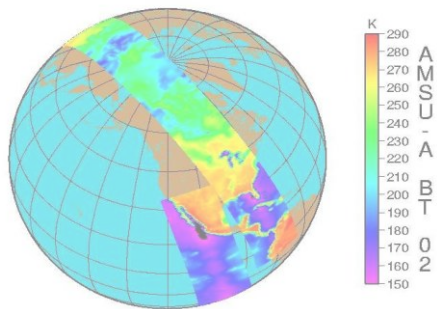




A MŰHOLDAK SZEREPE A NUMERIKUS IDŐJÁRÁS-ELŐREJELZÉSBEN

Randriamampianina Roger

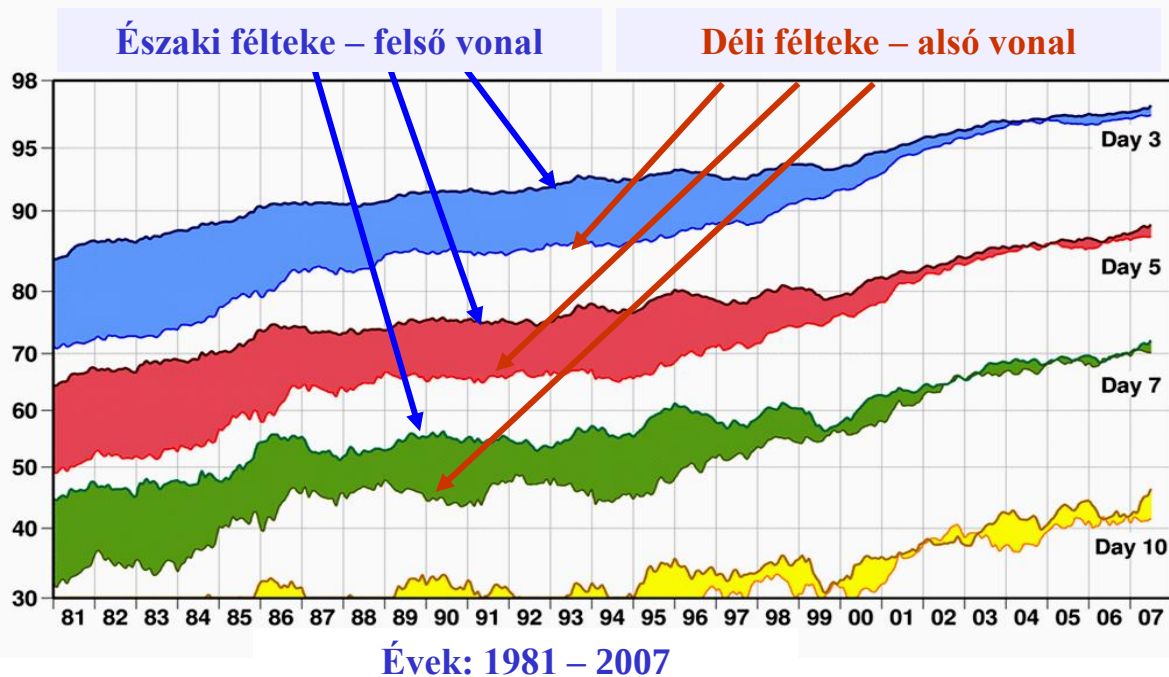
**Norvég Meteorológiai Intézet, Oslo
és Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest**

35. Meteorológiai Tudományos Napok

2009. november 19-20. Budapest

- Bevezetés
- A műholdas adatok és sajátosságai az adatasszimiláció szempontjából
 - (radiancia formában)
 - AMV (származtatott szél adatok)
- A műholdas adatok használatának rövid története
- Tapasztalataim a hatásvizsgálatok terén
- Következtetések

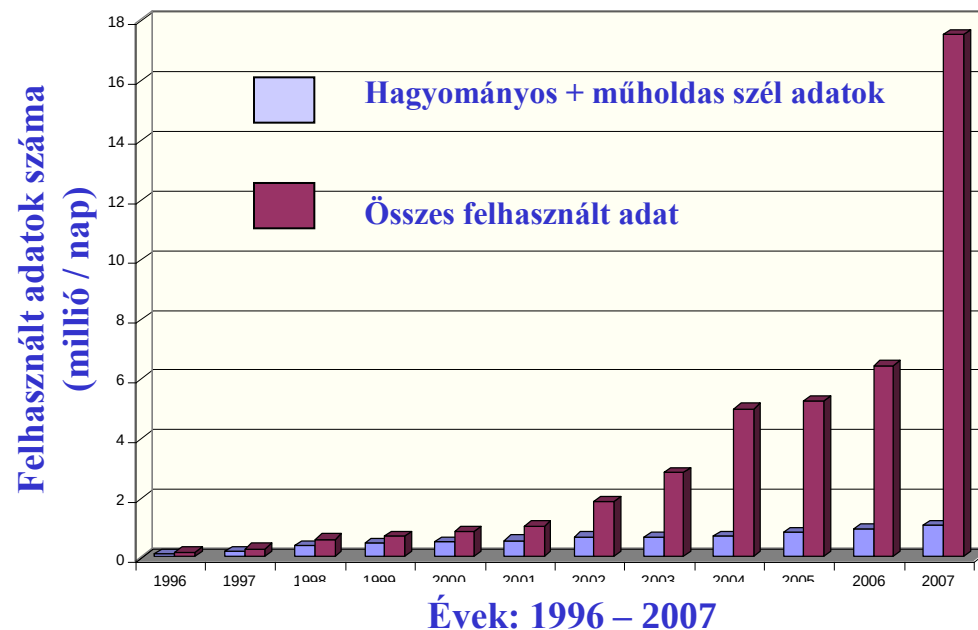
Anomaly correlation (%) of 500hPa height forecasts



A déli féltekére készült
előrejelzések megbízhatósága
egyre jobban megközelíti az
északi féltekére vonatkozó
előrejelzések megbízhatóságát

Az numerikus időjárás
előrejelzést végző globális
modellben felhasznált
műholdas adatok száma
exponenciálisan nő

Az ECMWF-nél naponta használt adatok száma



- Bevezetés
- A műholdas adatok és sajátosságai az adatasszimiláció szempontjából
 - (radiancia formában)
 - AMV (származtatott szél adatok)
- A műholdas adatok használatának rövid története
- Tapasztalataim a hatásvizsgálatok terén
- Következtetések

Néhány manapság használatban lévő műholdas adat

Meteorológiai Műholdak

← poláris

→ geostacionárius

		<u>műhold</u>	<u>műszer</u>		<u>műhold</u>	<u>adat</u>
IR/MW szondák	{	MetOp	ATOVS			
		NOAA	ATOVS		METEOSAT	AMV
		MetOp	IASI			
		AQUA	AIRS		GOES	AMV
		DMSP	SSM/I			
		ERS	SCAT	}	AMV- műholdképeken az objektumok mozgásából számított szélességadat	
		NOAA	AMV			

→ A műholdas adatokat a numerikus előrejelző modellekbe az adatasszimilációs eljárás során építjük be.

Adatasszimiláció – a modell kezdeti feltételeinek meghatározása a különböző forrásból származó, eltérő térbeli és időbeli felbontású megfigyelések felhasználásával.

Valójában mit is mérnek a műholdas műszerek?

KÖZVETETT (INDIREKT) MÉRÉSEK

= a légkör felső rétegét egy adott **frekvencián** elérő **radiancia (L)**



Sugárzásátvitel egyenlet: a mért radiancia és a légköri változók közötti összefüggést fejezi ki

Műhold által mért radiancia

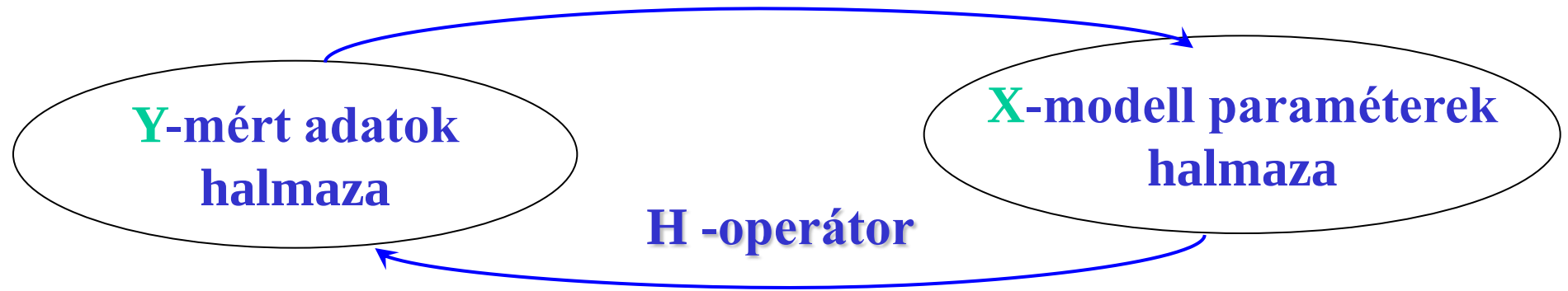
A légkör általunk történő leírása

$$L(\nu) = \int_0^\infty B(\nu, T(z)) \left[\frac{d\tau(\nu)}{dz} \right] dz + \text{Felszíni emisszió} + \text{Felszíni visszaverődés / eltérítés} + \text{Felhő/eső hatása} + \dots$$

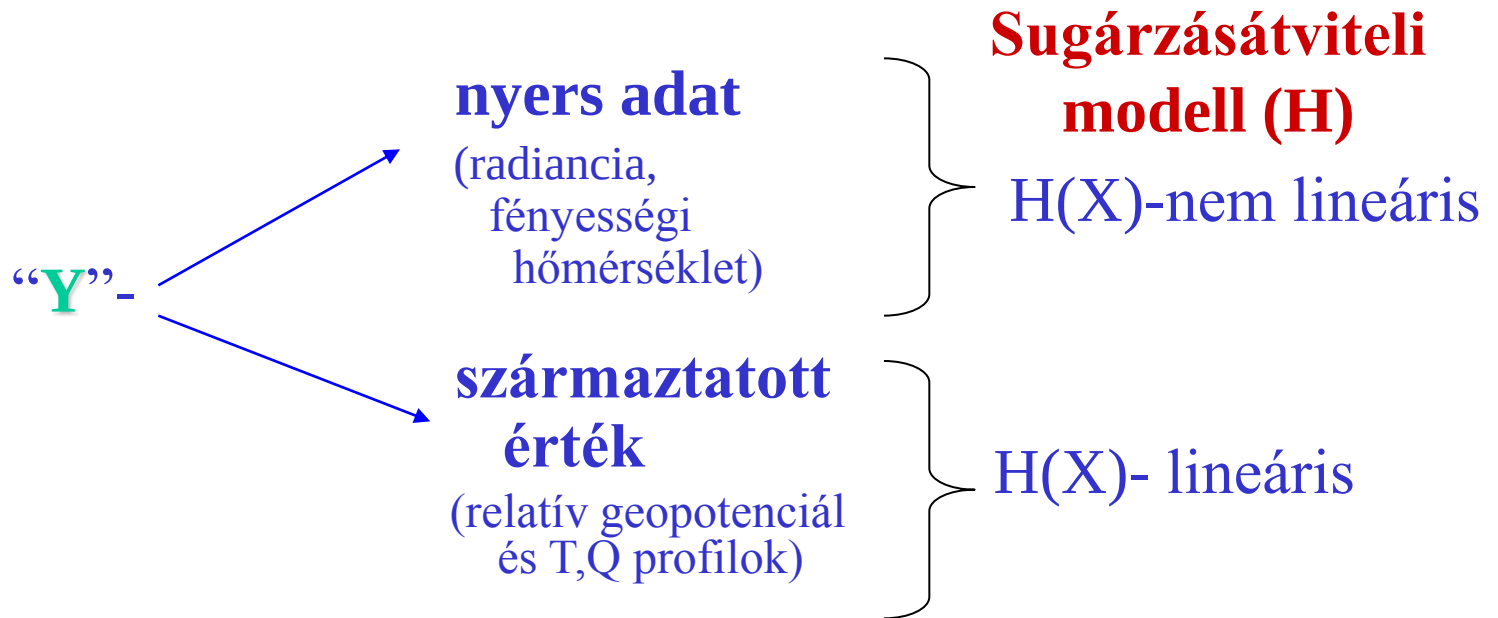
Planck függvény, mely a légkör hőmérsékletétől függ

