

Mezometeorológia: cirkulációs rendszerek, jelenségek, előrejelzések

Németh Péter, Nagy Attila, Horváth Ákos



Alapítva: 1870

Szinoptikus skálájú folyamatok:

Rossby hullámok (barotrop-barkolin instabilitás, kvázi geosztrófikus és hidrosztatikus): ciklonok skálája

→ A mezo-skálájú folyamatok „felső meteorológiai” meghajtója

triggerek

Energia kaszkád

Mezo-skálájú folyamatok

- Statikus (konvektív) instabilitás (*termikek, gomolyok, zivatarok*)
- Inerciális instabilitás (*mezo-örvények*)
- Nyírási instabilitások (konvergencia vonalak, szupercellák, stb.)

Szimmetrikus Instabilitás (*melegfronti csapadékrendszerek*)

Felhőfizika
Felszín
Sugárzás

(**energia disszipáció**)

Mikro skála:
súrlódás
turbulencia
→ energia disszipáció

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} = F(x, y, z, \dots) \quad \psi = \bar{\psi} + \psi'$$

$$\rightarrow \frac{\partial \psi'}{\partial t} = G(\bar{\psi}, x, y, z, \dots)$$

Szignifikáns mezo-skálájú folyamatok kapcsolata a meghajtó szinoptikus skálával

Lokális skála által vezérelt gyenge folyamatok:

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

Tavi cirkuláció, városi cirkuláció

Szinoptikus skála által közvetlenül vezérelt folyamatok:

- Szinoptikus skálájú rendszerek közvetlen adják át az energiájukat
- A mezo-skálájú folyamat lefolyása követi a szinoptikus skálát
- Mezo-skála csak kis mértékben hat vissza a szinoptikus skálára

Hidegfrontok és kényszer konvekció; Meleg front intenzív csapadékrendszerek; Lejtőviharok.



Szinoptikus skála által közvetve vezérelt folyamatok

- A szinoptikus skálájú folyamatok biztosítják a feltételeket a mezo skála fejlődéséhez
- A mezo-skála a feltételeken belül a saját törvényei szerint fejlődik
- A mezo-skálájú folyamat esetenként szinoptikus skálára növekszik
- Erős trigger hatás a szinoptikus skála irányába

Mély konvekció, mezo-skálájú konvektív rendszerek (squall line-ok, zivatarláncok, MCS, MCV, medican jellegű rendszerek.

Mezo-skálájú rendszer (közel-) szinoptikus skálájúvá növekszik

- Speciális trópusi körülmények között kialakuló mélykonvekció

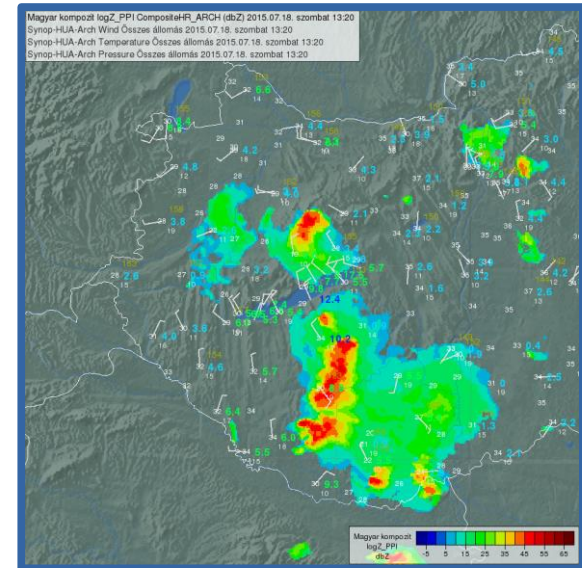
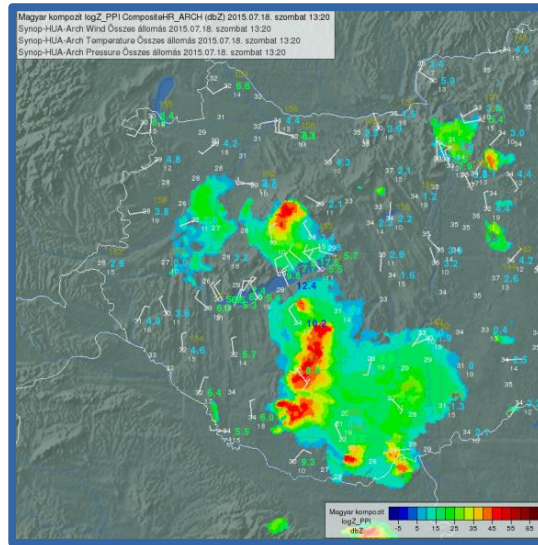
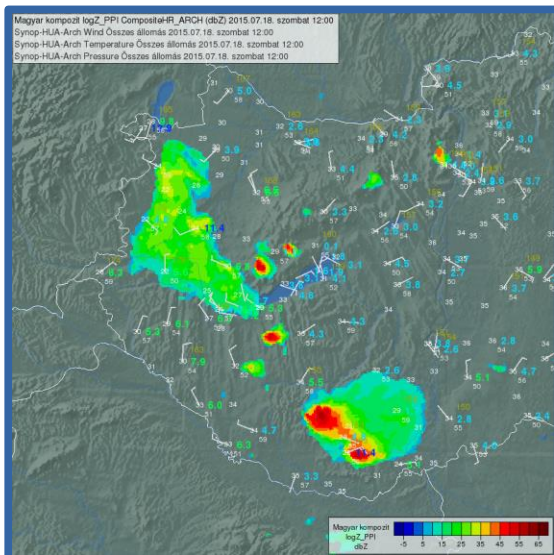
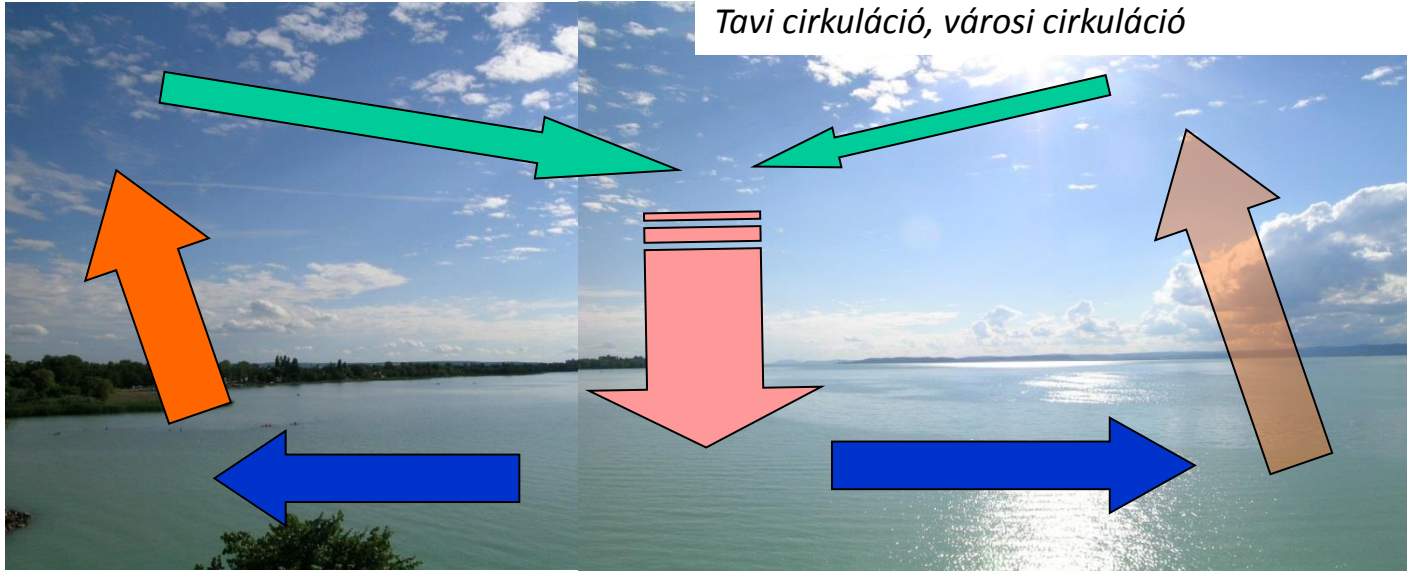
Trópusi vihar, hurrikán

Tavi cirkuláció

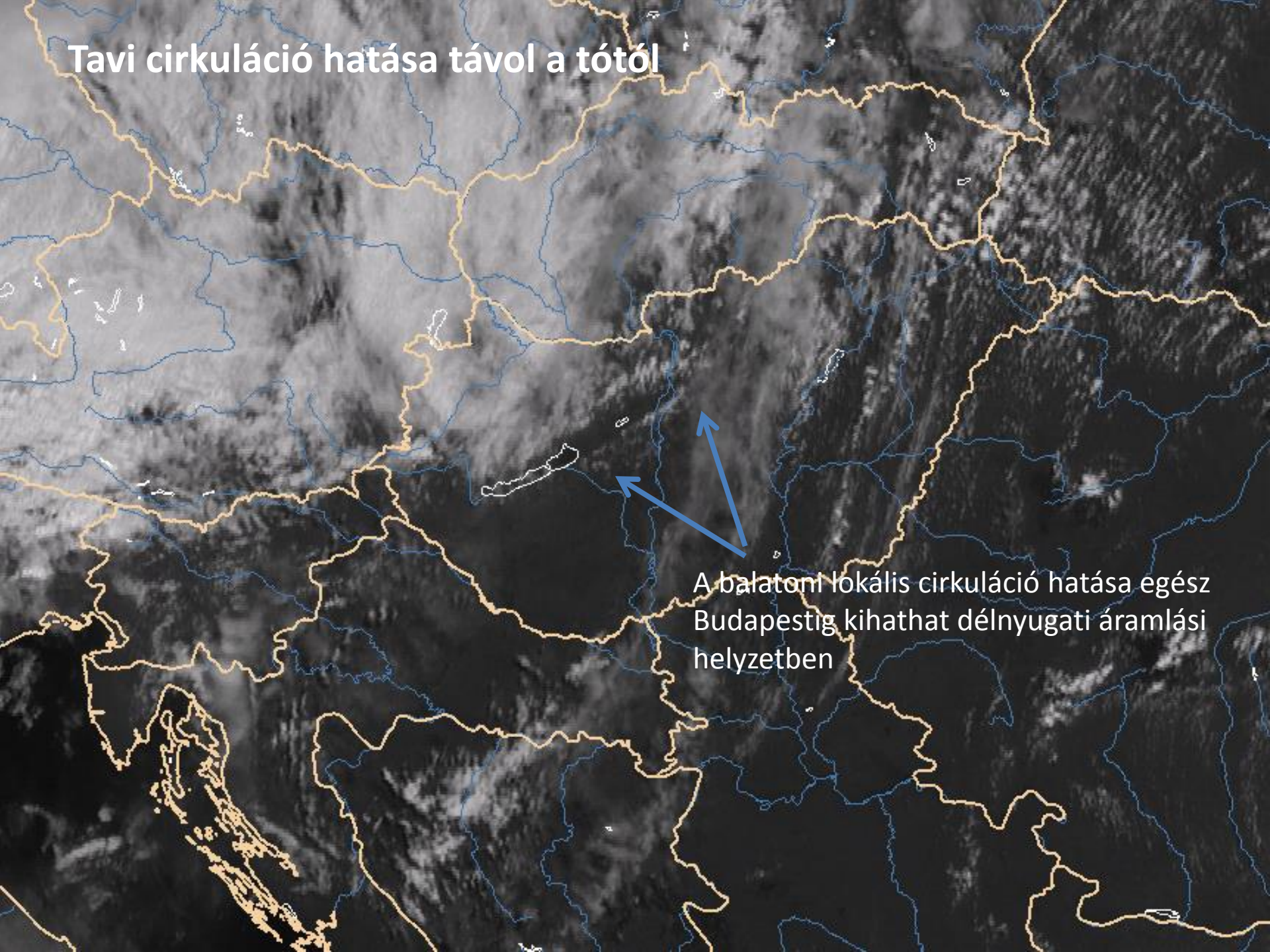
Lokális skála által vezérelt gyenge folyamat:

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

Tavi cirkuláció, városi cirkuláció



Tavi cirkuláció hatása távol a tótól

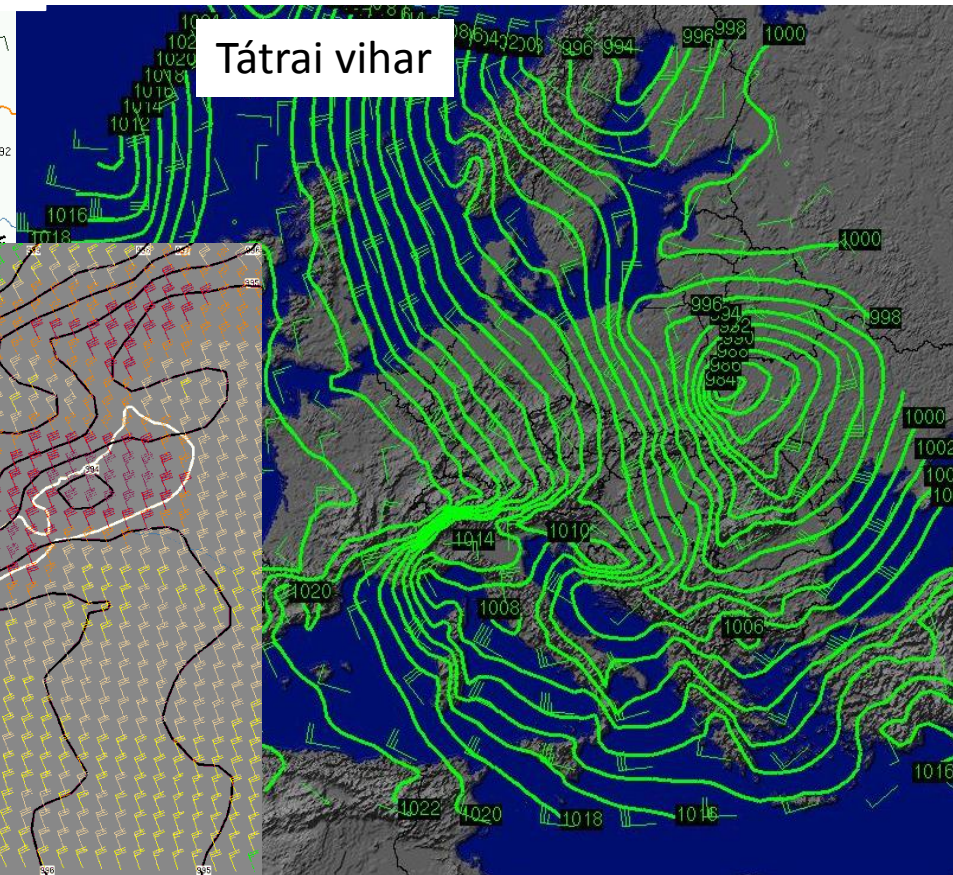
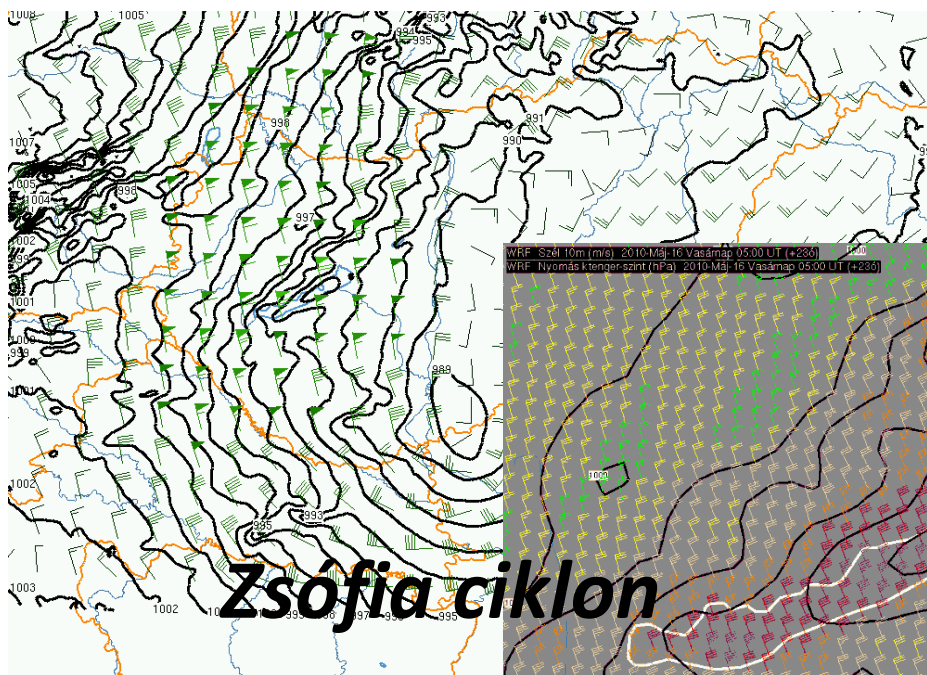
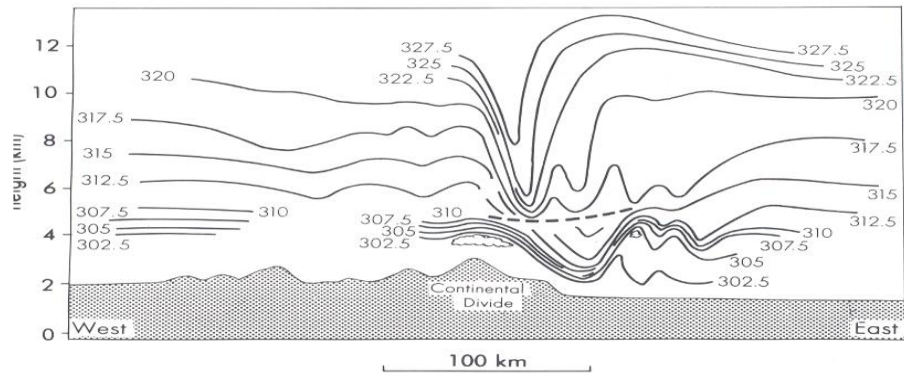


A balatoni lokális cirkuláció hatása egész Budapestig kihathat délnyugati áramlási helyzetben

Lejtőviharok:

Szinoptikus skálájú folyamatok által közvetlenül vezérelt folyamat

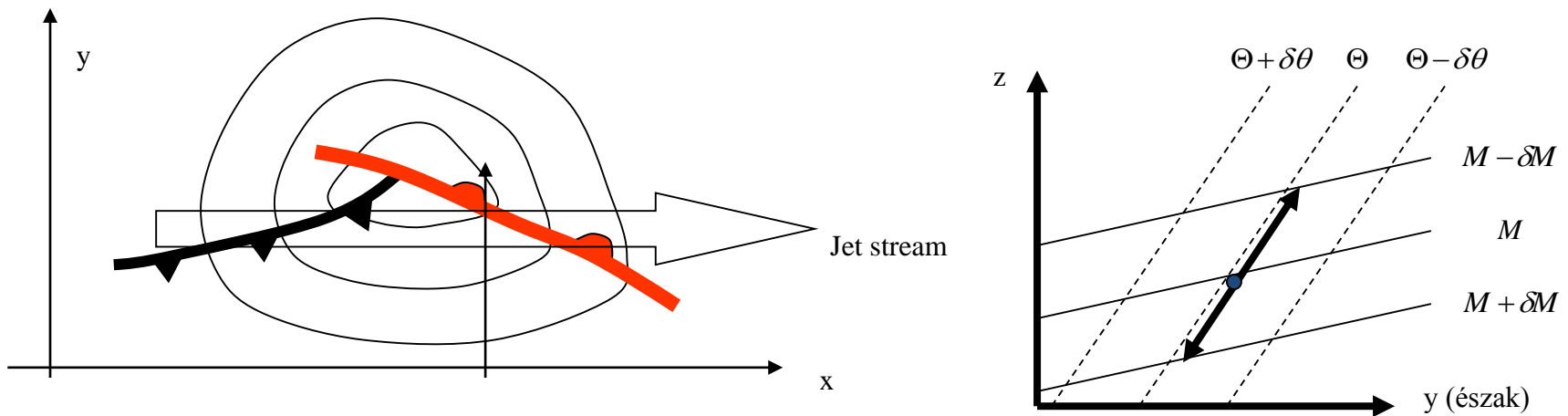
- Tátrai vihar (2004. november 19): Atlanti viharciklon a kiváltó ok
- Zsófia ciklon(?) (2010 május 16.): közép-európai viharciklon a kiváltó ok



