

A METEOROLÓGIAI MEGFIGYELŐRENDSZER SZEREPE AZ IDŐJÁRÁSI VESZÉLYJELZÉSBEN

Meteorológiai Tudományos Napok – 2013 november 21-22.

**Horváth Gyula, Putsay Mária, Sebők István, Németh Péter,
Steib Roland, Varga Bálint, Rózsa Szabolcs**

Minden meteorológiai tevékenységnek, így a veszélyjelzésnek is alapja a megfigyelés

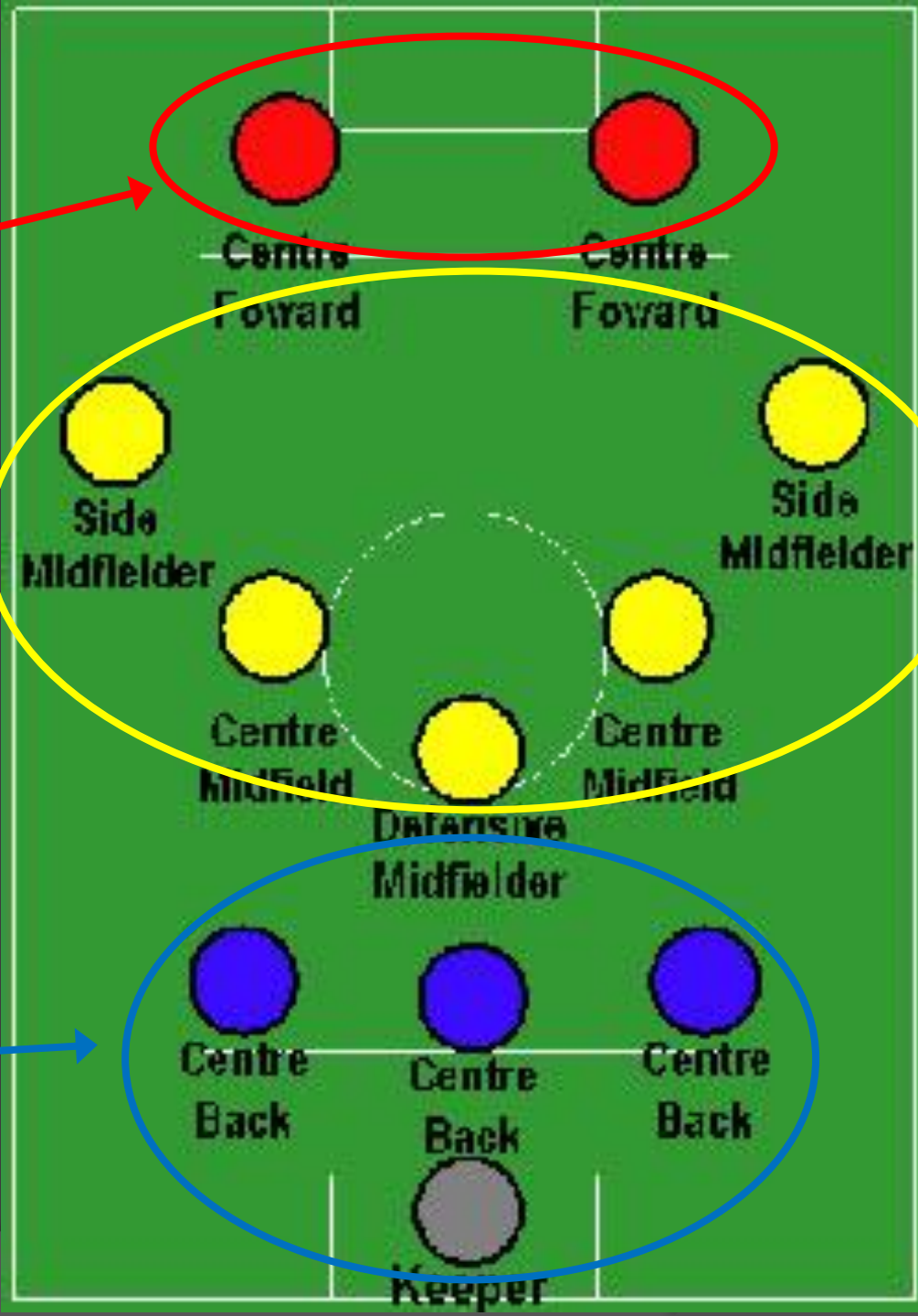
- Pontos
- Kalibrált mérőeszközökkel végzett
- Rendszeres
- Időben és térben nagyfelbontású
- Összehasonlítható

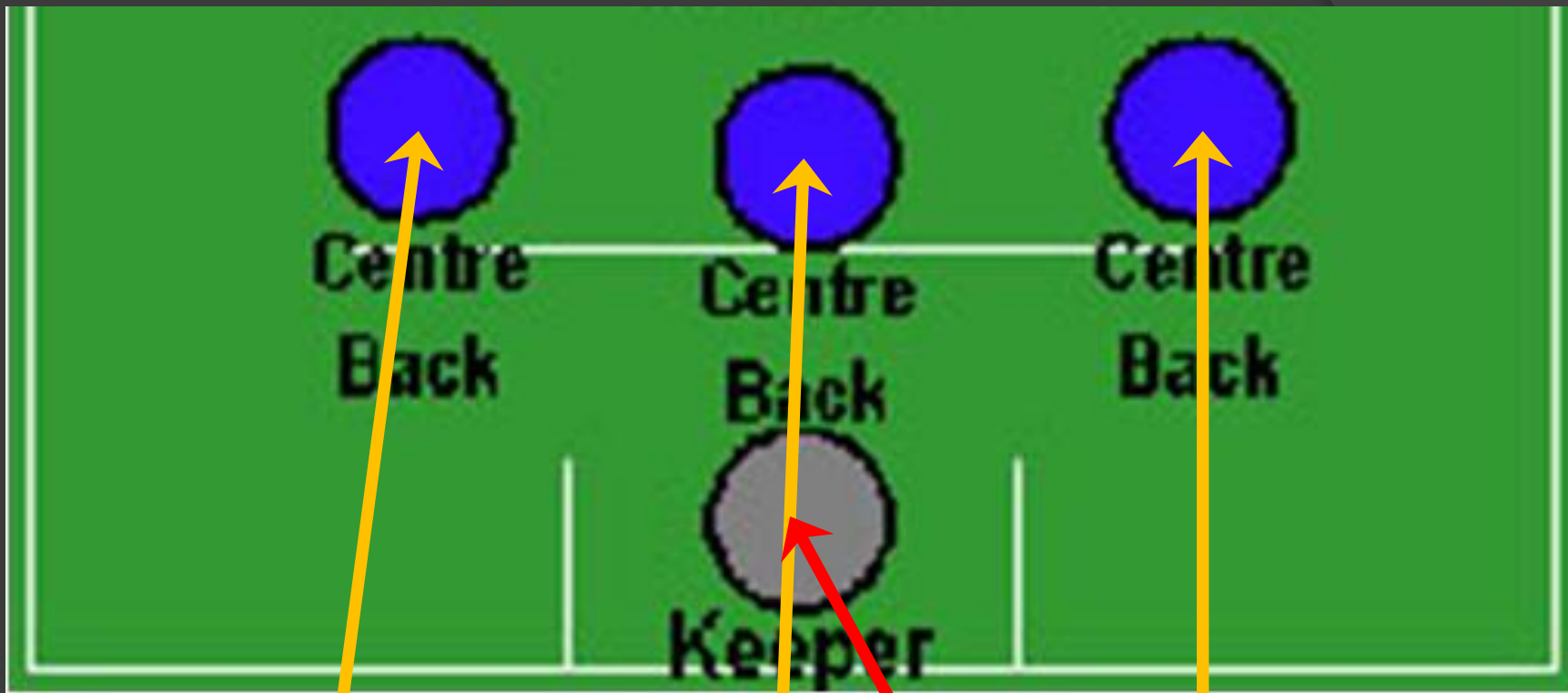
Megfigyelés szerepe a veszélyjelzésben?

Veszélyjelzés

**Numerikus
modellezés**

Megfigyelés



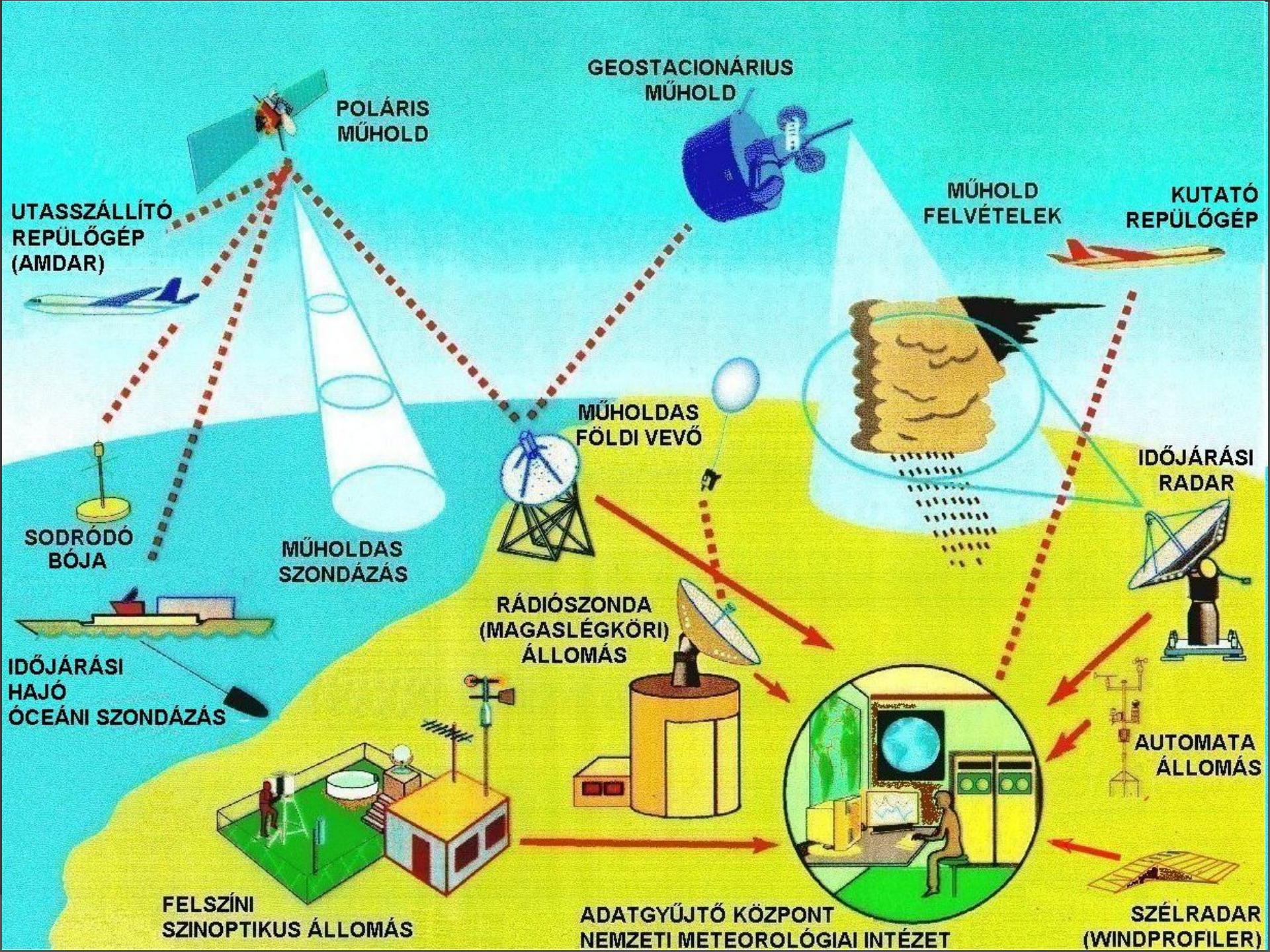


Űrbázisú megfigyelések

Földbázisú megfigyelések

Föld-űr bázisú megfigyelések

Meteorológiai mérőműszerek kalibráló laboratóriuma

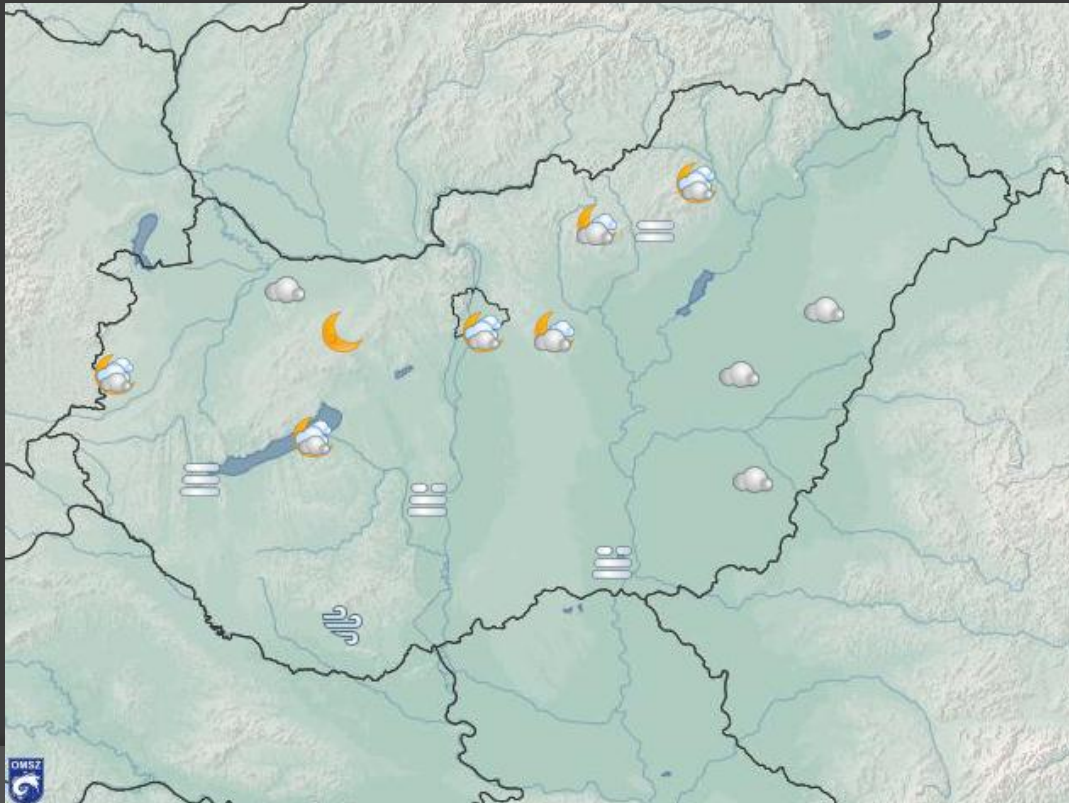


Földbázisú meteorológiai megfigyelő alrendszer

Légkörfizikai
mérések

Távérzékelési
mérések

Földfelszíni
in situ
mérések



Önkéntes
észlelőhálózat

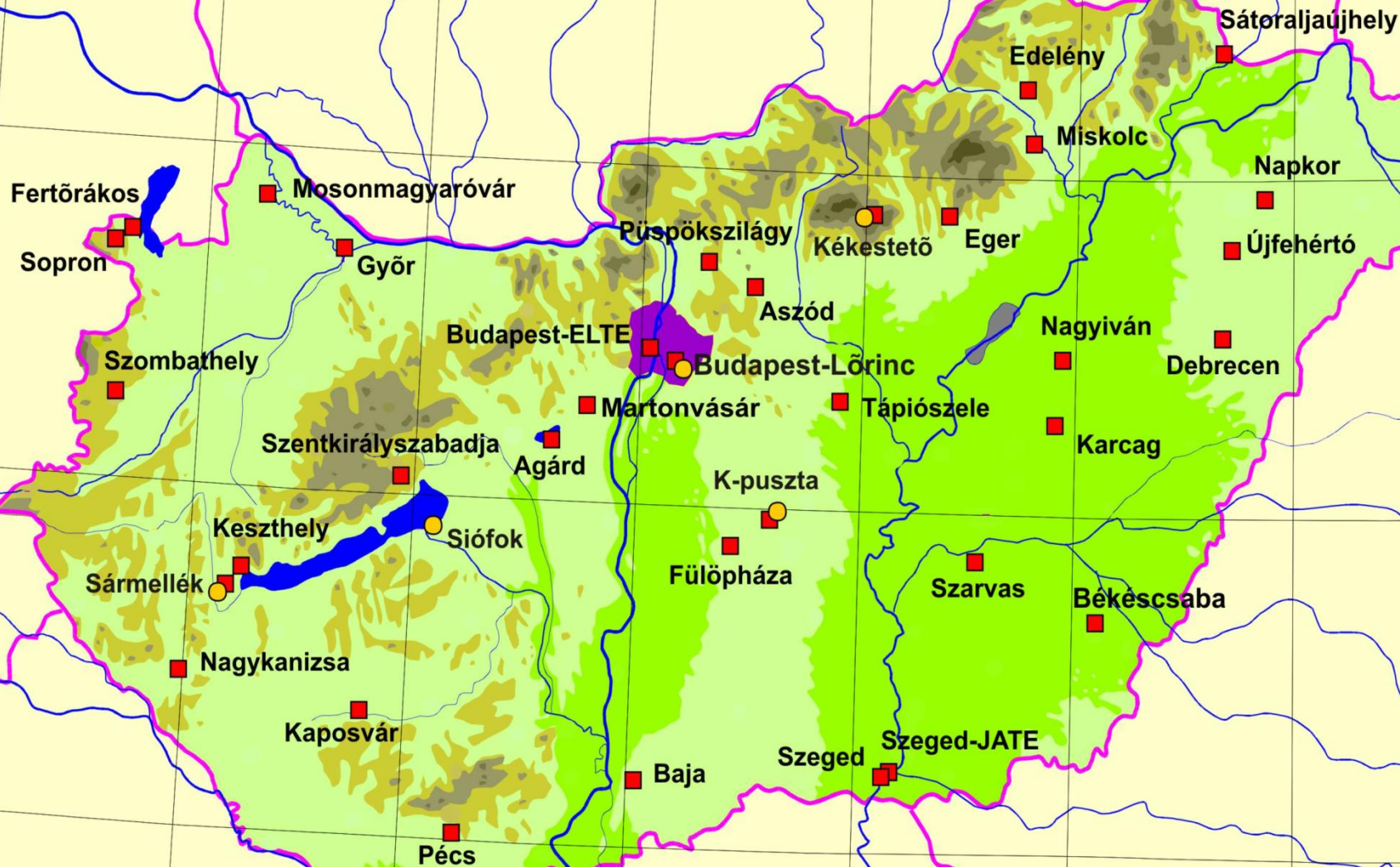
MET-ÉSZ rendszer

http://www.met.hu/idojaras/aktualis_idojaras/megfigyeles/metesz/

Légkörfizikai mérések

- Spektrális napsugárzás mérések
- Szélessávú napsugárzás mérések
globál, direkt, diffúz
- Sugárzási egyenleg hosszúhullámú
komponenseinek mérése
- Magaslégköri ózon mérése
- UV-B mérések
- Gammadózis-teljesítmény mérés
- Háttérszennyezettség mérés

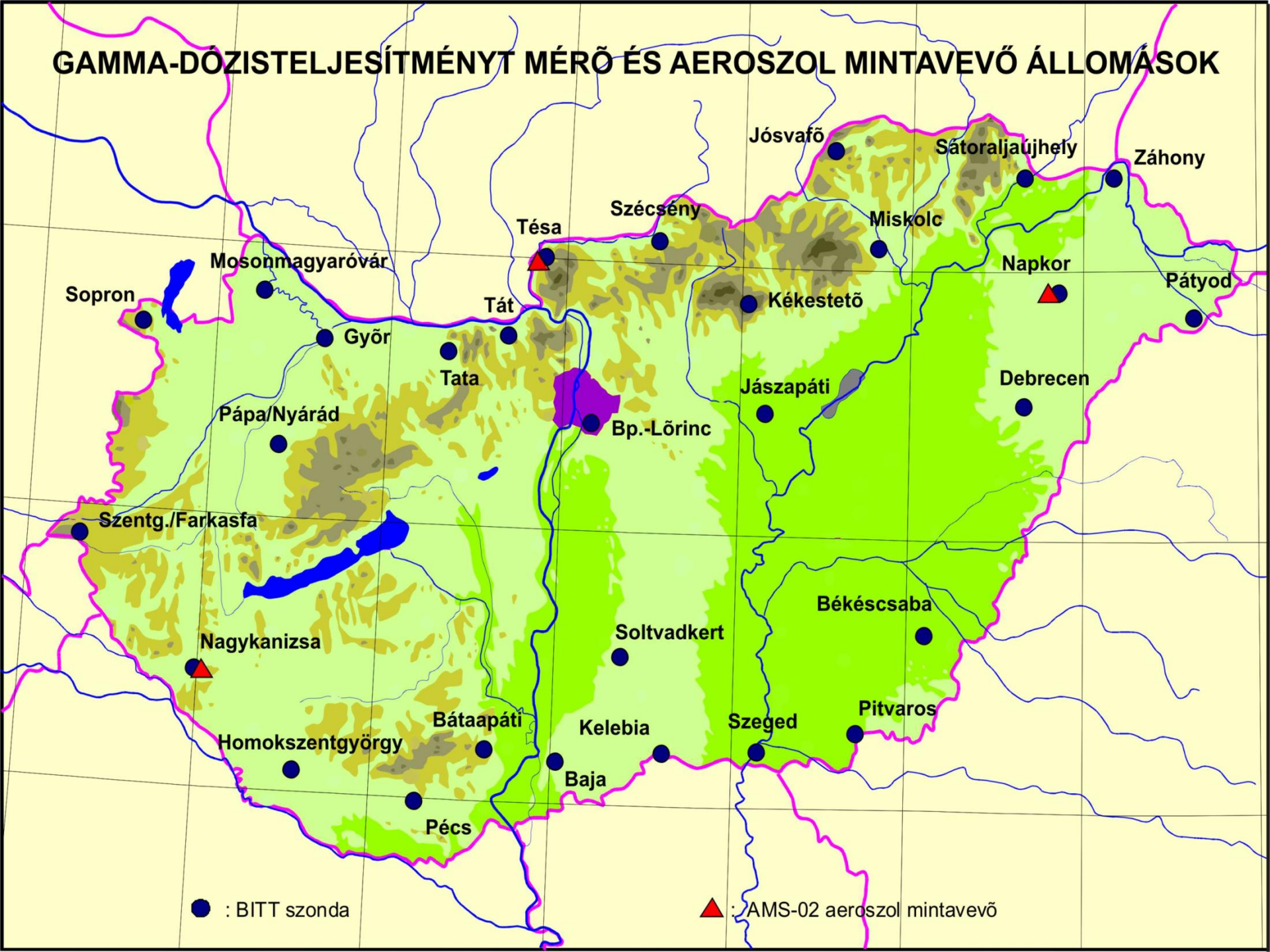
AZ OMSZ GLOBÁL ÉS UV-B SUGÁRZÁS MÉRŐHÁLÓZATA



