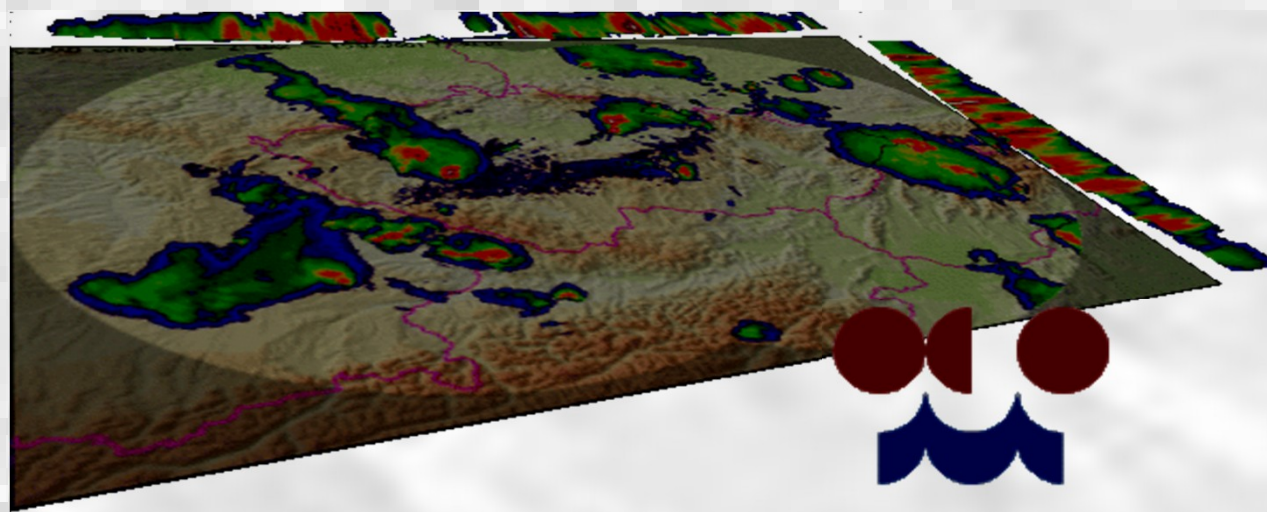


Problematika rušení meteorologických radarů ČHMÚ



Ondřej Fibich, Petr Novák (zdrojová prezentace)

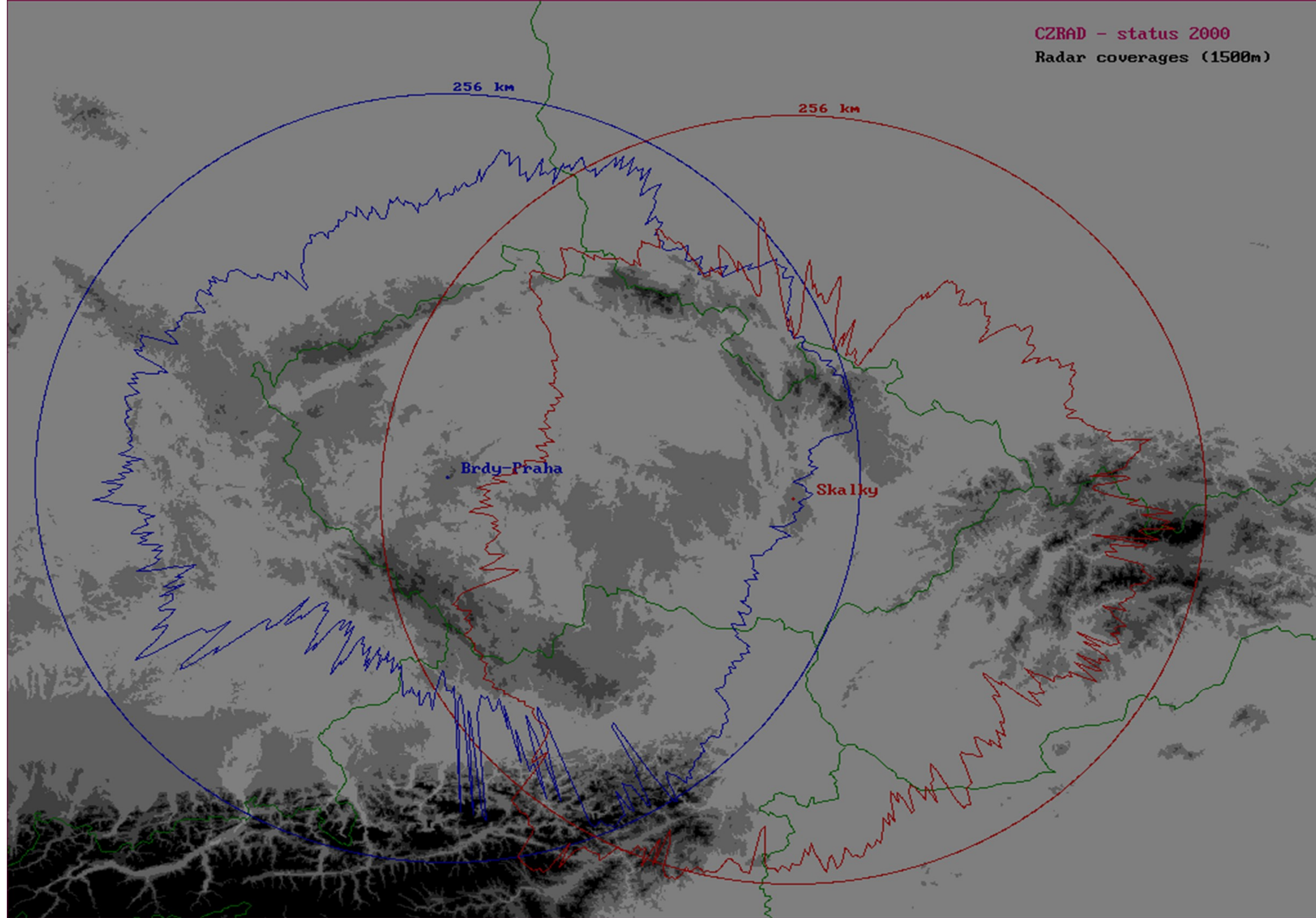
Český Hydrometeorologický ústav, oddělení radarových měření

Stanoviště	Skalky u Protivanova	Brdy - Praha
Oblast	střední Morava	střední Čechy
WMO indikativ	11718	11480
Zeměpisná šířka	49,501 N	49,658 N
Zeměpisná délka	16,790 E	13,818 E
Mapa	Mapa	Mapa
Nadmoř.výška	730 m	860 m
Výška antény n.m.	767 m	916 m
Interval měření	5 min.	5 min.
V provozu	od 1995 (2006/7 upgrade)	od 2000 (2007 upgrade)



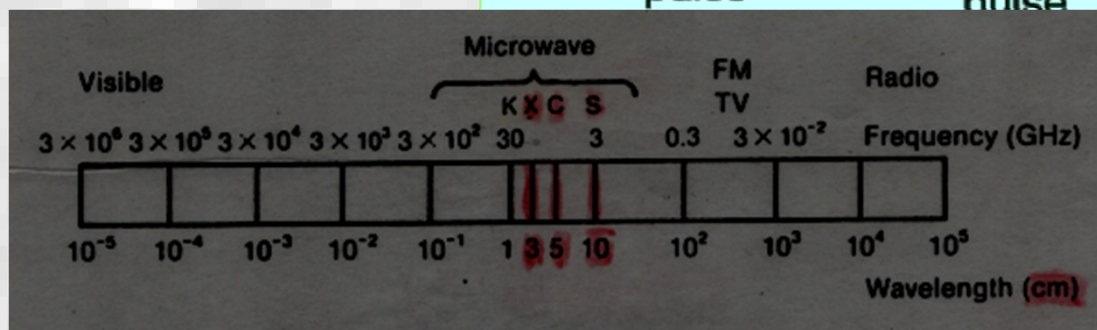
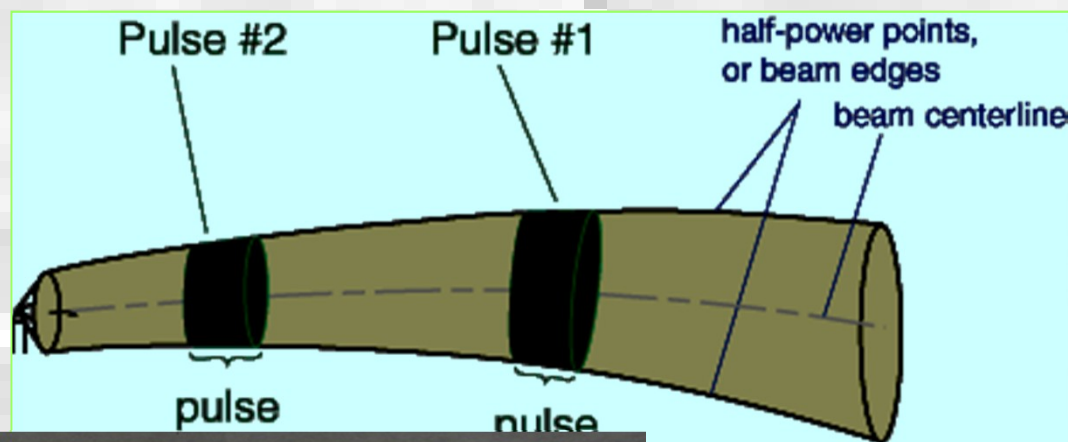
Parametry meteorologických radarů ČHMÚ:

Výrobce	Gematronik	EEC
Typ radaru	Gematronik METEOR 360AC	EEC DWSR-2501 C
Frekvenční pásmo	C	C
Dopplerovský mód	ano	ano
ANTÉNA		
Průměr	4,2 m	4,27 m
Šířka svazku	0,8 st.	0,96 st.
Zisk	44 dB	45 dB
Polarizace	lin. horizontální	lin. horizontální
VYSÍLAČ		
Vlnová délka	5,3 cm	5,3 cm
Frekvence	5645 MHz (od 21.5.2009)	5630 MHz (od 25.5.2009)
Impulsní výkon	250 kW	305 kW
Délka pulsu	0,8 mikrosekundy	0,8 mikrosekundy
Opakovací frekv.	584 Hz	584 Hz
PŘIJÍMAČ		
Min.det.signál	-109 dBm	-110 dBm
Dynamický rozsah	100 dB	80 dB
Mezifrekvence	60 MHz	30 MHz
Min.det.odrazivost	9,7 dBZ	10,6 dBZ
v max.vzdálenosti	260 km	256 km



Meteorologické radary

- využití - detekce srážkové oblačnosti (a s ní spojených srážek) na velké ploše (100-300 km od radaru)
- princip detekce - vyslání krátkých elektromagnetických pulsů o vysoké energii do atmosféry (řádově stovky pulsů za sekundu při délce pulsů řádu jednotek μs , vlnová délka vyslaného záření $\lambda = 3\text{-}10\text{ cm}$)
- puls je parabolickou anténou zformován do tvaru úzkého kužele a malá část elektromagnetické energie zpětně rozptýlené na oblačných částicích je následně přijata anténou, zesílena a detekována přijímačem
- použitá vlnová délka zajišťuje, že jsou detekovány především srážkově významné oblačné částice (0,1mm - 10cm - kroupy)

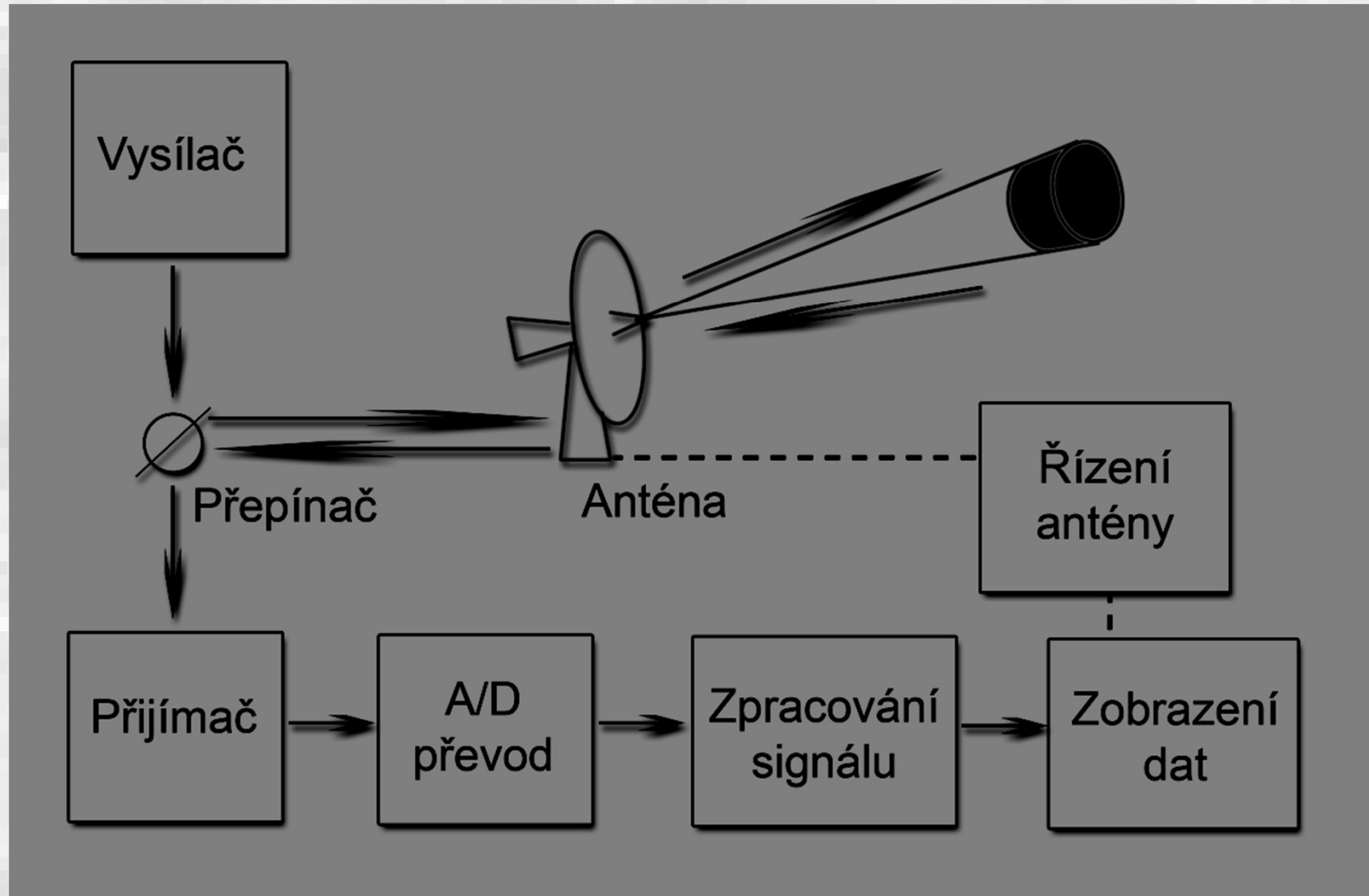


Dopplerovské meteorologické radiolokátory

- umožňují běžné měření množství zpětné rozptýlené energie a tím radiolokační odrazivosti Z
- navíc měří změnu frekvence navraceného signálu (prostřednictvím měření fáze), z které lze určit *radiální rychlosti odražečů*, jimiž jsou převážně atmosférické srážky a nehomogenity indexu lomu.

$$f_d = -\frac{2v_r}{\lambda}.$$

Blokové schéma radaru



Proč jsou radary tam kde jsou...

- Fyzikální důvody související s rozměry srážkových částic
- Popsaná závislost odrazivosti na intenzitě srážek (Rayleigh rozptyl $D/\lambda < 1/16$, Marshall-Palmer vztah)
- Útlum elmag vlny ve srážkách
- Celosvětově používaná vlnová délka pro meteo radary – výrobci mimo pásmo S a C nic jiného standardně neprodávají

Zpracování a zobrazování radarových dat

operativní provoz - objemové snímání (posloupnost otáček antény při různých elevačních úhlech - posloupnost PPI hladin). Z takto získaných objemových dat je možné zkonstruovat dokonalejší zobrazení radarových odrazů :

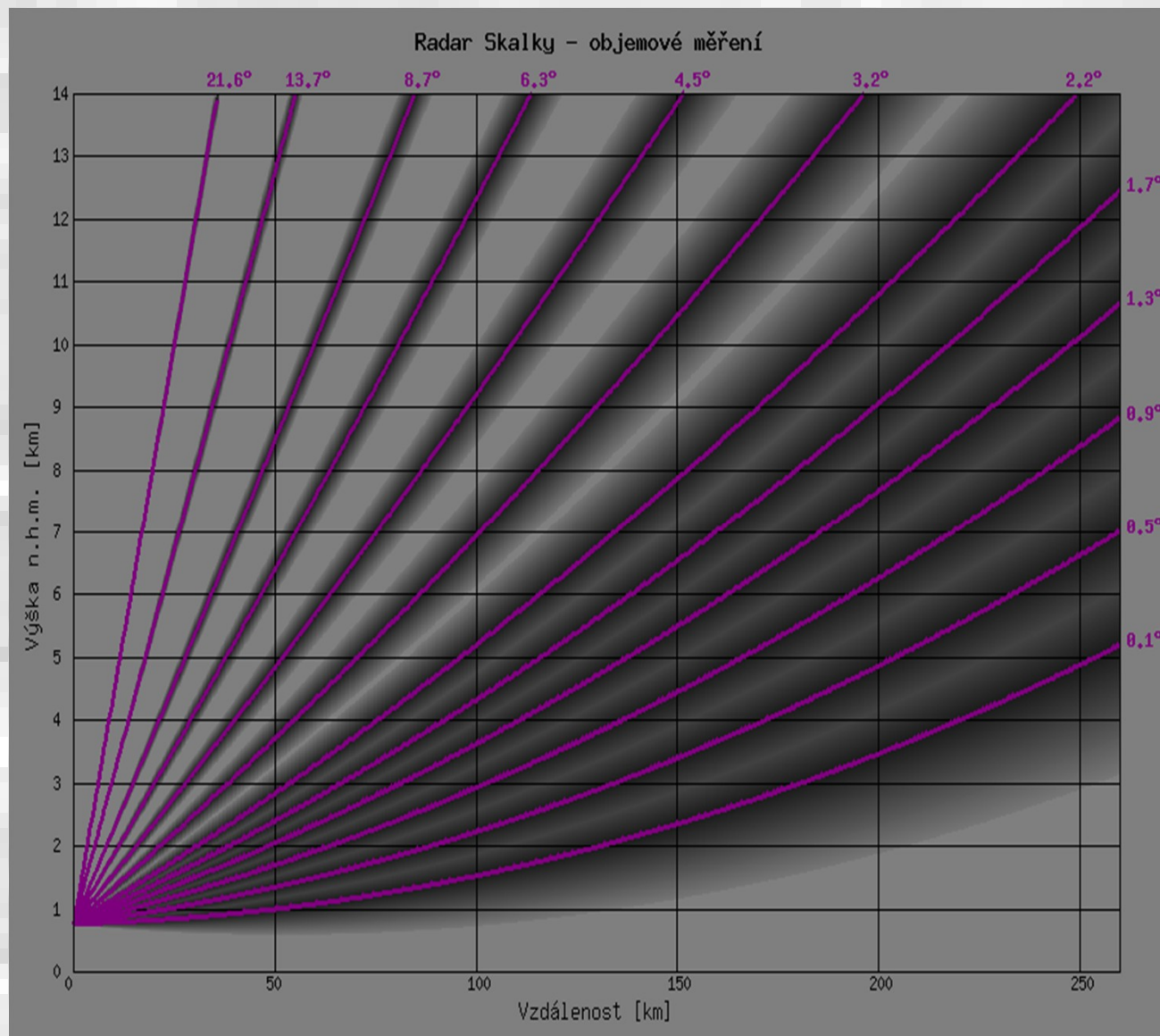
- .základní **PPI** (Plan position indicator) hladiny
- .**CAPPI** (Constant Altitude Plan Position Indicator) - kruhový obzor konstantní výšky
- .**Max Z** - maximální odrazivosti ve vertikálním a 2 horizontálních průmětech (kvazi-trojrozměrné zobrazení),
- .**horní hranice radioeča**
- .výstražné detekční algoritmy (VIL, Y-algoritmus, HAIL_PROB - v těchto produktech se zohledňuje jednak intenzita radioeča a jednak vertikální mohutnost detekované oblačnosti) a jiné vypočtené produkty

