

**Nowcasting rendszerek
az
Országos Meteorológiai Szolgálatnál**

*Nagy Attila, Simon André, Horváth Ákos
Országos Meteorológiai Szolgálat*



Előzmények

Növekvő társadalmi igény a balatoni viharjelzés megindítására
(Hille Alfréd)

A Balatoni Viharjelzés megindulása : 1934. július 18. az első
„nowcasting” rendszer

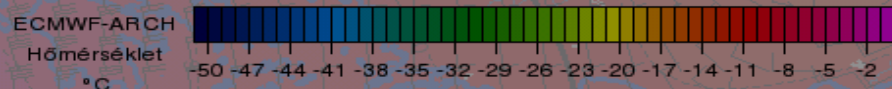
- rakétás, kosaras jelzőrendszer
- szezonális működés (június 15, szeptember 15)
- 15 jelzőállomás
- *szakmai kételyek (Marczell György)*

Repülés meteorológiai igények megjelenése



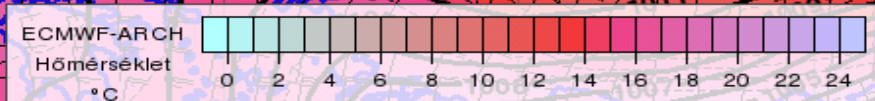
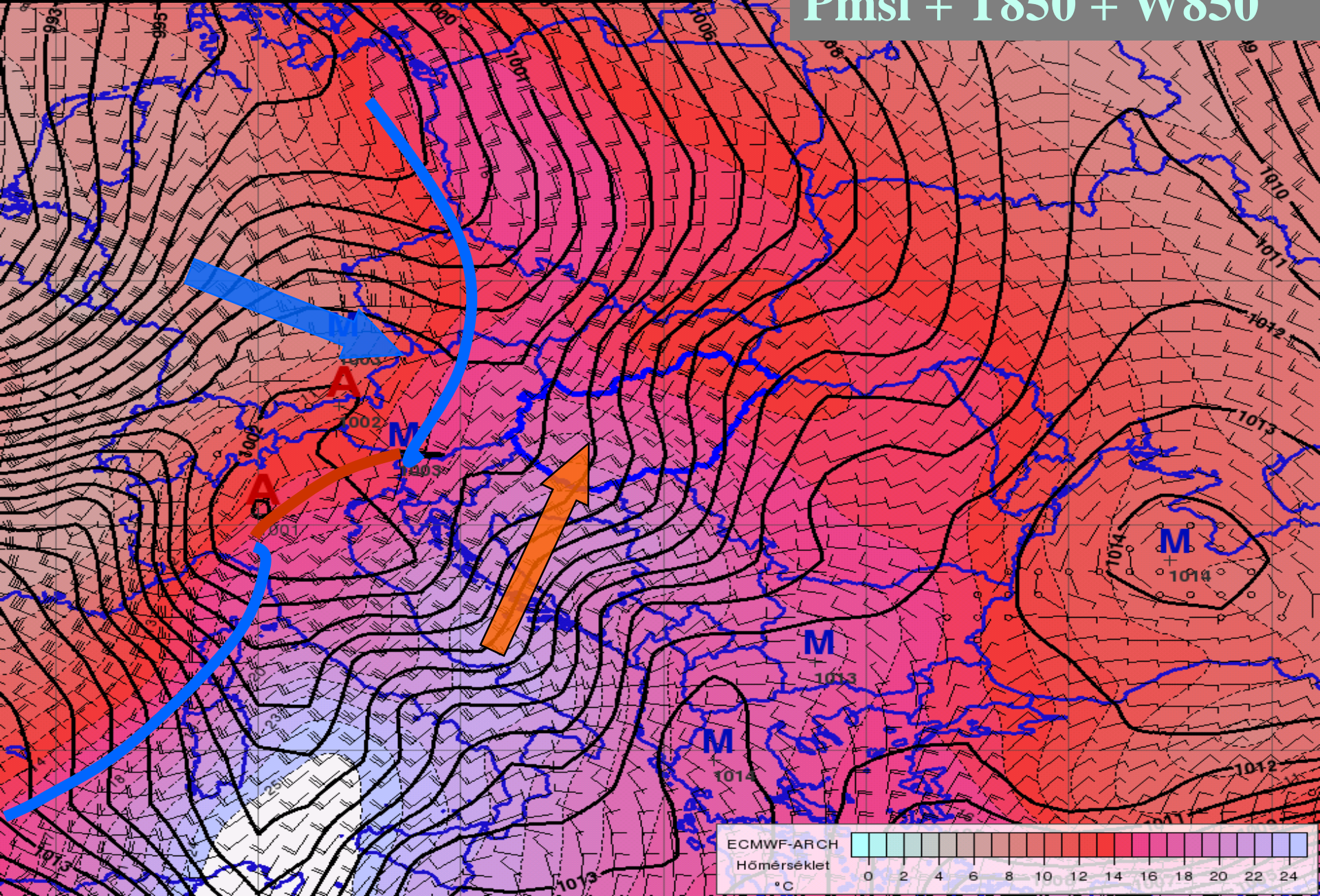
A szakmai alapok lerakása

**A hazai mezo-meteorológia születésnapja: 1961. július 13.
Váratlanul lecsapó vihar a Balatonnál (halálos áldozatok)
129,6 km/h**



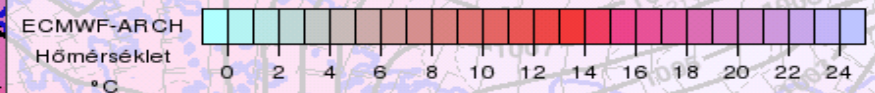
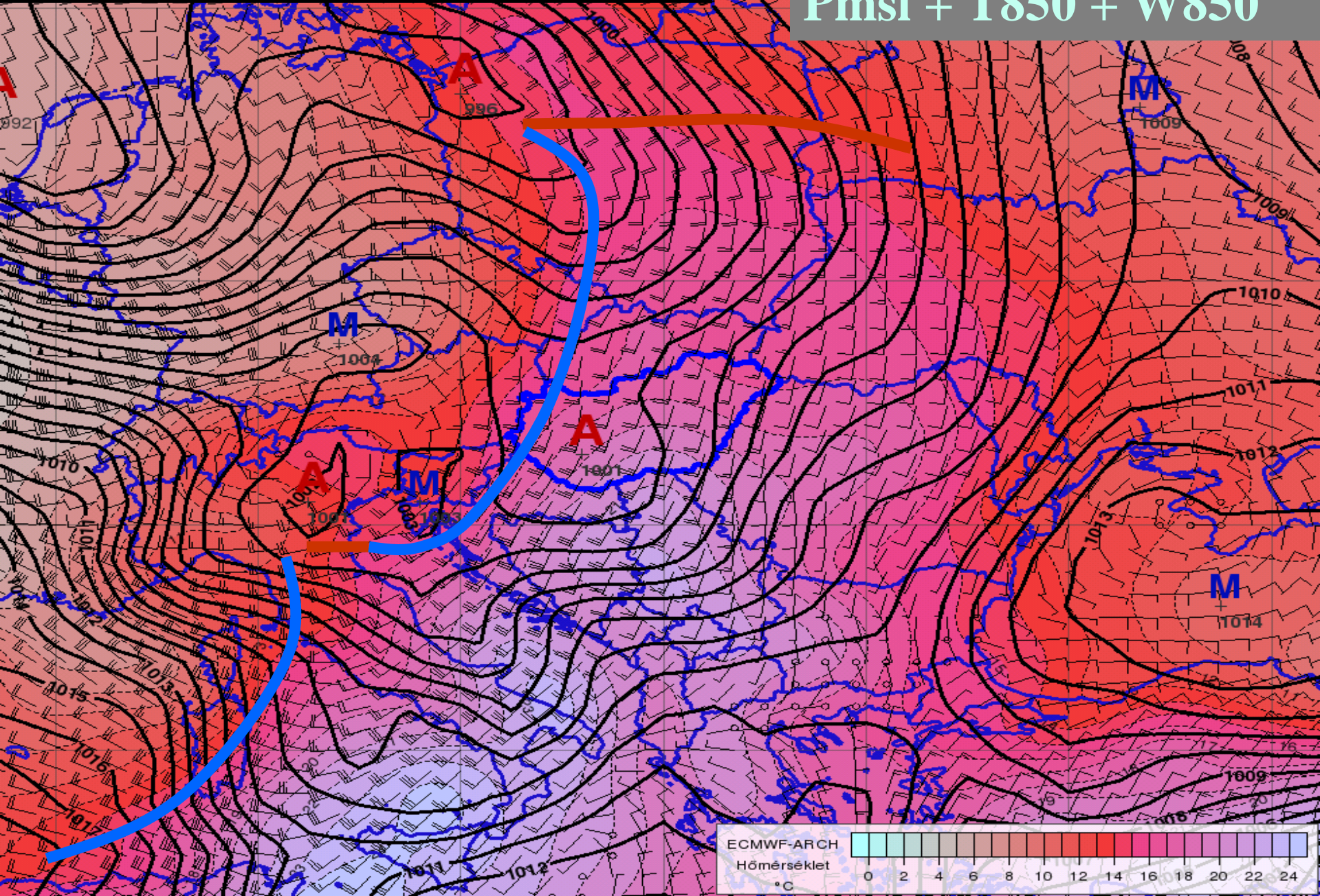
1961.07.13. 06 UTC

ECMWF reanalízis
Pmsl + T850 + W850



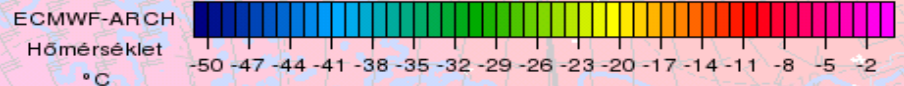
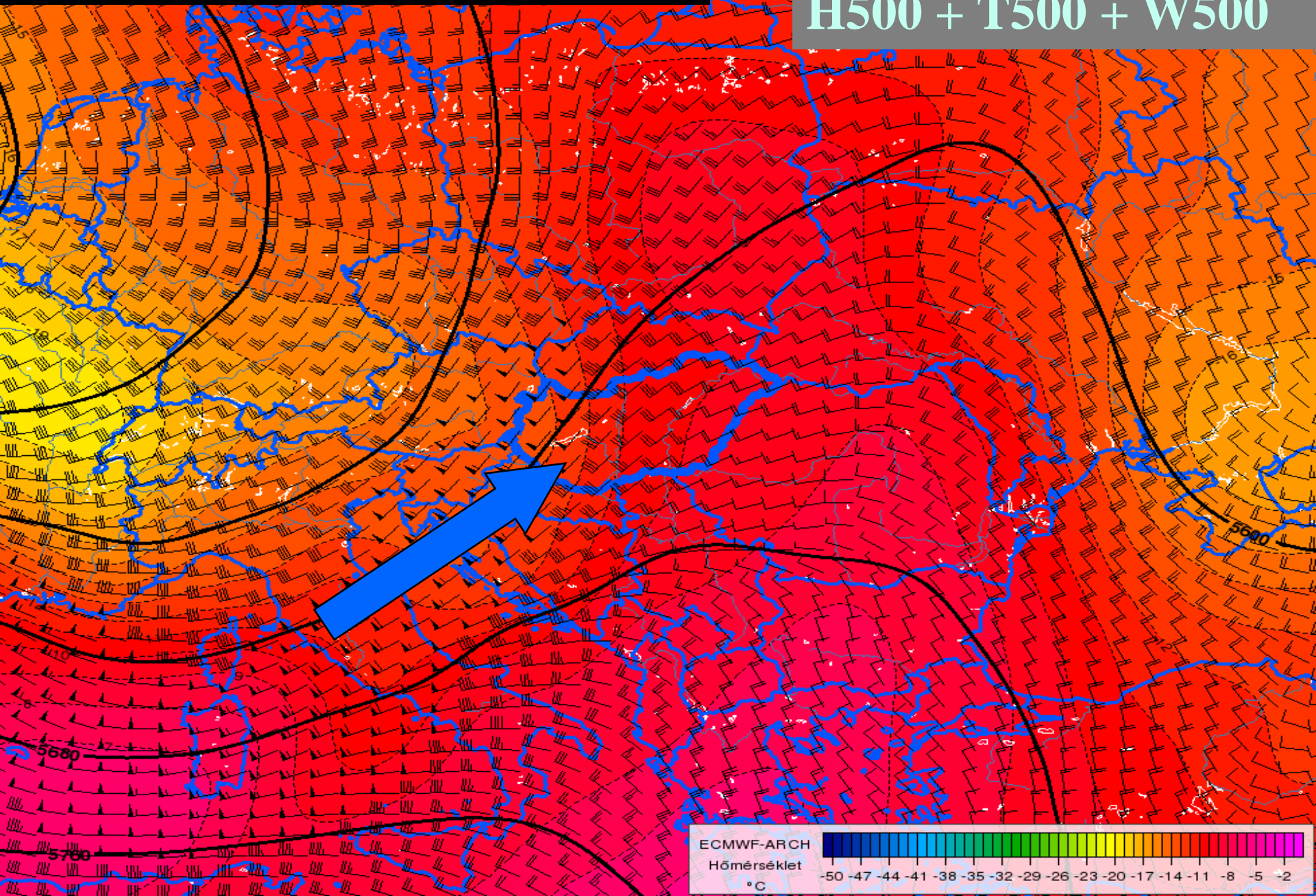
1961.07.13. 12 UTC

