



Biomassza és talajnedvesség szimuláció és asszimiláció az OMSz-nál ImagineS projekt keretében

Tóth Helga, Szintai Balázs és Kullmann László
Email: toth.h@met.hu





Tartalom



- **ImagineS projekt (2012-2016)**
- **LDAS (Land Data Assimilation System)**
 - ISBA-A-gs séma a SURFEX-ben
 - Adat asszimiláció: Extended Kalman Filter
- **Validáció**
 - 1D (összevetés a hegyhátsáli adatokkal)
 - 2D (összevetés a műholdas adatokkal)
 - Mezőgazdasági felhasználhatóság
 - Szárazság-indukátorok



ImagineS



- **Implementation of Multi-scale Agricultural Indicators Exploiting Sentinels**
- **EU-FP7 projekt: <http://fp7-imagines.eu>**
- **Időtartam: 40 hónap + 4 hónap hosszabbítás (2012. nov. 2012. – 2016. júni.)**
- **8 Intézmény (Fr, Sp, Be, UK, Hu), ebből 2 KKV.**
- **OMSz alvállalkozója: ELTE Meteorológiai Tanszék (hegyhátsági adatok)**
- **Célok:**
 - **Több szenzoron** alapuló (PROBA-V, LandSat-8) és **több skálát** lefedő (300 m, 30 m) **biofizikai változókra** (LAI, FAPAR) vonatkozó műholdas produktumok fejlesztése a Copernicus Global Land Service számára.
 - Ezen műholdas produktumok asszimilációja **felszíni modellekbe** globális és regionális skálán → talajállapot és a vegetáció időbeli fejlődésének monitorozása
 - A produktumok hozzáadott értékének demonstrálása potenciális **felhasználók** felé



OMSz feladata a projektben



- **OMSz talajmodellt futtat => kvázi valós idejű becslés**
 - biomassa növekedésére,
 - légkör-talaj (vegetáció) közötti áramok (hő, vízgőz és CO₂)
 - Aszályindexek
 - Termésbecslés (a modell képes bizonyos mezőgazdasági növényeket külön kezelni, pl. C3, C4 veg.)



Surfex modell



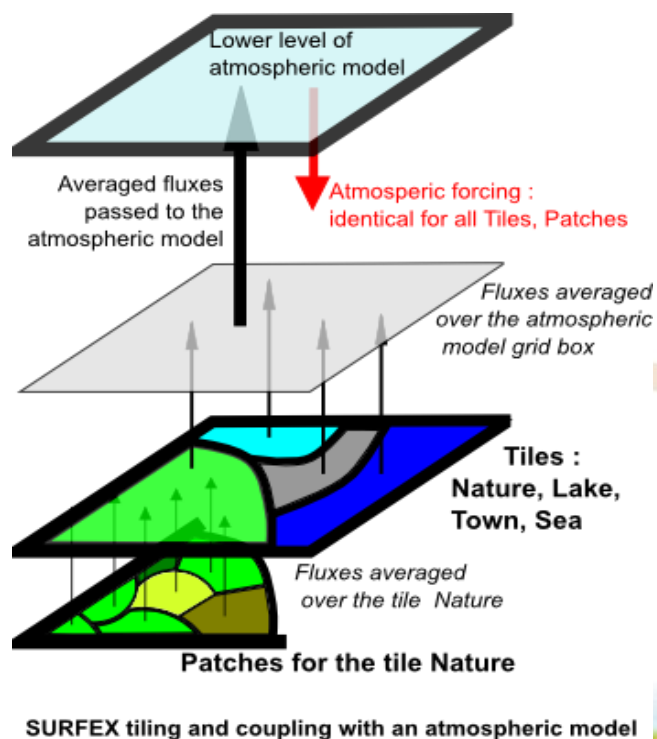
• SURFEX (SURface EXternalisée) 7.3: externalizált felszíni séma

Surfex részei:

- TALAJ-VEGETÁCIÓ (ISBA)
- VÁROS
- TAVAK, TENGER, tengeri jég
- FELSZÍNI HATÁRRÉTEG

- Csak „természet” tile-on történik futtatás
- Természeti tile 12 patch-re van felosztva (fűfelszín, C3, C4 növények, lombhullató fák stb)
- Talajban lejátszódó folyamatok ún. ISBA sémával + fotoszintézis model - > ISBA-A-gs (3 rétegű Force-Restore séma)
- ISBA 3 rétegű talajmodell T, w (talajnedvesség) leírása prognosztikai egyenletekkel
- Növényzet fejlődését explicit módon írja le (fotoszintézis \leftrightarrow növényzet elhalása)

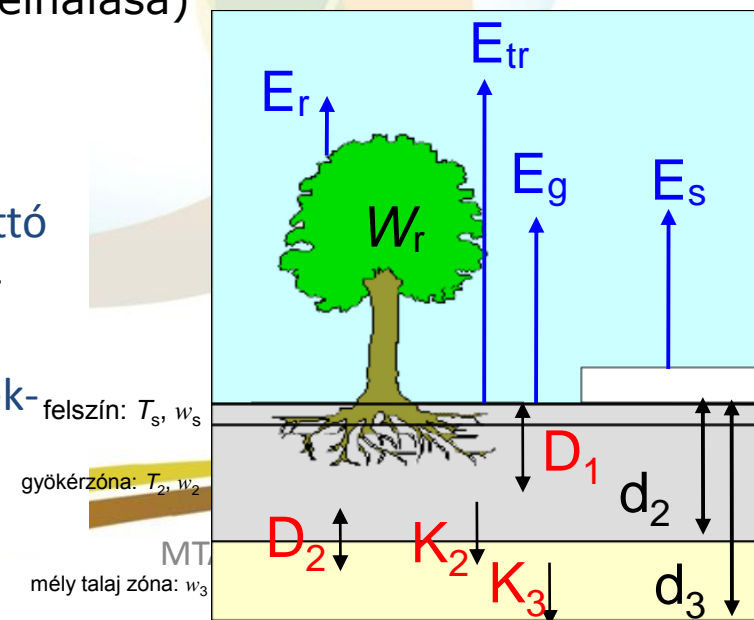
ECOCLIMAP II



ISBA Force-Restore séma:

Hőmérséklet változás=felszíni nettó sugárzás-látens és szenzibilis hő – rétegek közötti hőmérséklet kül.