■ Globál sugárzás

● UV-B sugárzás

GAMMA-DÓZISTELJESÍTMÉNYT MÉRŐ ÉS AEROSZOL MINTAVEVŐ ÁLLOMÁSOK

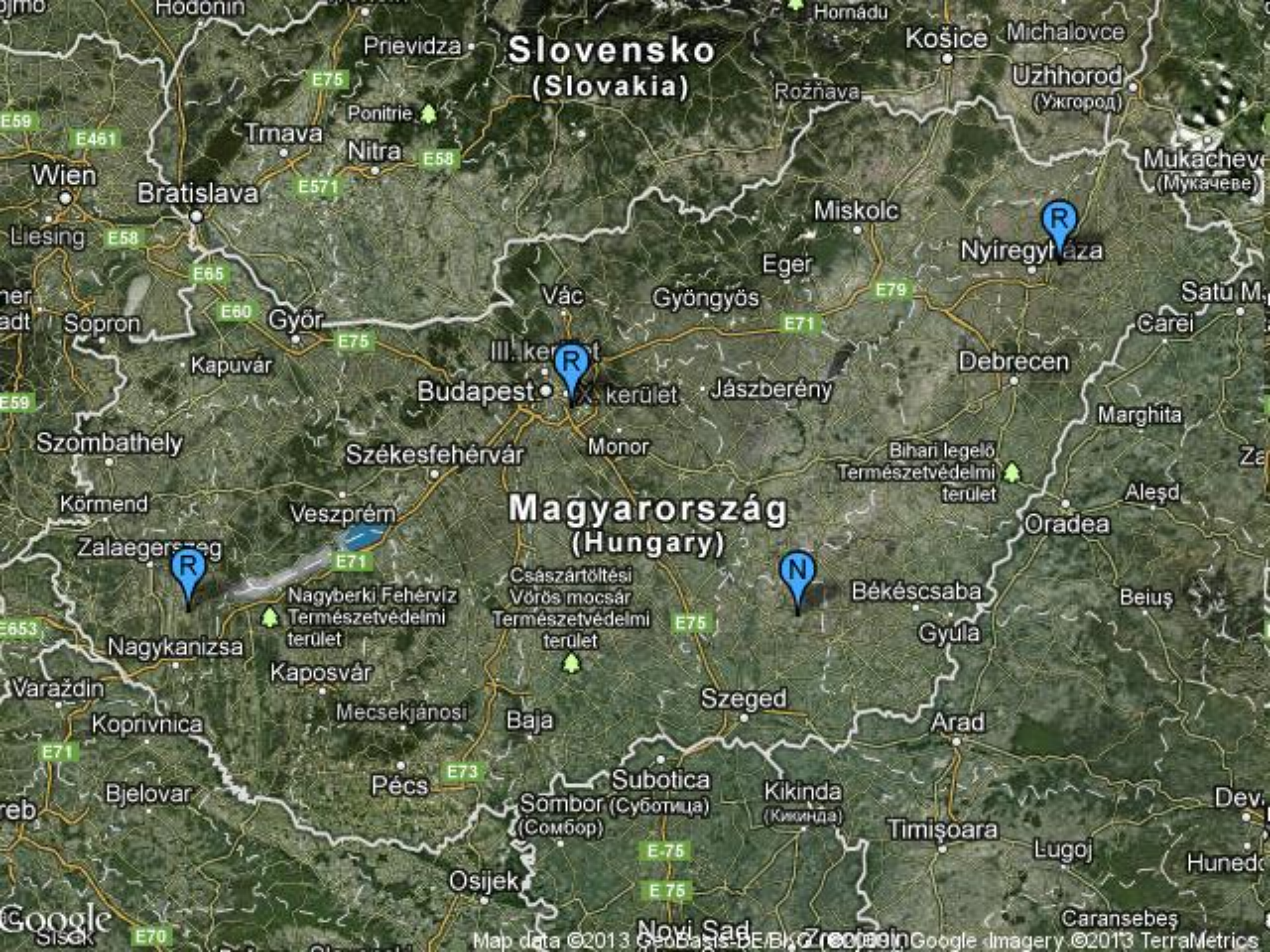


● : BITT szonda

▲ : AMS-02 aeroszol mintavevő

Távérzékelési mérések

- Időjárási radarhálózat
 - Windprofilerek
 - Radiométer
 - Magaslégköri mérések
 - Villámlokalizáció
-
- Cseppspektrum mérők
 - Felhőalap mérők



Slovensko
(Slovakia)

Magyarország
(Hungary)



Slovensko
(Slovakia)

Magyarország
(Hungary)

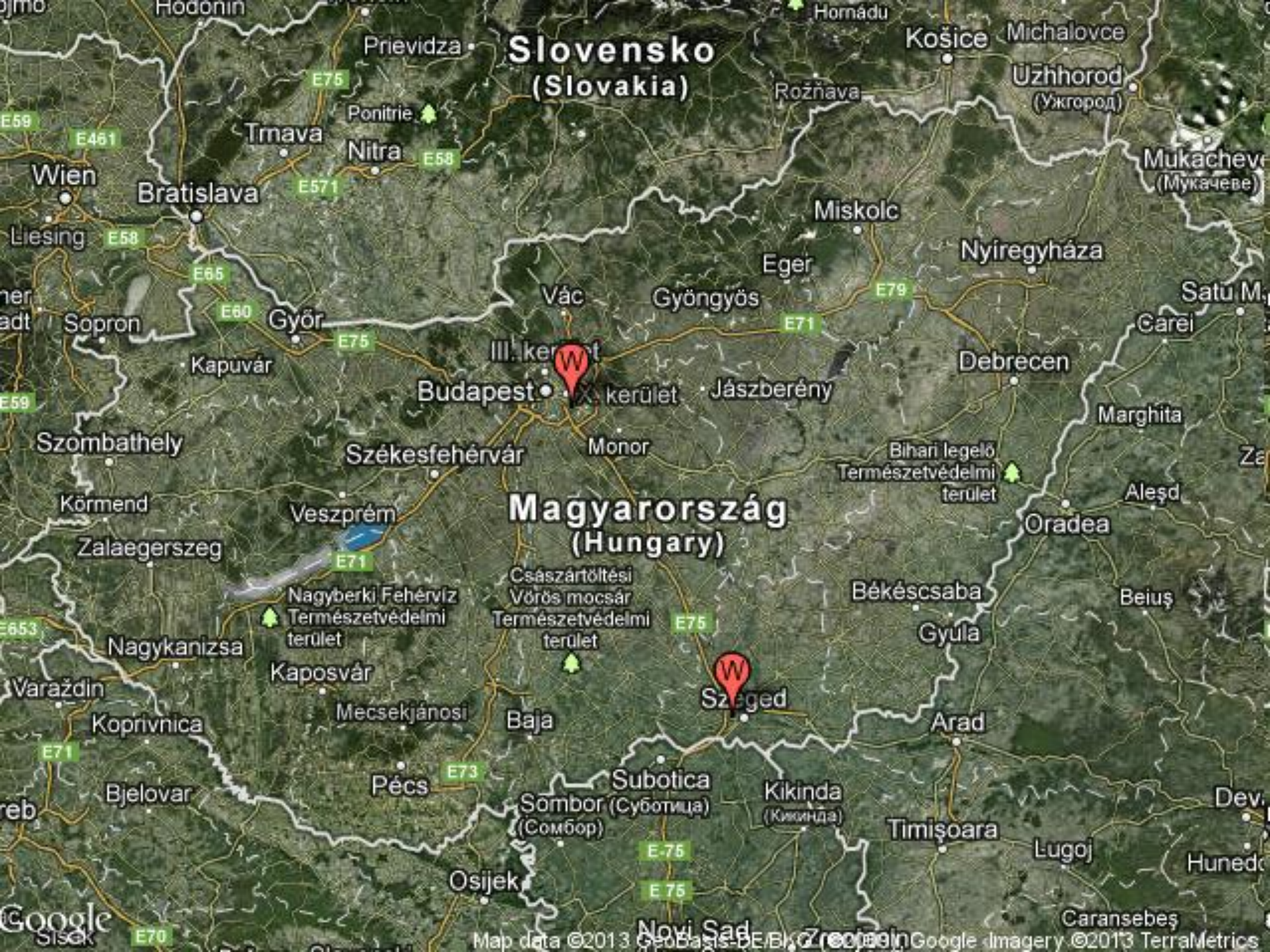
Veszprém

Szeged

Nagyberki Fehérvíz
Természetvédelmi terület

Császártöltési
Vörös mocsár
Természetvédelmi terület

Bihari legelő
Természetvédelmi terület



Slovensko
(Slovakia)

Magyarország
(Hungary)





Sopron

Penc

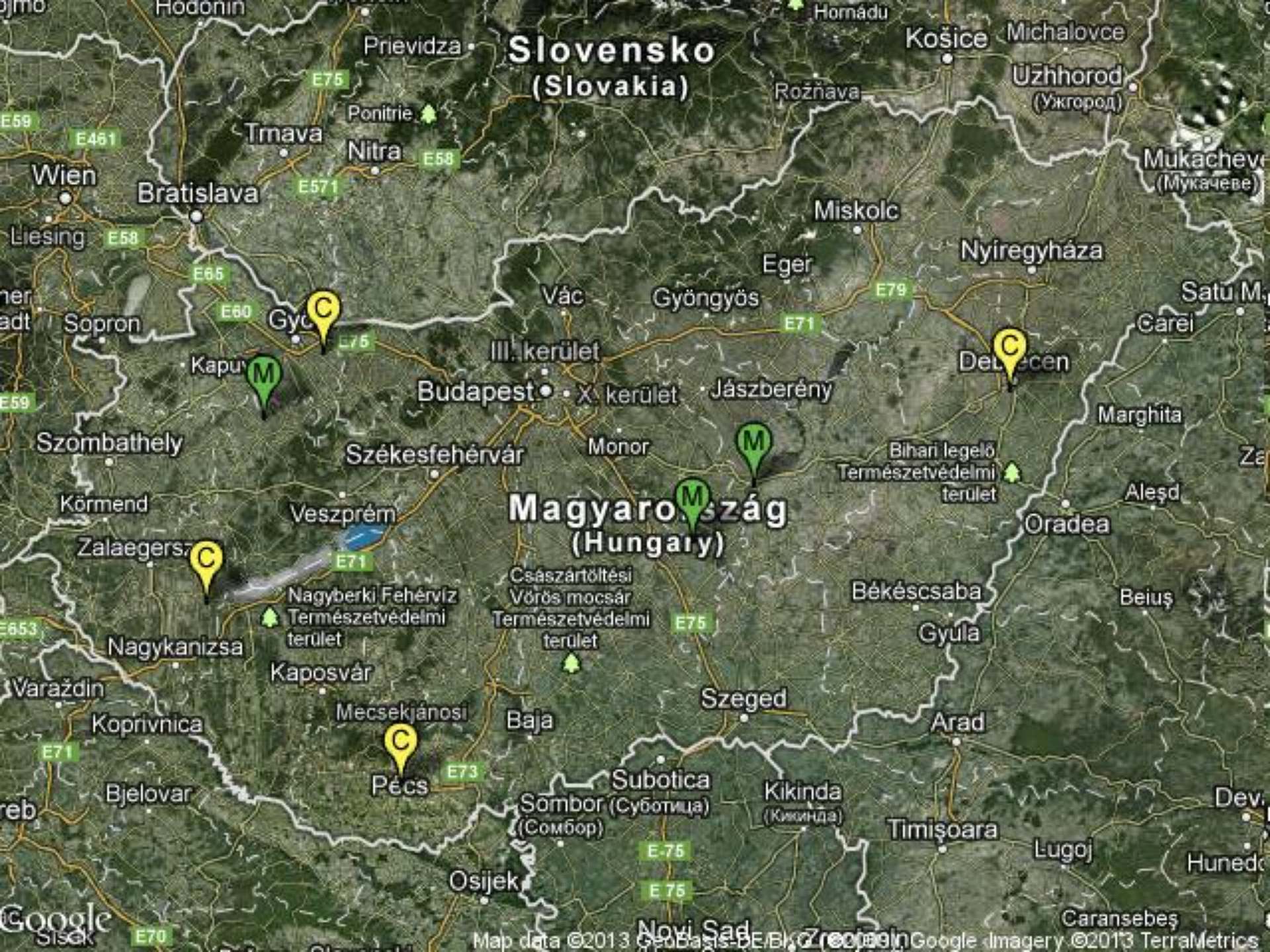
Debrecen

Siófok

K-Puszta

Szeged

Pogány



Slovensko (Slovakia)

Magyarország (Hungary)

Wien

Bratislava

Nitra

Győr

Budapest

Magyarország
(Hungary)

Veszprém

Nagyberki Fehérvíz
Természetvédelmi terület

Kaposvár

Pécs

Baja

Szeged

Sombor (Суботица)
(Сомбор)

Osijek

Novi Sad

Košice

Michalovce

Užhorod
(Ужгород)

Mukachev
(Мукачево)

Miskolc

Eger

Nyiregyháza

Satu M.

Gyöngyös

Debrecen

Carei

III. kerület

Jászberény

Marghita

Szombathely

Székesfehérvár

Monor

Bihari legelő
Természetvédelmi terület

Oradea

Körmend

Zalaegerszeg

Nagyberki Fehérvíz
Természetvédelmi terület

Császártöltési
Vörös mocsár
Természetvédelmi terület

Békéscsaba

Gyula

Beiuș

Varaždin

Koprivnica

Mecsekjános

Baja

Szeged

Arad

re

Bjelovar

Pécs

Sombor (Суботица)
(Сомбор)

Kikinda
(Кикинда)

Timișoara

Lugoj

Dev

Hunedo

Földfelszíni megfigyelések

-Valós idejű információ az alapvető meteorológiai paraméterekre vonatkozóan

Léghőmérséklet, Légnedvesség, Légnyomás,
Szélesség, szélirány, Csapadék, Talajhőmérséklet

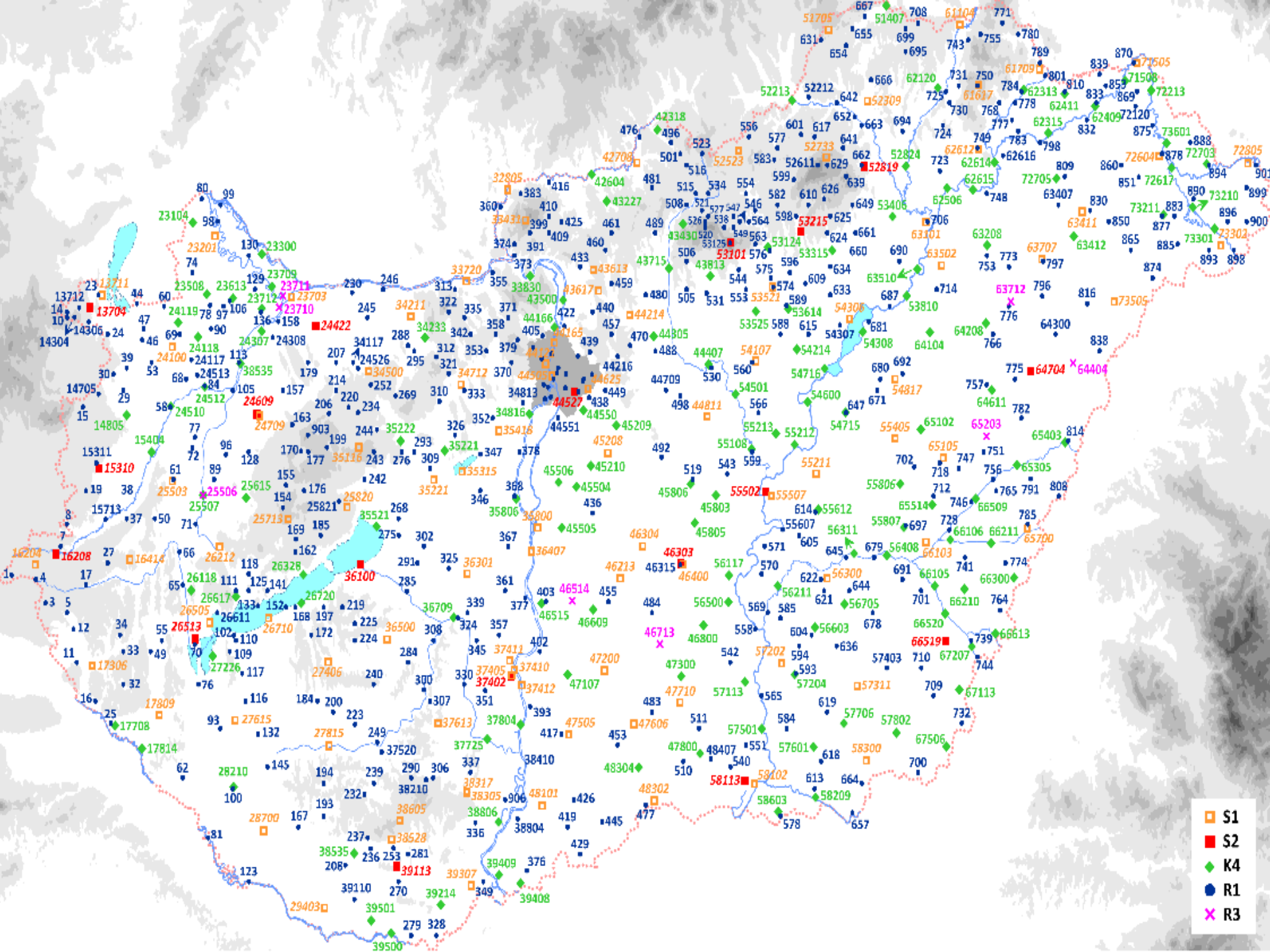
- 105 automata meteorológiai állomás
Egyenszilárdságú mérőrendszer