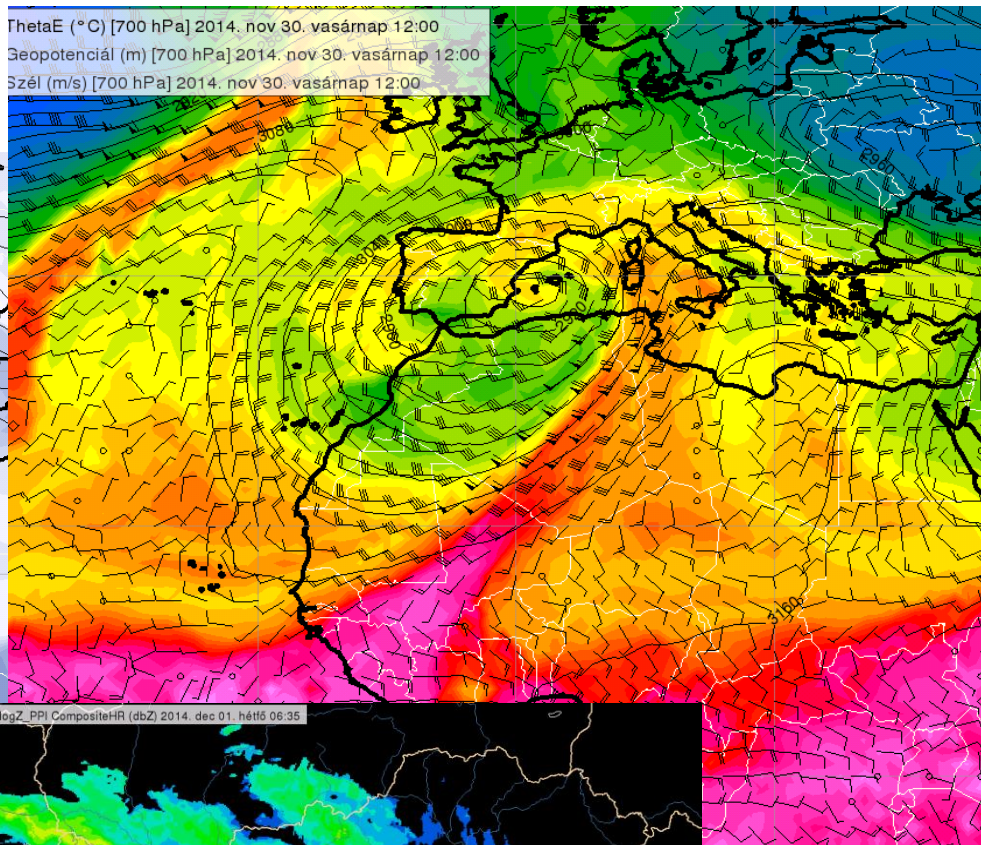
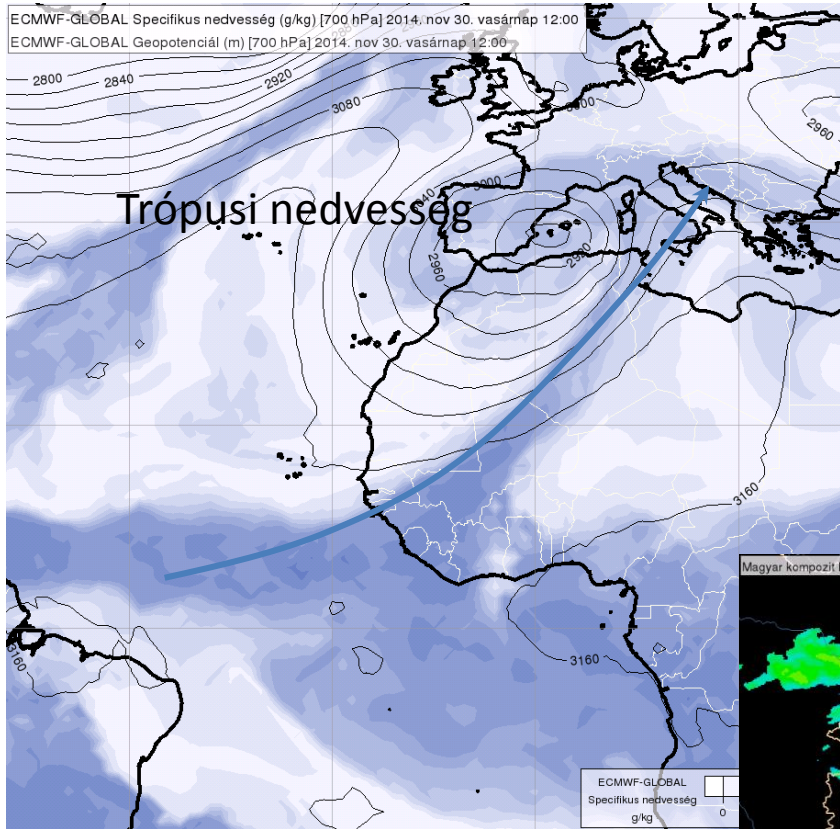
Ciklon meleg szektorai csapadékrendszere : *dőlt konvekció*

- Szinoptikus skála által közvetlenül vezérelt folyamat.
- Gyorsan mélyülő ciklonban erős meleg és nedves advekció.
- Sávcsapadékrendszerek, gyakran hosszan tartó intenzív, konvekcióra emlékeztető csapadékkal.
- Főként téli időjárási helyzetben jelentkezik

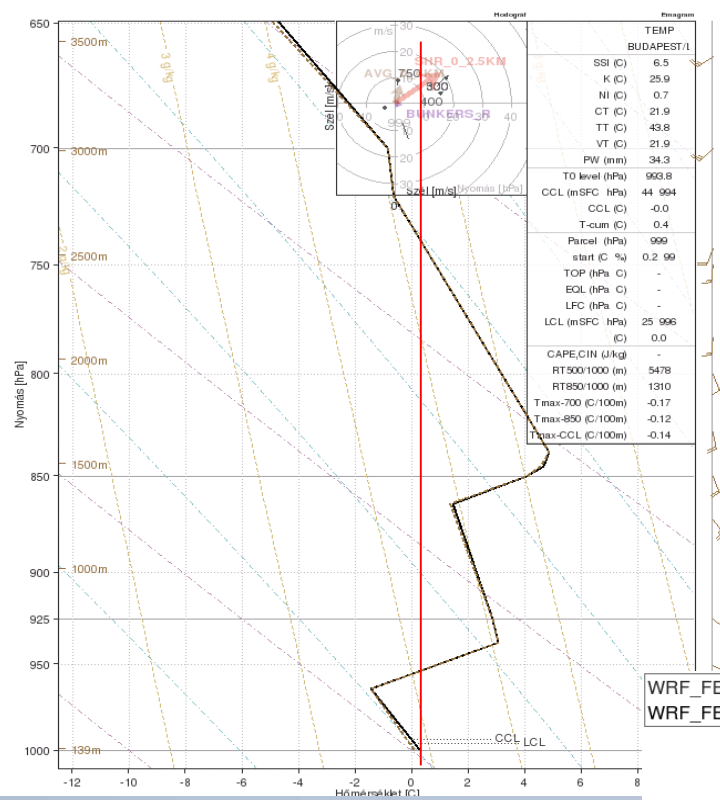
Speciális instabilitási forma, amikor az egyébként inerciálisan stabil és konvektívan is stabil légállapotban instabilitás alakul ki. A baroklin instabilitás speciális esete.



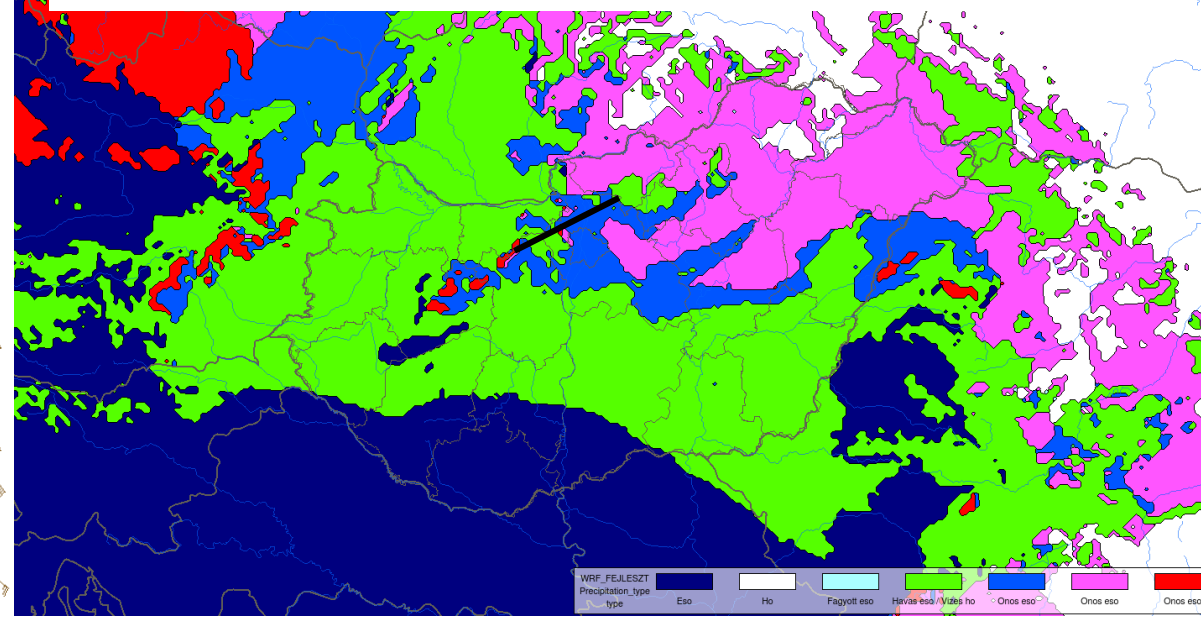
Dőlt konvekció esete: 2014.december. 1



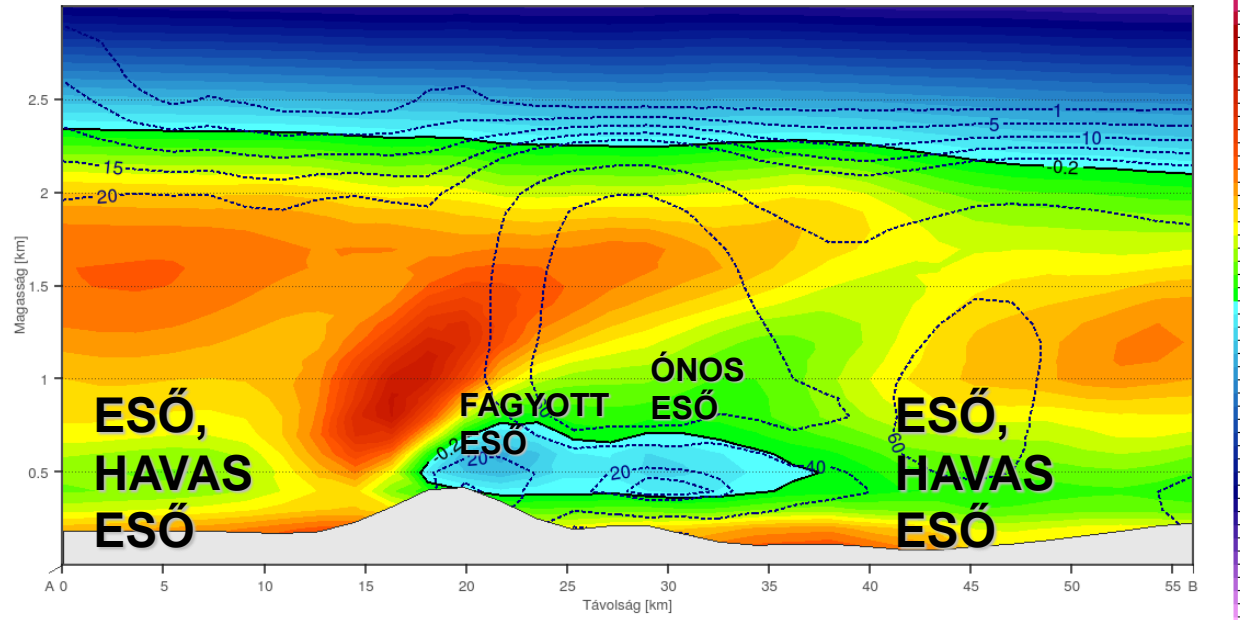
Simon- Alaga-Kolláth 2016



Megdőlő konvekció és a mikrofizika -> ónos eső



WRF_FEJLESZT Hőmérséklet (°C) 2014. nov. 30. vasárnap 23:00 (+5h)
 WRF_FEJLESZT RainW (mg/kg) 2014. nov. 30. vasárnap 23:00 (+5h)



+6 tonna teher ónos esőtől

A légköri konvekció

a mezo skála legfőbb mozgásrendszere

- A szinoptikus skálájú folyamatok biztosítják a feltételeket: hasznosítható konvektív energia, konvergencia, szélnyírások.
- A szinoptikus feltételek lehetővé teszik a konvekció önálló szerveződését, bizonyos fokig önfenntartóvá válhatnak
- A konvektív rendszerek jellegzetes struktúrával rendelkezhetnek (zivatar láncok, zivatar vonalak, zivatar gócok (MCS)).
- Erős trigger hatás a szinoptikus skála irányába
- Sajátos trópusi körülmények között a konvektív rendszerek kvázi-szinoptikus skálájúvá fejlődhetnek, trópusi viharokká alakulhatnak.