ECMWF reanalízis
Pmsl + T850 + W850



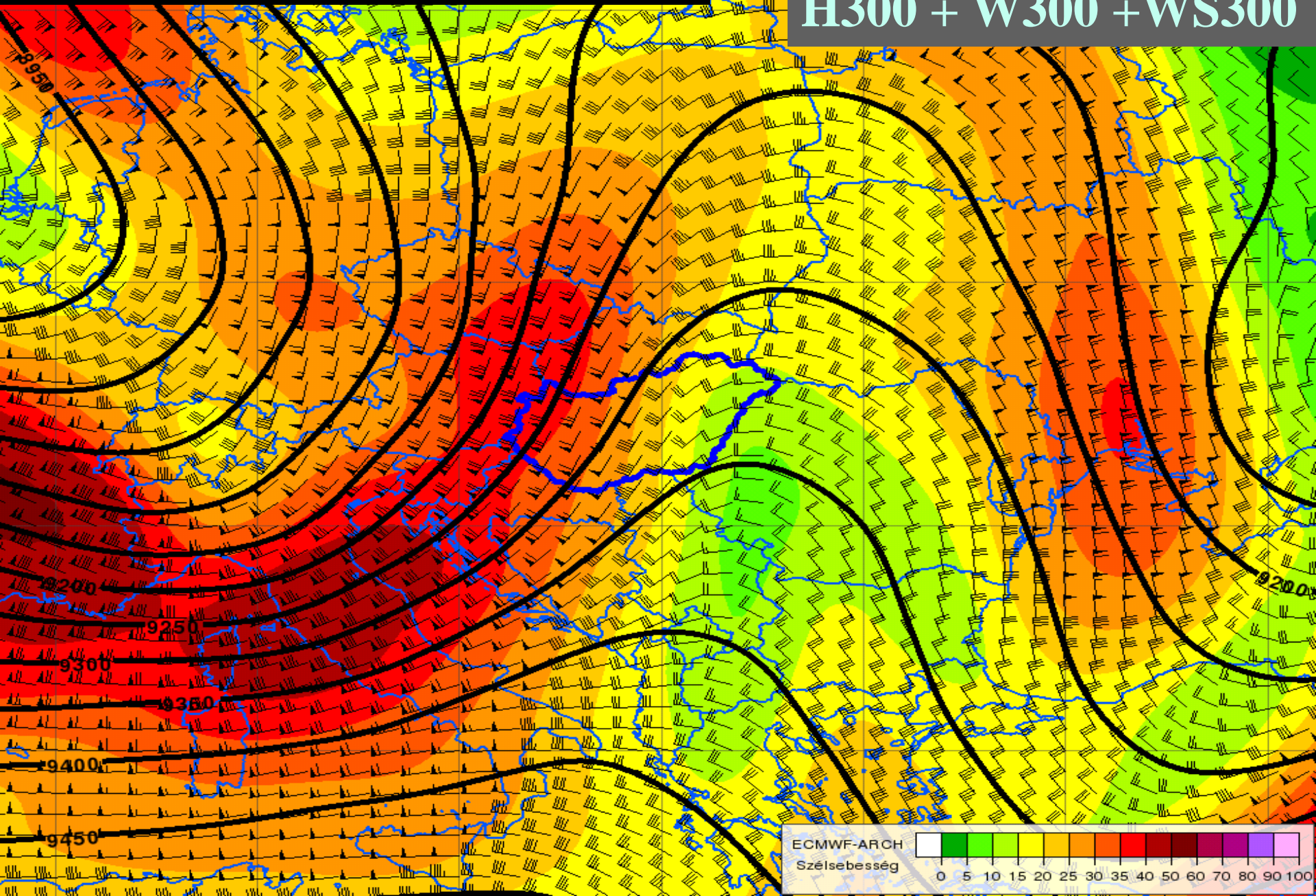
1961.07.13. 12 UTC

ECMWF reanalízis
H500 + T500 + W500



1961.07.13. 12 UTC

ECMWF reanalízis
H300 + W300 + WS300



ECMWF hidrosztatikus reanalízis leskálázása

Nem hidrosztatikus nagy felbontású modell (WRF) segítségével



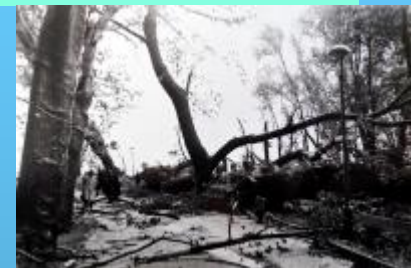
- Rendkívül gyors áthelyeződés, délnyugatról magassági hidegfront
- Divergens (és nem mezociklonális) zivatarok (ha volt is forgószél, az a kifutószél frontján alakult ki).

→ **A konvektív instabilitás részletes leírása (Götz Gusztáv).**

→ **Konvektív rendszerek (instabilitási vonalak) leírása leírása (Götz Gusztáv, Tünczer Tibor, Bodolai István, Bodolai Istvánné, Böjti Béla és még sokan mások)**

**A következő történelmi viharra (squall line) időben történt riasztás:
1972. május 19. (Bartha Imre, Légkör 1972.)**

1972. május 19. „A füredi tornádó”



„A Tagore sétányon több fát gyökerestől tépett ki a szél, voltak fák, amelyeket derékban kettétört. A sétányon nemhogy közlekedni, de az egymáson heverő, kicsavart fák miatt még átlátni is alig lehetett. A látvány lehangelő volt, korabeli feljegyzések szerint a fürediek közül többen sírtak, teljes volt a döbbenet. A faluban is nagy volt az elkeseredettség, családok siratták a teljesen tönkrement házukat.”
Szekér Ernő (Föld és Ég, 1972)

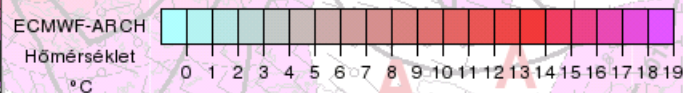
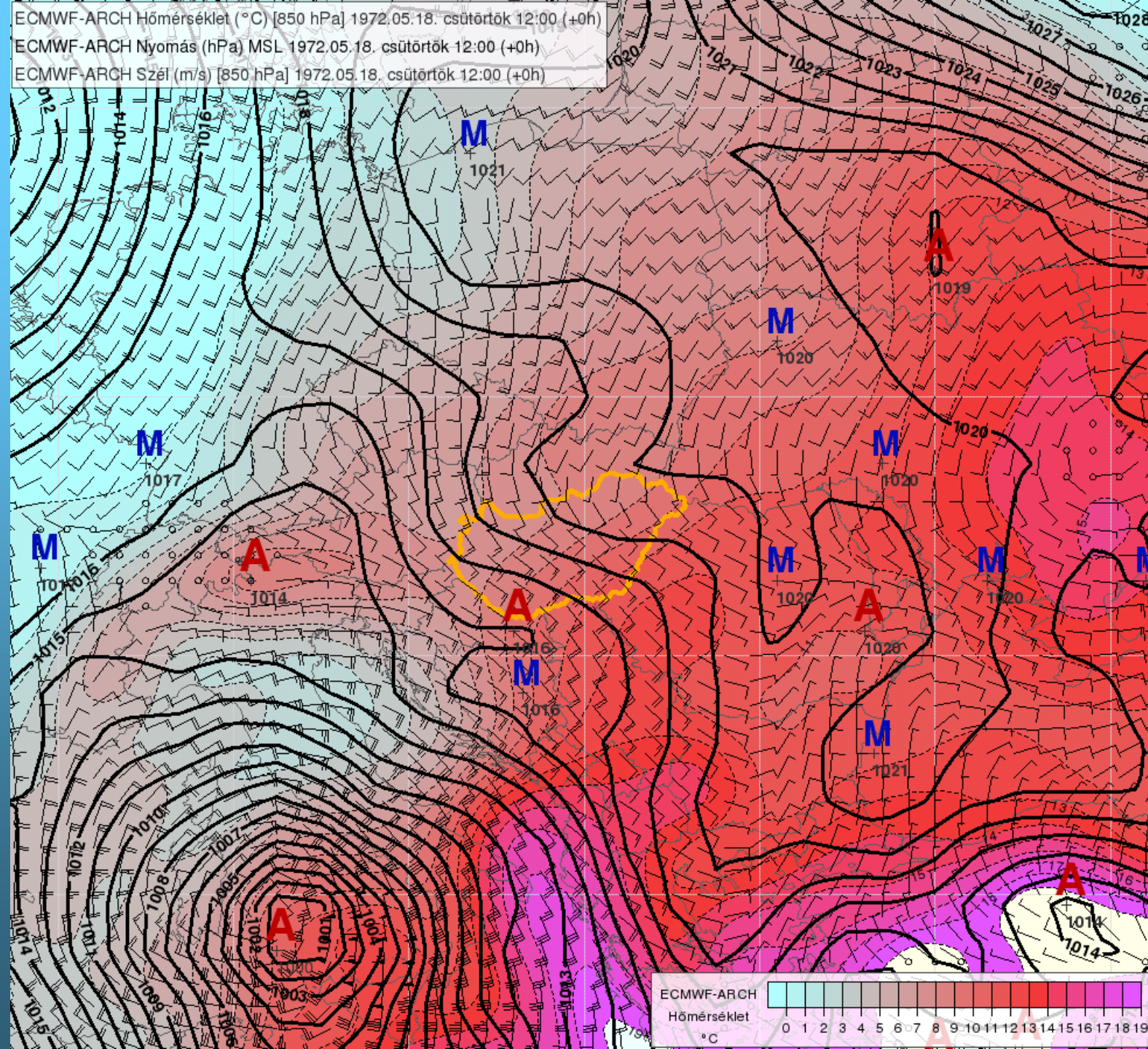
Bartha Imre, Léghör 1972.



