

A 2013-AS ÉV VESZÉLYES IDŐJÁRÁSI JELENSÉGEI

**Simon André
Kolláth Kornél
Somfalvi-Tóth Katalin
Dezső Zsuzsanna
Tordai János**

**Kidőlt villanyvezeték oszlopok
2013.03.15.
Fénykép: Bodó Zsolt, MAVIR**

**39. METEOROLÓGIAI TUDOMÁNYOS NAPOK
2013. NOVEMBER 21–22.**



Országos Meteorológiai Szolgálat



ELTE Földrajz- és Földtudományi intézet
Meteorológiai Tanszék

INCA-CE
Nowcasting for Central Europe



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL
DEVELOPMENT FUND

Bevezető

- 2013 – több veszélyes időjárási helyzet Magyarországon és a környező Európai államokban, téli időszak – sok „Mediterrán” ciklon (2012 közepétől – 2013 márciusáig a NAO index gyakran erős negatív fázisban volt)
- Példa: Március 14-15-ei vihar: becsült kár 4 milliárd Forint (MABISZ), 27000 kárbejelentés Magyarországon, jelentős viharkárok más országokban is (pl. Szlovákia, Horvátország)
- Kulcs a sikeres előrejelzéshez: szinoptikus- és mezoszinoptikus skála közötti összefüggések megértése, folyamatok modellezése több skálán keresztül
- Elvárások: Részletes és pontos előrejelzések, nem csak az alap paramétereket (szél, csapadék) - ezek összetett hatását is ismerni kell (hófúvás, jegesedés, tapadó hó)
- Diagnosztikus módszerek, alkalmazások

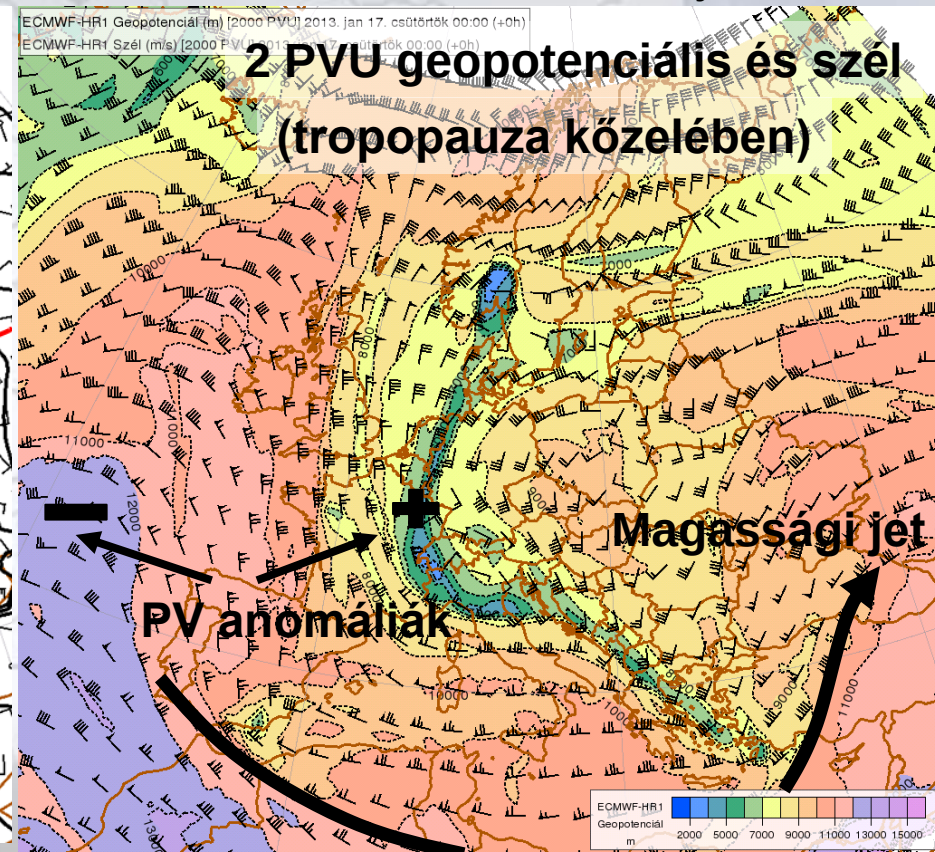
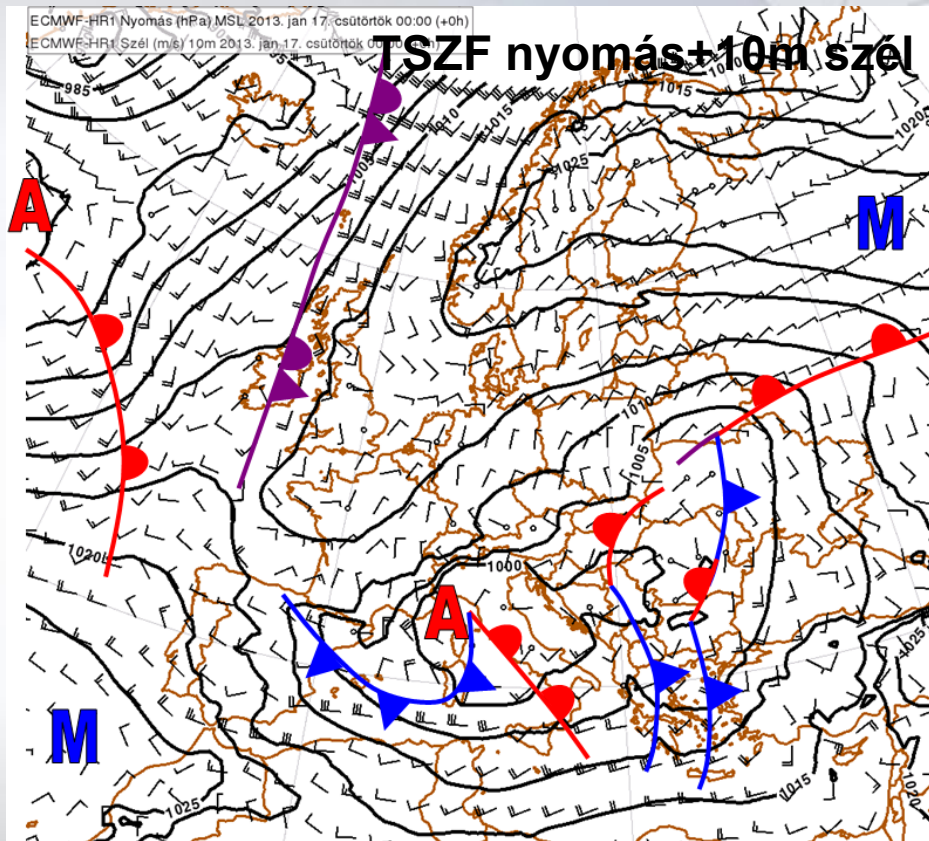
Hófúvás a Dunántúlon, 2013.01.18.

Makro-szinoptikus háttér:

- Ciklon alakulása a Genovai-öböl térségében
- Magassági PV anomália

2013.01.17. 00 UTC

ECMWF analízisek és előrejelzések

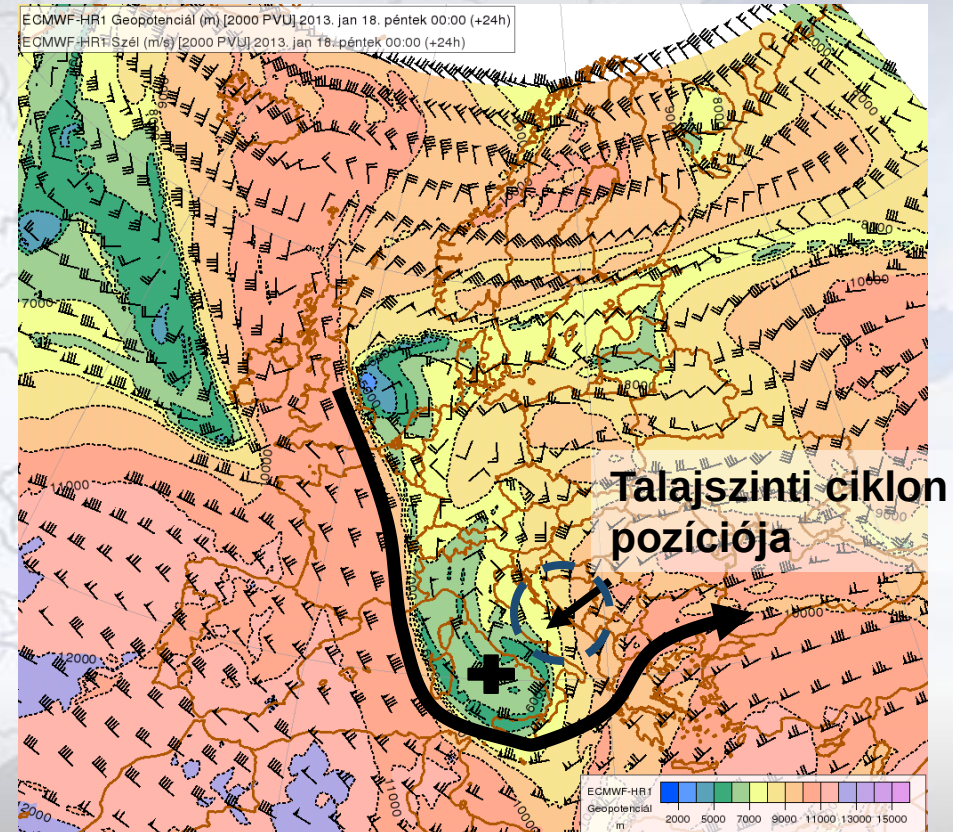
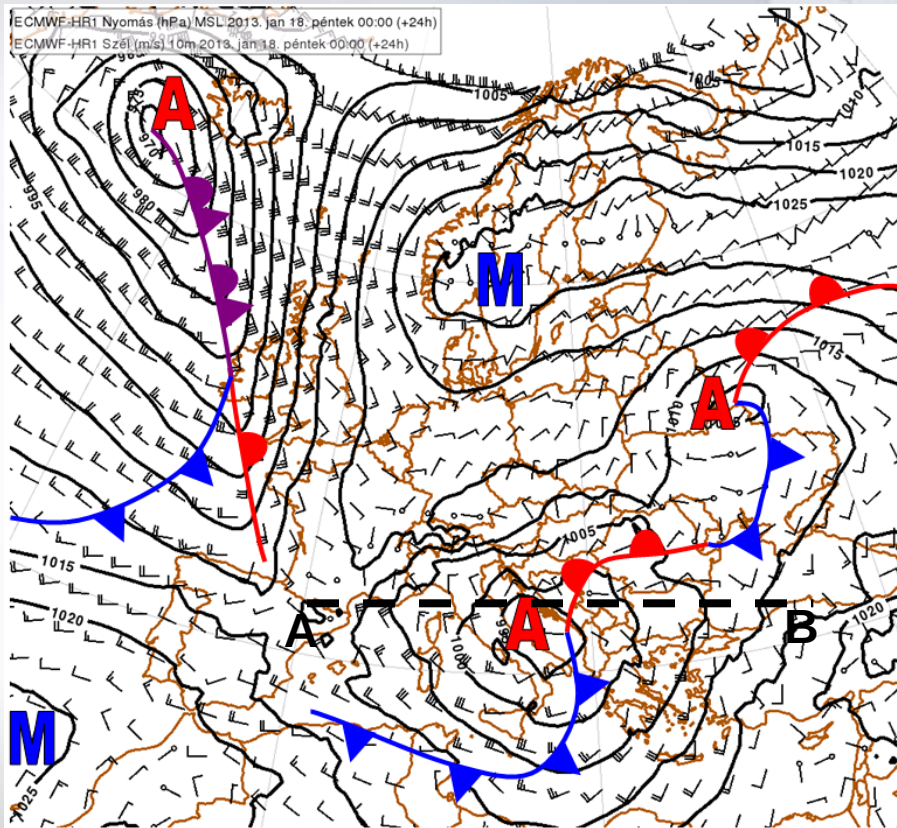


Hófúvás a Dunántúlon, 2013.01.18.

