



***Kombinovaná analýza  
srážek z meteorologických  
radarů a srážkoměrů a  
jejich užití v hydrologických  
modelech***

Milan Šálek  
salek@chmi.cz

# Obsah

1. Srovnání odhadů srážek z meteorologických radarů a srážkoměrů
2. Kombinovaná („multisensorová“) analýza radar-srážkoměr – princip
3. Příklady kombinované analýzy z radarů a srážkoměrů, vizualizace, schéma výpočtů
4. Použití odhadů srážek v hydrologickém modelování
5. Závěr - výhledy



# Srážkoměry:

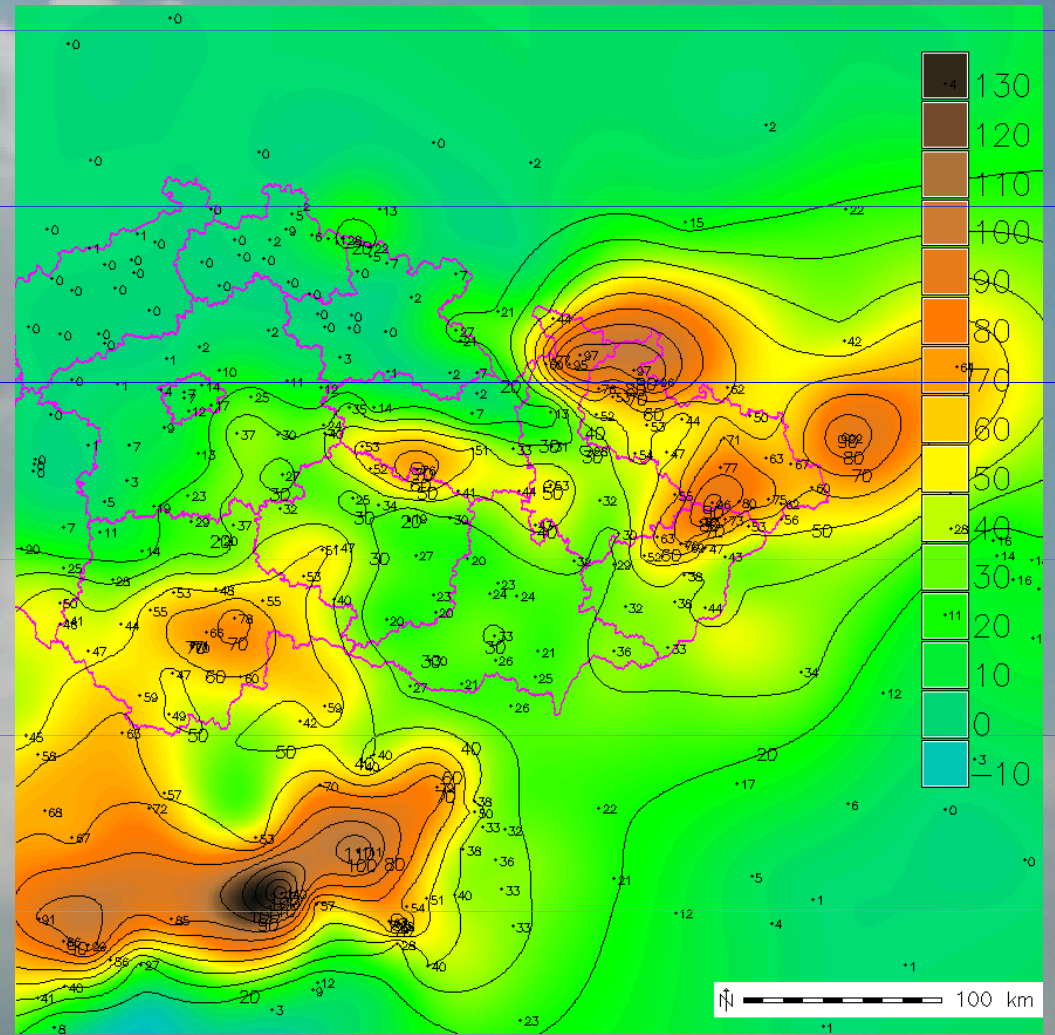
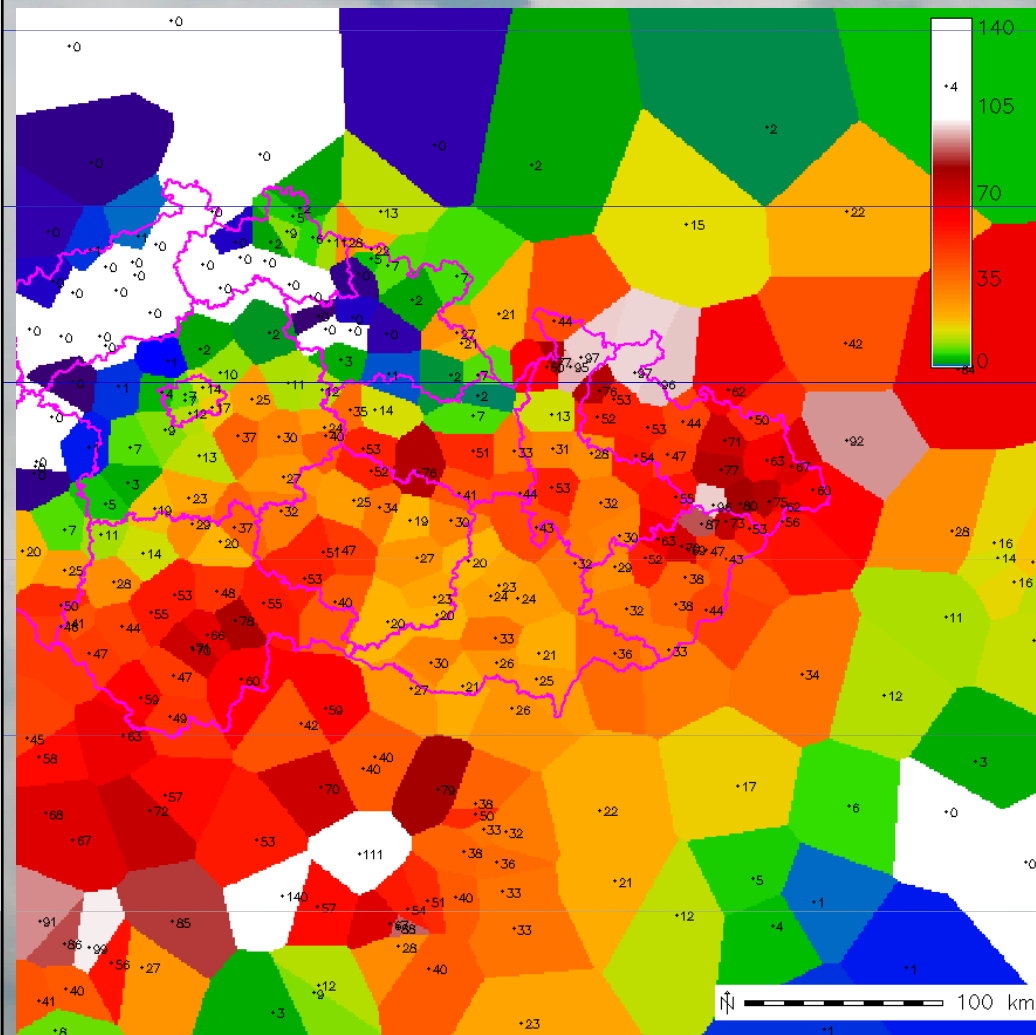
- Výhody: přijatelná přesnost pro dané místo
- Nevýhody: omezení pouze na danou lokalitu, jistá komplikovanost přenosu aktuálních dat.
- Metody odhadu plošných srážek: Thiessenovy (*Hortonovy*) polygony, metoda izohyet, geostatistické metody







# Plošný odhad ze srážkoměrů





# Kombinovaná informace radar-srážkoměr – multisensorová analýza

- Výhoda radaru při odhadu srážek: plošné pokrytí, rychlé vyhodnocení údajů
- Výhoda srážkoměrů: poměrně značná přesnost v lokalitě měření
- Nevýhoda srážkoměrů: problém reprezentativnosti pro okolí, malá operativnost (s výjimkou automatických stanic s dálkovým přenosem)



# Kombinovaná informace radar-srážkoměr

- Řešením uvedených problémů se může stát kombinace obou typů měření a odhadu srážek za předpokladu minimalizace chyb, optimální interpolace,
- předběžný (pseudo)kontinuální radarový odhad srážek se „lokálně opravuje“ naměřenými hodnotami ze srážkoměrů
- Často využíváme současně adjustaci a kombinaci



# Adjustace radarového odhadu (*nikoliv kalibrace*)

- Vynásobení koeficientem srážkoměr.\_údaje / radarový\_odhad (G/R)
- Možné problémy: případná malá reprezentativnost stanic, nebezpečí nereálné územní a časové proměnlivosti koeficientu, zejména v krátkých časových úsecích (proto se často počítá s větším časovým úsekem - např. týden, případně množství párů radar-srážkoměr, ze kterých se adjustace počítá)



