



## Időjárási radarok és produktumaik

Hadvári Marianna  
Országos Meteorológiai Szolgálat  
Távérzékelési Osztály

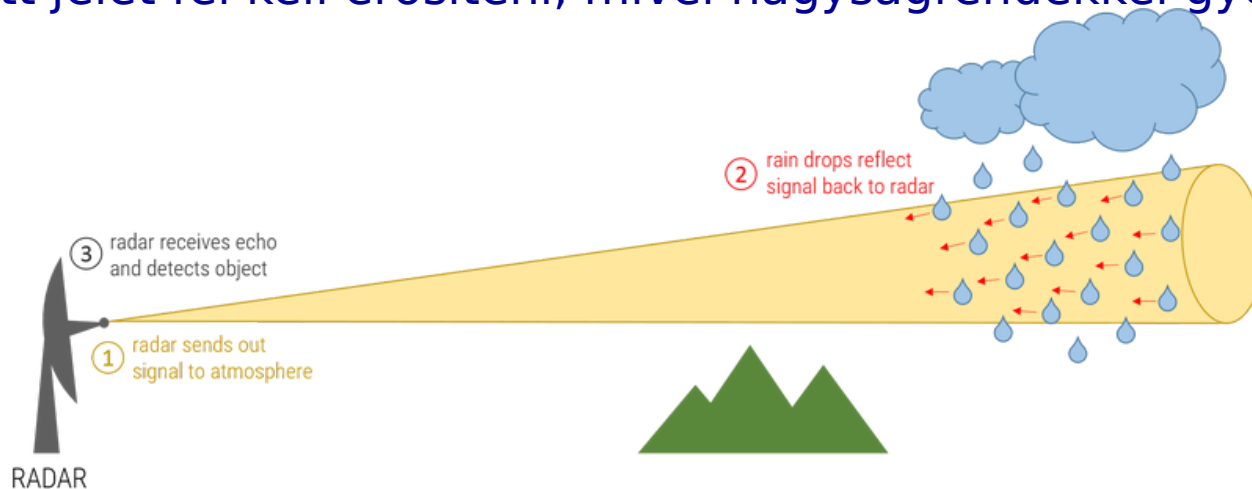
2021. szeptember 01.



*Alapítva: 1870*



1935 - Robert Alexander Watson-Watt – Repülőgépek helyzet-  
meghatározása  
rádiótechnikai rendszer, mely adó,vevő, antenna és megjelenítő  
berendezésből áll  
nagy energiájú elektromágneses impulzusokat bocsát ki  
a rádióhullámok a hidrometeorokról (is) visszaverődnek és  
szóródnak  
A visszaverődések detektálásával információt nyerhetünk a  
visszaverődést okozó objektumok helyzetéről és  
tulajdonságairól  
A vett jelet fel kell erősíteni, mivel nagyságrendekkel gyengül





# Radar frekvenciák

Sáv	Frekvencia	Hullámhossz
HF	3-30 MHz	100-10 m
VHF	30-300 MHz	10-1 m
UHF	300-1000 MHz	1-0.3 m
L	1-2 GHz	30-15 cm
S	2-4 GHz	15-8 cm
C	4-8 GHz	8-4 cm
X	8-12 GHz	4-2.5 cm
Ku	12-18 GHz	2.5-1.7 cm
K	18-27 GHz	1.7-1.2 cm
Ka	27-40 GHz	1.2-0.75 cm
V	40-75 GHz	0.75-0.40 cm
W	75-110 GHz	0.40-0.27 cm
mm	110-300 GHz	0.27-0.1 cm



# Időjárási radarok

**A meteorológiai célok közül a radar csak a csapadékelemeket “látja”:**

- Esőcseppek
- Hókristályok
- Hópelyhek
- Hódara
- Jégszemek

**Az apró felhőelemeket NEM “látja”:**

- Felhőcseppek
- Apró jégkristályok

**A visszaverődés mértéke függ az impulzus térfogatban lévő csapadékelemek:**

- Méretétől
- Számától
- Halmazállapotától
- Egyéb fizikai tulajdonságaitól

**(Leggyakabban használt) szkennelési módok:**

- RHI
- PPI



# Az OMSZ radarhálózata

1980-as években 3 db analóg MRL5 típusú radar  
S és X sáv (10 cm és 3.2 cm hullámhossz)

1990-es években automatizálták, 15 percenként digitális  
radarképek - időjárás helyzettől függően

2000-től EEC gyártmányú , 5,5 cm hullámhosszon működő,  
5,6 GHz Doppler, duál-polarizációs DWSR radarok

Upgrade -2013,2015,2016



# Az OMSZ radarhálózata

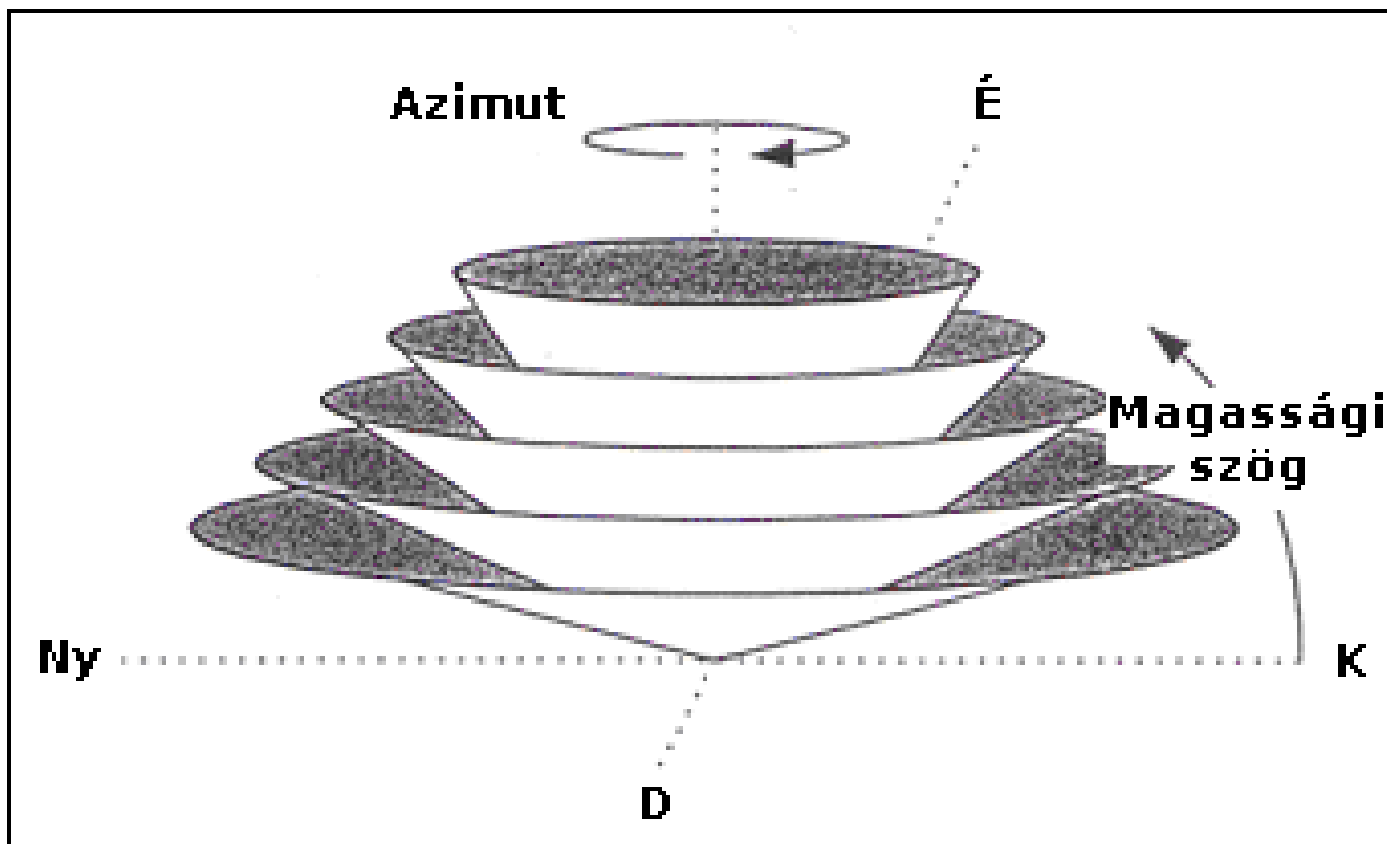




# Az OMSZ radarhálózatának mérési programja

<b>Mérési feladat</b>	<b>Csapadékmérés</b>	<b>Szélmérés</b>
<b>Mérési ciklus</b>	5 percenként	15 percenként
<b>Hullámhossz</b>	5,5 cm	5,5 cm
<b>Impulzusismétlési frekvencia</b>	600 Hz	1180 Hz
<b>Impulzushossz</b>	0,8 $\mu$ s	0,8 $\mu$ s
<b>Max. mérési távolság</b>	240 km	120 km
<b>Minta szám</b>	36	70
<b>Doppler mérés</b>	Igen	Igen
<b>Polarizáció</b>	Duál polarizációs	Horizontális
<b>Mért adatok</b>	Z, $V_r$ , $Z_{DR}$ , $K_{DP}$ , $\Phi_{DP}$	Z, $V_r$
<b>Magassági szög (°)</b>	0,0; 0,5; 1,1; 1,9; 3,0; 4,7; 7,0; 10,0; 14,2; 20,0	1,1; 1,9; 3,0; 6,5; 14,0

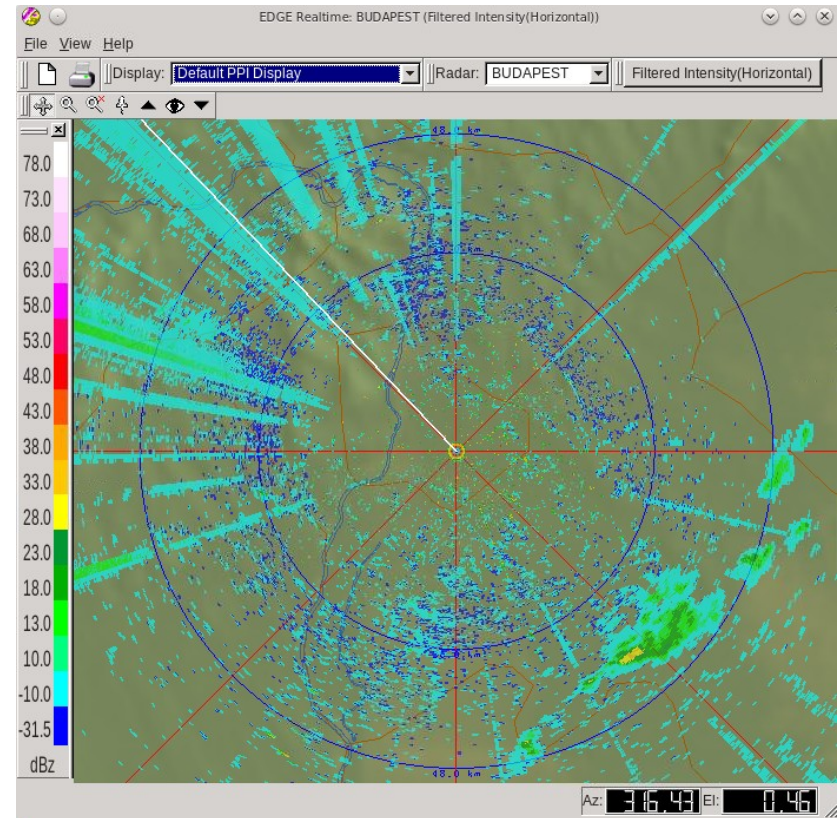
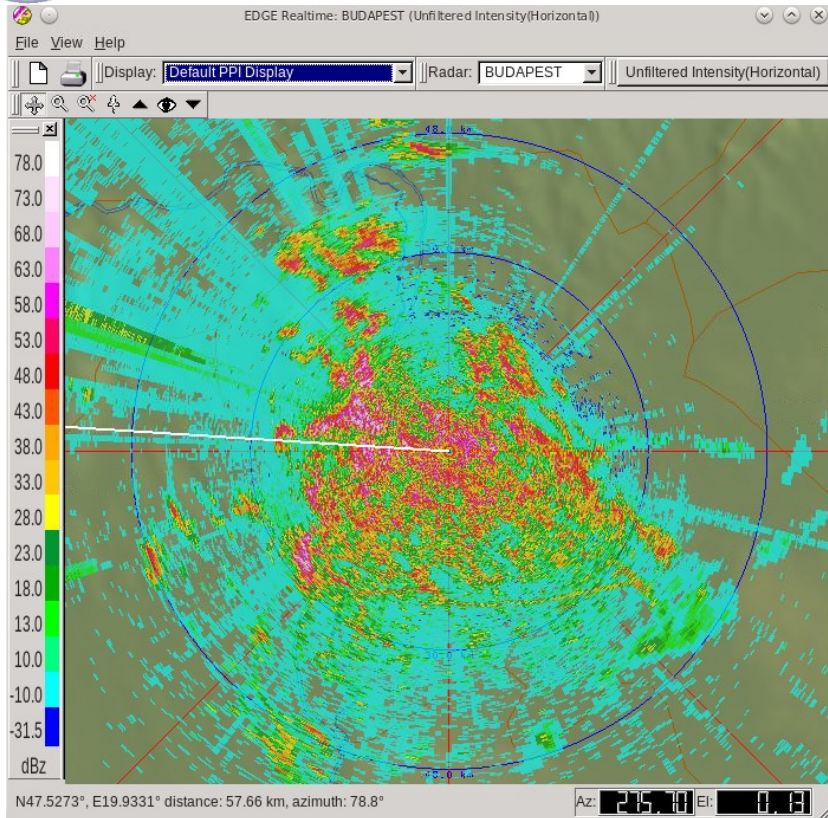
# Mérés több magassági szögön





