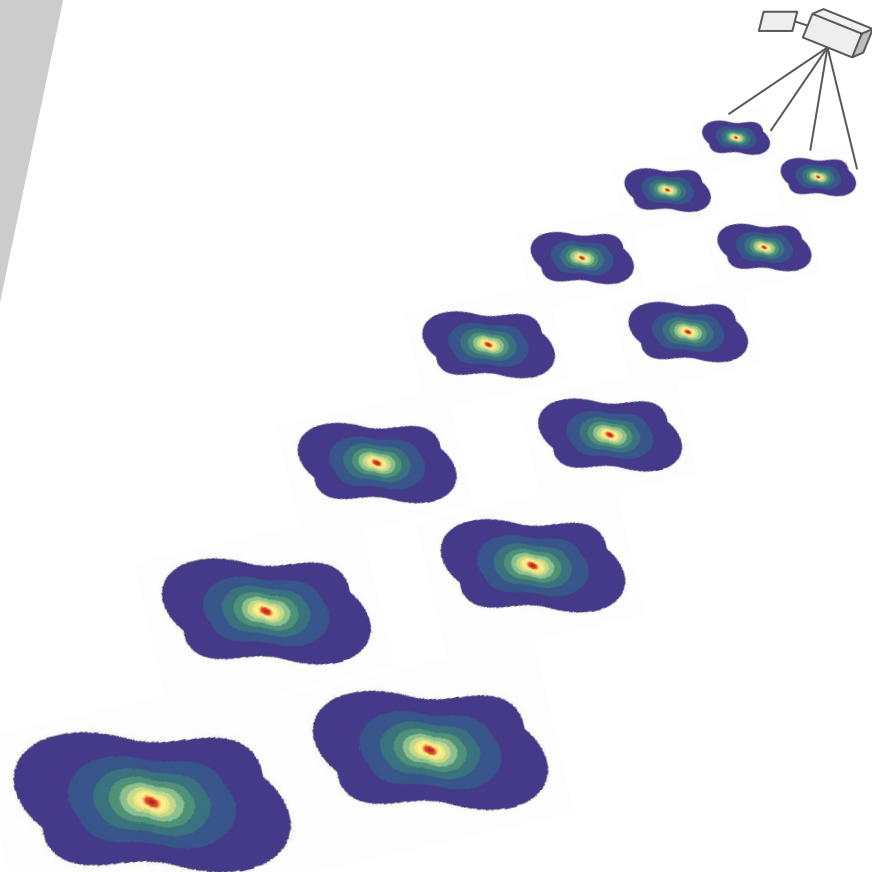


Műholdas megfigyelések adatasszimilációja nagy felbontású időjárás előrejelző modellben

Mile Máté (matem@met.no)
(Norvég Meteorológiai Intézet)

Roger Randriamampianina
(Norvég Meteorológiai Intézet)

Gert-Jan Marseille
(Holland Királyi Meteorológiai Intézet)



Fotó: Gerard Regle



Fram múzeum Oslo



Fotó: Eli Anne Ersdal

Fotó: U.S. Coast Guard



Fotó: Gunnar Noer



Fotó: Eivind Støylen

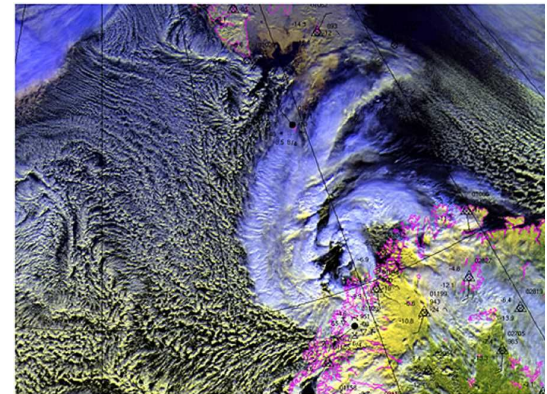
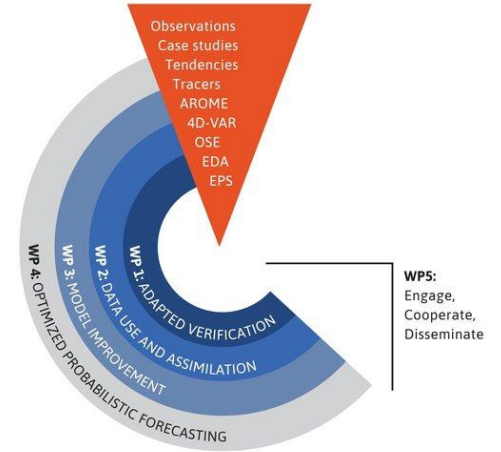
ALERTNESS projekt:

(Advanced models and weather prediction in the Arctic: Enhanced capacity from observations and polar process representations)

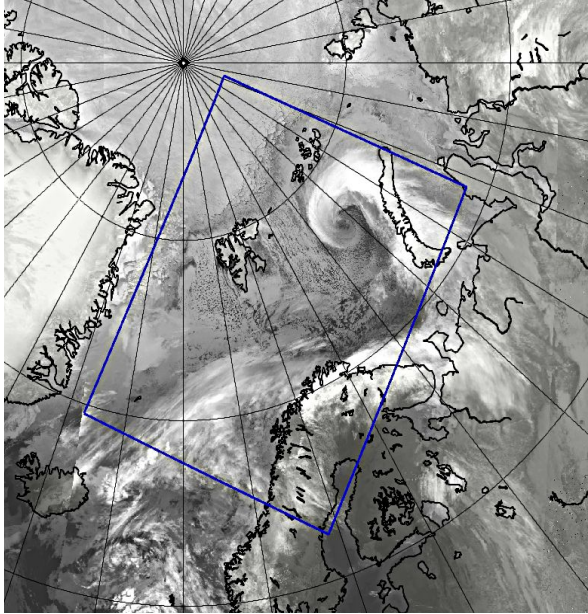
Megbízható és pontos időjárás előrejelző és veszélyjelző rendszer fejlesztése hajózási, üzleti és társadalmi igények számára az Arktikus régióban.

Projekt vezetés: MET Norway

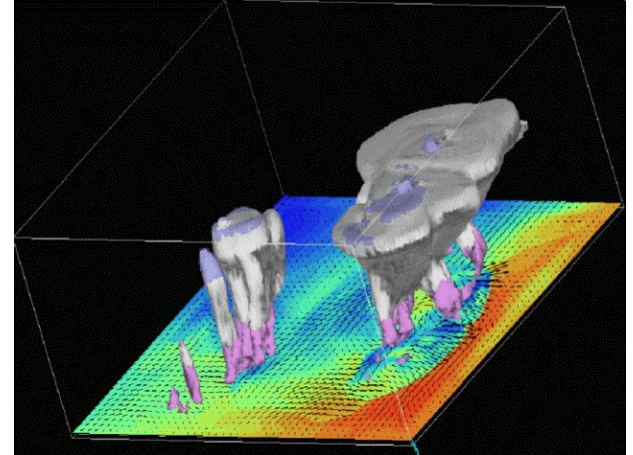
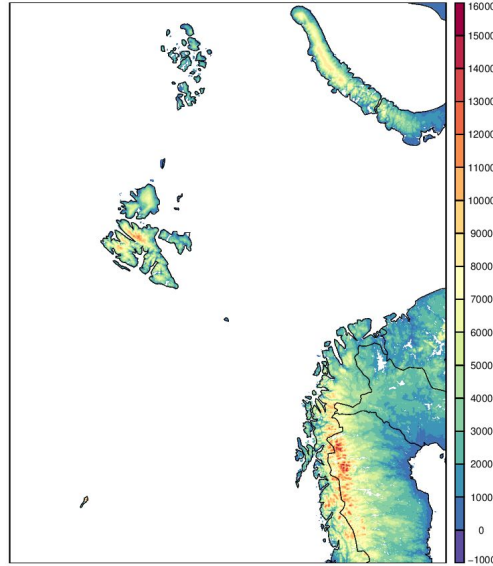
Finanszírozás: Norvég Kutatási Alap



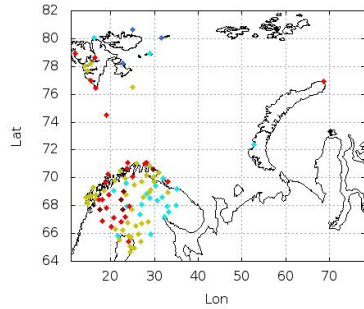
Nagy felbontású korlátos tartományú AROME modell