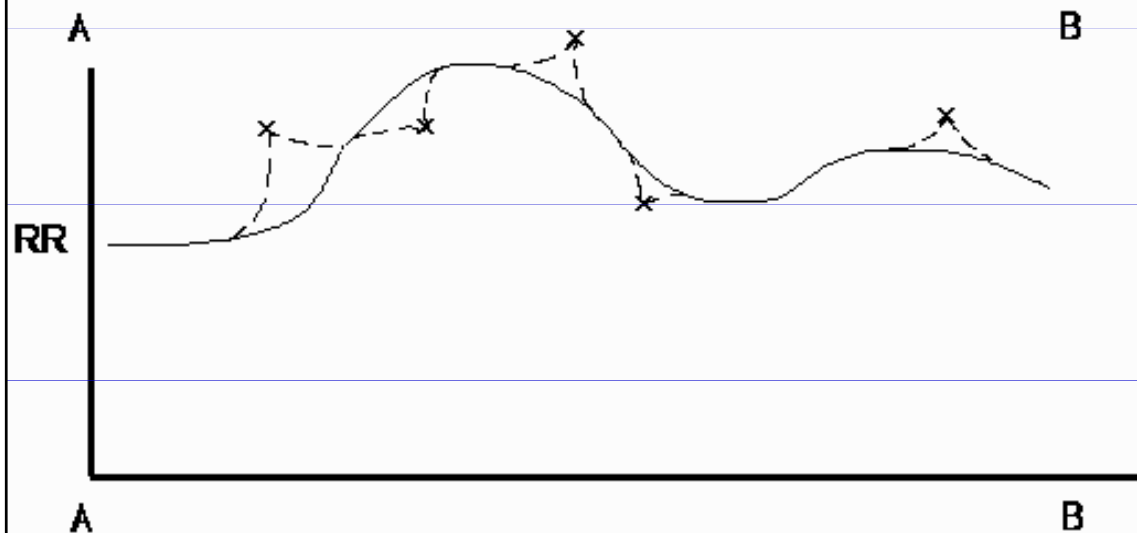
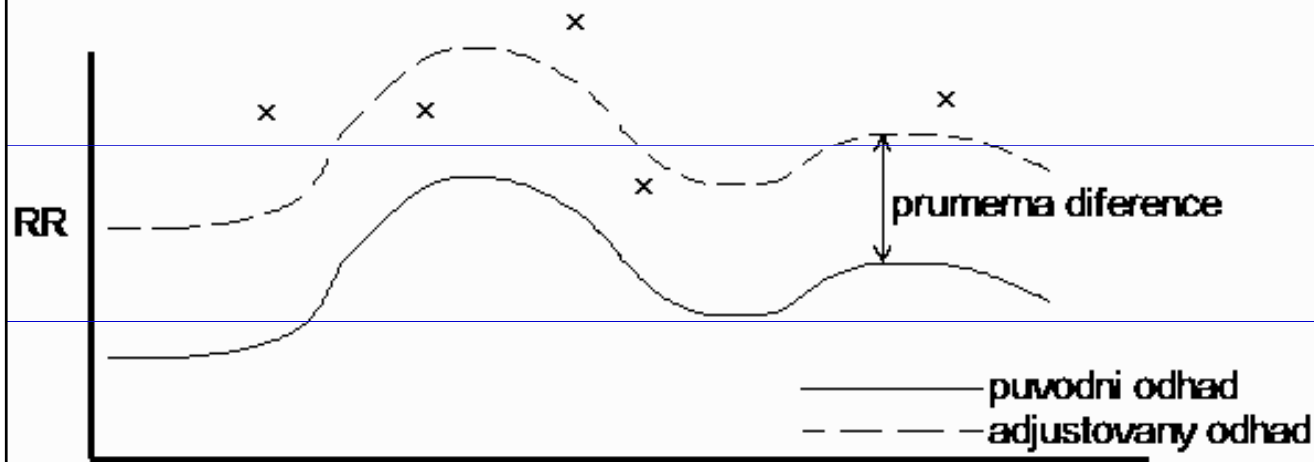
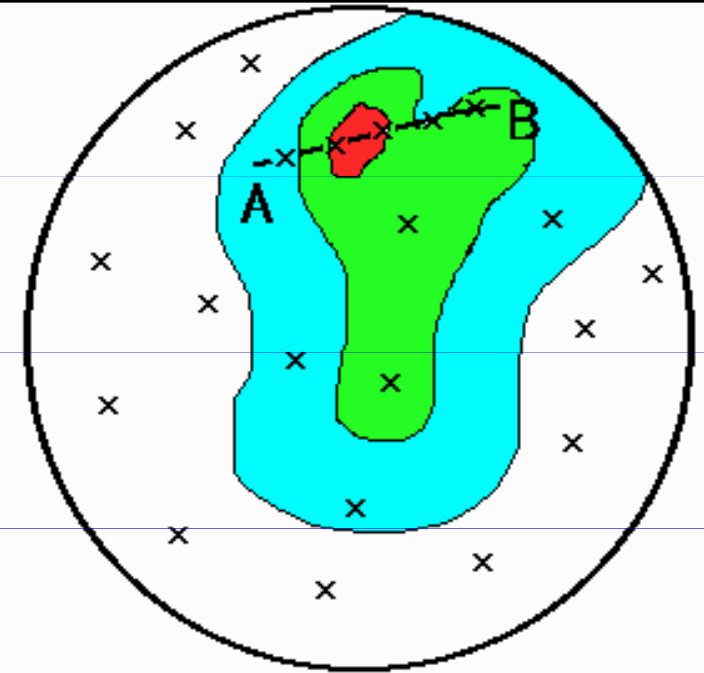


# Adjustace

- Adjustací odhadu srážek rozumíme přiblížení radarového odhadu hodnotám naměřeným pomocí srážkoměrů
- Většinou se jedná o minimalizaci systematické chyby („biasu“) v určitém časovém a/nebo prostorovém „okně“
- Jedná se tedy o konzervativnější opravu radarového odhadu



# Adjustace a kombinovaná informace radar + srážkoměr



- odstranění systematické chyby (adjustace)

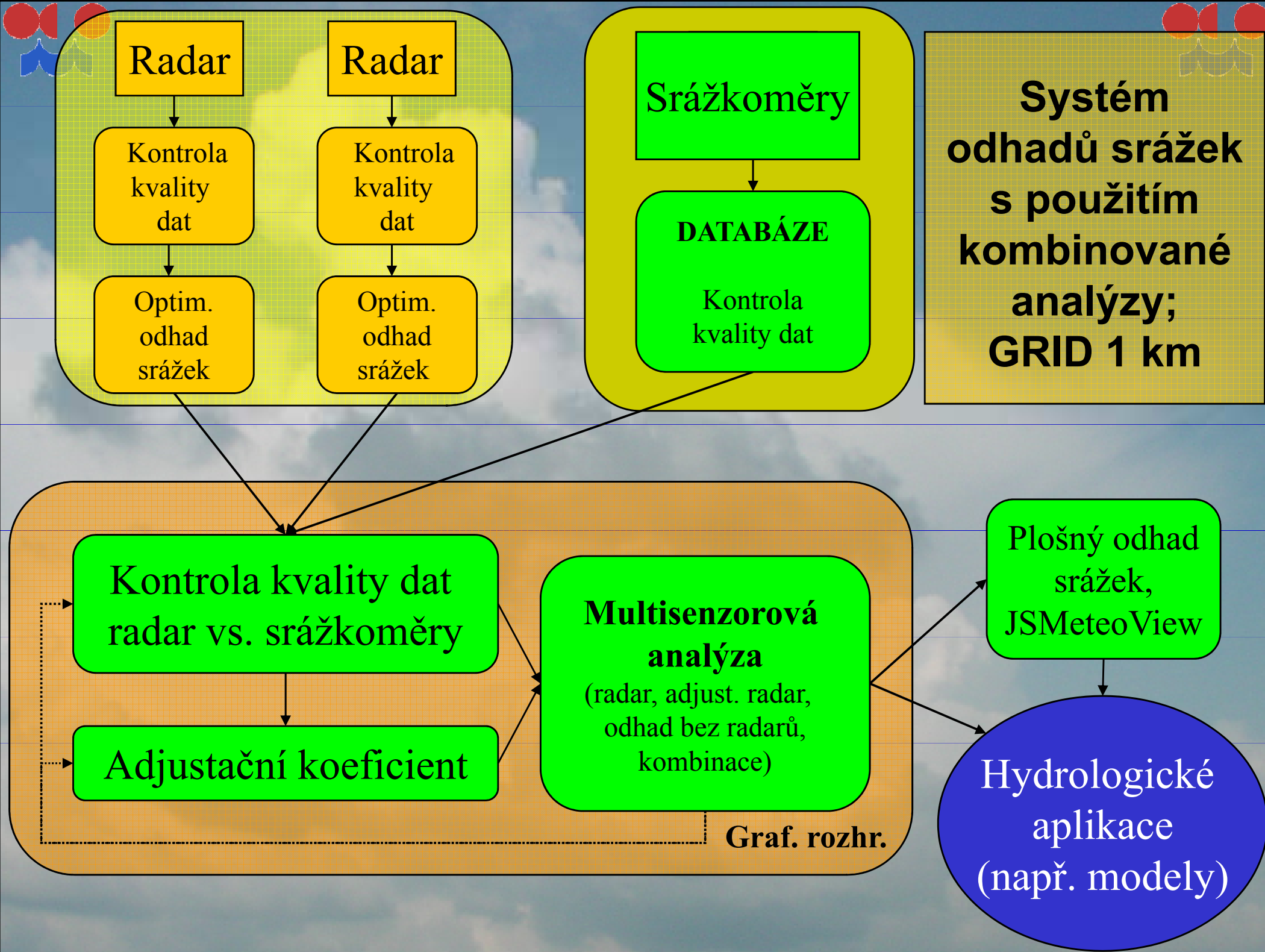
- kombin. odhad radar+srážk. metodou váženého průměru:

$$R_m = a \cdot R_{\text{gage}} + (1-a) \cdot R_{\text{rad}}$$

$$a = \exp(-d / \text{konst})$$

# Algoritmy

- Krigování s externím driftem
- Cokriging
- Další podobné typy optimální (geostatistické) interpolace



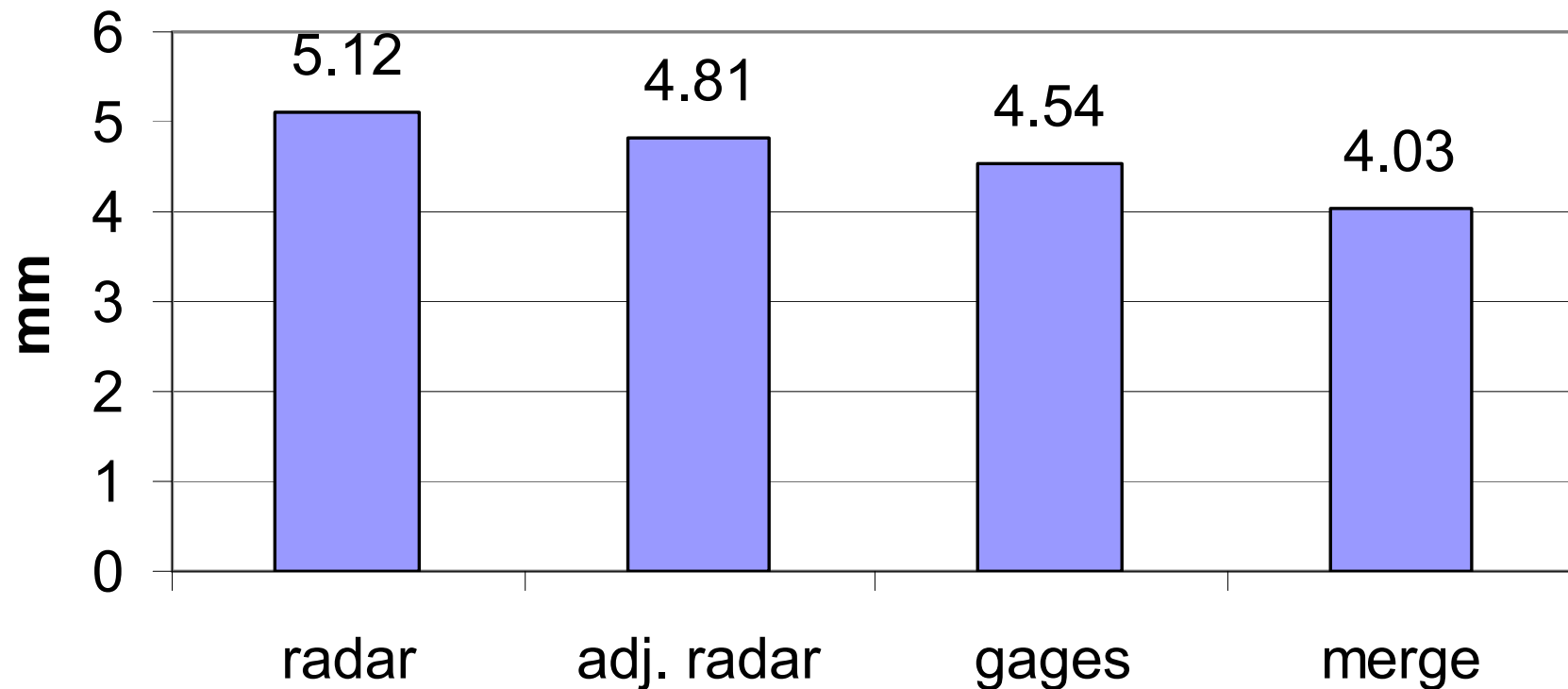
# Výpočty od jara 2002

- odhady pro 1 h, 6 h a 24 hodiny pro jednotlivé radary; od léta 2003 navíc vytvářena sloučenka
- uživatelské rozhraní (dva typy, oba dva HTML, příp. HTML+JavaScript)
- testy v hydrologických předpovědních systémech Aqualog a Hydrog



