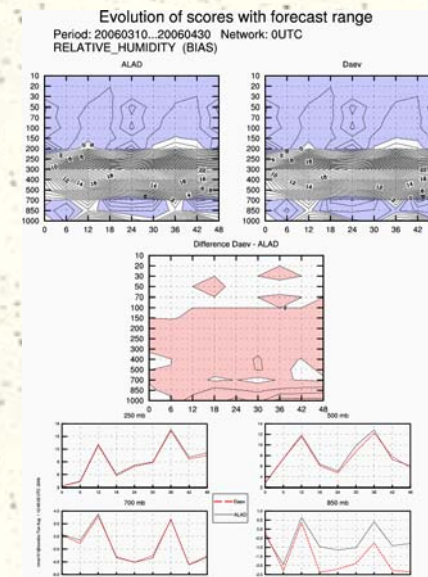
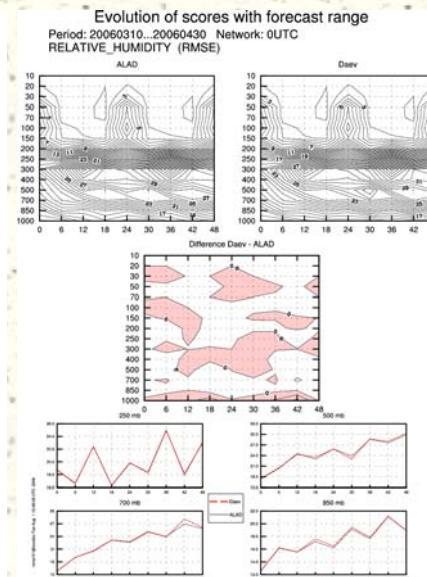
srovnání dvou modelových verzí při testování modelových změn, identifikace chyb a jejich korekce

ALADIN/CE Parallel Tests

In parallel with normal operational running of ALADIN/CE new versions of the model code and/or results of development are tested and compared against the operational version.

2007

ID	Period	Description	Discussion	Conclusions
AHJLAHK	20060621-20060630	Base: oper Diff: 3MT scheme research suites	Research suites	
AHI ahi	20070726-20070731	Base: oper Diff: like AHC but keeping LREGETA=TRUE. More details: ahi.doc	Neutral scores; confirmation of the impact of LREGETA option.	Switched to the operational suite on 3rd September for 0h assimilation cycle
AHC ahc	20070726-20070826	Base: oper Diff: CY32T1 including small fixes, LREGETA=F.	Deterioration of temperature bias when abandoning LREGETA	Suite stopped
AHB	20060621-20060630 20070102-20070111	Base: AGA Diff: modified conditions for evaporations of precipitations	Neutral scores	Modification accepted for higher library versions
AHA aha	20070628-20070707	Base: oper Diff: fix of cloud geometry in microphysics. Fix of sublimation of snow.	Neutral scores. Problem of snow melting fixed.	Entering the operational suite on 11th July 2007 for 0h assimilation run.
AGV, AGW, AGX,AGY, AGZ, AGU	20060621-20060630 20060621-20060630	Base: oper Diff: Tuning of microphysics Base: AGA Diff: 3MT with Smith-Gerard cloudiness option	Results still not satisfactory Research suite	
AGT agt	20070531-20070623	Base: oper	Scores not satisfactory;	Further research



http://www.chmi.cz/meteo/ov/lace/aladin_lace/partests/

Verifikace - operativní aplikace

Krátkodobé a dlouhodobé verifikace

monitorování operativní verze modelu

objektivní skóre (RMSE, STDE, BIAS) vzhledem

k pozorování zpráv SYNOP a TEMP

- aktuální předpověď
- za posledních 9 dní, měsíc (z denních skóre) a dlouhodobé série měsíčních statistik od Srpna 2002)
- pro oblast ČR (33 SYNOP stanic)
- závislost BIASu na chybě modelové orografie
- verifikace 6/24 hod úhrnů srážek
- POD, FAR, HSS (Heidke Skill Score), ETS (Equitable Threat Score) skóre pro úhrny 0.2, 2 and 10 mm

