

Nemzetközi határréteg mérési expedíció Szegeden: távérzékelési módszerek, turbulencia modellezés



Weidinger Tamás
ELTE Meteorológiai Tanszék

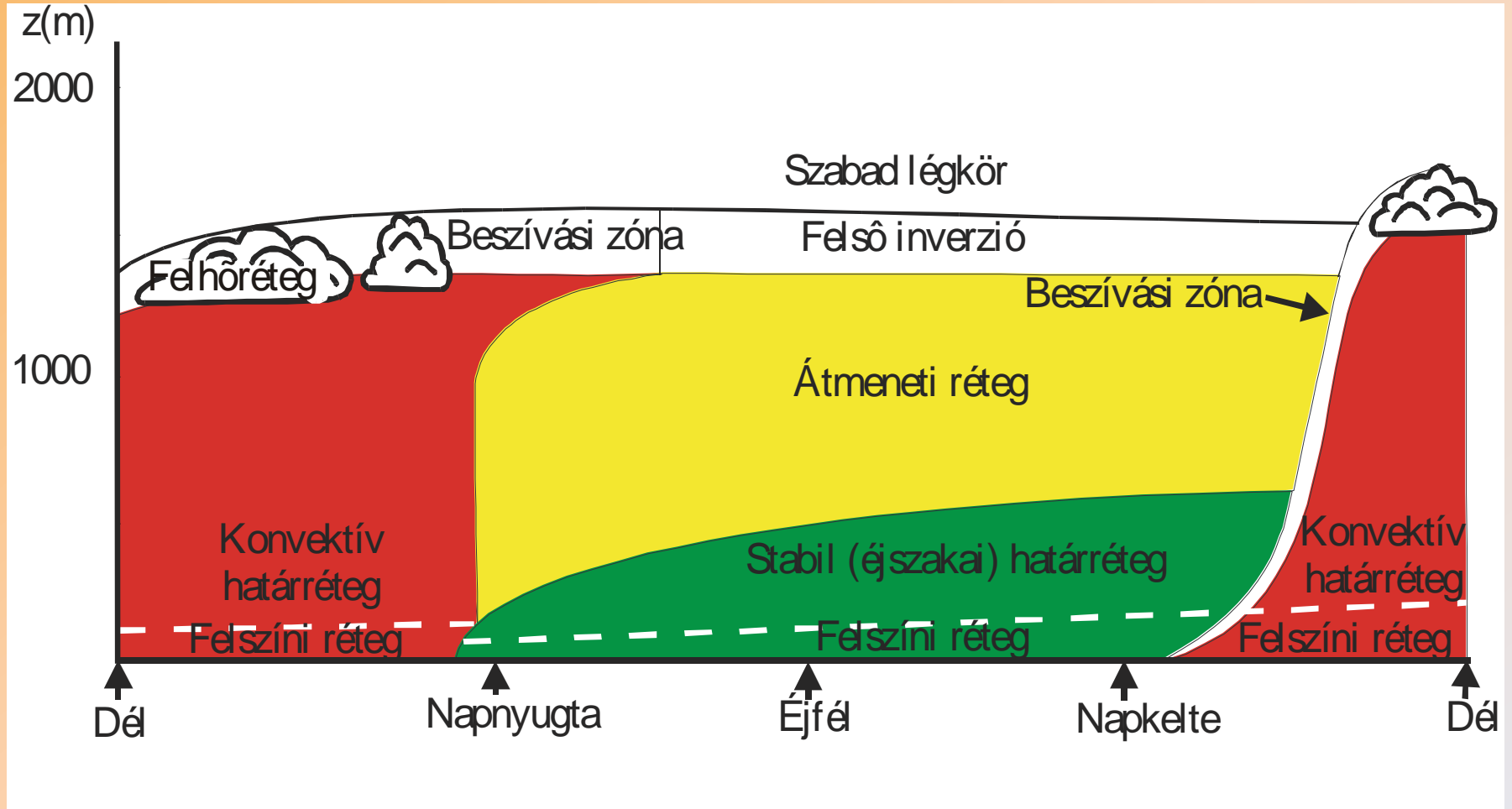
Társszerzők: Bottyán Zsolt, Bíróné Kircsi Andrea, Gyöngyösi András Zénó, Istenes Zoltán, Szabó Zoltán, Bordás Árpád, Horváth Gyula, Nagy Zoltán, Tátrai Dávid, Bozóki Zoltán, Timár Ágnes, Tordai Ágoston, Salavec Péter, Balczó Márton, Torma Péter, Gemma Simó Diego, Joan Cuxart Rodamilans, Burkhardt Wrenger

A szerzők köszönetet mondanak az OTKA NK101356 és a GINOP-2.3.2-15-2016-00007 program támogatásáért.

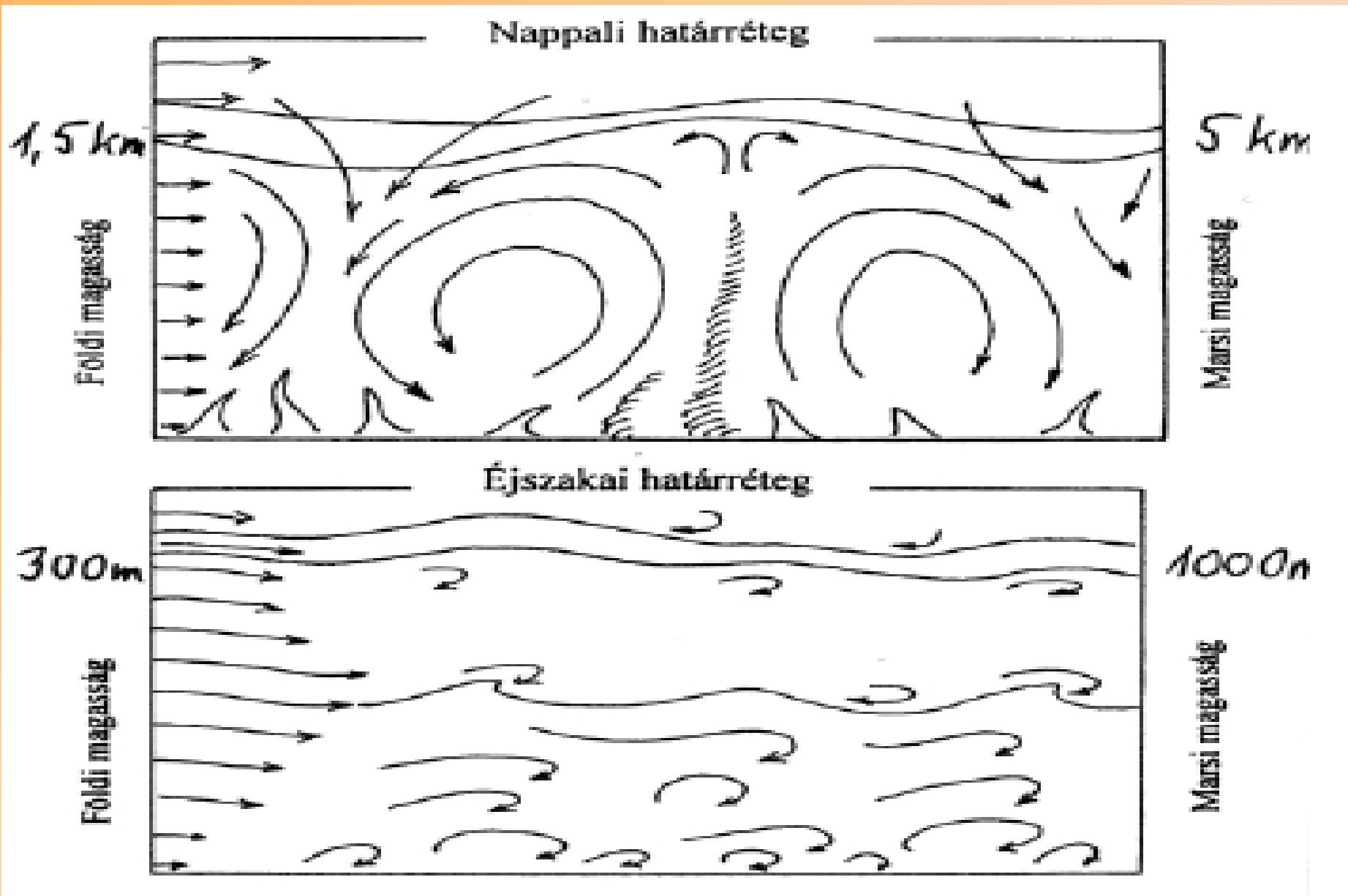
Tartalom

- Néhány szó a határrétegről – miért fontos?
- Határréteg mérési programok külföldön
- Határréteg mérési program (PABLES–2013, 2015)
Pannonian Atmospheric Boundary Layer Experiment, Szeged
- Újszerű mérési módszerek
 - *WindProfiler, Radiometer*,
 - *mire jó a felhőalap-mérő,*
 - *inframikrofon (miről susog a szél, ...)*
 - *UAV*
- Integrált PHR mérési rendszer kialakítása :
realitás, vagy ...
- Összefoglaló megjegyzések

