



90 éves a Balatoni Viharjelzés

Az előadást készítették:

Horváth Ákos, Kurcsics Máté , Szilágyi Eszter , Zsikla Ágota

meteorológusok

valamint

Bartha Imre

nyugalmazott obszervatórium vezető

*HungaroMet Meteorológiai Szolgáltató Zrt. Siófoki Viharjelző
Obszervatóriuma*

*Előadja: Tóth Tamás meteorológus
(toth.t@met.hu)*

A Balatoni viharjelzés története

dr. Hille Alfréd :1934 július 8.



Hidroplán Siófokon, az 1930-as években
(Ezek sorozatos sérülése készítette a Légügyi
Hivatal illetékeseit a viharjelzés megindítására
1934-ben)



Junkers

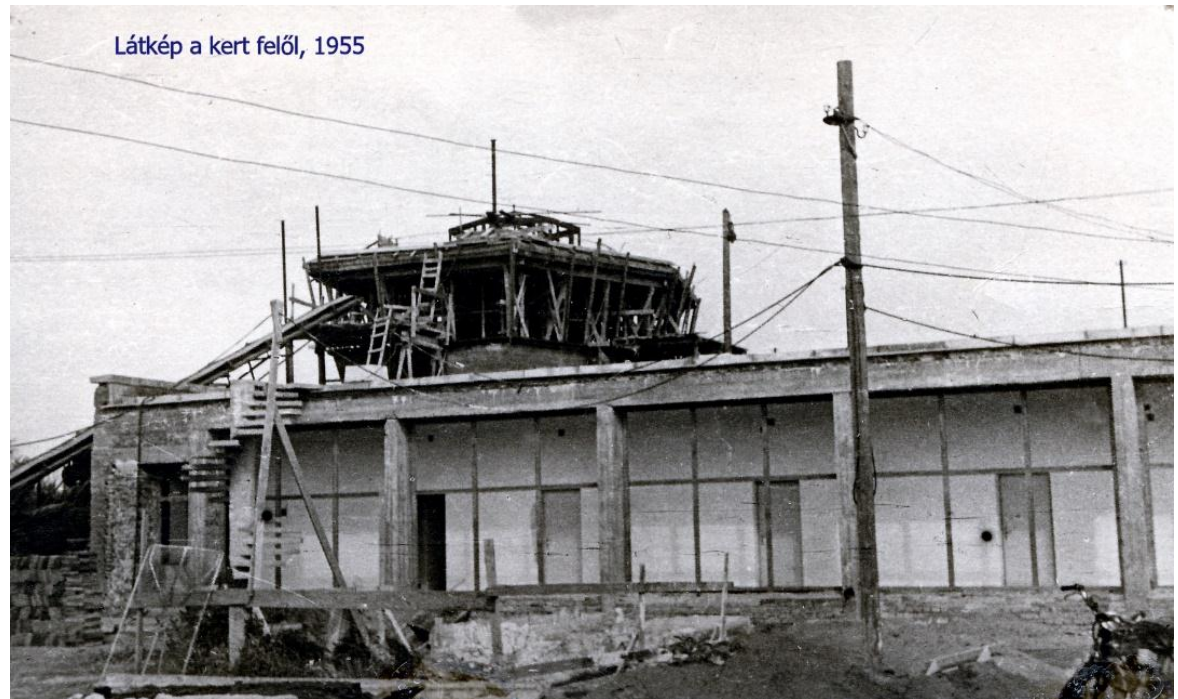


Dr. Zách Alfréd
1910-2003

Viharjelző rakéta indítása
a 34 kilövőhely egyikén

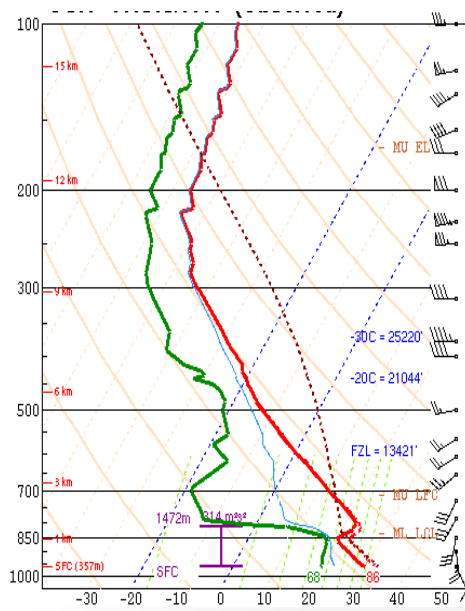


Látkép a kert felől, 1955



A Balatoni Viharjelzés fizikai-matematikai-meteorológiai alapjainak lerakása:

Dr. Götz Gusztáv



$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -(\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} + \nu \Delta \vec{v} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \vec{f}$$

$$\rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} \right) = -\nabla p + \eta \Delta \vec{v} + \left(\zeta + \frac{\eta}{3} \right) \nabla \operatorname{div} \vec{v}$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) = 0$$

$$\rho \left(\frac{\partial v_i}{\partial t} + v_k \frac{\partial v_i}{\partial x_k} \right) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_k} \left\{ \eta \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_k} + \frac{\partial v_k}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ik} \frac{\partial v_l}{\partial x_l} \right) \right\} + \frac{\partial}{\partial x_k} \left(\zeta \frac{\partial v_l}{\partial x_l} \delta_{ik} \right)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) = 0$$

$$\rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} \right) = -\nabla p + \eta \Delta \vec{v} + \left(\zeta + \frac{\eta}{3} \right) \nabla \operatorname{div} \vec{v}$$



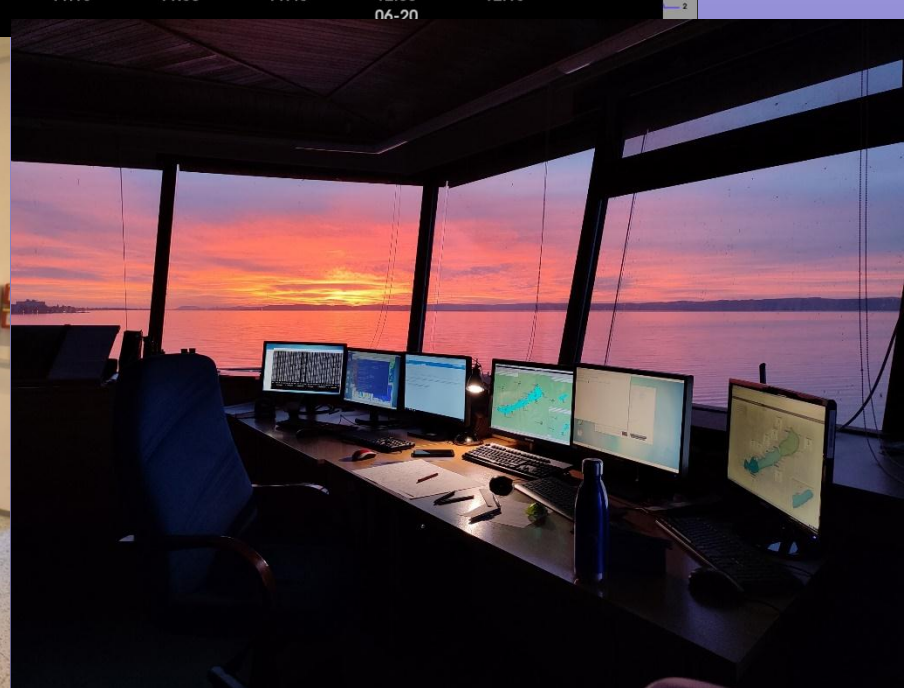
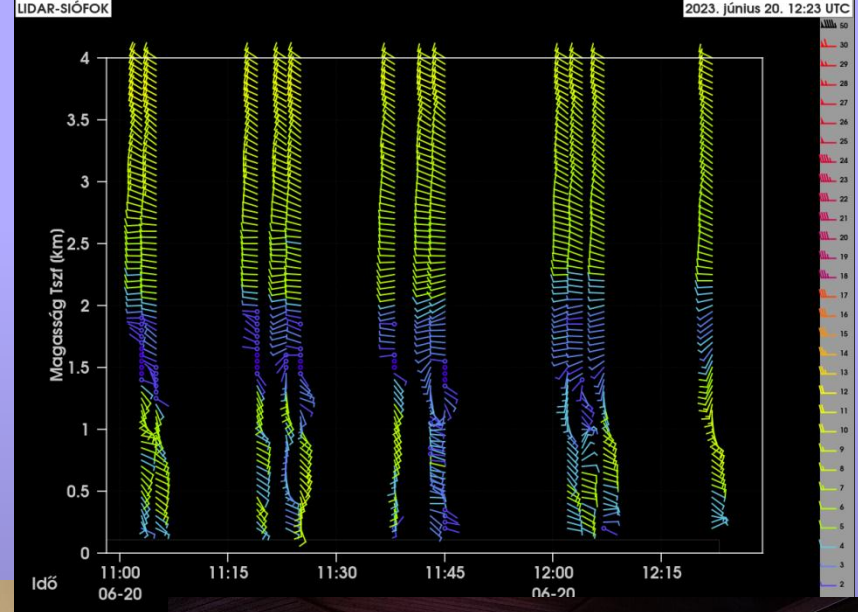