# RMSE odhadů a nezávislého souboru 333 srážkoměrů do 150 km od radaru Skalky

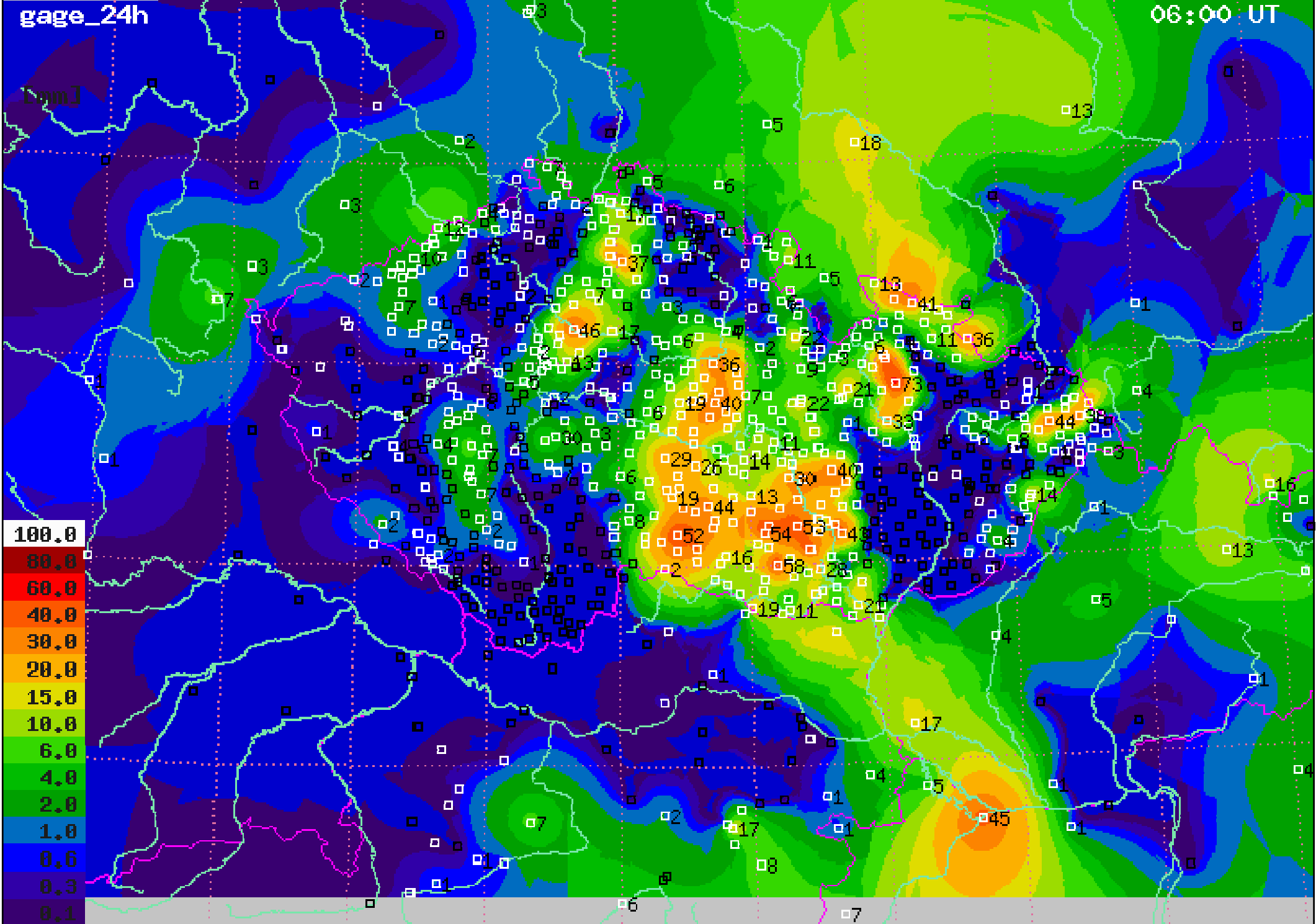
**RMSE of various precipitation estimates vs.  
independent set of raingages  
13 daily cases ( $\geq 30$  mm), IV-VI 2002  
Radar Skalky**



# Ukázka současného stavu diagnostické vizualizace kombinovaného odhadu srážek

- [Analýza z 13. srpna 2002](#)
- [Analýza z 26. května 2003, 18 UTC](#)
- [Analýza z 27. května 2003, 06 UTC](#)

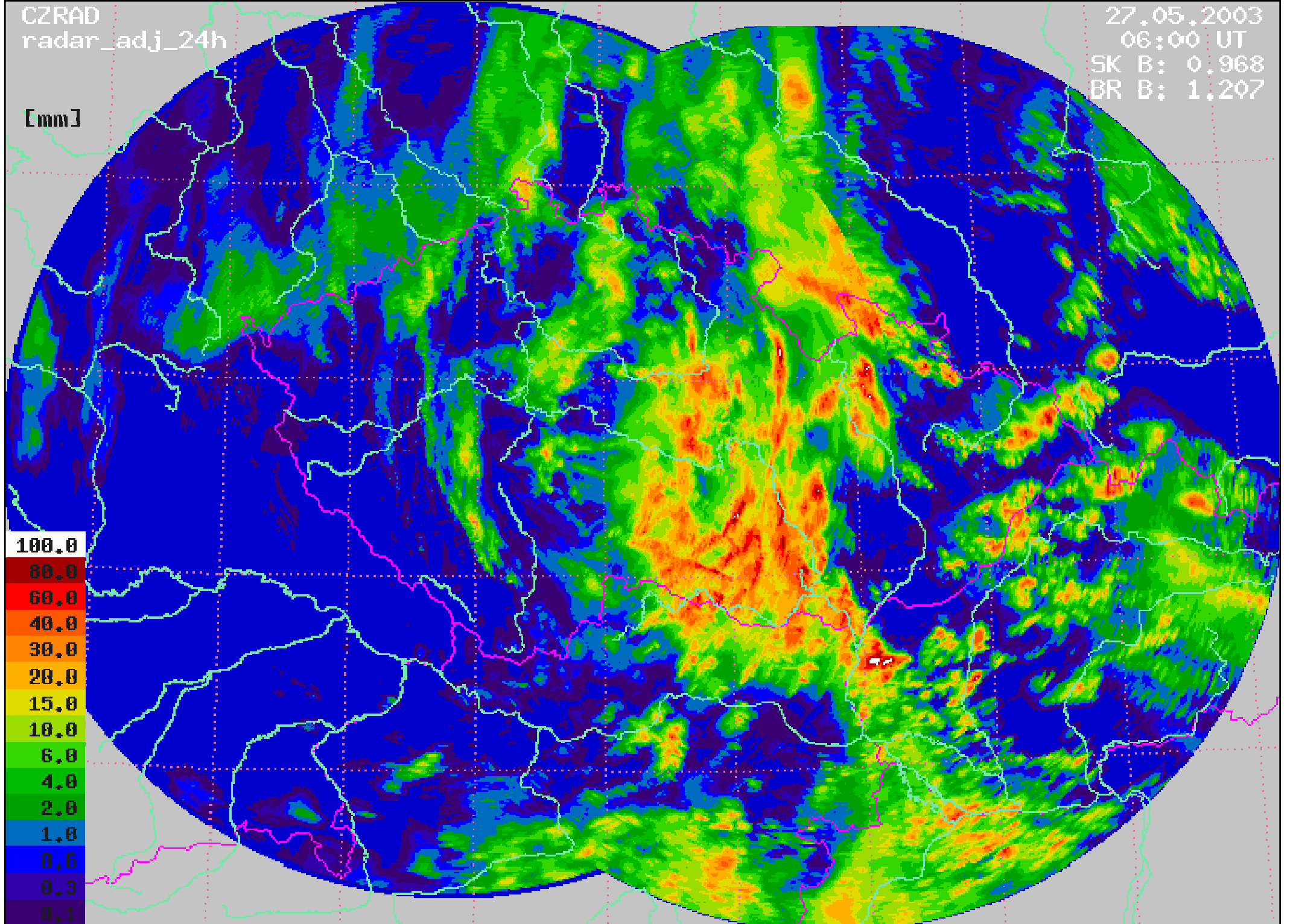
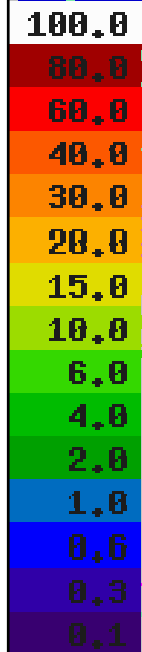
[mm]



CZRAD  
radar\_adj\_24h

27.05.2003  
06:00 UT  
SK B: 0.968  
BR B: 1.207

[mm]

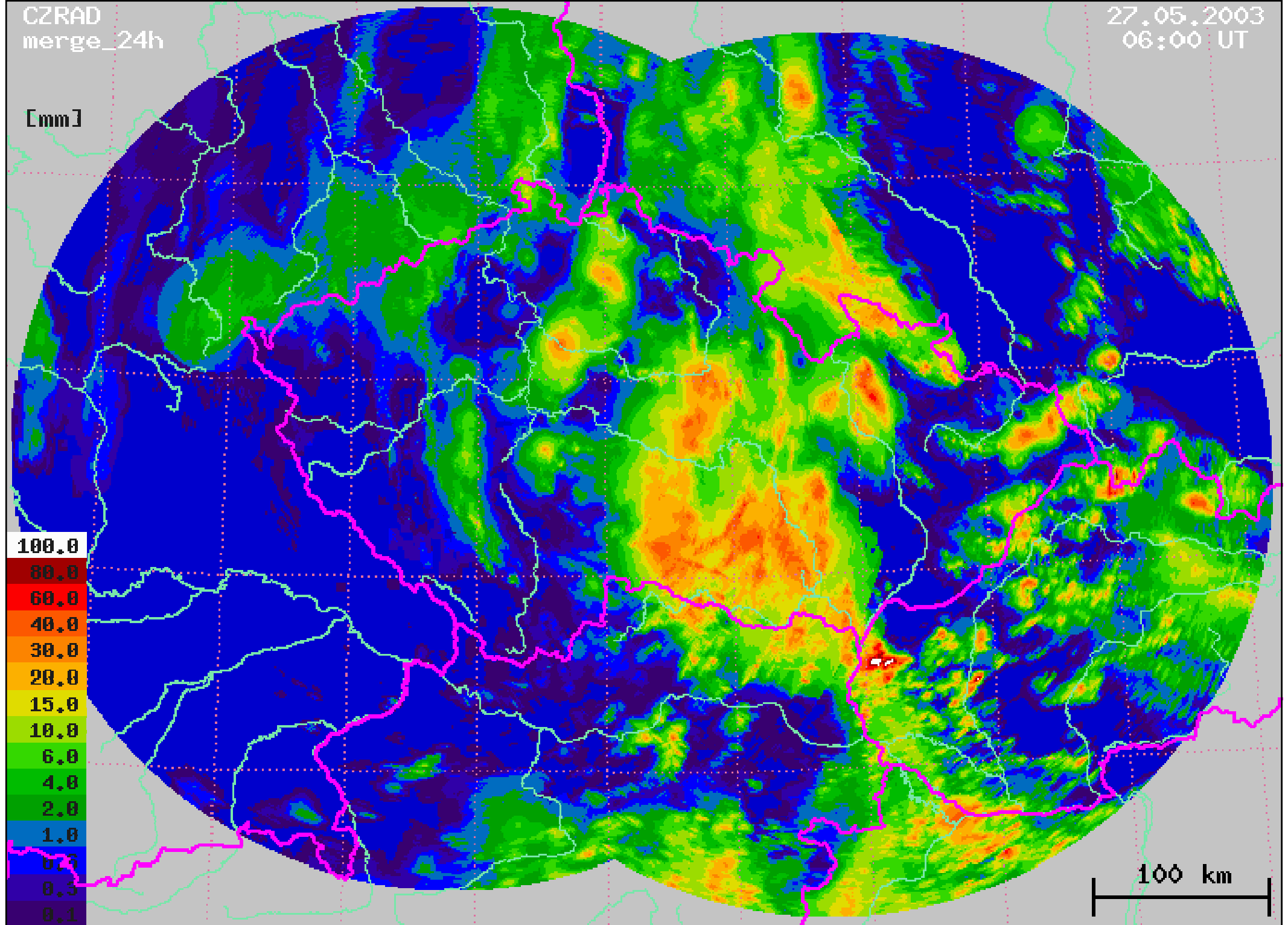
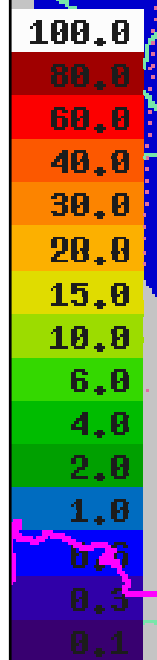