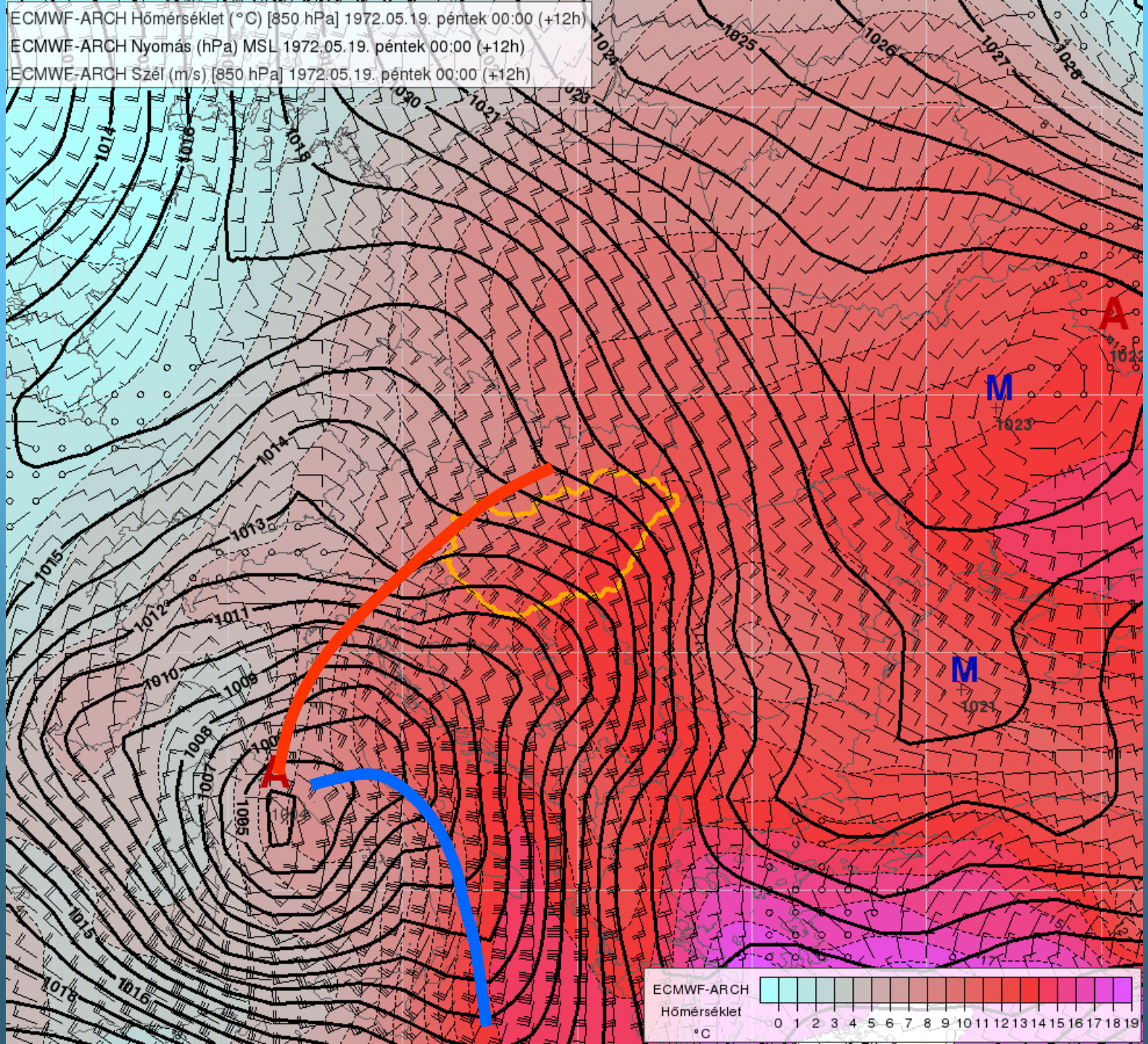
ECMWF-ARCH Hőmérséklet (°C) [850 hPa] 1972.05.18. csütörtök 12:00 (+0h)

ECMWF-ARCH Nyomás (hPa) MSL 1972.05.18. csütörtök 12:00 (+0h)

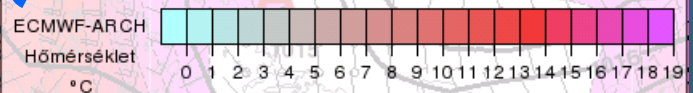
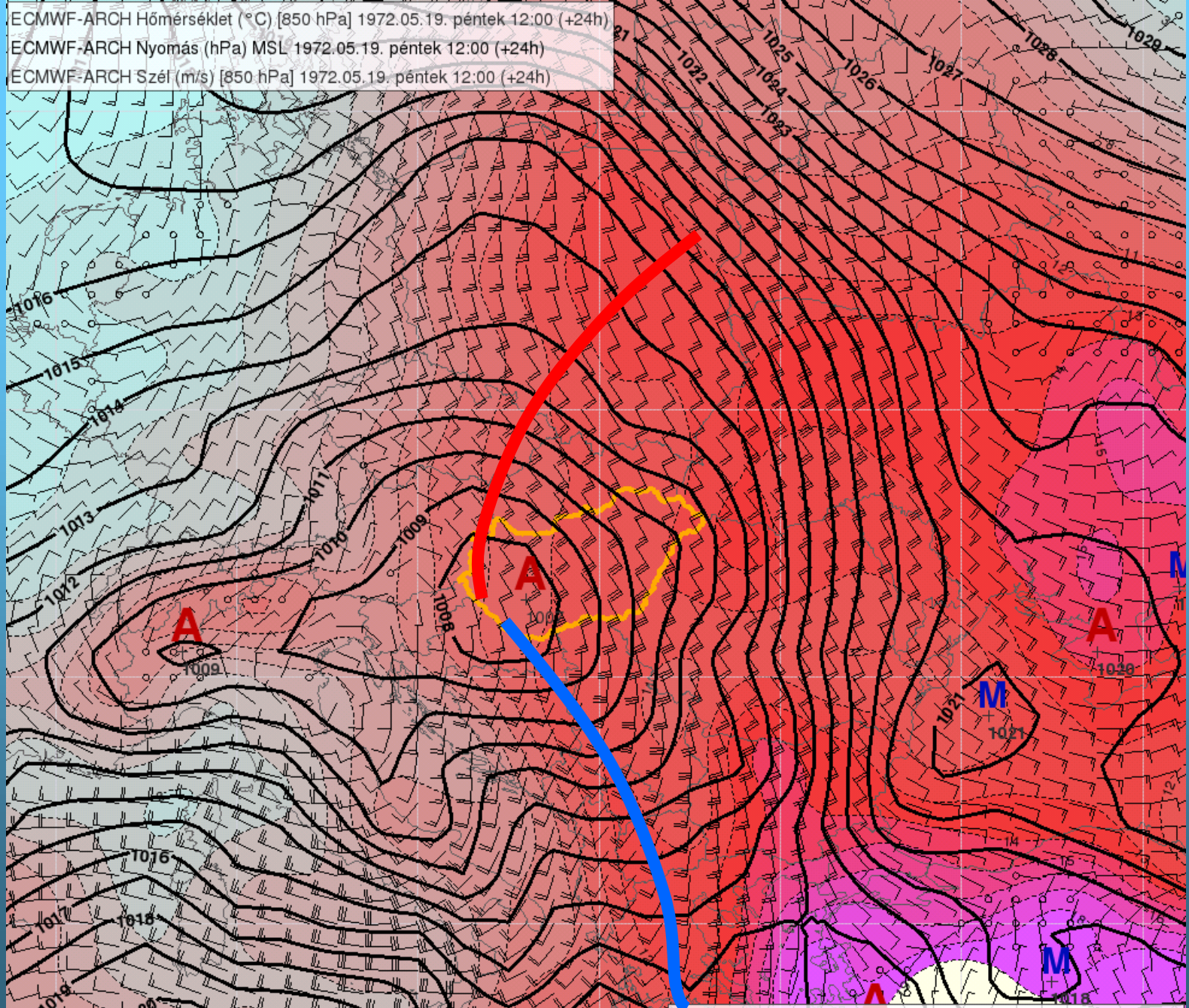
ECMWF-ARCH Szél (m/s) [850 hPa] 1972.05.18. csütörtök 12:00 (+0h)



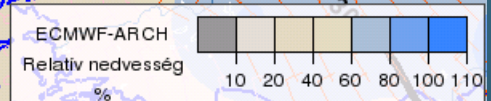
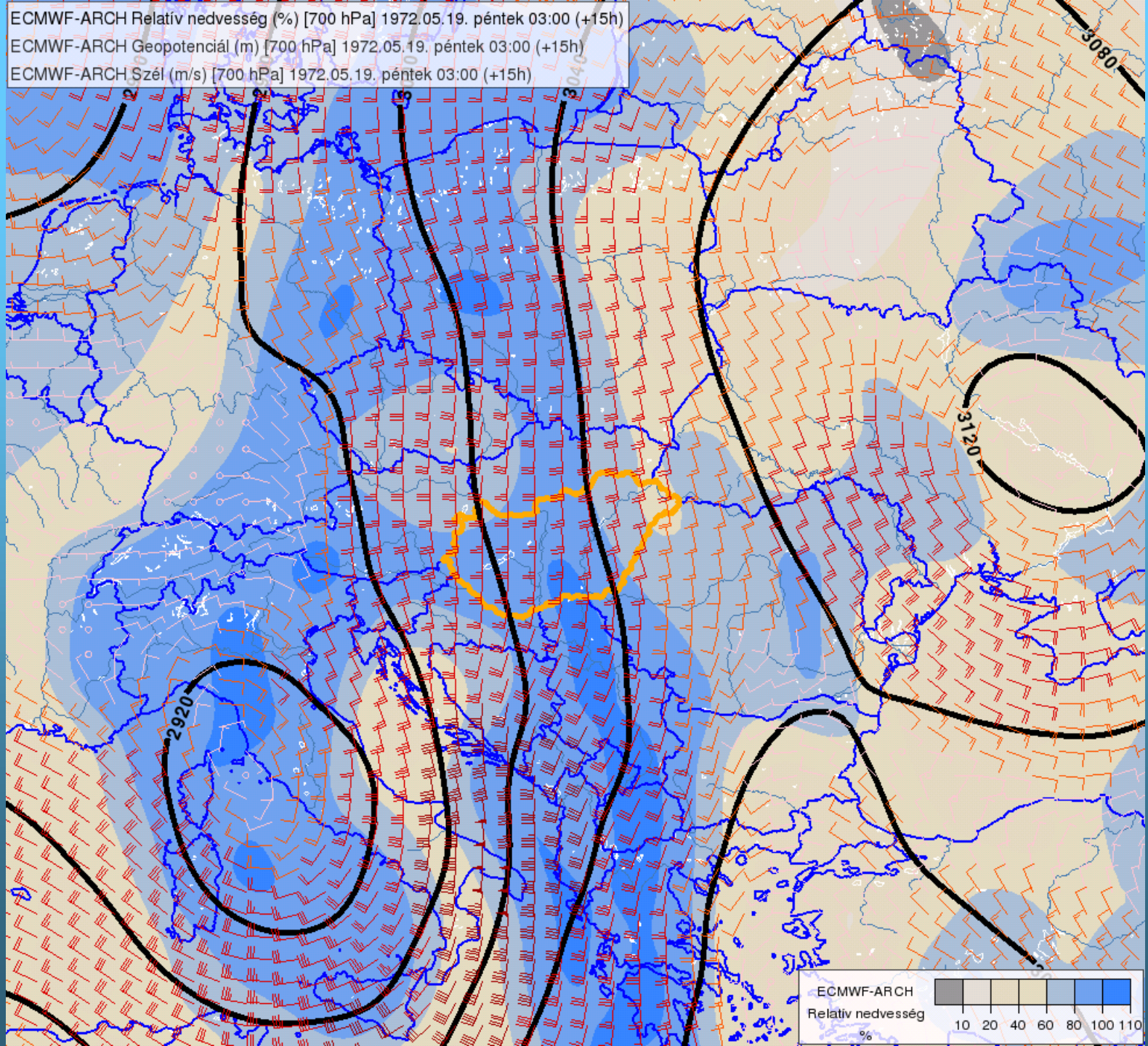
ECMWF-ARCH Hőmérséklet (°C) [850 hPa] 1972.05.19. péntek 00:00 (+12h)
ECMWF-ARCH Nyomás (hPa) MSL 1972.05.19. péntek 00:00 (+12h)
ECMWF-ARCH Szél (m/s) [850 hPa] 1972.05.19. péntek 00:00 (+12h)