**A fényjelző rendszer:
1984-86.**



Dr. Böjti Béla





Mérések-számítások az Observatóriumban



$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} \right) = - \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} \right) + \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} \right) \quad (8.2)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} \right) = - \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} \right) + \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} \right) \quad (8.3)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} \right) = - \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} \right) + \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} \right) \quad (8.4)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} \right) = - \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} \right) + \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} \right) \quad (8.5)$$



mérés

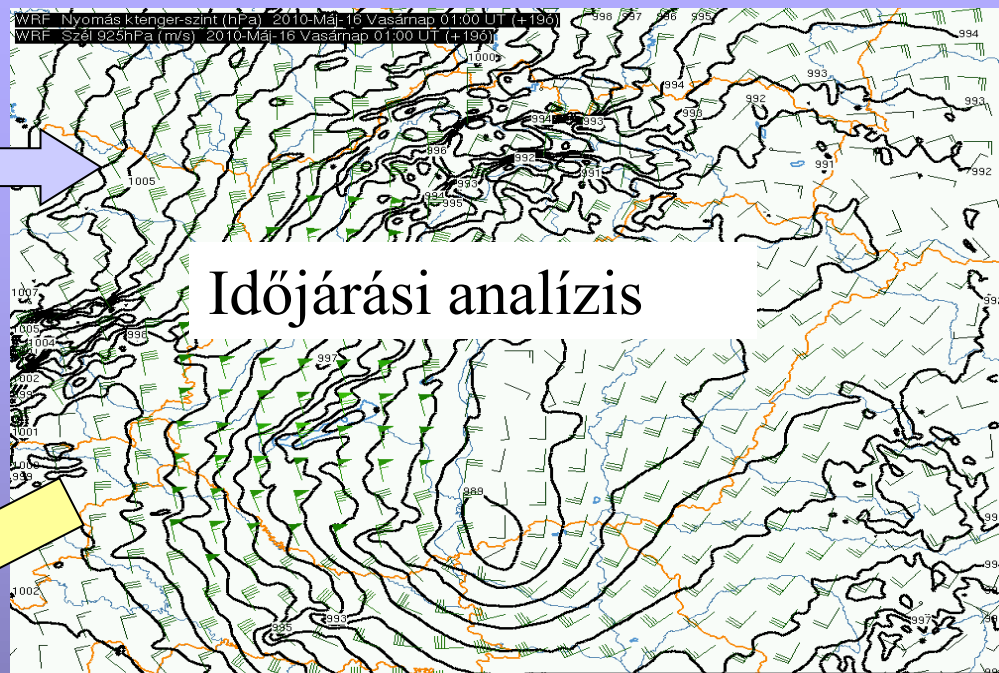
számítás

előrejelzés

viharjelzés



Ahogy az előrejelzés készül



Időjárási analízis

Radar
Műhold
Rádiószonda
Felszíni mérések
távérzékelések

Mérések

Momentum (x-component)

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

Momentum (y-component)

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

Momentum (z-component)

$$\frac{\partial w}{\partial t} - \frac{\rho_0}{\rho} g \frac{\partial p'}{\partial \sigma} + \frac{g p'}{\gamma p} = -\mathbf{v} \cdot \nabla w + g \frac{P_0 T'}{p T_0} - \frac{g R_d P'}{c_p p} + e (u \cos \alpha - v \sin \alpha) + \frac{u^2 + v^2}{r_{earth}} + D_w \quad (8.4)$$

