



## Időjárási radarok és produktumaik

Hadvári Marianna  
Országos Meteorológiai Szolgálat  
Távérzékelési Osztály

2019. Július 11.



*Alapítva: 1870*



# Radio Detection And Ranging

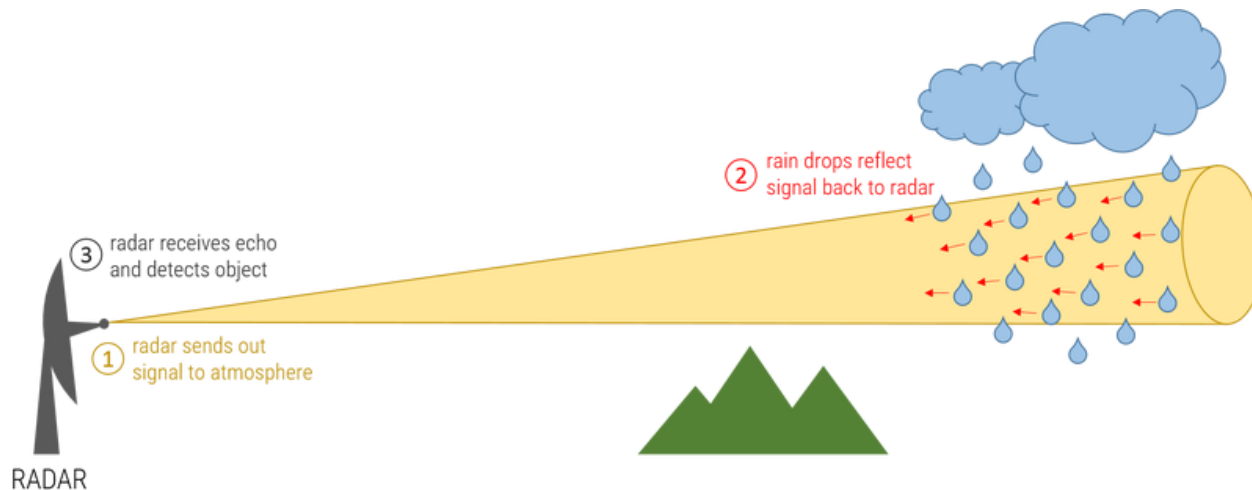
1935 - Robert Alexander Watson-Watt – Repülőgépek helyzet-  
meghatározása

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)

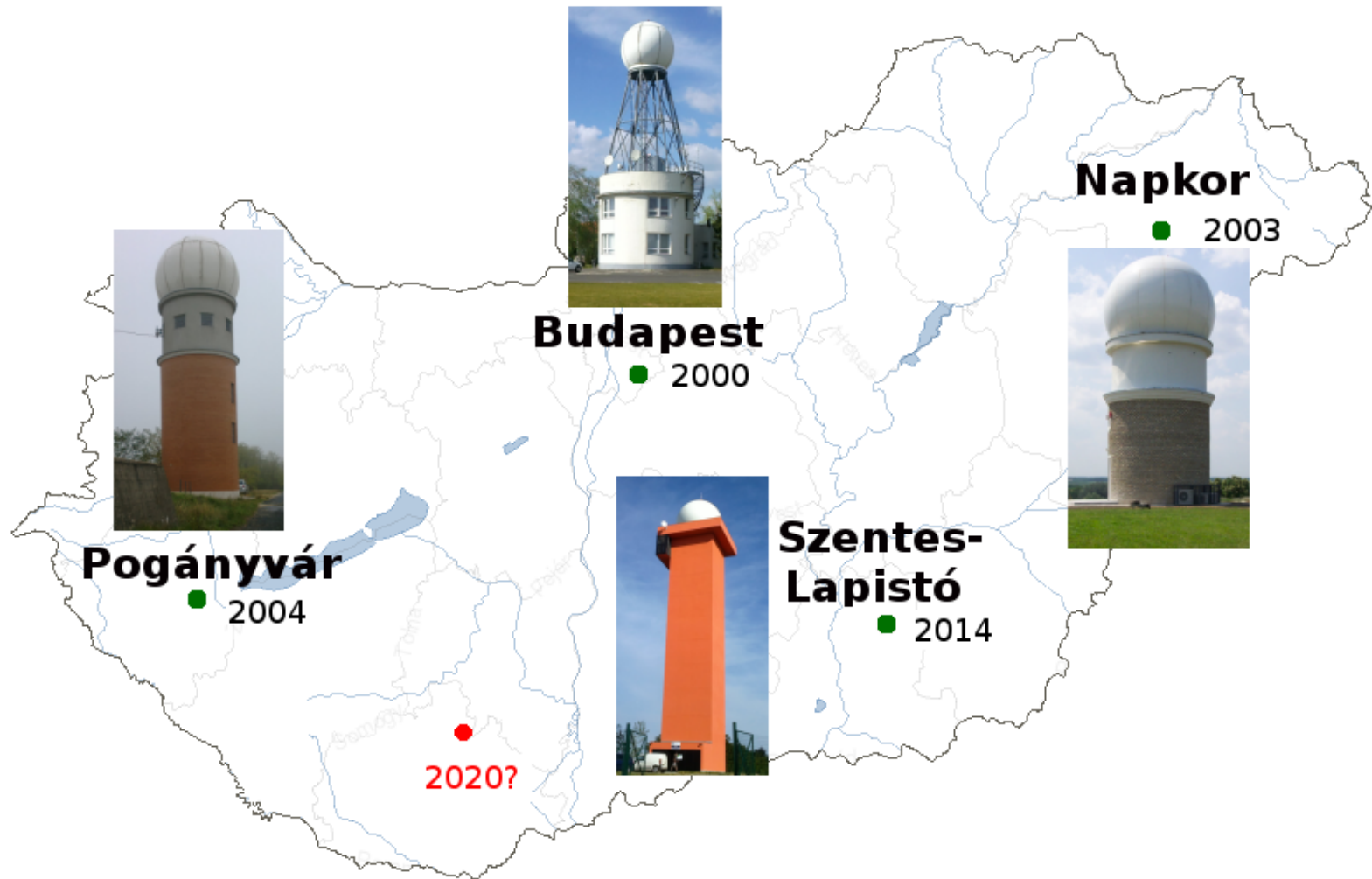
1990-es években automatizálták, 15 percenként digitális  
radarképek - időjárás helyzettől függően

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

Upgrade -2013,2015,2016



# Az OMSZ radarhálózata

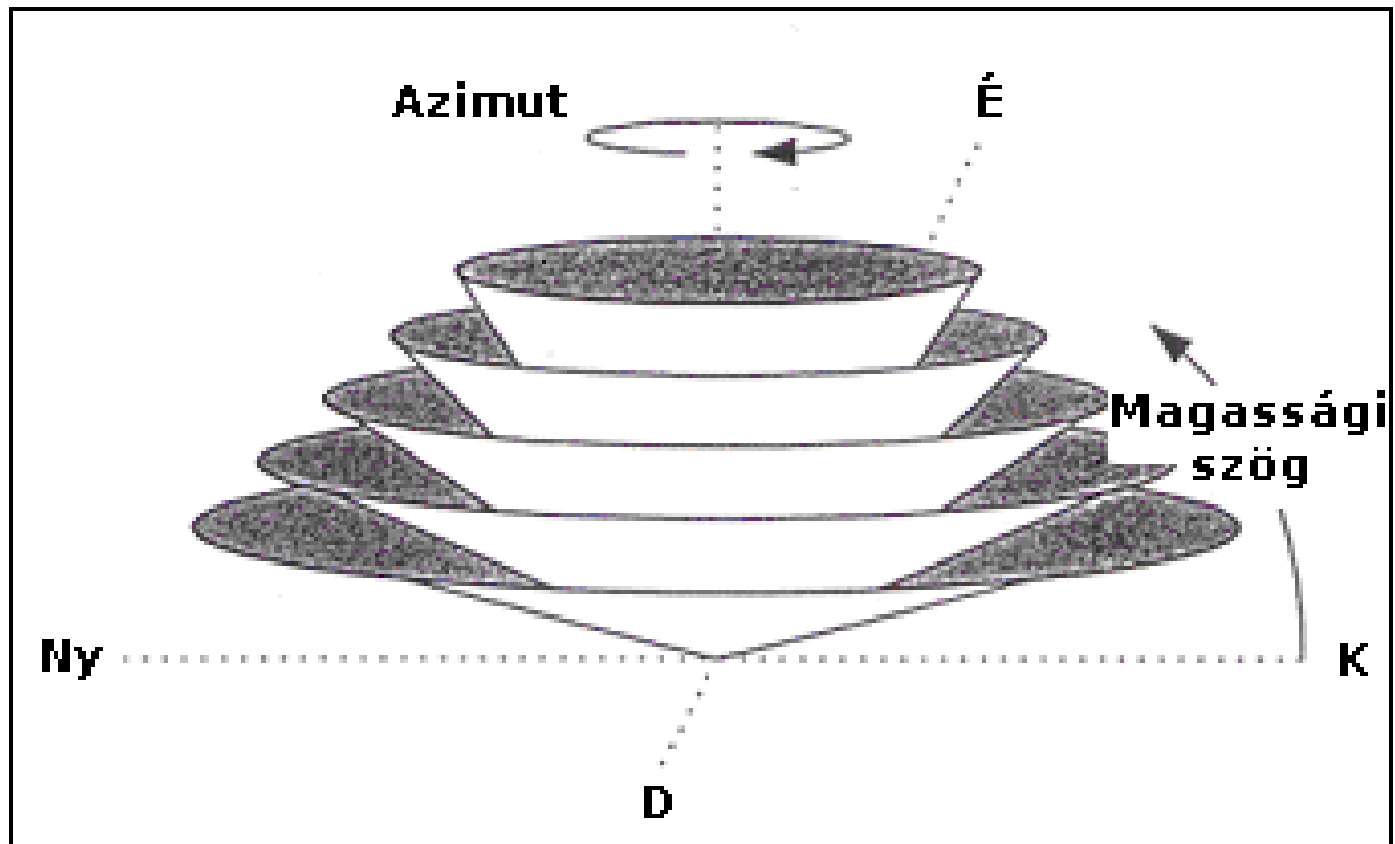




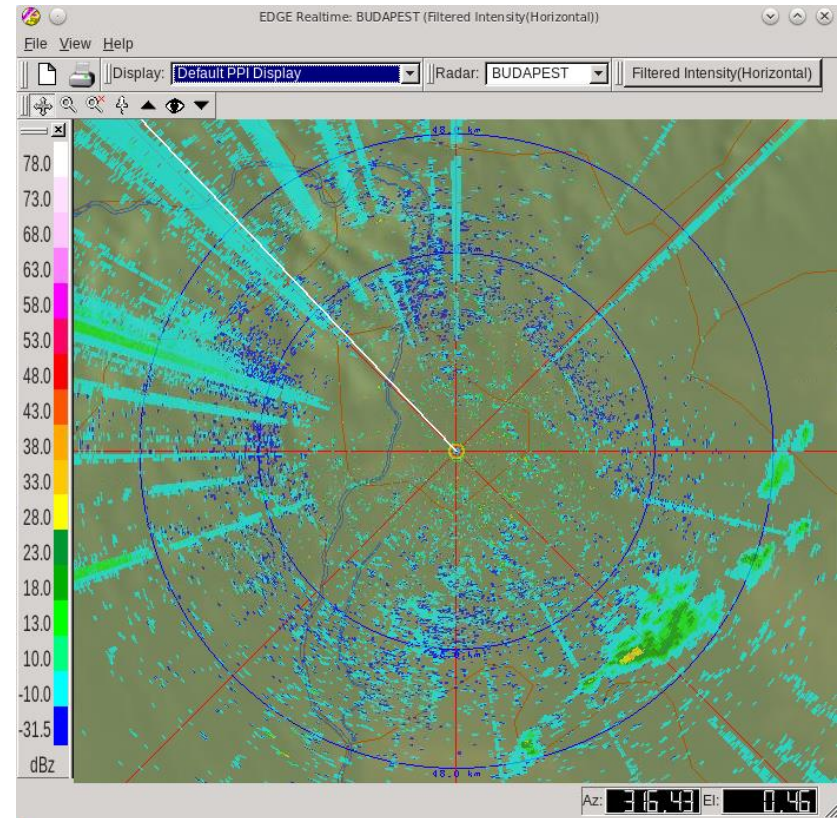
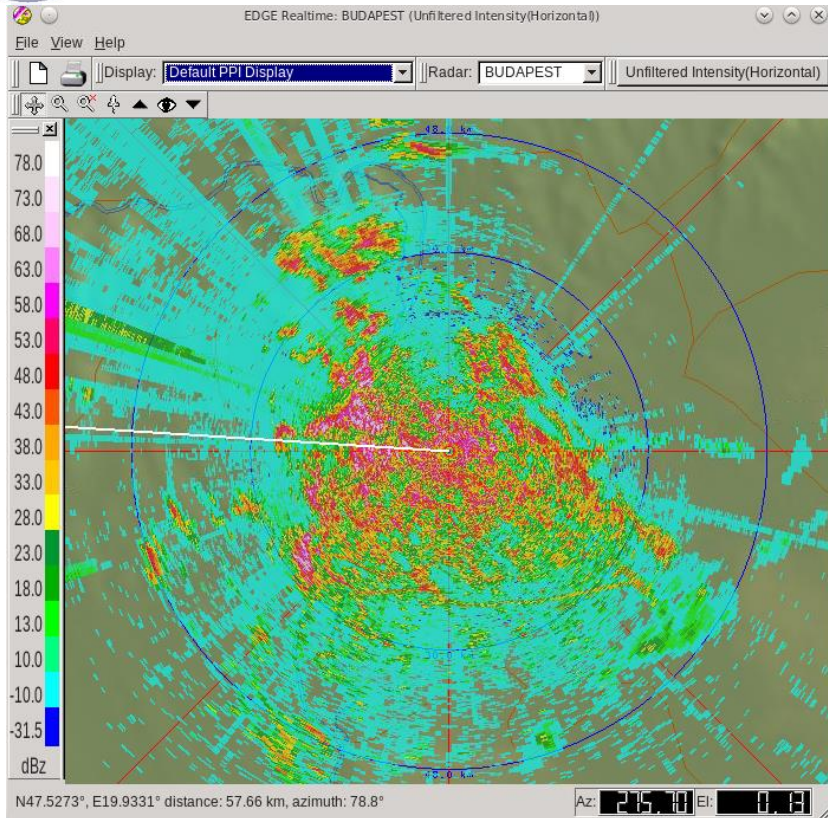
# Az OMSZ radarhálózatának mérési programja