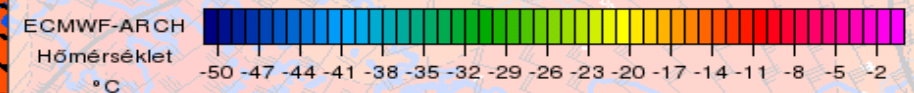
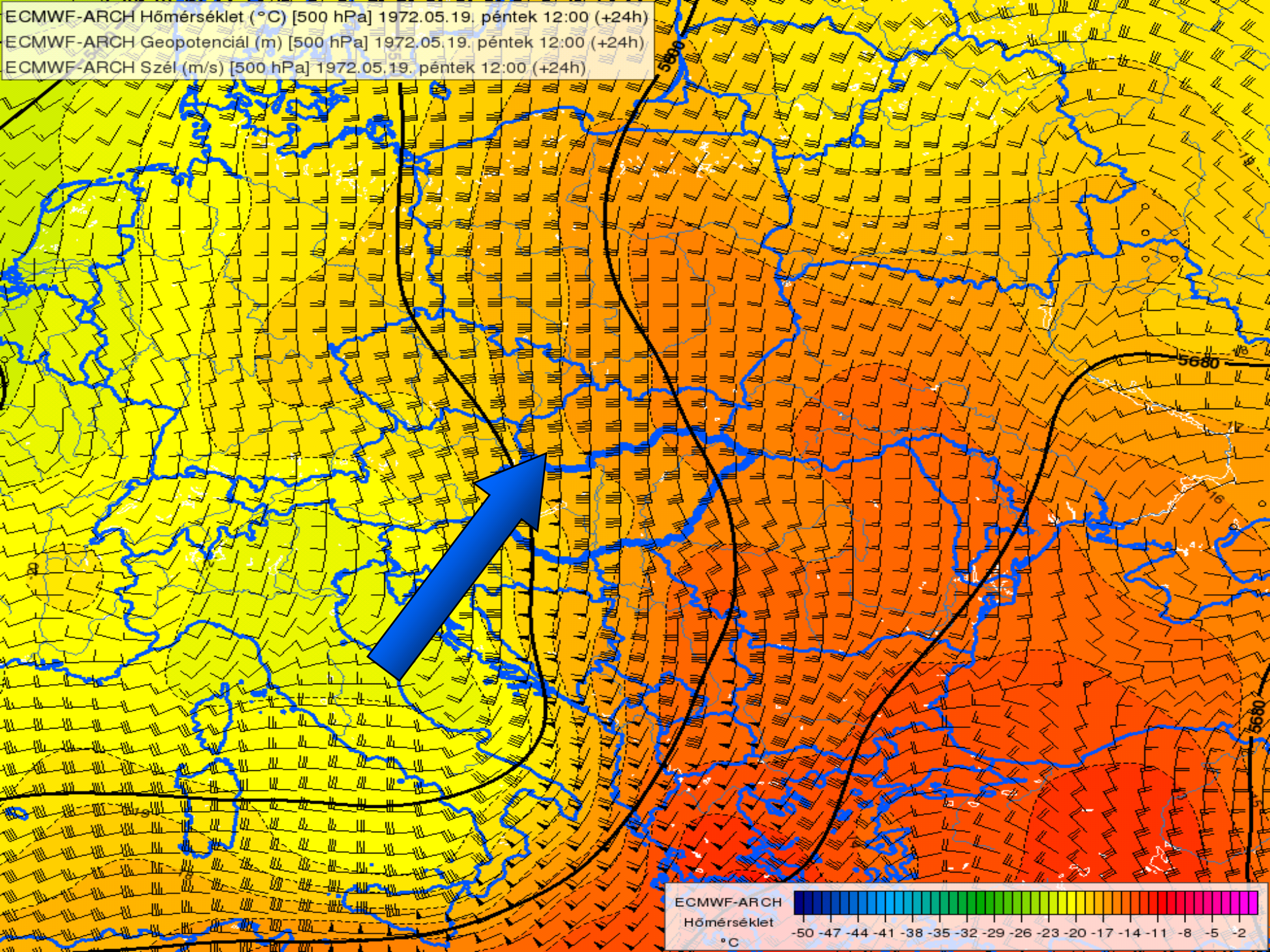
ECMWF-ARCH Hőmérséklet (°C) [850 hPa] 1972.05.19. péntek 12:00 (+24h)
ECMWF-ARCH Nyomás (hPa) MSL 1972.05.19. péntek 12:00 (+24h)
ECMWF-ARCH Szél (m/s) [850 hPa] 1972.05.19. péntek 12:00 (+24h)



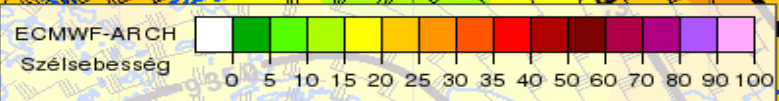
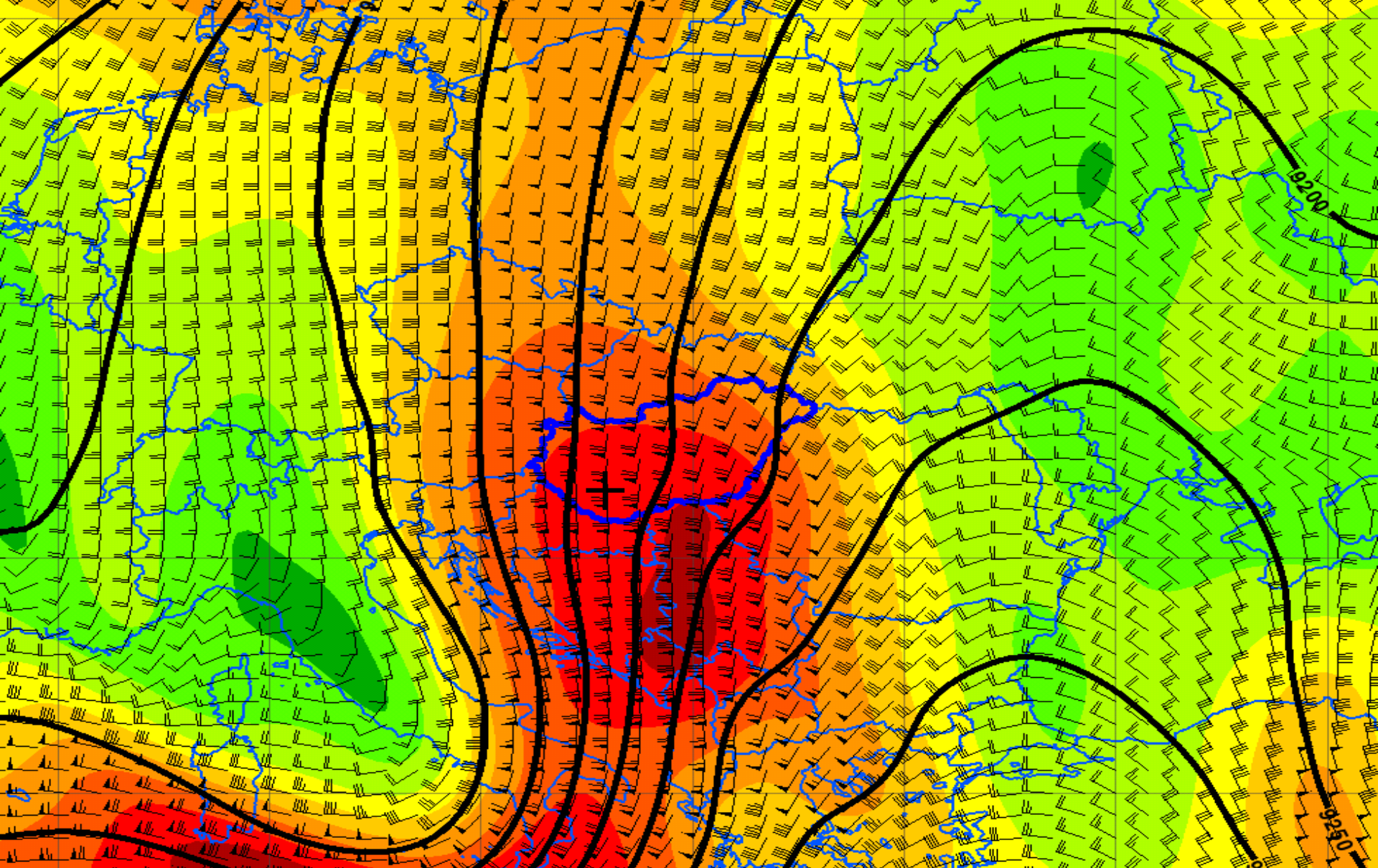
ECMWF-ARCH Relatív nedvesség (%) [700 hPa] 1972.05.19. péntek 03:00 (+15h)
ECMWF-ARCH Geopotencial (m) [700 hPa] 1972.05.19. péntek 03:00 (+15h)
ECMWF-ARCH Szél (m/s) [700 hPa] 1972.05.19. péntek 03:00 (+15h)



ECMWF-ARCH Hőmérséklet (°C) [500 hPa] 1972.05.19. péntek 12:00 (+24h)
ECMWF-ARCH Geopotenciál (m) [500 hPa] 1972.05.19. péntek 12:00 (+24h)
ECMWF-ARCH Szél (m/s) [500 hPa] 1972.05.19. péntek 12:00 (+24h)

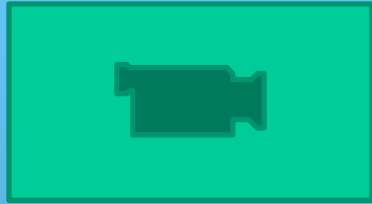


ECMWF-ARCH Szélesség [300 hPa] 1972.05.19. péntek 09:00 (+21h)
ECMWF-ARCH Geopotenciál (m) [300 hPa] 1972.05.19. péntek 09:00 (+21h)
ECMWF-ARCH Szél (m/s) [300 hPa] 1972.05.19. péntek 09:00 (+21h)



ECMWF hidrosztatikus reanalízis leskálázása

Nem hidrosztatikus nagy felbontású modell (WRF) segítségével



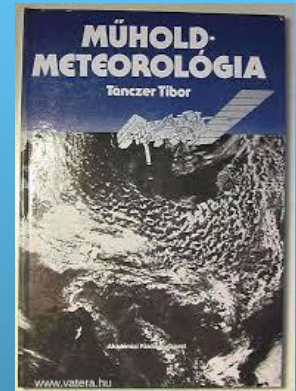
- Nyitott, labilis meleg szektor
- Jet stream meghatározó szerepe
- Mezociklonális zivatarok

→ A tornádók lehetőségének megjelenése a veszélyjelzésben
(Tánczer, *Légkör 1972*)

További kutatások a „klasszikus” mezometeorológiában:

Bodolainé és Tändler: Mezoskálájú konvektív komplexumok

Tändler Tibor: műholdmeteorológia



Radarok belépése az operatív előrejelzésbe (1980-as évek):

