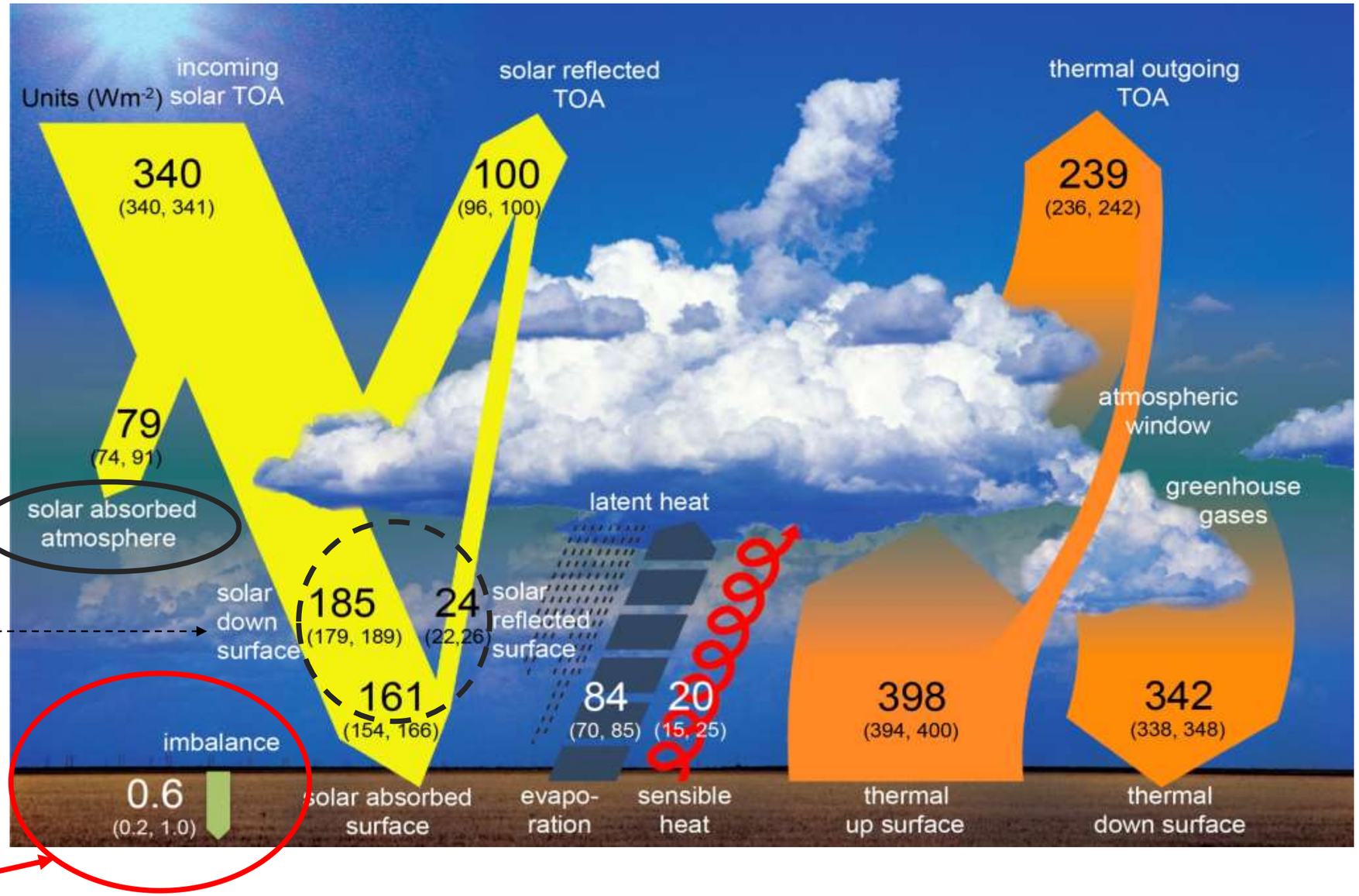
A WRF-MEANDER rendszer napenergia előrejelzés irányú fejlesztése

Horváth Ákos, Peterka András, Geresdi István

Éves sugárzási mérleg

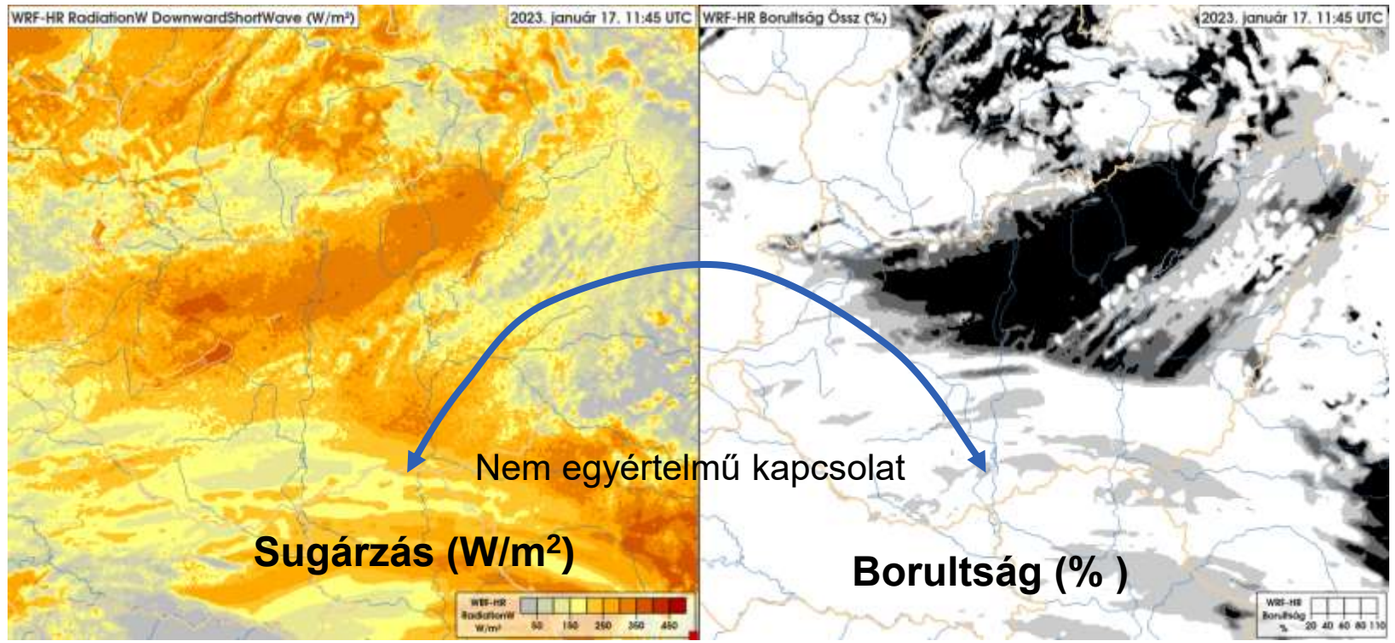


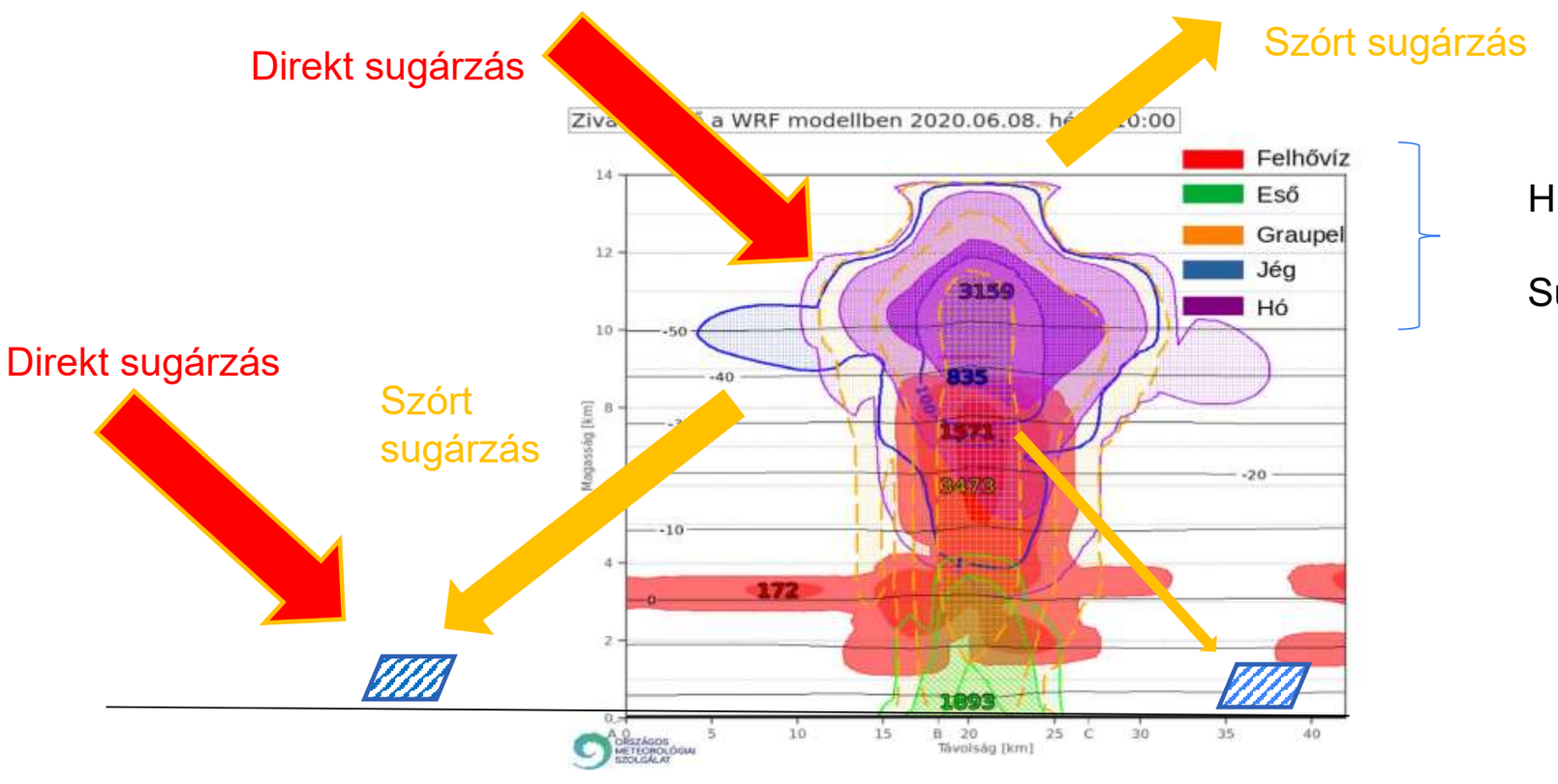
Aerosol: viszonylag kisebb Változékony-ság

Időjárás: Legnagyobb változékonyság

Megkötés + globális felmelegedés

Földrajzi és éghajlati viszonyok szerint erősen változó: térségünk a nyugati szelek övébe tartozik: felhőzet változékonysága meghatározó.



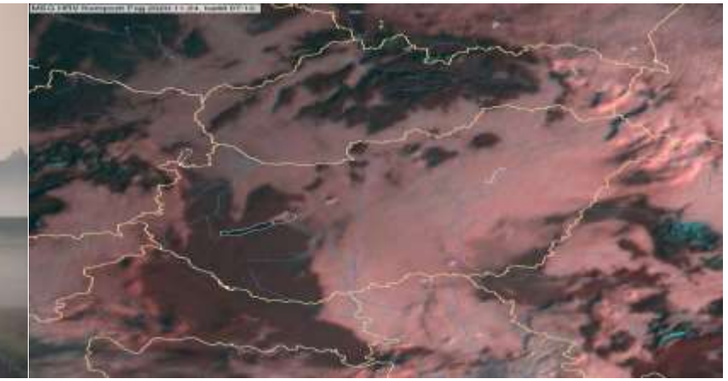


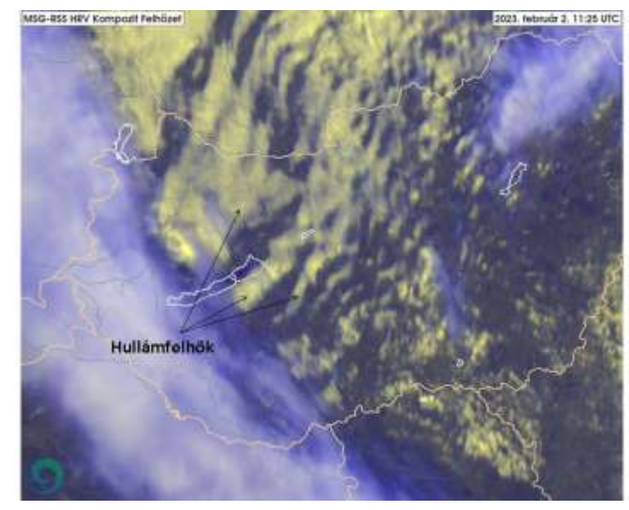
Hidrometeor + aerosol:

Sugárzás átviteli egyenlet

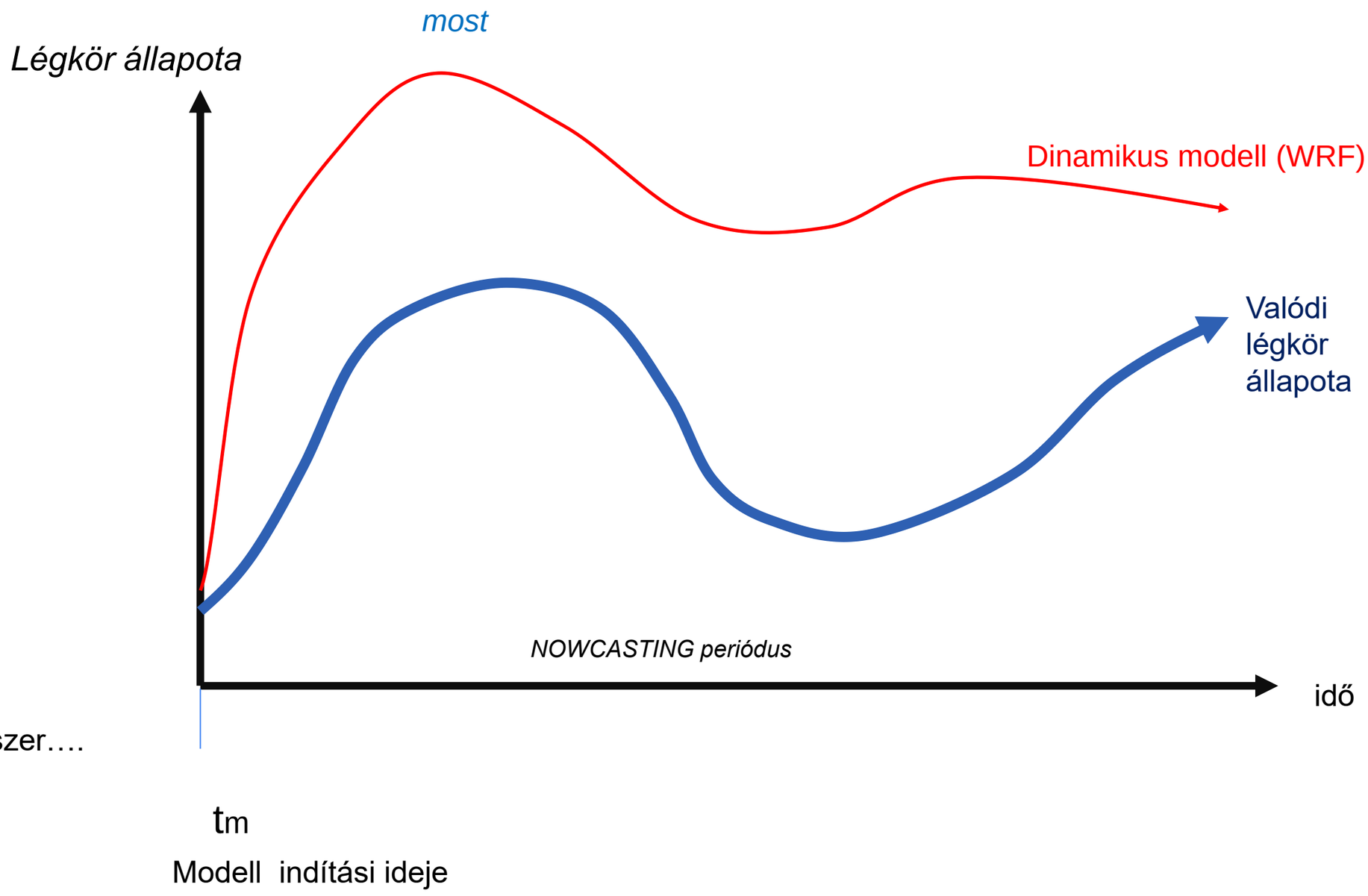
Néhány sugárzási szempontból problémás időjárási helyzet:

- Köd (téli félév medence hatás)
- Sekély gomolyfelhők („szépidő felhők)
- Lokális zivatarok
- Hullámzó frontrendszerek
- Orografikus felhők





Másnapra szóló előrejelzés: WRF modell



Momentum (x-component)

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{m}{\rho}\left(\frac{\partial p'}{\partial x}-\frac{\sigma}{p^*}\frac{\partial p^*}{\partial x}\frac{\partial p'}{\partial \sigma}\right)=-\mathbf{V}\cdot\nabla u+v\left(f+u\frac{\partial m}{\partial y}-v\frac{\partial m}{\partial x}\right)-ew\cos\alpha-\frac{uw}{r_{earth}}+D_u \quad (8.2)$$