thermodynamics

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

Személyi döntése alapján
Előrejelzések és riasztások



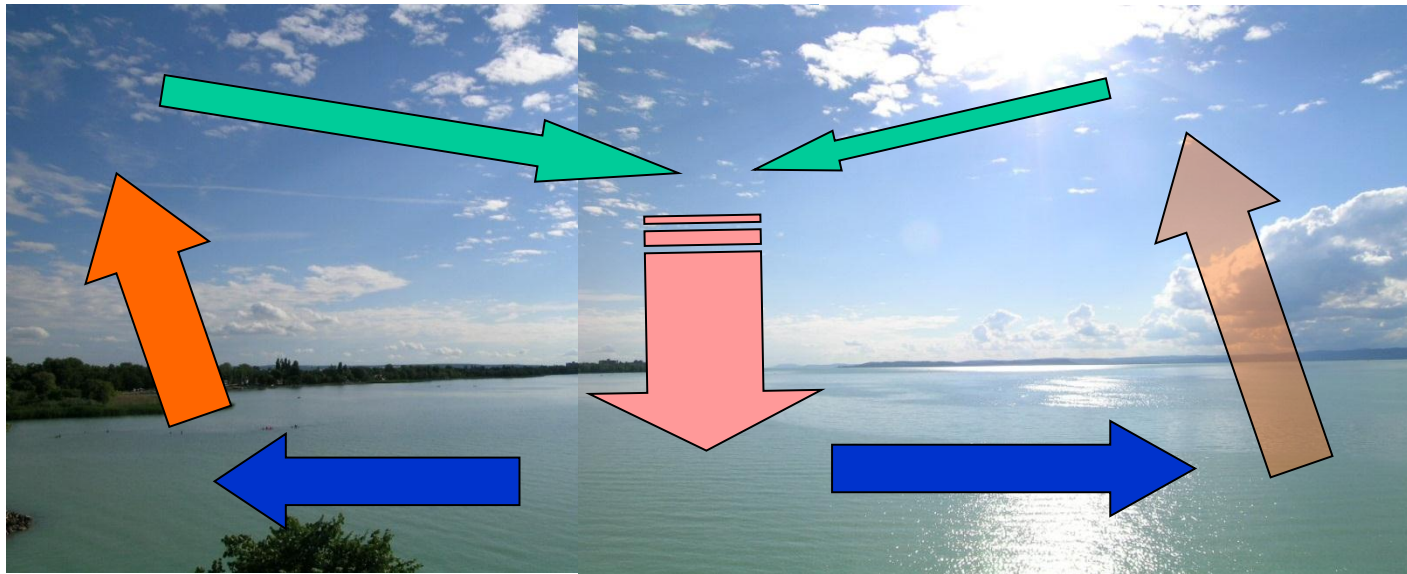
Dinamikai modellezés

Amikor a Balaton visszabeszél a légkörnek

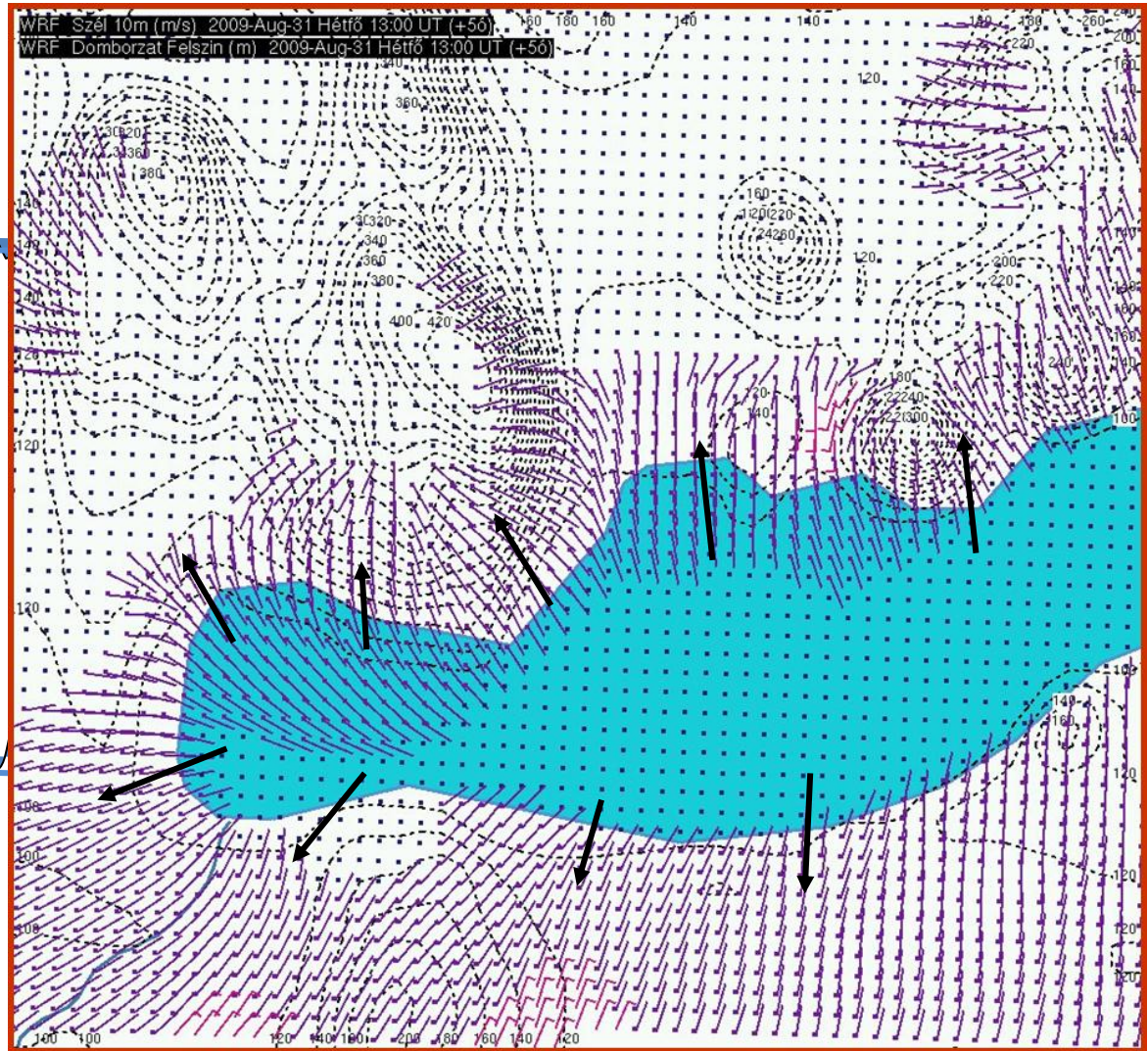
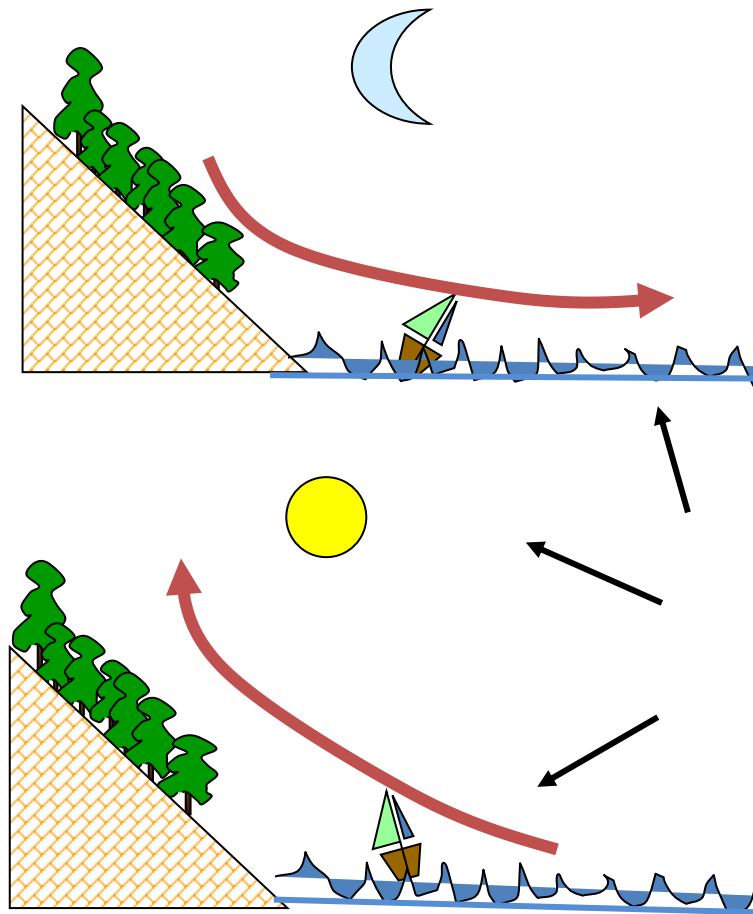
Lokális skála által vezérelt gyenge folyamat:

- energia kaszkád alulról fölfelé (főként trigger jelleggel)
- a szinoptikus skála csak a feltételeket biztosítja
- lokális skálán mutató energia különbségek vezérlik

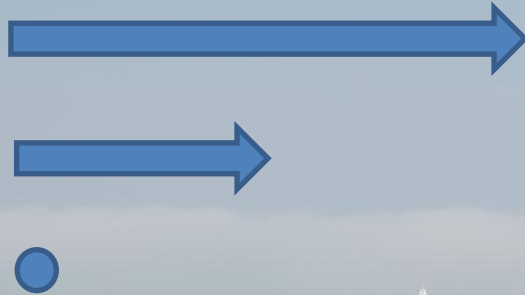
Tavi cirkuláció



Összetett cirkulációs rendszerek



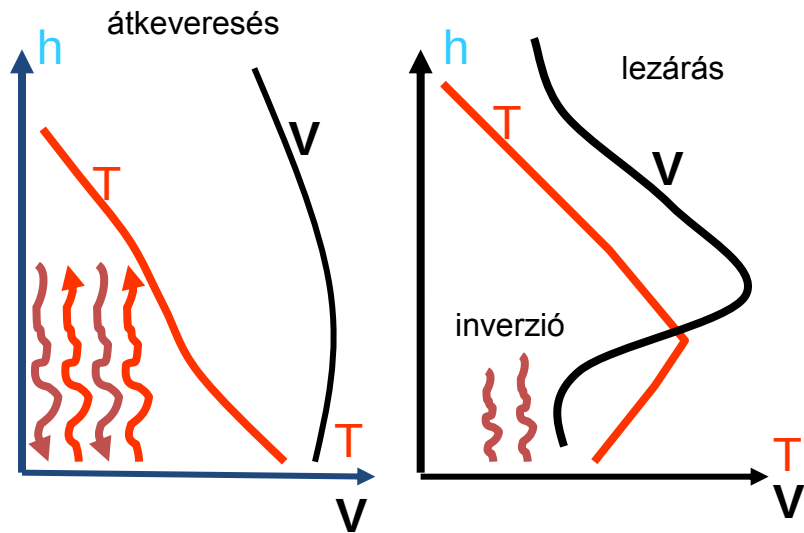
Viharjelzés szempontjából „optimális idő”



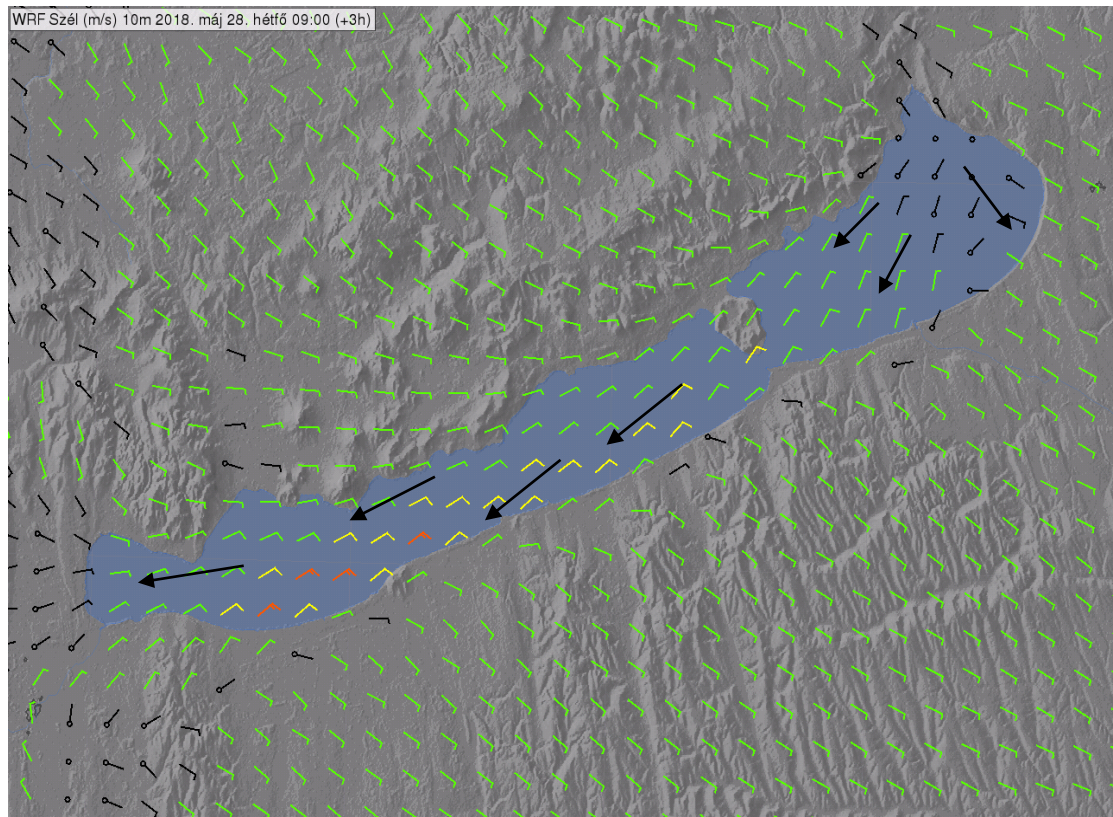
Felszíni réteg szerepe meghatározó
(Magasabb árbocú vitorlások „szélcsendben” is haladnak.)

