

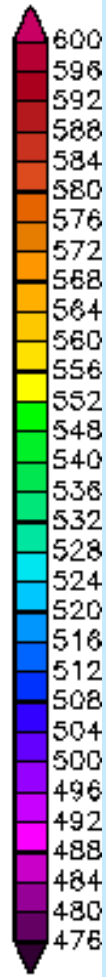
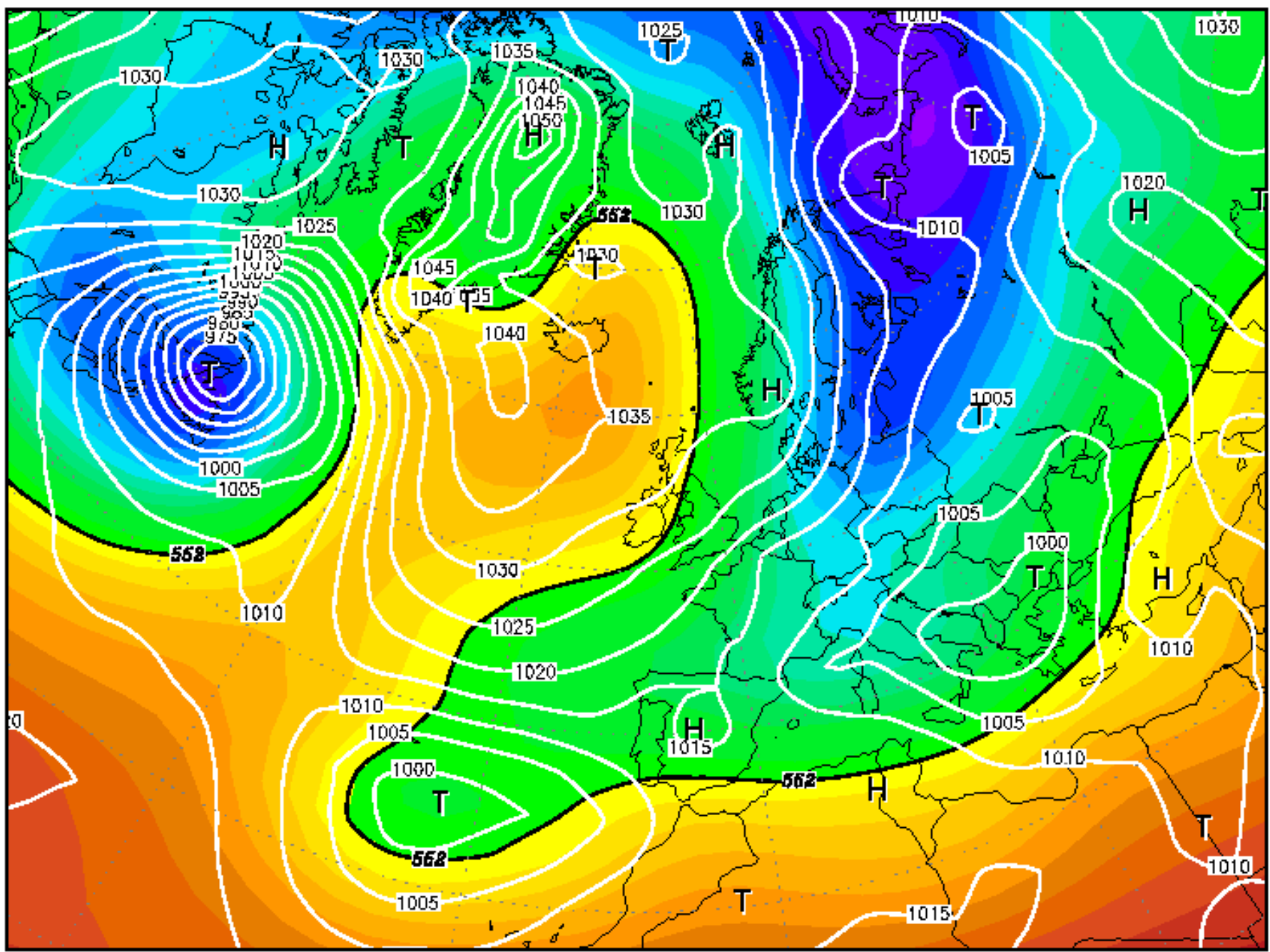
Využití radarů při chladném počasí Nebezpečné povětrnostní jevy (zejm. konv. bouře) a jejich detekce

Milan Šálek
salek@chmi.cz

Problémy s využitím radarů v chladném klimatu (nebo v zimní sezóně)

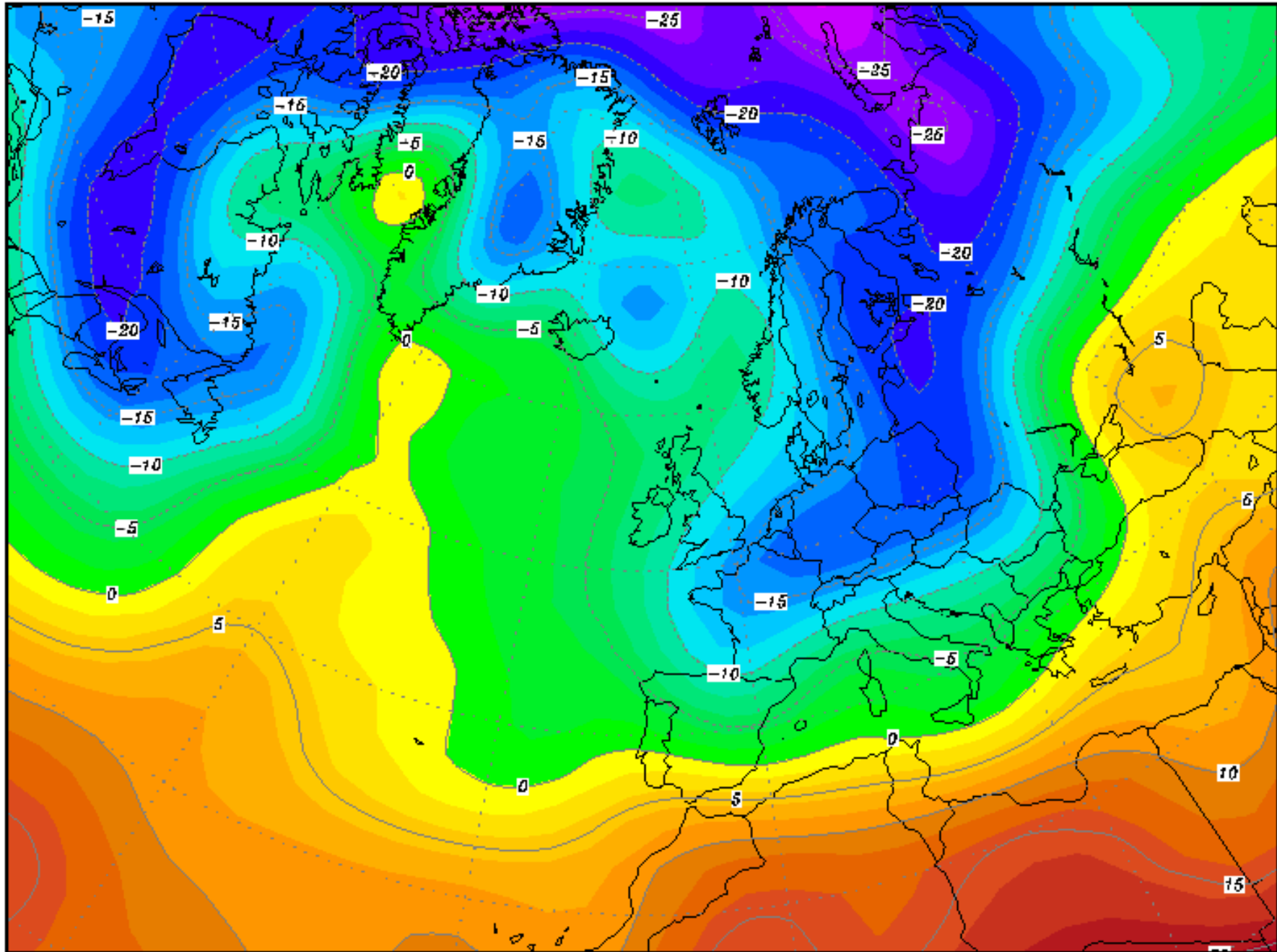
- Problémy:
 - při sněžení menší odrazivost vlivem pevné fáze (dielektrická konstanta)
 - částečná kompenzace tvarem vloček
 - nižší výška tvorby i zesílení srážek
 - při vyšších teplotách častý Bright Band
- Řešení:
 - více „vzájemně se vykrývajících“ radarů (X-band ?)
 - VPR korekce

500 hPa Geopotential (gpdm) und Bodendruck (hPa)



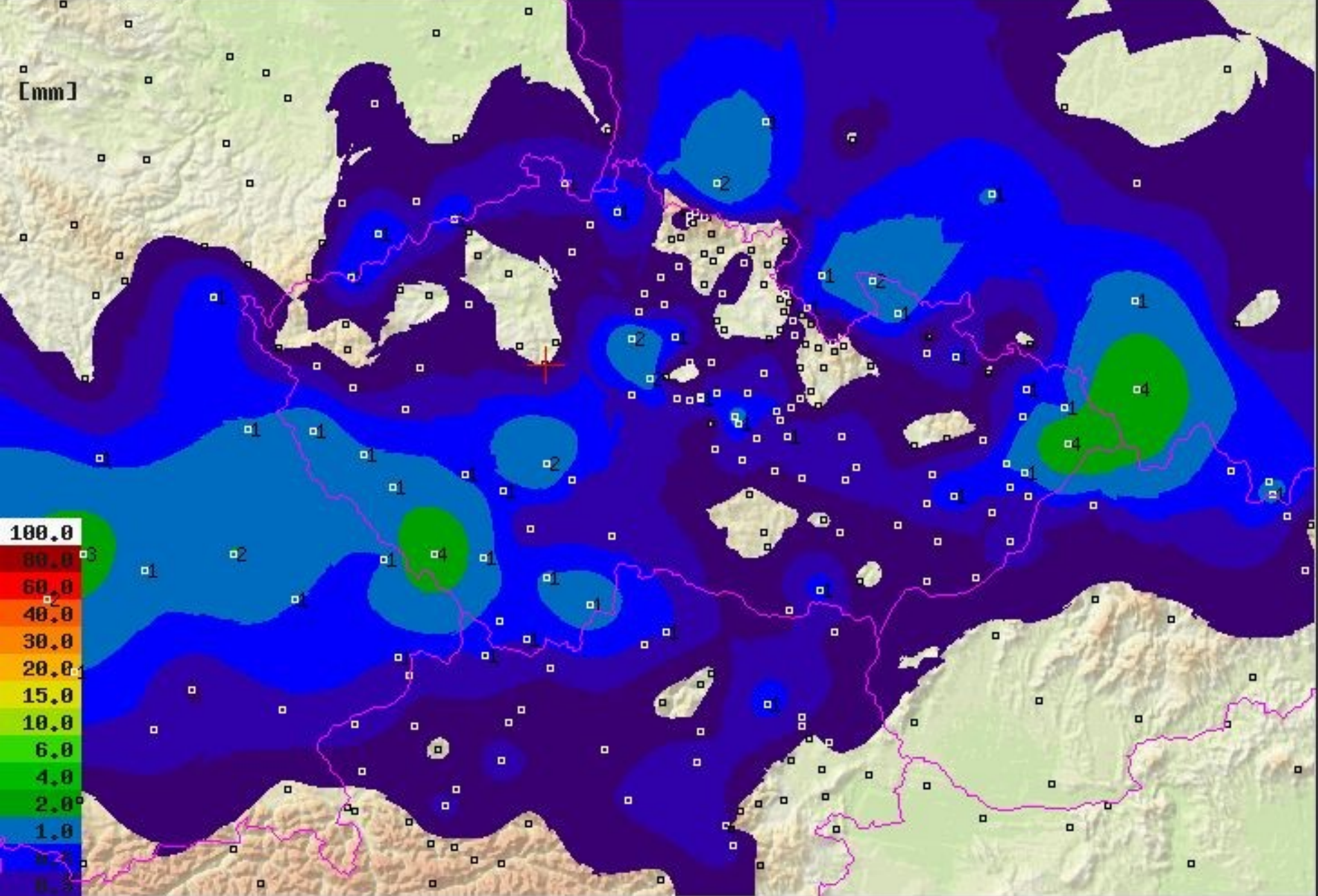
Daten: Reanalysis des NCEP
 (C) Wetterzentrale
 www.wetterzentrale.de

850 hPa Temperatur (Grad C)



Daten: Reanalysis des NCEP
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

CZRAD - gage_06h - 27.02.2005 06:00 UT

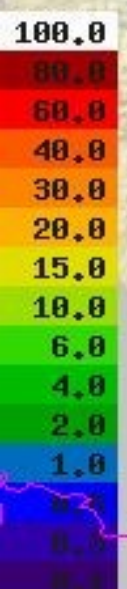
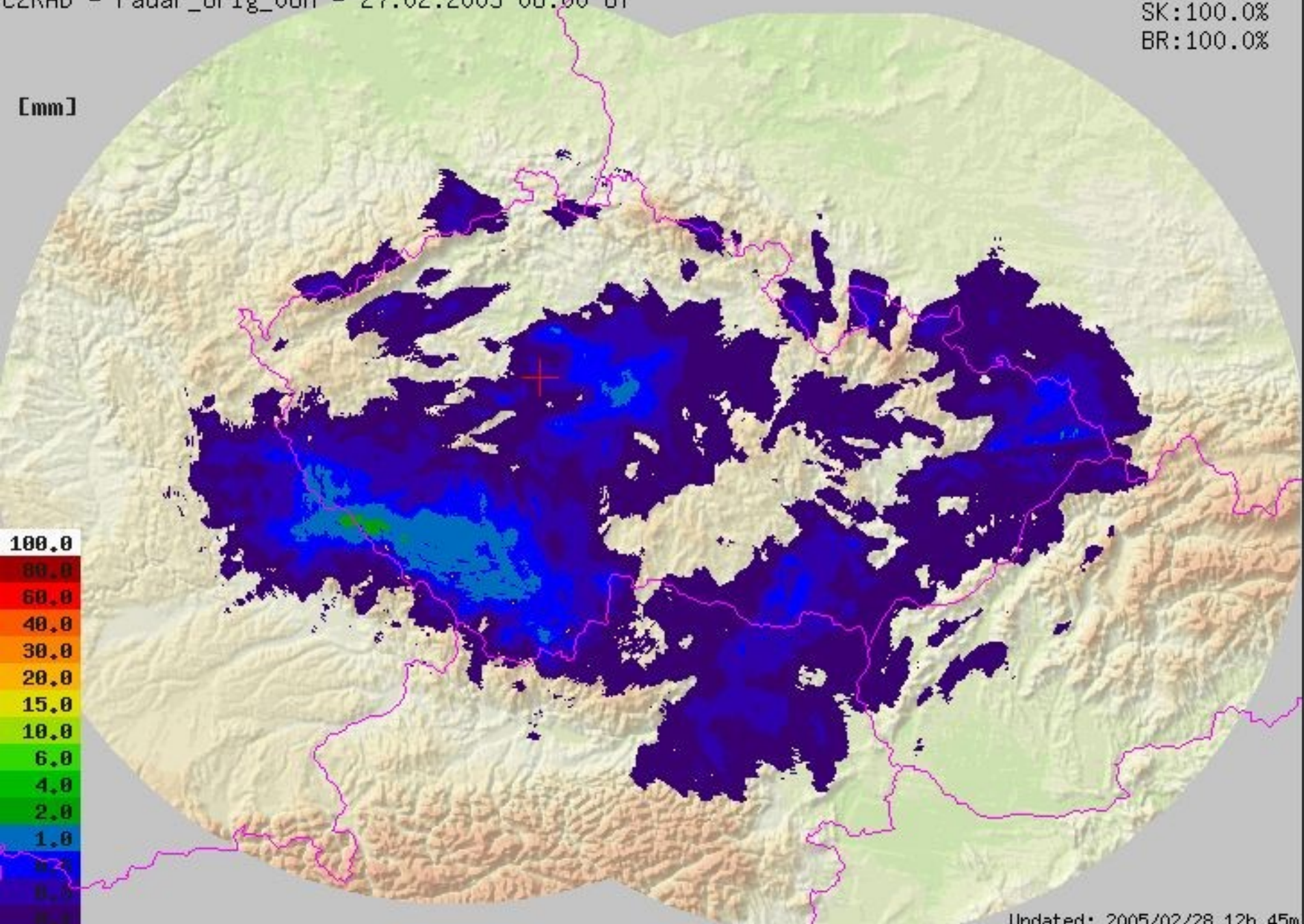


Updated: 2005/02/28 12h 45m

CZRAD - radar_orig_06h - 27.02.2005 06:00 UT

SK:100.0%
BR:100.0%

[mm]

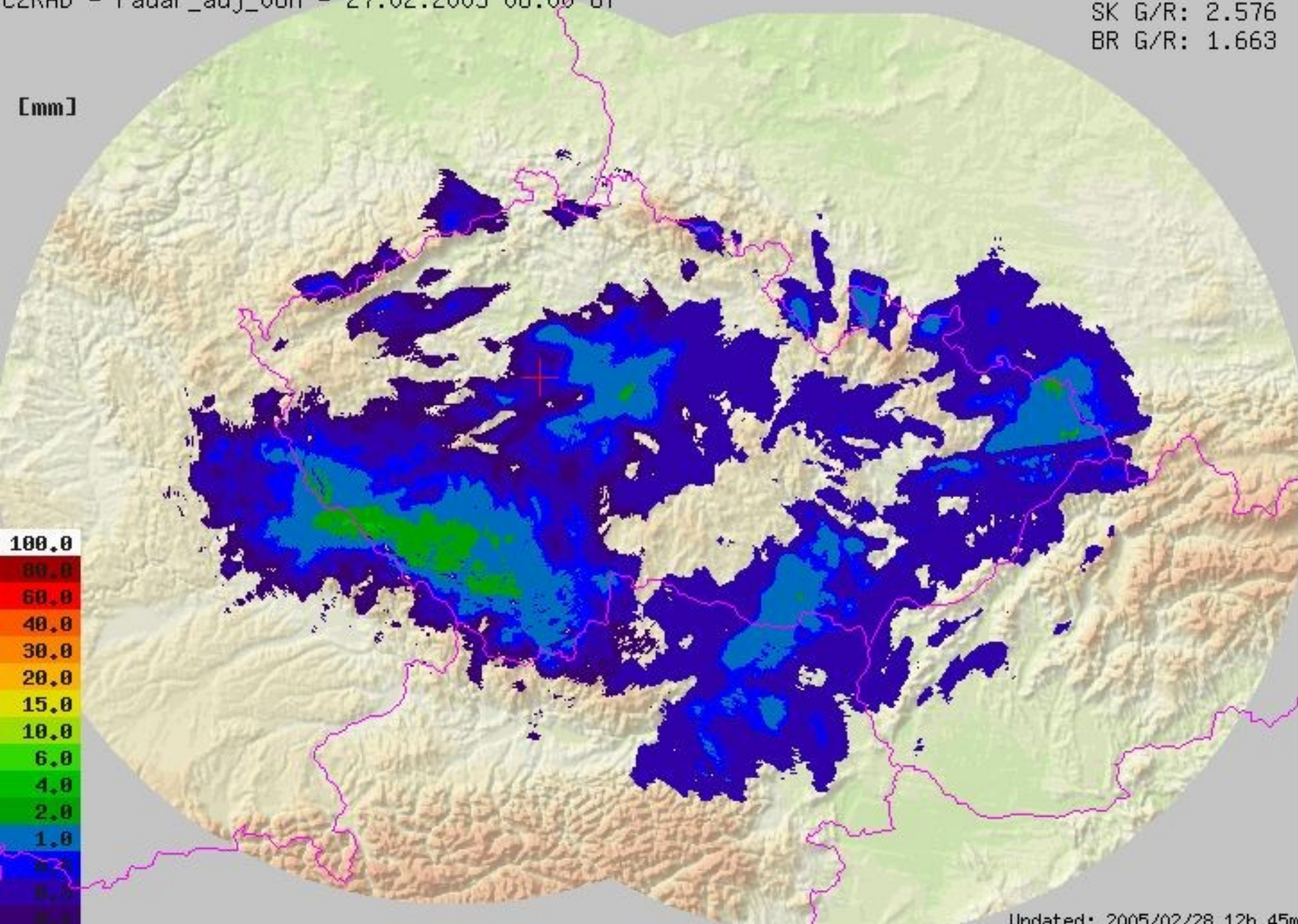
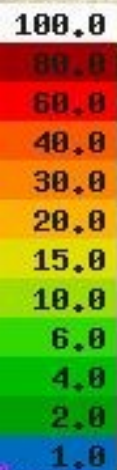


