

Szélergia termelési becslések és előrejelzések az ETA és a WRF modell alkalmazásával

Szélergia modellezés az ELTE-n



**Weidinger Tamás, Gyöngyösi András Zénó, Wendl Bernadett,
Molnár Csilla
Eötvös Loránd Tudományegyetem**

Előzmények



- Elméleti megfontolások
 - Érzékenységvizsgálat
 - Évek közti változékonyság
- Modellezési háttér fejlesztés
 - ETA (2005 → 2009)
 - WRF (2007 →)
- Nemzetközi és hazai együttműködések
- Cikkek, előadások, dolgozatok (okt. kut. célok)



Elméleti megfontolások

- Weidinger et al., 2006, Oldenburg. *Springer*

$$E \sim U^3 \implies dE \sim 3 dU$$

Kontinentális szélviszonyok ($2 \sim 5 \text{ m s}^{-1}$):

nagy területi és évek ($\pm 40\%$) közötti változékonyság

szélirányra való nagyfokú érzékenység (komplex felszín)

uralkodó szélirány legtöbb helyen 20% alatti (ciklon – a.c.)

Hatványkitevős szélprofil

érzékenysége

állandó p helyett

modell adatokból számoljuk



Modellezési háttér

- ETA (2005 → 2009)
- WRF (2007 →)
 - stabil változat (met38)
 - folyamatosan fejlesztett változat (met24)
- Számítógép beszerzések
- Egyéb alkalmazások mellett szélenergia vizsgálatok

Együttműködések

- Brazília, 2006
 - „onshore” generátorok helyének tervezése
 - Paracuru, Cerea, Fortaleza
 - Egy éves, ápr., okt. átl., vertikális metszetek, idősorok, mérési adatokkal összevetve
 - ETA, WRF
- Tricase, Olaszország (2008)
 - „offshore” tervezés
 - Több éves adatsorok
 - WRF (3), FNL (9), Quickscat (9)
- Netpoint Bt. Mosonmagyaróvár
 - 2008-, adatbázis 2010-