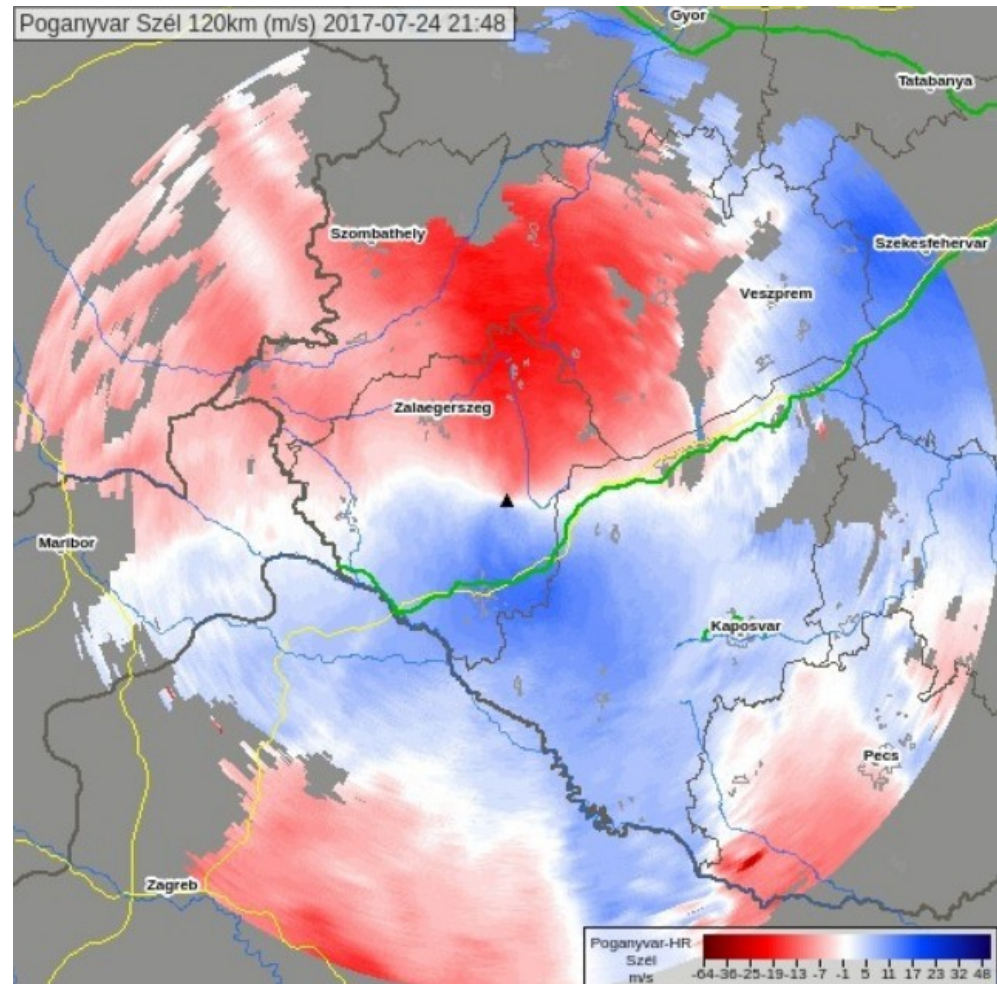


# Doppler elv alkalmazása, talajcélészűrés

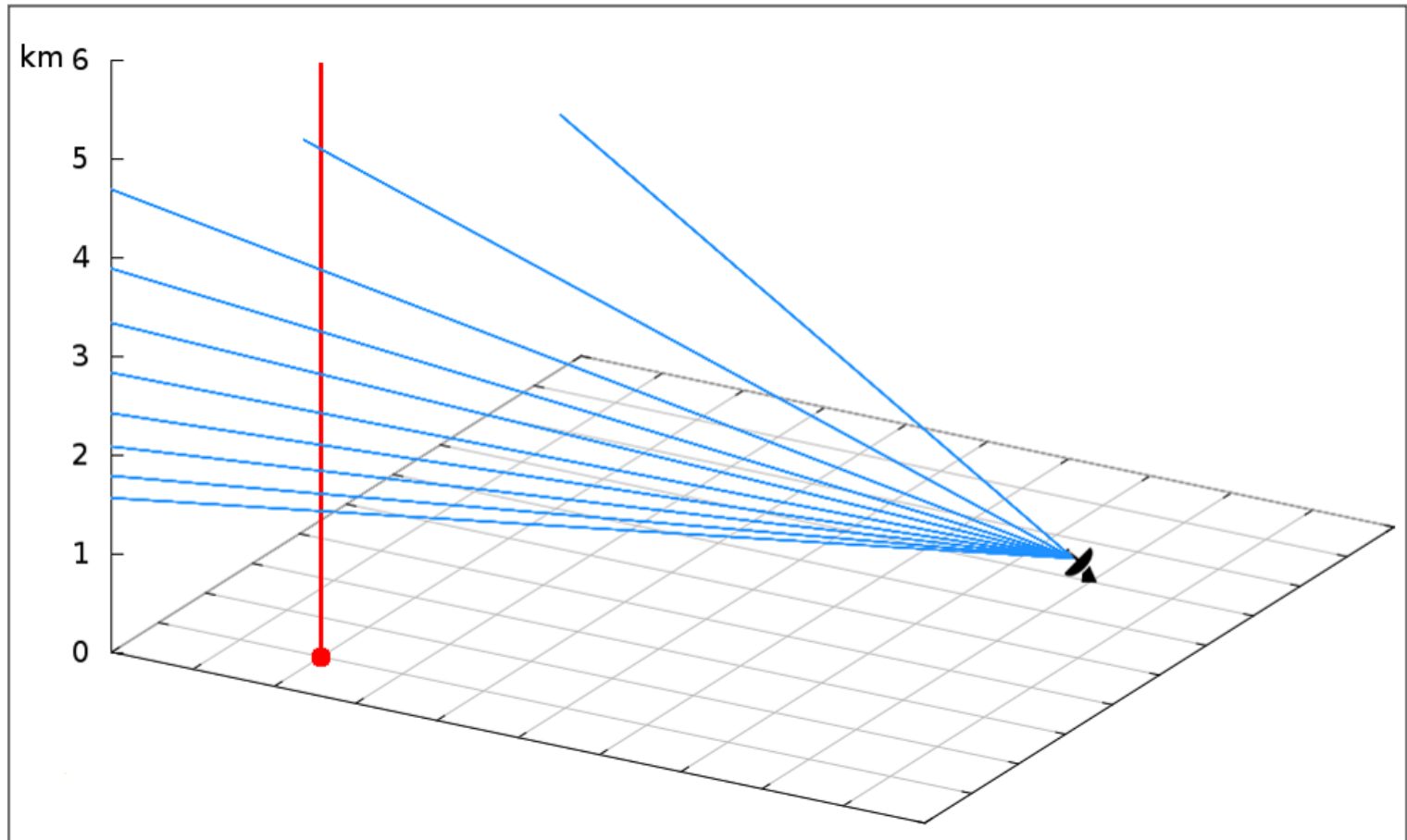


- A mozgó célokról visszaverődő elektromágneses hullám frekvenciája megváltozik
- A nem mozgó célok reflexióit meg tudjuk különböztetni a csapadékról visszavert jelektől

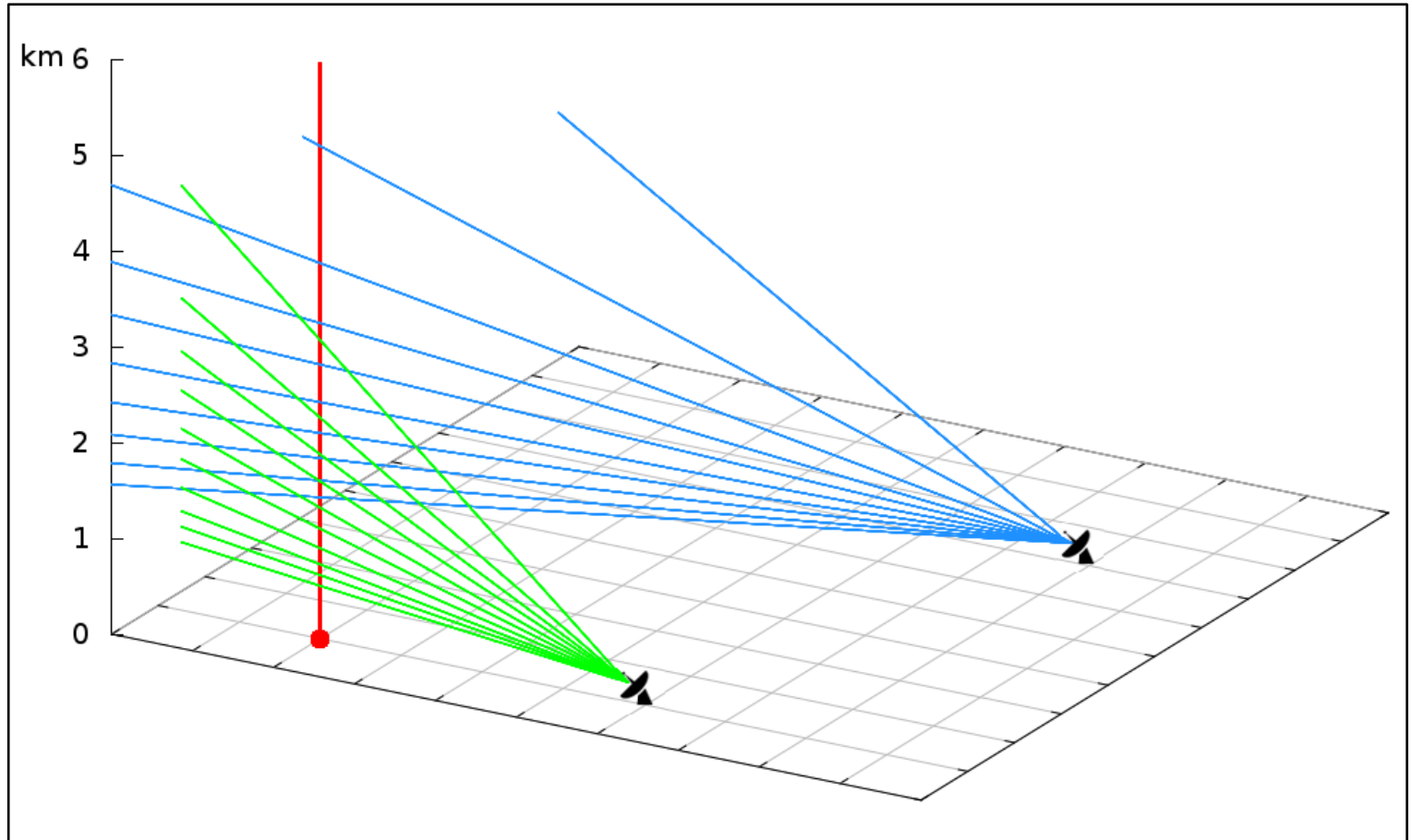
A mozgó célról visszavert fáziskülönbség arányos a visszaverő objektum radarhoz képesti sebességével