<http://intranet/...>

Školení, 11/07

Verifikace - operativní aplikace

Pozorování

- # SYNOP (geop., T2m, RH2m, v10m, 6h srážky, oblačnost, Tmin, Tmax)
- # TEMP (p, geop., T, RH, vítr ve standardních i zlomových hladinách)

Kontrola kvality pozorování

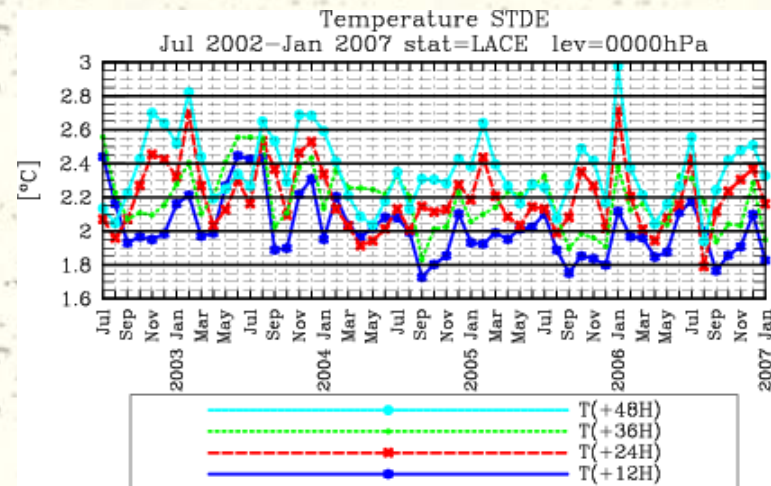
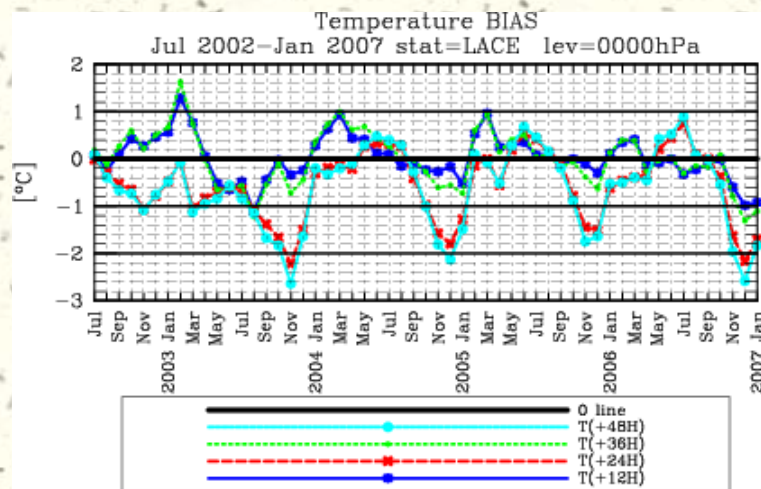
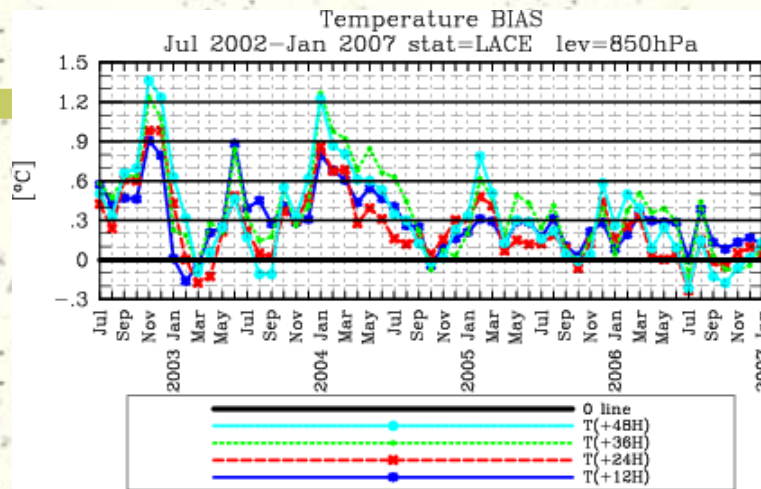
- # založená na metodách optimálního odhadu (optimální interpolace)
 - černá listina
 - kontrola vzhledem k předběžnému poli
 - prostorová kontrola kvality

