



A MAGYAR
TUDOMÁNY
ÜNNEPE

MTA

Az AROME modellen alapuló előrejelzések fejlesztése a felhasználói alkalmazások támogatására

Szépszó Gabriella, Tóth Boglárka
szepszo.g@met.hu, toth.b@met.hu

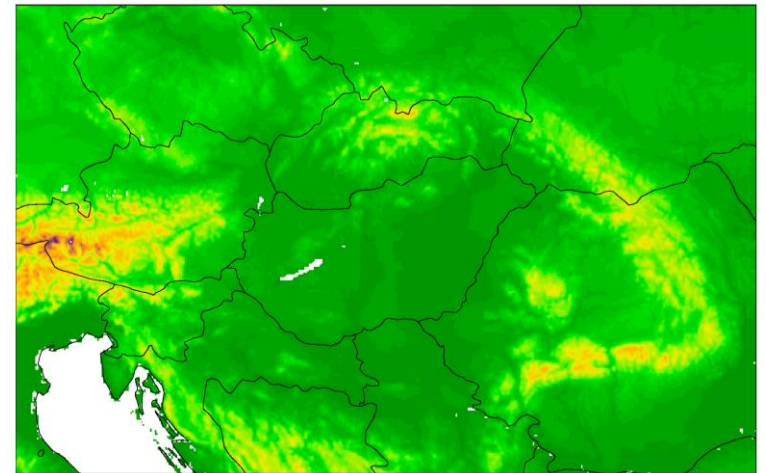
Klimatológiai és Kutatás-Fejlesztési Igazgatóság



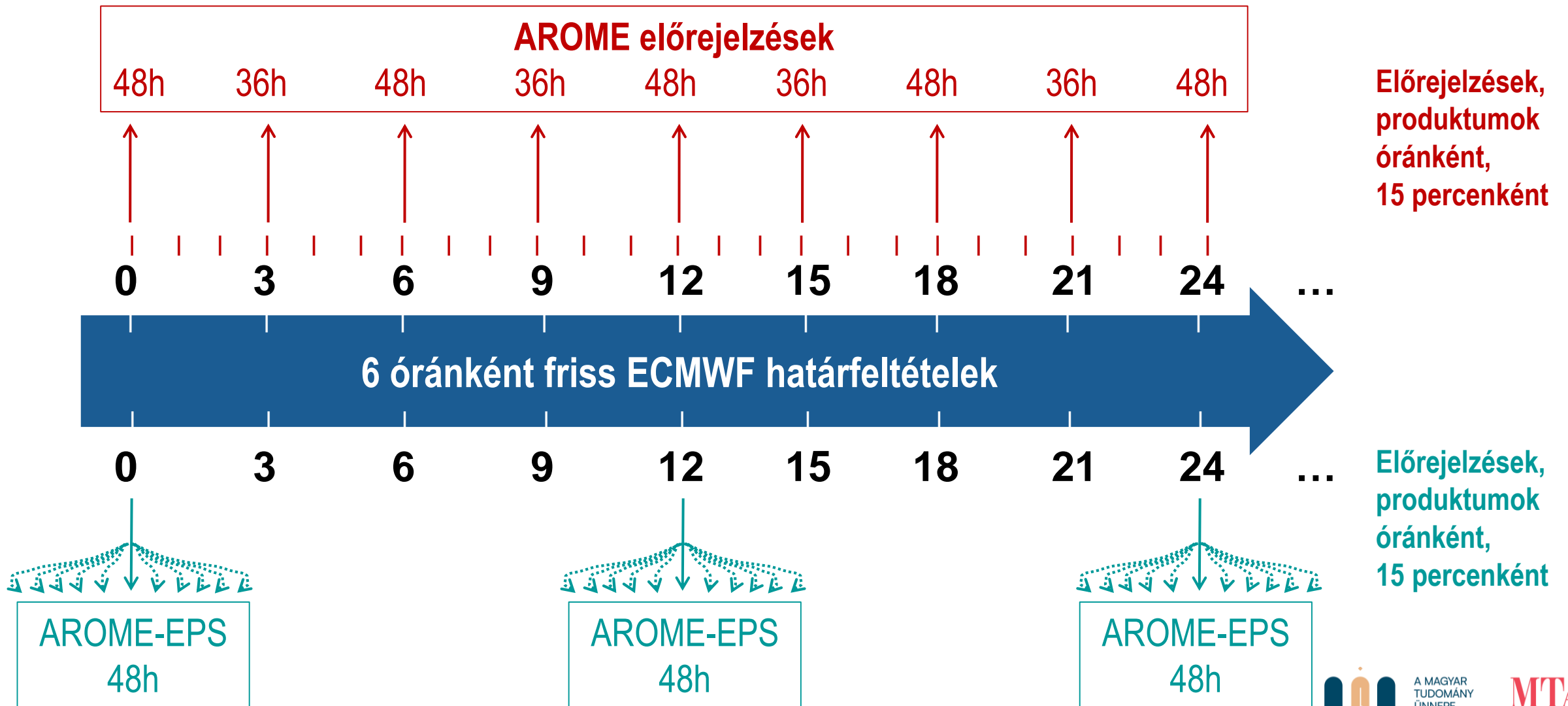
„Fizikai” modellezés

- Léggöri (és felszíni) folyamatok leírása, **megértése**, előrejelzése
- Fontos felhasználási terület: **időjárás-előrejelzés** → **konzisztens** léggöri (felszíni) állapot és a folyamatok **nyomon követhetősége**
- 1991 óta közös regionális modell fejlesztése az ACCORD (ALADIN) és a LACE nemzetközi konzorciumokban
- Előrejelzések az **AROME** modellel 2,5 km-es felbontáson 2 napra, naponta 2-szer 10+1 tagú ensemble előrejelzés
- Oldalsó határfeltételek az ECMWF 9 km-es felbontású globális előrejelzéseiből
- Kezdeti feltételek frissítése 3-óránként
- Kálmán-filter alapú asszimiláció a felszínen, 3-dimenziós variációs technika a légkörben
- Mérések: SYNOP, TEMP, AMDAR, GNSS ZTD, AMV