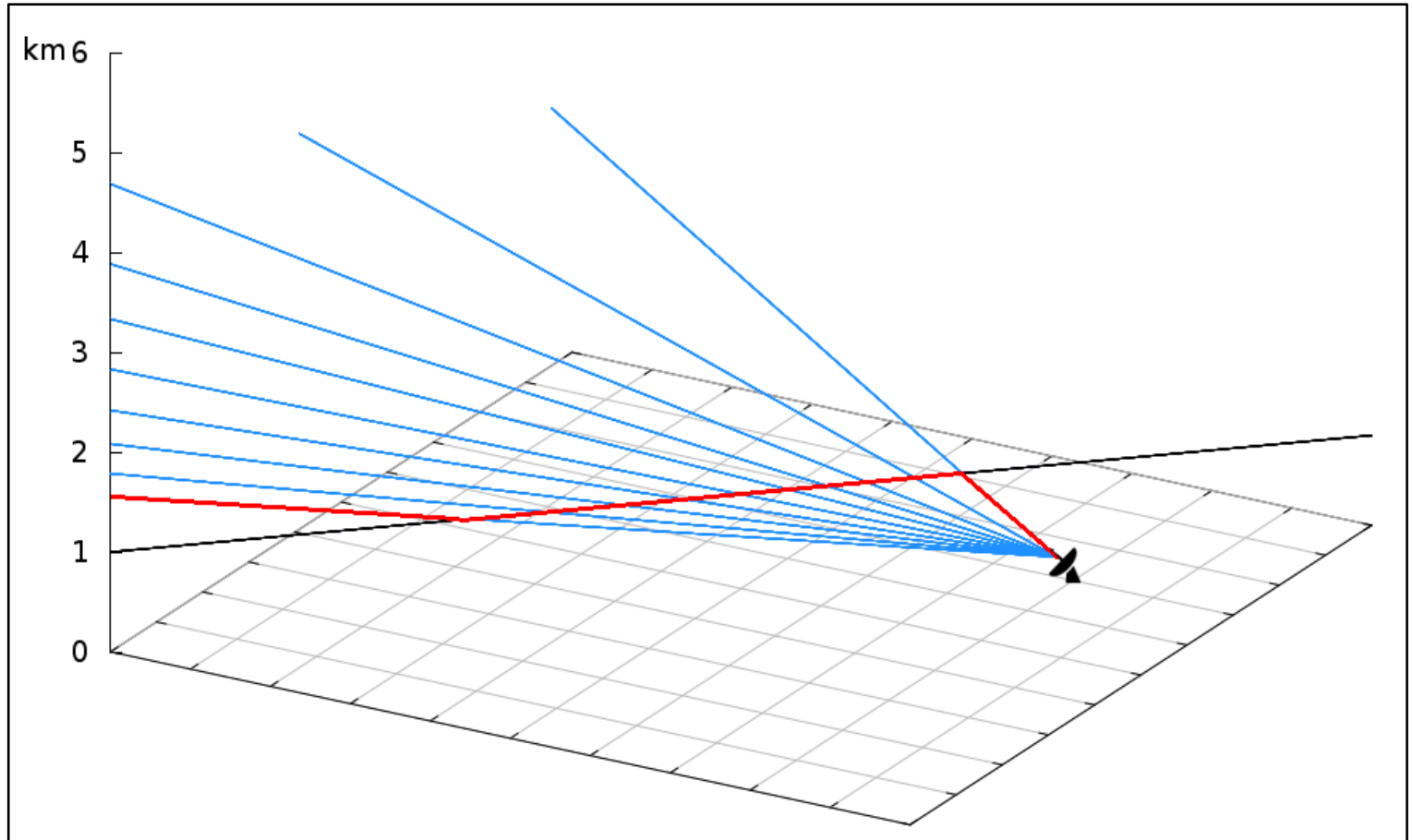
## Oszlopmaximum (CMAX)