Makro-szinoptikus háttér:

2013.01.18. 00 UTC

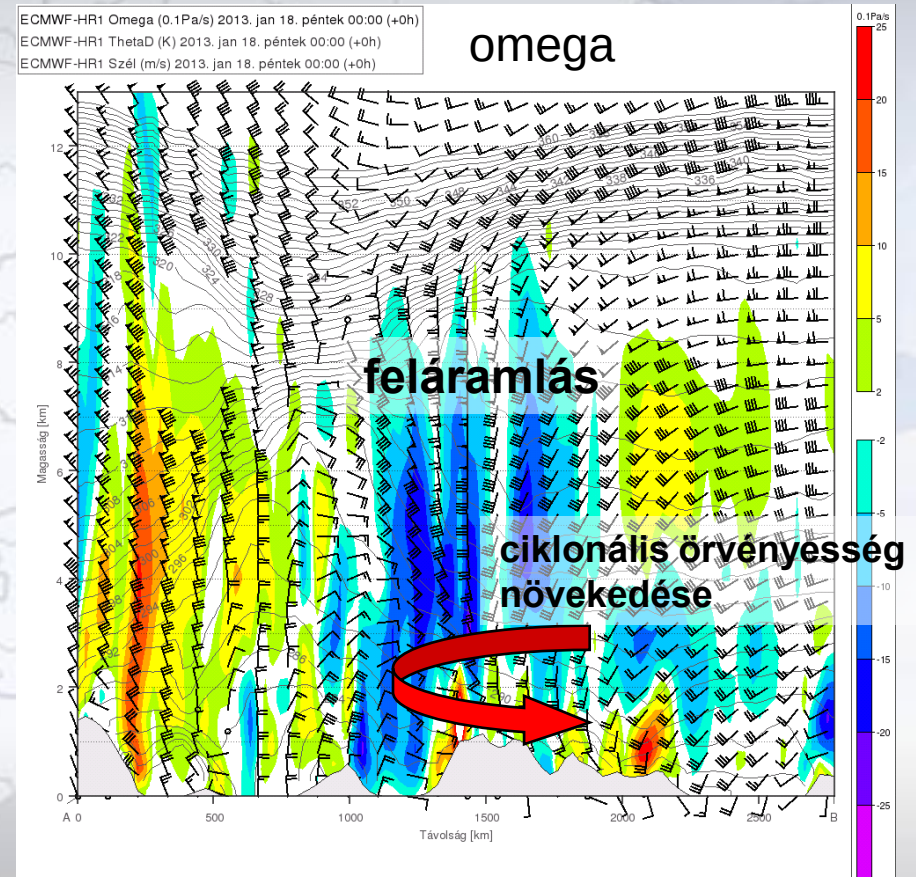
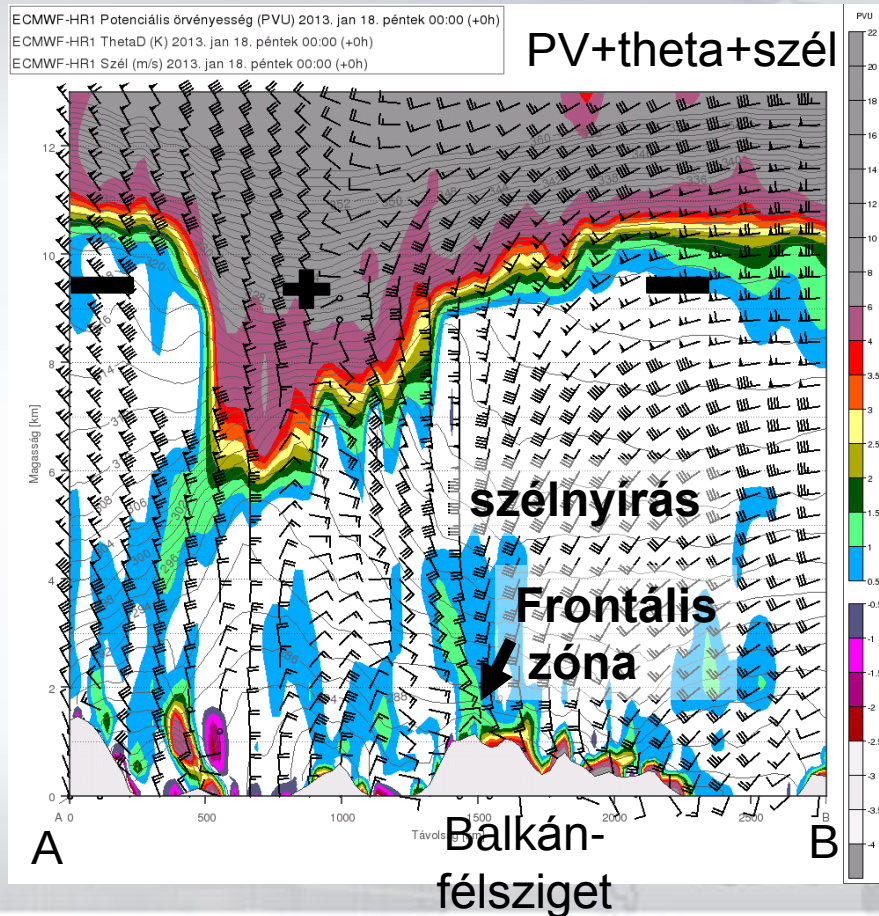
- 1. Fázis: PV anomália DK-felé terjedése, talajszinti ciklon mélyülése/alakulása az Adriai-tenger felett



Hófúvás a Dunántúlon, 2013.01.18.

Makro-szinoptikus háttér:

- Magassági PV anomália és talajszinti nyomás interakciója – baroklin instabilitás (Hoskins, McIntyre, Robertson alapján)

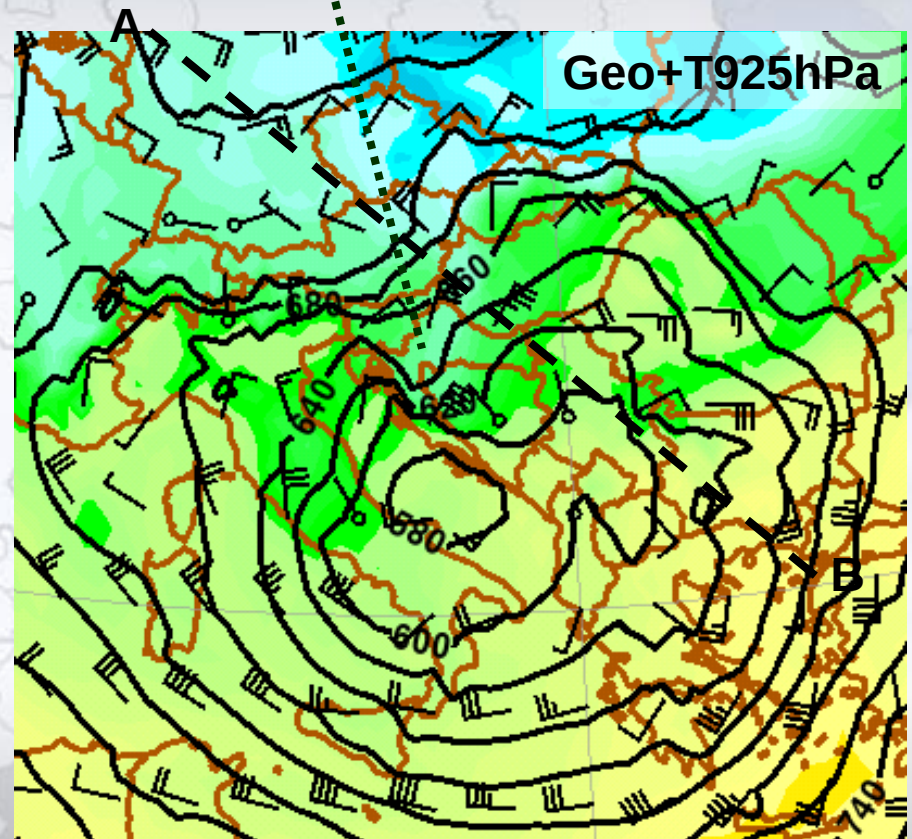
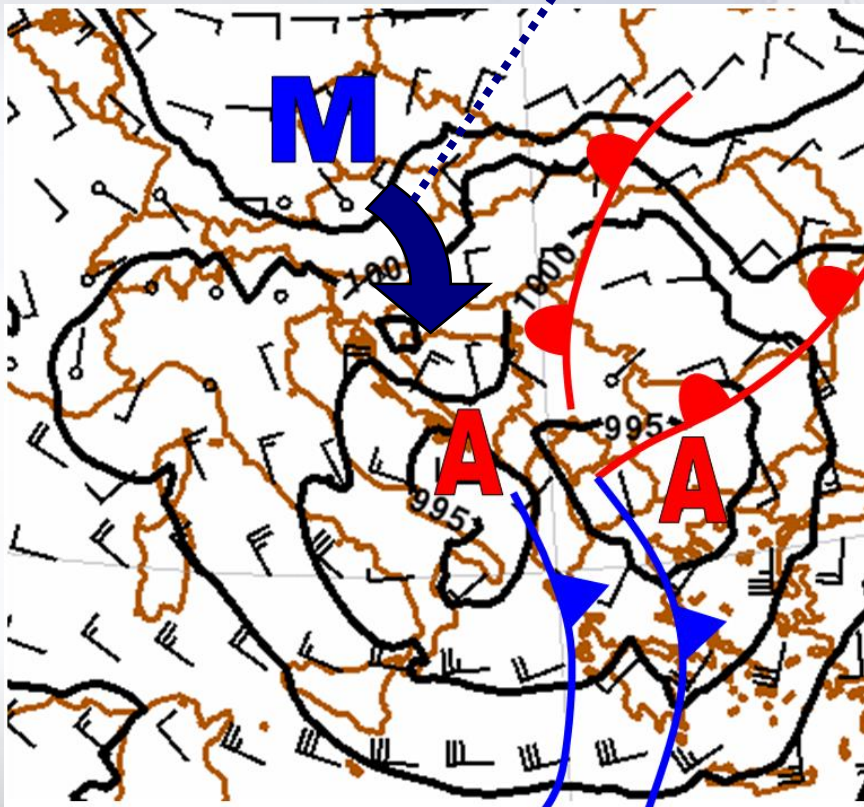


Hófúvás a Dunántúlon, 2013.01.18.