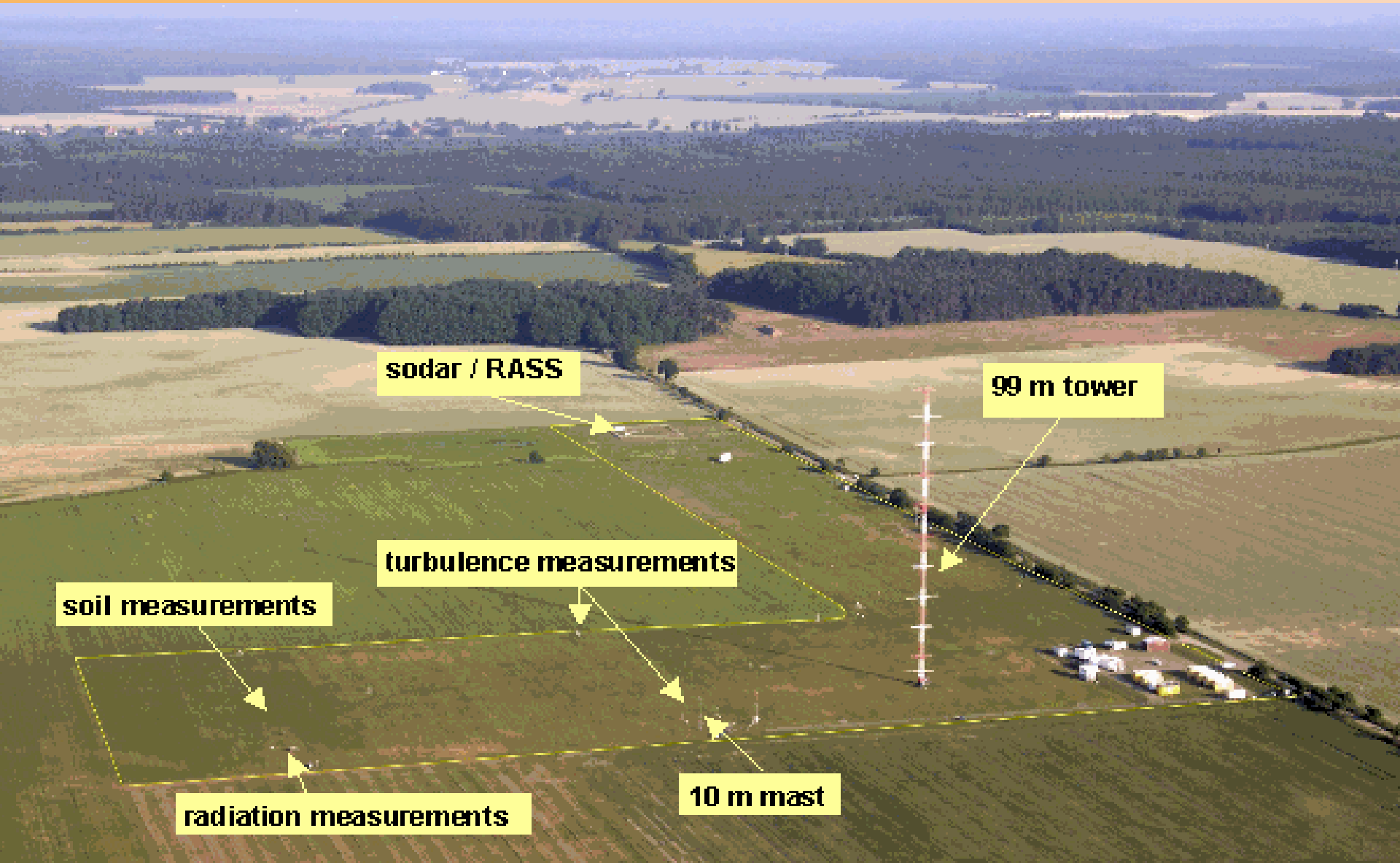
A planetáris határréteg szerkezete



A nappali és az éjszakai határréteg szerkezete.
Miért hasonló szerkezetű a földi és a marsi határréteg?



Integrált mikrometeorológiai és határréteg mérések: egy külföldi példa



Pannonian Atmospheric Boundary Layer Experiment Szeged 2013, 2015

Pannóniai határréteg mérési expedíció, 2013 és 2015 Szeged

- PHR szerkezet
 - lokális inhomogenitások, stabil PHR fejlődése*
 - mérés és modell-összehasonlítás (SVAT, WRF, ECMWF)*
- mérési technikák koncentrált alkalmazása
- UAV mérőrendszer tesztelése
- kötött ballonos és kvadrokopteres mérések
(*nemzetközi részvétel – német, spanyol*)
- hazai intézetek közötti kapcsolatrendszer szélesítése
- Intenzív mérési periódus: 2013. október 25–29. és
2015. július 06–16.

Mérőhelyek – OMSZ, Szeged repülőtér



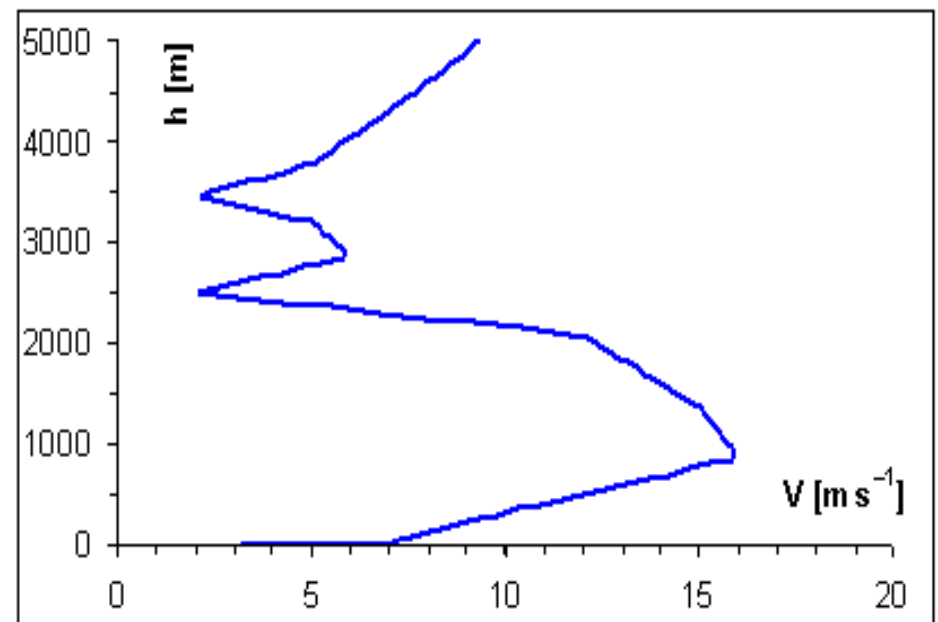
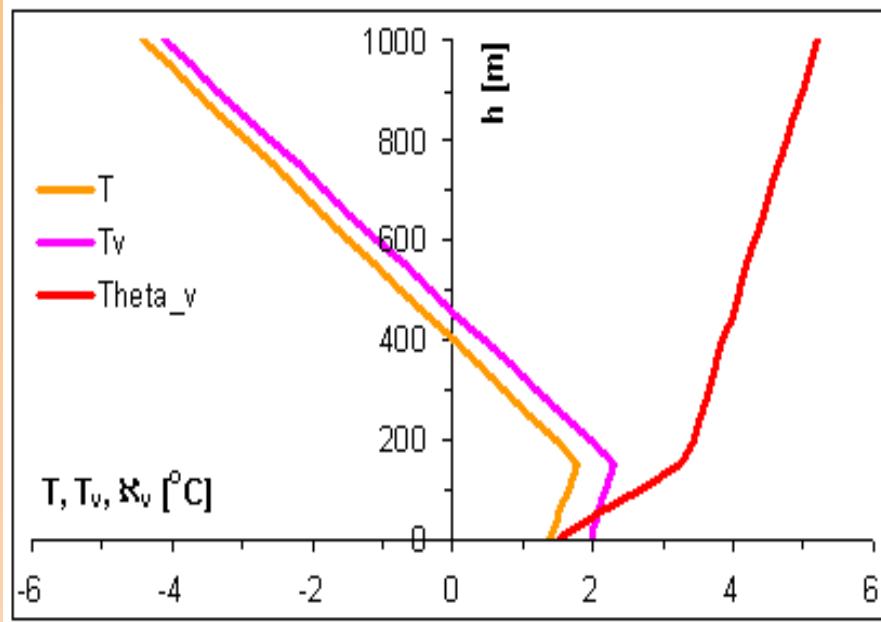
Tátrai D. et al., 2014, EGE poszter

1. Mikrometeorológia (energiamérleg komponensek, infrahang SZTE-vízgőzmérő)
2. Kötött ballon, kvadrokopter, felszíni mérések
3. OMSZ obszervatórium, SODAR, sugárzásegyenleg, GPS
4. UAV indítási pont

Résztevő intézetek

Országos Meteorológiai Szolgálat – Horváth Gyula

- felszíni és rádiószondás mérések,
- Windprofiler, RASS,
- Radiométer,
- Vaisala szonda mobil üzemmódban
- **CHM 15k felhőlap-mérő (2016-tól)**



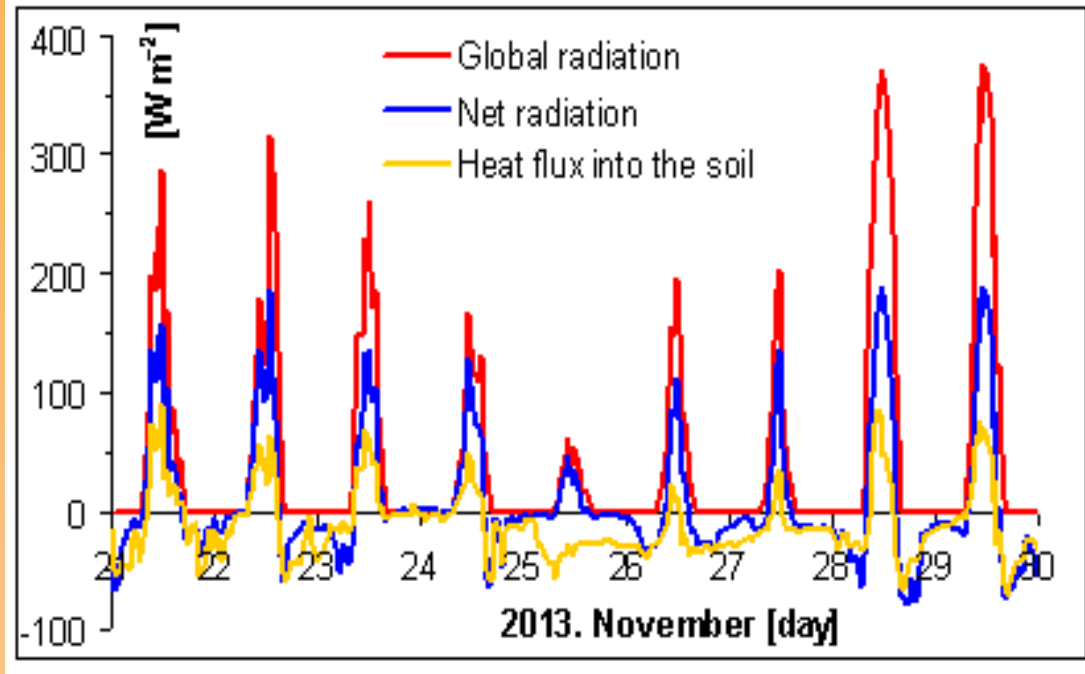
Rádiószonda 2013. 11. 26. 00 UTC – erős szél, felszínközeli inverzió