## Kompozit CMAX



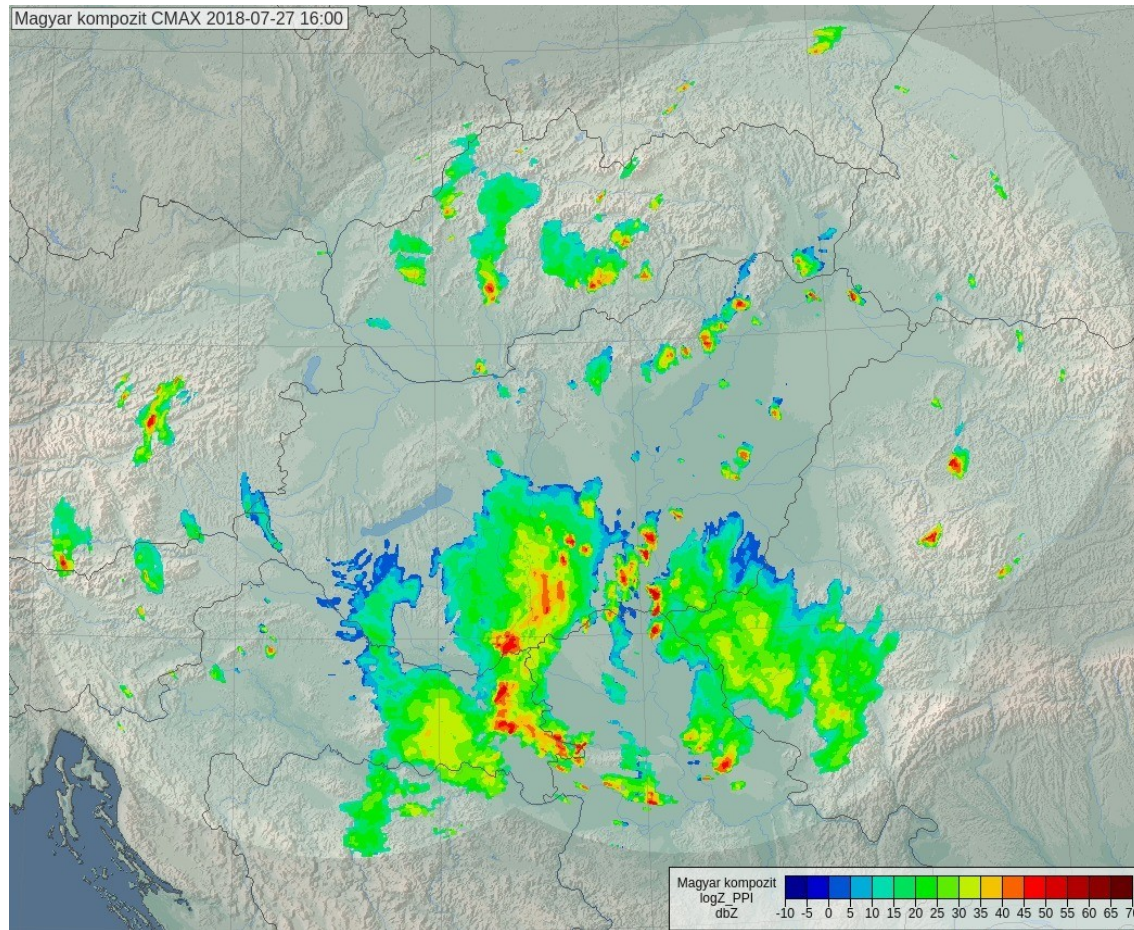
## PseudoCAPPI





# PseudoCAPPI vs. CMAX

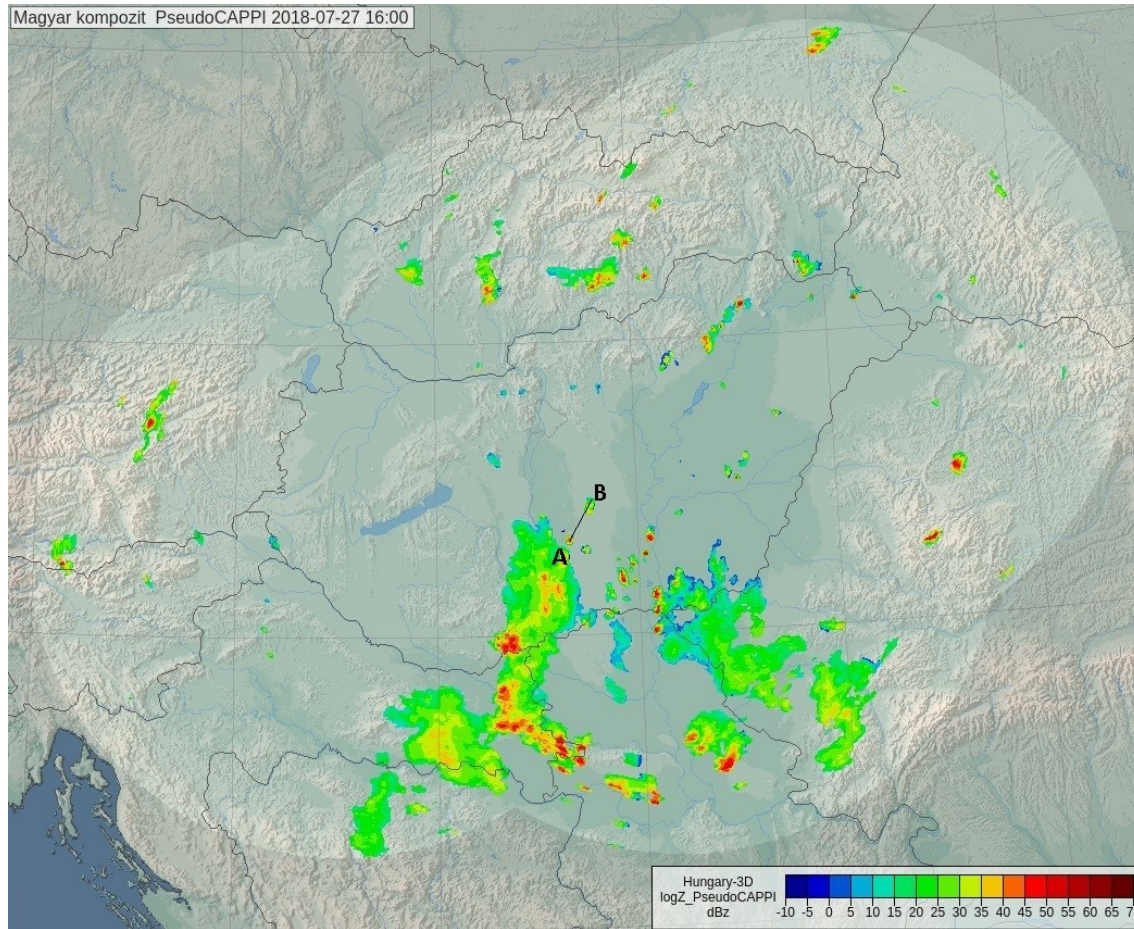
## Kompozit CMAX





# PseudoCAPPI vs. CMAX

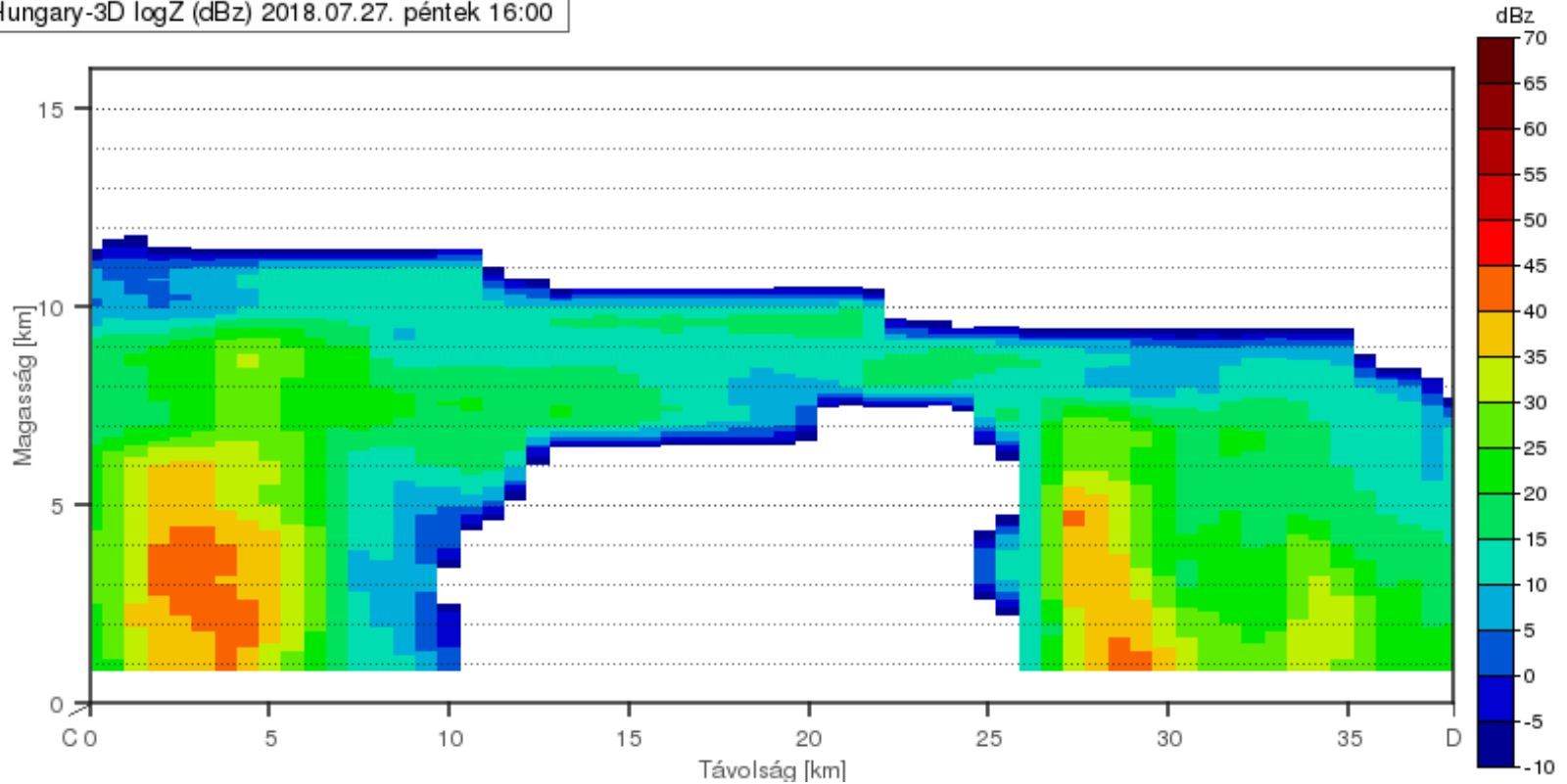
## PseudoCAPPI





# PseudoCAPPI vs. CMAX

Hungary-3D logZ (dBz) 2018.07.27. péntek 16:00

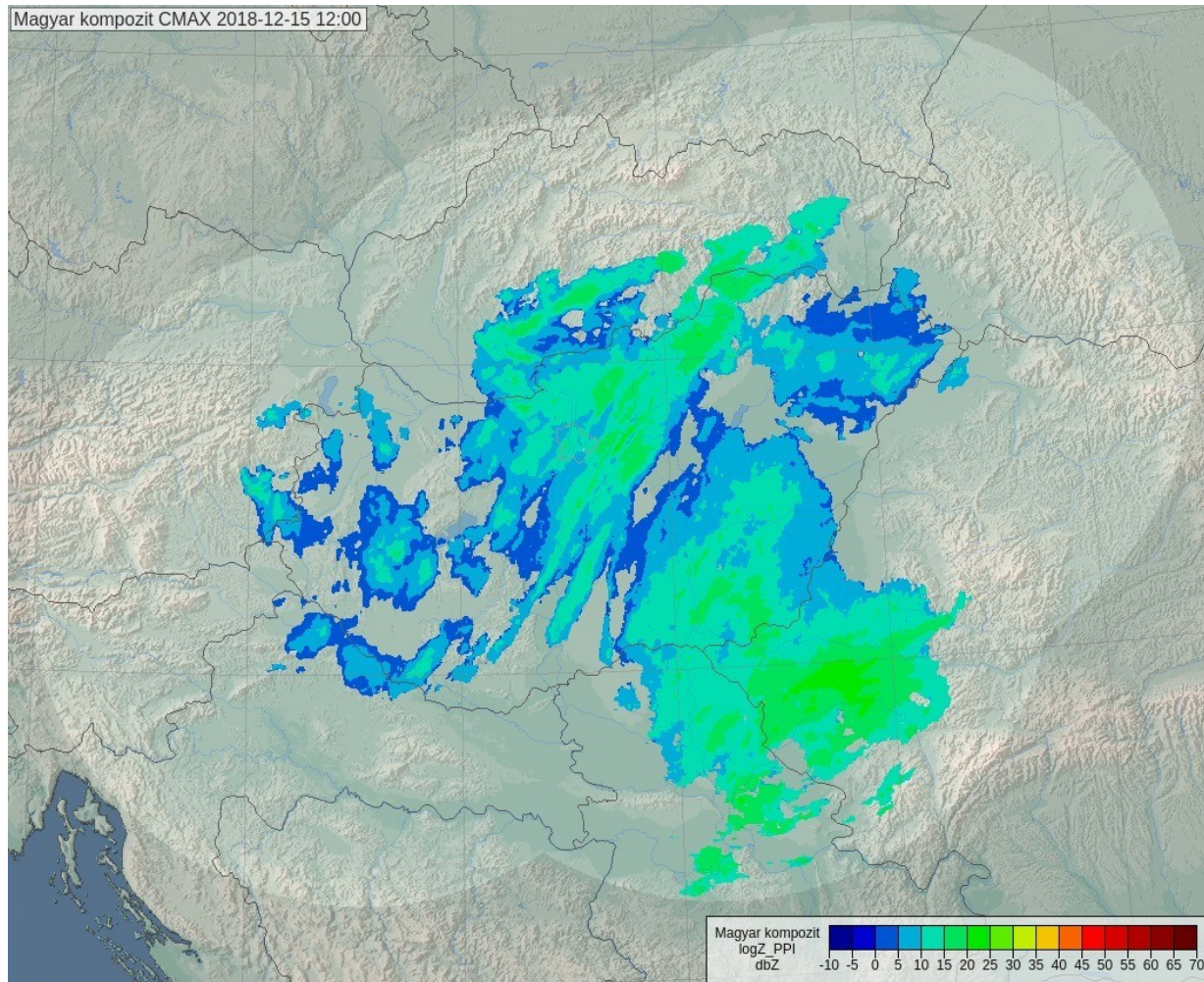






# PseudoCAPPI vs. CMAX

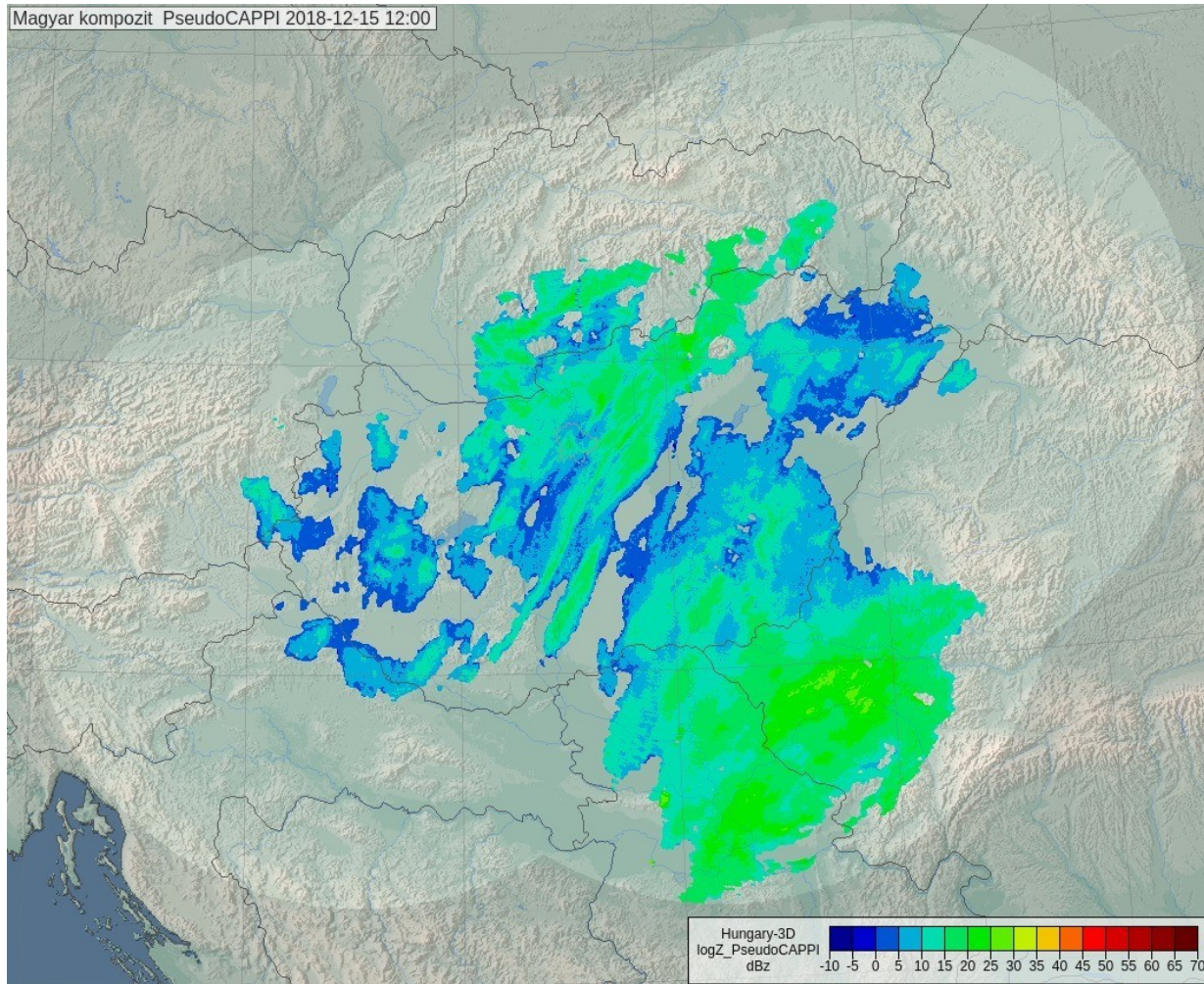
## Kompozit CMAX



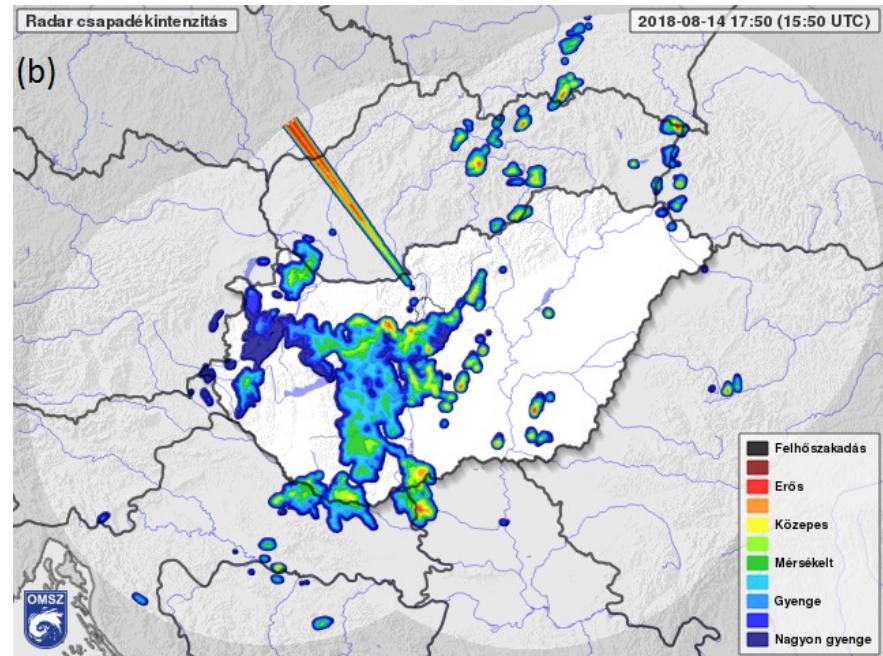
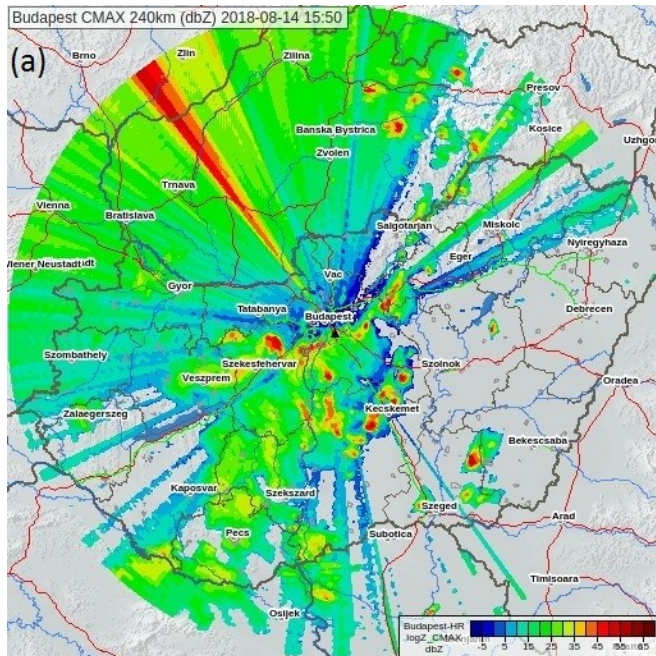