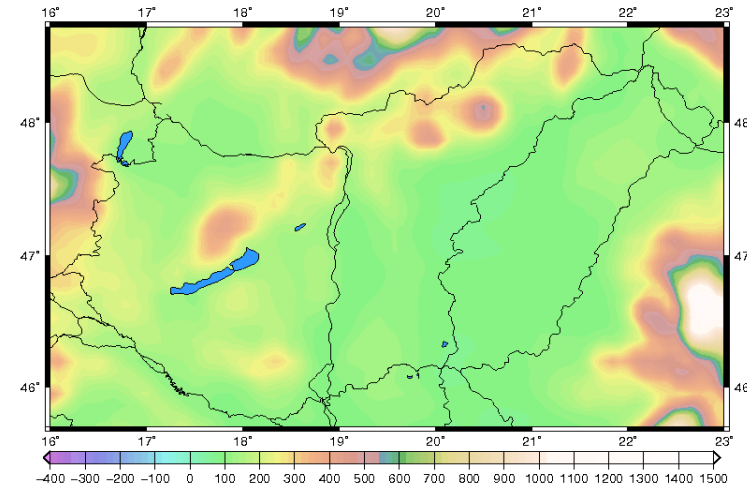
Talajnedvesség változás=csapadék-párolgás-rétegek közötti diffúzió-elfolyás



- A Surfex modellt magyarországi tartományra 8x8 km-es felbontáson futtattuk 24 órára előre, 6 órás output frekvenciával
- Asszimiláció: napi ciklussal
- A légköri bemenő adatokat az **ALADIN NWP** modell szolgáltatta (léghőmérséklet, légnedvesség, szélesség, csapadék) + **LandSAF** hosszú- és rövidhullámú **sugárzás**
- ún. offline módban futtattuk a modellt -> nincs hatás a légkörre

OUTPUT-ok:

- LAI (Növény felületi index)
- WG2 (gyökérzóna talajnedvessége)
- Szén-dioxid fluxusok: GPP (Gross Primary Product: fotoszintézis során elnyelt CO₂), NEE (Net Ecosystem Exchange: kilélegzett - fotoszintézis)
- Vízgőz fluxus: ETR (Evapotranspiráció: növényzet és a talaj párolgása), LE (Latens Hő Fluxus)



VALIDÁCIÓ:

- 1D (Hegyhátsáli mérésekkel)
- 2D (műhold adatokkal)
- Mezőgazdasági felhasználás: szimm. biomassza vs. KSH adatokkal, illetve WOFOST crop modell eredményeivel



Adatasszimiláció a SURFEX-ben



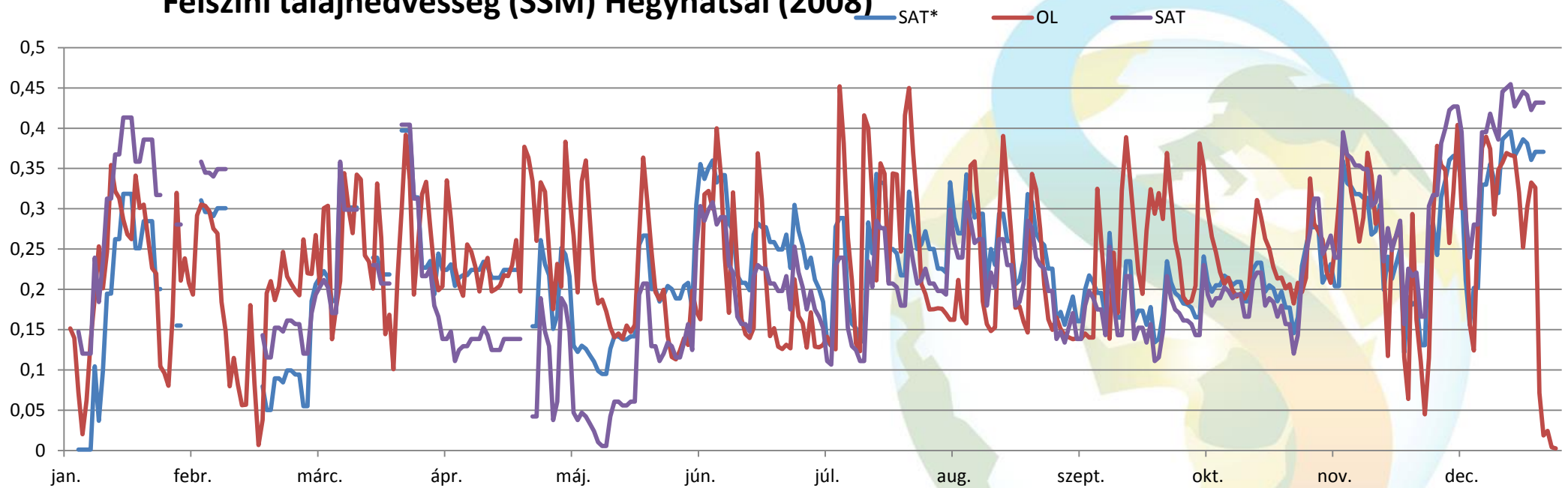
- Cél a modell kezdeti feltételeinek pontosítása: LAI és Felszíni talajnedvesség műholdas adatok asszimilációja (az adatokat a <http://land.copernicus.eu/> honlapról töltöttük le)
 - LAI: SPOT-VEG (2014 májusáig) and PROBA-V (2014 májusától) 1km felb. 10 napos átlag.
 - SWI (Soil Water Index) [0,1]: MetOp. ASCAT 10 km felb. 1 napos átlag. $SSM = SWI \cdot (W_{max} - W_{min}) + W_{min}$
 W_{max} és W_{min} modellből számolt, több évre vonatkozó értékek
- ASCAT SSM és modellből előálló SSM BIAS-a és évszakos változékonysága különbözik => ASCAT SSM adatokat **CDF matching technikával** újra számítjuk (így távolítjuk el a műhold adatok és a modell adatai közötti különbséget => biztosítva van a modell és műhold közötti konzisztencia)

Linear matching:

$$SSM'_{sat} = p_1 + p_2 \cdot SSM_{sat} \quad \text{ahol} \quad p_1 = \overline{SSM_{mod}} - p_2 \cdot \overline{SSM_{sat}} \quad p_2 = \frac{stdev(SSM_{mod})}{stdev(SSM_{sat})}$$



Felszíni talajnedvesség (SSM) Hegyhatsal (2008)