2,5 km & 60 szint



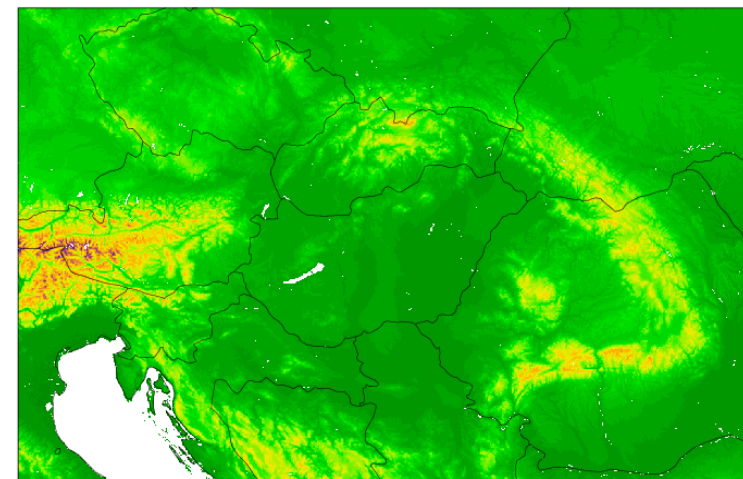
Operatív modellfuttatások – 2024



Folyamatban lévő fejlesztések

- Regionális előrejelzések **1,3 km-es felbontáson**
- Kezdeti feltételek frissítése **1-óránként**
- Mérések: **SYNOP, TEMP**, AMDAR, GNSS ZTD, AMV, **Mode-S, radar, ASCAT**
- **Modellhiba figyelembevétele** az ensemble előrejelzésekben

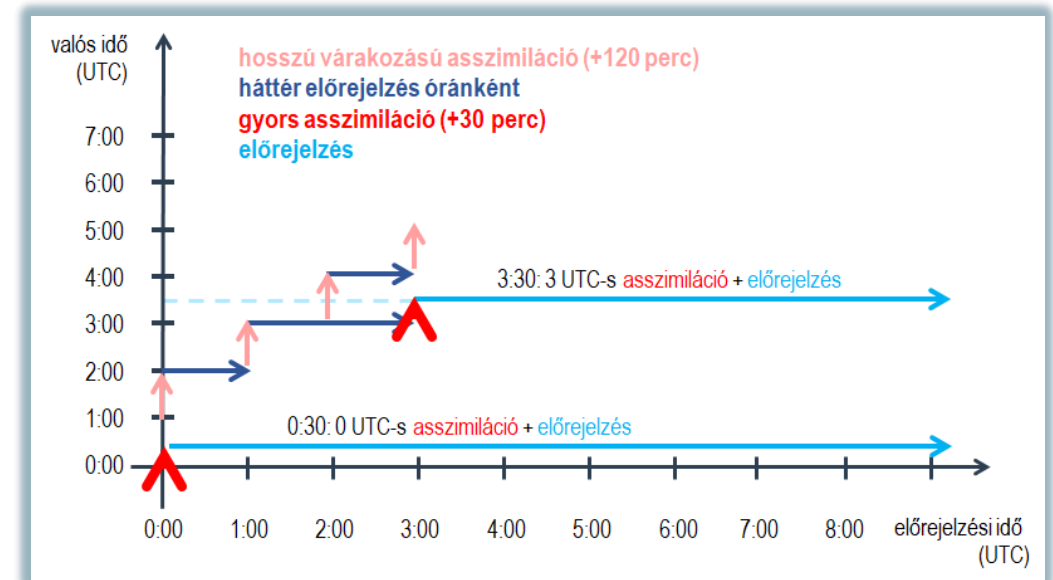
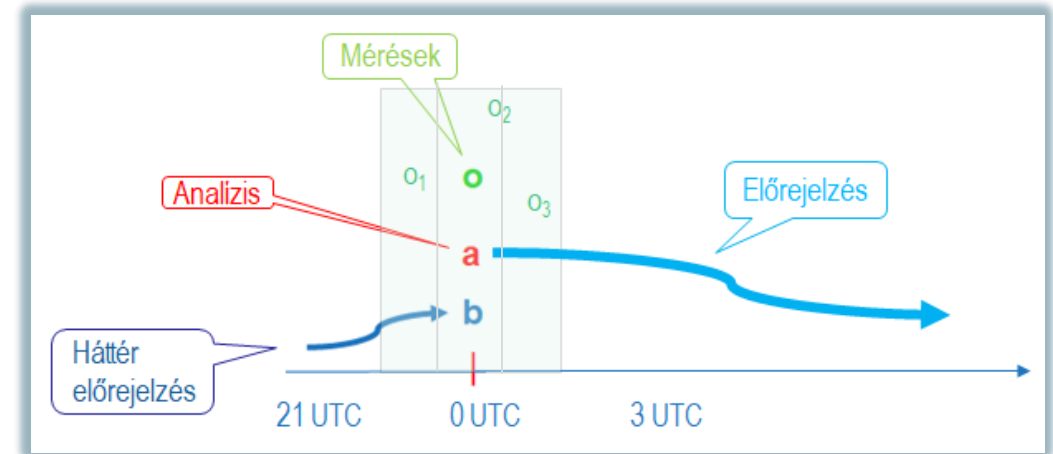
1,3 km & 90 szint