Makro-szinoptikus háttér:

2013.01.18. 12 UTC

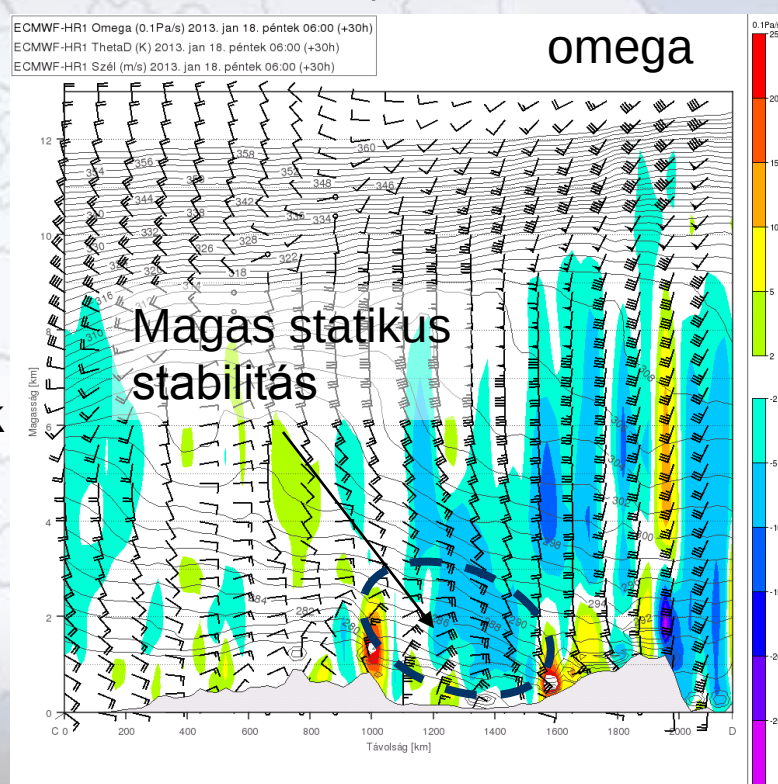
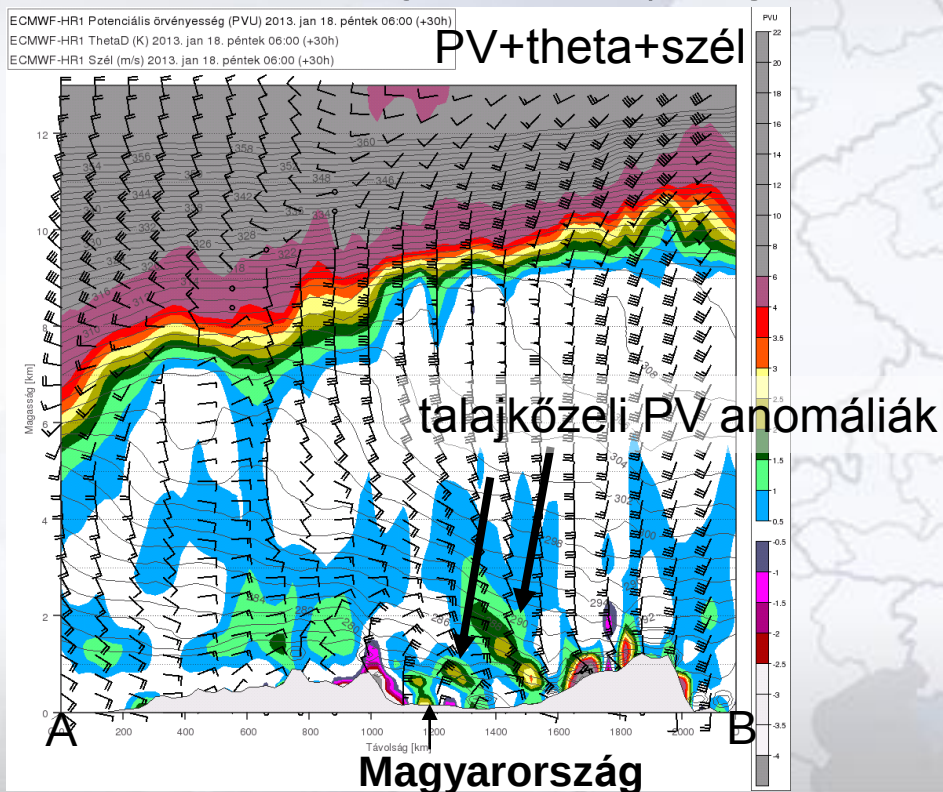
- 2. Fázis: A ciklon „kettészakadása”
- A mélyülő ciklon **alacsony szintű jet**-et és **hidegadvekción** vált ki



Hófúvás a Dunántúlon, 2013.01.18.

Makro-szinoptikus háttér:

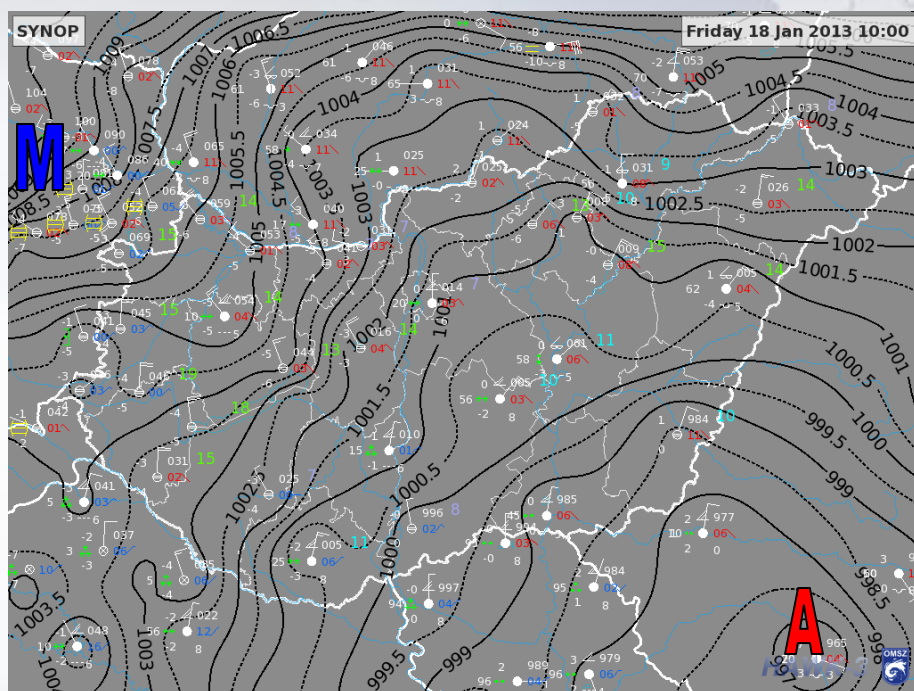
- A hideg beáramlásban magas a statikus stabilitás, ami gátolja a feláramlások fejlődését + növeli az anticiklonális örvényességet
- 3. Fázis: A ciklon esetleg tovább keleten fejlődhet, ahol jobbák a feltételek a feláramlások fejlődésére (főleg közép-troposzférában)



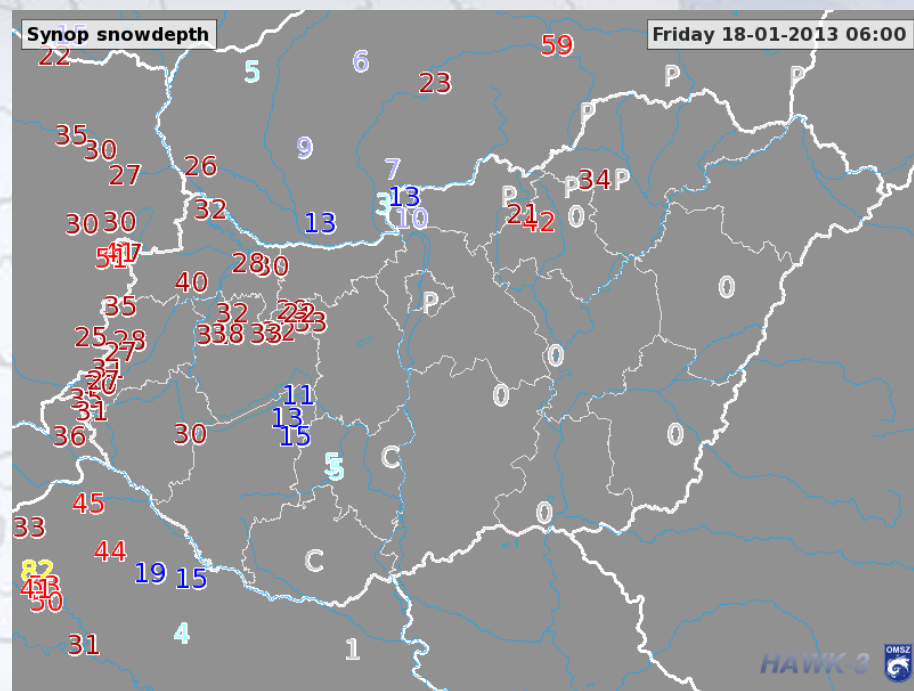
Hófúvás a Dunántúlon, 2013.01.18.

Lokális körülményei

- Nagy területen 70 km/h-t meghaladó széllokécek, friss hó réteg



ÉNY-DK nyomás gradiens



30-50 cm hóréteg

Hófúvás diagnosztika (Tordai, 2012)

■ Blowing Snow Index (BSI, Tordai, 2012):

$$BSI = f(T) + f(T_s) + f(U) + f(G) + f(H) + f(\rho_H)$$

Állapothatározó	Intervallum	Közelítő egyenlet
2 méteren mért hőmérséklet [°C] T	$T \leq -6,5$	$f(T) = 1$
	$-6,5 < T \leq 0,5$	$f(T) = -0,0087T^2 - 0,178T + 0,2196$
	$T > 0,5$	$f(T) = -0,0181T^2 - 0,139T + 0,2257$
Felszíni hőmérséklet [°C] T_s	$T_s \leq -3,0$	$f(T_s) = 1$
	$-3,0 < T_s \leq 0,5$	$f(T_s) = -0,0564T_s^2 - 0,2969T_s + 0,611$
	$0,5 < T_s \leq 2,0$	$f(T_s) = 0,3419 \exp(-1,5923T_s)$
	$T_s > 2,0$	$f(T_s) = -0,1707T_s^2 + 0,8301T_s - 1,007$
10 méteren mért maximális szélökés [m/s] U	$U < 6,0$	$f(U) = -0,075U^2 + 1,1364U - 3,9657$
	$6,0 \leq U \leq 21,0$	$f(U) = -0,0029U^2 + 0,1501U - 0,8183$
	$U > 21,0$	$f(U) = 1$
10 méteren mért szélsébség [m/s] G	$G < 4,0$	$f(G) = 1,014G - 4,014$
	$4,0 \leq G < 15,0$	$f(G) = -0,0076G^2 + 0,2299G - 0,7527$
	$G \geq 15,0$	$f(G) = 1$
Hóvastagság [cm] H	$H < 5,0$	$f(H) = 0,0732H^2 + 0,6711H - 4,9321$
	$5,0 \leq H < 31,0$	$f(H) = -0,0007H^2 + 0,0452H + 0,1908$
	$H \geq 31,0$	$f(H) = 1$
Hósűrűség [kg/m ³] ρ_H	$\rho_H > 240$	$f(\rho_H) = -0,0534\rho_H + 13,207$
	$100 < \rho_H < 240$	$f(\rho_H) = -0,0000183\rho_H^2 + 0,002\rho_H + 0,975$
	$\rho_H < 100$	$f(\rho_H) = 1$

BSI>3.5 sárga jelzés (terület > 60%)