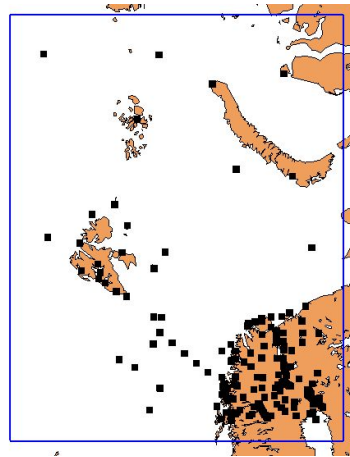
AROME-Arctic tartomány



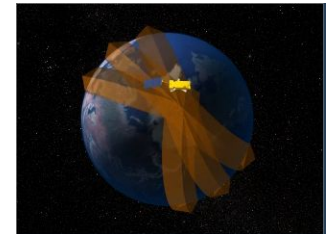
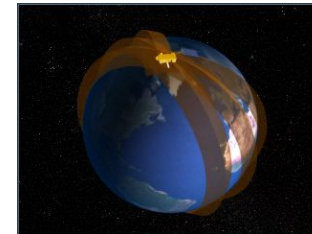
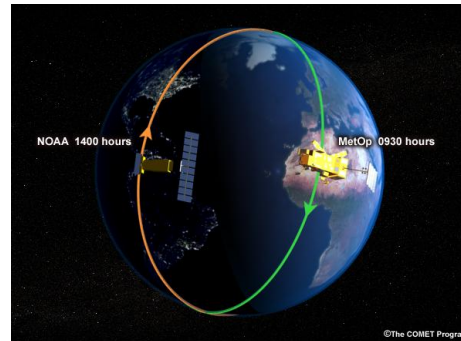
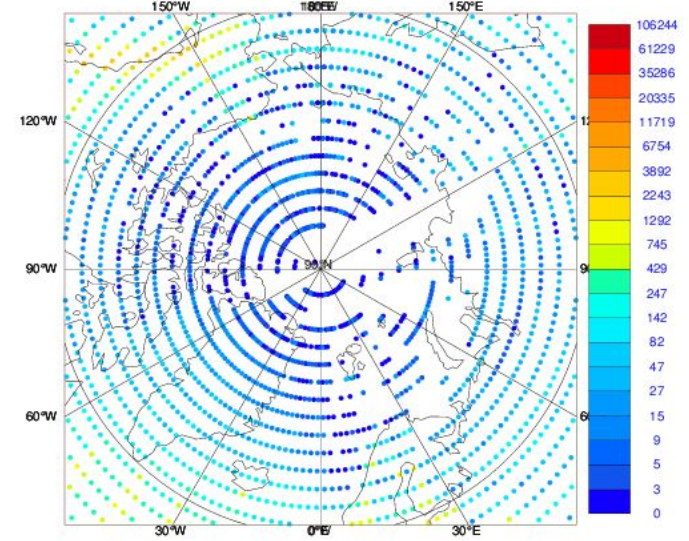
AROME modell (Météo-France)



Randriamampianina et al. (2019)

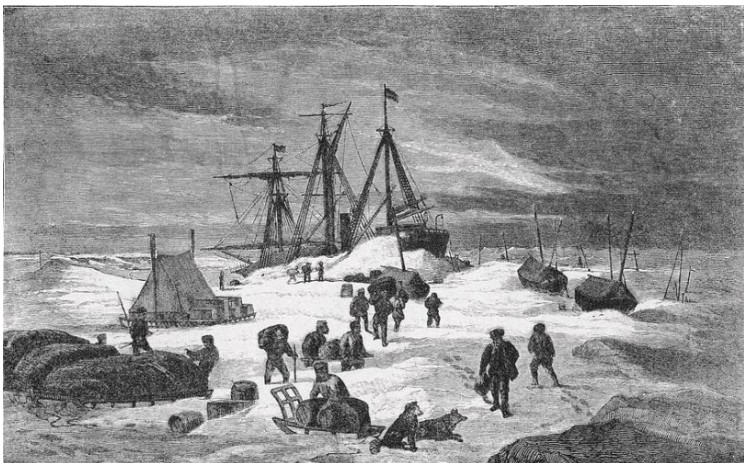


WINDSPEED FROM AMDAR
 NUMBER OF OBSERVATIONS PER GRID SQUARE (USED)
 DATA PERIOD = 2017-04-20 09 - 2017-05-20 09
 EXP = 0001, LEVEL = 0.00 - 400.00 HPA
 Min: 0 Max: 61229 Mean: 17483.836
 GRID: 2.00x 2.00

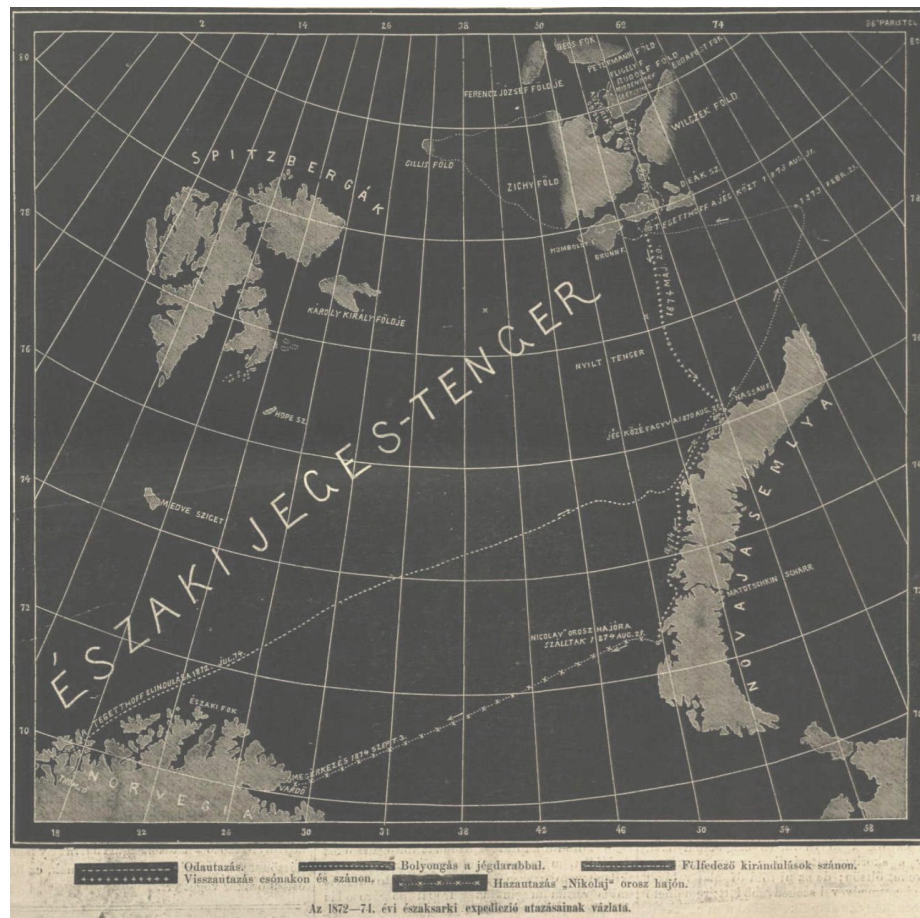


Illusztráció: The COMET program

Osztrák–magyar északi-sarki expedíció (1872-74)



(Forrás : Wikipedia)



Tartalom

Bevezetés

Motiváció

Adatasszimilációs diagnosztika

Verifikációs eredmények

Konklúzió

Motiváció



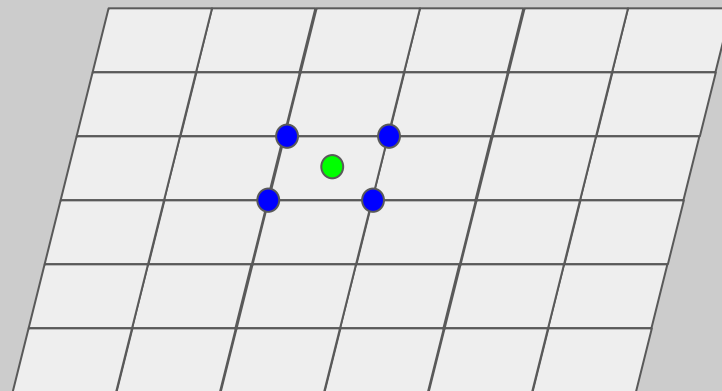
Megfigyelés



Modellezett
megfigyelés



Modell háttér mező



Motiváció



Megfigyelés

(megfigyelési hiba)



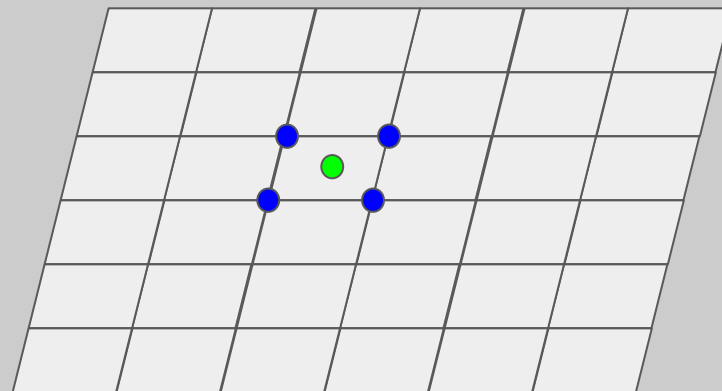
Modellezett
megfigyelés

(megfigyelési operátor hiba)