Óránként frissített finom-felbontású előrejelzések

Lancz Dávid és Kardos-Várkonyi Anikó munkája

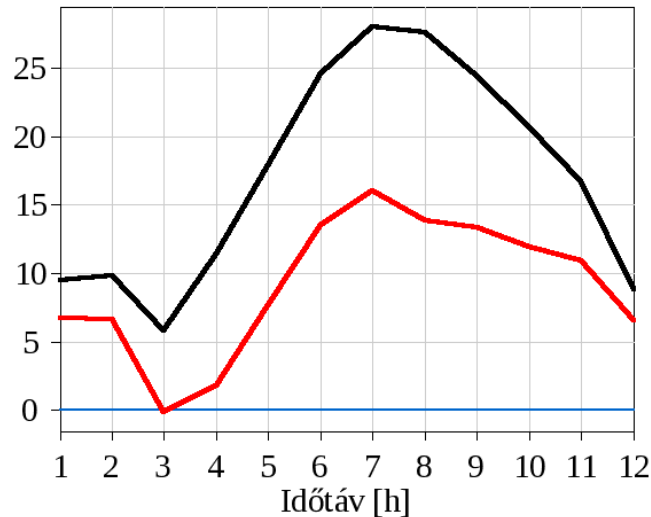
- 3-óránkénti frissítéssel:
 - 90 percet várunk a mérésekre
 - Ezután indul az asszimiláció és az előrejelzés
 - Az előrejelzés 2-2,5 óra elteltével készül el:
0 UTC → 2:00–2:30 UTC → +1/2:00 LT
 - **Az előrejelzés első 2-3 órája elvész a felhasználó számára**
- 1-óránkénti frissítéssel:
 - 30 percet várunk a mérésekre → kevesebb mérés
 - **A 60. perctől valós időben használható**
- Az időelőny fontos pl. veszélyjelzésben, hidrológiában, **energia szektorban (l. később)**
- Párhuzamos futtatás 2023. novembertől



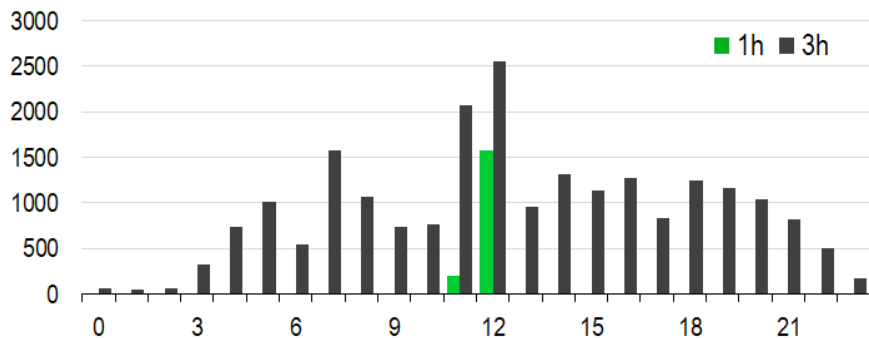
Gyakoribb frissítés és felbontás növelés hatása