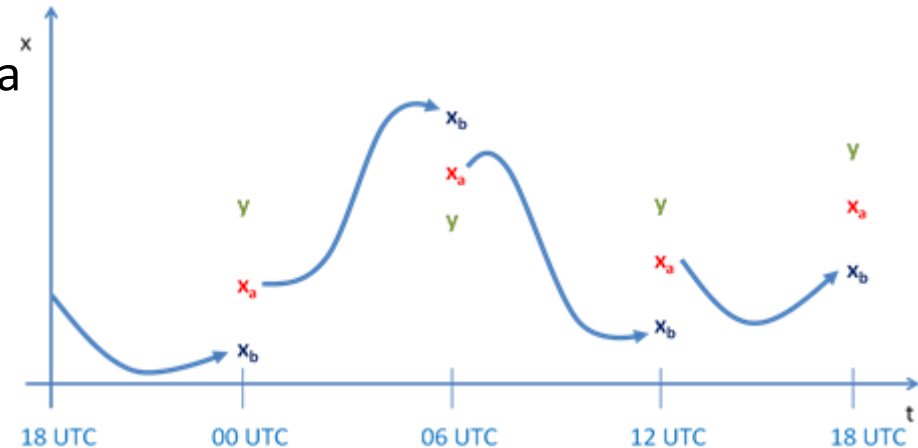




EKF asszimiláció



- Adatasszimiláció: az állapotvektor megadása a kezdeti időpillanatban (analízis), úgy, hogy az minél közelebb legyen a valósághoz
- Információink: megfigyelések/mérések + background/first guess (háttér) + légkör dinamikájának ismerete



Asszimilációs technika: **Extended Kalman Filter (EKF)** (nem lineáris rendszerekre):

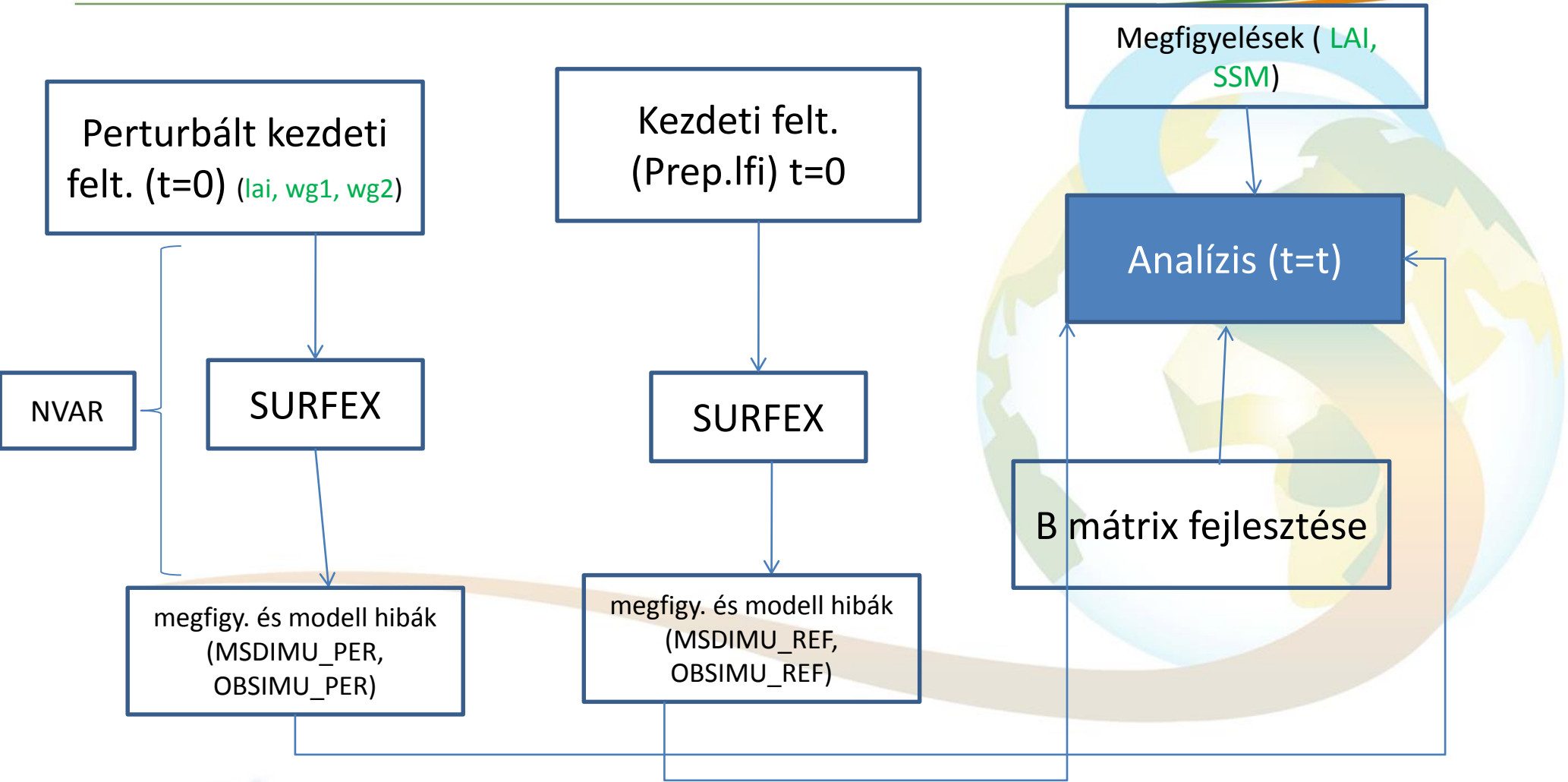
$$X_a = X_f + K (y_o - H (x_f))$$

ahol: x modell állapot vektor (a az analízis, f az előrejelzés (forecast)), y megfigyelés, H nem-lineáris megfigyelési operátor, K a nyereség mátrix (leírja, hogy megfigyelésekhez vagy a háttérhez húzza közelebb az analízist)

$$K = BH^T(HB^T+R)^{-1}$$



EKF folyamatábra

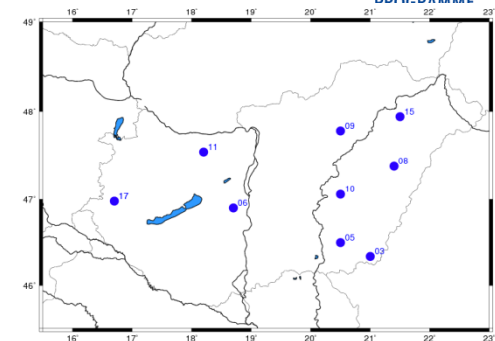




LDAS produktumok



<http://fp7-imagines.eu/>



**Szabadon letölthető adatok: 9 magyarországi pont
(leginkább gabonával borított területek) 2008-2013:**

- Napi adatok: GPP, LAI, Párolgás, NEE, SWI, felszín feletti növényzet anomália (AGB)
- 10 napra vonatkozó szárazság indikátorok: AnoLAI, AnoSWI and AnoAGB

**+ 45 gabonával és 48 fűvel borított rácspont
Franciaországból (Meteo France)**

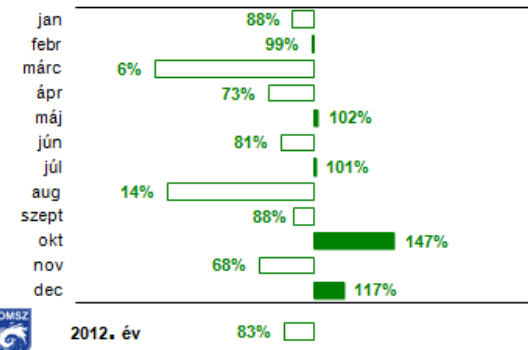
+ 85 pont a Földről (ECMWF)