Modell háttér mező

(modell hiba)

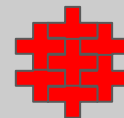


Motiváció



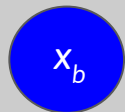
Megfigyelés

(megfigyelési hiba)
(*reprezentativitási hiba*)



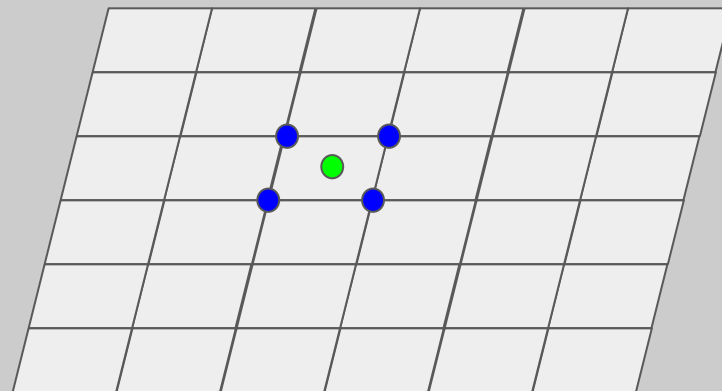
Modellezett
megfigyelés

(megfigyelési operátor hiba)



Modell háttér mező

(modell hiba)



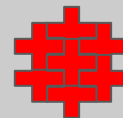
Motiváció



Megfigyelés

(megfigyelési hiba)
(reprezentativitási hiba)

**Megfigyelés által leírt kis skálájú
folyamatok amelyek a modellben
nem reprezentáltak**

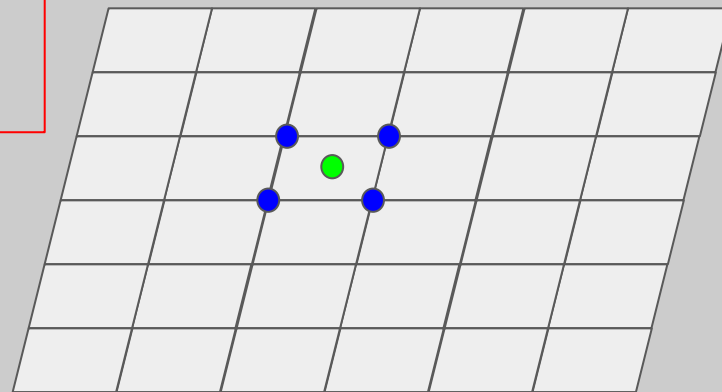


Modellezett
megfigyelés

(megfigyelési operátor hiba)



Modell háttér mező (modell hiba)



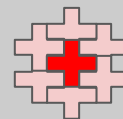
Motiváció



Megfigyelés

(megfigyelési hiba)
(reprezentativitási hiba)

**Megfigyelés által leírt kis skálájú
folyamatok amelyek a modellben
nem reprezentáltak**



megfigyelés ritkítás
vagy szupermegfigyelés

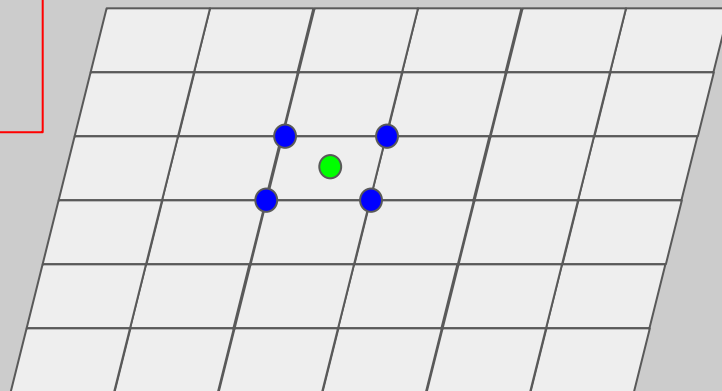


Modellezett
megfigyelés

(megfigyelési operátor hiba)



Modell háttér mező (modell hiba)

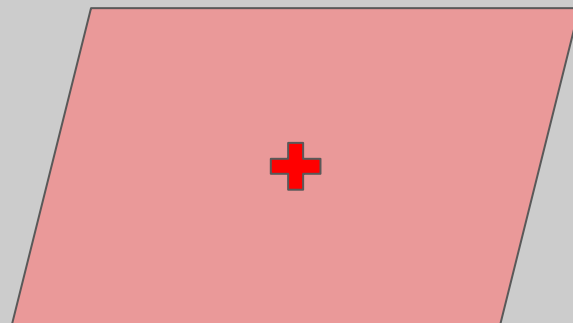


Motiváció



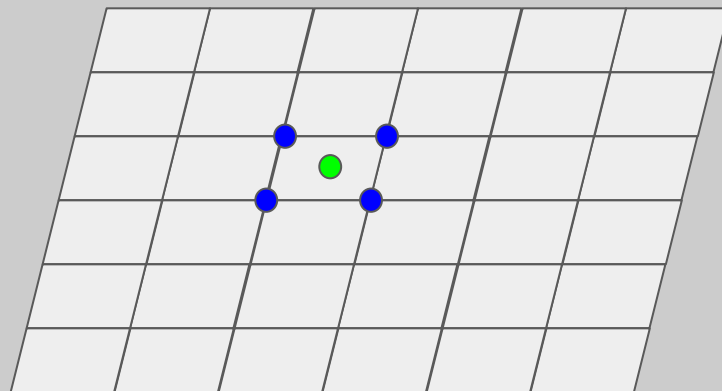
Megfigyelés

(megfigyelési hiba)
(*reprezentativitási hiba*)



Modellezett
megfigyelés

(megfigyelési operátor hiba)



Modell háttér mező

(modell hiba)

Motiváció



Megfigyelés

(megfigyelési hiba)
(reprezentativitási hiba)

Megfigyelés felbontás

<<

Modell felbontás

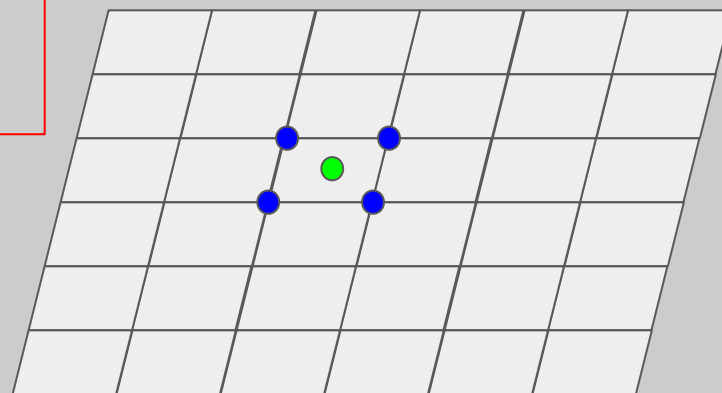
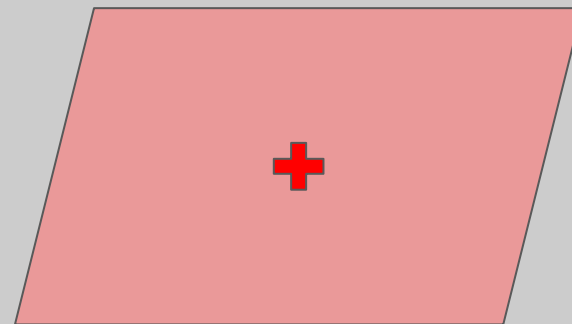
(megfigyelési operátor hiba)



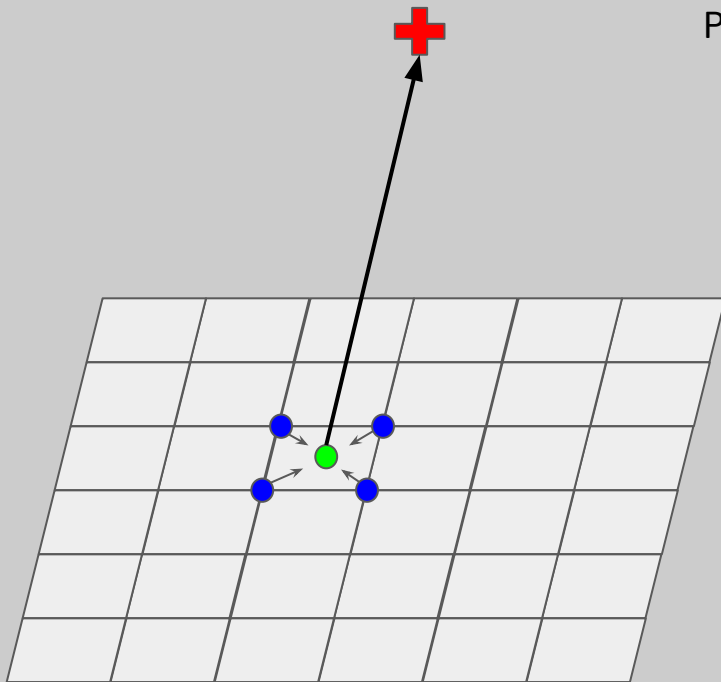
Modellezett
megfigyelés



Modell háttér mező (modell hiba)

