



# A rövid- és a középtávú időjárás-előrejelzés gyakorlati módszertana

(Hogyan változott az előrejelzés módszertana az elmúlt években?)

*Dr. Bonta Imre*

*Országos Meteorológiai Szolgálat  
Időjárás Előrejelző Osztály*

## Áttekintés

- Az előrejelzések régi és új módszerei, ezek egymással való kapcsolata
- Technikai fejlődés szerepe a szinoptikusi munkában
- Hogyan tud javítani a szinoptikus a modell előrejelzéseken?
- Az EPS technika új szemléletet hoztak az előrejelzésekben
- Esettanulmányok



# A meteorológiai előrejelzések módszerei

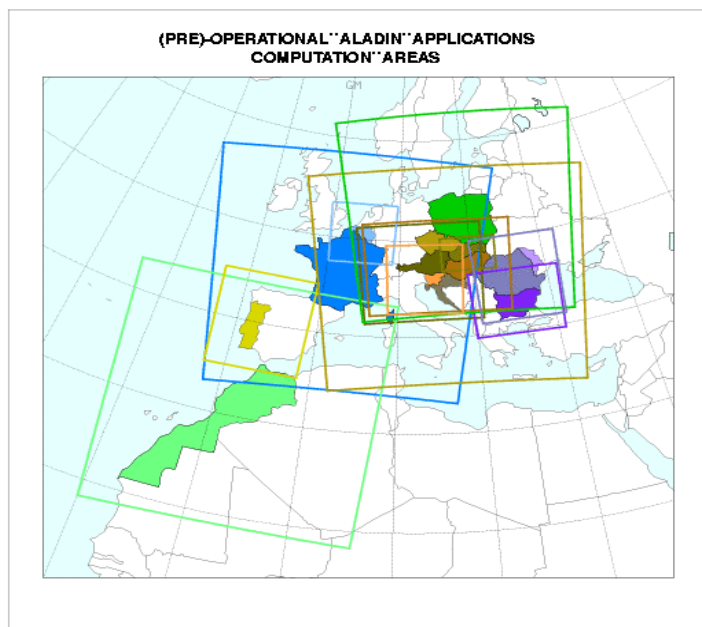


- **hagyományos (szinoptikus) módszerek,**
- **szinoptikus klimatológiai kutatások és az ezekre épülő döntési eljárások**
- **távérzékelési eszközökkel történő prognózis**
- **számítógépes előrejelzések alapján készülő prognózis**

# Számítógépes előrejelzésekkel történő prognózis

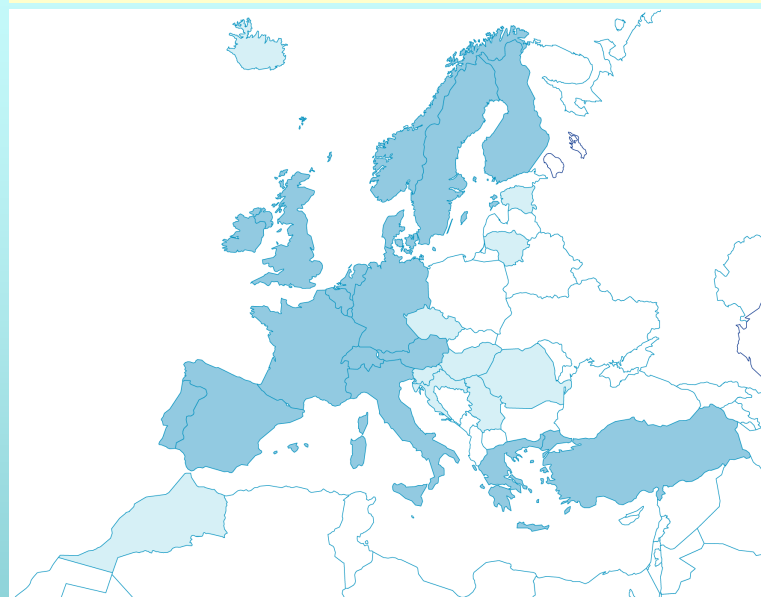


## ALADIN/HU modell



ALADIN HU 8 km-es horizontális, 49 vertikális szint, 48-60 óráig szóló előrejelzés, 3 órás bontásban (Ma már naponta négyszeri futtatás!!!)

## ECMWF modell: The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts:



ECMWF determinisztikus változat: 25 km-es horizontális, 91 vertikális szint, 240 óráig szóló előrejelzés, 3 illetve 6 órás bontásban, új: 30 napos előrejelzés

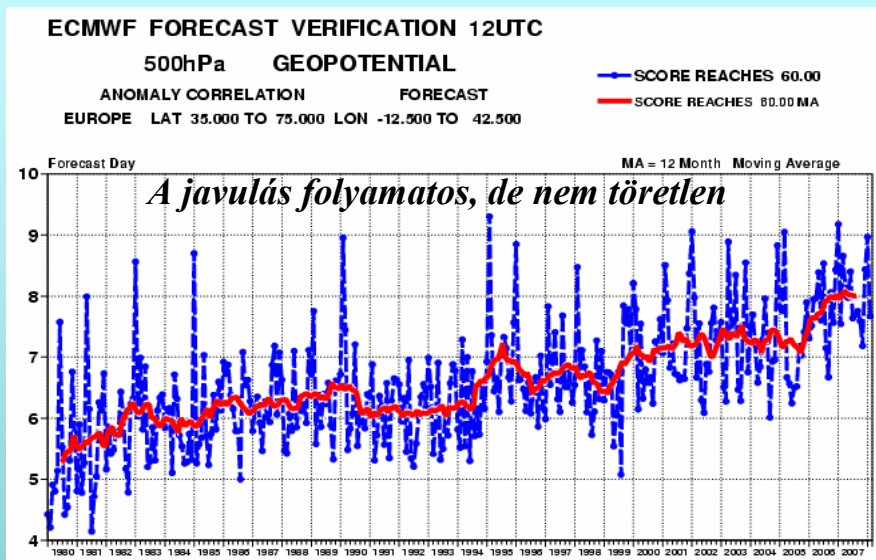
**Kiegészítő szerep:** GFS (internet), német, MM5 és a környező országok ALADIN változatai



# A modellek beválása évről évre javul!

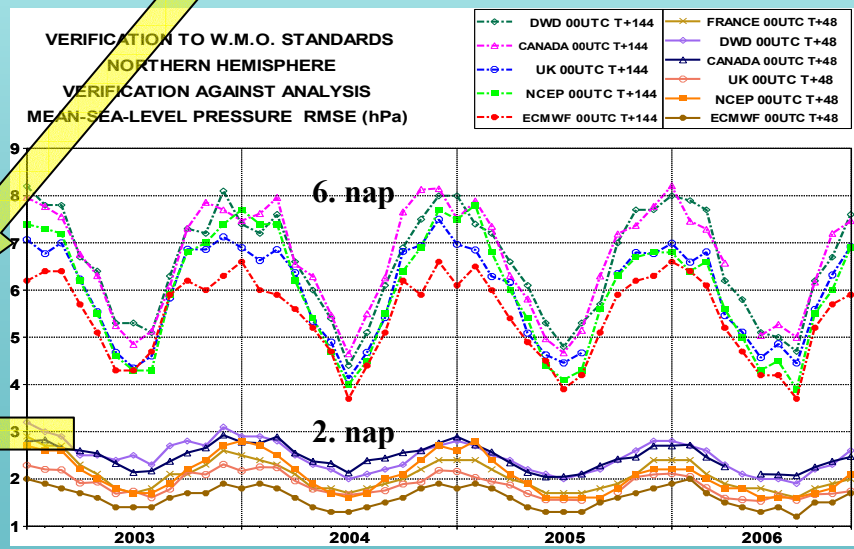
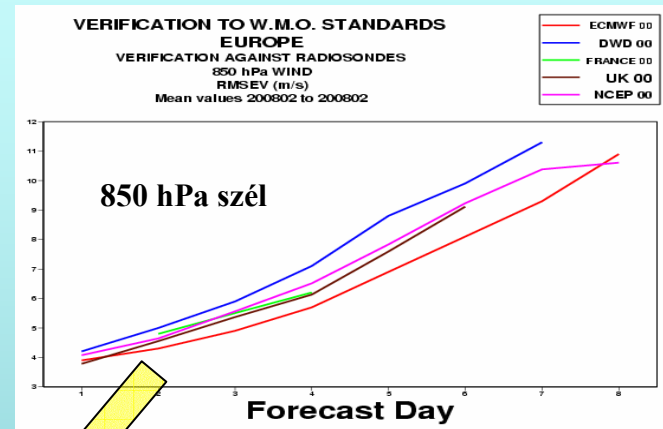
(Szinoptikus beavatkozásra továbbra is szükség van!)

### 500 hPa szint magasságának a hibája 60 hPa



1980-ban: 4 nap

2007-ben: 8 nap



A globális modellek közül az **ECMWF a legjobb**: a modell megelőzi az interneten szabadon hozzáférhető amerikai (GFS) modellt (forrás az ECMWF honlapja)



## Hagyományos (szinoptikus) módszerek

**hagyományos (szinoptikus) módszerek:** a bergeni iskola által kidolgozott elméletre alapozva az aktuális helyzetből következtet a várható időjárásra: megfigyelések és rádiószondás mérések (*felszállások, topográfiai térképek*) kiértékelését, illetve a talajtérképeken analizált időjárási objektumok (*ciklonok, anticiklonok, frontok, mezoléptékű képződmények*) nyomon követését.