Eredmények (2D)

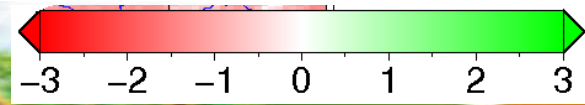
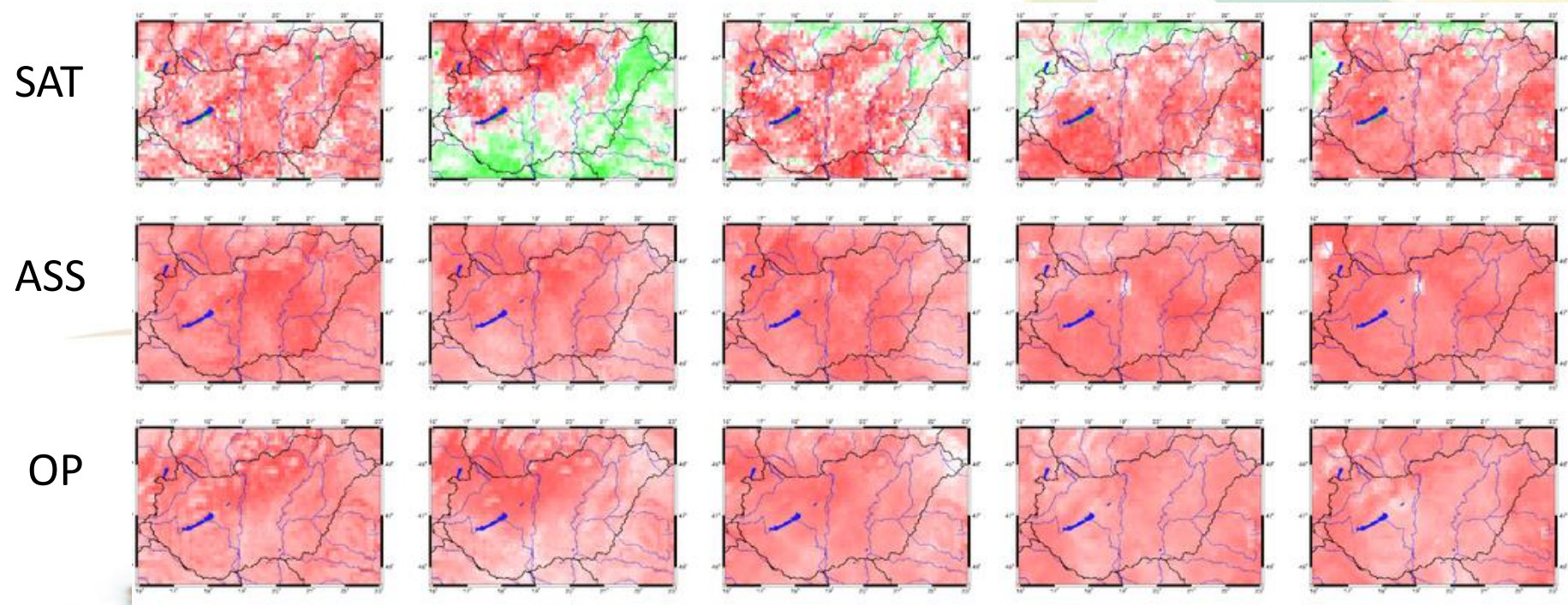
- Openloop offline futás 2008-2015
- Asszimilációs futás 2008-2015



$$AnoX = \frac{X - \langle X \rangle}{stddev(X)}$$

LAI évszakos változékonysága 2012 (extrém száraz év)

Máj. Júni. Júli. Aug. Szept.





Talajnedvesség évszakos változékonysága 2012-ben (AnoWG2 (modellekből) és AnoSWI10 (műhold))



Máj.

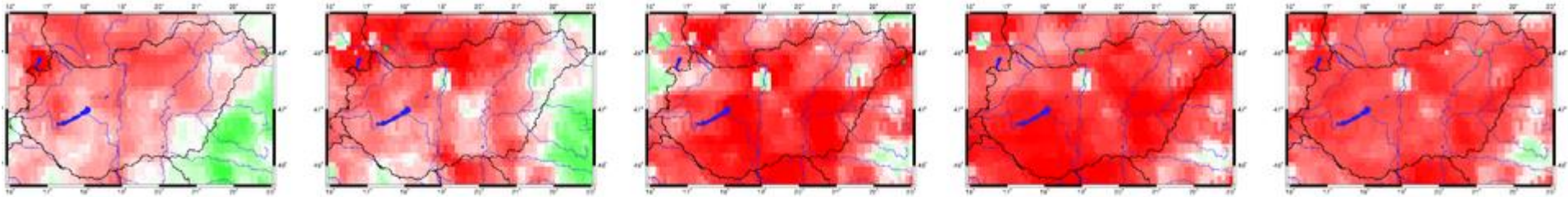
Júni.

Júli.

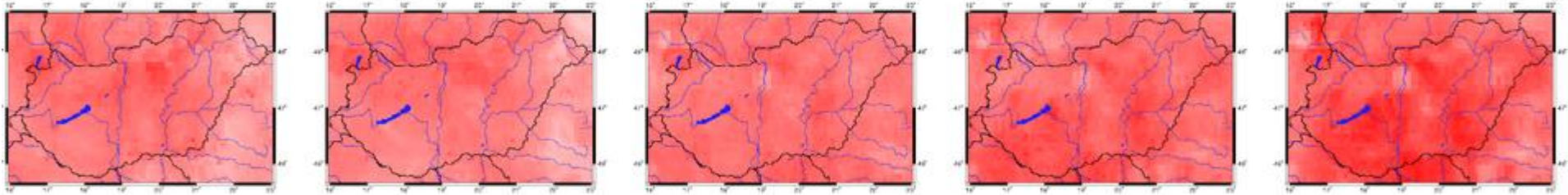
Aug.

Szept.

