

Modell előrejelzések kiértékelése és utó-feldolgozása



Klimatológiai és Kutatás-fejlesztési Igazgatóság
Módszer- és Energetikai Fejlesztési Osztály

Tóth Boglárka
toth.b@met.hu

2024.07.02.



Tartalom

Verifikáció

- Módszerek
- HungaroMet-nél elérhető szoftverek
- Eredmények

Utó-feldolgozás

- Módszertan
- Eredmények

Módszer- és Energetikai Fejlesztési Osztály



Tartalom

Verifikáció

- Módszerek
- HungaroMet-nél elérhető szoftverek
- Példák

Utó-feldolgozás

- Módszertan
- Eredmények

Módszer- és Energetikai Fejlesztési Osztály



Mi is az a verifikáció?

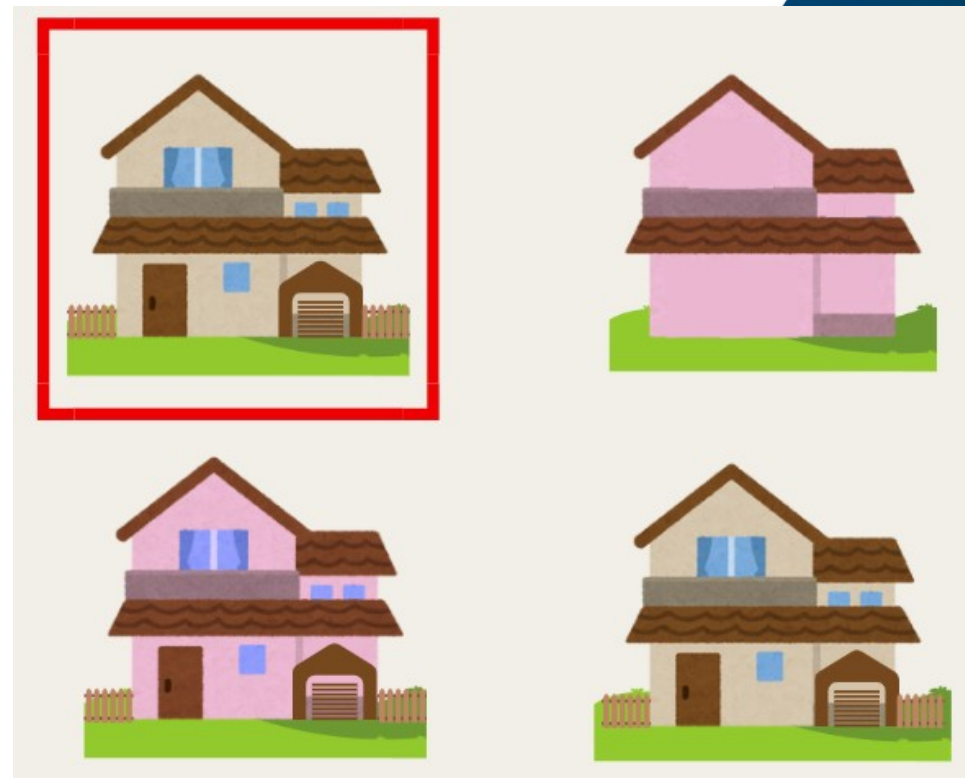


Cél: ne legyen halálos áldozat
“Emberi áldozat zero.zero”



Mire jó a visszaigazolás?

Fejlesztési irányok meghatározása



“Eredetileg úgy volt, hogy ez az előadás 11:00-kor kezdődik, de...”

Modell-előrejelzések verifikációja

”előrejelzés minőség felmérése”



Statisztikai mérőszámokkal

- Előrejelzések **összehasonlítása**, monitorozása
 - Időbeli javulás
- Modell hibák feltárása, előrejezési folyamat fejlesztése
- Döntéshozatal támogatása

2024.06.26. Dobogókő 33mm/3h



Verifikáció kérdései

- Milyen meteorológiai változót szeretnénk verifikálni?
- Milyen idő és térbeli felbontással? → reprezentativitás → interpoláció
- Mit és mivel szeretnénk összevetni?
 - Különböző előrejelzéseket
 - Előrejelzéseket **megfigyelésekkel**

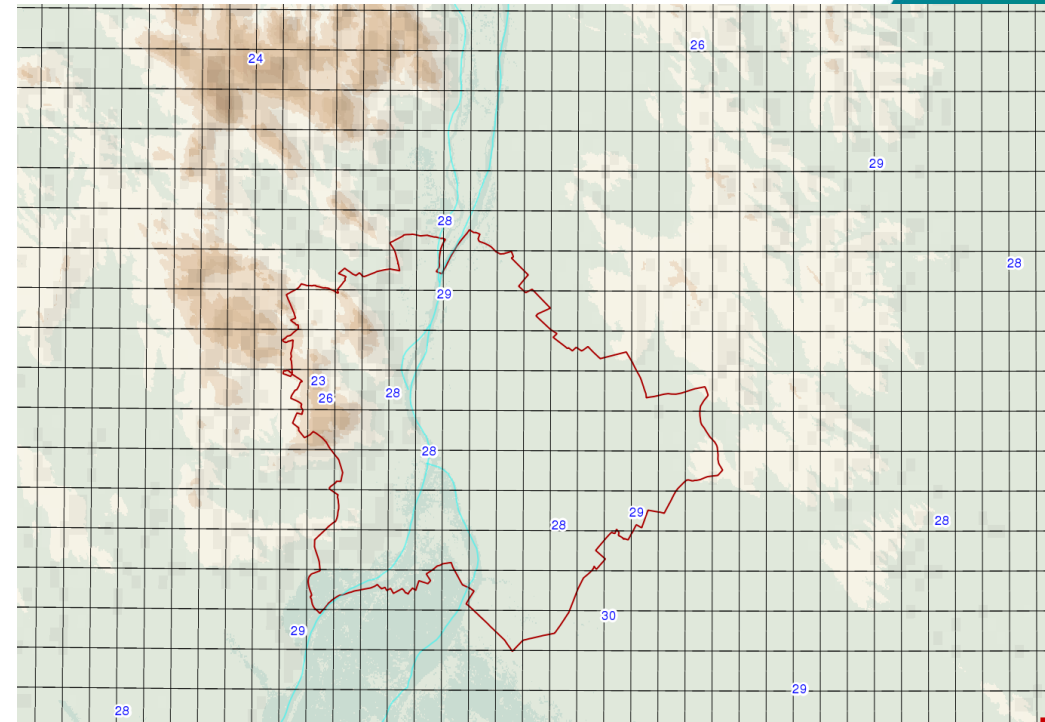
- Felszíni szinoptikus adatok
- Magaslégköri megfigyelések
- Radar adatok