Markáns konvektív rendszerek

Vonalba rendezett zivatarok

- Zivatar láncok
- Zivatar vonalak

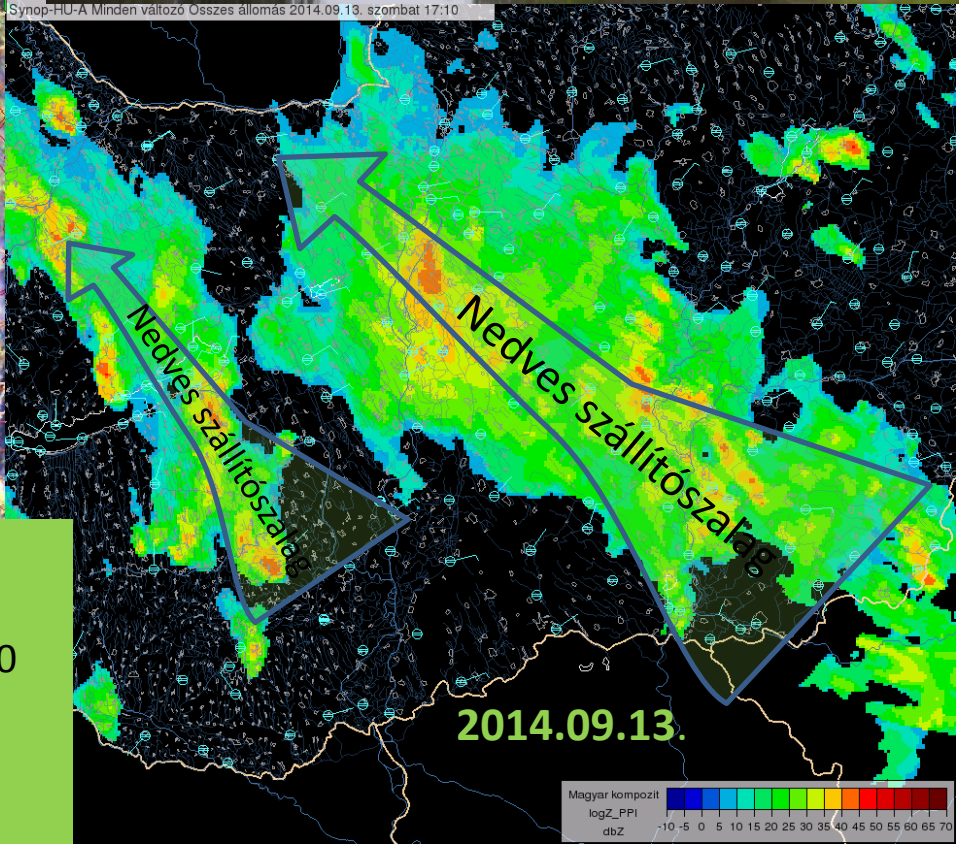
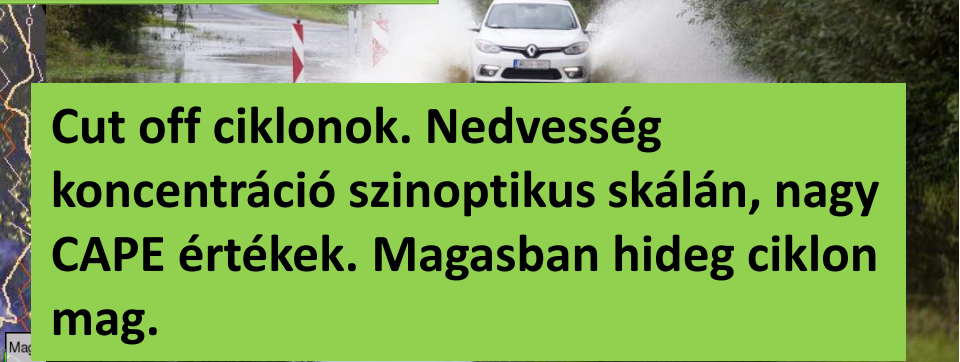
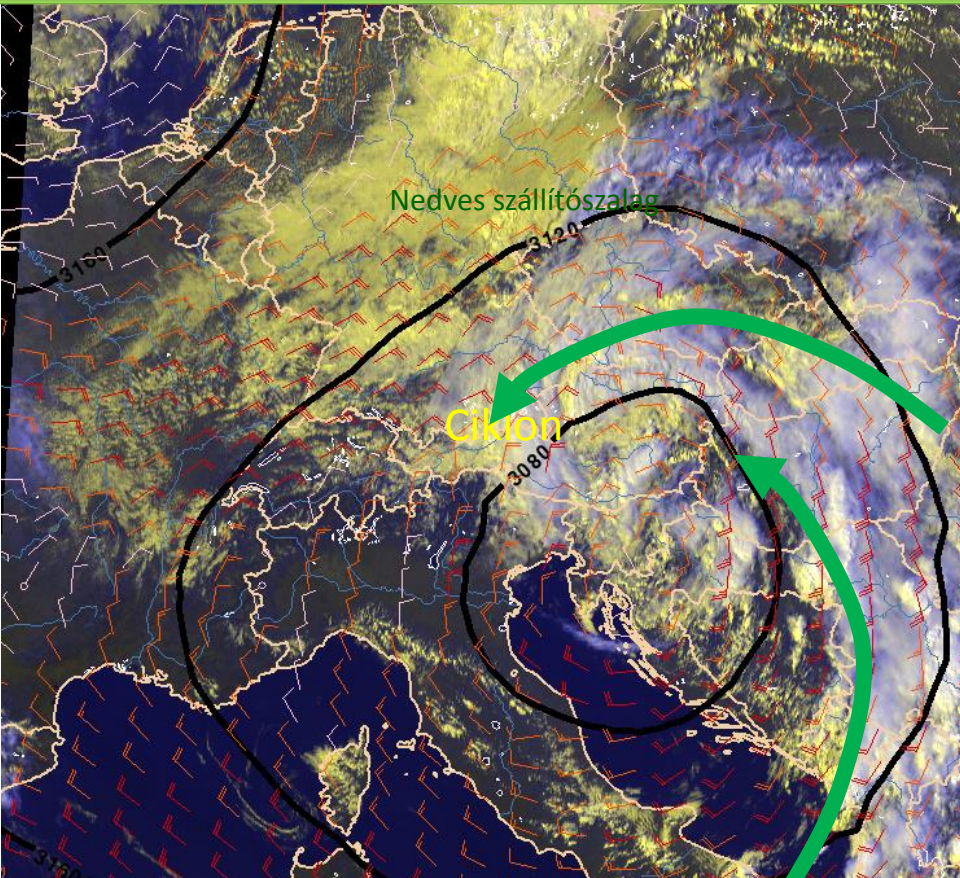
Multicellás gócok

Szupercellák

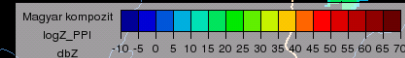
Konvektív nagycsapadékos rendszerek: zivatarvonalak, nagy csapadék

im árvizek (flash flood)

Cut off ciklonok. Nedvesség koncentráció szinoptikus skálán, nagy CAPE értékek. Magasban hideg ciklon mag.