CZRAD  
merge\_24h

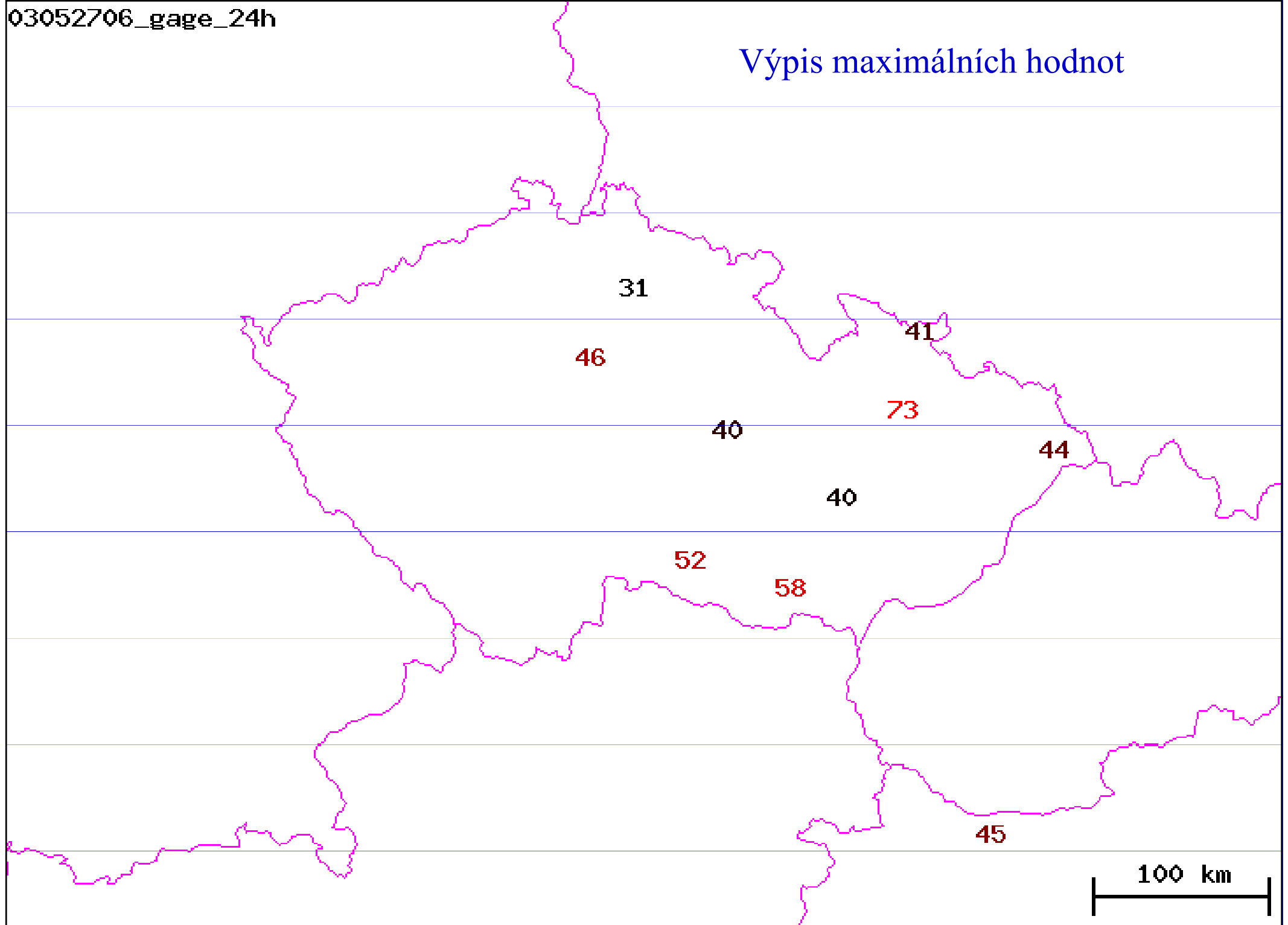
27.05.2003  
06:00 UT

[mm]