Hibával terheltek, amit figyelmen kívül hagyunk (magas jel-zaj arány)



Néhány paraméter esetében nem elegendő mennyiségű és minőségű adatok



Tartalom

Verifikáció

- **Módszerek**
- HungaroMet-nél elérhető szoftverek
- Példák

Utó-feldolgozás

- Módszertan
- Eredmények

Módszer- és Energetikai Fejlesztési Osztály



Verifikációs módszerek

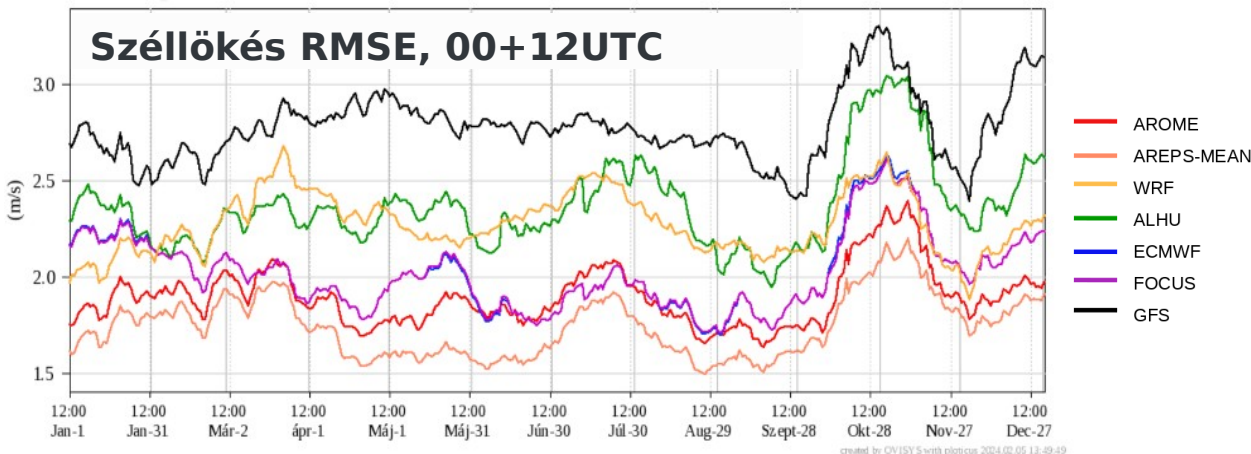


Msc, Numerikus Előrejelzés

Objektív

- Számszerű összehasonlítás
- Statisztikai mérőszámok által

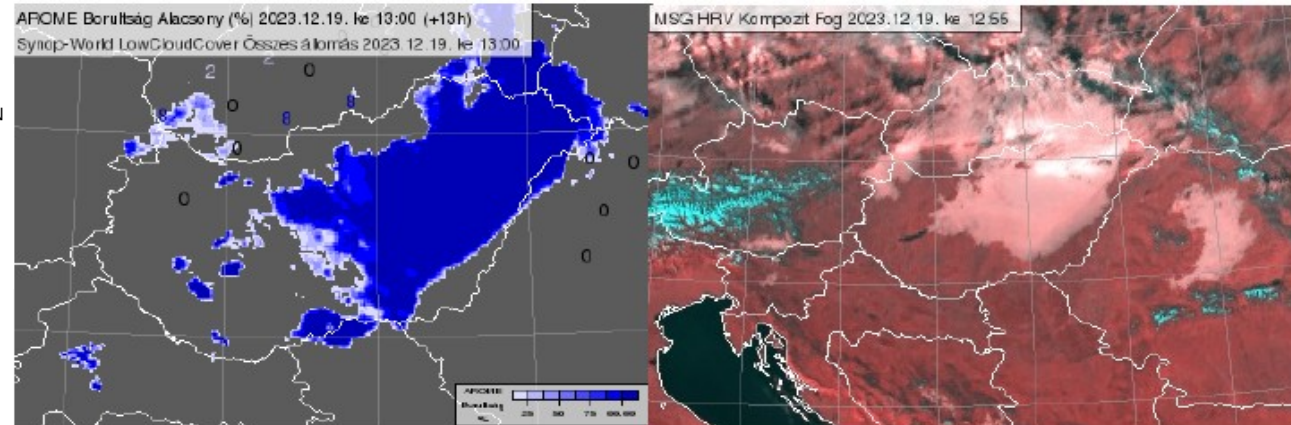
$$\text{Bias} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - o_i) \quad \text{RMSE} = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (f_i - o_i)^2}$$



Szubjektív

- Vizuális összehasonlítás (HAWK)
- Modellfejlesztők által
- Előrejelző kollegák által (e-napló)
- Érdekesnek vélt helyzetek kiértékelése

2023.12.19. 00+13h Felhőzet



Verifikációs módszerek



Msc, Numerikus Előrejelzés

Objektív

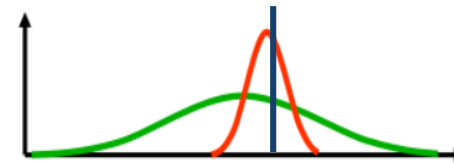
Szubjektív

Determinisztikus

Valószínűségi

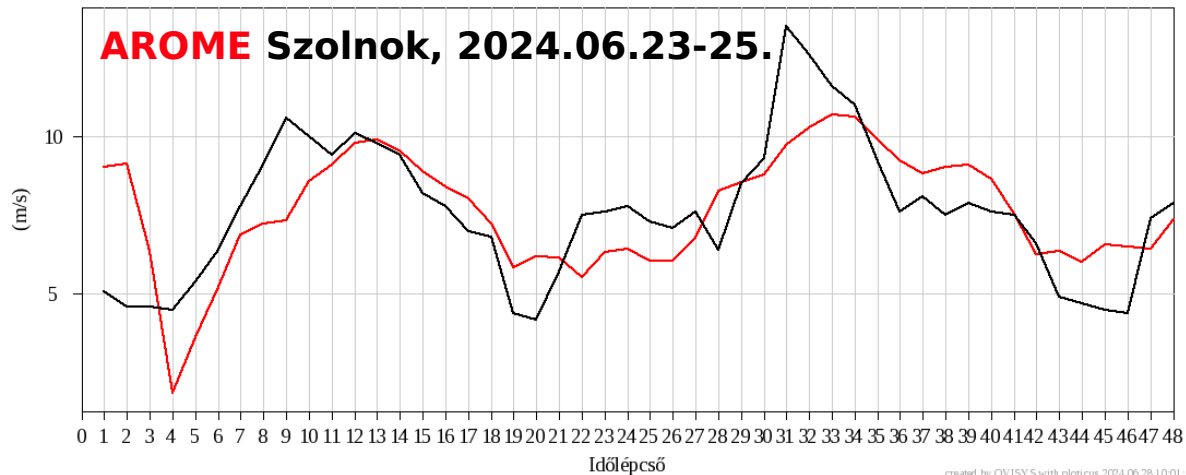
- | | | | |
|---|-------|---|-------|
|  | ECMWF |  | GFS |
|  | AROME |  | DWD |
|  | ALHU |  | FOCUS |
| | |  | WRF |