Updated: 2005/02/28 12h 45m

CZRAD - radar_adj_06h - 27.02.2005 06:00 UT

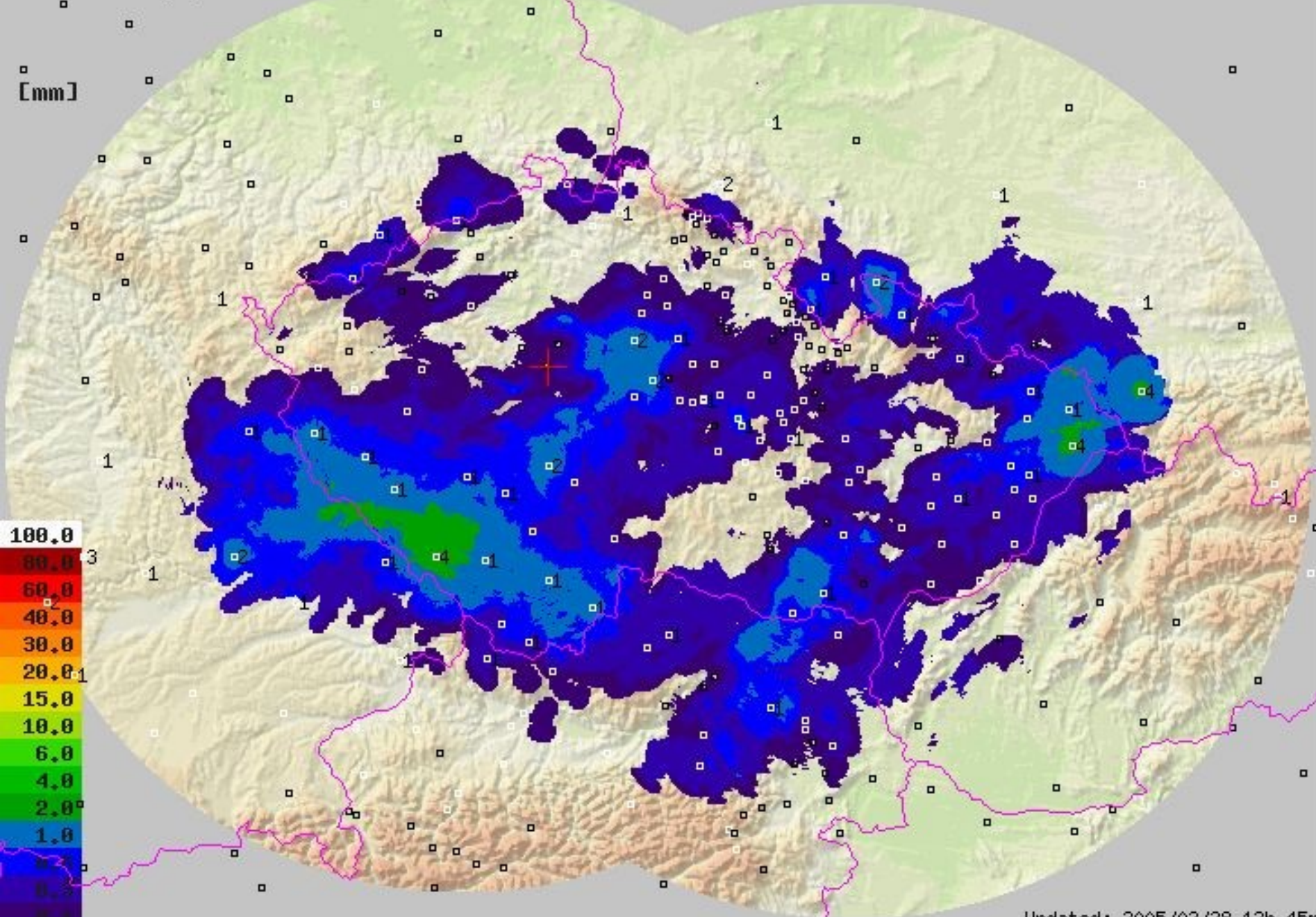
SK G/R: 2.576
BR G/R: 1.663

[mm]

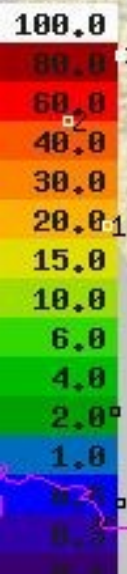


Updated: 2005/02/28 12h 45m

CZRAD - merge_06h - 27.02.2005 06:00 UT

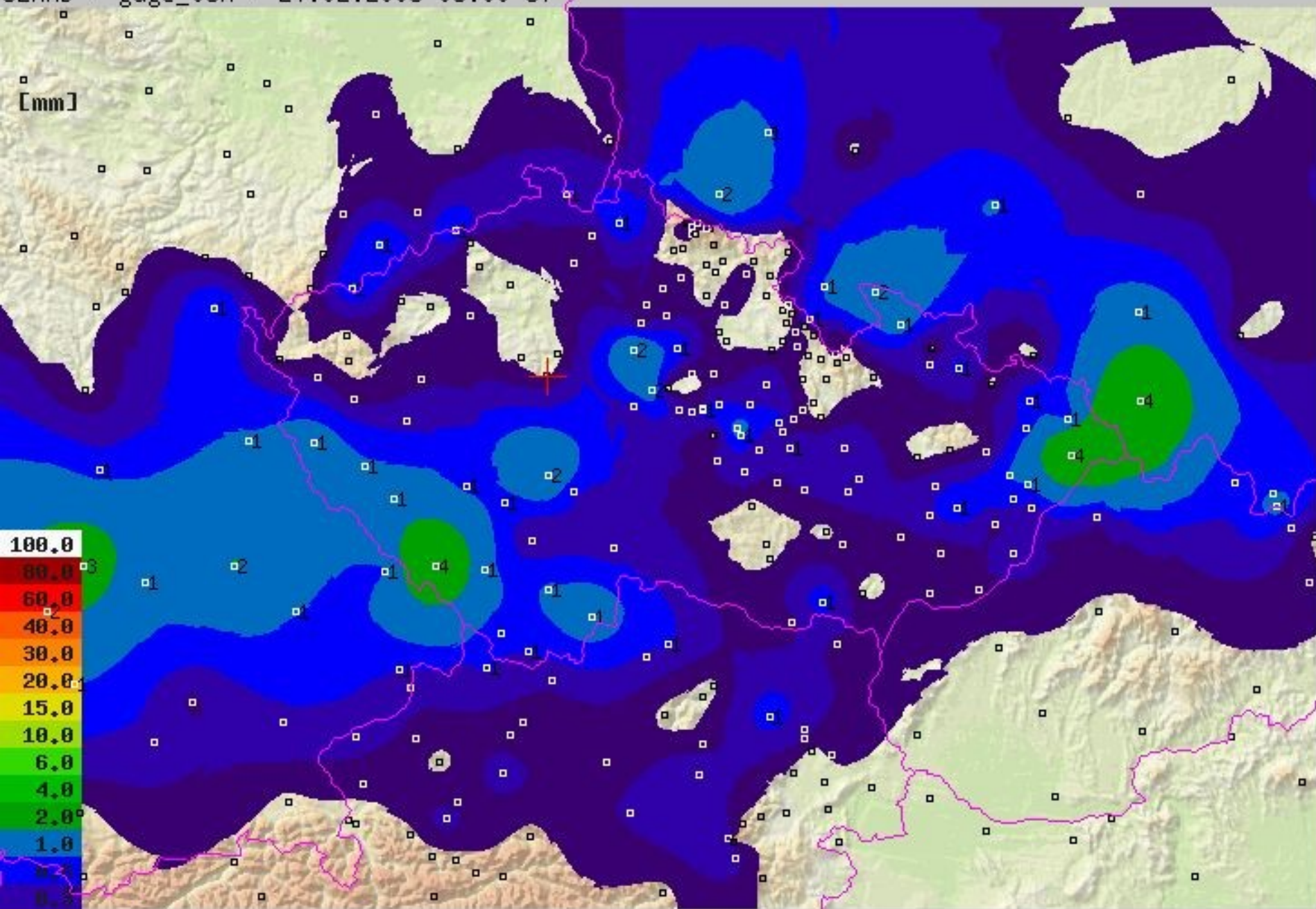


[mm]



Updated: 2005/02/28 12h 45m

CZRAD - gage_06h - 27.02.2005 06:00 UT



Updated: 2005/02/28 12h 45m

Využití metod dálkové detekce pro analýzu a předpověď nebezpečných povětrnostních jevů (NPJ, angl. Severe Weather)

- NPJ: Atmosférické jevy představující riziko pro zdraví a majetek občanů
- Úloha dálkové detekce: identifikace a zpřesnění vývoje NPJ, především v mezoměřítku (desítky km) a s časovým předstihem předpovědi do několika hodin (nowcasting)
- Velmi významná úloha: Nebezpečné (silné) konvektivní bouře, menší úloha při výskytu jevů „synoptických“ rozměrů (stovky-tisíce km, např. Kyrill)

Využití metod dálkové detekce při výskytu NPJ (pokr.)

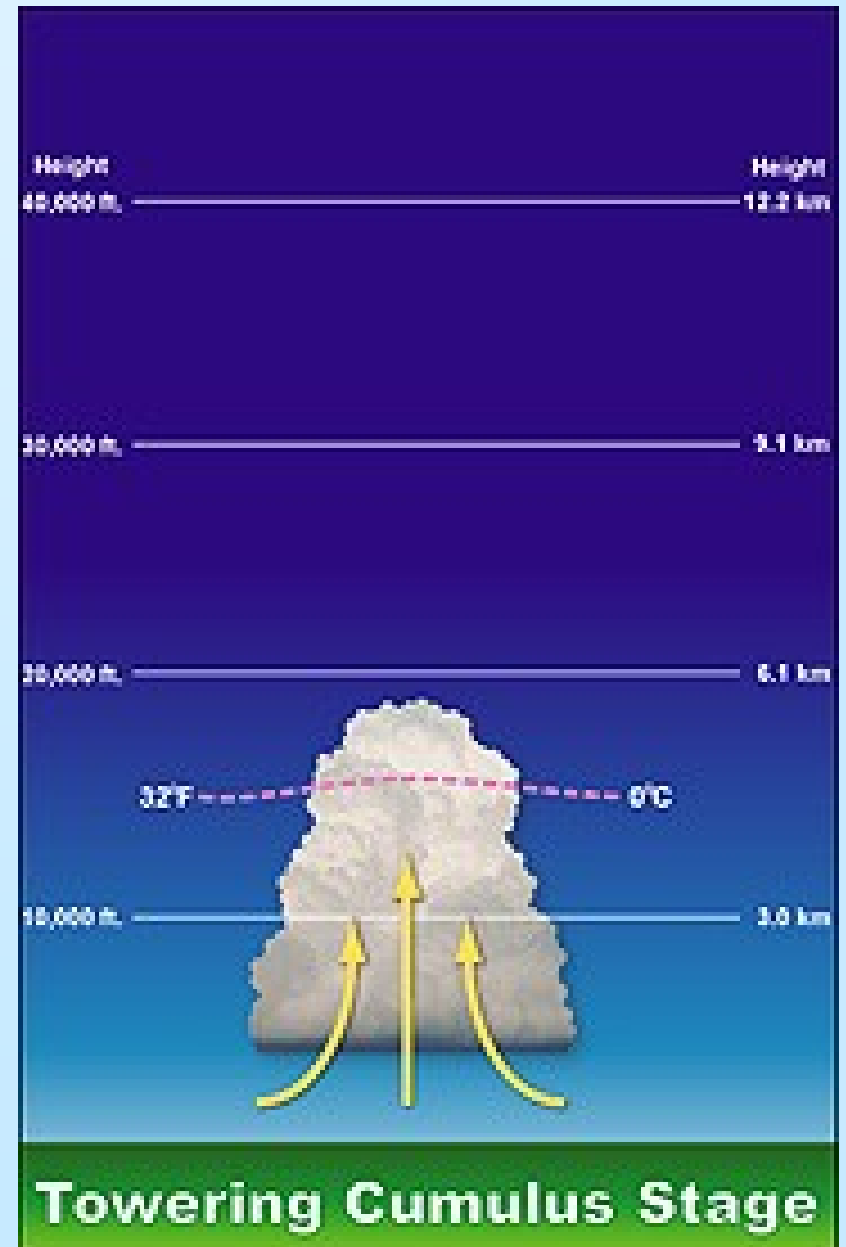
- Identifikace typu jevu (konceptního modelu, např. typu fronty, konvektivního systému apod.)

Konvektivní bouře

- Hluboká (vlhká) konvekce (tj. se srážkami), která je provázená nebezpečnými povětrnostními jevy
- Konvektivní bouře pro svůj vývoj vyžaduje
 - dostatek vlhkosti
 - (podmíněnou) instabilitu
- Stádia vývoje konvektivní bouře
 - stádium vývoje
 - stádium zralosti
 - stádium rozpadu

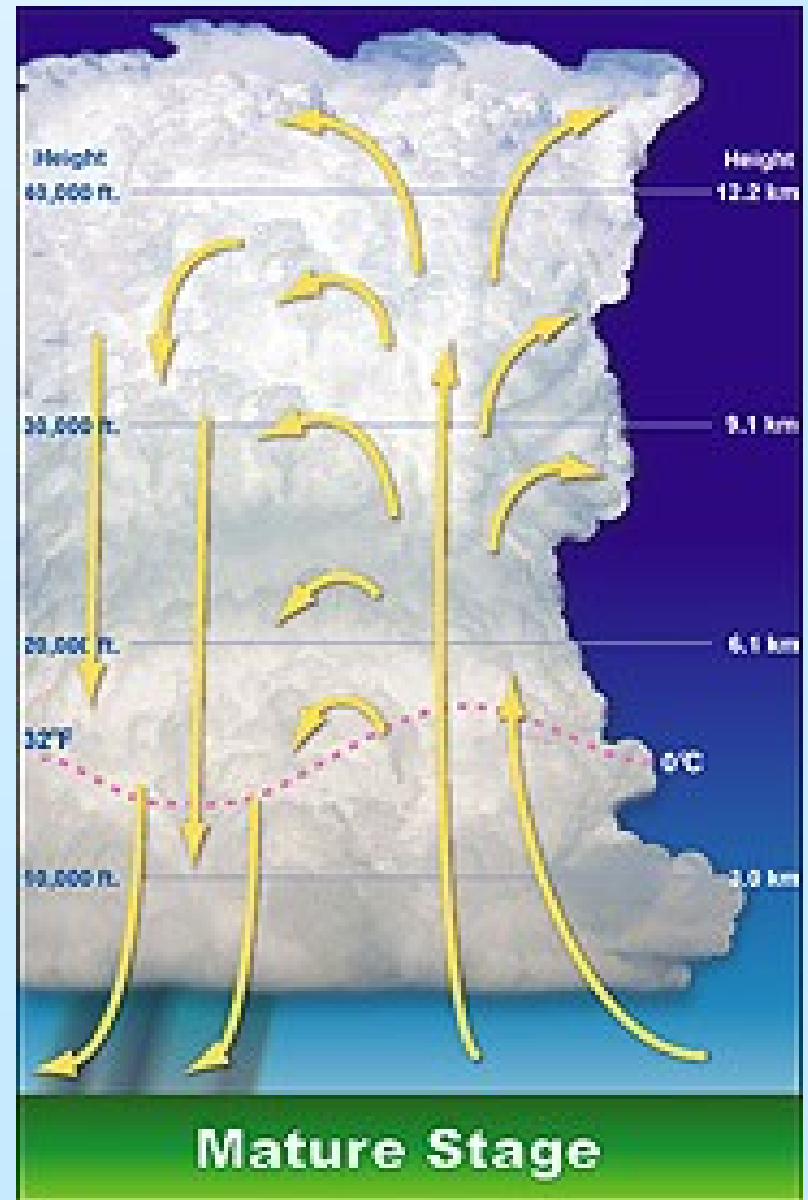
Konvektivní bouře

- Stádium vývoje
 - rostoucí Cb, silný vzestupný proud
 - malé srážky
 - trvání kolem 10 minut
 - ojedinělé blesky



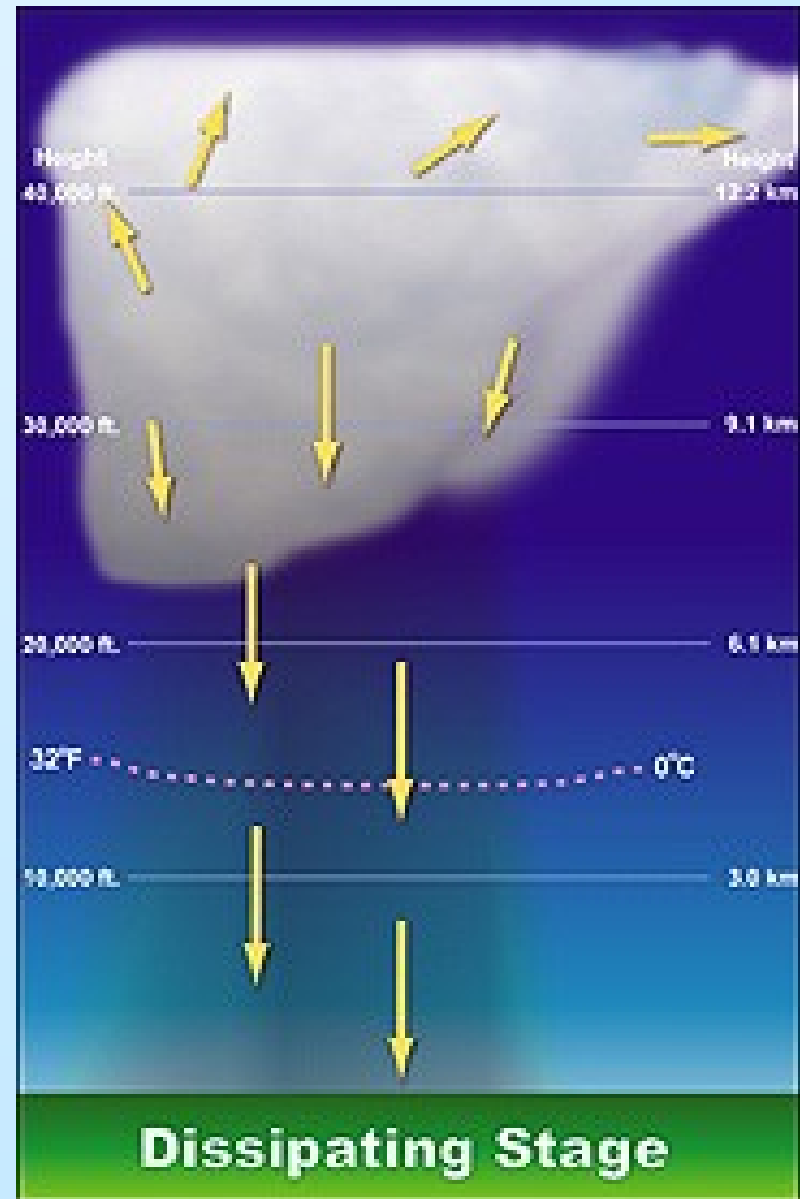
Konvektivní bouře

- Stádium zralosti
 - přítomné vzestupné i sestupné pohyby
 - výskyt silného deště, četných blesků, silného větru a krup
 - možnost výskytu tornáda
 - trvá 10-20 minut, ale i několik hodin v závislosti na typu bouře



Konvektivní bouře

- Stádium rozpadu
 - Slábnoucí výstupné pohyby a srážky
 - ještě trvá nebezpečí silného větru a blesků



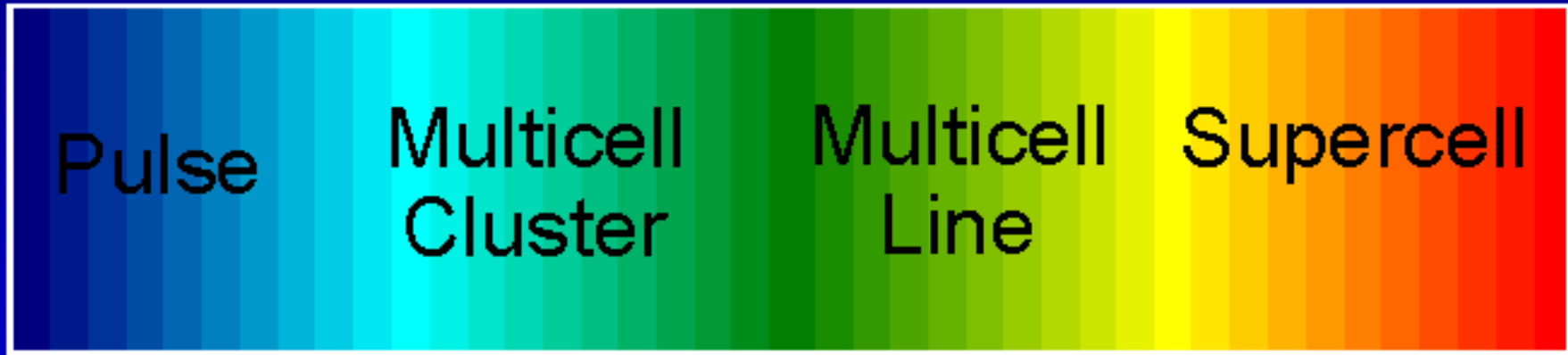
Typy konvektivních bouří

- **Jednobuněčná bouře (Single Cell, Pulse):**
 - většinou slabá, krátkodobá
- **Multicela (Multicell, Multicell Cluster):**
 - nejběžnější typ
 - oblast buněk které se pohybují/vyvíjejí se přibližně stejným směrem
- **Squall Line (Multicell Line):**
 - Více buněk, které jsou organizovány do výrazné linie,
- **Supercela (Supercell):**
 - Nejsilnější typ bouře, provázená extrémním počasím

Silná konvektivní bouře (severe convective storm)

- Konvektivní bouře se považuje za silnou (nebezpečnou), jestliže splňuje aspoň jednu z následujících podmínek (platné pro USA):
 - Kroupy v průměru 2 cm a více
 - Vítr v nárazech 100 km a více
 - Výskyt tornáda