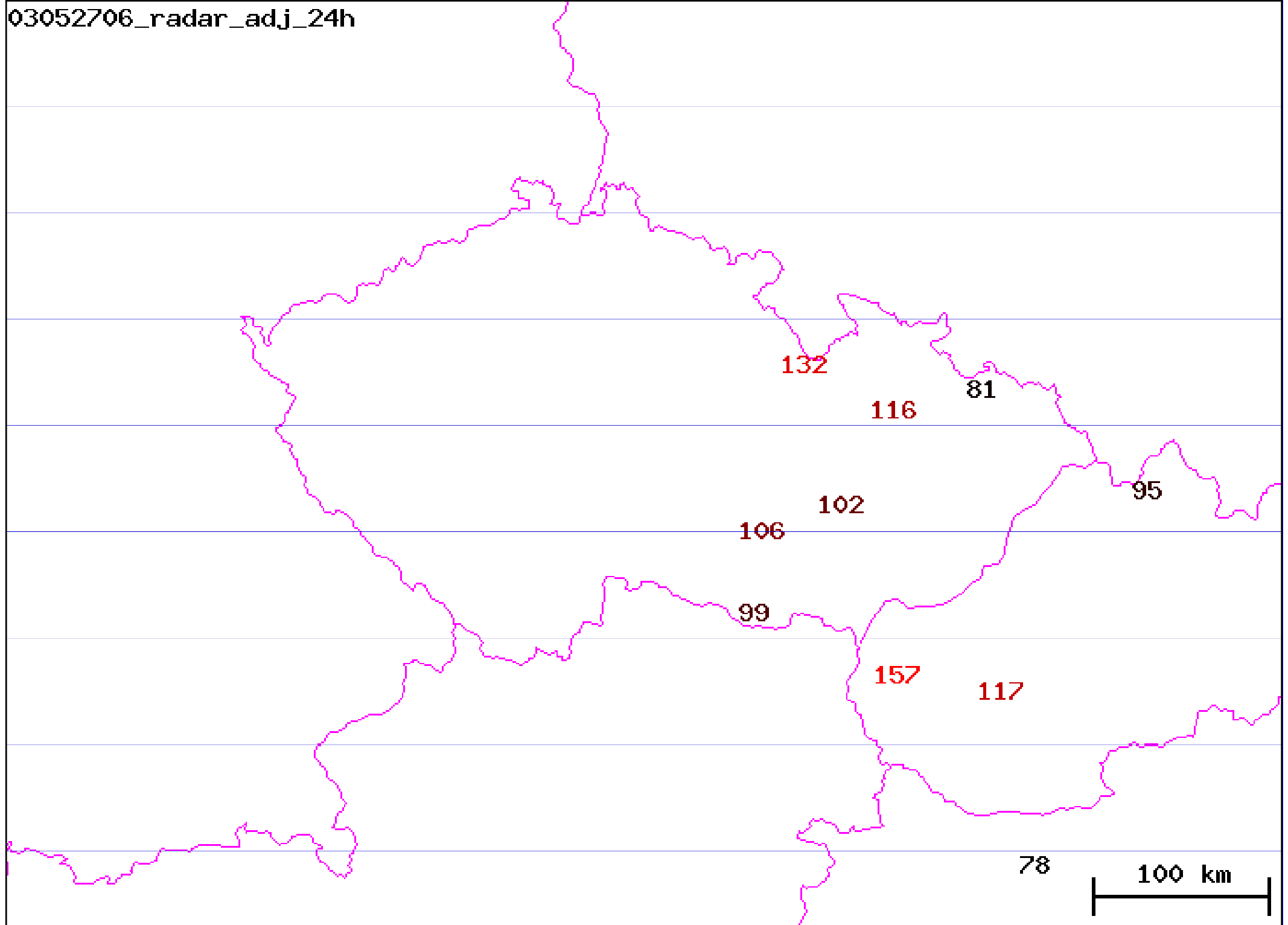
100 km

# Výpis maximálních hodnot

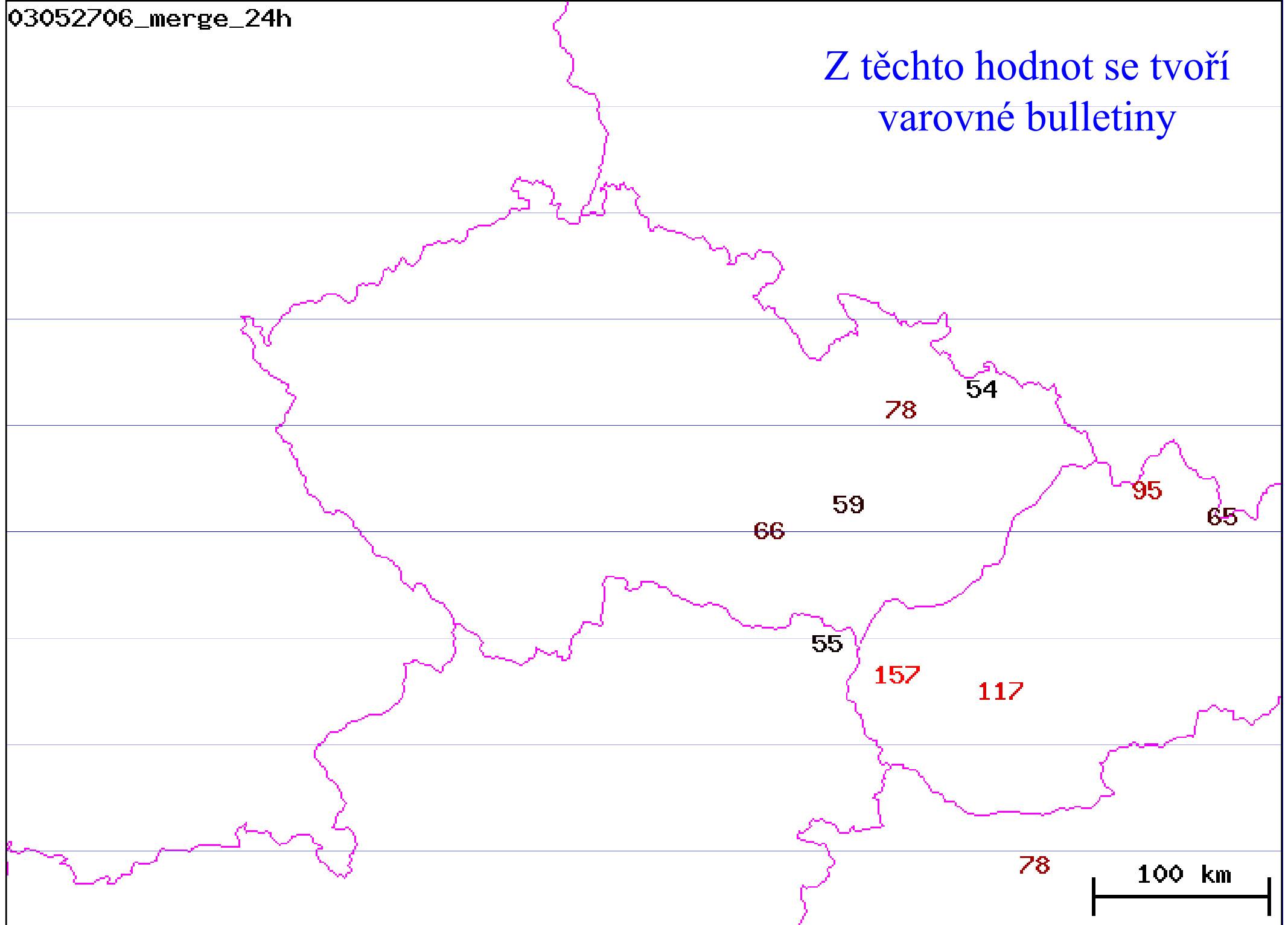


100 km

03052706\_radar\_adj\_24h



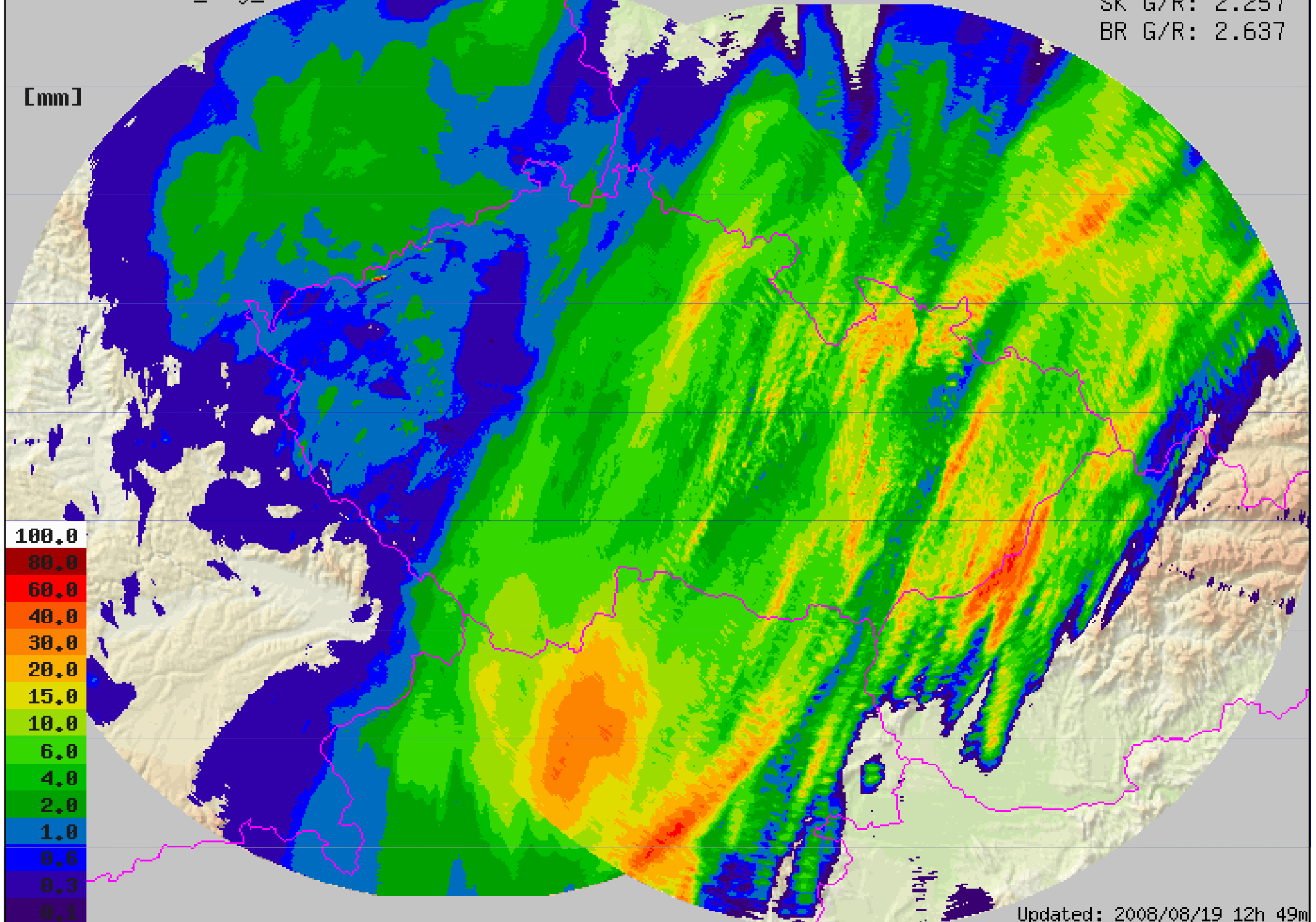
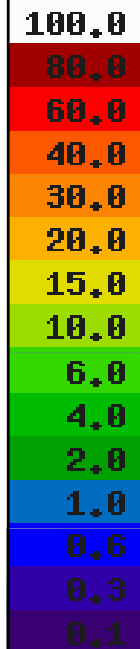
Z těchto hodnot se tvoří  
varovné bulletiny