# PseudoCAPPI vs. CMAX

## Kompozit PseudoCAPPI

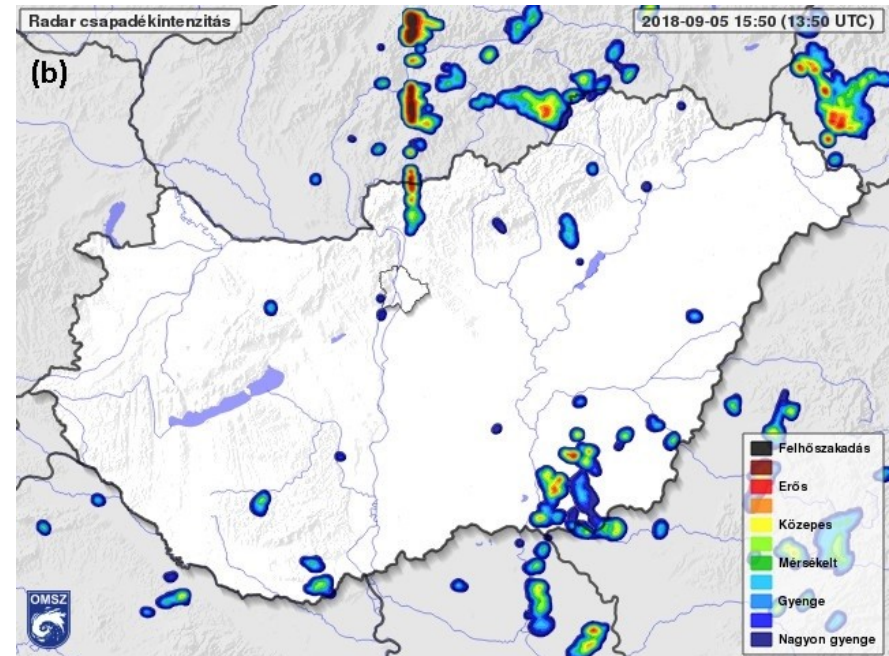
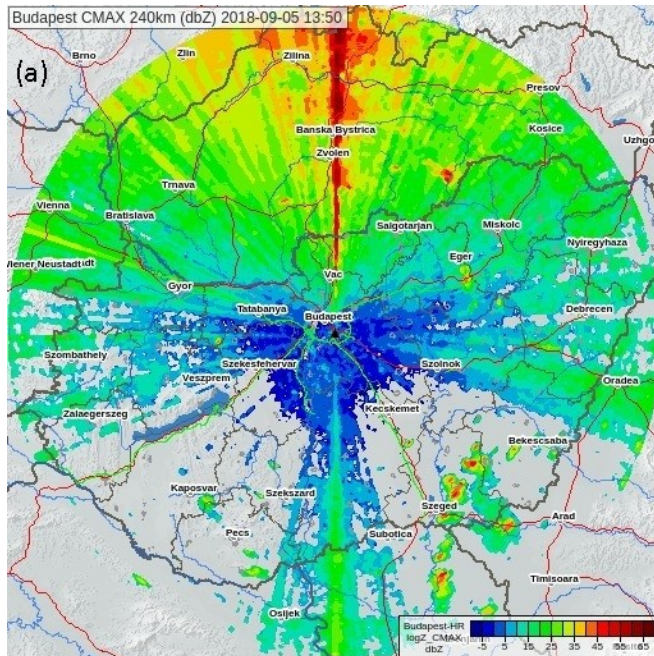


## Wlan zavarok 1



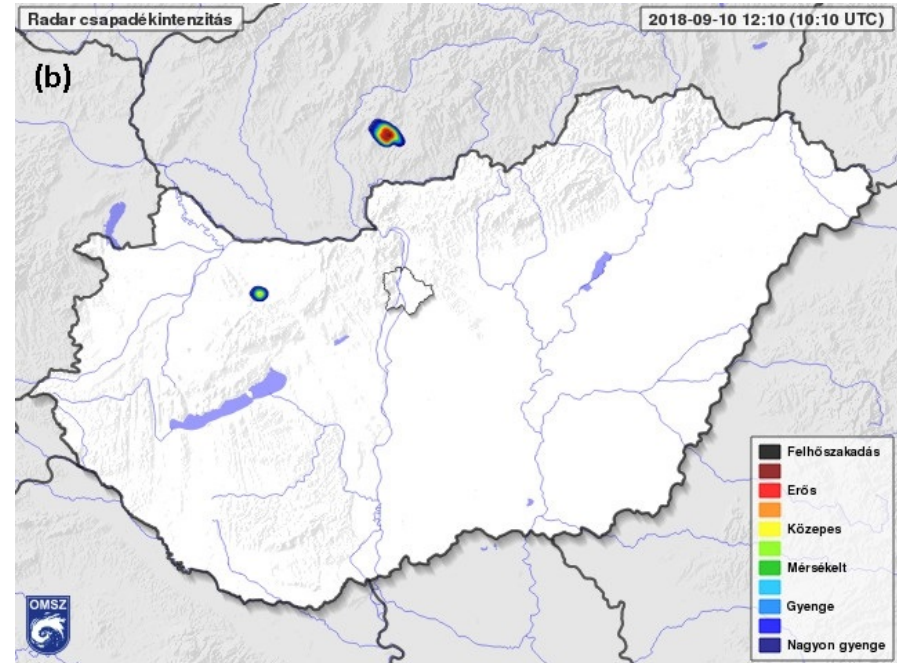
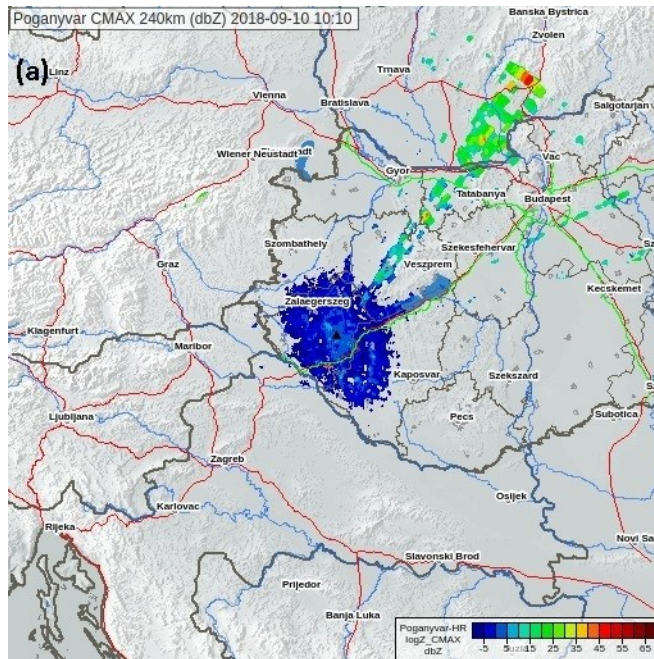
2018. augusztus 14. 15:50 UTC-kor készült budapesti szűretlen reflektivitás kép (a) és a honlapon is megjelenített, szűrt, kompozit csapadékintenzitás térkép (b). Az északnyugati irányból érkező nagyon erős WLAN zavart a szűrők nem tudták eltávolítani a képről.

## Wlan zavarok 2



2018. szeptember 05. 13:50 UTC-kor készült budapesti szűretlen reflektivitás kép (a) és a honlapon is megjelenített, szűrt, kompozit csapadékintenzitás térkép (b). Az északi irányból érkező nagyon erős WLAN zavart a szűrők nem tudták eltávolítani a képről.

## Wlan zavarok 3

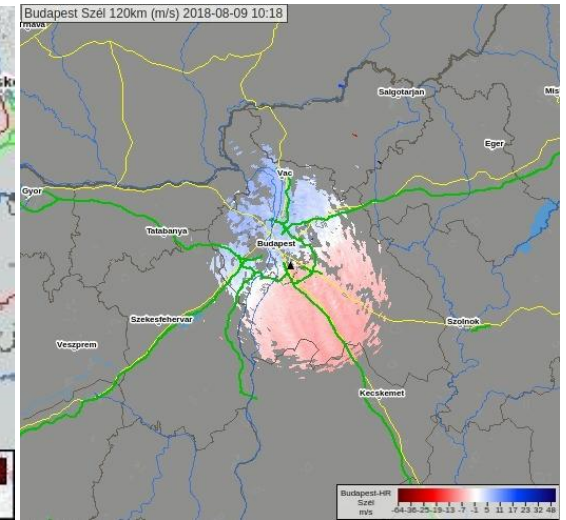
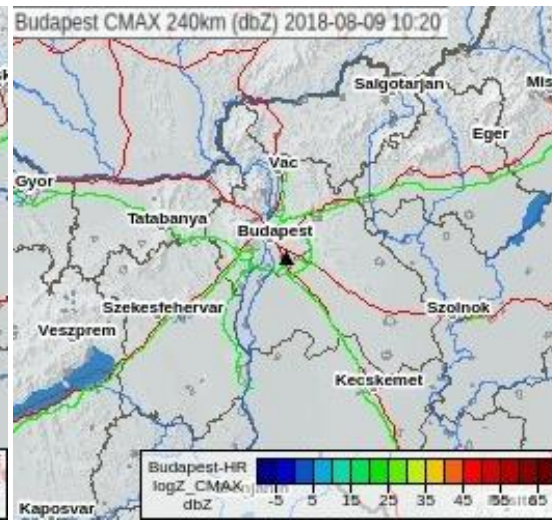
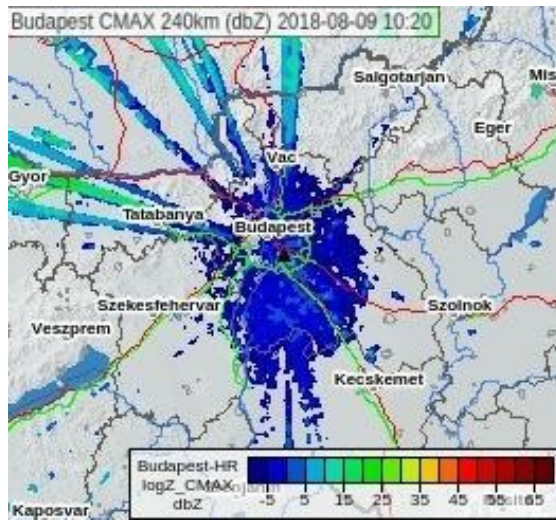


2018. Szeptember 10. 10:10 UTC-kor készült pogányvári szűretlen reflektivitás kép (a) és a honlapon is megjelenített, szűrt, kompozit csapadékkintenzitás térkép (b). Az északkeleti irányból érkező nagyon erős WLAN zavart a szűrők nem tudták eltávolítani a képről.