Mikrometeorológia mérőállomás – felszíni energiamérleg

BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, ELTE Meteorológiai Tanszék

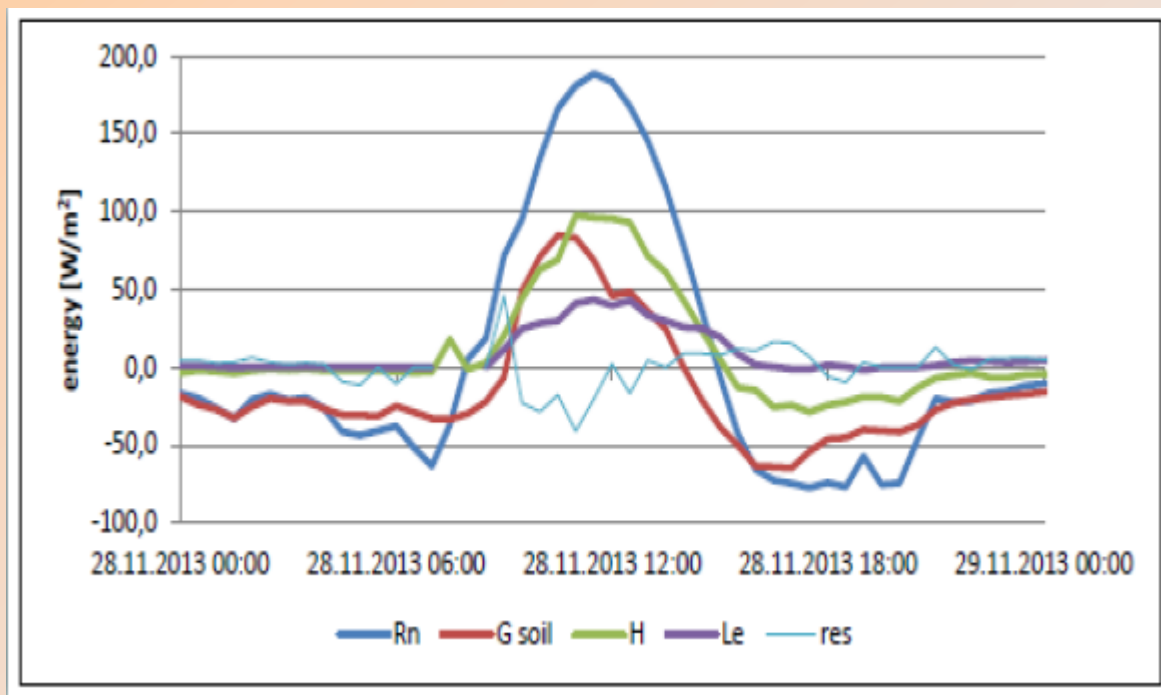


2013-as mérések



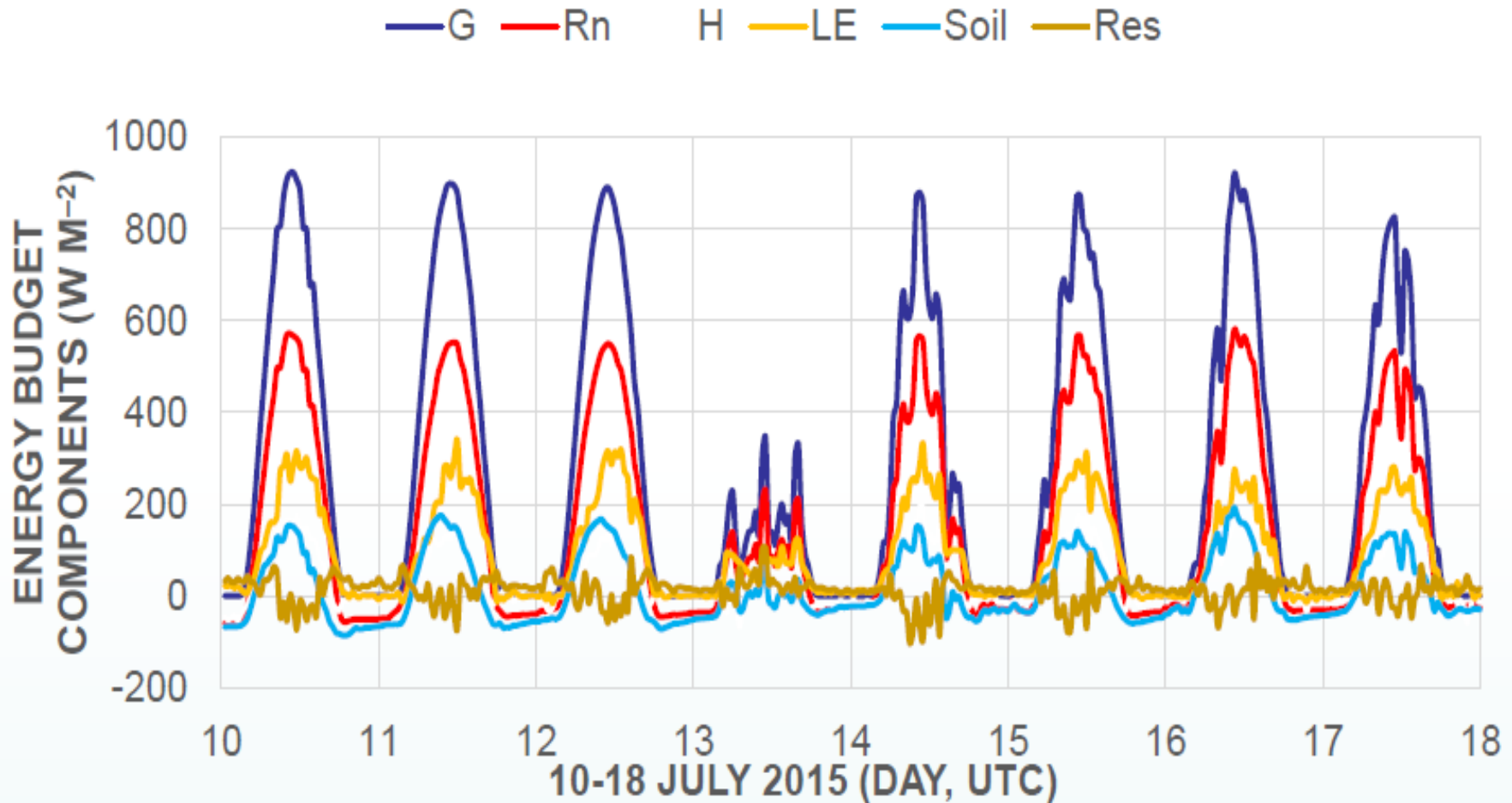
Sugárzási mérleg komponensek

Globálsugárzás
Sugárzási egyenleg
Talajba jutó hőáram



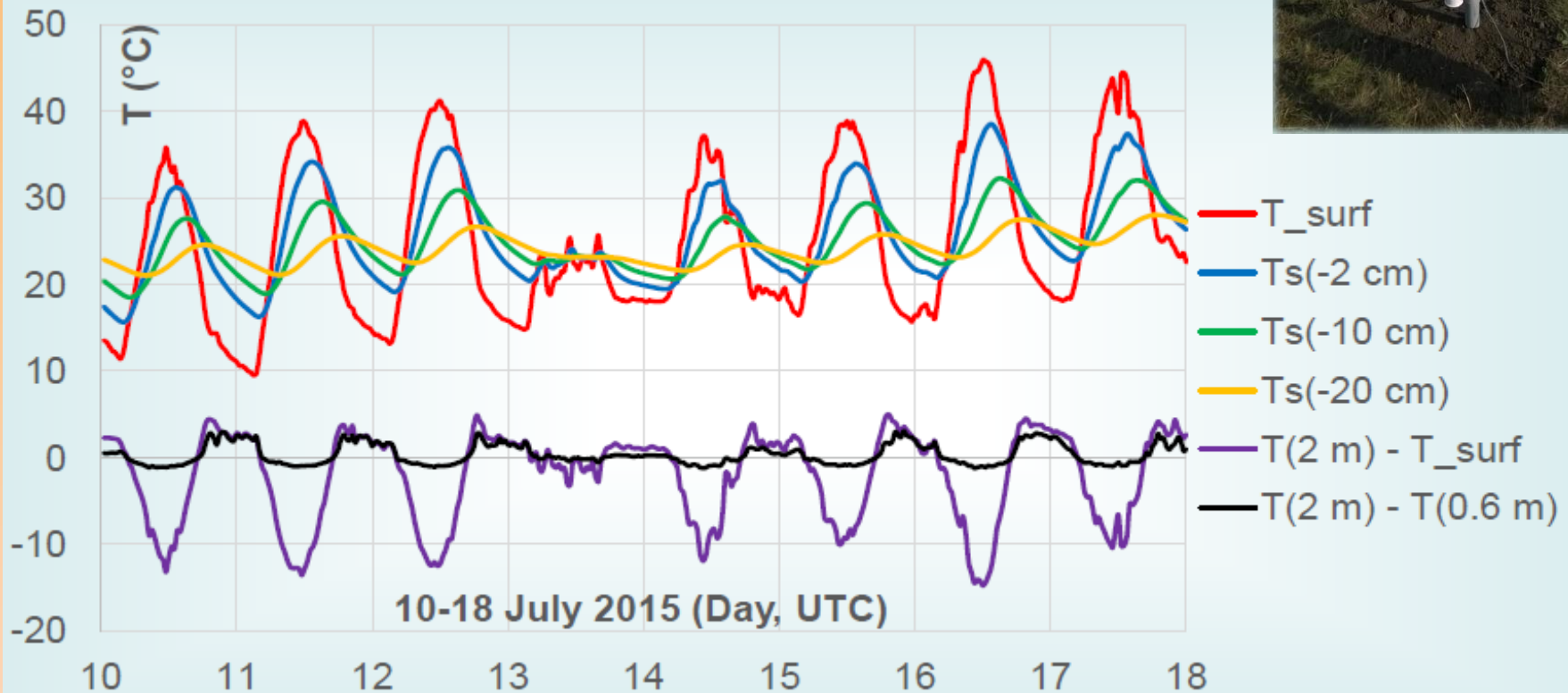
Energia mérleg komponensek
(2013. november 28.)

