

Felszíni adatok asszimilációja az AROME rendszerébe

TÓTH HELGA^{1,3}, SZINTAI BALÁZS^{1,2}, BREUER HAJNALKA³

¹HungaroMet Nonprofit Zrt.

²ECMWF, Bonn

³ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék

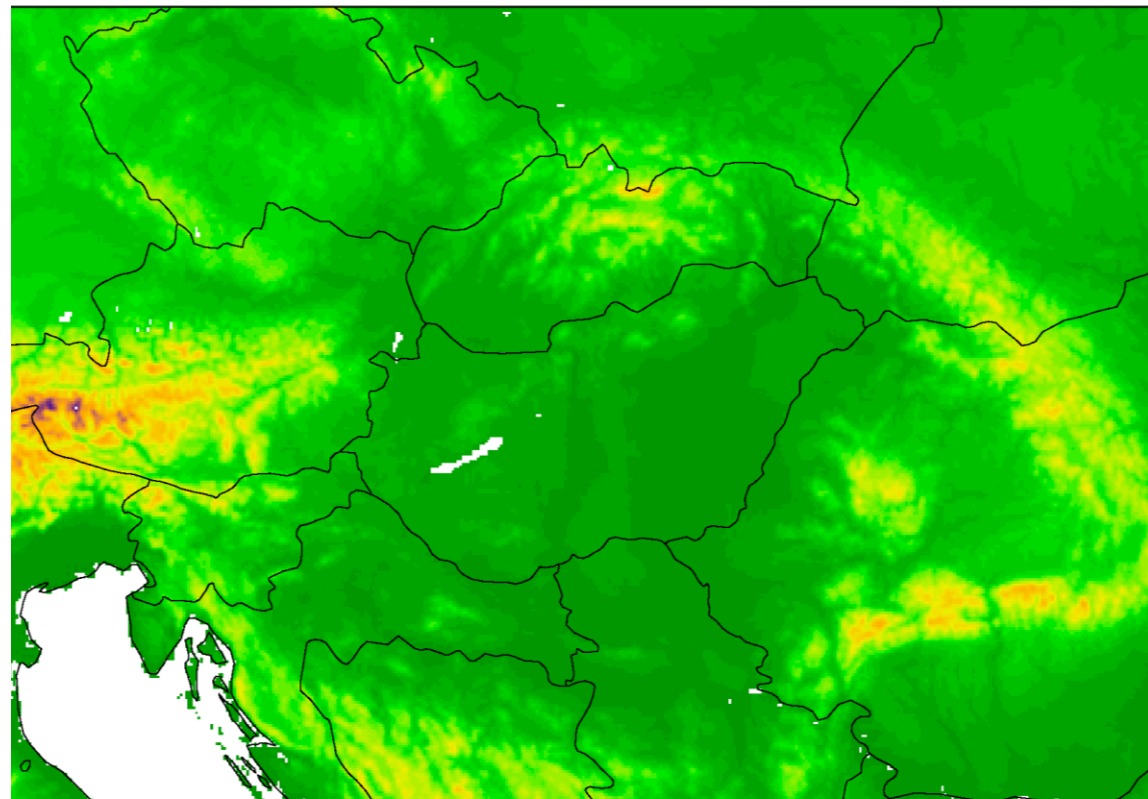
2025. December 4.

Tartalom

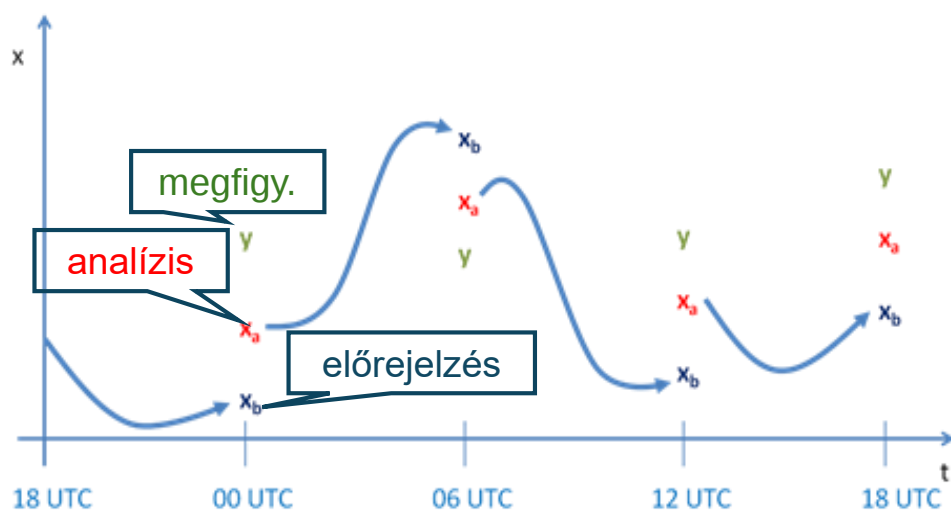
- Bevezetés, operatív AROME/HU modell, adatasszimiláció
- Egyszerűsített Kiterjesztett Kalman Filter (SEKF) felszíni adatasszimiláció
 - 2 méteres SYNOP mérések adatasszimilációja
 - Műholdas talajnedvesség mérések (Metop-B ASCAT) asszimilációja – eredmények
- Összefoglalás
- Jövőbeli tervek

AROME modell

- Nem-hidrosztatikus numerikus előrejelző modell
- 2.5 km horizontális felbontás
- 60 vertikális szint
- +48 és +36 órára előre
- Napi 8x fut (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 és 21 UTC-kor)
- Légköri határfeltételek az ECMWF-IFS modellből órás felbontással
- Talajmodell (3 rétegű): SURFEX 8.0
- Kezdeti feltételek előállítása (adatasszimiláció):
 - 3D-Var a magaslégkörben
 - SEKF a felszínen (2022-ig Optimális Interpoláció)



Adatasszimiláció célja: kezdeti feltétel előállítása numerikus előrejelzői modell számára => optimális kombinációja a **megfigyeléseknek** és egy korábbi **modellelőrejelzésnek** (background)



=> Adatasszimilációs ciklus

Asszimilált megfigyelések:

- SYNOP (u, v, T, RH, z)
- TEMP (u, v, T, q)
- Repülőgépes adatok: AMDAR (u, v, T, q), Mode-S (u, v, T, q)
- GNSS ZTD (Integrált Vízgőz Mennyiség)
- Műholdas szél: AMV, HRWIND (u, v)

Felszíni adatasszimiláció

1825

AROME modell operatív 2010-től,

- 3D-Var légköri asszimiláció 2013-tól,
- Felszíni adatasszimiláció 2016-tól – Optimális Interpoláció

Új felszíni Adatasszimilációs módszer: Egyszerűsített kiterjesztett Kálmán-Filter (SEKF)

Cél: fejlettebb és lehetőleg PONTOSABB felszíni asszimiláció bevezetése az operatív gyakorlatba, pontosabb talaj nedvesség (WG1 és WG2) és hőmérséklet (TG1 és TG2) analízis