Momentum (y-component)

$$\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{m}{\rho}\left(\frac{\partial p'}{\partial y}-\frac{\sigma}{p^*}\frac{\partial p^*}{\partial y}\frac{\partial p'}{\partial \sigma}\right)=-\mathbf{V}\cdot\nabla v-u\left(f+u\frac{\partial m}{\partial y}-v\frac{\partial m}{\partial x}\right)+ew\sin\alpha-\frac{vw}{r_{earth}}+D_v \quad (8.3)$$

Momentum (z-component)

$$\frac{\partial w}{\partial t}-\frac{\rho_0}{\rho}\frac{g}{p^*}\frac{\partial p'}{\partial \sigma}+\frac{gp'}{\gamma p}=-\mathbf{V}\cdot\nabla w+g\frac{p_0}{p}\frac{T'}{T_0}-\frac{gRd}{c_p}\frac{p'}{p}+e(u\cos\alpha-v\sin\alpha)+\frac{u^2+v^2}{r_{earth}}+D_w \quad (8.4)$$

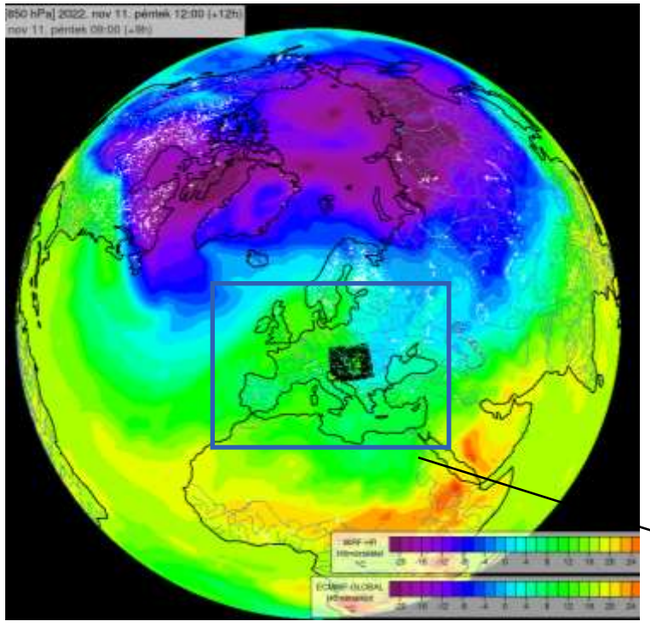
Thermodynamics

$$\frac{\partial T}{\partial t}=-\mathbf{V}\cdot\nabla T+\frac{1}{\rho c_p}\left(\frac{\partial p'}{\partial t}+\mathbf{V}\cdot\nabla p'-\rho_0 g w\right)+\frac{\dot{Q}}{c_p}+\frac{T_0}{\theta_0}D_\theta \quad (8.5)$$

$$\frac{\partial \vec{\boldsymbol{\Psi}}}{\partial t}=\boldsymbol{A}(\vec{\boldsymbol{\Psi}},\vec{\boldsymbol{x}})$$ Komplex rendszer….

Rövidtávú előrejelzés (6-48 óra)

dinamikus modellek



Globális modell peremfeltételt biztosít a lokális modelleknek:

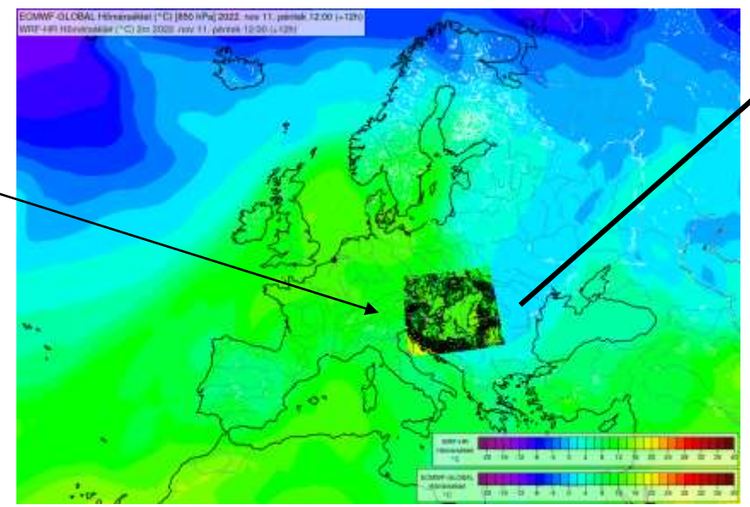
Globális modell: az egész Földet lefedi

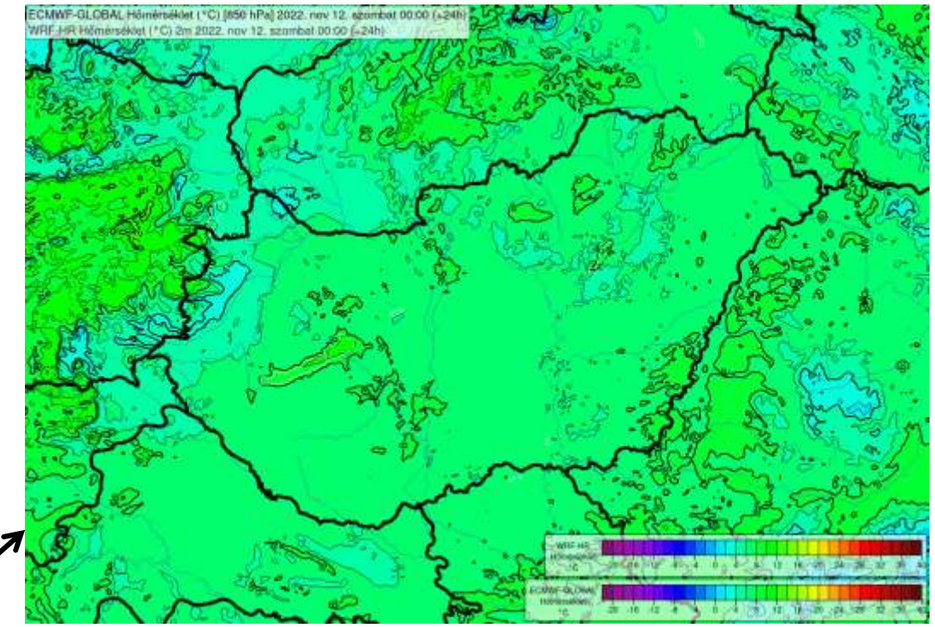
nemzetközi központokban:

ECMWF az európai modell

UK modell

GFS modell

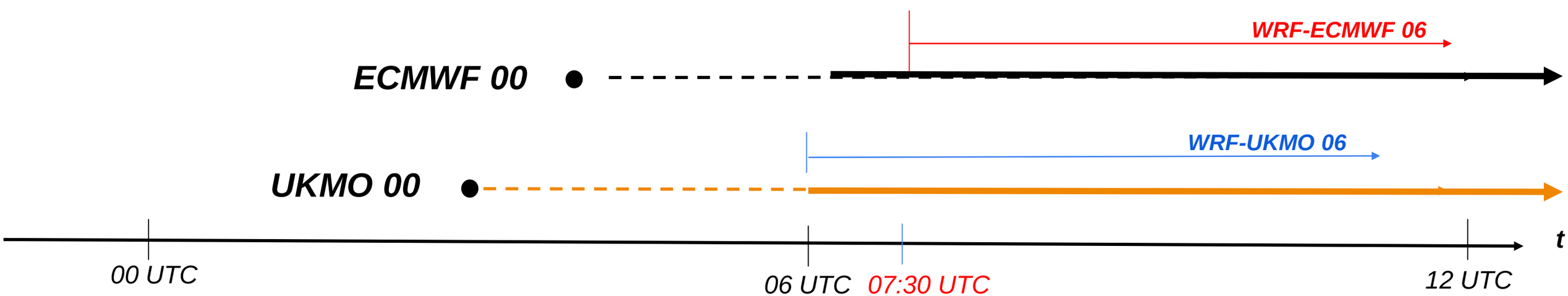


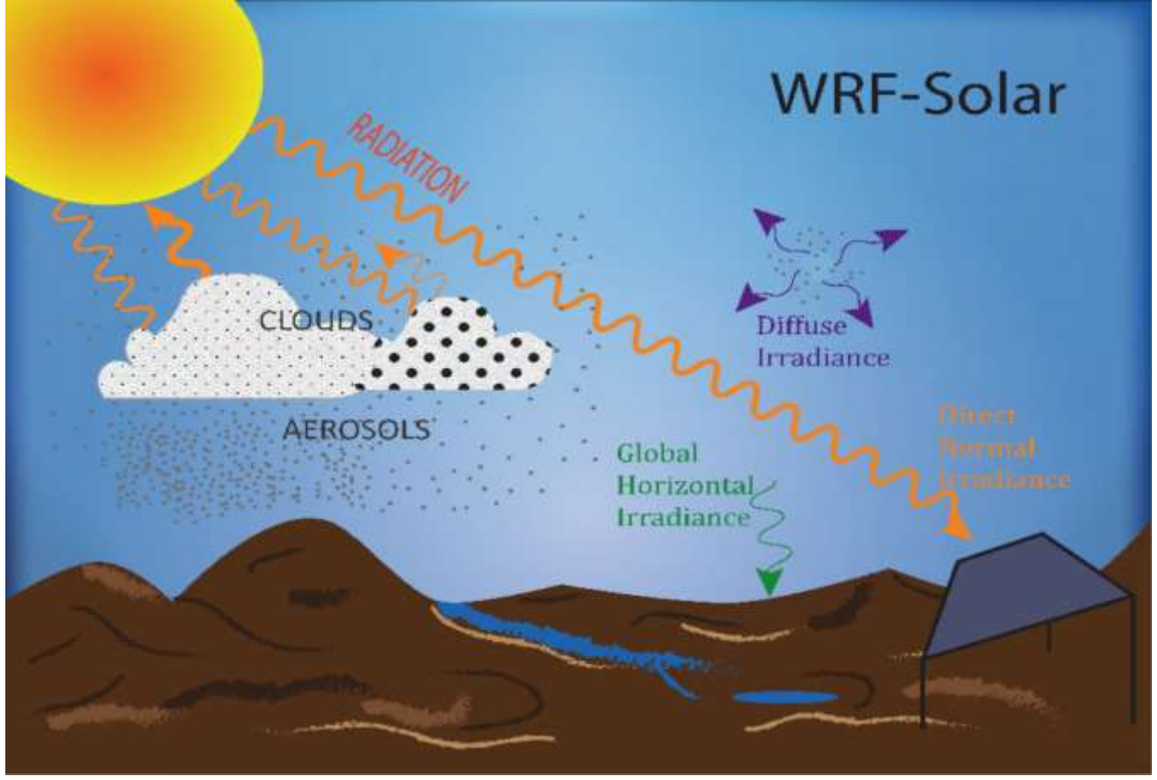


Lokális modellek:

WRF (00 06 12 18)

- **WRF_ECMWF: 1.6 km**
- **WRF_UK: 2.5 km**





Napenergia alkalmazások:

1. Direkt és diffúz sugárzás: Godard és RRTMG modulban

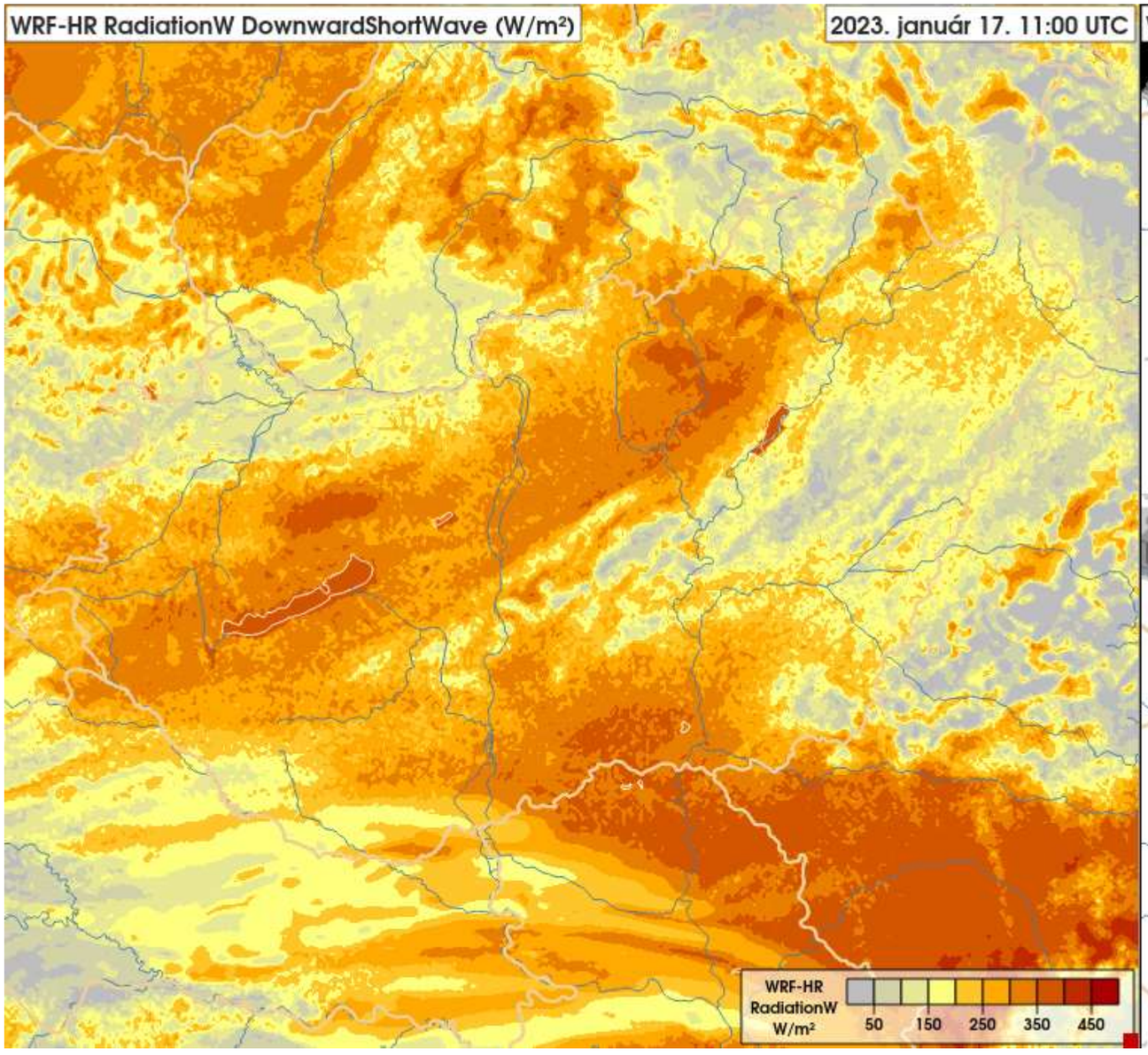
2. FARMS (A Fast All-sky Radiation Model for Solar applications):
   Minden idő lépcsőre: globálsugárzás, direkt sugárzás, diffúz sugárzás

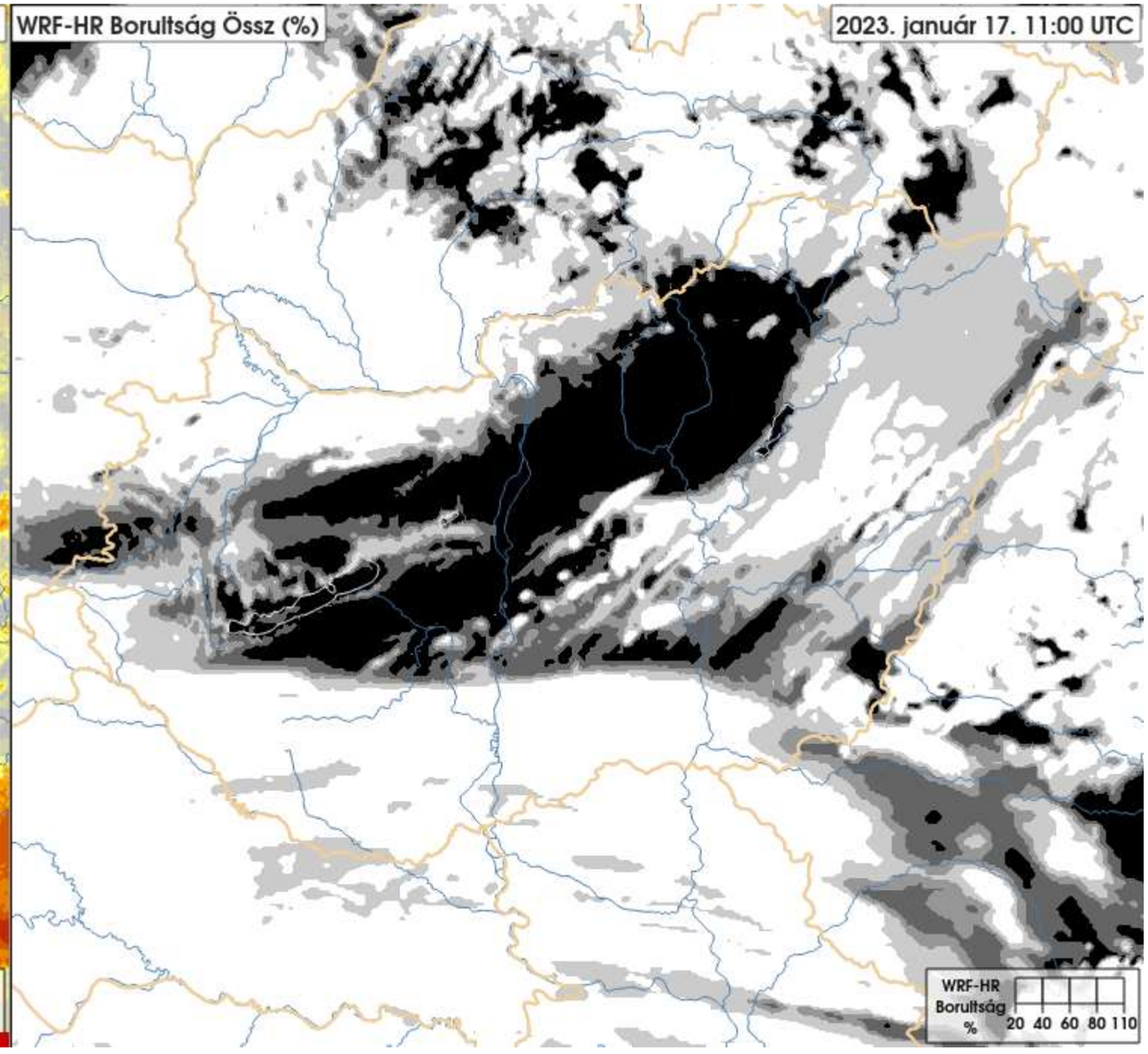
1. Diagnosztikai csomag:
   a. Új változók a modell outputban a különböző napenergia alkalmazások számára
   b. 35 sugárzással kapcsolatos paraméter, minden időlépcsőben több választott rácsponton