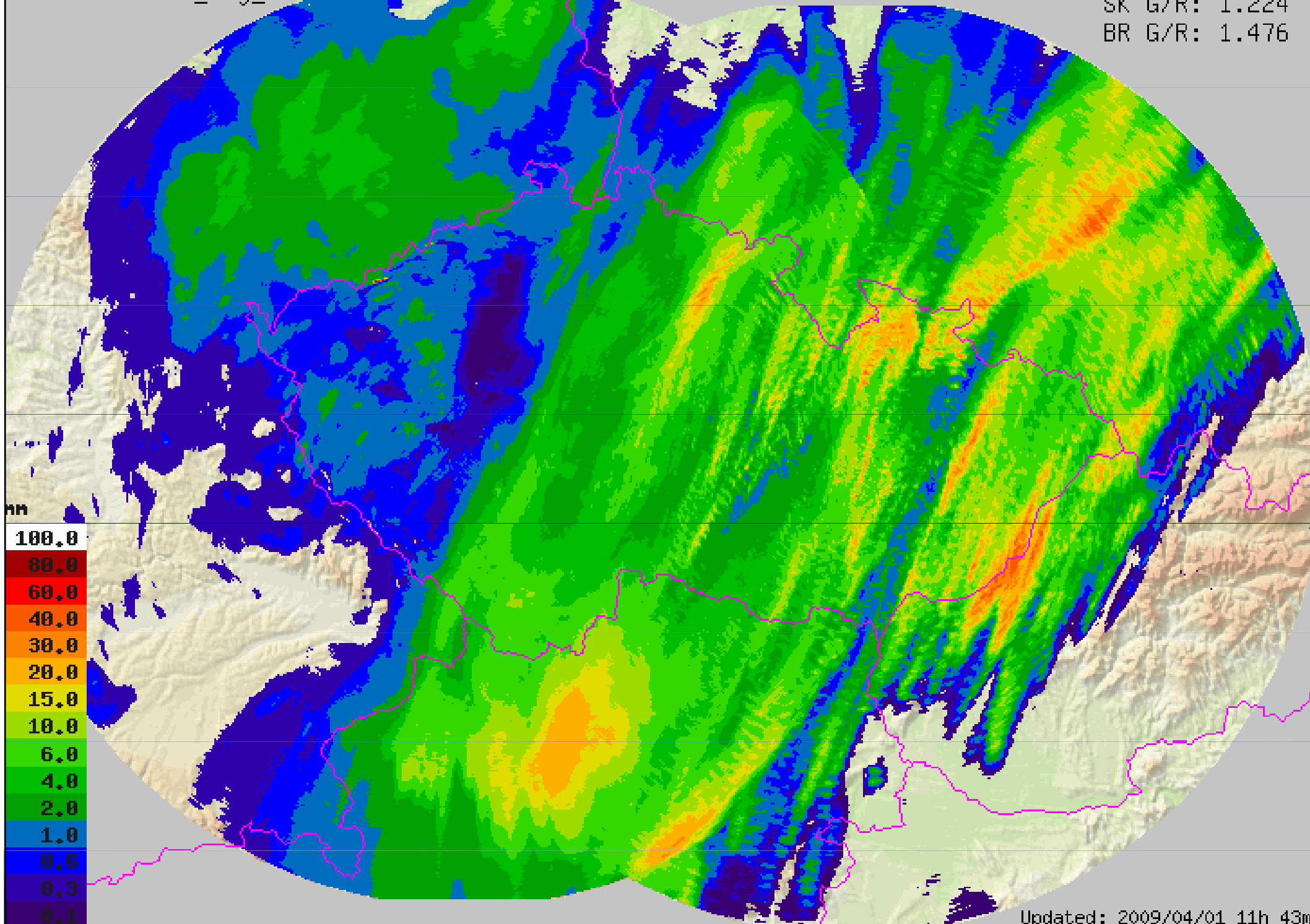


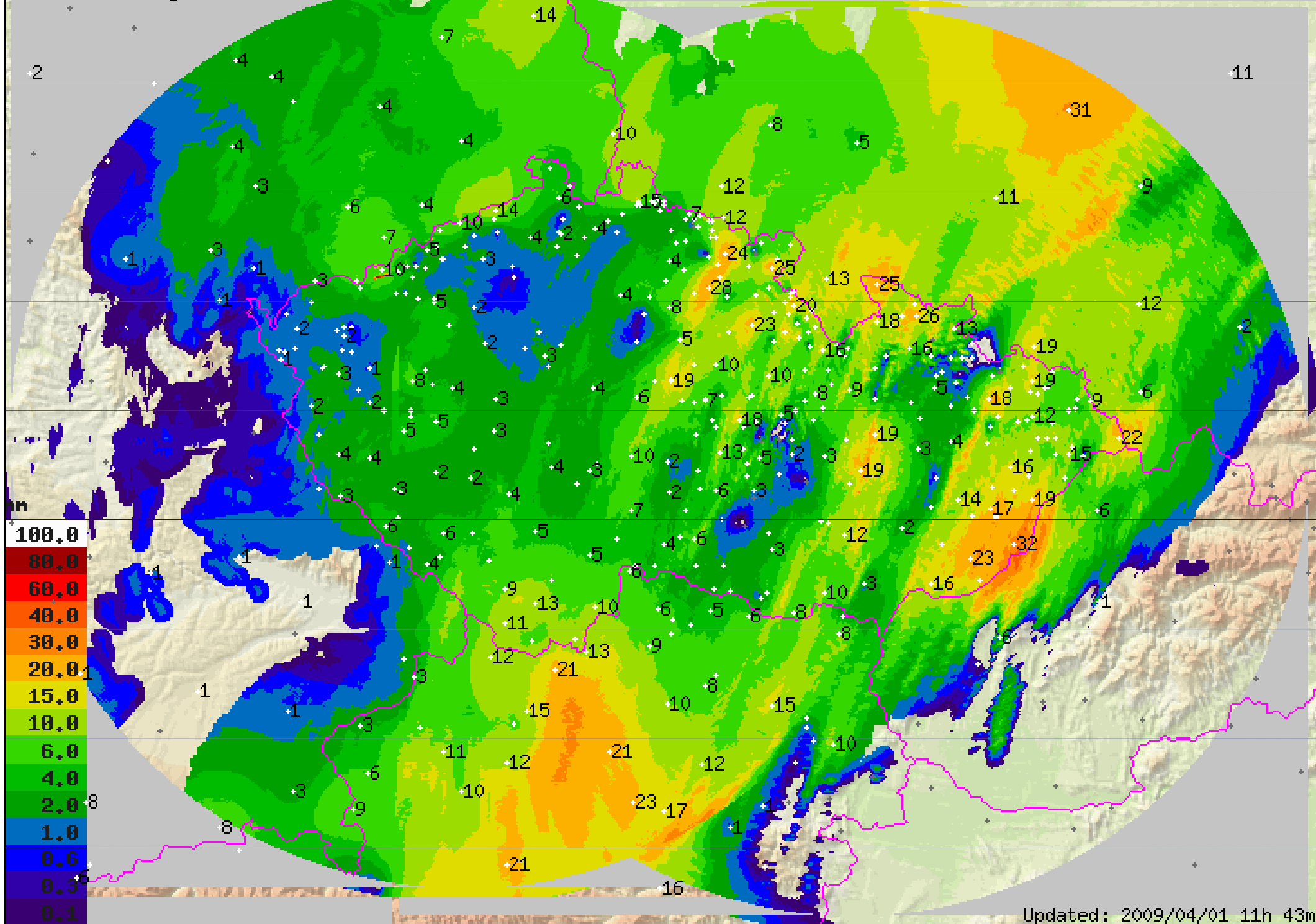
100 km

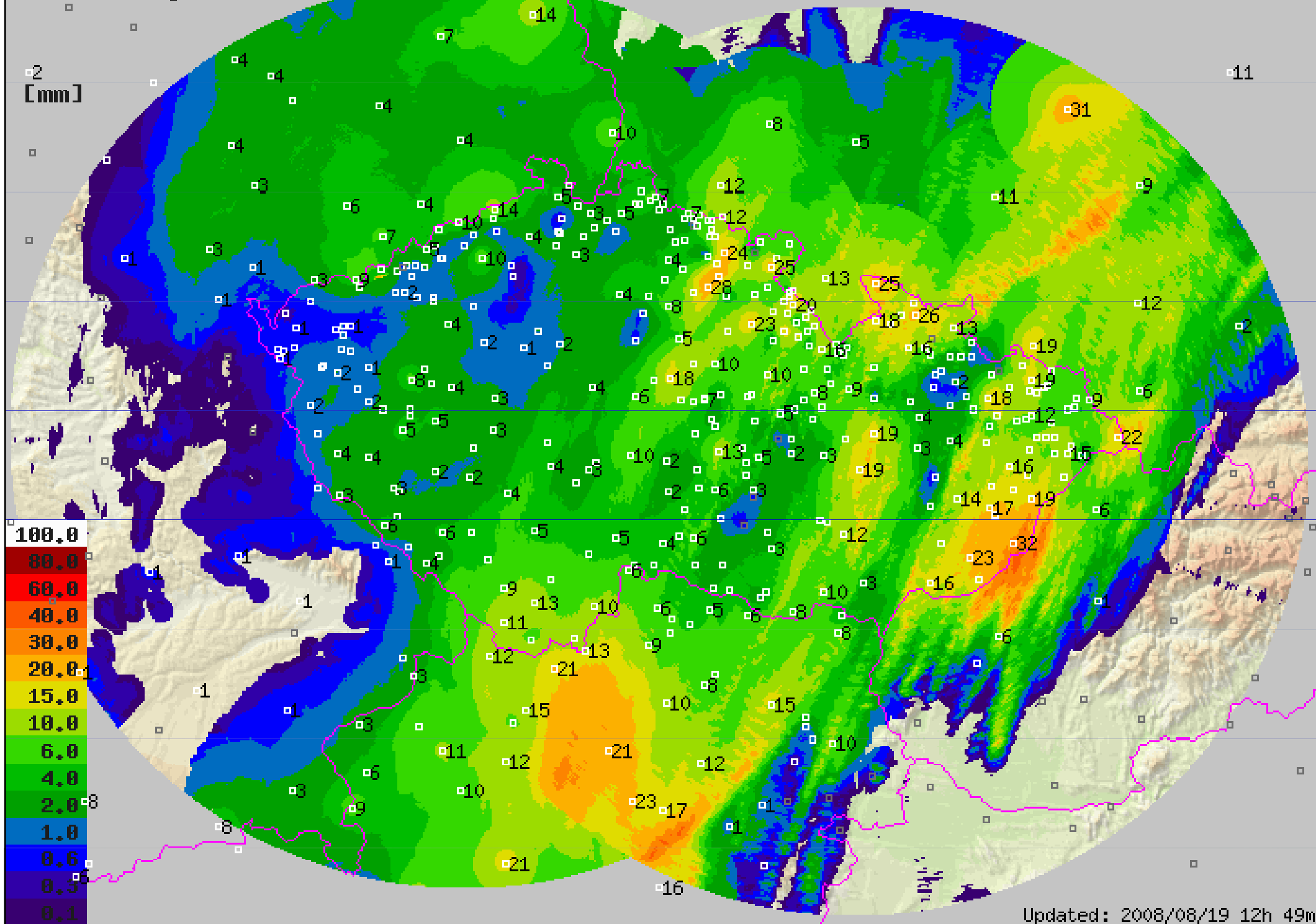


[mm]



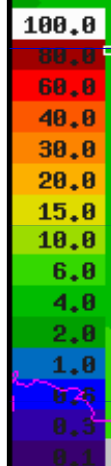
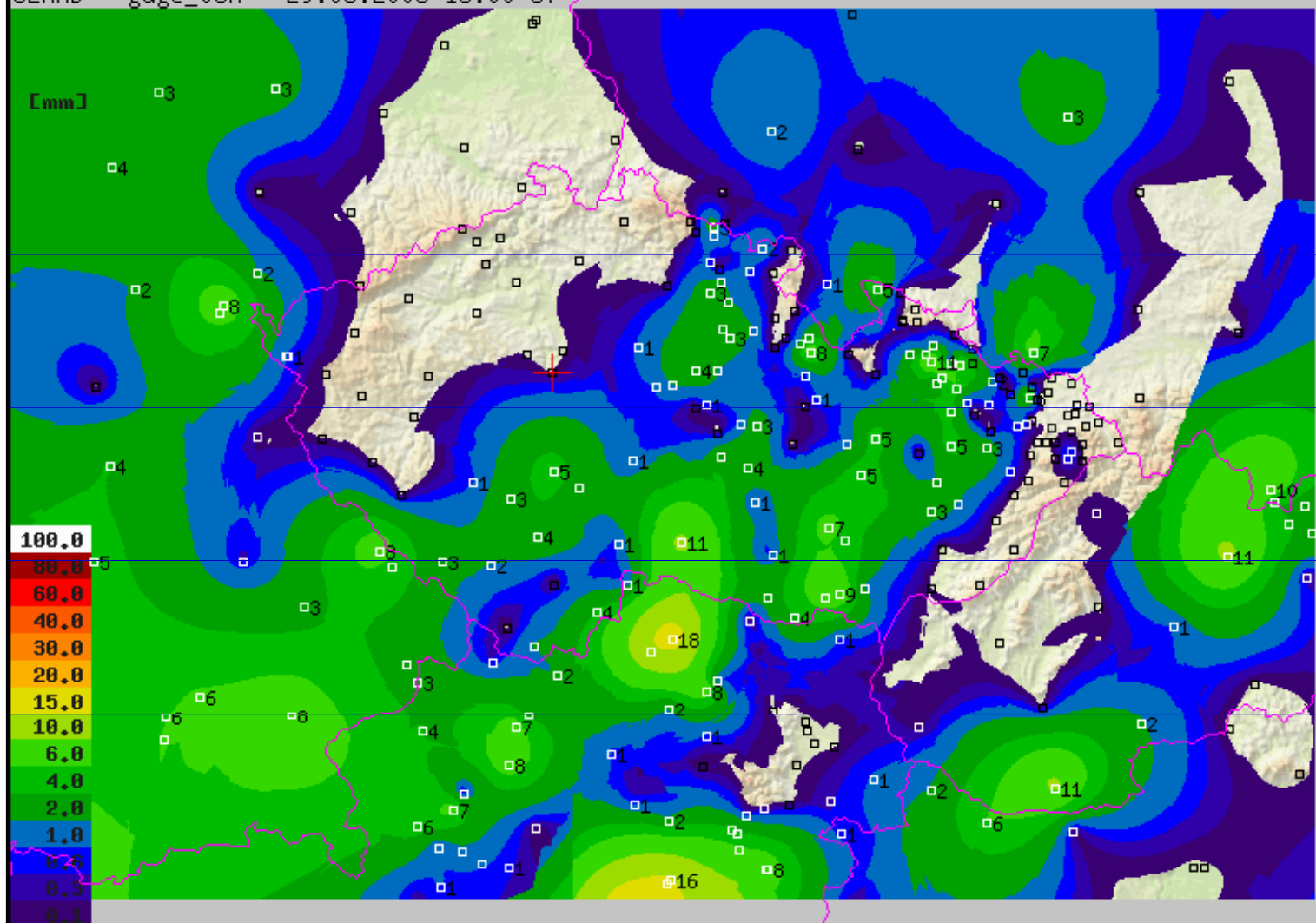






Výpisy srážek postupují od nejvyšších srážek k nejnižším, přičemž během výpisu se v blízkém okolí vypsané stanice vynechávají výpisy stanic s menším srážkovým úhrnem. Vypisují se i hodnoty zamítnutých měření.

CZRAD - gage\_06h - 29.08.2003 18:00 UT



RADAR original ▲  
 RADAR adjusted  
**GAGE only**  
 RADAR+GAGE ▼

01.09.2003 12:00 ▲  
 01.09.2003 06:00  
 01.09.2003 00:00  
 31.08.2003 18:00  
 31.08.2003 12:00  
 31.08.2003 06:00  
 31.08.2003 00:00  
 30.08.2003 18:00  
 30.08.2003 12:00  
 30.08.2003 06:00  
 30.08.2003 00:00  
**29.08.2003 18:00** ▼

CATCHMENTS

UPDATE PAGE

AUTO none ▼

Vypisují se  
 zaokrouhlené  
 hodnoty > 0.5 mm  
 čtverečky jsou bílé  
 v rozmezí  
 0.1-99.9mm

ORO col ▼ UND none ▼ RAD  METEO -ALADIN 6h PRECIPITATION -> OVR none ▼  
 CAT none PLOT : 7 days ▼ cumulative ▼  
 NAVIG. red ▼ LON. 14.447 LAT. 50.008 Choose predefined locations  
 cursor position is [621,400] = [18.757,48.288] ZOOM COLOR black ▼

Procentuální vyjádření počtu skutečného měření radarů

6h Precipitation Estimates:

- RADAR original
- RADAR adjusted
- GAGE only
- RADAR+GAGE

- 01.09.2003 12:00
- 01.09.2003 06:00
- 01.09.2003 00:00
- 31.08.2003 18:00
- 31.08.2003 12:00
- 31.08.2003 06:00
- 31.08.2003 00:00
- 30.08.2003 18:00
- 30.08.2003 12:00
- 30.08.2003 06:00
- 30.08.2003 00:00
- 29.08.2003 18:00