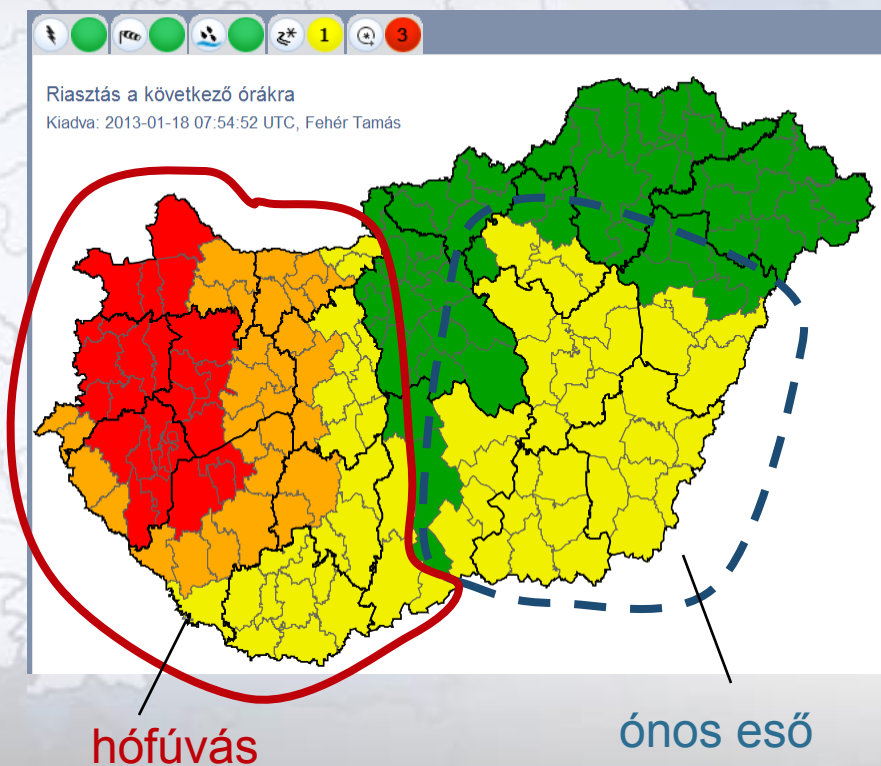
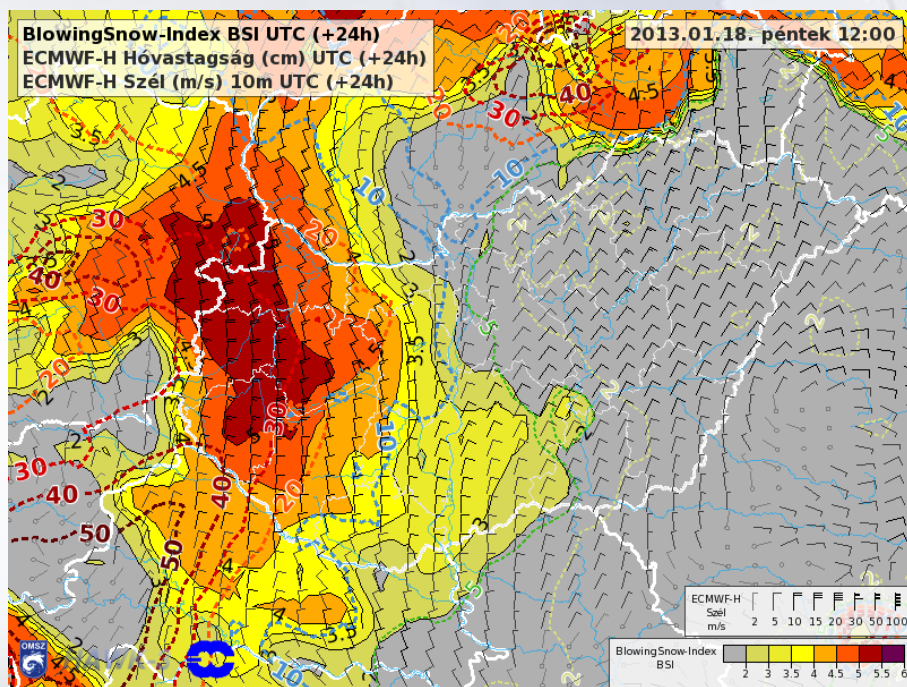
BSI>4 narancssárga jelzés

A módszer megfigyelések és statisztikák alapján lett fejlesztve és Magyarországi viszonylatokra finomítva

Több numerikus modell vagy nowcasting rendszer kimeneteire alkalmazható (egyelőre ECMWF-en tesztelve)

Hófúvás a Dunántúlon 2013.01.18.

- Megajánlott veszélyjelzési fokozatok hófúvásra az ECMWF modell alapján (+24 óra) és érvényben lévő veszélyjelzési fokozatok másnap



Tapadóhó diagnosztika (Somfalvi-Tóth, 2013)

- A jelenség havazásnál, $(-0,5; +3)$ fok hőmérsékletnél és 15 m/s-ot el nem érő szélnél keletkezik
- A hó lerakódás ($> 5 \text{ kg/m}$) komoly károkat okozhat az elektromos hálózatban és az erdőségekben

- ISO12494 (2001) : $\frac{dM}{dt} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 V w A$

- Admirat (2008): $\frac{d\Phi}{dt} = \frac{2\beta}{\pi \rho} P \sqrt{1 + \frac{U^2}{W^2}}$, ahol

$$\begin{cases} \beta = \frac{1 - \cos(9SR - 4,5)}{2U^{0,4}} & [0,5 < SR < 0,98] \\ \beta = 0 & \text{egyébként} \end{cases}$$

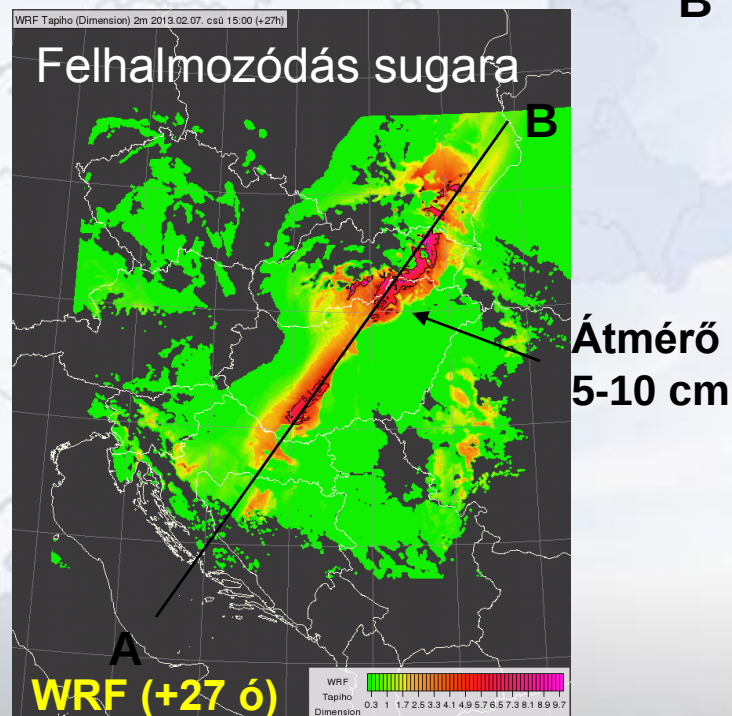
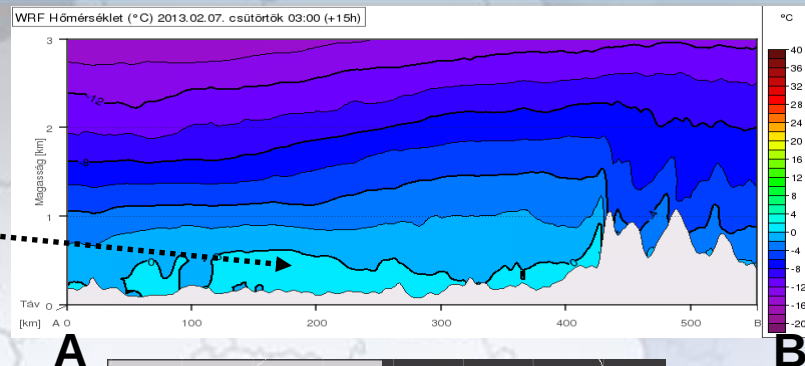
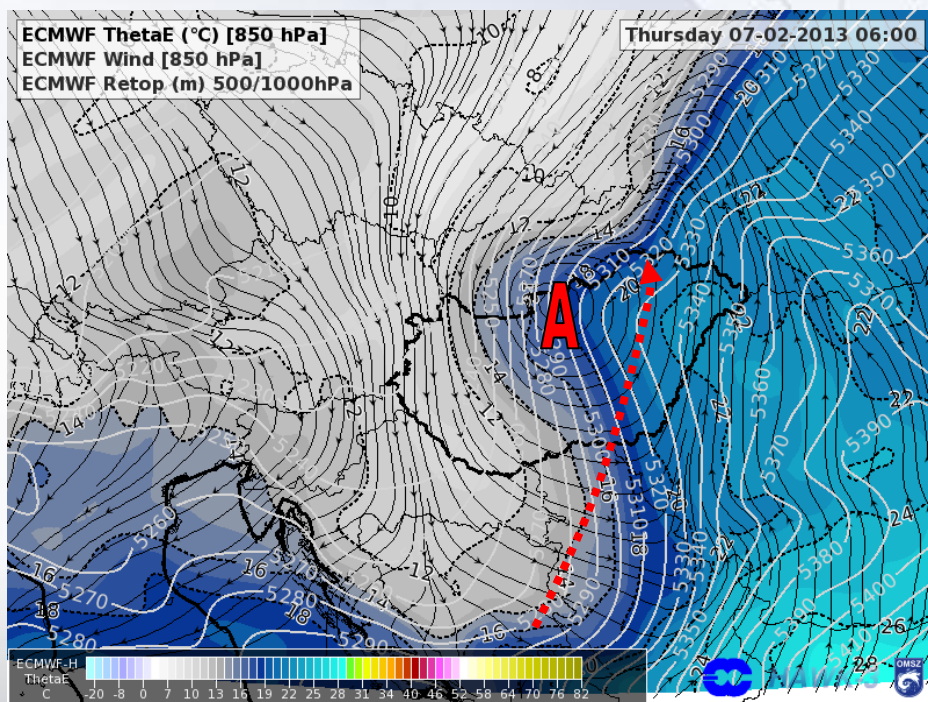
(Nygaard, Augustsson & Somfalvi-Tóth, 2013)

- Jelentős esetek – pl. 2009.01.18. DNY-Magyarországon
- 2013: számos „kedvező” időjárási helyzet