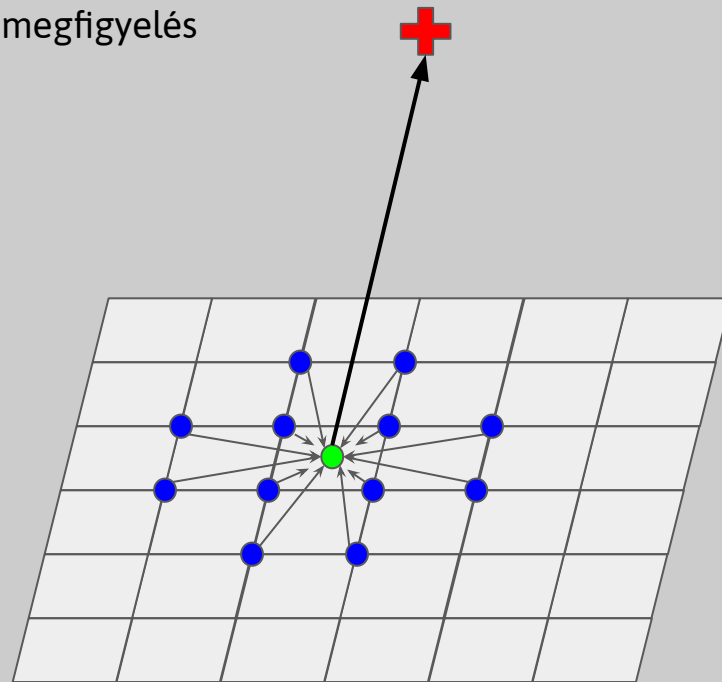


Megfigyelési operátor



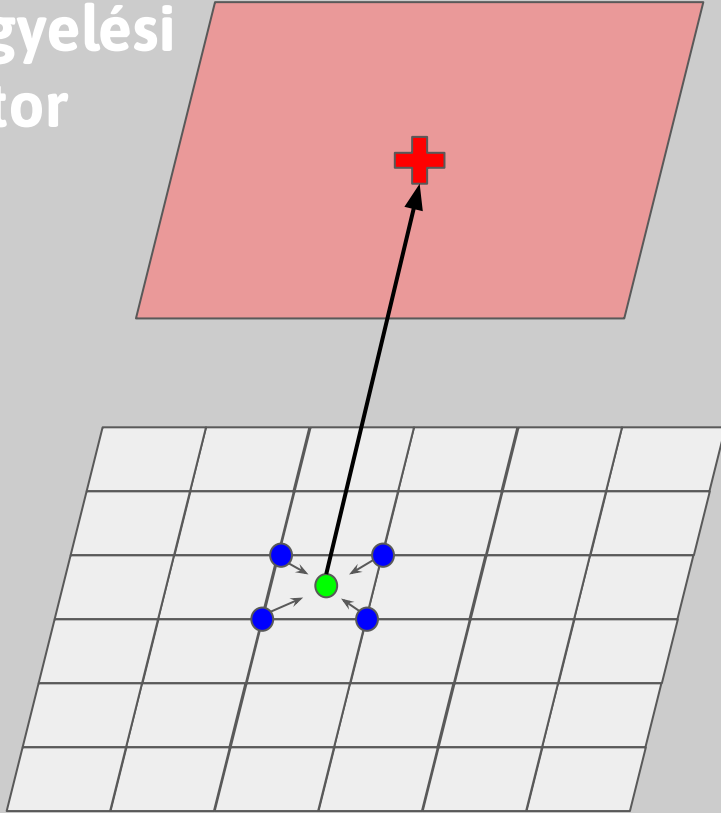
4 pontos horizontális interpoláció

Pontszerű megfigyelés



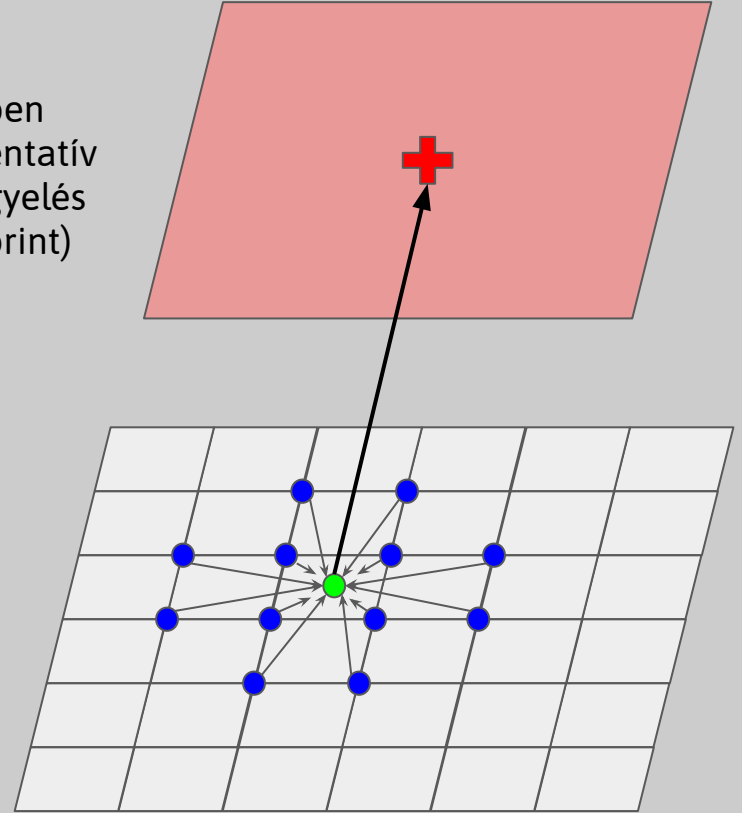
12 pontos horizontális interpoláció

Megfigyelési operátor



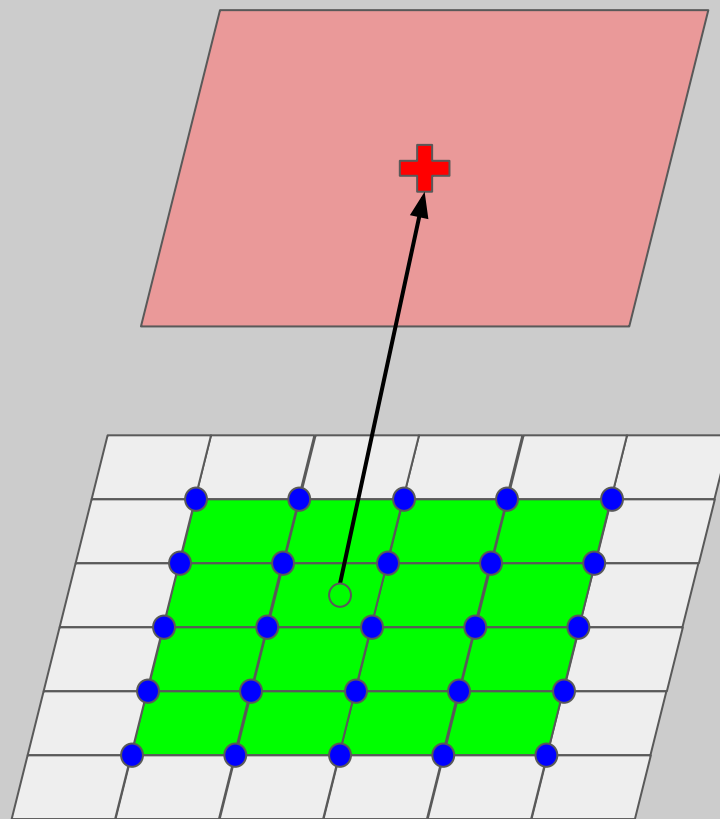
4 pontos horizontális interpoláció

Térben
reprezentatív
megfigyelés
(footprint)