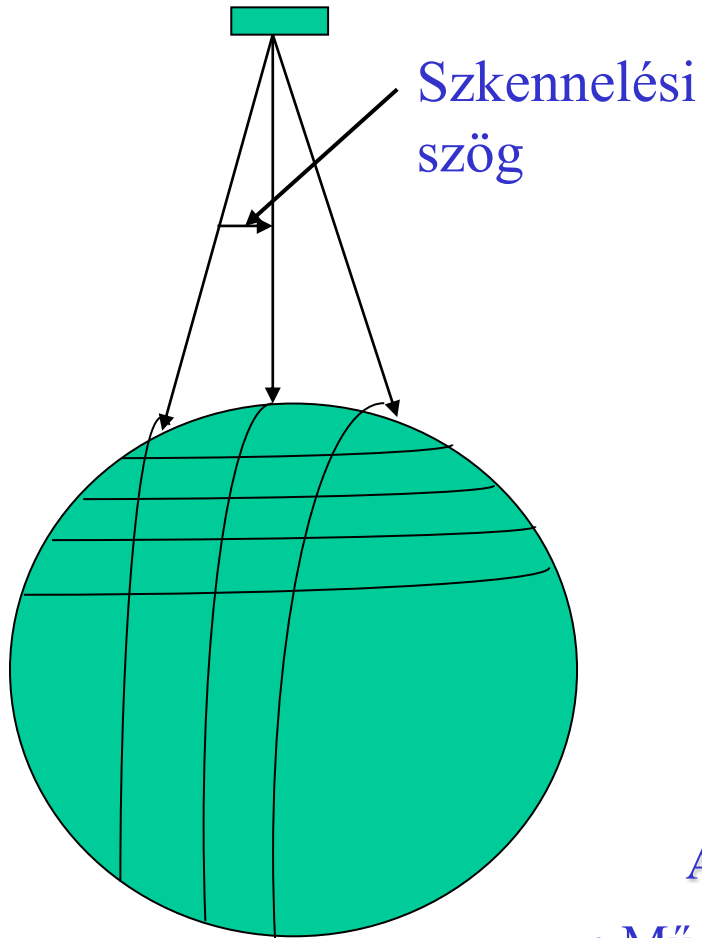
Elnyelési (súly-) függvény

A mért radianciát befolyásoló egyéb tényezők



pl. ATOVS/IASI
adatok esetében





szisztematikus hiba forrásai:

- a műholdak mérési módja
- a műszerek sajátosságai

$$\text{Bias} = \text{mean} [Y_{\text{obs}} - H(X_b)]$$

Mért radiancia

RT
modell

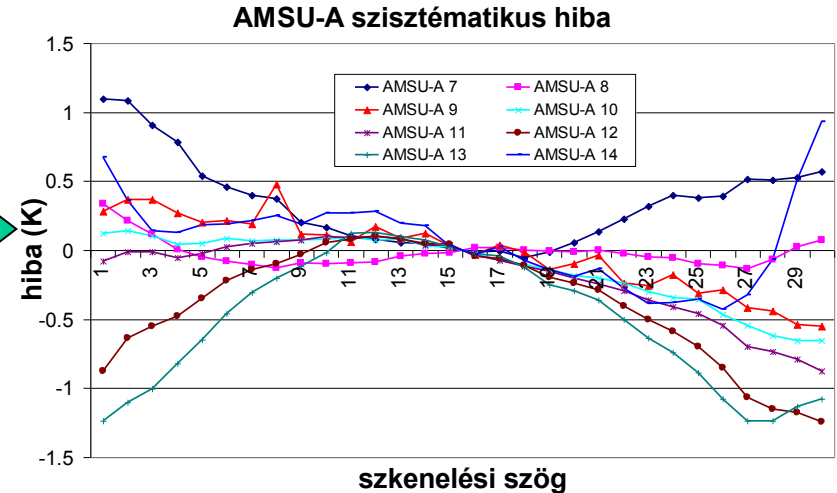
Háttér légkör
állapota
- modell

A HIBA FORRÁSAI:

- Műszer hiba (kalibráció)
- RT modell hiba (spectroscopy or RT model)
- Felhő/csapadék/aeroszol szűrési hiba
- Szisztematikus hiba a háttér értékekben, a NWP modellben

A hiba szűrése

Szkennelési szög



Légkör tömege



- Relatív geop. 1000-300hPa
- Relatív geop. 200-50 hPa
- Felszíni hőmérséklet
- Az egész légoszlop páratartalma

Megoldás 1 Harris és Kelly, 2001: Lineáris becslő modell. A koefficiensek frissítése időközönként történik

Megoldás 2 Derber és Wu, 1998: Variációs (**adaptív**) eljárás- az együtthatókat az analízis közben frissítik, tehát **folytonos korrekció történik**

Az AMV adatok asszimilációja

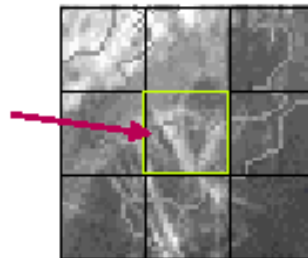
Miként történik a számolás?

How are they produced?

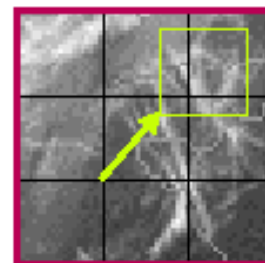


Initial corrections (image navigation etc.)

Target Box /
Tracer
24x24 pixels
Pixel – 3 km



T



T + 15 min

Infrared Imagery

Search Area

80 x 80 pixels
centred on
target box

New location
determined by best
match of individual
pixel counts of
target with all
possible locations
of target in search
area (use cross-
correlation in
Fourier domain).

Need to assign a height to the derived
vector

Nem pont adat → Kérdés:

- melyik pixelt kell használni a magasság meghatározásánál?
- melyik szint/réteg reprezentálja legjobban a felhő mozgását?

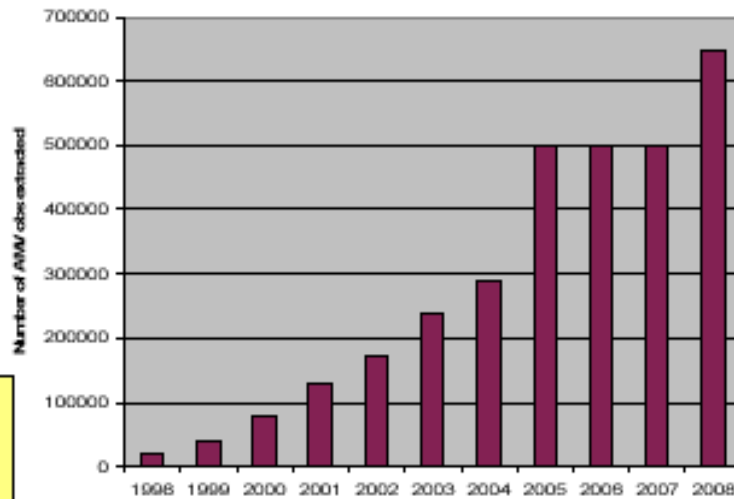
Az AMV adatok asszimilációja

Folyamatos fejlesztés

Increasing data volumes



Number extracted in a typical 12z update run in June of each year



1998

Geostationary

Meteosat-7
Meteosat-5
GOES-8
GOES-9
GMS-5
INSAT

Polar

None

x30 in 10 years

2007

Geostationary

Meteosat-9
Meteosat-7
GOES-11
GOES-12
MTSAT-1R
INSAT-3a
Kalpana
FY-2C

Polar

Terra
Aqua
NOAA-15
NOAA-16
NOAA-17
NOAA-18

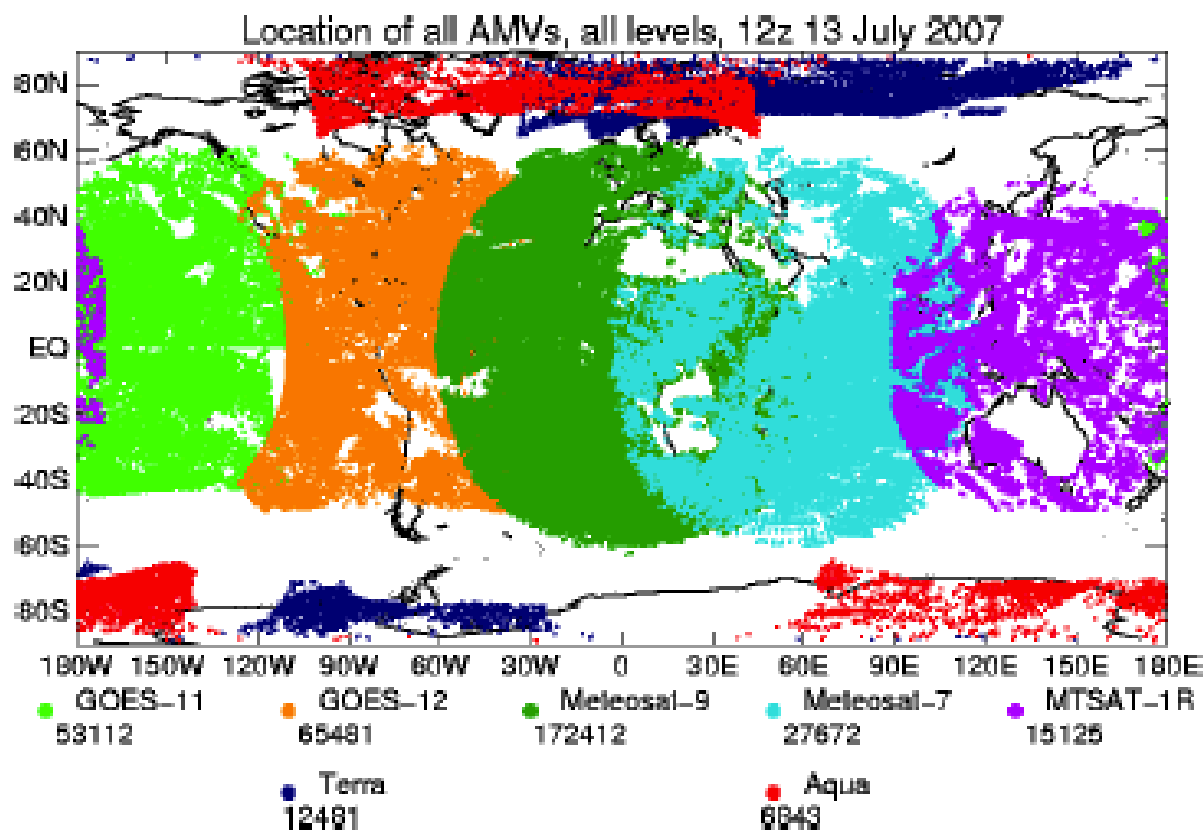
Miért fontos:

→ biztosítja globális szél mezőt, sokszor ott ahol a repülőgépek nem szolgáltatnak adatot

→ Szerény de pozitív hatása van a NWP-re

Az AMV adatok asszimilációja

A számítást már a sarkkörökre is kiterjesztettük



Az asszimiláció menete:

- A széladatokat egy ún. minőségi mutató (QI) alapján válogatjuk szét az asszimiláció során
- Ezt követően úgy járunk el, mint a hagyományos széladatokkal

- Bevezetés
- A műholdas adatok és sajátosságai az adatasszimiláció szempontjából
 - (radiancia formában)
 - AMV (származtatott szél adatok)
- A műholdas adatok használatának rövid története
- Tapasztalataim a hatásvizsgálatok terén
- Következtetések

1. A modellbe beépített adatok

Időszak

Felbontás

2. Adatasszimilációs rendszer

a) Származtatott
adatok: 2. szint
(SATO, SATEM)

1970 – 90-es
évek közepe-
vége

500 km

a) Optimális interpoláció:
modellterben
 $H(X) \Rightarrow$ lineáris

b) Nyers radianciák:

1990-es évek
végétől

250 km

120 km

b) Variációs módszer:
megfigyelési térben
 $H(X) \Rightarrow$ nem lineáris

Hatásvizsgálat: a műholdas adatok hatása az analízisre és az előrejelzésre

1. 1970-80-as évek

déli félteke, trópusok – pozitív hatás

északi félteke – gyengén pozitív v. elhanyagolható

2. 1990-es évek eleje – a bizonytalanság időszaka

északi félteke – a gyenge pozitív hatás eltűnőben

Ok: • egyre fejlettebb modellek (térbeli felbontás)
• a többi, a modellben használt adat minősége javult
(szinoptikus állomások, radioszondázás)