Verifikace

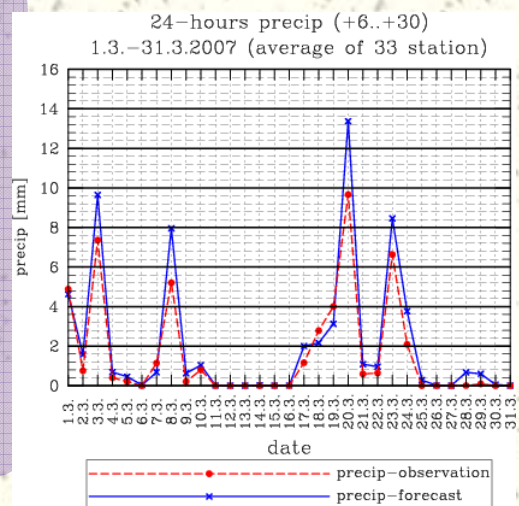
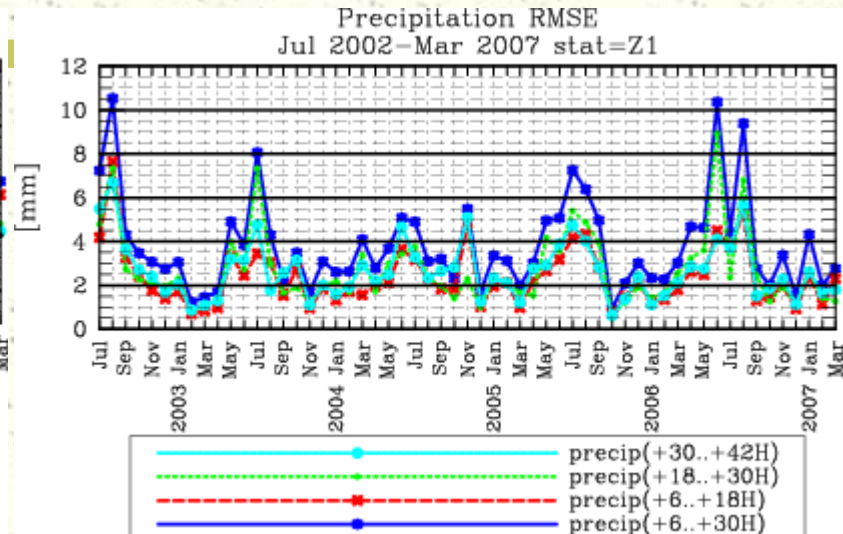
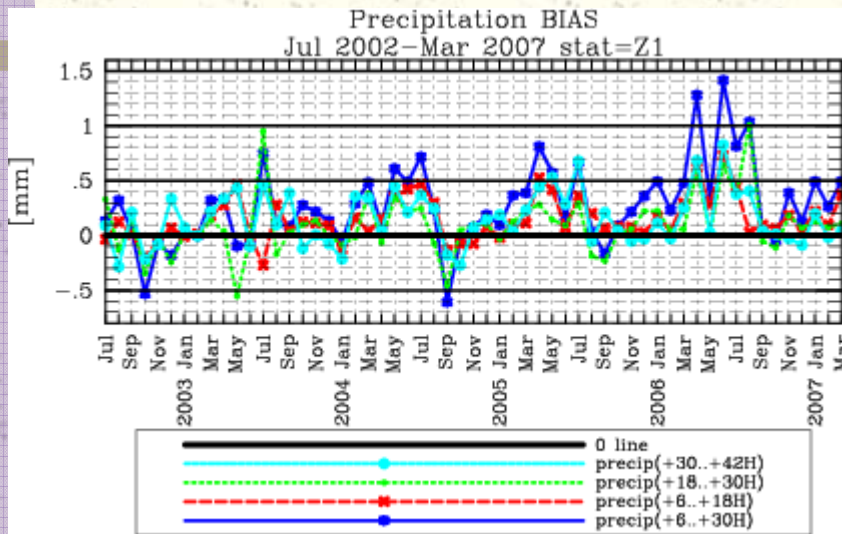
TEPLOTA

v 850 hPa systematická chyba
minimální

ve 2m podhodnocena hlavně v
zimním období (kombinovaný
vliv povrchu, množství
oblačnosti, vertikální výměny)
přesto se daří mírně zlepšovat
standardní odchylku T2m