Scanovací postup radaru a produkty

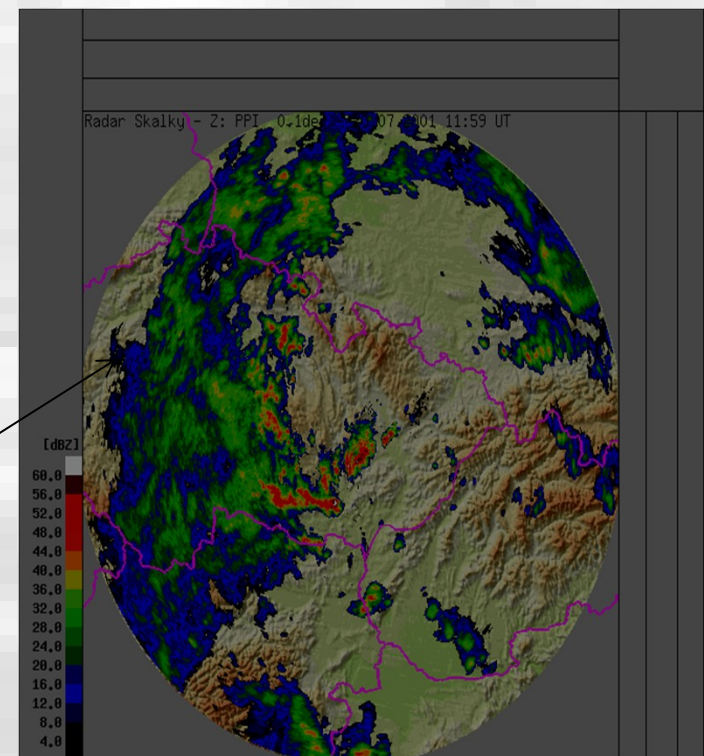
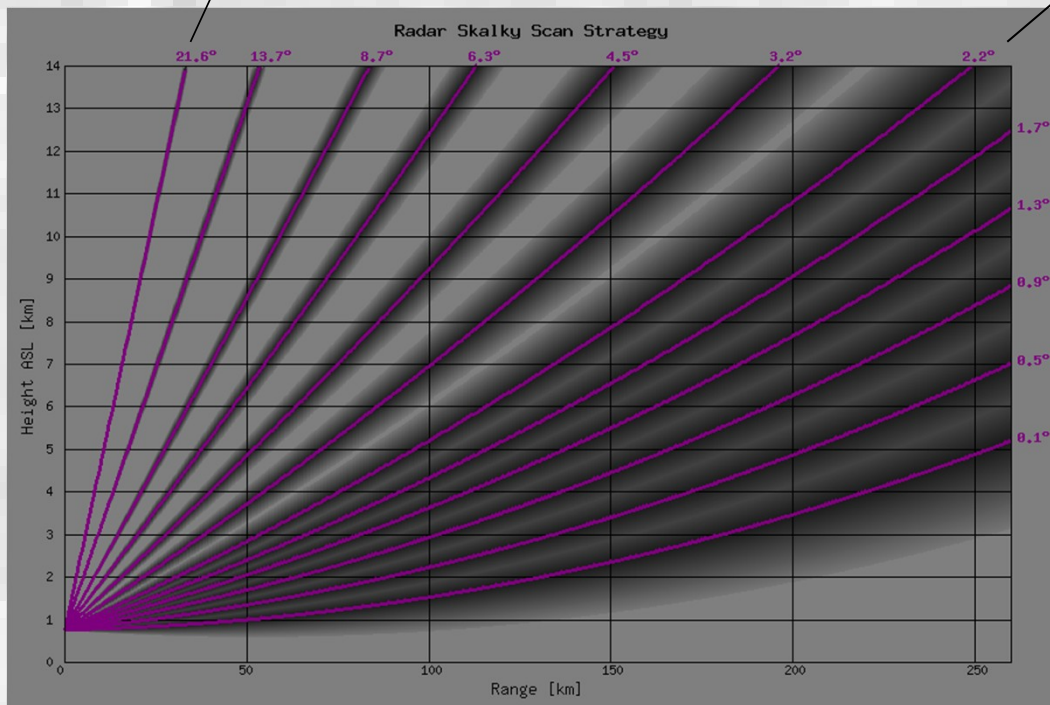
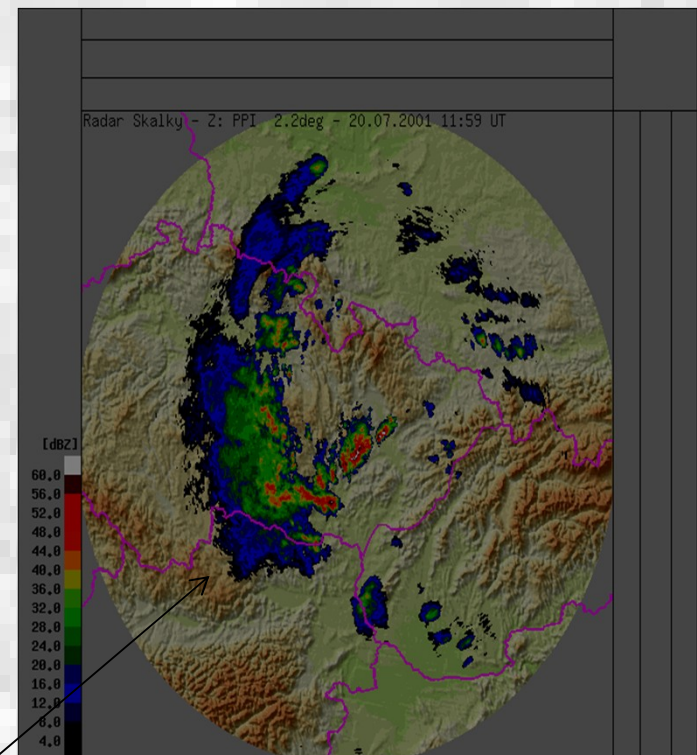
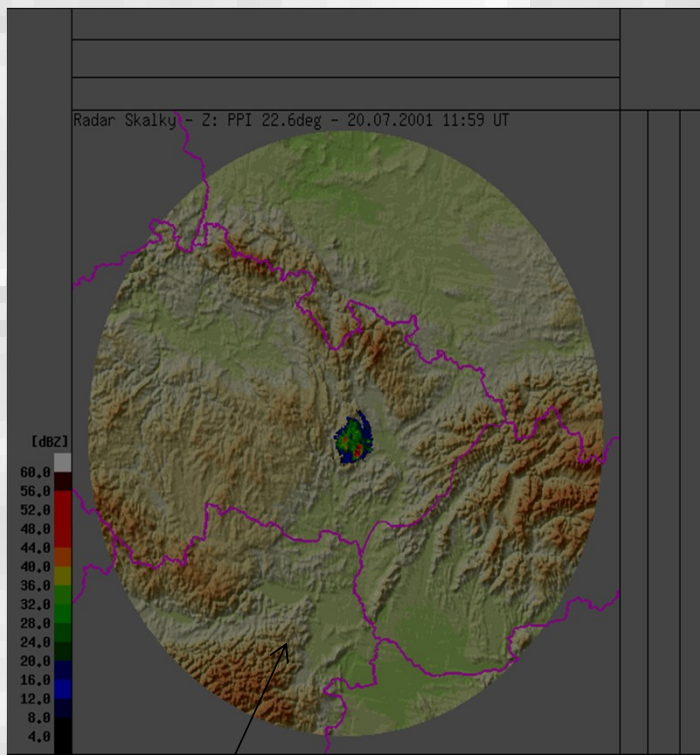
.v současnosti prováděny 5minutové scany