- **De! a műholdas adatok (SATEM és SATOB) változatlanok maradtak a kilencvenes évek elejéig**

3. 1990-es évek közepe, vége – a megoldás

- variációs módszer alkalmazása
- nyers radianciák beépítése

- Bevezetés

A műholdas adatok és sajátosságai az
adatasszimiláció szempontjából

-- (radiancia formában)

-- AMV (származtatott szél adatok)

- A műholdas adatok használatának
rövid története

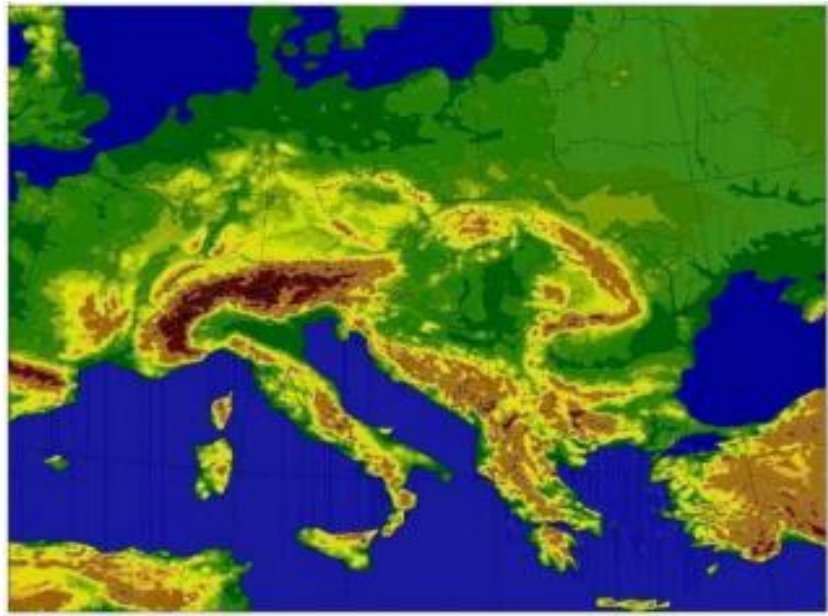
- Tapasztalataim a hatásvizsgálatok terén

- Következtetések

Az AMV adatok hatása az ALADIN korlátos tartományú modellben

Randriamampianina, R. 2006, ALADIN newsletter 30.

- AMV adatok forrása
 - EUMETCAST rendszer



- ALADIN/HU modell tartománya

A modell-konfiguráció (CY28T3)

legfontosabb tulajdonságai

- 12 km-es vízszintes felbontás
- 37 vertikális szint
- 6 órás ciklus
- analízis rendszer - 3D-VAR
- felszíni mezők az ARPEGE globális modellből
- B matrix: NMC módszer
- LBC: ARPEGE analízis
- 3 óránkénti csatolás
- 48 órás előrejelzés kétszer naponta

Az AMV adatok használata a hatásvizsgálatok során

a) csak tenger felett

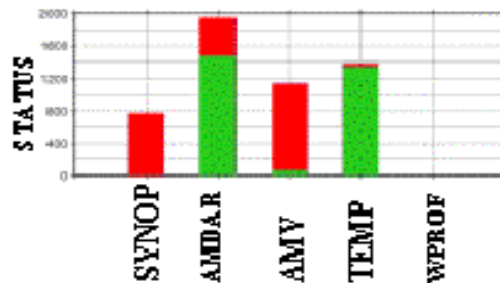
WDEF	P>800hPa	800-350hPa	P<350hPa
HRV	QI>85%	not used	not used
IR	QI>85%	not used	QI>85%
CWW	QI>85%	not used	QI>85%

b) csak tenger felett

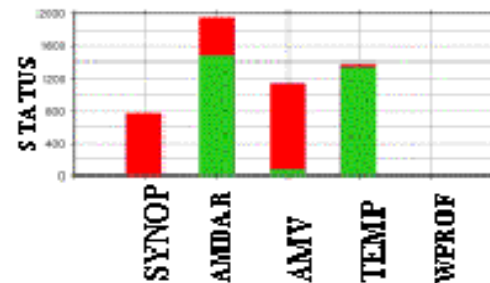
W80P	P>800hPa	800-350hPa	P<350hPa
HRV	QI>80%	not used	not used
IR	QI>80%	not used	QI>80%
CWW	QI>80%	not used	QI>80%

c) tenger és szárazföld felett

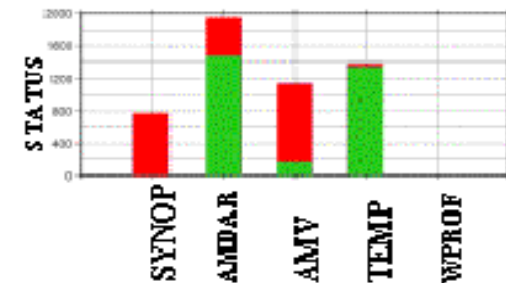
WLAN	P>800hPa	800-350hPa	P<350hPa
HRV	QI>85%	not used	not used
IR	QI>85%	not used	QI>85%
CWW	QI>85%	not used	QI>85%



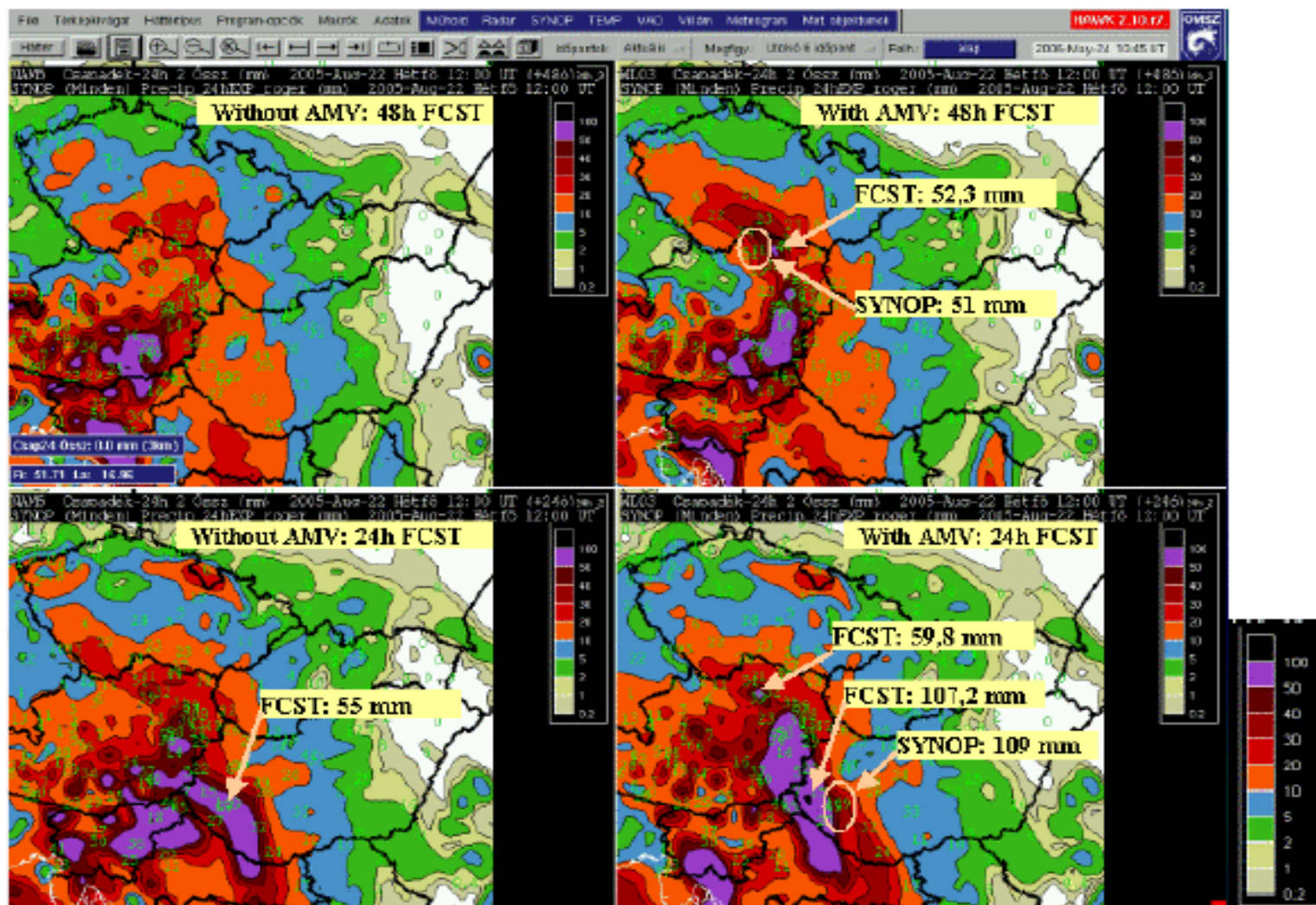
Active AMV : 57 (WDEF)



69 (W80P)



165 (WLAN)

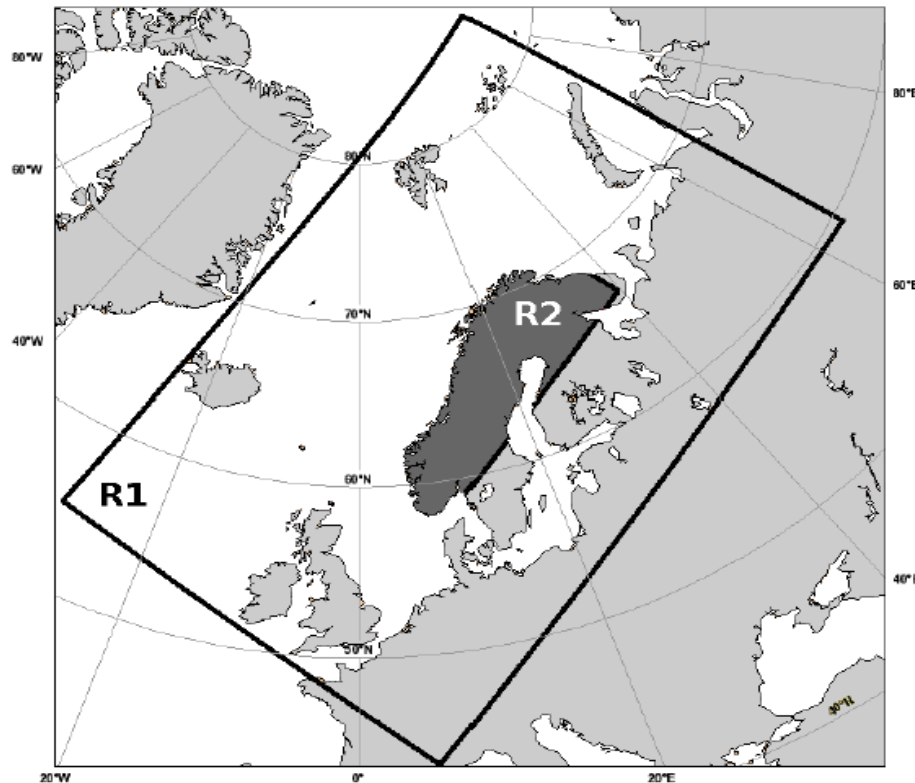


A 24 órás csapadékösszeg mintázatának 1 napos (alsó képek) és 2 napos (felső képek) előrejelzése 2005. augusztus 22 12.00 UTC-re.