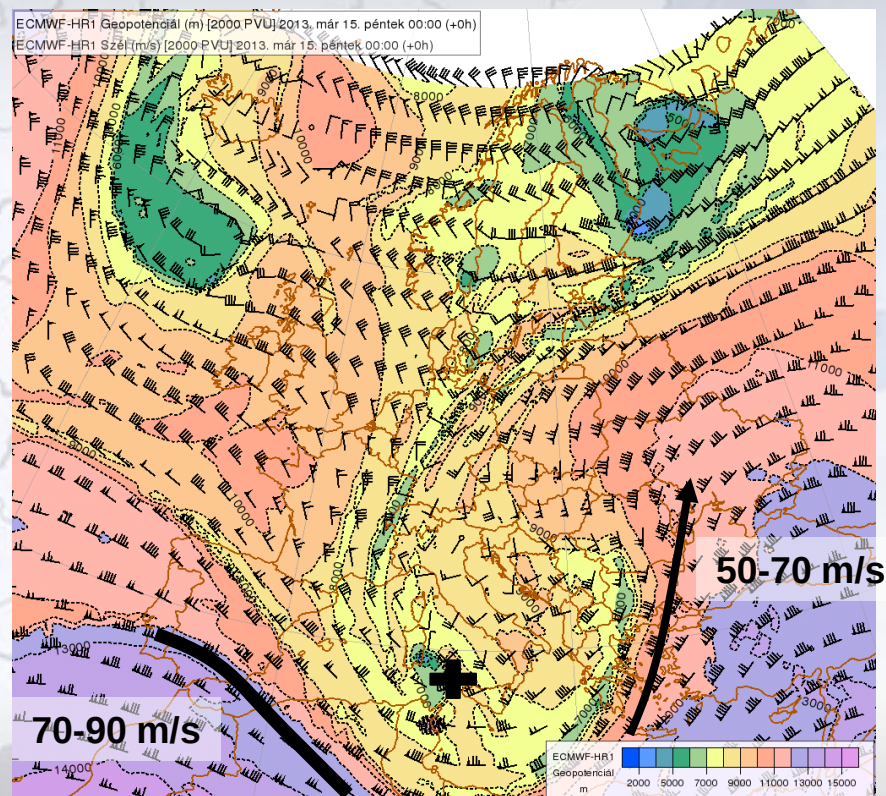
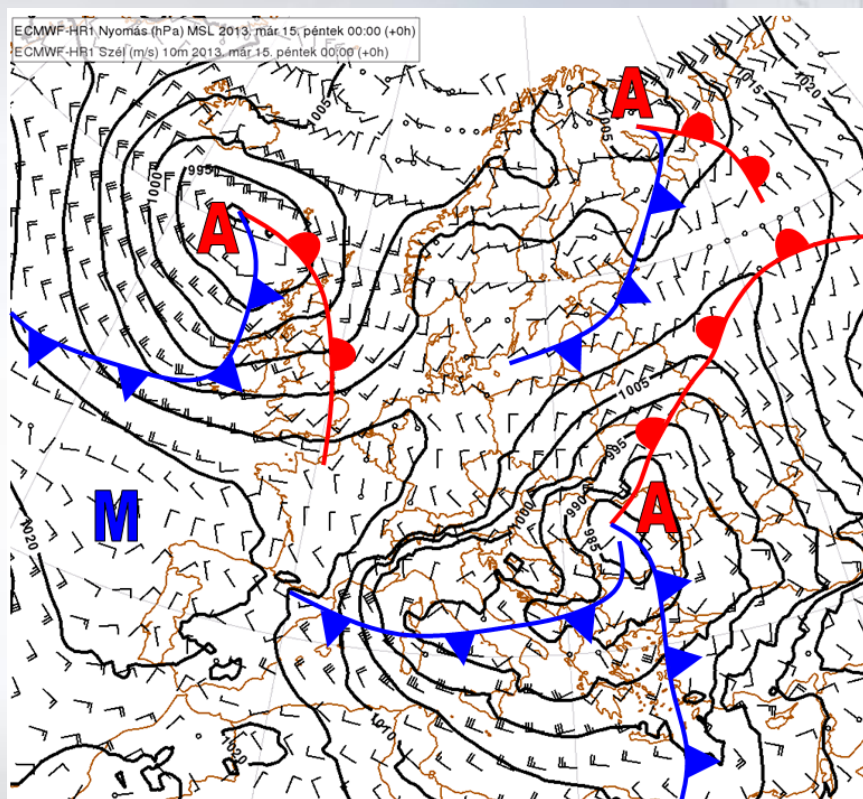
Tapadóhó 2013.02.06.

- Ciklon központja Magyarország és kelet Szlovákia felett
- Jelentős csapadék és **pozitív-hőmérséklet réteg** közel a talajhoz



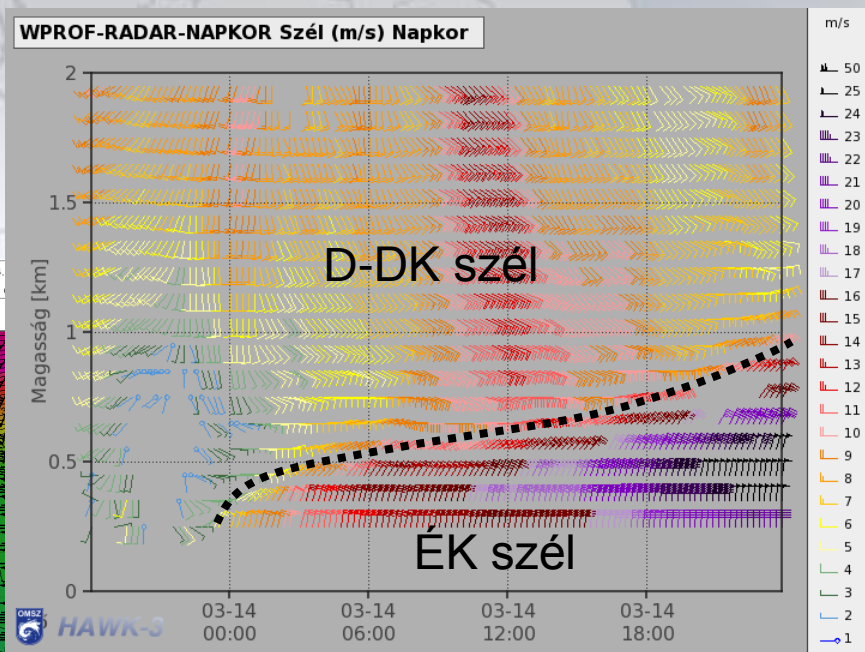
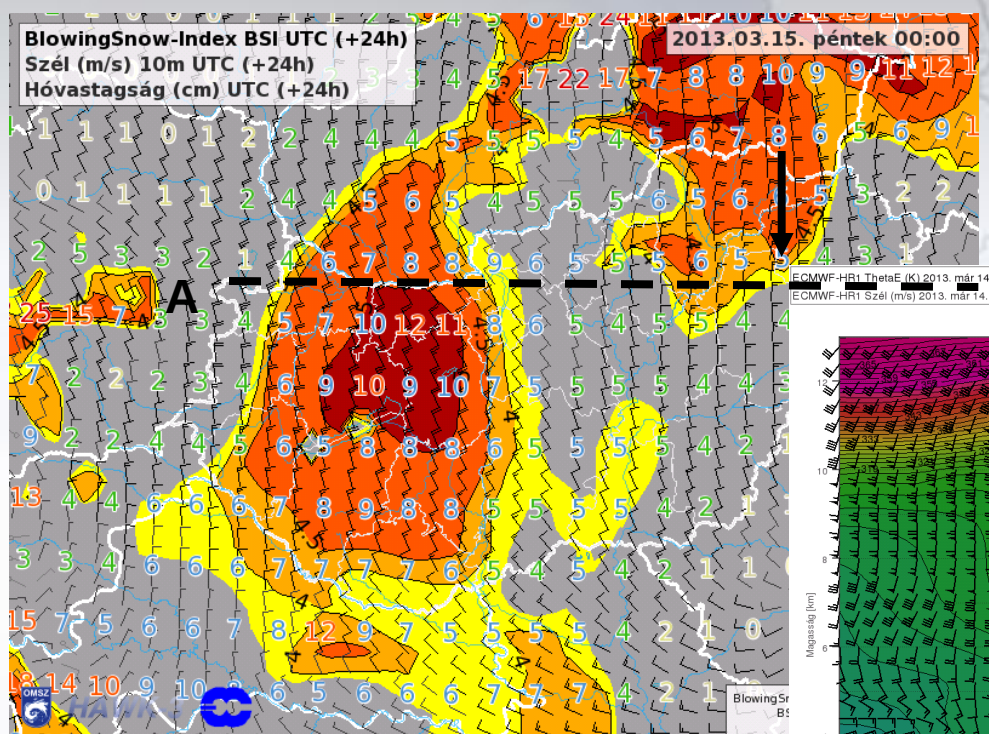
Március 14.-15.-ei vihar

- Hasonlóság a január 18.-ai hóvihar fejlődéséhez
- Erős 3.-ik fázis – ciklon gyors mélyülése a magassági jet bal oldalán

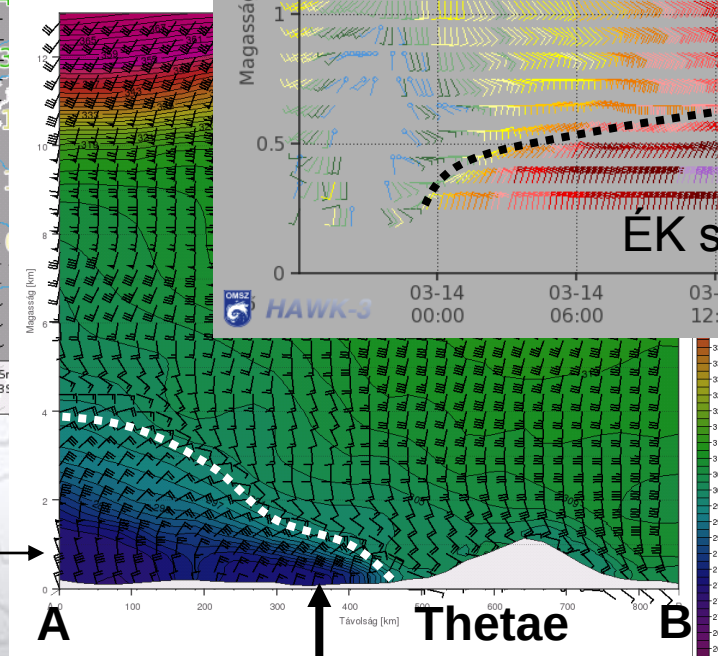


Március 14.-15.-ei vihar

- Károk nem csak a hófúvás és szél de keleten ónos eső miatt is keletkeztek



Hideg levegő advekciója, eleinte sekély (700-1000 m) rétegben



A légtömegeket elválasztó határ a VAD radar mérésein is látható volt

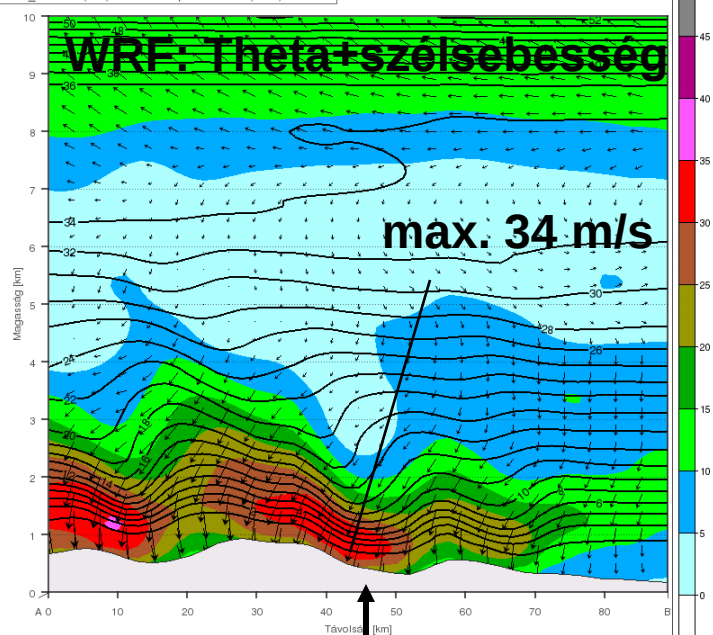
Március 14.-15.-ei vihar

- Erős lejtővihar Magas Tátrában
- Hullámos áramlás kialakulása (WRF, AROME)
- Viharkárok alacsonyabb hegyek déli lejtőin is voltak (pl. Betlér környékén)