## Szinoptikus klimatológiai kutatások és az ezekre épülő döntési eljárások

- **Minden országnak saját magának kell elvégeznie.**
- legegyszerűbb formája az, amikor a **szinoptikusok tapasztalatokat** szereznek (*pl. déli szélre Sopron érzékeny*), és ezeket egymásnak szóban átadják.
- hasznosabb, ha ezeket **különböző tanulmányokban rögzítik.**
- A szakma szempontjából a **részletes, évtizedekre visszatekintő statisztika** elvégzése, és ez alapján **döntési eljárások** kidolgozása a legcélravezetőbb. Ilyenkor leggyakrabban azt vizsgáljuk meg, hogy valamilyen (veszélyes) időjárási jelenség milyen szinoptikus helyzetekben fordul elő leggyakrabban. *Erre példa a balatoni viharjelzésnél évek óta használt összefüggés, amely kapcsolat teremt a Sopron-Budapest légnyomás gradiens és a Balatonnál előforduló szellőkés között. A másik példa, amikor egy hosszabb statisztika alapján a csapadék halmazállapot-változása és az 1300 m-es RT 850/1000 között találtunk kapcsolatot: az 1300 m jól elválasztja a folyékony és a szilárd csapadékot (Hirsch Tamás vizsgálta.)*

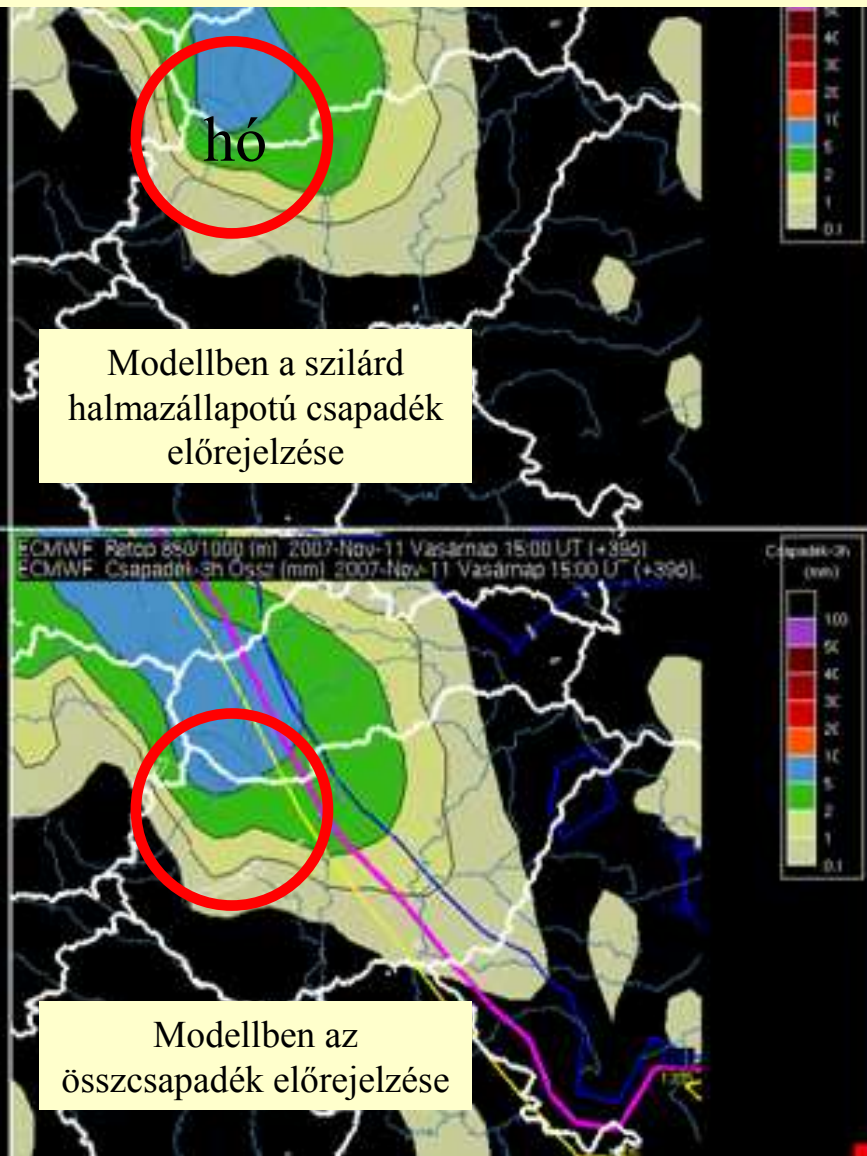


# Hó vagy eső? Segít a szinoptikus klimatológia,

Szinoptikus klimatológia

Numerikus modell

A szinoptikus-klimatológiai feldolgozások felhasználásával felülbíráható a modell előrejelzés: a modell nagyobb területre ad havat, mint ahogy az a valóságban bekövetkezett. A modell által előrejelzett 1300 m-es RT 850/1000 alapján *(1300 m jól elválasztja a folyékony és a szilárd csapadékat)* pontosabb prognózist kapunk

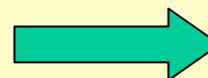


# Távérzékelési eszközökkel (radar, műhold, villám) történő prognózis



Közvetlenül alapvetően a nowcasting (0-3 órára szóló) előrejelzéseknél van szerepük azáltal, hogy időben és térben kvázi folytonos információkat szolgáltatnak az aktuális időjárási helyzetről. Ennél ma már többről van szó!!!

A műhold és radarképek alapján új struktúrák azonosíthatók

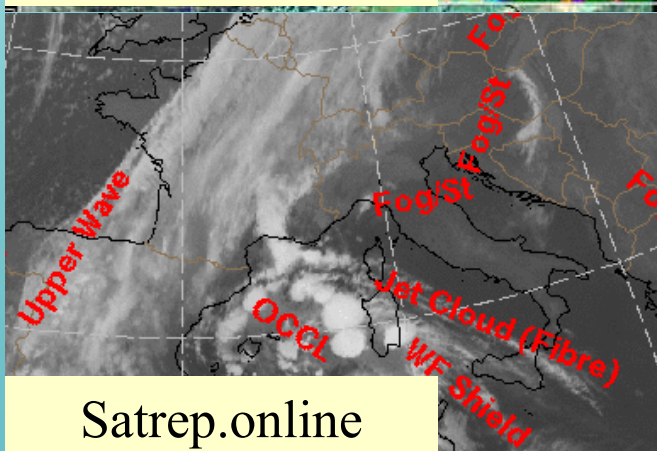


A hagyományos analízis

technikák kiegészülnek új információkkal



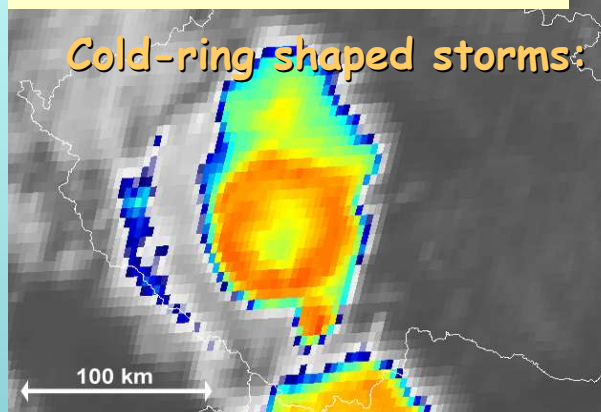
Felhő fajták



Satrep.online

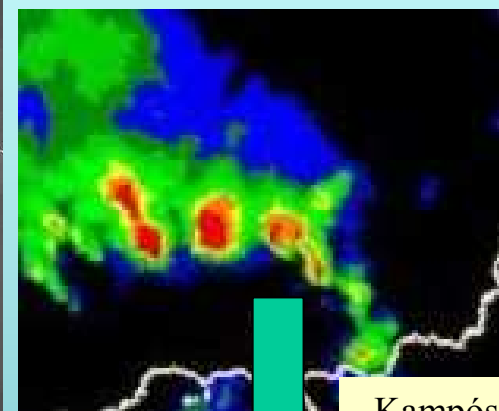
hideg gyűrű alakú zivatarok

Cold-ring shaped storms:

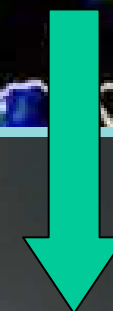


Mezoléptékű, konvektív

komp.