FCST – előrejelzett értékek; SYNOP – mért értékek

Az előrejelzés érzékenysége a felhasznált megfigyelések minőségével szemben

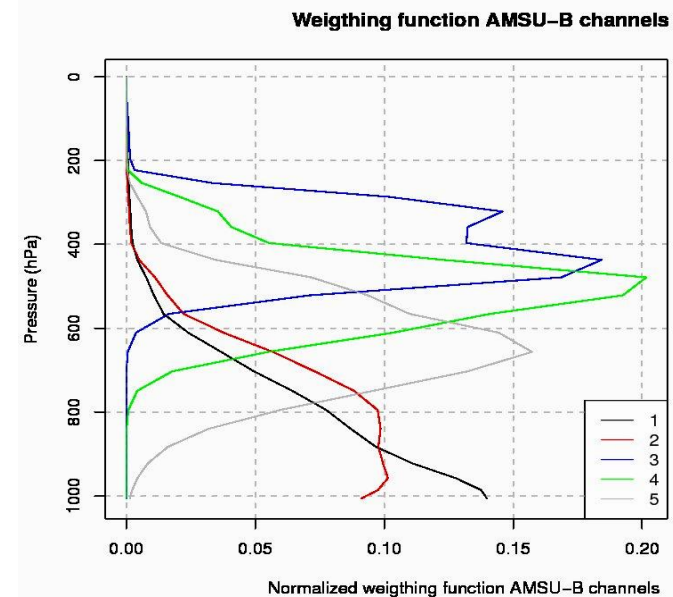
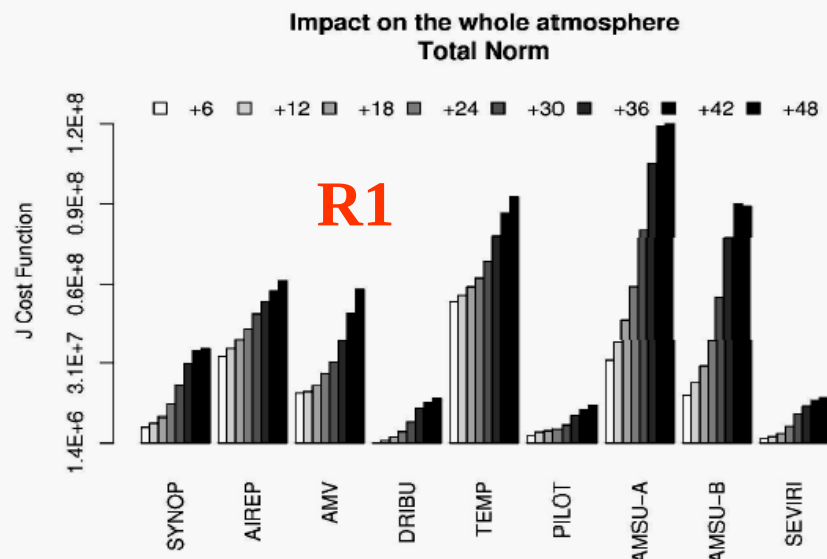
A vizsgálatot a HARMONIE/Norway korlátos tartományú modellel végeztük
(*Storto és Randriamampianina, 2009, Atmospheric science letters - elbírálás alatt*)



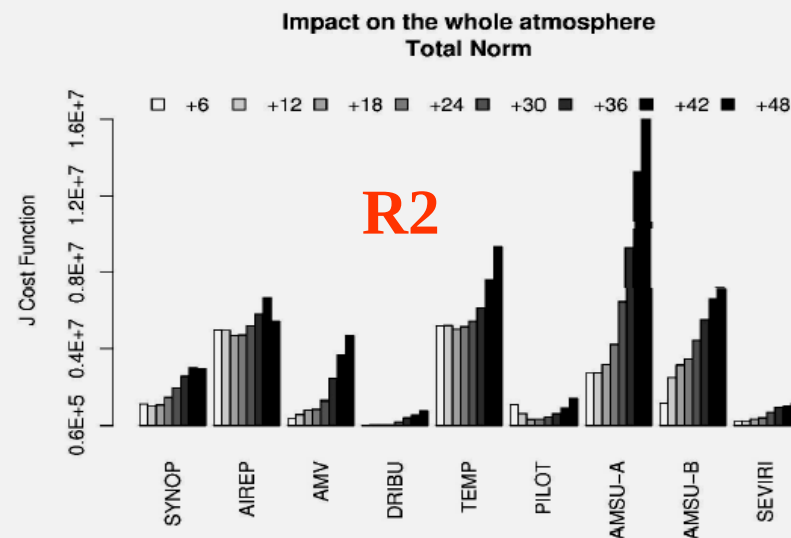
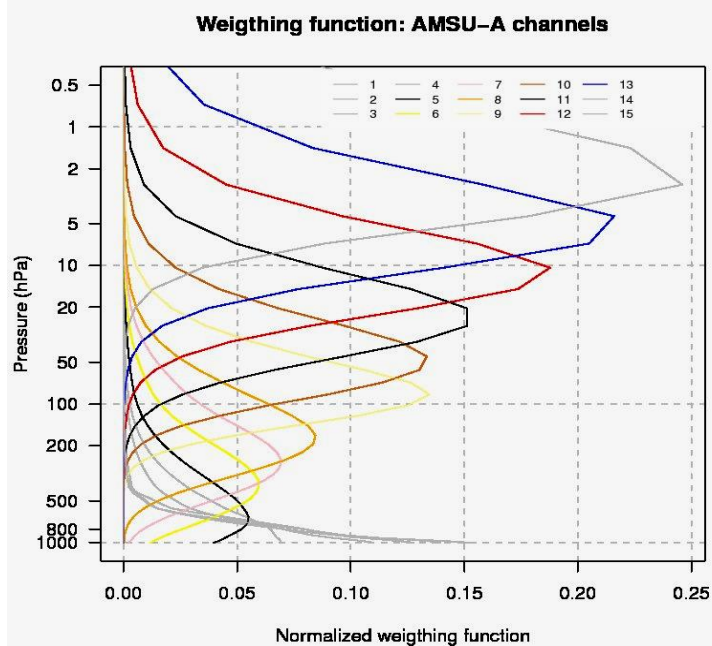
A két vizsgált tartomány
R1 (a teljes tartomány) és R2

Kiindulási alapelv:

A kezdeti feltételek hatása a t-távú előrejelzésre leírható az ún.
„total energy norm” számítása segítségével
(Ehrendorfer et al, 1999)



Modell teteje 0.2 hPa

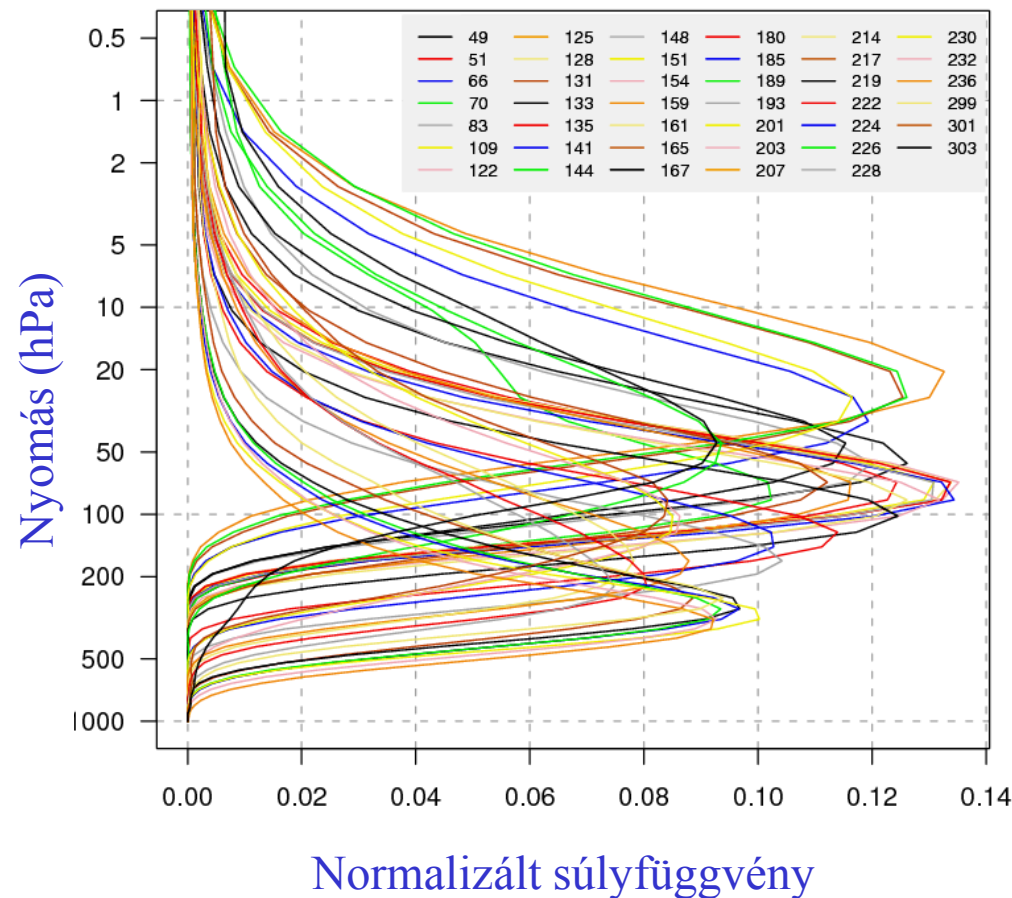


A IASI adatok hatása a HARMONIE/Norway korlátozott tartományú modellben

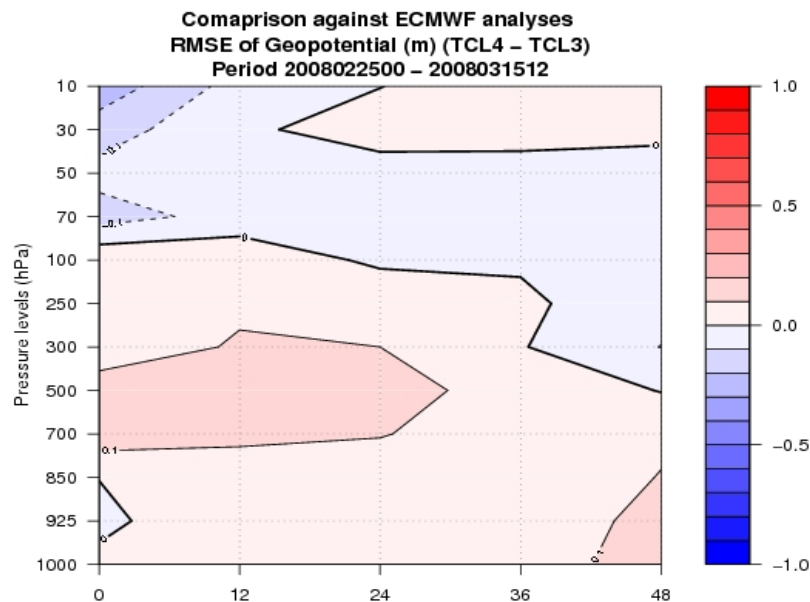
(hatásvizsgálat az IPY THORPEX/Norway kutatási projekt keretein belül)

IASI adatok használata: aktív csatornák - 41
 szárazföld fölött - 9
 tenger/jég fölött - nincs asszimiláció

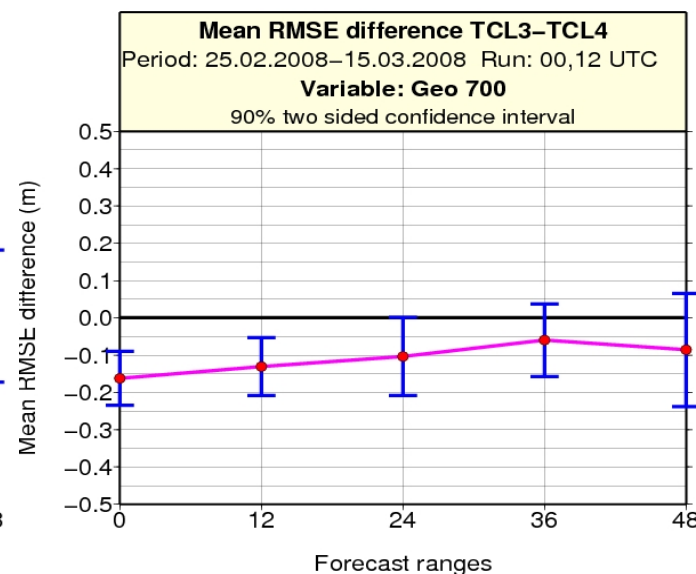
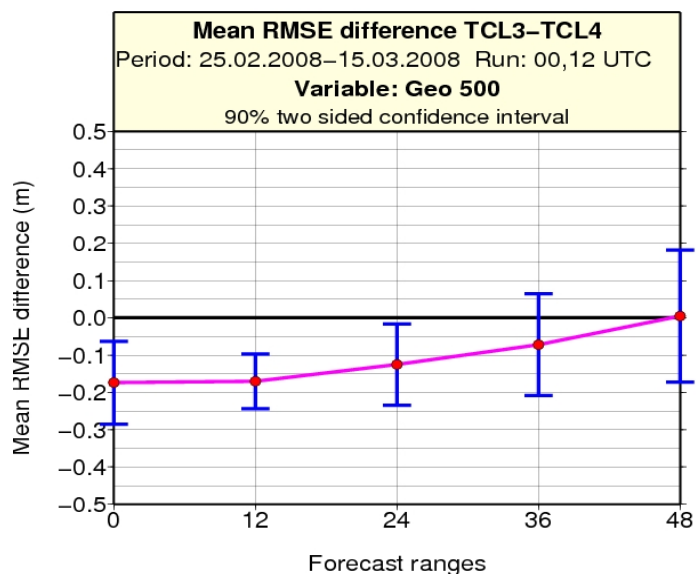
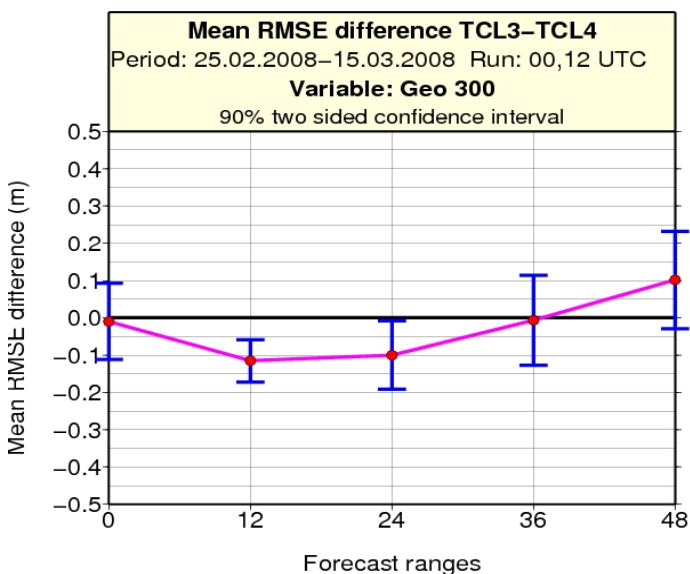
Súlyfüggvény: 41 aktív csatorna