Surf.layer





Hajnali-reggeli keleti helyzet

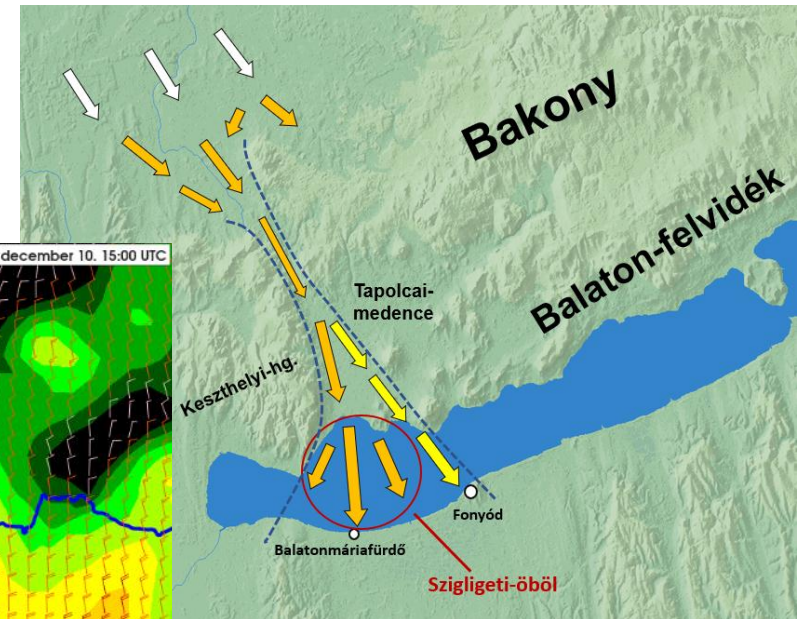
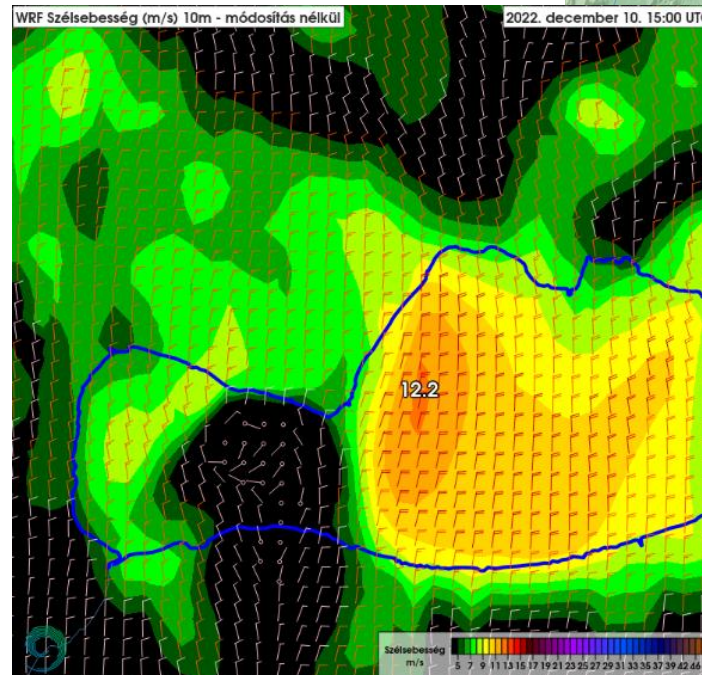
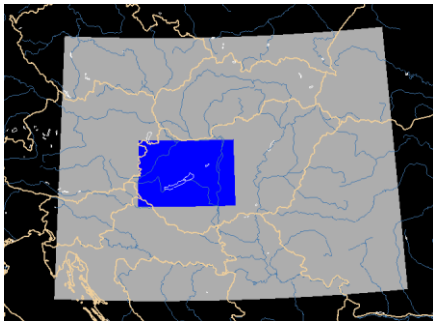


Szélcsatornák

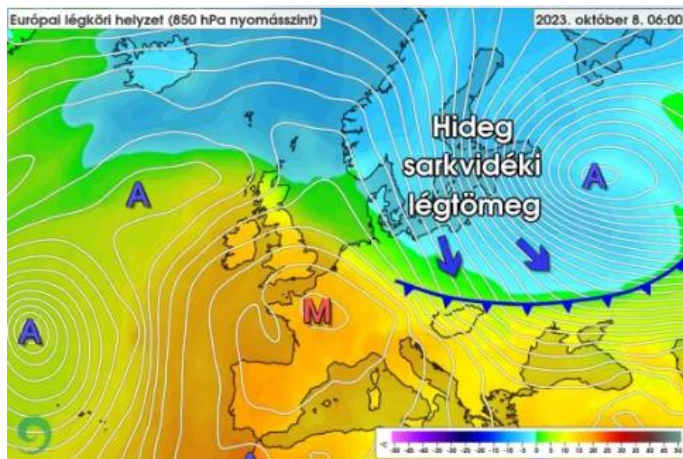
- Jelentős gyorsulás léphet fel a Lesence-patak völgyében
- Feltétele: stabil rétegződés
- Különösen veszélyes nyári éjszakákon
- Az eredmények javulást mutatnak a felbontás növelésével

WRF nest beépítése:

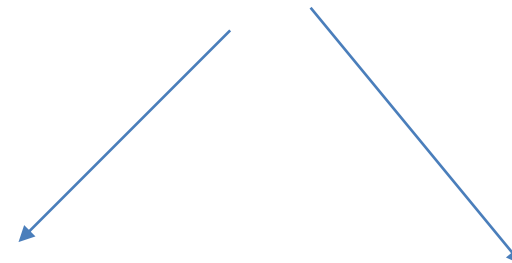
- d01: 1800 m-es felbontás
- d02: 600 m-es felbontás



Kurcsics Máté



Hidegfrontok a Balatonnál

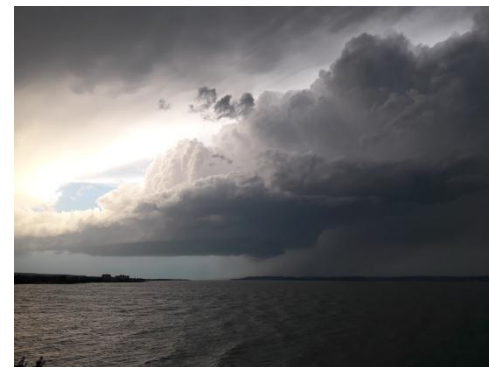
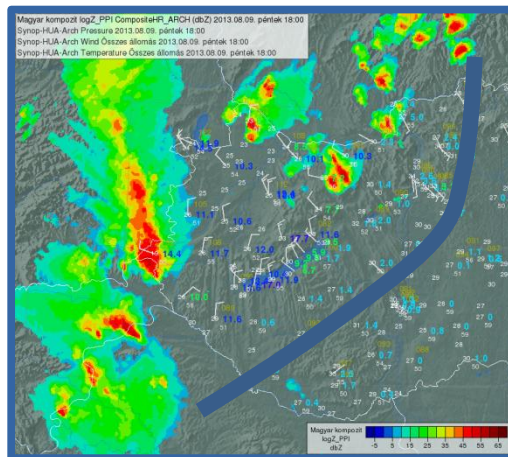