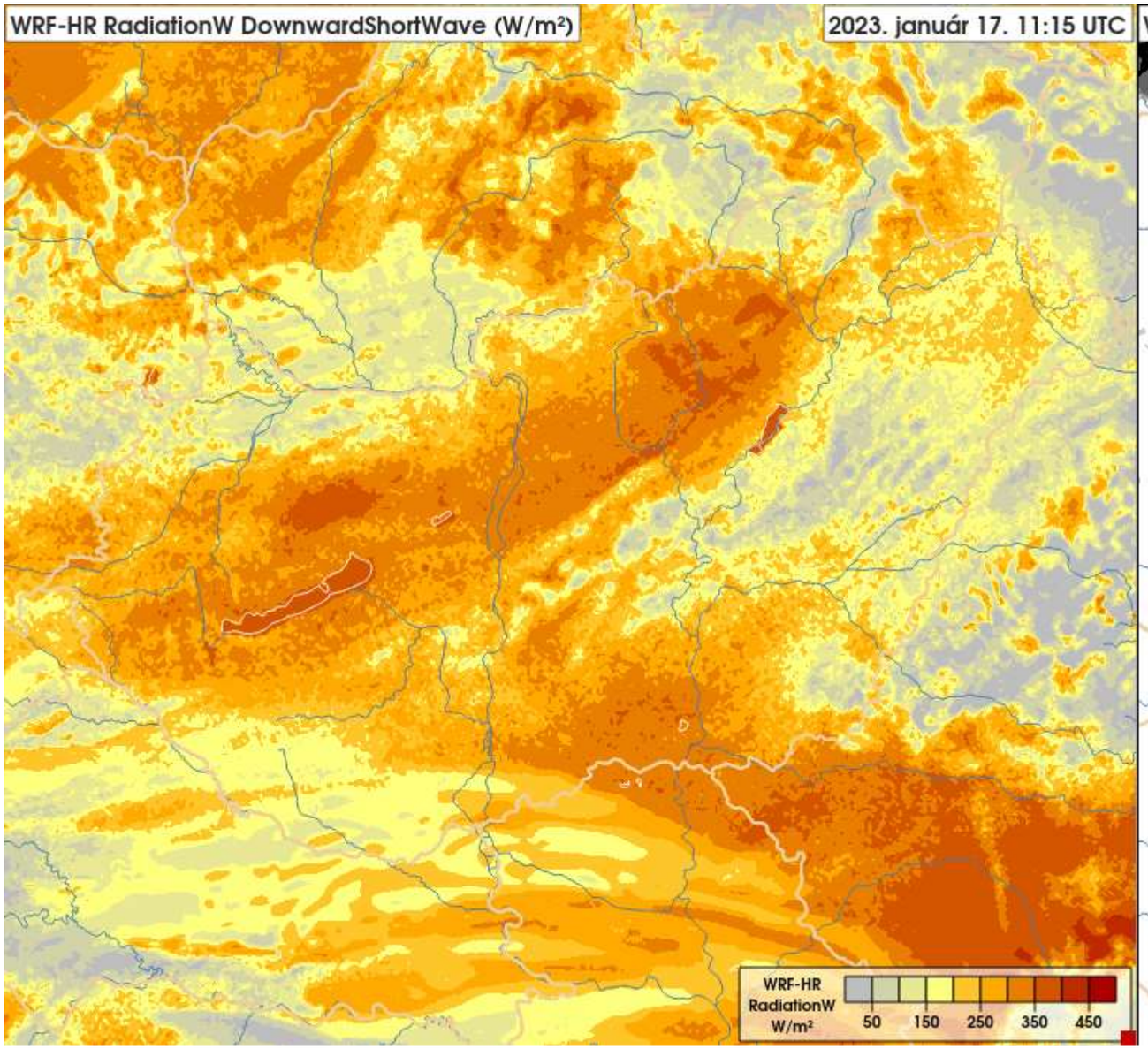
Aeroszol - Felhő - Sugárzás kapcsolat:

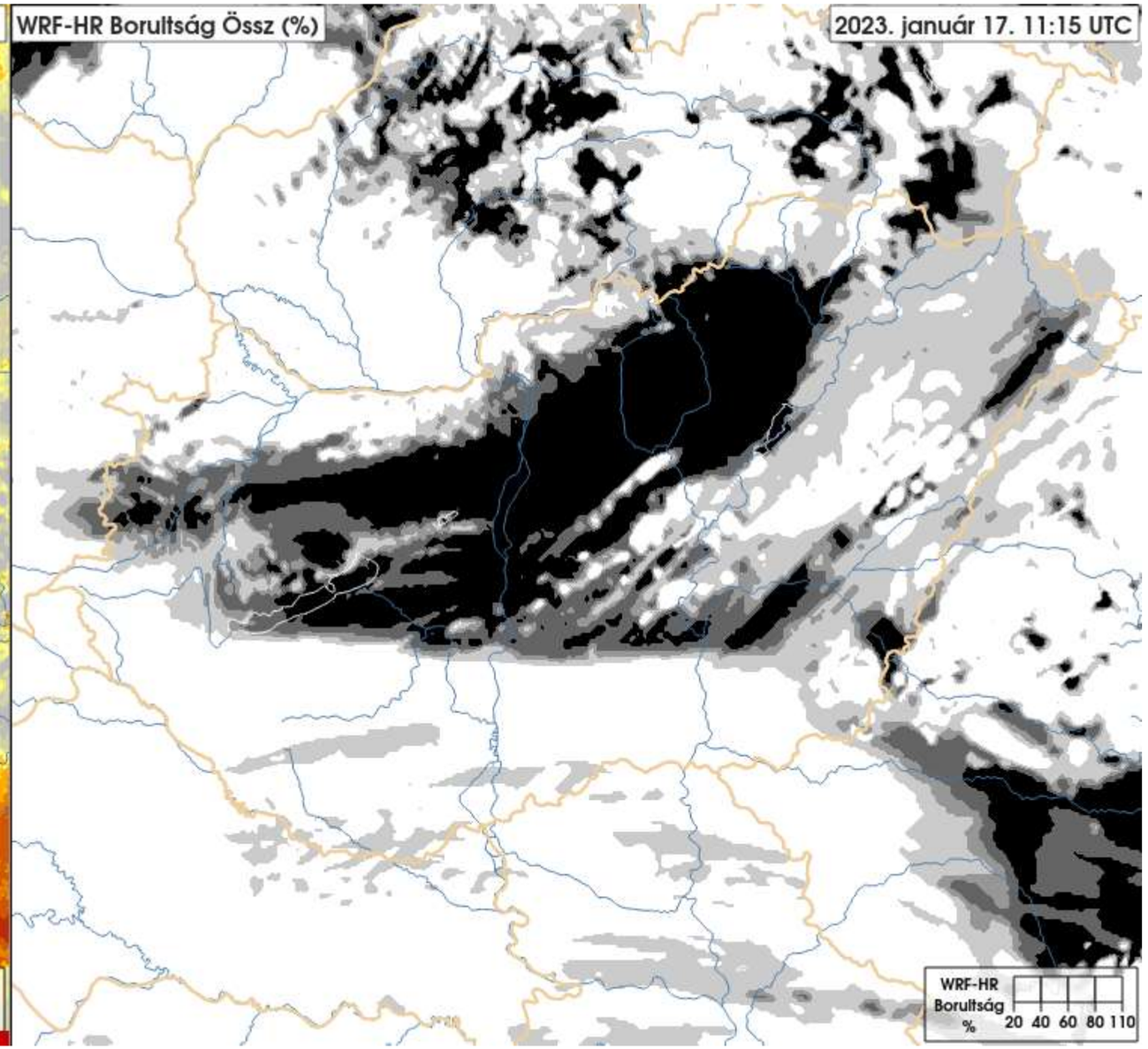
1. Aeroszolok direkt és indirekt hatásának explicit modellezése:
   a. Aeroszol adatbázis: GOCART -> Water friendly, Ice friendly, Organic Carbon, Black Carbon
   b. Hidrometeorok effektív átmérője a mikrofizikából

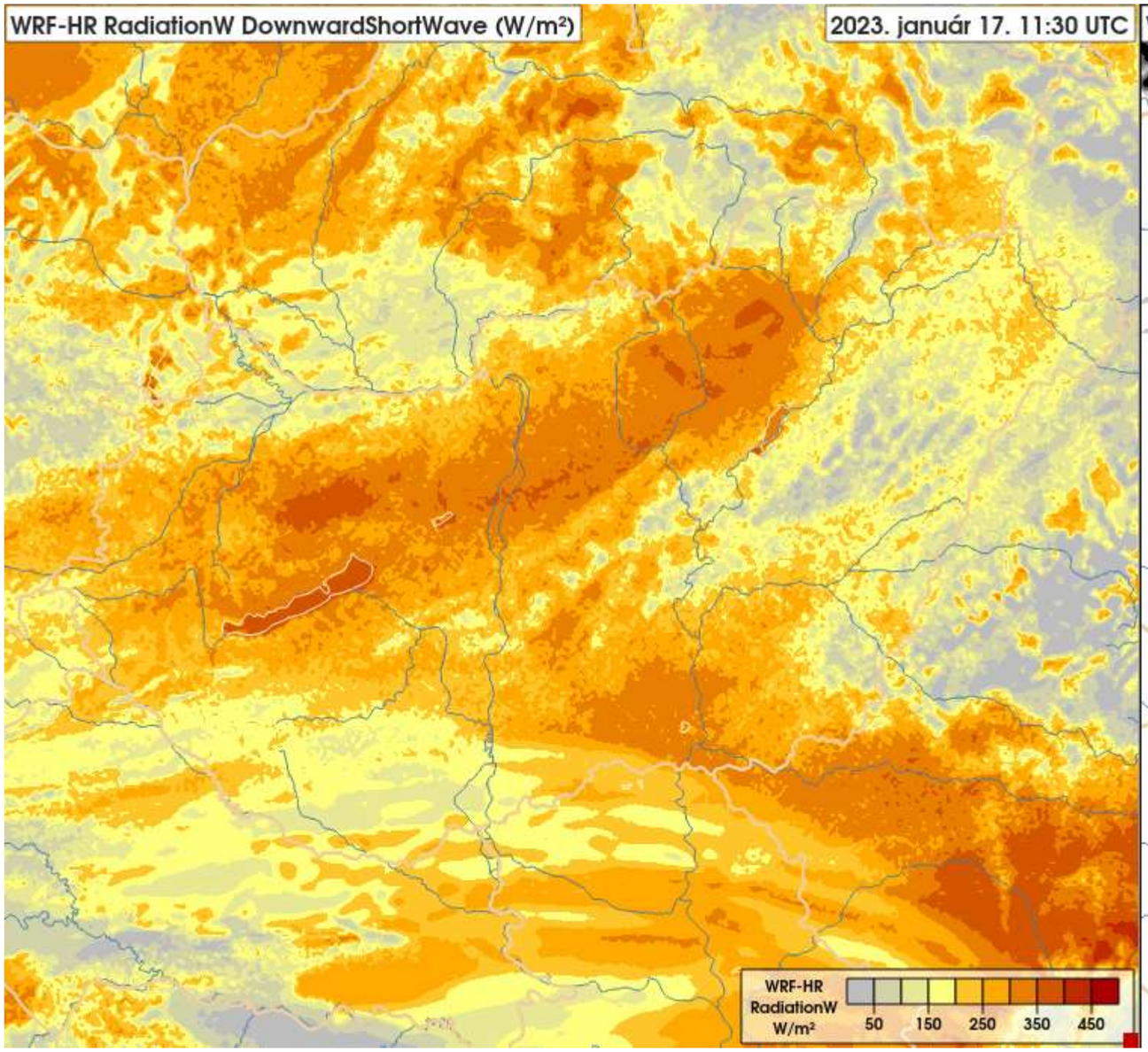
2. Teljesen összekötött Aeroszol-felhő-sugárzás rendszer

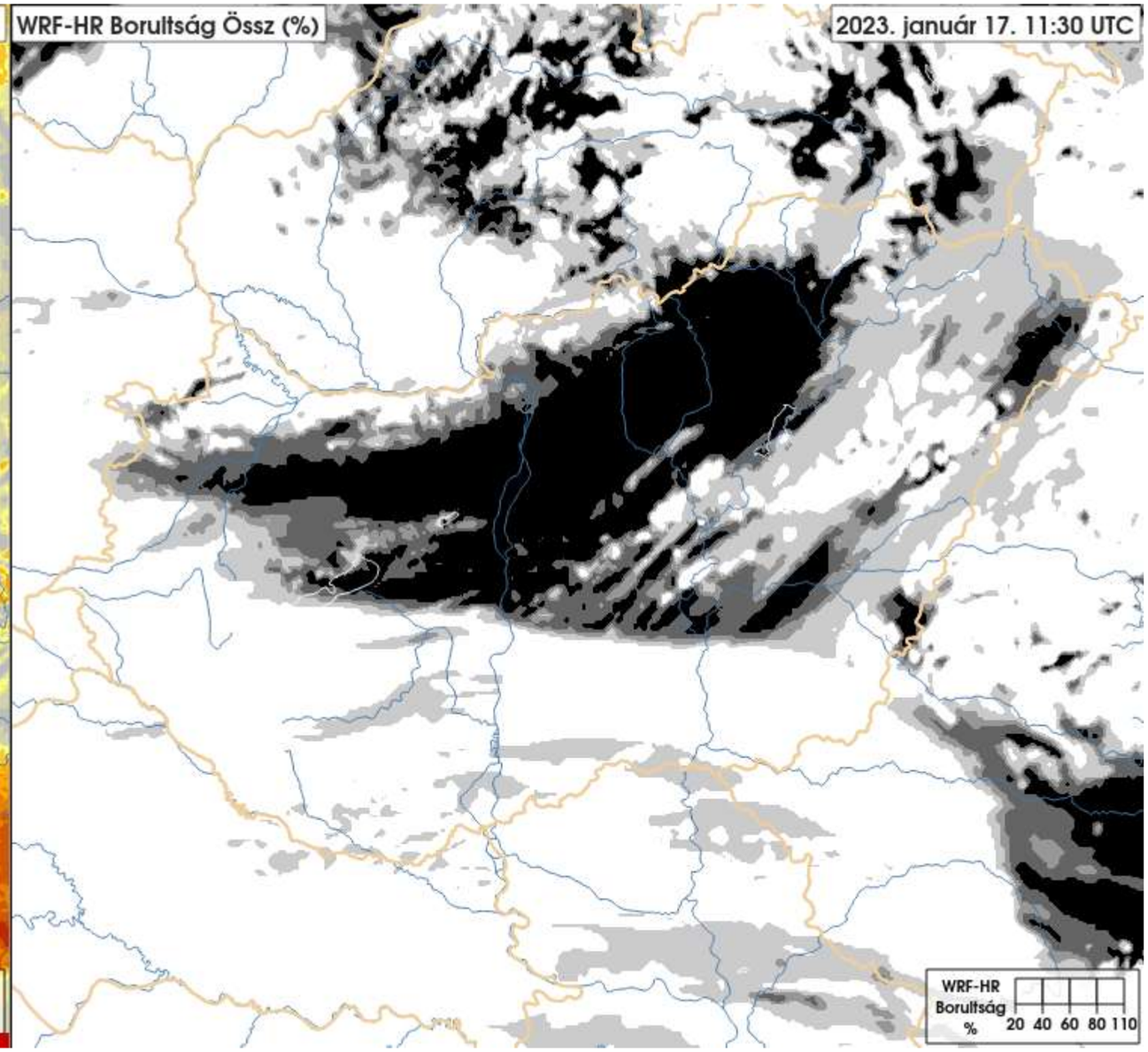

WRF-HR RadiationW DownwardShortWave (W/m²)
2023. január 17. 11:00 UTC
WRF-HR
RadiationW
W/m²
50
150
250
350
450