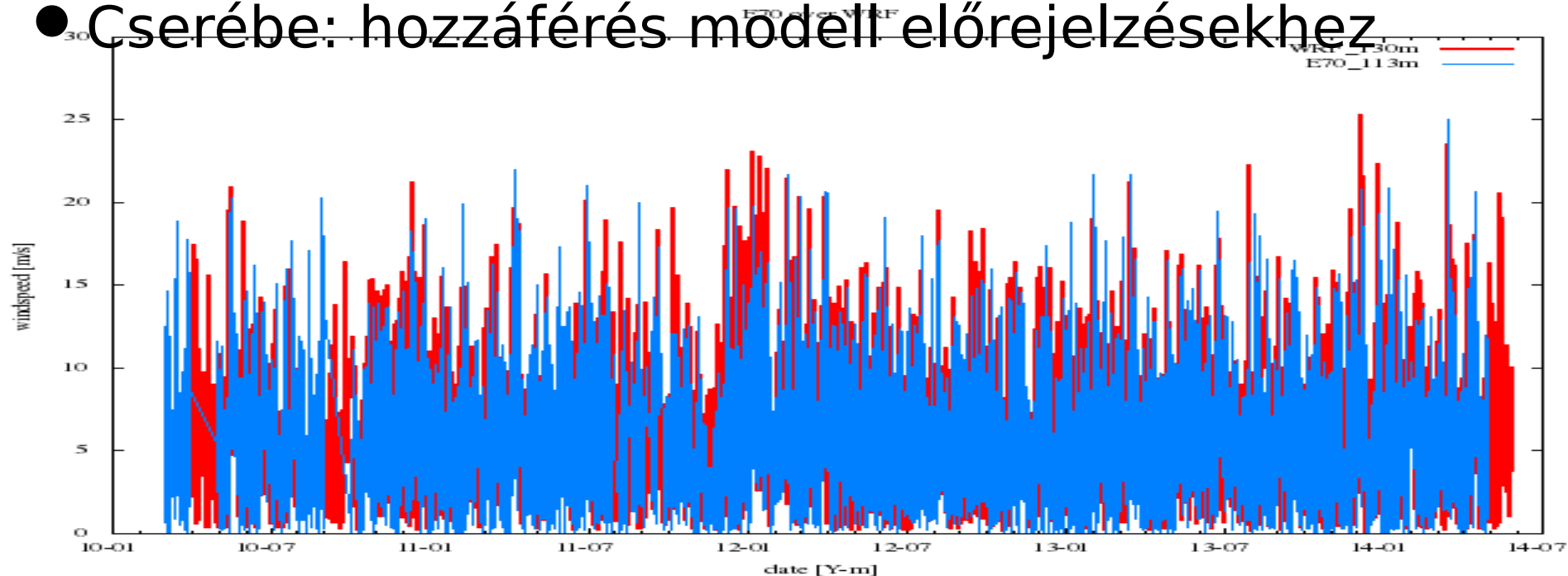


Kutatási célok

- Nem operatív (nincs megfelelő mérési adat, adatasszimiláció, operatív személyzet, IT infrastr. „kísérleti”, adatkimaradások)
- Cikkek, előadások, dolgozatok
 - 2006: Oldenburg
 - 2008: EGU
 - 2009: CMFF, DAB, Wendl B. (BSc)
 - 2010: Herrmann, D. (Bsc)
 - 2011: Kovács M.E. (Bsc)
 - + TDK-k

Mérési adatok

- Netpoint BT., Mosonmagyaróvár
- Enercon E40 (65m) és E70-es (113m) turbinák
- 10'es termelési & széladatok 20100301-
 - K+F & oktatási célokra
- Cserébe: hozzáférés modell előrejelzésekhez

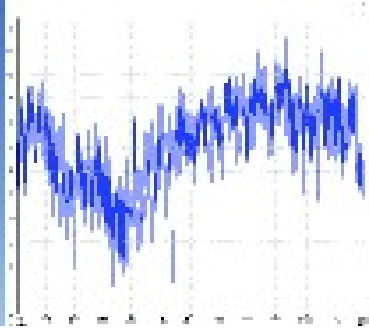




Modell rendszer

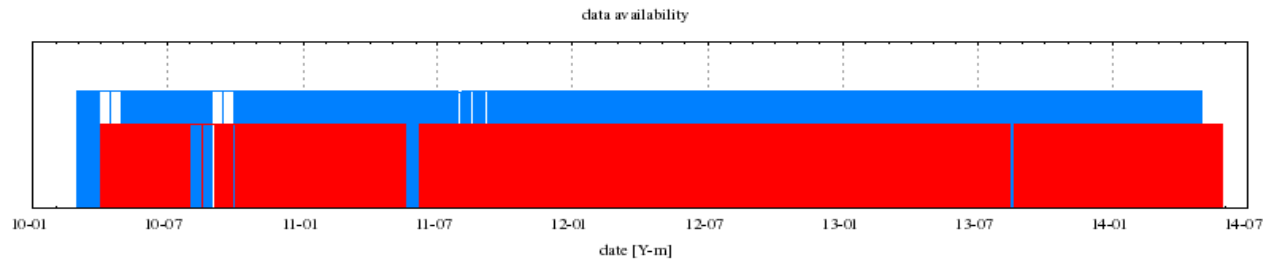
- Két független számítógép
 - Met38: folyamatos futtatás 2010 áprilisa óta változatlan beállításokkal (v3.2.1), 48h-s futtatások, 5 perces adatgyakoriság, kisebb tartomány, USGS, FAO, szélenergia számítás az utófeldolgozás során
 - Met24: 2012 szeptembere óta folyamatosan fejlesztett modell konfiguráció (jelenleg v3.5), 96 h-s futtatások, órás adatok, nagyobb modelltartomány, CORINE, DK SIS
- 10 km-es felbontás, 36 vertikális szint, alsó szint ~250mAMSL, napi kétszeri futtatás

Adatok



- Mérési adatok:

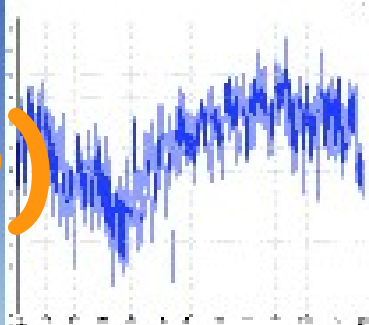
- időpont
- 10'-es átlagok
- 65 (113) mAGL szél sebesség és irány
- Pillanatnyi teljesítmény
- termelés



- Modell adatok (24-48h előrejelzés)