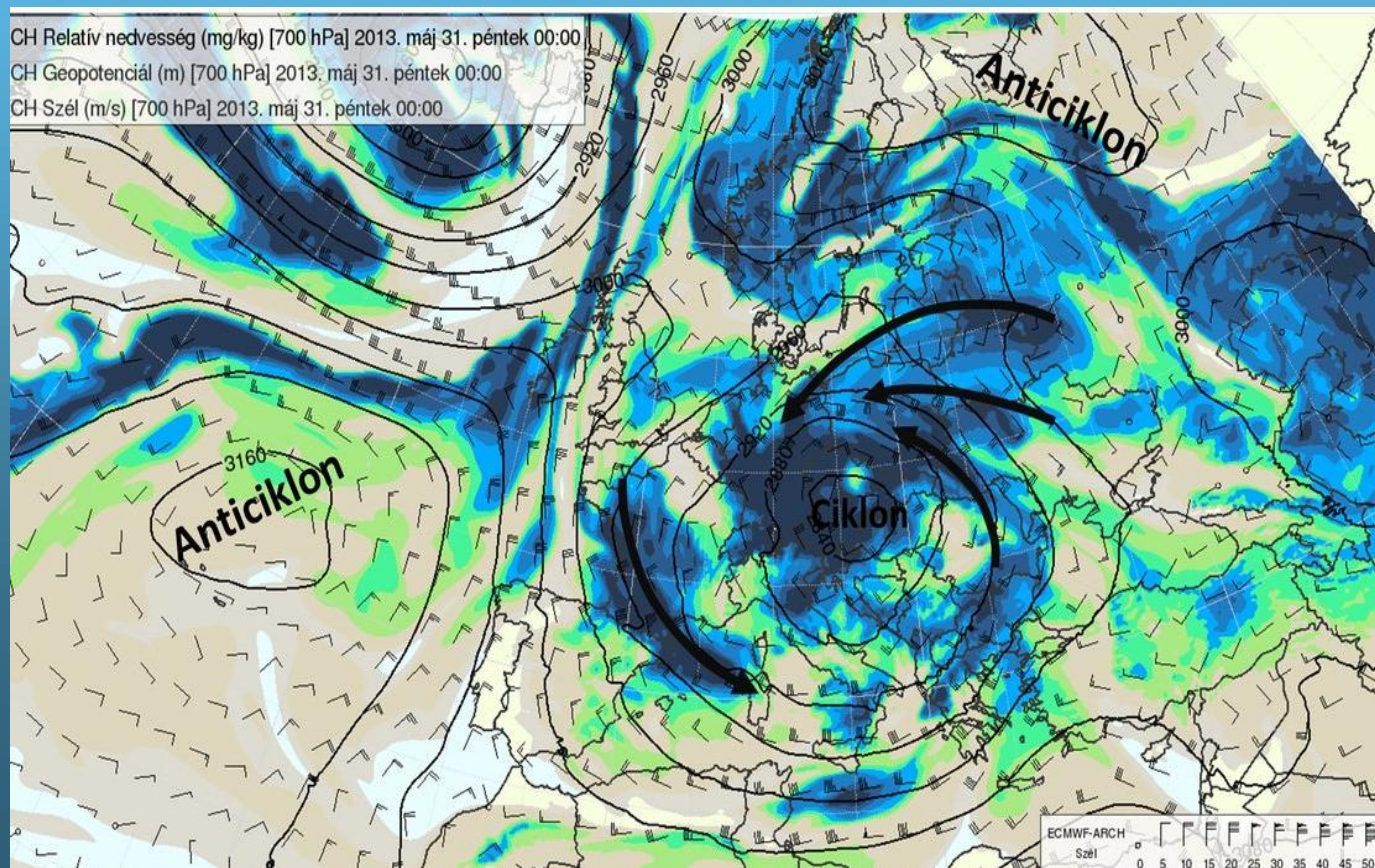
Bartha Imre: zivataros kifutószelek becslése

Csapadékszinoptikai kutatások elsősorban a dunai és tiszai árvizek kapcsán:

→ Browning: meleg nedves szállítószalag szerepére épülő konceptuális modellek.

(**Bodolai Istvánné**, Takács Ágnes, Homokiné Ujváry Katalin, Nagy Katalin Bonta Imre és még sokan mások.)

Napjainkban is alkalmazott módszerek az árvízi helyzetek felismerésére



Zemplén –Mád
(2005.május 4.)

Villám árvizek

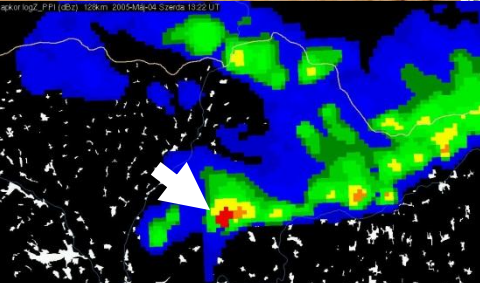
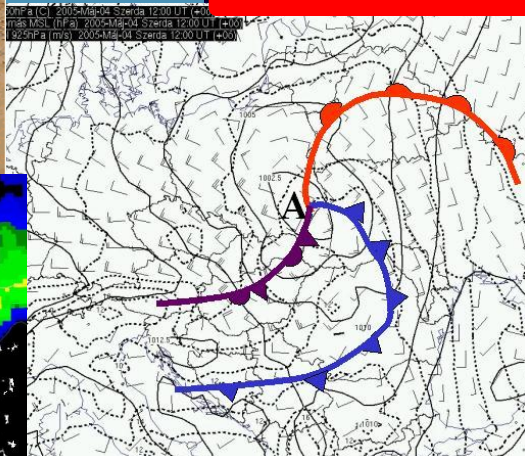
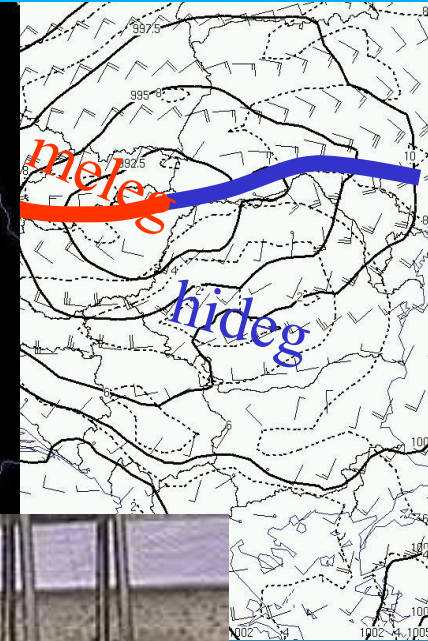
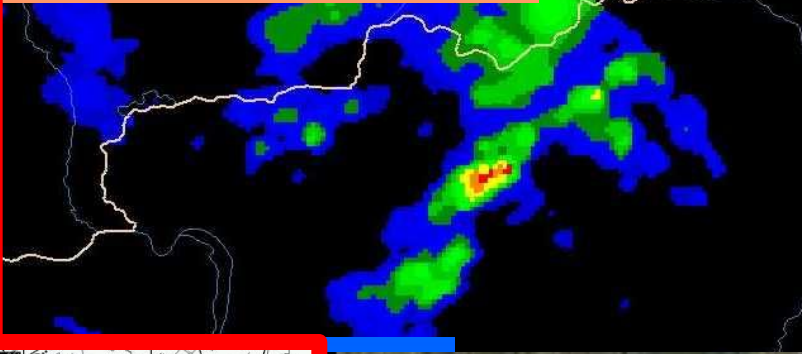
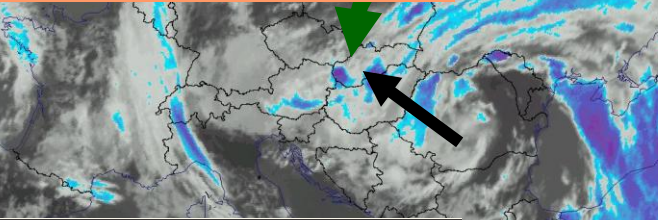
2005

Mátrakeresztes

2005. Április 18.

Egymást gerjesztő, a nedves szállítószalag mentén egymás mögött fejlődő zivatarok:

egy-egy vonal mentén nagyon jelentős csapadék

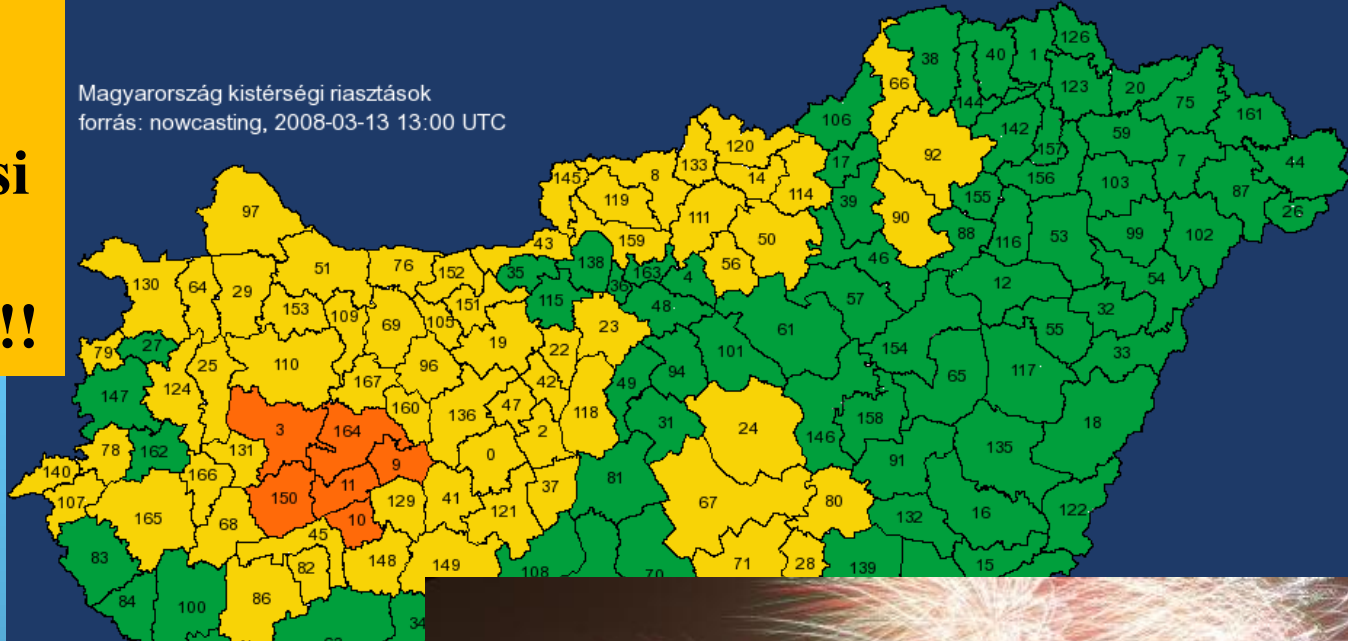


Felelős: a légköri konvekció speciális formája

2006:

Az országos időjárási veszélyjelző rendszer elindulása!!!