- 141 automata csapadékmérő állomás OVF
tulajdon, OMSZ üzemeltetés

- 15 állomás, rendszeres vizuális megfigyelés
óránként

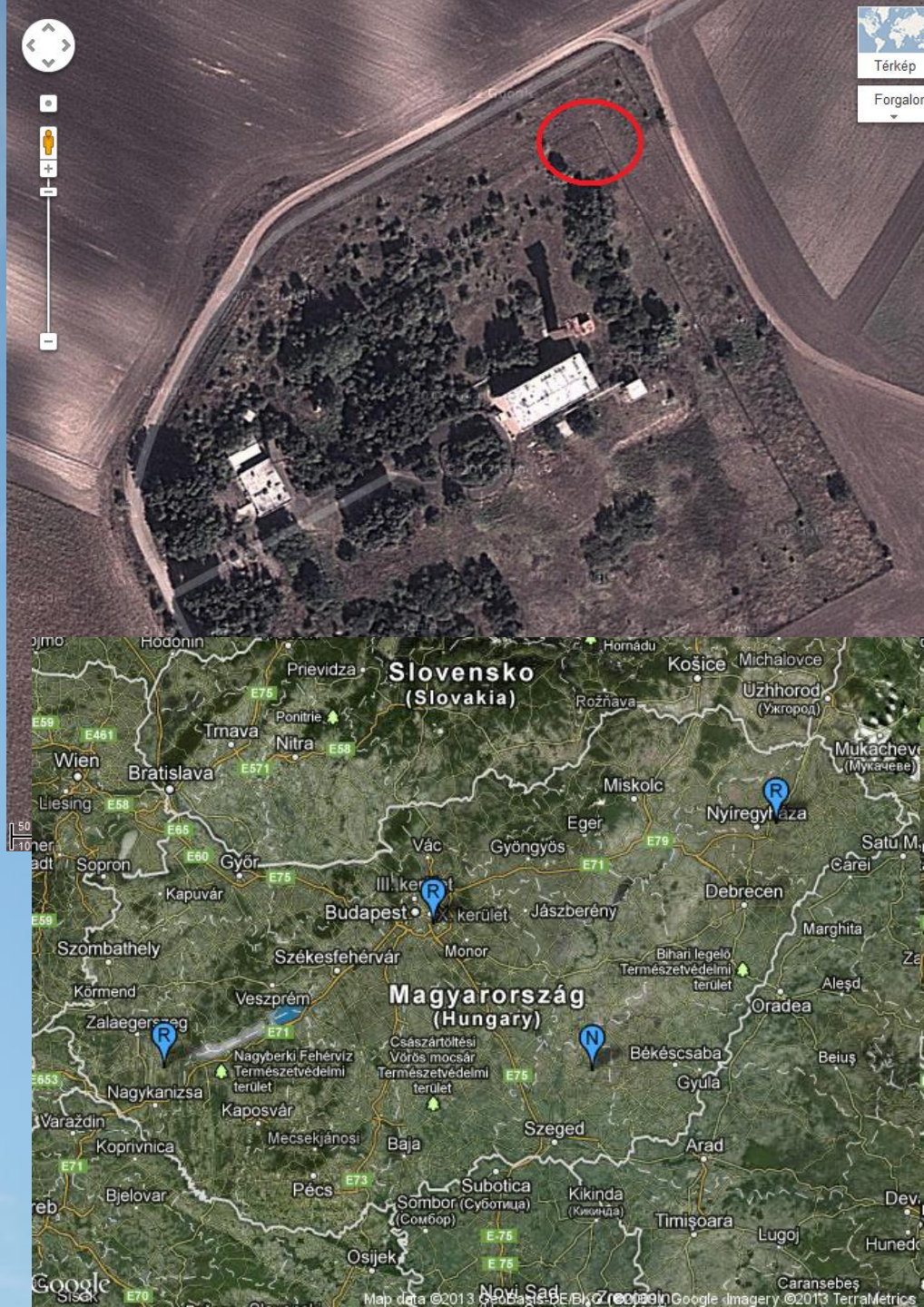
-

- ~460 állomáson napi egyszeri hagyományos
csapadékösszeg

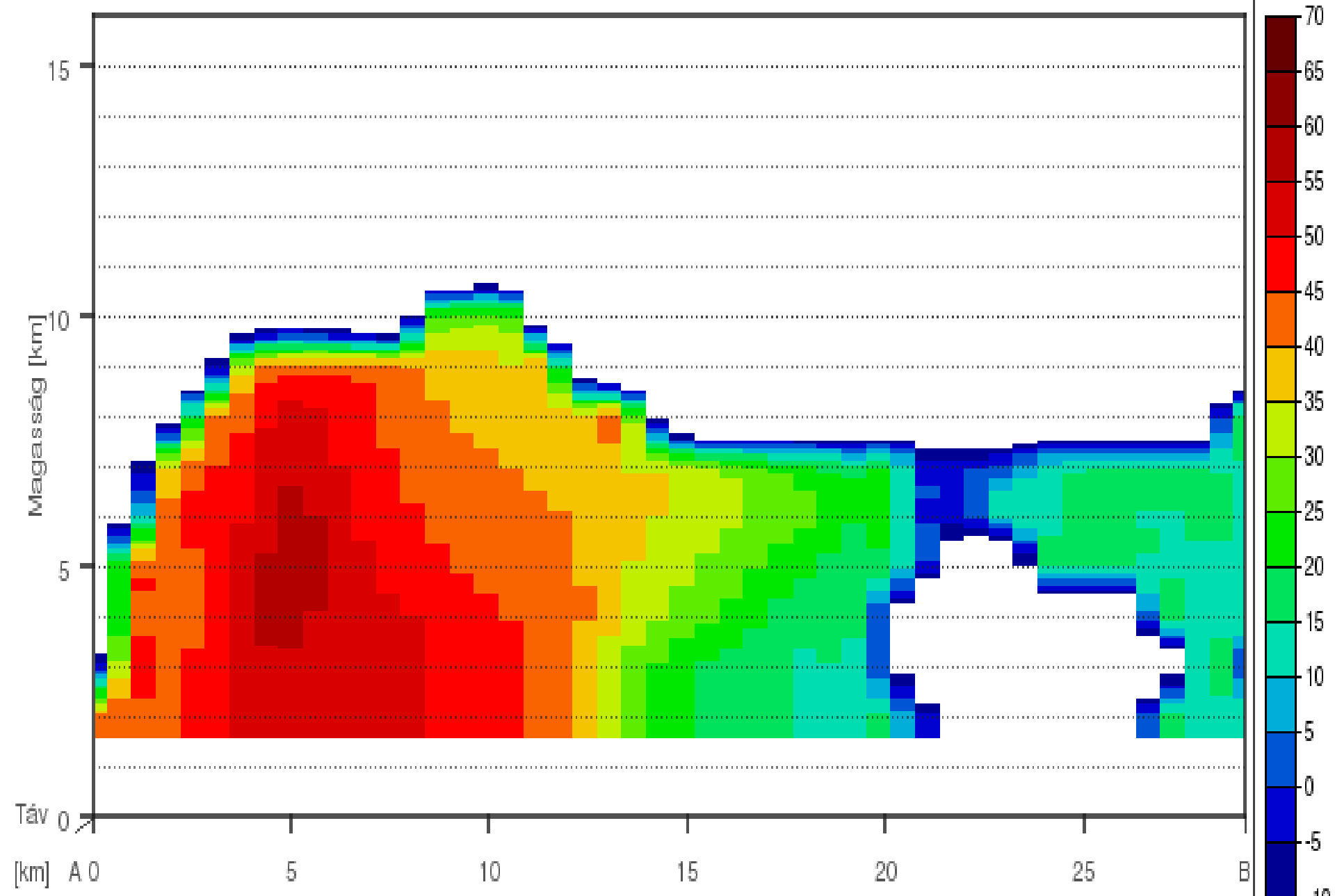


Fejlesztések a veszélyjelzés kiszolgálása érdekében

- Budapesti radar felújítása 2013
- Szentes-Lapistón radartelepítés
- Jégvalószínűségi mező radarmérések alapján
- 5 percenkénti radarmérések bevezetése
- Áthelyeződési mező radaradatok alapján
- 3D Nemzeti Radar Kompozit



Hungary-3D logZ (dBz) 2013.10.15. kedd 08:10



Köszönöm a figyelmet!

**Űrbázisú alrendszer
Putsay Mária**

A MŰHOLDADATOK SZEREPE AZ IDŐJÁRÁSI VESZÉLYJELZÉSBEN



Putsay Mária
Országos Meteorológiai Szolgálat
Meteorológiai Tudományos Napok, 2013. november 21.

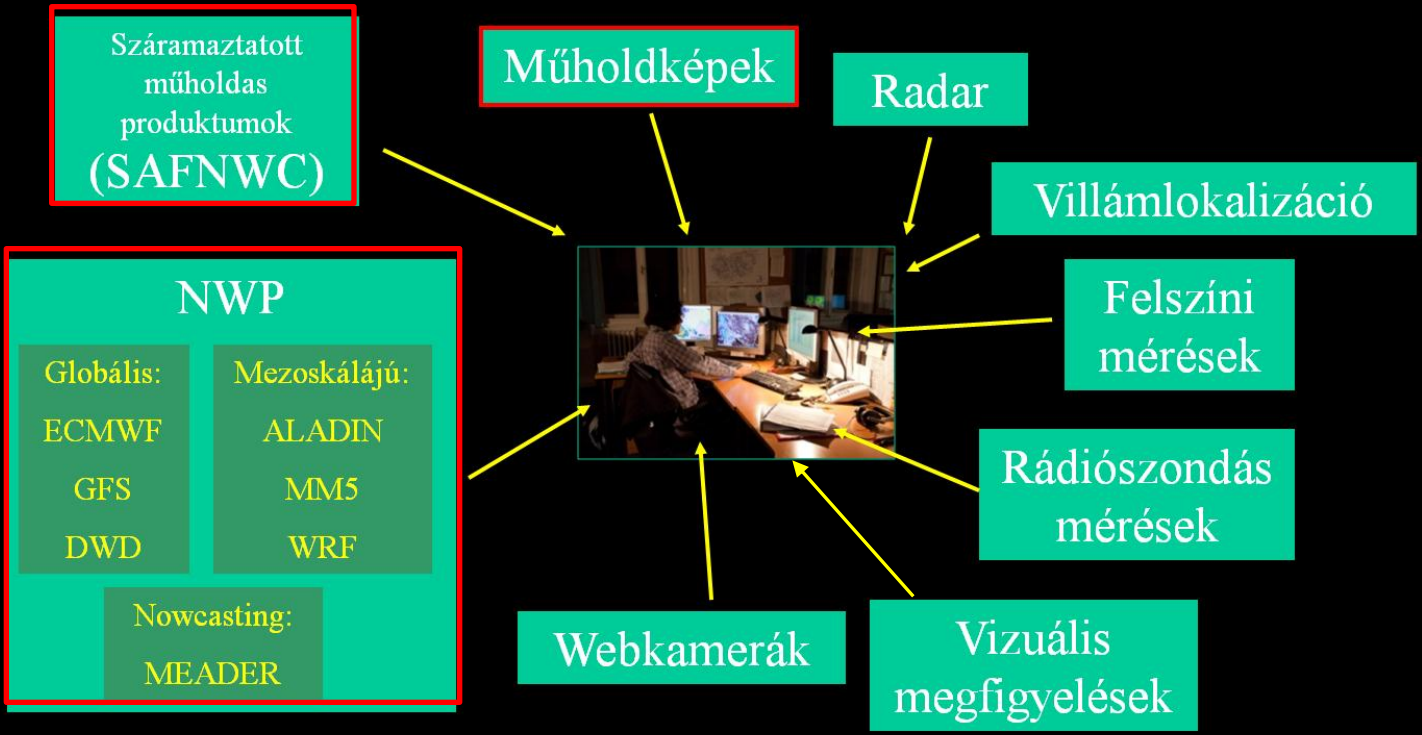
A veszélyes időjárási helyzetek felismerésében, alakulásuk követésében az **időben gyakori műholdképeknek** van nagy szerepe. Geostacionárius műhold - **15/5 perces képek**.

Maguk a képek vizuálisan sokat segítenek a felhőalakzatok mozgásának, változásának követésében.

Az előrejelző rendelkezésére álló információtömeg

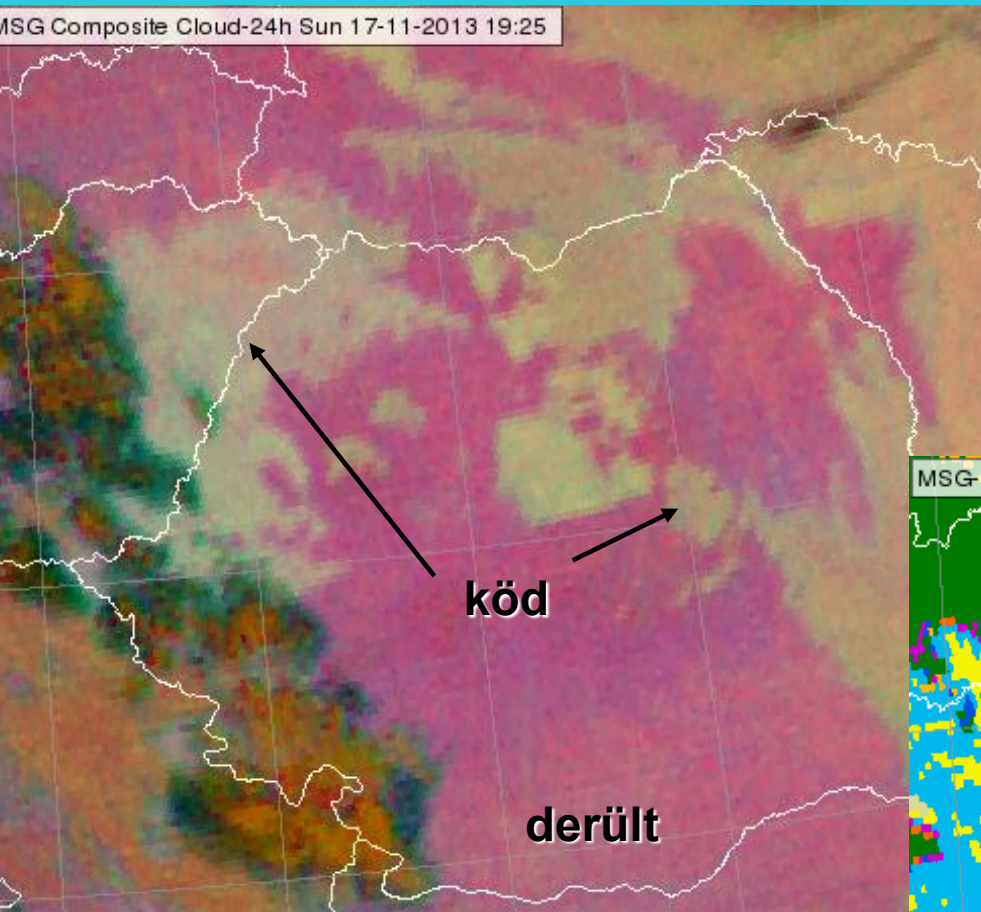
A műholdadatokról **többféle légköri paramétert lehet számítani**. Ezek alakulását is lehet vizuálisan követni, vagy

bemenő adat lehet numerikus modellekbe, nowcasting rendszerbe.



Köd, alacsony rétegfelhő detektálás - Egyre kevesebb emberi észlelés

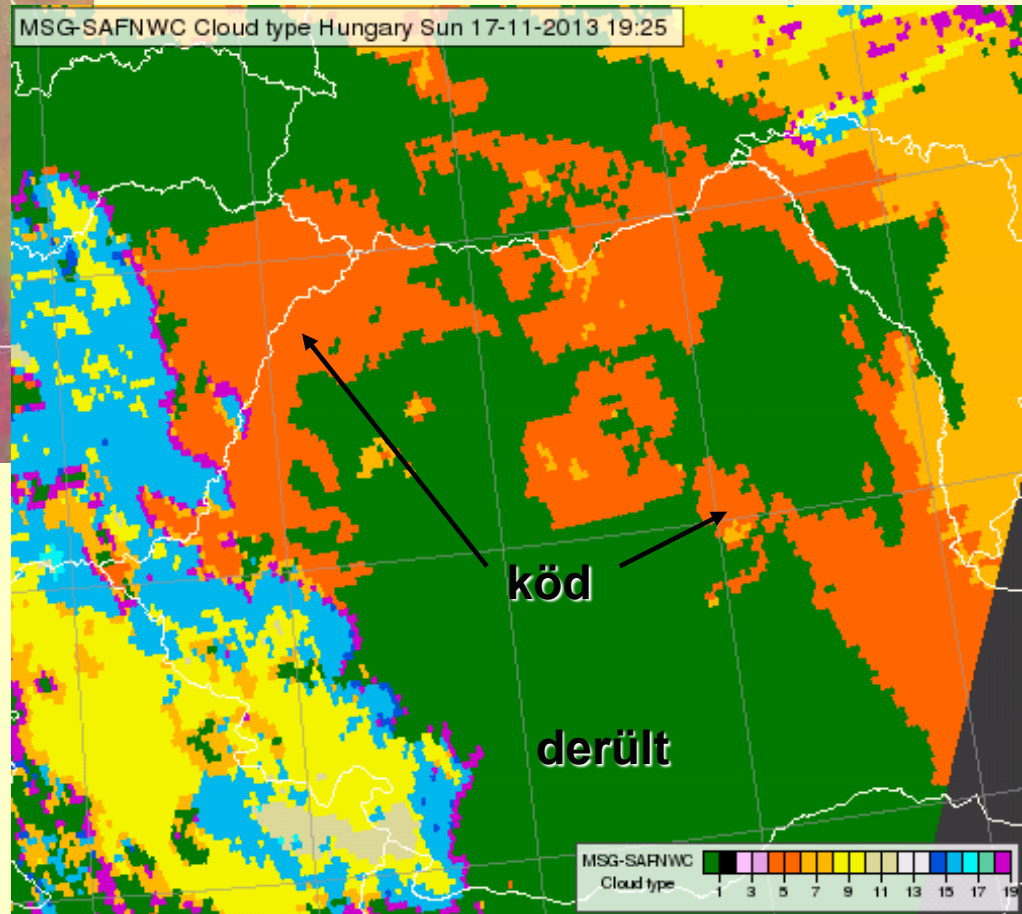
MSG Composite Cloud-24h Sun 17-11-2013 19:25



"Köd / alacsony felhő" együttes detektálása. Vizuálisan az alak és a mozgás jellege segít az elkülönítésükben.

Automatikus felhasználás - MEANDER - egyéb nem műholdas paraméterekkel együtt használják.