# A radarmérések pontosságát rontó hatások

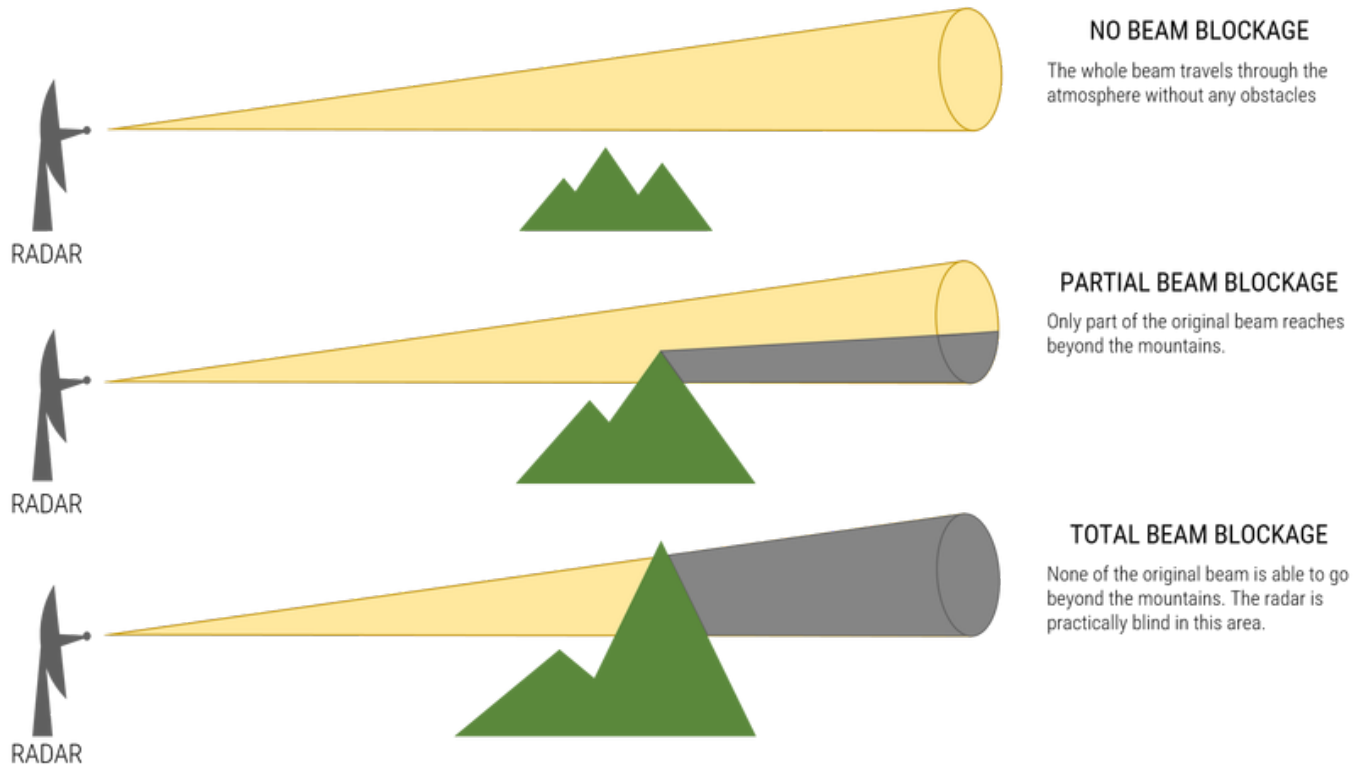
## Clear Air Echo





# A radarmérések pontosságát rontó hatások

## Domborzat árnyékoló hatása

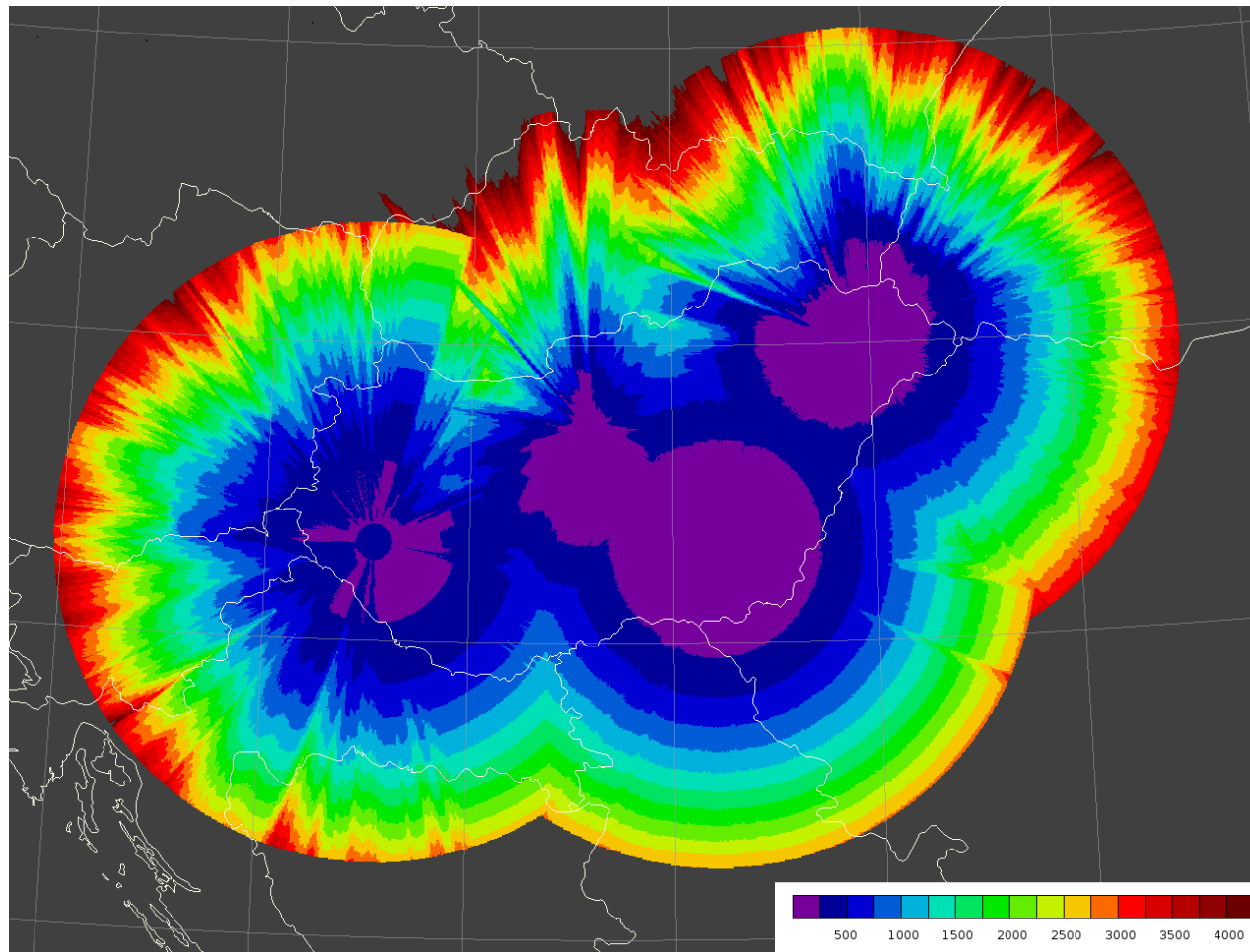




# A radarmérések pontosságát rontó hatások

Föld görbülete okozta hatás

<250 -1500m



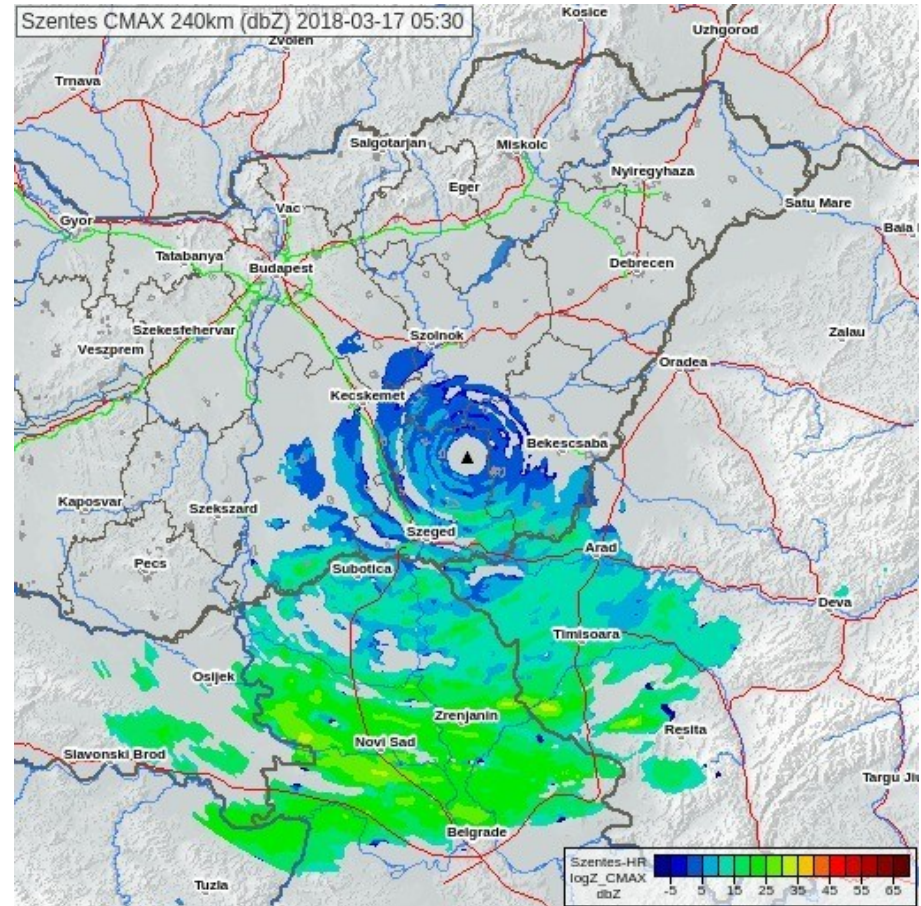
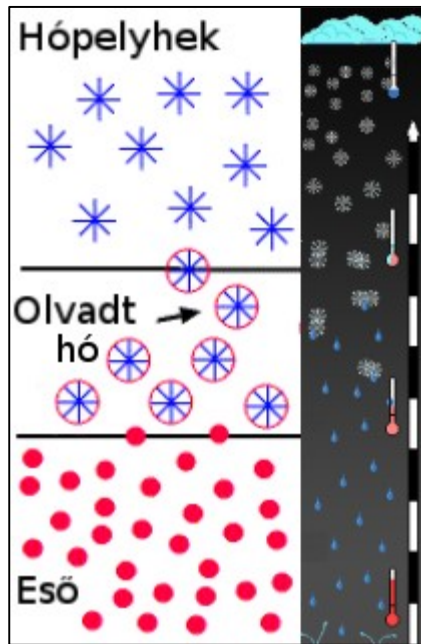
Szentes

	0.000
-----	
10	0.130
20	0.148
30	0.177
40	0.218
50	0.271
60	0.336
70	0.412
80	0.501
90	0.601
100	0.713
110	0.836
120	0.972
130	1.118
140	1.278
150	1.448
160	1.631
170	1.825
180	2.031
190	2.248
200	2.478
210	2.719
220	2.972
230	3.237
240	3.514



# A radarmérések pontosságát rontó hatások

## Olvadási réteg megjelenése a radarképeken





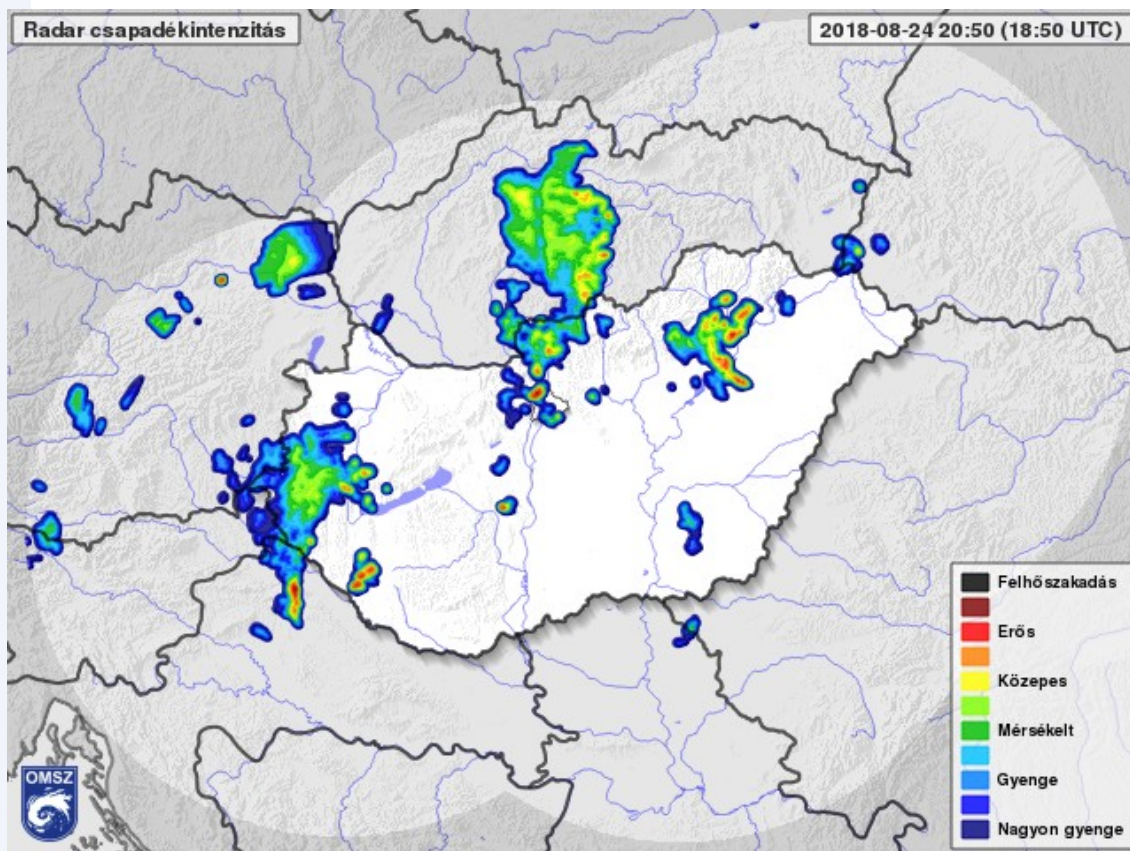
# Ekvivalens csapadékintenzitás

Radar (dBz)	Eső (mm/h)
- 10.0	0.01
- 5.0	0.02
0.0	0.04
5.0	0.07
10.0	0.15
15.0	0.30
20.0	0.70
25.0	1.30
30.0	2.70
35.0	5.60
40.0	11.50
45.0	24.00
50.0	48.00
55.0	100.00
60.0	205.00