Szárász

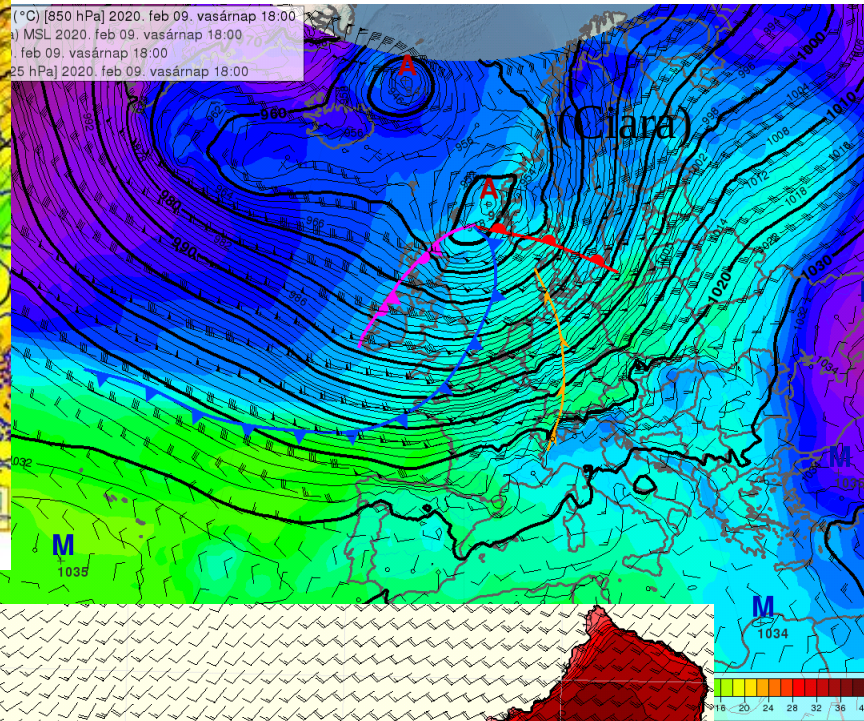
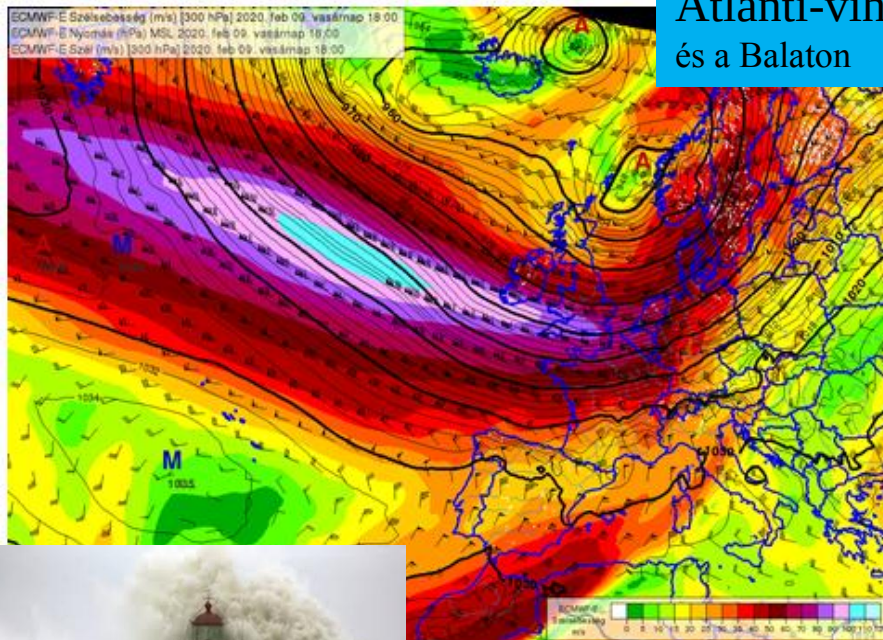
Csapadékos



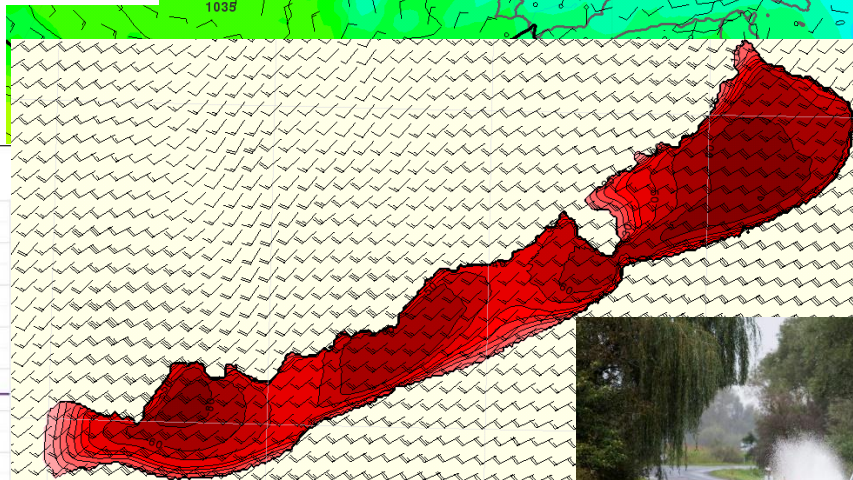
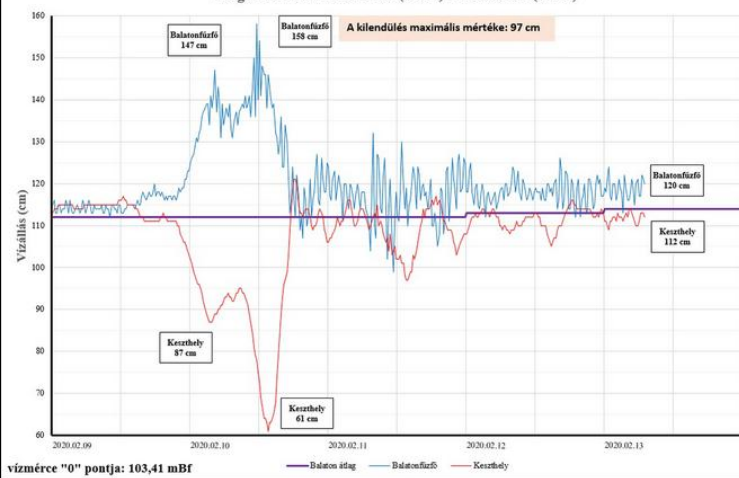
Porzó víz



Atlanti-viharciklonok és a Balaton



A Ciara ciklon hatása a Balatonra - hosszirányú kilendülések
vizsgált időszak: 2020.02.09. (00:00) - 2020.02.13. (07:00)



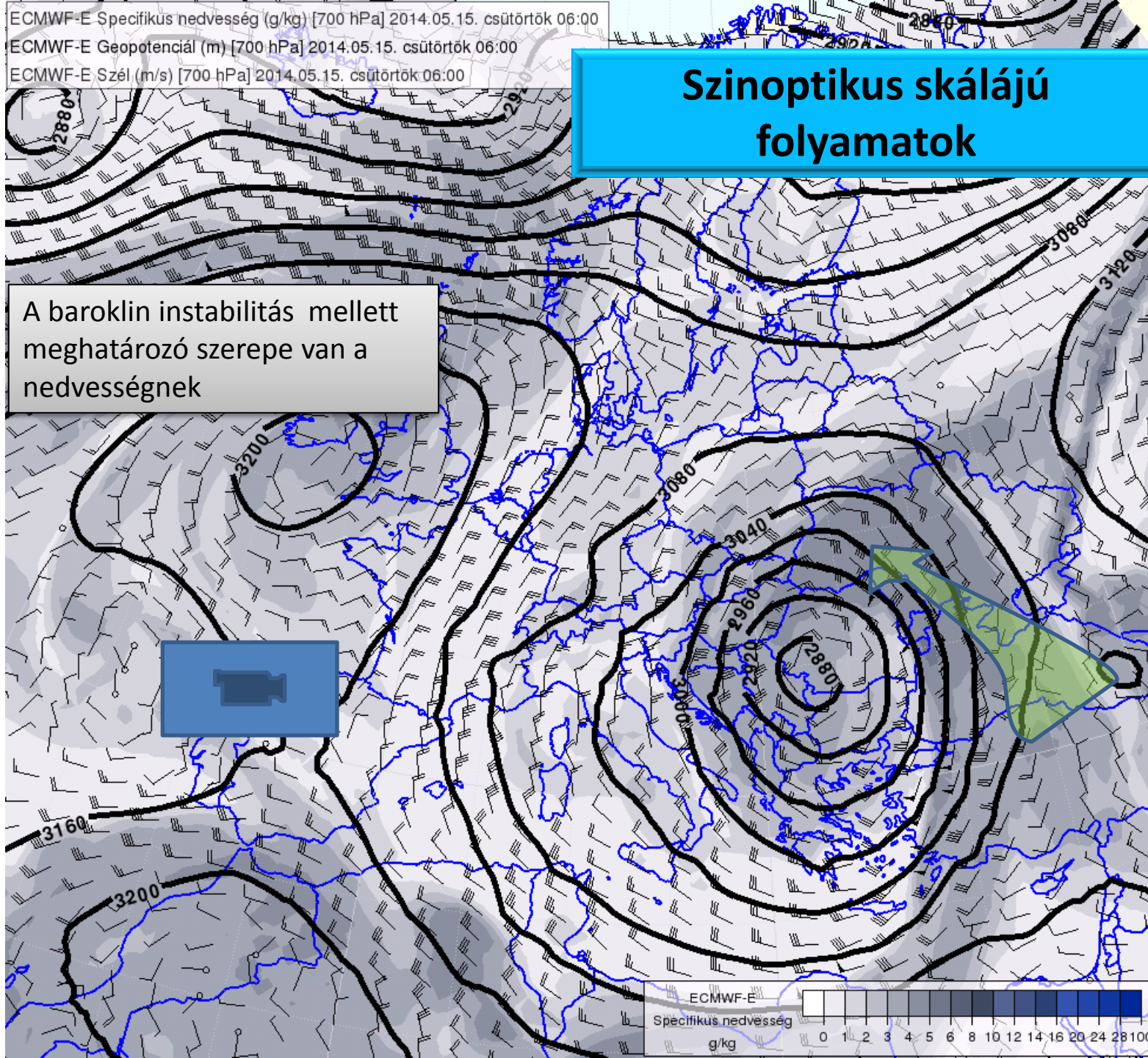
ECMWF-E Specifikus nedvesség (g/kg) [700 hPa] 2014.05.15. csütörtök 06:00