Thunderstorm Spectrum



Pulse

Multicell
Cluster

Multicell
Line

Supercell

*Minimal
threat (?)*

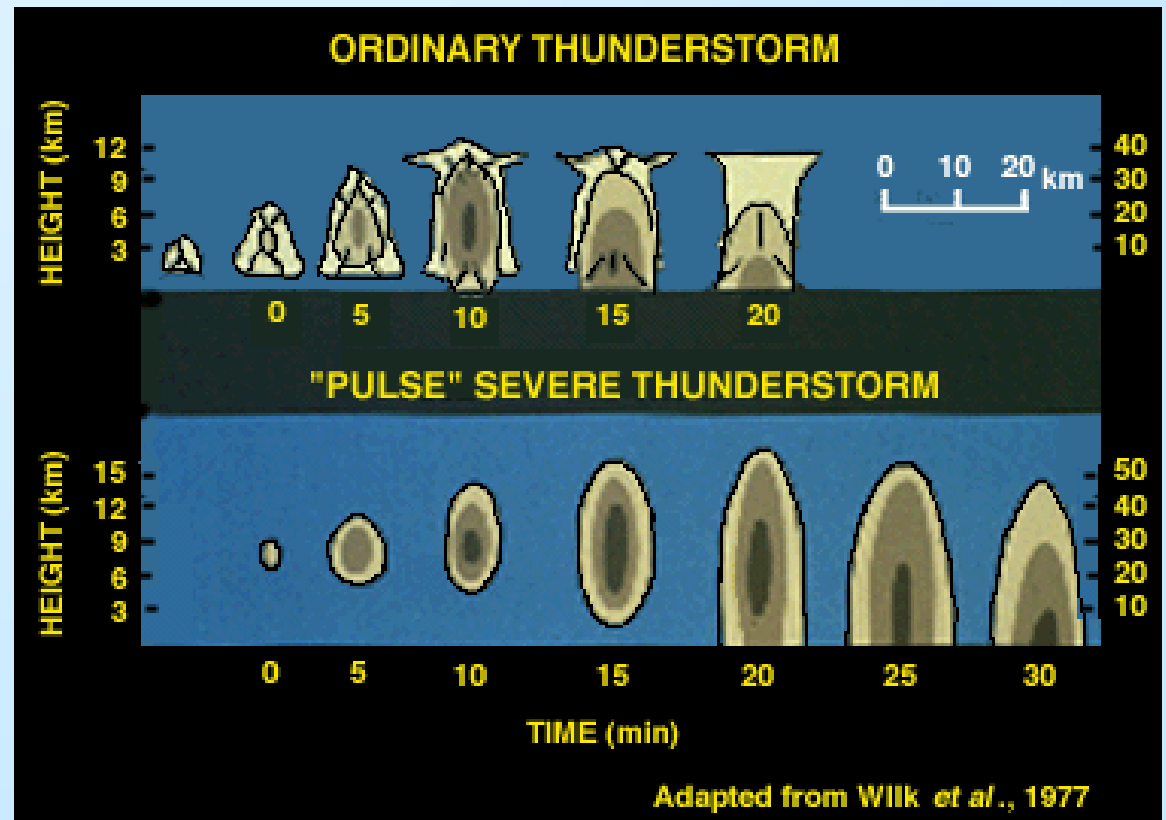
*Moderate
threat*

*Moderate
threat*

*High threat
Mesocyclone
present*

Jednobuněčná bouře

- 20-30 minut
- Jen ojedinele nebezpečná
- Silný déšť a tornádo jen vzácně
- Neinteraguje s ostatními buňkami



Jednobuněčná bouře



Copyright Rachel Humphrey

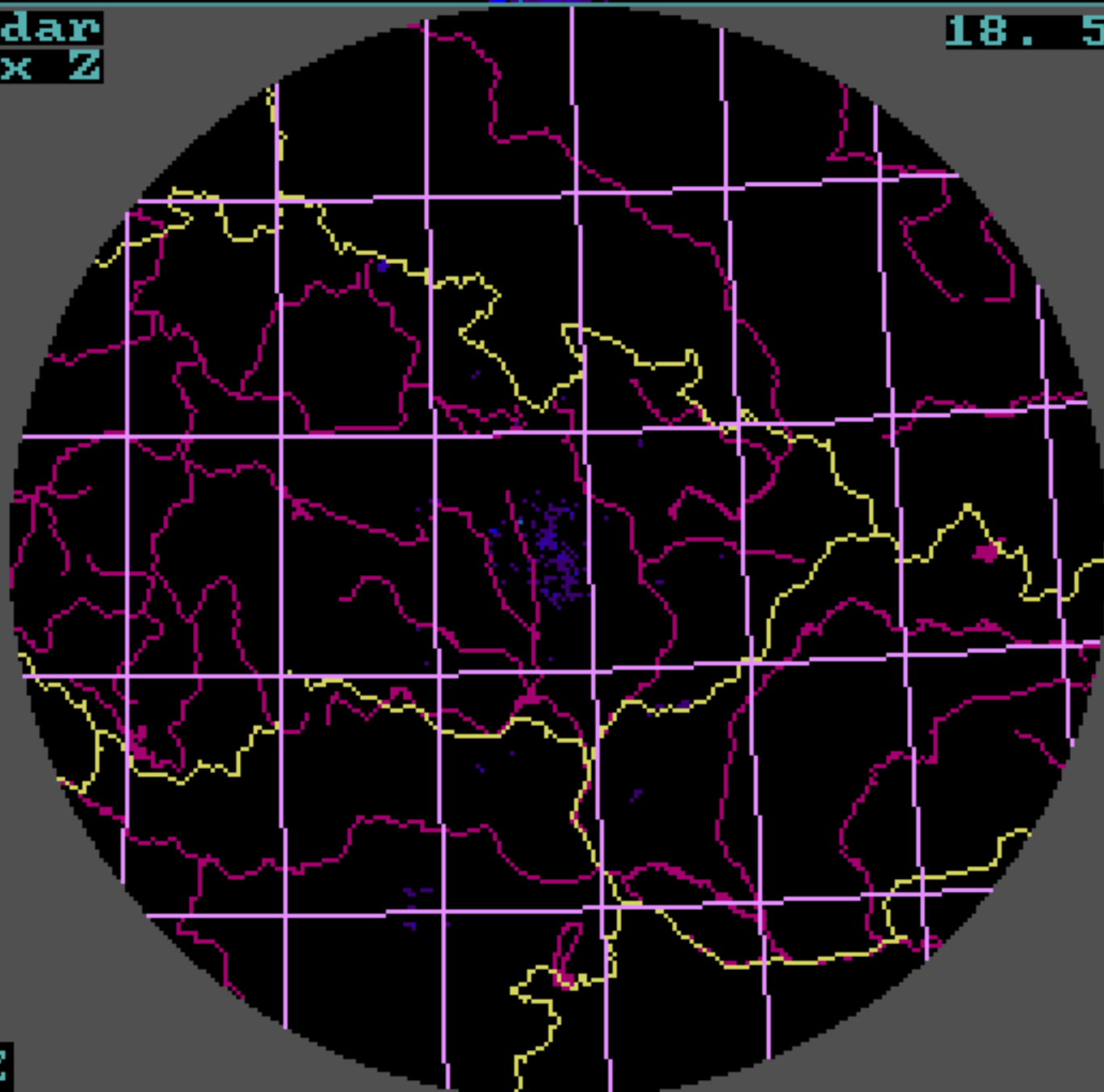
Radar
Max Z

18. 5.96

Sk 09:20

- 60
- 56
- 52
- 48
- 44
- 40
- 36
- 32
- 28
- 24
- 20
- 16
- 12
- 8
- 4

dBZ



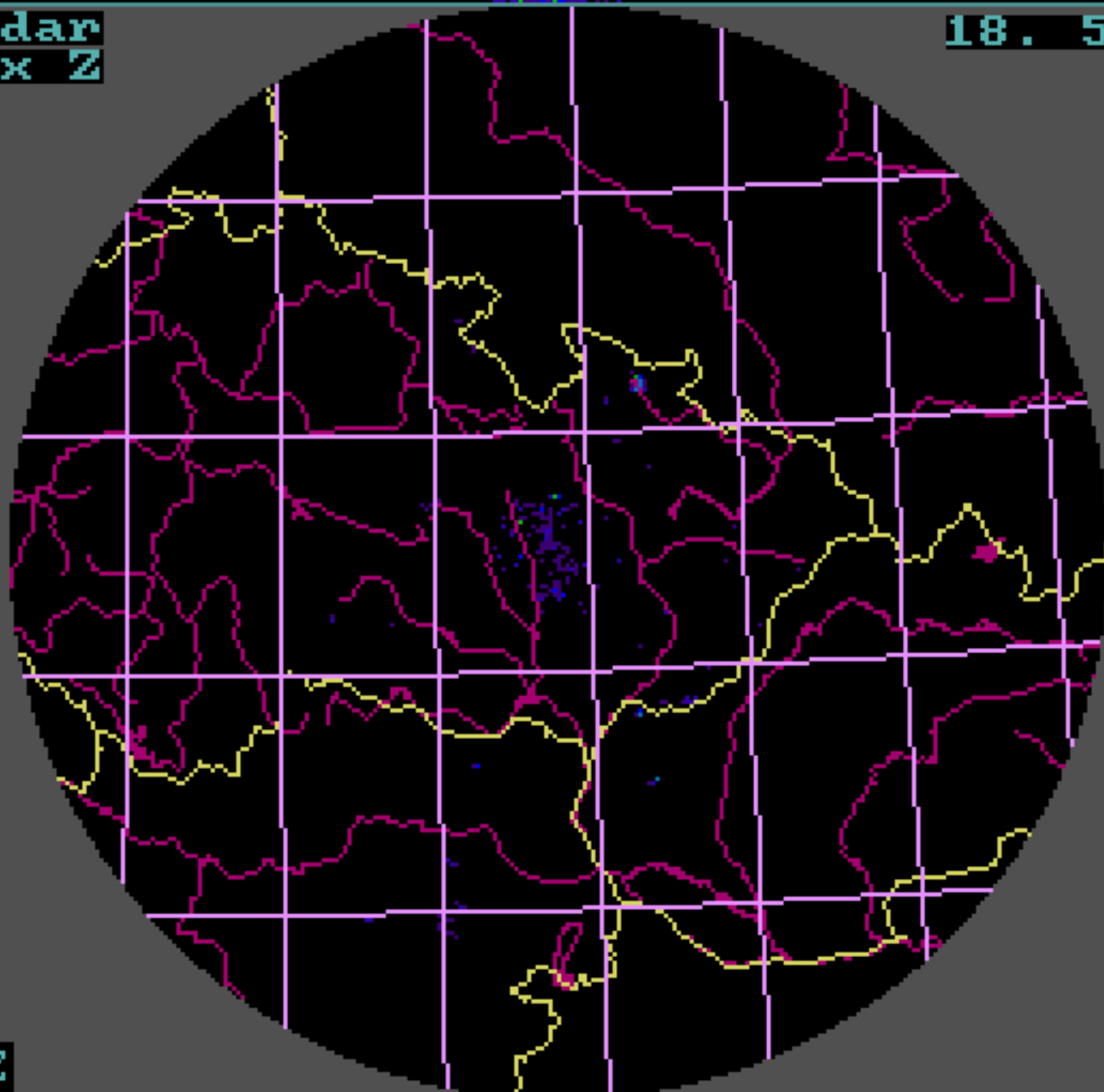
Radar
Max Z

18. 5.96

Sk 09:30

- 60
- 56
- 52
- 48
- 44
- 40
- 36
- 32
- 28
- 24
- 20
- 16
- 12
- 8
- 4

dBZ



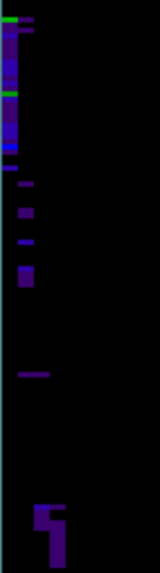
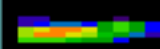
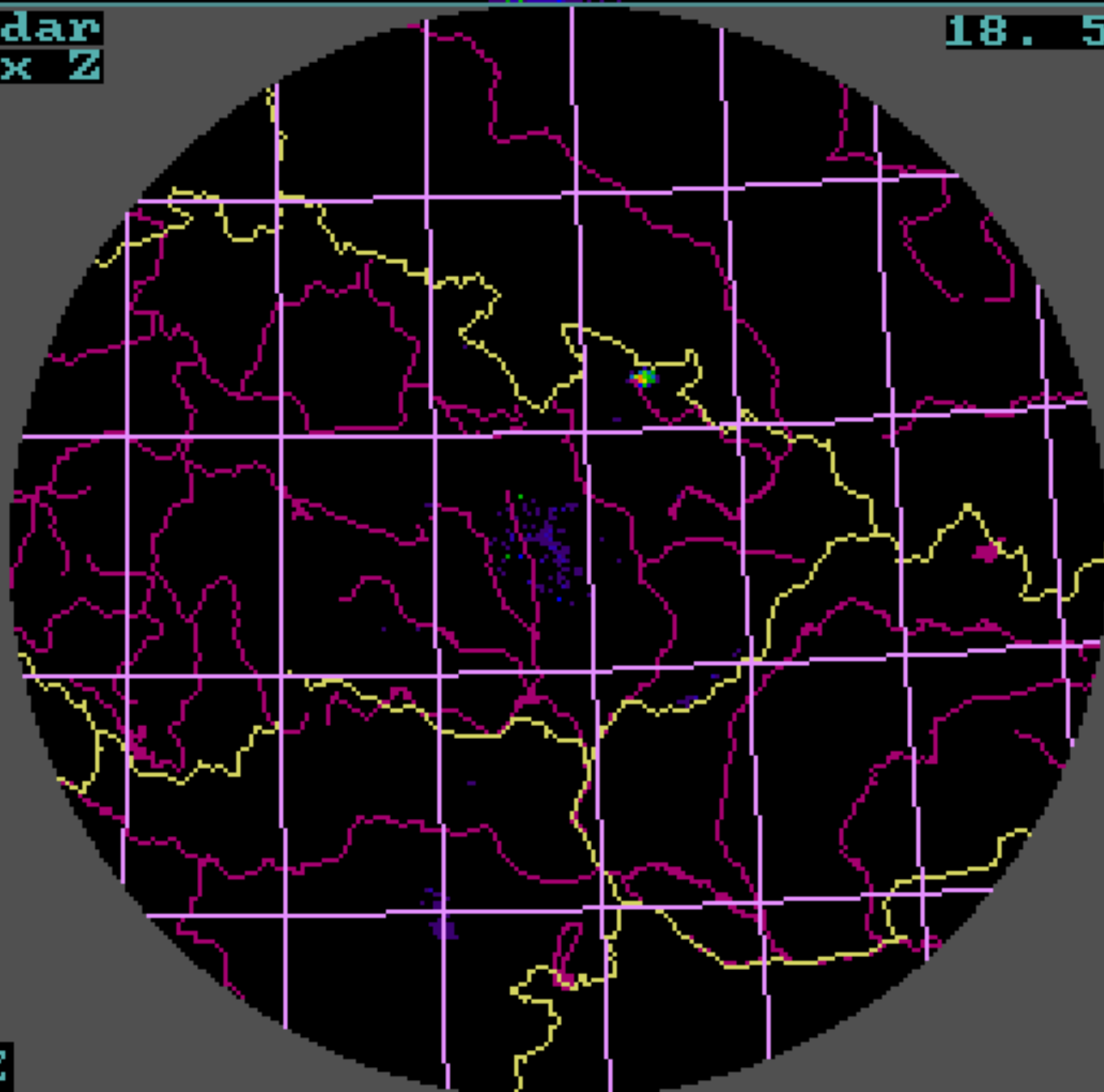
Radar
Max Z

18. 5.96

Sk 09:40

- 60
- 56
- 52
- 48
- 44
- 40
- 36
- 32
- 28
- 24
- 20
- 16
- 12
- 8
- 4

dBZ



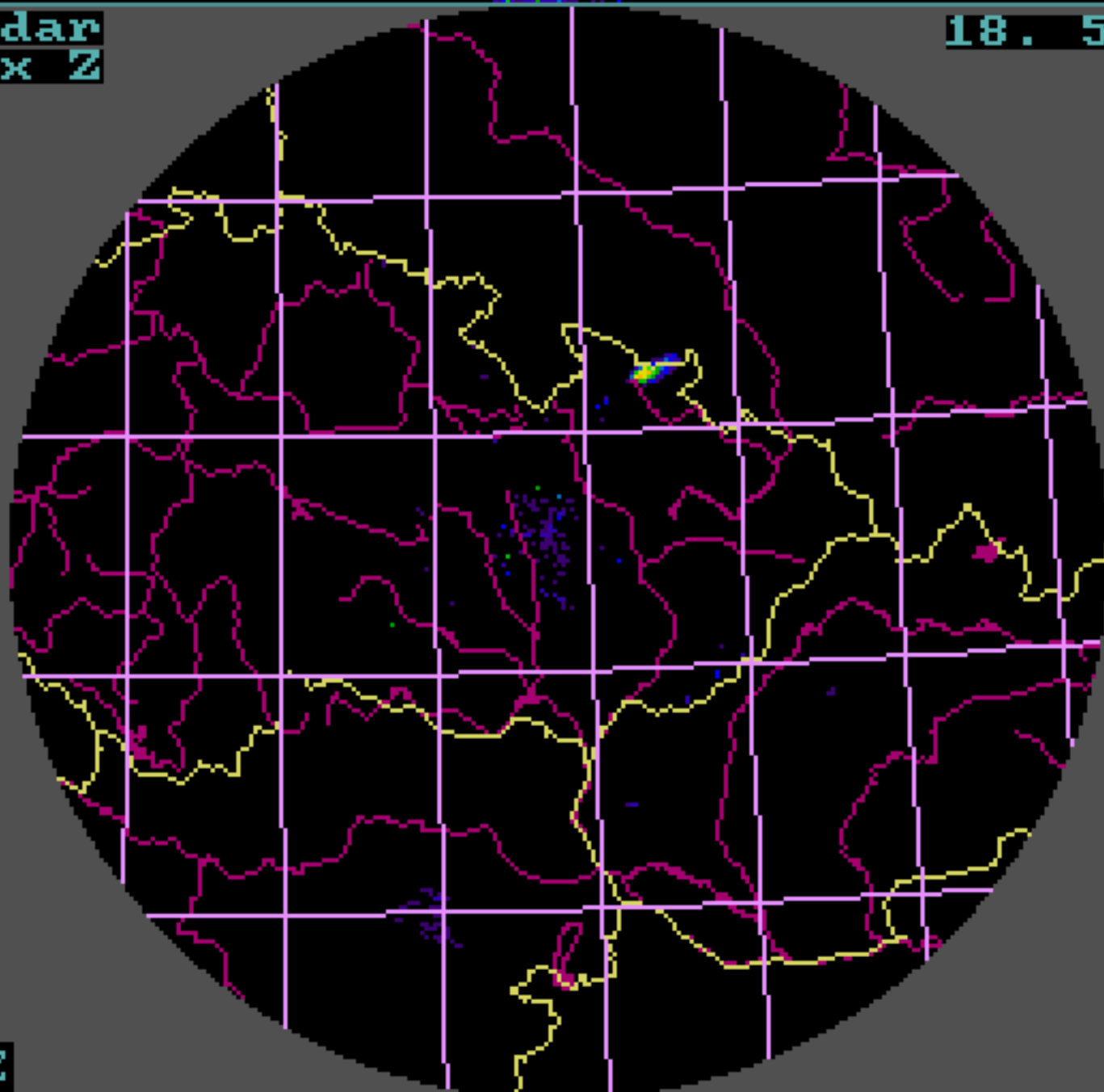
Radar
Max Z

18. 5.96

Sk 09:50

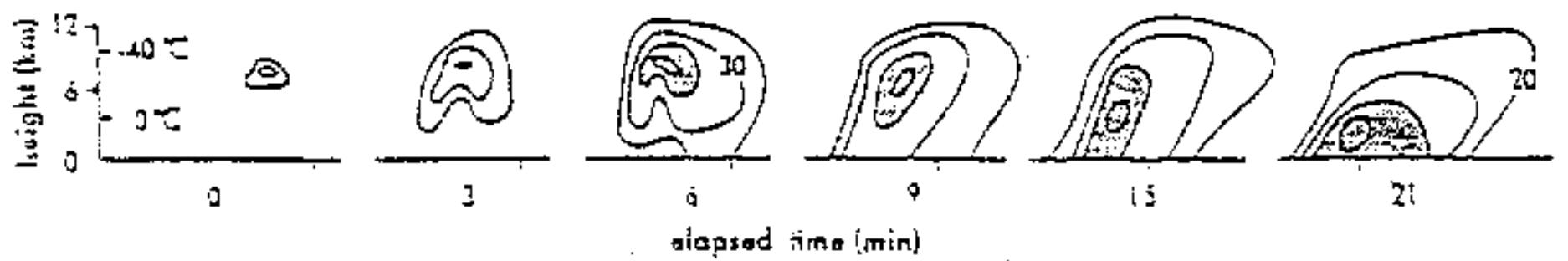
- 60
- 56
- 52
- 48
- 44
- 40
- 36
- 32
- 28
- 24
- 20
- 16
- 12
- 8
- 4