Lancz Dávid és Kardos-Várkonyi Anikó munkája

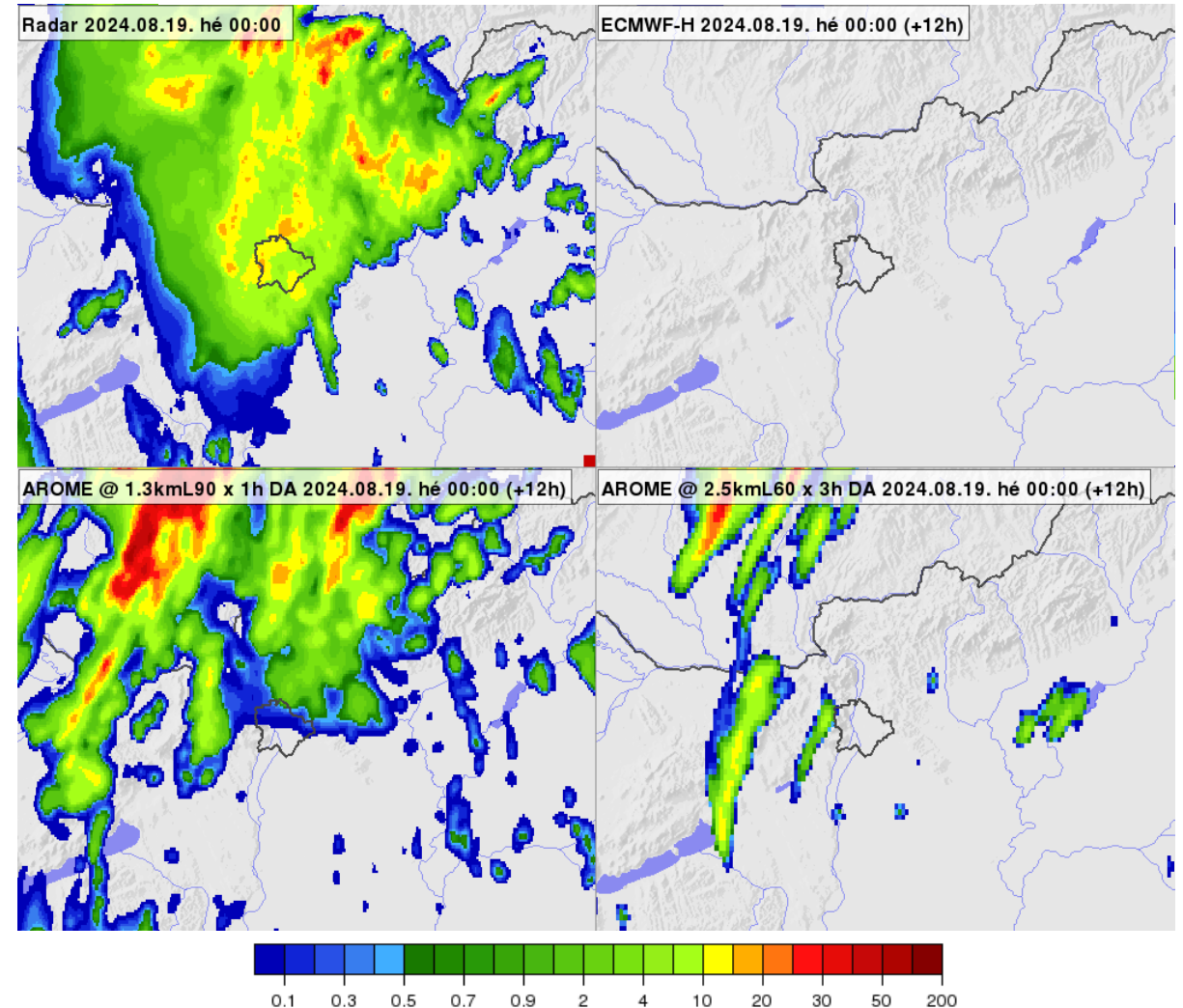
Globálsugárzás átlagos hibája [W/m²]
2024. április 16. – október 16., 6 UTC-s előrejelzések