Energia mérleg komponensek (2015. július 10–18)



$$A = \frac{\sum H + LE}{\sum Rn - Soil} \cdot 100 = 91,5\%$$

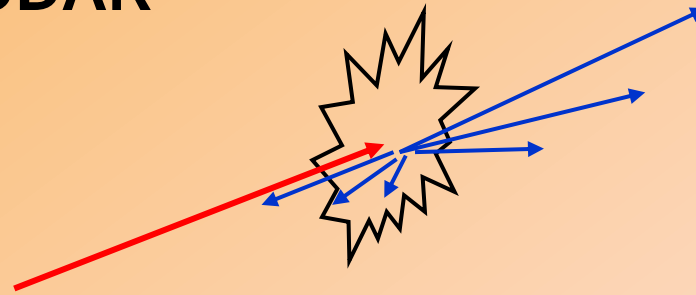
Hőmérséklet-menetek (2015. július 10–18)



METEK Doppler SODAR

Kibocsátott/ átbocsátott
jel

visszavert/ vett
jel



**Bíróné Kircsi Andrea
(DE, jelenleg OMSZ)**

Mérési időszak: 11. 20. – 12. 04.

Időbeli felbontás: 10 perc

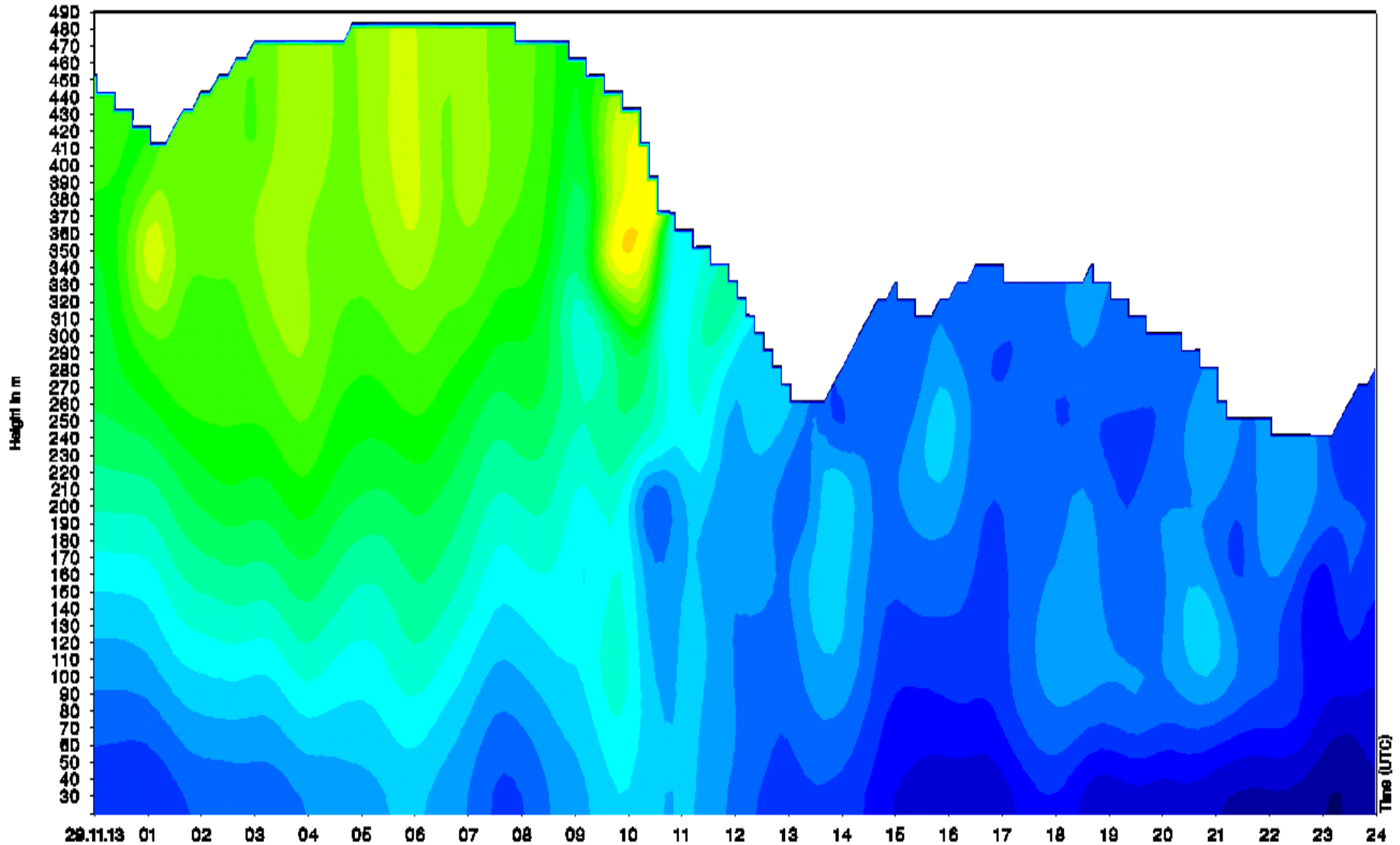
Térbeli felbontás:

30 m-től 10 m-es lépésekben

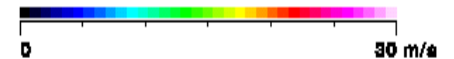
**Rétegvastagság: az esetek
60%-ában legalább 400 m**



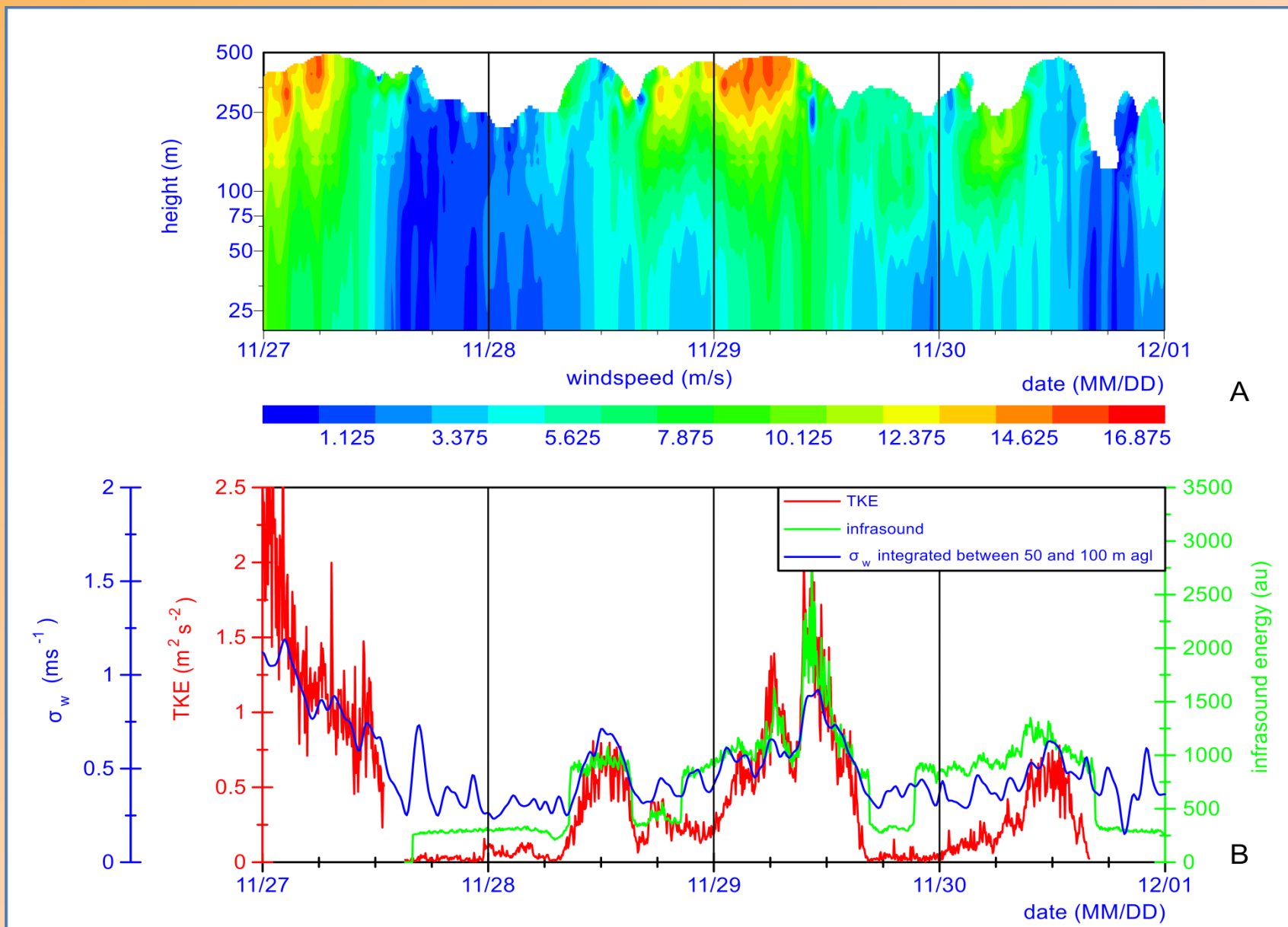
Szélesebesség (m/s) 2013 11. 29.