Kampós-echo

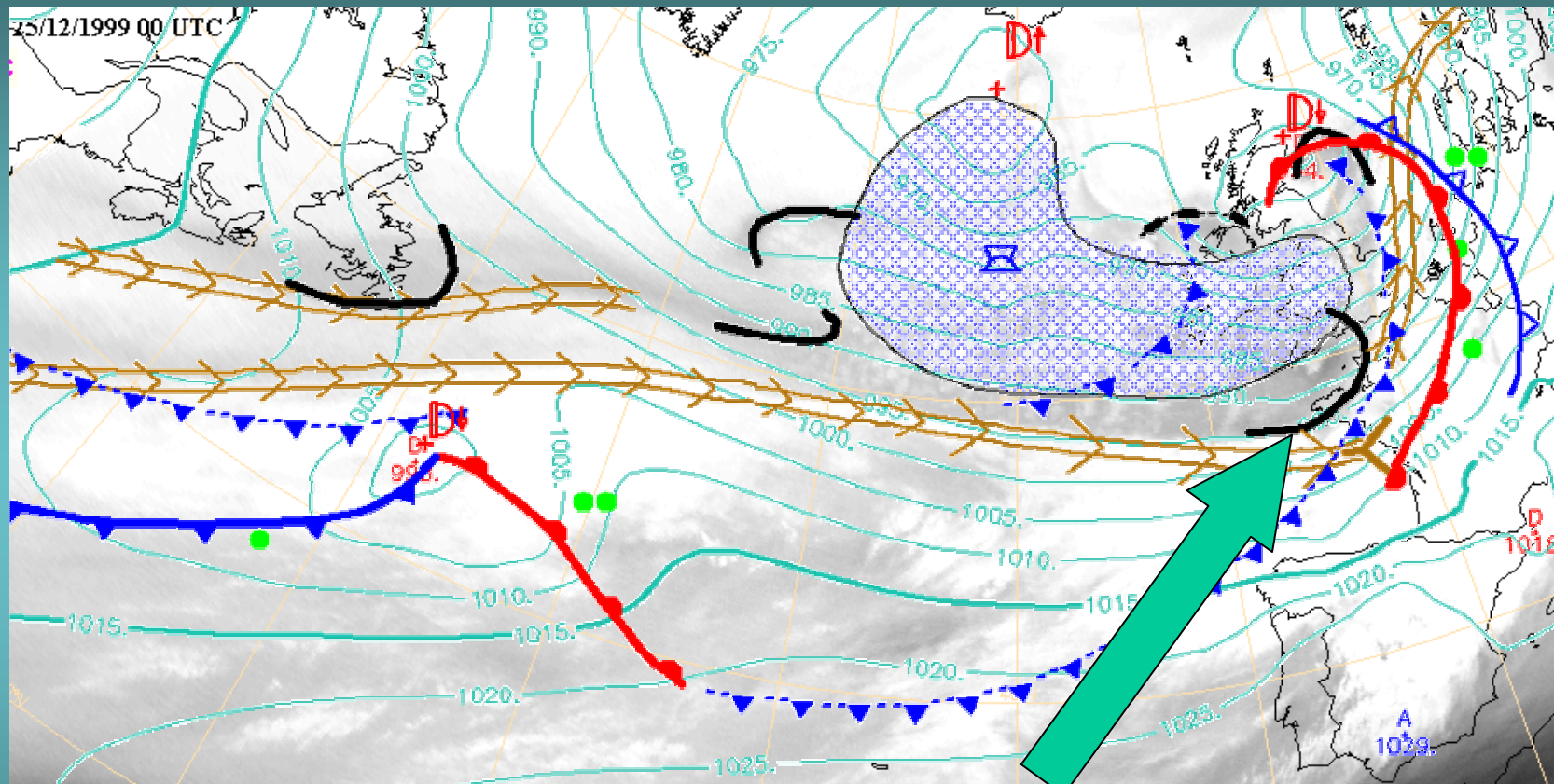


Viharvadászat 2008-05-20, 15:50 Gátér, Verses Viktor (Bibik)  
Amatőr Meteorológusok Egyesülete - szupercella.hu Támogató: OMSZ

# Műholdképek használata az analíziseknél

## The ANASYG and the water vapour images

(Patrick Santurette, Meteo-France)





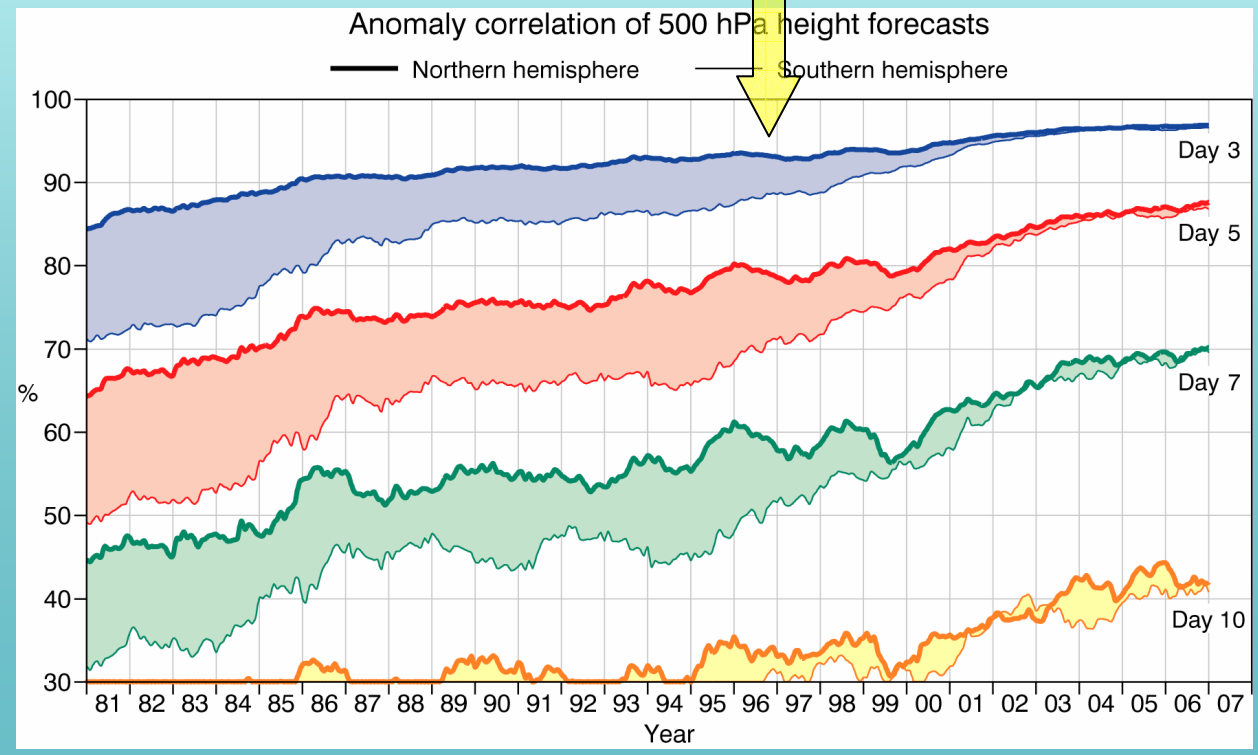
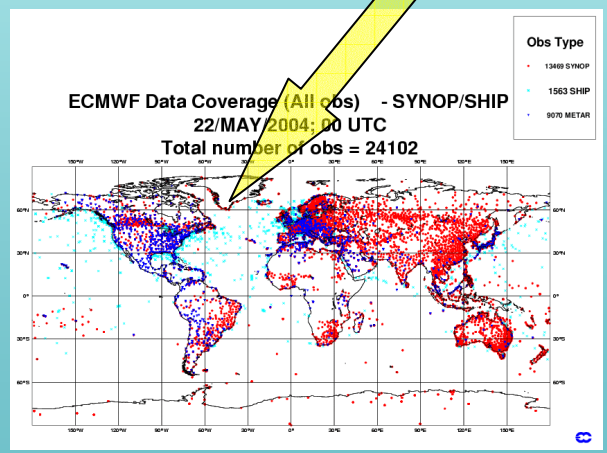


# A műholdas információk már beépülnek modellekbe

Távérzékelési eszközök }  
Numerikus modellek }

A műholdas információk már beépülnek modellekbe is, ezáltal jelentősen hozzájárulnak, hogy a modellek kezdeti feltételei pontosabbak legyenek, és ezen keresztül a műholdas információk hasznosulnak a középtávú előrejelzéseknél is.

Korábban az északi félgömbre a sűrűbb megfigyelések miatt lényegesen jobb volt a modell beválása, mára a beválásban a két félgömb között a különbség eltűnt.