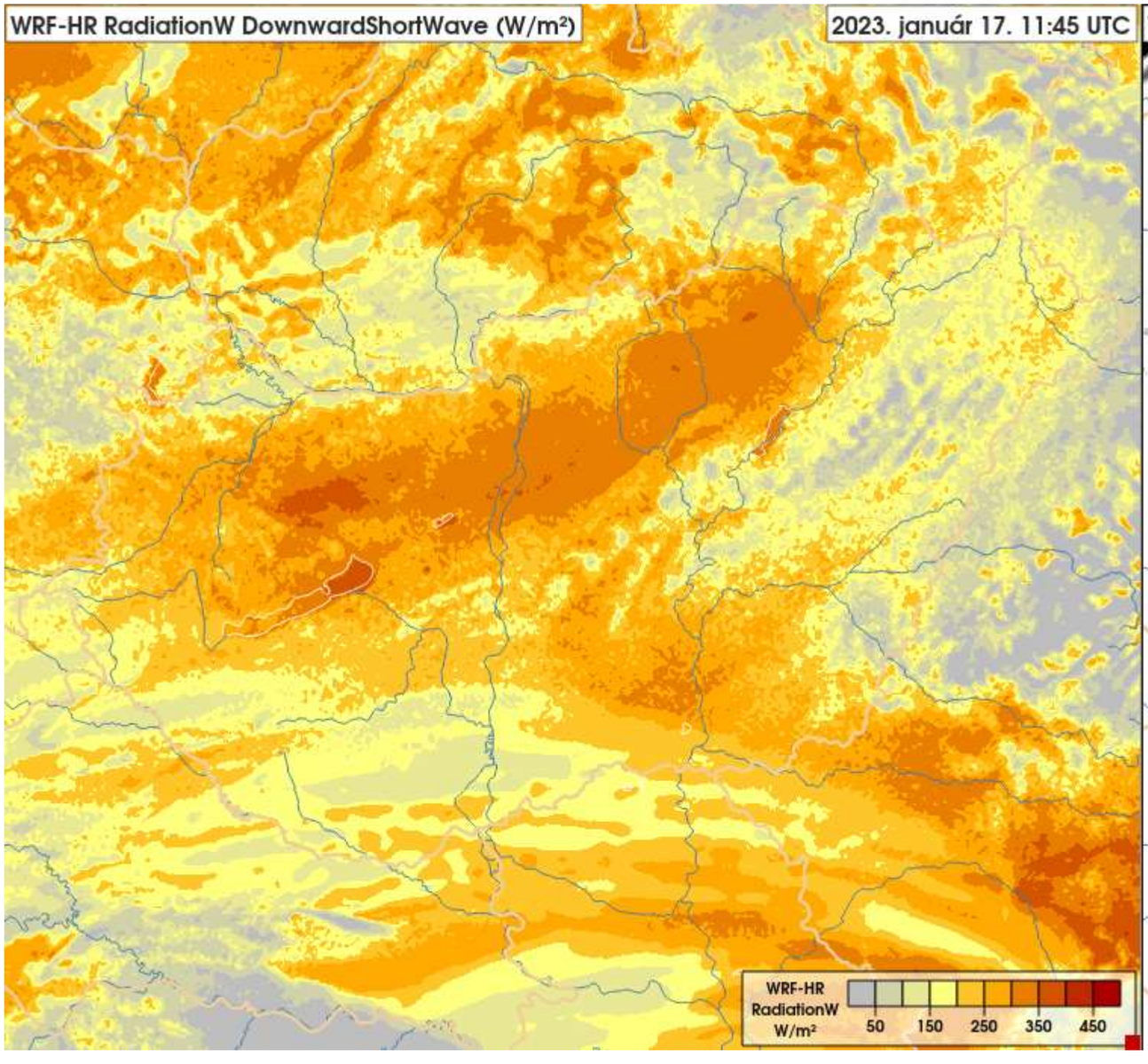

WRF-HR Borultság Össz (%)
2023. január 17. 11:00 UTC
WRF-HR
Borultság
%
20 40 60 80 110

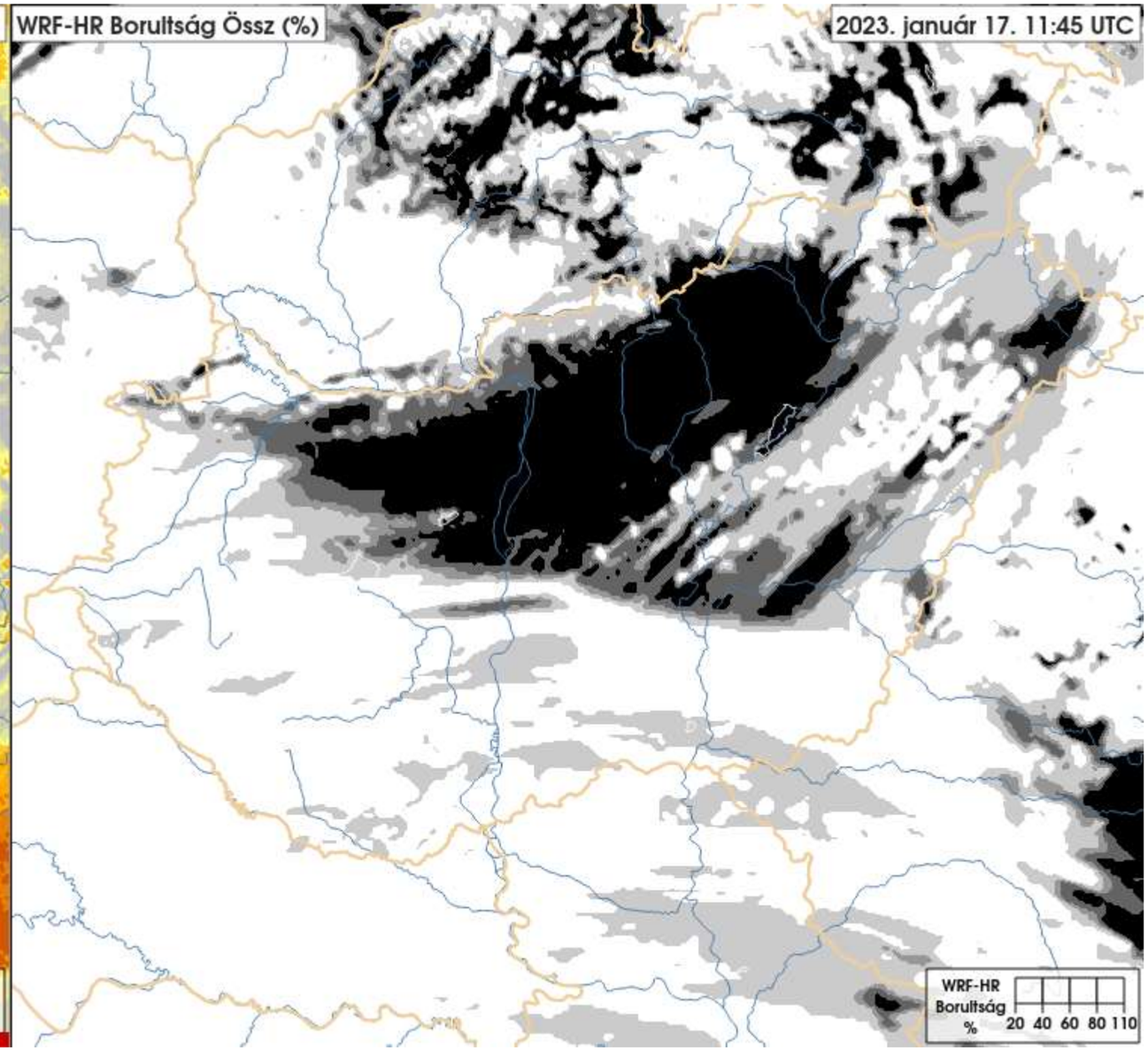

WRF-HR RadiationW DownwardShortWave (W/m²)
2023. január 17. 11:15 UTC
WRF-HR
RadiationW
W/m²
50
150
250
350
450

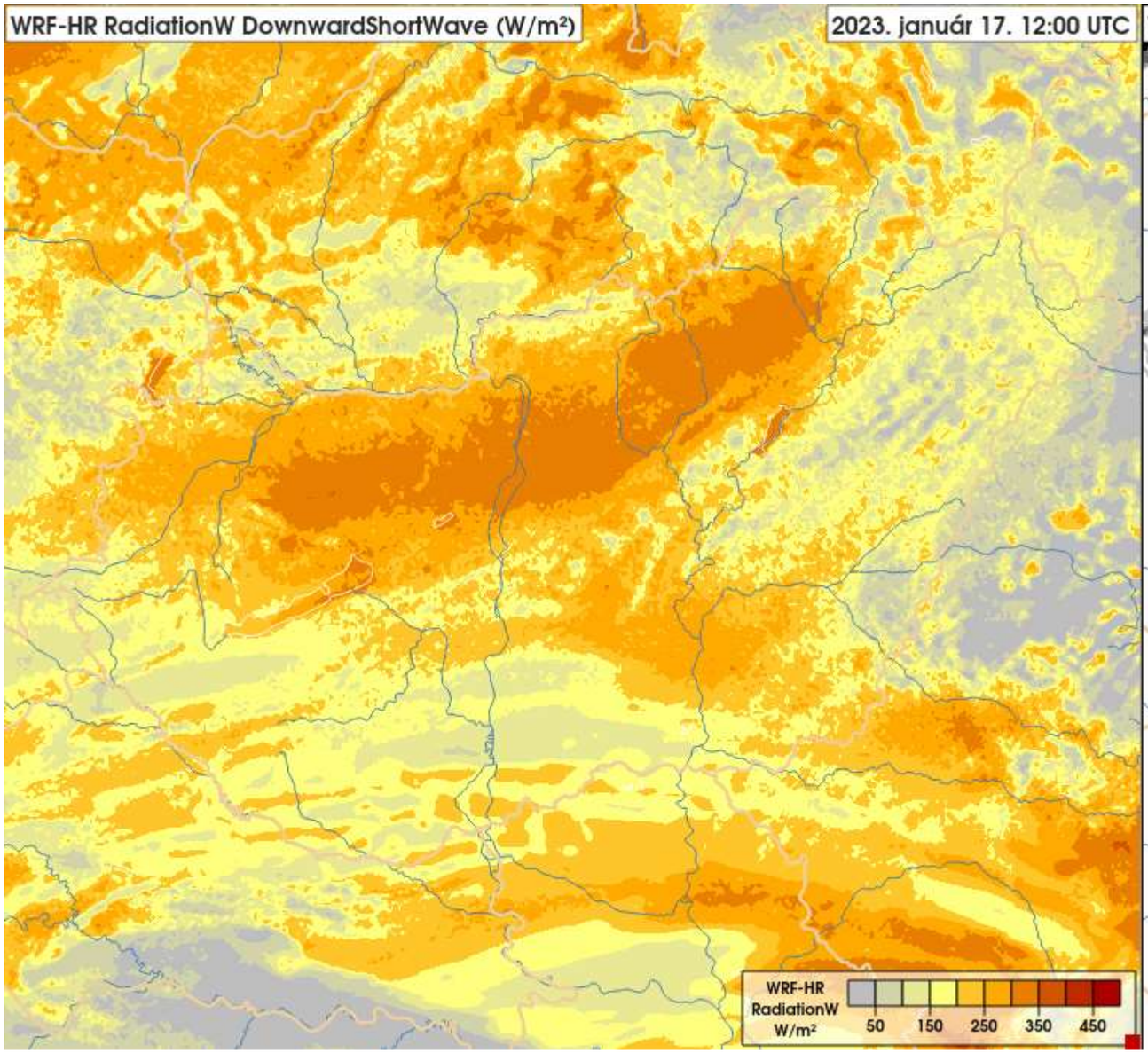

WRF-HR Borultság Össz (%)
2023. január 17. 11:15 UTC
WRF-HR
Borultság
%
20 40 60 80 110

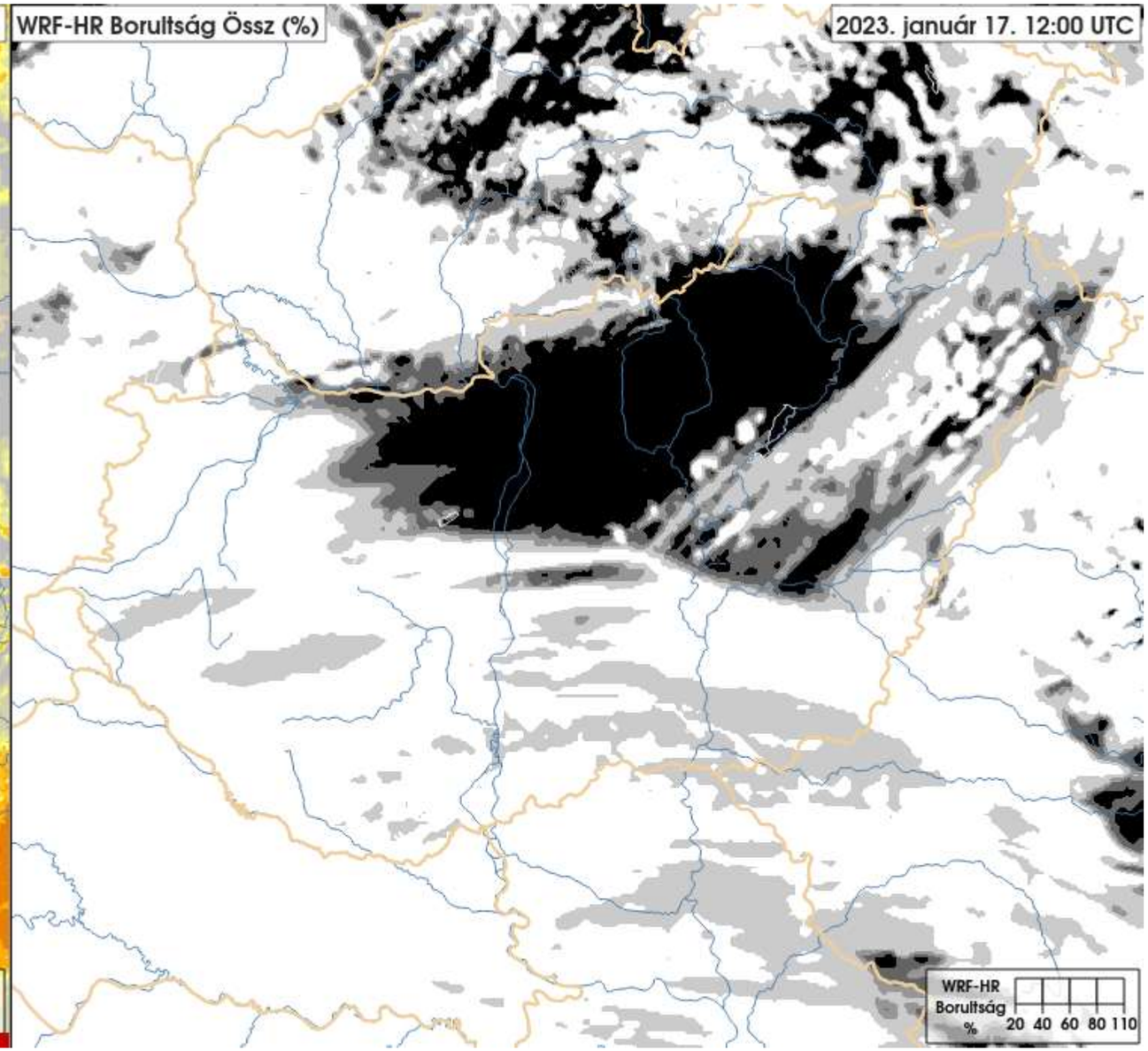

WRF-HR RadiationW DownwardShortWave (W/m²)
2023. január 17. 11:30 UTC
WRF-HR
RadiationW
W/m²
50
150
250
350
450

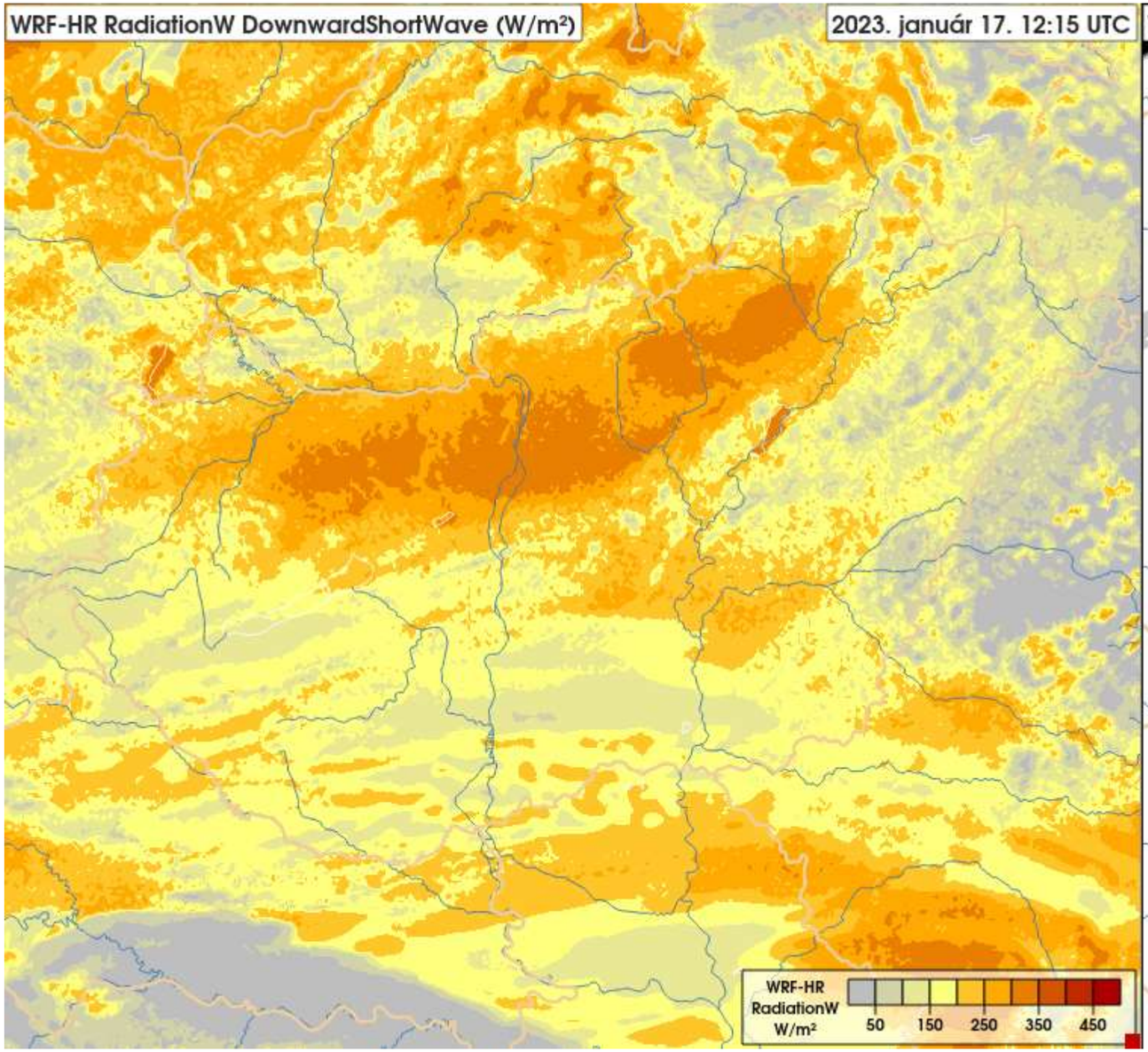

WRF-HR Borultság Össz (%)
2023. január 17. 11:30 UTC
WRF-HR
Borultság
%
20 40 60 80 110