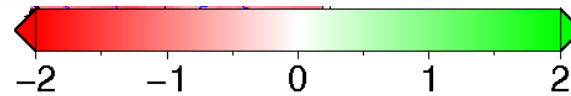
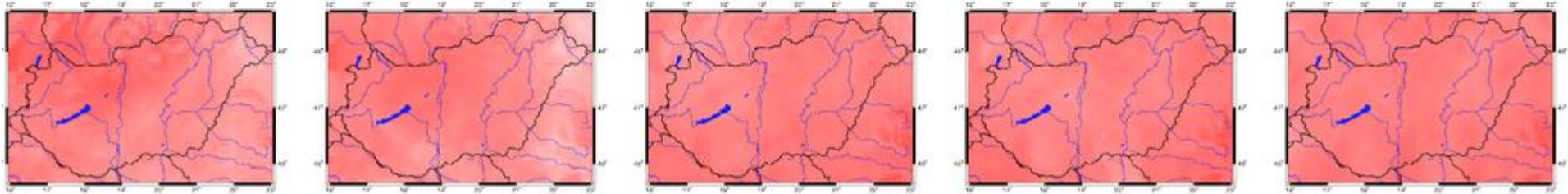
SAT



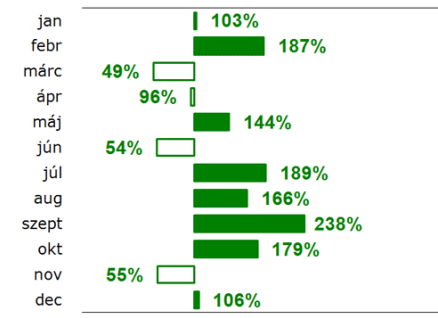
ASS



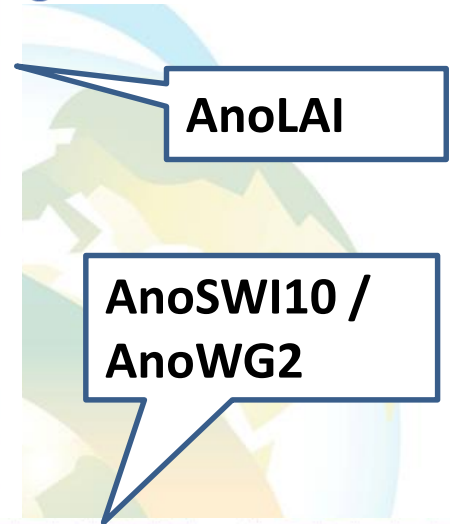
OP



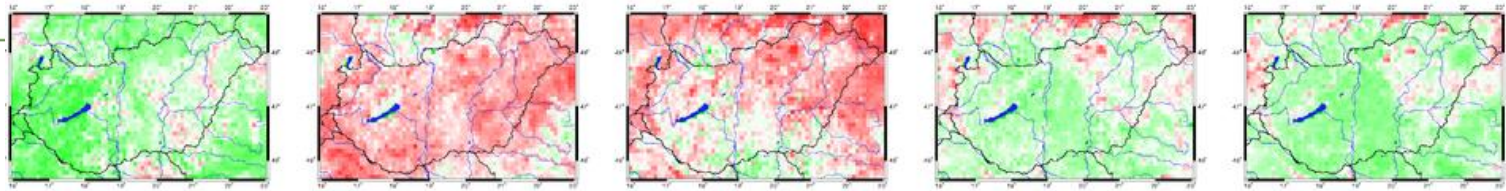
LAI és Talajnedvesség évszakos változékonysága 2014-ben (extrém csapadékos nyár)