.Veřejně dostupná 15 a 10 minutová data

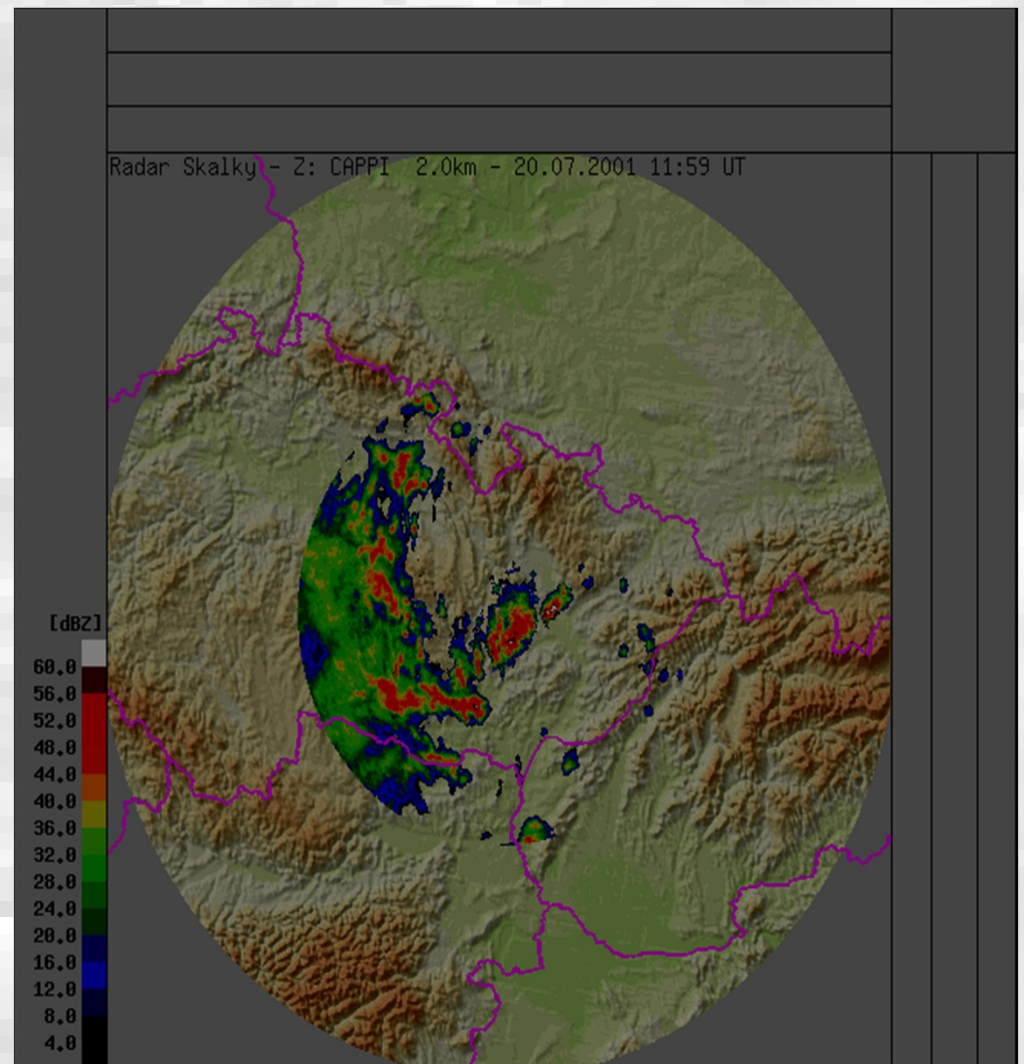
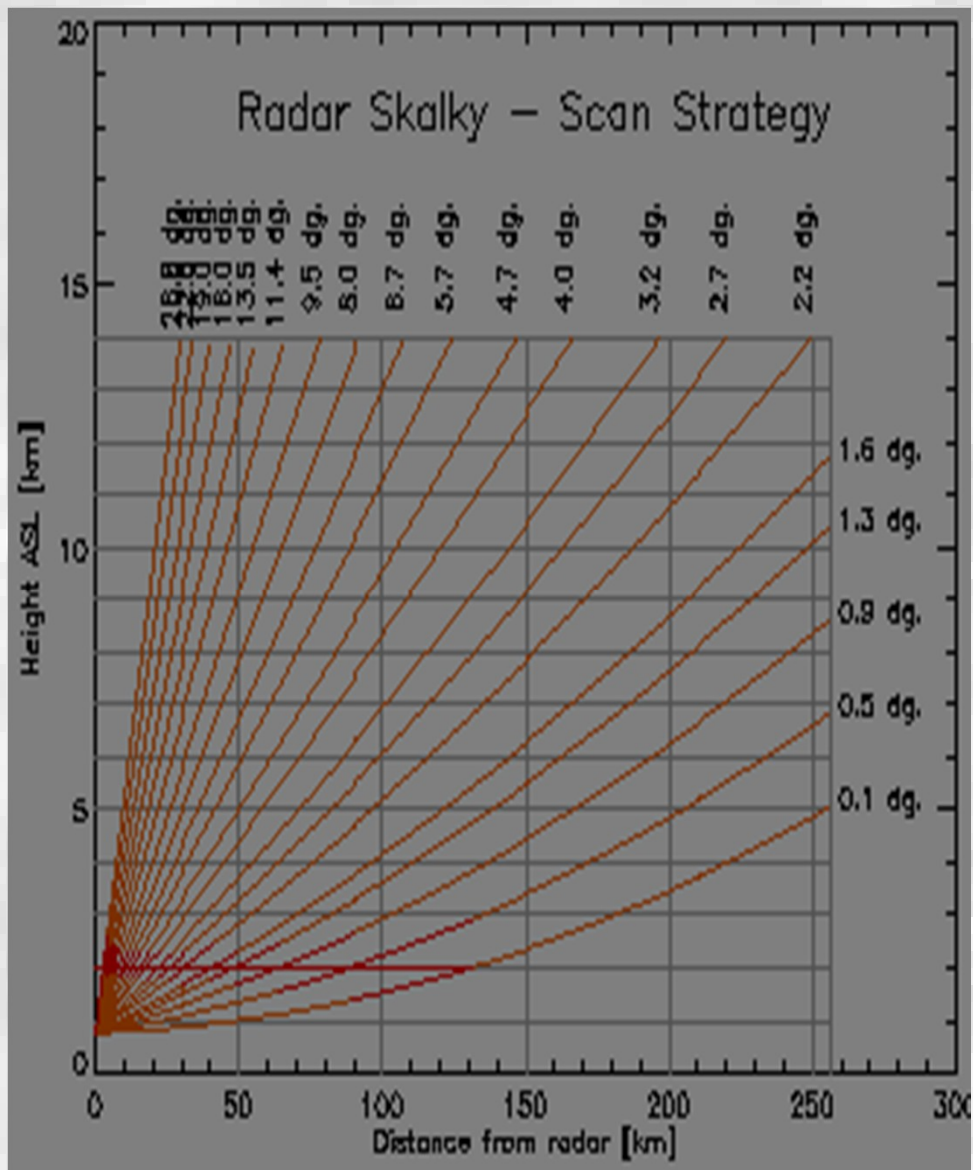
.veškeré zpracování je prováděno pomocí vlastního software



Produkty PPI

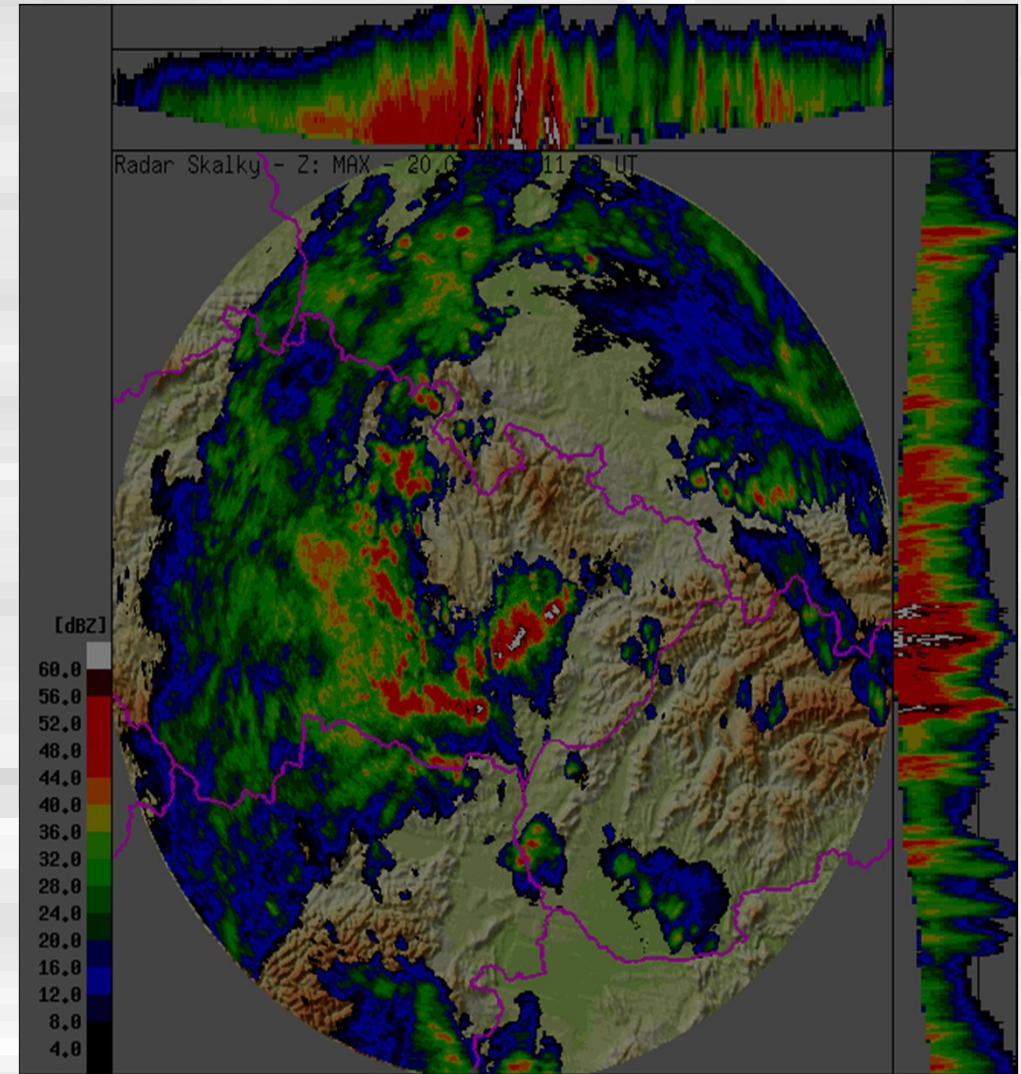
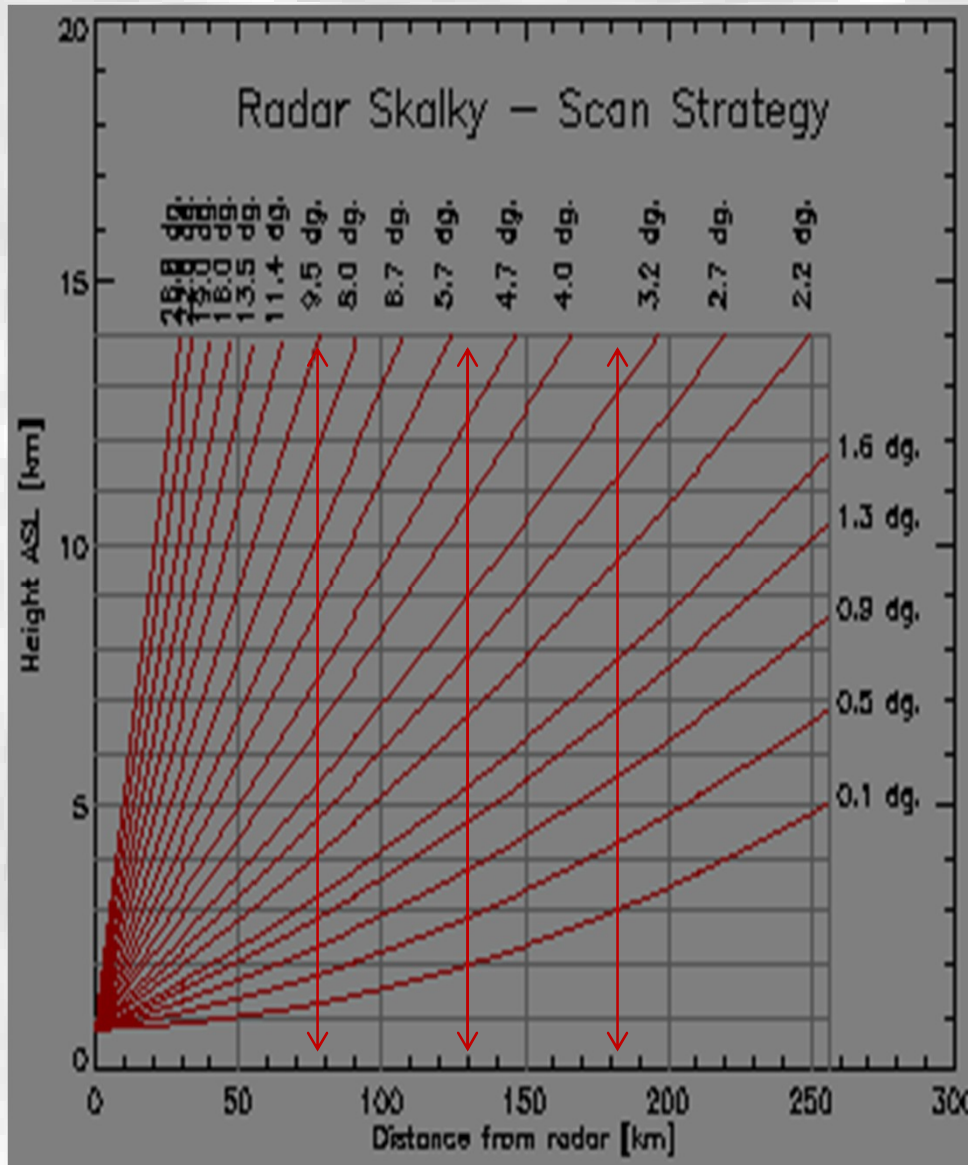