<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

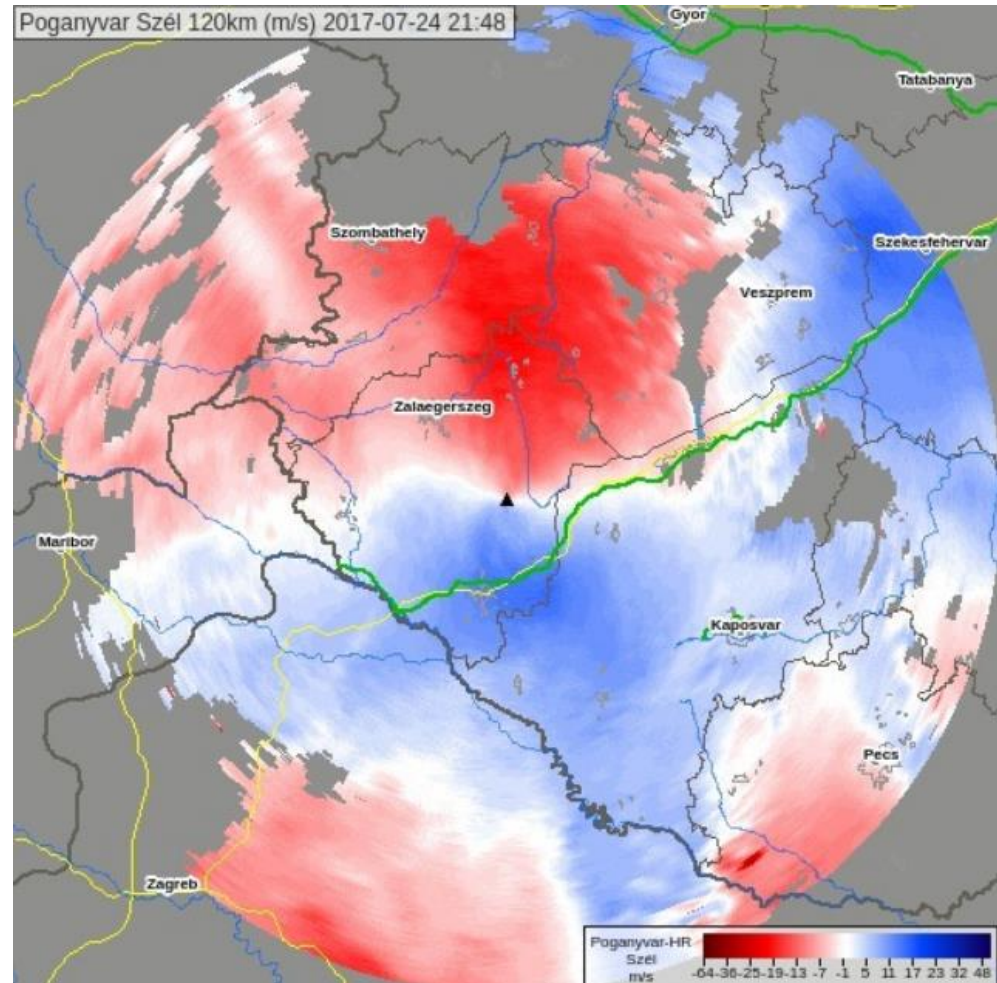




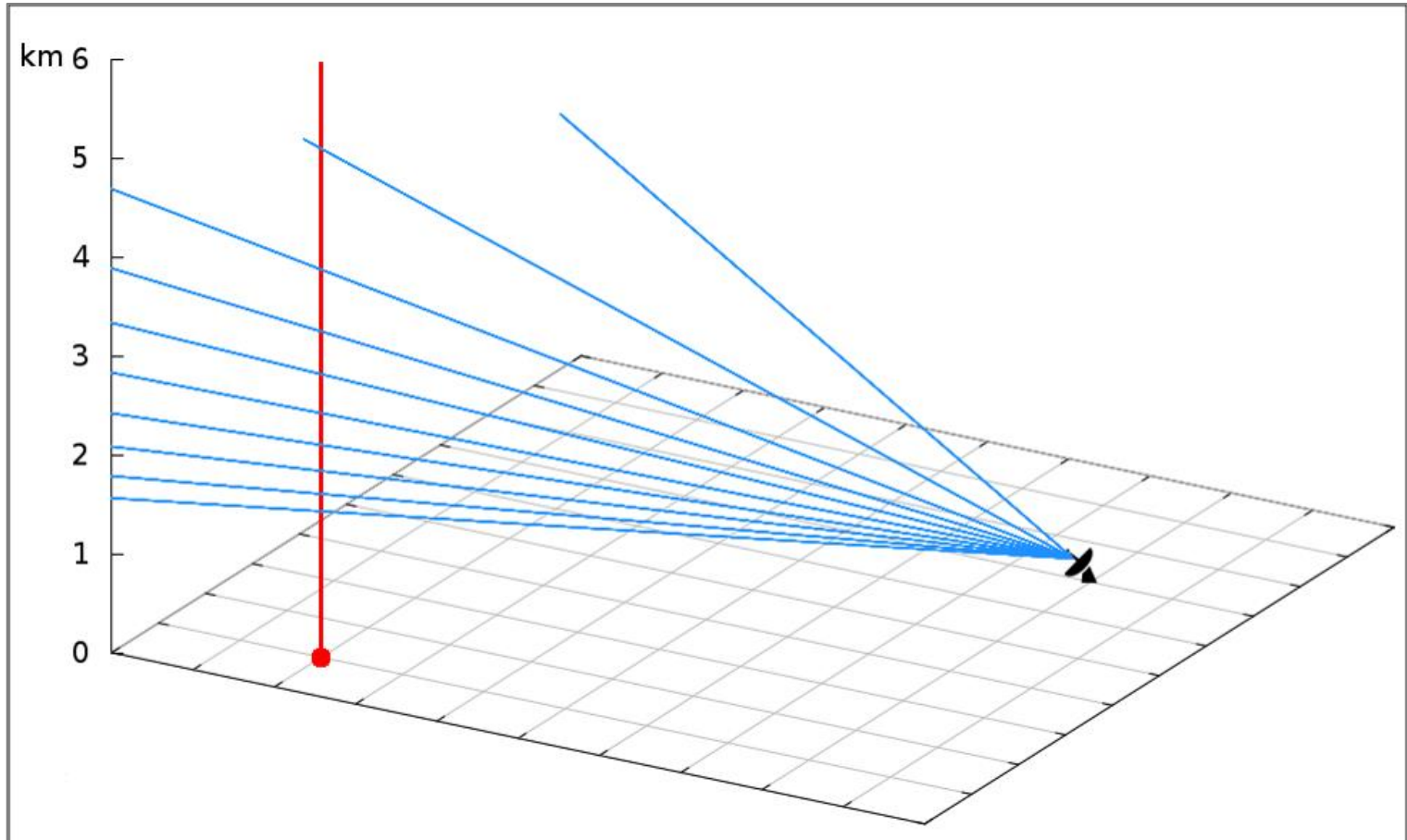


- A mozgó célokról visszaverődő elektromágneses hullám frekvenciája megváltozik
- A nem mozgó célok reflexióit meg tudjuk különböztetni a csapadékról visszavert jelektől

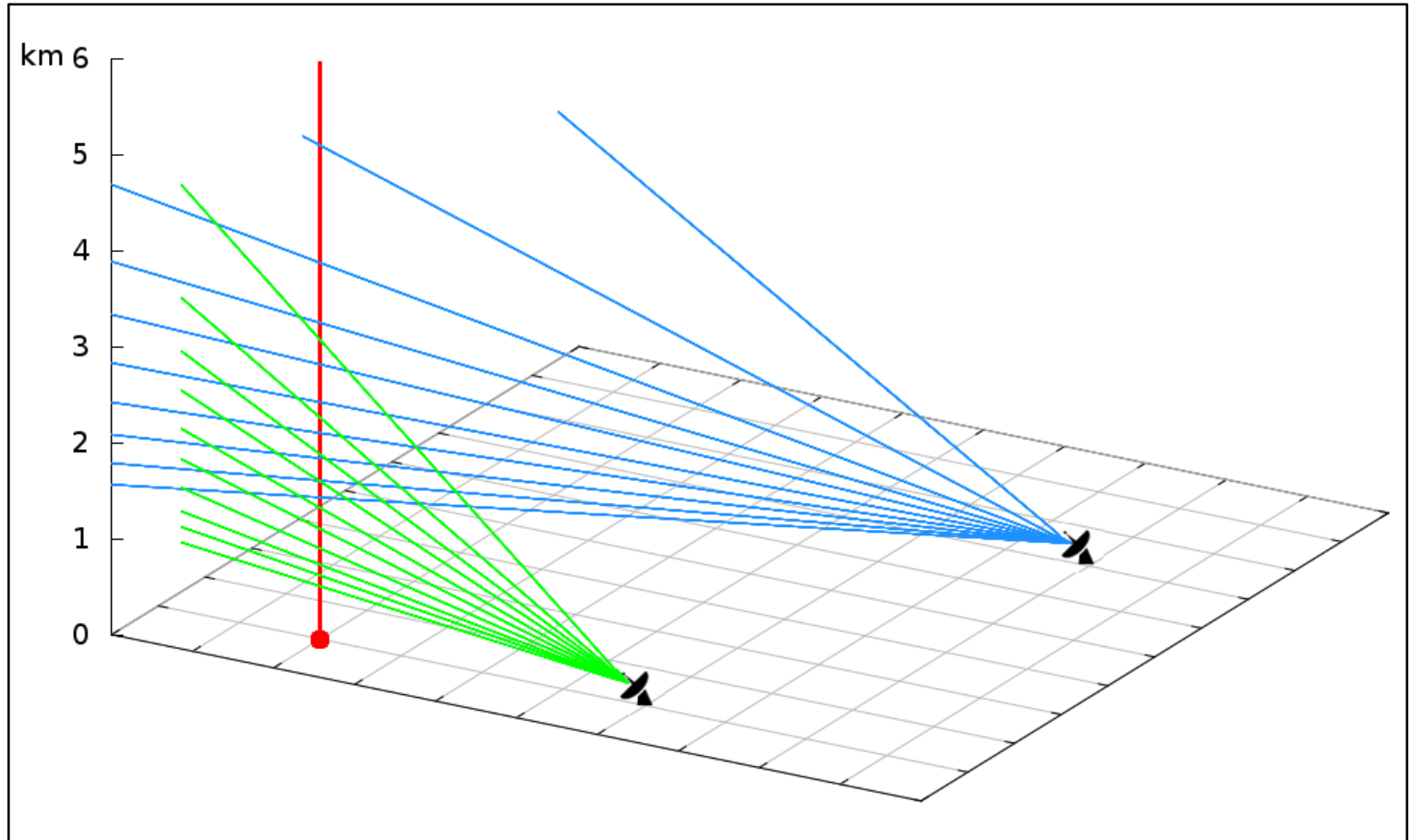
A mozgó célról visszavert fáziskülönbség arányos a visszaverő objektum radarhoz képesti sebességével