12 pontos horizontális interpoláció

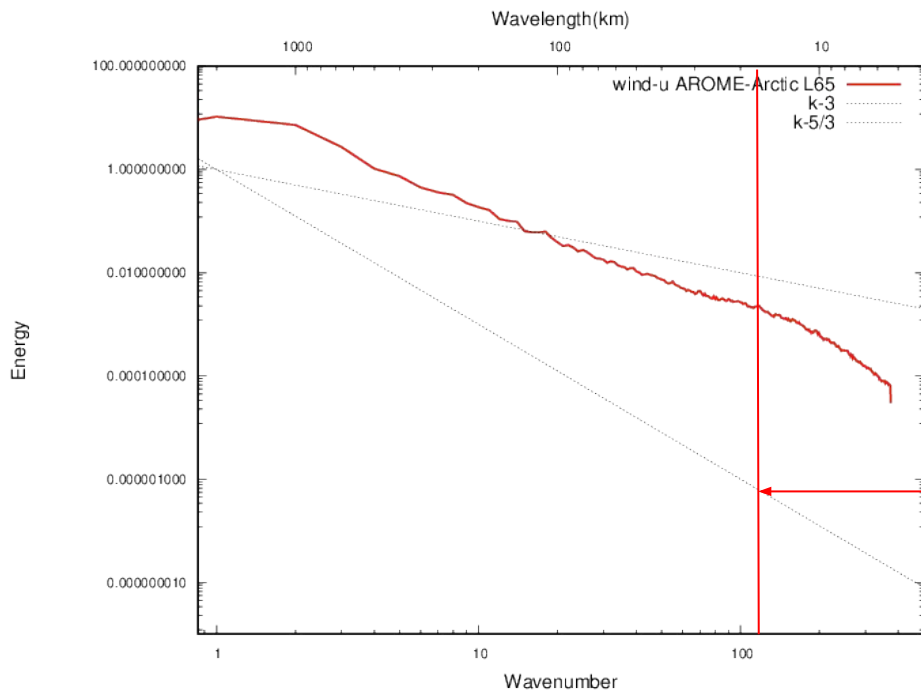
Megfigyelési operátor



Modell felskálázás
(Supermodding)

A célunk ezen **térbeli reprezentatívási hiba** feltárása és hatásának vizsgálata az adatasszimilációs rendszerben.

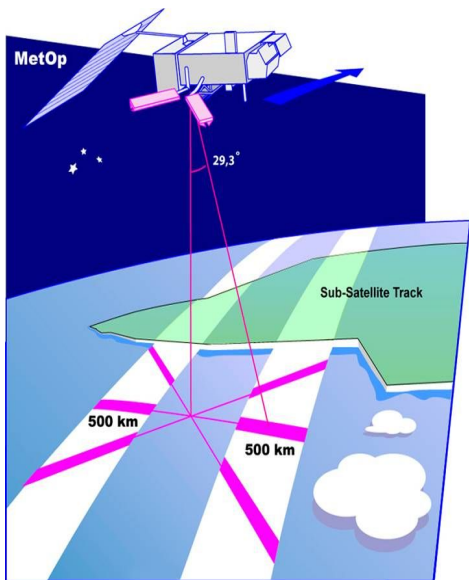
Effektív felbontás (Skamarock 2004; Ricard et al. 2013)



AROME-Arctic (2.5km)
KE spektrum

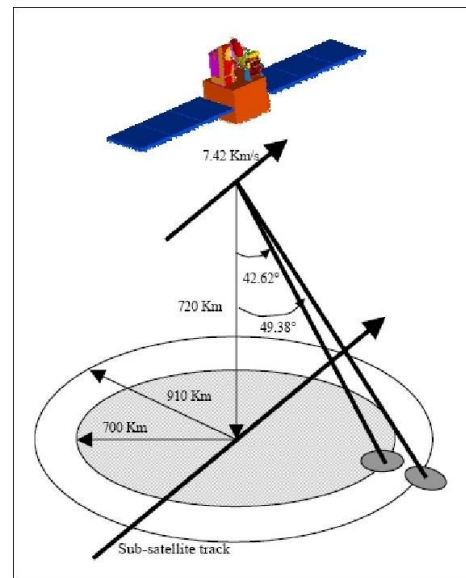
AROME-Arctic (2.5km)
effektív felbontás: ~20 km

Effektív felbontás (Marseille and Stoffelen 2017)



Ábra: EUMETSAT

ASCAT megfigyelés sűrűség: 12.5km
effektív felbontás: ~25-30 km



Ábra: ISRO

OSCAT megfigyelés sűrűség: 50km
effektív felbontás ~100 km

AROME-Arctic effektív felbontás > Scatterometer effektív felbontás



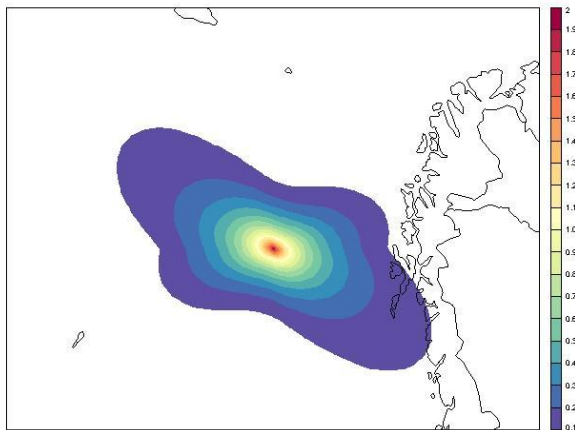
Supermodding

1 megfigyeléssel

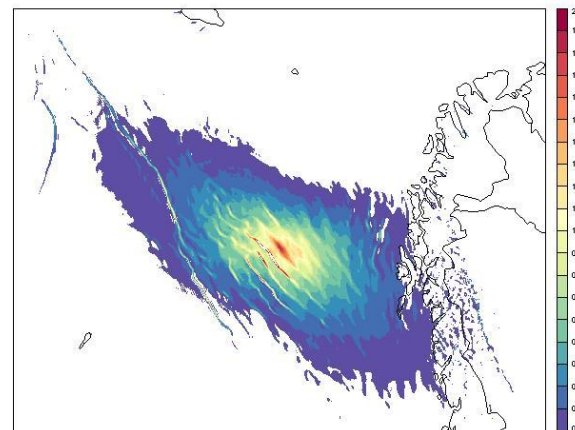
10km-es modell felskálázás



AROME-Arctic
3D-Var
(zonális komponens)

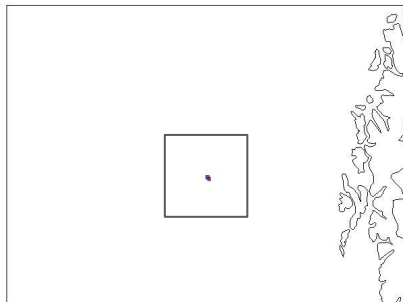


AROME-Arctic
4D-Var
(zonális komponens)

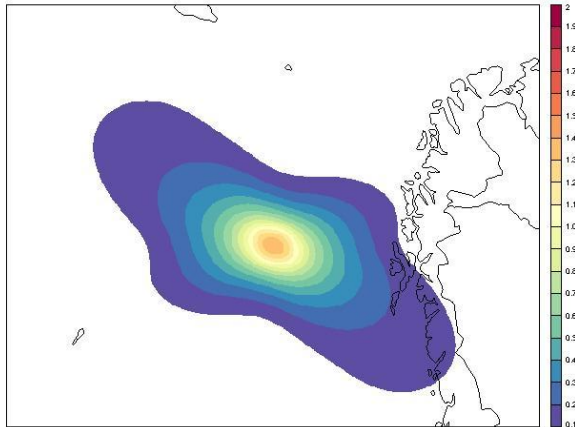


1 megfigyeléssel

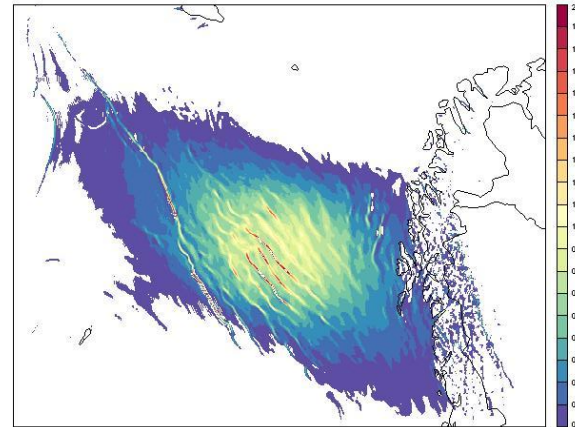
100km-es modell felskálázás



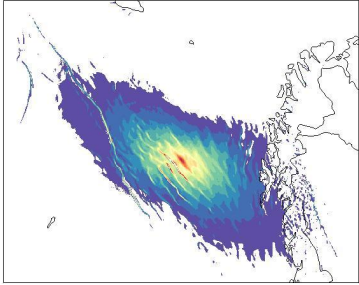
AROME-Arctic
3D-Var
(zonális komponens)



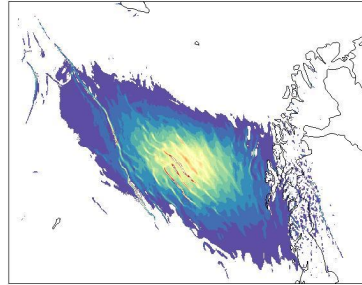
AROME-Arctic
4D-Var
(zonális komponens)



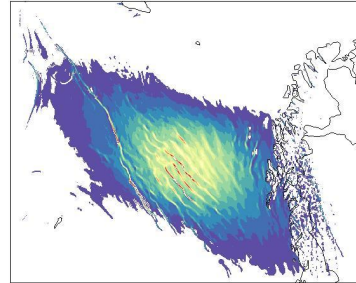
AROME-Arctic 4D-Var inkrementumok 1 megfigyeléssel