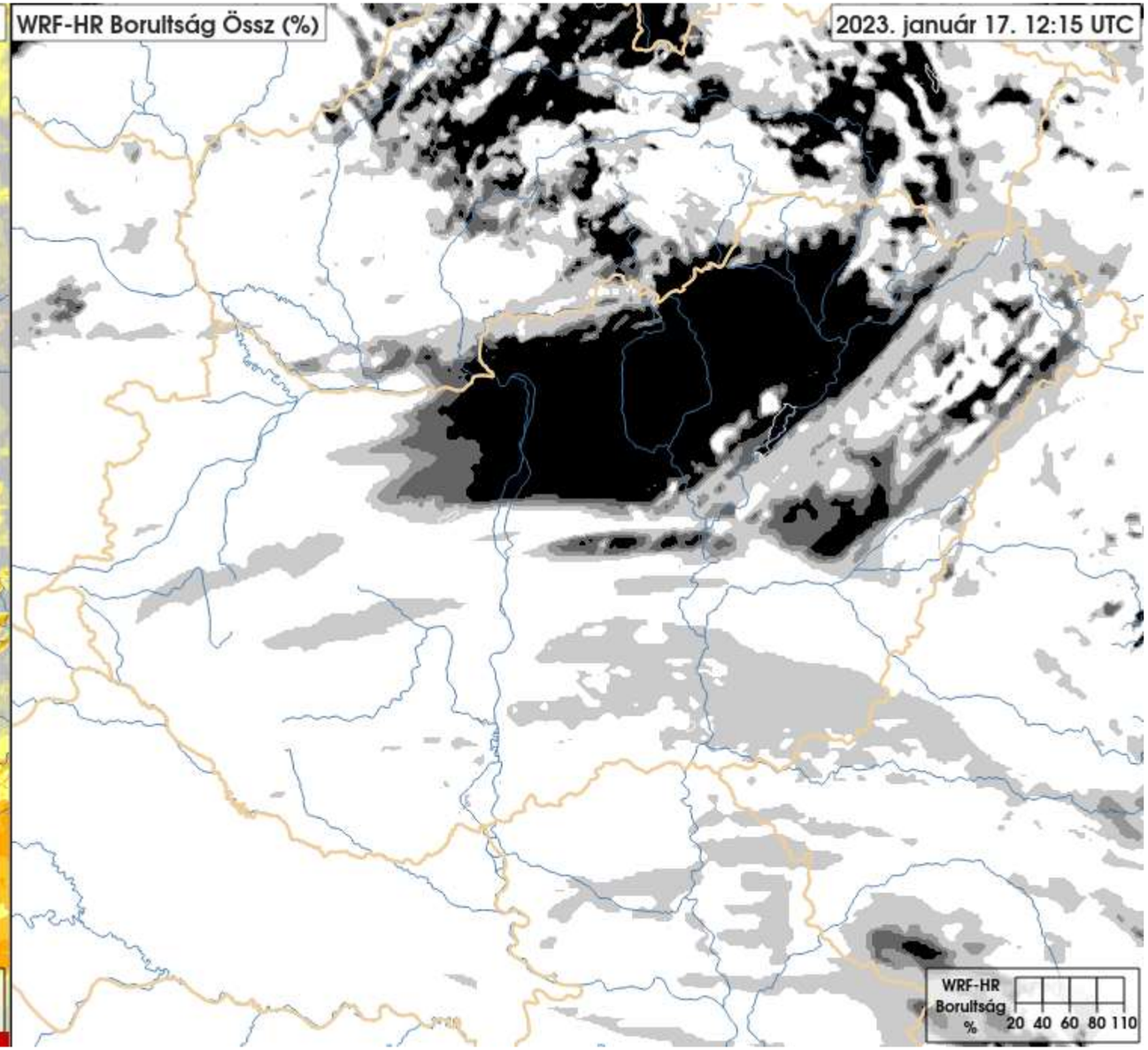

WRF-HR RadiationW DownwardShortWave (W/m²)
2023. január 17. 11:45 UTC
WRF-HR
RadiationW
W/m²
50
150
250
350
450

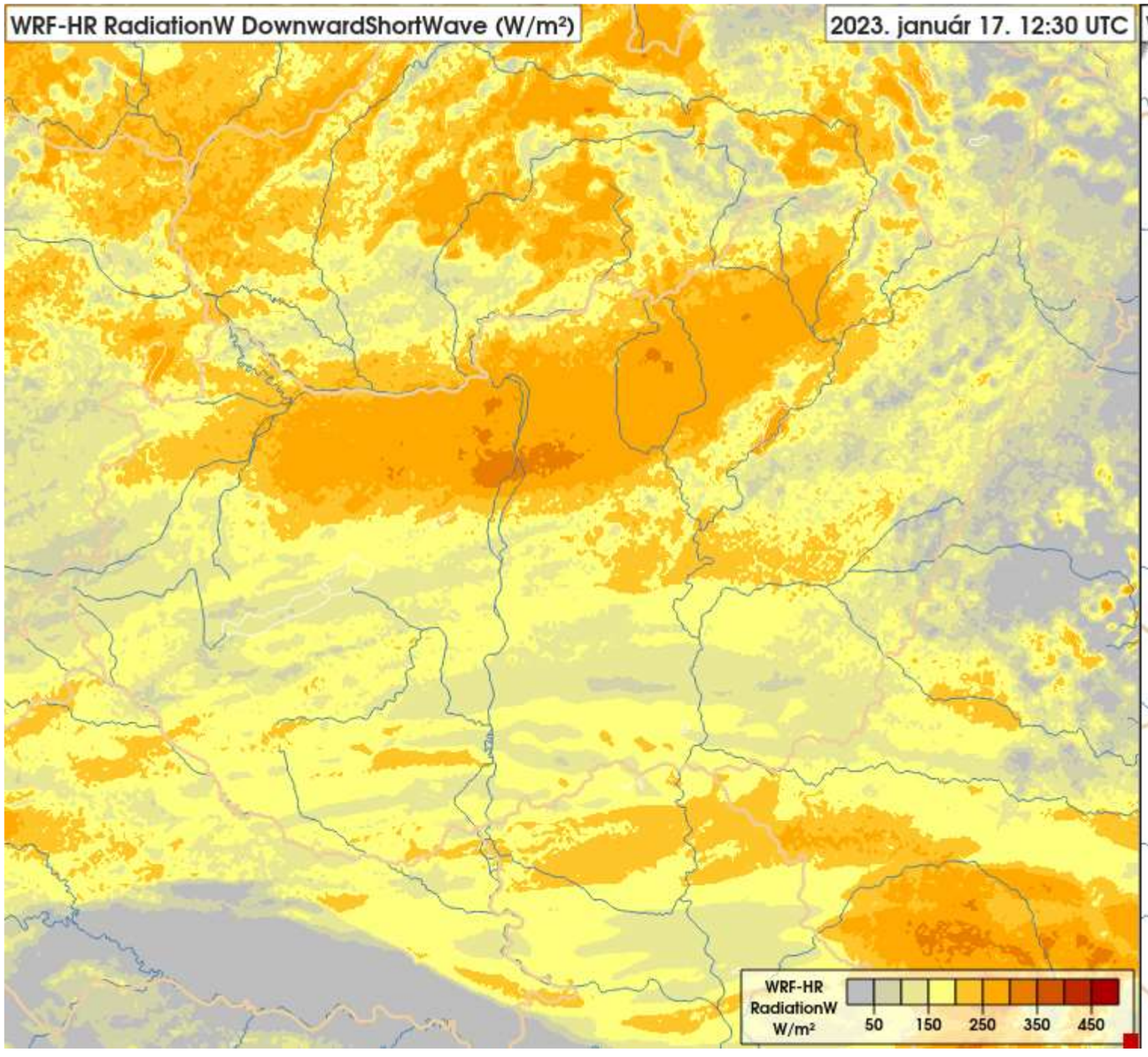

WRF-HR Borultság Össz (%)
2023. január 17. 11:45 UTC
WRF-HR
Borultság
%
20 40 60 80 110

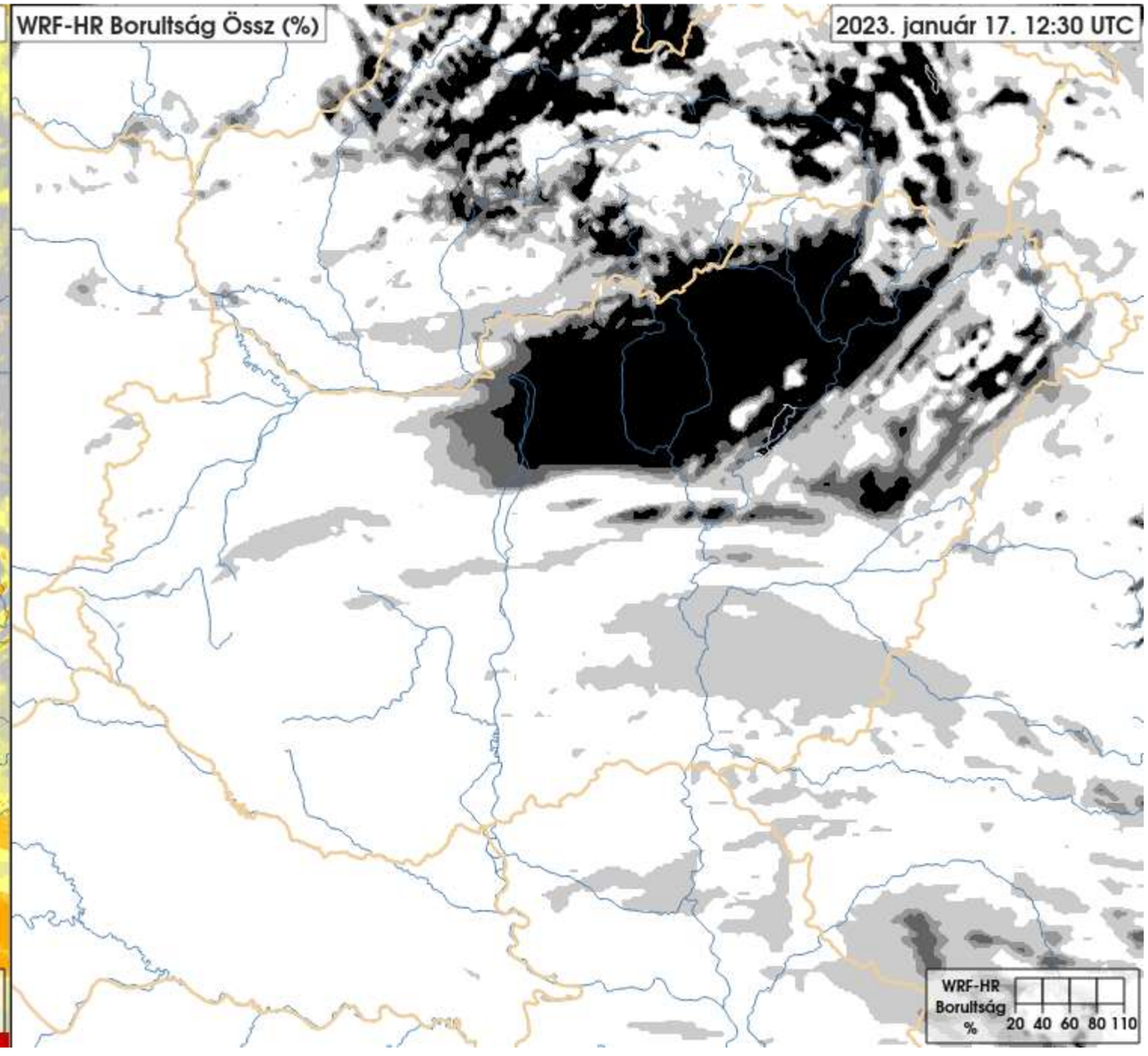

WRF-HR RadiationW DownwardShortWave (W/m²)
2023. január 17. 12:00 UTC
WRF-HR
RadiationW
W/m²
50
150
250
350
450

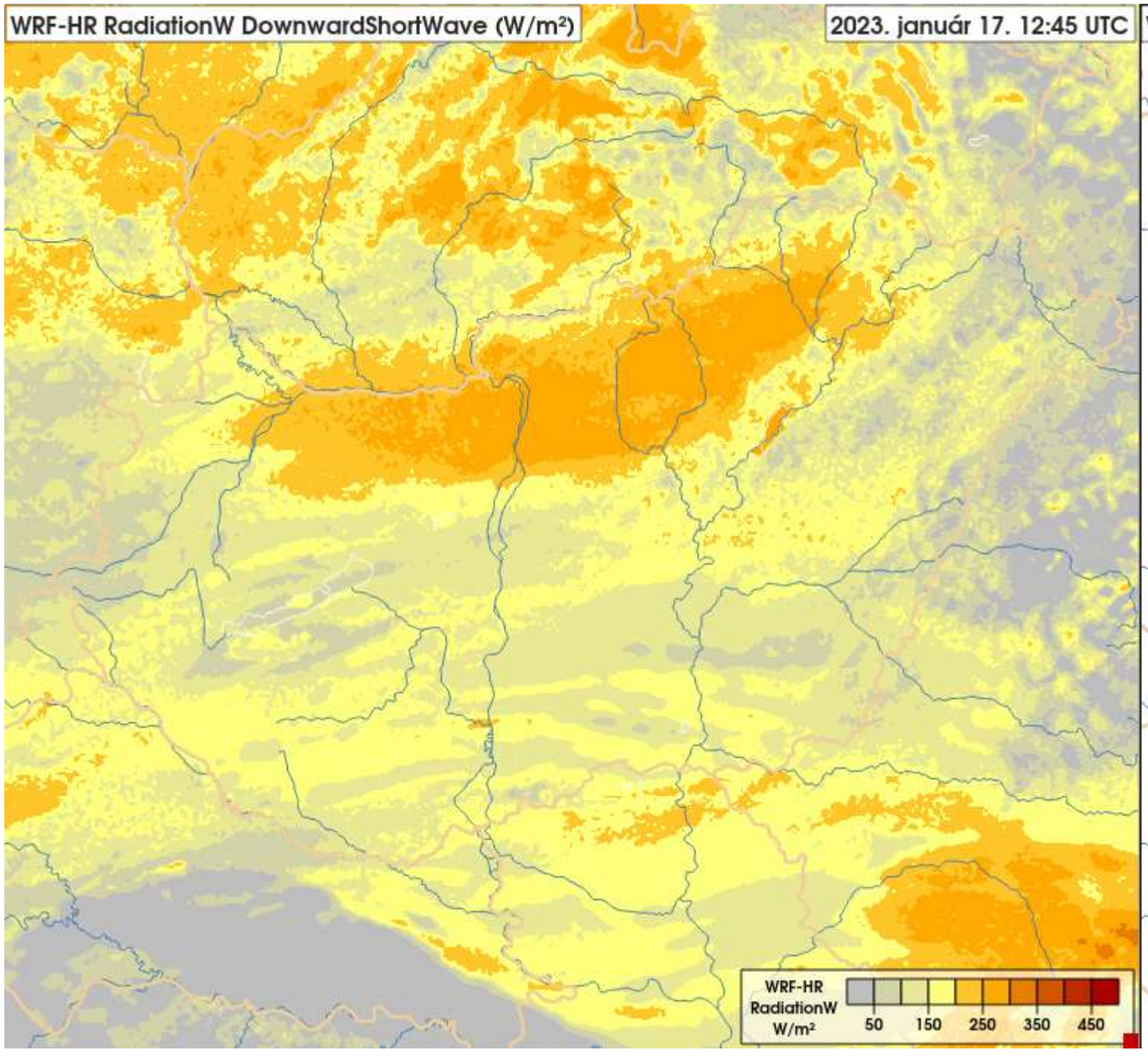

WRF-HR Borultság Össz (%)
2023. január 17. 12:00 UTC
WRF-HR
Borultság
%
20
40
60
80
110