MSG-SAFNWC Cloud type Hungary Sun 17-11-2013 19:25



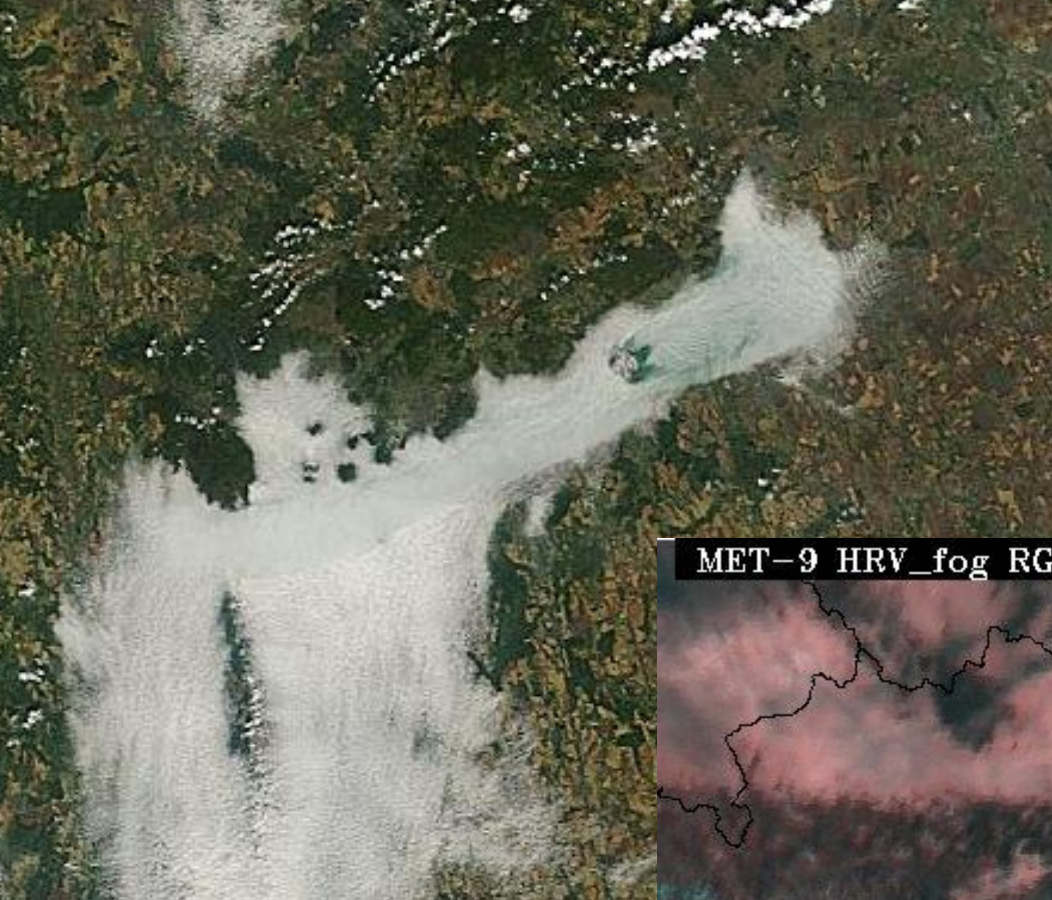
24 órás felhő mikrofizikai RGB

2013.11.17. 19:25 UTC



SAFNWC Felhő Típus osztályok

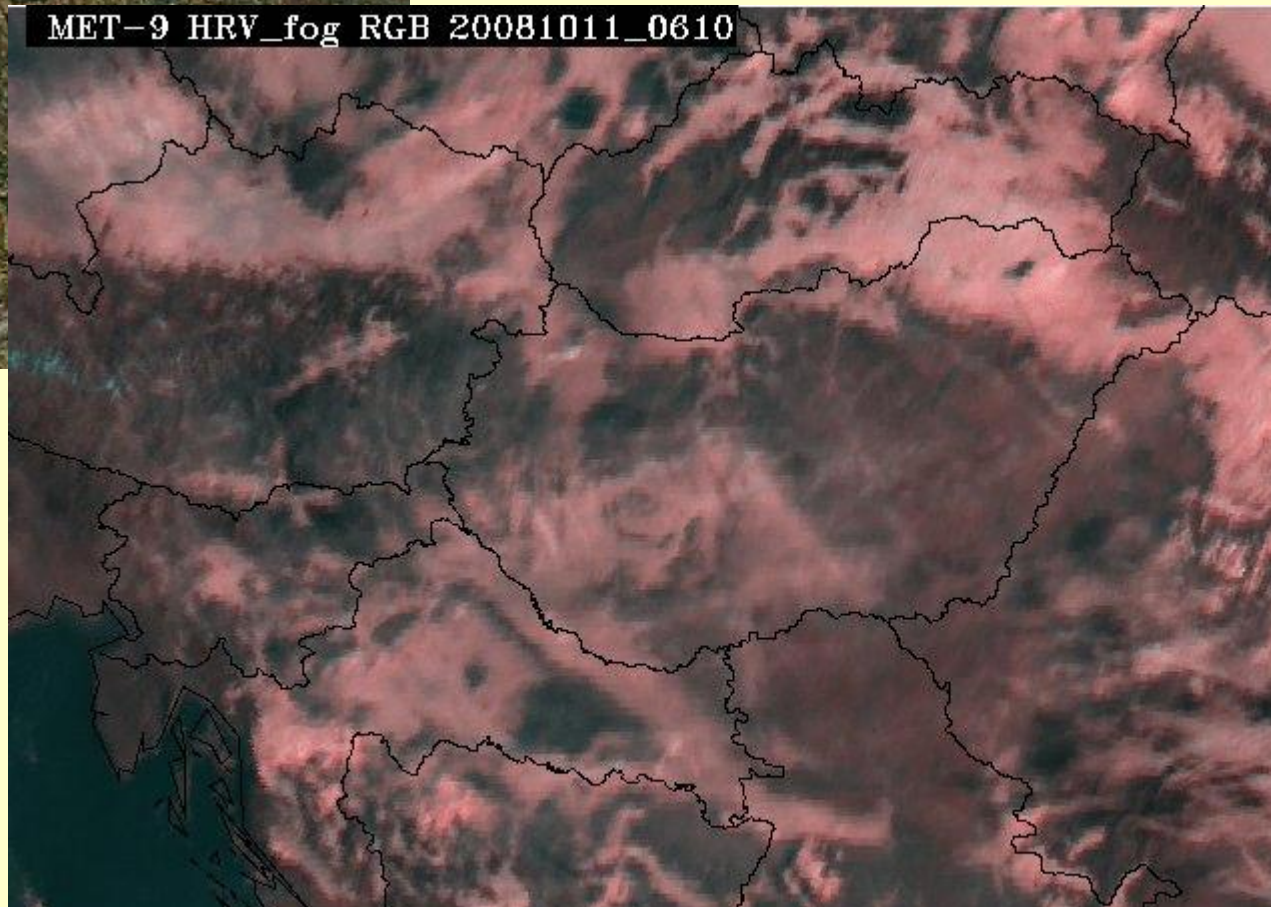
MSG-SAFNWC Cloud type



11.10.2008. 09:50UTC
MODIS természetes színű kompozit kép

11.10.2008. 06:10-10:55UTC
METEOSAT HRV köd kompozit kép

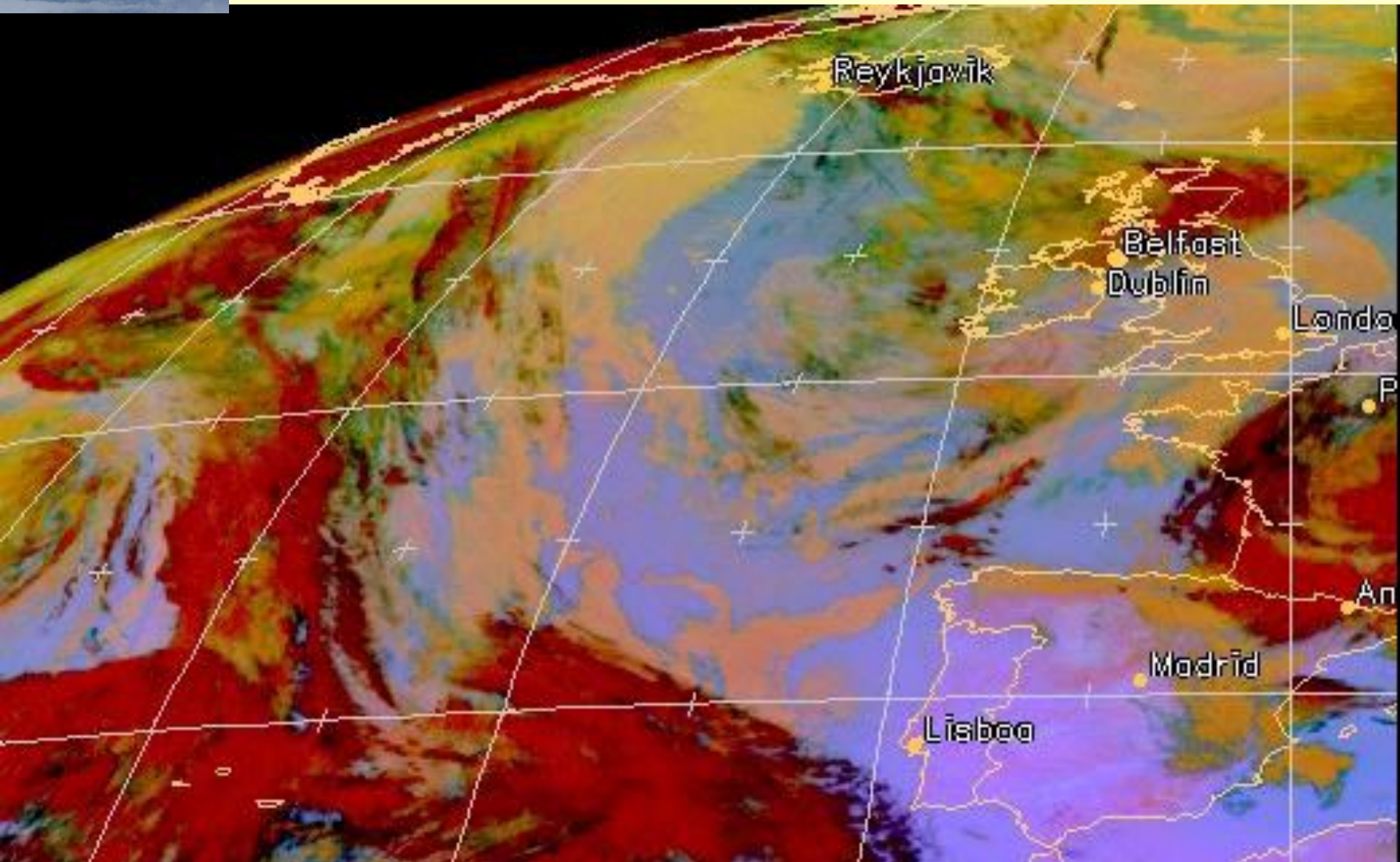
MET-9 HRV_fog RGB 20081011_0610



**Az 5 perces képek
hasznosak a ködfeloszlás
nyomon követésében**

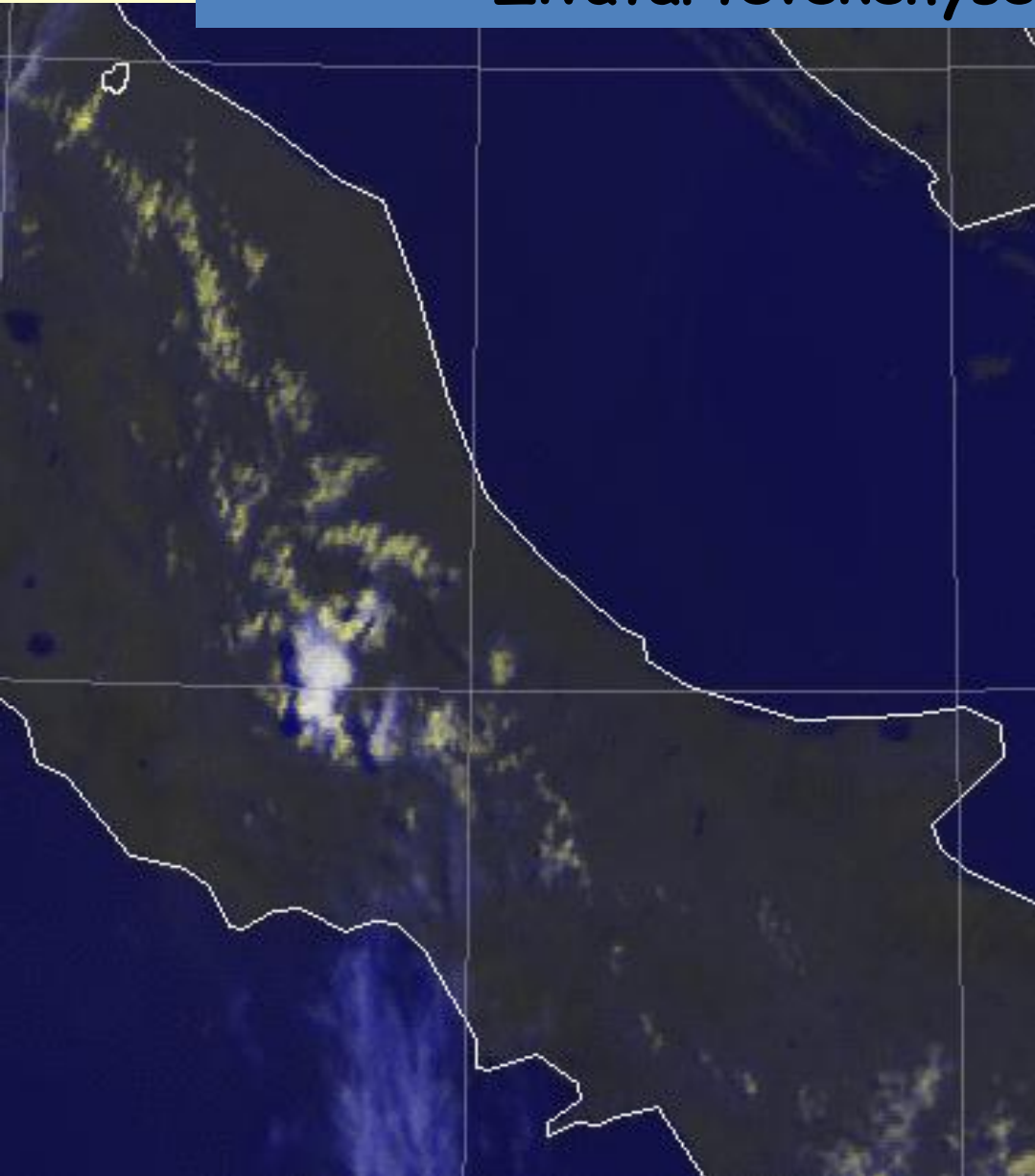


Izland, vulkán kitörés, Repülés biztonság por RGB, 2010. május 5. 18:00 - május 10. 06:30 UTC

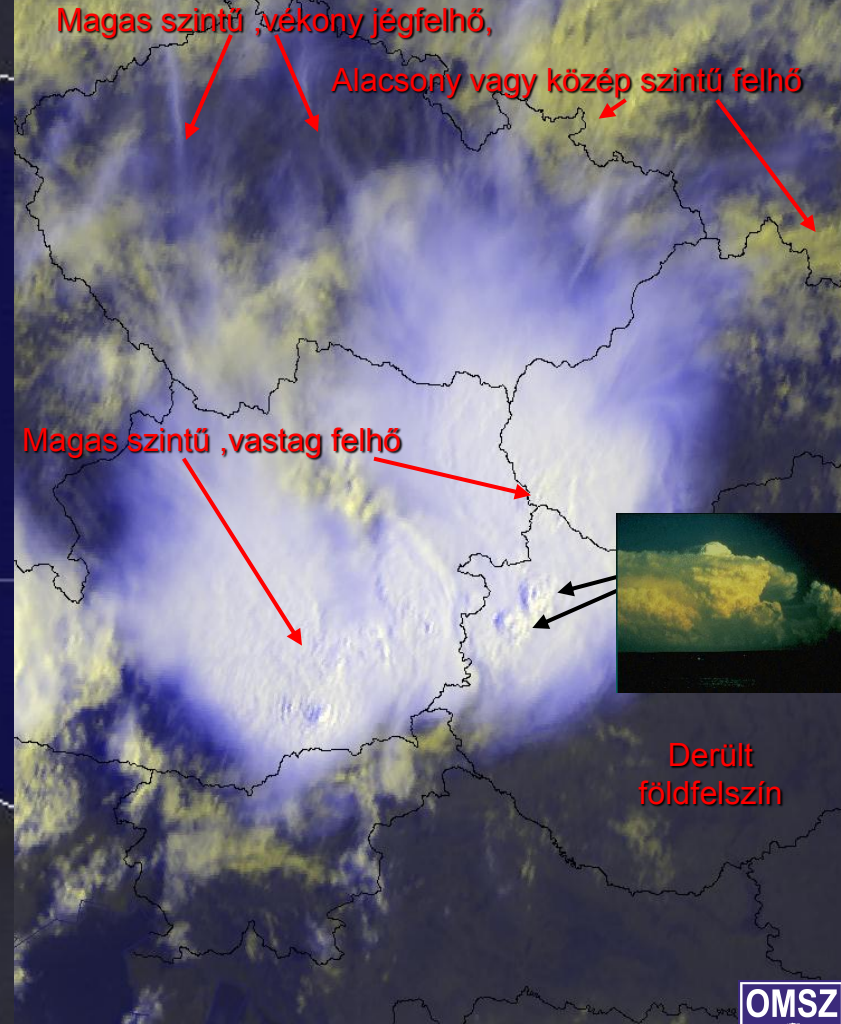


Hamu- és SO₂-felhő vizuális detektálás - időben gyakori követés, poláris műholdról mennyiség is

Zivatartevékenység vizsgálata



29.05. 07:10 UT

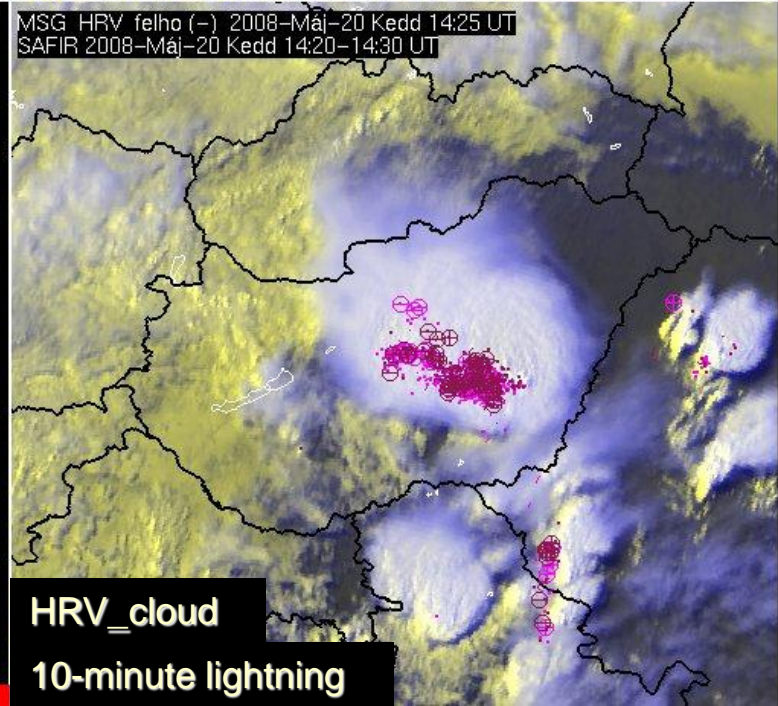
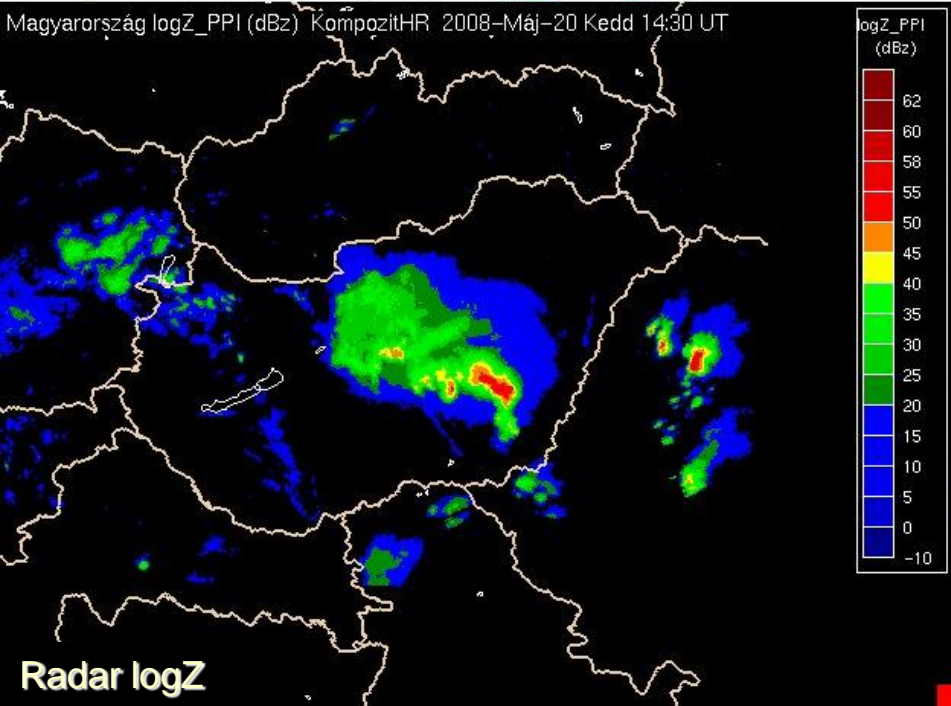
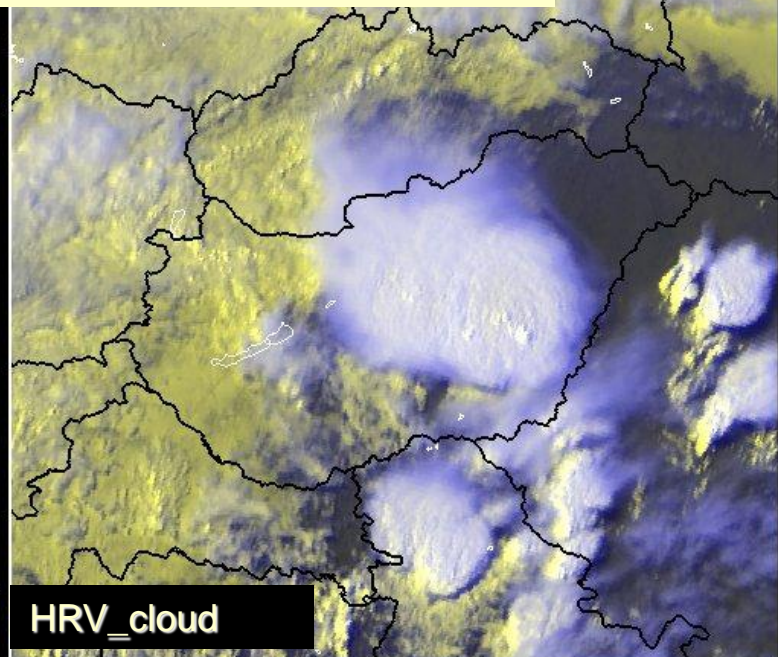
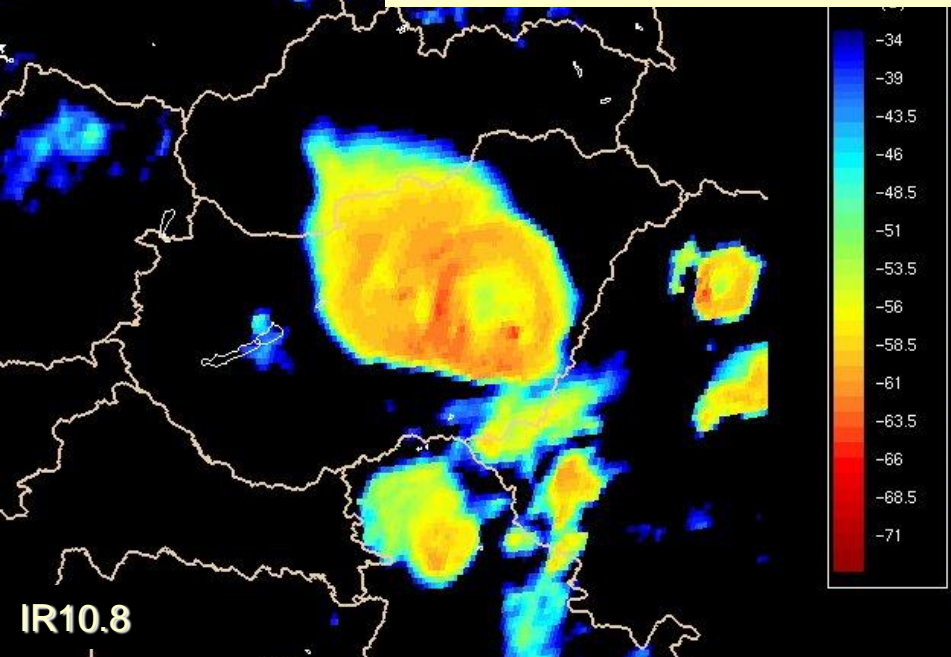


METEOSAT-9 HRV_felhő film 5 perces képekből

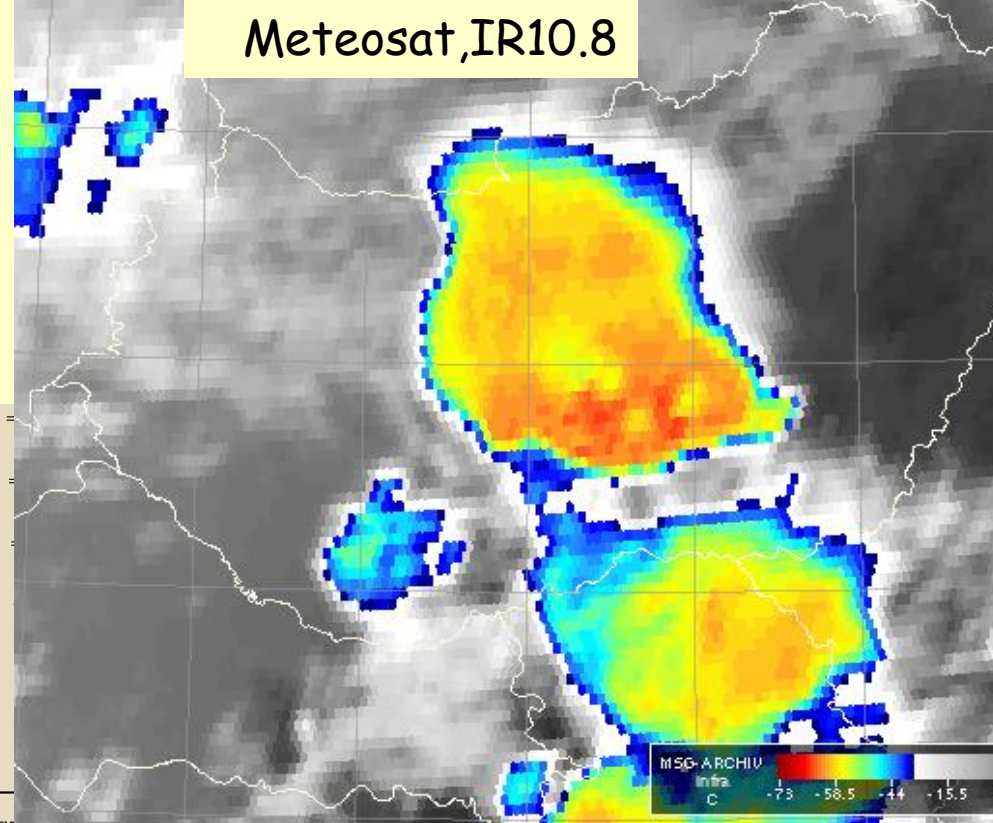
2009.05.18. 10:25-16:45 UTC

Nagyfelbontású + jól elkülöníti a magas felhőket és azon belül a vastag felhőt az áttetszőtől.