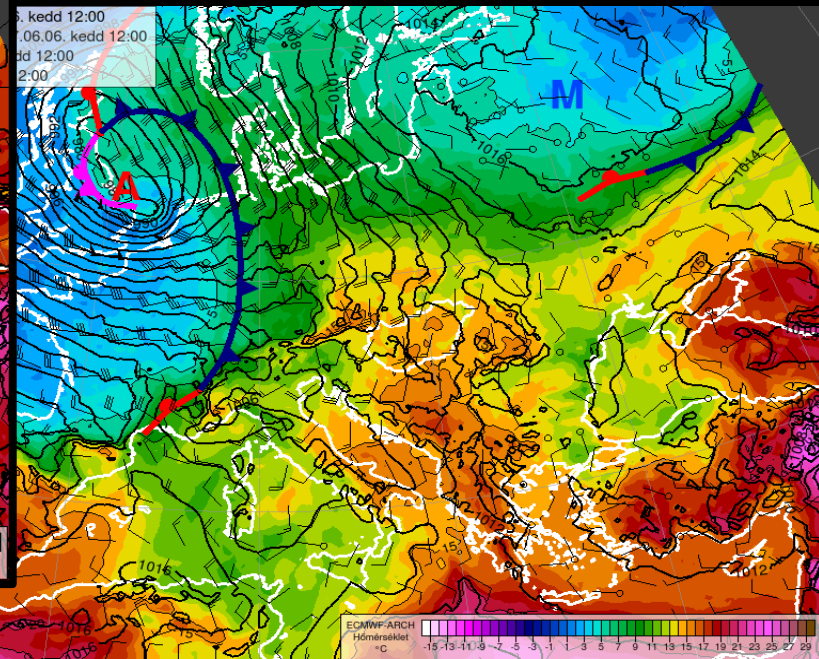
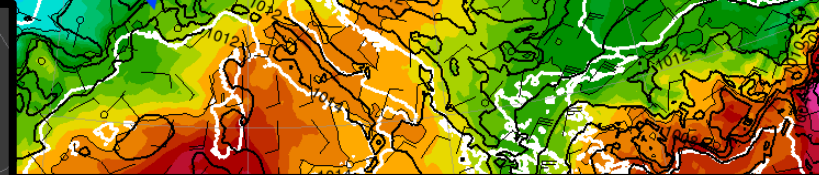
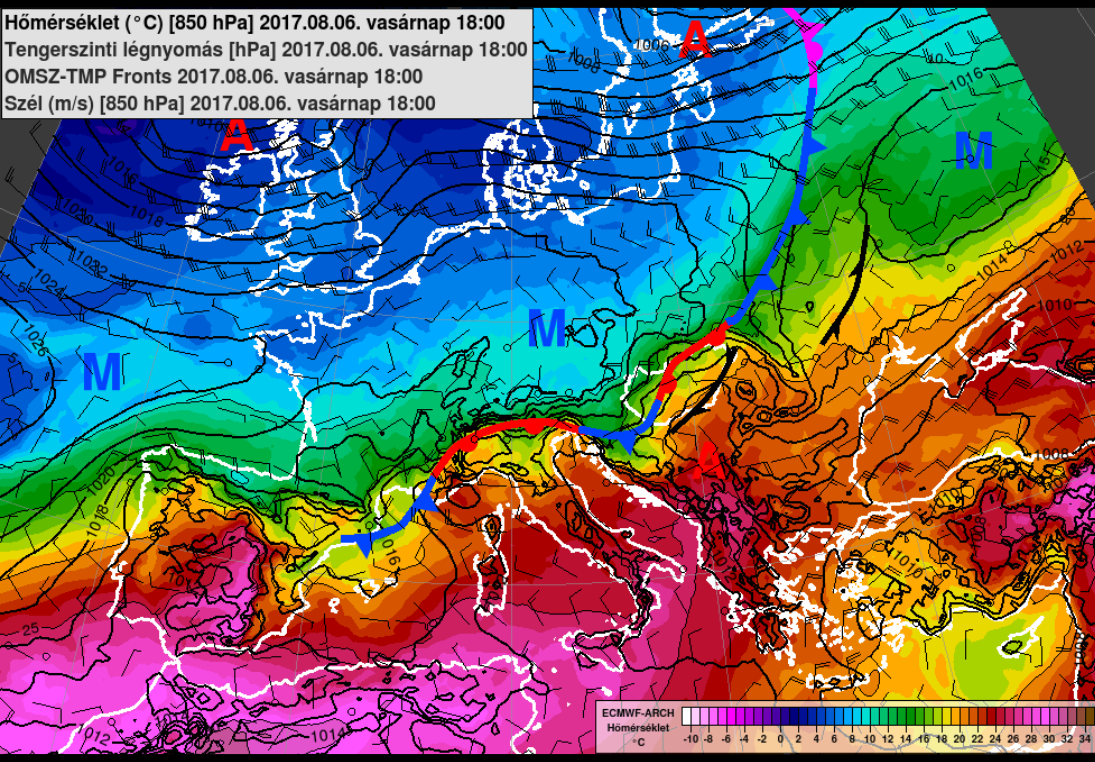
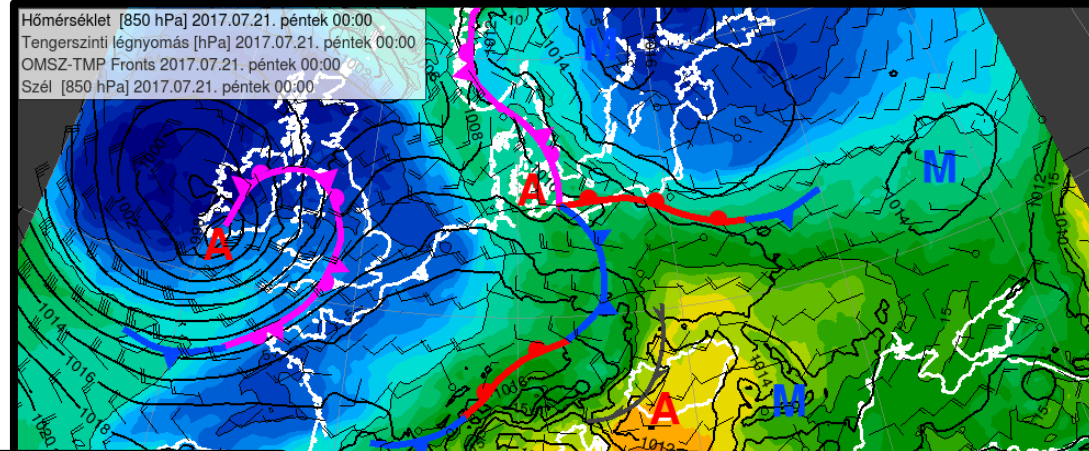
Hosszabb ideig egyhelyben álló ciklonoknál az egymás után vonuló zivatarok egy-egy vonalban nagy mennyiségű csapadékot adnak: helyenként napi 80-100 mm is lehullhat. Lokális árvizek jönnek létre: a „villám árvíz” környezeti károsodást is okozhat (erózió, fertőzések).



Gyors mozgású heves zivatarok

Zivatarlányok, szupercellák hasonló szinoptikus körülményei:

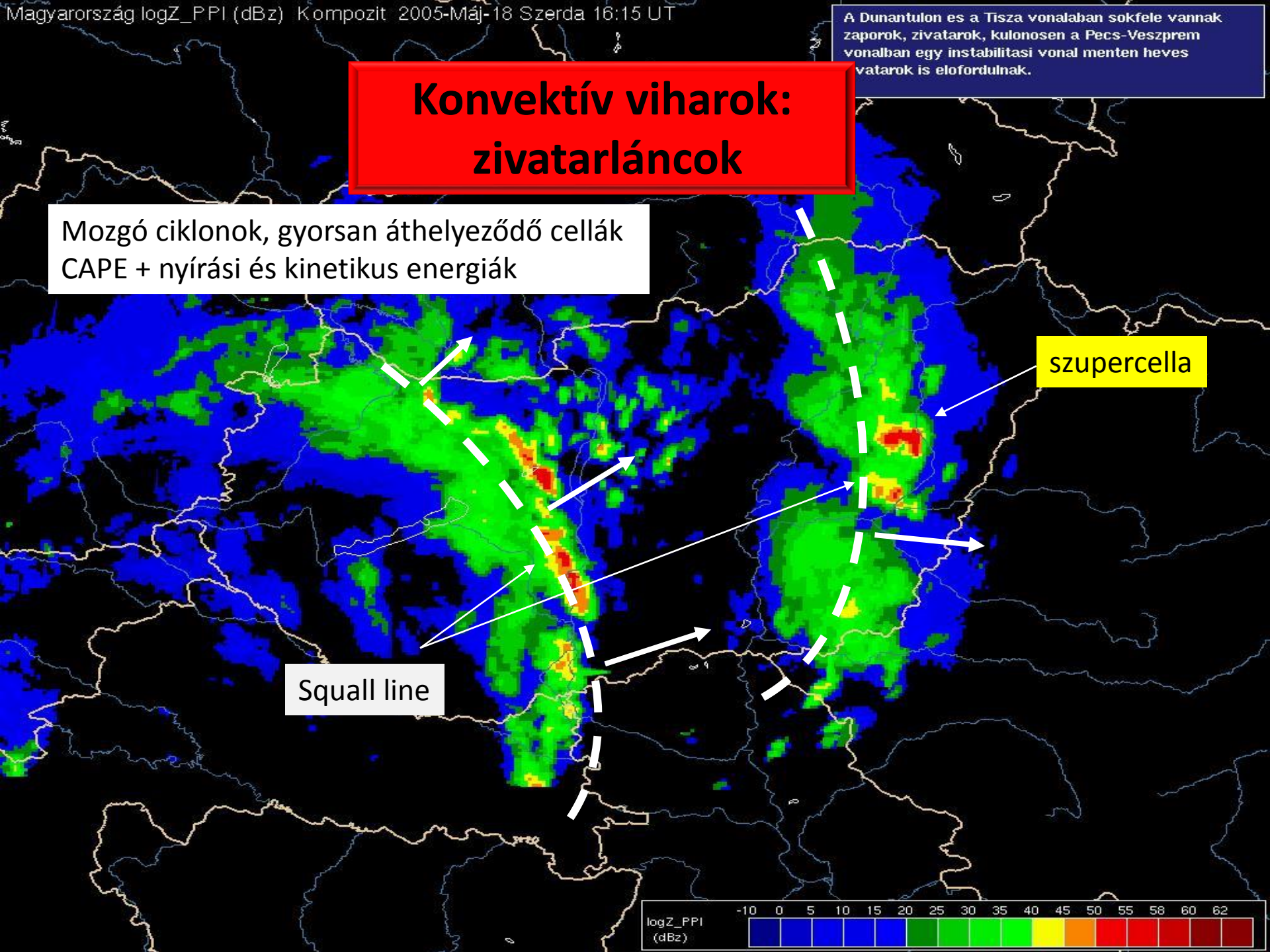
- nyitott melegszelet vagy hullámciklon éles hidegfronttal
- Magassági hideg advekción
- Erős magassági szél és/vagy szélnyírás



A Dunántúlon és a Tisza vonalában sokféle vannak zaporok, zivatarok, különösen a Pécs-Veszprém vonalban egy instabilitási vonal mentén heves zivatarok is előfordulnak.