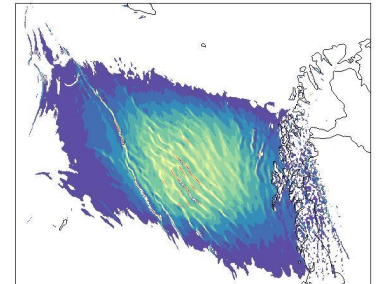
10km-es modell felskálázás



50km-es modell felskálázás

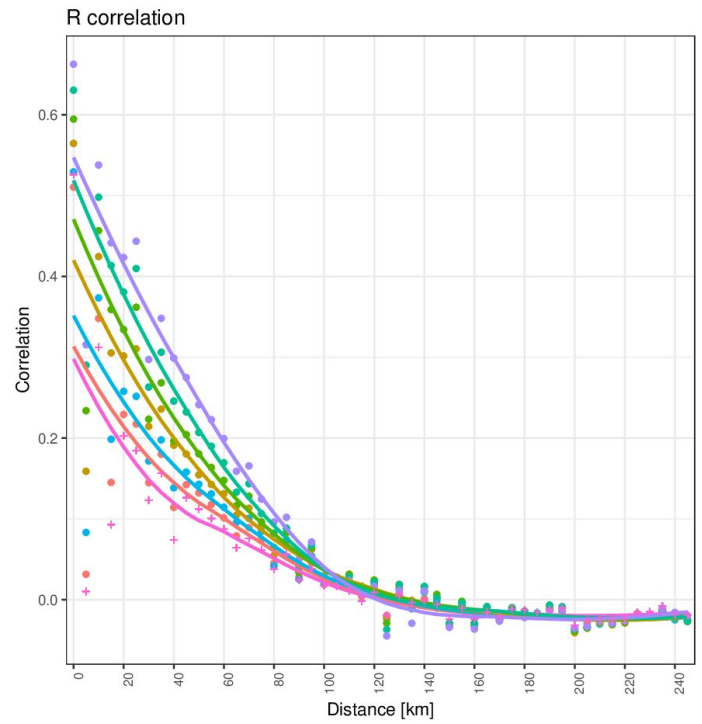


100km-es modell felskálázás



150km-es modell felskálázás

Diagnosztizált megfigyelési és háttér hiba korreláció: **ASCAT**

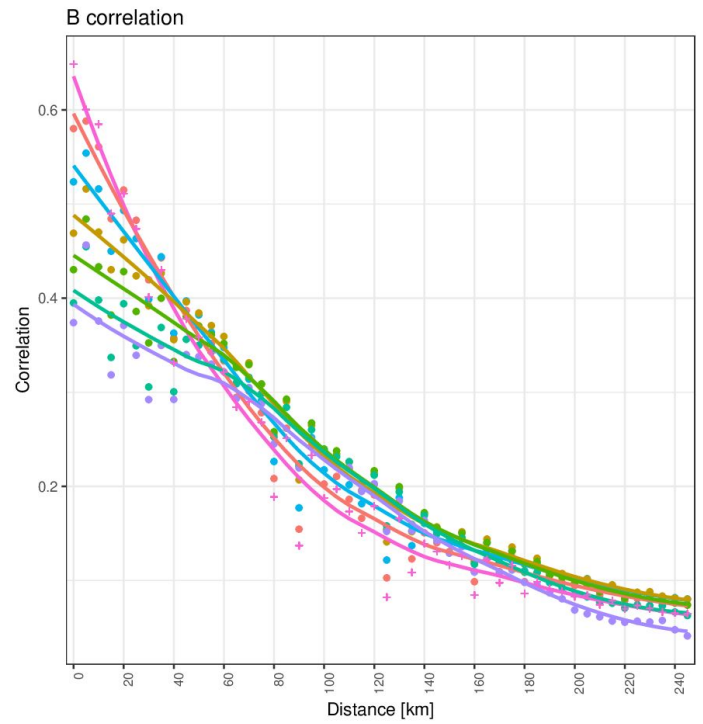


225

100

60

30

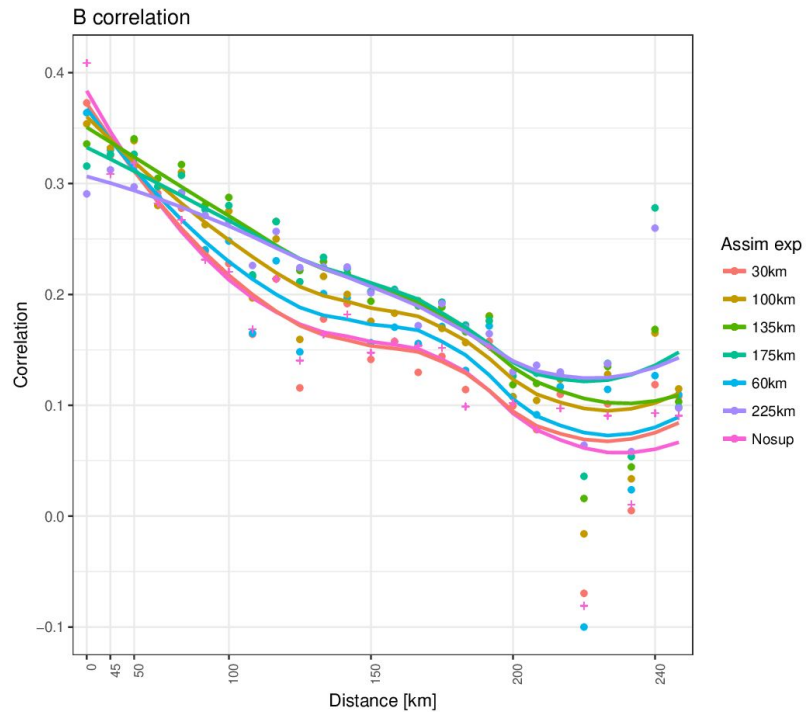
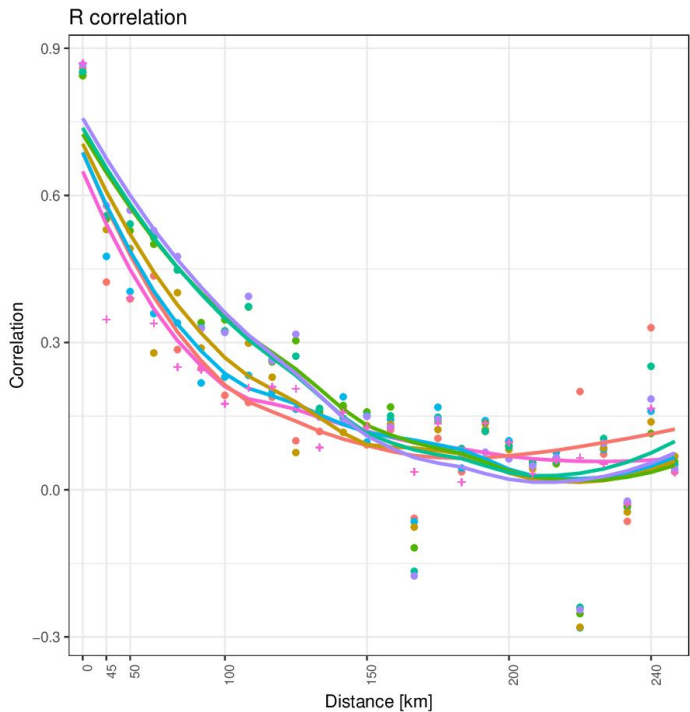