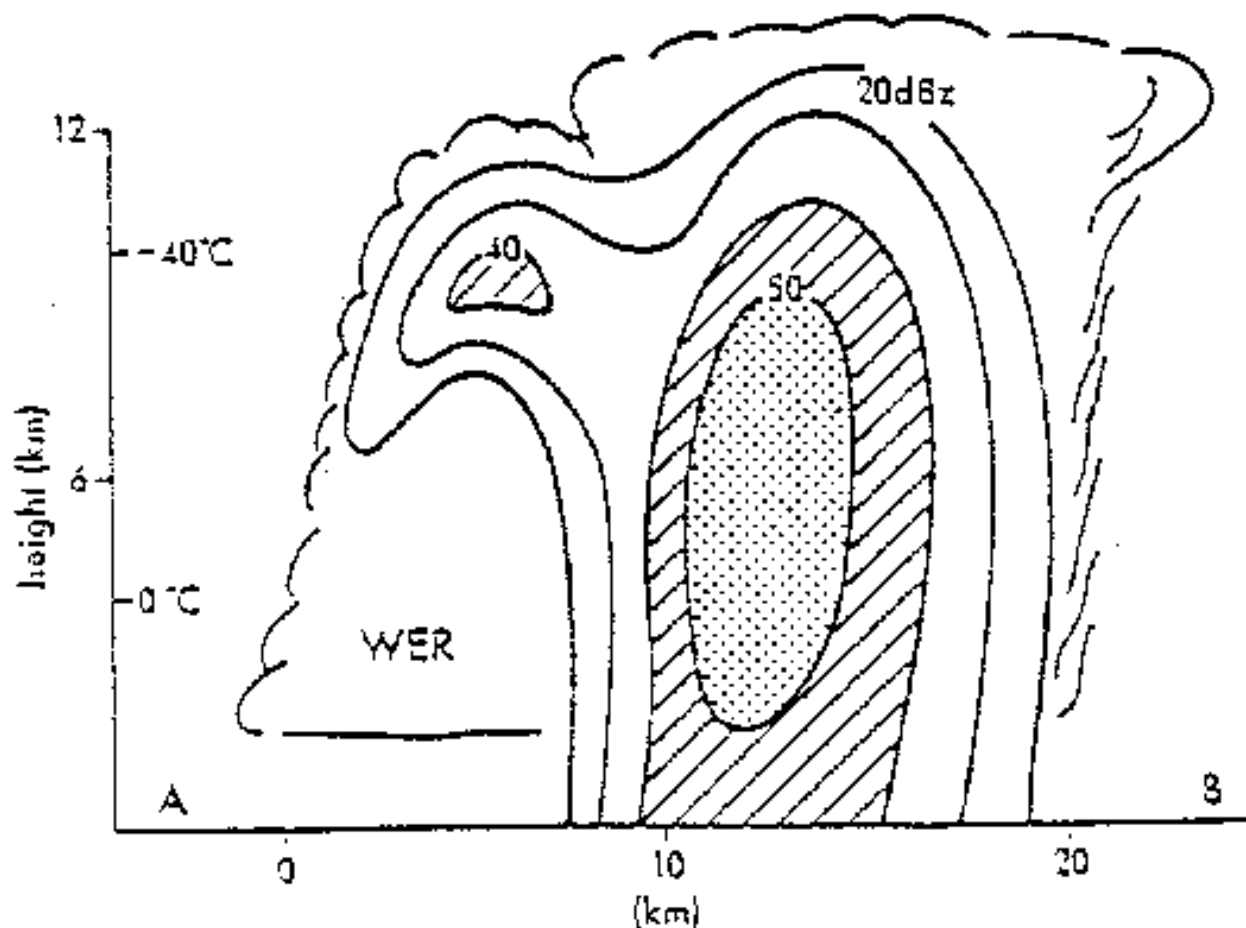
dBZ



Multicela

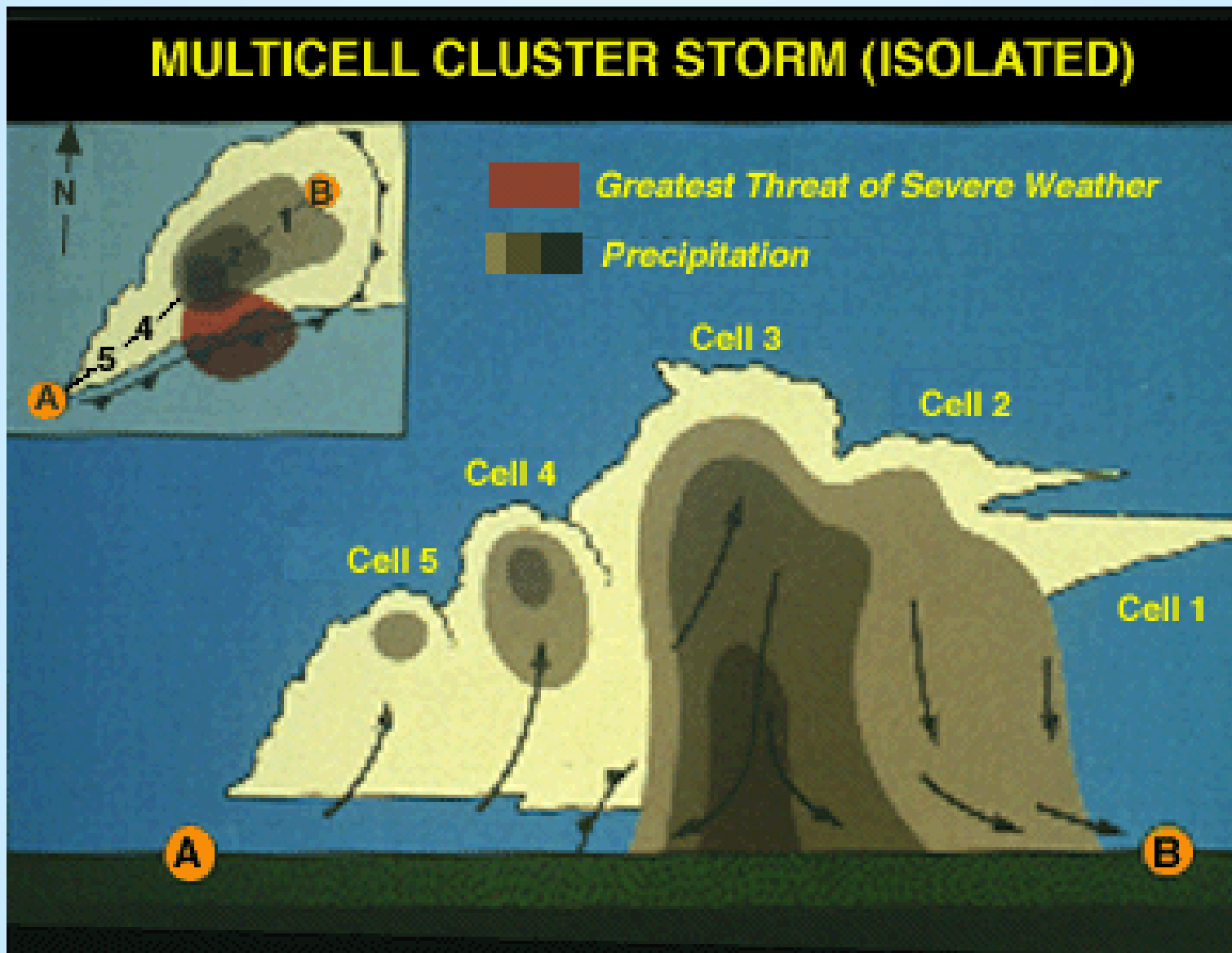
- Nejběžnější typ bouře
- Každá buňka v multicele je v rozdílném stádiu vývoje
- Každá buňka může trvat 20-30 minut, ale celá multicela i několik hodin
- Přítomné přivalové srážky, downbursty, kroupy malé až střední velikosti, ojediněle i slabá tornáda





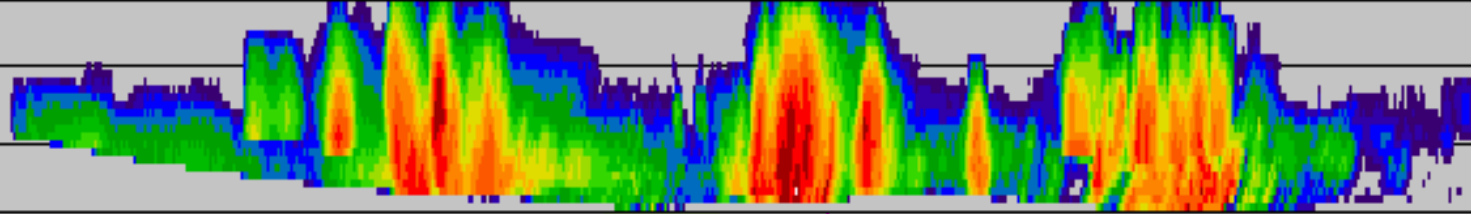
**Fig.26 : Radar Echoes of a Multicell-Thunderstorm
 Top : Horizontal Cross-Sections, Bottom : Vertical Cross-Section**

Multicela

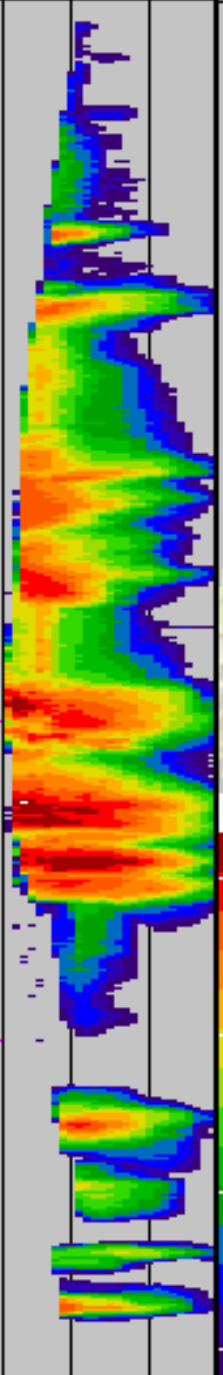
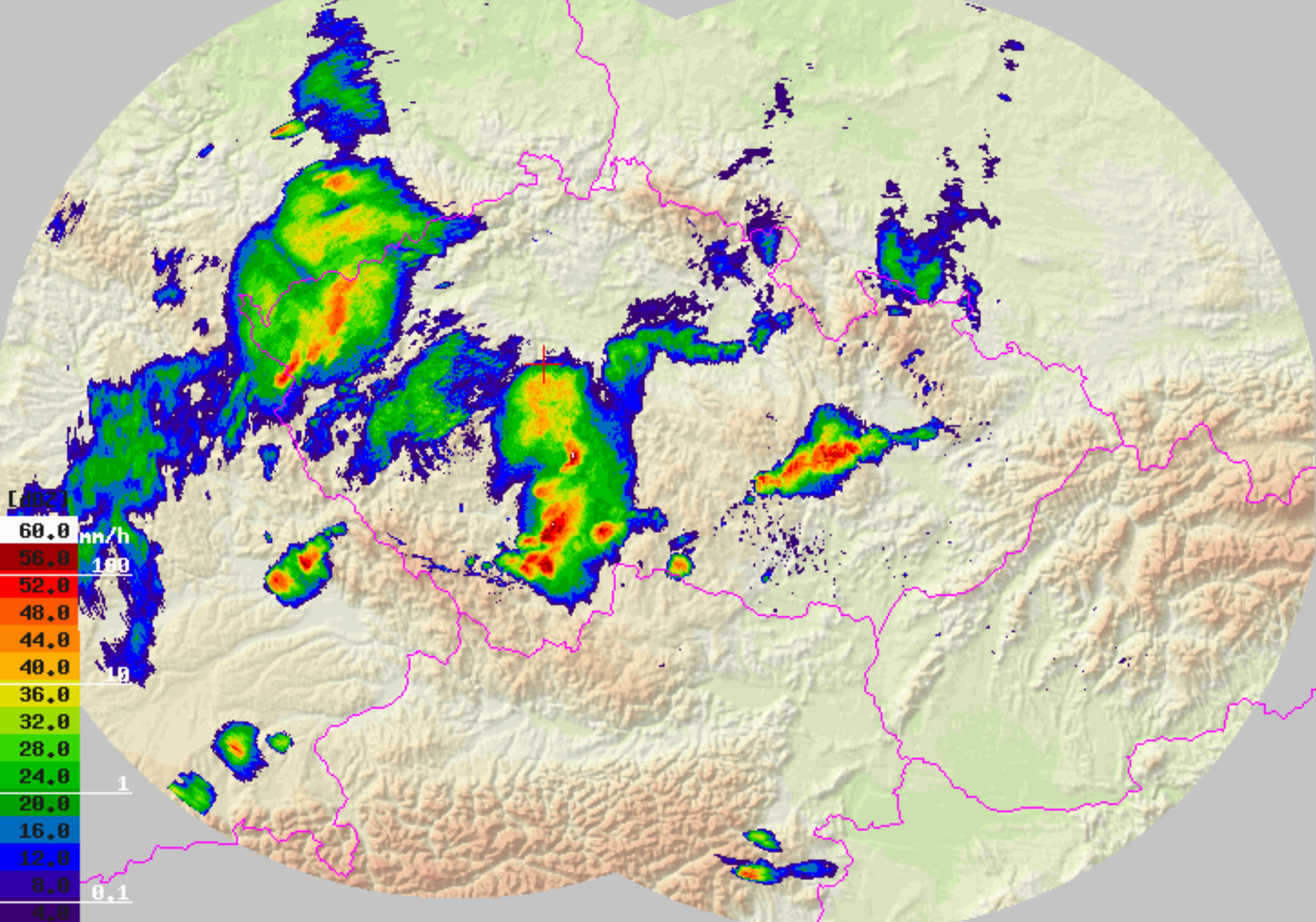


Multicela





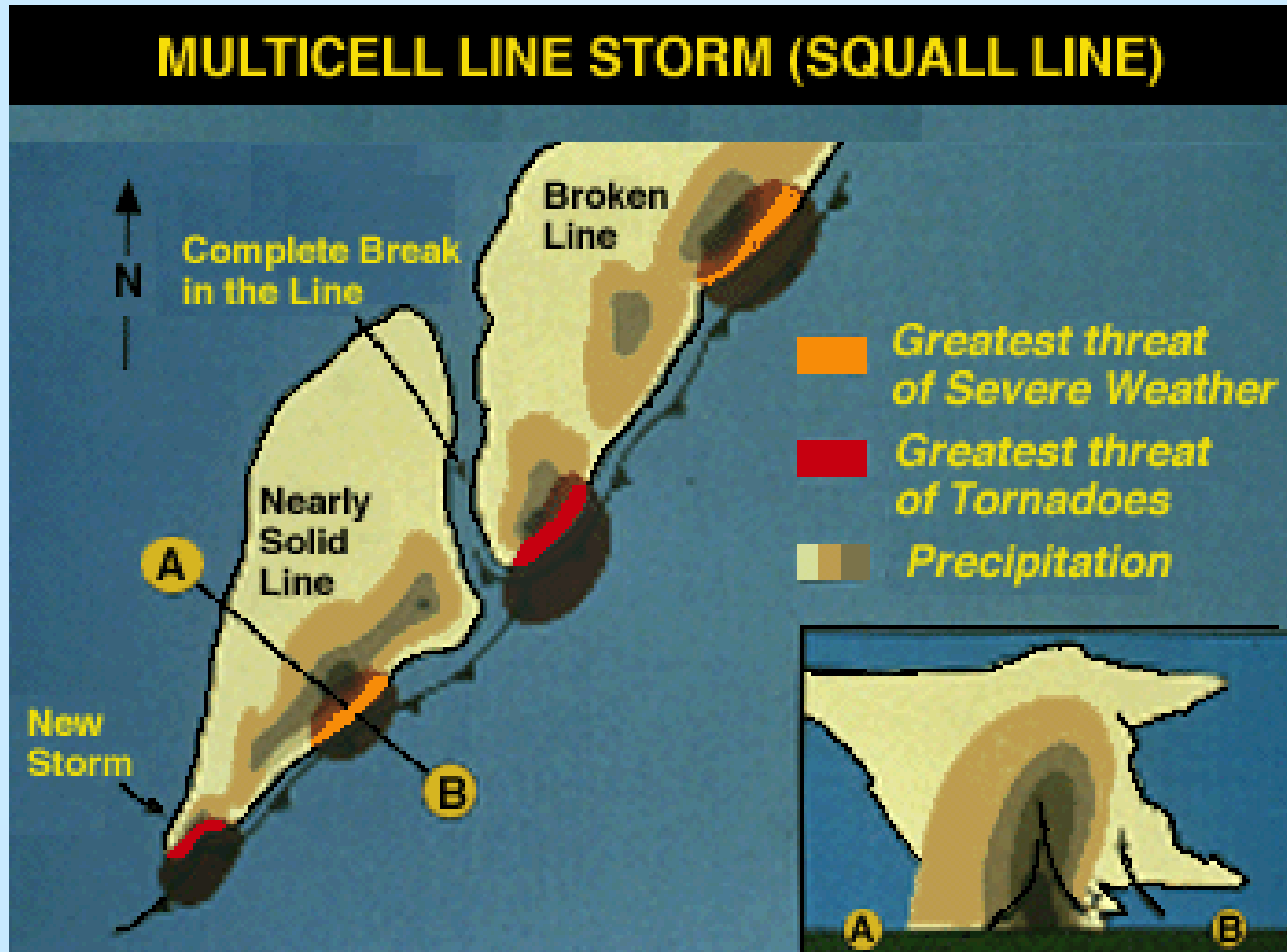
CZRAD - Z: MAX - 15.06.2002 13:00 UT



Squall line

- Pás bouřek, které vykazují zřetelnou zónu húlav u přední hranice bouří
- Nejsilnější srážky jsou ve středu pásu
- Je zdrojem přívalových srážek, krup a tornád
- Silné downbursty někdy vedou k „prohnutí“ a k tzv. “bow echo”, které diagnostikuje silný vítr ve velkém rozsahu („derecho“)