Verifikace



SRÁŽKY

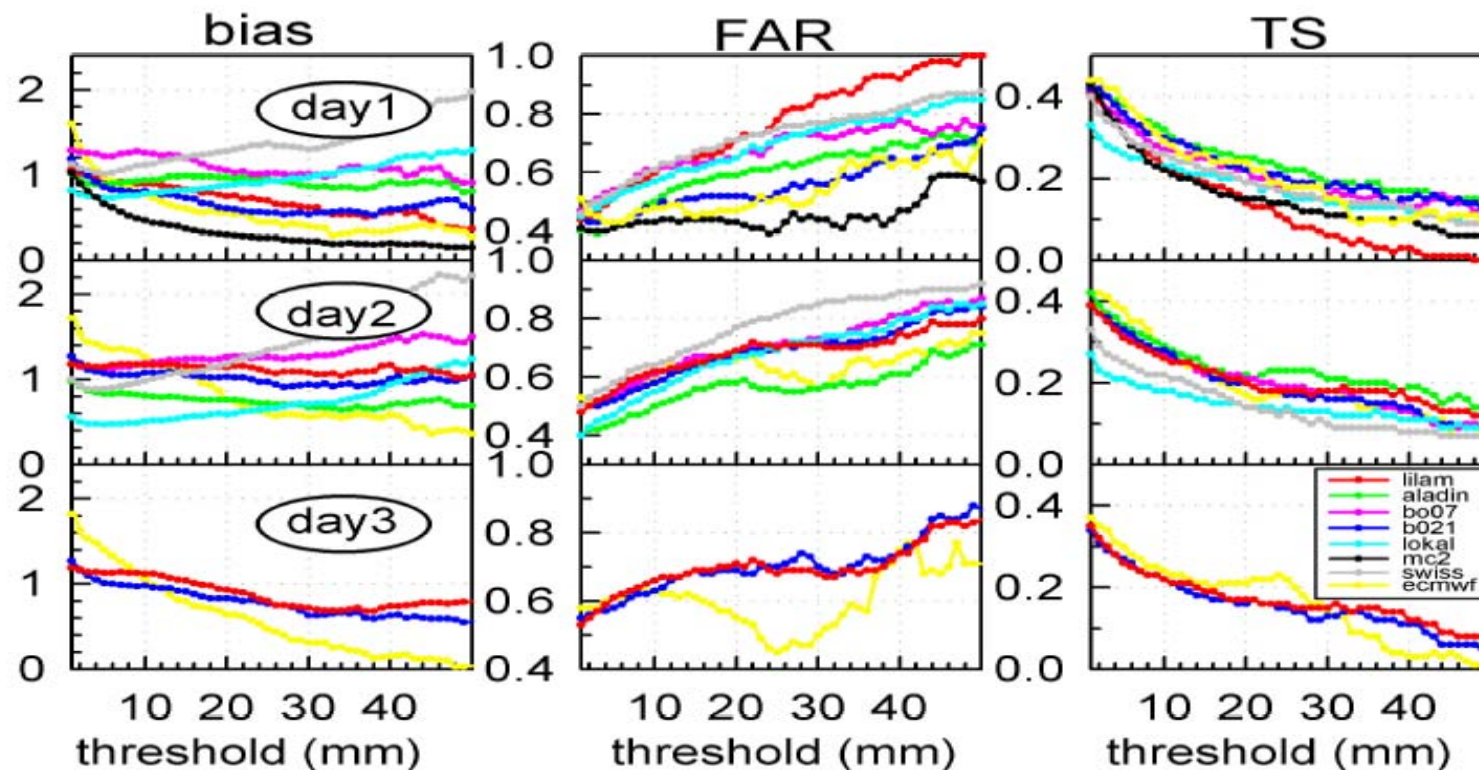
Dlouhodobé statistiky měsíčních skóre vykazují systematické nadhodnocování srážek a také závislost chyby na ročním období