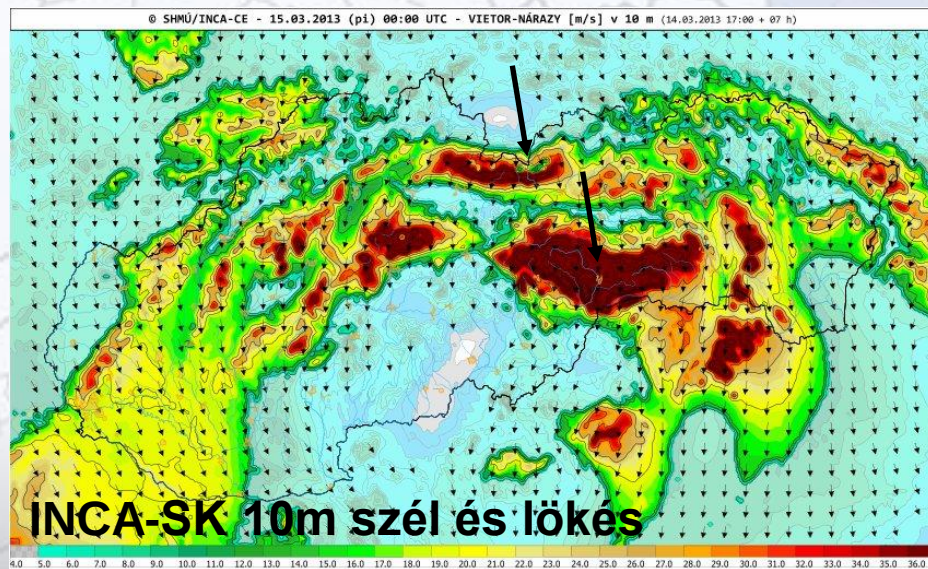
Max. gust 66 m/s

Observation from
Skalná Pleso
(GFÚ SAV)
Photo: Dušan Božík

WRF_OP Szélsebesség (m/s) 2013.03.15. péntek 07:00 (+19h)
WRF_OP Theta (°C) 2013.03.15. péntek 07:00 (+19h)
WRF_OP Szél (m/s) 2013.03.15. péntek 07:00 (+19h)

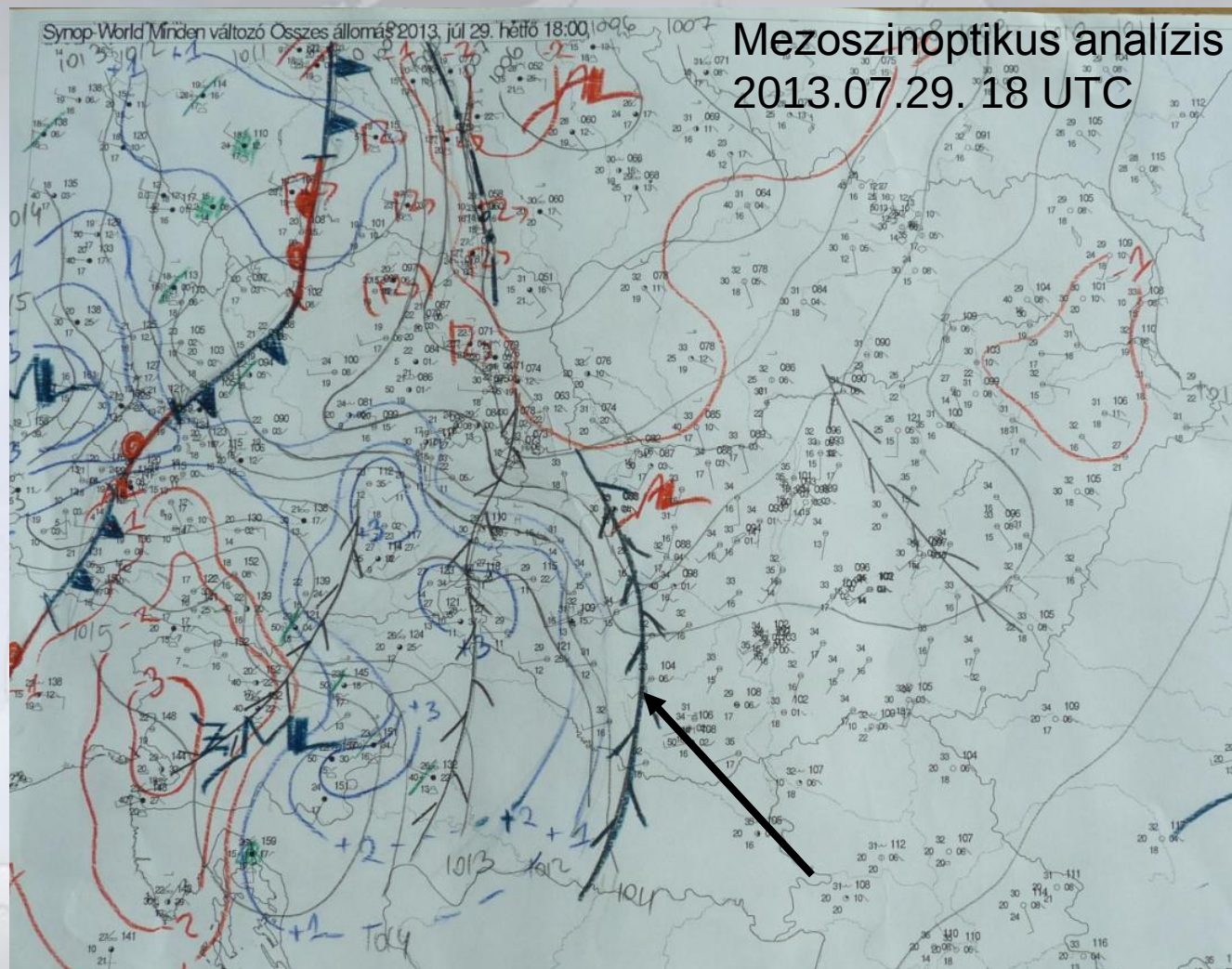
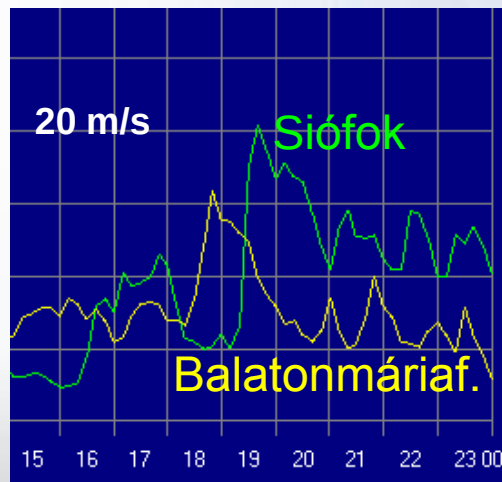


Betliar



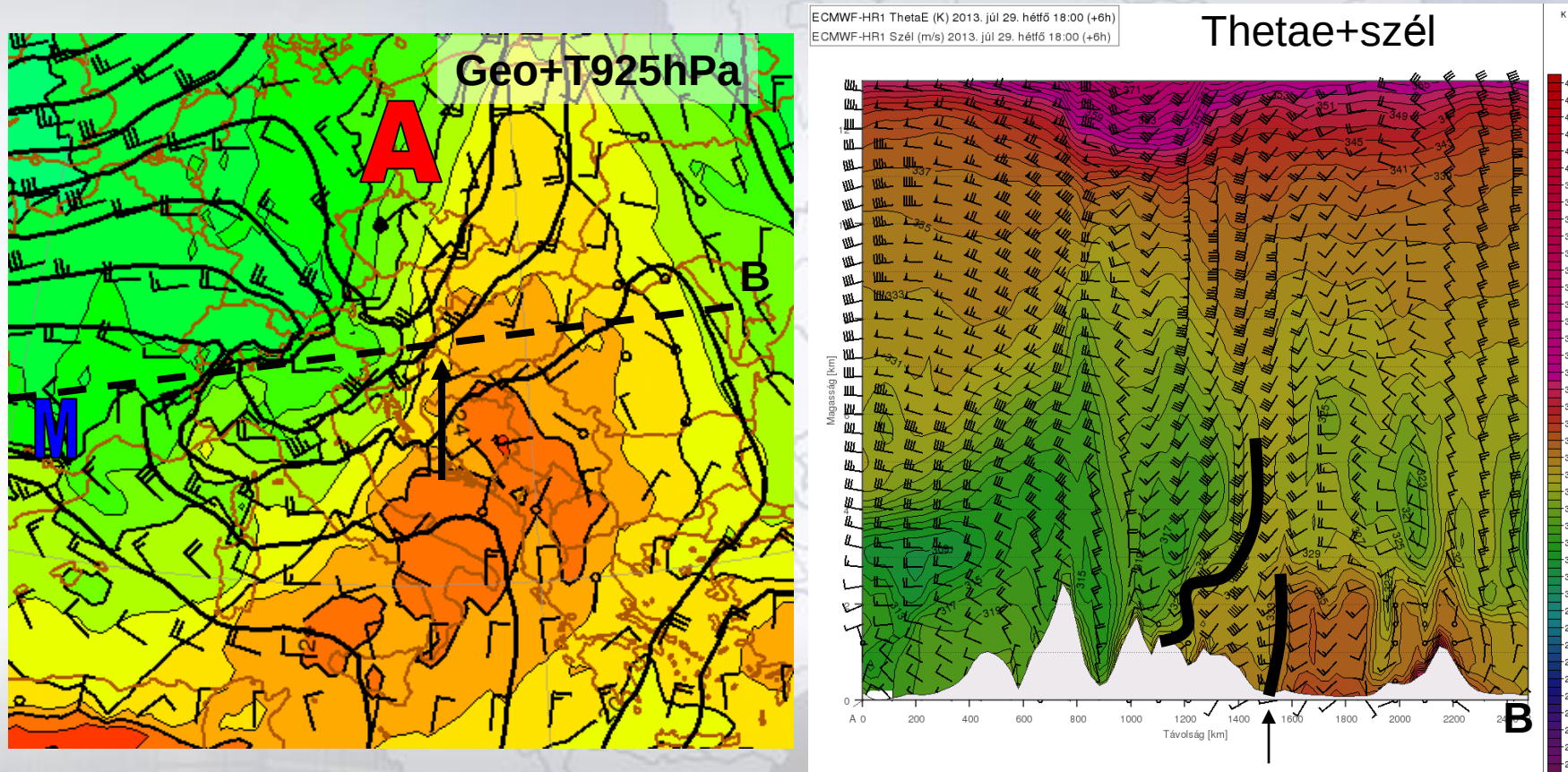
„Szárz” instabilitási vonal – 2013.07.29.