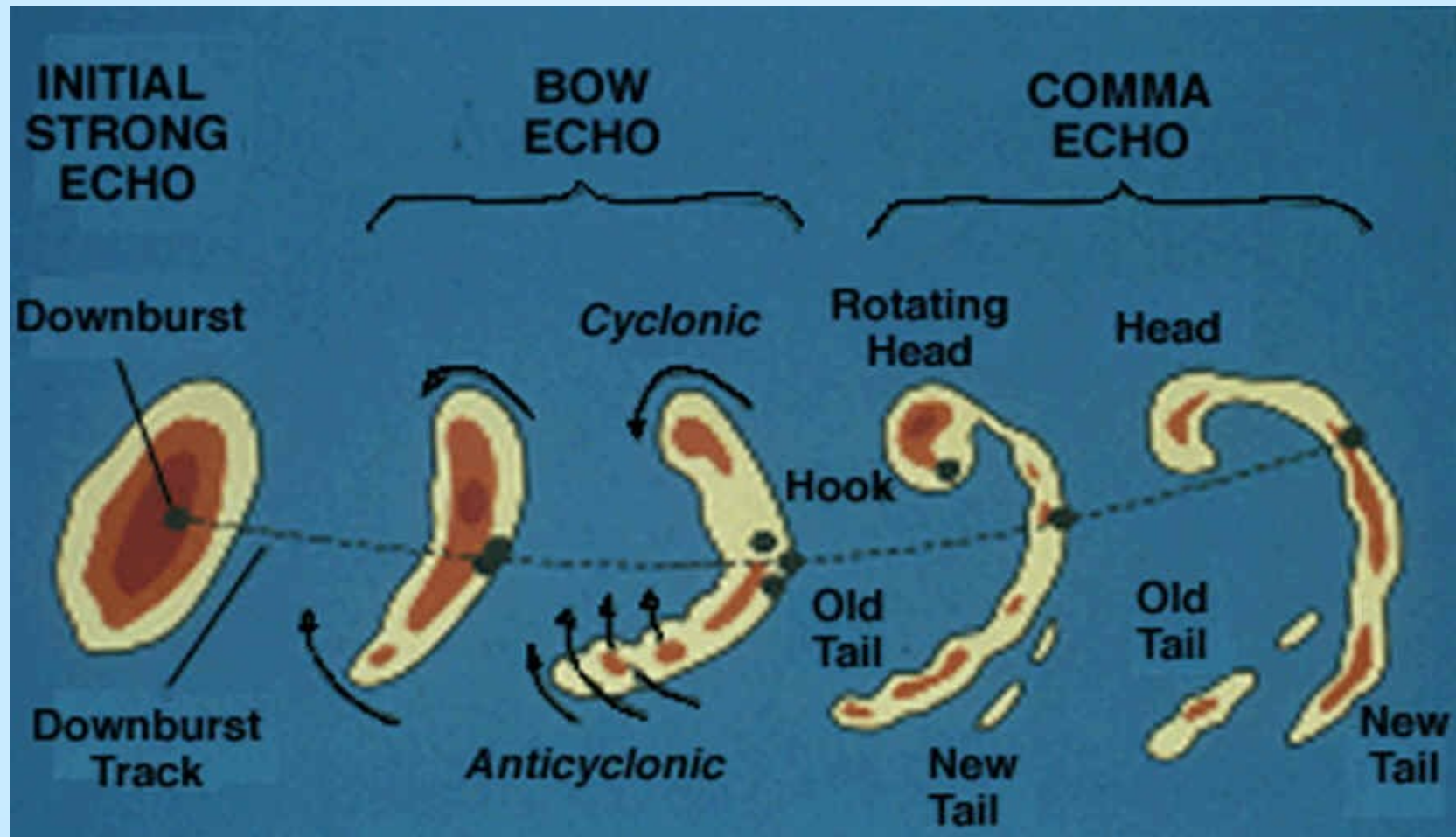
Squall line



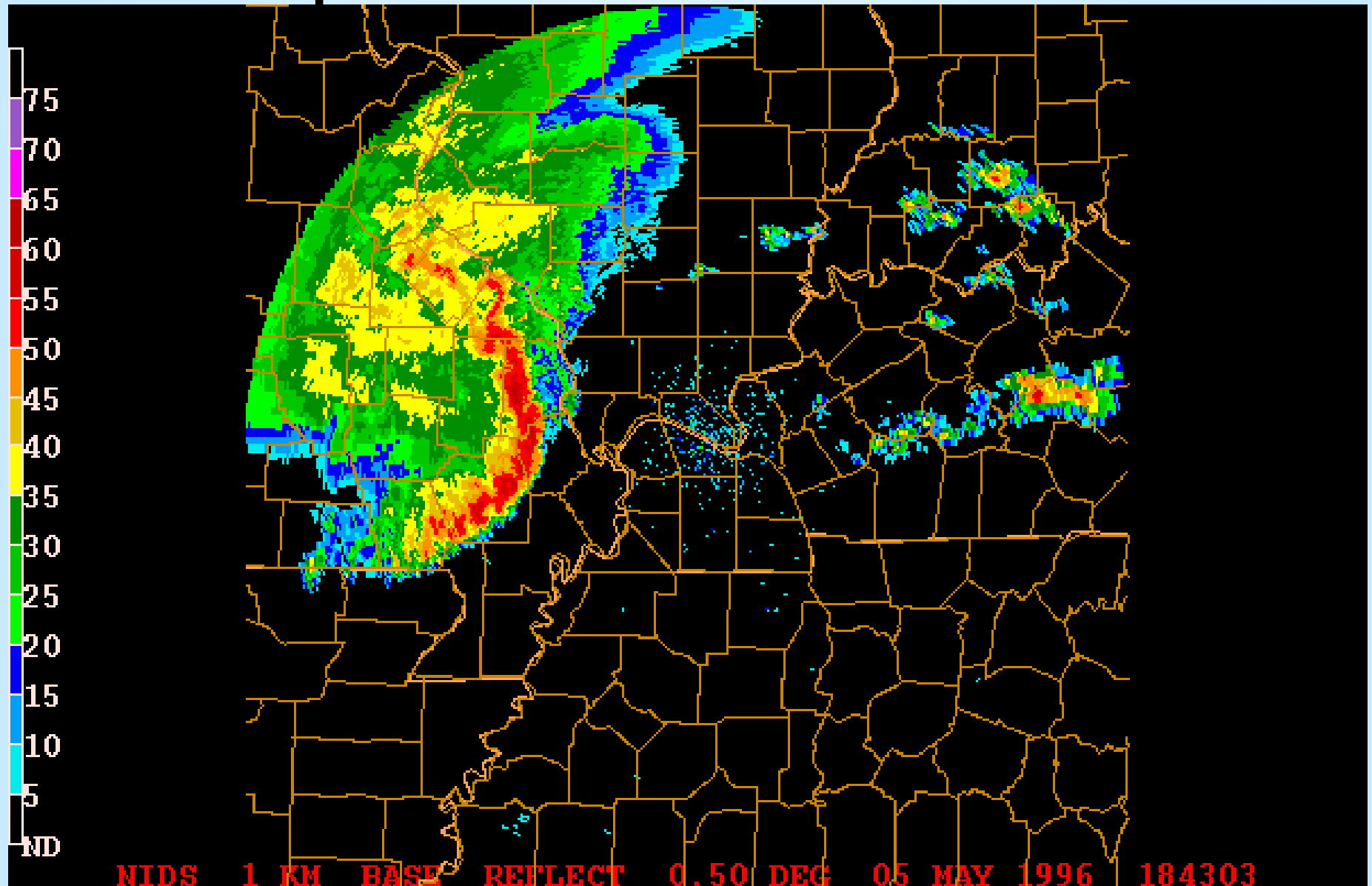
Squall line



Squall line – Bow Echo

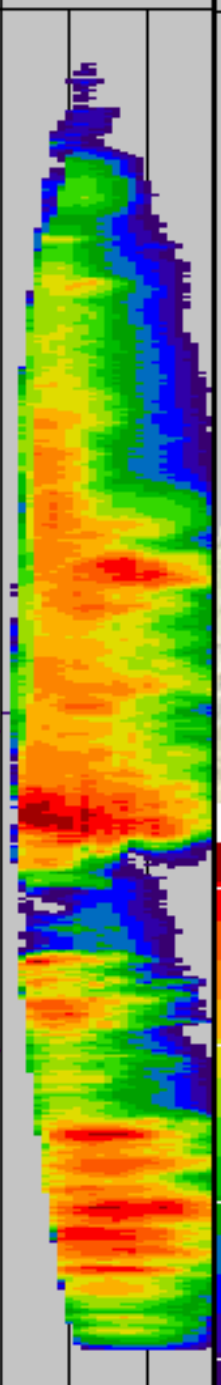
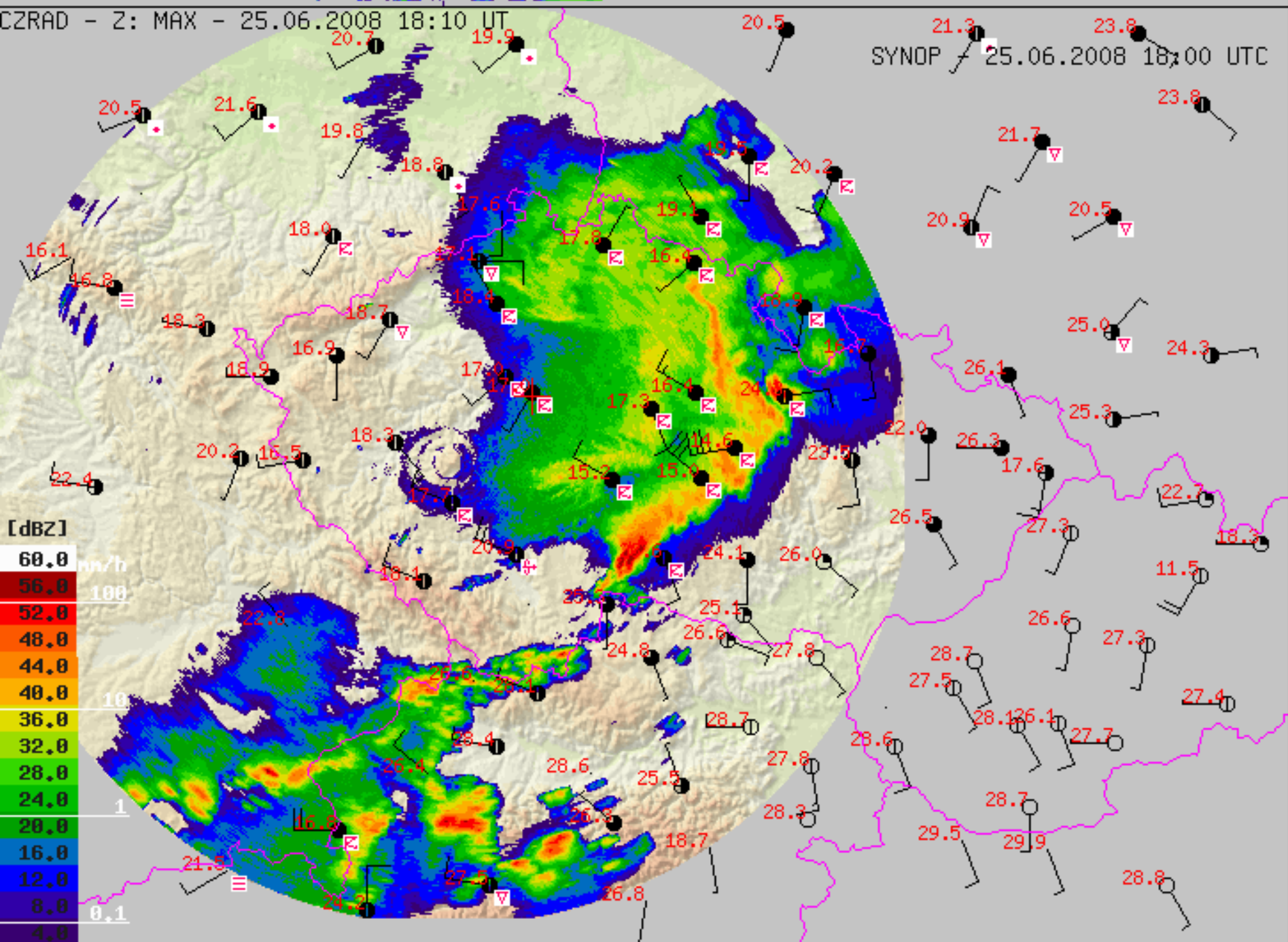


Squall line – Bow Echo



CZRAD - Z: MAX - 25.06.2008 18:10 UT

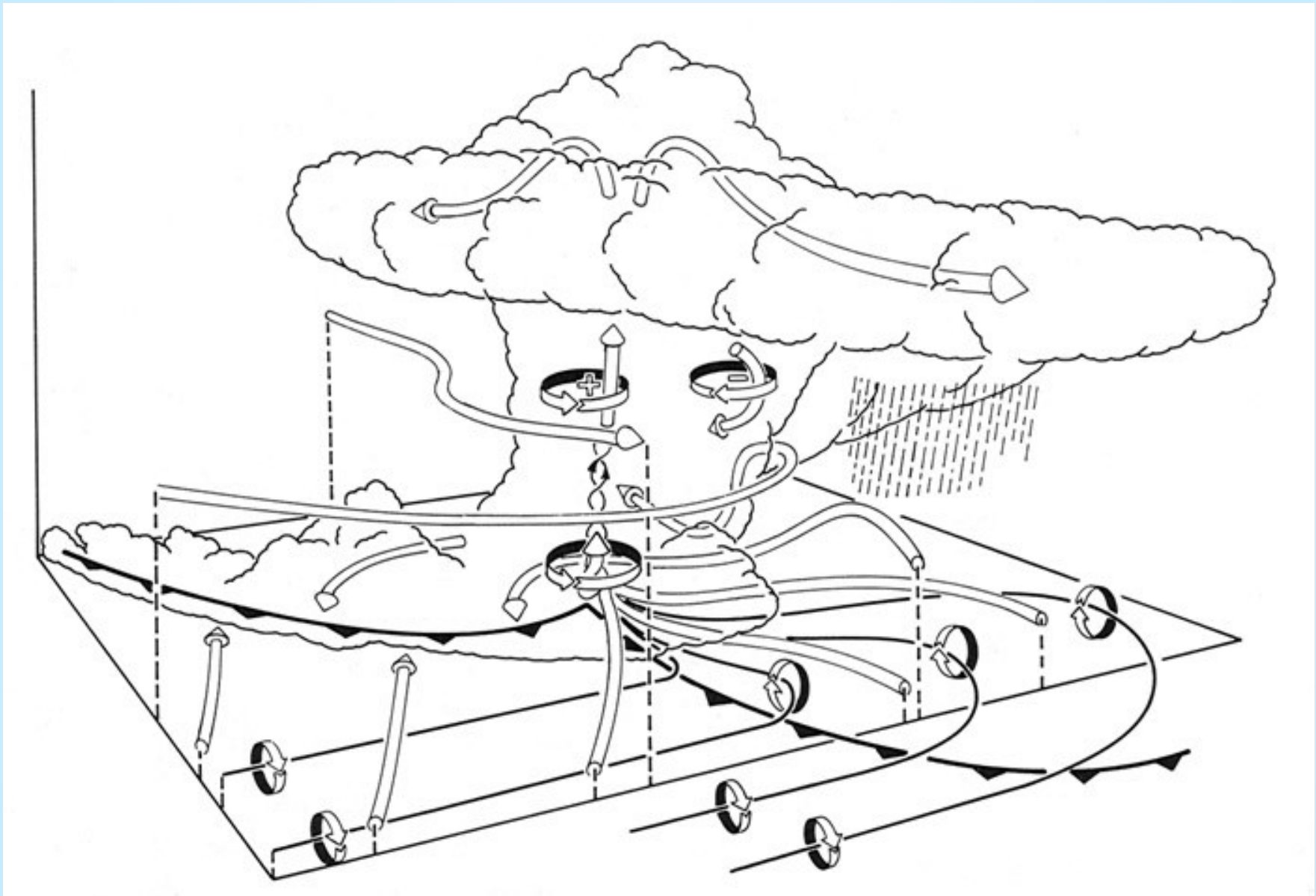
SYNOP / 25.06.2008 18:00 UTC



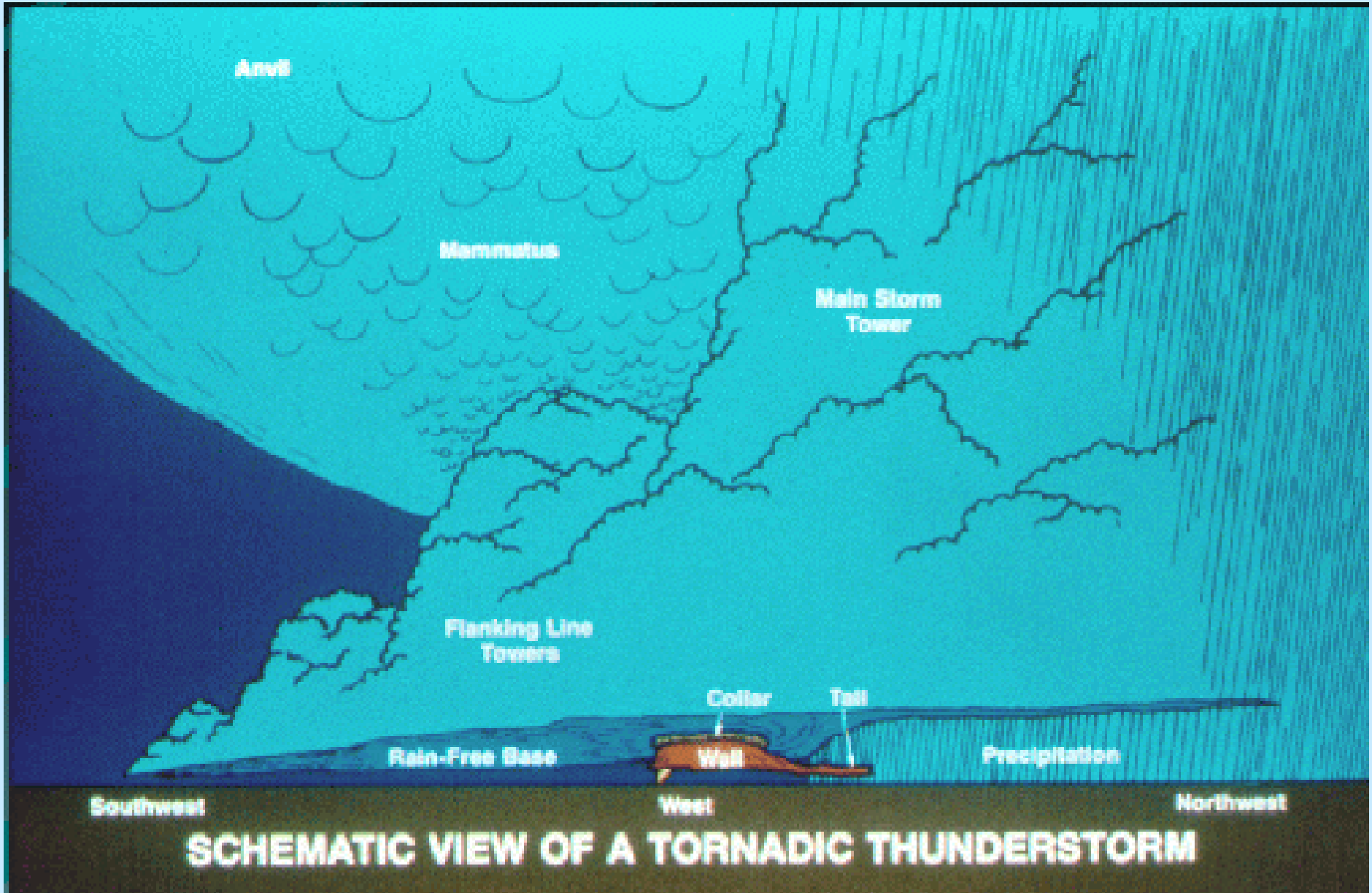
Supercela

- Vzácný typ bouře, ale s velmi nebezpečnými projevy
- Výstupný proud rotuje (mesocyklóna)
- Výskyt velkých krup (až kolem 5 cm)
- Extrémní srážky
- Silné downbursty
- Silná tornáda