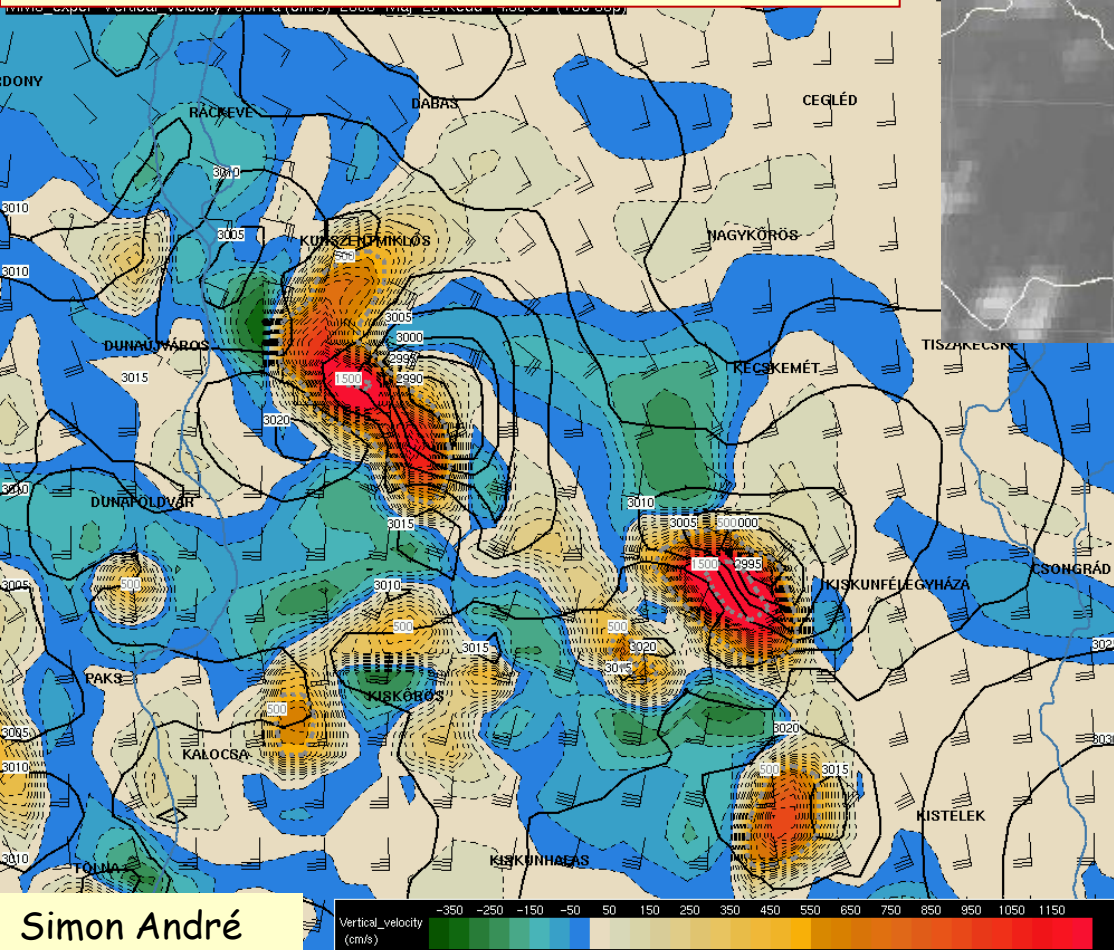
Műhold-, radar- és villámadatok

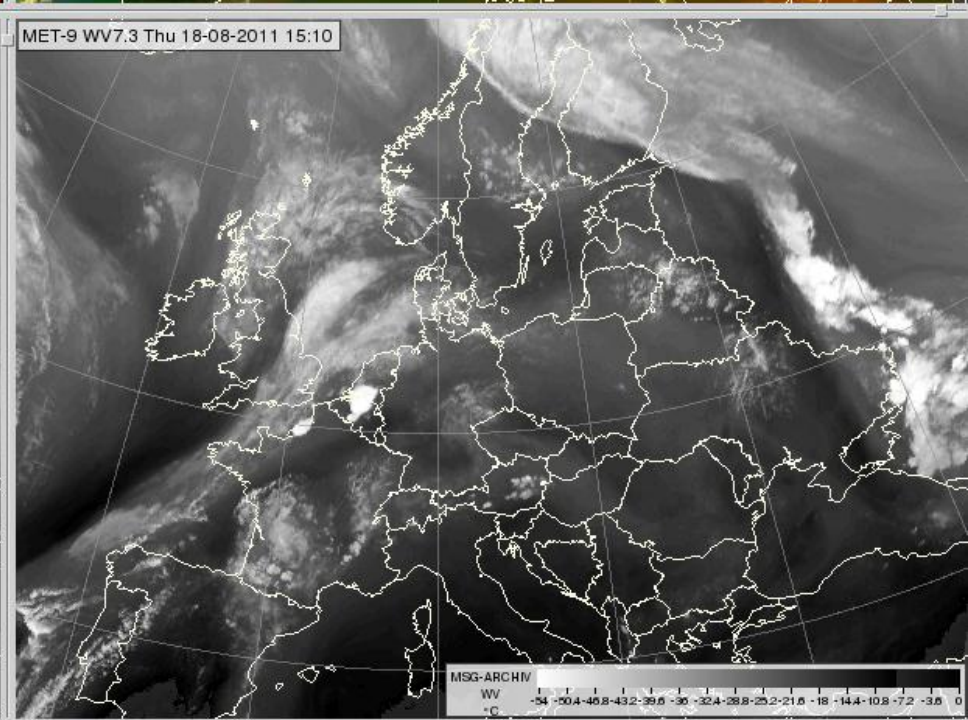
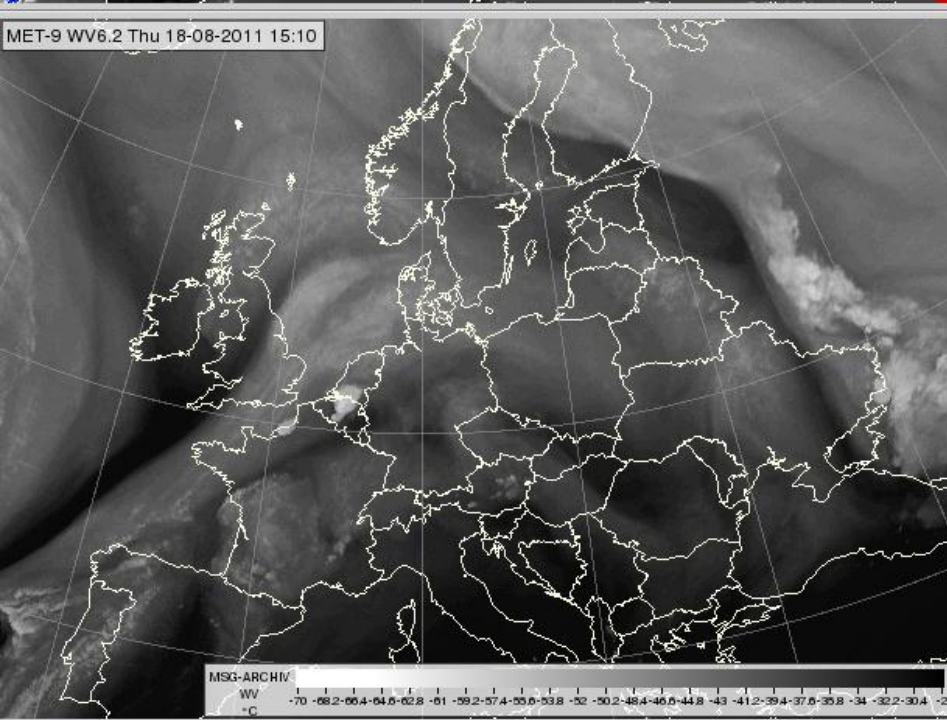
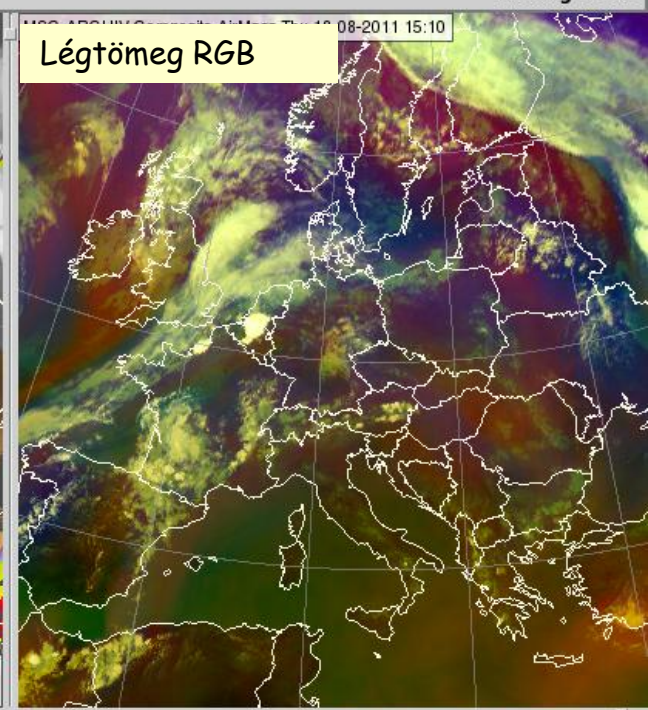
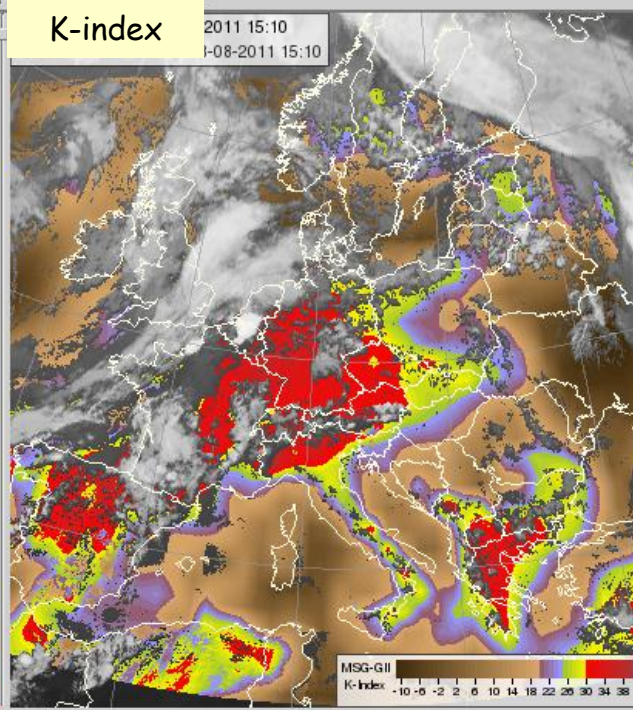
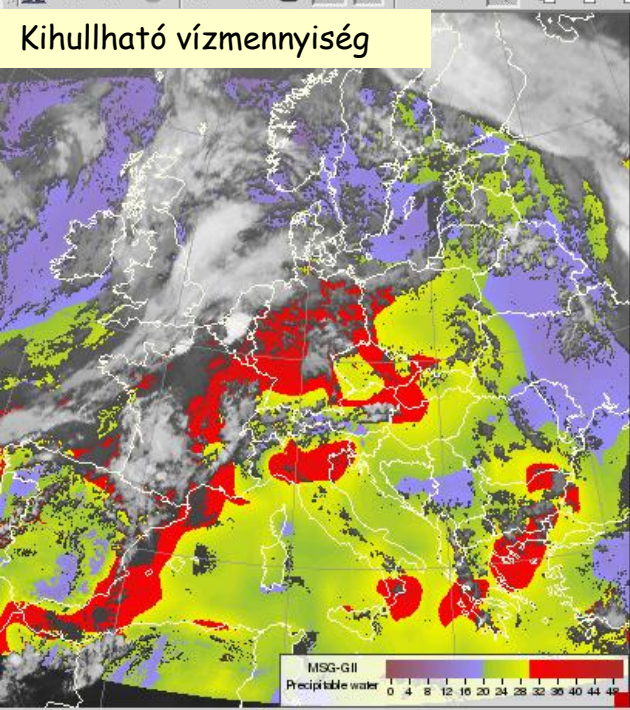


2008. május 20.



Szimulált konvektív cellák az MM5 modellel



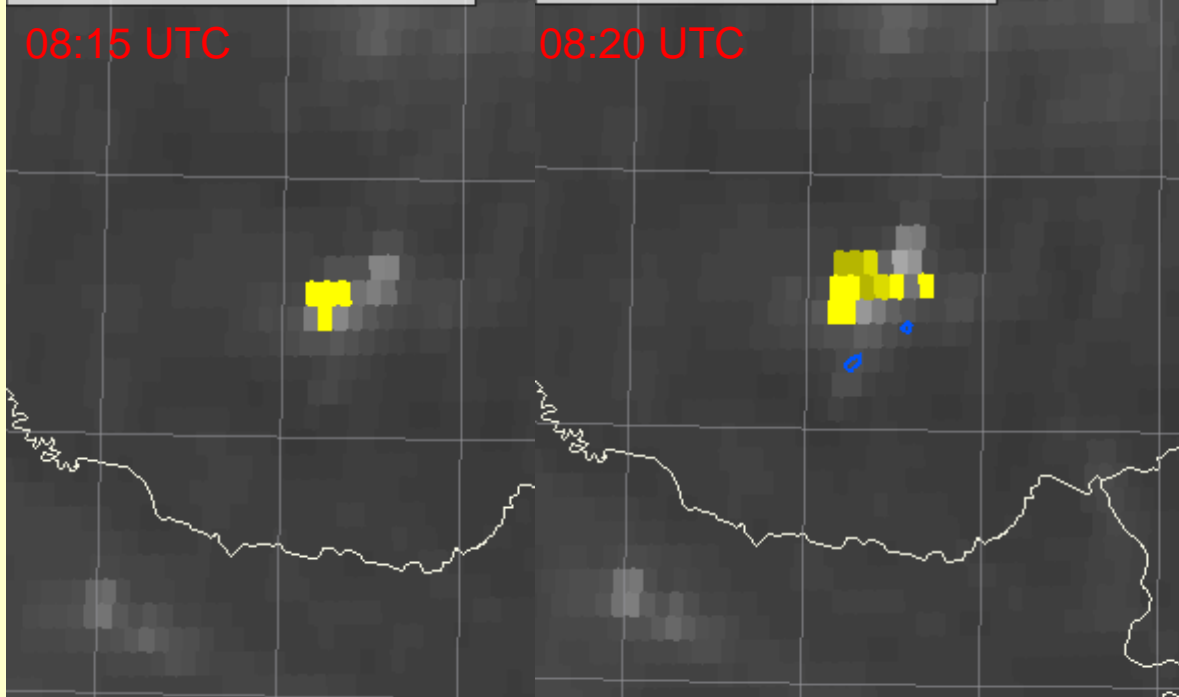


MET-8 IR10.8 Sat 21-05-2011 08:15
MET-8 RSS CI-5x5 filter Sat 21-05-2011 08:15
Radar Cmax 35 dBZ Sat 21-05-2011 08:15

08:15 UTC

MET-8 IR10.8 Sat 21-05-2011 08:20
MET-8 RSS CI-5x5 filter Sat 21-05-2011 08:20
Radar Cmax 35 dBZ Sat 21-05-2011 08:20

08:20 UTC



Fejlődő fázis Convective Initiation

Cél: Előbb detektálni a zivatarfelhőt, mint a radar.

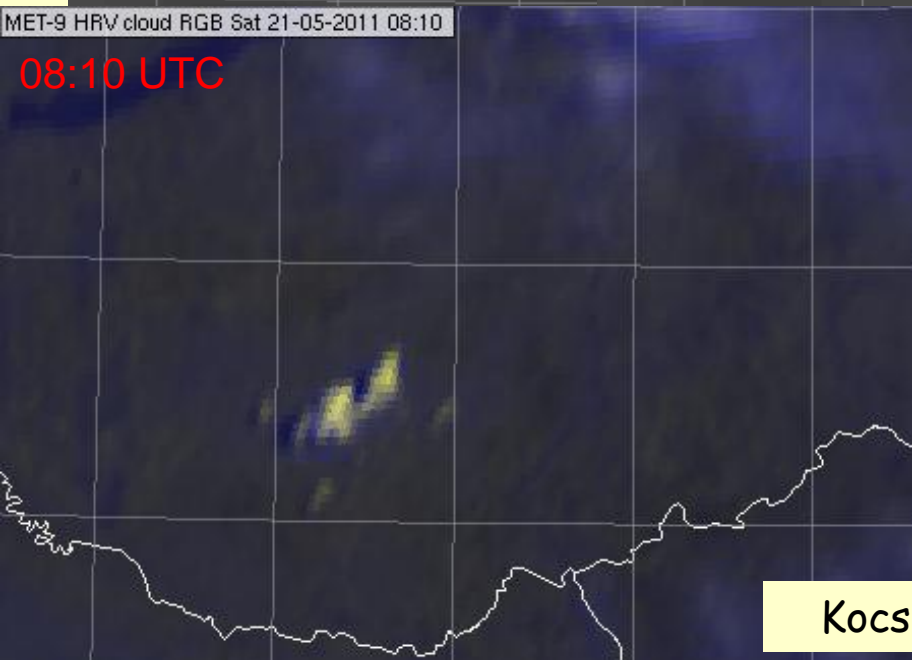
Sárga pixel:

Az algoritmus ezekben a pixeleken olyan gyorsan fejlődő felhőket detektál, amelyek valószínűleg zivatarfelhőkké fognak fejlődni.