Sodargram of 10'-Averages of the Wind Velocity (V)
SZEGED



Infrahang mikrofon, mint a turbulencia mérőeszköze



J. Cuxart, D. Tatrai, T. Weidinger, A. Kircsi, J. Jozsa and M. Kiss: Infrasonnd as a detector of local and remote turbulence. Boundary-Layer Meteorology, 2016

Az UAV-s mérések helye a meteorológiában

A tér- és időskála kérdése

- alkalmazott repülőeszközök,
- kutatási, vagy gyakorlati célok (*Mit mérjünk?*)

Műszerezettség

- meteorológiai állapotjelzők, nyomanyagok,
- energiamérleg, fluxusok, turbulencia

Mérés – modellezés

- UAV mérés, mint adatforrás
- modell produktum, mint UAV célelőrejelzés

A PHR mérése pilótanélküli repülőgéppel – mérőrendszer fejlesztés



BHE Bonn Hungary Kft fejlesztése

Hasznos teher: 3 kg

Szenzorok:

GPS, 3D pozíció mérése
hőmérséklet, nedvesség,
légnyomás, szélesség,

Tervezett fejlesztés:

Sugárzás, infrahőmérséklet,
nyomanyag és aeroszol mintavevő

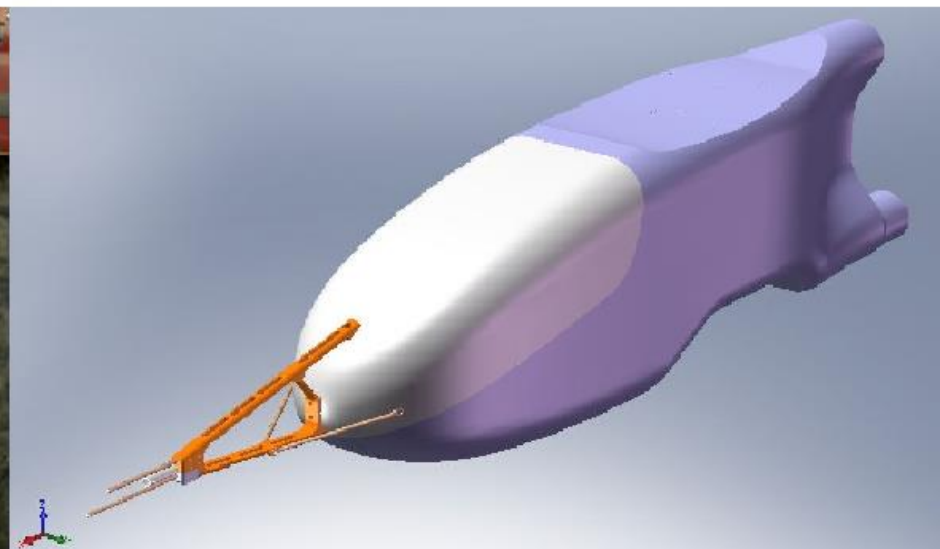
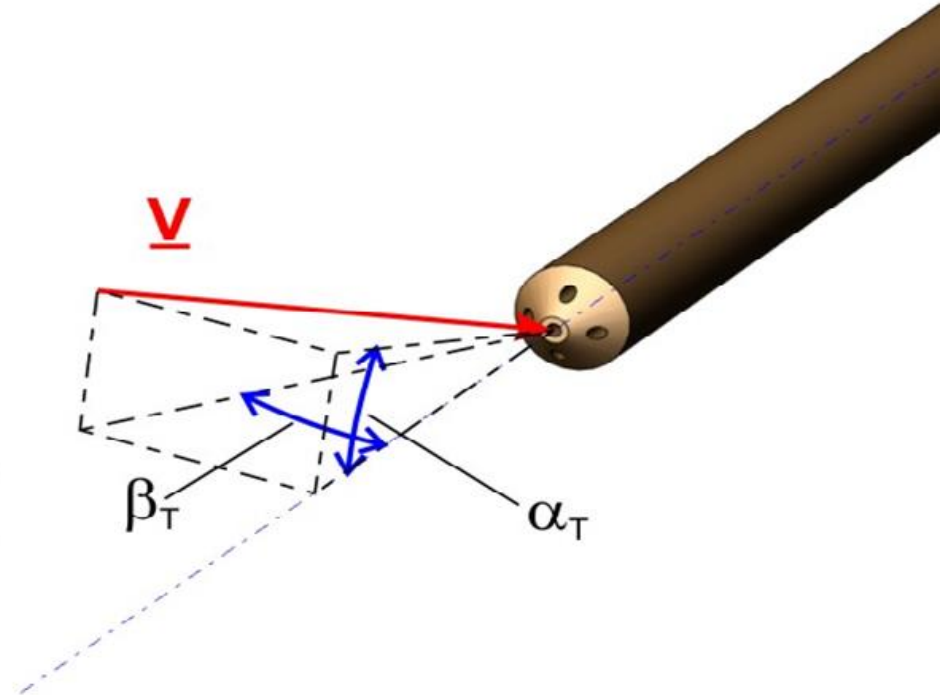
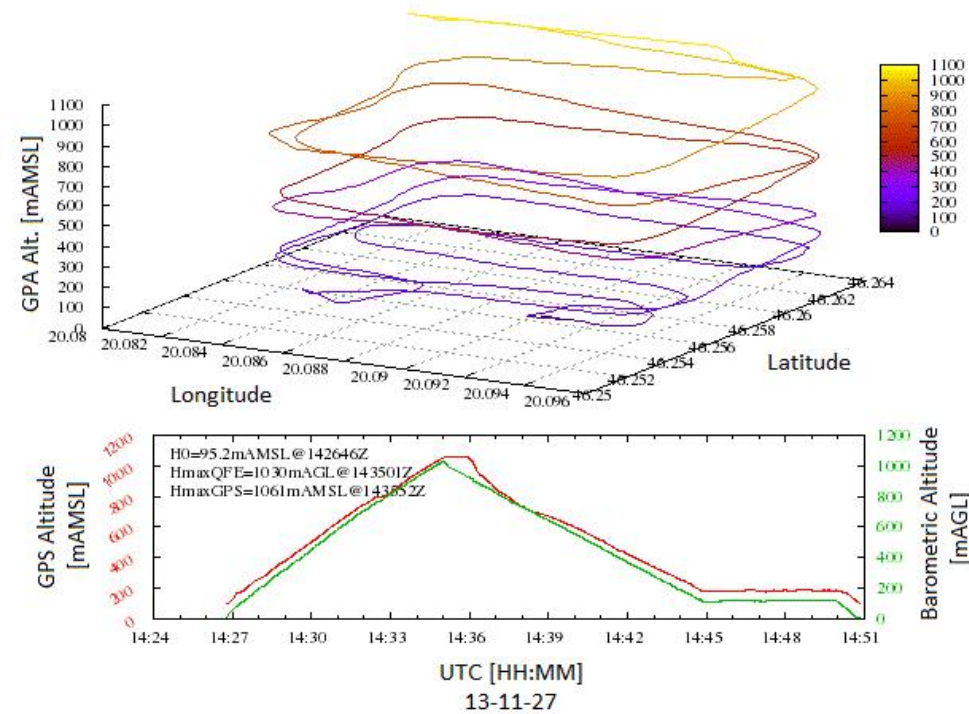


BHE UAV Termékcsalád

Együttműködés a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő és Légvédelmi Tanszék Repülésmeteorológiai Laboratóriumával 2012-2013. TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001

GINOP-2.3.2-15-2016-00007 „A légiközlekedés-biztonsághoz kapcsolódó interdiszciplináris tudományos potenciál növelése és integrálása a nemzetközi kutatás-fejlesztési hálózatba a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen (VOLARE)”GINOP (2016–2020)