Magyarország kistérségi riasztások
forrás: nowcasting, 2008-03-13 13:00 UTC



és az augusztus 20-i budapesti vihar

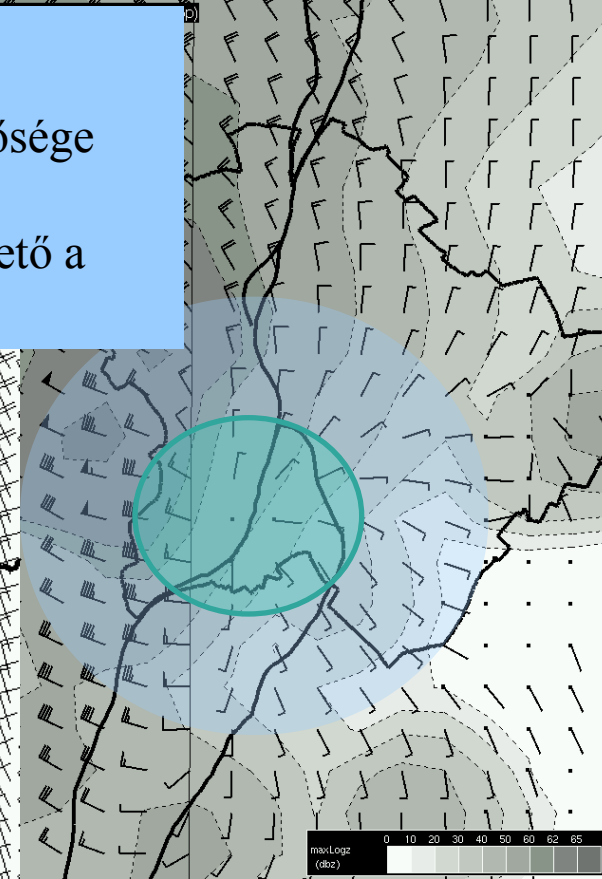
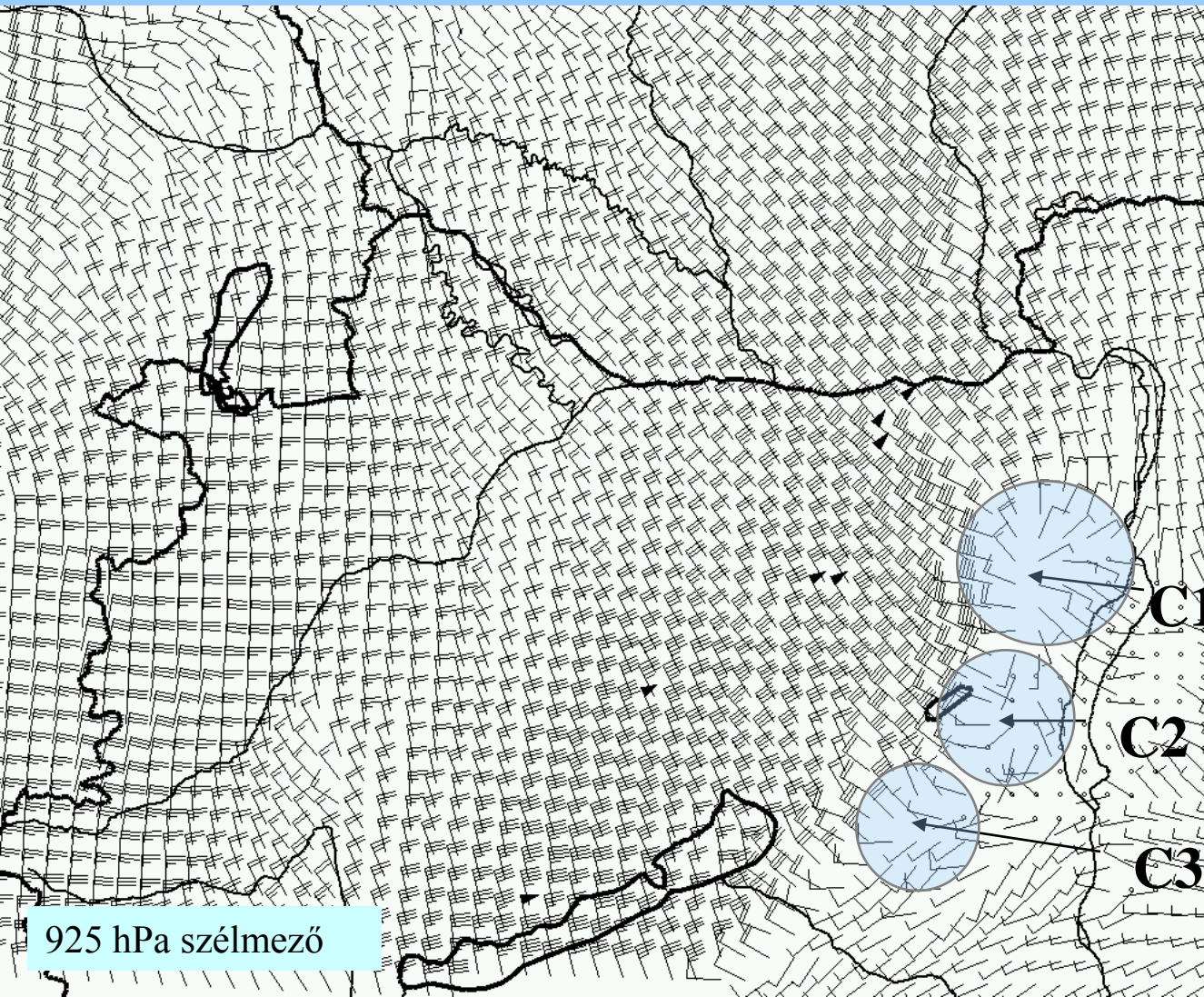


2006. augusztus 20-án 21 órakor heves zivataros hidegfront érte el a fővárost. A legerősebb szellőkések a **Belvárosban** elérték a **116 km/ó (32.3 m/s)**, **Lágymányoson** a **123 km/ó (34.1 m/s)**, Budapest -**Szentlőrincen** a **82 km/ó (22.6 m/s)** sebességet.



A budapesti vihar tanulságai:

- A mezociklonális zivatarok (szupercellák) gyakorisága és jelentősége nagyobb a korábban gondoltaknál
- A zivatarrendszerek erőssége és a szupercellák erőssége becsülhető a nem-hidrosztatikus modellek által (MM5 → WRF).



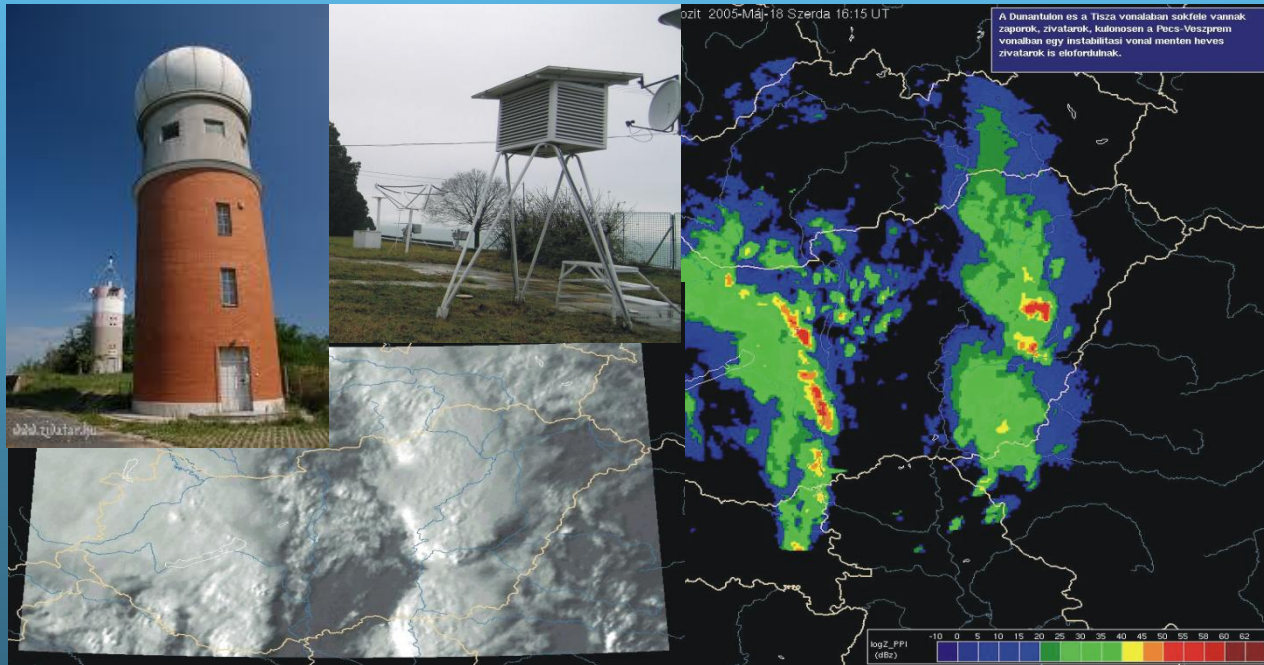
A mérések tér és időbeli felbontásának és minőségének robbanásszerű változása:

Felszíni mérések (~30 állomás → ~100 állomás; 60 perc → 10 perc gyakoriság)

Radar mérések: (Doppler radar; $dx=2$ km → $dx=1$ km; 15 perc → 5 perc gyakoriság)

Műhold mérések (profilok, nowcasting adatok, sok csatornás, ~1km max. felbontás)

Egyéb mérések (wind profilerek, repülési adatok)



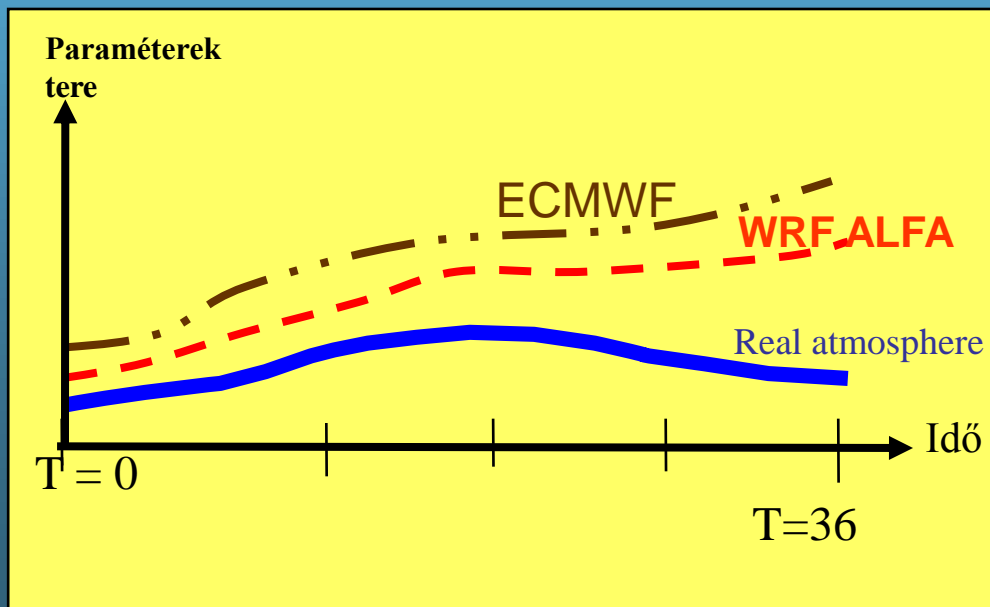
Növekvő igény egy komplex mezo-skálájú analízis és veszélyjelző rendszer kifejlesztésére

MEANDER

Mezokálájú analízis és ultrarövidtávú előrejelző rendszer

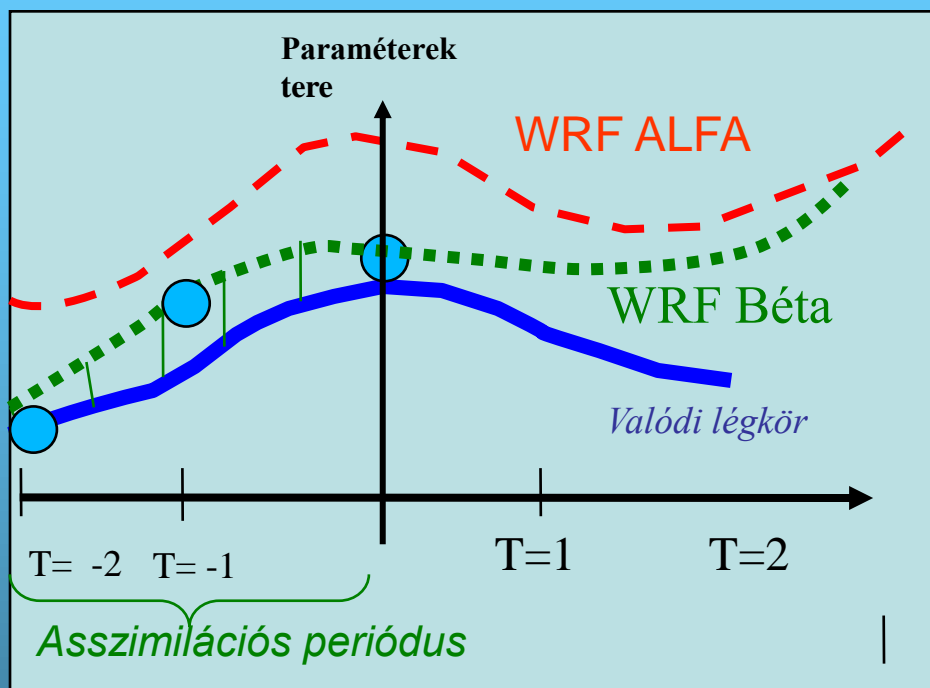
A mérésekre és a numerikus modellekre egyaránt építő 3 lépcsős rendszer 2 numerikus + 1 lineáris szegmensből áll.

1. **Lépcső:** nagytérségű hidrosztatikus folyamatok dinamikus alapú leskálázása a nem hidrosztatikus, mezo-alfa tartományba.