 AREPS_mean

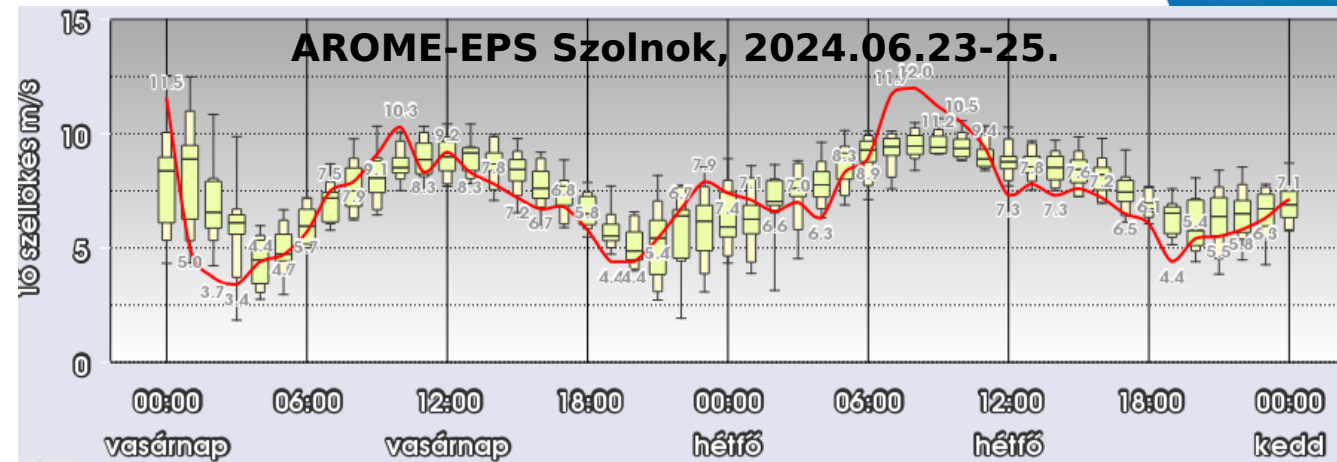


Obs
Forecast PDF
Climatological PDF

AROME Szolnok, 2024.06.23-25.



AROME-EPS Szolnok, 2024.06.23-25.



Verifikációs módszerek



Msc, Numerikus Előrejelzés

Objektív

Szubjektív

Determinisztikus

Valószínűségi

Pontszerű

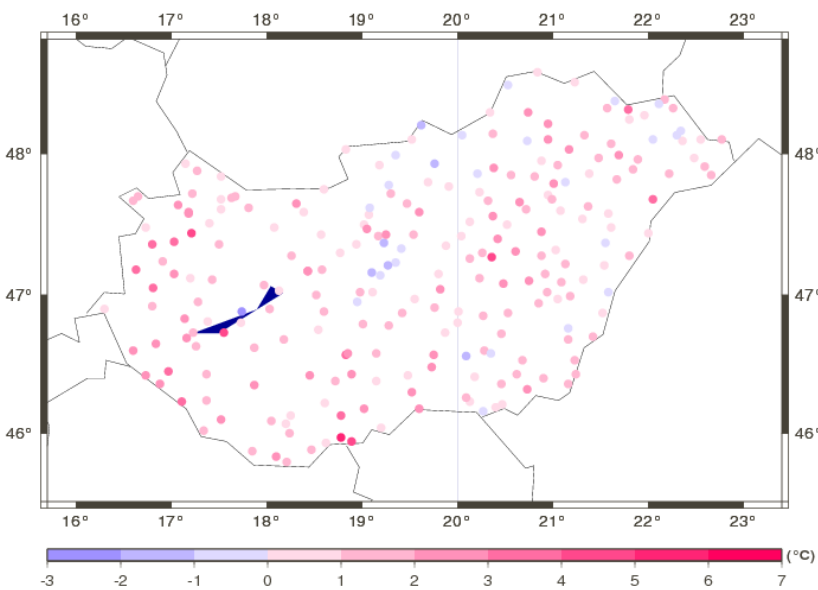
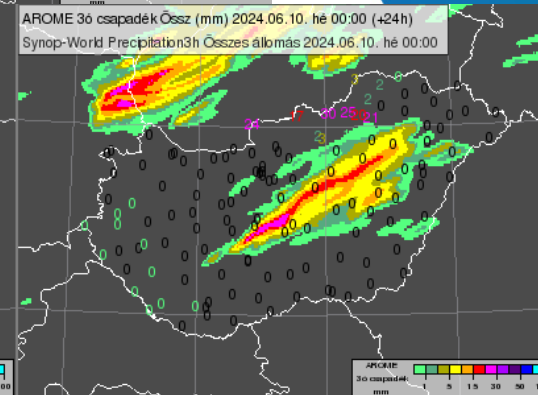
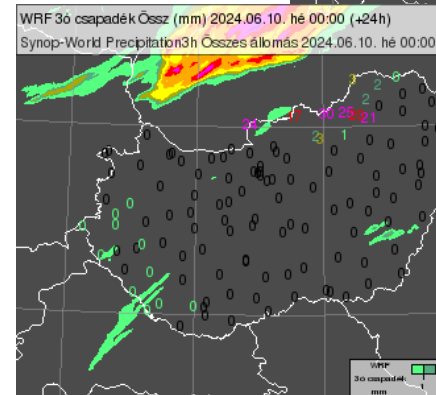
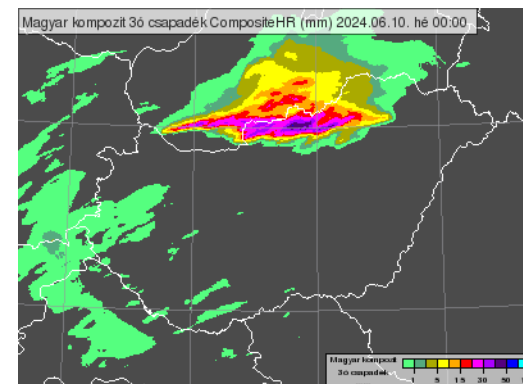
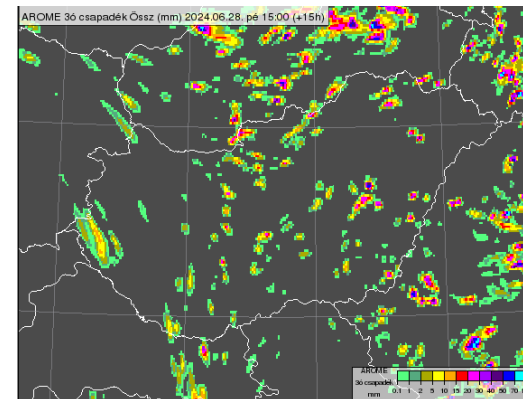
Térbeli