Műszerezettség, repülési pálya



Vertikális szondázás



Kötött ballon

Gemma Simó Diego,
Prof. Joan Cuxart Rodamilans
Univ. Palma de Mallorca



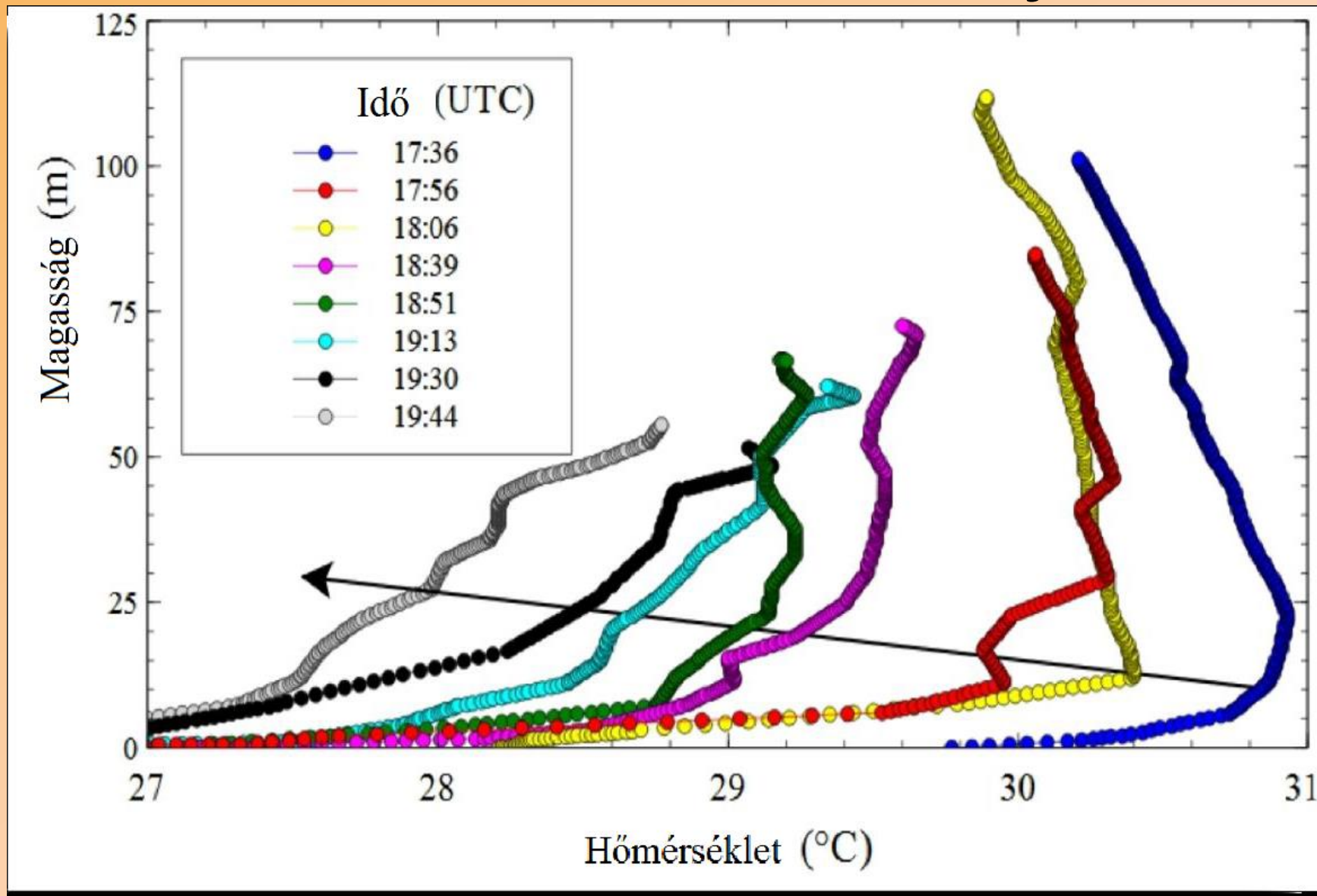
BHE Bonn UAV

Kvadrokopter

Burkhart Wrenger
University of Applied Science,
Ostwestfalen-Lippe, Germany

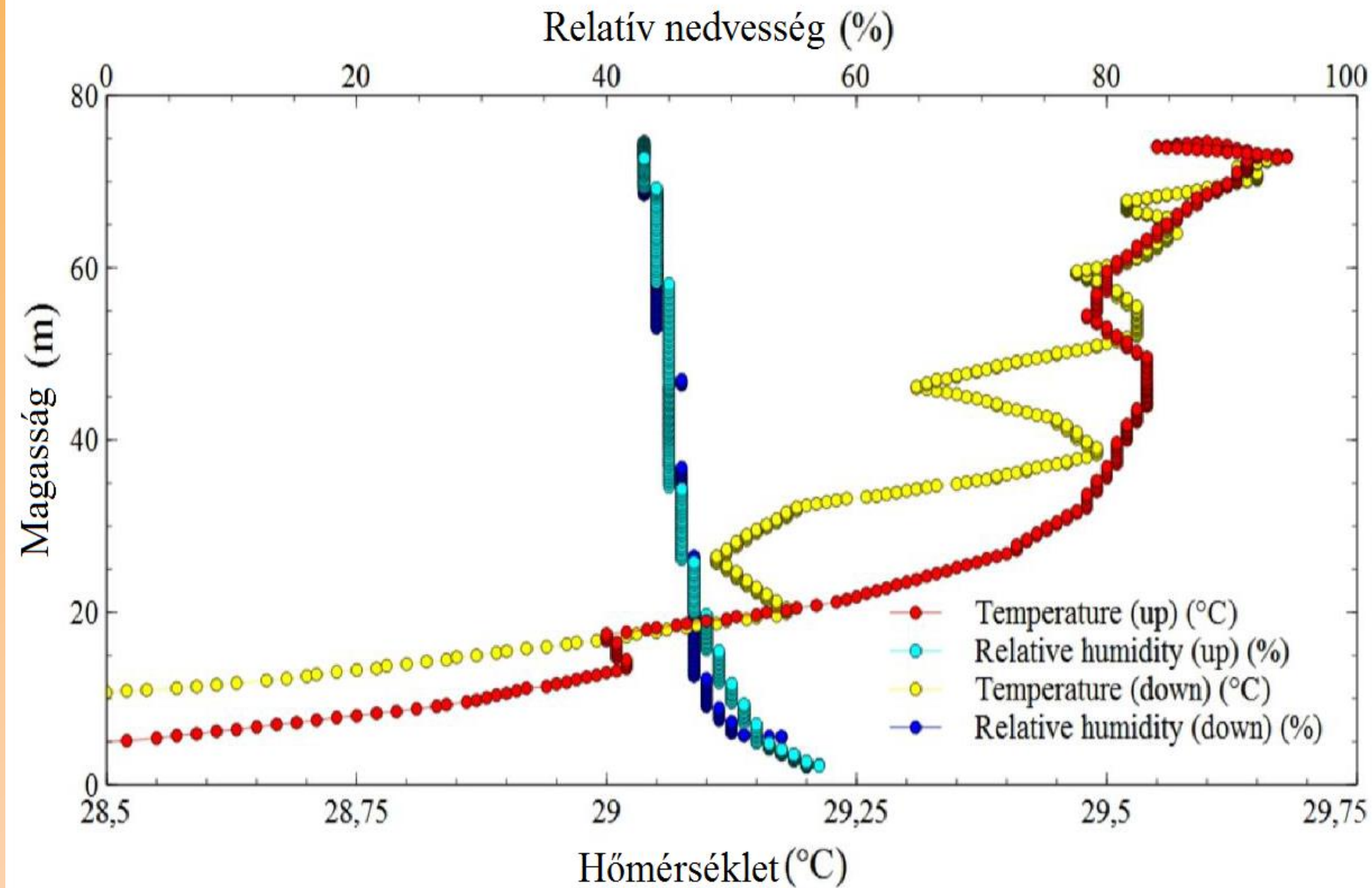


Esti felszínközeli inverzió fejlődése

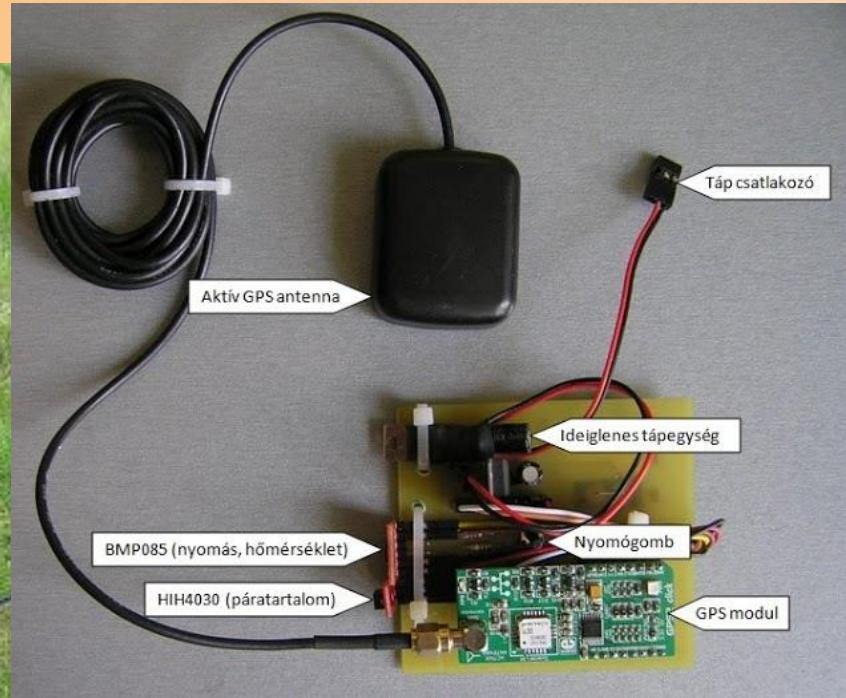


Kötött ballonos mérések GRAW-szondával, 2015. július 16. Szeged

Kötött ballonos felszállás – GRAW szonda adatai



Oktatási vonatkozások – kutató diákok a zentai Bolyai Tehetséggondozó Gimnáziumban