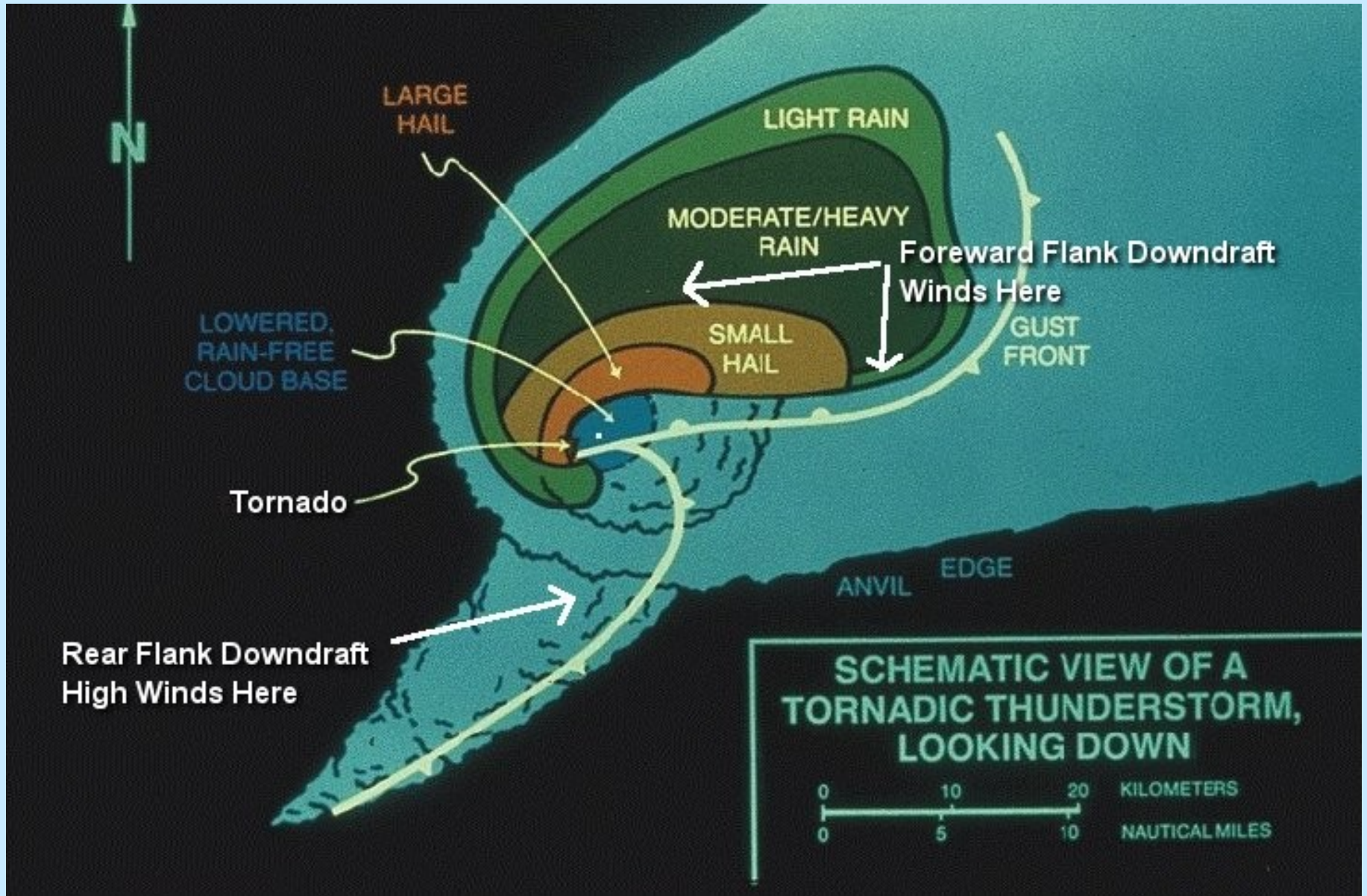
Supercela



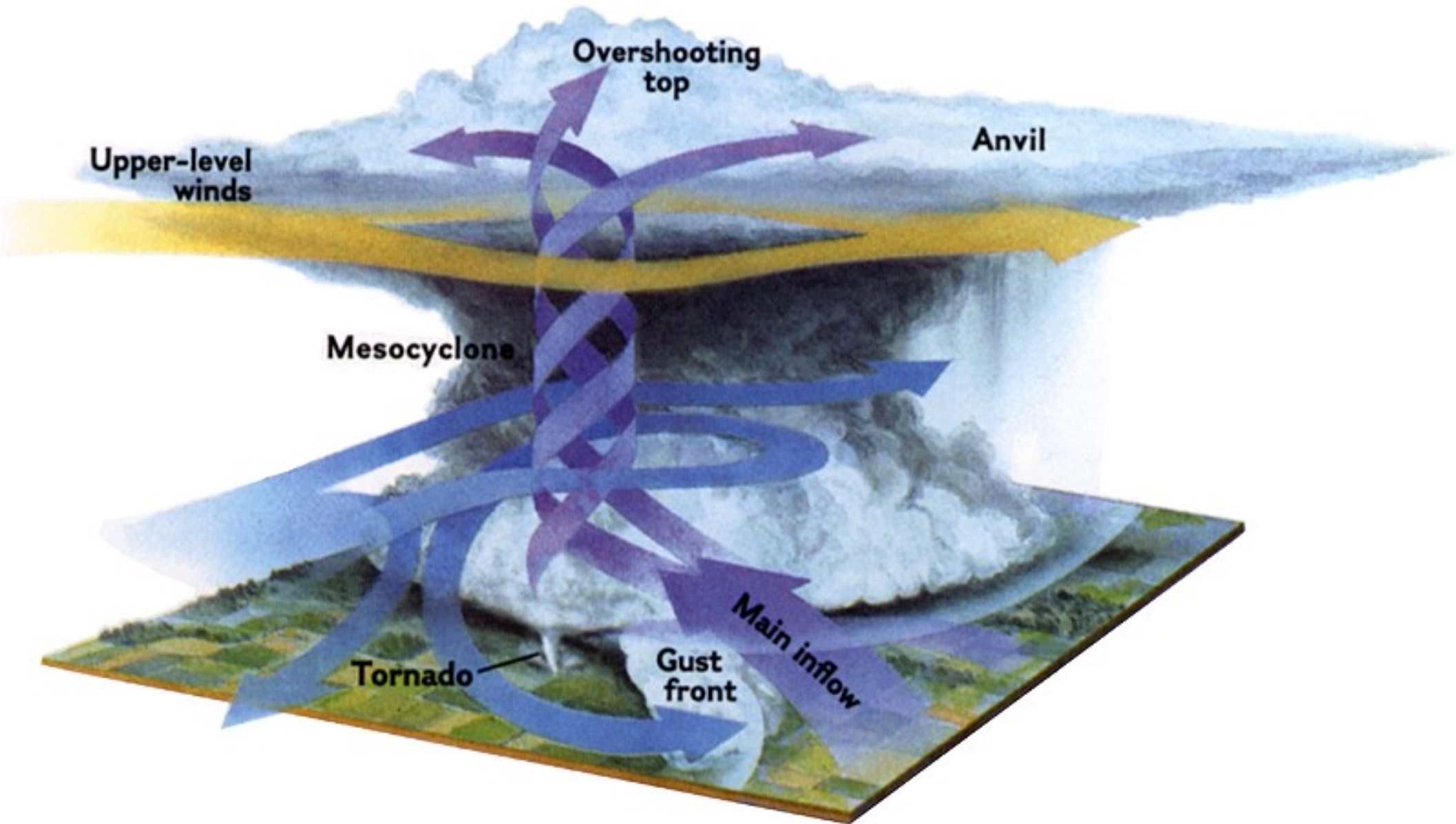
Supercella



Supercela



Supercela



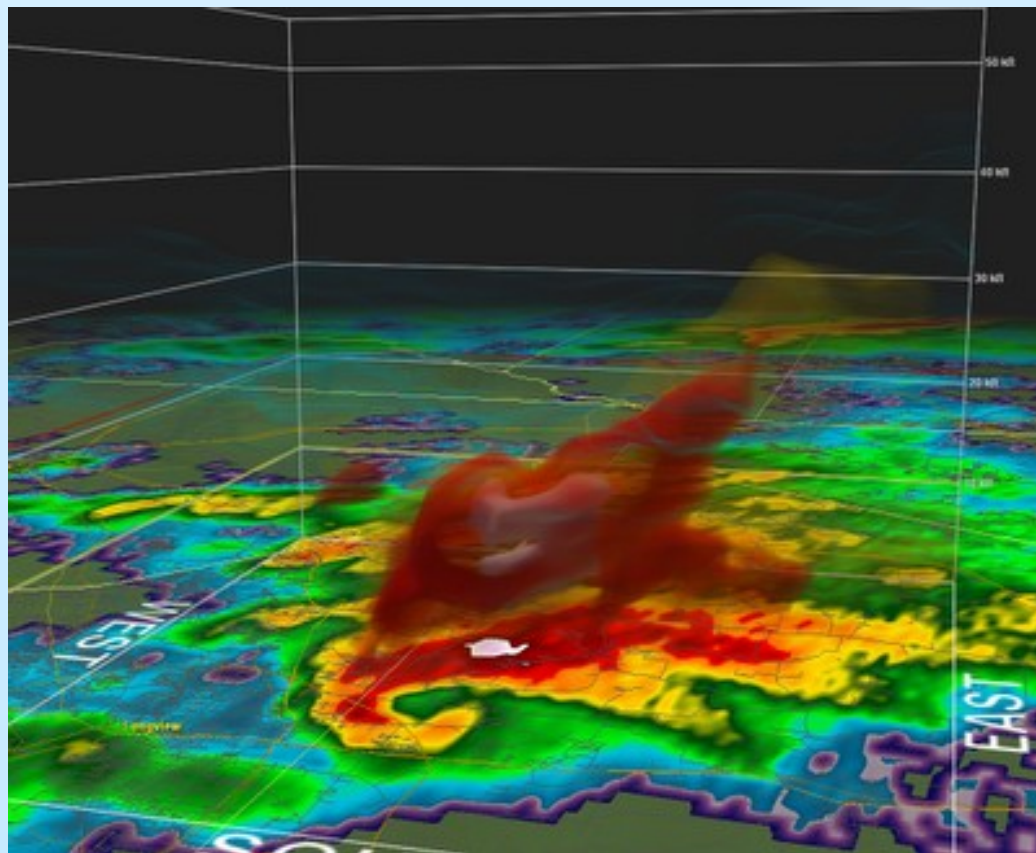
Supercela

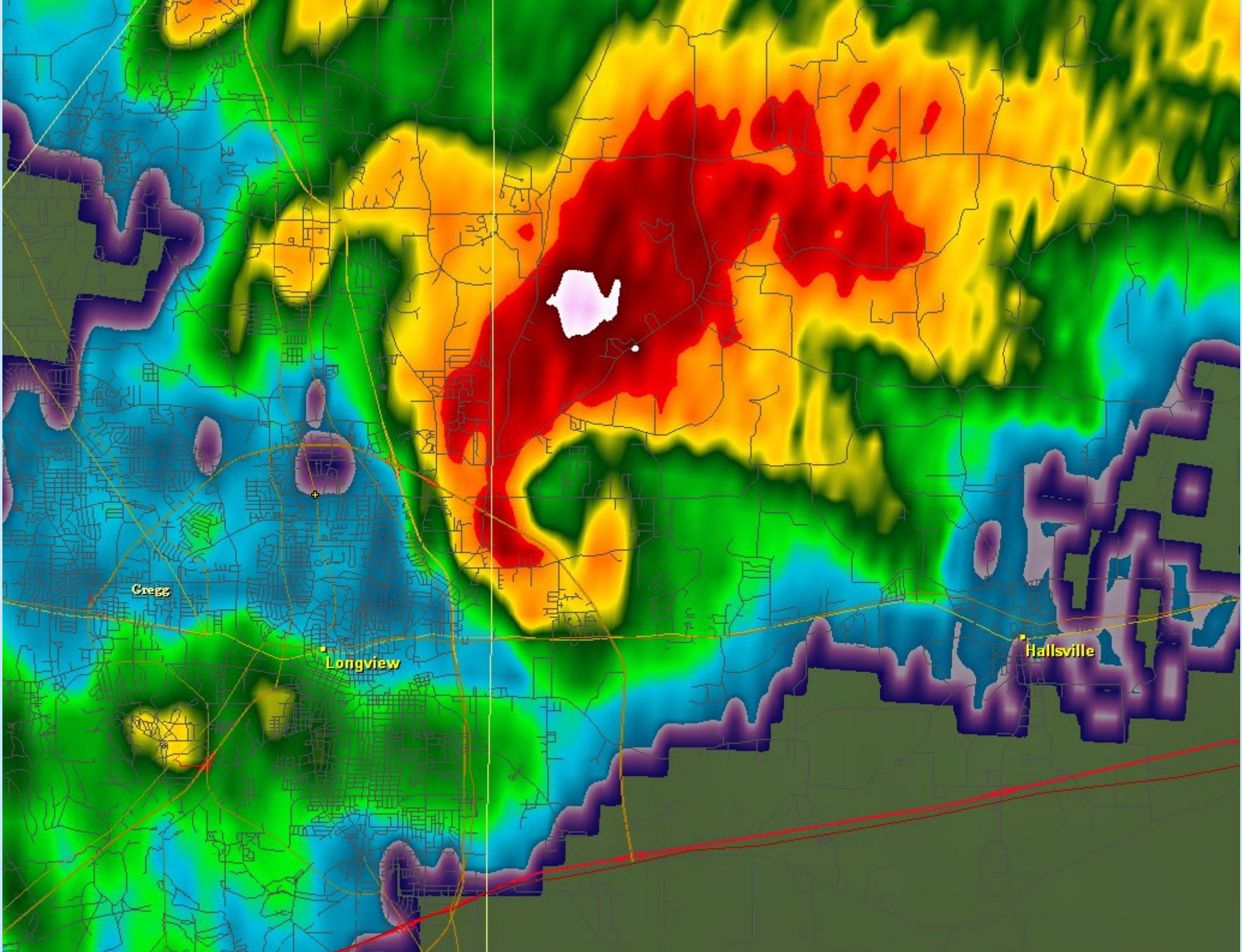


© David Gold

Hook echo

- „Háčkovité“ echo, struktura háčku
- Rys supercely, zejm. tornádické

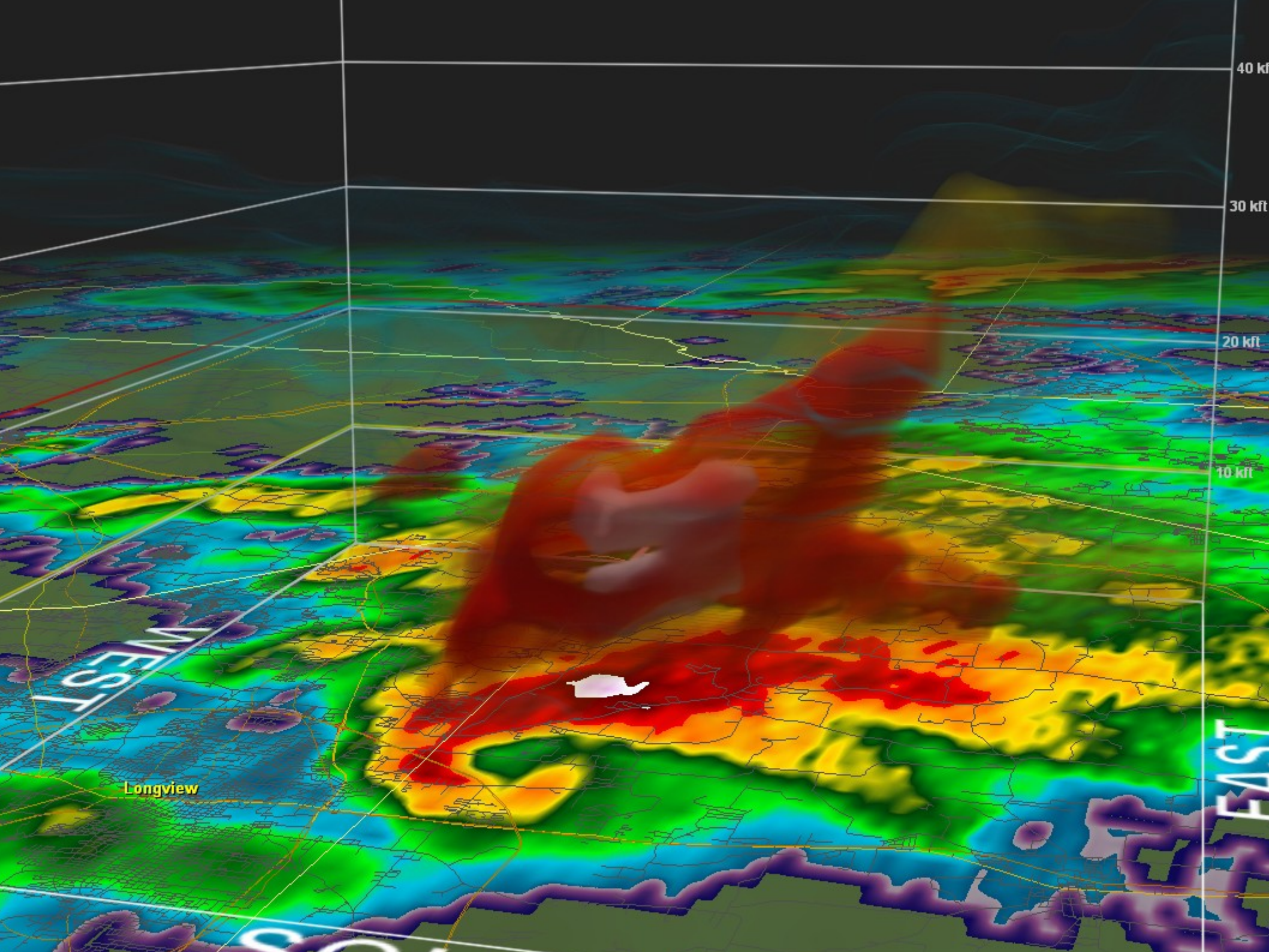




Cregg

Longview

Hallsville



40 kft

30 kft

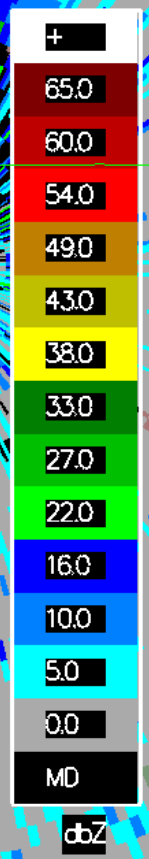
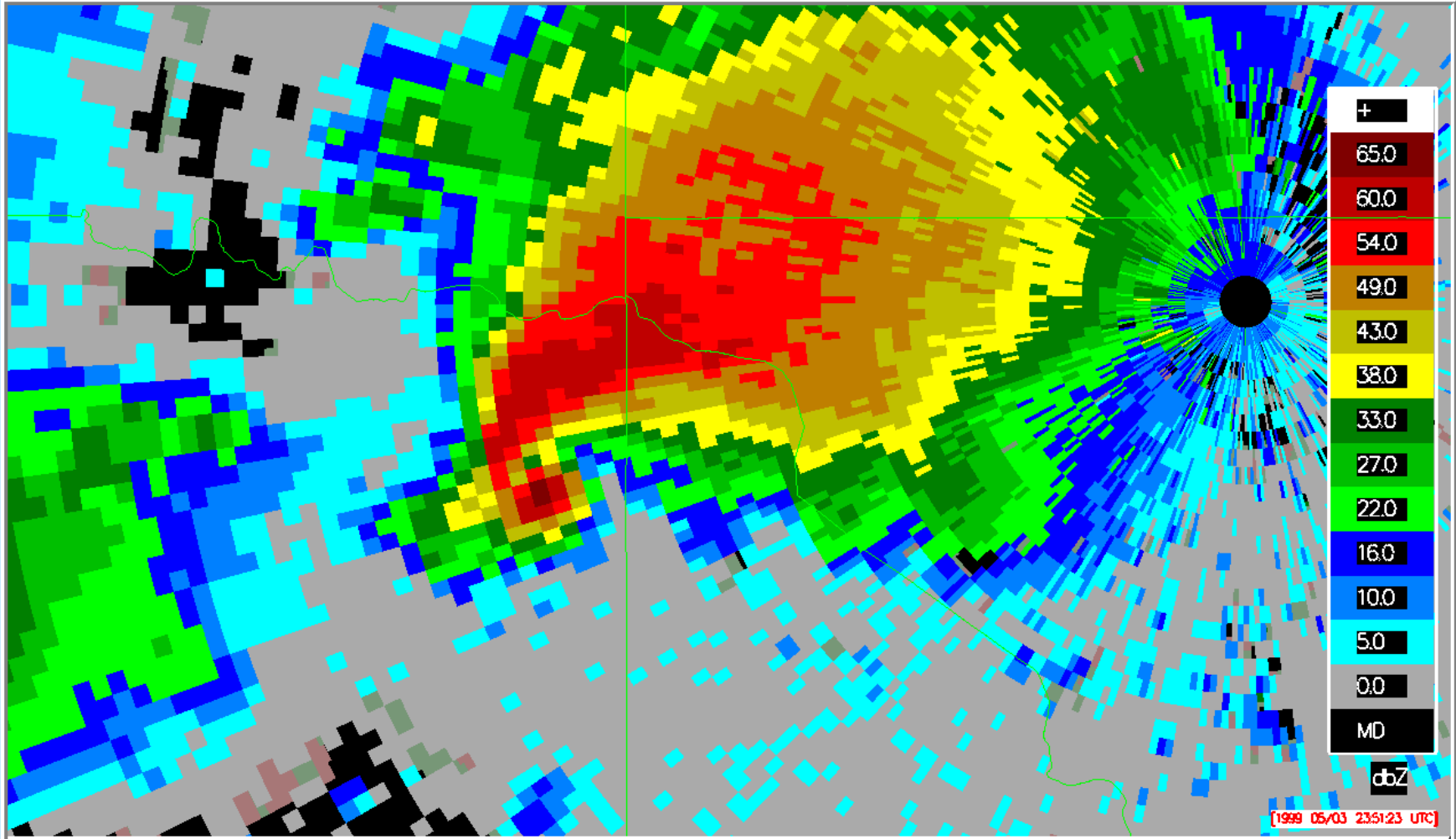
20 kft

10 kft

WEST

EAST

Longview



[1999 05/03 23:51:23 UTC]

filter **May3** Maps

Vel 00.50 Vel/Vol **ReflecVol**

Product	Navigation	X-Section
Hide	05/03 1999 23:51:23 1/2	<input type="checkbox"/> 3D Box
Only	VCP 11 01.44	<input type="checkbox"/> X-plane
Delete	◀ 00.47 ▶	<input type="checkbox"/> Reset
Advanced ▾	Set 19.50 Base	<input checked="" type="checkbox"/> Elev Scan

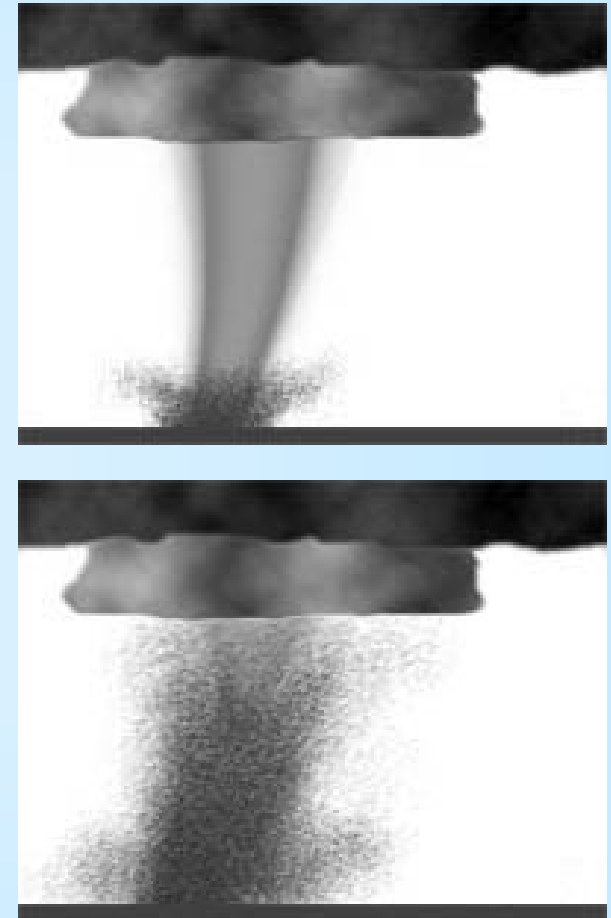
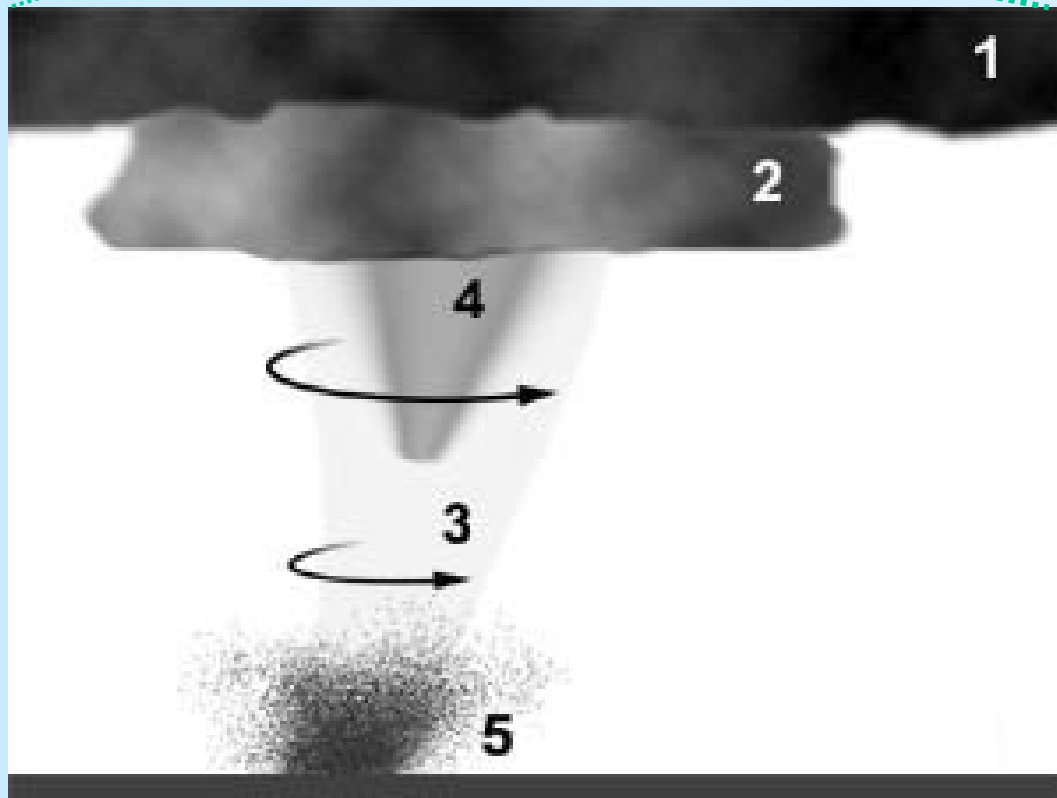
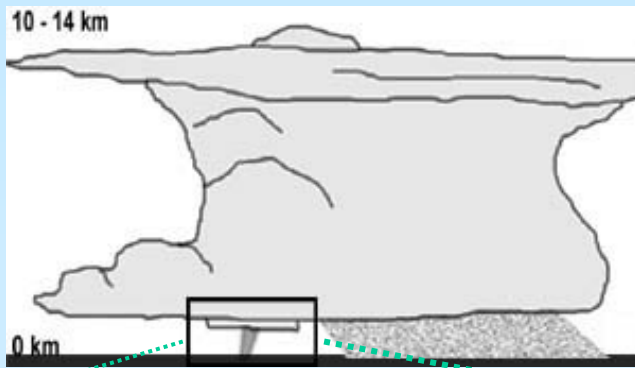
Tornádo - vír s vertikální osou rotace, vyskytující se pod konvektivními bouřemi, který se alespoň jednou během své existence dotkne zemského povrchu a je dostatečně silný, aby na něm způsobil škody