Asszimilált repülőgépes adatok száma



3-órás csapadék [mm], 2024. augusztus 19. 0 UTC



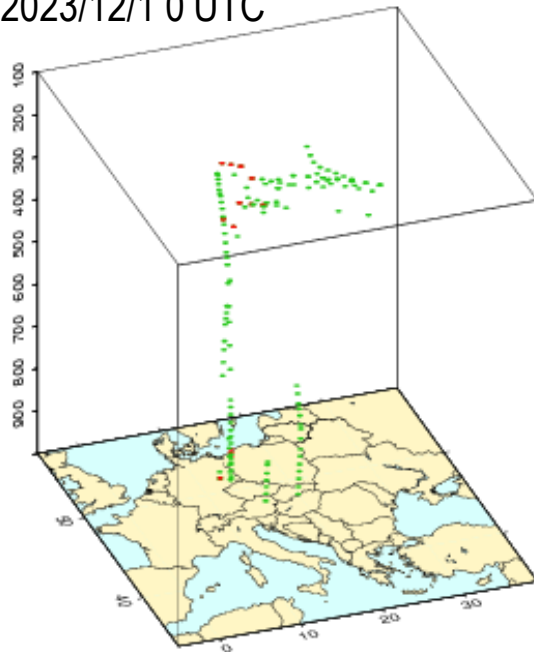
Új repülőgépes adatok és hatásuk

Homonnai Viktória és Elek Péter munkája

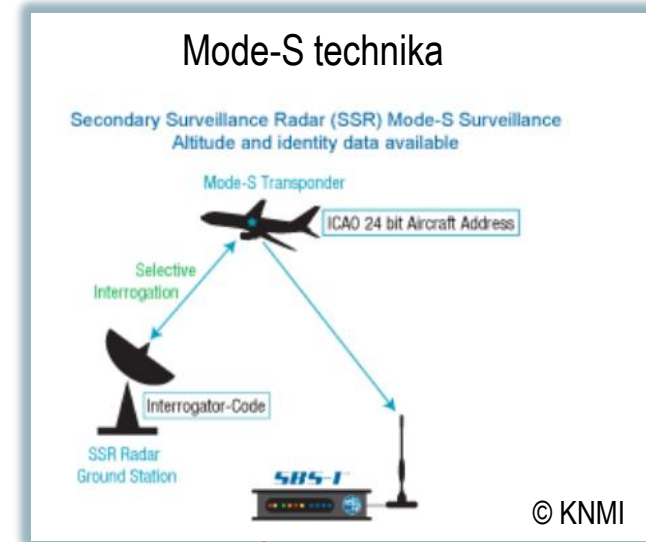
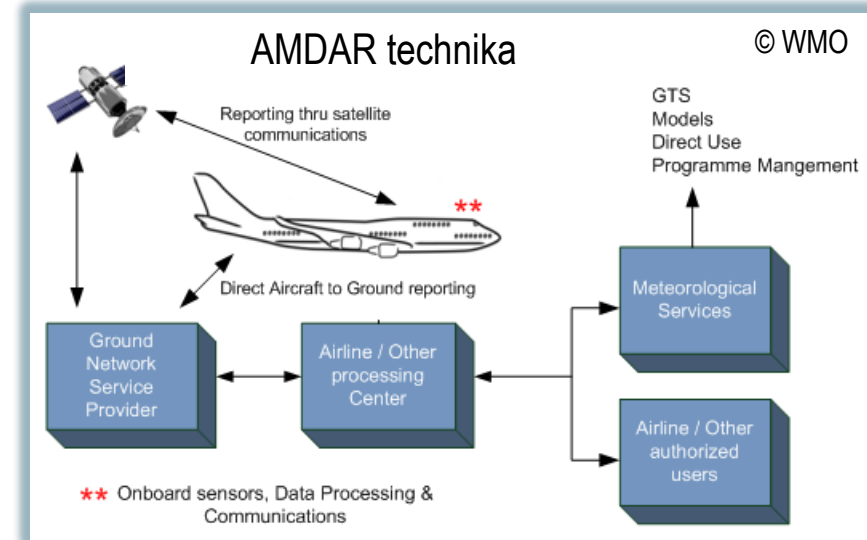
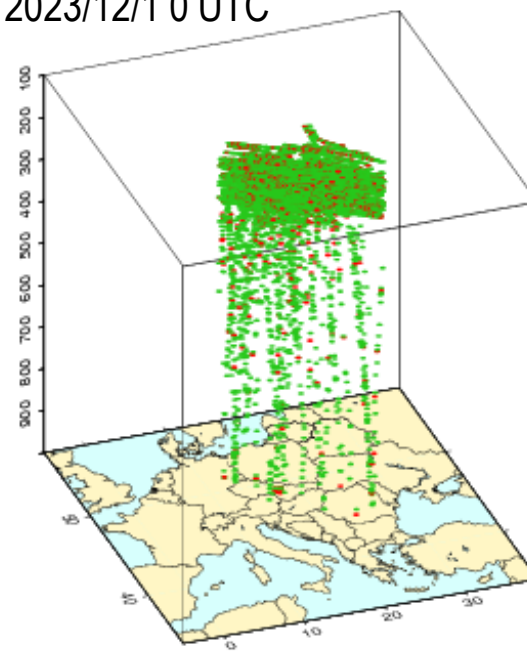
Repülőgépes információk több forrásból:

- (AMDAR) műszeres mérések műholdas kapcsolaton át (u, v, T, q)
- (Mode-S MRAR) műszeres mérések felszíni radaron át
- **(Mode-S EHS) pozíció adatok felszíni radaron át** → u, v, T

AMDAR és MRAR adatok (~150)
2023/12/1 0 UTC



EHS adatok (~8 000)
2023/12/1 0 UTC



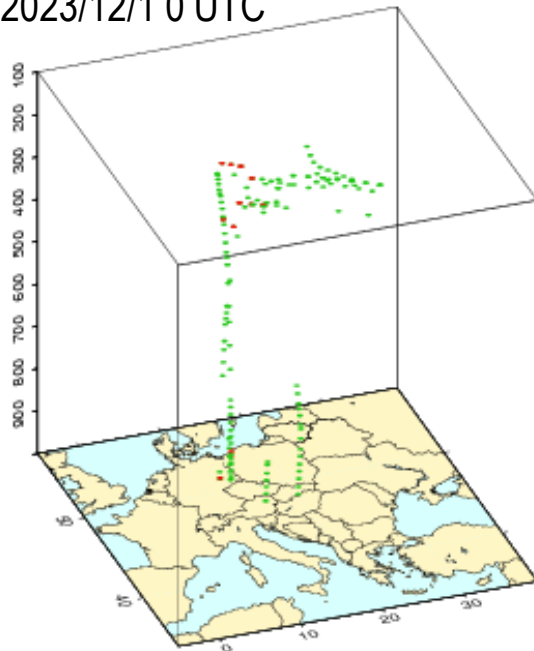
Új repülőgépes adatok és hatásuk

Homonnai Viktória és Elek Péter munkája

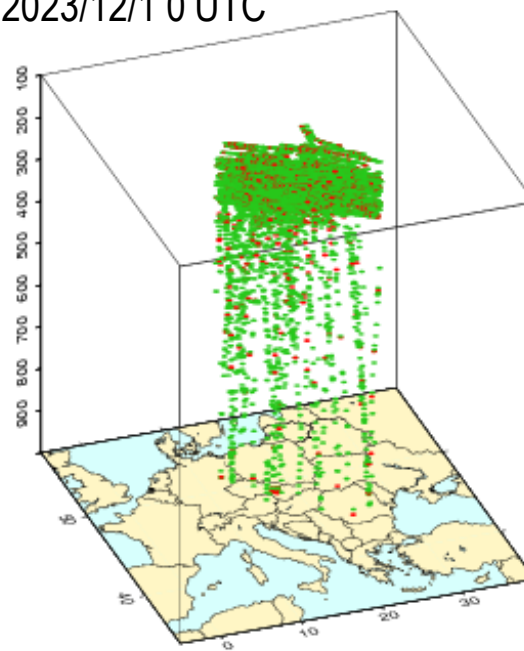
Repülőgépes információk több forrásból:

- (AMDAR) műszeres mérések műholdas kapcsolaton át (u , v , T , q)
- (Mode-S MRAR) műszeres mérések felszíni radaron át
- **(Mode-S EHS) pozíció adatok felszíni radaron át** $\rightarrow u$, v , T

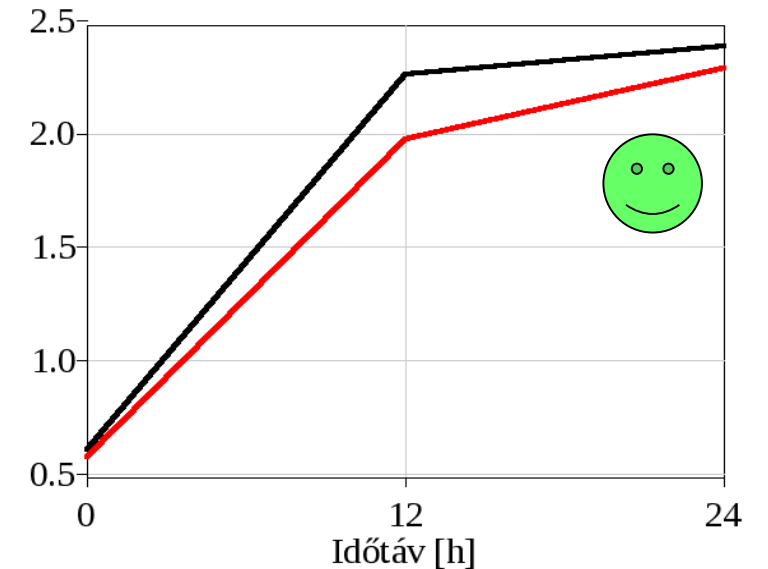
AMDAR és MRAR adatok (~150)
2023/12/1 0 UTC



EHS adatok (~8 000)
2023/12/1 0 UTC



500 hPa-os szélesség négyzetes hibája [m/s]
2024. június, 0 UTC-s előrejelzések



Hatás főként a
magaslégkörben

Kísérletek folyamatban
óránkénti frissítéssel

Megújuló energia szektor meteorológiai támogatása

Kutatástól az alkalmazásig

Motiváció: Nemzetközi fenntarthatósági célok → **energiazöldülés**

Nemzeti Energia- és Klímaterv

↓
2030-as célok:

- 29%-os megújuló energiafelhasználás
- **12 GW-os PV kapacitás**



↓
Egyre növekvő napenergia termelés → **Időjárásfüggő**

Cél: energiarendszer teljesítmény-egyensúlyának fenntartása → előretervezés

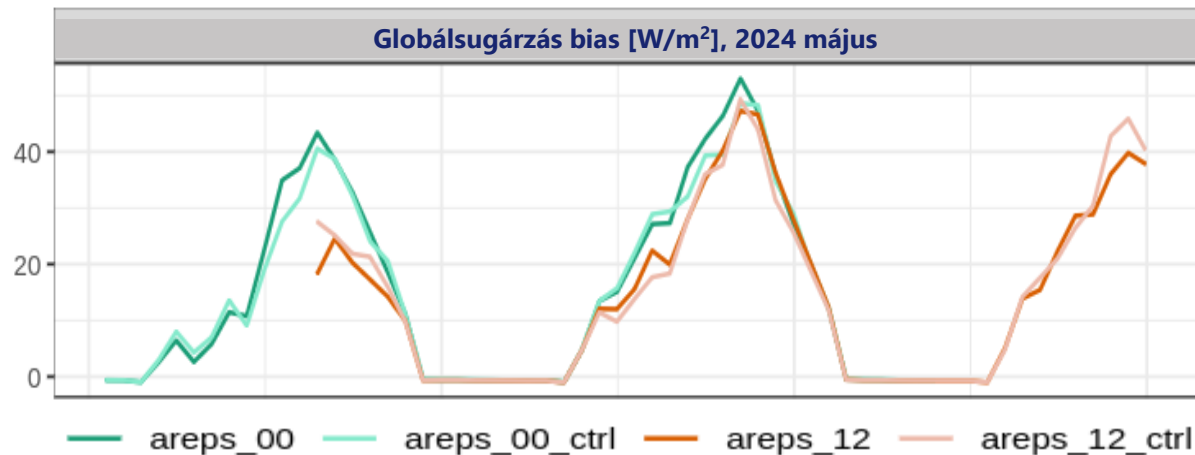


→ **METEOROLÓGIAI TÁMOGATÁS**

Utó-feldolgozás - Jávorné Radnóczy Katalin

Modellfejlesztésekkel folyamatosan nő az előrejelzések megbízhatósága

Nyers EPS 00 és 12 UTC-s előrejelzése:



További javulás érhető el a szisztematikus hibák korrigálásával

- Statisztikai vagy gépi tanuláson alapuló módszerekkel
- Néhány változóra és földrajzi pontra koncentrálva

→ AROME és AROME-EPS globálsugárzás, 100m szélesség

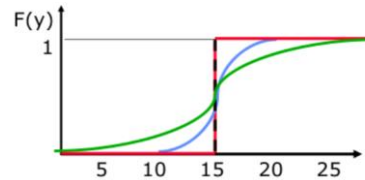
00 UTC-s futásra

Utó-feldolgozás – AROME-EPS globálsugárzás

Ensemble model output statistics (EMOS) módszer – Debreceni Egyetem matematikus kollegái által fejlesztett