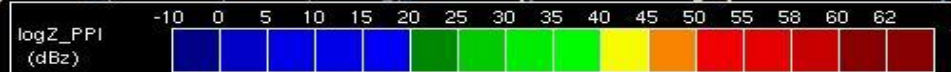
Konvektív viharok: zivatarláncok

Mozgó ciklonok, gyorsan áthelyeződő cellák
CAPE + nyírási és kinetikus energiák



szupercella

Squall line

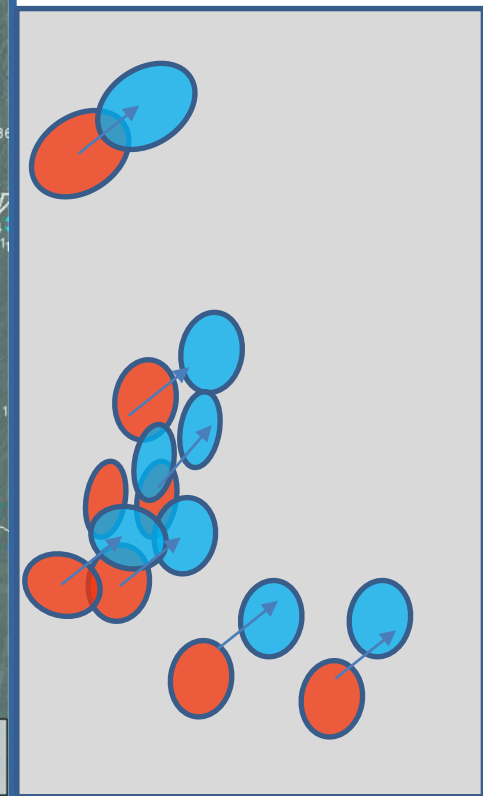
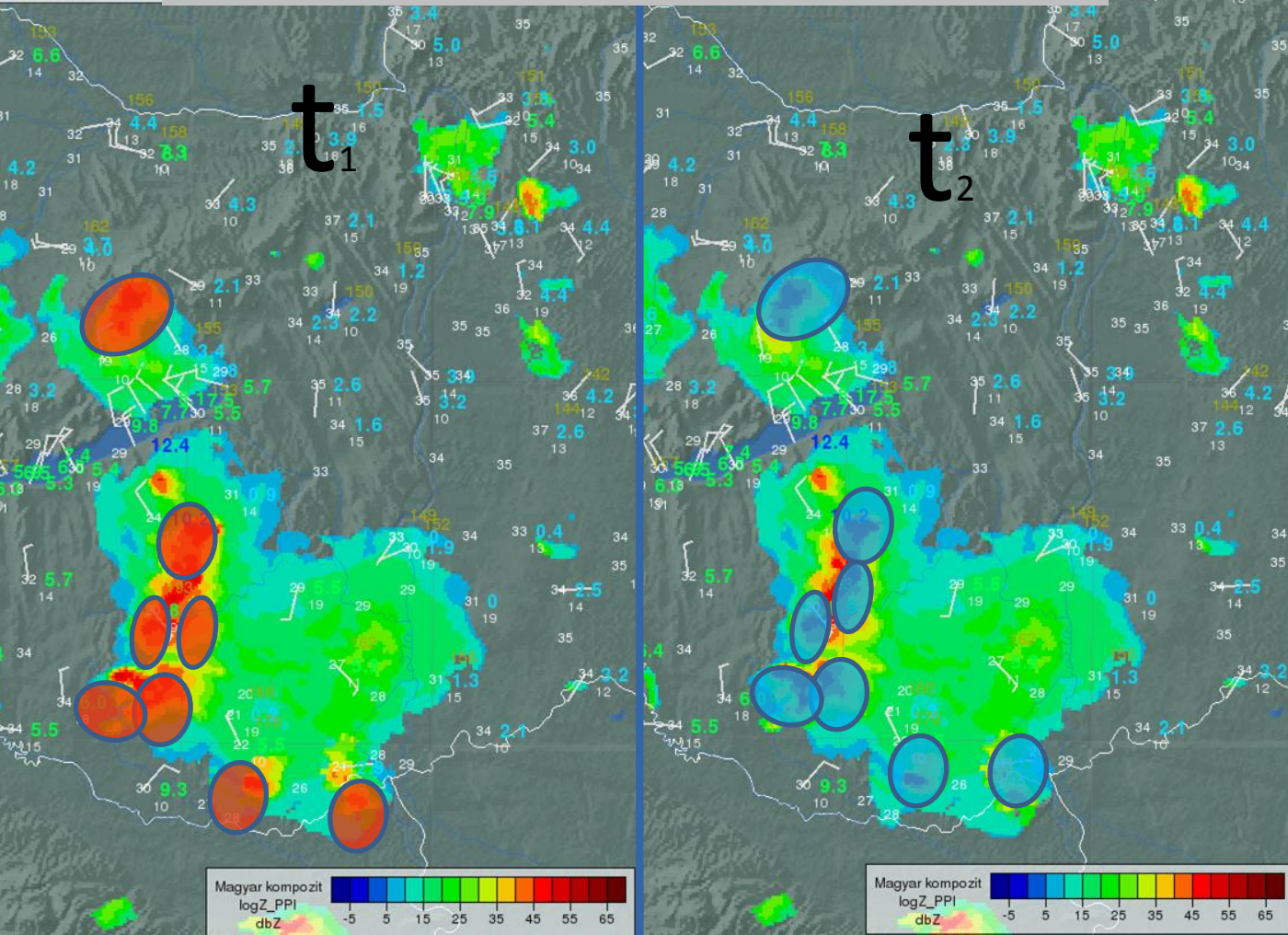


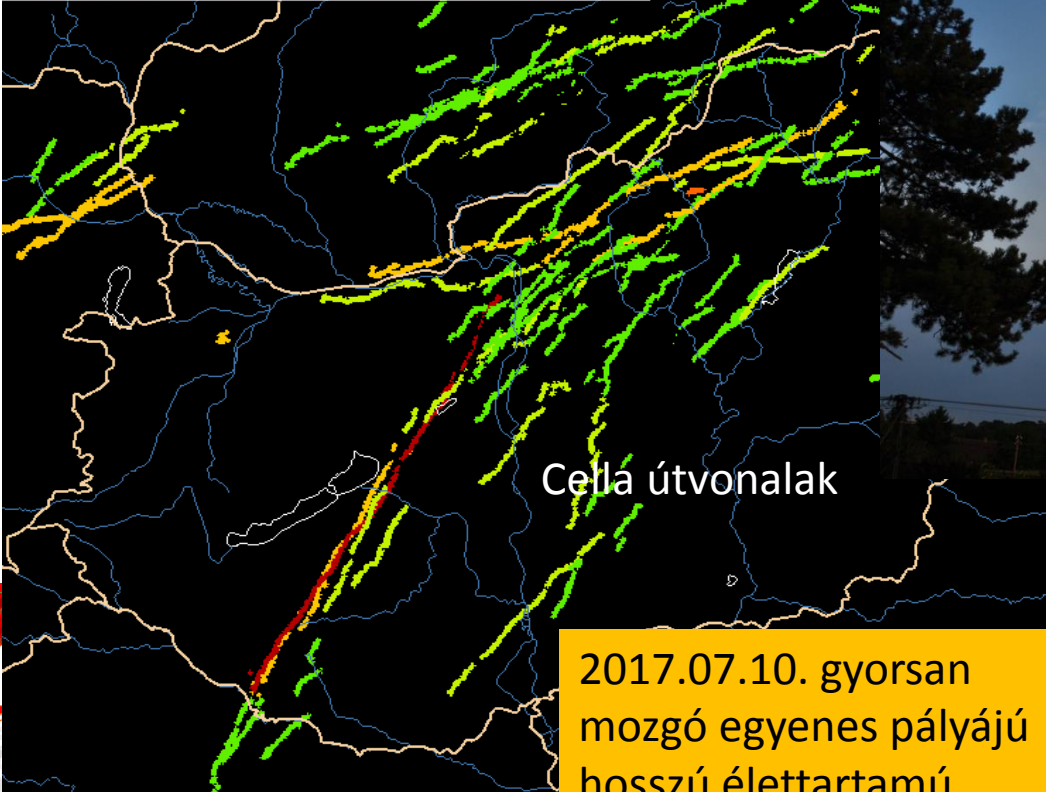
Zivatar statisztikák

Két időpont
celláinak
megfeleltetése
(OMSZ
Távérzékelési
Osztály
fejlesztés)

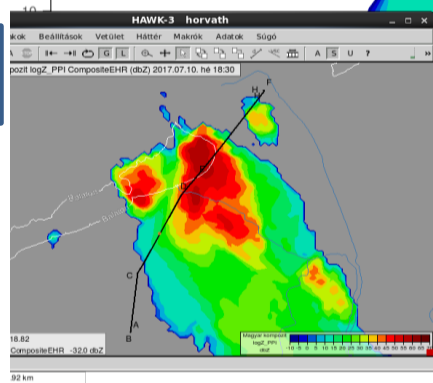
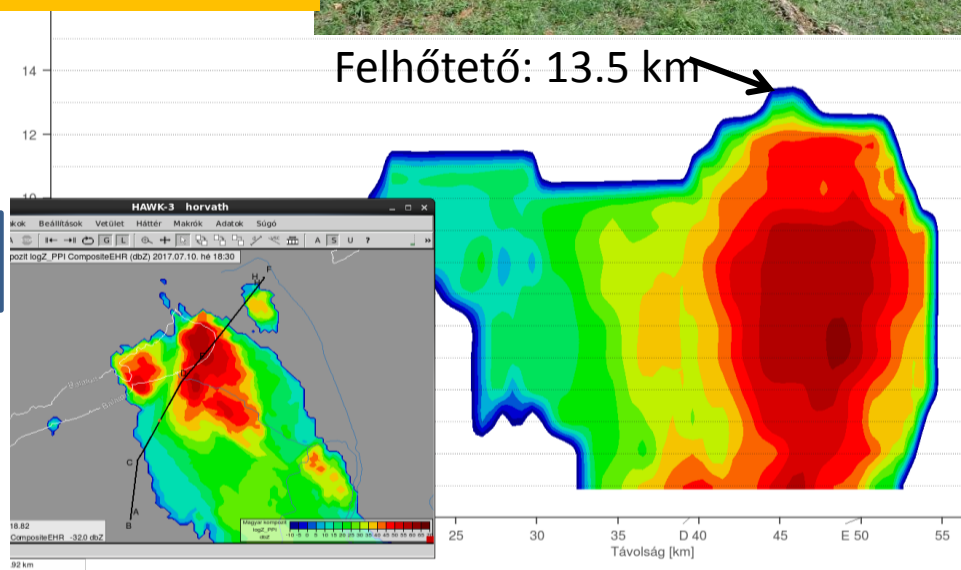
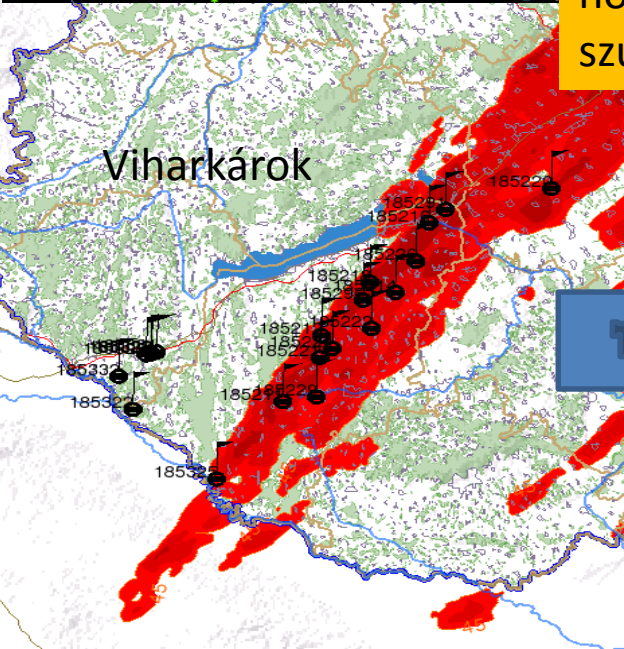
Cellák lefedése ellipsziszekkel