CATCHMENTS

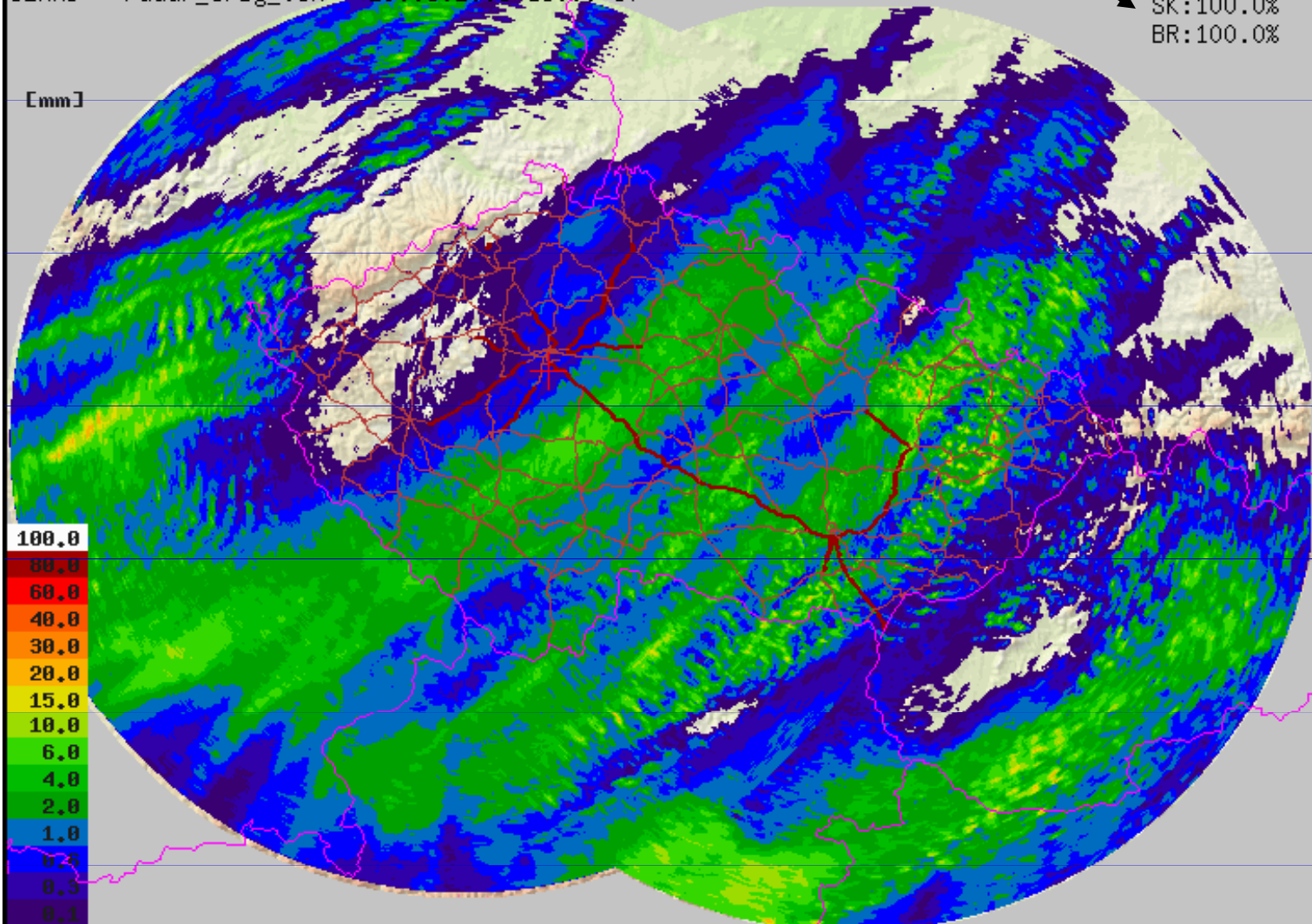
UPDATE PAGE

AUTO none

CZRAD - radar\_orig\_06h - 29.08.2003 18:00 UT

SK:100.0%  
BR:100.0%

[mm]



ORO col UND none RAD METEO -ALADIN 6h PRECIPITATION -> OVR roads

CAT none PLOT : 7 days cumulative

NAVIG. red LON. 14.447 LAT. 50.008 Choose predefined locations

cursor position is [799,512] = [21.009,47.177] ZOOM COLOR black



Adjustační koeficienty srážkoměr/radar

6h Precipitation Estimates:

- RADAR original ▲
- RADAR adjusted**
- GAGE only
- RADAR+GAGE ▼

- 01.09.2003 12:00 ▲
- 01.09.2003 06:00
- 01.09.2003 00:00
- 31.08.2003 18:00
- 31.08.2003 12:00
- 31.08.2003 06:00
- 31.08.2003 00:00
- 30.08.2003 18:00
- 30.08.2003 12:00
- 30.08.2003 06:00
- 30.08.2003 00:00
- 29.08.2003 18:00** ▼

CATCHMENTS

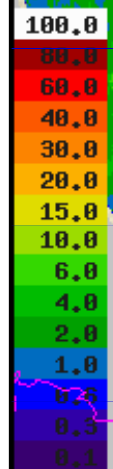
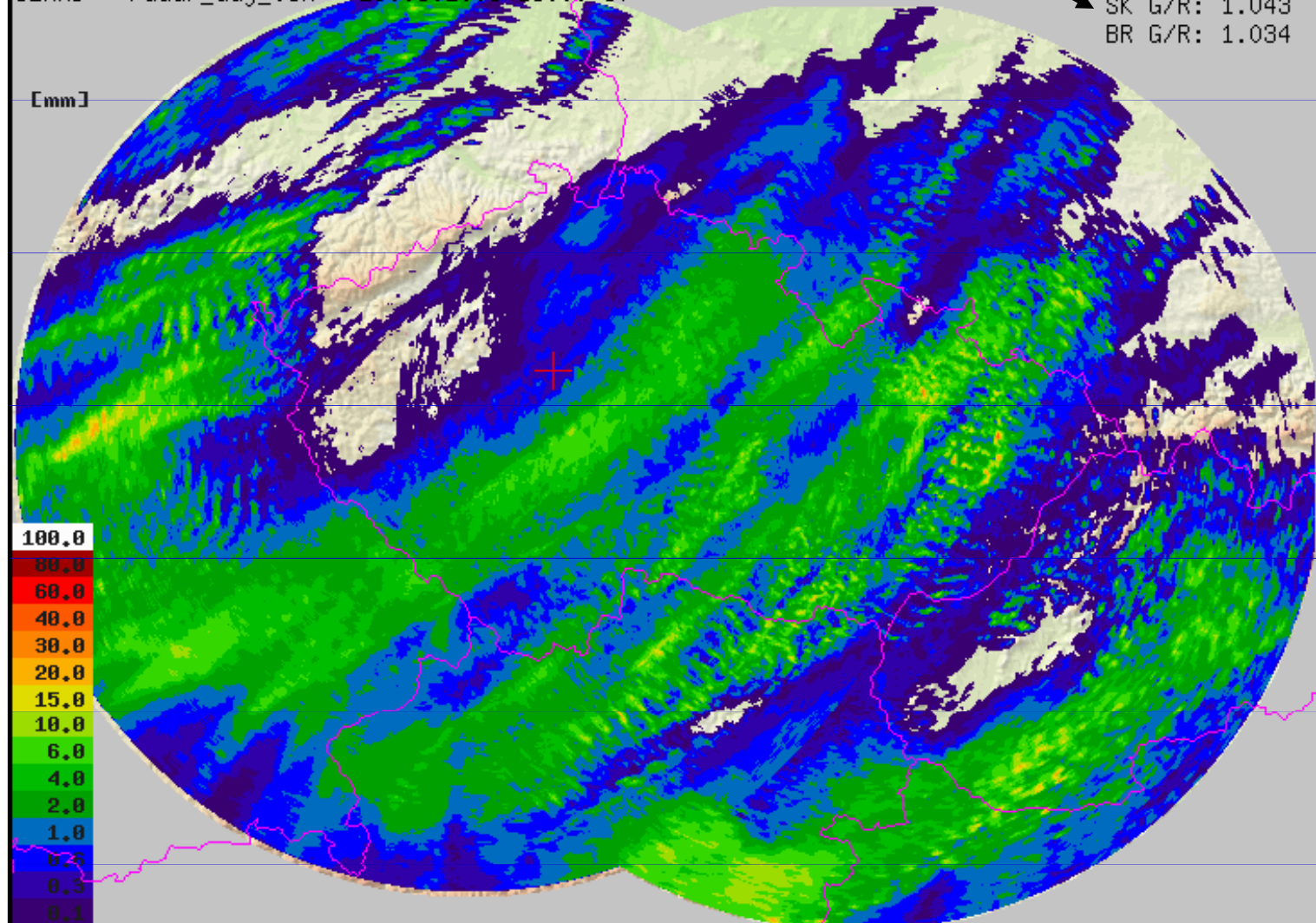
UPDATE PAGE

AUTO none ▼

CZRAD - radar\_adj\_06h - 29.08.2003 18:00 UT

SK G/R: 1.043  
BR G/R: 1.034

[mm]



ORO  col  UND none  RAD  METEO -ALADIN 6h PRECIPITATION ->  OVR none

CAT none  PLOT : 7 days  cumulative

NAVIG. red  LON. 14.447  LAT. 50.008  Choose predefined locations

cursor position is [807,263] = [21.418,49.389] ZOOM COLOR black

6h Precipitation Estimates:

- RADAR original ▲
- RADAR adjusted ▾
- GAGE only ▾
- RADAR+GAGE ▼**

- 01.09.2003 12:00 ▲
- 01.09.2003 06:00 ▾
- 01.09.2003 00:00 ▾
- 31.08.2003 18:00 ▾
- 31.08.2003 12:00 ▾
- 31.08.2003 06:00 ▾
- 31.08.2003 00:00 ▾
- 30.08.2003 18:00 ▾
- 30.08.2003 12:00 ▾
- 30.08.2003 06:00 ▾
- 30.08.2003 00:00 ▾
- 29.08.2003 18:00 ▼**

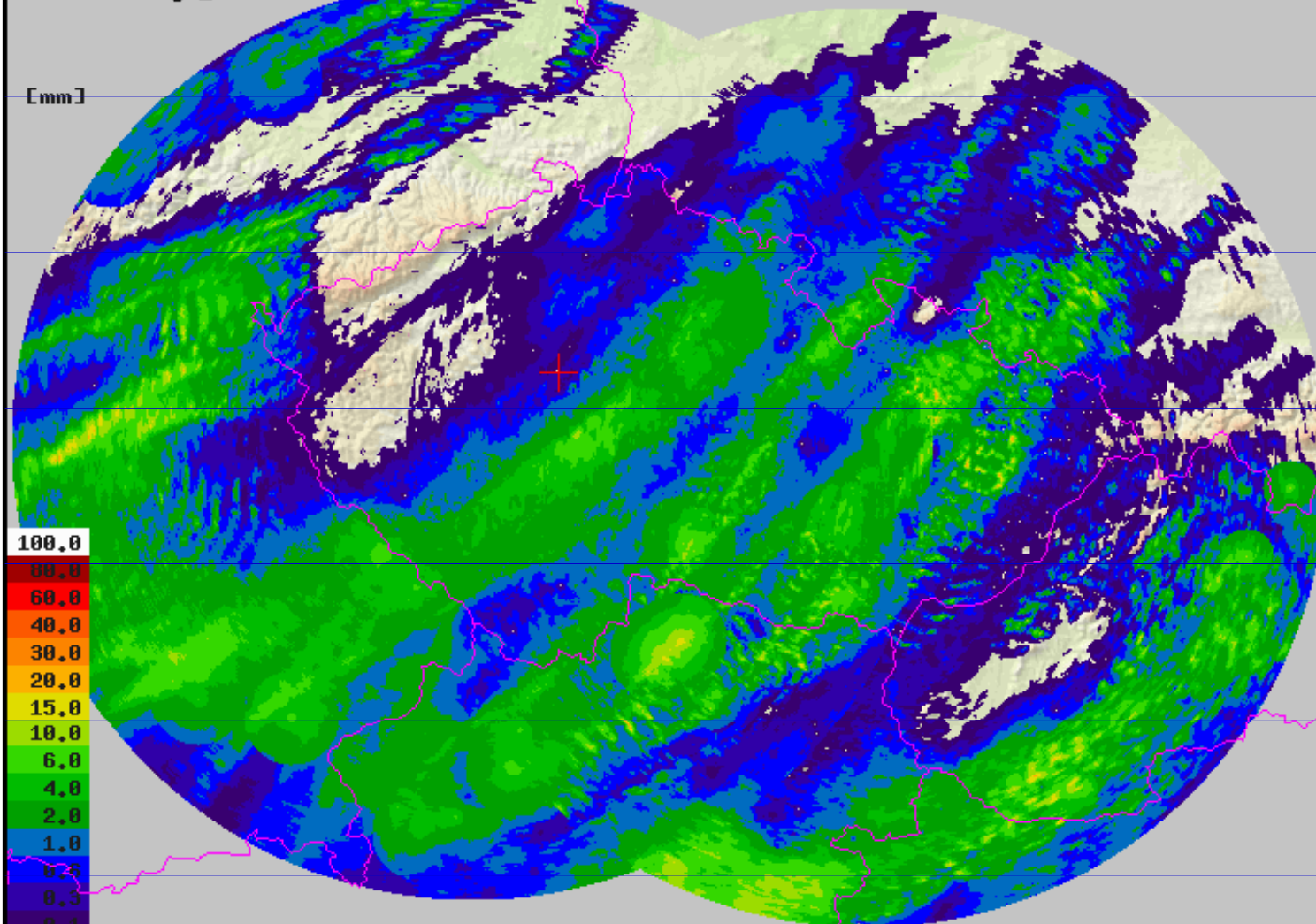
CATCHMENTS

UPDATE PAGE

AUTO none ▼

CZRAD - merge\_06h - 29.08.2003 18:00 UT

[mm]