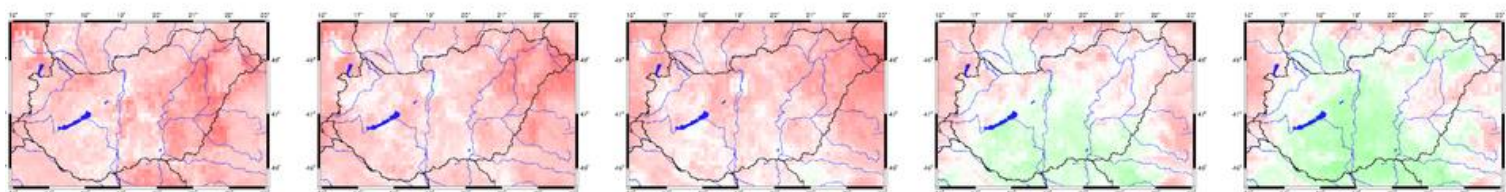
2014. év 130%



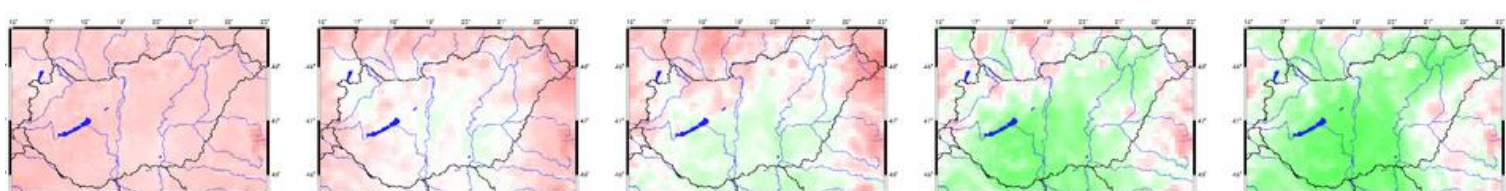
SAT



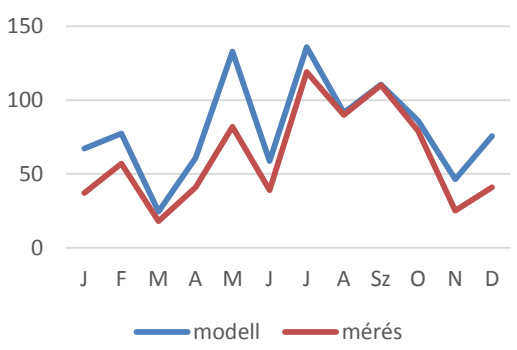
ASS



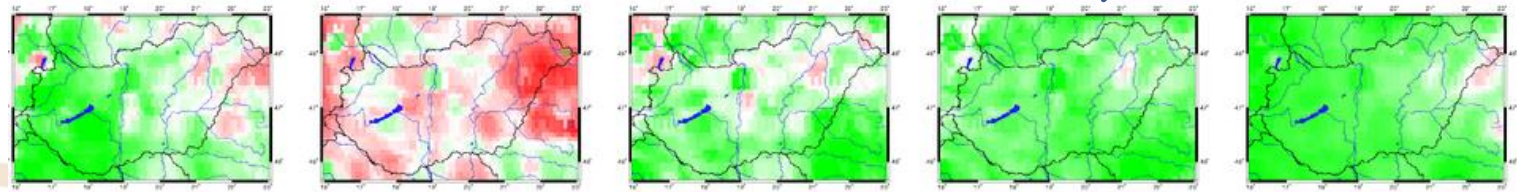
OP



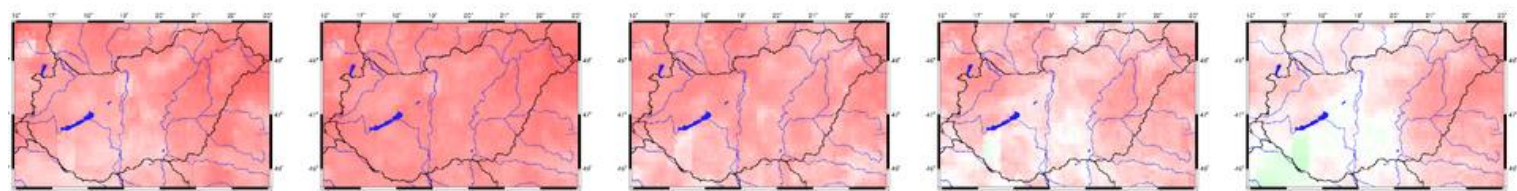
2014. csapadék



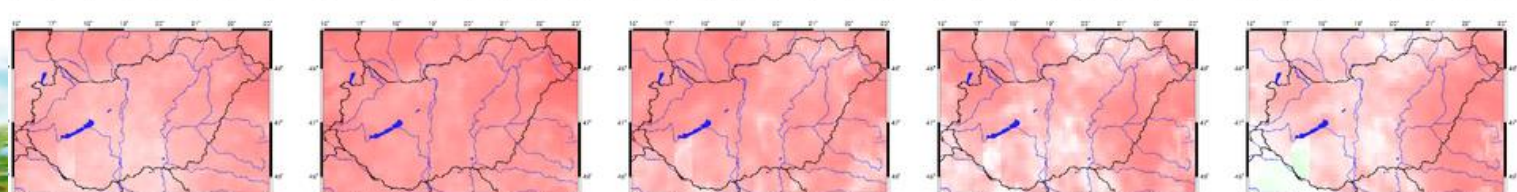
SAT



ASS

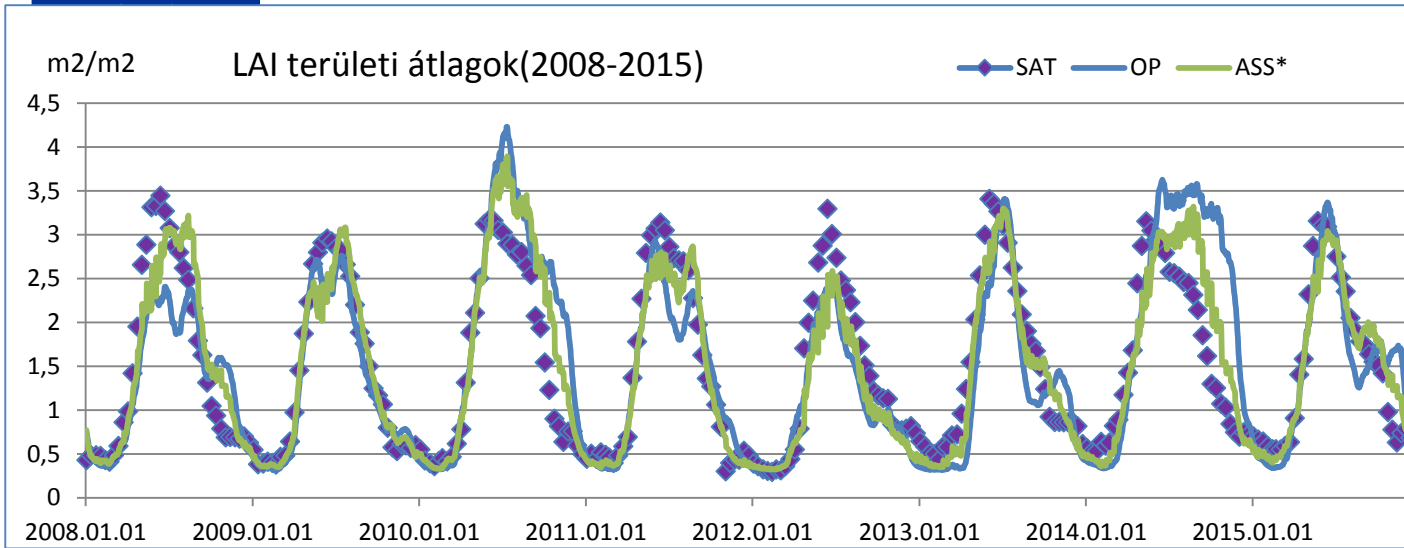


OP

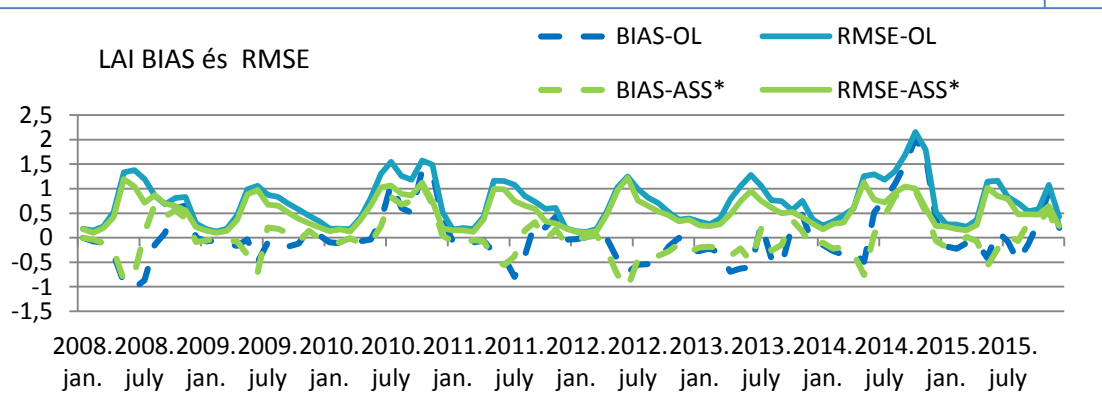
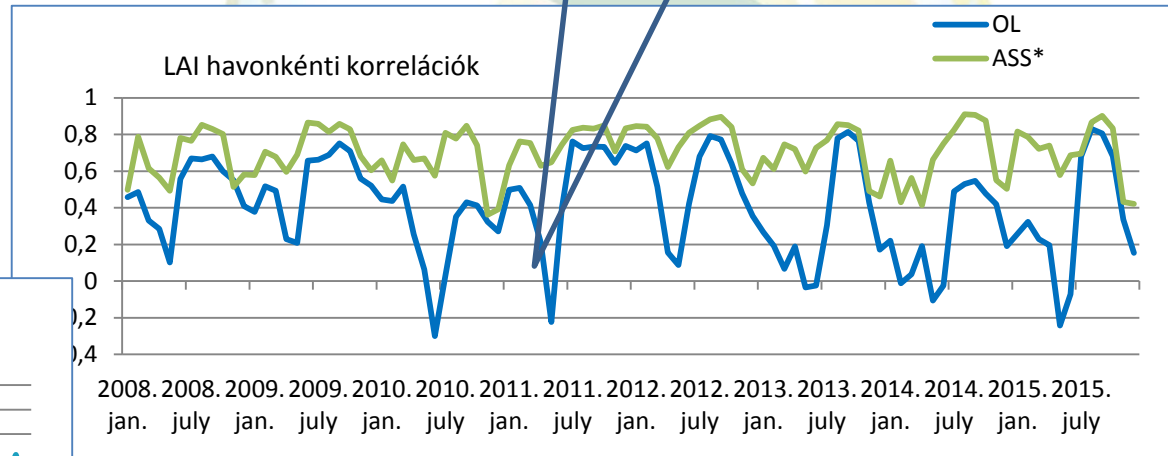