2015.07.18. szombat 13:20
2015.07.18. szombat 13:20
2015.07.18. szombat 13:20





2017.07.10. gyorsan mozgó egyenes pályájú hosszú élettartamú szupercella





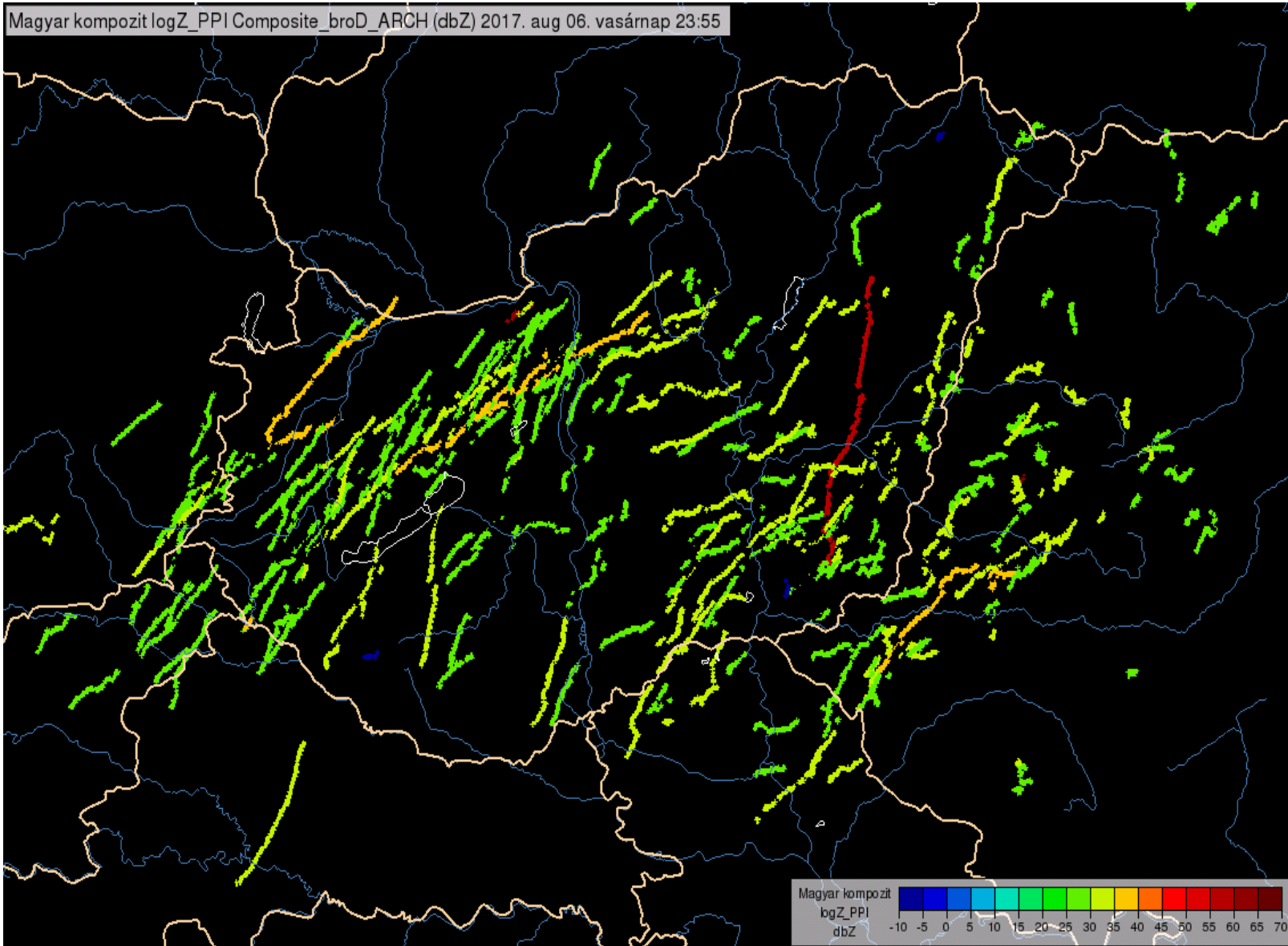
Gyorsan fejlődő cellák esetén a fejlődés markáns eltérést okozhat a vezető áramláshoz képest

Magyar kompozit logZ_PPI Composite_broD_ARCH (dbZ) 2017. aug 06. vasárnap 23:55

2017:
30 60 perc 2209
60 90 perc 493
90 120 perc 151
120 150 perc 73
150 180 perc 31
180 210 perc 10
210 sok perc 6

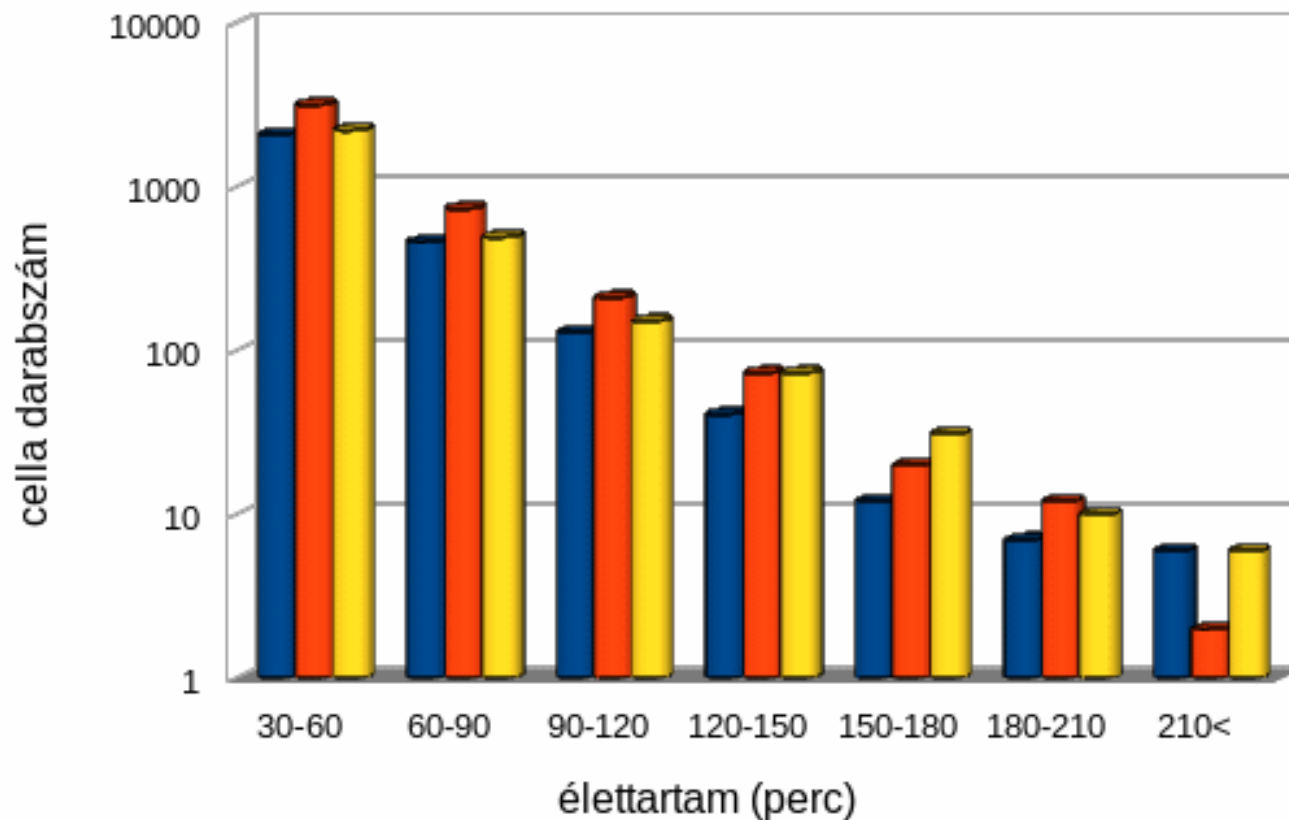
2016:
30 60 perc 3152
60 90 perc 731
90 120 perc 210
120 150 perc 73
150 180 perc 20
180 210 perc 12
210 sok perc 2

2015:
30 60 perc 2071
60 90 perc 461
90 120 perc 129
120 150 perc 41
150 180 perc 12
180 210 perc 7
210 sok perc 6



Zivatarcellák eloszlása 2015-2017.

(legalább 45 dBz, legkevesebb 5 km²)



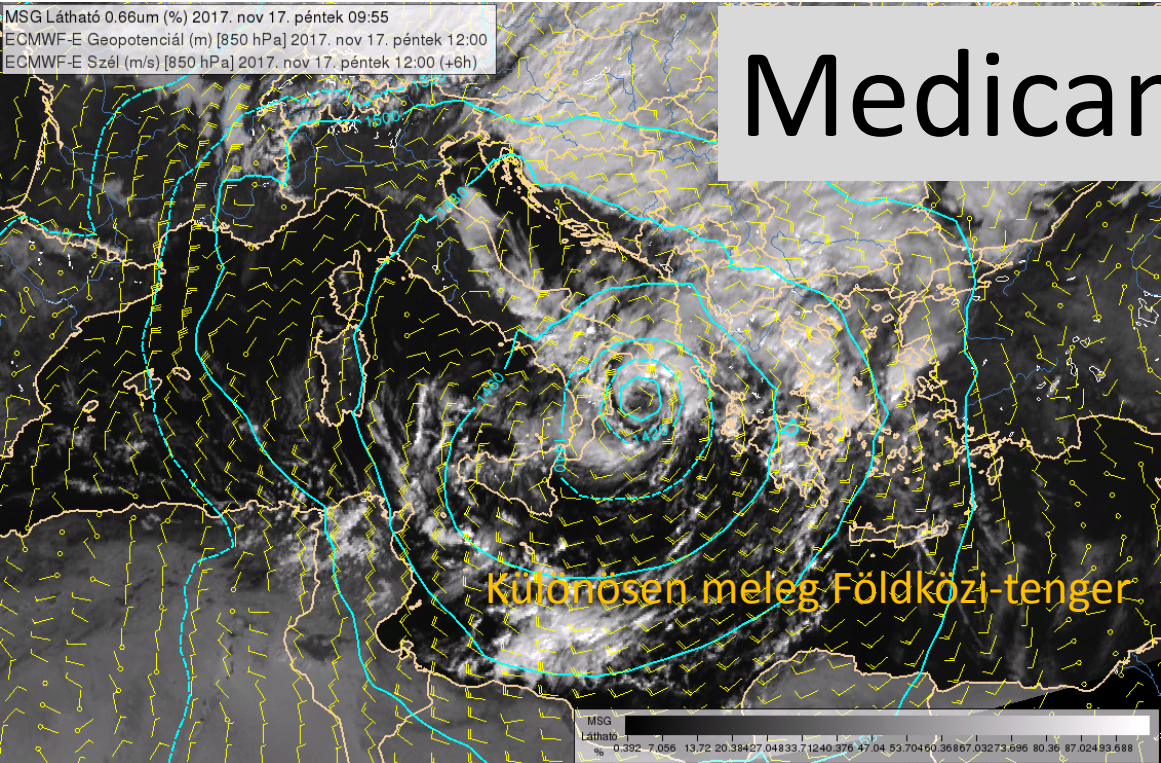
2017:
30 60 perc 2209
60 90 perc 493
90 120 perc 151
120 150 perc 73
150 180 perc 31
180 210 perc 10
210 sok perc 6

2016:
30 60 perc 3152
60 90 perc 731
90 120 perc 210
120 150 perc 73
150 180 perc 20
180 210 perc 12
210 sok perc 2