Měsíční skóre dobrou korelaci s pozorováními

Školení, 11/07

Verifikace srážek MAP-SOP

Mesoscale Alpine Program-Special Observing Period



Pedemonte et al., 2003

ALADIN má ve srovnání velmi dobré skóre. Zejména pro silné srážky.

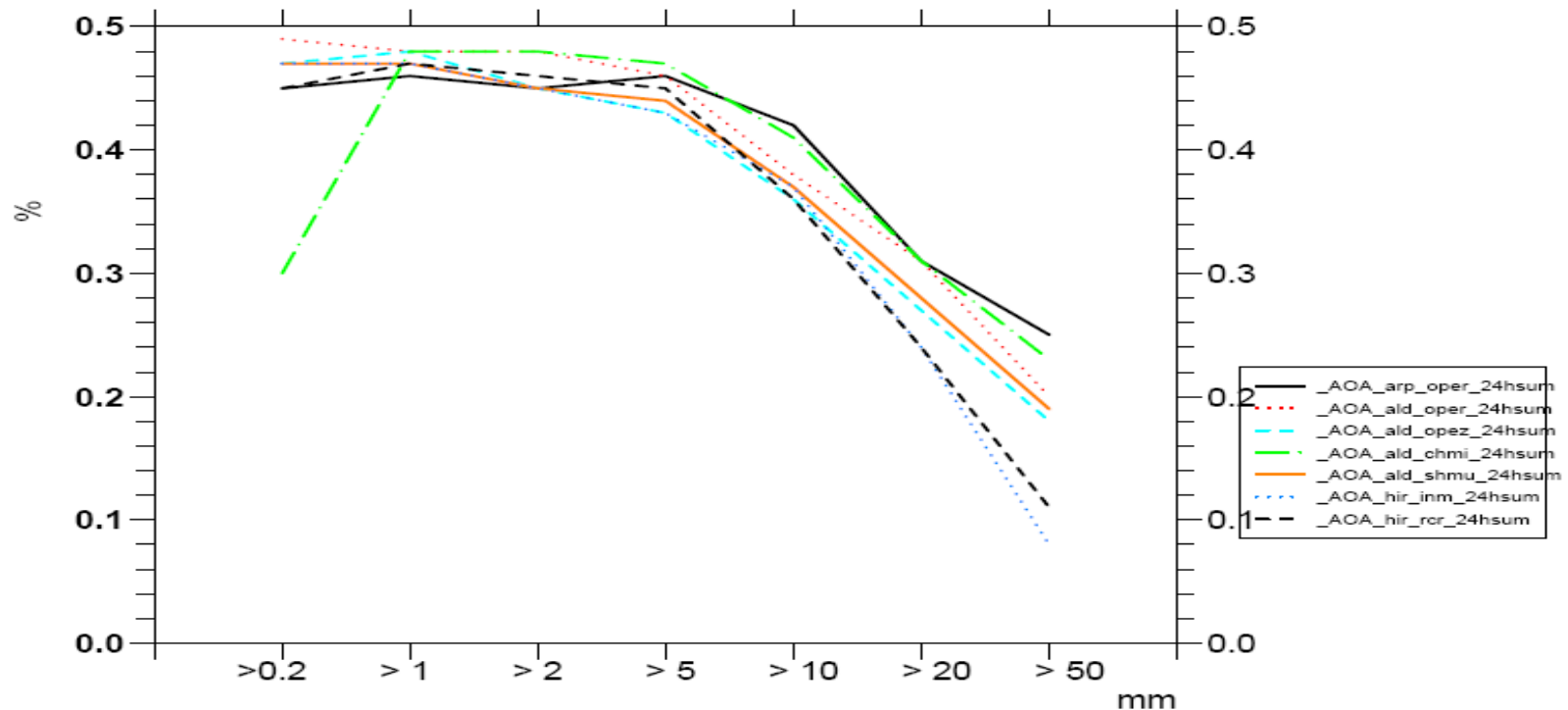
Školení, 11/07

Verifikace INCA

Intergrated Nowcasting through Comprehensive Analysis