- Hidegebb levegő betörése DNY felől
- 15-20 m/s lökések, főleg a Balatonnál



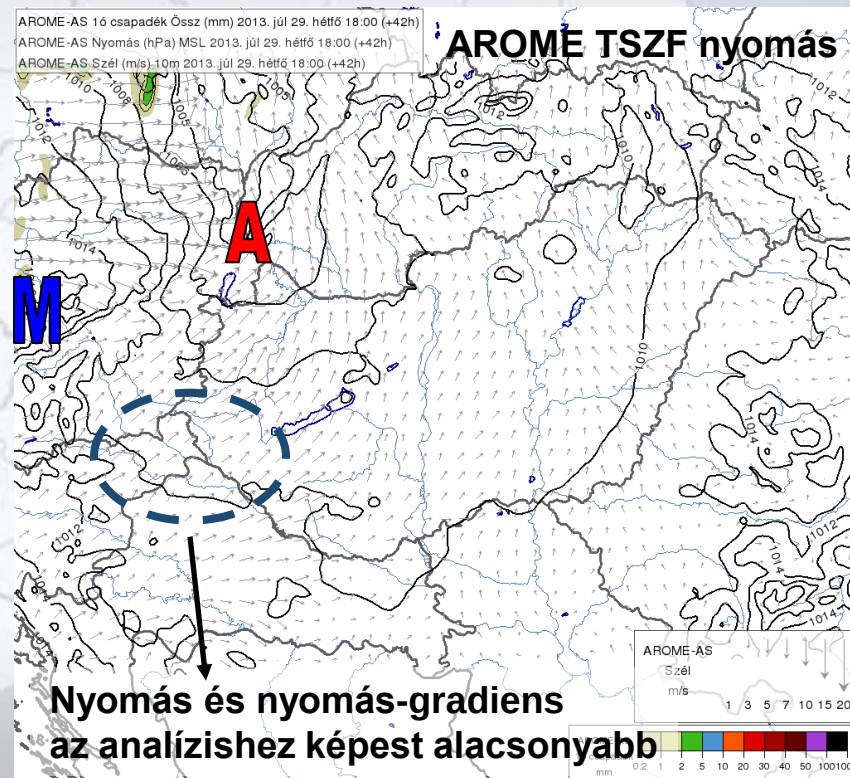
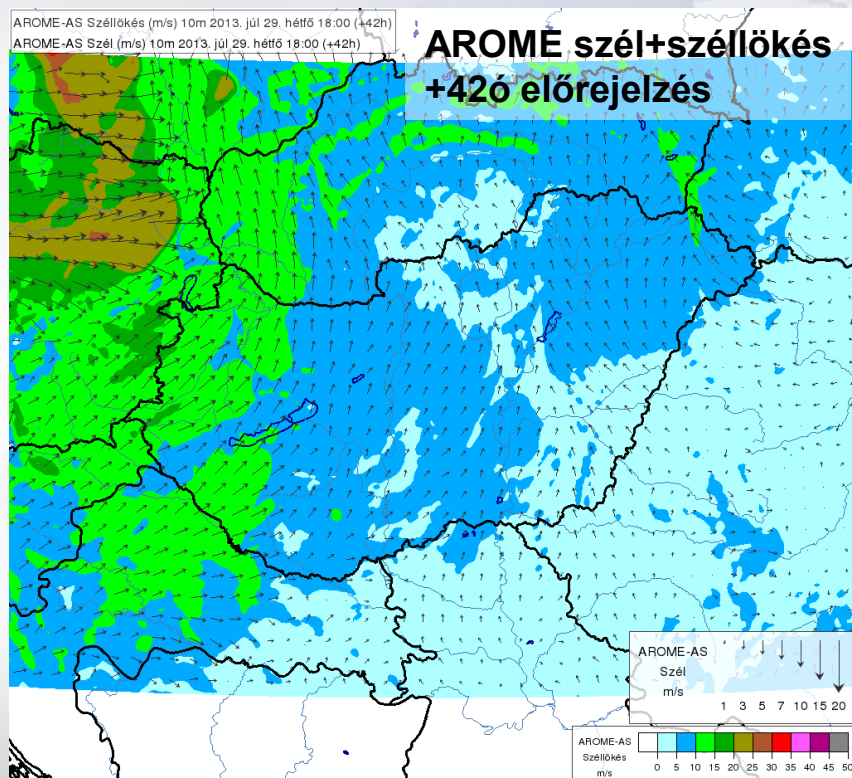
„Szárak” instabilitási vonal – 2013.07.29.

- Ciklogenezis az Alpok alján, erős déli-délnyugati magassági áramlás
- Több hullámban érkező hidegebb levegő



„Szárz” instabilitási vonal – 2013.07.29.

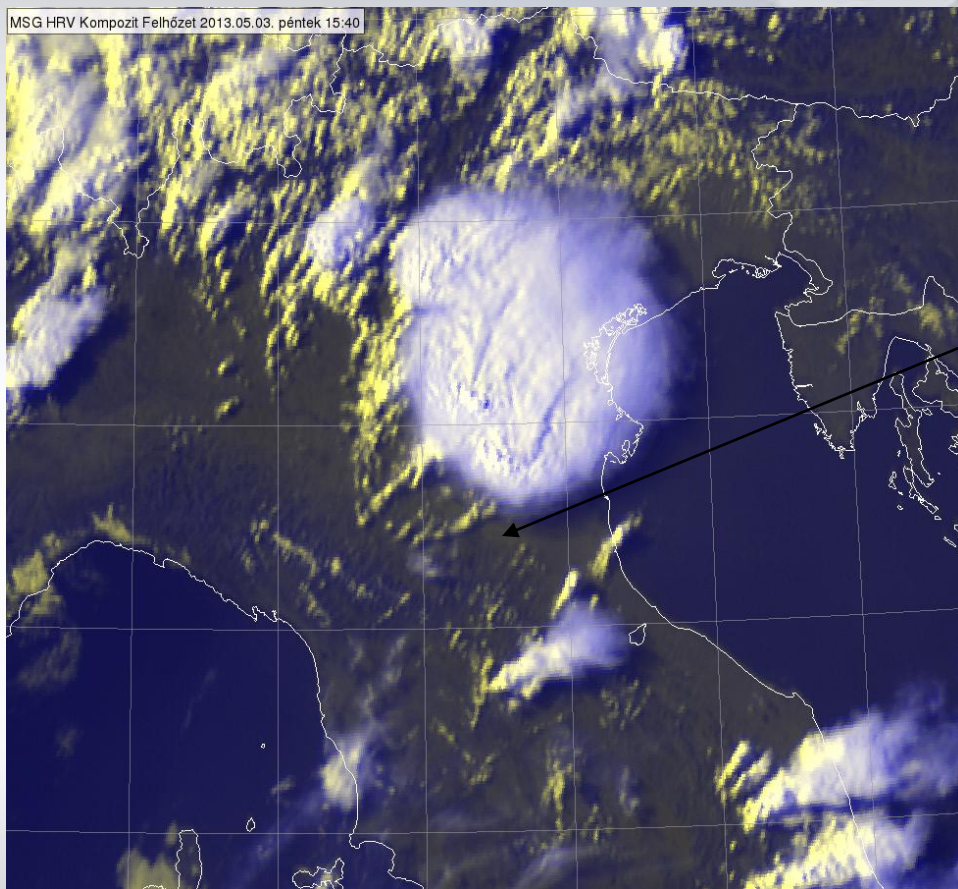
- Egyes finomfelbontású modellfutások előrejelezték a szélerősödést
- A nyomás emelkedések Szlovénia felett és DNY Magyarországon nem annyira szignifikánsak mint az analízisben



Példák külföldről:

Heves zivatarok és tornádók Olaszországban

- 2013.05.03. Több helyen tornádós (F1-F3?) szupercella



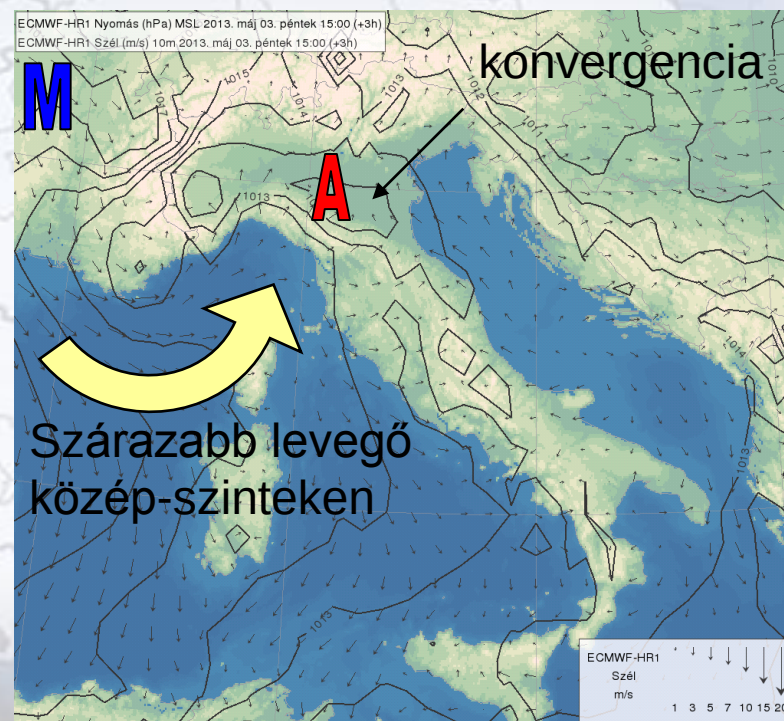
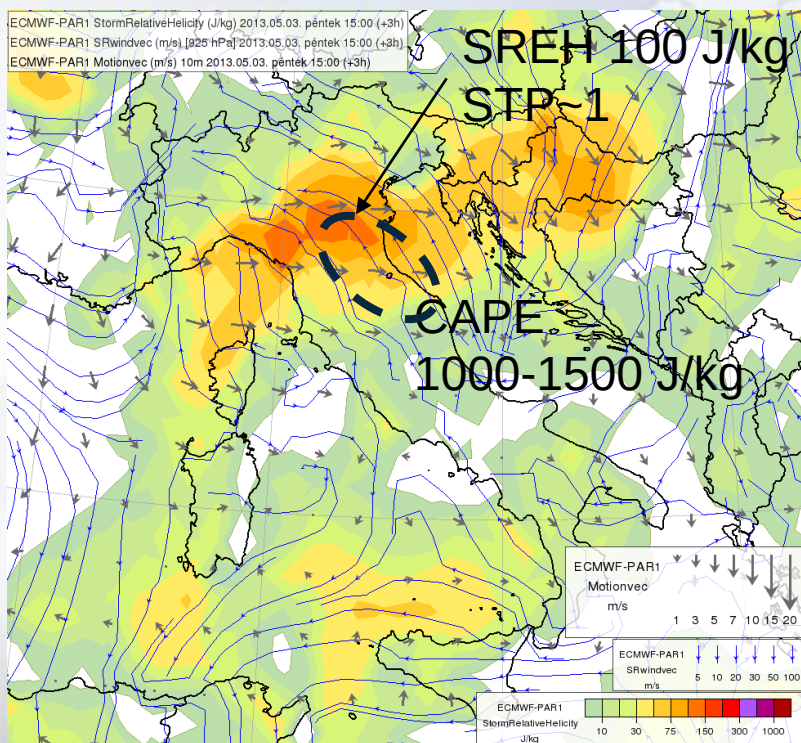
„Storm-relative environmental helicity”

$$SREH = - \int_0^h \vec{k} \cdot (\vec{v} - \vec{v}_c) \times \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} dz$$

Példák külföldről:

Heves zivatarok és tornádók Olaszországban

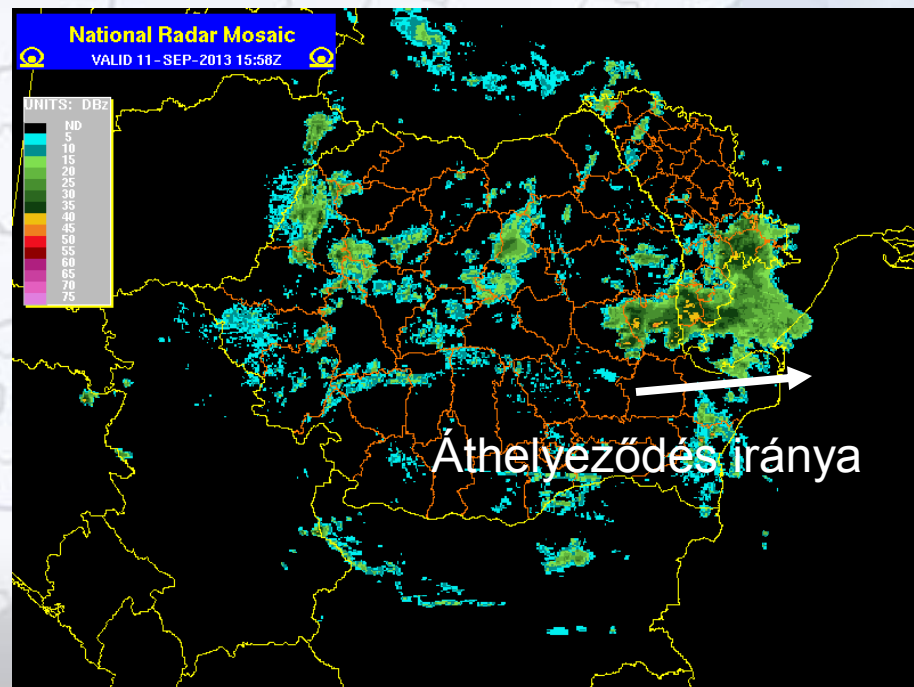
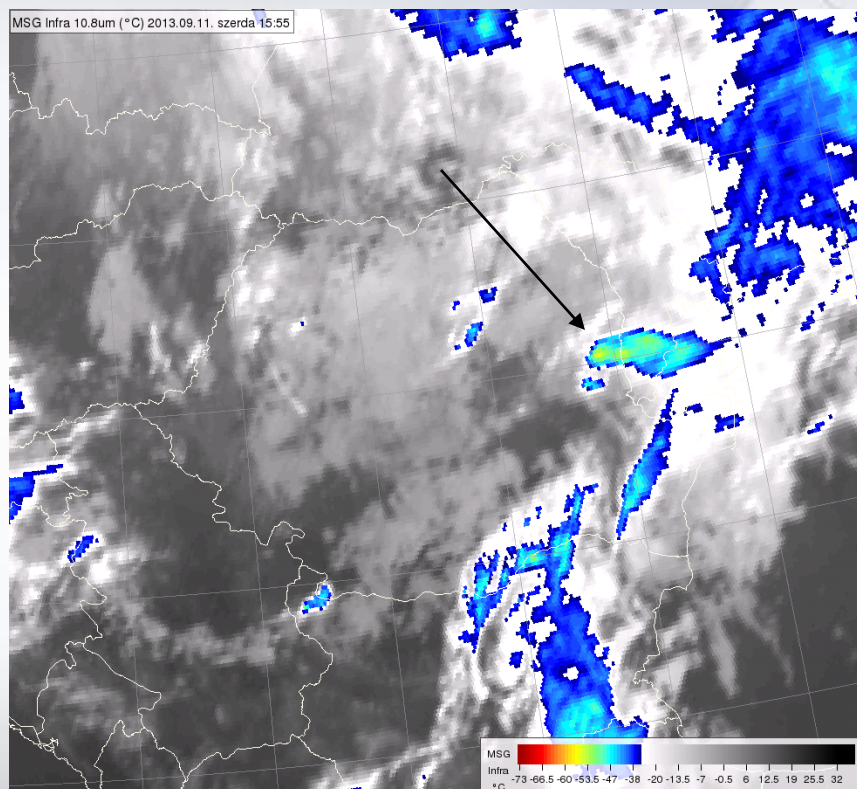
- Egyik paraméter sem extrém magas, azonban összetetten kedvező feltételek voltak heves, forgó zivatarok alakulásához
- A zivatarok saját cirkulációja módosíthatja/fokozhatja a környezeti instabilitást vagy örvényességet (pl. horizontális örvényesség a gust-front mentén)



Példák külföldről:

Villámárvízek Romániában, Moldvában és Ukrajnában

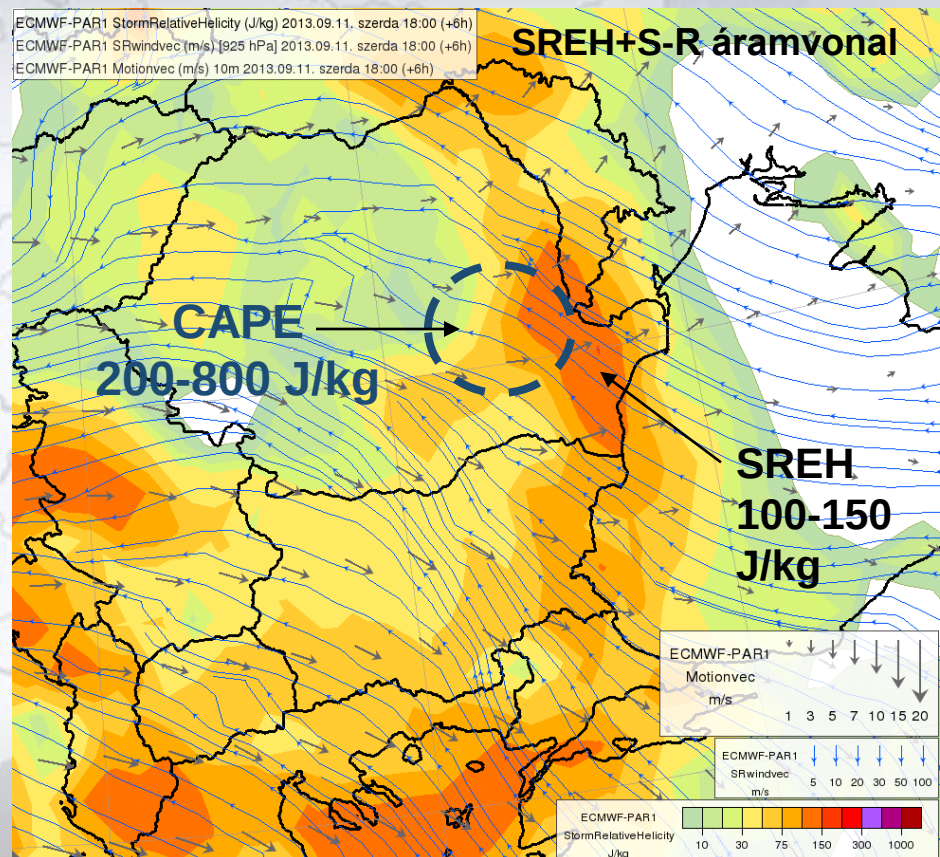
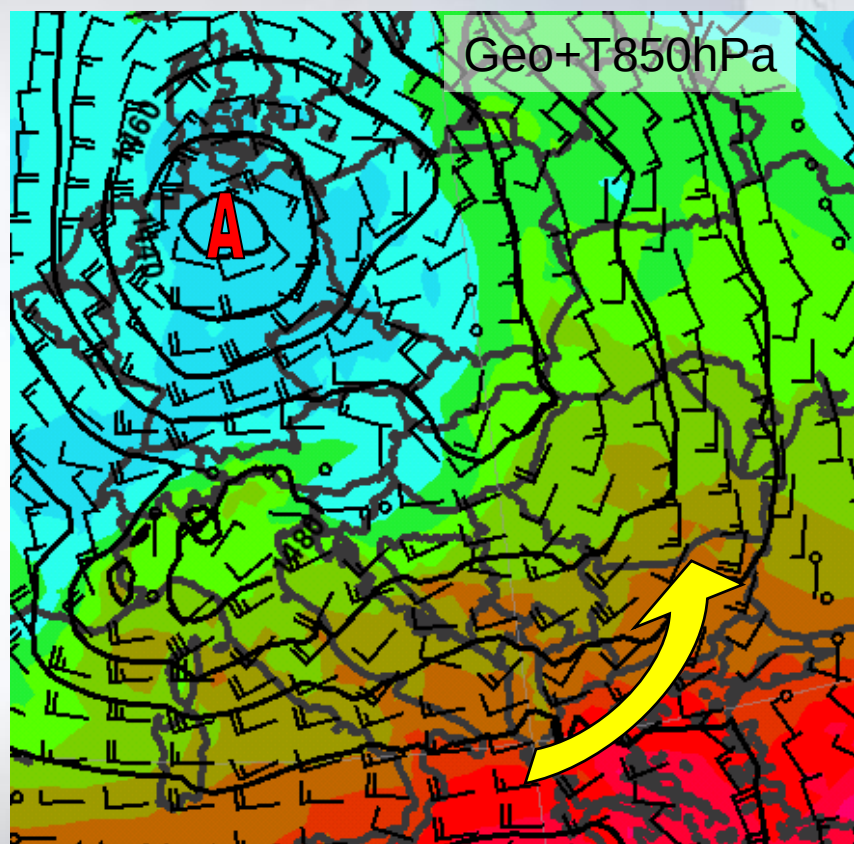
- Heves zivatarok, pl. 2013.09.11.-én Galati tartományban
- 100-140 mm/6 ó csapadék, 45-50 dBz, lassan mozgó (ill. fejlődő) cellák



Példák külföldről:

Villámárvízek Romániában, Moldvában és Ukrajnán

- Talajszinti meleg advekció dél felől (+ magas nedvesség és konvergencia)
- Mérsékelt labilitás és szélnyírás – cellák mozgása, élettartalma



Észrevételek

- A „bevált” diagnosztikus módszerek (PV, kvázigeosztrófikus analízis) hasznosak, de túlságosan kvalitatív jellegűek. Ez nehezíti az operatív használatukat (idő és tapasztalat-igényesek)
- Származtatott paraméterek (hófúvási index, tapadó hó diagnosztika) általában érzékenyek a modell-kimenetek pontosságára, ennek ellenére több extrém esetben is jó eredményeket lehetett elérni. Gyenge pont az észlelések, jelentések hiánya (többnyire csak kiemelt esetekben, károknál van elég visszajelzés)
- Sok paraméter (például stabilitási indexek) vertikális, pedig a zivatarok különböző forrásokból és eltérő irányokból használhatják ki a környező labilitást vagy örvényességet
- Külföldi esetek tanulmányozása hasznos lehet tapasztalatszerzés szempontjából, főleg veszélyes és ritkán előforduló jelenségeknél (pl. villámárvizek). Gyakran használt paraméterek (radar-reflektivitás, CAPE) nem mindig egyértelműen utalnak a veszélyre.

Köszönetnyilvánítás

Mindenkinek, aki segített az adatok gyűjtésében és előállításában

Az előadás a COST Action ES1002 WIRE és az INCA-CE projekt (2CE120P3) keretében készült, ami a *CENTRAL EUROPE* Program támogatásával és az *ERFA* (Európai Regionális és Fejlesztési Alap) társfinanszírozásával valósul meg.