➤ Kettős büntetés



Megoldás pl:

- SAL
- Neighborhood technikák



Tartalom

Verifikáció

- Módszerek
- **HungaroMet-nél elérhető szoftverek**
- Példák

Utó-feldolgozás

- Módszertan
- Eredmények

Módszer- és Energetikai Fejlesztési Osztály



Elérhető szoftverek



Objective Verification SYSTEM

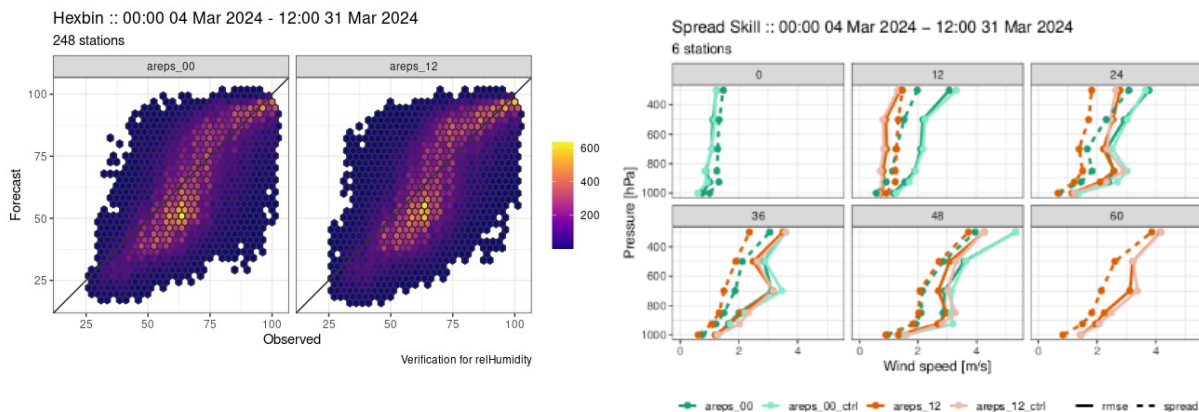
- Pontszerű verifikáció
- Determinisztikus verifikációs score-ok
- RMSE, bias

EPS-mean, EPS-control



Hirlam-Aladin R Package HARP

- Térbeli verifikáció
- Valószínűségi verifikációs score-ok
- Látványosabb megjelenítés



Objective Verification SYSTEM → nemo.met.hu

Ovisys

Automatikus jelentések

Ábratípusok

Ábrák

Konfiguráció

Log

Területek

Területek-új

Ábrakészítés: (Ovisys version: EPSILON)