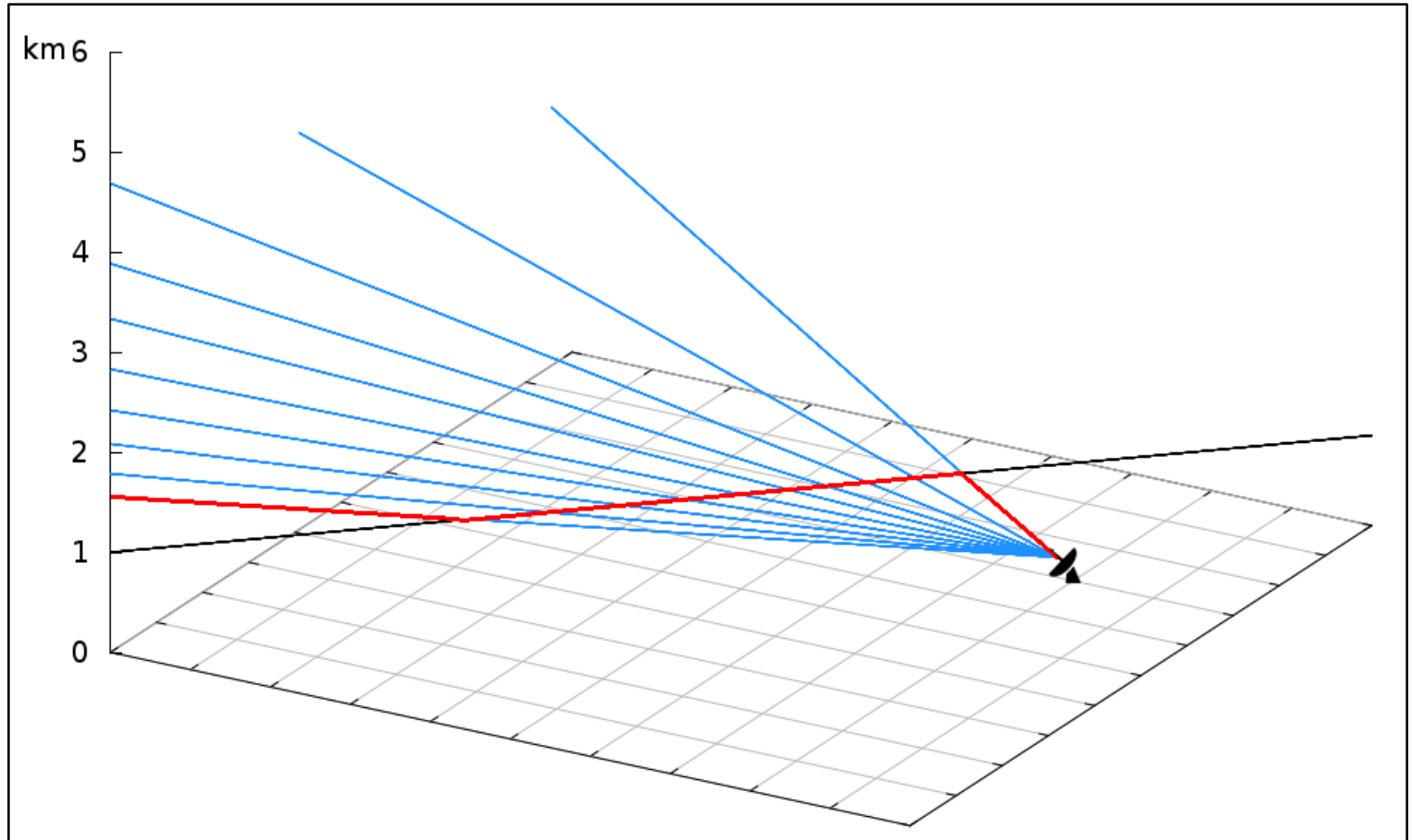
## Oszlopmaximum (CMAX)