- nejsilnější tornáda vždy vázána na tzv. supercelární bouře (supercely)
- pouze asi 15 až 20% všech supercel je doprovázeno tornádem
- slabší tornáda mohou mít nesupercelární původ

- čím silnější tornádo, tím je pravděpodobnost jeho výskytu menší
- na určitý počet slabších tornád připadá vždy jedno tornádo silnější

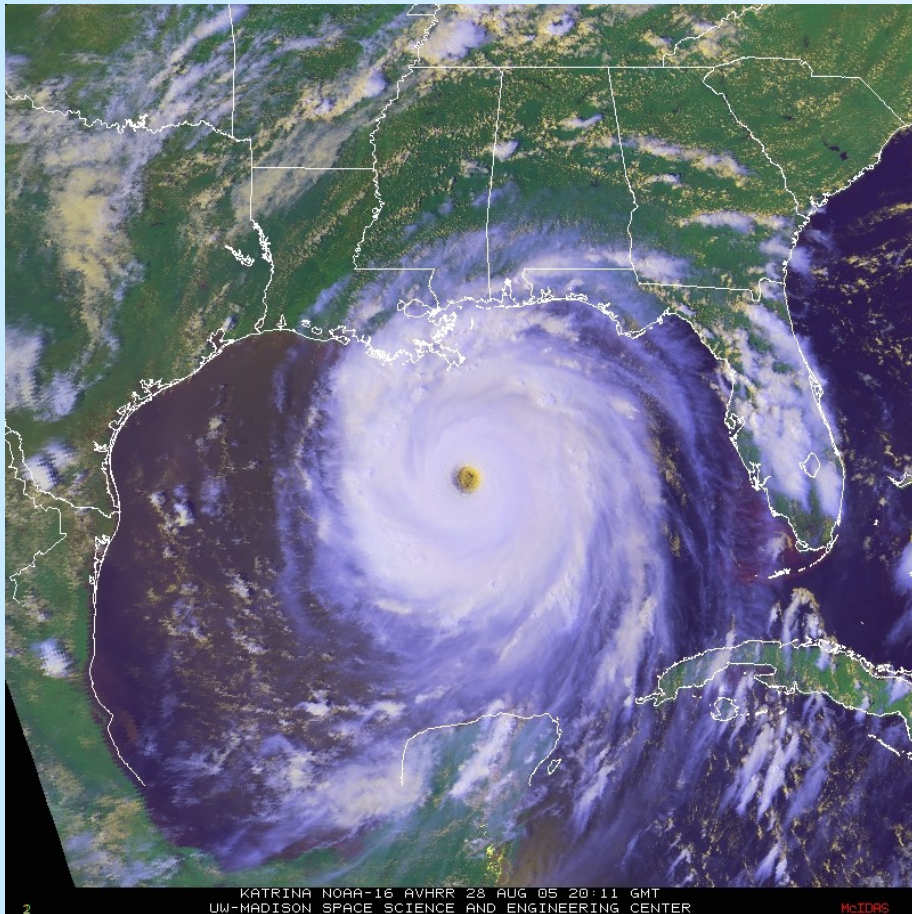
- tornáda se vyskytují na celém světě, pouze někde častěji než jinde
- každé místo na Zemi může být zasaženo tornádem (kromě polárních oblastí), pouze pravděpodobnost výskytu je různá

Typická struktura tornáda



1 - spodní základna bouře, 2 - „wall cloud“, 3 - rotující sloupec nebo kužel vzduchu, 4 - kondenzační chobot, kornout či nálevka, 5 - vír prachu, větví, trosek...

Neplést si TORNÁDA s HURIKÁNY, CYKLÓNY, TAJFUNY...



Tornáda:

typický průměr: desítky až stovky
METRŮ

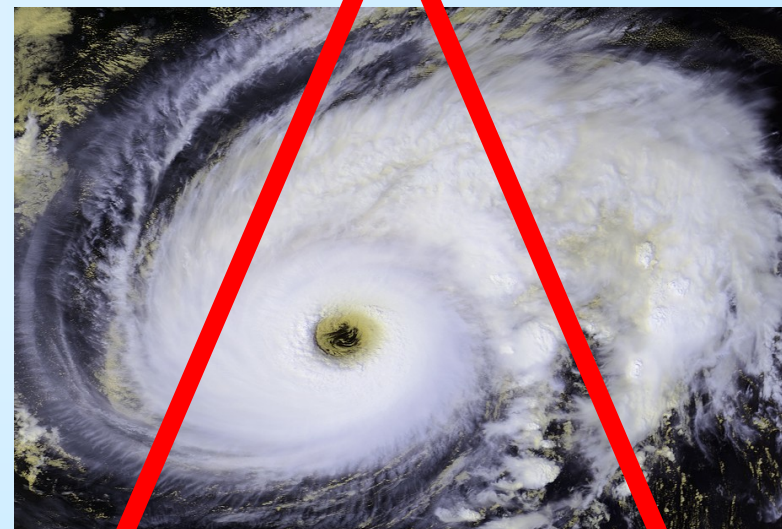
doba života: desítky **sekund**
až desítky **minut**



~~Tropické cyklony:~~

~~500 až 1500
KILOMETRŮ~~

~~jeden až dva
TÝDNY~~



~~Hurikány,
tajfuny, cyklony~~



**Nezaměňovat tornáda s prašnými či písečnými víry,
vznikajícími nad prohřátým terénem za slabého proudění !!!**





Tromba - souhrnný název pro všechny víry s vertikální osou rotace (tedy zahrnující jak tornáda, tak prašné či písečné víry, „vodní smrště“ a další podobné jevy), bez ohledu na mechanismus jejich vzniku





Oklahoma City, 3. května 1999





Fujita Scale of Tornado Intensity

Scale	Wind Speed Estimate (mph)
F0	Under 72
F1	73-112
F2	113-157
F3	158-206
F4	207-260
F5	261-318

Damage Path

Tornado tracks are colored and labeled with respect to the parent supercell thunderstorm.

Total Number of Tornadoes in the NWS Norman CWA (Ordered by Supercell)

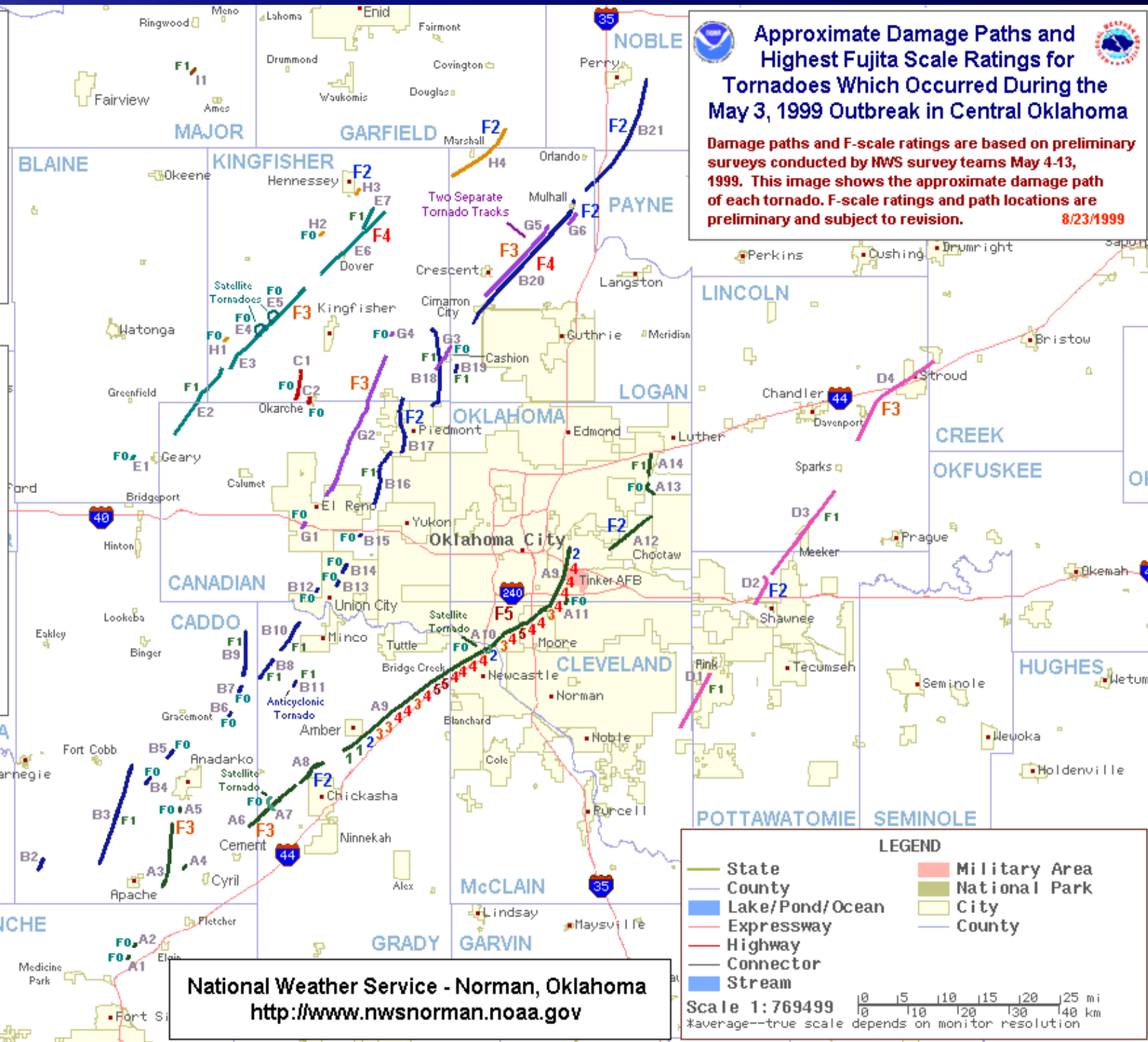
Supercell	Tornadoes
Storm A	14
Storm B	21
Storm C	2
Storm D	4
Storm E	7
Storm G	6
Storm H	4
Storm I	1
Total	59

"F" was not used as a storm label to avoid confusion with the Fujita Scale ratings.



Approximate Damage Paths and Highest Fujita Scale Ratings for Tornadoes Which Occurred During the May 3, 1999 Outbreak in Central Oklahoma

Damage paths and F-scale ratings are based on preliminary surveys conducted by NWS survey teams May 4-13, 1999. This image shows the approximate damage path of each tornado. F-scale ratings and path locations are preliminary and subject to revision. 8/23/1999



National Weather Service - Norman, Oklahoma
<http://www.nwsnorman.noaa.gov>

LEGEND

- State
- County
- Lake/Pond/Ocean
- Expressway
- Highway
- Connector
- Stream
- Military Area
- National Park
- City
- County

Scale 1:769499
 0 5 10 15 20 25 mi
 0 10 20 30 40 km
 *Average--true scale depends on monitor resolution

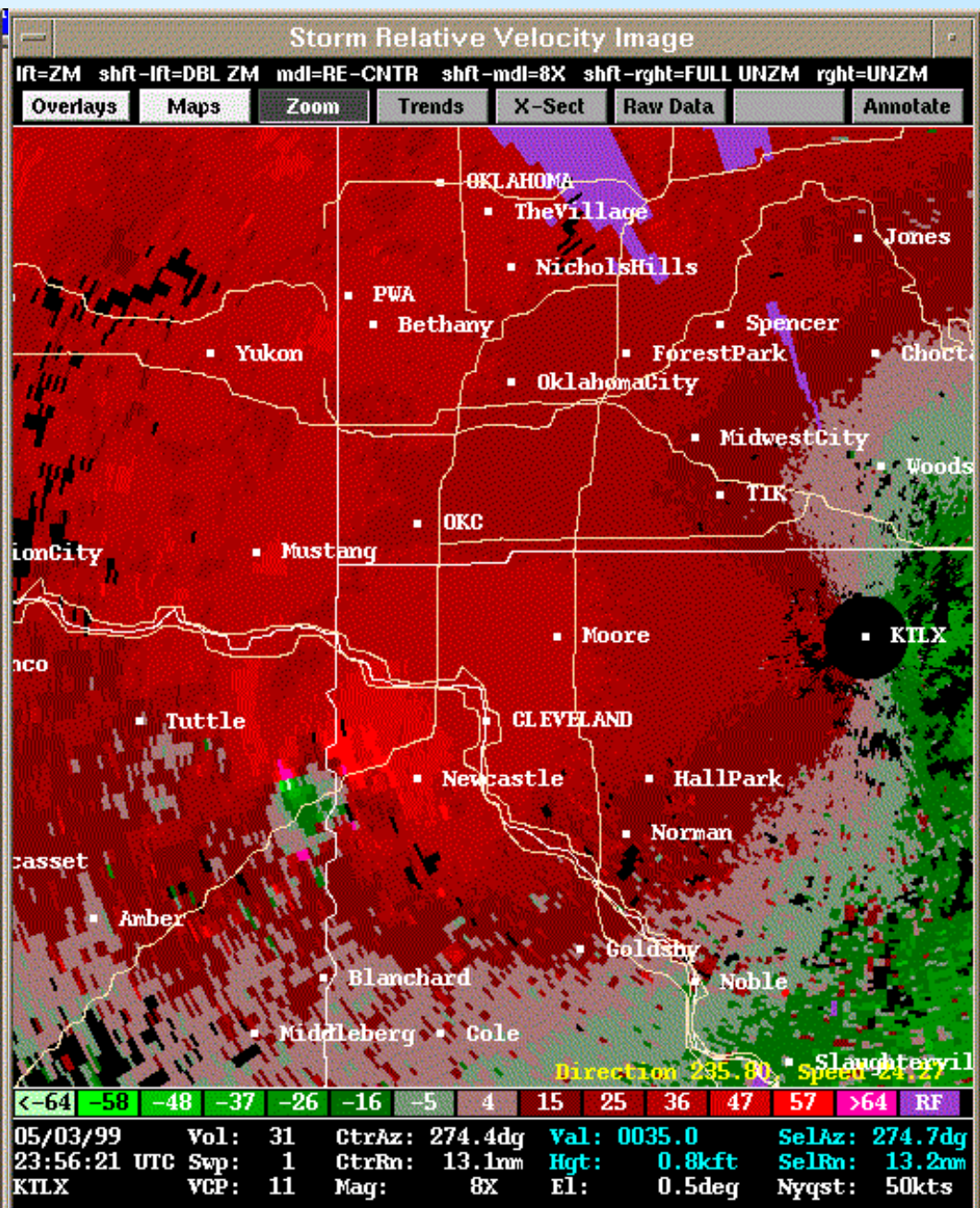
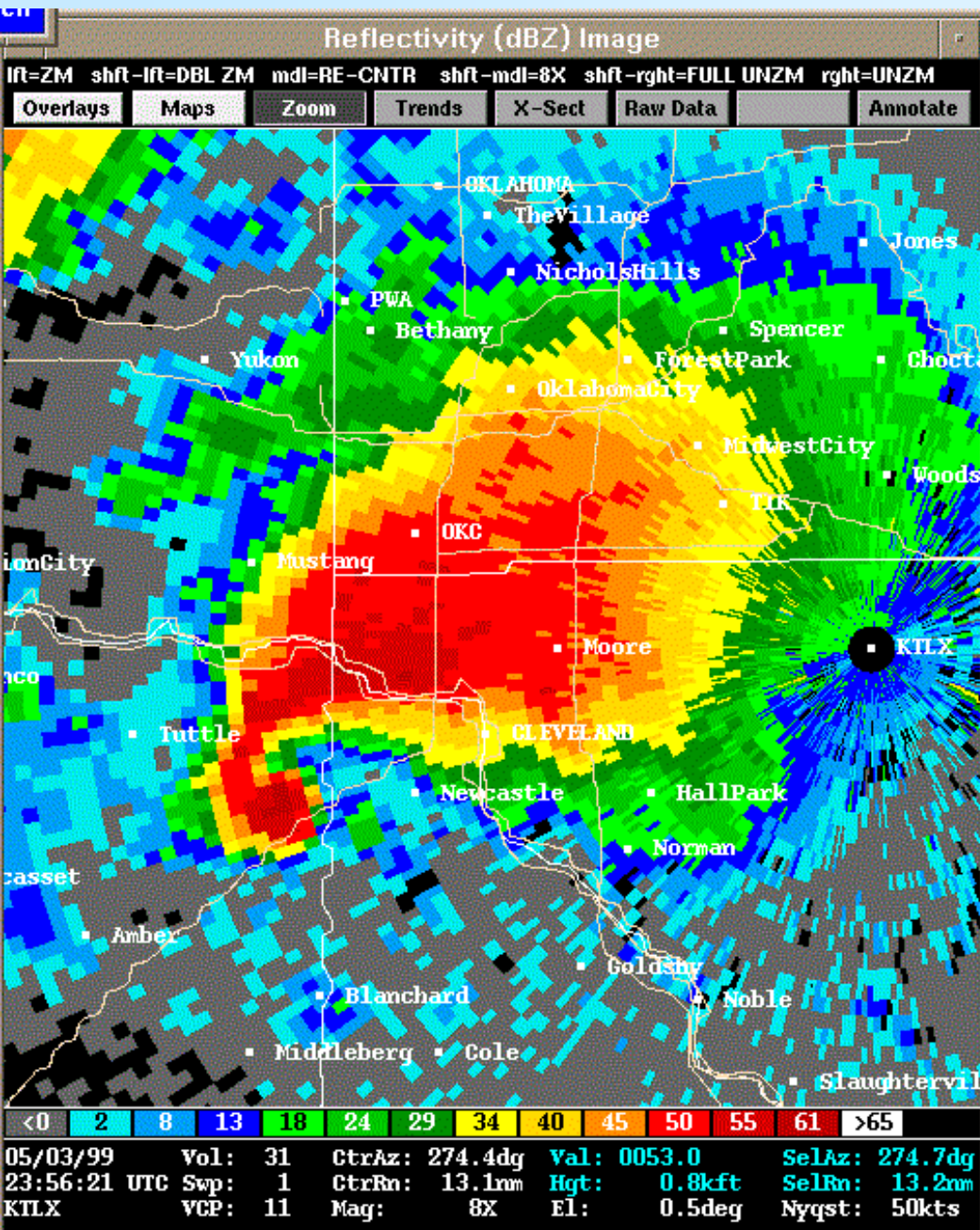






Obrázky radaru Twin Lakes, OK, 3.5.1999, 23.56 UTC

vlevo: Z, vpravo: Doppl. rychlost (*k radaru: zeleně*)