ECMWF-E Geopotenciál (m) [700 hPa] 2014.05.15. csütörtök 06:00

ECMWF-E Szél (m/s) [700 hPa] 2014.05.15. csütörtök 06:00

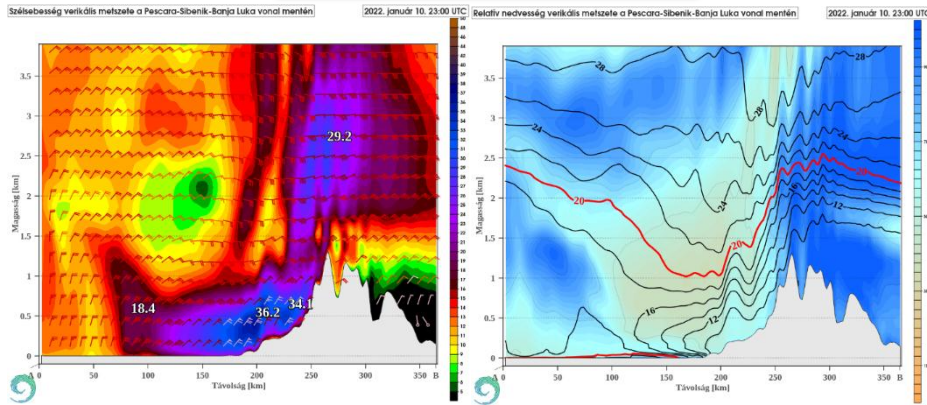
Szinoptikus skálájú folyamatok

A baroklin instabilitás mellett
meghatározó szerepe van a
nedvességnek



A bóra és a bakonyi szél

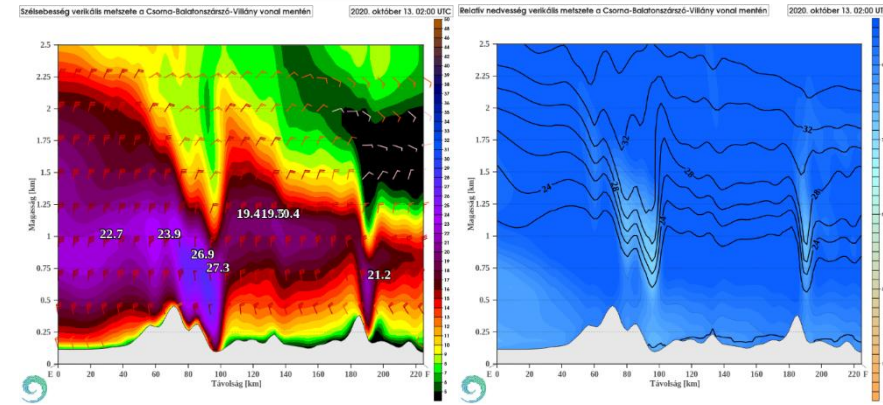
Bóra az Adrián (WRF)



„bakonyi főszél”

„A felvidékről főn-jelleggel, vagy talán még helyesebben mondhatnók: bóra-jelleggel lezuhanó, még ma is jól ismert, s a balatoni halász nyelvén "fő-szélnek" (felső-szél, föl-szél, mert felülről jön,) nevezett vihar ma is itt tombol legerősebben.”
(Cholnoky Jenő, 1916)

Bukószél a Balatonnál (WRF)



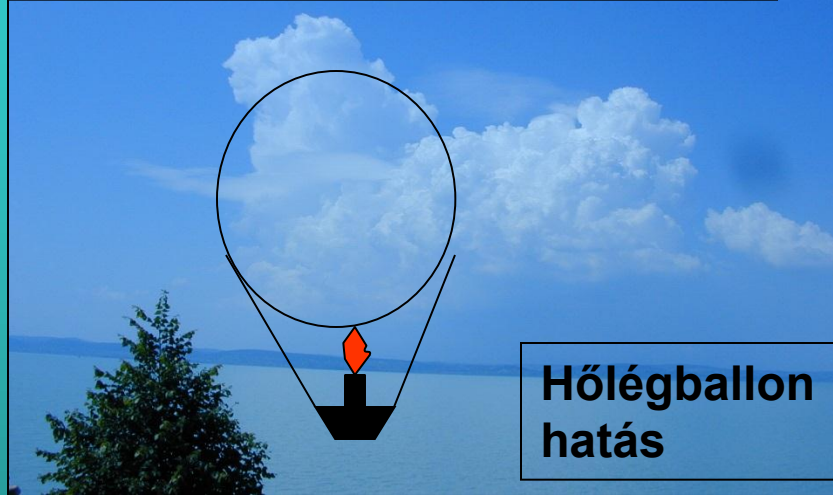
„a Balaton bórája”

„Ugyanaz a jelenség mutatkozik a mi Balatonunknál kis mértékben, mint az Adrián a Karszt felvidékről lebukó bóránál, vagy az olasz és francia Riviérán jelentkező misztrálnál.”
(Zách Alfréd, 1952)