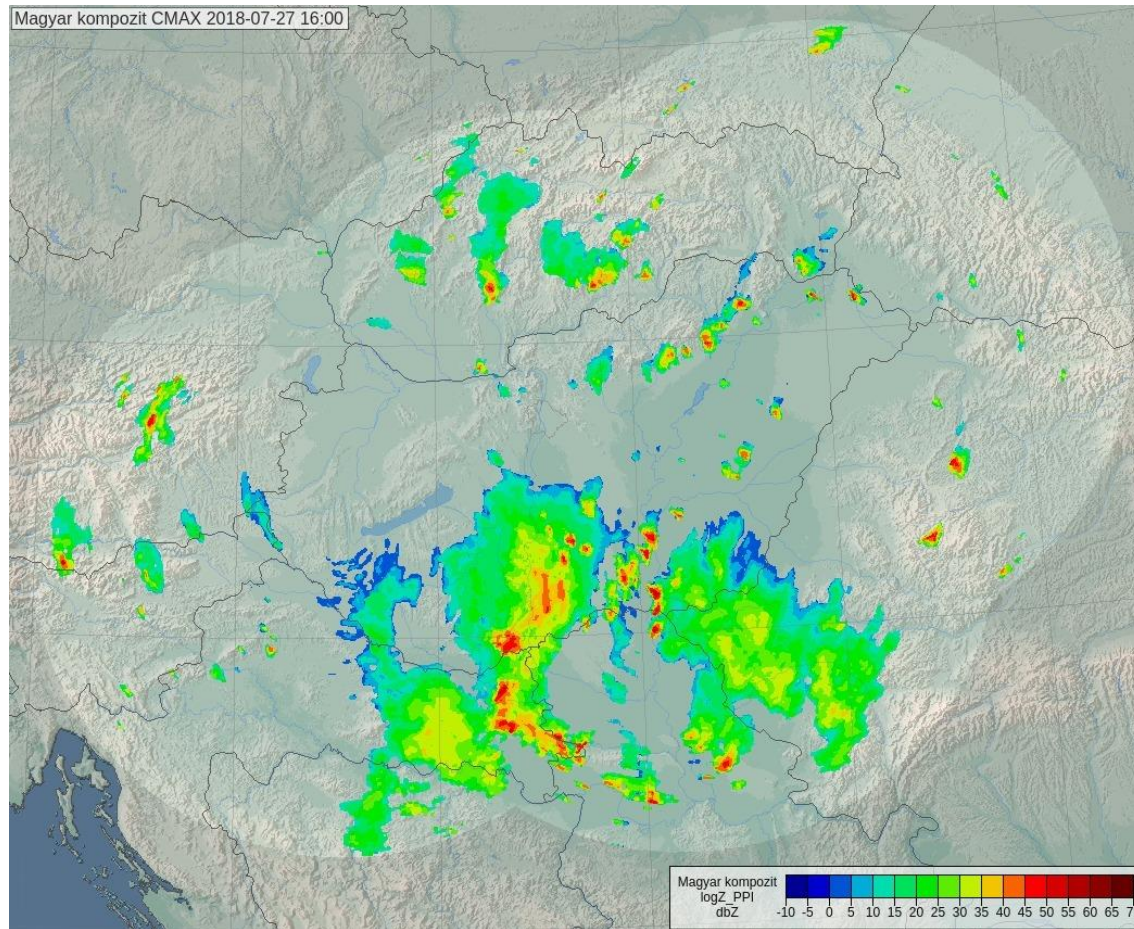
## Kompozit CMAX



## PseudoCAPPI



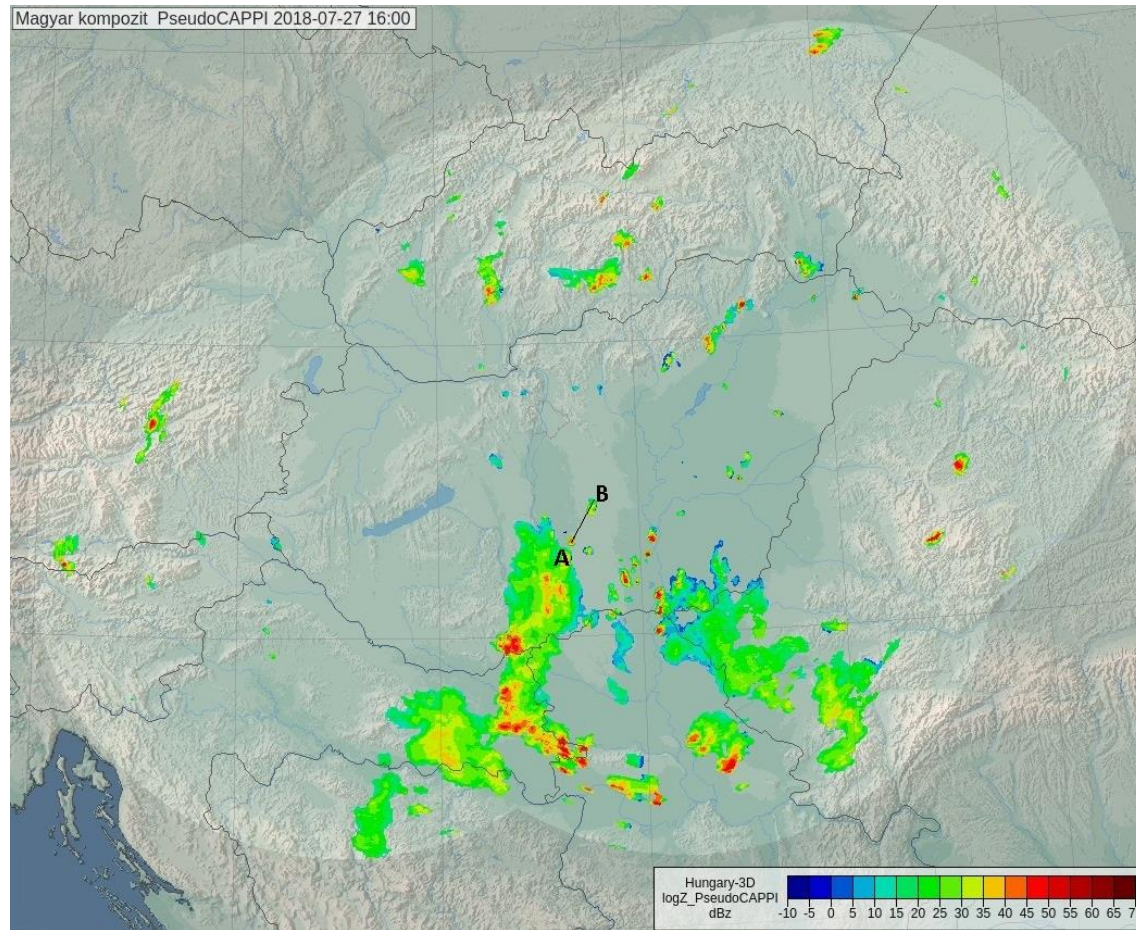
## Kompozit CMAX





# PseudoCAPPI vs. CMAX

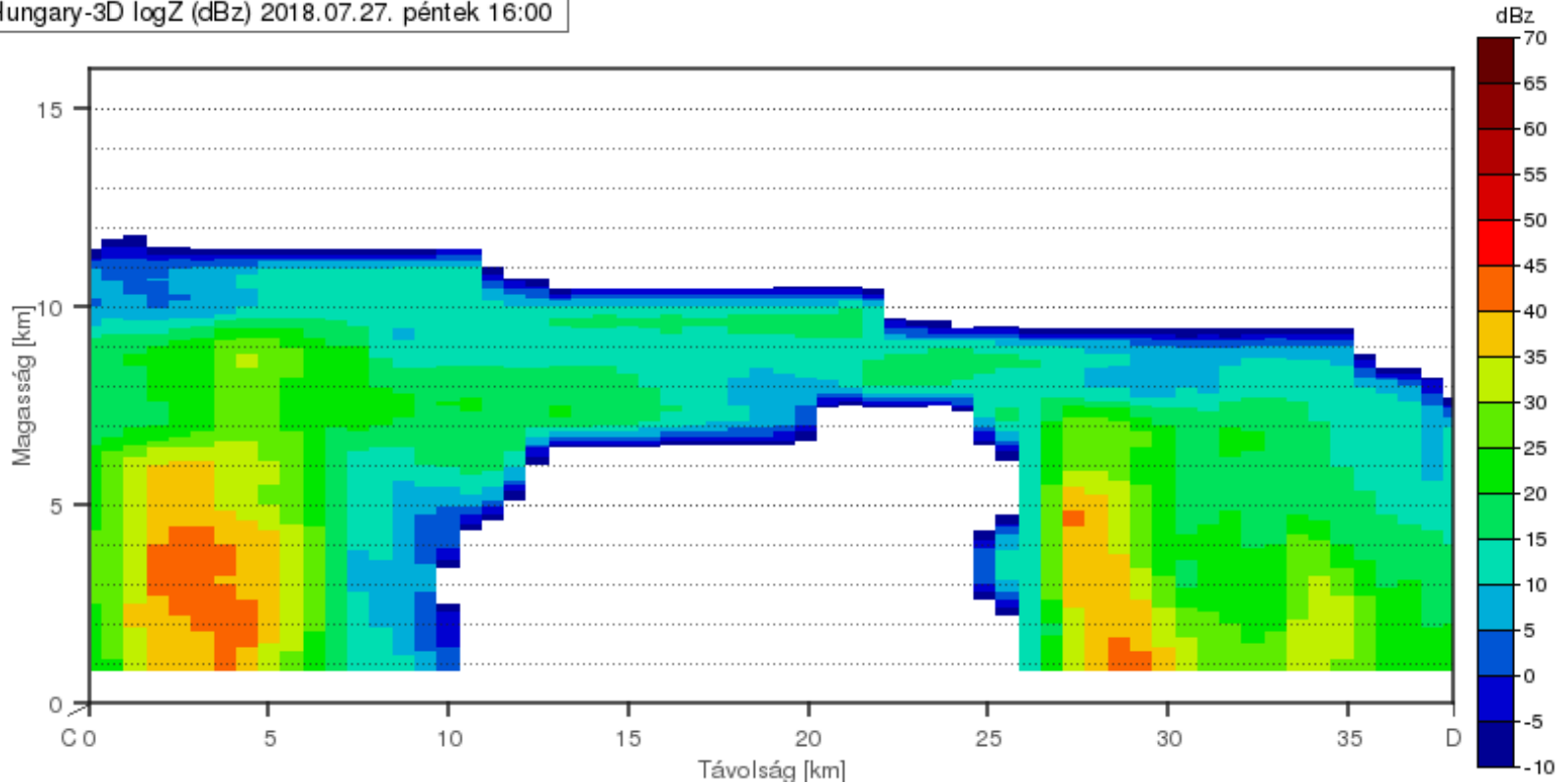
## PseudoCAPPI





# PseudoCAPPI vs. CMAX

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

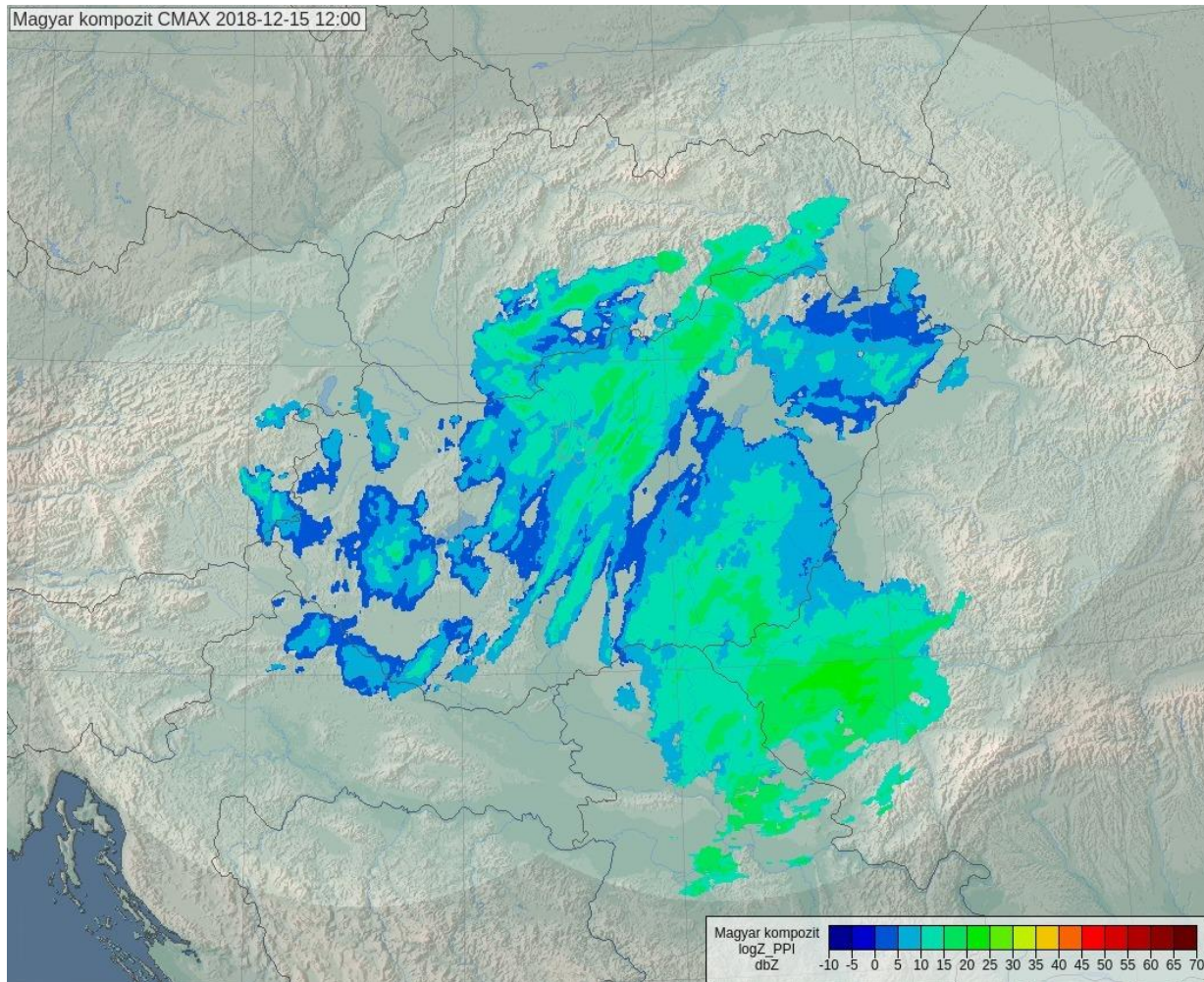






# PseudoCAPPI vs. CMAX

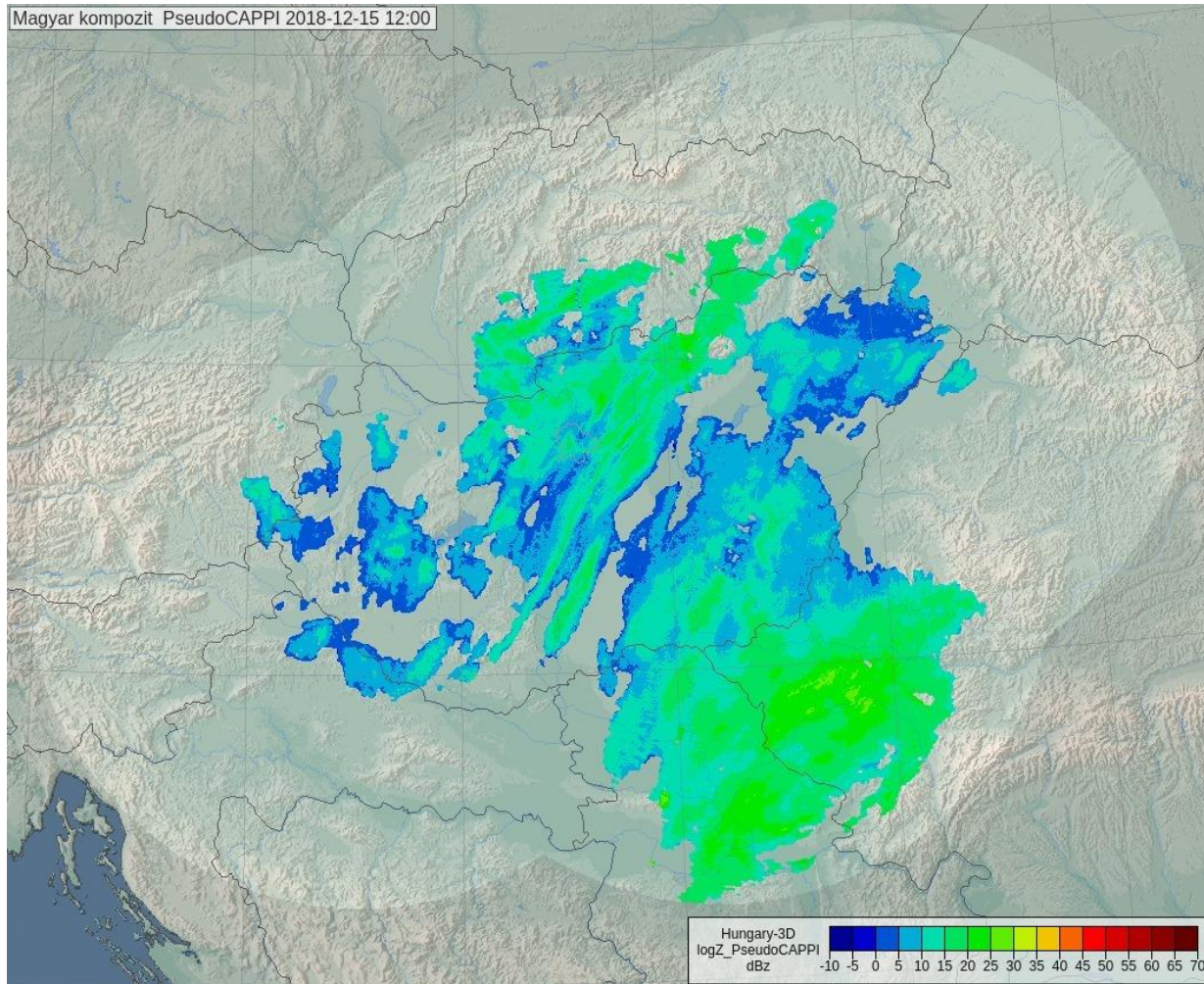
## Kompozit CMAX



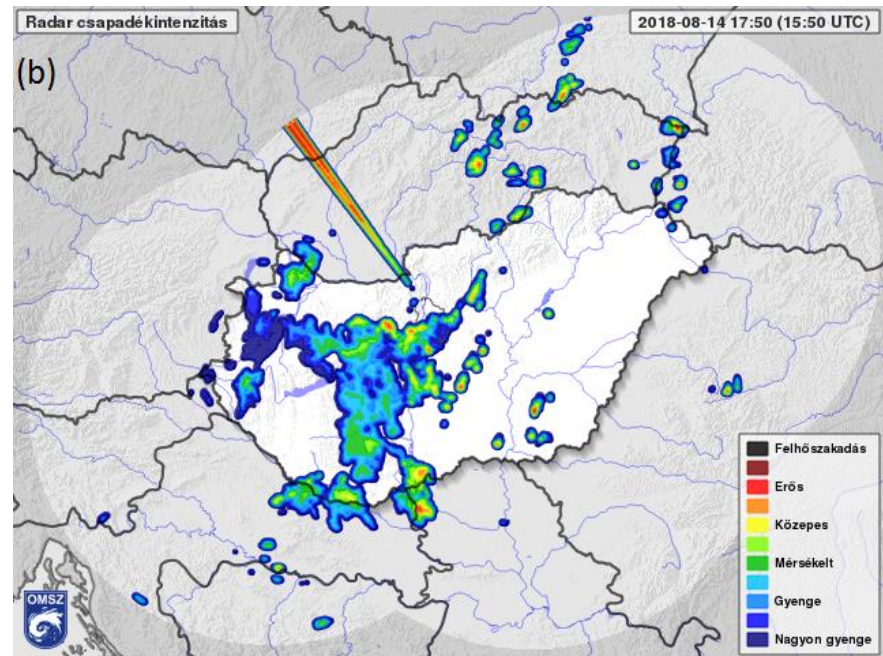
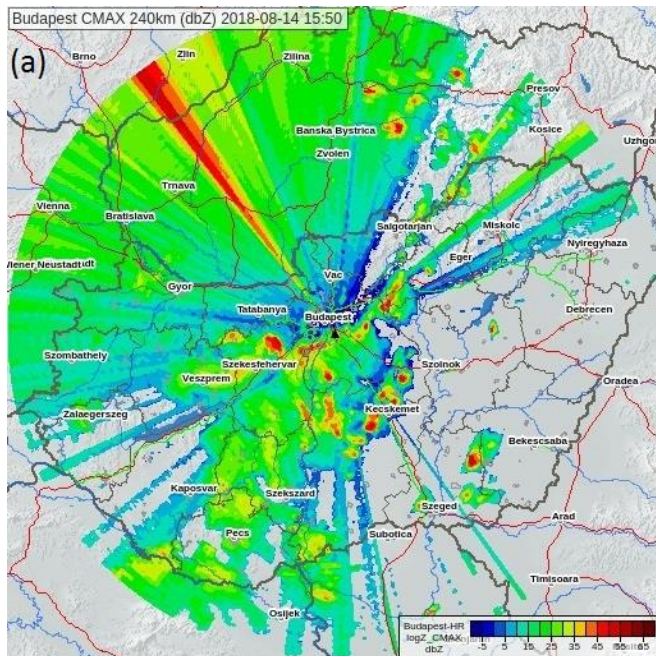