Statisztikák (LAI)



OL nagyon alacsony korrelációk minden tavasszal, kora nyári periodusokban





Eredmények (1D)



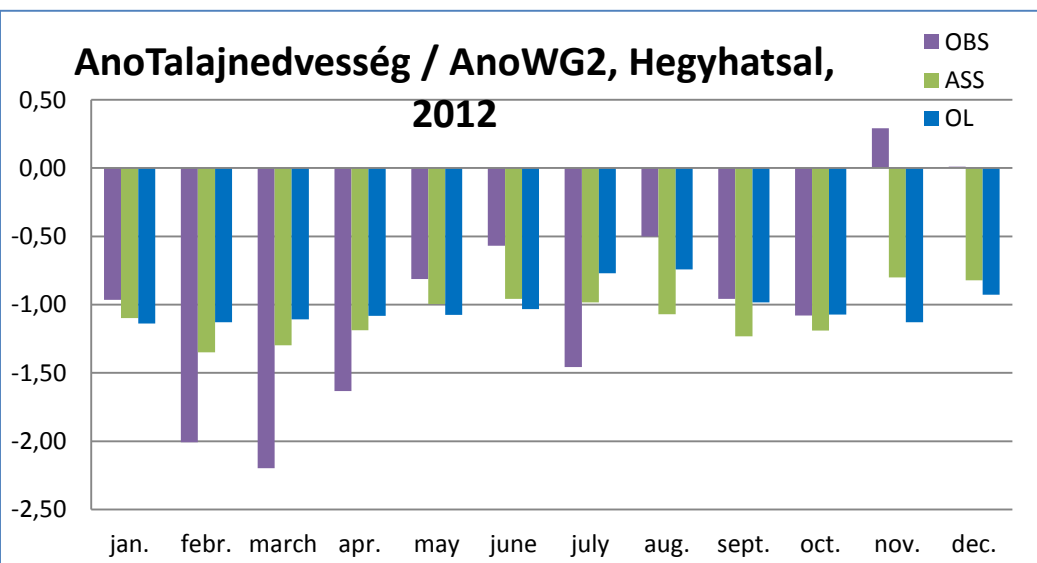
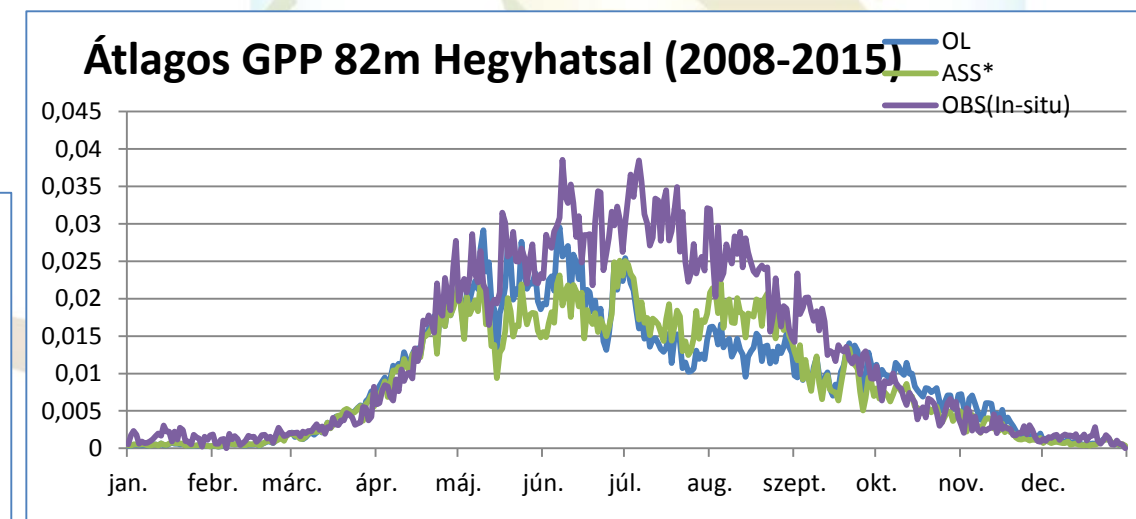
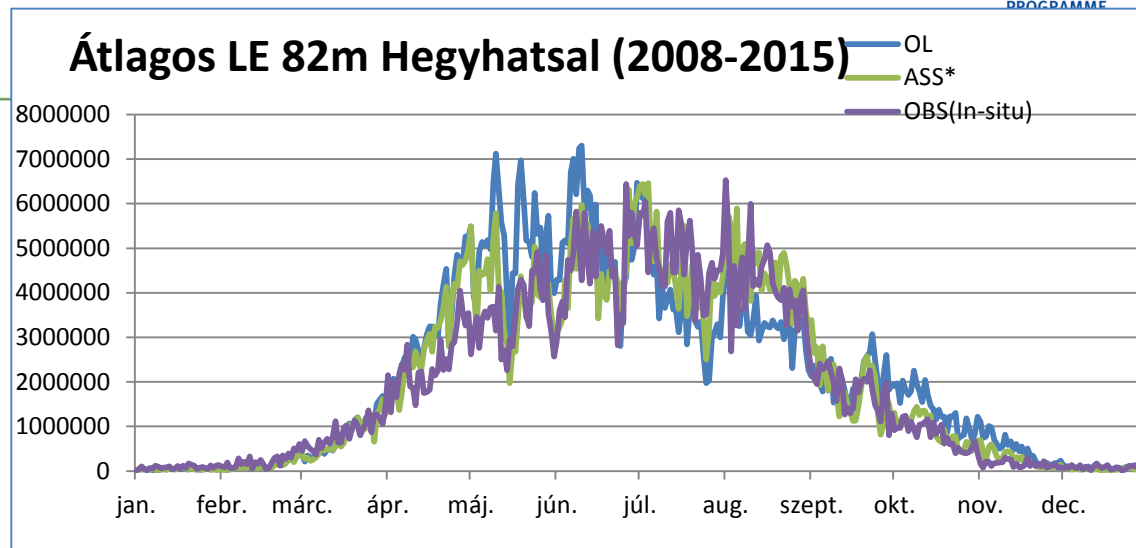
Hegyhátsági mérések: az adatok 2 magasságból származnak:

- 3 m-ről füves terület fölött (a modellből csak a fűfelszínre vonatkozó eredményekkel hasonlítjuk össze):

- LAI (heti)
- Talajnedvesség (napi) (10-30 cm mélységből)
- Szén-fluxusok: GPP, Reco and NEE (napi)
- Víz-flux: Latens hő (LE) (napi)

- 82 m-es magasságból (teljes rácspontra vonatkoztatjuk):

- Szén-fluxusok: GPP and NEE (napi)
- Víz-fluxus: LE (napi)

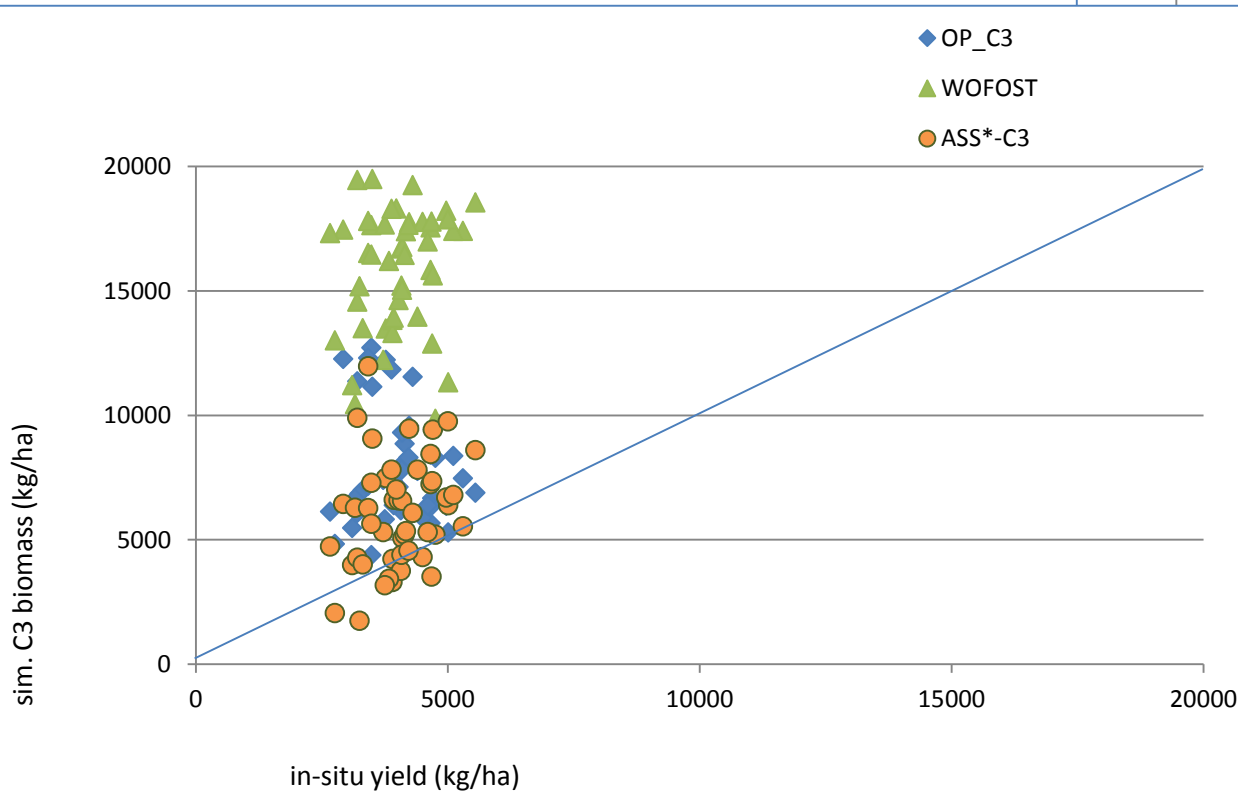
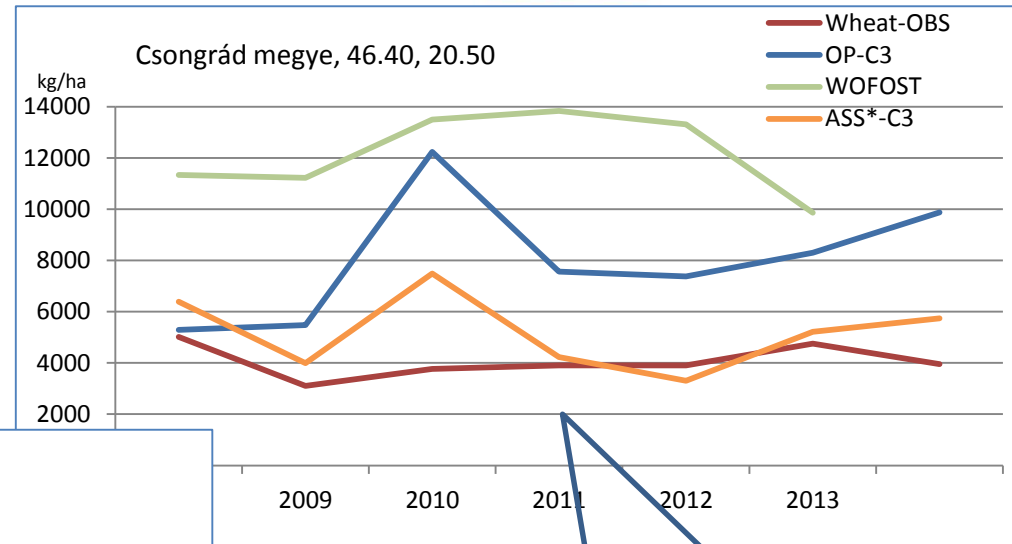




Termésbecslés



Modellezett C3 BIOMASS ZA vs. Mért hozam és vs. WOFOST eredményekkel 2008-2013-as időszakra



Nagyon jó egyezés az LDAS BIOMASSZA és a mért hozam között, kivéve 2010-re (extrém nedves év)

Korrelációk:

OP: -0.13 (2010-es adat nélkül: 0.28)

ASS*: 0.25 (2010 nélkül: 0.56)

WO: 0.15 (2010 nélkül: 0.32)



Teendők a projekt végéig



- **Mini-workshop Budapesten május 4-én a potenciális felhasználók számára**
- **Final meeting július 7-én**
- **Addig is PROMOTÁLÁS!**

<http://fp7-imagines.eu>