Hatás az ECMWF analízishez képest

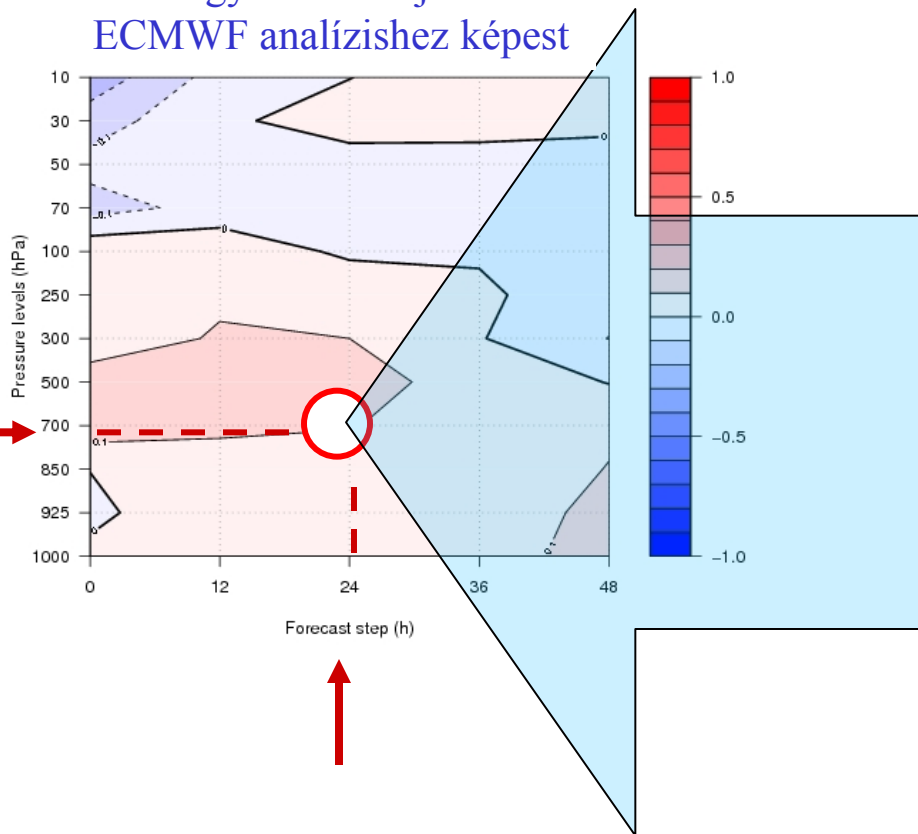


Hatás a geopotenciál
magasságra

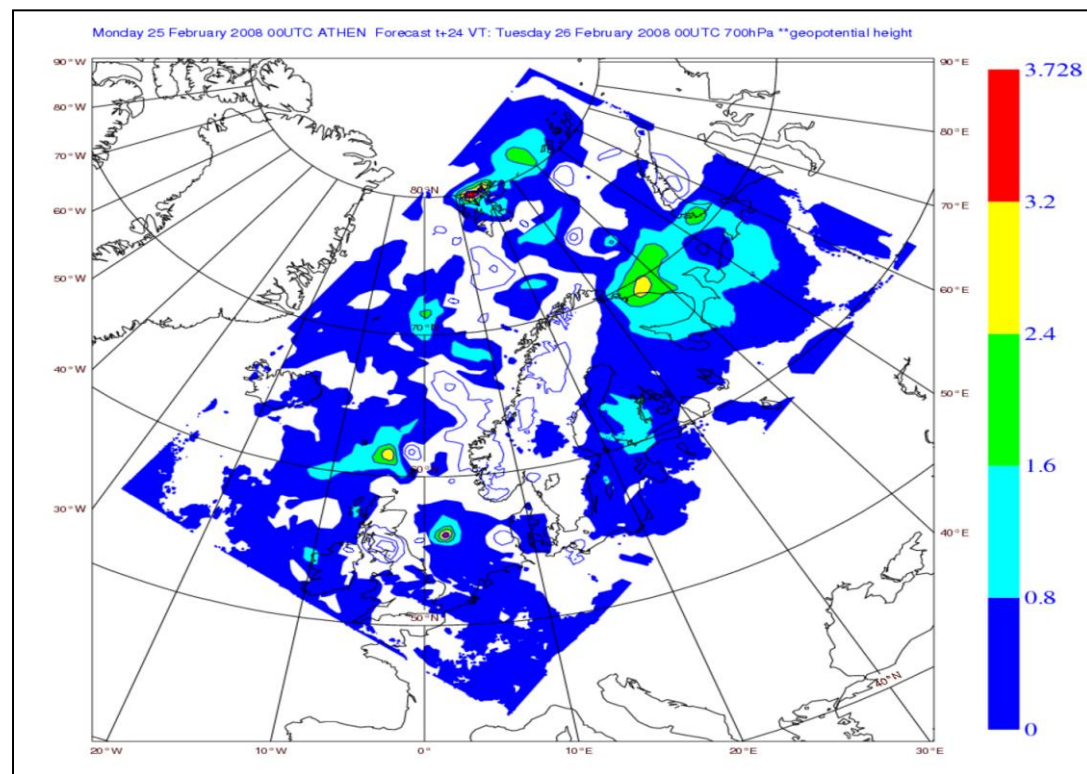


A IASI adatok hatása a 24 órás előrejelzésre 700 hPa magasságban

A geopotenciális magasság négyzetes hibája az ECMWF analízishez képest

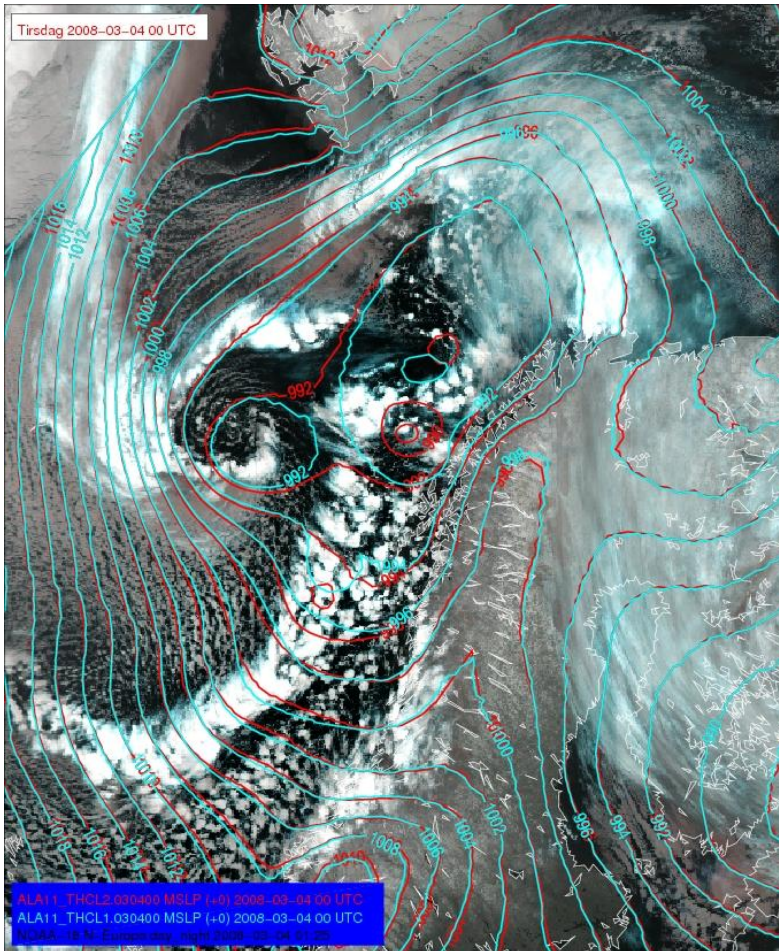


A színes területek pozitív hatást jelölnek



Esettanulmány 1

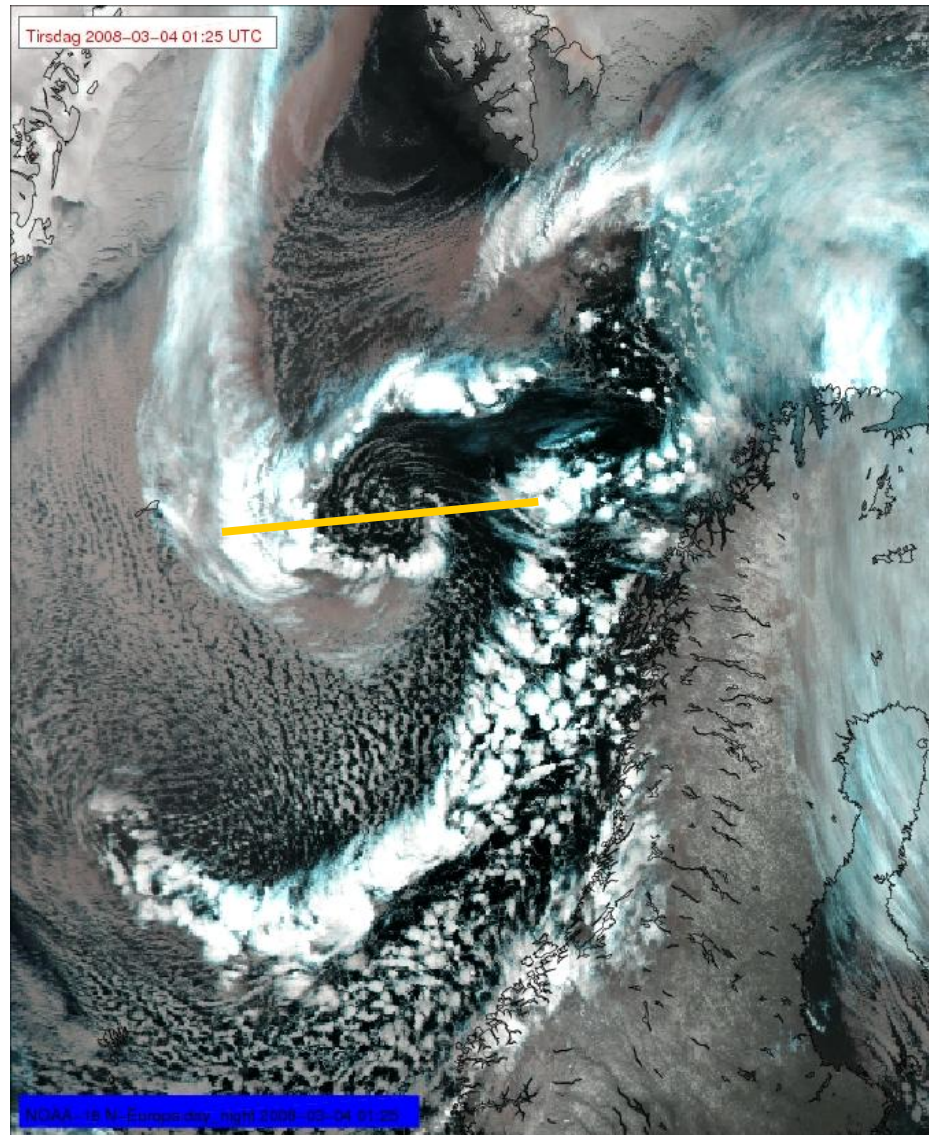
A IASI adatok hatása a „polar low”
(sarkkörü ciklon?) analízisére
eset 20080304 00 UTC-kor