# PseudoCAPPI vs. CMAX

## Kompozit PseudoCAPPI

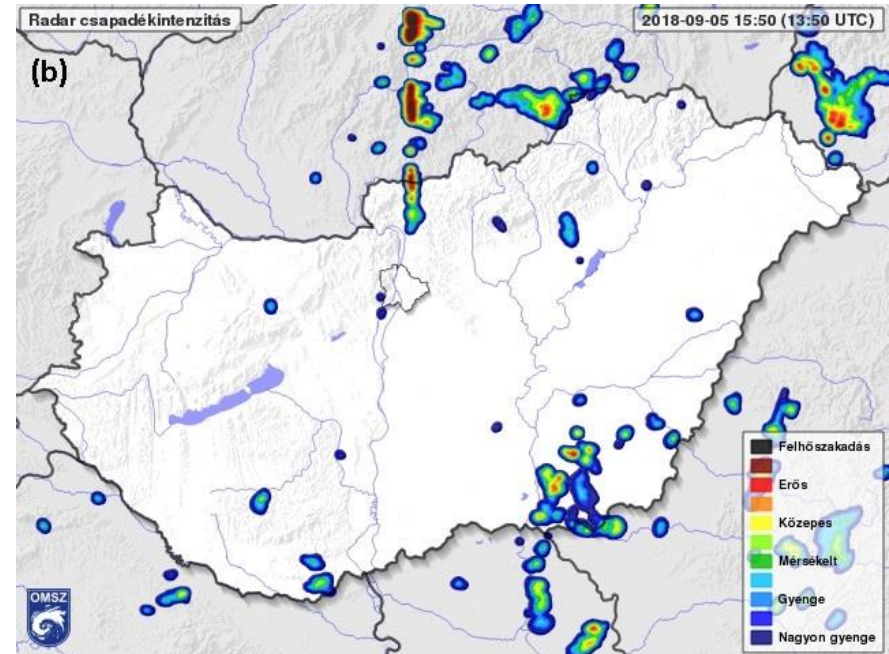
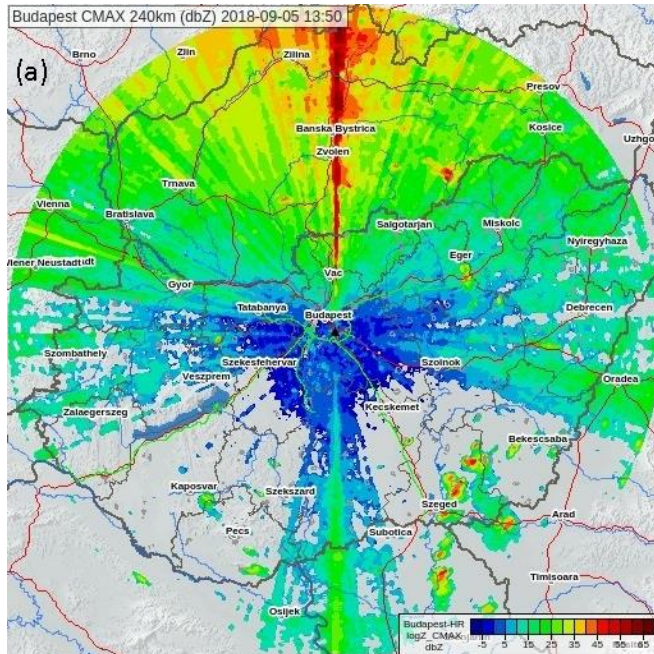


## Wlan zavarok 1



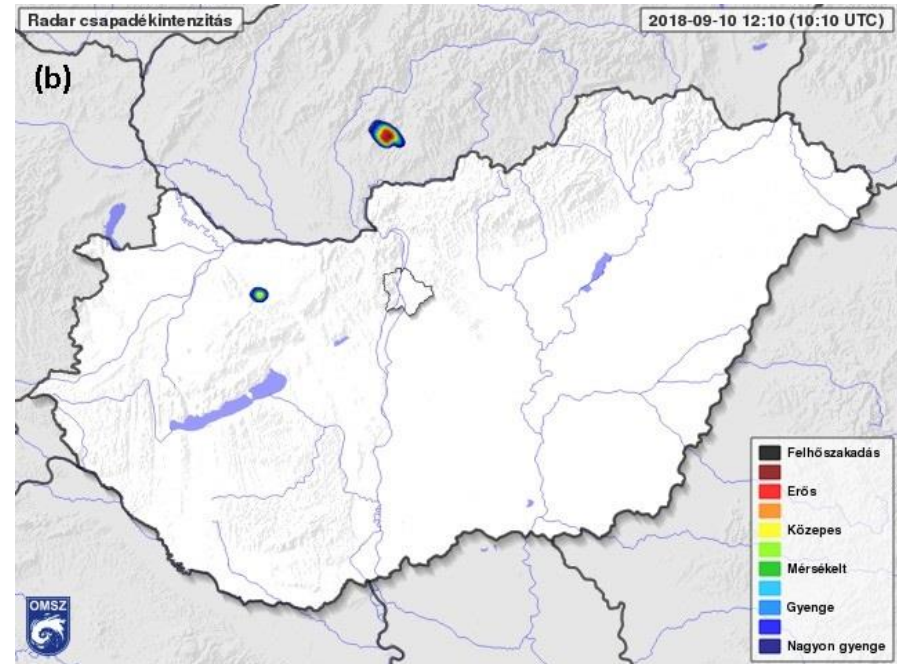
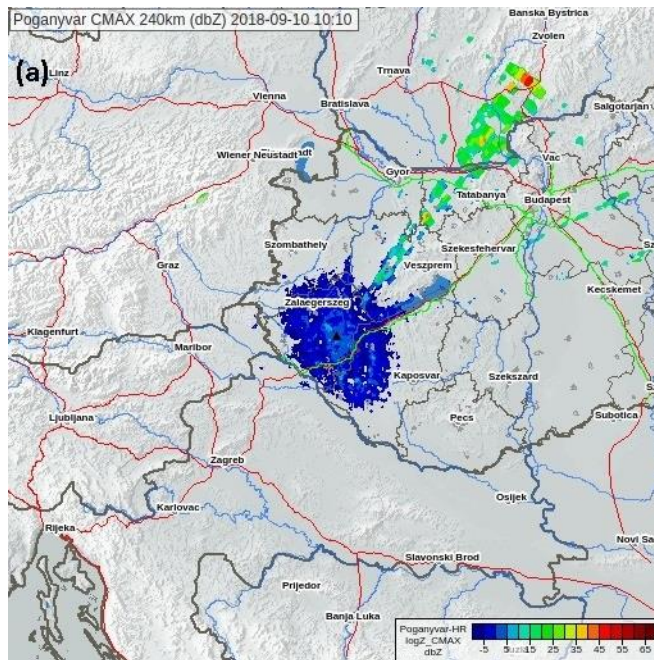
2018. augusztus 14. 15:50 UTC-kor készült budapesti szűretlen reflektivitás kép (a) és a honlapon is megjelenített, szűrt, kompozit csapadékintenzitás térkép (b). Az északnyugati irányból érkező nagyon erős WLAN zavart a szűrők nem tudták eltávolítani a képről.

## 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

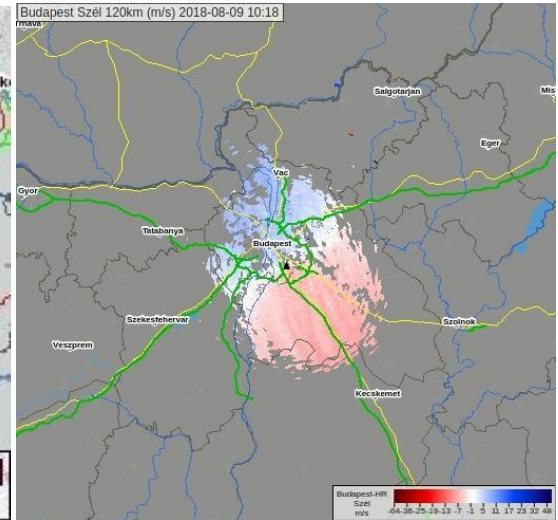
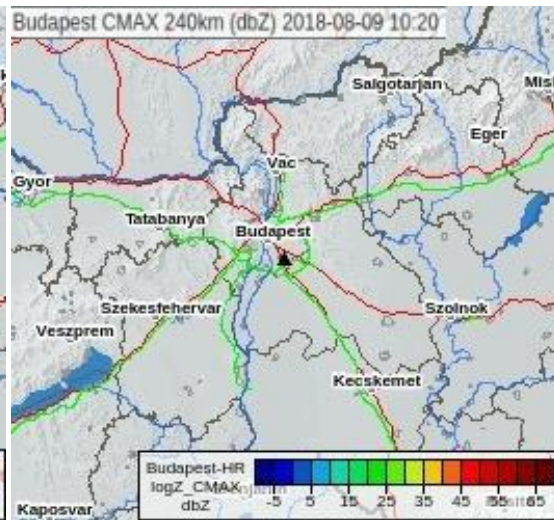
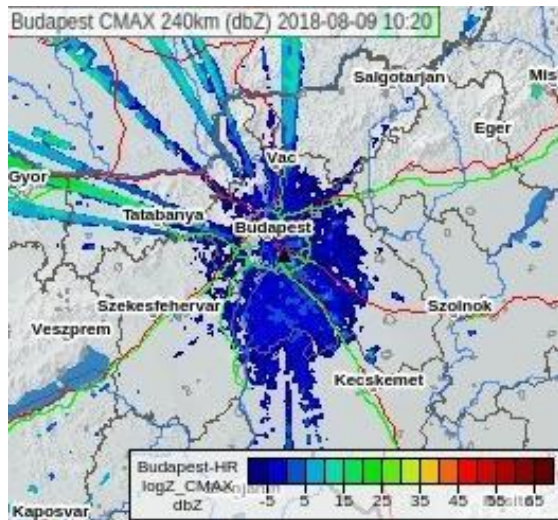


2018. Szeptember 10. 10:10 UTC-kor készült pogányvári szüretlen reflektivitás kép (a) és a honlapon is megjelenített, szűrt, kompozit csapadékinvenzítás térkép (b). Az északkeleti irányból érkező nagyon erős WLAN zavart a szűrők nem tudták eltávolítani a képről.