Közeli megfigyelés párok

Távoli megfigyelés párok

Megfigyelések 5 km-es intervallumokban

Diagnosztizált megfigyelési és háttér hiba korreláció: **OSCAT**



Közeli megfigyelés párok

Távoli megfigyelés párok

Megfigyelések 5 km-es intervallumokban

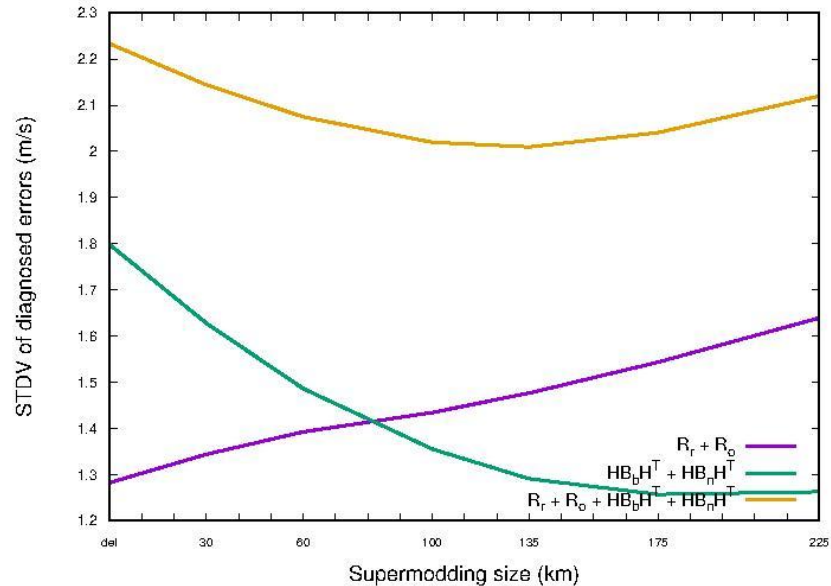
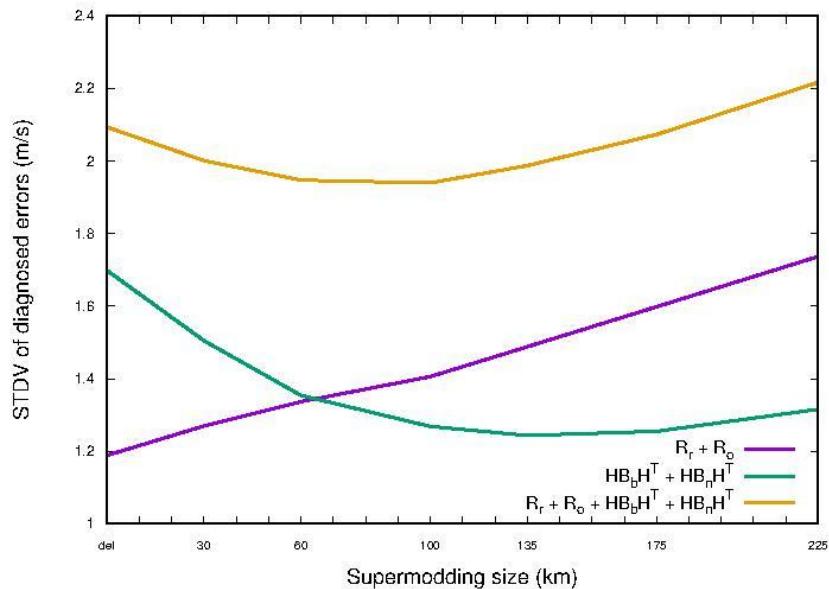
(Observation minus Background) szórás

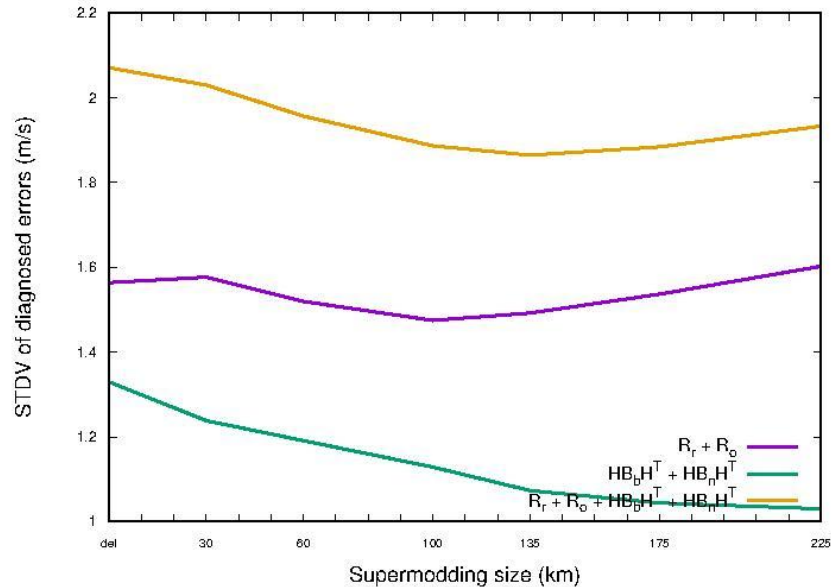
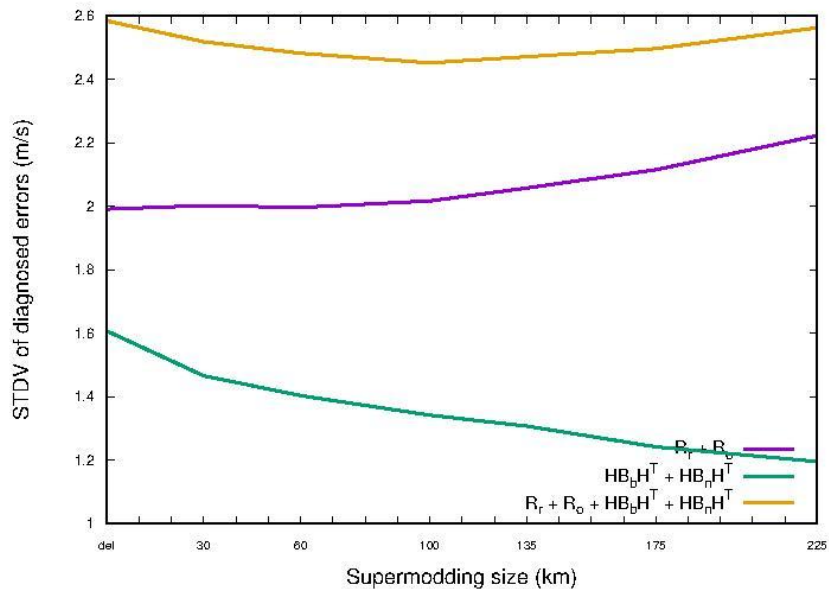
ASCAT

Size(km)	N. Obs	u-comp O-B STDV	v-comp O-B STDV
Def	34130	2.1460	2.3106
30	34097	2.0515	2.2197
60	34002	1.9951	2.1479
100	33840	1.9880	2.0902
135	33694	2.0374	2.0786
175	33564	2.1271	2.1125
225	33486	2.2809	2.1944

OSCAT

Size(km)	N. Obs	u-comp O-B STDV	v-comp O-B STDV
Def	3792	2.6787	2.3386
30	3714	2.6183	2.2897
60	3715	2.5931	2.1969
100	3705	2.5750	2.1213
135	3705	2.6106	2.0681
175	3699	2.6379	2.0939
225	3715	2.7011	2.1522

Desroziers módszer: diagnosztizált megfigyelési és háttér hiba - **ASCAT**

Desroziers módszer: diagnosztizált megfigyelési és háttér hiba - **OSCAT**

AROME-Arctic előrejelzések az SOP1 időszakon (2018. március, 15-30.)

Verifikáció konvencionális megfigyelésekkel szemben neutrális eredményt mutat

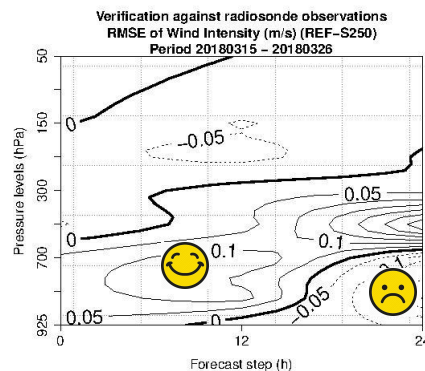
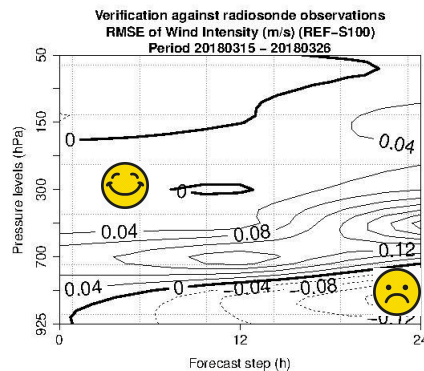
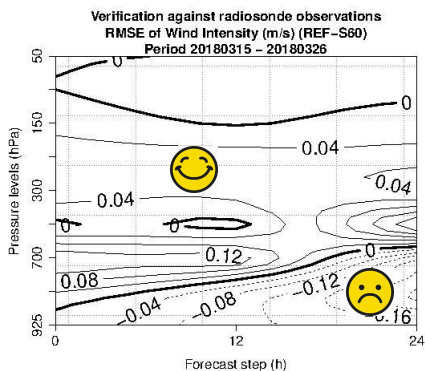
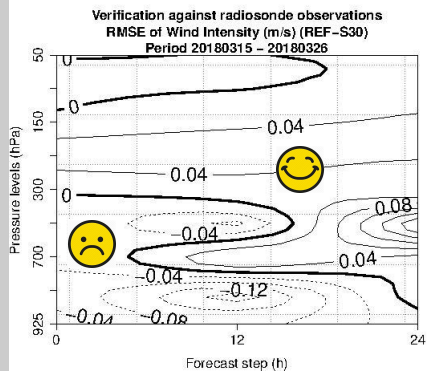
Supermodding 60km, 100km neutrális, enyhén pozitív