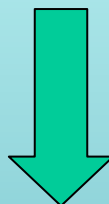




## Technikai fejlődés szerepe a szinoptikusi munkában

**Az előrejelzés munka folyamatainak jelentős részét sikerült automatizálni.**

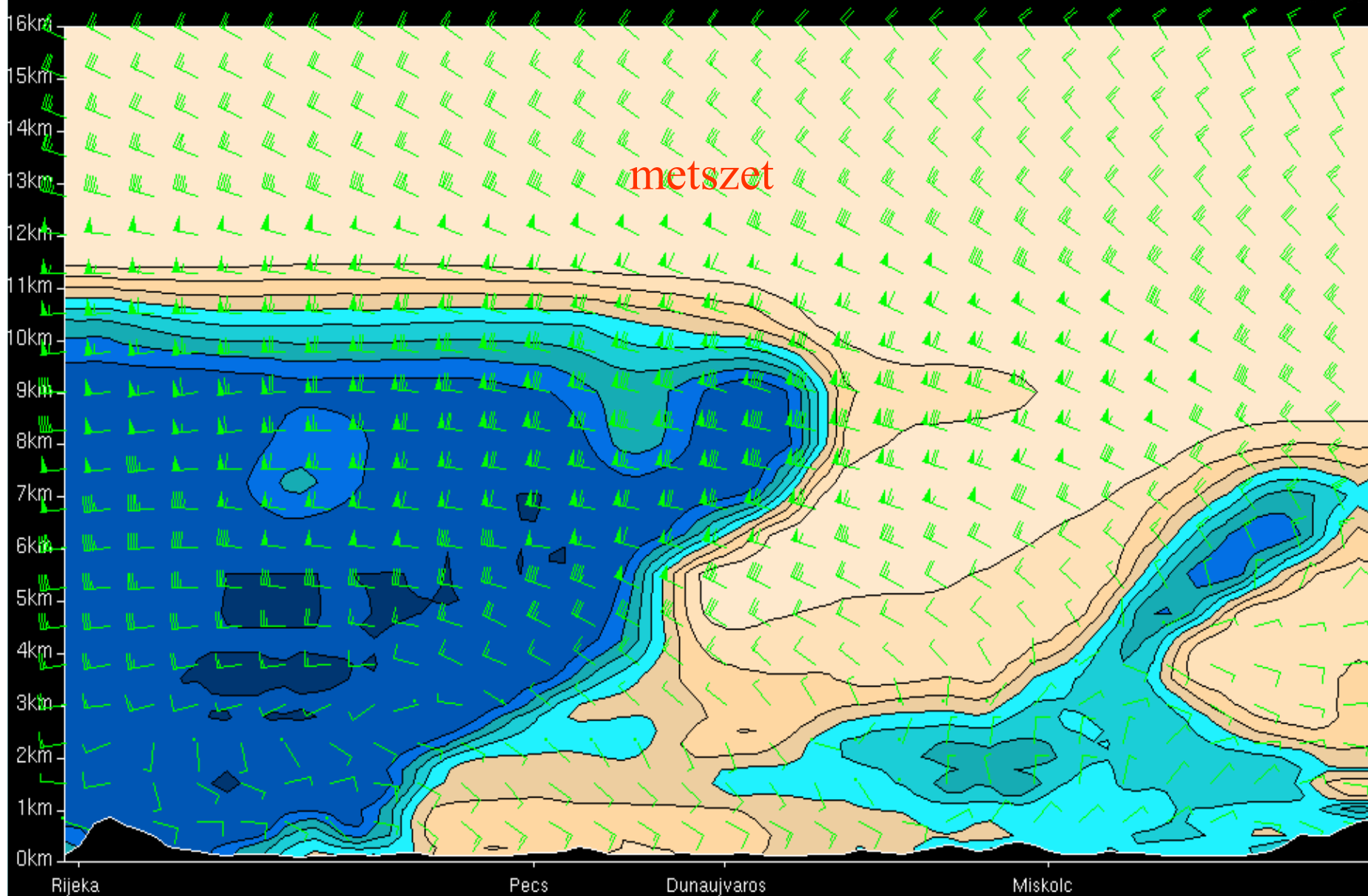
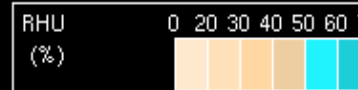
- **A hagyományos szinoptikus térképek előállítását teljes mértékben, analizálását 90 %-ban automatizáltuk.**
- **A szolgáltatások terén ugyancsak jelentős automatizálás következett be. *Néhány évtizeddel korábban a mostaninál lényegesen kevesebb számú és kisebb tartalommal rendelkező megrendeléseket gyakorlatilag egyenként, minden egyes szerződést külön legépelve készítettünk. Ma a médiás szolgáltatásokat nem számítva, a szerződések kb. 50 %-a teljesen automatikusan kerül el a megrendelőkhöz, és jelentős része csak kisebb szinoptikusi beavatkozást igényel.***



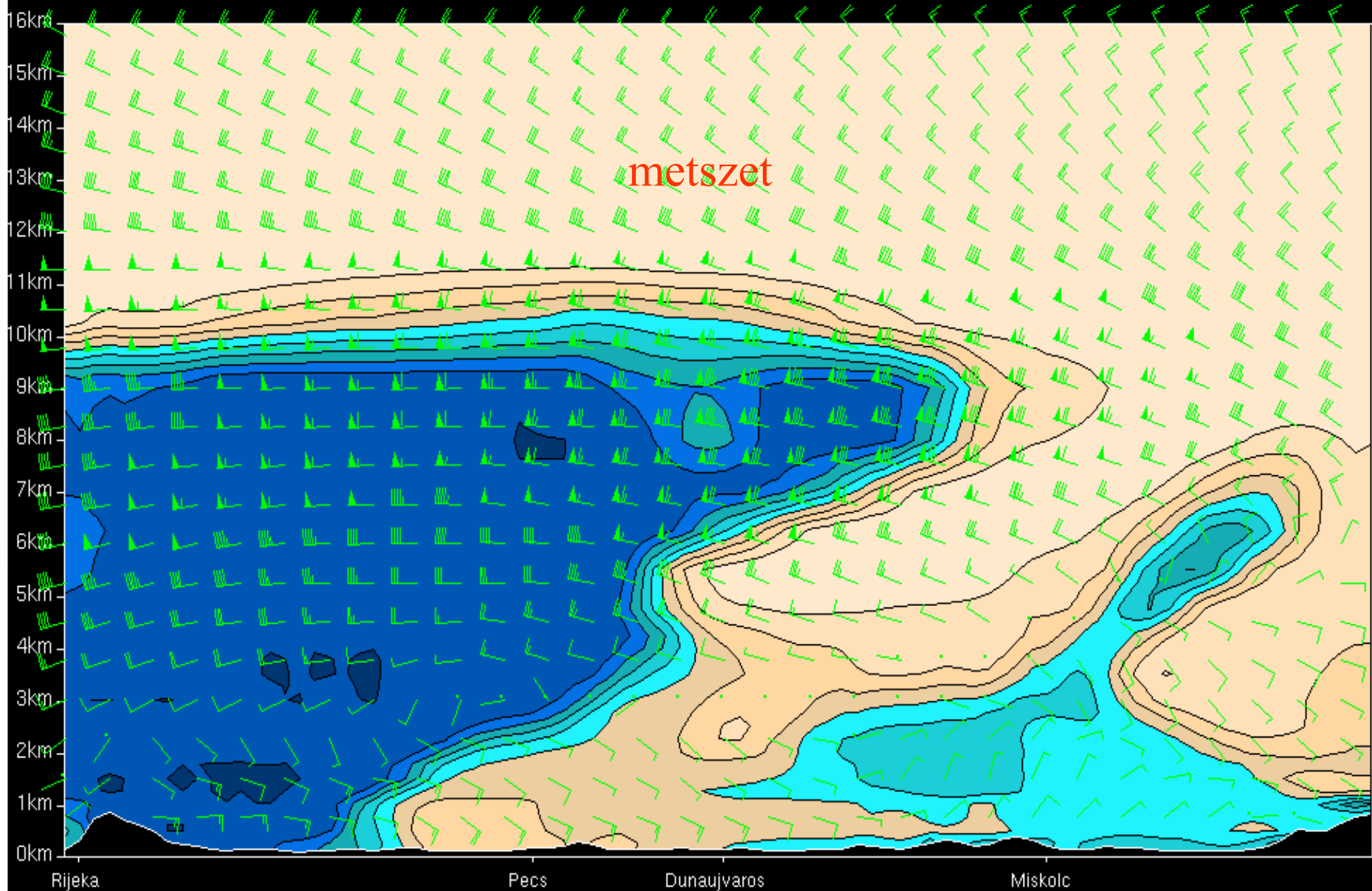
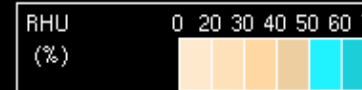
**➤ Lényegesen több ideje és energiája marad a meteorológusnak a szakmai munkára.**

**➤ A megjelenítő rendszerek fejlesztése révén, lényegesen több és a korábbiaknál összetettebb mezők, ábrák segítik a légkörben lejátszódó és a modellek által prognosztizált folyamatok megértését: *időjárási helyzet függvényében a szinoptikusok akár 1000-nél is több mezőt is ki tudnak értékelni.***

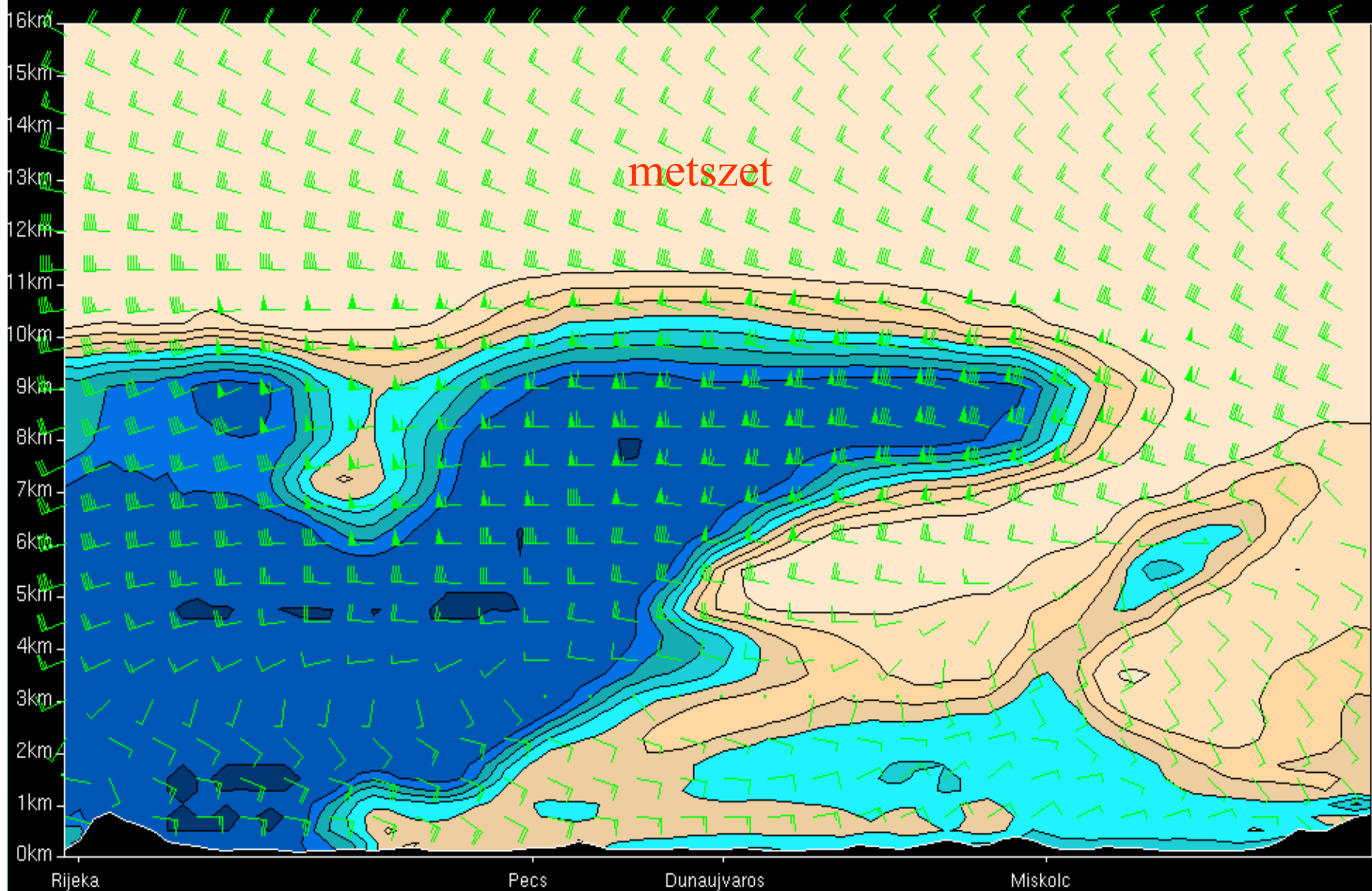
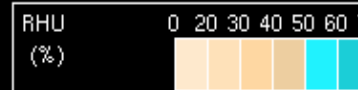
ALHU RHU (%) 2002-Ápr-09 Kedd 00:00 UT (+24ó)  
ALHU Szél (m/s) 2002-Ápr-09 Kedd 00:00 UT (+24ó)