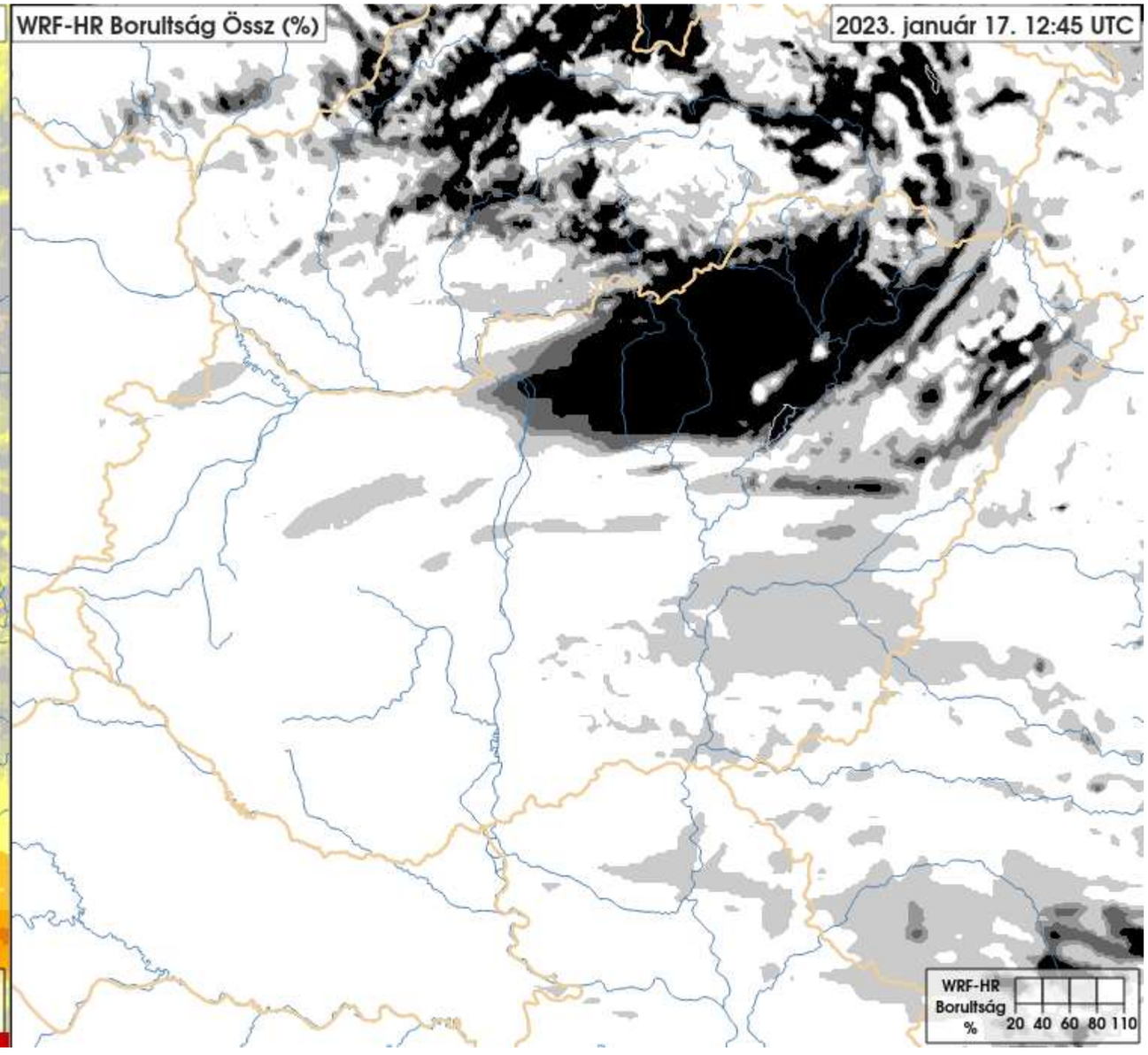

WRF-HR RadiationW DownwardShortWave (W/m²)
2023. január 17. 12:15 UTC
WRF-HR
RadiationW
W/m²
50
150
250
350
450

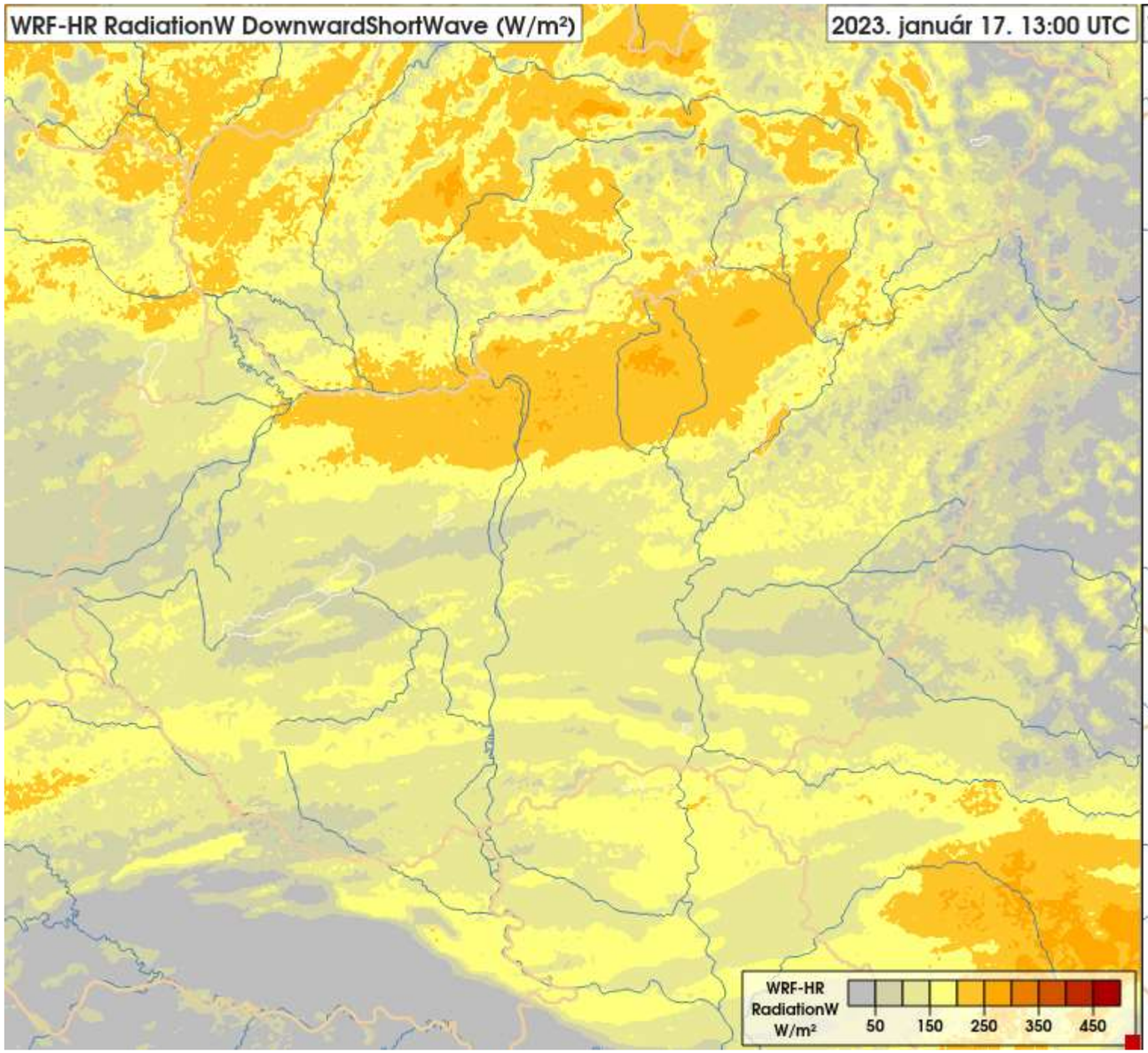

WRF-HR Borultság Össz (%)
2023. január 17. 12:15 UTC
WRF-HR
Borultság
%
20
40
60
80
110

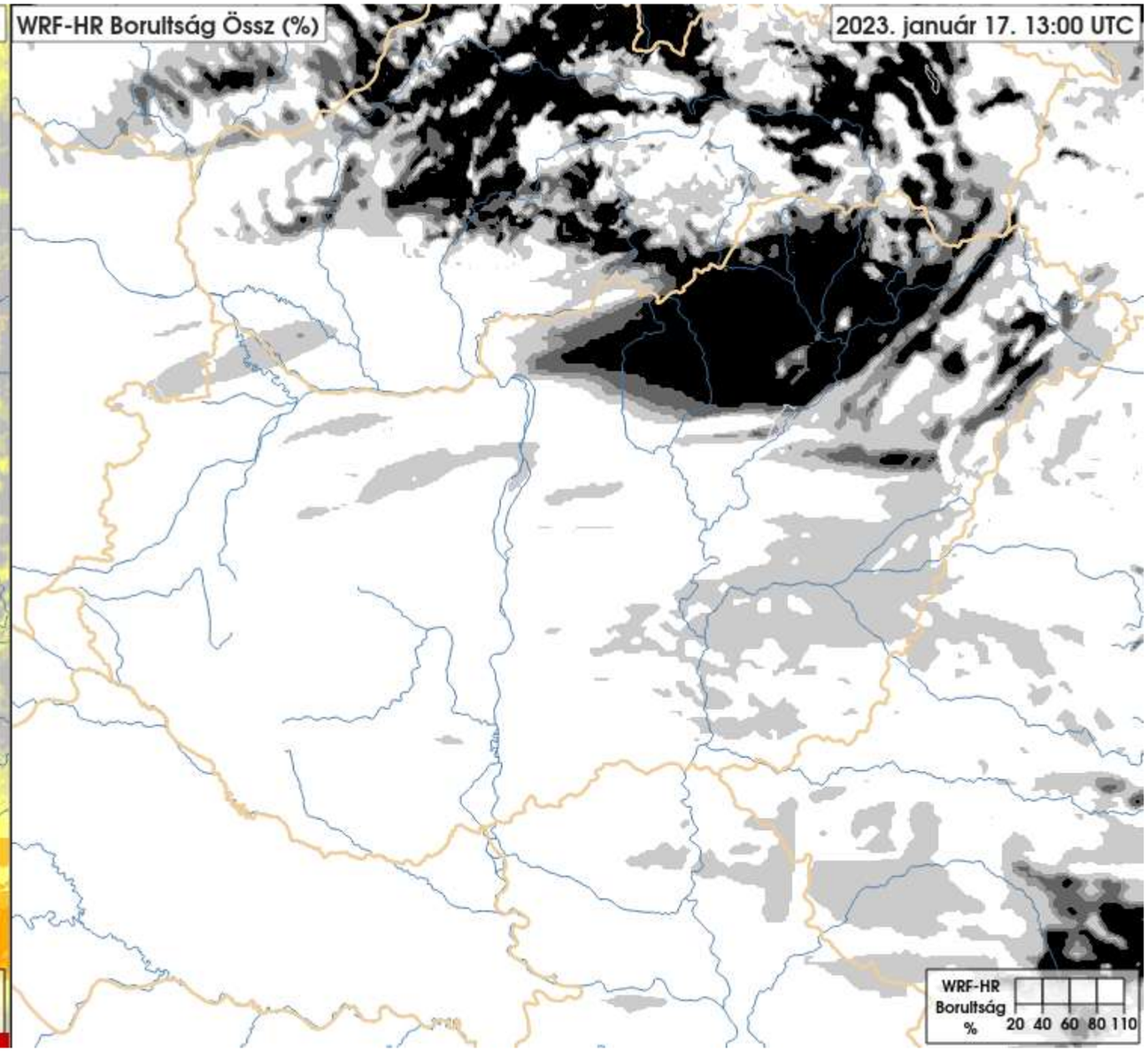

WRF-HR RadiationW DownwardShortWave (W/m²)
2023. január 17. 12:30 UTC
WRF-HR
RadiationW
W/m²
50
150
250
350
450


WRF-HR Borultság Össz (%)
2023. január 17. 12:30 UTC
WRF-HR
Borultság
%
20
40
60
80
110

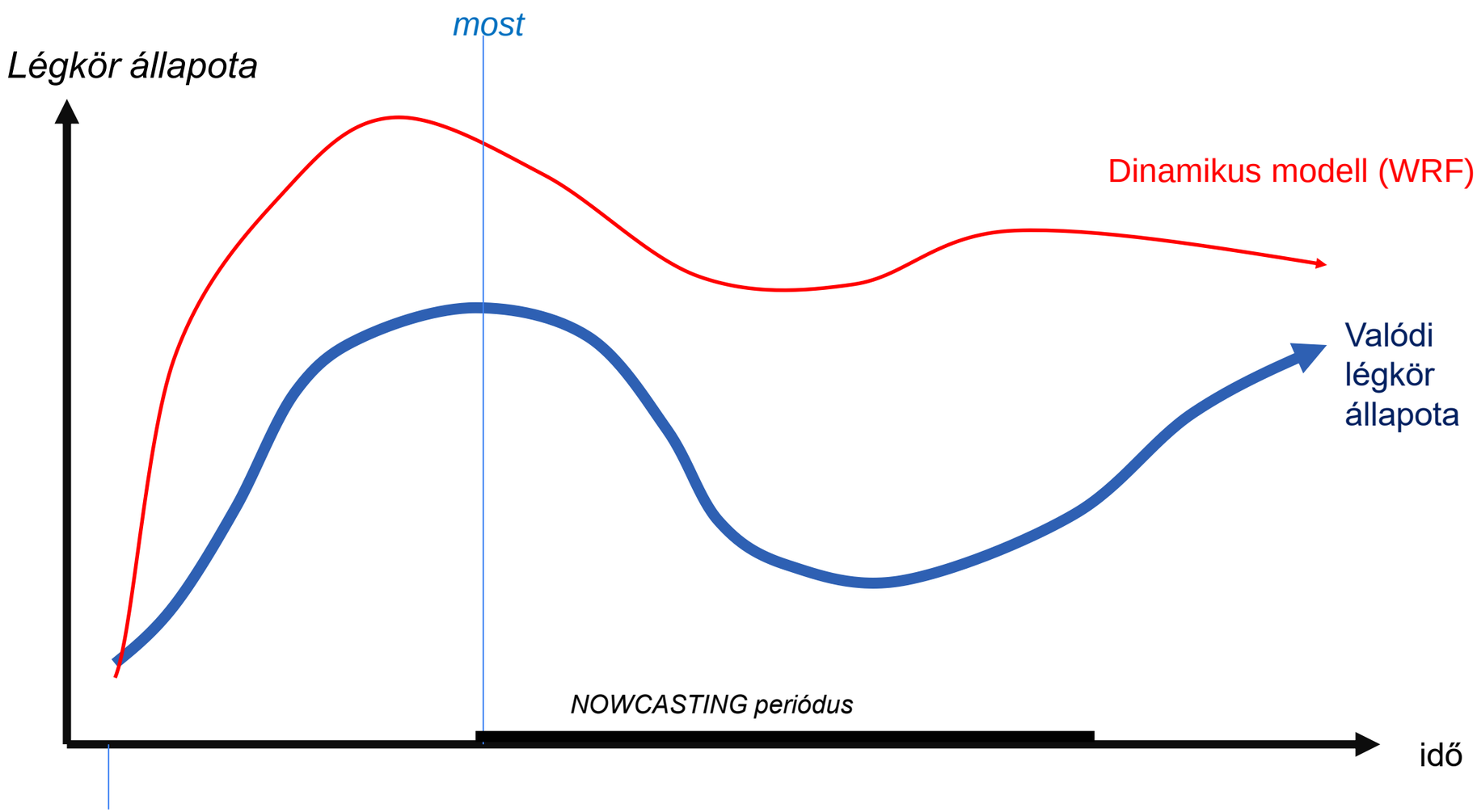

WRF-HR RadiationW DownwardShortWave (W/m²)
2023. január 17. 12:45 UTC
WRF-HR
RadiationW
W/m²
50
150
250
350
450


WRF-HR Borultság Össz (%)
2023. január 17. 12:45 UTC
WRF-HR
Borultság
%
20 40 60 80 110


WRF-HR RadiationW DownwardShortWave (W/m²)
2023. január 17. 13:00 UTC
WRF-HR
RadiationW
W/m²
50
150
250
350
450


WRF-HR Borultság Össz (%)
2023. január 17. 13:00 UTC
WRF-HR
Borultság
%
20
40
60
80
110