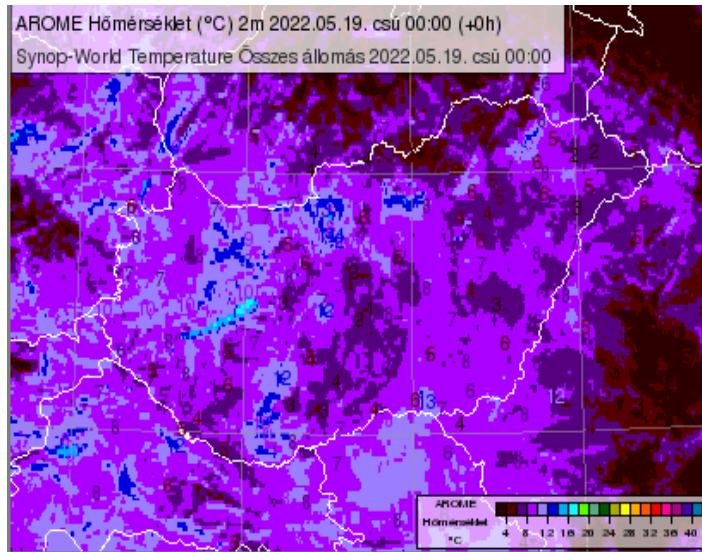
Kiindulás: SYNOP T2M és RH2M + háttér modell előrejelzés + feltételezések (pl. megfigyelések szisztematikus hiba mentesek) => keressük a **legjobb analízist** a talaj nedvességére és hőmérsékletére
=> legjobb becslés

=> Ennek általánosítása a **Kálmán Filter**

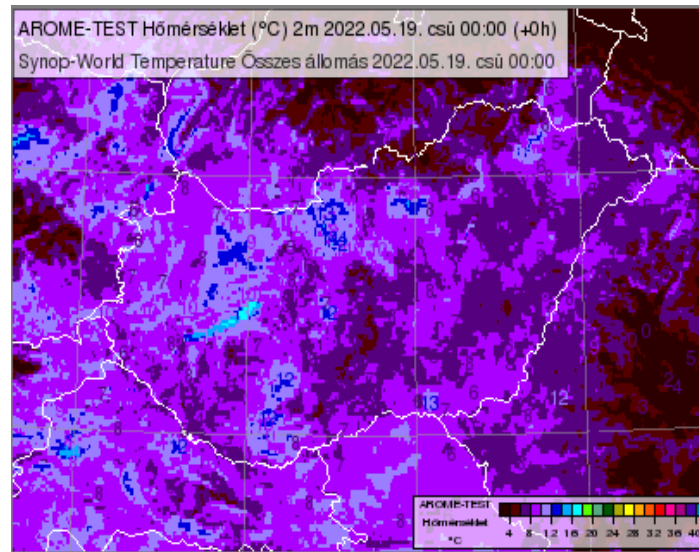
SEKF intenzív tesztelés 2020-tól

MTA SEKF 2 méteres megfigyelések használatával

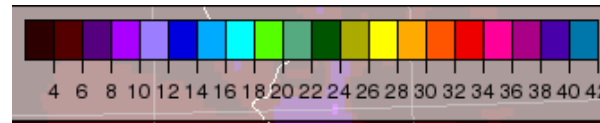
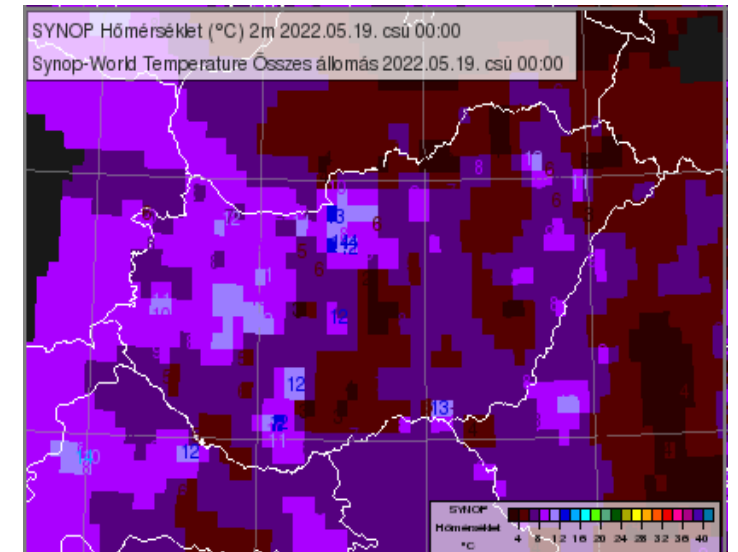
T2M OI-MAIN (régi verzió)



T2M SEKF



T2M SYNOP



- SEKF: Legjobb eredmények száraz, anticiklonális időjárási helyzetben
- Alacsonyabb Tmin, magasabb Tmax SEKF-fel => nagyobb hőingás
- Csapadék előrejelzésben is pozitív hatás

=> Operatív bevezetés: 2022. június

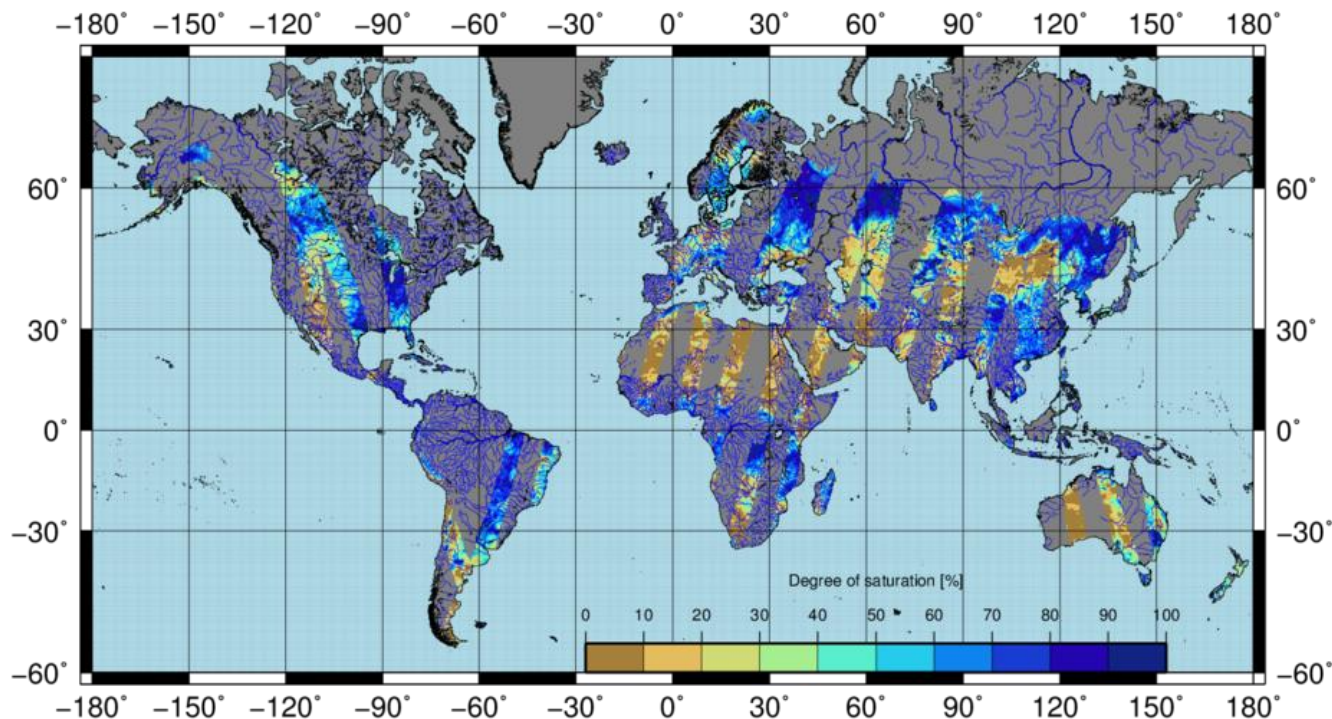
Műholdas adatok bevezetése

1825

MTA MetOp-B ASCAT C-band backscatter talajnedvesség

- MetOp B kvázipoláris műhold, kb. 800 km magasságban, 2012-től
- Advance SCATterometer radar-szerű műszer, visszaszórást mér, 5,255 GHz frekvencián