ETS (Equitable Threat Score) 082005/102005/042006

Grid 20km Cum. Rainfall 24h

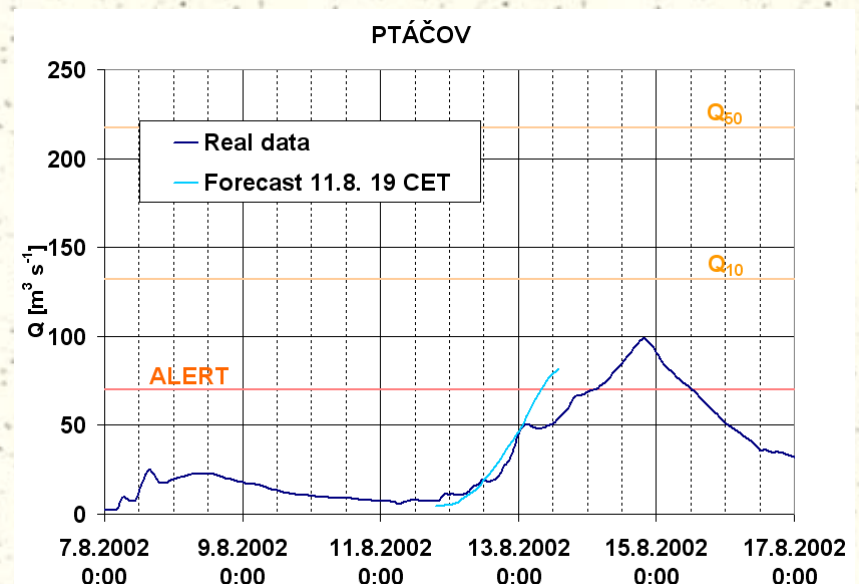
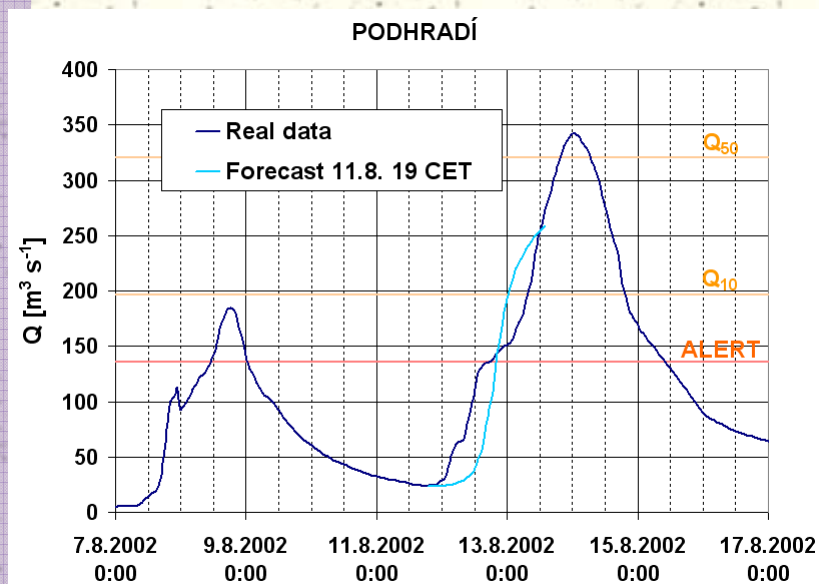


ALADIN má velmi dobré skóre pro srážky > 1mm, ale příliš slabých srážek.

Školení, 11/07

Verifikace

- ✦ Předpovědi průtoků počítané srážkoodtokovým modelem HYDROG pro povodeň v srpnu 2002



courtesy L. Březková, CHMI RPP Brno