Kék kontúr: a radar intenzív csapadékot mér (35 dBZ)

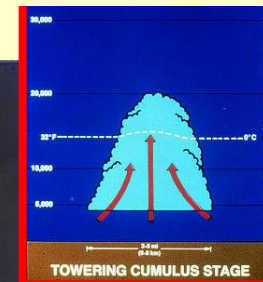
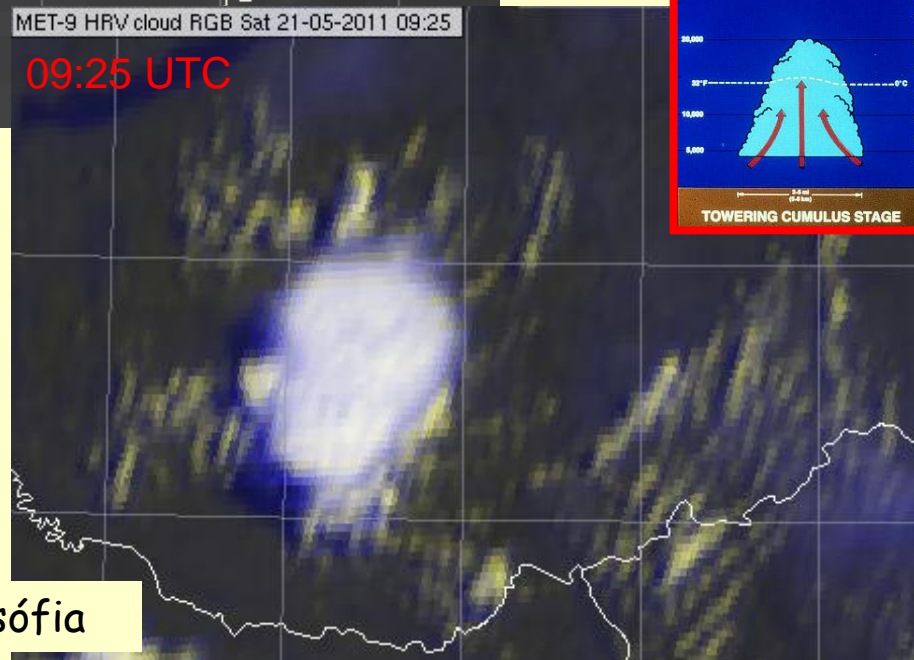
MET-9 HRV cloud RGB Sat 21-05-2011 08:10

08:10 UTC



MET-9 HRV cloud RGB Sat 21-05-2011 09:25

09:25 UTC



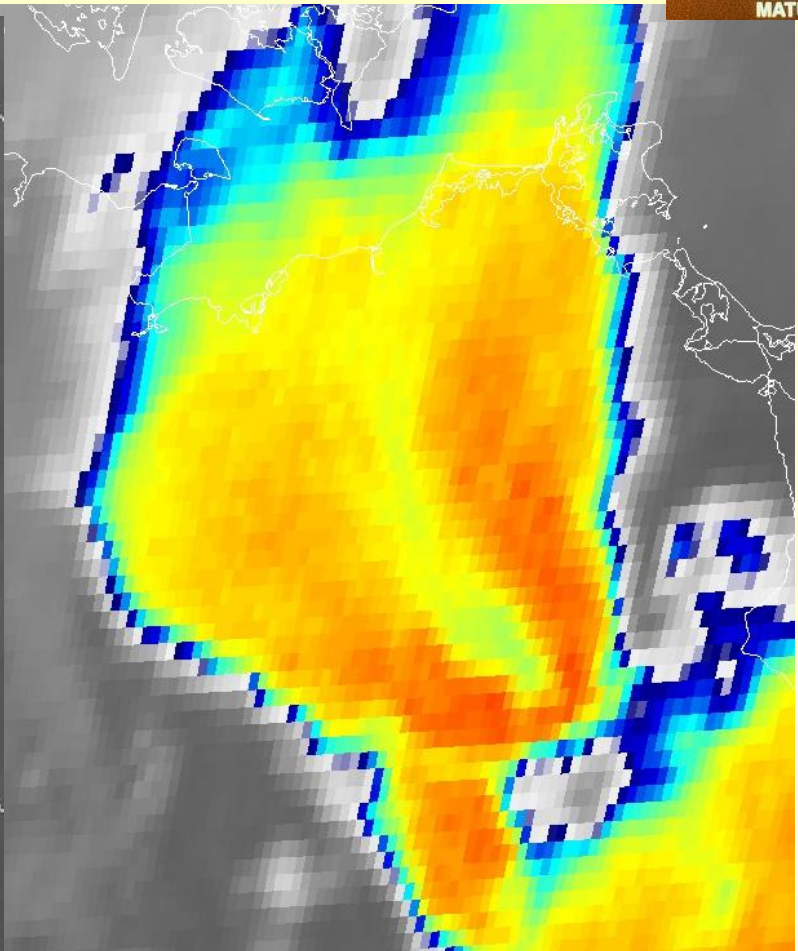
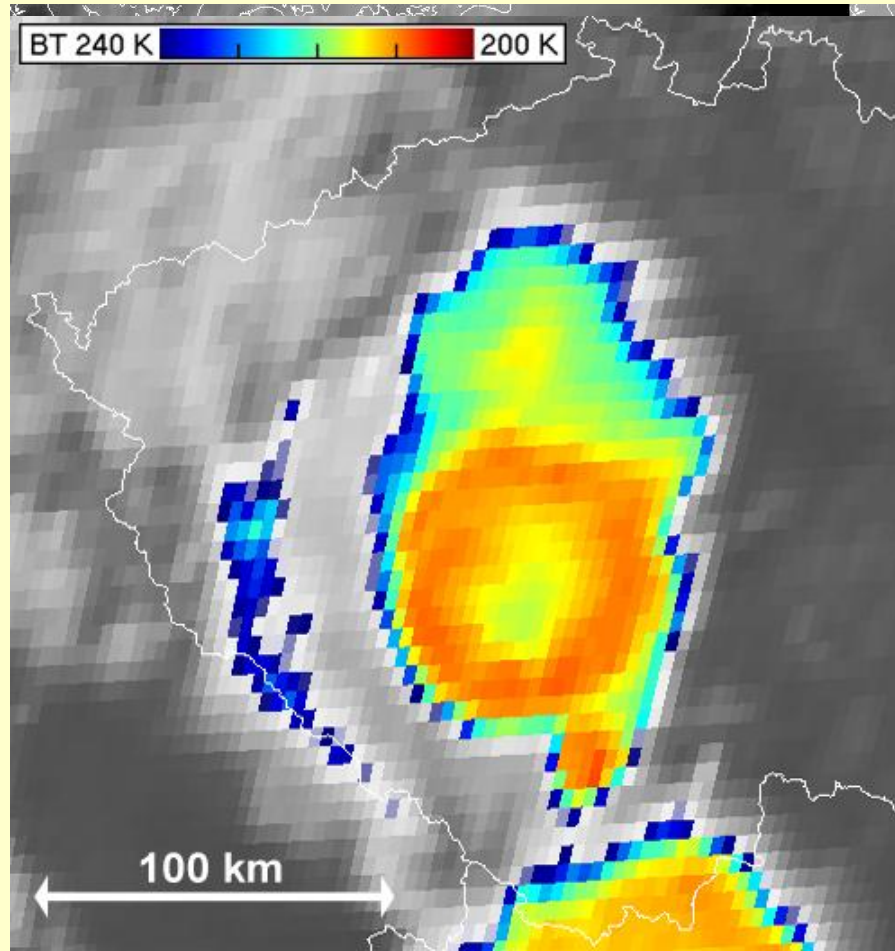
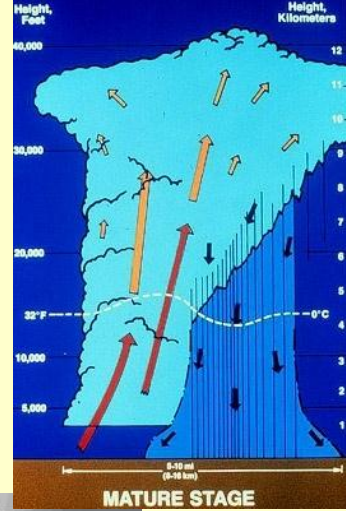
Kocsis Zsófia

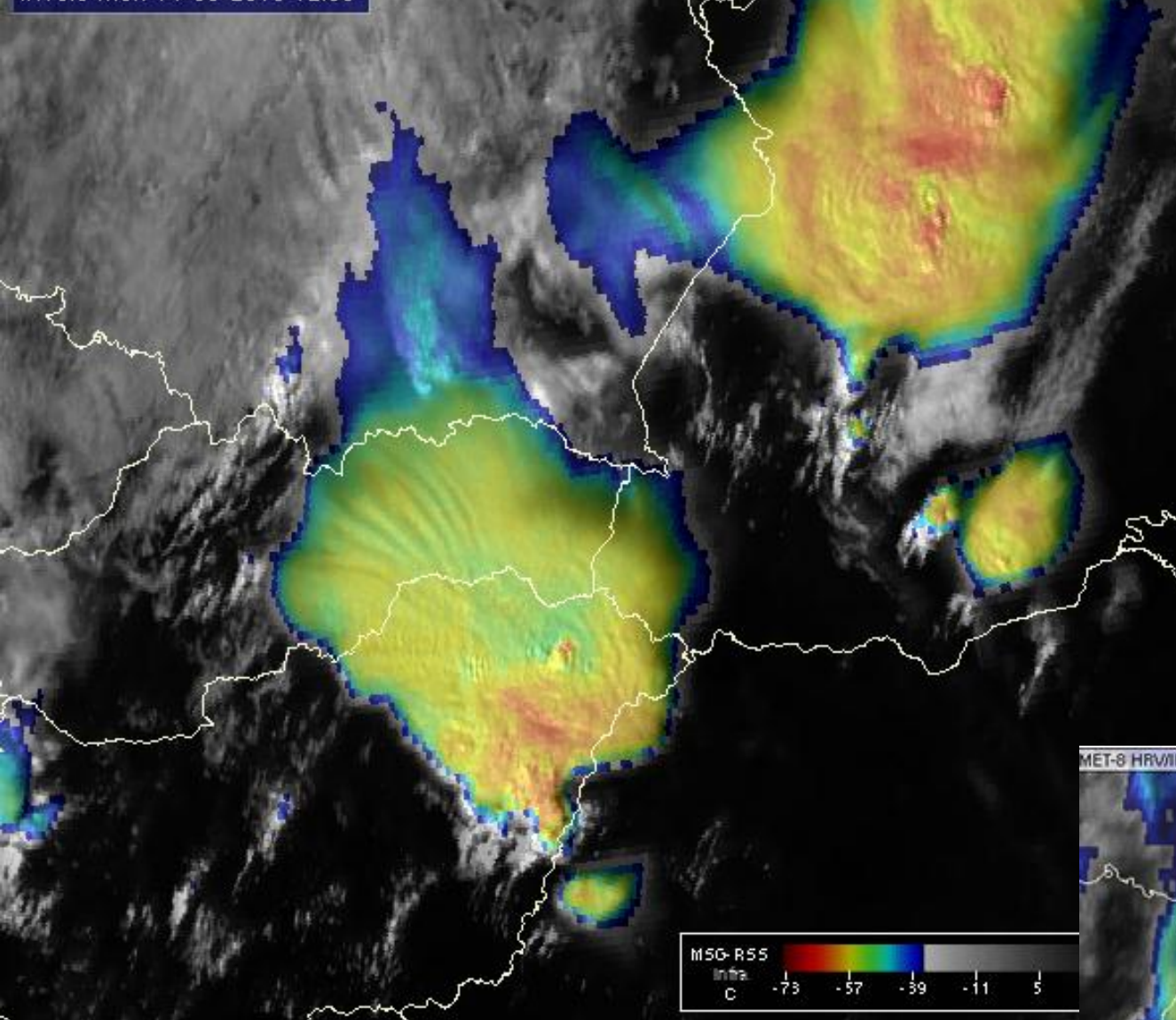
Egyes zivatarok tetején a fényességi hőmérséklet (BT) eloszlás U vagy V alakot mutat.

Korrelációt találtak a zivatarfelhő tetején megfigyelt hosszan tartó hideg U/V alak és a zivatar hevessége között.

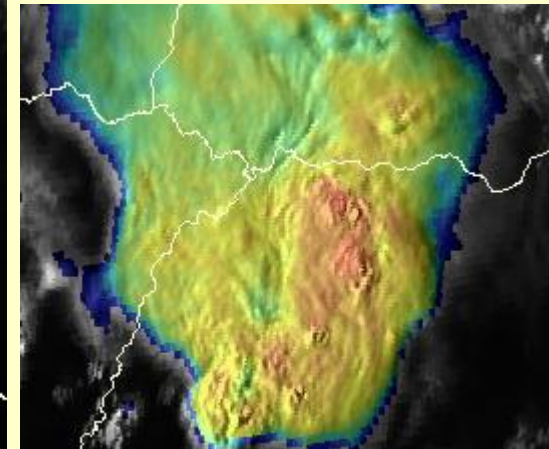
Fejlett fázis

**Hideg gyűrű,
hideg-U minta**

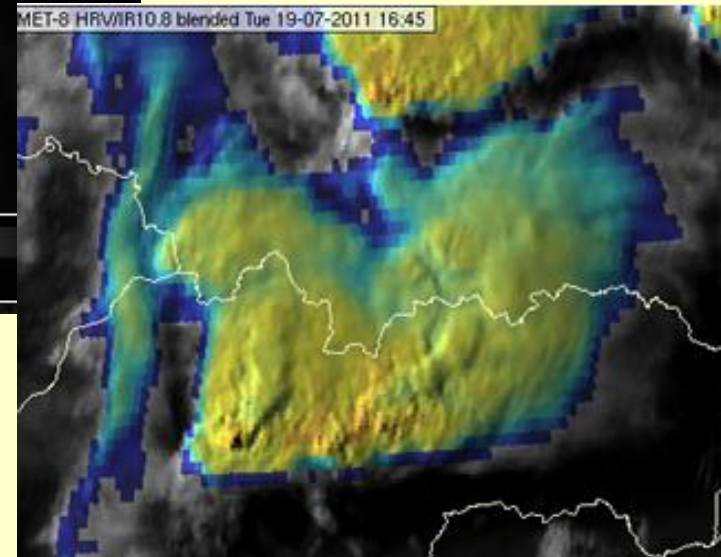




2010.06.14.



MET-8 HRV/IR10.8 blended Tue 19-07-2011 16:45



Infravörös + látható kép
IR10.8/HRV blended image

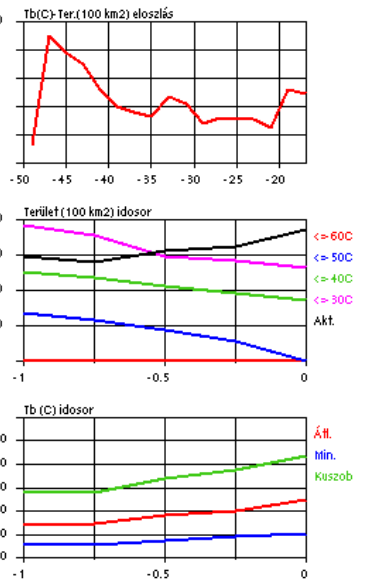
Üllő feletti Ci fáklya
2011.07.19.

RDT

2005-Jún-25 Szombat 18:15 UT

Fi: 50.70
La: 8.33

Állapot: Leéplülő cella
Élettartam: 16 Óp
Minimum T: -50.2 C
Átlagos T: -35.9 C
Hulési seb.: 5.0 K/h
Tágulási seb.: -0.2 %/h
Terület: 7409 km2
Max. terület: 7409 km2
18:14-kor (0 perce) T=-50 C
Sebesség: 42.2 km/h
Nyomás: 375 hPa
Villám +: 65535
Villám -: 65535
Villám IC: 65535



IR10.8
RDT
Gyorsan fejlődő
zivatarok
2005.06.25.
18:15

HAWK 2.10.r0. meteorol

ciók Makrók Adatok Műhold Radar SYNOP TEMP VAD Villám Meteogram Met objektumok

HAWK 2.10.r0. OMSZ

Időpontok: Aktuális Megfigy.: Utolsó 6 időpont Felh.: marcsi 2005-Jun-27 07:02 UT

Infra(10.8) (C) 2005-Jún-25 Szombat 18:15 UT
SAF RDT 2005-Jún-25 Szombat 18:15 UT

Infra(10.8): -48 - -46 (C)
RDT: Leéplülő cella seb: 42.2 (k/h) ir: 066 p: 375 (hPa) m_th: -50 (C) a_th: -36 (C) exp_r: -0.2 (%/h) cool_r: 5.0 (K/h)

Fi: 50.71 La: 8.33

HAWK 2.10.r0. meteorol

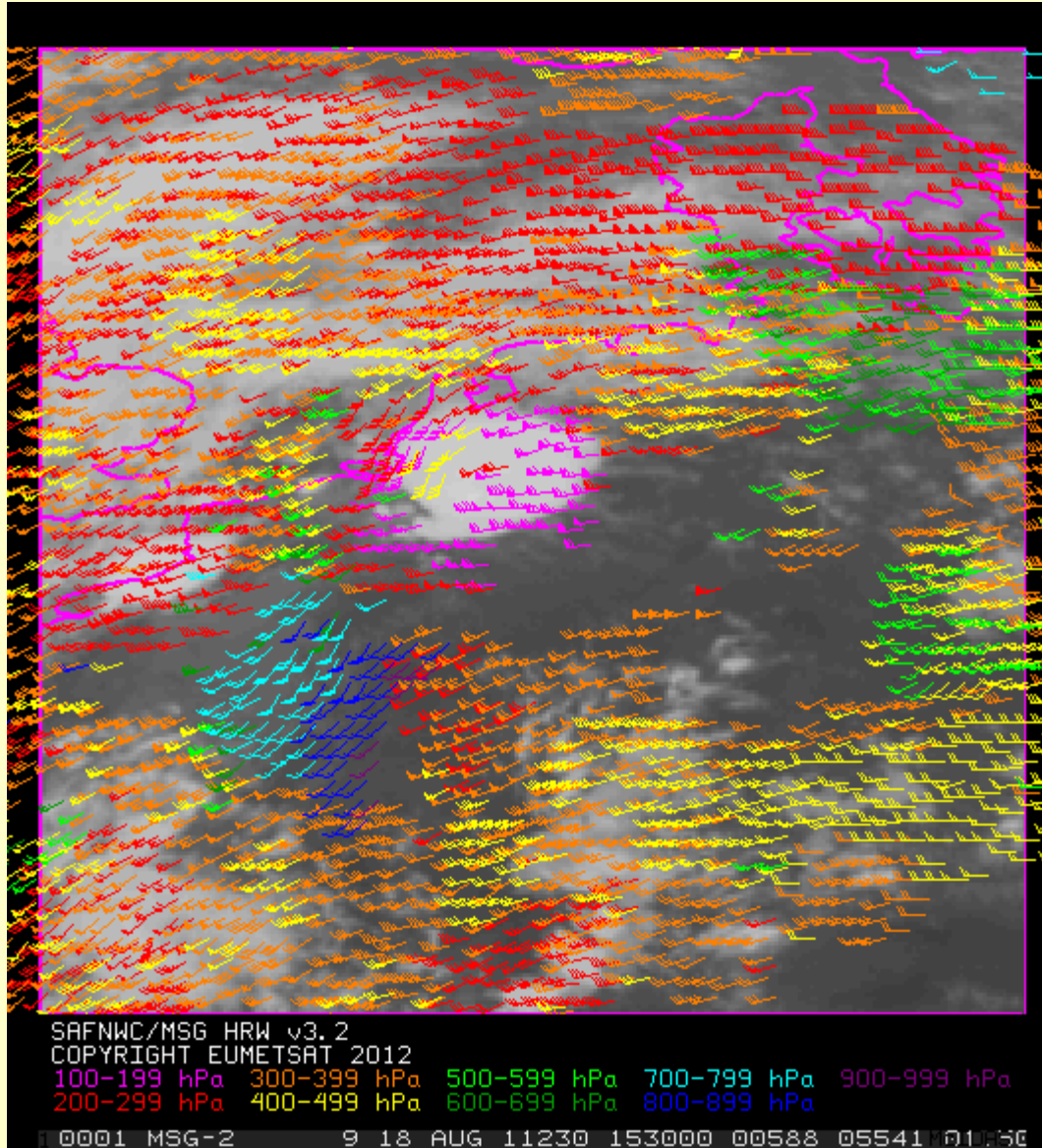
RDT

HAWK3-ban is már!
Villám adatok felhasználásával

Jobbra terülő zivatar

NWCSAF HRW
Nagyfelbontású
Szél
(Air Motion
Vectors)

Felhő követés



SAFNWC/MSG
version 2012,
specific
configuration file
without using
ECMWF as first
guess

Cortesy to Javier
García-Pereda (NWCSAF
HRW developer)

The NWCSAF HRW product confirmed that the cloud movement deflected to the right (to the east) respect to the mean southwesterly flow

Műholdadatok asszimilációja numerikus modellekbe - Aladin
A LACE részére is mi adjuk az asszimilálandó műholdadatokat

Műholdadatok / származtatott mennyiségek felhasználása a MEANDER nowcasting programban (+ riasztási rendszer)

Jelenlegi felhasználás - 2005-től

borultság meghatározása

radar adatok szűrése (műhold szerinti derült területen, vékony Ci felhők esetében.

riasztás - **esetleges köd**

(műholdas Felhő típus + felszíni paraméterek, relatív nedvesség, látástávolság)

felhőtető magasság (+ radar felhőtető magasság + egyéb paraméterek)

a zivatar környezetében várható **maximális kifutószél** becslése

növényborítottság és **albedó** inputként a WRF modellbe

Tervek:

köd modul továbbfejlesztése

Földfelszín hőmérséklet és **6 órás hóborítottság** adatok felhasználása

(inputként a WRF modellbe)

Műholdas **zivatar felismerő, követő** program eredményeinek felhasználása

(radaros cella követő eredményekkel együtt)

Műholdadatok fontosságára az asszimilációban

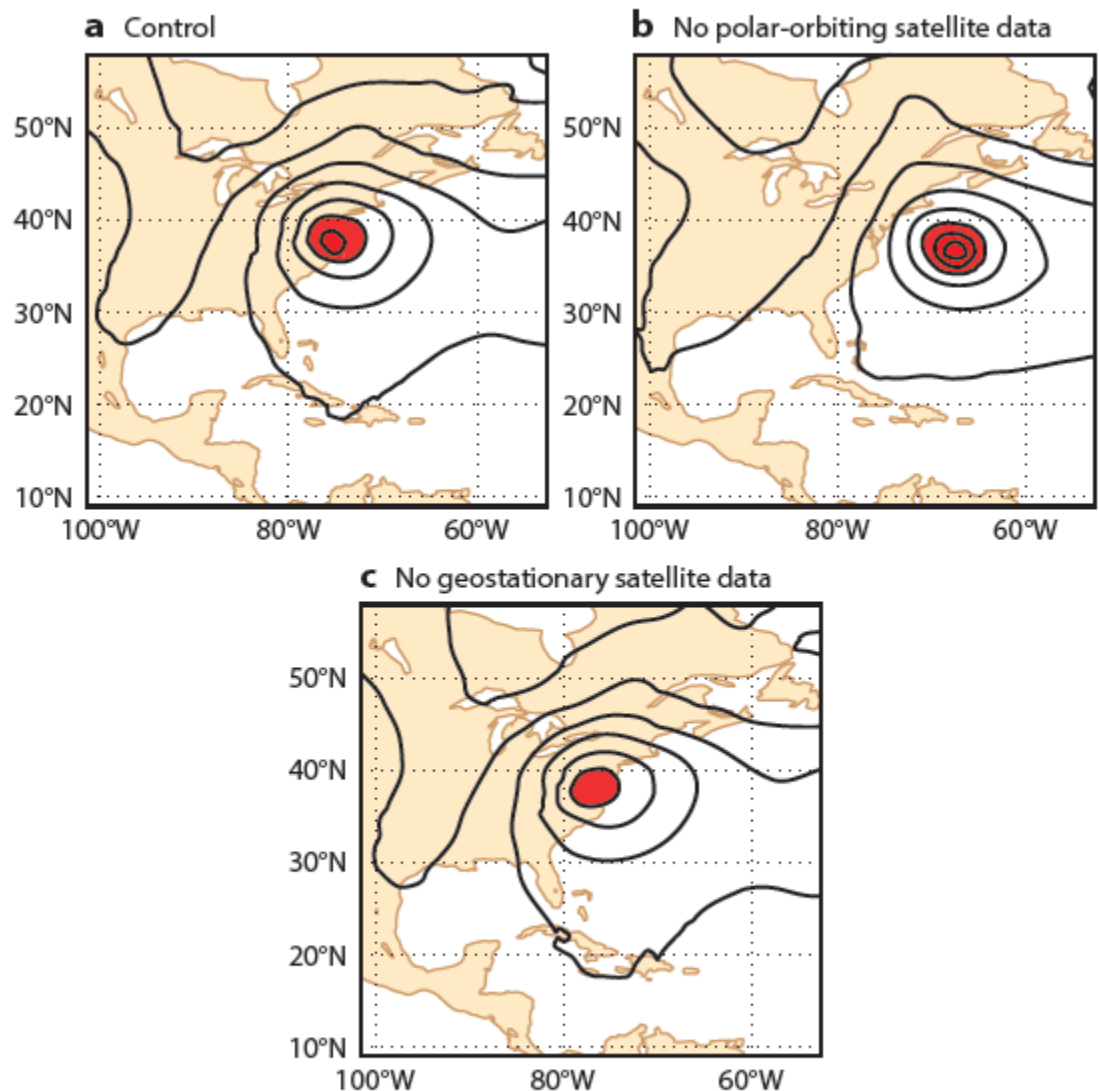
A Sandy hurrikán pályájának (5 napos) előrejelzése az ECMWF globális modellben:

- a) Operatív előrejelzés (geostacionárius és poláris műholdak adataival)
- b) A poláris holdak adatai nélkül
- c) A geostacionárius holdak adatai nélkül

5 napos előrejelzések
2012. október 25. 00 UTC-kor indított és
2012. október 30. 00 UTC-re vonatkozó
előrejelzés.