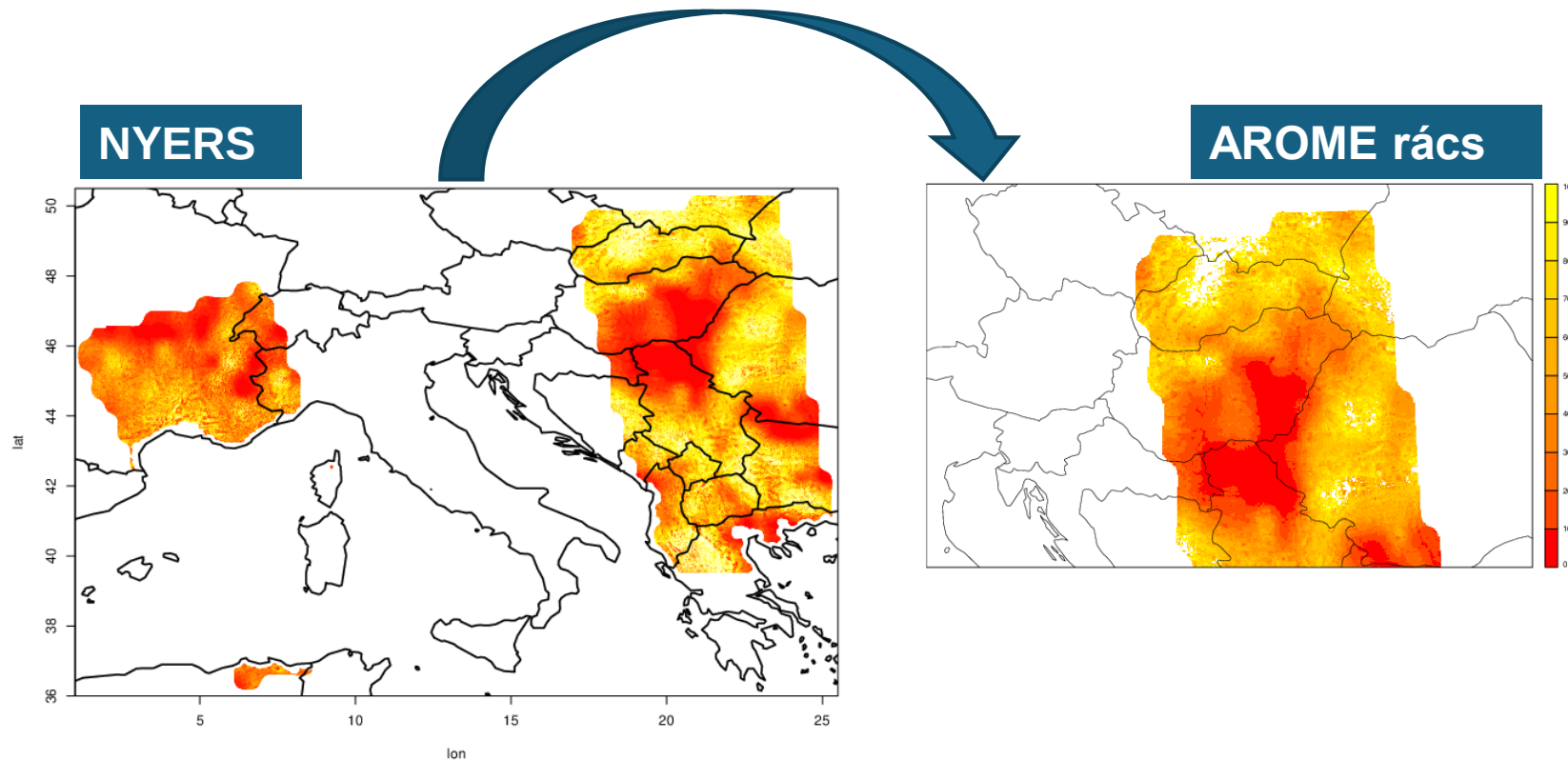
ASCAT soil moisture 20190503_1410, Metop-B, 250



- Európa felett napi 2 áthaladás, kb. 7 és 19 UTC körül
- H-SAF készít belőle valós idejű talajnedvesség adatokat – Level-2 produktum
- Mi a H08-as produktumot használjuk:
 - 25 km-es felbontású produktumot leskálázzák az ENVISAT ASAR paramétereivel 1 km-es felbontásra
 - Felszíni talajnedvesség (felső 0-2 cm-es vastagság) %-ban kifejezve (0-100%)

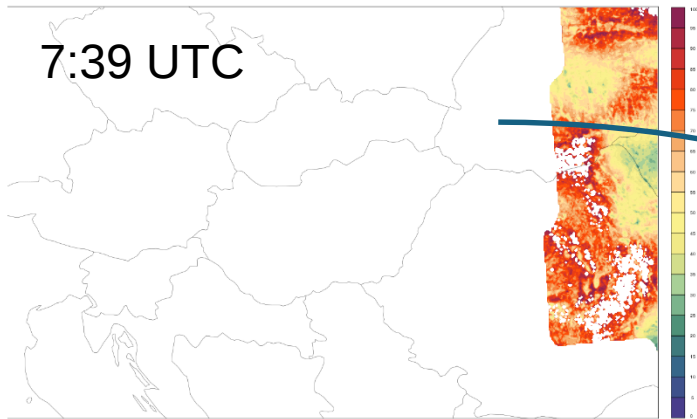
ASCAT adatok előfeldolgozása

1. Nyers adatok AROME modell rácsra interpolálása (LATLON => Lambert konverzió)
2. Rossz adatok kiszűrése
3. Adatok átalakítása %-ról teljes víztartalomba (m^3/m^3)
4. CDF matching (a cél a modell és a műholdas mérés közti inkonzisztencia eltünttetése)