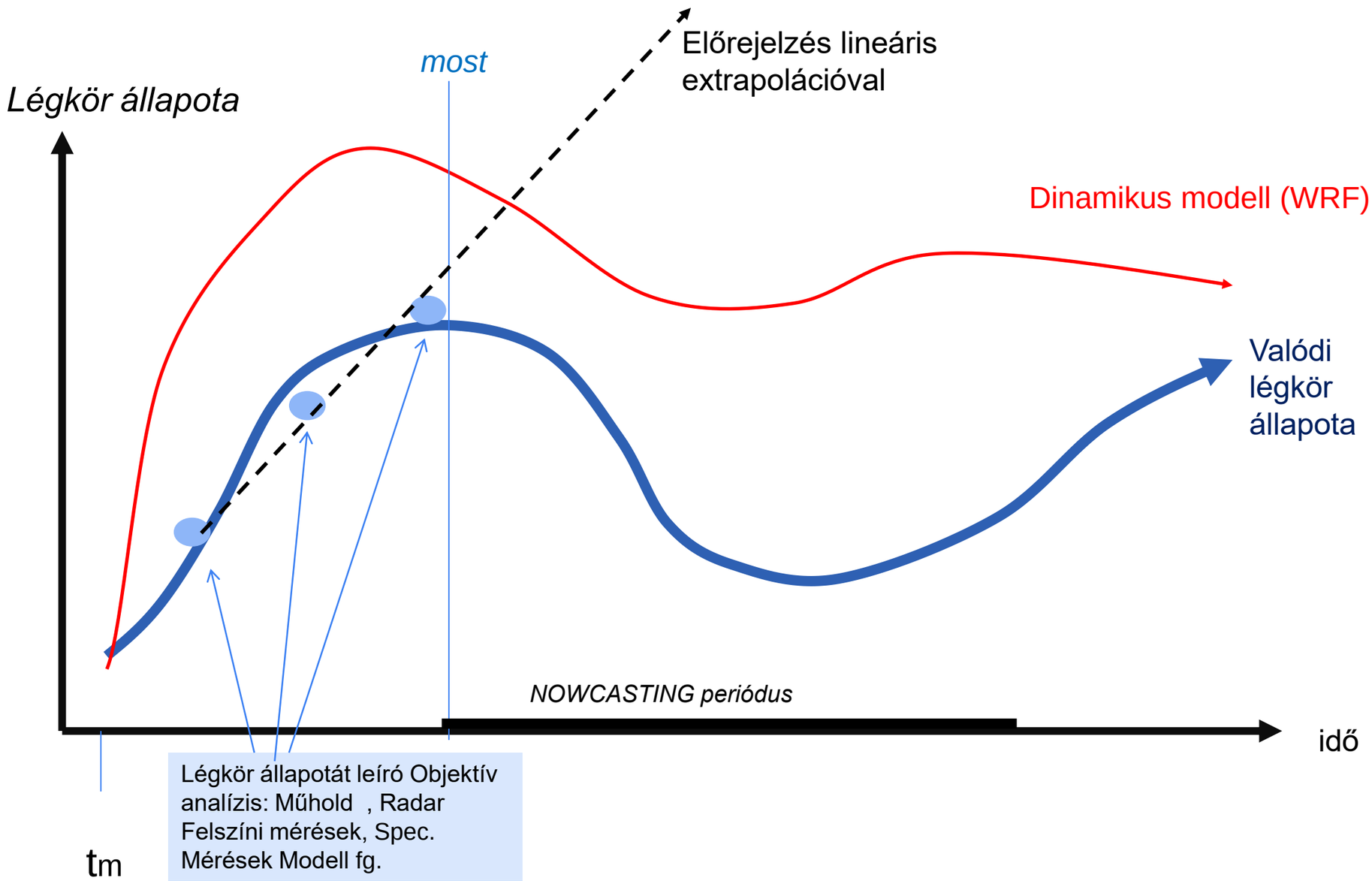
NOWCASTING: napon belüli előrejelzés



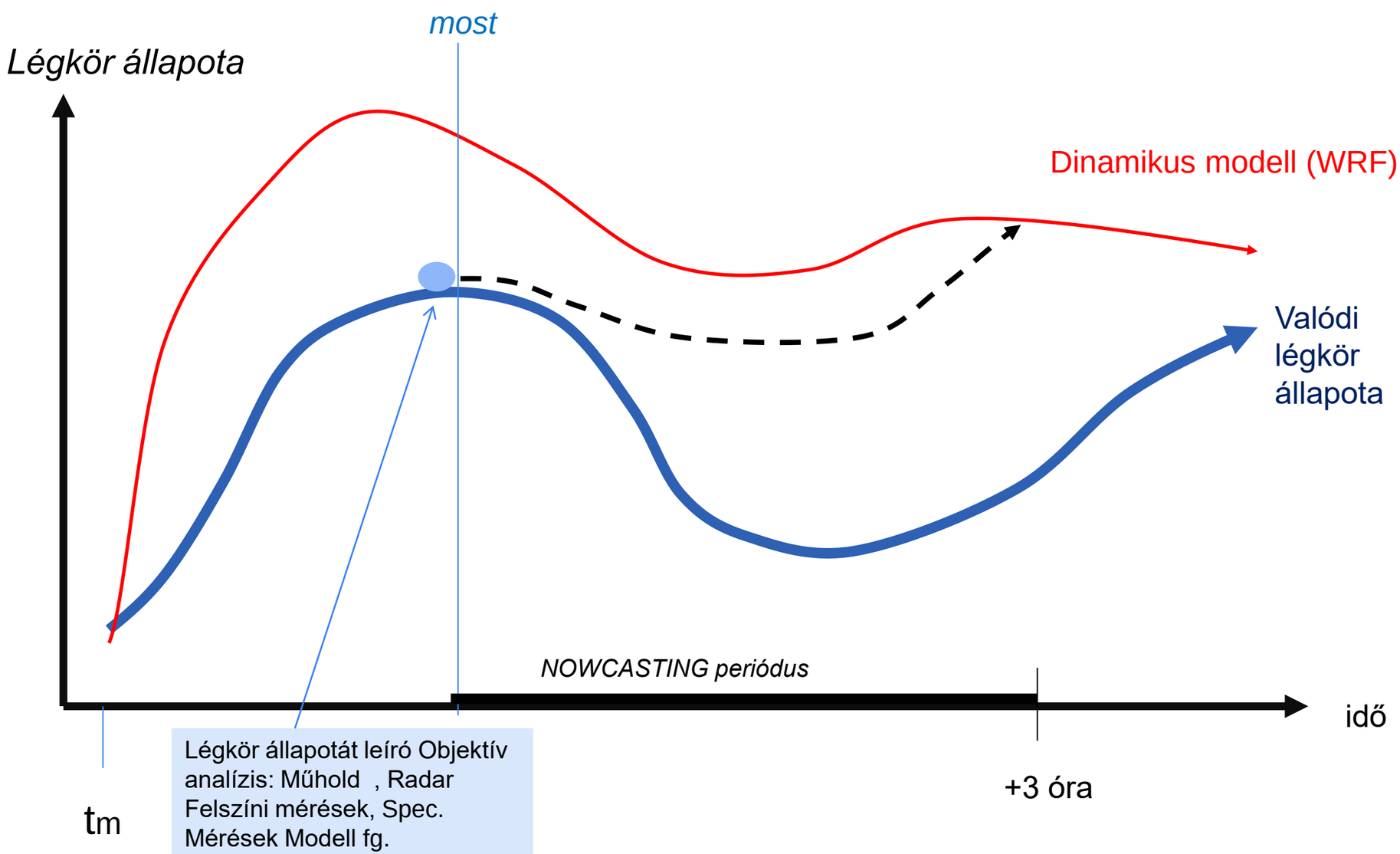
tm

Modell indítási ideje

Előrejelzés mérésekből extrapolációval

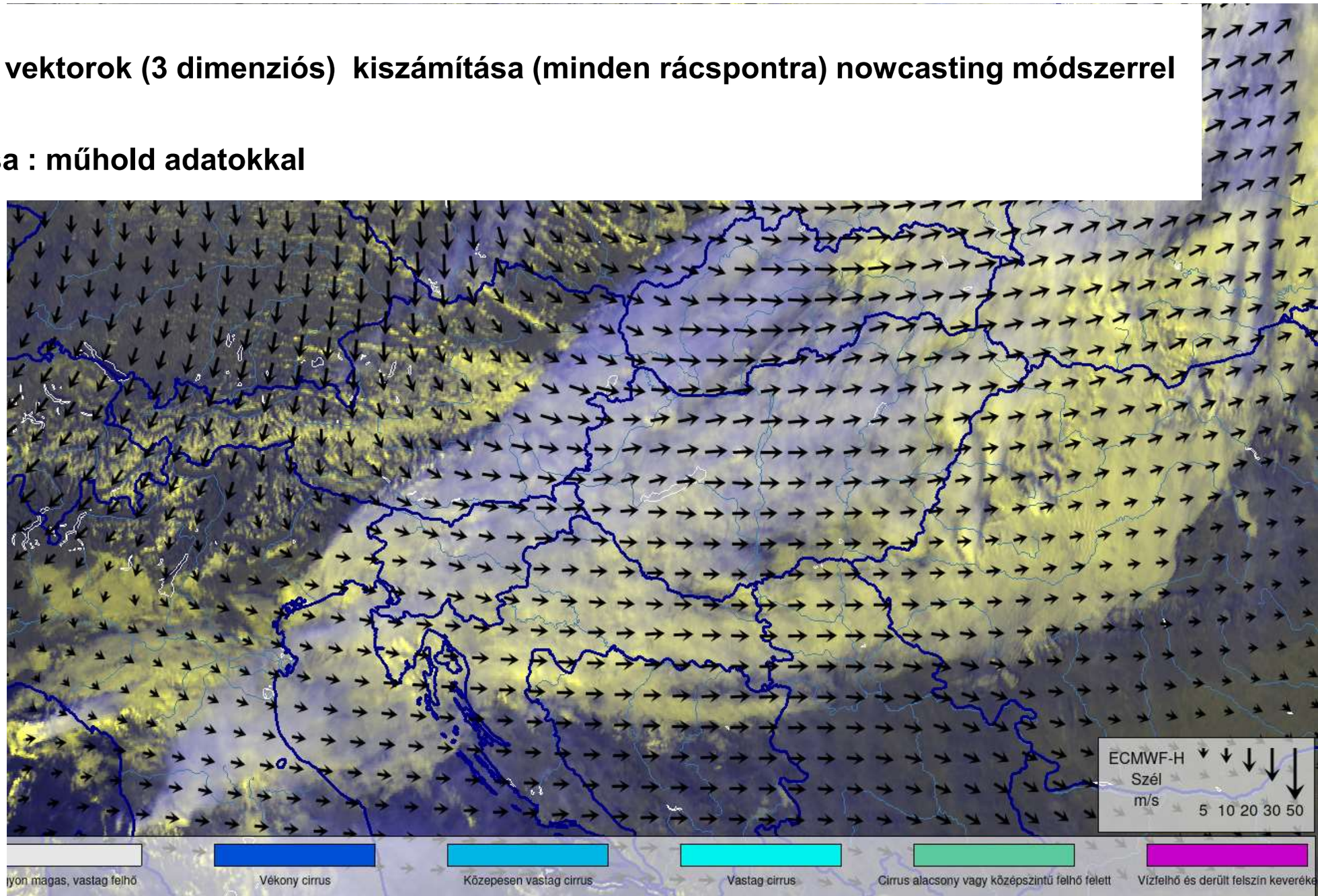


Ultrarövidtávú előrejelzés (NOWCASTING) numerikus modell bevonásával:
MEANDER rendszer



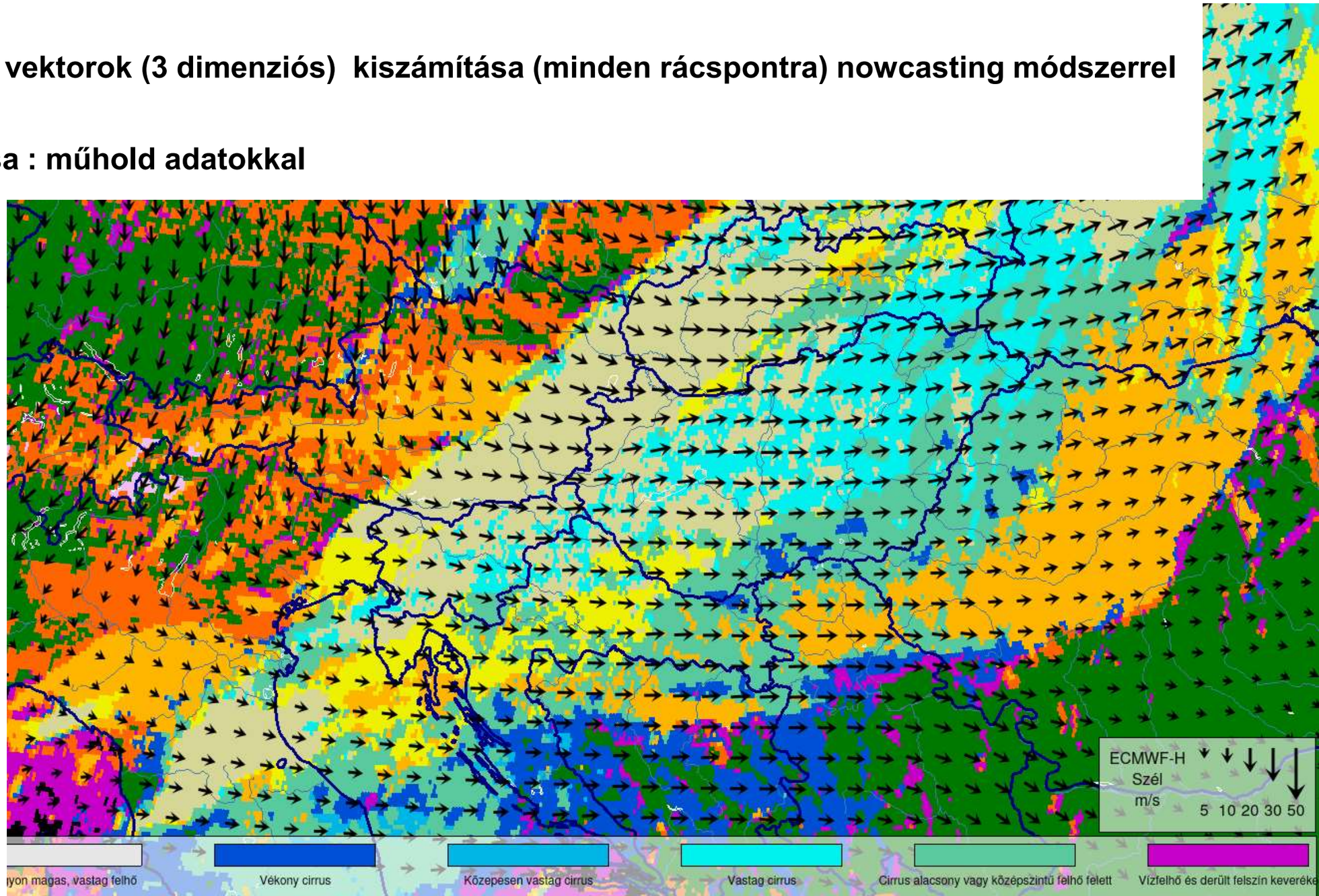
Napsugárzás nowcasting

- **Felhőzet áthelyeződési vektorok (3 dimenziós) kiszámítása (minden rácspontra) nowcasting módszerrel**
- **Felhőzet meghatározása : műhold adatokkal**

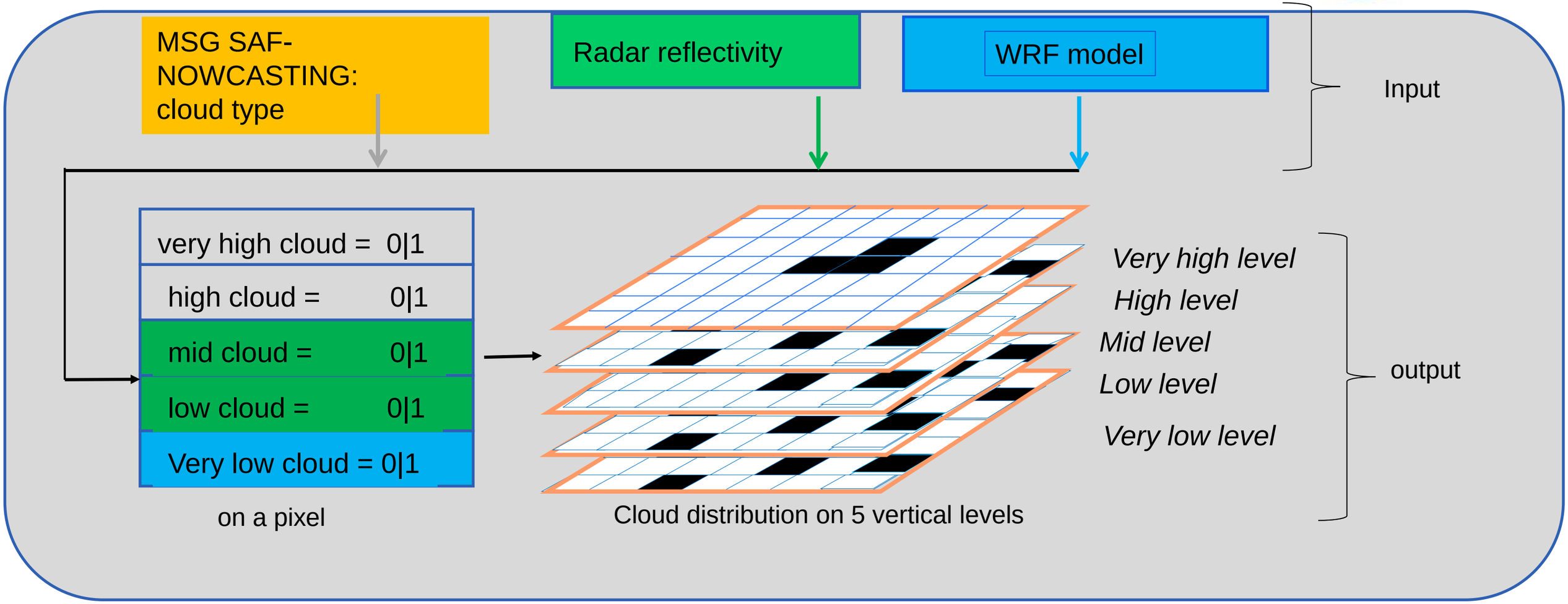


Napsugárzás nowcasting

- **Felhőzet áthelyeződési vektorok (3 dimenziós) kiszámítása (minden rácspontra) nowcasting módszerrel**
- **Felhőzet meghatározása : műhold adatokkal**