**Marshall-Palmer  
formula:**

$$Z = 200R^{1,6}$$

# Ekvivalens csapadékintenzitás



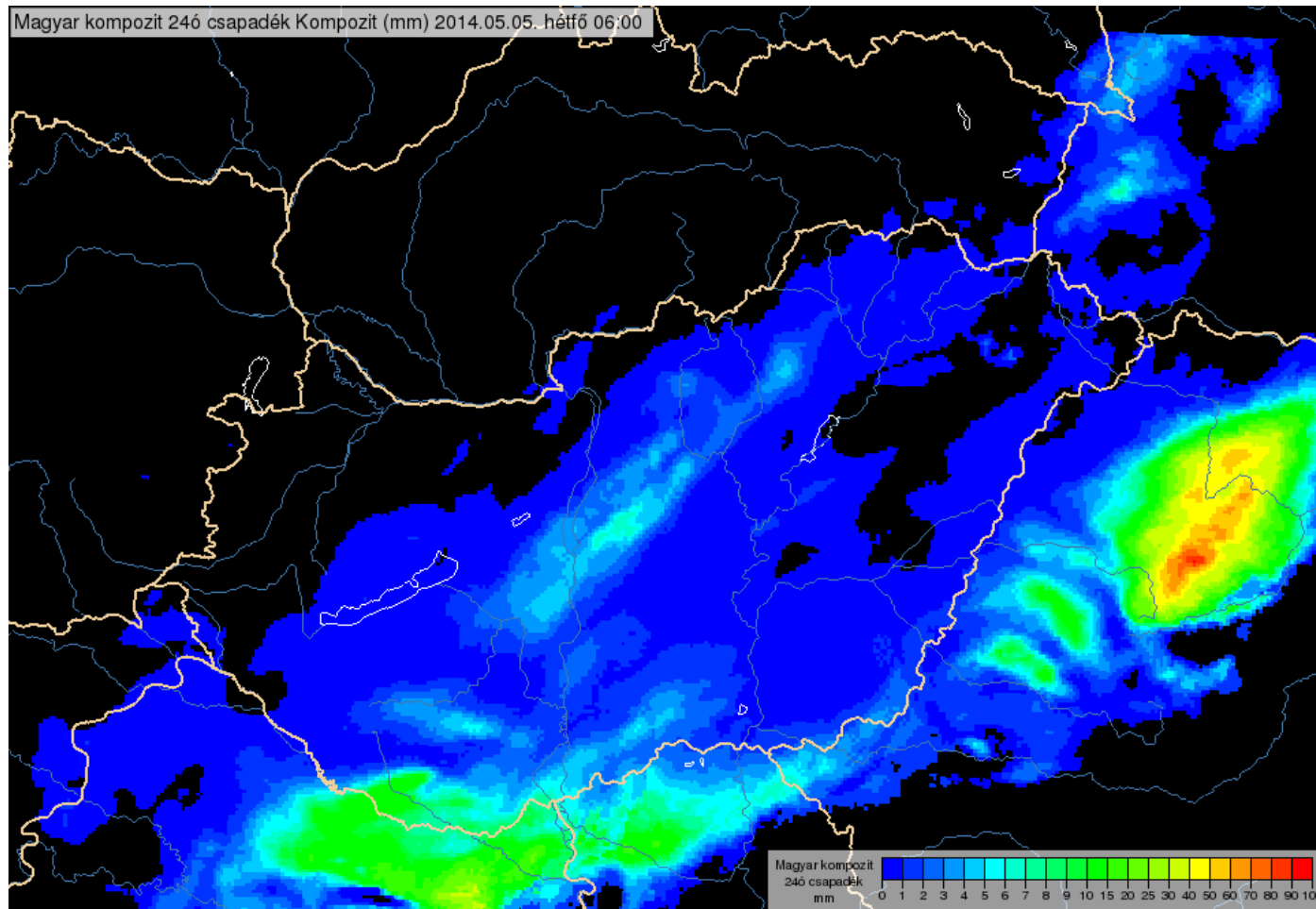
	Csapadékintenzitás (mm/h)
■ Felhőszakadás	100<
■	48,6-100
■ Erős	23,7-48,6
■	11,5-23,7
■ Közepes	5,6-11,5
■	2,7-5,6
■ Mérsékelt	1,3-2,7
■	0,6-1,3
■ Gyenge	0,3-0,6
■	0,15-0,3
■ Nagyon gyenge	0,02-0,15



# Csapadékösszegzés

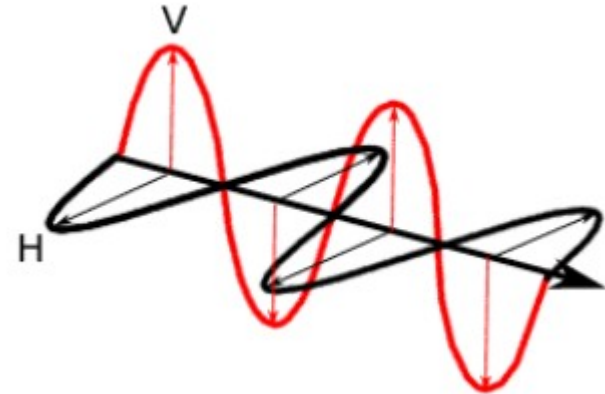
- Nagy területről jó felbontással van intenzitás értékünk
- Az intenzitás időbeli összegzésével a csapadékmennyiség meghatározható
- A diszkrét időpontok miatt hibával terhelt,
- ami függ a csapadékrendszer:
  - Időbeli fejlődésének ütemétől
  - Térbeli távolságától
  - Mozgásának sebességétől
- A csapadékrendszer áthelyeződési sebességének meghatározásával időben sűrűbb csapadékintenzitás képeket állítunk elő
- Korrigálás a felszíni csapadékmérőkkel
- 3,6,12,24 óránként

# Csapadékösszegzés



Horizontalisan  
(földfelszínrel  
párhuzamos) és  
vertikálisan  
(földfelszínre  
merőleges) polarizált  
elektromágneses  
hullám

- Hidrometeorok osztályozása
- Csapadékintenzitás becslése, pontosítása
- Csapadékmezőben történő gyengülés korrigálásása



1,35 mm



1,75 mm



2,65 mm



2,90 mm



4,00 mm



# Gyengülési korrekció

-A kibocsátott sugárzás a különböző polarizációs irányokban fázisszög változást szenved □ az elektromágneses sugárzás a vízben lassabban halad, mint levegőben

-Differenciális terjedési fázisszög:

$$\Phi_{DP} = \Phi_H - \Phi_V$$

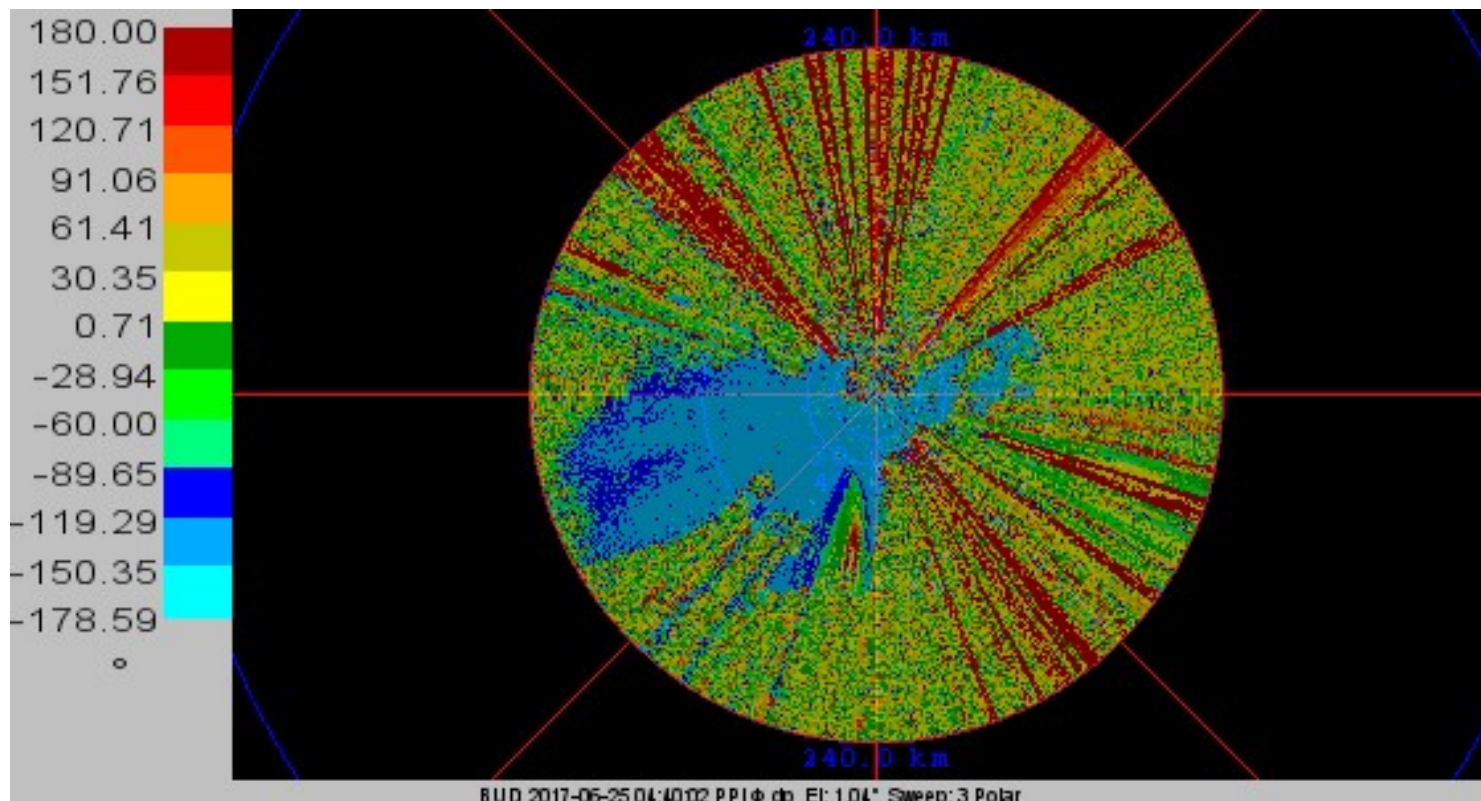
A horizontális ( $\Phi_H$ ) és vertikális ( $\Phi_V$ ) polarizációs irány esetén bekövetkező fázisszög változások különbsége.