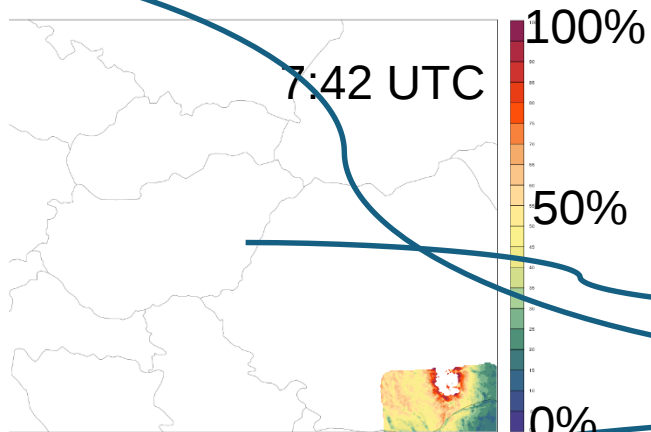


ASCAT nyers műholdas mérések

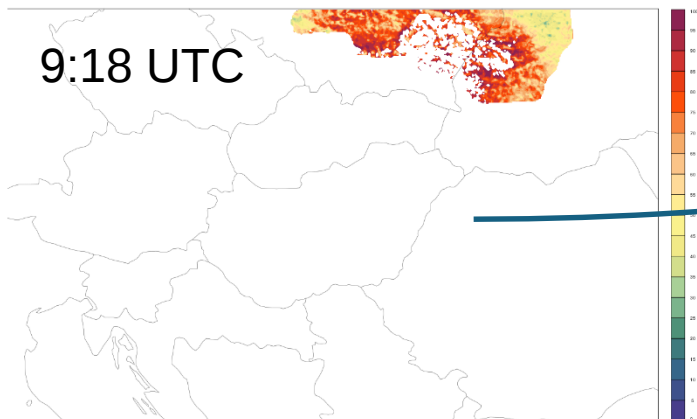
7:39 UTC



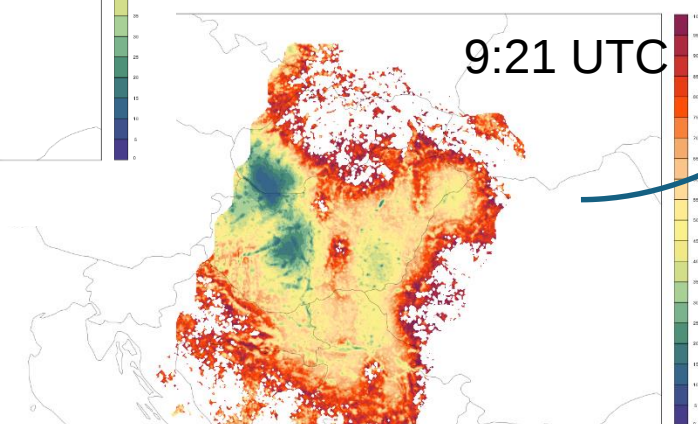
7:42 UTC



9:18 UTC

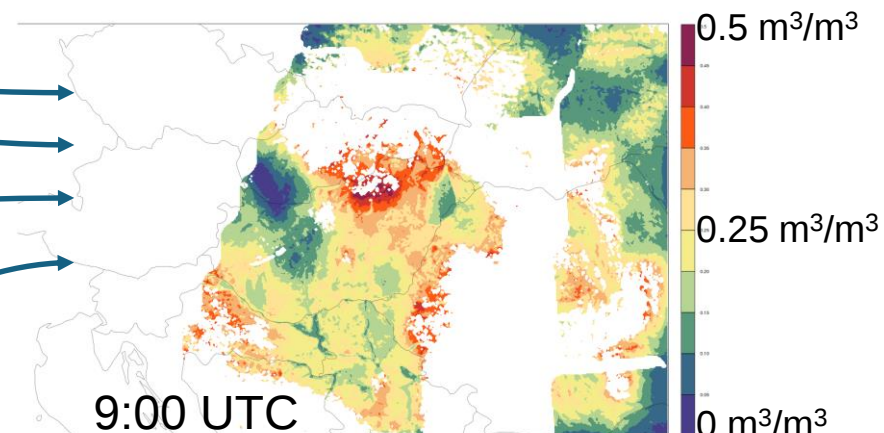


9:21 UTC

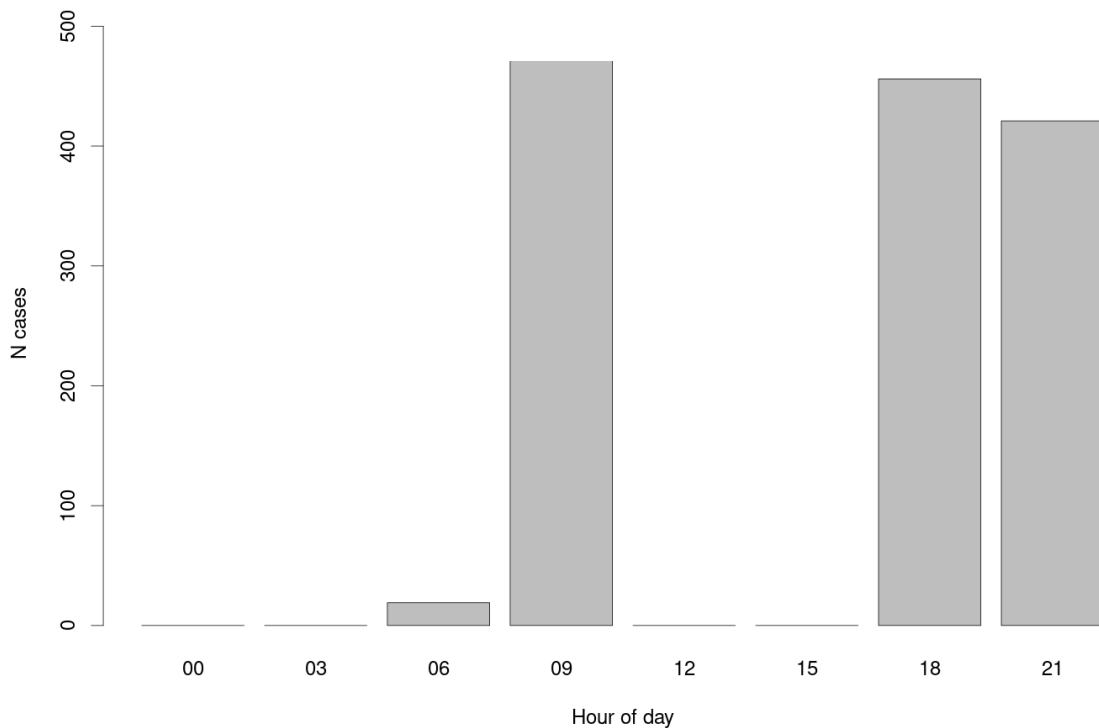


AROME **Felszíni talajnedvesség** 9
UTC-kor: adatok egyesítése (+/-90min),
konvertálások, szűrések, CDF-matching