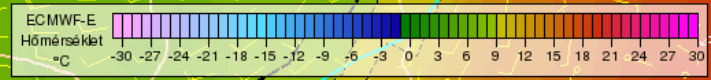
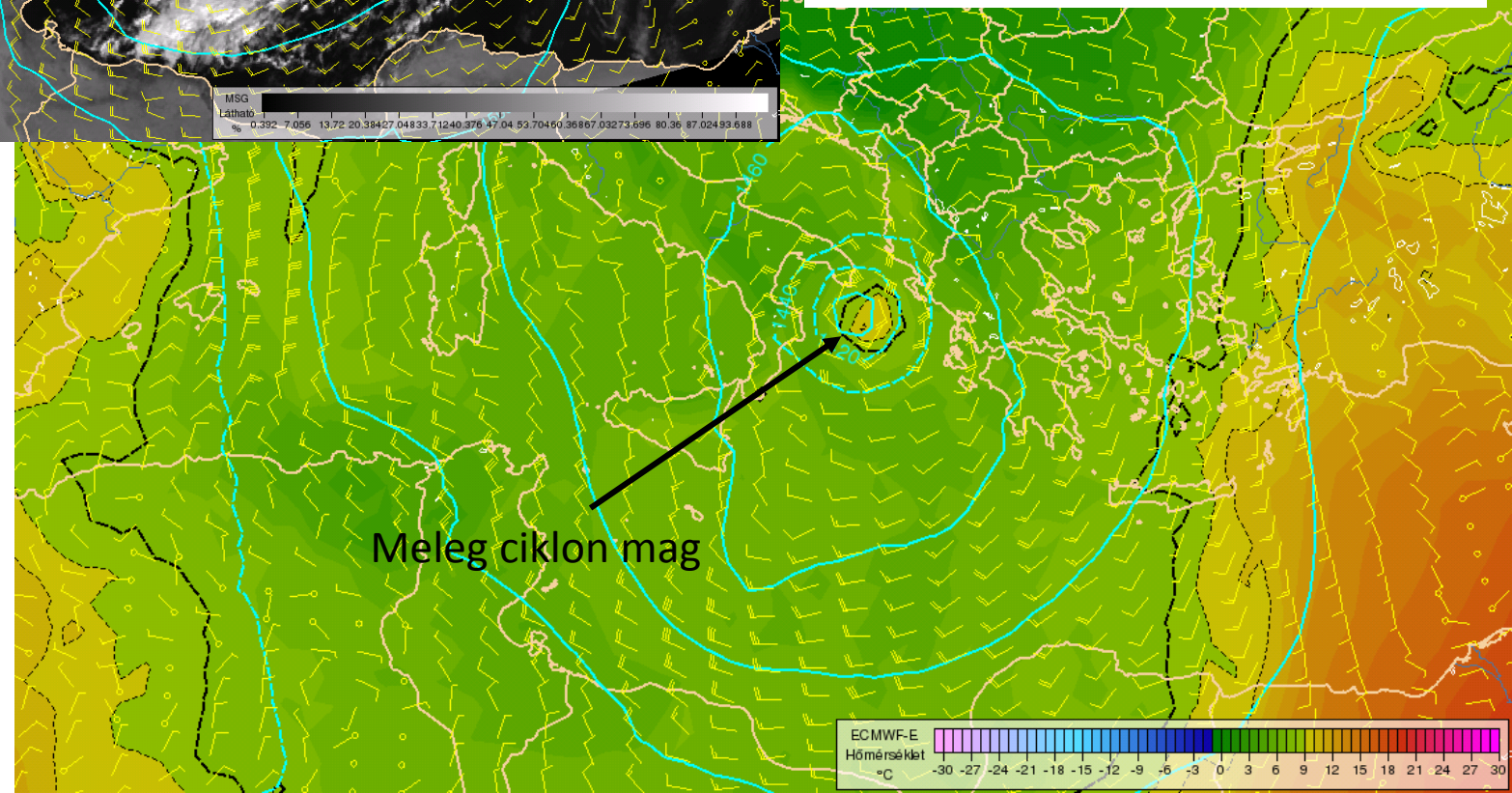
2015:
30 60 perc 2071
60 90 perc 461
90 120 perc 129
120 150 perc 41
150 180 perc 12
180 210 perc 7
210 sok perc 6

■ 2015
■ 2016
■ 2017

Medican

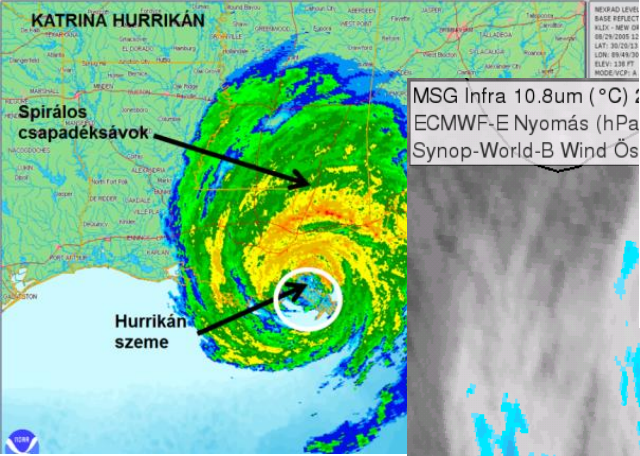
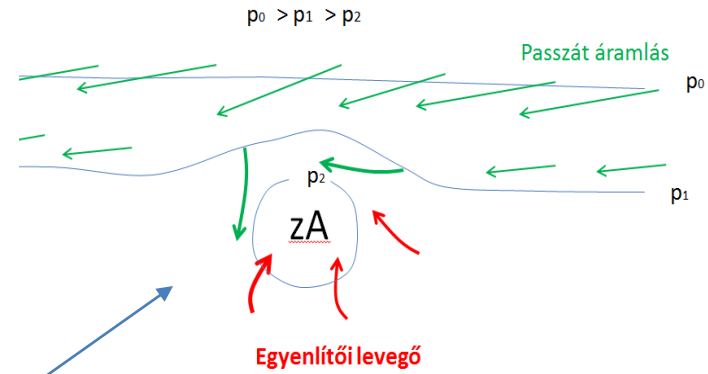


1. Szinoptikus skálájú mediterrán ciklogenezis
2. Meleg tengervíz felett a konvekció latens hőt ad a rendszerhez
3. Ciklon tovább mélyül
4. Kialakul a meleg ciklonmag

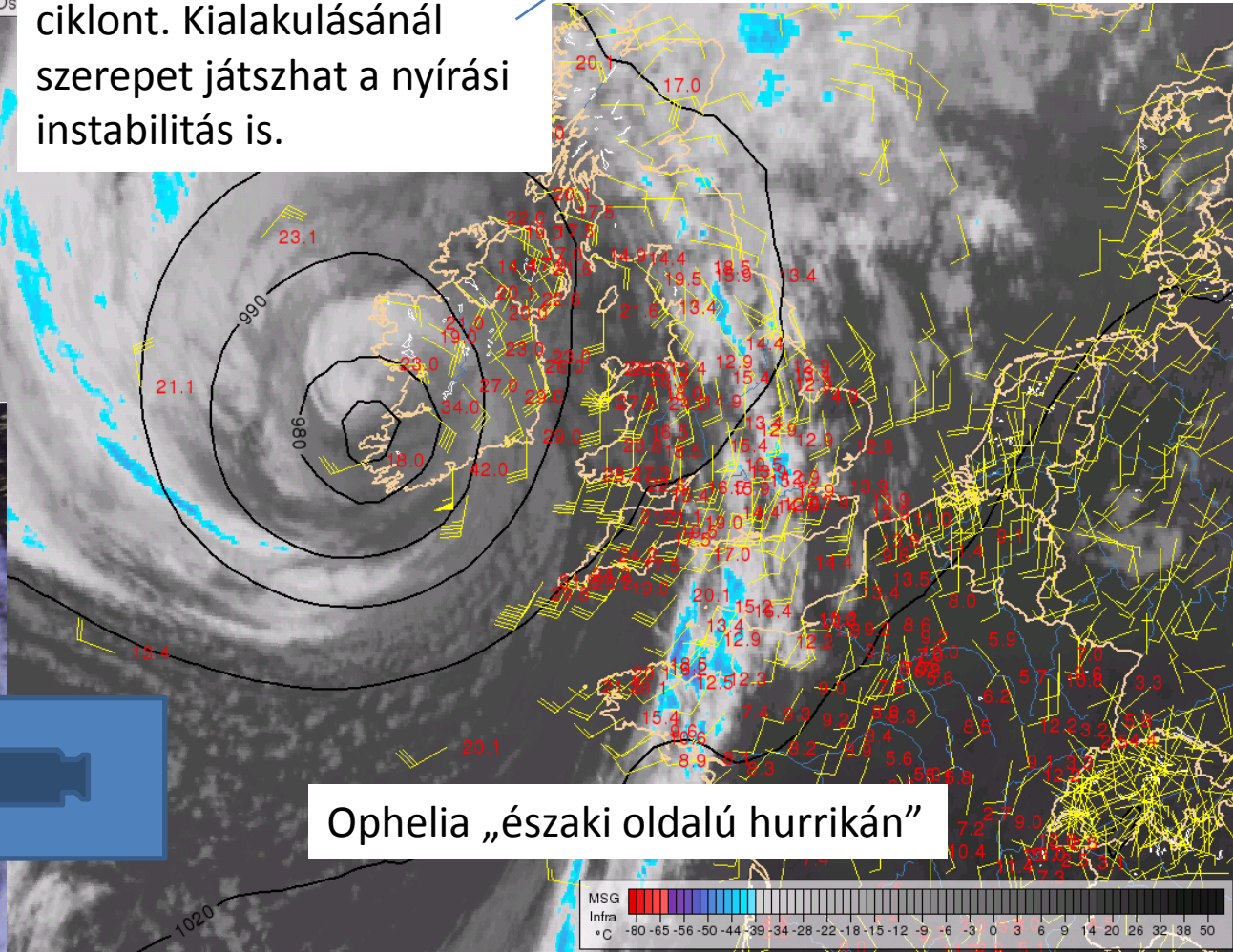


Hurrikán

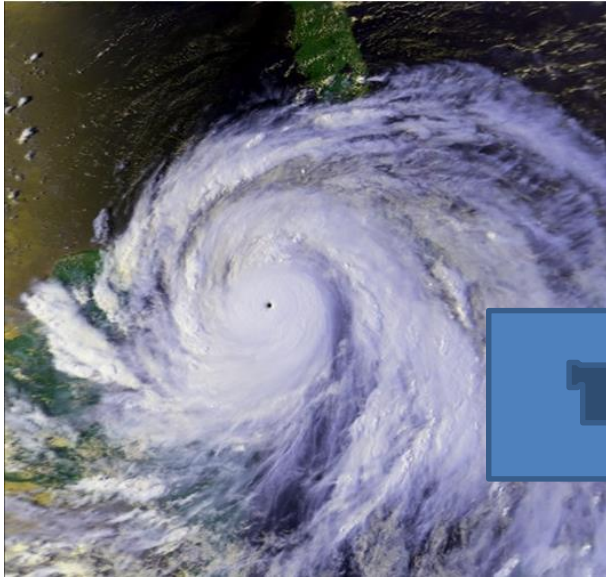
Meleg tengervízre épülő konvektív rendszerek szinoptikus skálájúvá fejlődnek: Coriolis és gradiens erő egyensúlya tartja össze a trópusi ciklont. Kialakulásánál szerepet játszhat a nyírási instabilitás is.



Kevésbé jeges felhők



Ophelia „északi oldalú hurrikán”



Előrejelzés, riasztás

Figyelmeztető előrejelzések

3 óránál távolabbi időszakra a nem lineáris, korlátos tartományú numerikus modellek jelentik a megoldást (OMSZ: WR, AROME).

- Nem hidrosztatikus dinamika
- Nagy térbeli felbontás (1-2 km)
- Részletes felhőfizika (bin séma irányába)
- Részletes határréteg (turbulencia parametrizáció)

Riasztások

0-3 óráig a lineáris nowcasting rendszerek (MEANDER).

- Valamennyi real time mérés felhasználása.
- Sűrűn (és gyorsan) előálló objektív analízisek készítése
- Áthelyeződési vektorok számítása , a már megindult folyamatok követésére
- Döntési eljárások a jelzések kiadására

Szakemberek jövőbeli szerepe: az előrejelzések készítése helyett fokozottan az előrejelző rendszerek készítése, fejlesztése és üzemeltetése



Köszönjük a figyelmet!



Alapítva: 1870