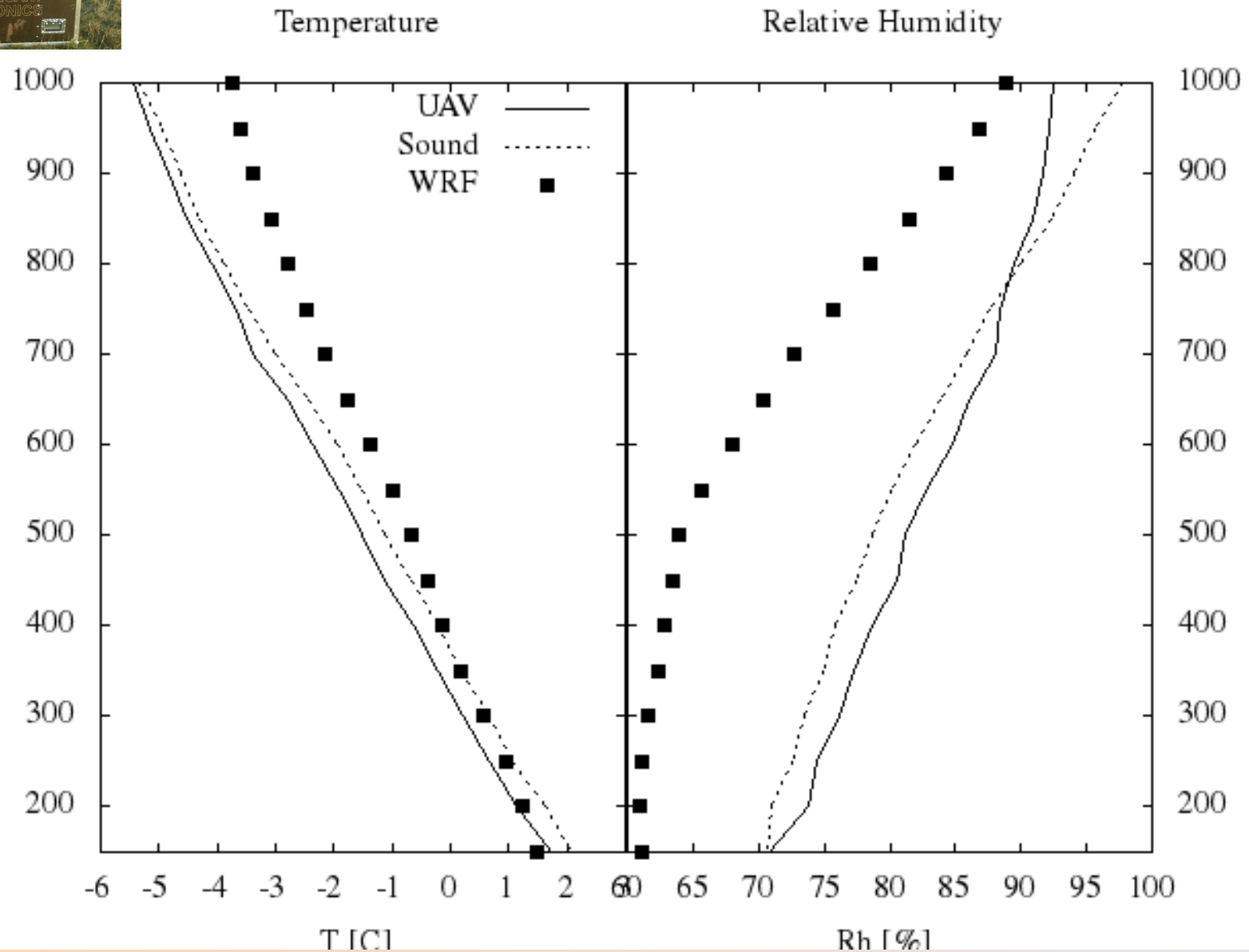


Műszerezettség

Témavezető: Bordás Árpád



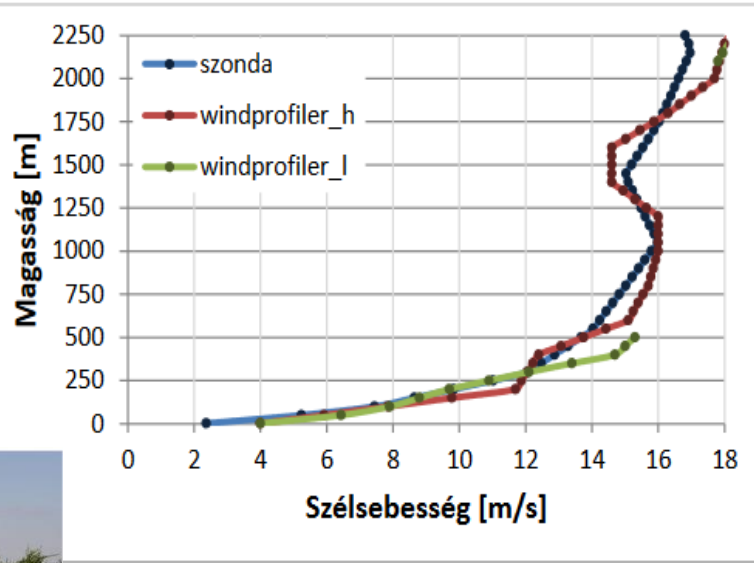
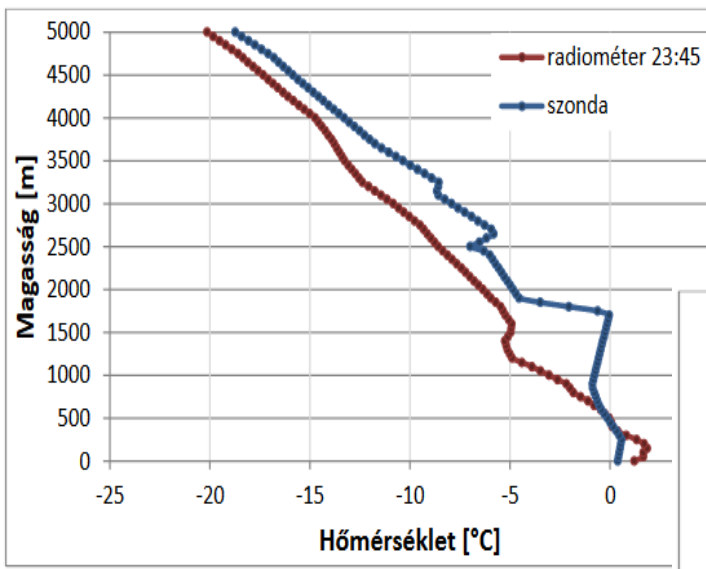
Mért és modellezett hőmérsékleti és relatív nedvesség (2013. nov. 28. 06 UTC)