ORO  col ▾ UND  none ▾ RAD  METEO -ALADIN 6h PRECIPITATION -> ▾ OVR  none ▾

CAT  none ▾ PLOT : 7 days ▾ cumulative ▾

NAVIG.  red ▾ LON. 14.447 LAT. 50.008 Choose predefined locations ▾

cursor position is [709,502] = [19.839,47.327] ZOOM COLOR  black ▾





6h Precipitation Estimates:

- RADAR original
- RADAR adjusted
- GAGE only
- RADAR+GAGE**

- 05.09.2003 12:00
- 05.09.2003 06:00
- 05.09.2003 00:00
- 04.09.2003 18:00**
- 04.09.2003 12:00
- 04.09.2003 06:00
- 04.09.2003 00:00
- 03.09.2003 18:00
- 03.09.2003 12:00
- 03.09.2003 06:00
- 03.09.2003 00:00
- 02.09.2003 18:00

CATCHMENTS

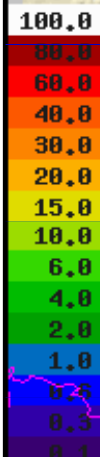
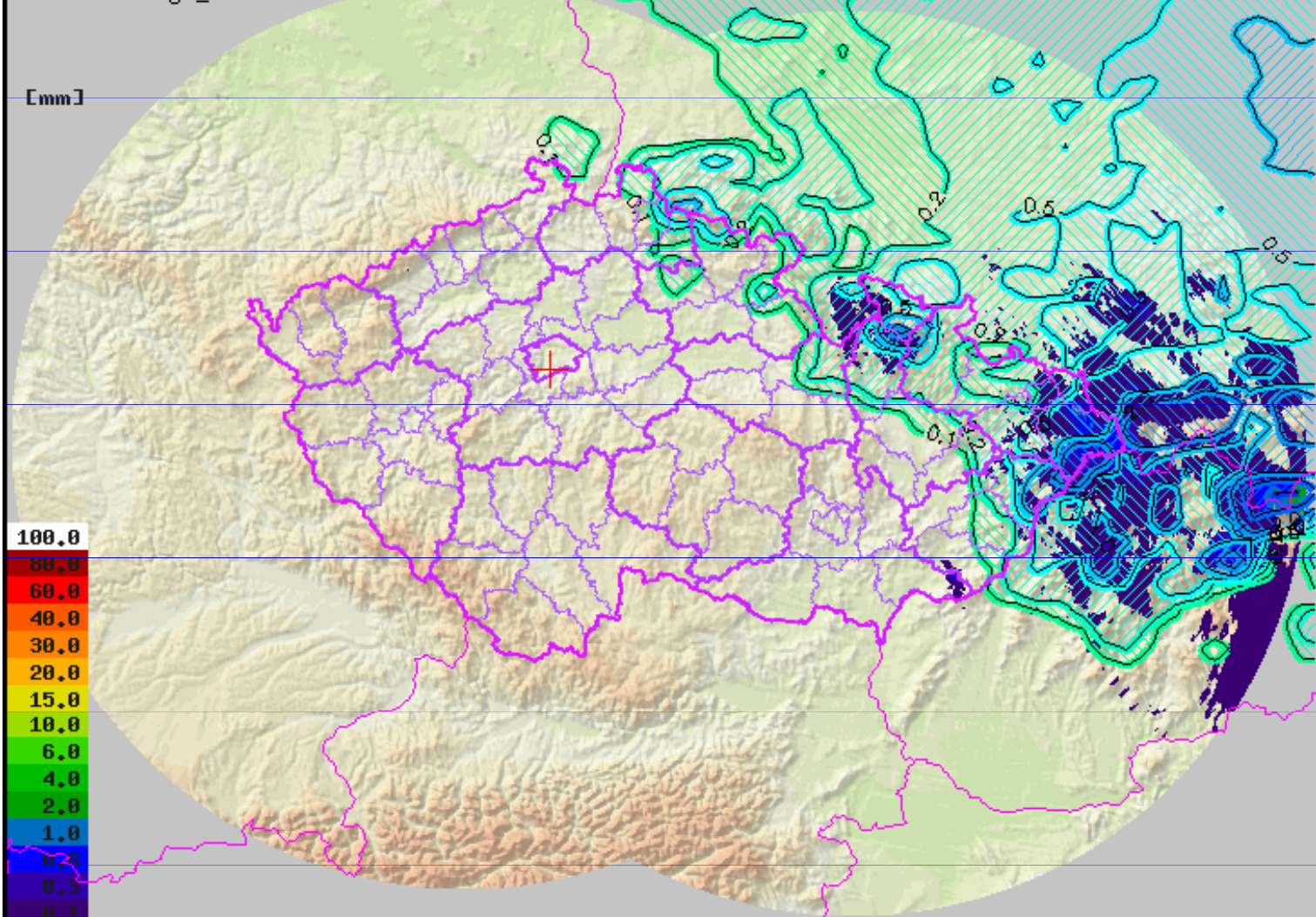
UPDATE PAGE

AUTO none

CZRAD - merge\_06h - 04.09.2003 18:00 UT

ALADIN PRECIP - 04.09.2003 12:00 UT +06hr

[mm]



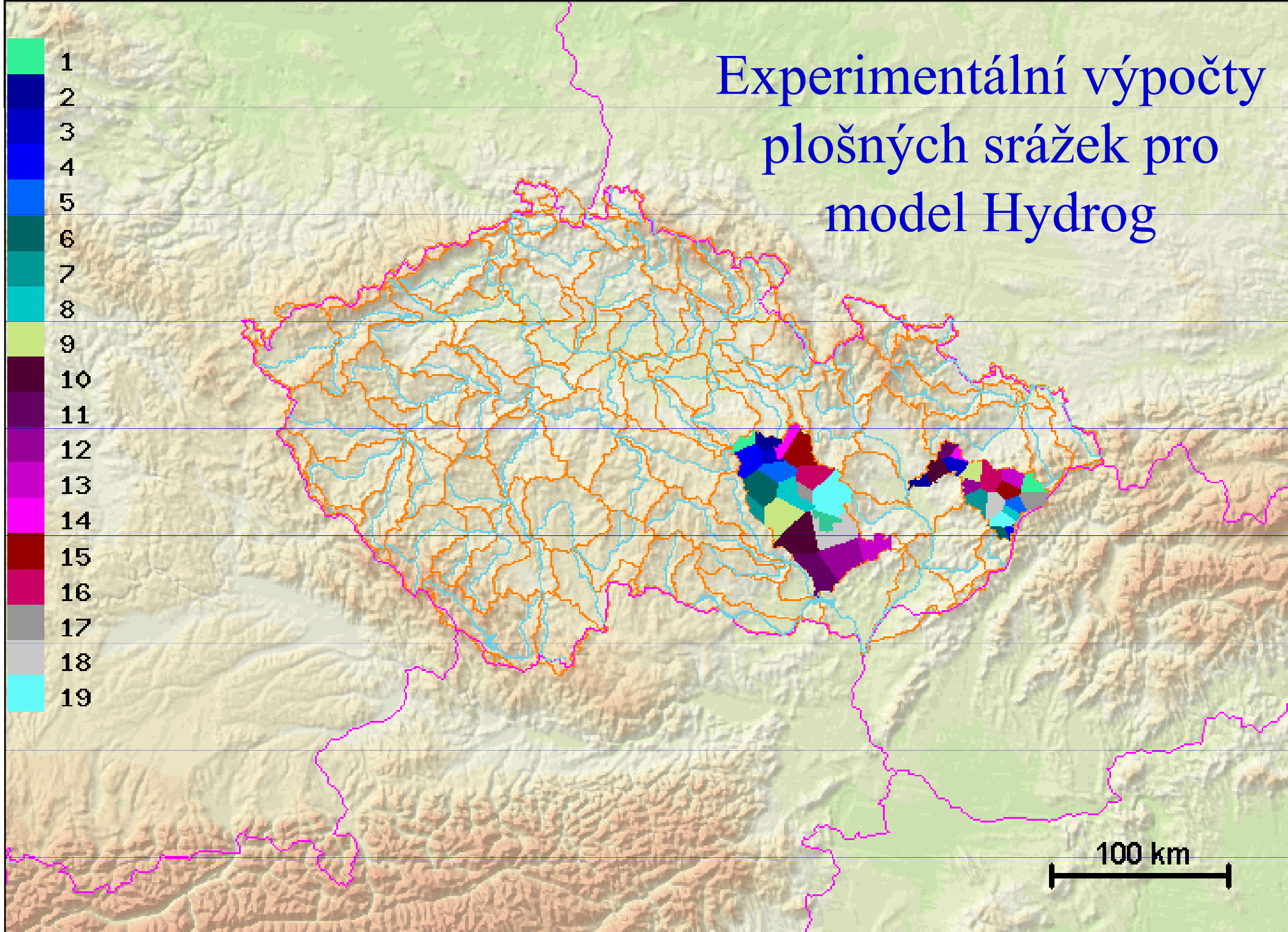
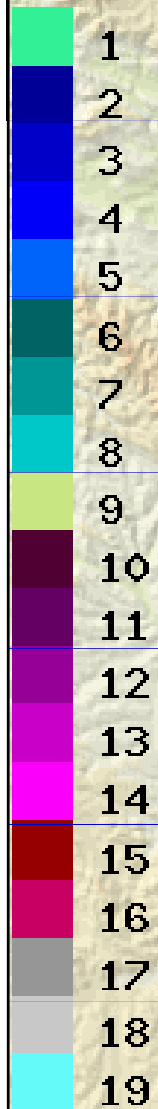
ORO col UND none RAD METEO ALADIN 6h PRECIP - 04.09.2003 12:00 +6h OVR dist+reg

CAT none PLOT : 7 days cumulative

NAVIG. red LON. 14.447 LAT. 50.008 Choose predefined locations

cursor position is [659,516] = [19.169,47.231] ZOOM COLOR black

# Experimentální výpočty plošných srážek pro model Hydrog



# Experimentální výpočty plošných srážek pro model Hydrog