→ Cél:

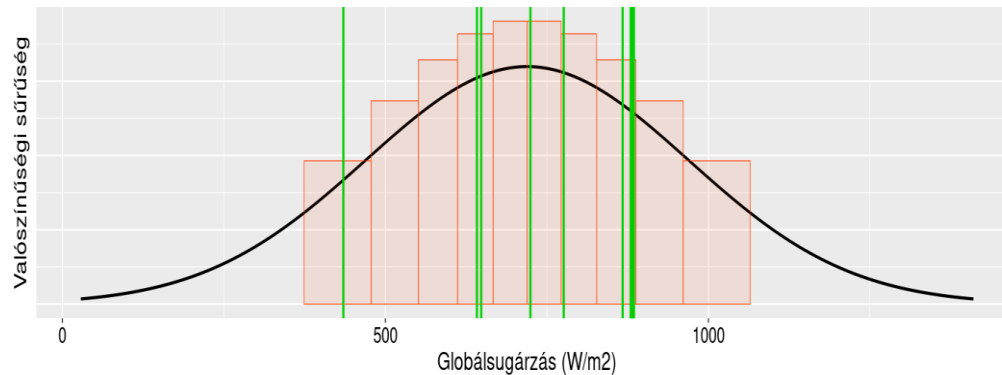
CRPS minimalizálás



→ paraméteres eloszlásfüggvény becslés

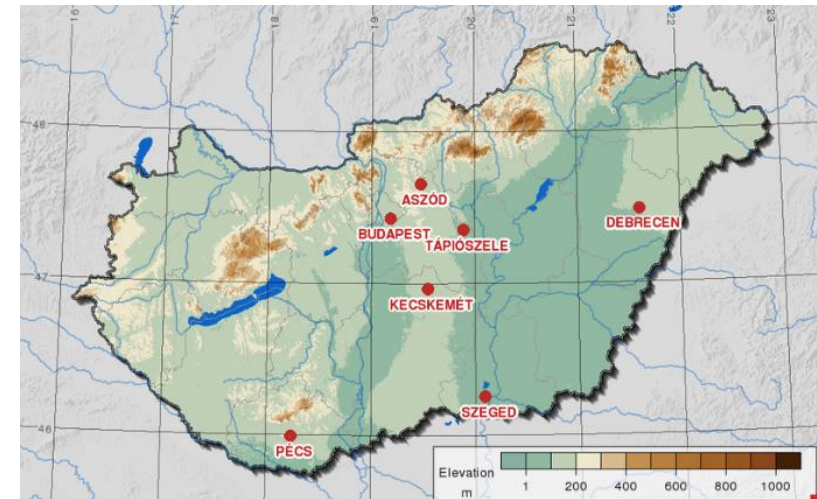
- 31 napos gördülő tanulóperiódus alapján