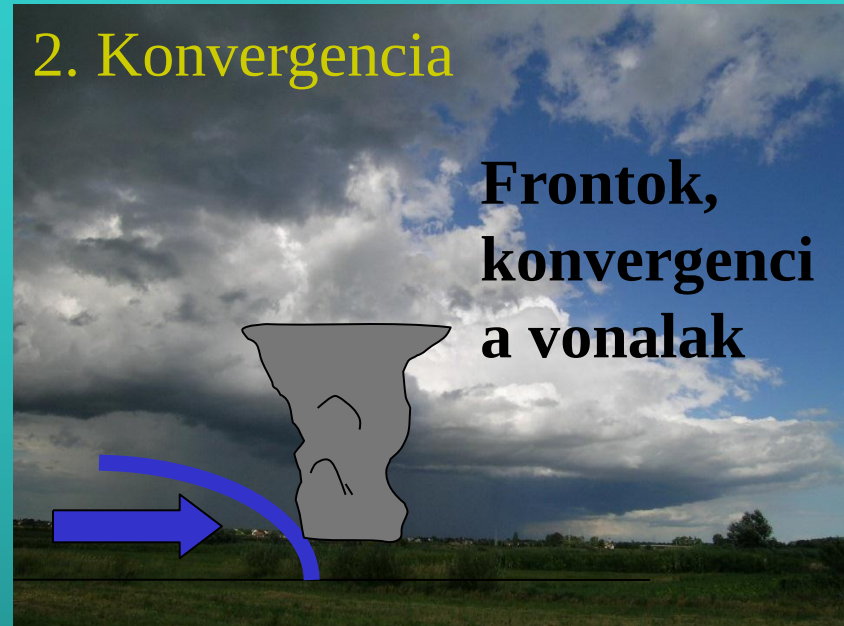


Zivatarok kiváltó hatásai

1. Felhajtóerő: alsó melegebb levegő
+ vízgőz



2. Konvergencia

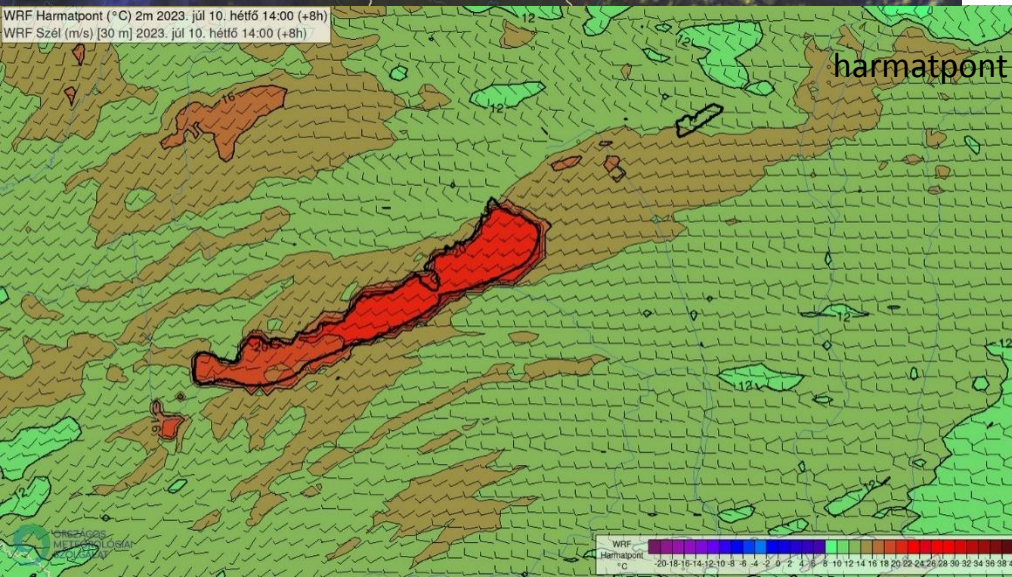
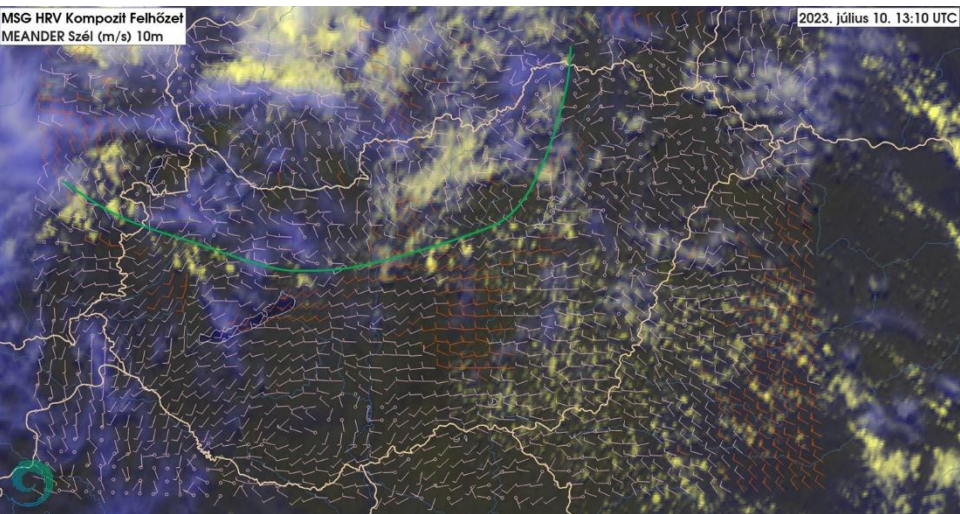


- Momentum lekeveredés
- Derült napon esti élénkülés

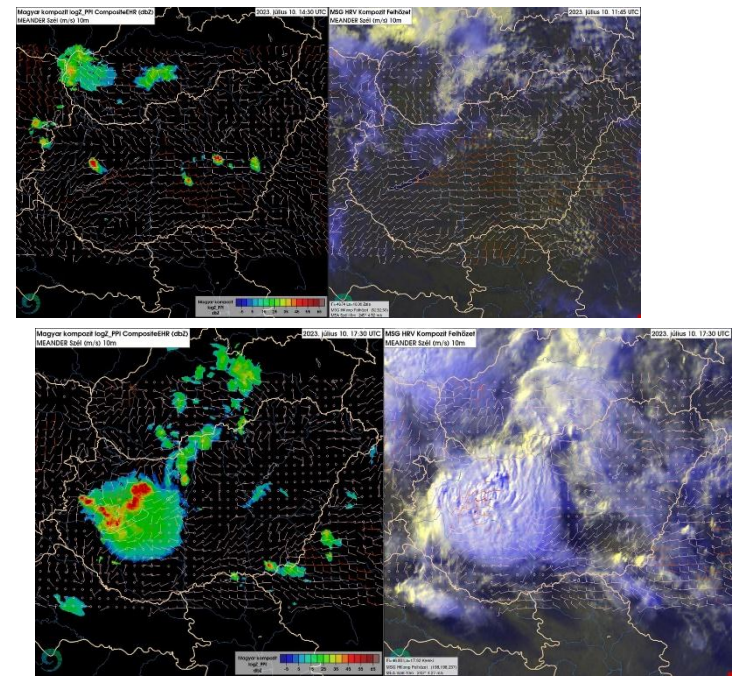
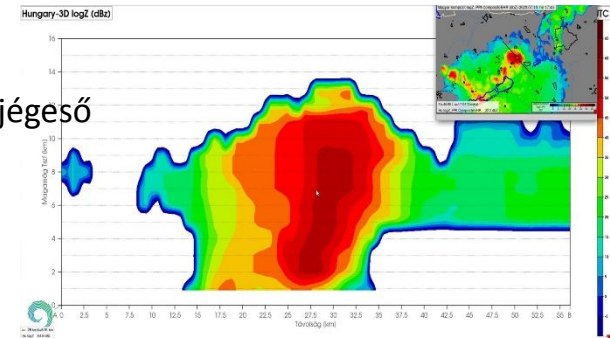
3. Szélnyírás



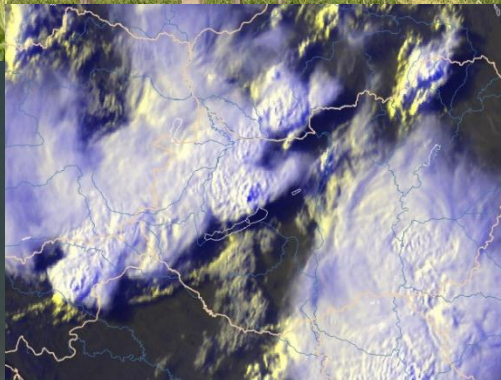
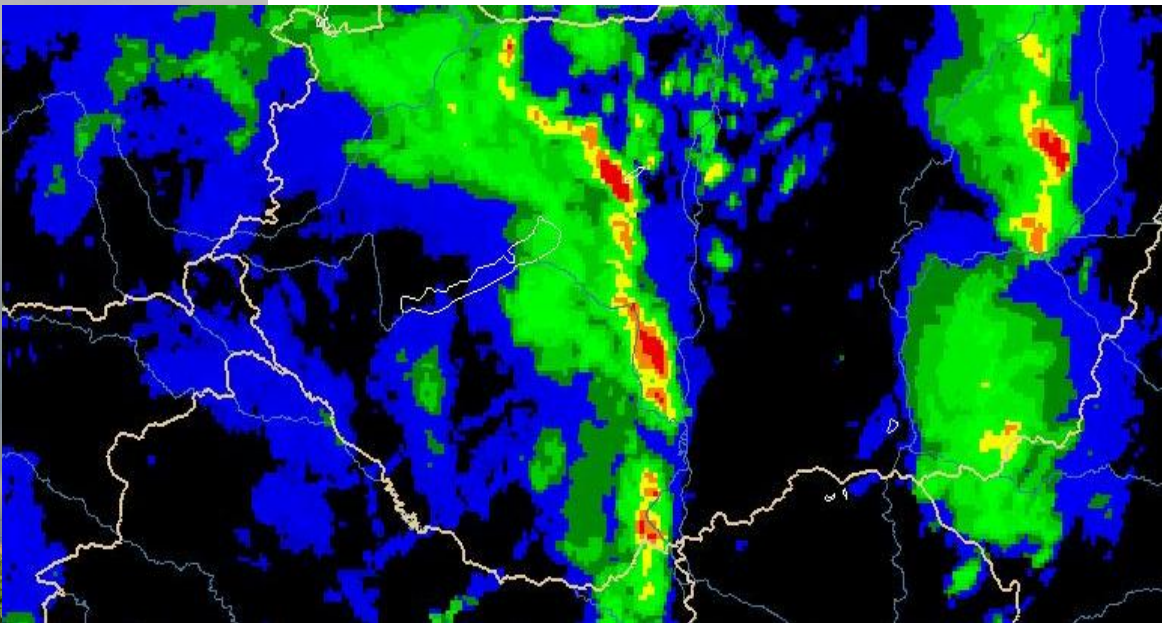
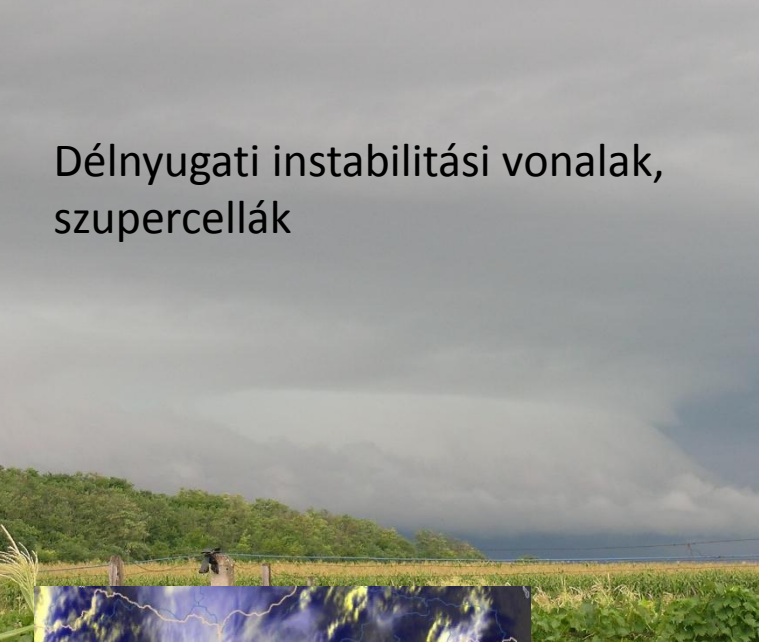
Trigger hatások (nedvesség)