-  $\Phi_{DP}$  monoton növekvő □ növekedésének mértékéből a radar jel csapadék okozta gyengülésének nagyságára következtethetünk

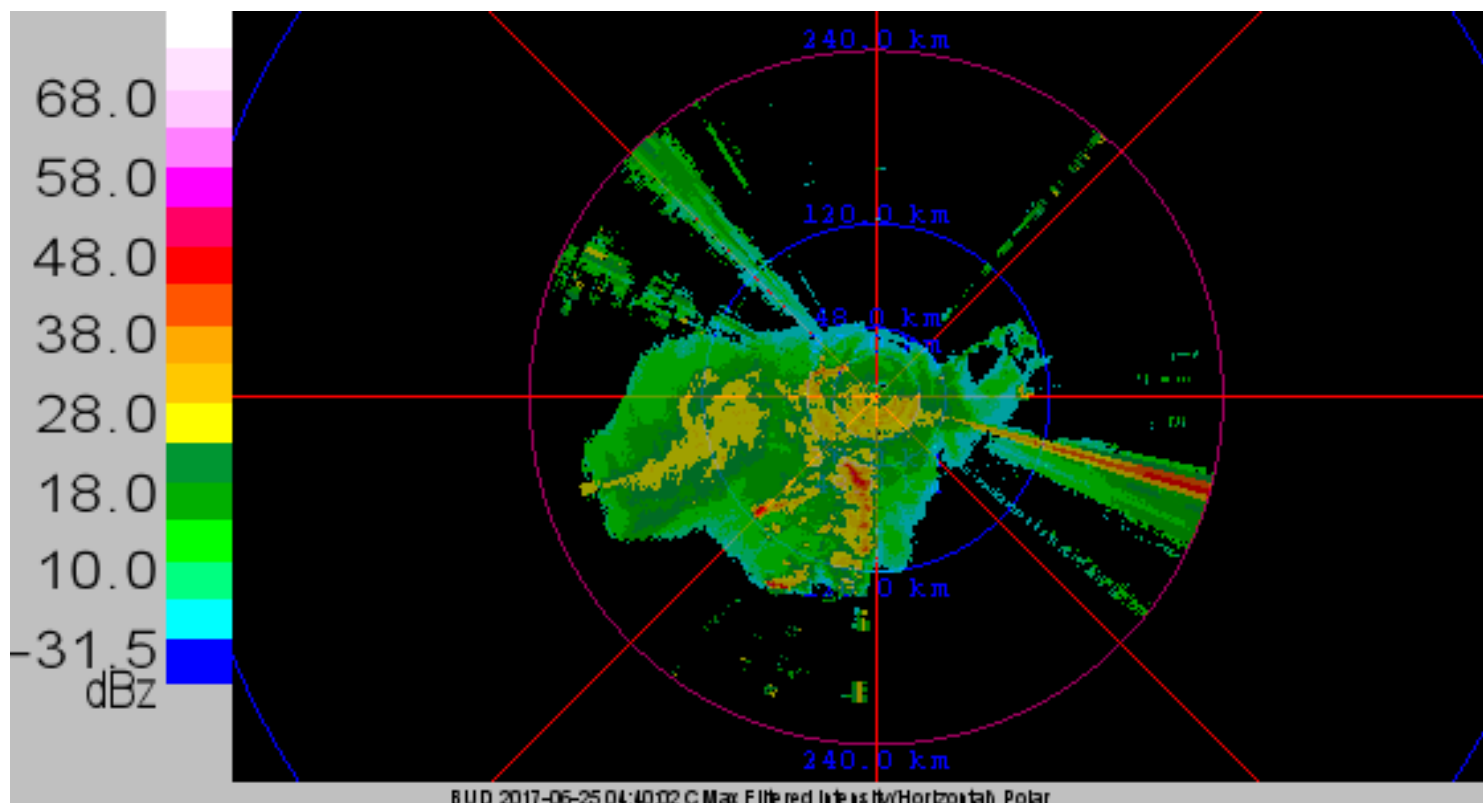




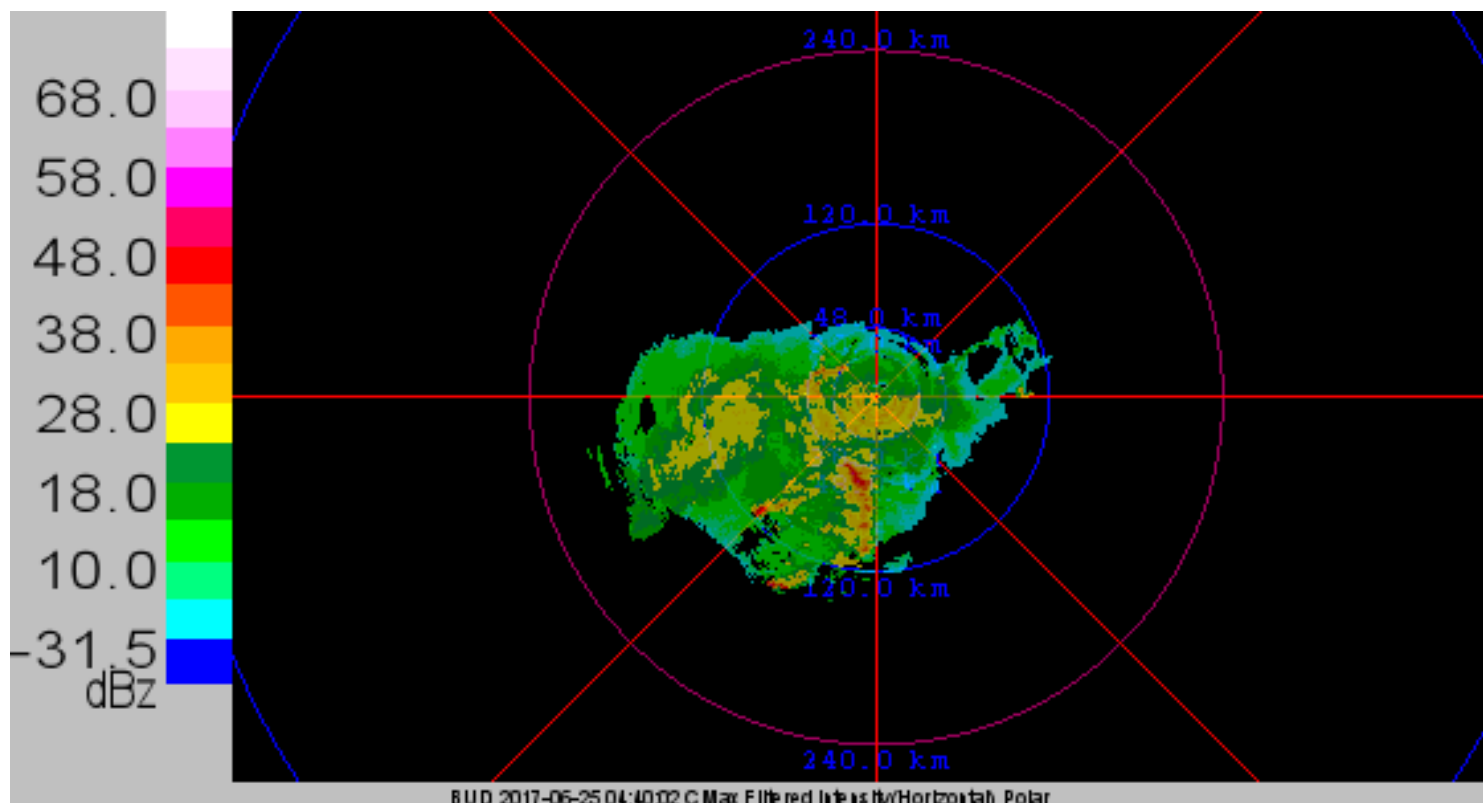
## Nyers PHIDP mező



## Nyers reflektivitás mező

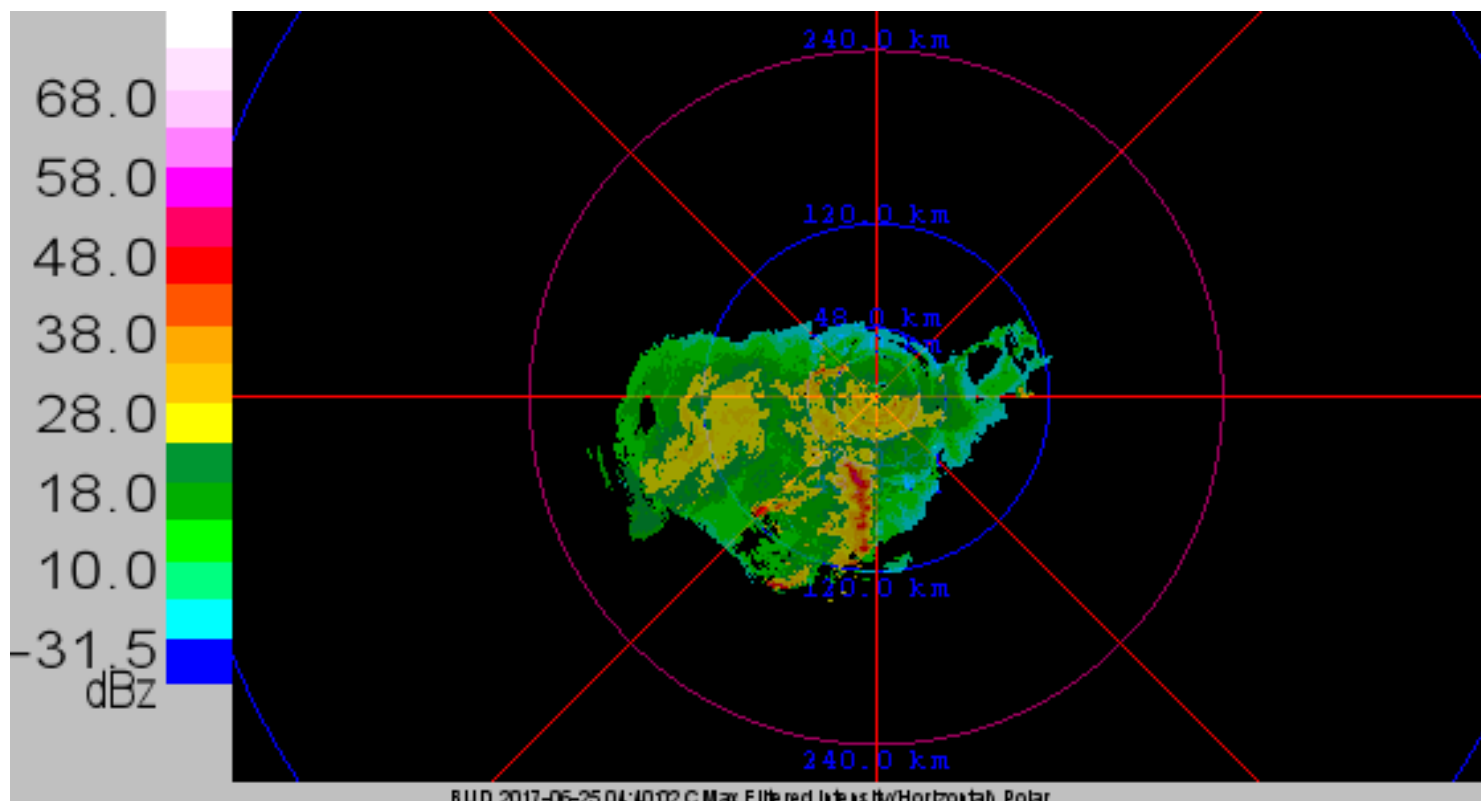


## Szűrt reflektivitás mező



# Gyengülési korrekció

Gyengítéssel korrigált, szűrt reflektivitás mező





# AUTO METAR

		Lightning				
Level of radar reflectivity in an area of 30km around the aerodrome		Lightning impact(s) in an area of 8 km around the aerodrome	Lightning impact(s) in an area from 8 km to 16km around the aerodrome	Lightning impact(s) in area from 16 km to 30 km around the aerodrome	No lightning impact	No data
	Reflectivity of 5 closely pixels >41 dBZ	CB TS	CB VCTS	CB	CB	CB No information
	$33 \leq$ Reflectivity of 5 closely pixels <41 dBZ	CB TS	CB VCTS	CB	TCU	TCU No information
	Reflectivity of 5 closely pixels $\leq$ 33 dBZ	CB TS	CB VCTS	CB		No information
	No data	CB TS	CB VCTS	CB	No informati on	No information No information



[https://www.met.hu/idojaras/aktualis\\_idojaras/radar/](https://www.met.hu/idojaras/aktualis_idojaras/radar/)

[https://www.met.hu/ismertetok/radar\\_ismerteto.pdf](https://www.met.hu/ismertetok/radar_ismerteto.pdf)