Segítség Tovább

Ábratípus

Valószínűségi eloszlásfüggvény

Egyszerű eloszlásfüggvény

Kontingencia táblázat

Kontingencia táblázat

Térkép

Térkép

Valószínűségi sűrűségfüggvény

Különböző sűrűségfüggvény

Egyszerű sűrűségfüggvény

Scatterplot

Előrejelés - megfigyelés scatterplot

Egyszerű scatterplot

Küszöbérték ábra

Küszöbérték ábra

Time-TS

Kontingencia mérőszámok megjelenítése

Megfigyelések és előrejelzések megjelenítése

Megfigyelések és előrejelzések megjelenítése boxplottal

Mérőszámok megjelenítése

Mérőszámok ábrázolása boxplottal

Time-T

Kontingencia mérőszámok megjelenítése

Megfigyelések és előrejelzések megjelenítése

Megfigyelések és előrejelzések megjelenítése boxplottal

Mérőszámok megjelenítése

Széldiagram

Széldiagram

N_0205

Ábratípus : Time-TS_fcobs

Időszak : 2023-02-04 - 2023-02-05

Utolsó futtatás: 2023-02-09 08:35:00

Adatok letöltése

Letöltés: 2023-02-09 08:35:00

Rg1h_0126

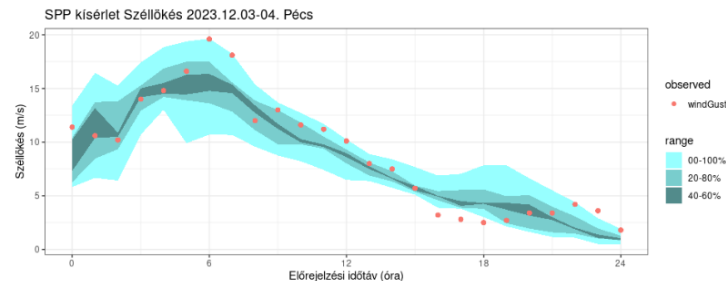
Ábratípus : Time-TS_fcobs

Időszak : 2023-01-26 - 2023-01-26

Utolsó futtatás: 2023-02-08 14:03:52

Adatok letöltése

Letöltés: 2023-02-08 14:03:52



Saját fejlesztésű programok

- Valószínűségi verifikációra
- Térbeli verifikációra

Tartalom

Verifikáció

- Módszerek
- HungaroMet-nél elérhető szoftverek
- **Példák**

Utó-feldolgozás

- Módszertan
- Eredmények

Módszer- és Energetikai Fejlesztési Osztály

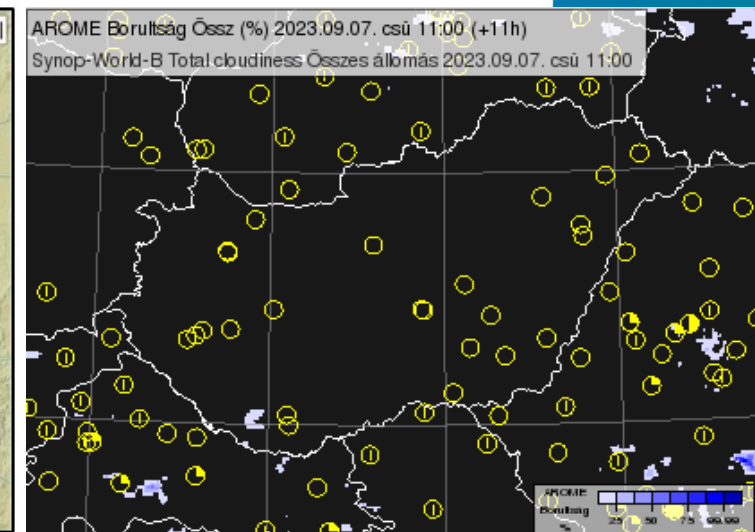
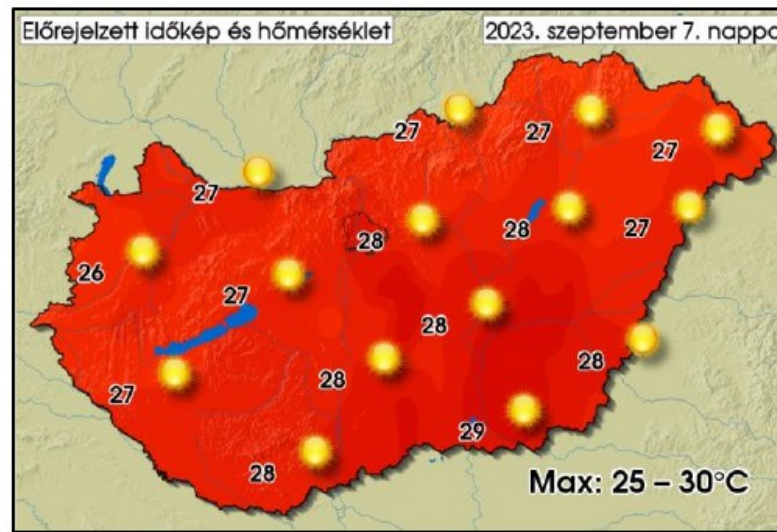
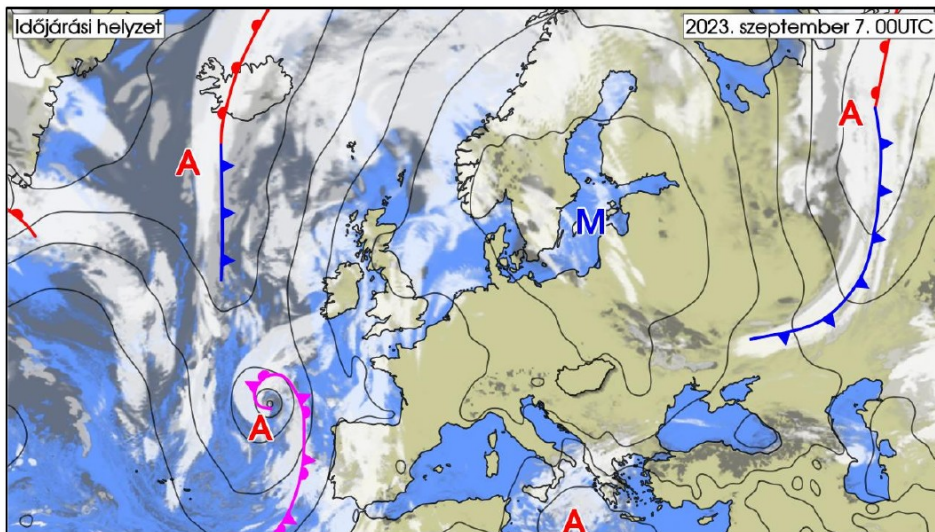


Mitől lesz “jó” az előrejelzés?

- Jó minőségű - Az előrejelzés mennyire felel meg a ténylegesen bekövetkezett eseményeknek? → verifikációs score-ok
- Értékes - Az előrejelzés milyen mértékben segíti a döntéshozót valamilyen gazdasági és/vagy egyéb előny realizálásában? → érdekes helyzetek

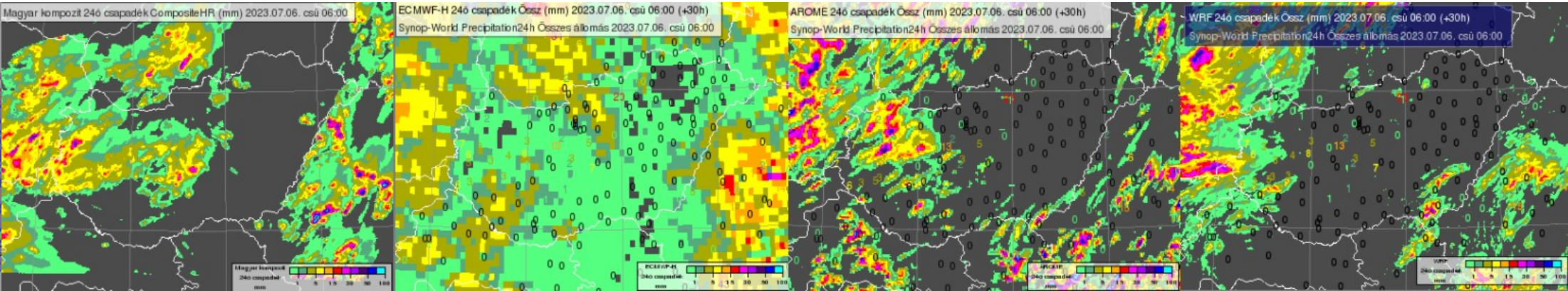


Értékes és jó minőségű az alábbi előrejelzés?



Néhány példa

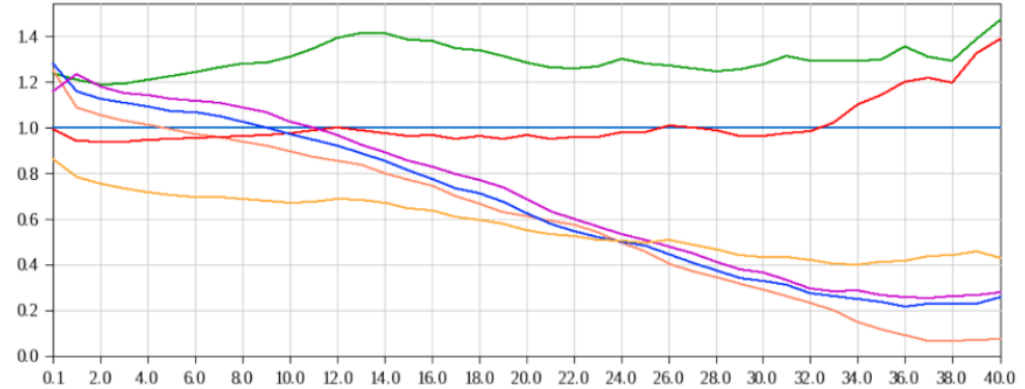
2023.07.06. 00+30h Precip24h



Szubjektív eredményeket a térbeli verifikáció is alátámasztotta (SAL)