Produkty CAPPI



CAPPI - Constant Altitude Plan Position Indicator

Produkt Max Z



Uživatelé radarových dat a odvozených produktů

▣ Meteorologická a Hydrologická předpovědní služba ČHMÚ - vydávání předpovědí a varování na povodně a nebezpečné bouřkové jevy. Poskytováno pro účely krizového řízení, **hlásné a předpovědní povodňové služby a integrovaného záchranného systému ČR.**

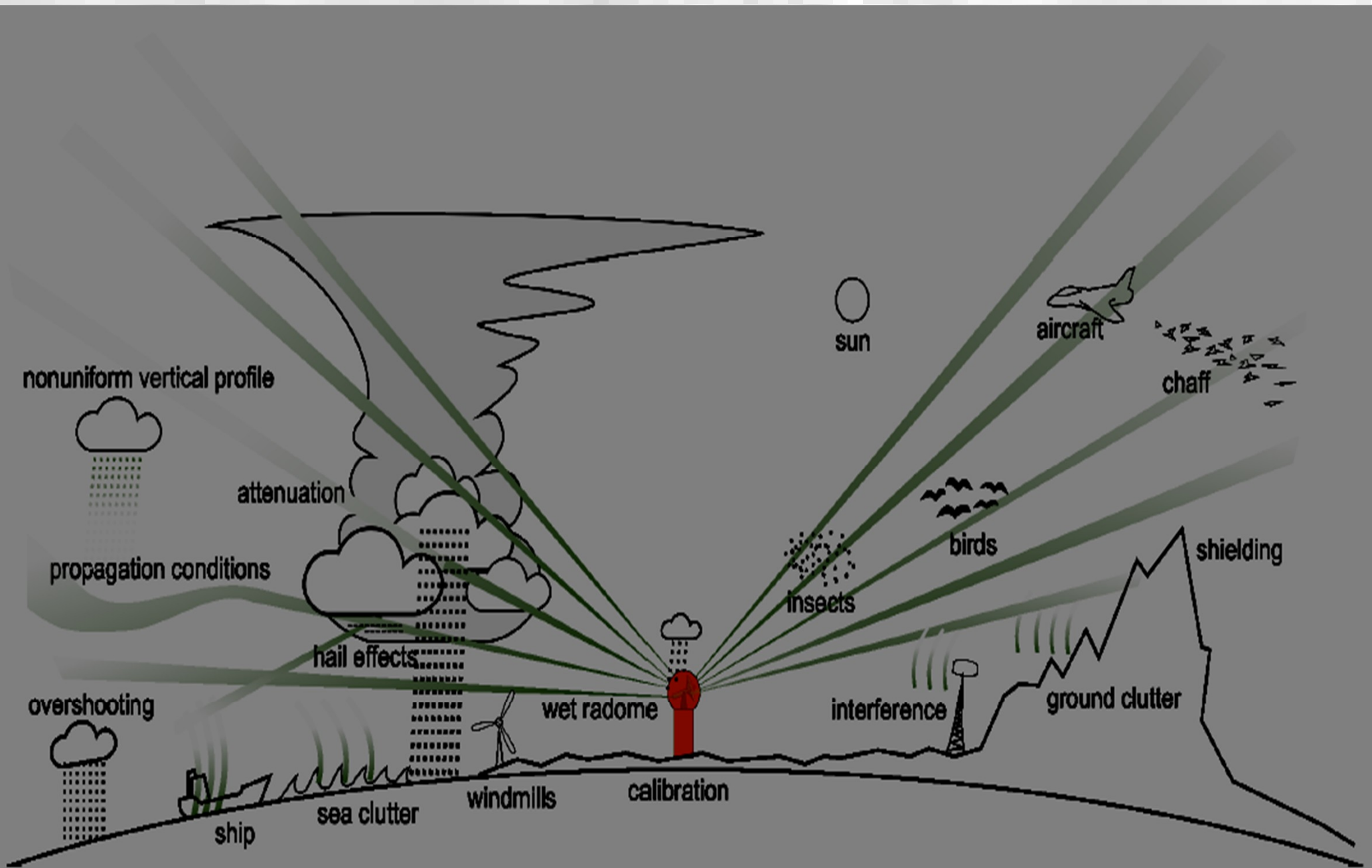
▣ Zajištění civilního i vojenského letectví - ŘLP, letiště...

▣ Zajištění údržby silnic a dálnic - ŘSD

▣ Armáda ČR + NATO

▣ Veřejnost - webový portál ČHMÚ, česká televize, idnes, atd.

Interpretace - ovlivnění radarových měření



Co způsobuje rušení RLAN?