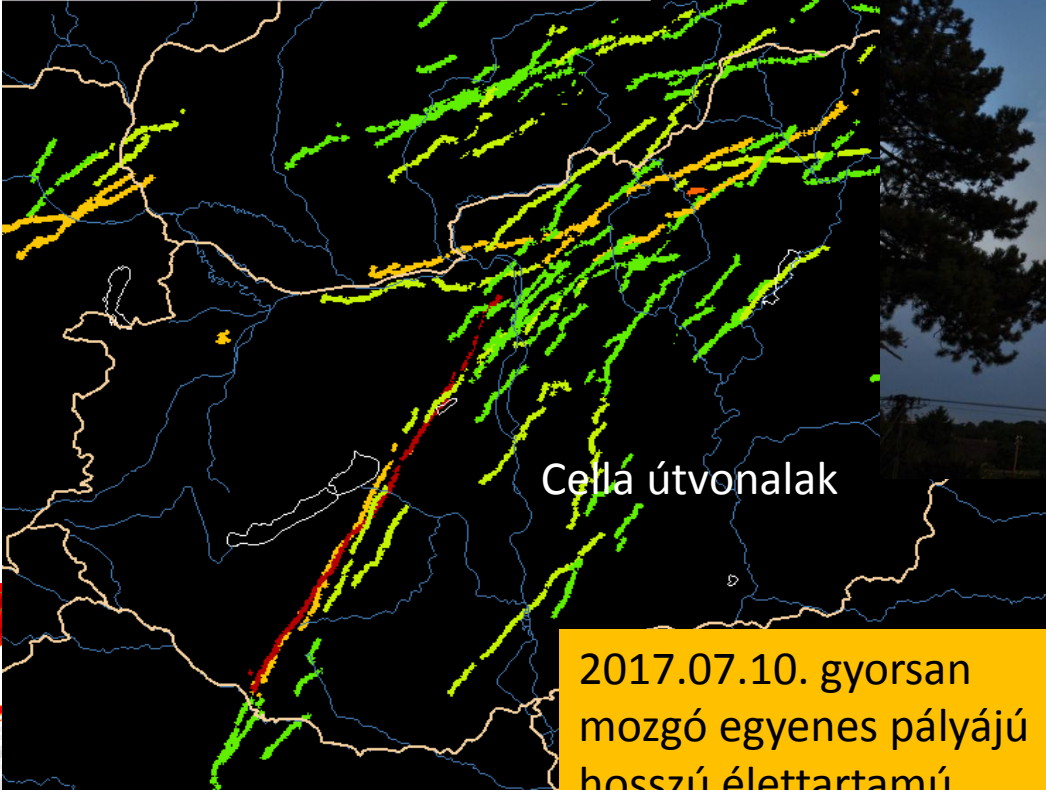


Székesfehérvár jégeső

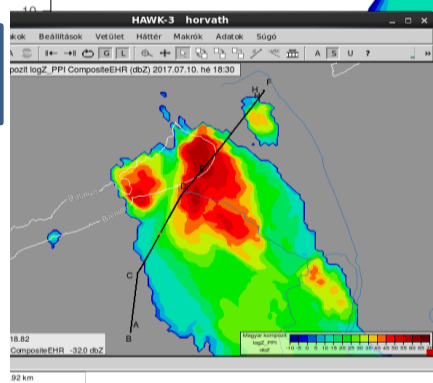
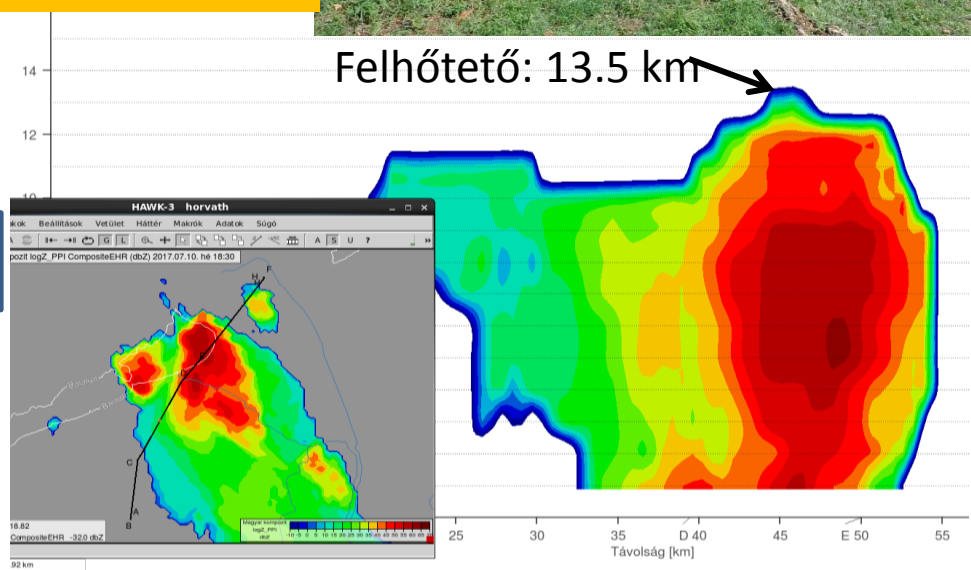
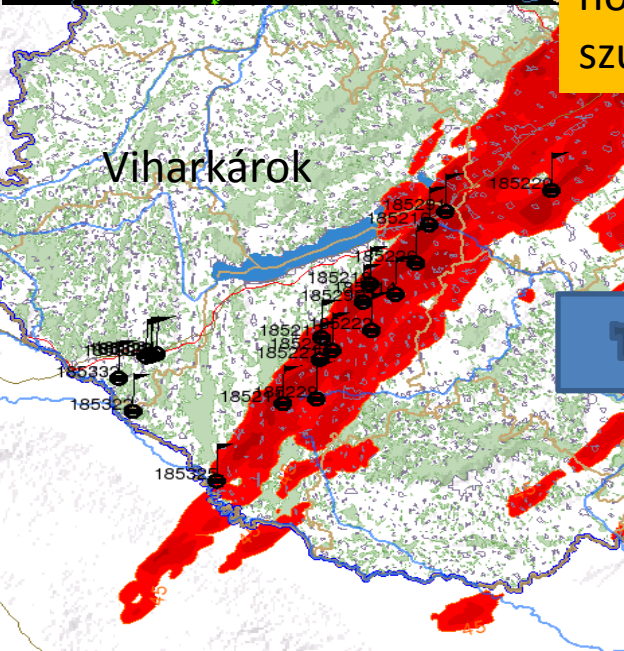


Délnyugati instabilitási vonalak,
szupercellák





2017.07.10. gyorsan
mozgó egyenes pályájú
hosszú élettartamú
szupercella



Köszönöm a figyelmet