9:00 UTC

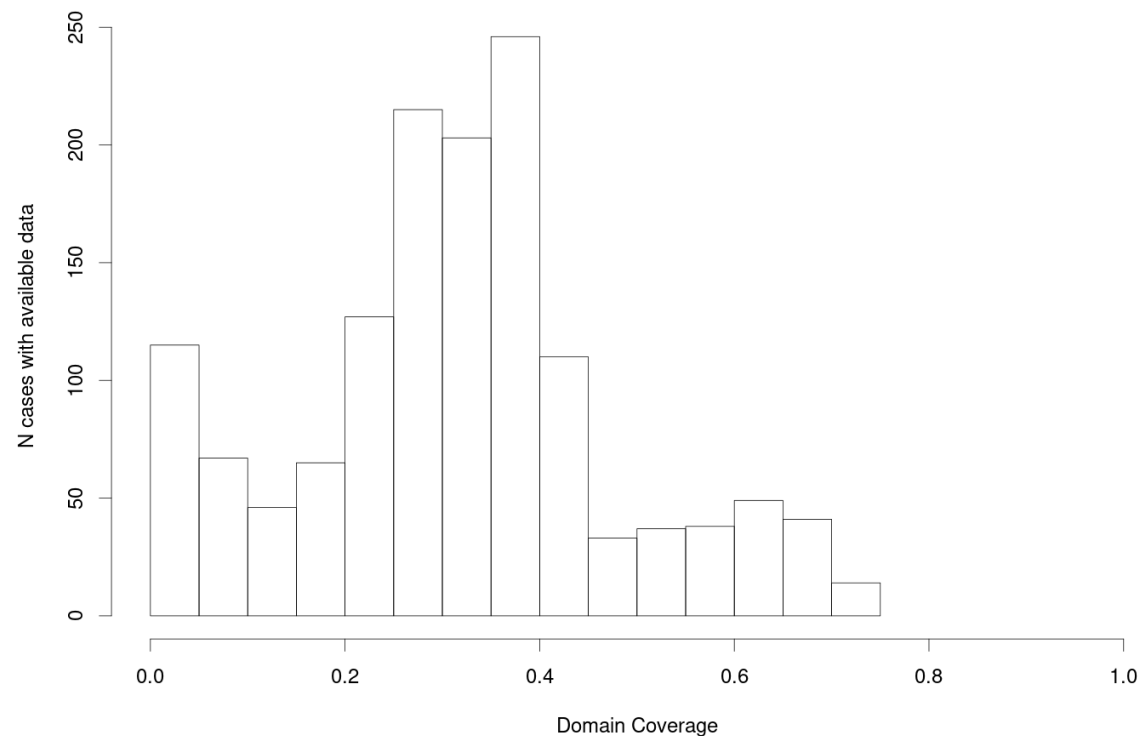


Műholdas adatok rendelkezésre állása (2022/01-2023/05)



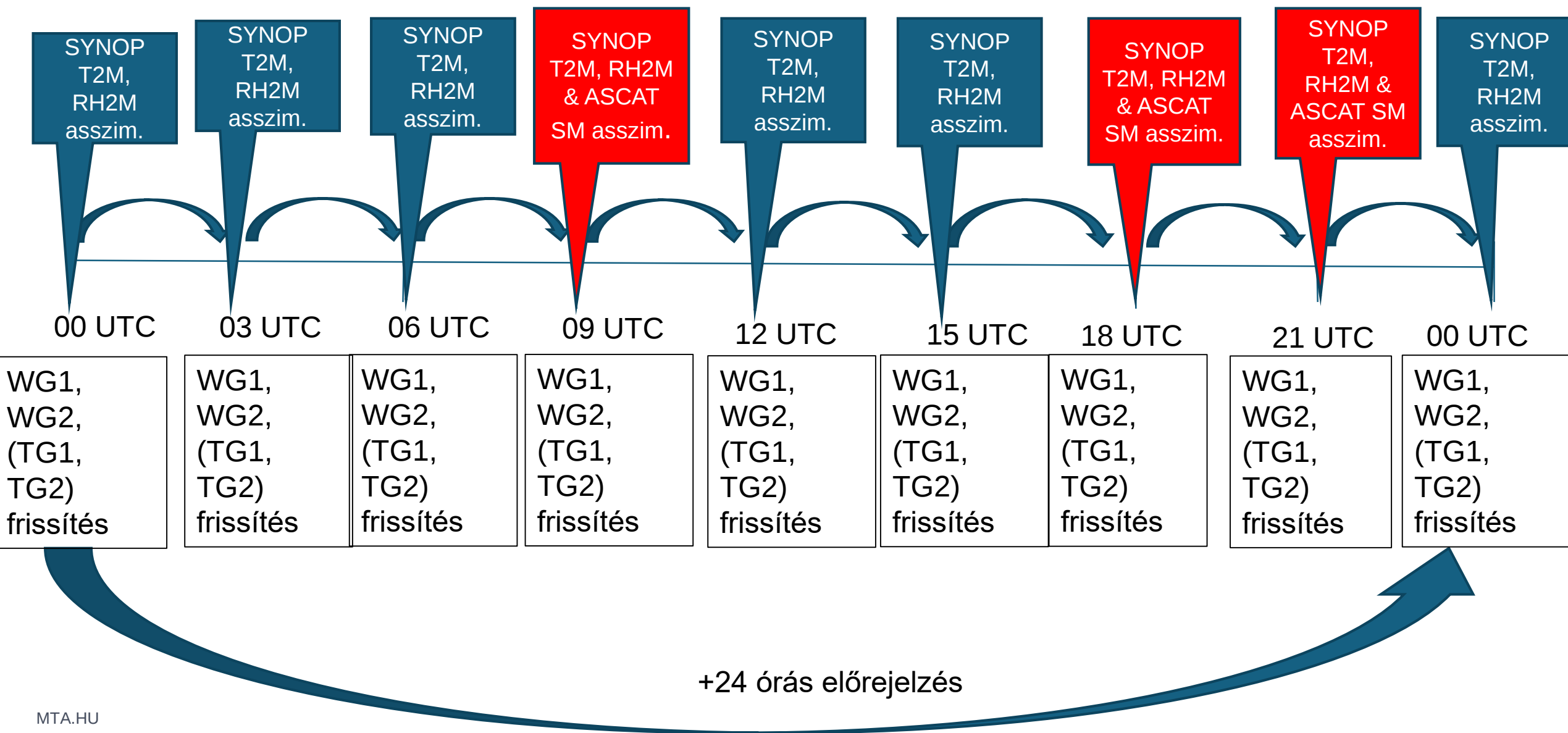
=> Analízis készíthető 6, 9, 18 és 21 UTC-kor

Nyers műholdas adatok területi lefedettsége (2022/01-2023/05)



=> Nem túl jó területi lefedettség (átlagosan kisebb, mint 40%)

AROME Felszíni adatasszimilációs ciklus (SYNOP T2M, RH2M & ASCAT Talajnedvesség esetén)



Eredmények

1825

Gyökérzóna talajnedvessége (WG2)

Kísérletek 2023. május 1 – október 31

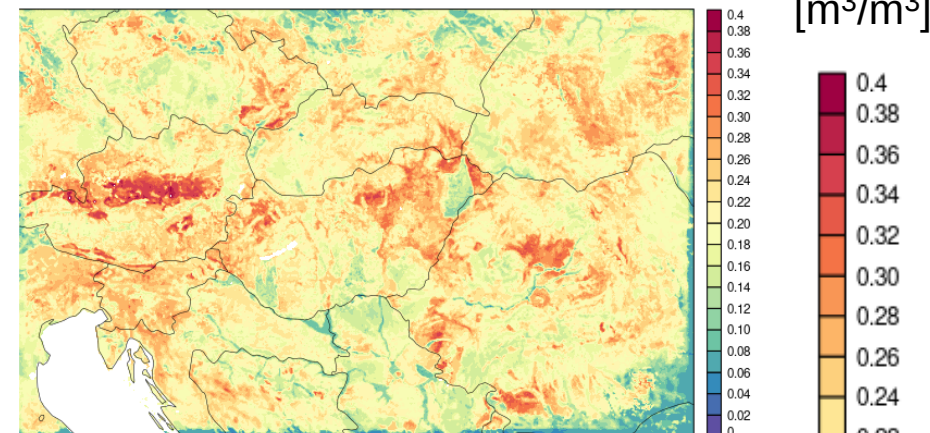
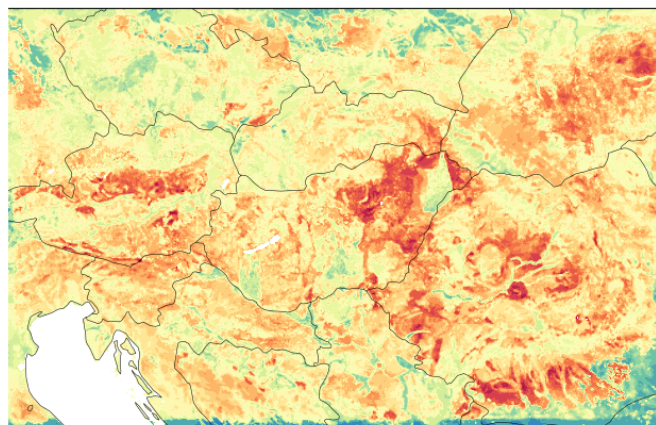
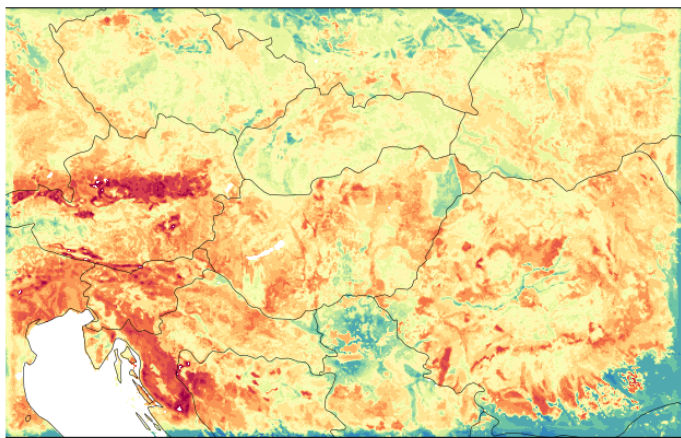
- **REF:** referencia, csak 2 méteres hőmérséklet és relatív nedvesség asszimilációja
- **ASCAT:** REF + ASCAT adatok asszimilációja