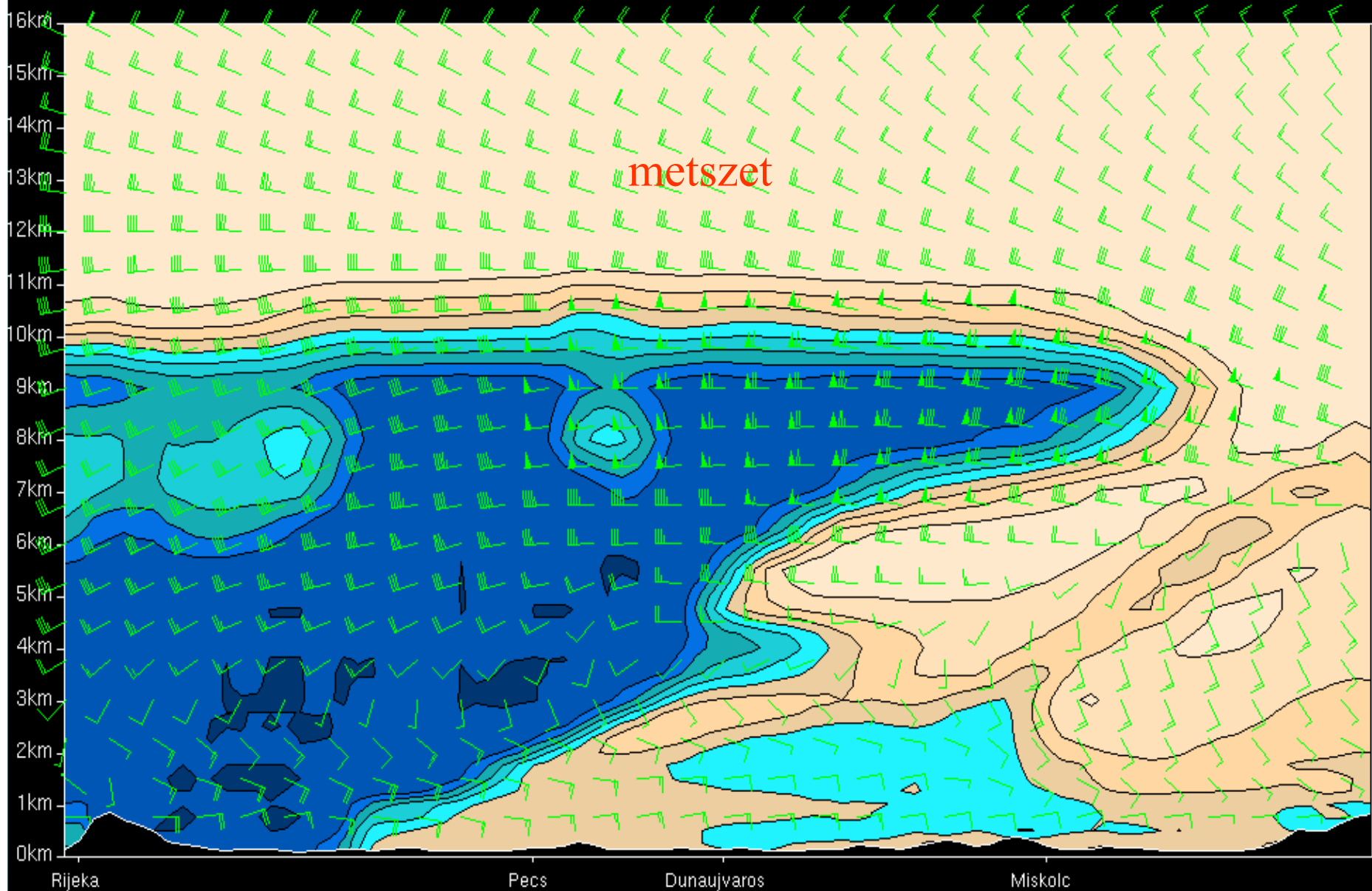
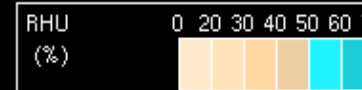
ALHU RHU (%) 2002-Ápr-09 Kedd 03:00 UT (+27ó)  
ALHU Szél (m/s) 2002-Ápr-09 Kedd 03:00 UT (+27ó)



ALHU RHU (%) 2002-Ápr-09 Kedd 06:00 UT (+30ó)  
ALHU Szél (m/s) 2002-Ápr-09 Kedd 06:00 UT (+30ó)



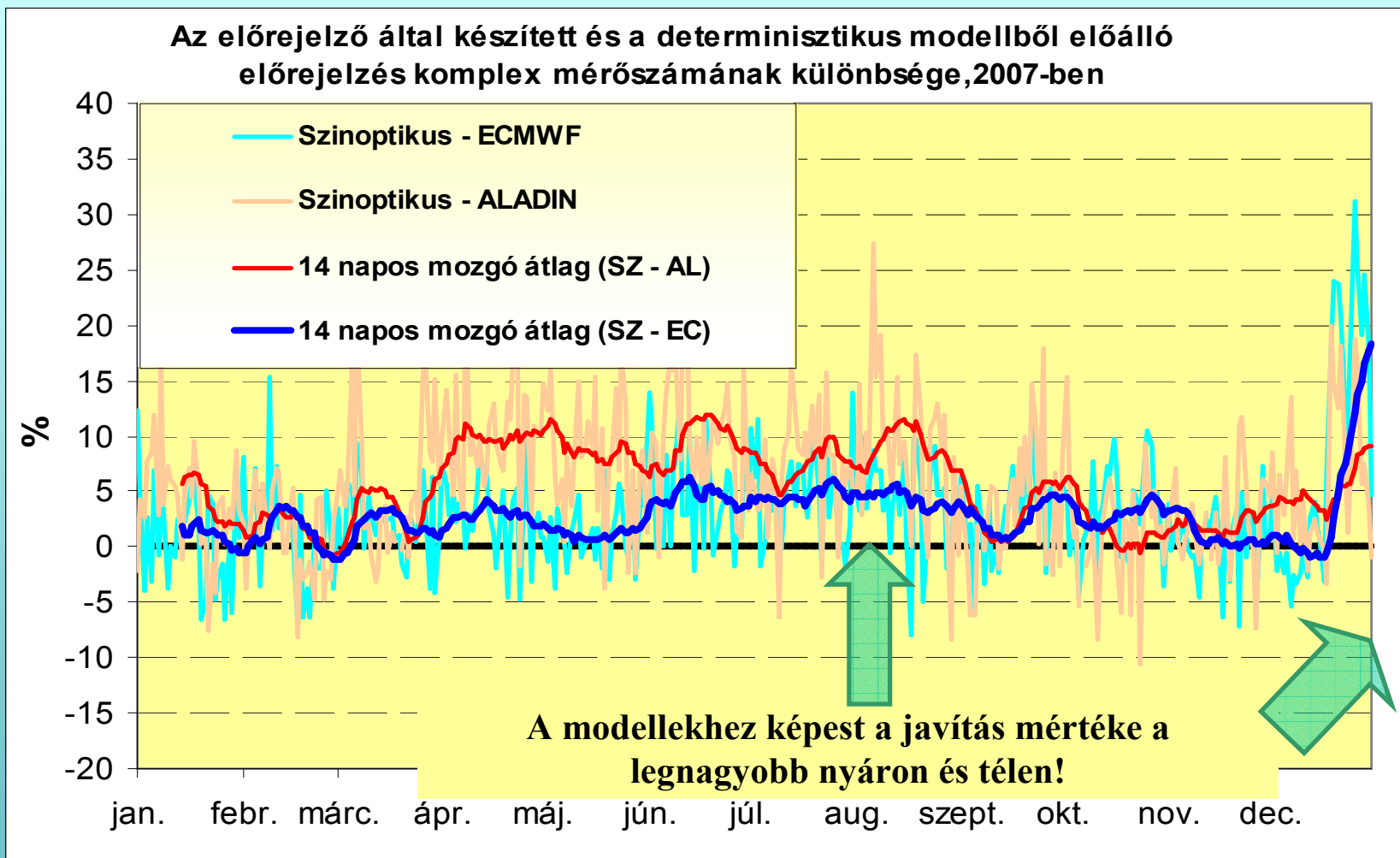
ALHU RHU (%) 2002-Ápr-09 Kedd 09:00 UT (+336)  
ALHU Szél (m/s) 2002-Ápr-09 Kedd 09:00 UT (+336)





## A szinoptikus javít a modell rövidtávú előrejelzésén

Komplex mutató: figyelembe veszi az összes előrejelzett időjárási elem beválását, minél nagyobb a mutató, annál jobb az előrejelzés




## Hogyan tud javítani a szinoptikus a modell rövidtávú előrejelzésén ?



### 1. Az aktuális időjárási helyzet birtokában a szinoptikusok felülbírálják a modellek eredményeit:

*Előfordul, hogy a modell már az első időlépcsőkben hibás, például kevesebb nedvességet (felhőt) ad, mint amennyi a valóságban van.*

### 2. A szinoptikusok folyamatos verifikálás és a tapasztalataik alapján megismerik a modellek viselkedését, és bizonyos időjárási helyzetekben felülbírálják a modellek eredményeit.