EMOS és nyers EPS, 2024-06-25 11:00 Aszod



- Mindennap újratanul (2 perc)
- Figyelembe veszi az időjárási viszonyokat

Utófeldolgozáshoz használt 7 állomás



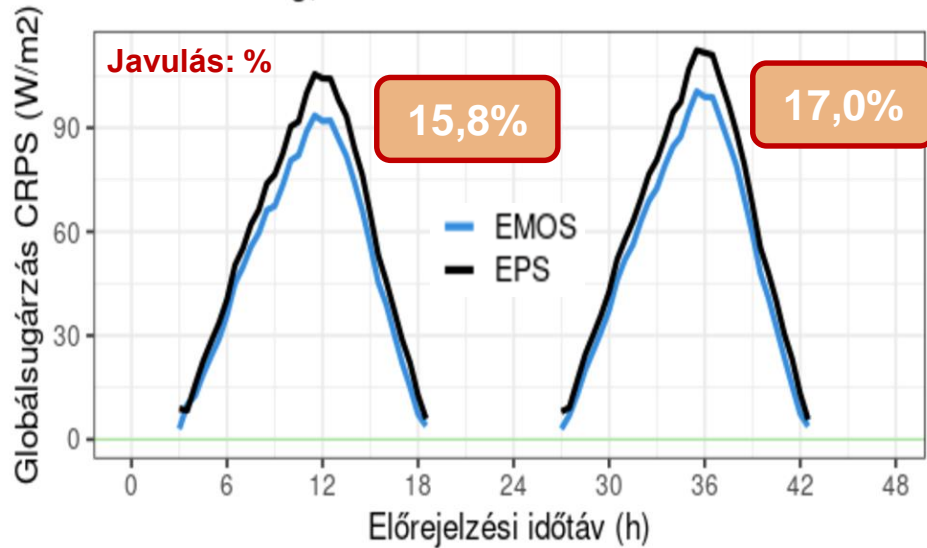
**Bárhová
kiterjeszhető
módszer**

Utó-feldolgozás – Legfrissebb eredmények

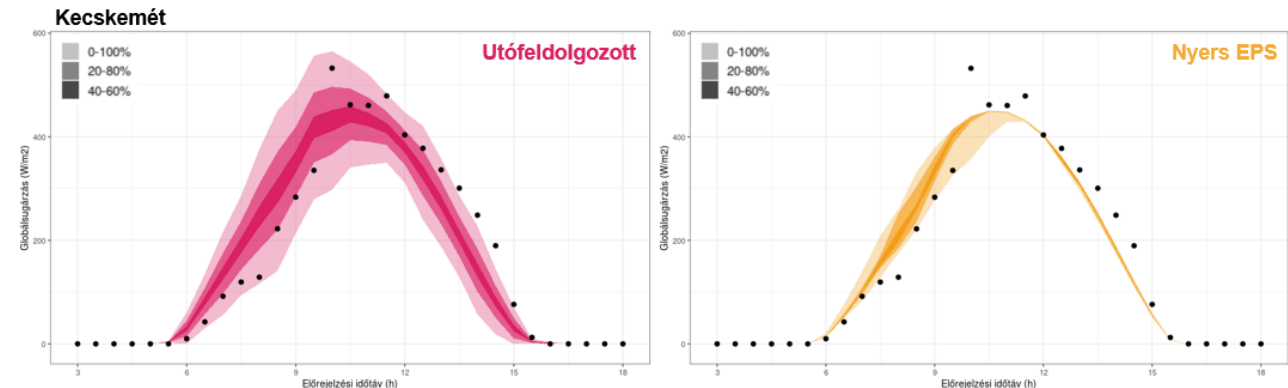
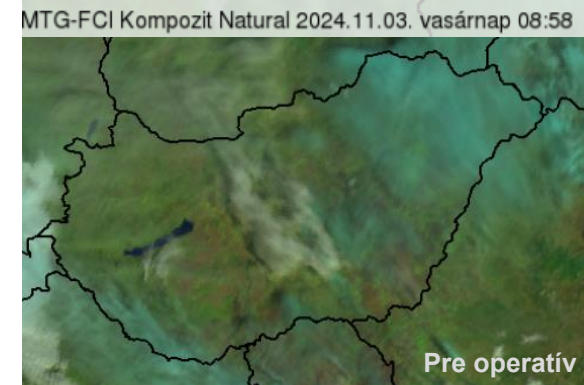
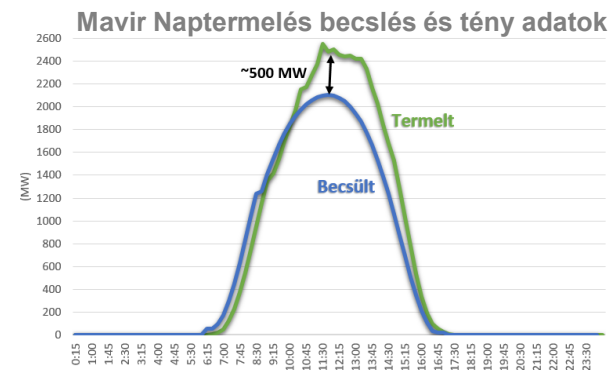
- A 7 állomás átlagos értékei alapján

- November 3. esettanulmány – anticiklonális helyzet

Állomás-átlag, 2024-05-01 - 2024-10-31



- Nagyobb szórás → jobban lefedi a mért értékeket



Fejlesztési tervek: Hasonló állomások klaszterezésével hatékonyságnövelés

↳ Szisztematikus hiba állomásonként változó → MSc szakdolgozati kutatás

Nowcasting – Oláh Soma

Termelési előrejelzések folyamatos pontosítása – rugalmas alkalmazkodás a változásokhoz



Globálsugárzás MI alapú ultrarövid távú előrejelzése – gyorsan frissülő mérési információkra támaszkodva

- Műholdas produktumok felhasználásával
- Gépi tanulási algoritmusok tesztelése az első néhány óra előrejelzése érdekében

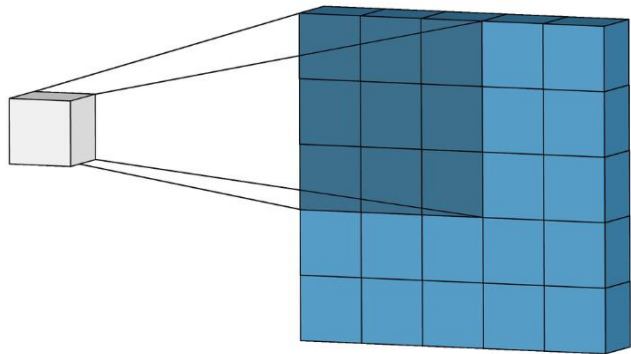


Cél: megbízhatóan modellezni a felhőzet dinamikáját és azok hatását a felszíni napsugárzásra

Nowcasting – Oláh Soma

MI alapú modell

- konvolúciós neurális hálón alapuló módszer



- térbeli mintázatok, időbeli összefüggések felismerése
 - megtanulja a felhőzet természetes mozgásának és eloszlásának mintázatait
 - figyelembe veszi a sugárzás évszakos változását
- minden réteg az előző réteg által generált információkat tovább tömöríti (súlyok használatával)



Jellegzetességek kiszűrése

Aktualitás: EWC (European Weather Cloud) fejlesztési környezet kialakítása, modell adaptáció

Fejlesztési tervek: Finomhangolás → megfigyelések bővítése

Eredmények függvényében új algoritmusok tesztelése



A MAGYAR
TUDOMÁNY
ÜNNEPE

MTA

Köszönjük
a figyelmet!

MTA