IASI and noIASI

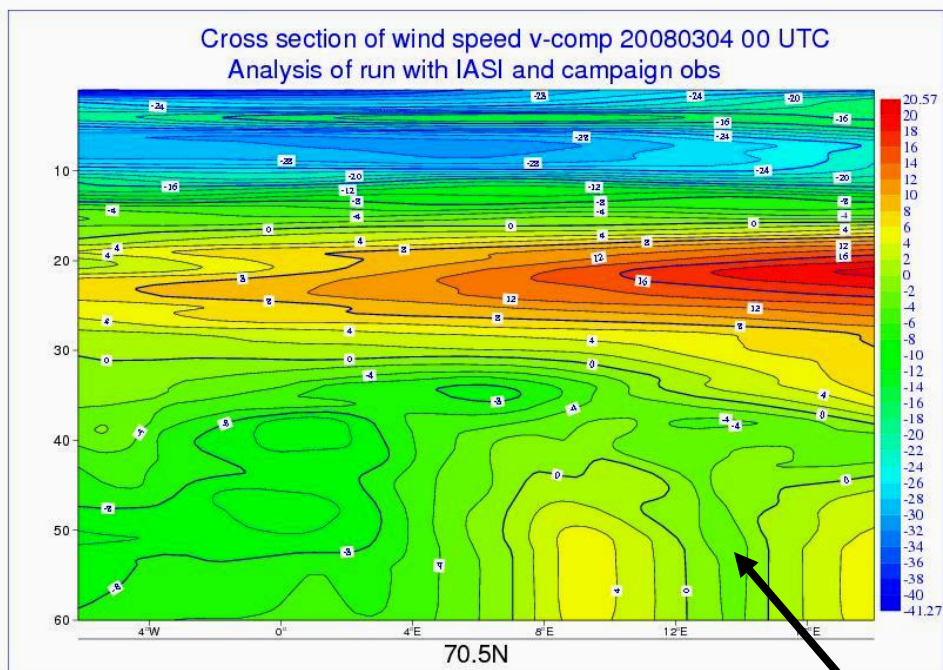
Keresztmetszet a
ciklonon keresztül

70.46N/6.15W/
70.48N/18.02

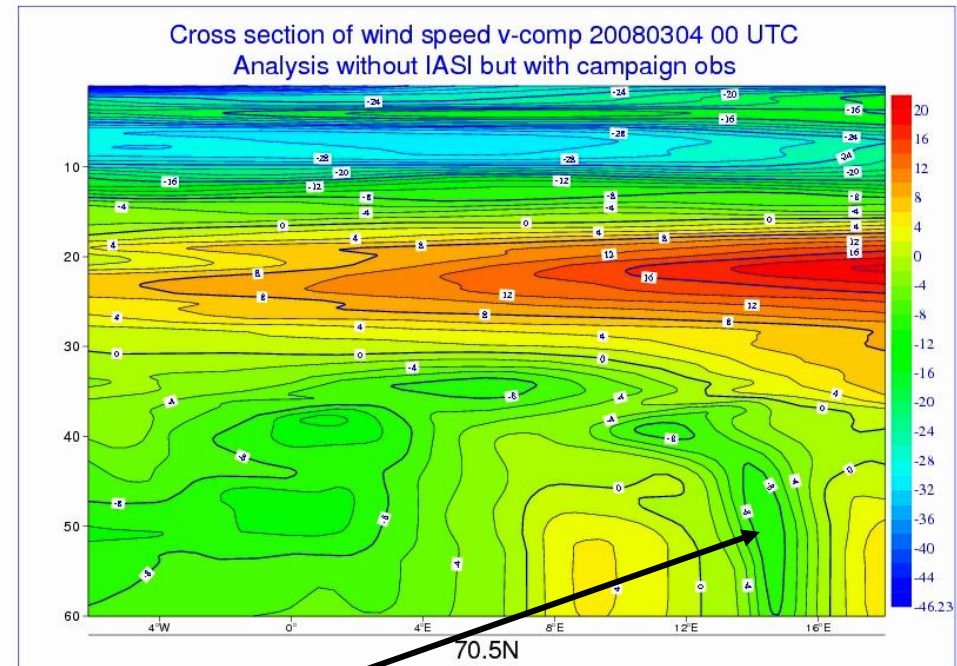


A szélesebbesség v komponensének előrejelzése a ciklon keresztmetszetében IASI adatokkal és IASI adatok nélkül

IASI adatokkal

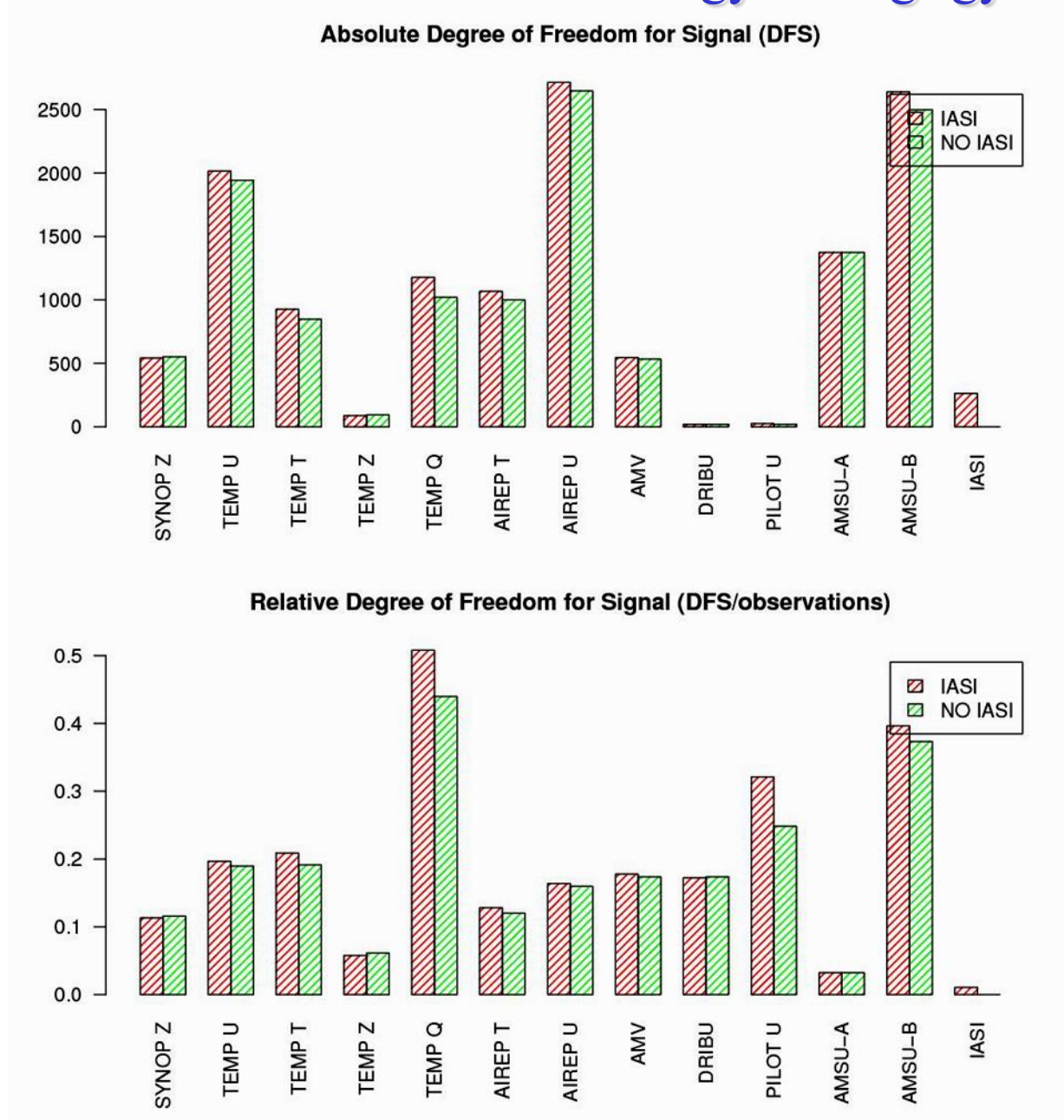


IASI adatok nélkül



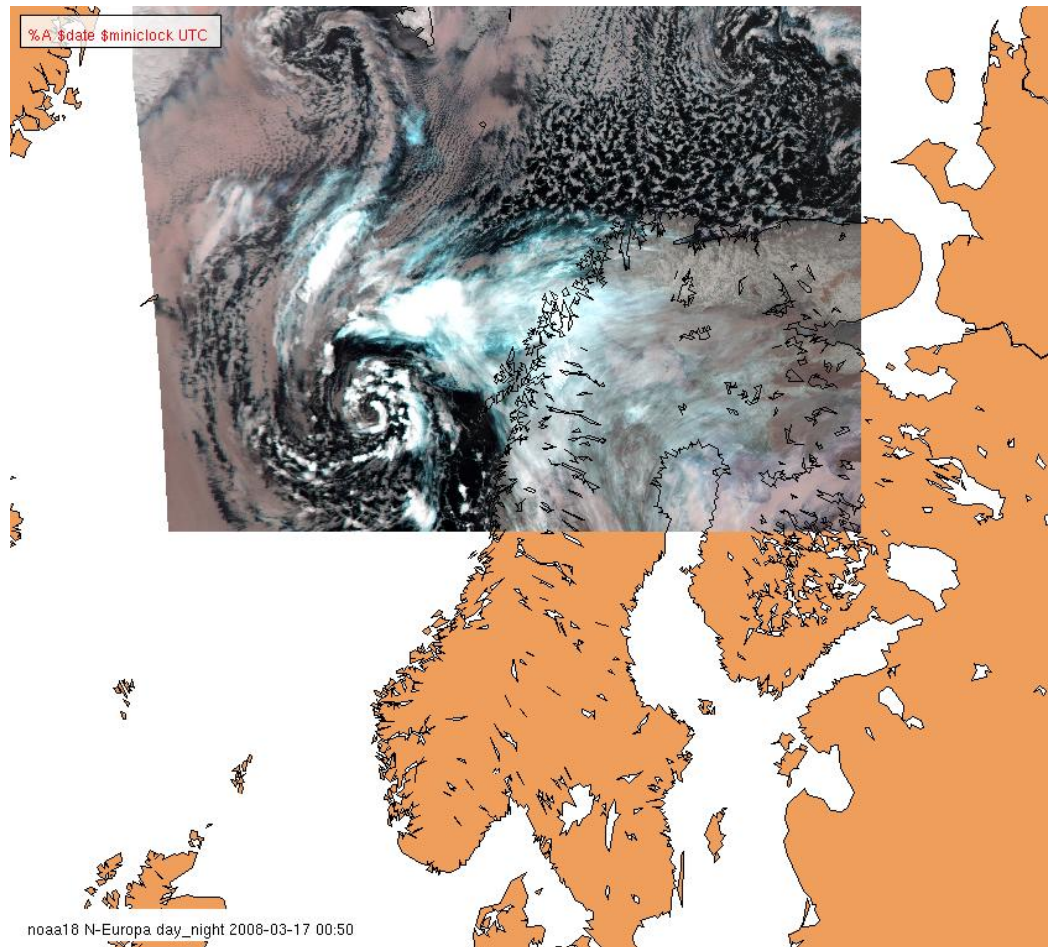
Szélesebbesség-különbség

A IASI adatok használatának hatása az egyéb megfigyelésekre



IASI esettanulmány 2

Nagyon gyorsan fejlődő ciklon
2008. március 16-17.