WRF ALFA: napi 4 futás (00,06,12,18 UTC)
dX ~ 2.5 km. Direkt konvekció kezelés ,
részletes felhőfizika, határréteg, stb.

2. Lépcső: mérések és megfigyelések asszimilációja objektum orientált, de dinamikus alapú előrejelzések készítésére.



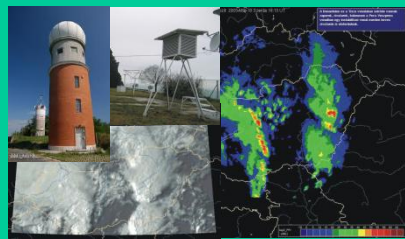
WRF-BETA napi 6 (...) futás $dX \sim 1.2$ km. Az igen nagy horizontális felbontáshoz adekvált parametrizáció WRF-ALFA peremfeltételek és 2 óra asszimilációs ciklus.

- Legfontosabb feladat: a modell tegye oda az időjárási objektumot ahol és amikor az az analízisben valóban előfordul.
- Trigger hatások létrehozása úgy, hogy a modell dinamikája ne sérüljön.



3. lépés: valós idejű objektív analízis és lineáris előrejelezés:

a) A mérések és WRF-BETA asszimilációja



mérések

+



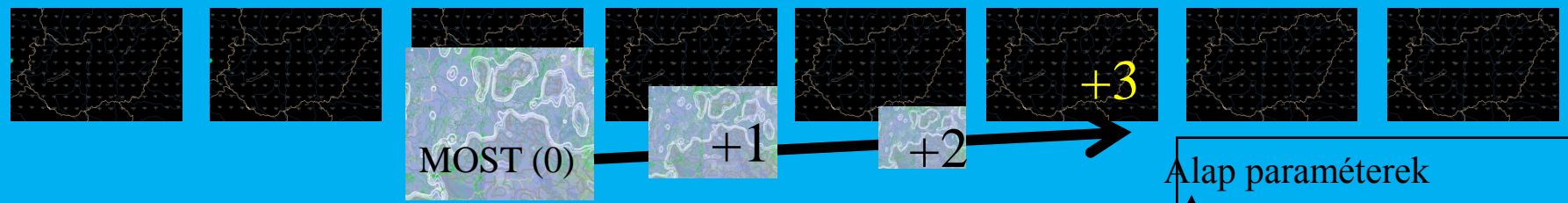
WRF-BETA



**OBJEKTÍV
ANALÍZIS**

+ objektumok
azonosítása

b) Analízis és numerikus előrejelzések csatolása (3 órán belül)



MOST (0)

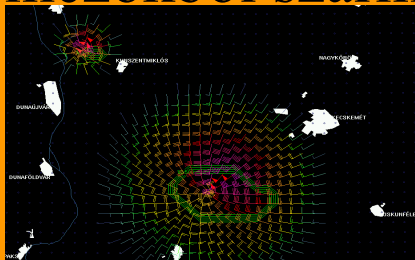
+1

+2

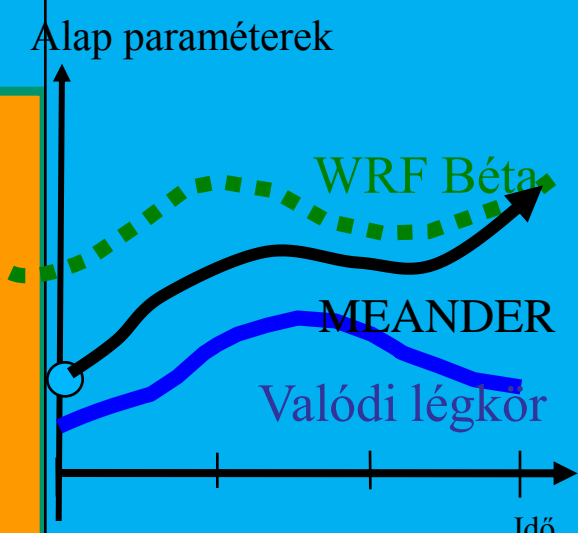
+3

Alap paraméterek

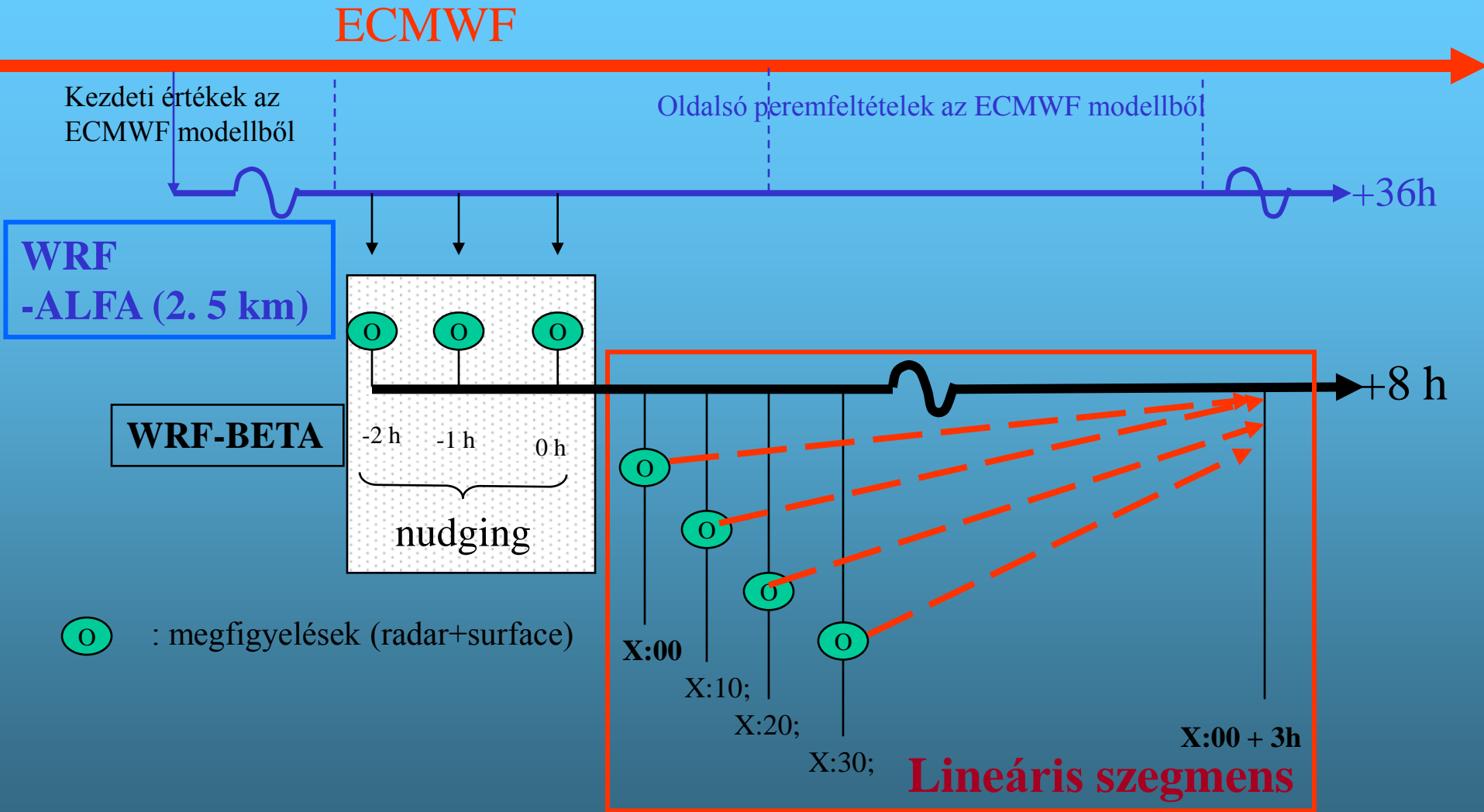
c) Objektumok advektálása a csatolt alap- mezőkből származtatott áthelyeződési vektorok



alapján
(jelenleg még statikusan).



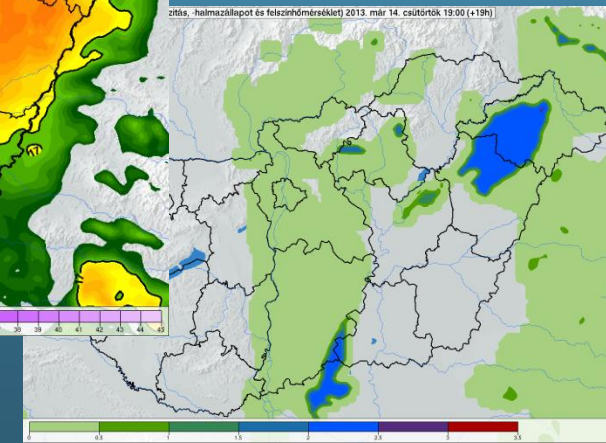
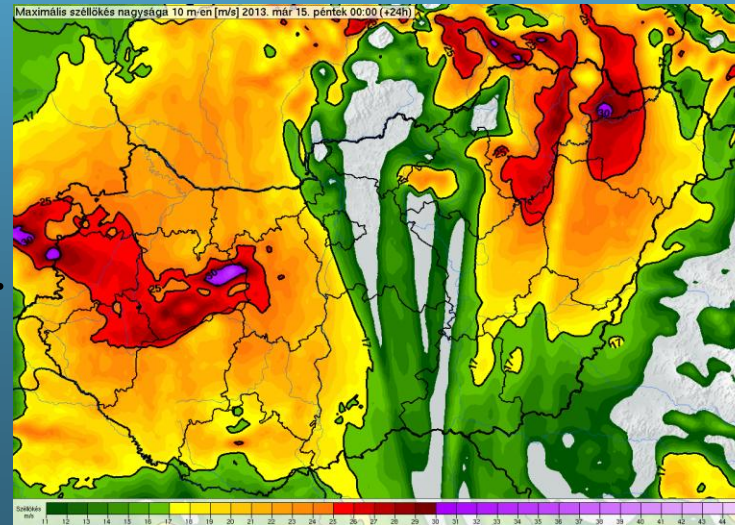
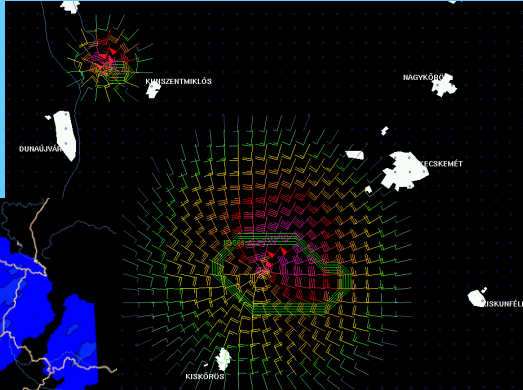
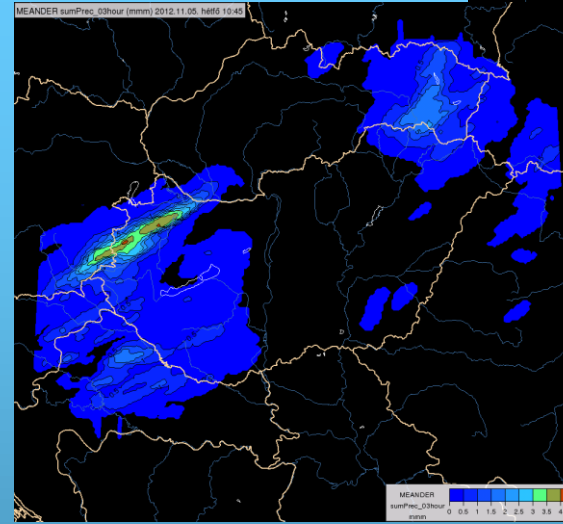
A MEANDER rendszer operatív működése