- Időpont
- 5'-es (met24: 60'-es) adatok
- ws/wd 250mAMSL/10mAGL, T2, SLP
- gradT (met24)
- Órás átlagok képzése félórás környezetből
- Szinkronizálás UTC szerint

Verifikáció (szélsebesség)

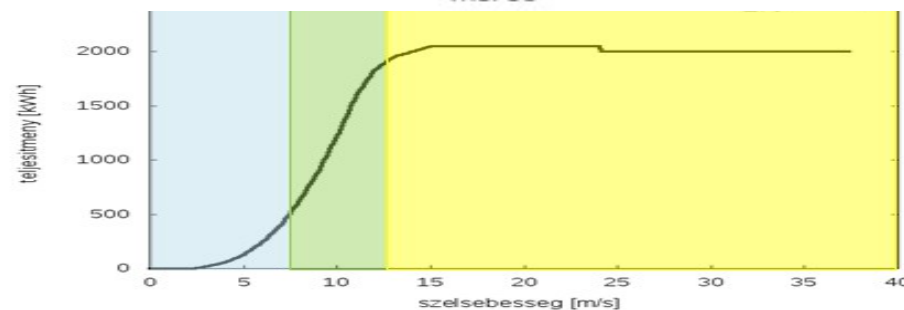
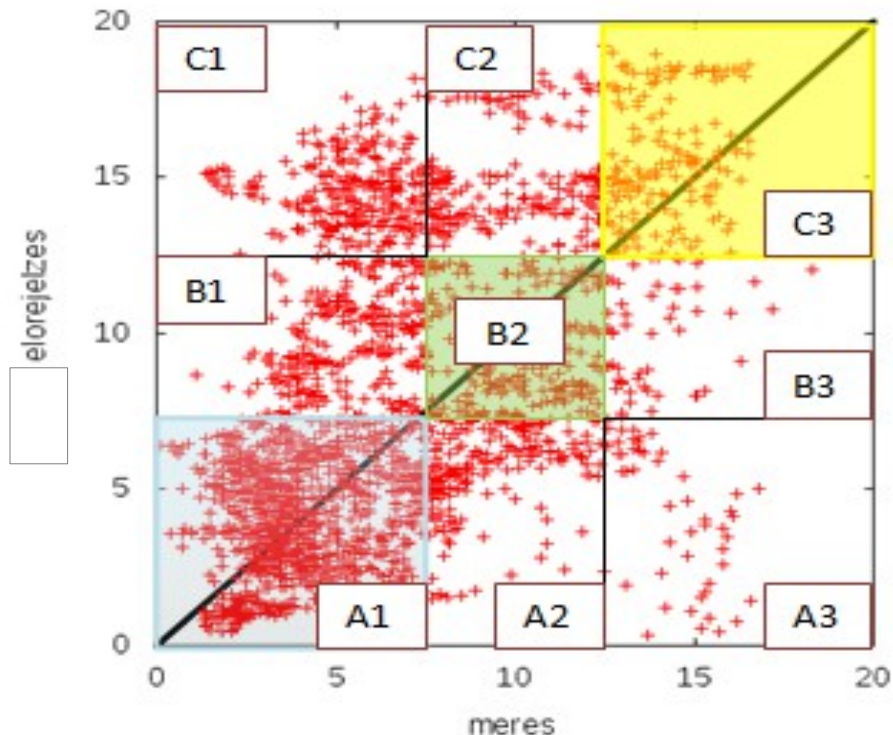


- scat.
 - obs-fcs
 - obs-err
- ts plot
- ME
- MAE
- MSE
- Kontingencia vizsgálat
 - FBI
 - PC
 - POD (H), POFD (F)
 - FAR
 - Hansen-Kuipers SS: H-F