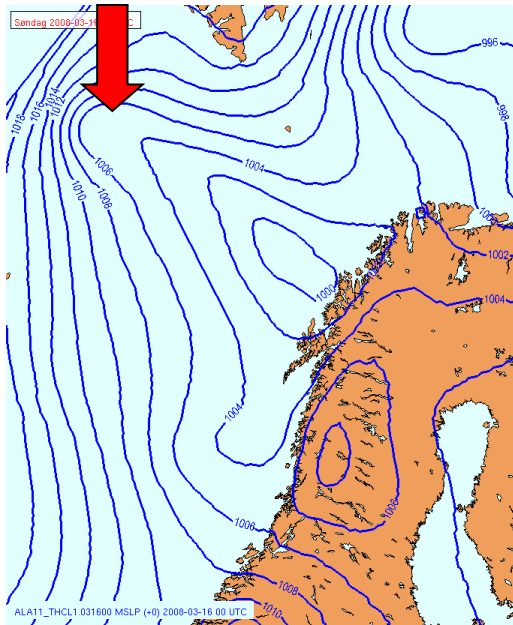


A ciklon elhelyezkedése és
erőssége
00:50 UTC-kor
2008. március 17-én

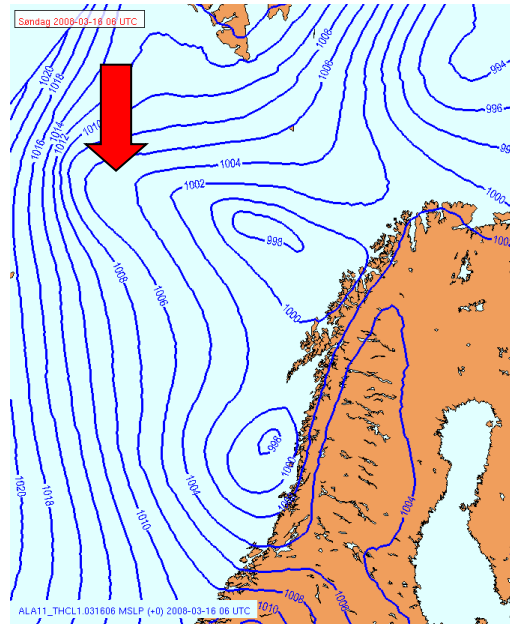
Analízisek IASI adatokkal

Hatásvizsgálat -4.