➤ Pl. az ALADIN modell verhetetlen a szél előrejelzésben, az ECMWF modell előrejelzése megbízhatóbb a hőmérséklet vonatkozásában. Inverziós helyzetekben egyik modell sem megbízható, ugyanakkor az OMSZ-nál használt két alapmodell közül az elmúlt télen az ALADIN modell mutatkozott jobbnak. Nyári időszakban, leszámítva a tartósan felhős időszakokat, minden modellre jellemző, hogy a minimumot fölé, a maximumot pedig alábecslik.  **Utófeldolgozások!!!!**

➤ A modell előrejelzési mezei nincsenek összhangban az előrejelezett időjárási helyzettel. (ld. később példát)

### 3. A modellek nem mindig fogják meg egy adott térség szinoptikus-klimatológiai sajátosságait.

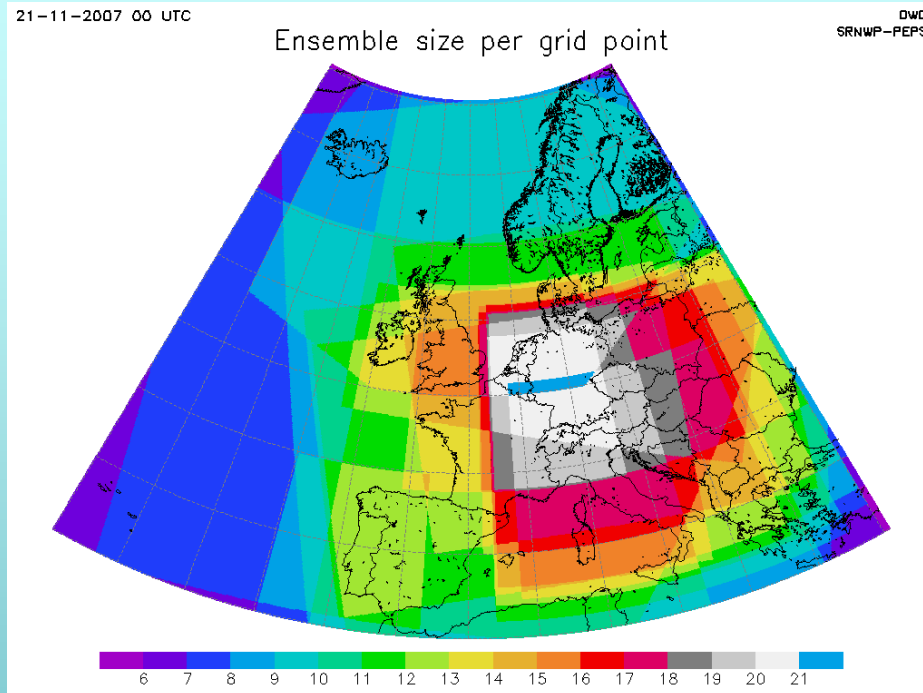
*A kevésbé felhős, szélcsendes éjszakákon az Alföld középső és délkeleti része, a Dunántúl délnyugati vidéke, valamint Szécsény, Zabar térsége gyakran több fokkal hidegebb, mint a környezete.*

### 4. Több modell együttes használata már rövidtávon is hozzájárulhat a sikeres előrejelzéshez. (multi modell ensemble technika).

*Az OMSZ feltétlenül előnyben van azokkal szemben, akik csak egy modellt tudnak felhasználni.*

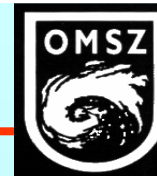


## Az SRNWP-PEPS rendszer



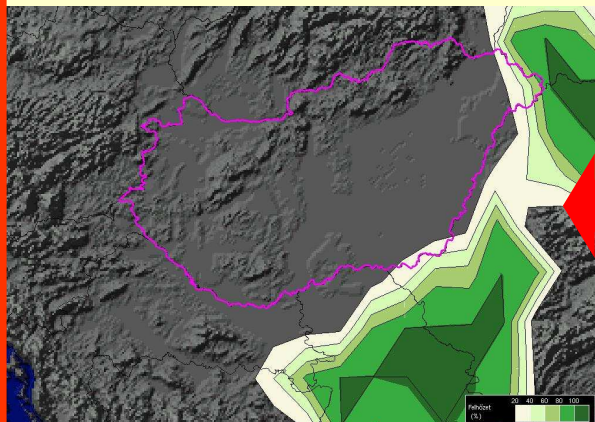
- **A SRNWP-PEPS rendszer egy európai rövidtávú multi-modell ensemble előrejelző rendszer**
- **PEPS: „Poor man's Ensemble Prediction System”, azaz a résztvevő országok operatív (determinisztikus) előrejelzései alkotják az ensemble rendszer tagjait**
- **26 nemzeti meteorológiai szolgálat, 4 különböző modell, 23 különböző modellverzió**

# Hogyan tud javítani a szinoptikus a modell rövidtávú előrejelzésén ?

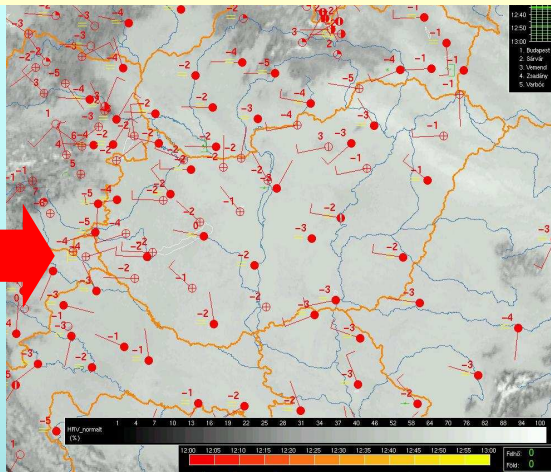


ECMWF felhőzet előrejelzés

2007. 12. 19. 00 UTC+36



Tényleges felhőzet 2007. 12. 20. 12 UTC



**Minden modell alábecsüli az inverzió hatását:**

Pl össz. felhőzet átlagos hibája

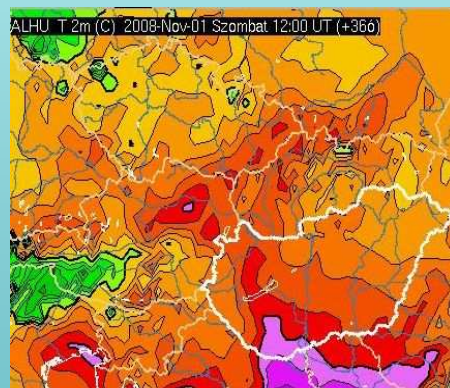
országosan 2007 12. 20.06-24 UTC

AL:-4,6, EC: -5,5, Szin.: -0,5 okta

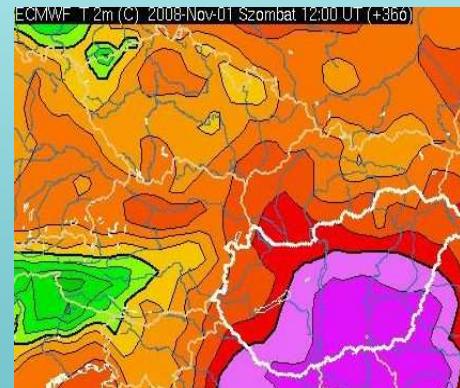
A szinoptikust a tapasztalat mellett segíti a modellek előző napi viselkedése is



Pszidotemppek,  
2008.11.01. 12 UTC  
zöld:EC, piros:AL.



T 2m-es ALADIN  
36 órás előrejelzés.



T 2m-es ECMWF  
36 órás előrejelzés.