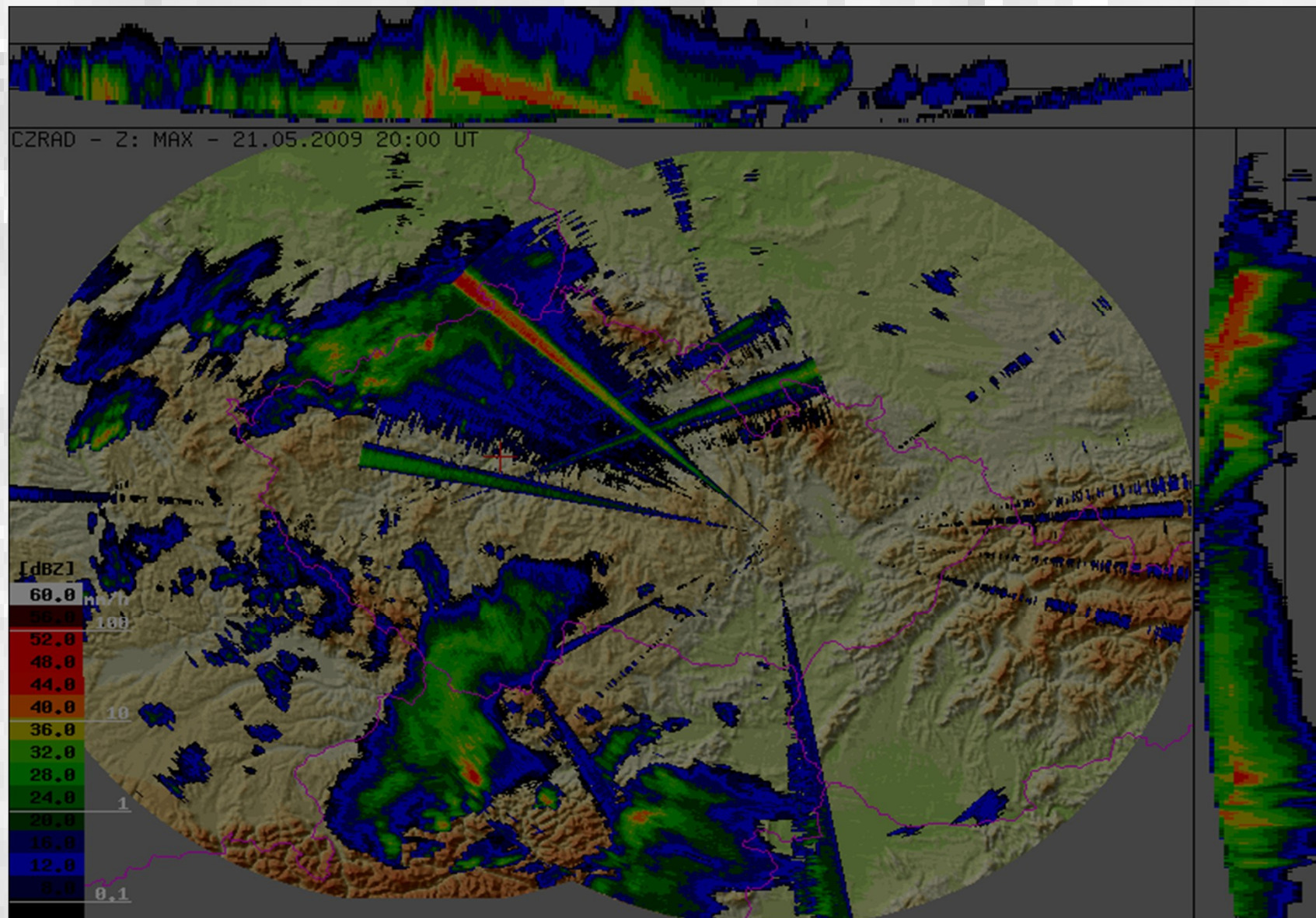
▣ Znehodnocení dat ČHMÚ

- Zhoršení interpretace dat – překrytí srážkové oblačnosti a vznikajících bouřek rušením RLAN -
ŘLP

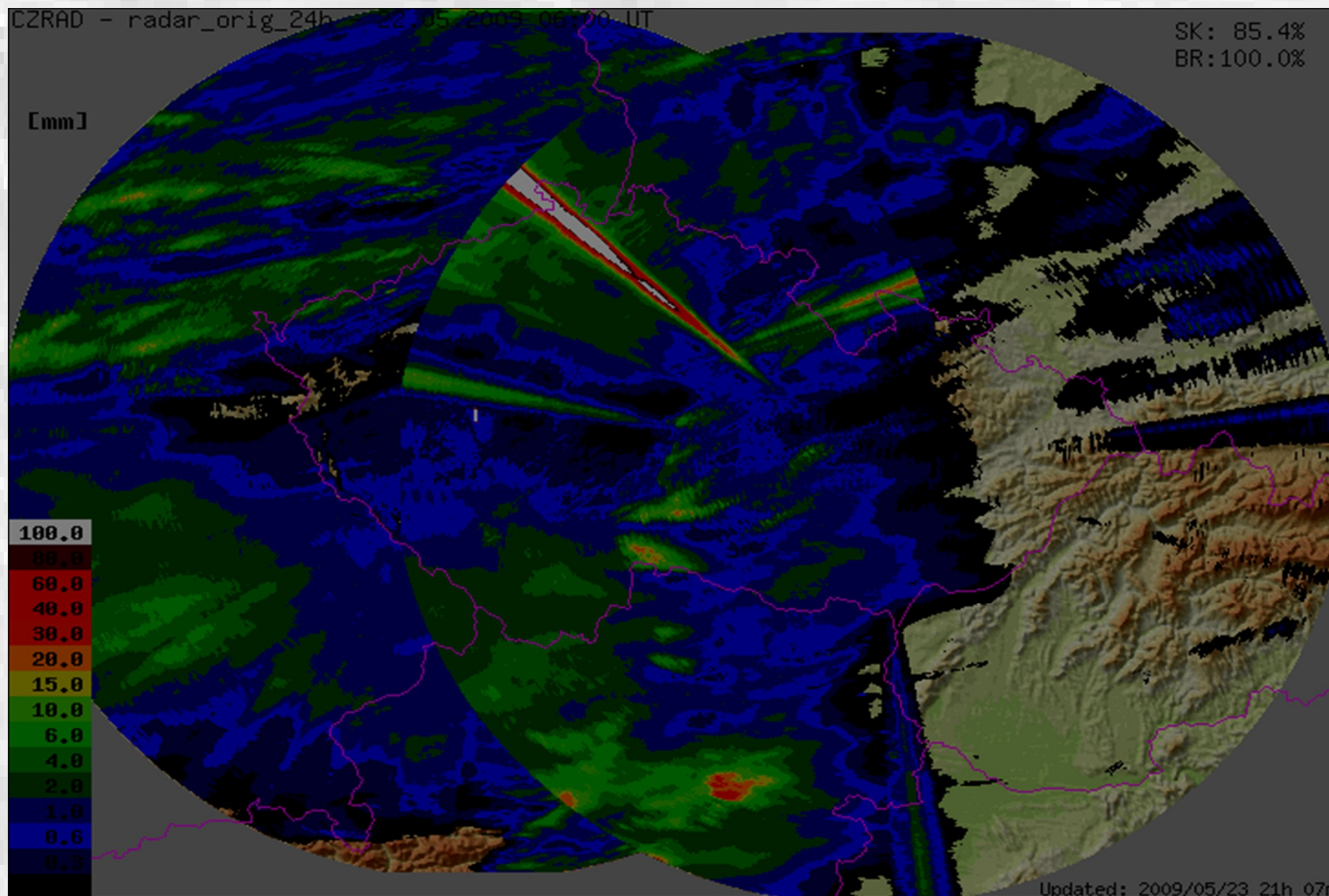
- Plošné odhady srážek – zdroj nejistoty pro hydrologické modely, hlásná a předpovědní povodňová služba

- Výpočet pohybového pole pro extrapolaci srážek 1-3hod – varování na nebezpečnou bouřkovou oblačnost