- ECMWF: túl nagy P objektum
- AROME: finomabb szerkezetű, intenzívebb góccok
- WRF: teljes csapadékösszeg alulbecslés

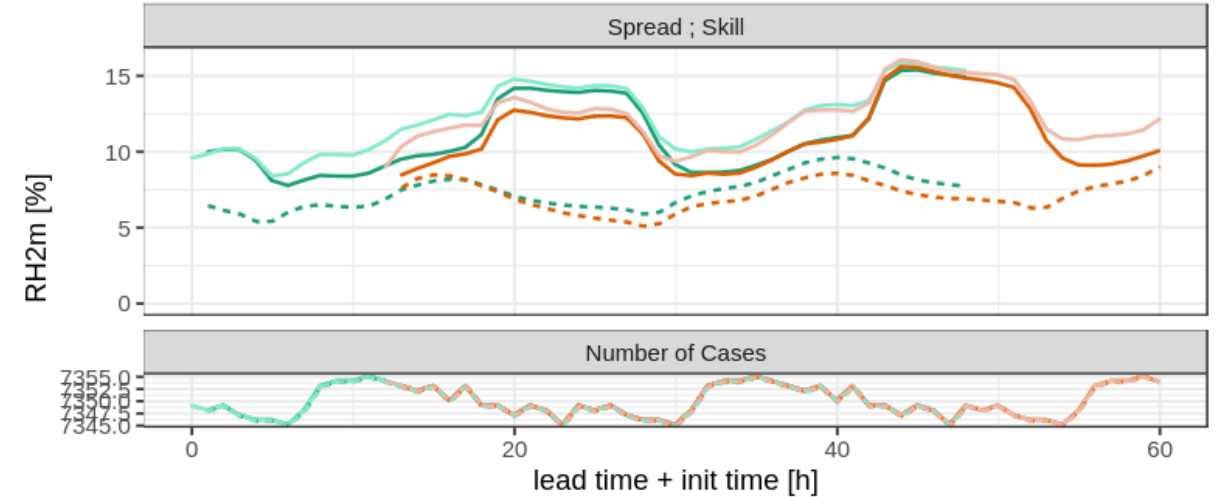
24h csapadékösszeg, FBI



- AROME
- AREPS-MEAN
- WRF
- ALHU
- ECMWF
- FOCUS
- GFS

- Mennyivel többször jeleztük előre az eseményt
- Téves események az ALHU-ban
- AROME 35 mm-ig kimagasló

Spread Skill :: 00:00 01 May 2024 – 12:00 31 May 2024
238 stations



- areps_00
- areps_00_ctrl
- areps_12
- areps_12_ctrl
- rmse
- - - spread

- Spread és skill (RMSE) arányban van egymással → jó
- Éjszaka nagyobb tévedések → újabb futás sokat javít

Tartalom

Verifikáció

- Módszerek
- HungaroMet-nél elérhető szoftverek
- Eredmények

Utó-feldolgozás

- Módszertan
- Eredmények

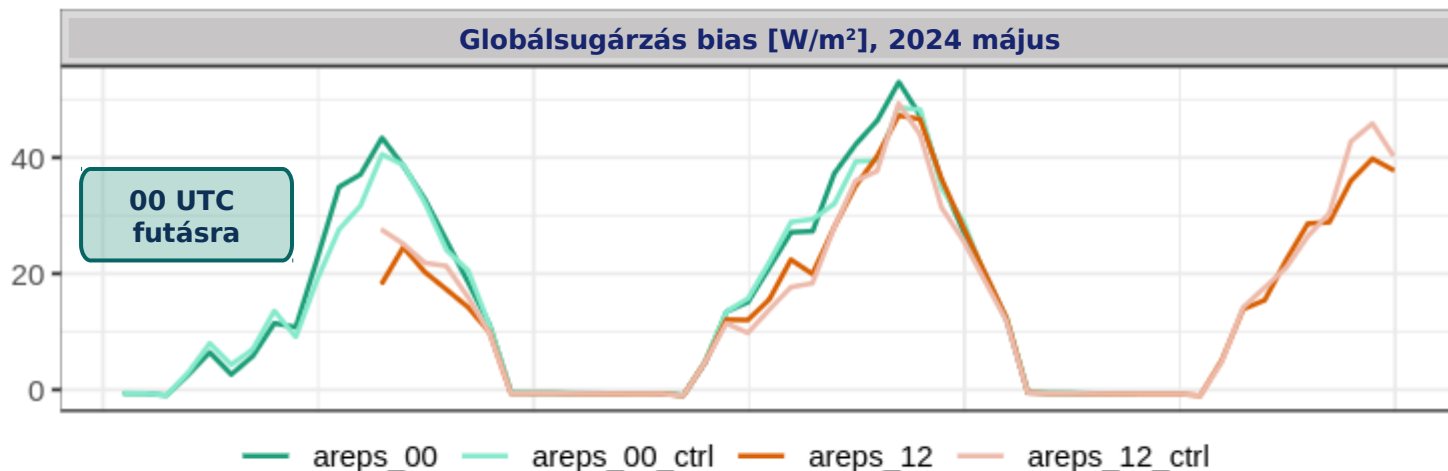
Módszer- és Energetikai Fejlesztési Osztály



Utó-feldolgozás

Modellfejlesztésekkel folyamatosan nő az előrejelzések megbízhatósága

- ! **További javulás érhető el, a hibák korrigálásával, minimalizálásával**
 - Statisztikai vagy gépi tanuláson alapuló módszerekkel



Motiváció:

Hazai nap- és széleenergia termelés megfelelő kiszolgálása

További információ →



- Elmúlt időszak előrejelzéseit és méréseit használjuk a javításhoz
- Néhány változóra koncentrálni → AROME és **AROME-EPS globálsugárzás**, 100m szélesség

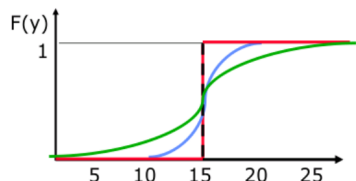
Szépszó, G., Baran, Á., Baran, S., Jávorné Radnóczy, K., & Kornik, M. (2023). Sugárzásra és magassági szélre vonatkozó rövidtávú előrejelzések operatív statisztikai utófeldolgozása. LÉGKÖR, 68(3), 118-125.