Cloudines nowcasting: analysis



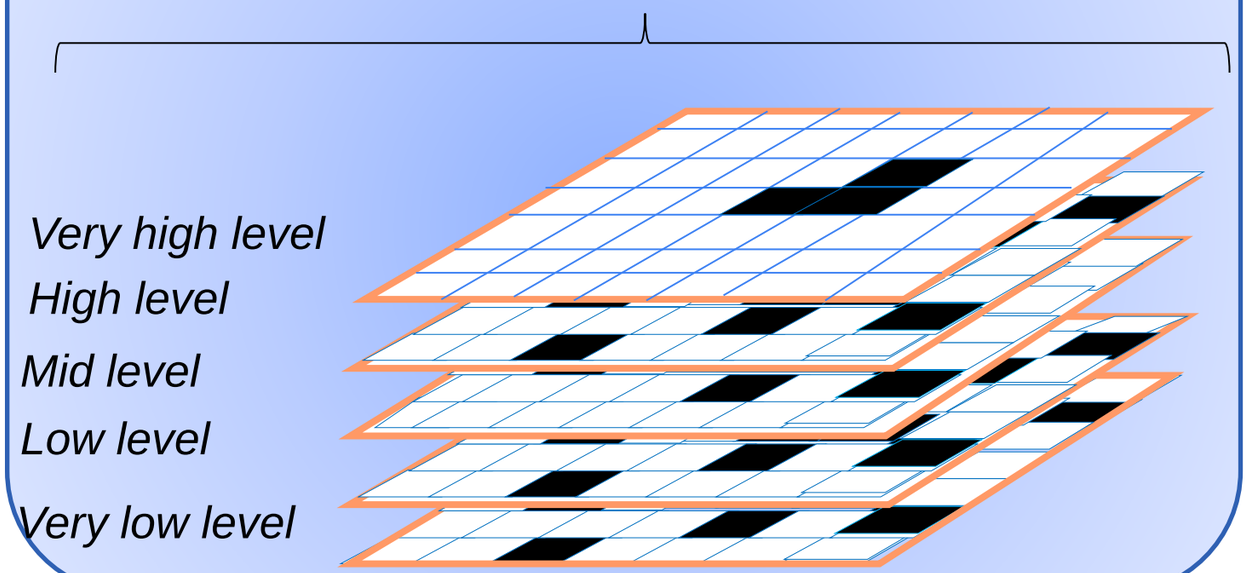
A derived parameter for solar energy plants: optical mask

	Mid cloud: C_5	Low cloud: C_4	Very low cloud C_3	High cloud C_2	Very high cloud C_1	Optical mask
	(0|1) *16	(0|1) *8	(0|1) *4	(0|1) *2	(0|1) *1	Sum(C_i)
example	Mid cloud=1	Low cloud=1	Very low cloud=0	High cloud=0	Very high cloud=0	Optical mask = **24**

Felhőzet nowcasting:

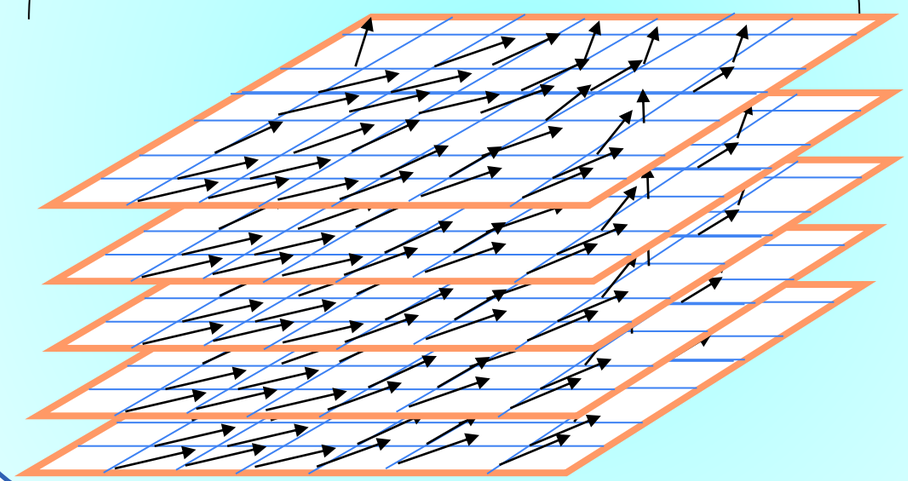
ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT

Multilevel cloudines analysis



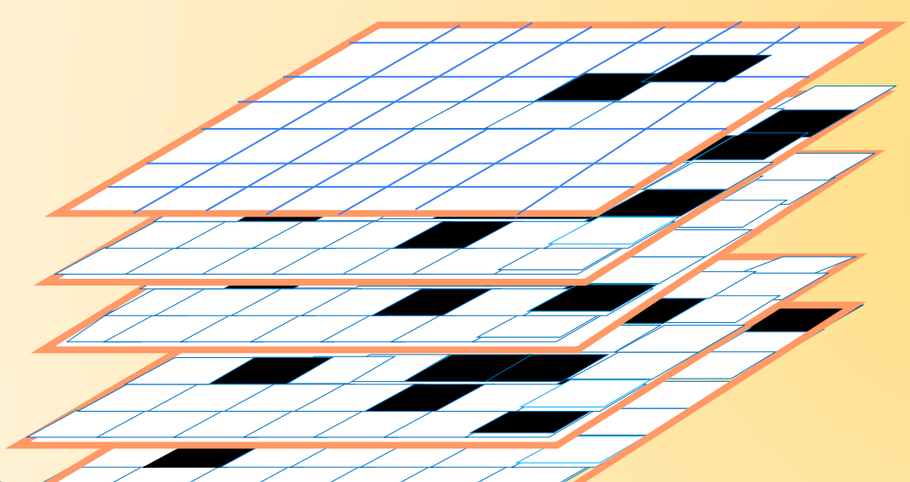
+

Multilevel cloud motion vectors from WRF model



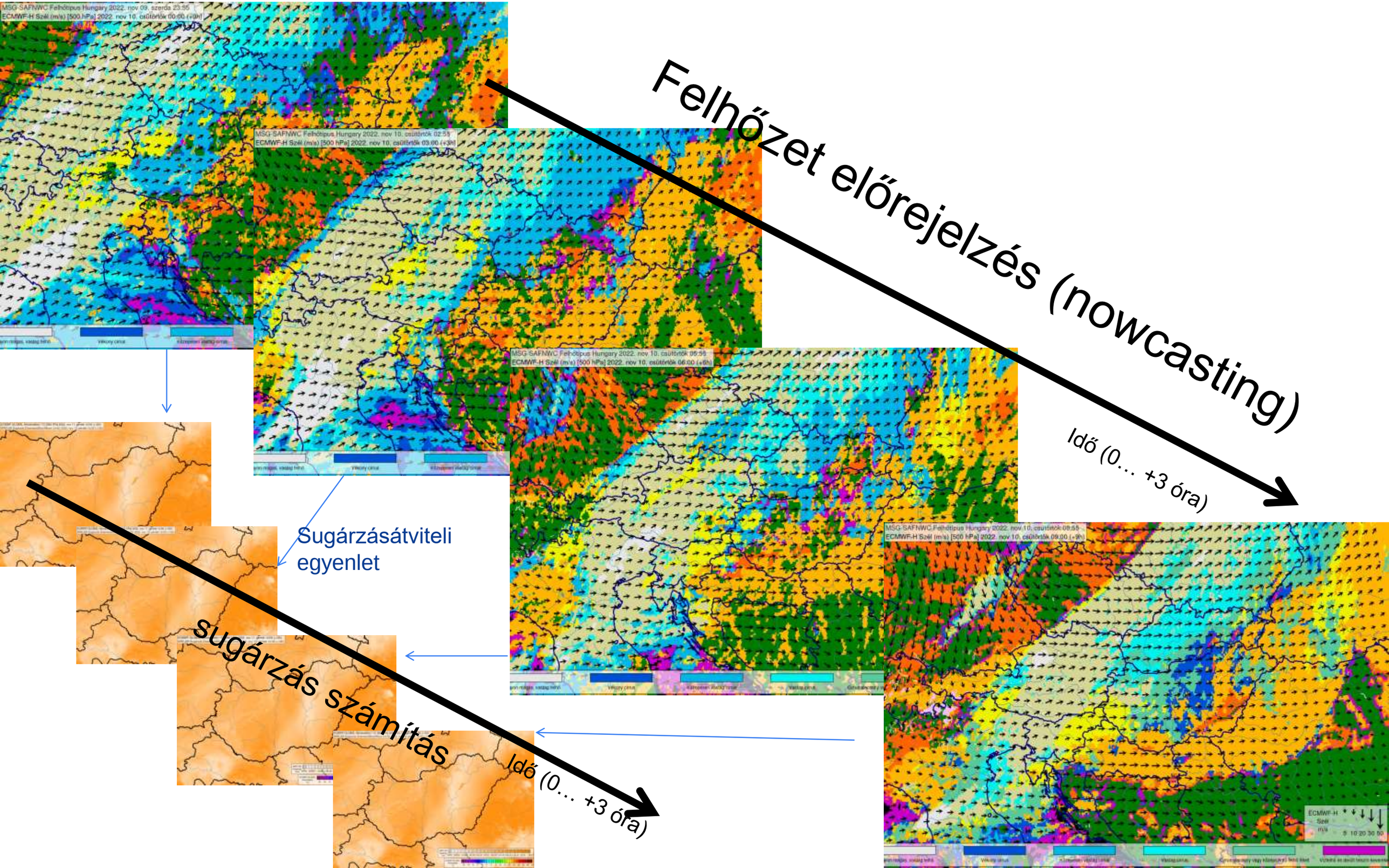
=

Nowcasted multilevel cloudines

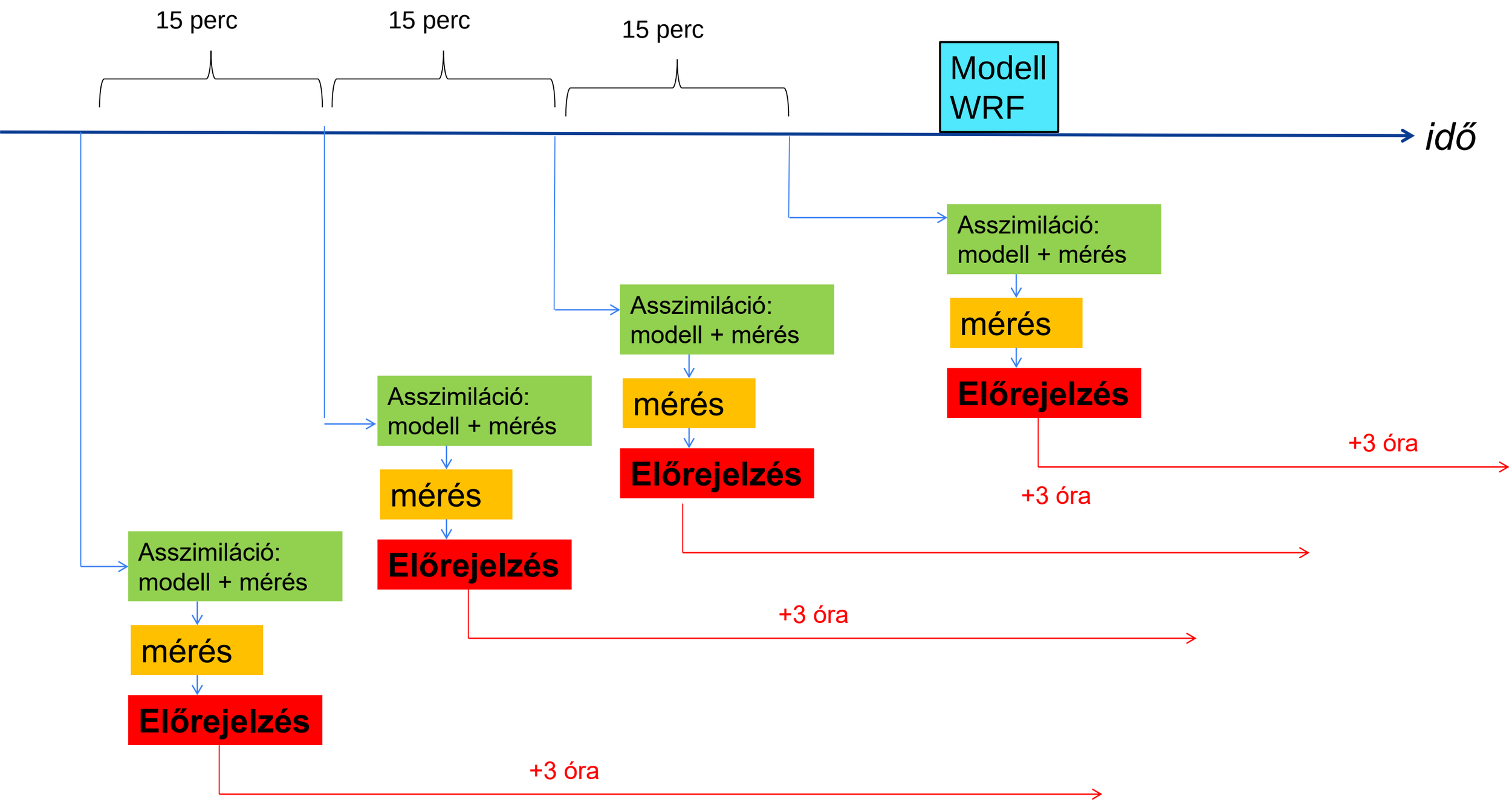


Recalculation of

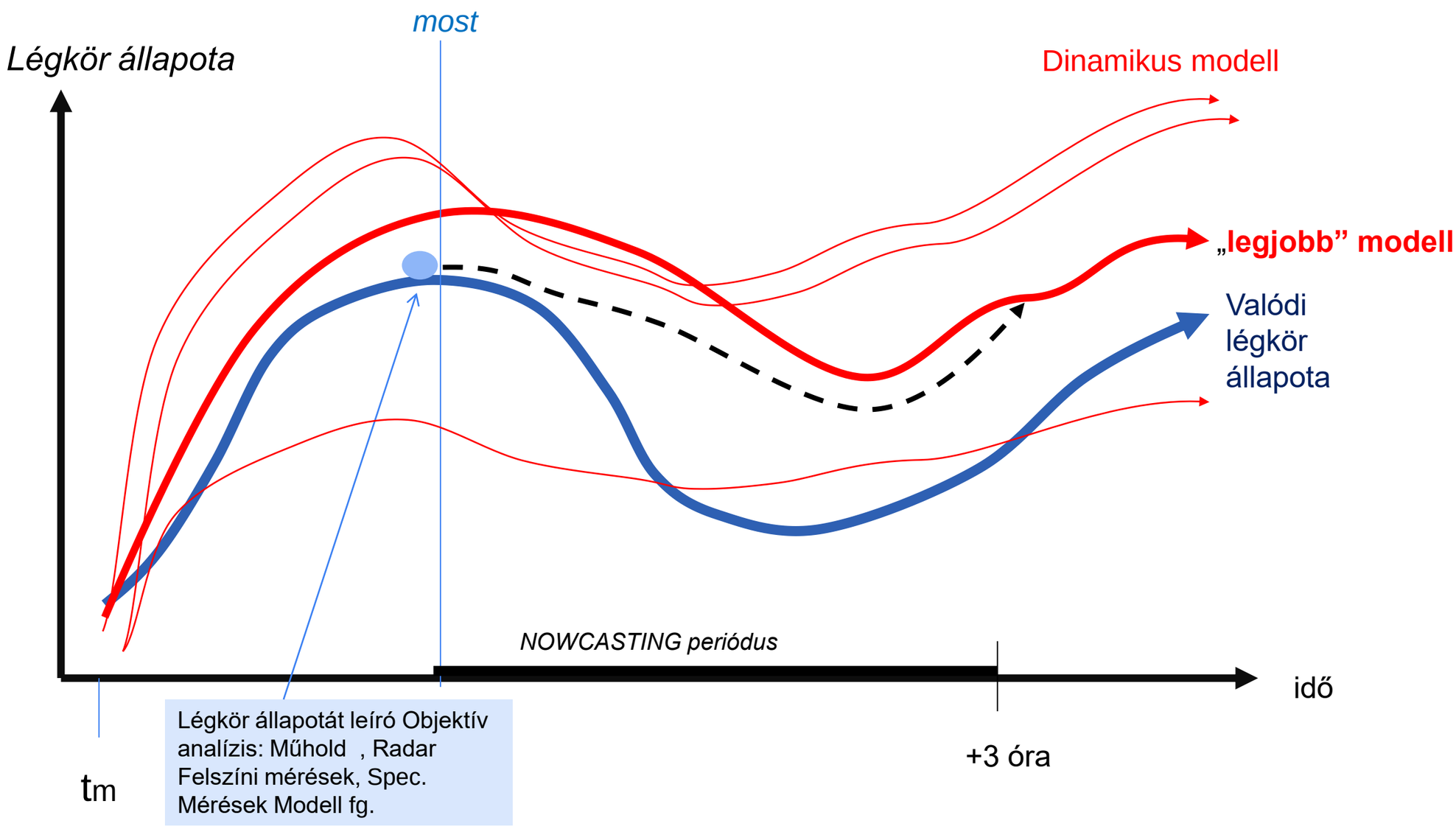
- **cloud type**
- **cloudines**
- **optical mask**


Felhőzet előrejelzés (nowcasting)
Idő (0… +3 óra)
Sugárzásátviteli egyenlet
sugárzás számítás
Idő (0… +3 óra)

Előrejelzési ciklus



Rövidtávú előrejelzés ensemble modellekkel



Problémák, bizonytalanságok, előrelépések:

1.Nowcasting (MEANDER)

- Felhőzet nem csak áthelyeződik, de fejlődik, gyakran intenzívebben mint ahogy áthelyeződik: pl. gomolyfelhőzet
- Sok vertikális szintből áll a felhőzet, függetlenül mozoghatnak a rétegek
- Sugárzásátvitel felhőrétegektől és felhőtípustól erősen függ.
- Lineáris előrejelzés bevállása +2 óra után erősen csökken

2. Dinamikus modell (WRF)

Az előrejelzések bizonytalansága nagyobb mint a tőlünk északra lévő ciklonális övben vagy a stabilabb mediterrán övben → Javulás várható a WRF-Solar illetve a WRF-ensemble alkalmazásával

3. Egyebek

- Nowcasting szegmens veszélyjelzési funkciója (előrejelzési bizonytalanság, viharjelzés,)
- Bizonytalanságok csökkentését segítené a monstre erőműparkok diverzifikációja. Ha ez nem megy, akkor speciális előrejelző szolgálat

4. Reálisan: mekkora igény van ilyen irányú fejlesztésre????

ORSZÁGOS
METEOROLÓGIAI
SZOLGÁLAT

Köszönöm a figyelmet!