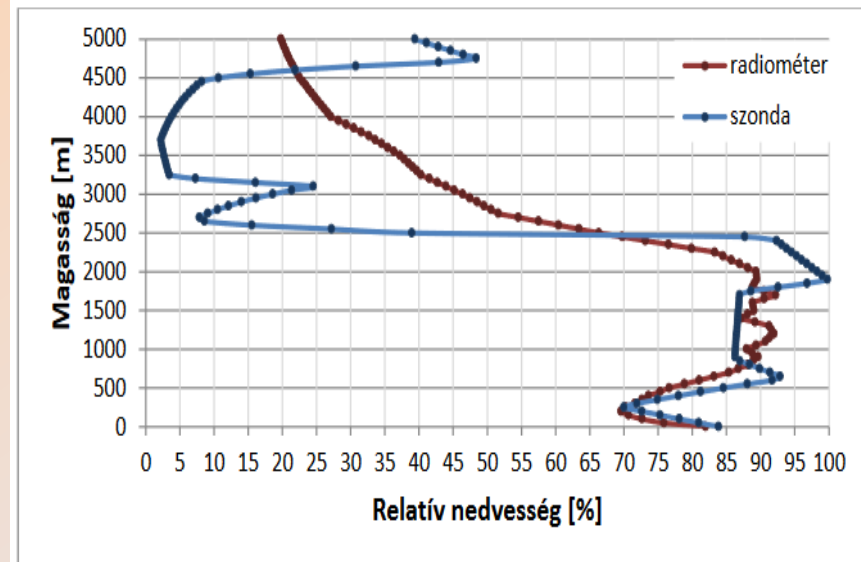
Profiler-ek

2013. november 29 00 UTC

Rádiószonda, WindProfiler, Radiométer összehasonlítás



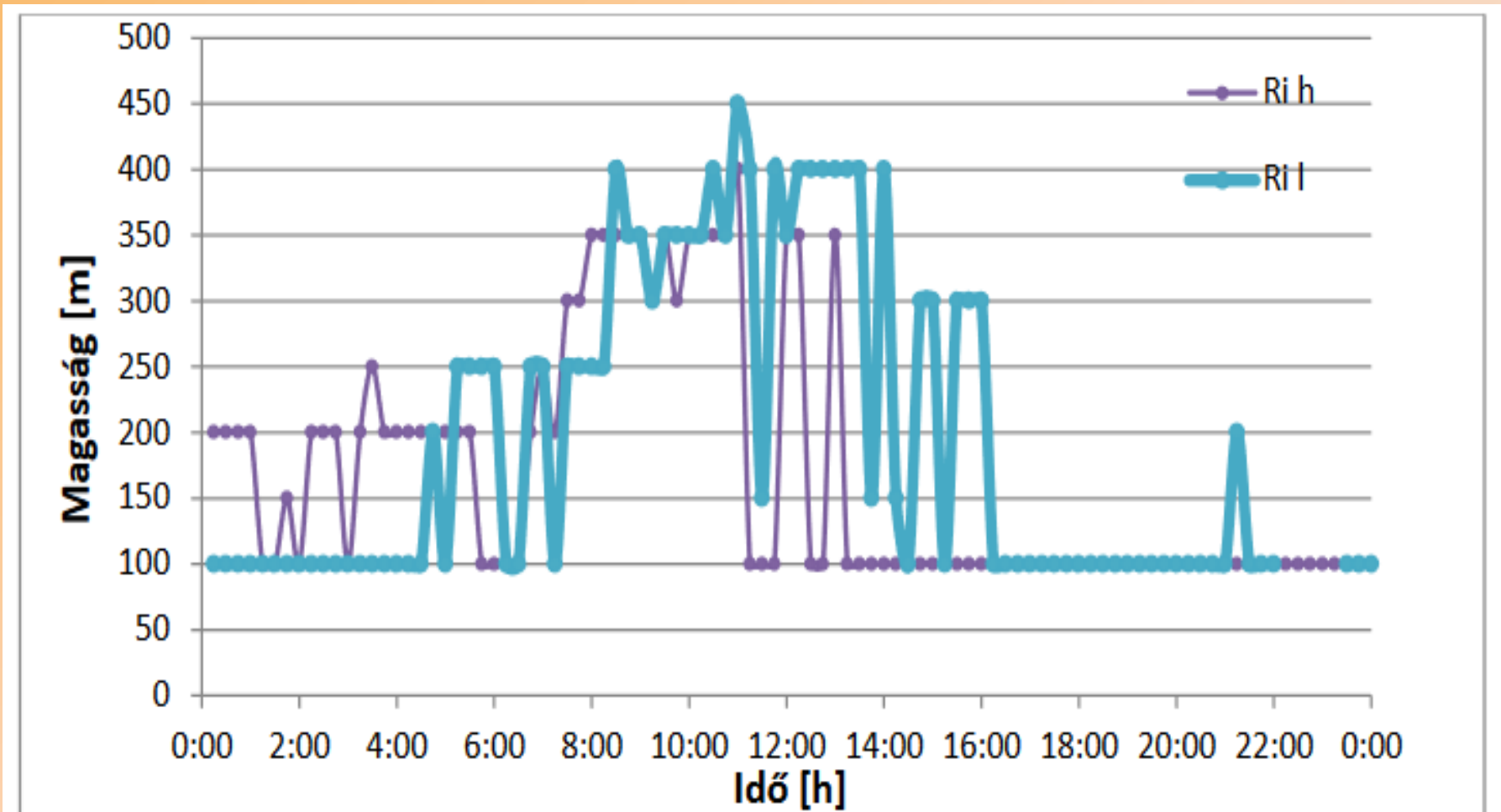
WindProfiler



Radiometer



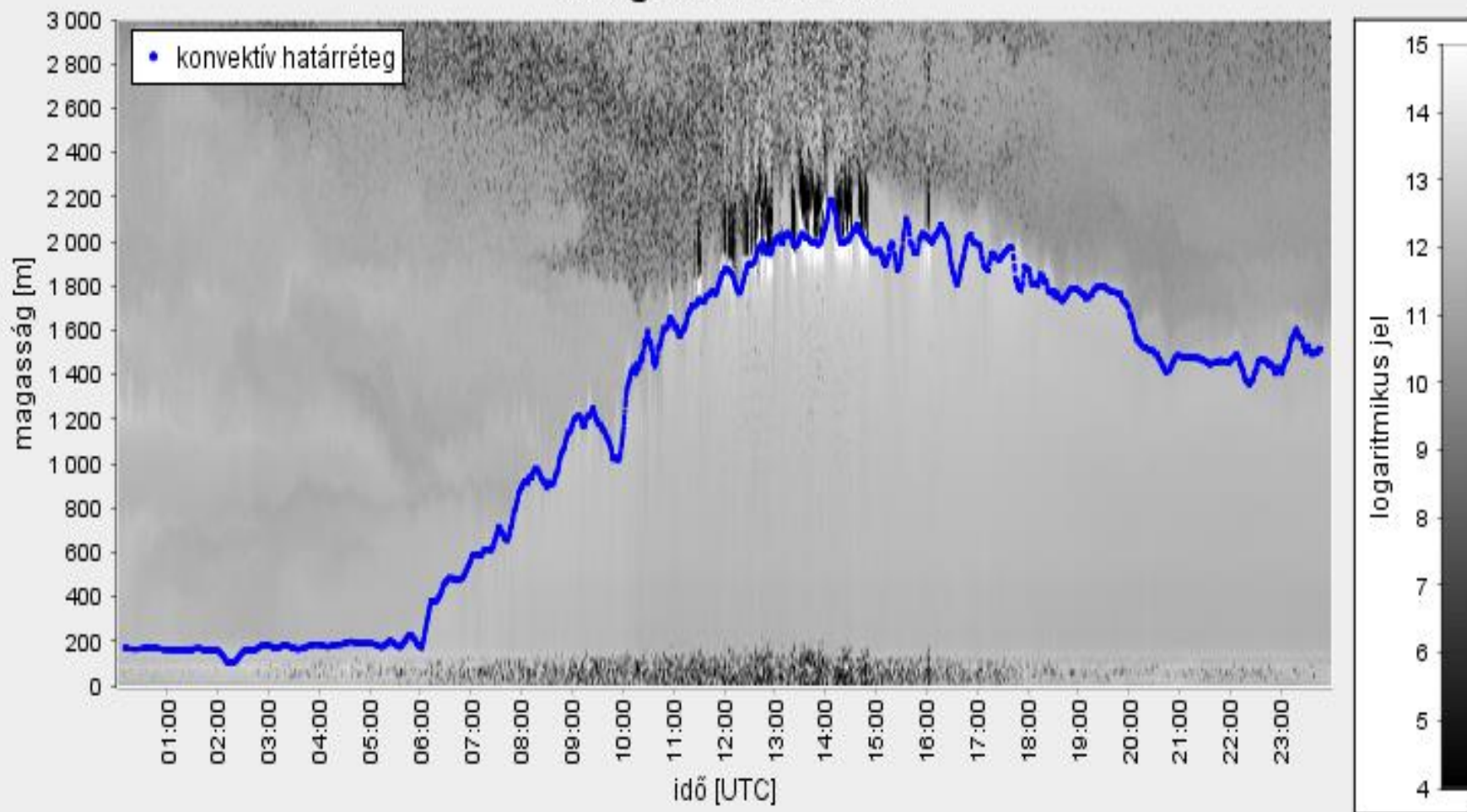
A határréteg vastagsága a kritikus Ri-szám módszerrel kétféle WindProfiler szélmérés alapján Virtuális hőmérséklet adatsor a Radiometer-ből



2013. november 29 00 UTC

Új eszköz (CHM 15k) felhőalap-mérő alkalmazása a határréteg –kutatásban (Tímár Á., Szabó Z)

Szeged 2016.06.29.



A konvektív határréteg és az este folyamán fennmaradó átmeneti réteg magasságok tízperces mozgóátlagai a felhőalap-mérő logaritmusikus visszaszóródási adataiból.

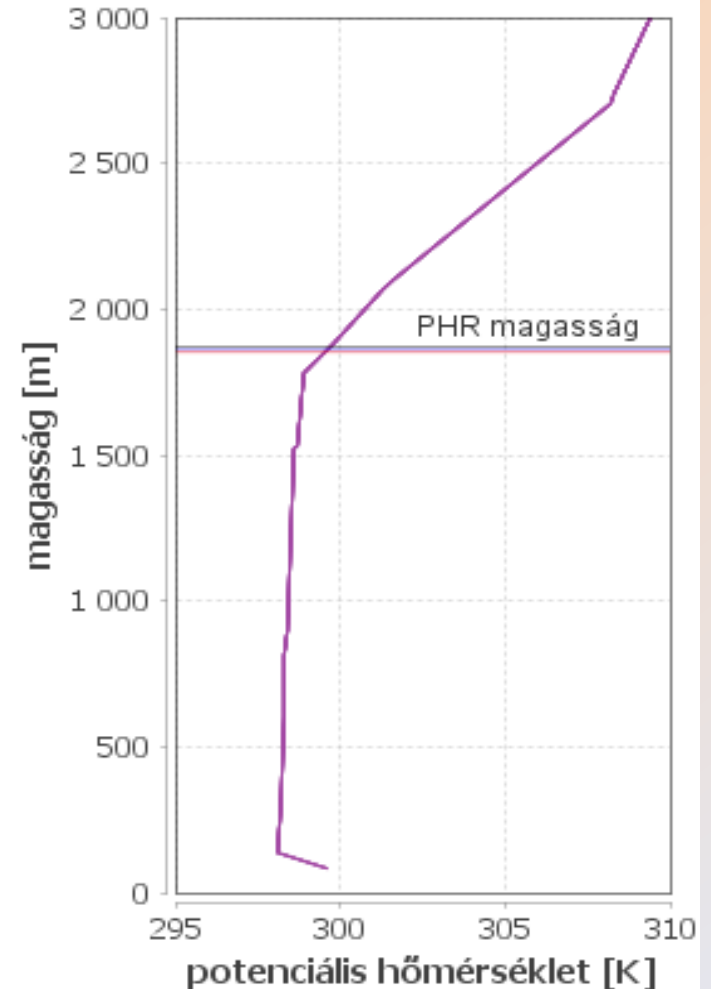
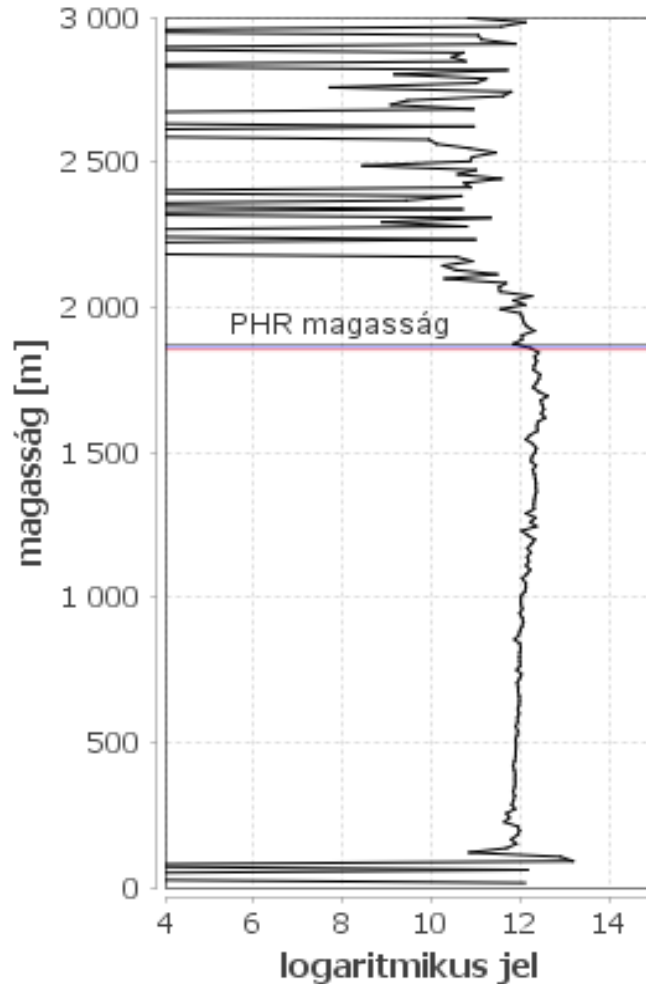
Módszer összehasonlítás

Felhőalap-mérő

Rádiószonda felszállás

Szeged 2016.06.29. 12 UTC

Szeged 2016.06.29. 12 UTC



Logaritmikus visszaszóródás

Kritikus Ri-szám (0,25) és a részecske-módszer

Összefoglaló megjegyzések

- **A határréteg folyamatok nyomon követésére adottak a felszíni és távérzékelési eszközök** (OMSZ Szegedi Obszervatóriuma, Debreceni Egyetem mérőhelye, Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér)
 - felszíni energiamérleg komponensek
 - profilmérések, PHR magasság, turbulencia karakterisztikák
- **Új eszközök integrálása a határréteg kutatásba**
 - UAV eszközök – – méréstechnikai és módszerfejlesztési fejlesztések
 - Lidar mérési elven működő felhőalap-mérők
- **A PHR adatok iránti igény felkeltése/kiszolgálása**
 - numerikus modell (WRF, AROME, ECMWF) felszíni és PHR parametrizációs eljárásainak tesztelése
 - klimatológiai és levegőkörnyezeti célú feldolgozások
 - módszerfejlesztés (turbulencia parametrizáció, ködkeletkezés)

A mérések összetettsége, **a lehetőségek kihasználása együttműködést feltételez/vár** a kutatók és intézmények között

Köszönöm a figyelmet



SZÉCHENYI TERV

GINOP-2.3.2-15
-2016-00007

OITKA

HUNGARIAN SCIENTIFIC RESEARCH FUND