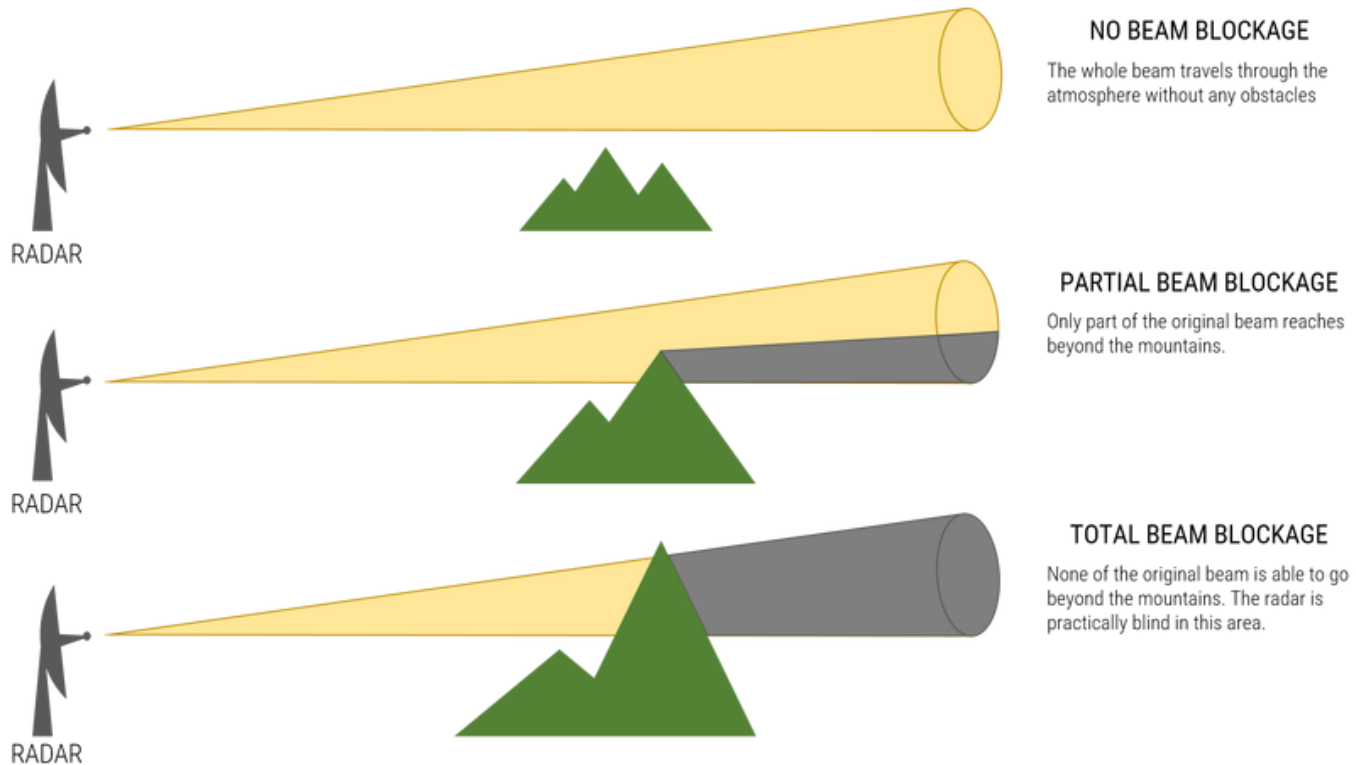


# A radarmérések pontosságát rontó hatások

## Clear Air Echo



## Domborzat árnyékoló hatása

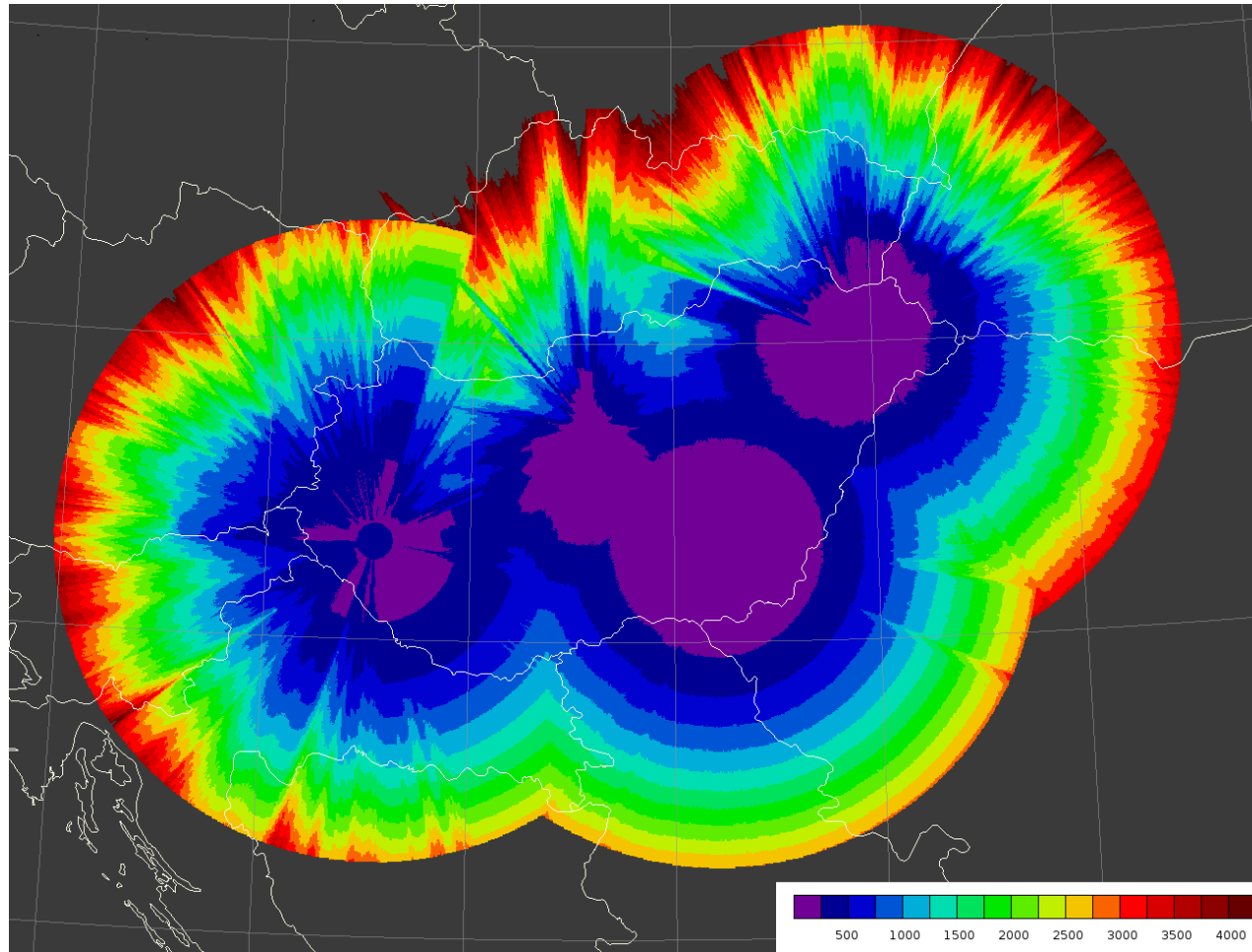




# A radarmérések pontosságát rontó hatások

Föld görbülete okozta hatás

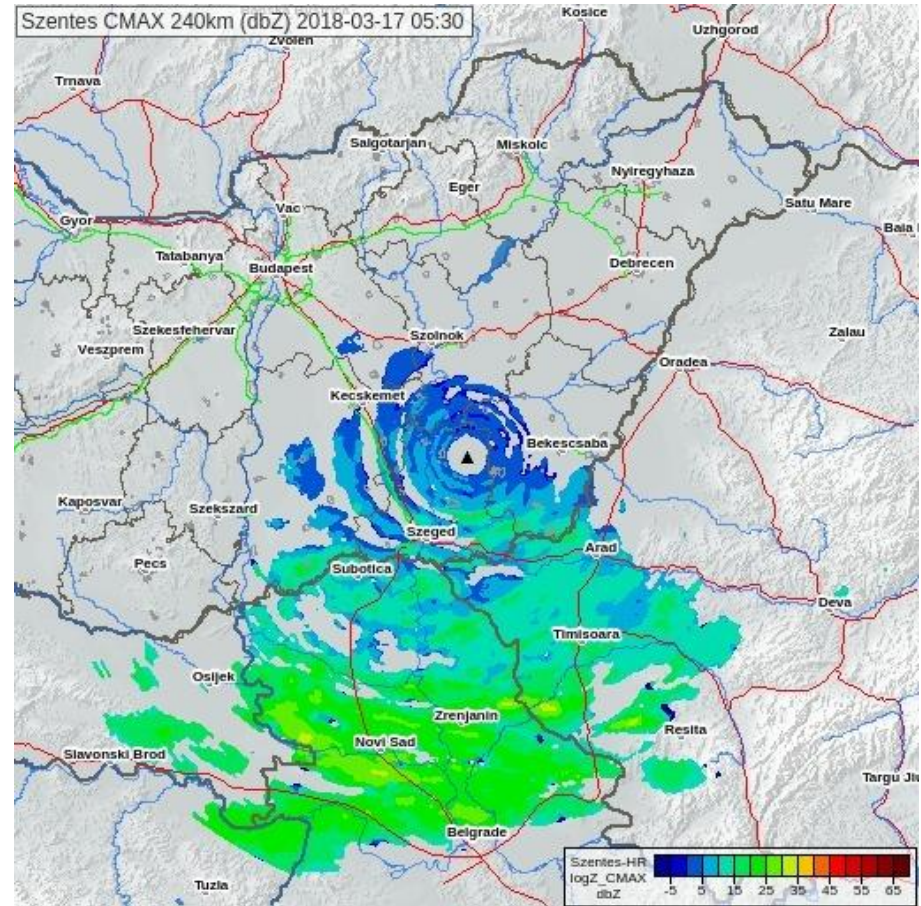
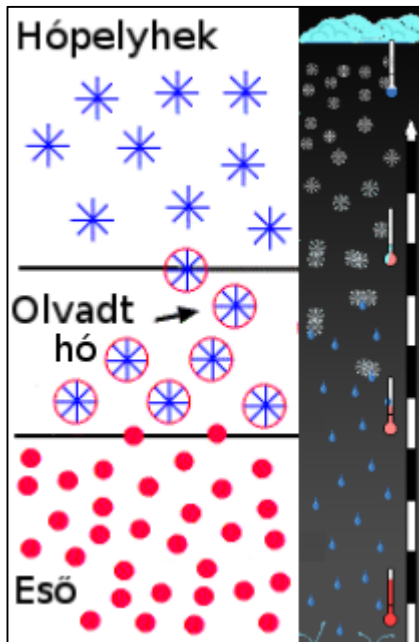
<250 - 1500m