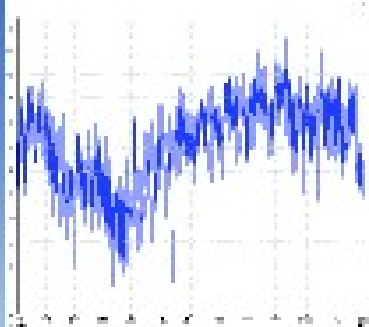
} kvalitatív

} kvantitatív

Szélsebesség 120m-en 0-360 szektorban

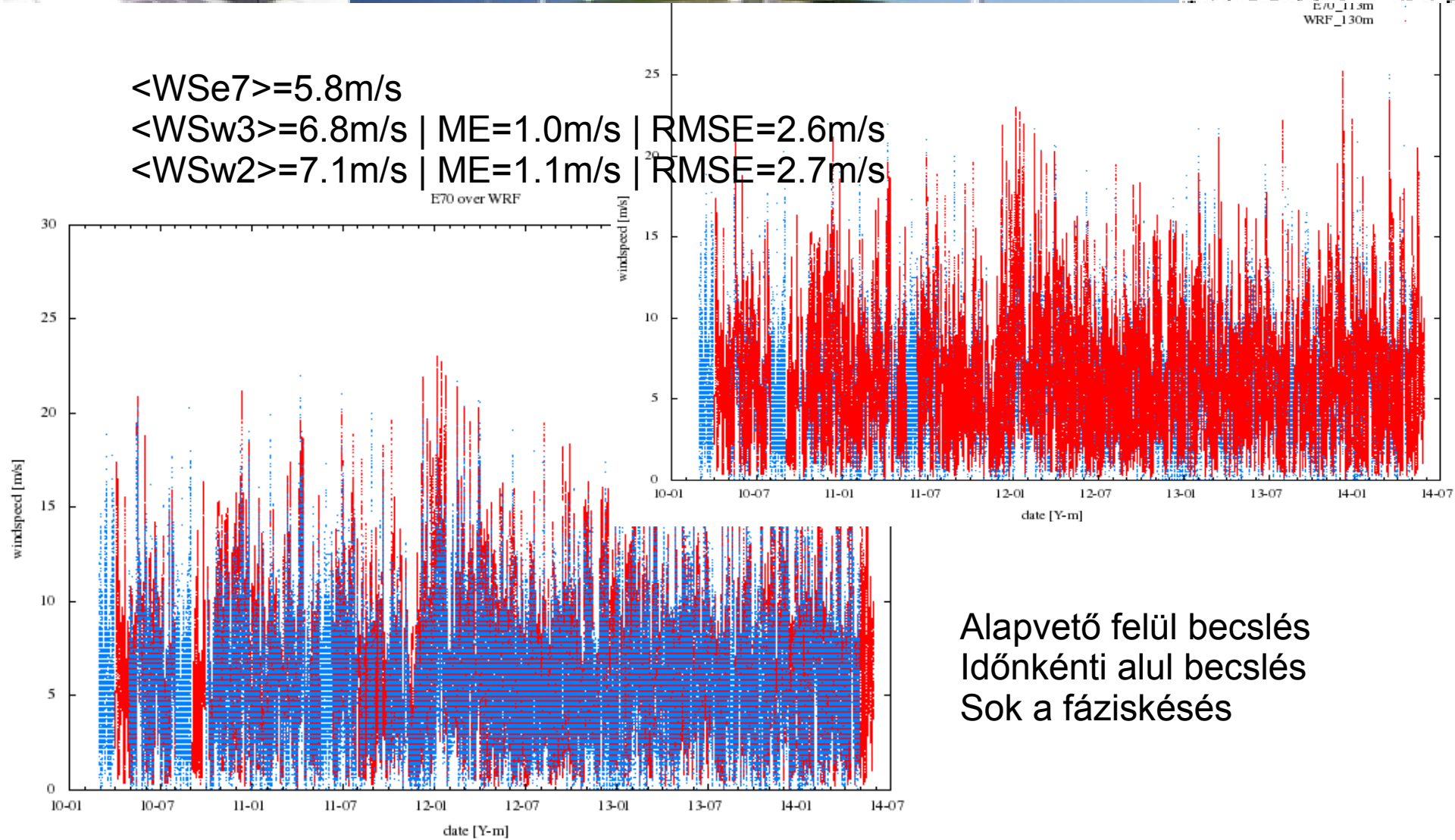


Kvantitatív vizsgálatok



$\langle W_{Se7} \rangle = 5.8 \text{ m/s}$
 $\langle W_{Sw3} \rangle = 6.8 \text{ m/s}$ | $ME = 1.0 \text{ m/s}$ | $RMSE = 2.6 \text{ m/s}$
 $\langle W_{Sw2} \rangle = 7.1 \text{ m/s}$ | $ME = 1.1 \text{ m/s}$ | $RMSE = 2.7 \text{ m/s}$