2023. május 15.

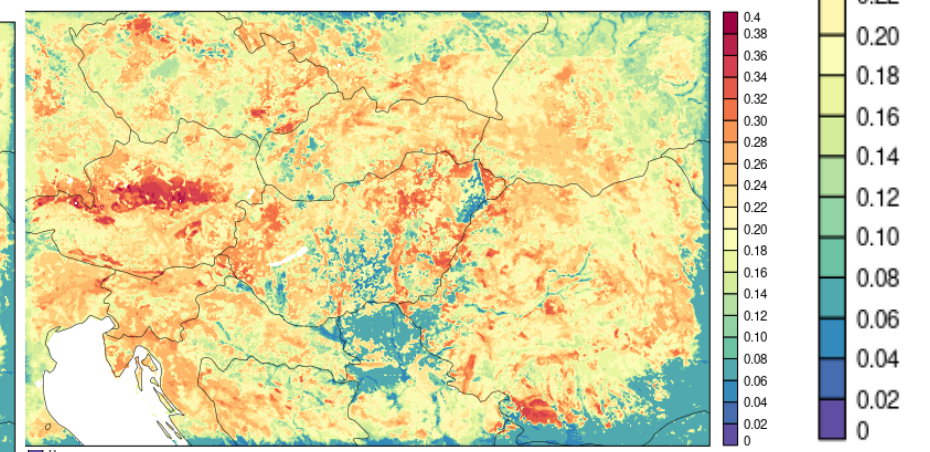
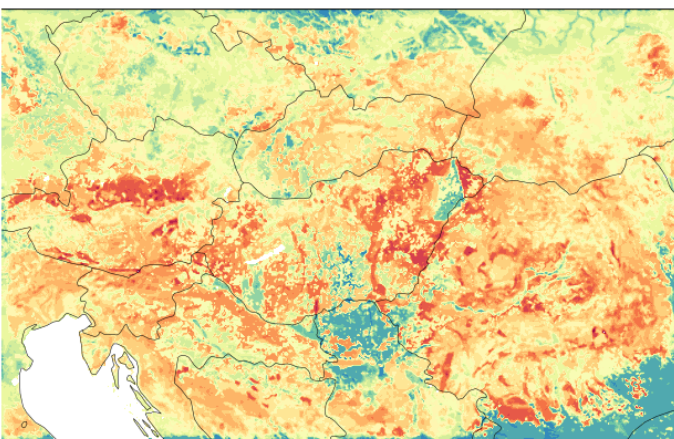
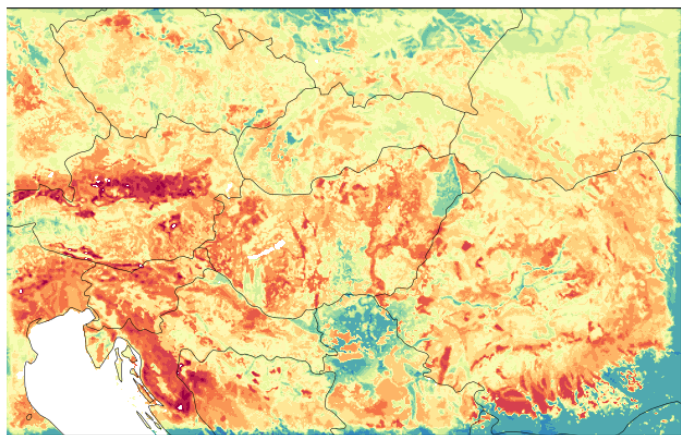
2023. július 15.

2023. szeptember 15.