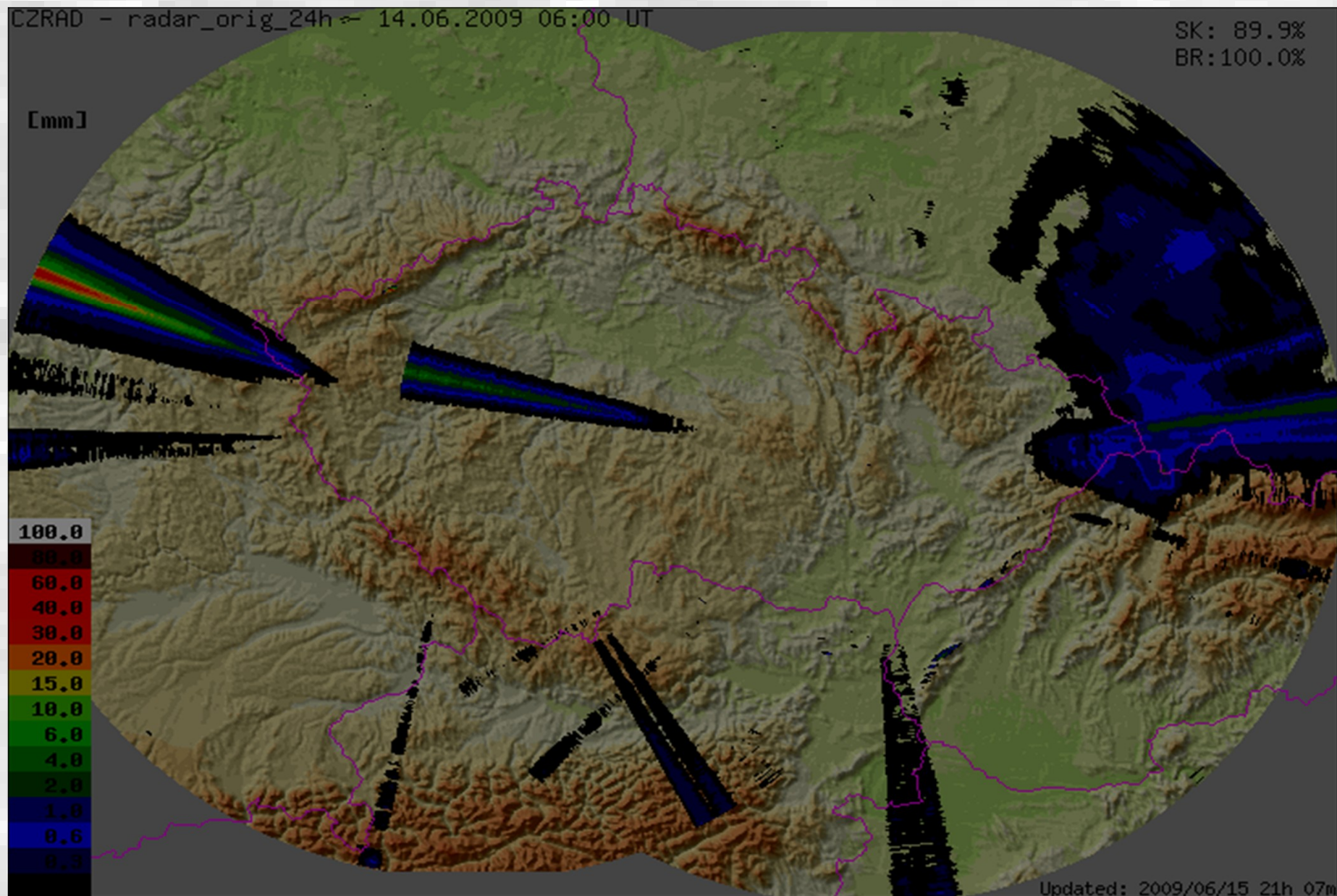
Ukázka silného rušení RLAN



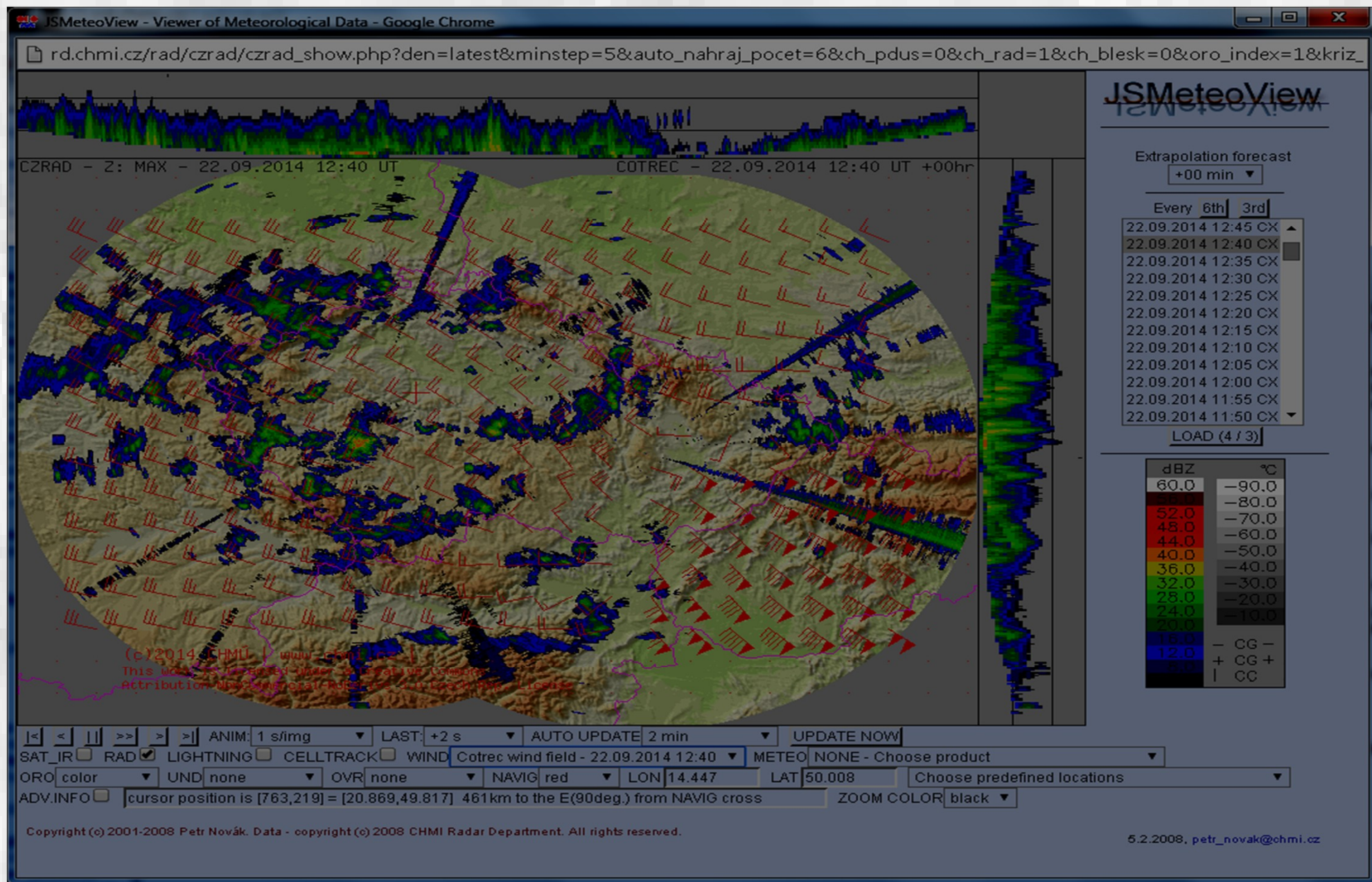
Ovlivnění plošných odhadů srážek – akumulace za 24h



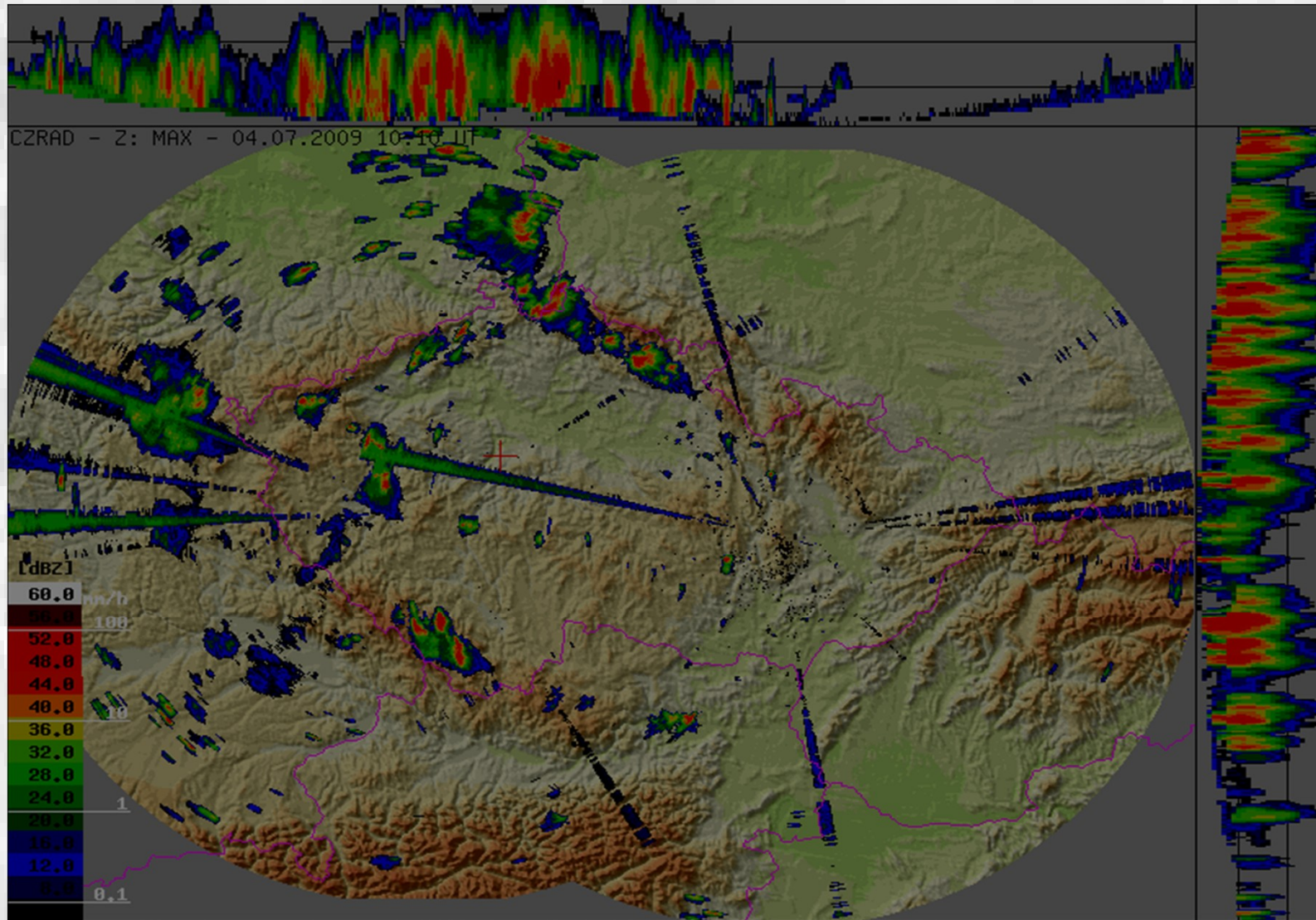
Ovlivnění plošných odhadů srážek – akumulace za 24h