Tornádo 31. května 2001

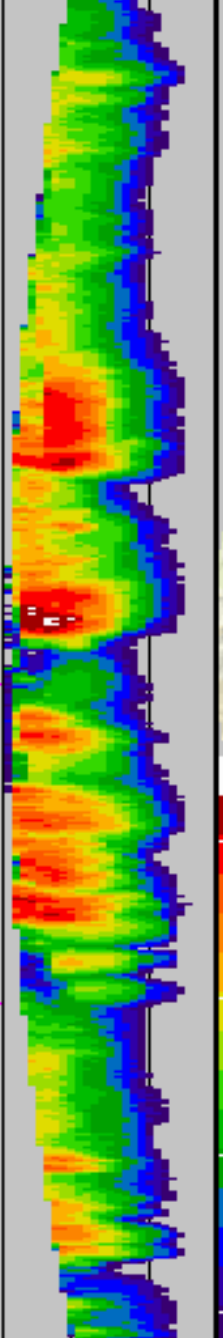
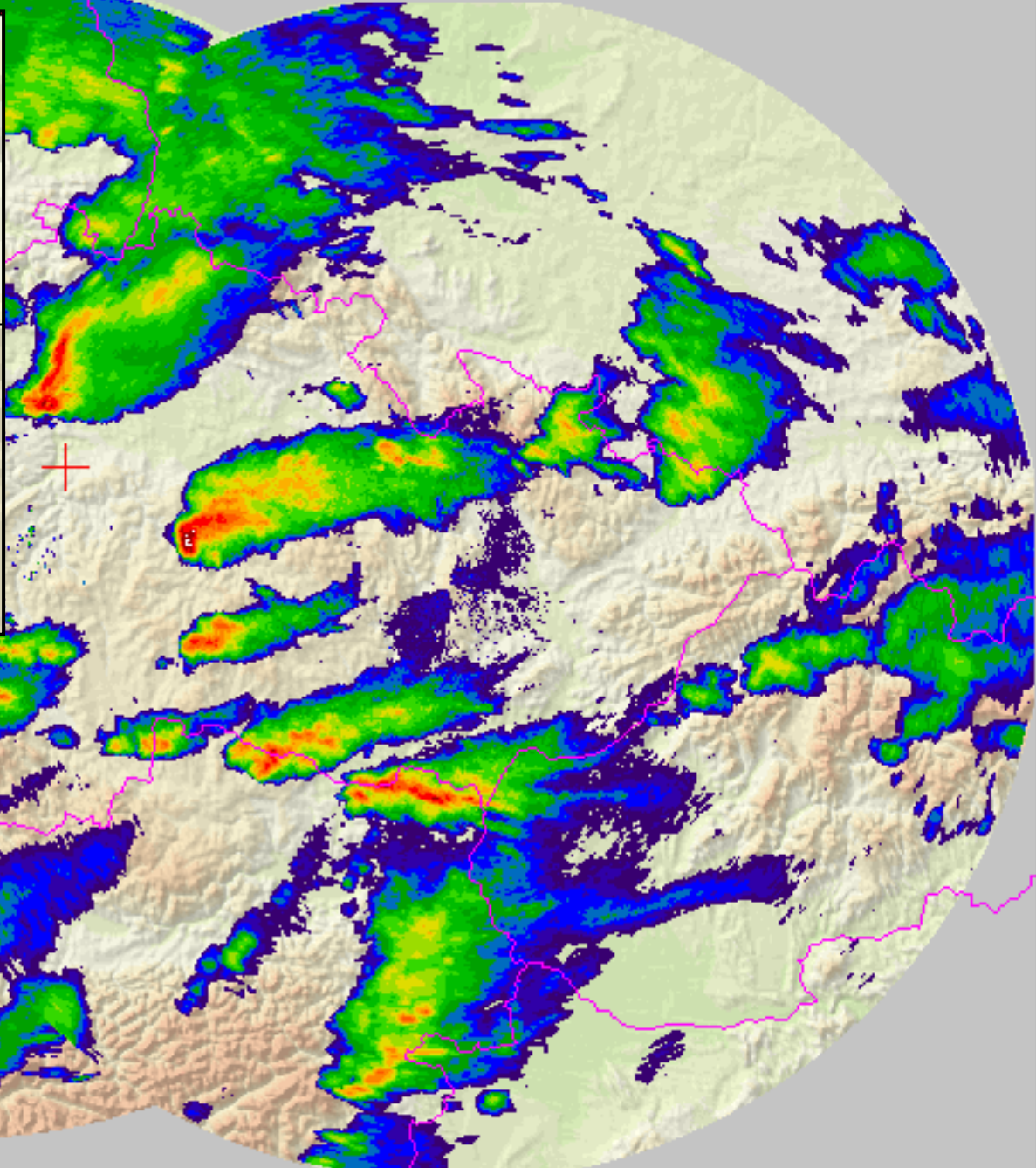
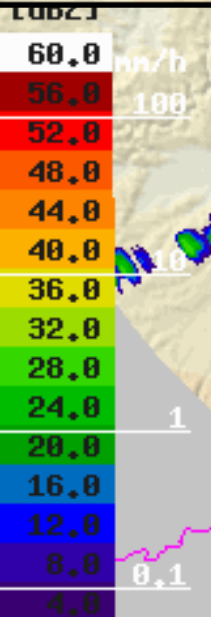
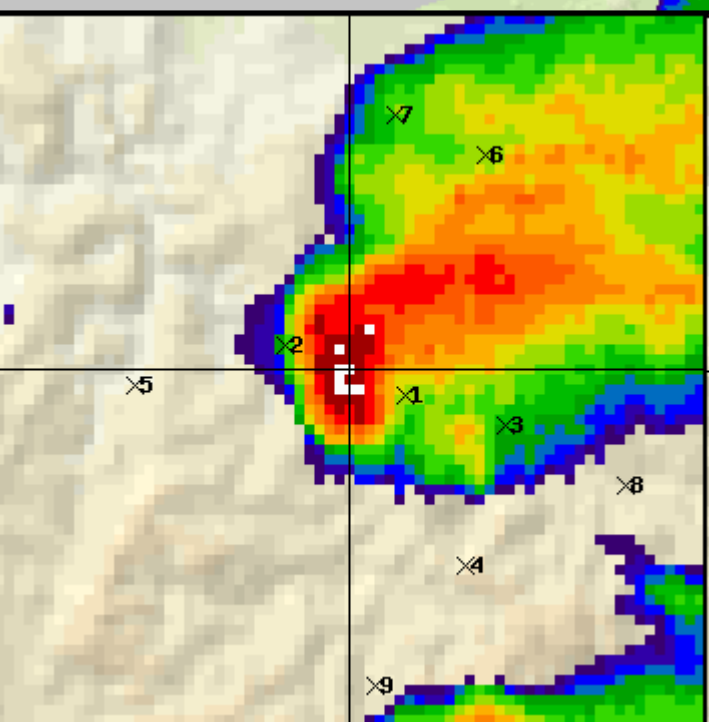


video závěrečné fáze tornáda, savé víry

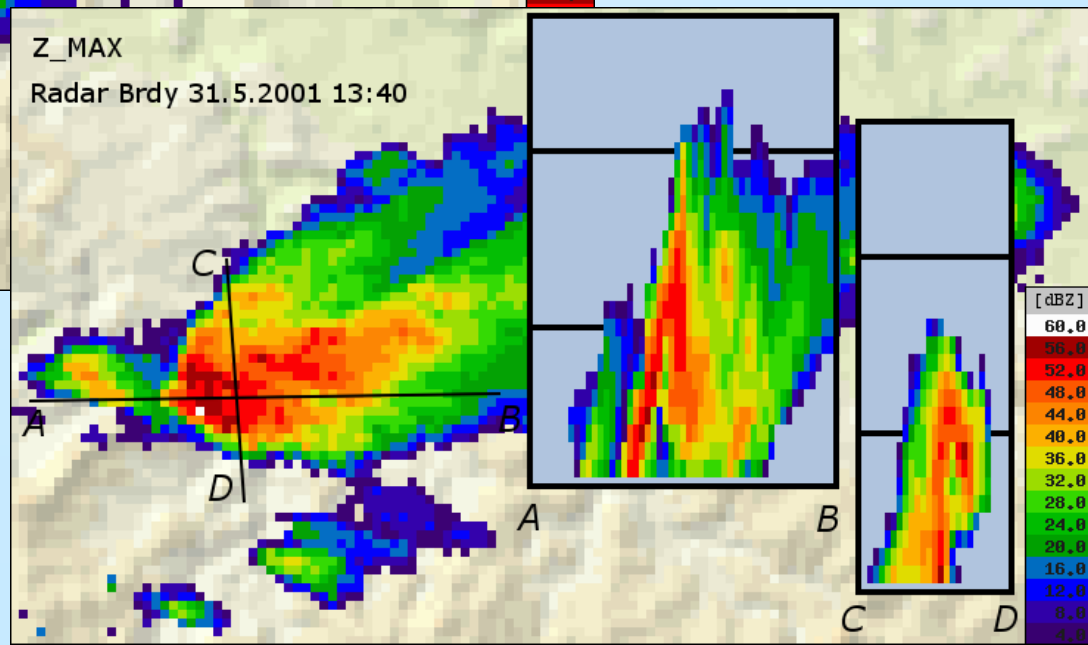
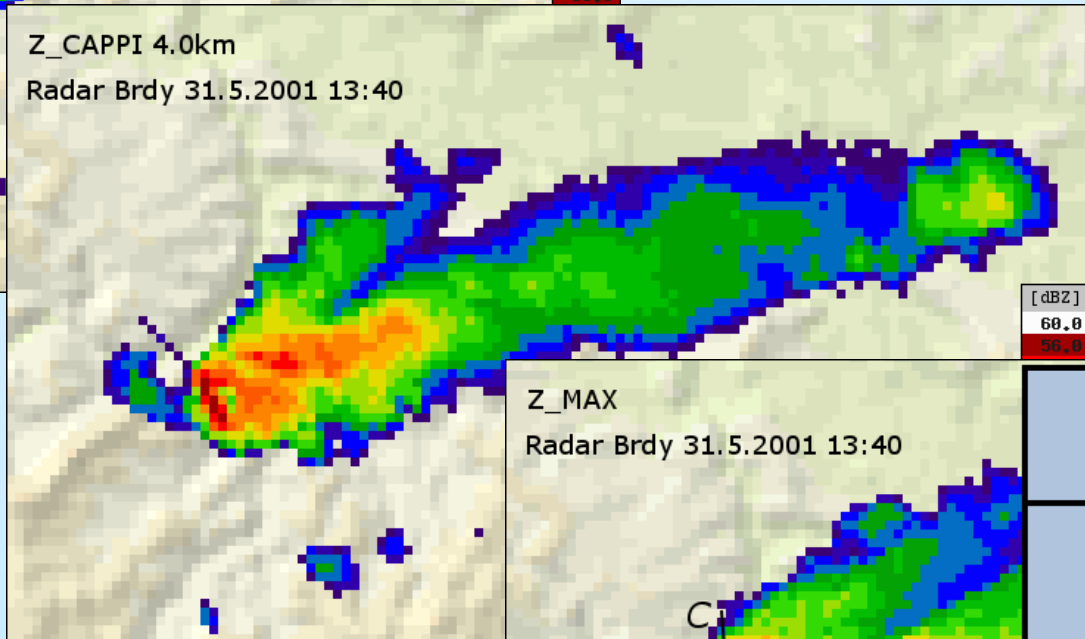
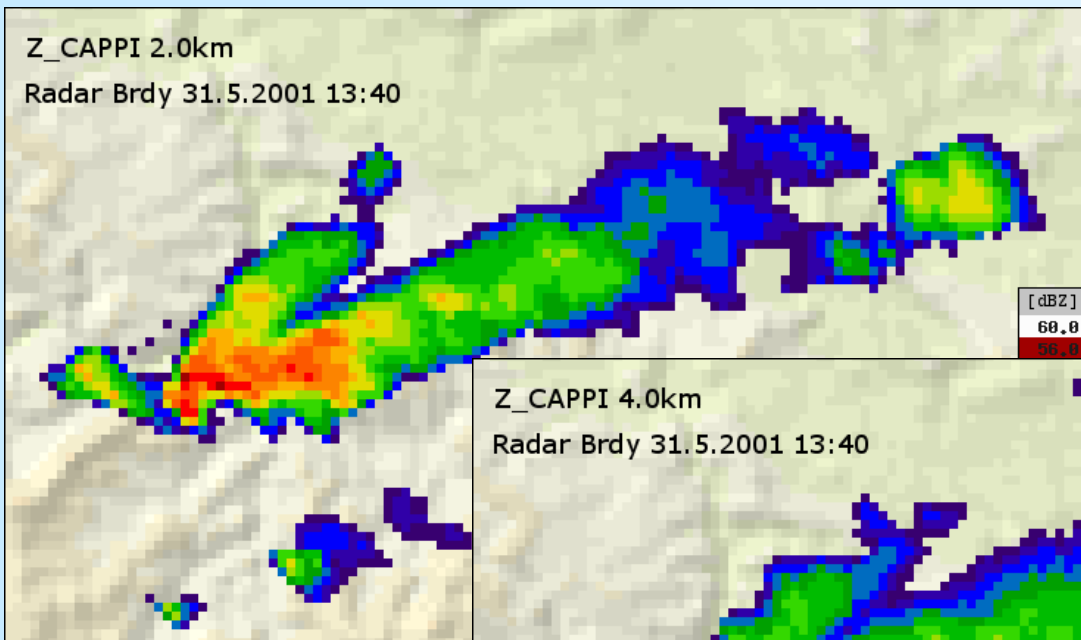




CZRAD - Z: MAX - 31.05.2001 14:50 UT



Tornádická supercela v Posázaví 31.5.2001















20. července 2001
Brno





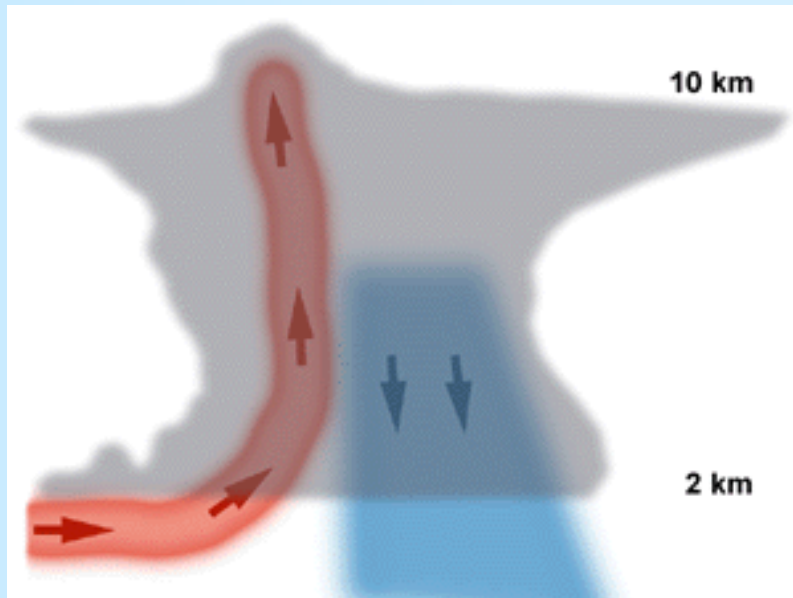
20. července 2001
Brno



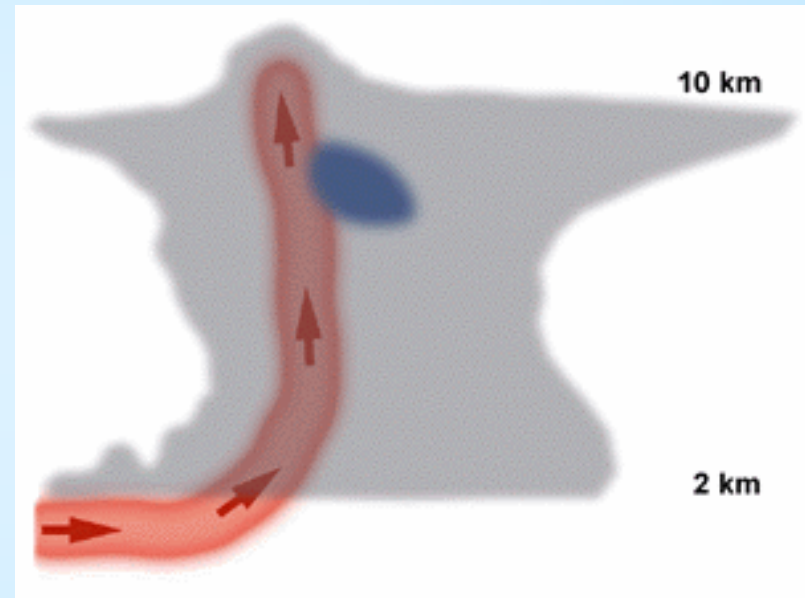


DOWNBURST, MICROBURST

burst = vřítit se, vybuchnout, prudké zvýšení ...



běžný downdraft
(„sestupný konvektivní proud“)

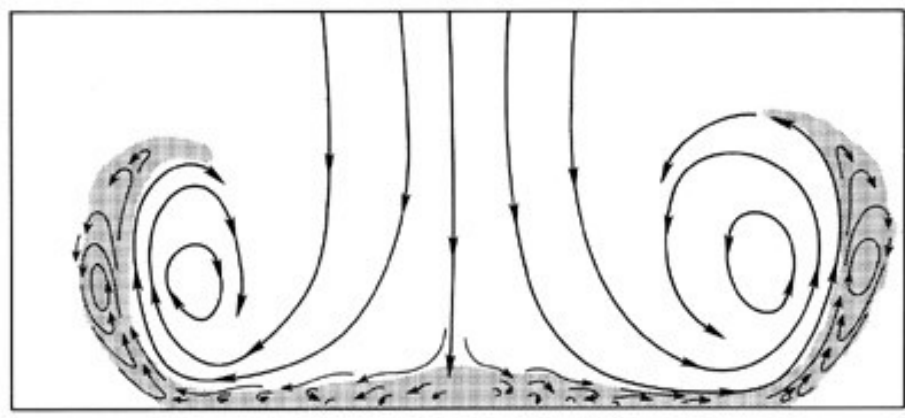


prudké zesílení downdraftu
= downburst, microburst



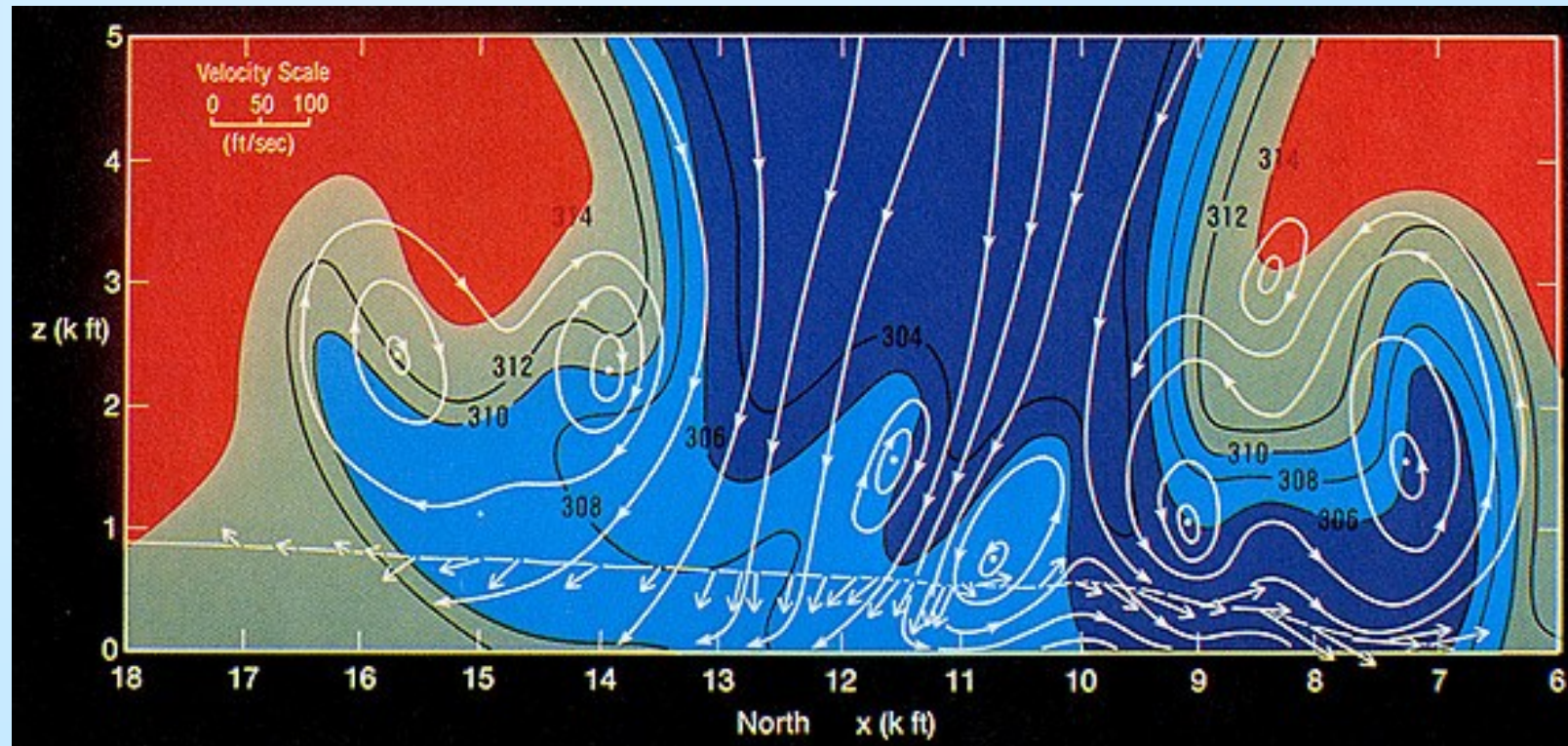
DOWNBURST, MICROBURST

burst = vřítit se, vybuchnout, prudké zvýšení ...



„PROPAD STUDENÉHO VZDUCHU“

„DOLŮ-STUDENO-VZDUCHO-PLESK“ ☺





DOWNBURST, MICROBURST



Downburst 31. května 2001 (Posázaví)



DOWNBURST, MICROBURST



Microburst 31. května 2001 (Posázaví)