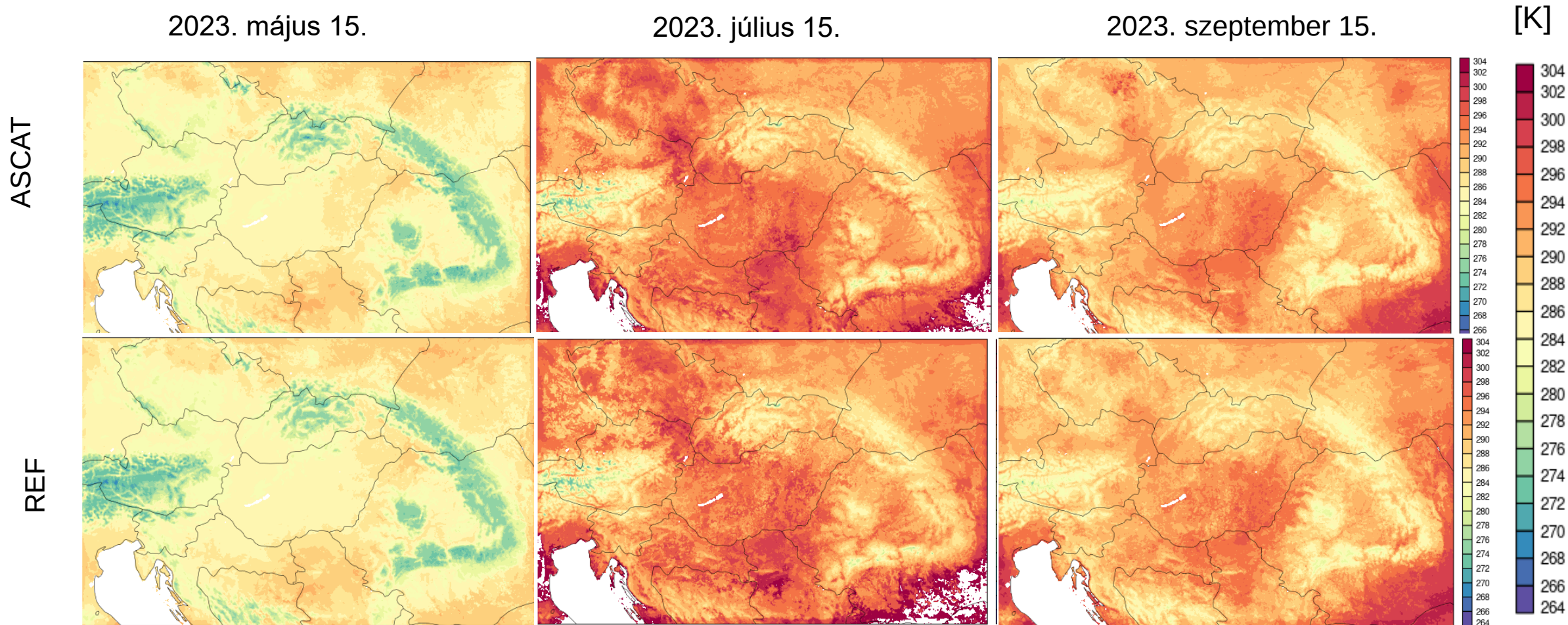
ASCAT



REF

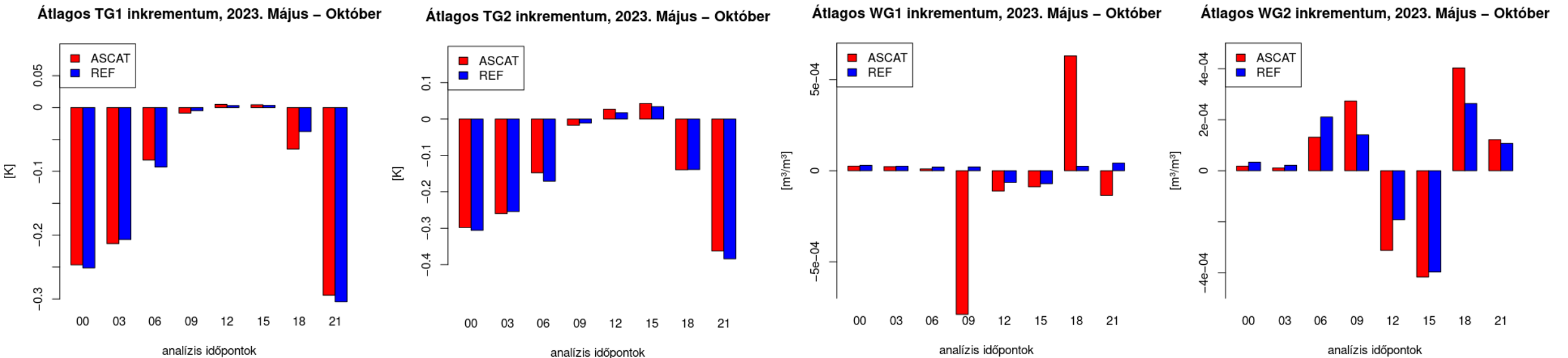


Gyökérzóna talajhőmérséklete (TG2)



Adatasszimiláció hozzáadott értéke

- Az ún. [analízis inkrementum](#) (background-analízis) mondja meg



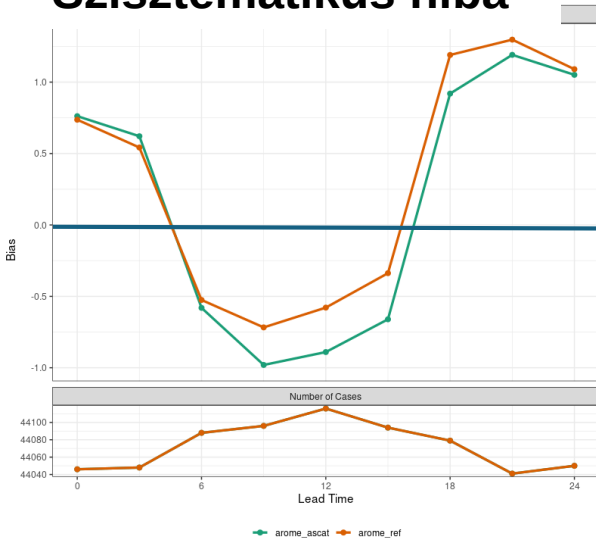
- Az adatasszimilációnak nappal inkább a talajnedvességre, éjszaka pedig a talajhőmérsékletre van hatása.
- Az ASCAT adatok hatása főként a talajnedvesség analízisekben mutatkozik meg.

Verifikáció

-- ASCAT
-- REF

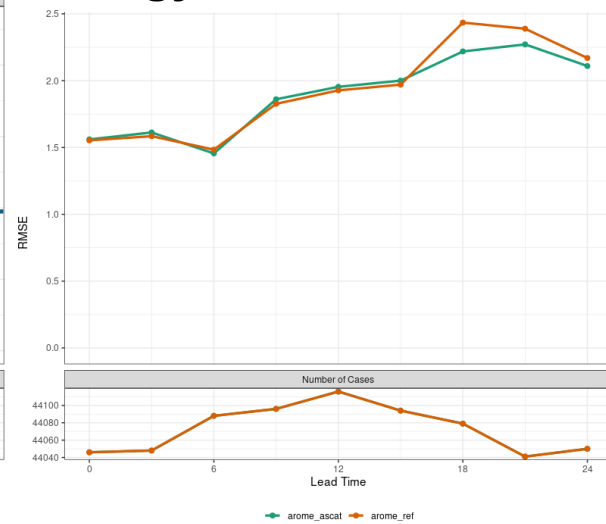
2 méteres hőmérséklet

Szisztematikus hiba



Verification for temperature

Négyzetes hiba

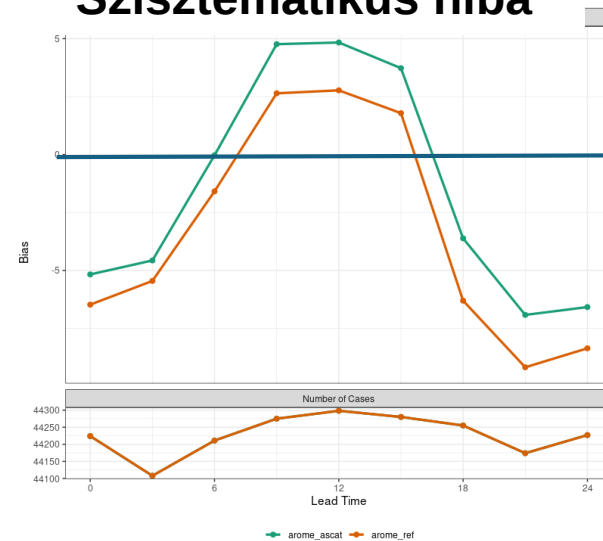


Verification for temperature

- Nappal: ASCAT ront (nagyobb alábecslés)
- Éjszaka: ASCAT javít (kisebb felülbecslés)
- Négyzetes hiba javul