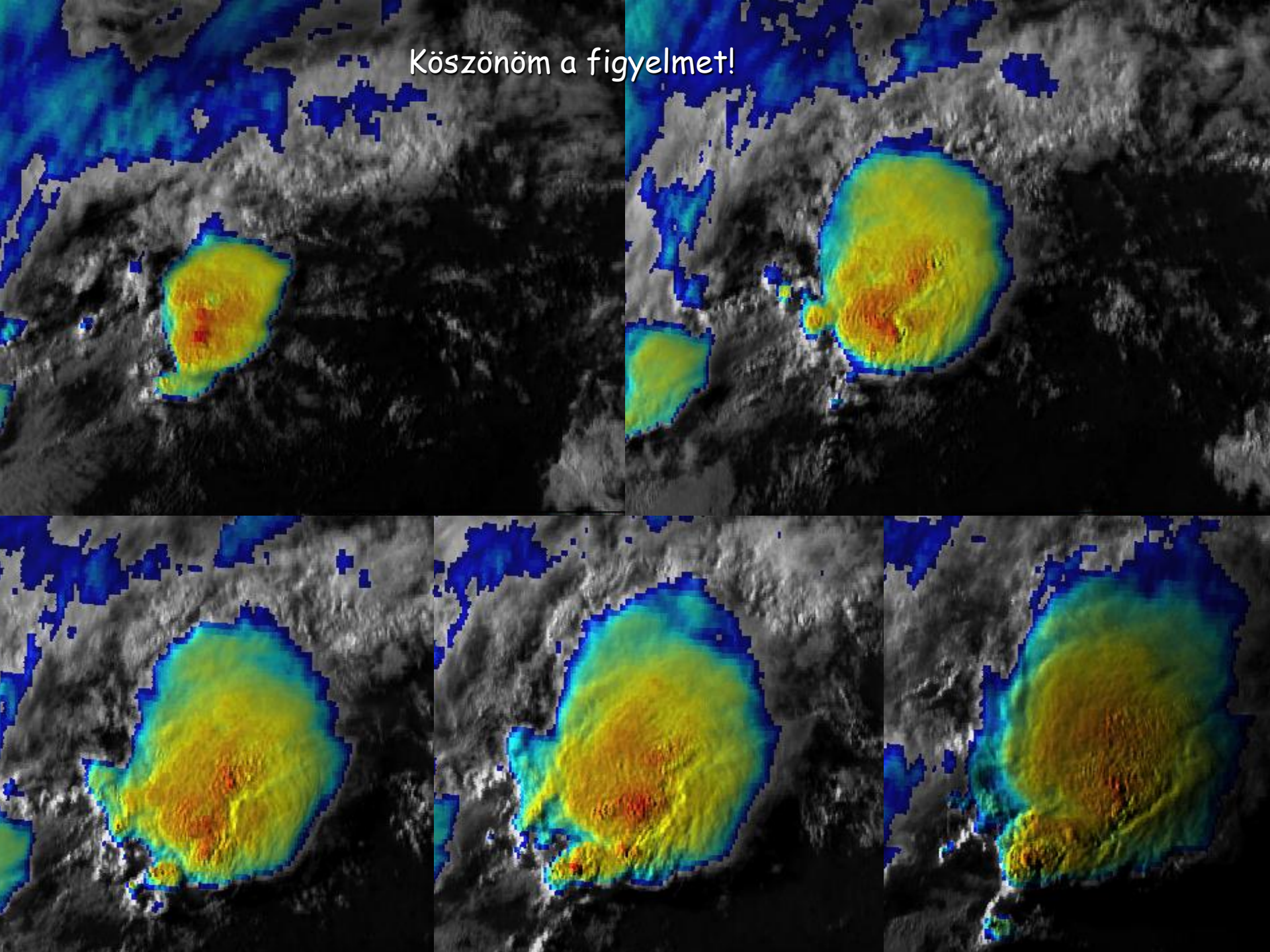
A kontúrok a felszíni nyomást mutatják
10 hPa-onként.

A piros terület 980 hPa-nál alacsonyabb
nyomást jelöli.



1: Forecasts of Hurricane Sandy. Five-day forecasts of surface pressure for Hurricane Sandy launched from 00 UTC on 25 October and valid at 00 UTC on 30 October for (a) the control system with all data, (b) the system where polar-orbiting satellite data is withheld and (c) the system where geostationary satellite data is withheld. Contours are at 10 hPa intervals and red shading indicates pressure less than 980 hPa.

Köszönöm a figyelmet!



Pre-convective environment:

Moisture and instability info in cloud-free pixels CAF GII/RII - NWCSAF SPhR

- Some words about CAF GII/RII and NWCSAF SPhR
- Typical values for the Pukkelpop case
- Comparison of GII and SPhR

Definitions of the GII/RII parameters

Lifted Index:

$LI = T^{obs} - T_{lifted}$ from surface to 500 hPa
where T^{obs} is the observed temperature.

K Index:

$KI = (T^{obs}(850) - T^{obs}(500)) + TD^{obs}(850) - (T^{obs}(700) - TD^{obs}(700))$
where $T^{obs}(x)$ is the observed temperature at x hPa height, and
 $TD^{obs}(x)$ is the observed dew point temperature at x hPa height.

KO Index:

$KO = 0.5 * (\Theta_e^{obs}(500) + \Theta_e^{obs}(700) - \Theta_e^{obs}(850) - \Theta_e^{obs}(1000))$
where $\Theta_e^{obs}(x)$ is the observed equivalent potential temperature at x hPa height.

Maximum Buoyancy:

$MB = \Theta_e^{obs}(\text{maximum between surface and 850}) - \Theta_e^{obs}(\text{minimum between 700 and 300})$
where Θ_e^{obs} is the observed equivalent potential temperature.

Precipitable Water is the depth of water in a column of the atmosphere which would be obtained if all the water vapor in that column were condensed to liquid. [mm]

$$PW = \frac{1}{g} \int_{surface}^0 q(p) dp$$

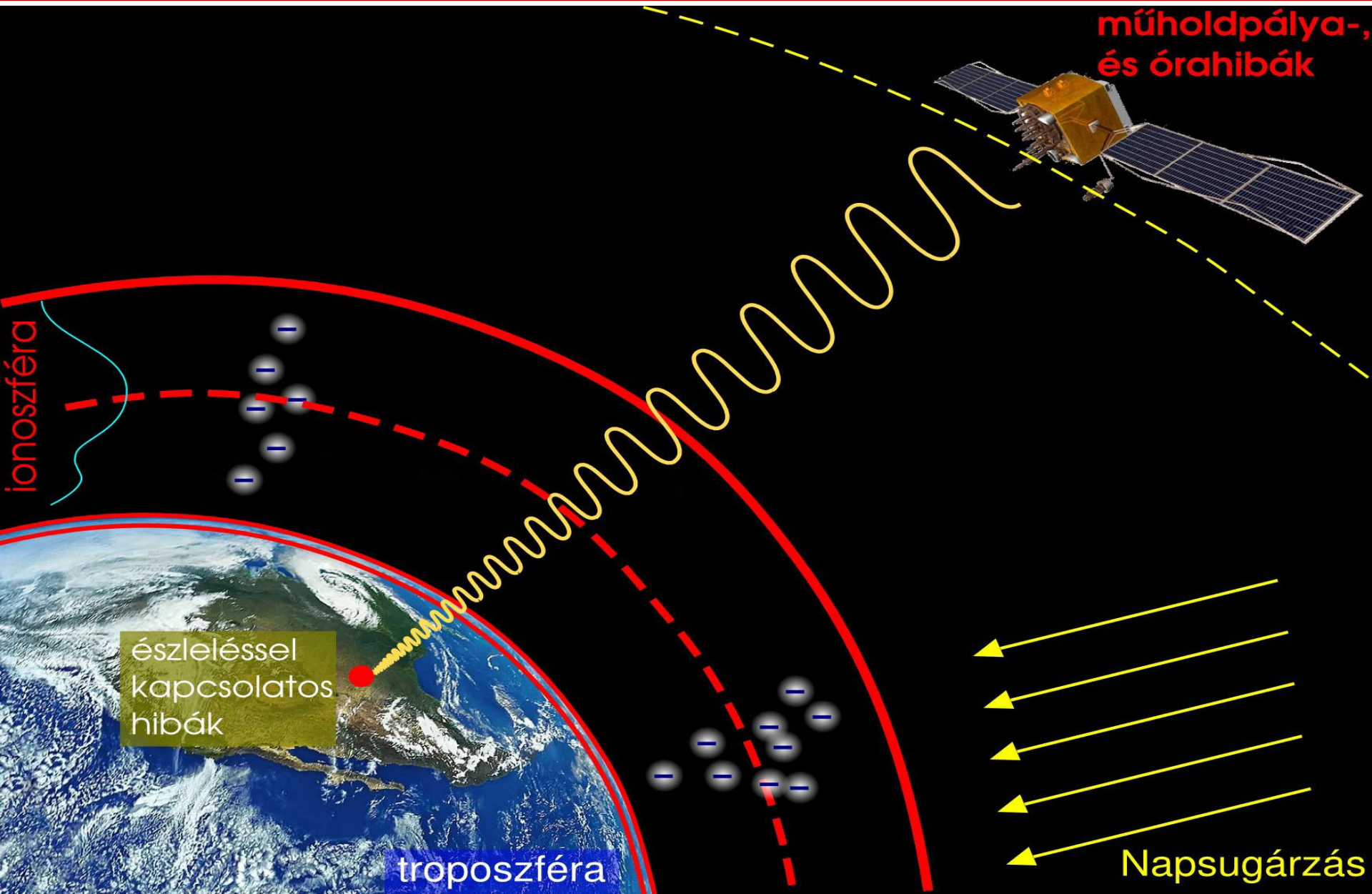


A GNSS infrastruktúra szerepe a légköri vízgőzeloszlás modellezésében

Rózsa Szabolcs
BME, Általános- és Felsőgeodézia Tanszék

- GNSS méréseket terhelő szabályos hibák, a troposzféra hatása a jelterjedésre;
- Az integrált vízgőztartalom és a hidrosztatikus késleltetés összefüggése;
- A közel valószerű feldolgozórendszer felépítése;
- Eredmények;

A GNSS mérések szabályos hibái



A troposzféra hatása a GNSS észlelésekre

A troposferikus késleltetés zenit irányban:

$$ZTD = 10^{-6} k_1 R_d \int_{z_{ant}}^{z_{gh}} \rho dz + 10^{-6} R_v \left(k_2 - \frac{R_d}{R_v} k_1 \right) \int_{z_{ant}}^{z_{gh}} \rho_v dz + 10^{-6} k_3 R_v \int_{z_{ant}}^{z_{gh}} \frac{\rho_v}{T} dz$$

hidrosztatikus

„nedves” (vízgőz okozta)

Műhold irányban:

$$STD = ZHD \cdot F_H(\alpha) + ZWD \cdot F_W(\alpha)$$

Nedves késleltetések becslése:

$$ZWD = ZTD - ZHD$$

A troposzféra hatása a GNSS észlelésekre

A nedves késleltetés és az integrált vízgőztartalom kapcsolata:

$$ZWD = 10^{-6} R_v \left(k_2 - \frac{R_d}{R_v} k_1 \right) IWW + 10^{-6} k_3 R_v \frac{IWW}{T_m}$$

$$IWW = \frac{10^6}{R_v \left(-\frac{R_d}{R_v} k_1 + k_2 + \frac{k_3}{T_m} \right)} ZWD$$

A skálatényező:

$$Q(T_m) = \frac{10^6}{R_v \left(-\frac{R_d}{R_v} k_1 + k_2 + \frac{k_3}{T_m} \right)}$$

A troposzféra hatása a GNSS észlelésekre

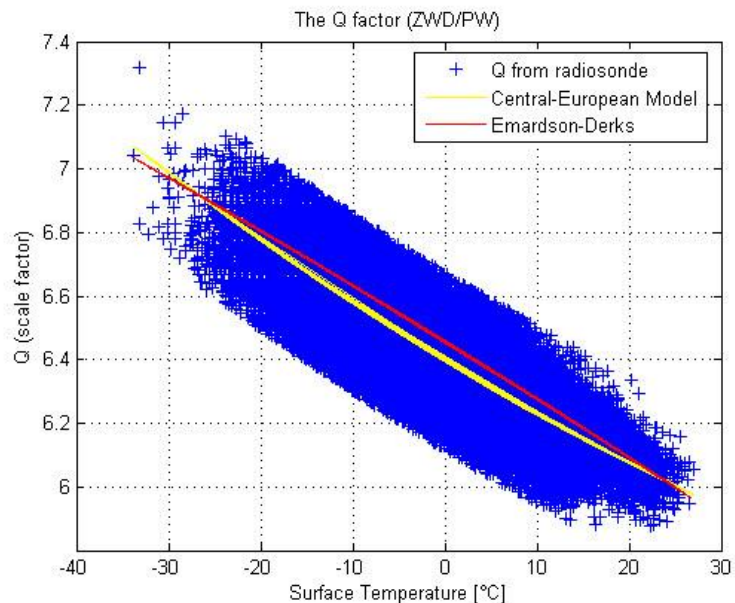
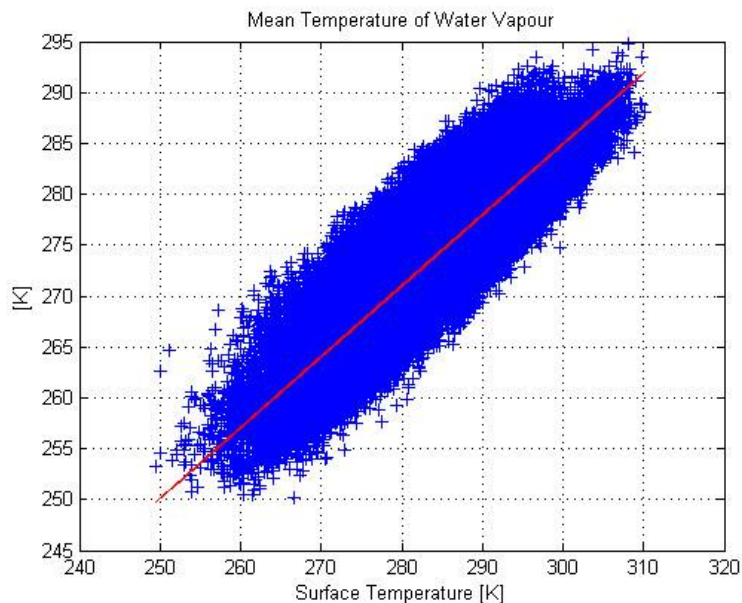
Jellemzően két technika áll rendelkezésünkre az átskálázáshoz:

T_m becslése T_s alapján

$$T_m = a_0 + a_1 T_s$$

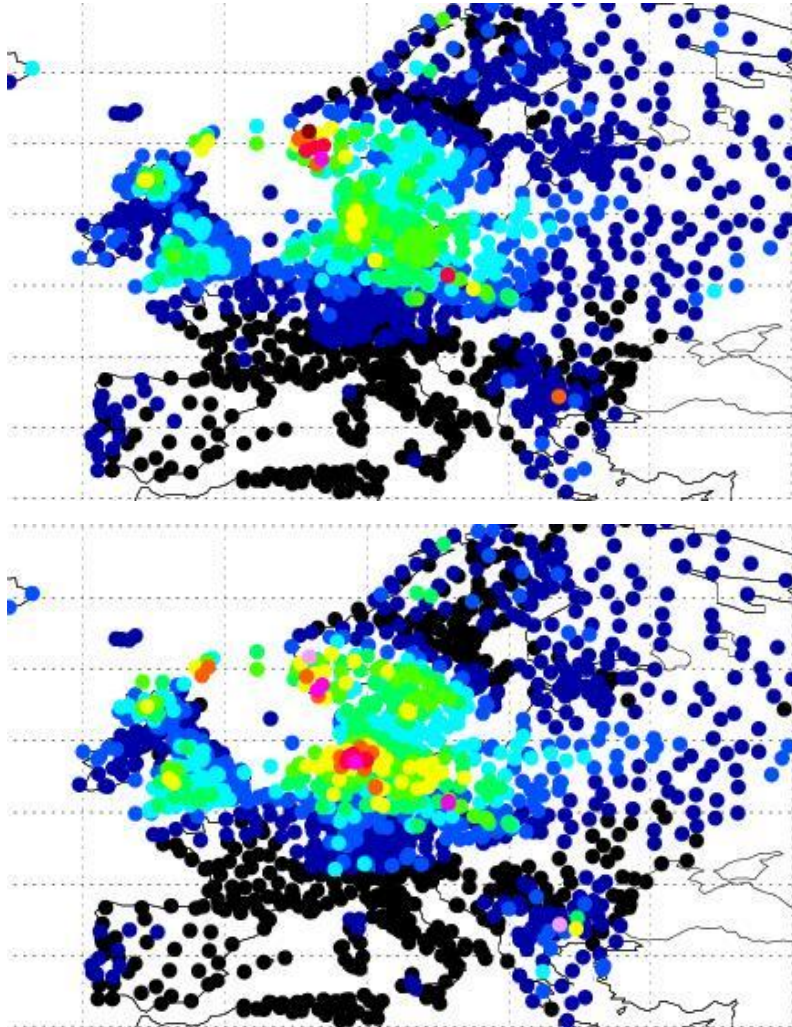
$1/Q$ becslése T_s alapján

$$\frac{1}{Q(T_s)} = a_0 + a_1 (T_s - \bar{T}) + a_2 (T_s - \bar{T})^2$$

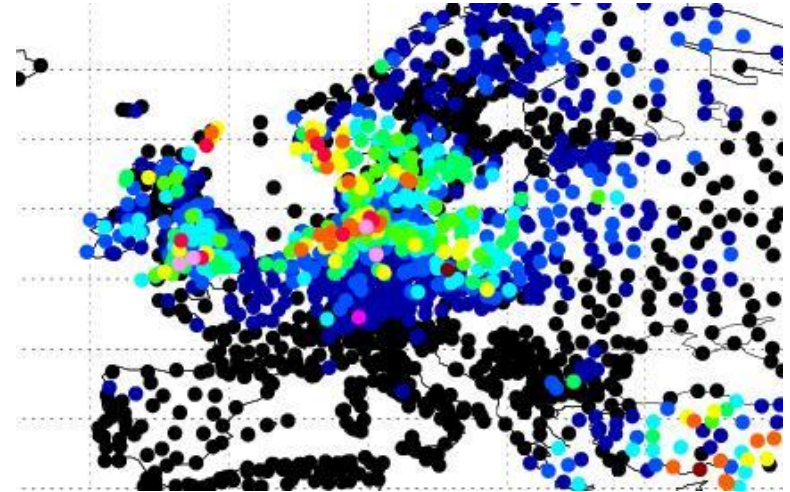


GNSS észlelések szerepe a csapadékelőrejelzésben

Csapadékelőrejelzés GPS mérések nélkül

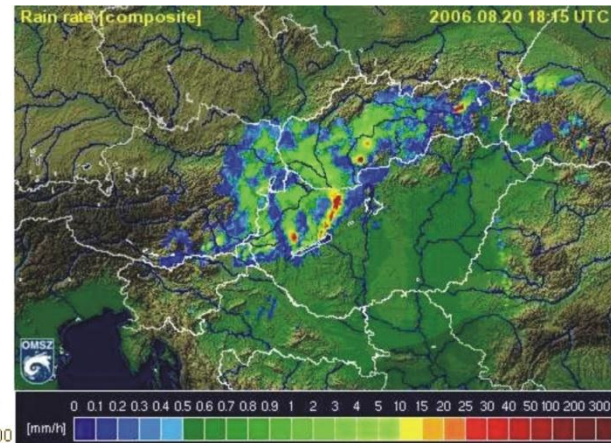
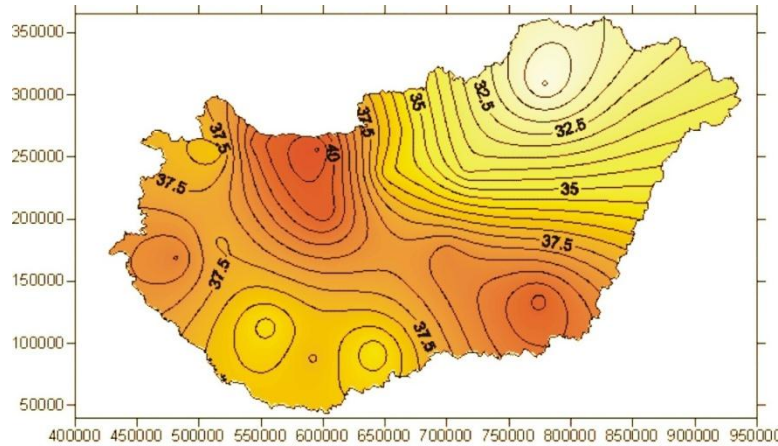