# A radarmérések pontosságát rontó hatások

Olvadási réteg megjelenése a radarképeken





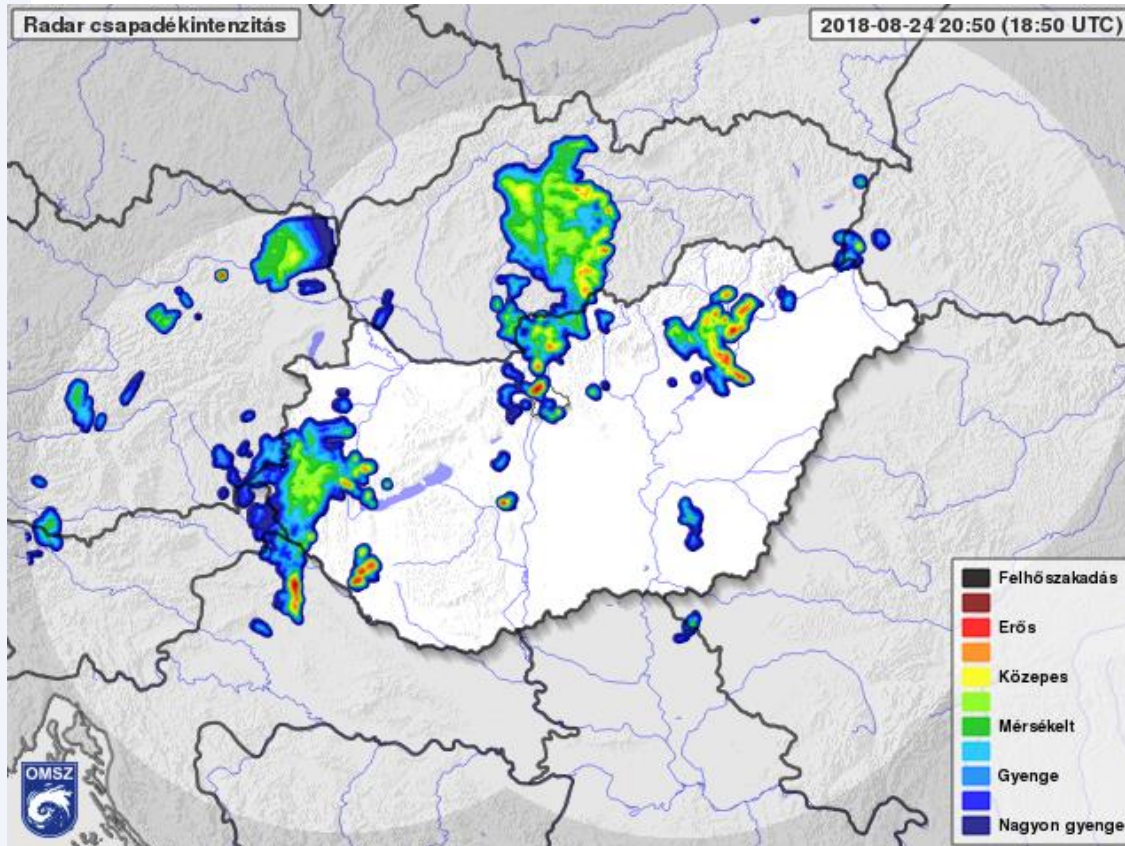
# Ekvivalens csapadékintenzitás

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



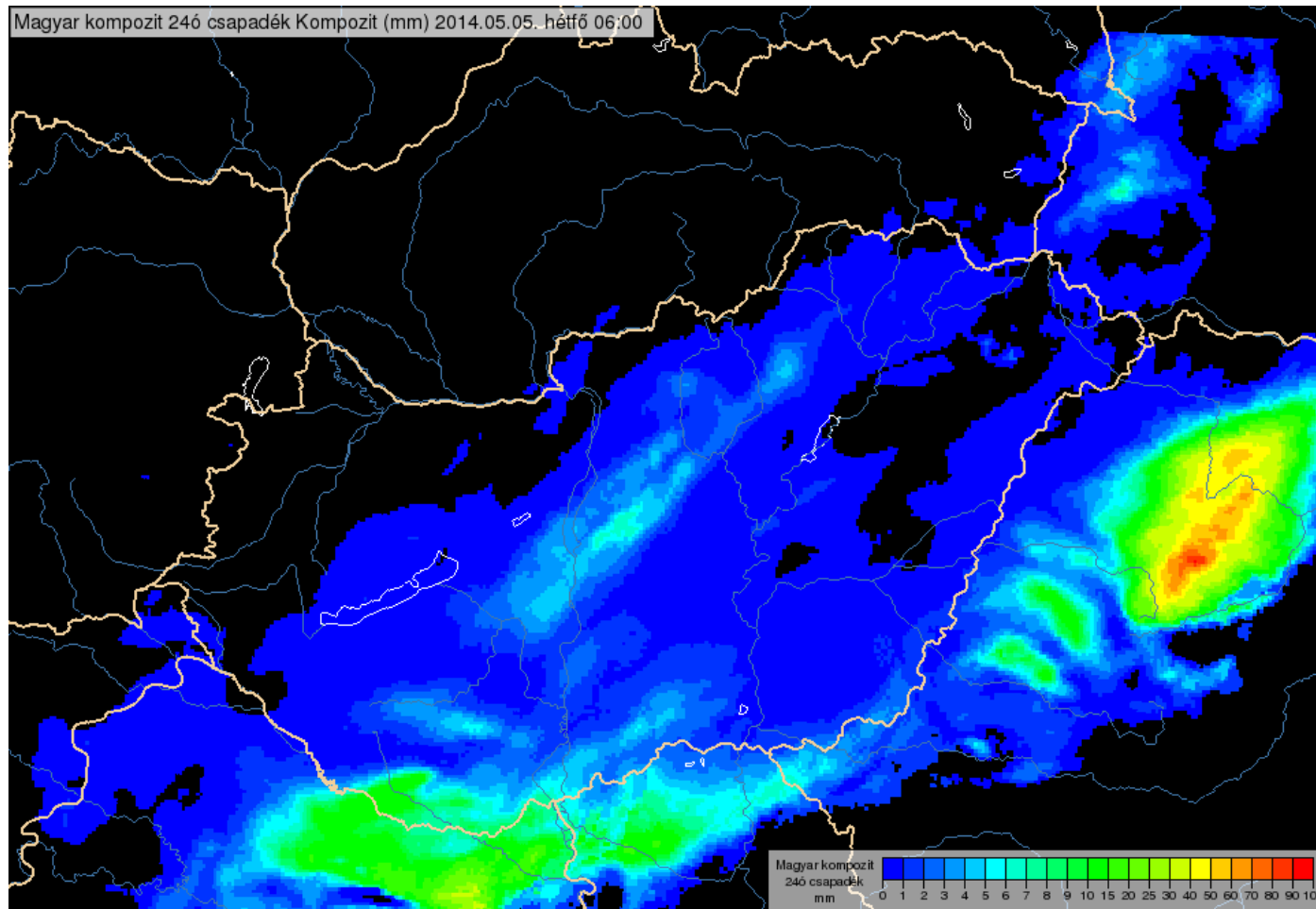
	Csapadékintenzitás (mm/h)
■ Felhőszakadás	100<
■	48,6-100
■ Erős	23,7-48,6
■	11,5-23,7
■ Közepes	5,6-11,5
■	2,7-5,6
■ Mérsékelt	1,3-2,7
■	0,6-1,3
■ Gyenge	0,3-0,6
■	0,15-0,3
■ Nagyon gyenge	0,02-0,15



# Csapadékösszegzés

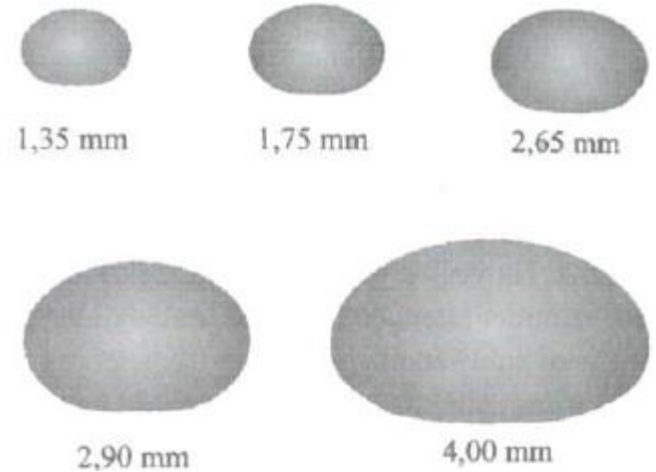
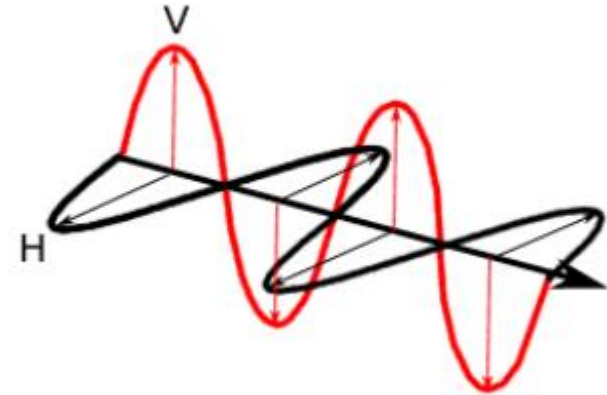
- Nagy területről jó felbontással van intenzitás értékünk
- Az intenzitás időbeli összegzésével a csapadékmennyiség meghatározható
- A diszkrét időpontok miatt hibával terhelt,
- ami függ a csapadékrendszer:
  - Időbeli fejlődésének ütemétől
  - Térbeli távolságától
  - Mozgásának sebességétől
- A csapadékrendszer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

# Csapadékösszegzés



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

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





# Gyengülési korrekció

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

-Differenciális terjedési fázisszög:

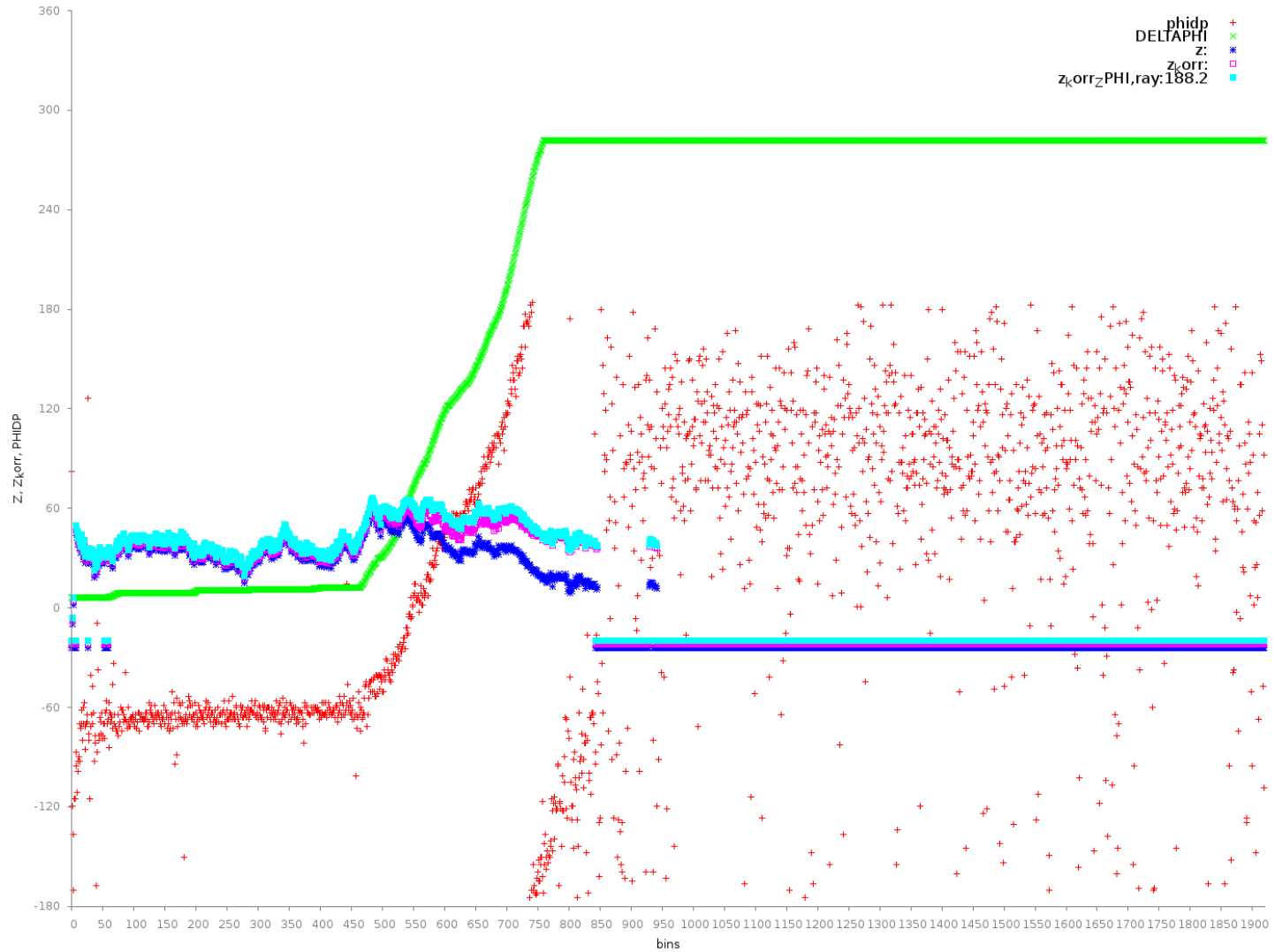
$$\Phi_{DP} = \Phi_H - \Phi_V$$

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

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

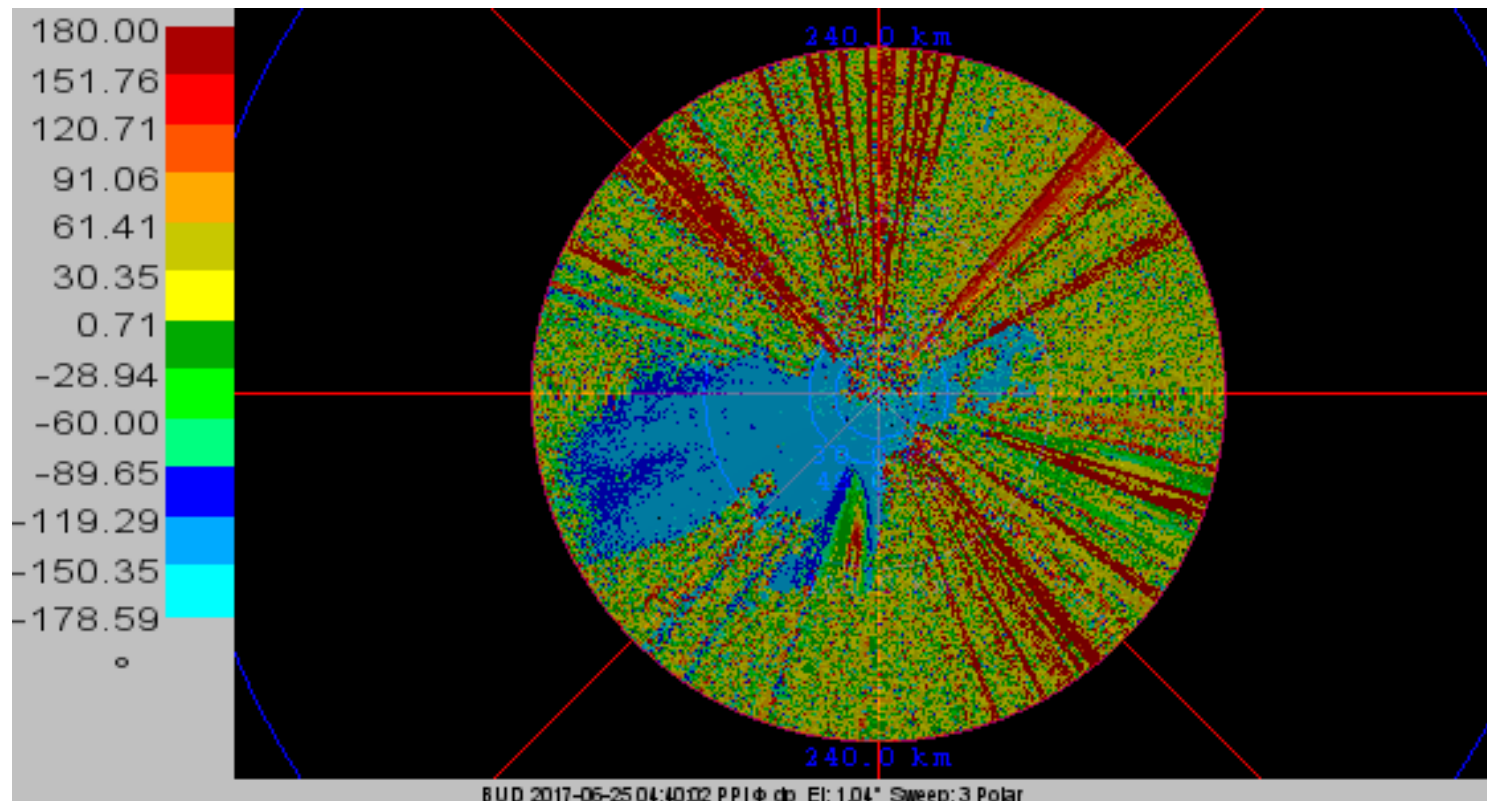


# Gyengülési korrekció

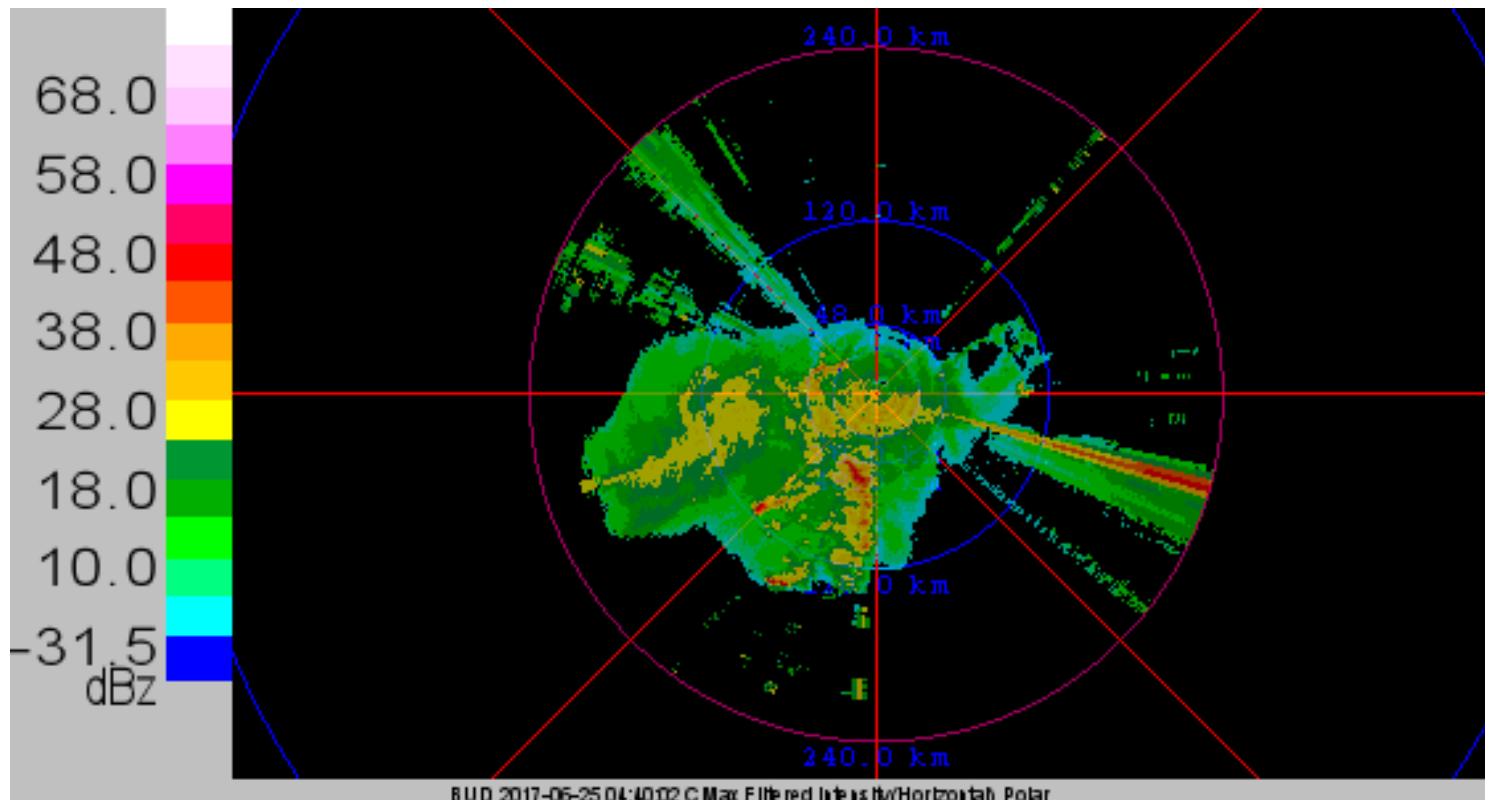




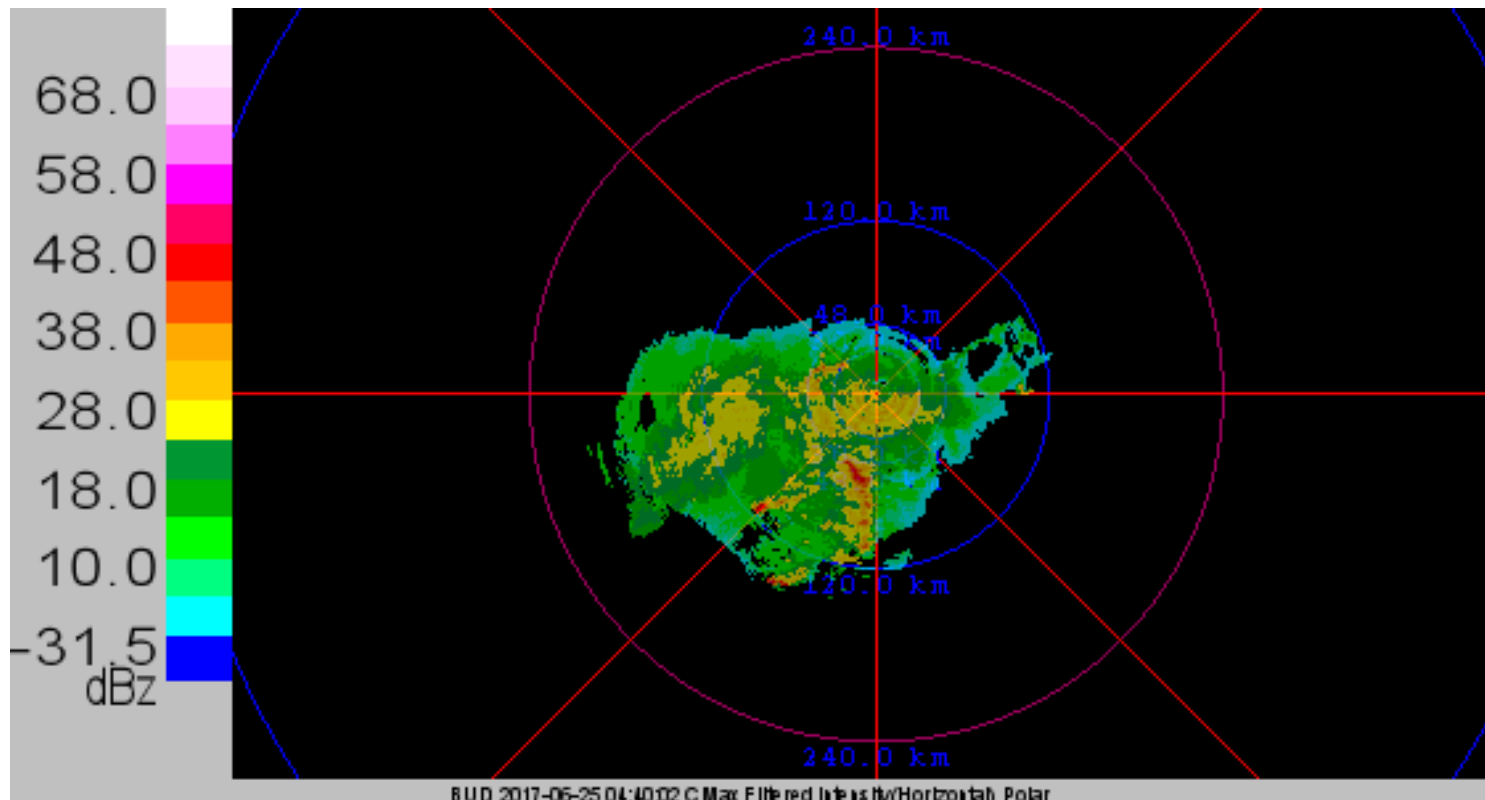
## Nyers PHIDP mező



## Nyers reflektivitás mező

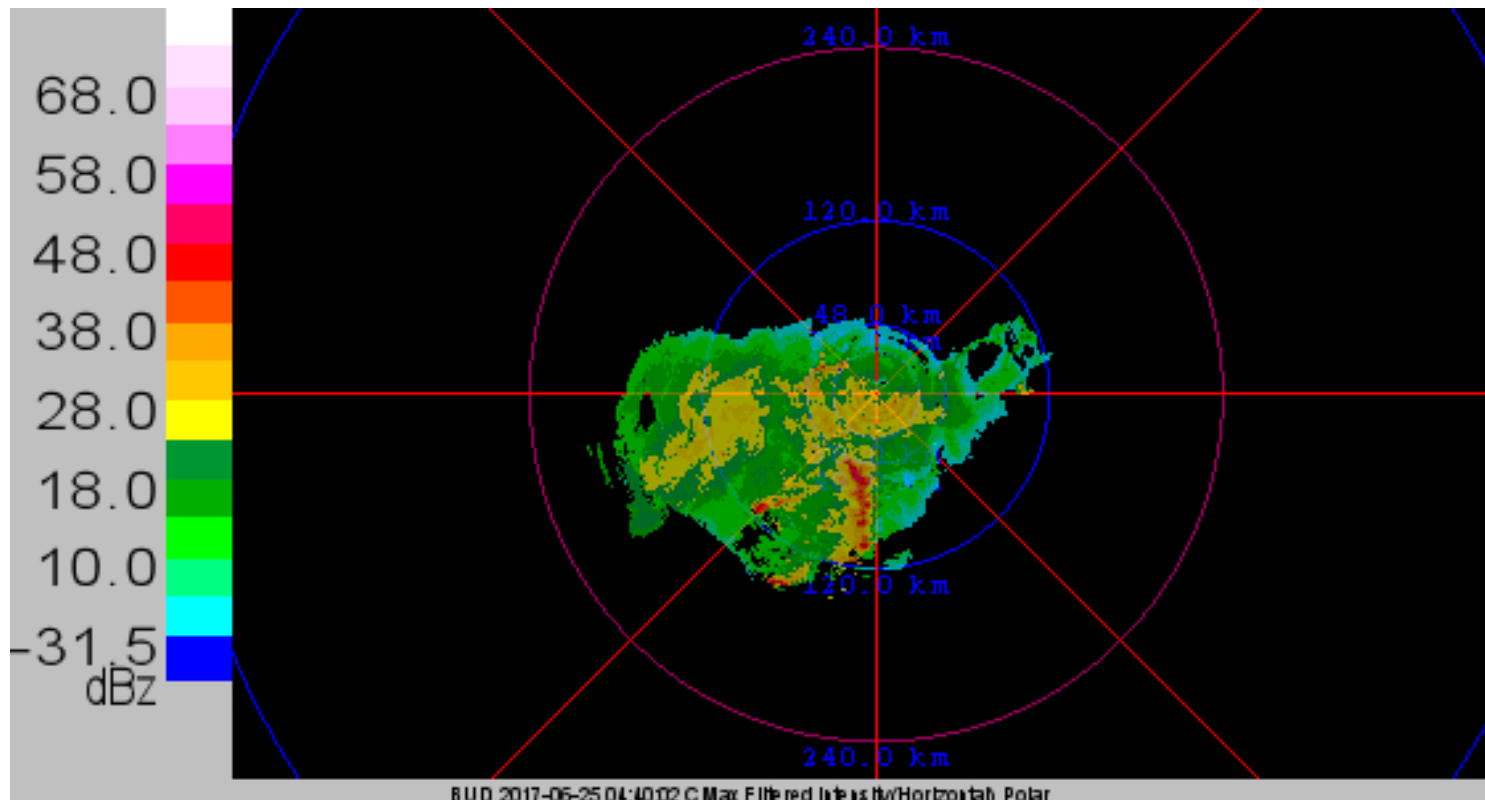


## Szűrt reflektivitás mező



# 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)