RMSE különbség
Szél sebesség
REF - Supermodding 30km

RMSE különbség
Szél sebesség
REF - Supermodding 60km

RMSE különbség
Szél sebesség
REF - Supermodding 100km

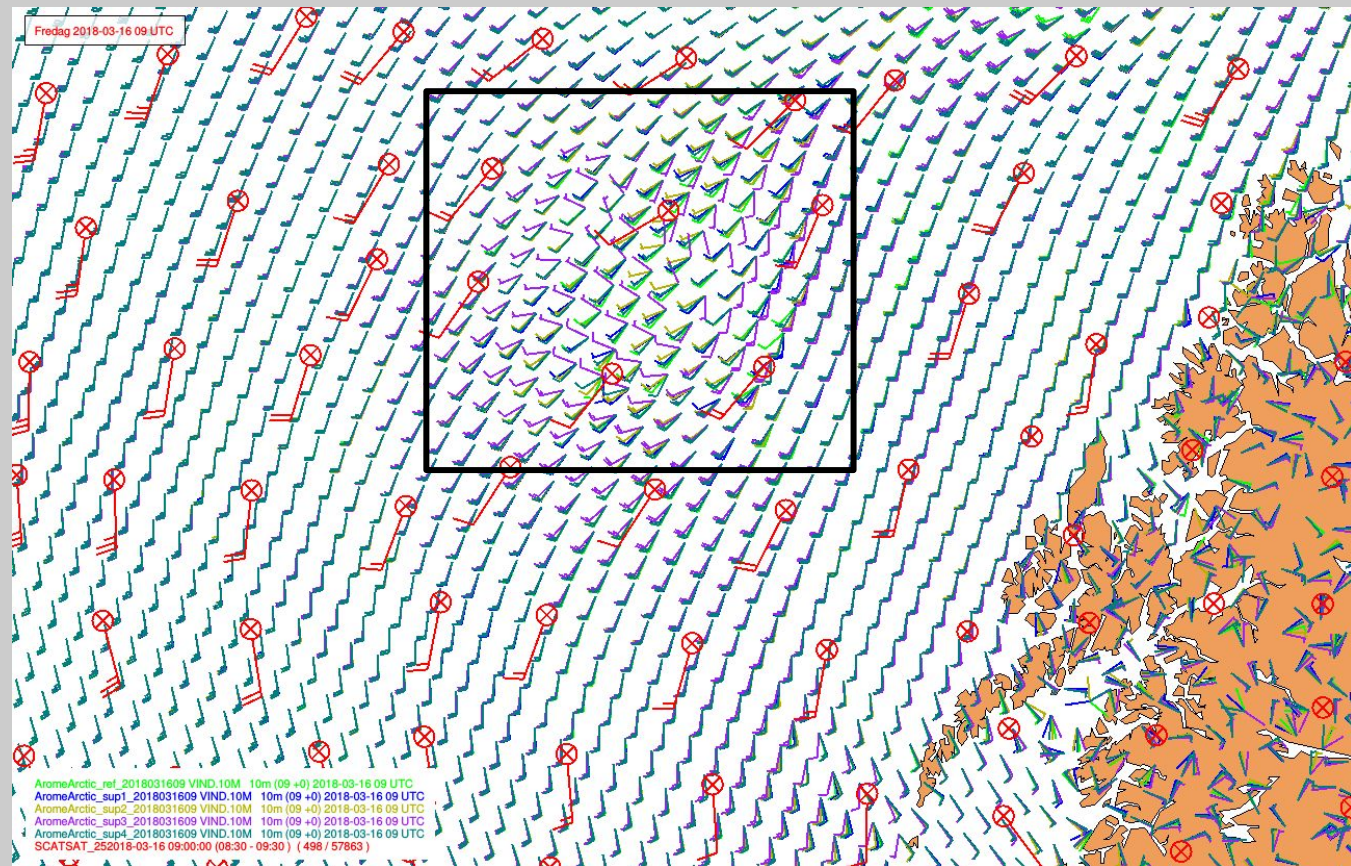
RMSE különbség
Szél sebesség
REF - Supermodding 225km



Esettanulmány (2018.03.16. 09 UTC analízis)

ScatSat megfigyelés

- Default asszimiláció ASCAT
- 30 km supermodding ASCAT
- 60 km supermodding ASCAT
- 100 km supermodding ASCAT
- 225 km supermodding ASCAT



Esettanulmány (2018.03.16. 09 UTC analízis)

ScatSat megfigyelés

- Default asszimiláció ASCAT
- 30 km supermodding ASCAT
- 60 km supermodding ASCAT
- 100 km supermodding ASCAT
- 225 km supermodding ASCAT



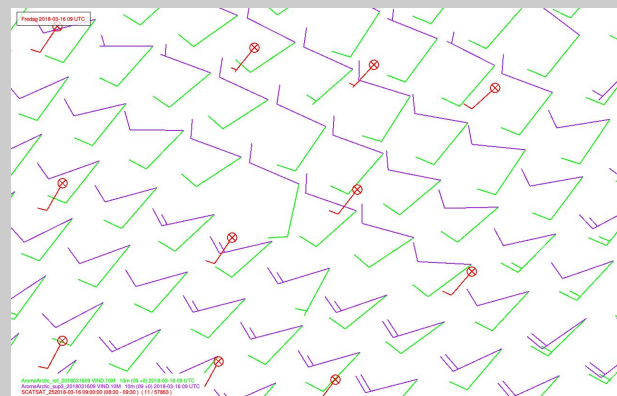
Default ASCAT vs 30 km supermodding ASCAT



Default ASCAT vs 60 km supermodding ASCAT



Default ASCAT vs 100 km supermodding ASCAT



Default ASCAT vs 225 km supermodding ASCAT

Konklúzió

Műholdas megfigyelések kiemelt fontosságúak a numerikus modellek pontosságát (kezdeti feltételeit) illetően, különösen ott ahol a konvencionális megfigyelések ritkán állnak rendelkezésünkre (magasabb földrajzi szélességek)

Nagy felbontású korlátos tartományú numerikus modellekben bizonyos műholdas megfigyelések reprezentativitási hibája más struktúrájú mint a globális modellekben vizsgált, kezelt **reprezentativitási hiba**

A supermodding eljárás segíthet, hogy a megfigyelés footprint-jét figyelembe vegyük a megfigyelési operátoron keresztül és a kis skálájú model zajt szűrjük az adatasszimiláció során

Köszönöm a figyelmet!
Kérdés?

Projekt honlap:
alertness.no

Közösségi média:
#alertnessarctic

Variational data assimilation scheme and supermodding operator

$$J(\delta x) = \frac{1}{2}(\delta \mathbf{x}^T \mathbf{B}^{-1} \delta \mathbf{x}) + \frac{1}{2}(\mathbf{d} - \mathbf{H}(\delta \mathbf{x}))^T \mathbf{R}^{-1}(\mathbf{d} - \mathbf{H}(\delta \mathbf{x}))$$

$$\nabla J = (\mathbf{B}^{-1} + \mathbf{H}^T \mathbf{R}^{-1} \mathbf{H}) \delta \mathbf{x} - \mathbf{H}^T \mathbf{R}^{-1} \mathbf{d}$$

$$\delta \mathbf{x} = \mathbf{x} - \mathbf{x}_b$$

$$\mathbf{d} = \mathbf{y} - H(\mathbf{x}_b)$$

$$\mathbf{u} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n (1 - lsm_{1i}) x_{1i} \\ \sum_{i=1}^n (1 - lsm_{2i}) x_{2i} \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^n (1 - lsm_{ni}) x_{ni} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{g} = \begin{bmatrix} \frac{\sum_{i=1}^n u_i}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (1 - lsm_{ij})} \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial \mathbf{g}}{\partial \mathbf{p}} = \frac{\partial \mathbf{u}^T}{\partial \mathbf{p}} \frac{\partial \mathbf{g}}{\partial \mathbf{u}}$$

$$\mathbf{u}_{TL} = \begin{bmatrix} (1 - lsm_{11}) & (1 - lsm_{12}) & \dots & (1 - lsm_{1n}) \\ (1 - lsm_{21}) & (1 - lsm_{22}) & & \\ \vdots & & \ddots & \\ (1 - lsm_{n1}) & & & (1 - lsm_{nn}) \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{u}_{AD} = \begin{bmatrix} (1 - lsm_{11}) & (1 - lsm_{22}) & \dots & (1 - lsm_{n1}) \\ (1 - lsm_{12}) & (1 - lsm_{22}) & & \\ \vdots & & \ddots & \\ (1 - lsm_{1n}) & & & (1 - lsm_{nn}) \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{g}' = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (1 - lsm_{ij})} \\ \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (1 - lsm_{ij})} \\ \vdots \\ \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (1 - lsm_{ij})} \end{bmatrix}$$

Supermodding operator
for scatterometer with Land-Sea Mask

Short observing system experiment SOP1 (15th to 30th of March, 2018)

Verification against conventional observations shows mostly neutral results

The list of experiments:

- Default assimilation ASCAT
- 30 km supermodding ASCAT
- 60 km supermodding ASCAT
- 100 km supermodding ASCAT
- 225 km supermodding ASCAT