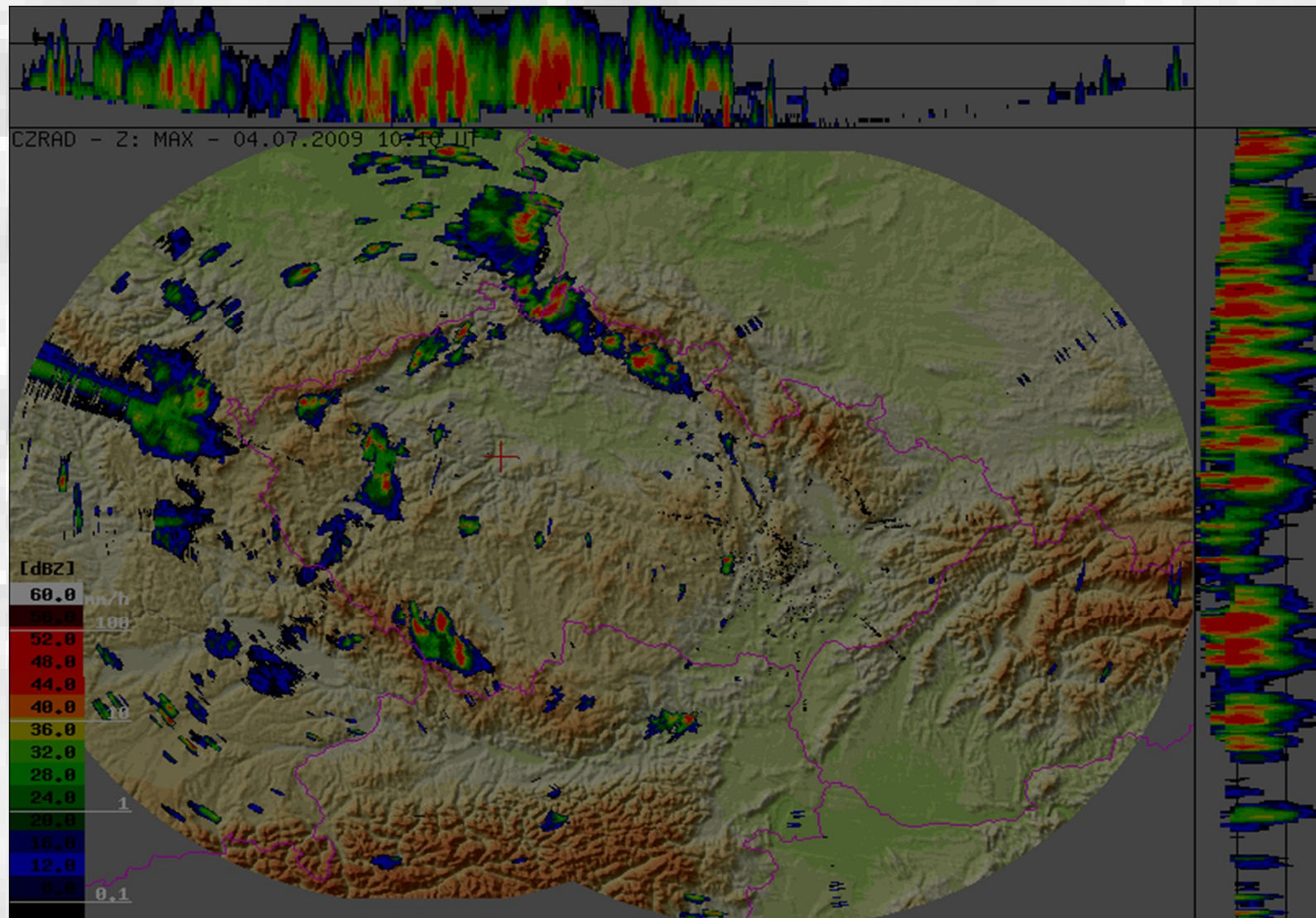
COTREC – narušení pohybového pole



Nefiltrovaná data



Filtrovaná data

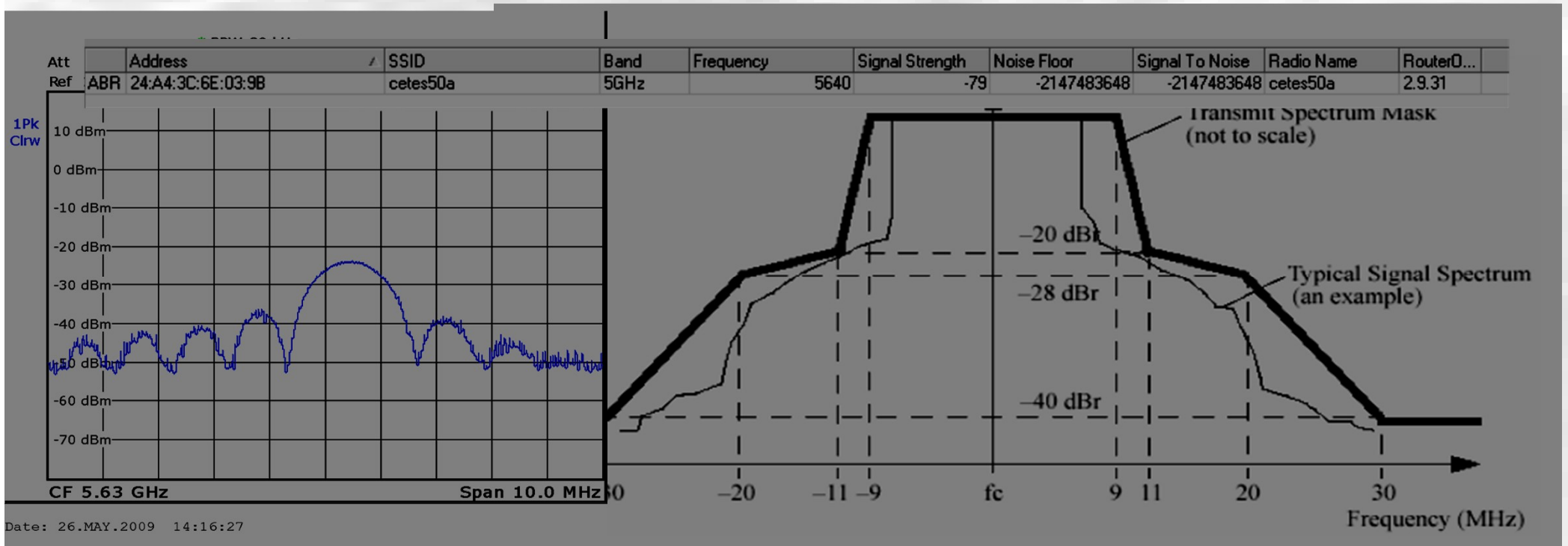


RLAN kanály vs. Radar

SK 5645 MHz

BR 5635 MHz

100	5500	Yes	Yes	Yes
104	5520	Yes	Yes	Yes
108	5540	Yes	Yes	Yes
112	5560	Yes	Yes	Yes
116	5580	Yes	Yes	Yes
120	5600	Yes	Yes	Yes
124	5620	Yes	Yes	Yes
128	5640	Yes	Yes	Yes
132	5660	Yes	Yes	Yes
136	5680	Yes	Yes	Yes
140	5700	Yes	Yes	Yes



Detekce rušení

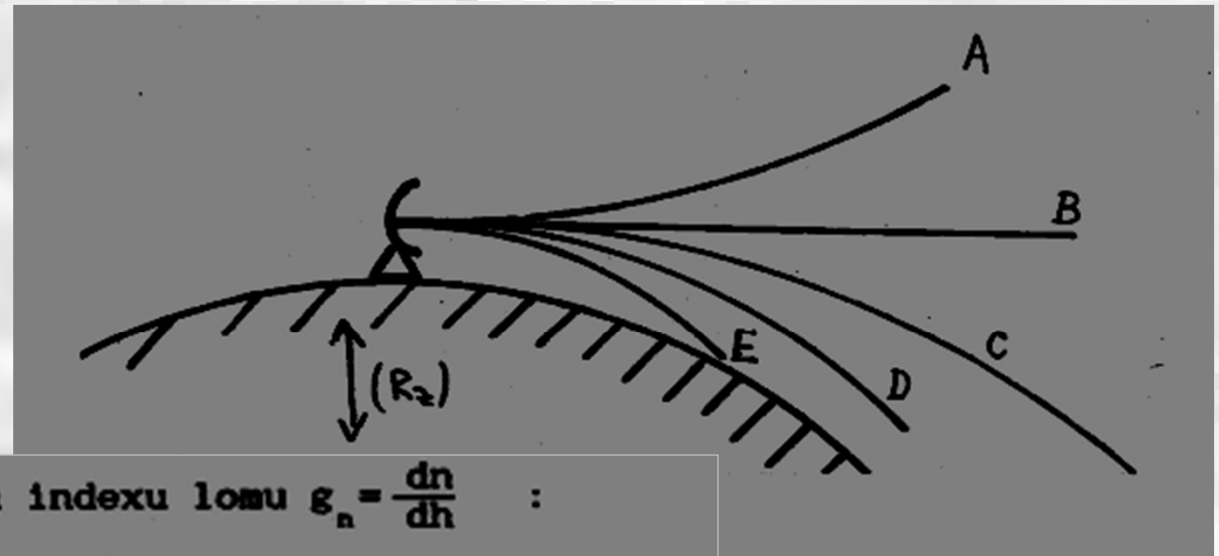
- Měříme vždy bezprostředně po odstávce radaru
- Měříme pouze cíle, které rušily na posledních 3 - 5 snímcích "15 - 25 min"
- Používáme zařízení, které má o 20dB nižší citlivost než přijímač radaru.
- Příklad naměřeného cíle

Address	SSID	Band	Frequency	Signal Strength	Noise Floor	Signal To Noise	Radio Name	RouterO...
ABR 24:A4:3C:6E:03:9B	cetes50a	5GHz	5640	-79	-2147483648	-2147483648	cetes50a	2.9.31

Nefiltrovaná data

- Data sloužící pro potřeby ČTÚ, každých 15 minut
- Rychlost světla - 299 792 458 m / s, opakovací frekvence 584Hz, rychlost točení antény 15° / s a interval mezi vysíláním RLAN např. beacon 100ms
- 66 ms doba setrvání v 1° za tu dobu radar vyšle a přijme 38 pulsů.
- Šíření elektromagnetických vln, inverze ..

Výška radarového paprsku



Typy atm.refrakce podle gradientu indexu lomu $g_n = \frac{dn}{dh}$:

g_n (m^{-1})	$k=R_e/R_2$	refrakce	obr.
> 0	< 1	záporná	A)
$= 0$	1	nulová	B)
< 0		kladná :	
$-4 \cdot 10^{-8}$	$4/3$	- standardní	C)
$-15,7 \cdot 10^{-8}$	∞	- kritická	D)
$< -15,7 \cdot 10^{-8}$	< 0	- superrefrakce	E)

Obvyklý výskyt zvýšené refrakce - anomální šíření mikrovln :
 přízemní inverze teploty + rychlý úbytek vlhkosti s výškou v
 přízemní vrstvě (typická situace : noční radiální inverze -
 hl. v létě při vlhkém z.povrchu, někdy též subsidenční
 inverze blízko zem.povrchu při vlhké přízemní vrstvě).

Koexistence

- Dodržovat platné předpisy pro provoz RLAN maximálně vyzářený výkon 1W včetně antény, používat DFS...

- Používat vertikální polarizaci

- Před zprovozněním RLAN zkontrolovat teoretickou viditelnost na radary

<http://www.vyskopis.cz/>

- Ideálně blokovat kanál 128 tedy 5640 MHz

Děkuji za pozornost
Dotazy