AROME-EPS globálsugárzás utó-feldolgozás - Jávorné Radnóczy Katalin

- Debreceni Egyetem matematikus kollegái által fejlesztett EMOS módszer

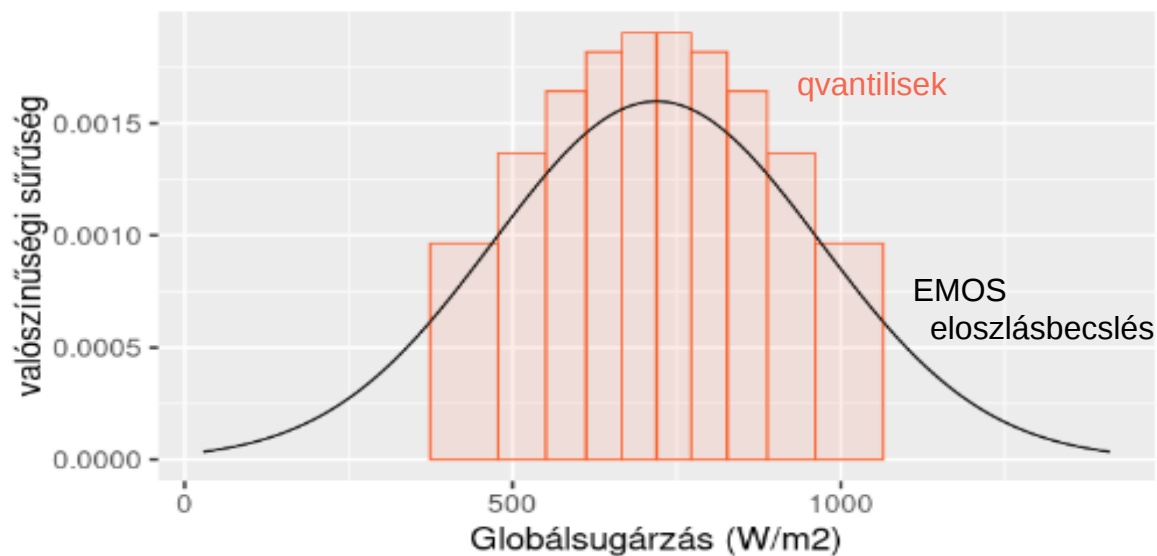
Cél:

CRPS minimalizálás

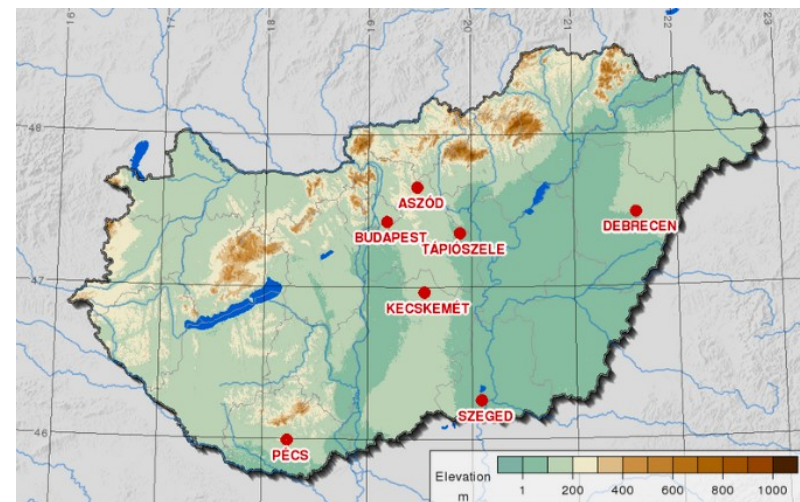


- Paraméteres eloszlásbecsléssel ← 31 napos gördülő tanulóperiódus alapján

EMOS, 2024-06-25 11:00 Aszód



- Mindennap újratanul (2 perc)
- Figyelembe veszi az időjárási viszonyokat
- Utófeldolgozáshoz használt 7 állomás



**Bárhová
kiterjeszhető
módszer**

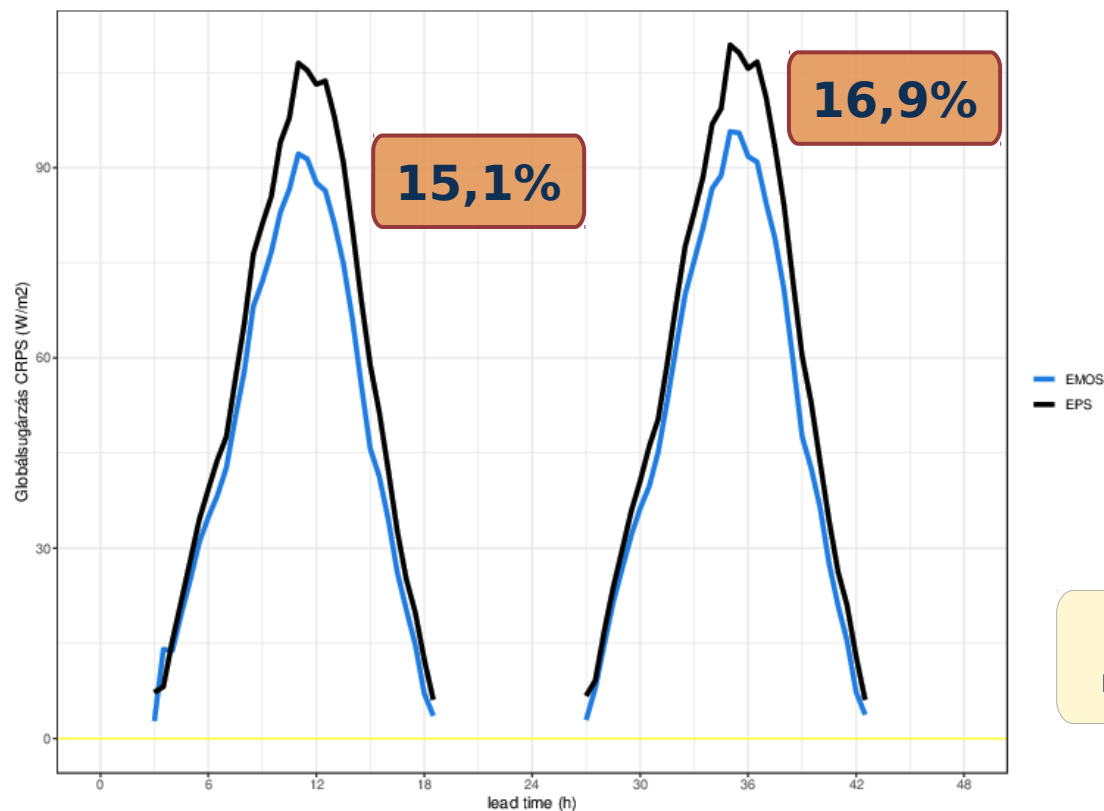
Egyenlő valószínűséggel rendelkező területek → 11 tagú ensemble előrejelzés