E70 over WRF

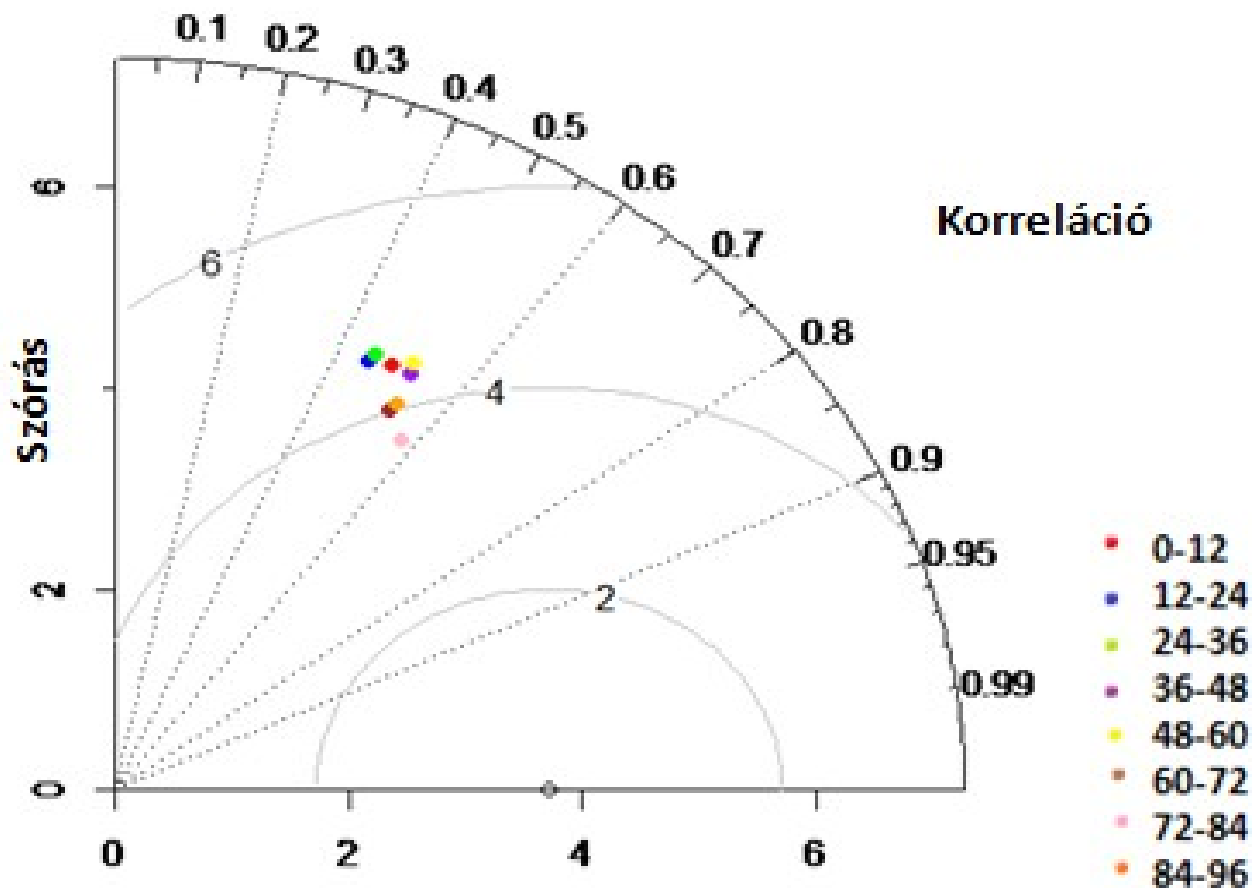


Alapvető felül becslés
Időnkénti alul becslés
Sok a fáziskésés

Az előrejelzés degradálódása

Nem romlik jelentősen az idővel

Taylor-diagram





Összefoglalás

- Kialakításra került egy szélenergia előrejelzésére alkalmas számítógépes rendszer
- A numerikus adatokat felhasználtuk tervezett szélparkok helyének kiválasztásához valamint működő erőművek termelésének előrejelzéséhez (valamint K+F, egy.-i oktatás)
- Az eredményeket mérési adatokkal hasonlítottuk össze
- Tervezzük a modell hiba és az időjárási helyzet (szélirány, rétegződés, szinoptikus helyzet) kapcsolatának statisztikai vizsgálatát
- Eredményeinket a MOS javítására használjuk

Köszönöm a figyelmet

zeno@nimbus.elte.hu



meteor24.elte.hu/wrf