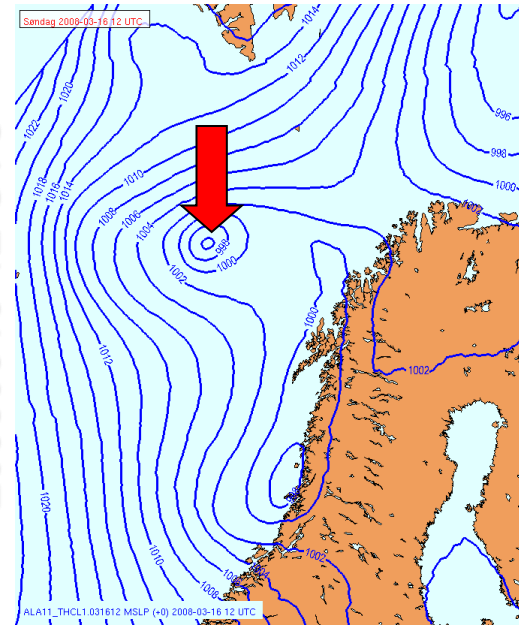
20080316 00 UTC



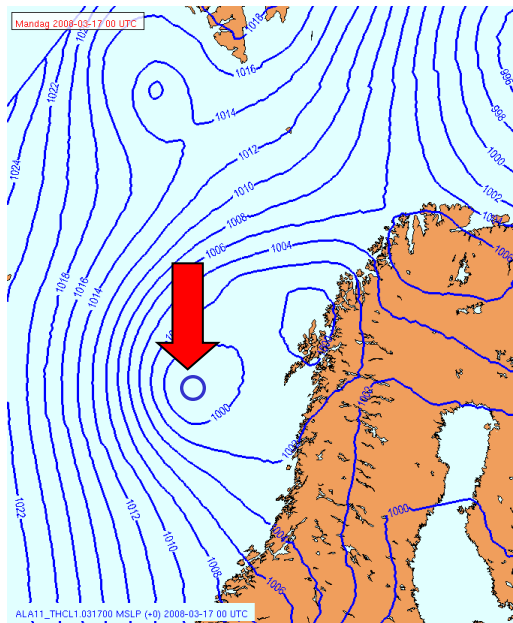
20080316 06 UTC



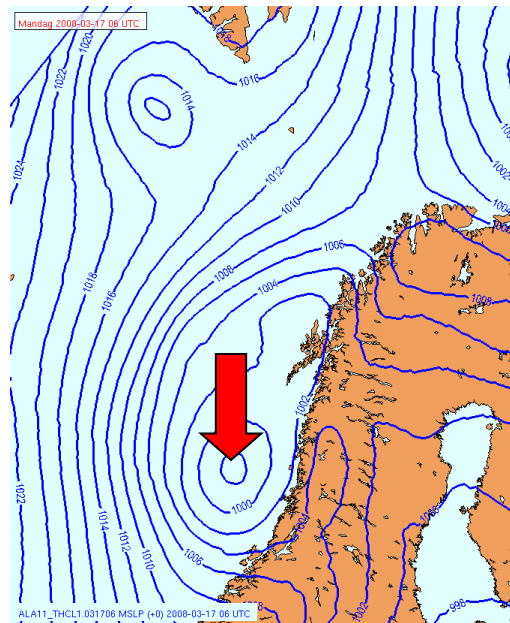
20080316 12 UTC



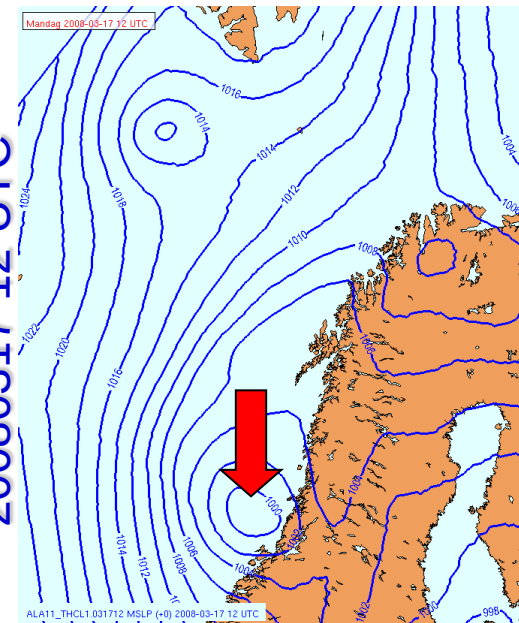
20080317 00 UTC



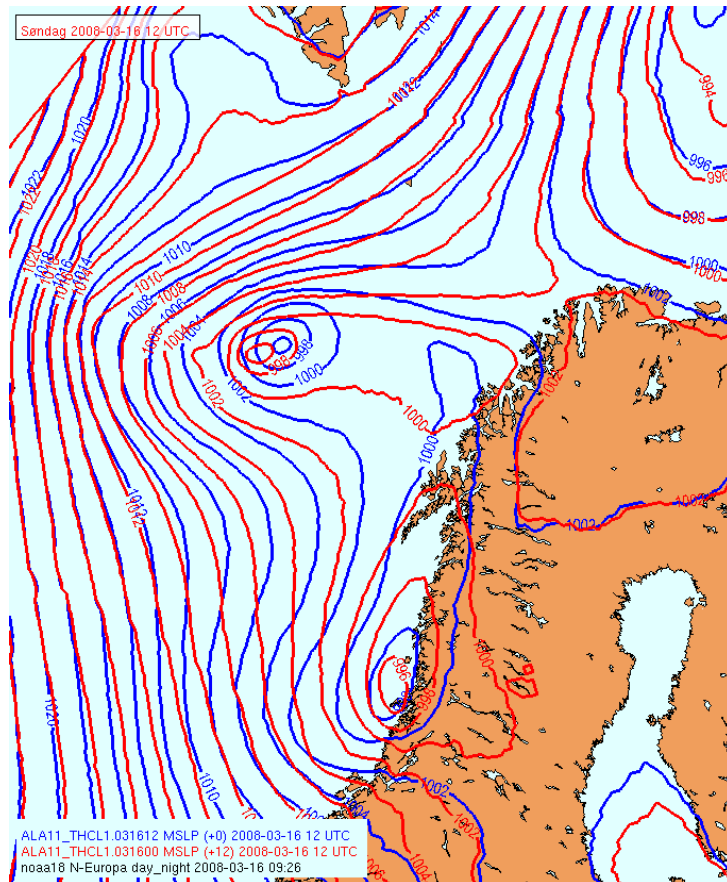
20080317 06 UTC



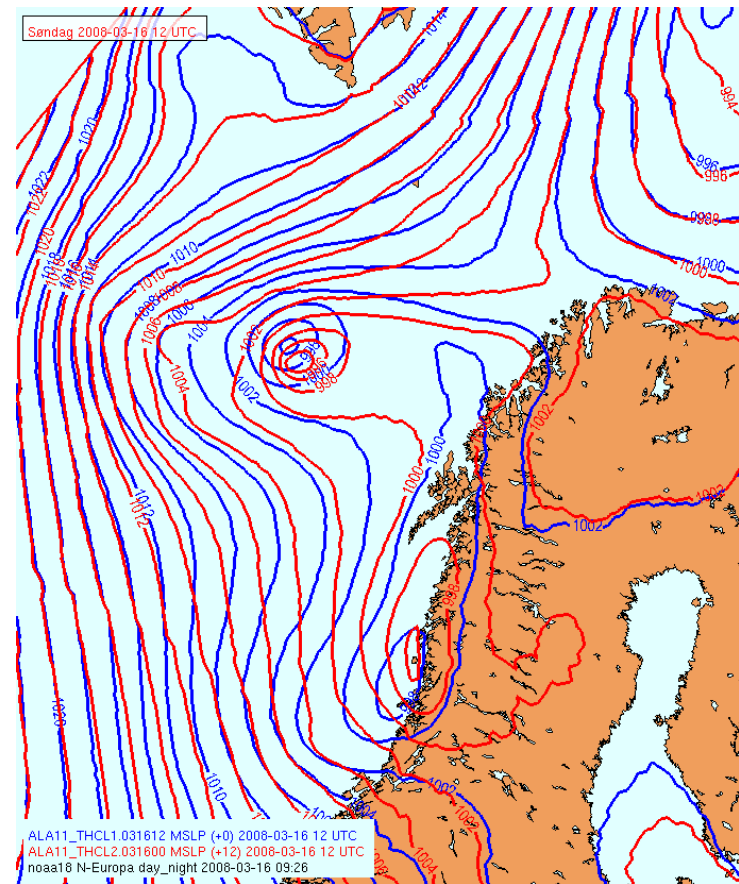
20080317 12 UTC



12-órás előrejelzés, mely 20080316 12UTC-ra érvényes

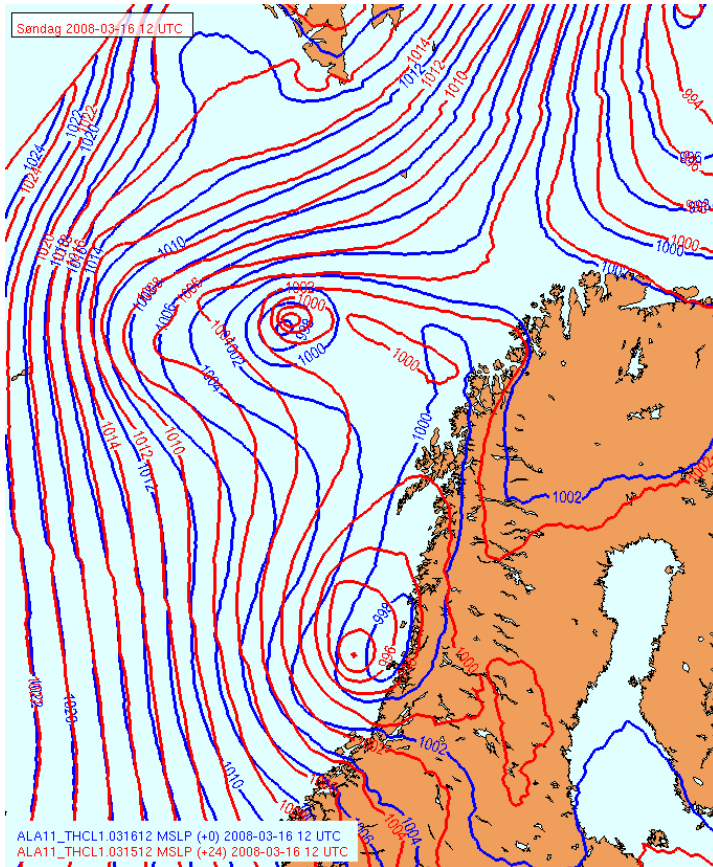


IASI adatokkal

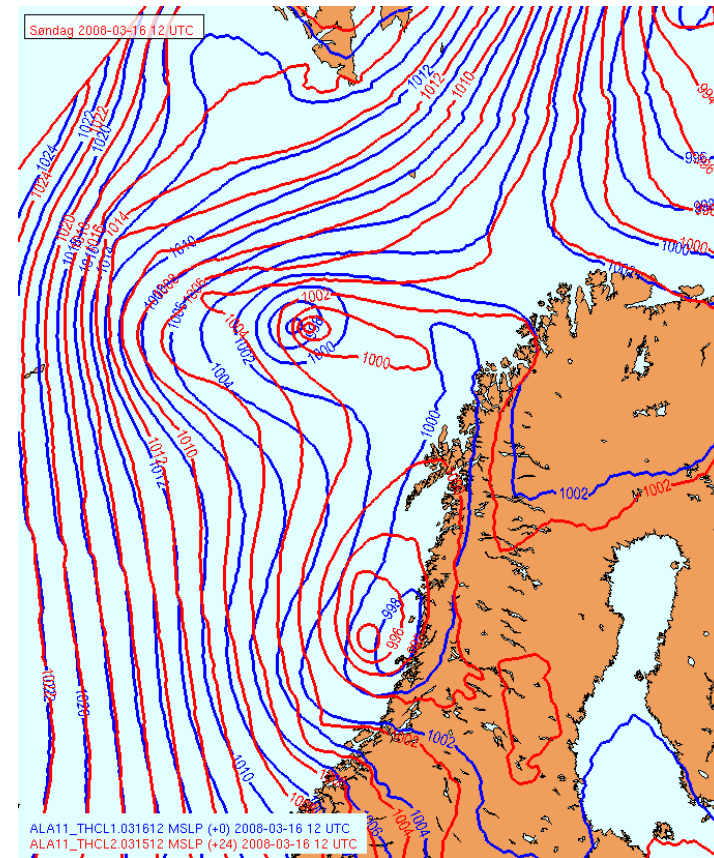


IASI adatok nélkül

24-órás előrejelzés, mely 20080316 12UTC-ra érvényes

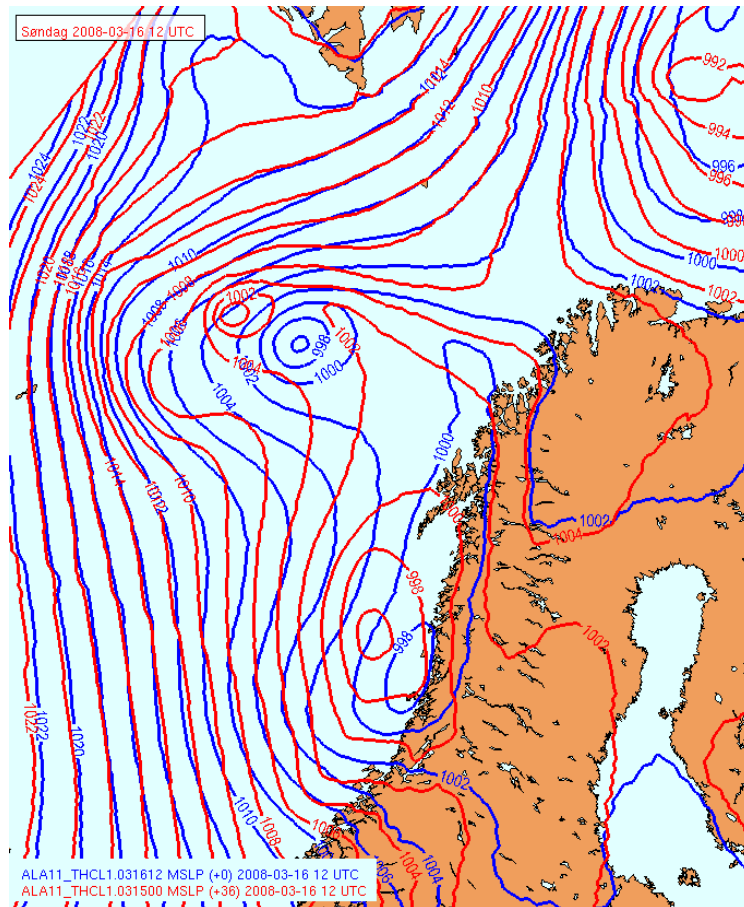


IASI adatokkal

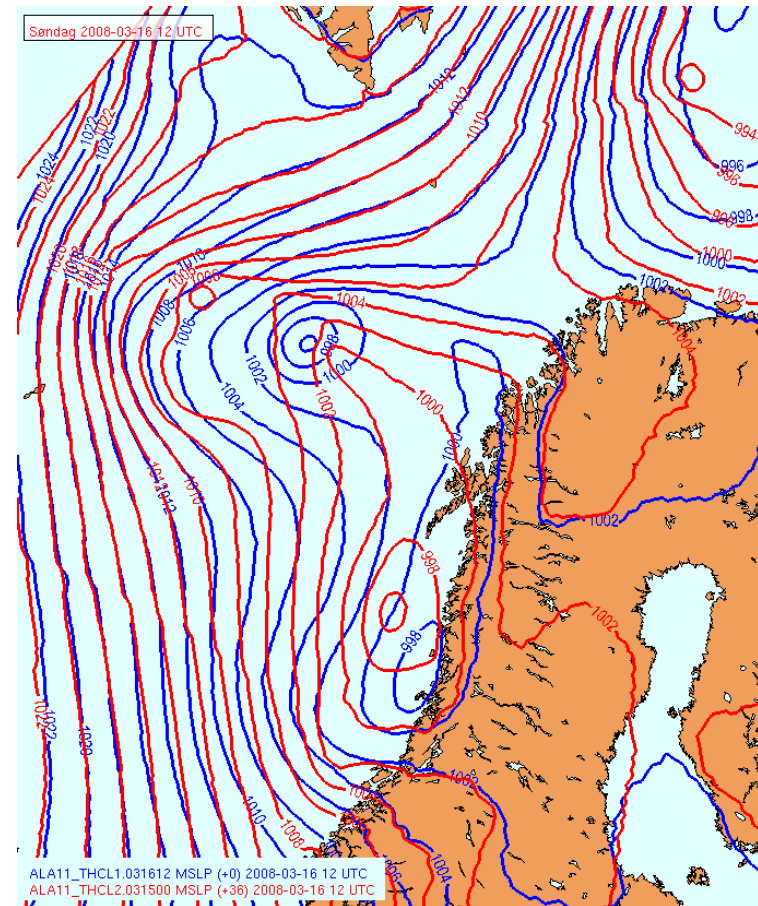


IASI adatok nélkül

36-órás előrejelzés, mely 20080316 12UTC-ra érvényes



IASI adatokkal



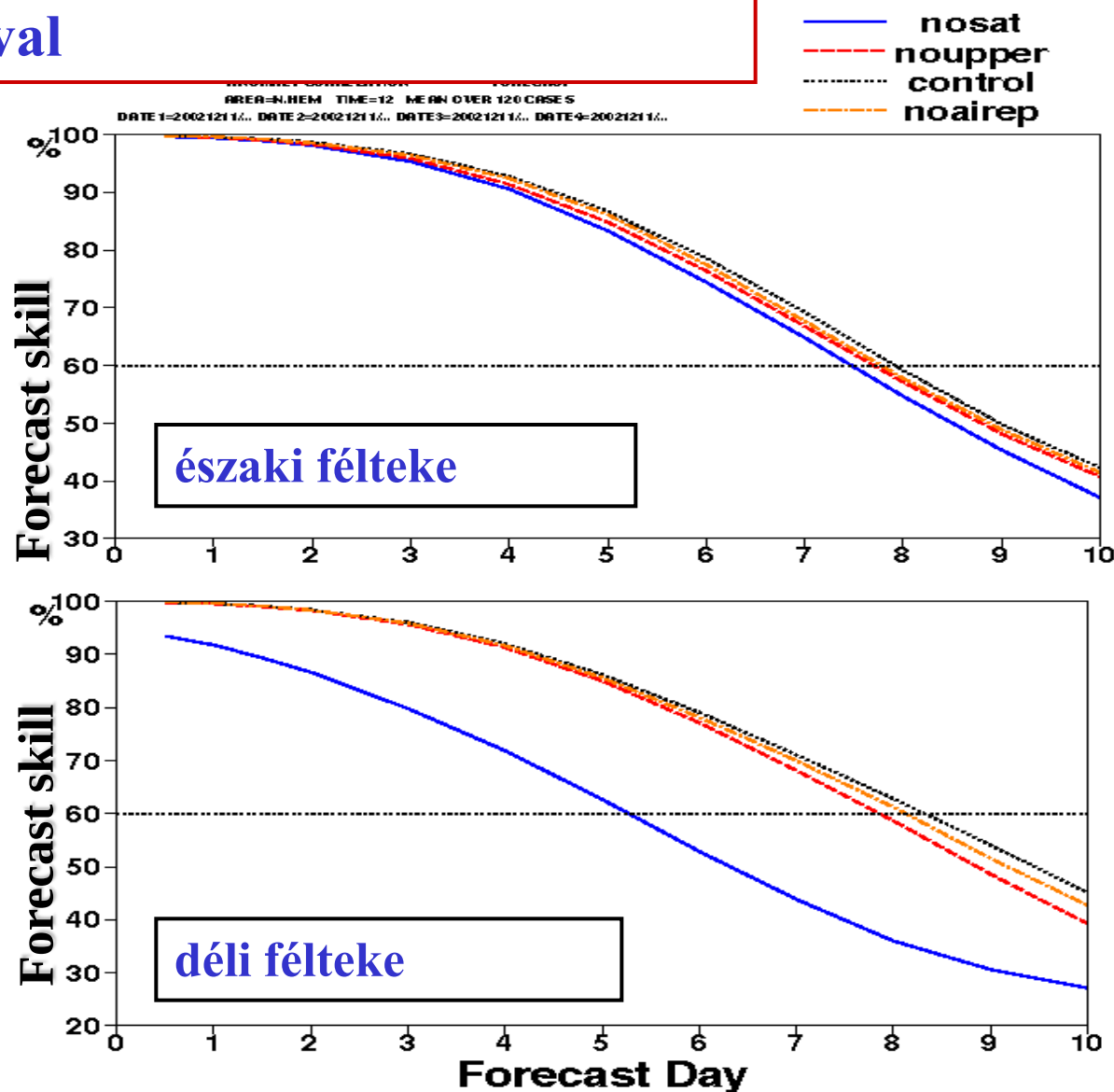
IASI adatok nélkül

- Bevezetés
- A műholdas adatok és sajátosságai az adatasszimiláció szempontjából
 - (radiancia formában)
 - AMV (származtatott szél adatok)
- A műholdas adatok használatának rövid története
- Tapasztalataim a hatásvizsgálatok terén
- Következtetések

4 hónapos kísérletek eredménye az ECMWF analízis és előrejelzési rendszerével végzett különböző megfigyelések kivonásával

Manapság a hatásvizsgálatok egyre jobban igazolják a műholdas adatok jelentőségét a globális megfigyelési rendszerben.

Tony Mc Nally (ECMWF)



- A különböző meteorológiai központokban végzett hatásvizsgálatok eredményei rámutattak arra, hogy a műholdas adatok fontos szerepet töltenek be az időjárás-előrejelzésben. Mindez nemcsak a globális, hanem a korlátolt tartományú modellekre is igaz (gyors, lokális időjárási jelenségek).
- A IASI adatok használata olyan értékes plusz információt visz az adatasszimilációs rendszerbe, amely a többi adatra is hatást gyakorol

Kihívások

- A továbbiakban fontos feladat a felszint érzékelő csatornák bevonása az adatasszimilációs rendszerbe szárazföld felett is
- A felhők alatt érzékelő infravörös csatornák adatainak asszimilálására már vannak ugyan kísérletek, azonban ezen a téren még sok a fejleszteni való
-

Köszönöm a figyelmet!