**A modellek jelentősen eltérnek egymástól**

Szegedre szóló T 2m-es  
előrejelzés

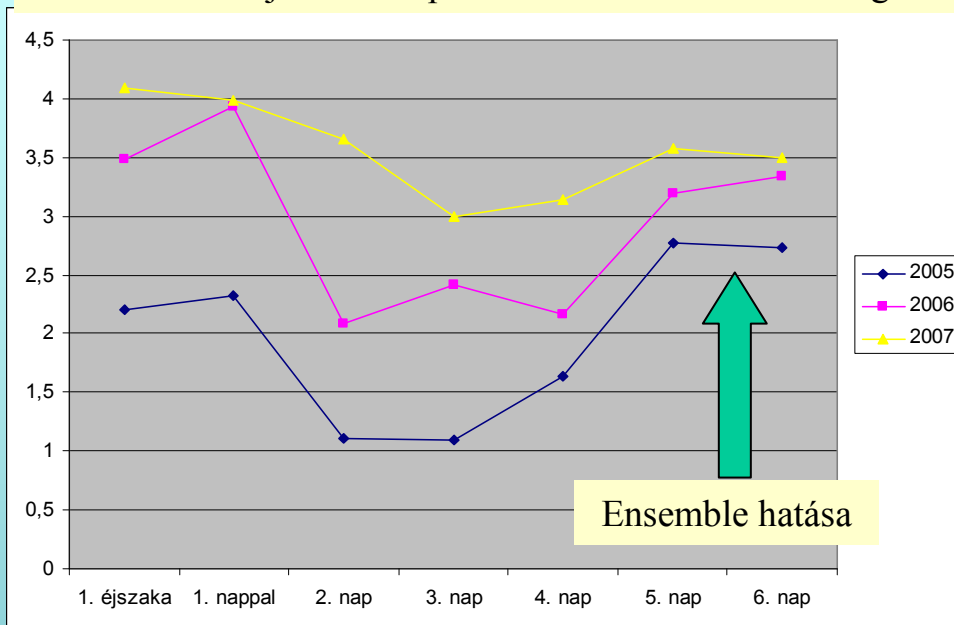
AL:17,18, EC:23,24  
Szin:24,25, Tény:23,24 fok

A szinoptikus az  
előrejelzett időjárási  
helyzet alapján választja ki  
a modellt.

## Miért tud javítani a szinoptikus középtávon is a modell előrejelzésen?



Az előrejelző által készített és a determinisztikus modellből előálló előrejelzés komplex mérőszámának különbsége



- Az elmúlt években a szinoptikusi javítás mértéke még kissé növekedett is!
- a javítás minimuma a 2.3 nap környékén van, később az ensemble előrejelzések használatával növekszik a javítás mértéke a det. modellhez képest

- Középtávon is figyelembe veszik is a szinoptikus-klimatológiai sajátosságokat (p.inverzió)
- több más (német, amerikai) modellt is használunk
- egyre jobban alapoznak az ensemble előrejelzésekre
- kiszűrik a modellek naponta bekövetkező ingadozásait (a determinisztikus modellek jobban, az ensemble átlag kevésbé ingadozik)

## Miért tud javítani a szinoptikus középtávon is a modell előrejelzésen?

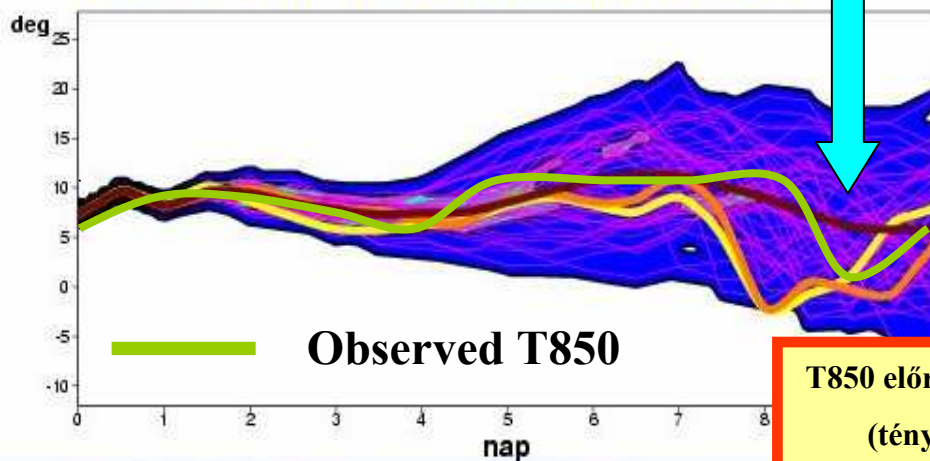
Kiszűrjük a modellek naponta bekövetkező ingadozásait (a determinisztikus modellek jobban, az ensemble átlag kevésbé ingadozik)

ECMWF ENSEMBLE ELOREJELZES

DATUM: 20030927 Budapest



850 hPa HOMERSEKLET - 1.0 Celsius fok intervallumba eso gyakorisag



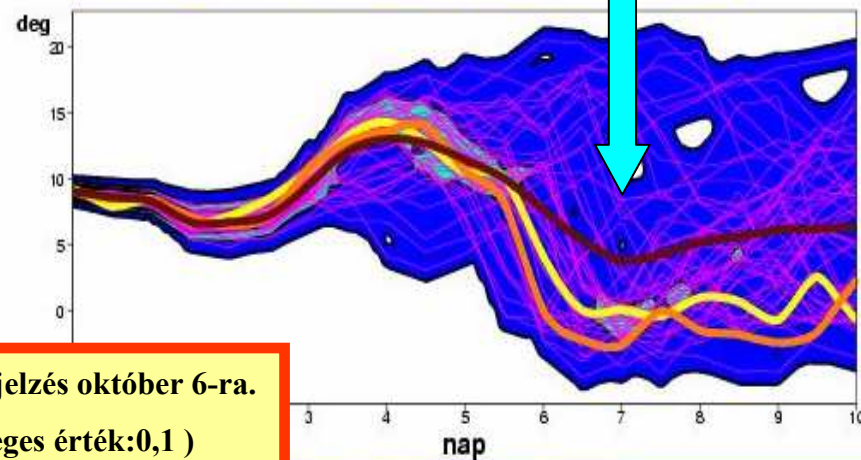
Observed T850

ECMWF ENSEMBLE ELOREJELZES

DATUM: 20030929 Budapest



850 hPa HOMERSEKLET - 1.0 Celsius fok intervallumba eso gyakorisag



T850 előrejelzés október 6-ra.

(tényleges érték:0,1)

09.27.: Det:0 Eps átlag:5

09.28 Det:16 Eps átlag:8

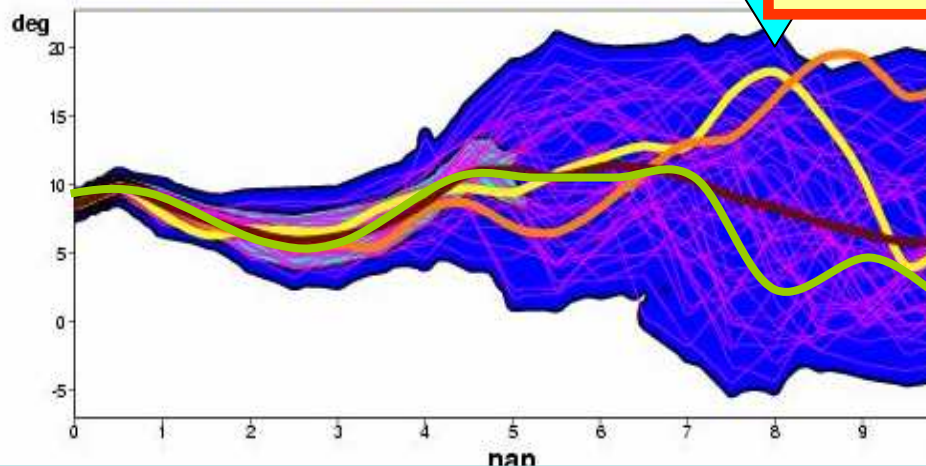
09.29 Det:-1 Eps átlag:4

ECMWF ENSEMBLE ELOREJELZES

DATUM: 20030928 Budapest



850 hPa HOMERSEKLET - 1.0 Celsius fok intervallumba eso gyak

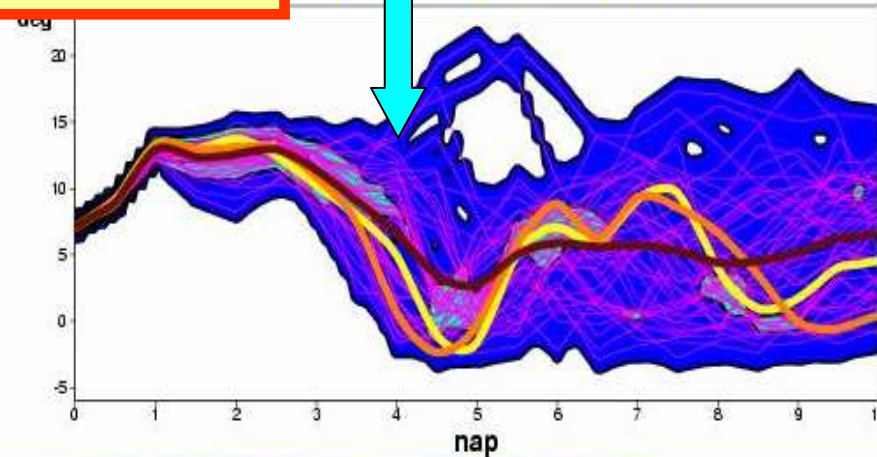


ECMWF ENSEMBLE ELOREJELZES

DATUM: 20030929 Budapest



850 hPa HOMERSEKLET - 1.0 Celsius fok intervallumba eso gyakorisag

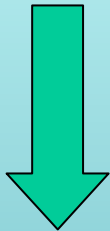


## Új előrejelzési technika: EPS

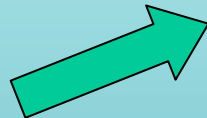


### Érvek az EPS mellett:

- Átlagosan a **negyedik naptól** kezdve az ensemble előrejelzések átlaga általában jobb eredményt ad, mint a finomabb felbontású determinisztikus modell. A napok múlásával a beválás tekintetében növekszik a különbség az EPS átlag és a determinisztikus modell között.
- Az EPS segítségével **előrejelezhető** a középtávú prognózisok **megbízhatósága**. Ez ugyanis nem csak attól függ, hogy hányadik napra vonatkozik az előrejelzés.
- A különböző valószínűségi előrejelzési mezők segítségével **prognosztizálható a különböző extrém jelenségek előfordulásának az esélye is**.