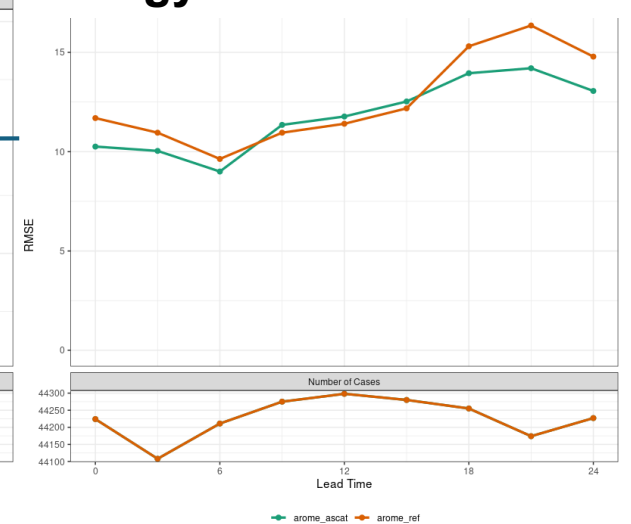
2 méteres relatív nedvesség

Szisztematikus hiba



Verification for rel-humidity

Négyzetes hiba



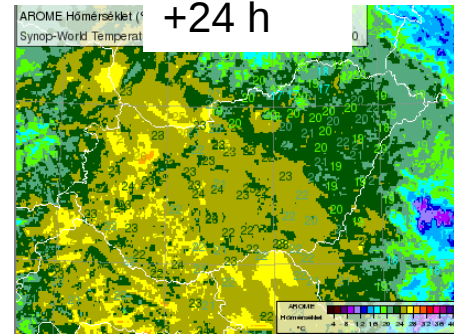
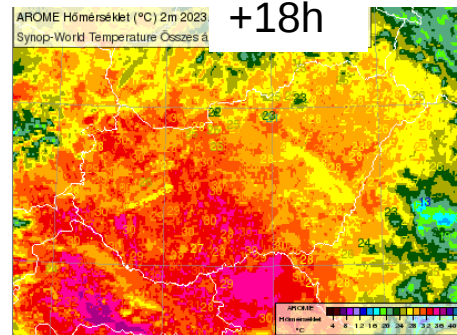
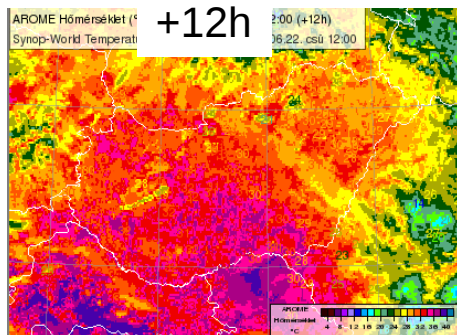
Verification for rel-humidity

- Nappal: ASCAT ront (nagyobb felülbecslés)
- Éjszaka: ASCAT javít (kisebb alábecslés)
- Négyzetes hiba javul

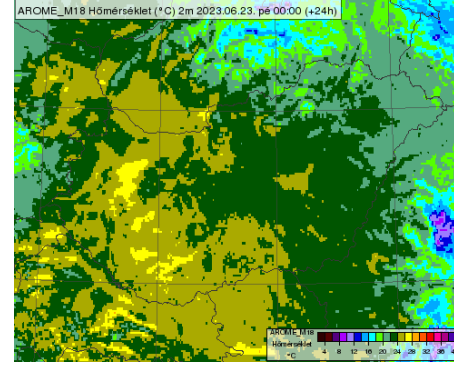
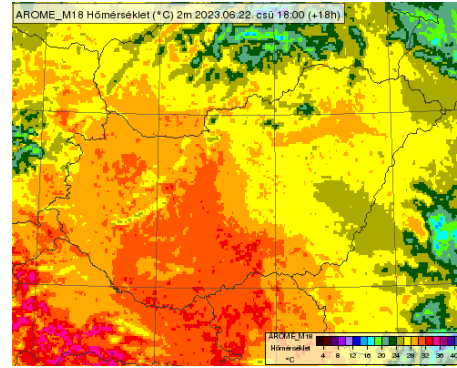
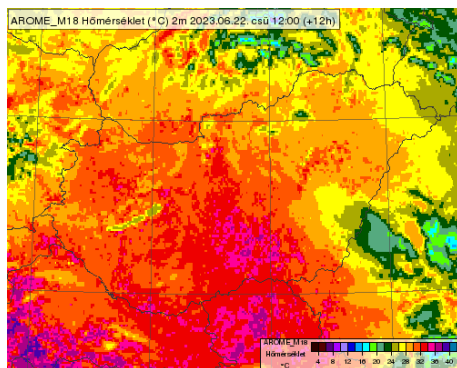
Esettanulmány

2023. június 22. 00 UTC-s futtatás
2 méteres hőmérséklet előrejelzés
Időjárási helyzet: hidegfront, záporok ÉNY-K irányban,
de meleg időjárás

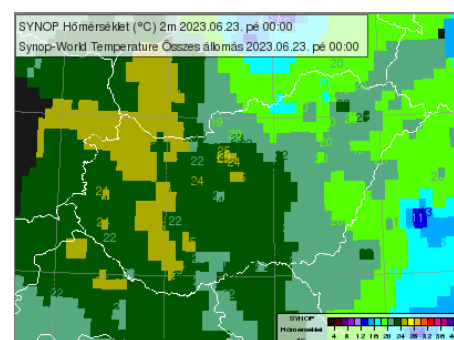
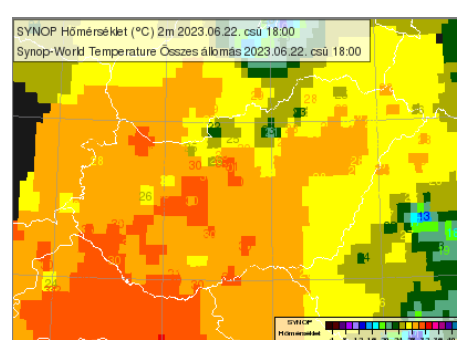
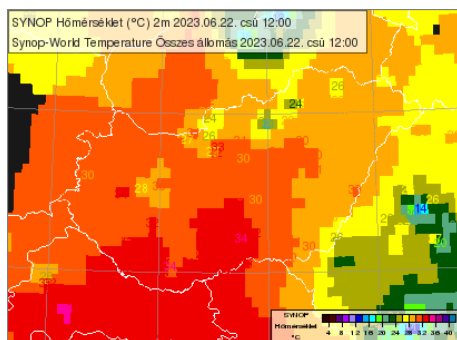
REF



ASCAT



SYNOP



- ASCAT mérés az előrejelzésbe közvetlenül nem kerül be, csak az adatasszimilációs cikluson keresztül
- A hőmérséklet felülbecslést az ASCAT asszimiláció végig tompítani tudta

Összefoglalás

- Kárpát-medence **száraz, kontinentális** klímaövezetben van, emiatt a **vegetáció** és a **talajnedvesség évek közötti változékonysága** nagyon nagy. A mezőgazdaság a száraz időszakoknak nagyon ki van téve.
- A **száraz, anticiklonális** időszakokban a talaj állapota nagy hatással van a felszín közeli légrétegekre.
- A **felszíni adatasszimilációnak** ilyenkor nagy szerepe van az **előrejelzés** sikerességében.
- Az **SEKF** jól alkalmazható mind a konvencionális (SYNOP T2M és RH2M), mind a nem-konvencionális (műhold) megfigyelések adatasszimilációjára.
- **SEKF** jól alkalmazható operatív környezetben, és javítja az előrejelzéseket főleg az éjszakai órákban.

Jövőbeli tervek

- ASCAT H08 produktum helyett H28 használata.
- További műholdas adatok bevonása
 - **talajnedvesség** SMOS (fényességi hőmérsékletből neurális hálóval talajnedvességet készítenek – ECMWF)
 - **felszín hőmérséklet** (SEVIRI – Meteo France munkája).
- A rendszert a 3-talajrétegű séma helyett **többrétegű diffúziós talajsémára** terjesztenénk ki, mely jóval összetettebb, komplexebb és pontosabb, mint a ma használatos 3-rétegű, ISBA séma.

Köszönöm a figyelmet!

MTA