AROME-EPS globálsugárzás utó-feldolgozás - Jávorné Radnóczy Katalin

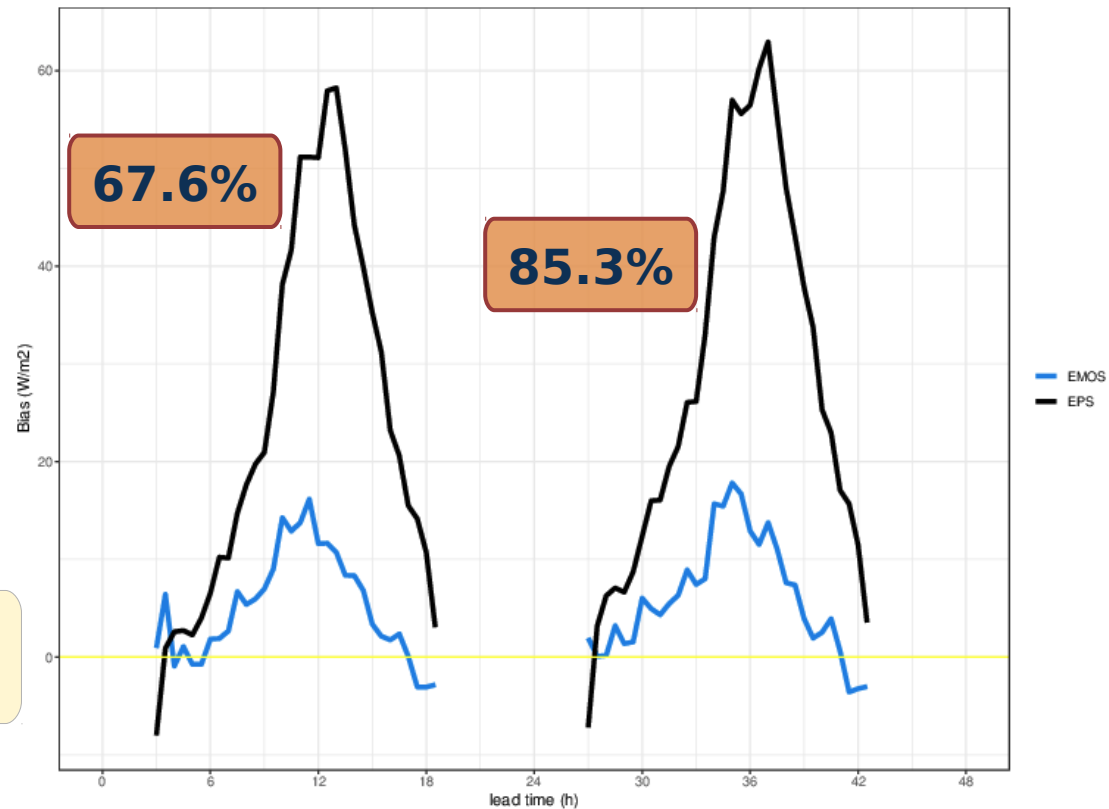
Eredmények

- A 7 állomás átlagos értékei alapján
- 2024.01.01 - 2024.06.19.

CRPS – átlagosan 16%-os javulás



bias – átlagosan 76.5%-os javulás



Tartalom

Verifikáció

- Módszerek
- HungaroMet-nél elérhető szoftverek
- Eredmények

Utó-feldolgozás

- Módszertan
- Eredmények

Módszer- és Energetikai Fejlesztési Osztály



Módszer- és Energetikai Fejlesztési Osztály

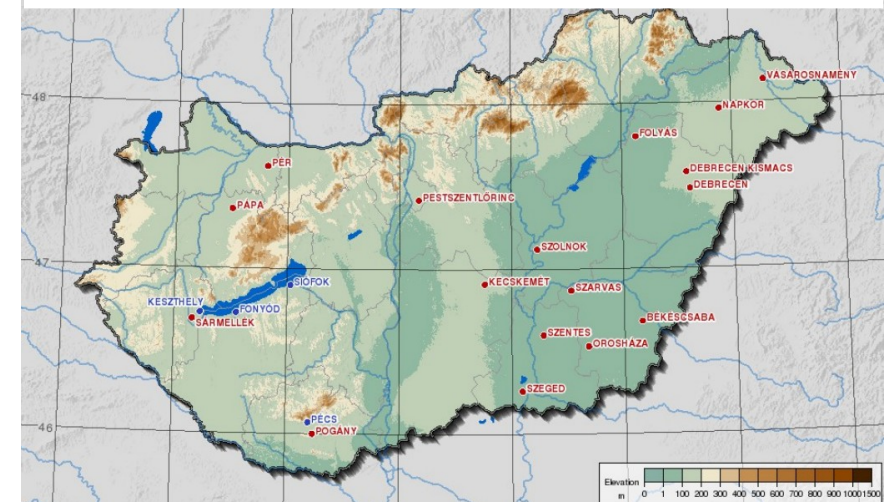
Energetikai célú fejlesztések, szolgálatok támogatása → sugárzás és felhőzet

Modell-előrejelzések és azokból készülő produktumok rendszeres, hosszú évekre visszamenő verifikációja

- A modellek beválásának szubjektív és **objektív** vizsgálata →
 - Saját fejlesztésű szoftver: OVISYS
 - ACCORD konzorcium szoftvere: HARP
- Verifikációs kampányok kiértékelése (ciklus váltás)
- Kapcsolattartás
→ felhasználói visszajelzések gyűjtése az ACCORD számára
- **Cél:**
 - Új módszerek kidolgozása, érintve a térbeli és magaslégköri verifikációt
 - Több megfigyelési adat bevonása

A hibák feltárása és értelmezése fontos visszacsatolás a fejlesztési irányok kijelöléséhez!

Felhőzet verifikációhoz használt állomások



Módszer- és Energetikai Fejlesztési Osztály

Energetikai célú fejlesztések, szolgálatok támogatása → sugárzás és felhőzet

Rövidtávú előrejelzések utófeldolgozása

- Az előrejelzések **10-15%-os javulása** statisztikai vagy gépi-tanulósos utó-feldolgozási módszerek alkalmazásával
- **Cél:**
 - Ezen módszerek folyamatos fejlesztése, különös prioritás a 2,5 km-es felbontású AROME-EPS globálsugárzás előrejelzések megbízhatóságának növelésére

Globálsugárzásra vonatkozó ultra-rövidtávú előrejelzés fejlesztése

- Első néhány órára minnél pontosabb előrejelzés készítése ← menetrendezés miatt
- Műholdadatok felhasználásával
- Gépi tanulósos algoritmusok tesztelésével

Köszönöm a figyelmet!

Érdeklődőket csütörtökön várjuk szeretettel!