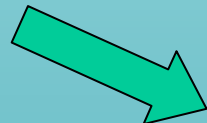
**A negyedik naptól kezdve az ensemble alapján készüljön a prognózis!!**



#### Determinisztikus jellegű prognózis

**Előnye:** a nagyközönség és az ügyfelek ezt várják

**Hátránya:** szakmailag nem mindig korrekt: a futtatások fele sok esőt ad, másik fele nem ad csapadékot → Szórványosan eső



#### Valószínűségi prognózis

**Hátránya:** a nagyközönség és az ügyfelek idegenkednek tőle

**Előnye:** szakmailag minden esetben korrekt: a futtatások fele sok esőt ad, másik fele nem ad csapadékot → eső valószínűsége 50 %

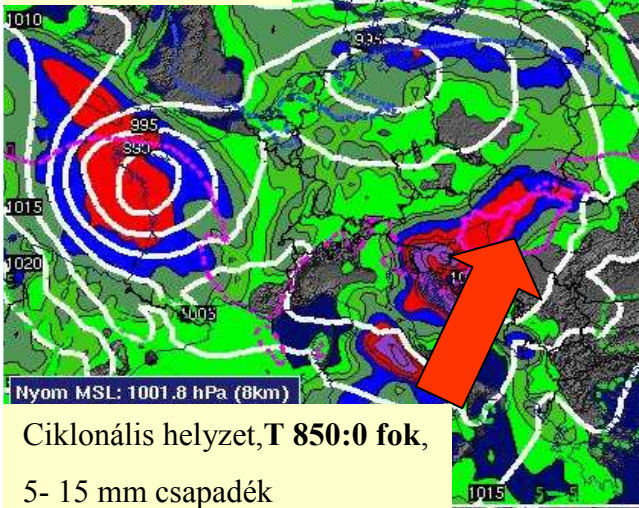


# Példa az ensemble információk használatára

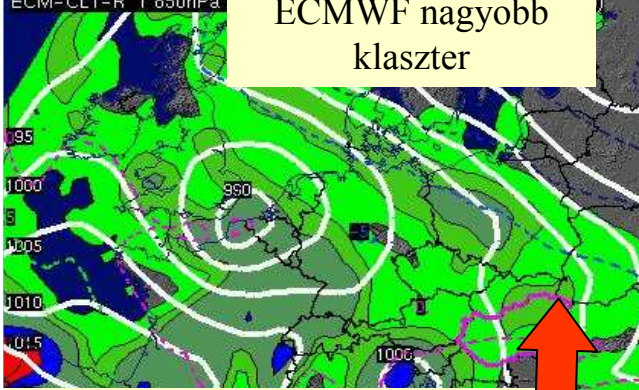
6 napos előrejelzés, a valóságban a 850 hPa-n a hőmérséklet  $-0.7^{\circ}\text{C}$  és 2-5 mm eső

File Térképív  
Háttér  
ECMWF Nyomás  
ECMWF Csapadék  
ECMWF T 850hPa (C) 2007-Feb-09 Péntek 12:00 UT (+1440)

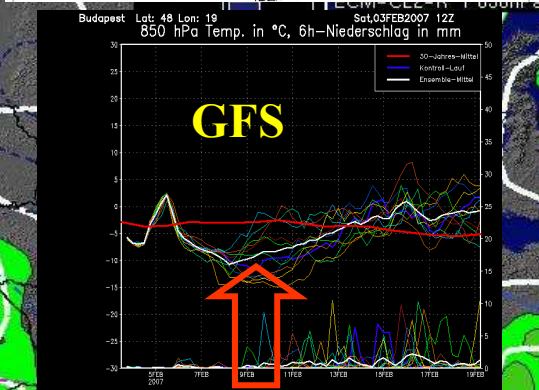
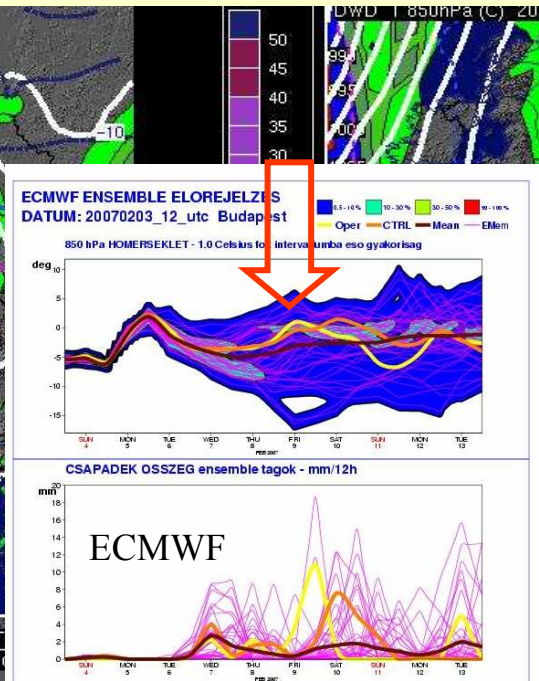
ECMWF (det)



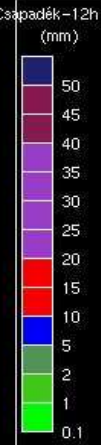
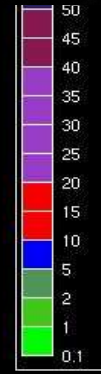
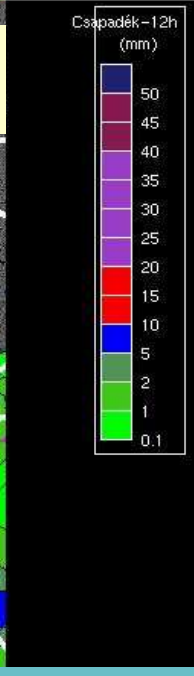
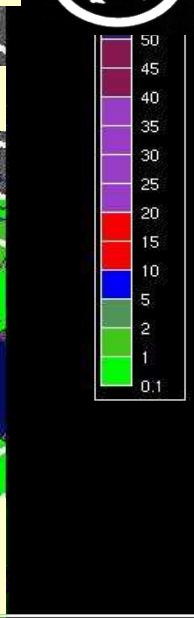
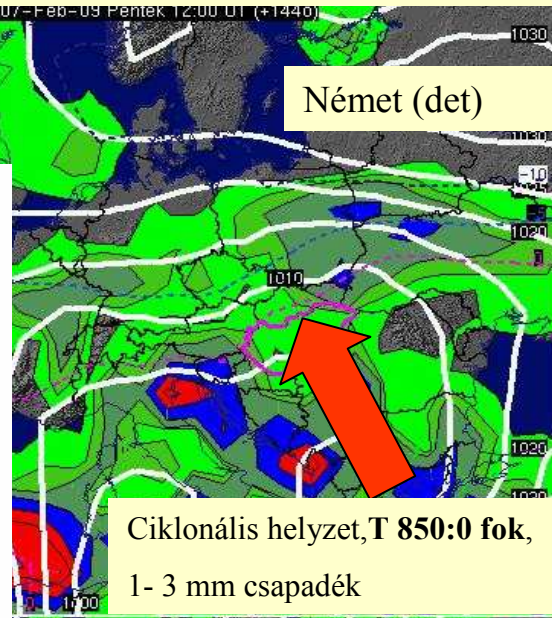
Nyom MSL: 1001.8 hPa (8km)



1. klaszter reprezentatív tag  
Ciklonális helyzet, T 850:0 fok,  
2- 5 mm csapadék  
Megegyezik a det és a német modellel



2. klaszter reprezentatív tag  
Anticiklonális helyzet, T 850:-11 fok,  
Nincs csapadék. Megegyezik az amerikai (GFS) modellel





## Példa az ensemble információk használatára (a hatodik napra szóló előrejelzésnél)

### Valószínűségi prognózis

(ezt lehetett volna adni)

**80 %-valószínűséggel:**  
többnyire erősen felhős idő,  
többfelé esővel, záporral.

Max.:5, 12 fok

**20% valószínűséggel:**

Kevés felhő, napos idő.

Max.: 0 fok körül

### Döntően determinisztikus prognózis

(ez lett adva)

Többnyire erősen felhős idő,  
többfelé esővel, záporral.

5 mm csapadék valószínűsége

10 %

Max. 5, 10 fok

### Ez lett:

Többnyire erősen felhős,  
sokfelé eső, zápor (nyom-7  
mm).

Max:6, 12 fok

A jövőben a cél:a két típusú prognózis  
kombinálása:Az 5. 6. napot követően a  
növelni kell a valószínűségi jellegű  
információkat!!

## A szinoptikus gyakorlat jövője

➤ Új diagnosztikai paraméterek szélesebb körű használata az időjárás analízisénel

A diagnózis pontosítása a műhold és a radarképeken felismerhető új struktúrák, objektumok felhasználásával


➤ Utófeldolgozási eljárások alkalmazása és ezek beépítése a modellekre épülő automatikus prognózisokba (*itt nagy a lemaradásunk a környező országokhoz képest*)

➤ Szinoptikus-klimatológia feldolgozások kombinálása a numerikus modellekkel

➤ Valószínűségi információk szélesebb körű beépítése (*különösen veszélyes időjárási helyzetekben*) az előrejelzési szövegekbe, produktumokba (*Új 10 napos kiadvány*)

➤ Szolgáltatások terén további automatizálás (*mezőszerkesztés fejlesztése révén*) várható, így több idő marad a szakmai munkára



A dramatic, stormy seascape with a yellow text box. The background shows a turbulent sea with white-capped waves under a dark, overcast sky. A bright light source, possibly the sun or moon, is visible on the horizon, creating a shimmering path on the water. The overall mood is intense and powerful.

Köszönöm a  
figyelmet !