➔ Ultrarövidtávú előrejelzés 3 órára előre 10 perces frissítéssel

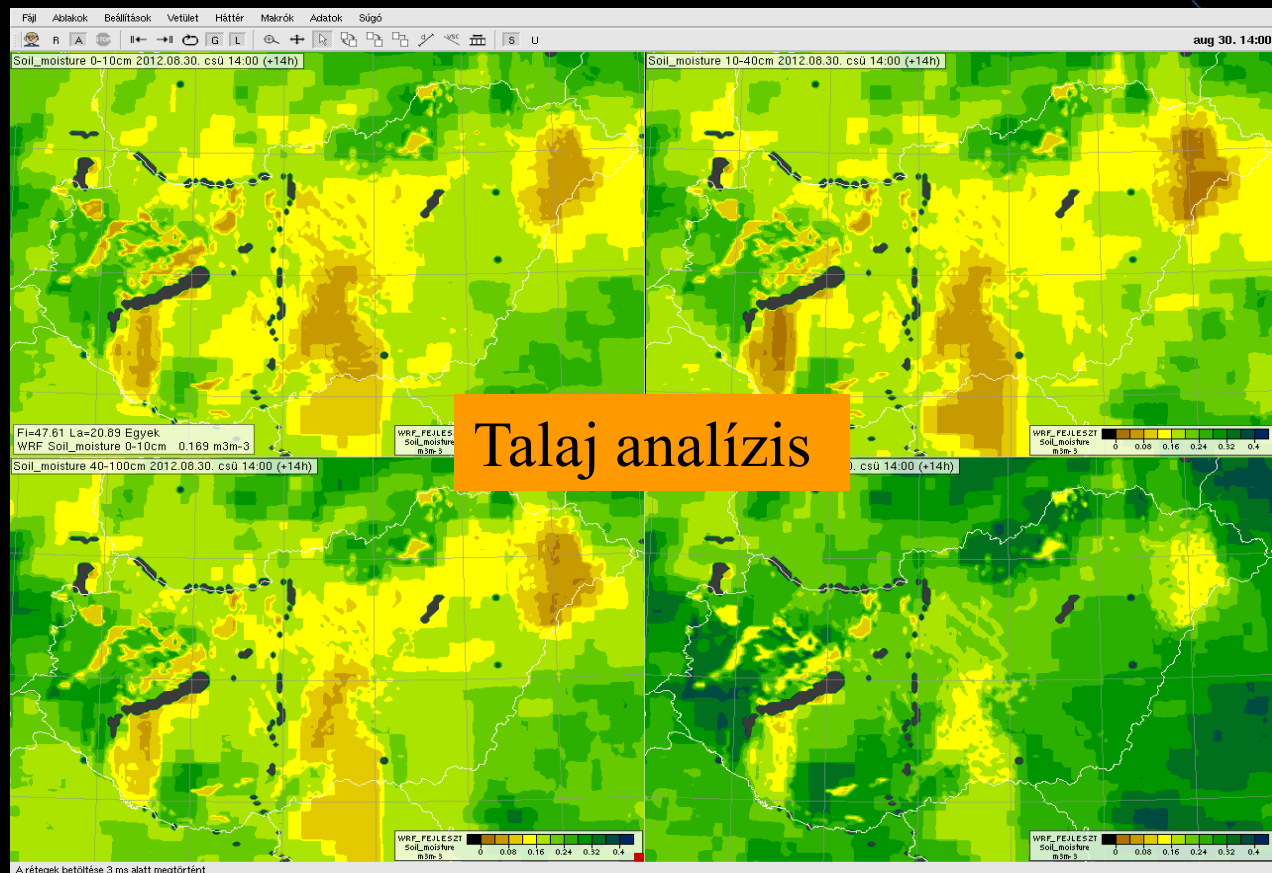
MEANDER operatív ultrarövidtávú előrejelzés:

- Konvektív folyamatok
 - Szél
 - Csapadék mennyiség
 - Havazás
 - Ónoseső
- Automatikus riasztások



Van még mit fejleszteni...

„Melléktermékek”: hullám előrejelzés



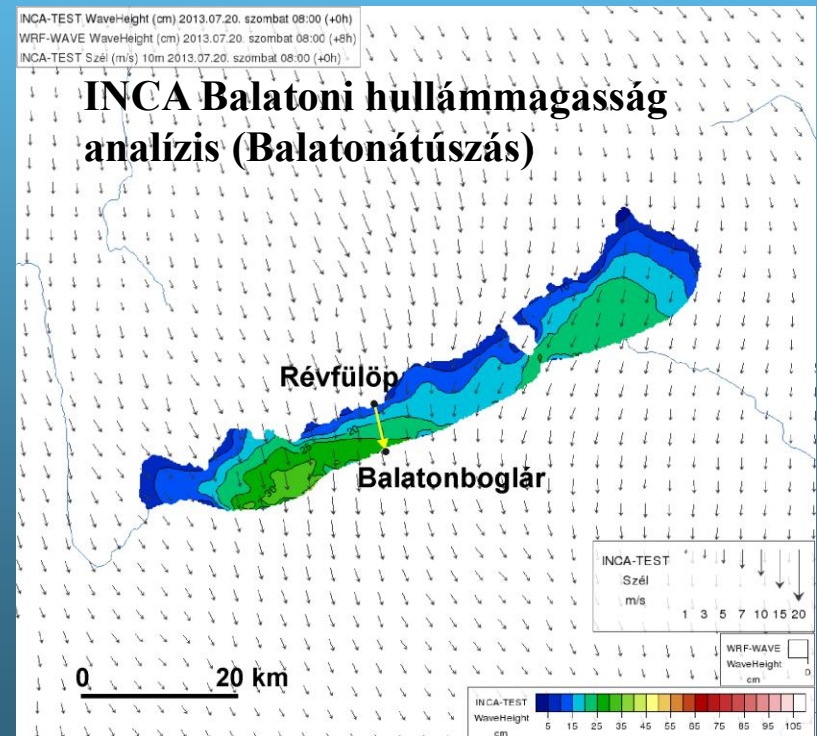
Az INCA nowcasting rendszer használata Magyarországon

- INCA nowcasting rendszer – ZAMG fejlesztés, több Európai meteorológiai szolgálatban és máshol világban is használják
- INCA-HU Magyarországi változata 2011 óta tesztüzemben, 2012 óta operatív (eredmények az OMSZ honlapján)
- Térbeli felbontás 1 km, 0-6 ó előrejelzés, 1 ó frissítési frekvencia
- Produktumok: 2m hőmérséklet, 10m szél és széllekés, csapadék, konvektív paraméterek (CAPE, LI, kihullható víz, nedvesség konvergencia, konvektív széllekés, stb.)
- A fő fejlesztések az INCA-CE Európai Unió projekt keretében zajlottak (ZAMG vezető partner). Az OMSZ az INCA rendszert a Somogy Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatósággal együtt tesztelte (főleg tömegrendezvények biztosításánál a Balatonnál).

INCA-HU: példák a rendszer használatára

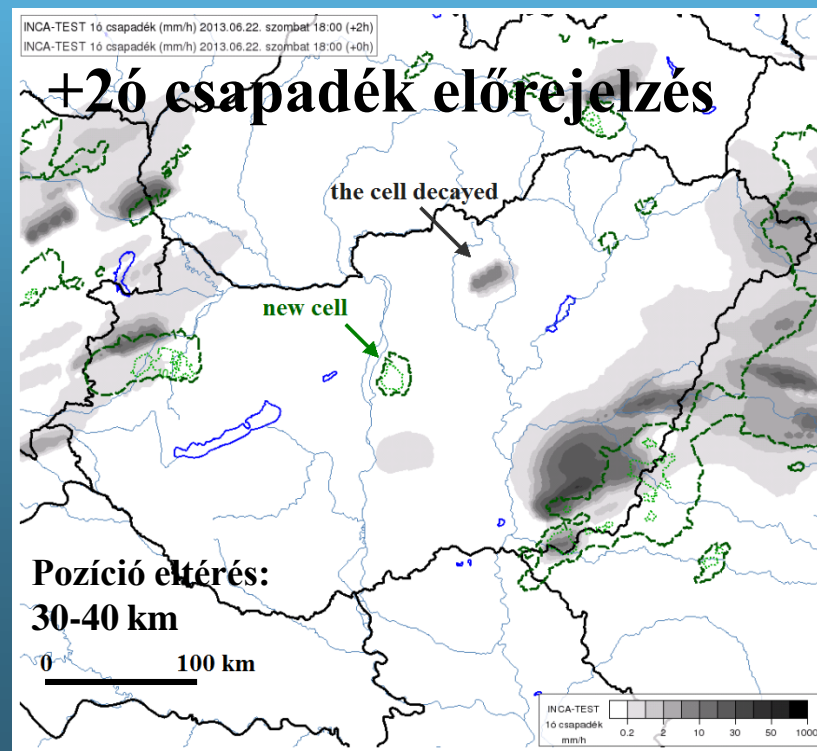
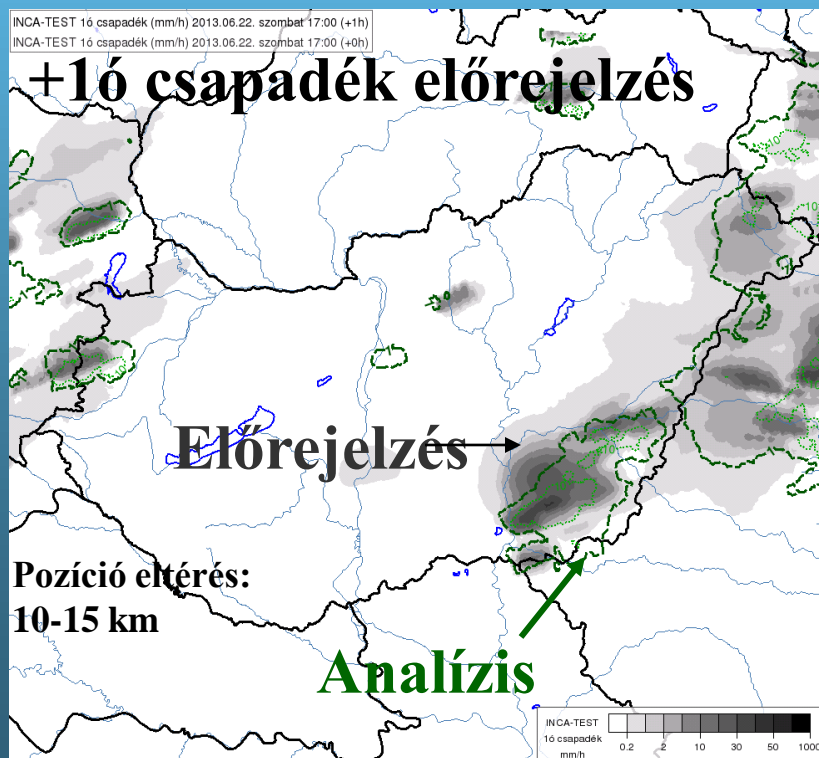
- A rendszer nagyon rövidtávú előrejelzési időszakban képes javítani a bemenő modell (WRF) adatain
- A finom felbontásnak köszönhetően kirajzolódnak a lokális időjárási különlegességek - ez speciális előrejelzéseknél fontos, például vitorlás- vagy úszó-versenyek részére

2011.07.14. szél és szellőkés analízis (Kékszalag verseny)



INCA-HU: csapadék nowcasting

- Az egyik legfontosabb paraméter a csapadék előrejelzés, ami áthelyeződési vektorok számításán alapul (extrapoláció)
- Más nowcasting rendszerekhez hasonlóan, a gyorsan fejlődő zivatar rendszerek előrejelzése korlátozott (maximum 2 ó)



Összefoglalás

- Társadalmi igény a meteorológia lehetőségei előtt jár
- Markáns időjárási események nyomatékossították a fejlesztéseket
- Mezo-meteorológiai elméleti alapok lerakása 1970-1990-es években megtörtént
- Mérés és informatikai háttér robbanásszerű fejlődése napjainkban is zajlik
- Nowcasting jellegű operatív szolgálatok és szolgáltatások az egész országra.
- Nowcasting rendszerek fejlődése dinamikus vagy lineáris alapon (?)
- Nemzetközi együttműködés lehetősége (INCA)