Csapadékelőrejelzés GPS mérésekkel



Mért csapadékmennyiség 12 óra alatt

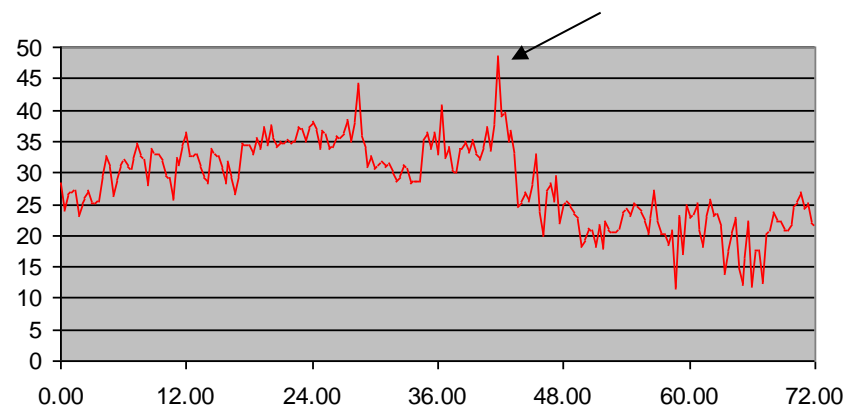
2006. augusztus 20., 18:20 UTC



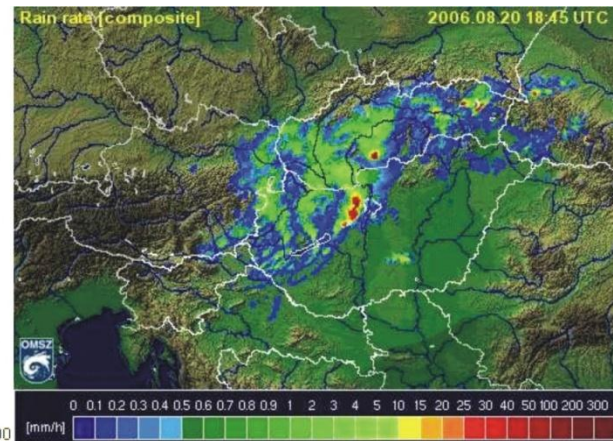
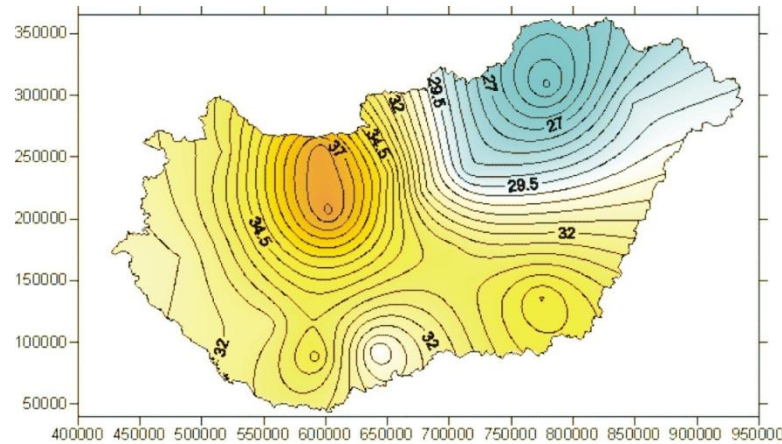
Integrált vízgőztartalom GPS mérésekből

Csapadékintenzitás

Vízgőzbecslés GPS mérésekből (GYFI)



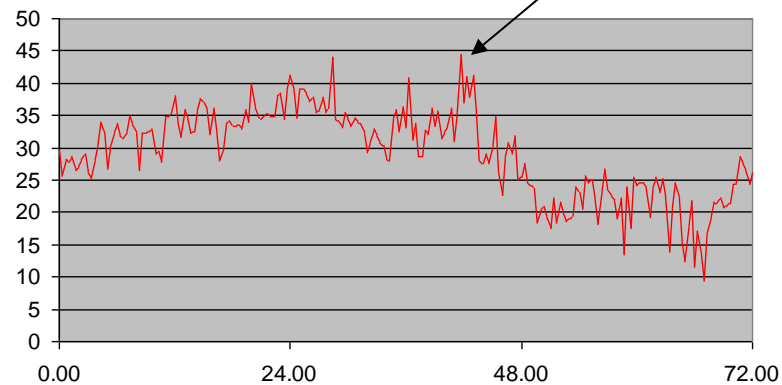
2006. augusztus 20., 18:40 UTC



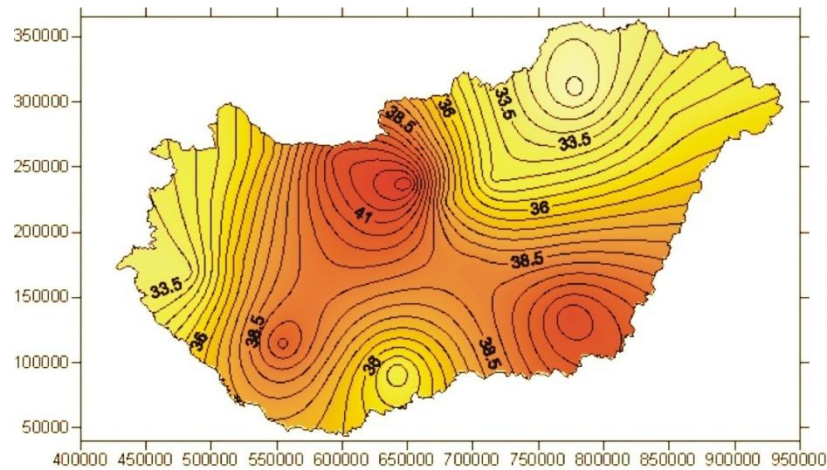
Integrált vízgőztartalom GPS mérésekből

Csapadékintenzitás

Vízgőzbecslése GPS adatokból (TATA)



2006. augusztus 20., 19:00 UTC

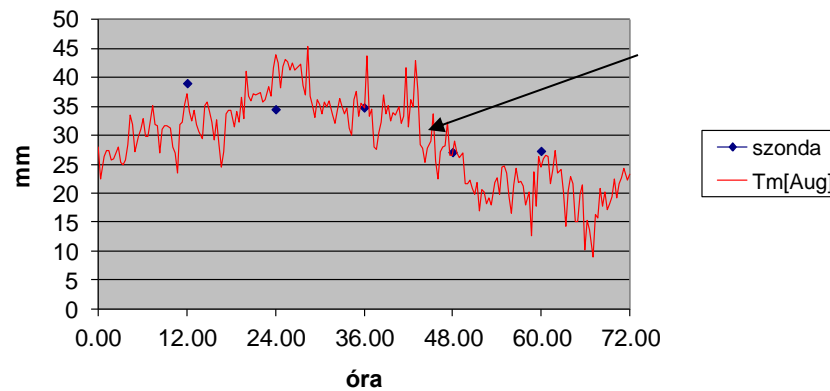


Integrált vízgőztartalom GPS mérésekből



Csapadékintenzitás

Vízgőzbecslés GPS mérésekből (BUTE)

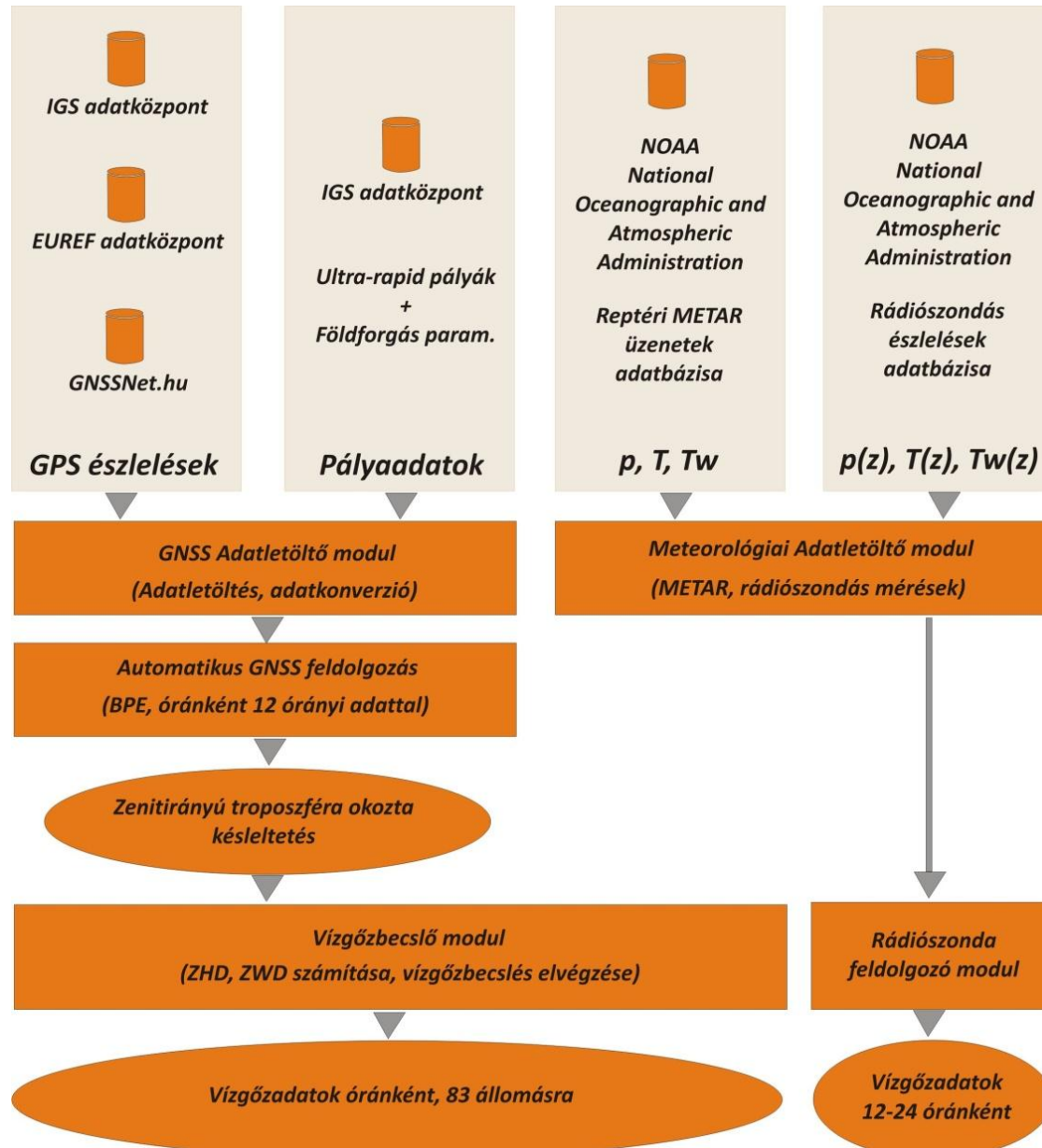


A vízgőztartalom meghatározása közel valós időben

- BME - FÖMI/KGO - ELTE – MTA/GGKI – OMSZ kooperáció az OTKA K-83909 projekt keretében (2011-2014)
- Cél: a közel valós idejű, meteorológiai célú GNSS feldolgozás megvalósítása
- Kapcsolódás az EUMETNET E-GVAP projektjéhez
- Matematikai modellek továbbfejlesztése az integrált vízgőztartalom meghatározása érdekében

COST ES-1206: Advanced Global Navigation Satellite Systems tropospheric products for monitoring severe weather events and climate (GNSS4SWEC)

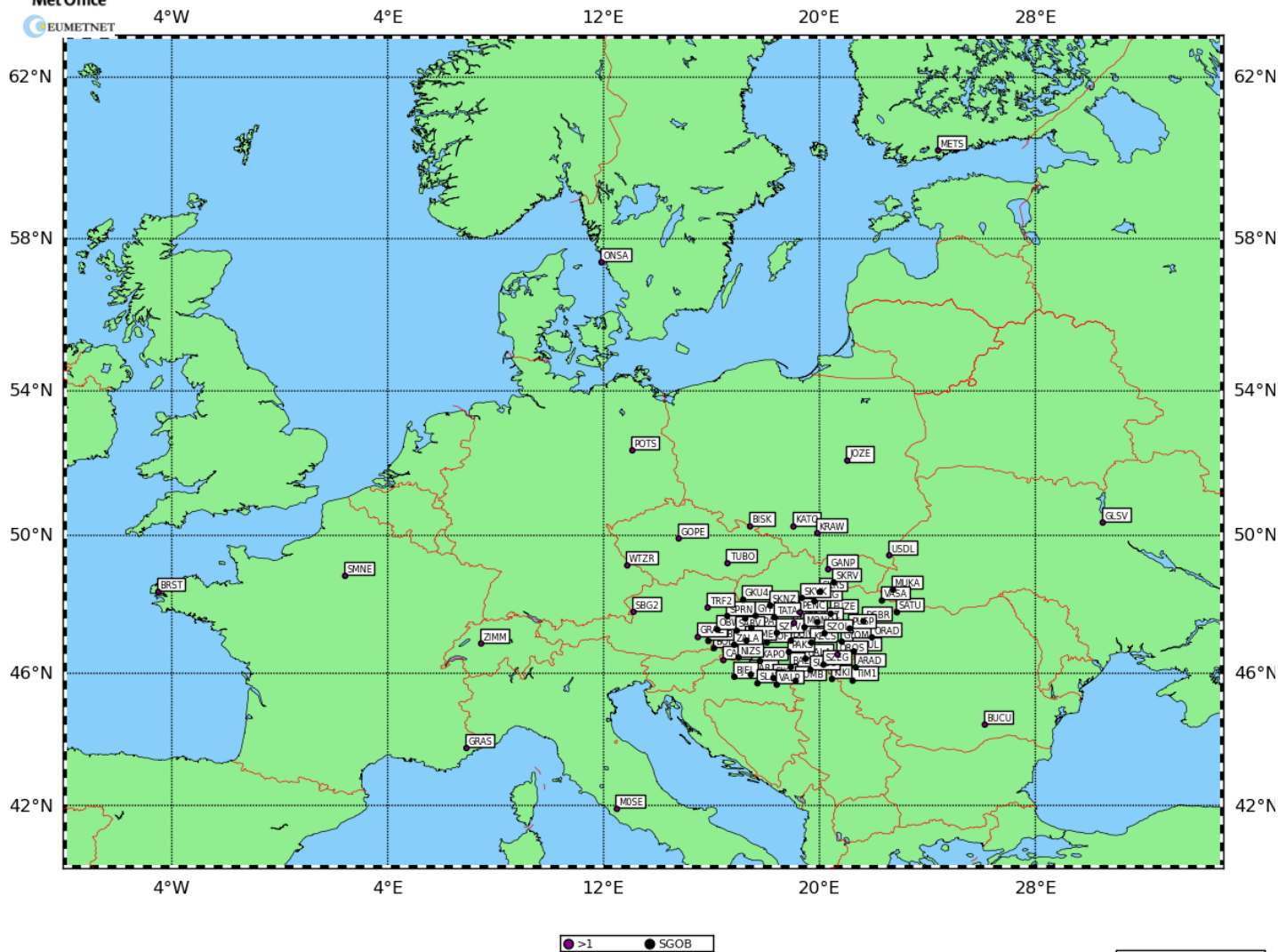
A közel valós idejű feldolgozó rendszer



A feldolgozott állomáshálózat



GNSS stations processed by SGOB (75)

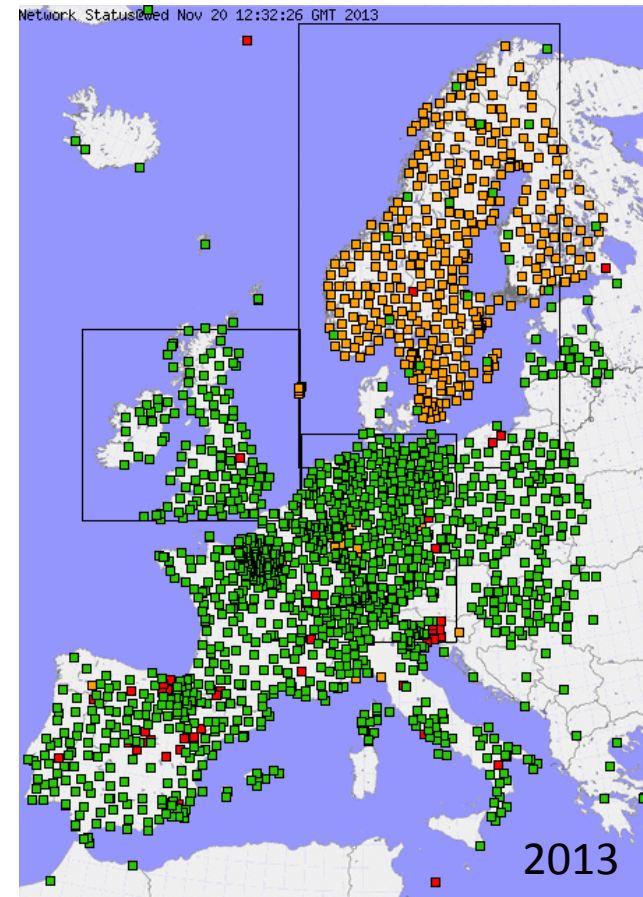
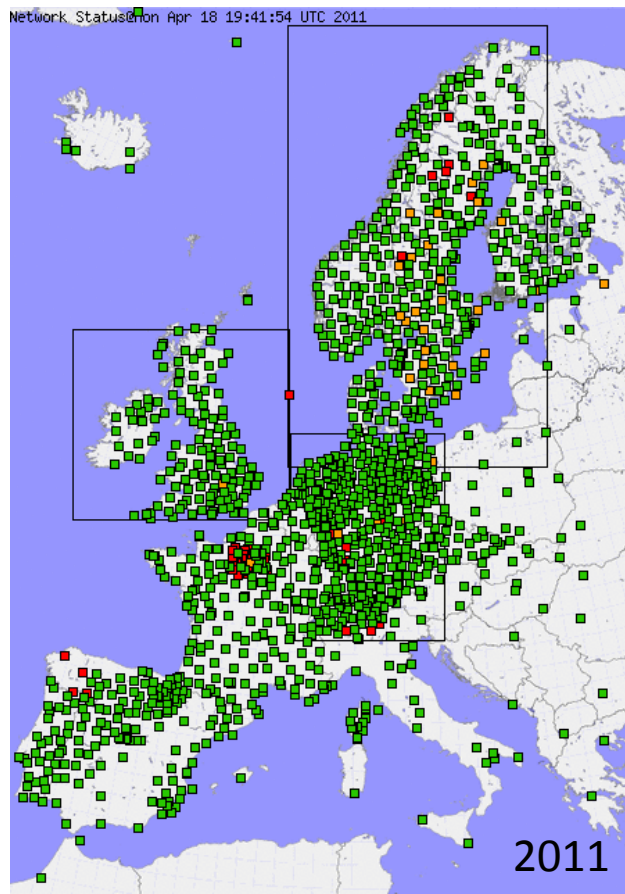


Összesen 86 állomás:

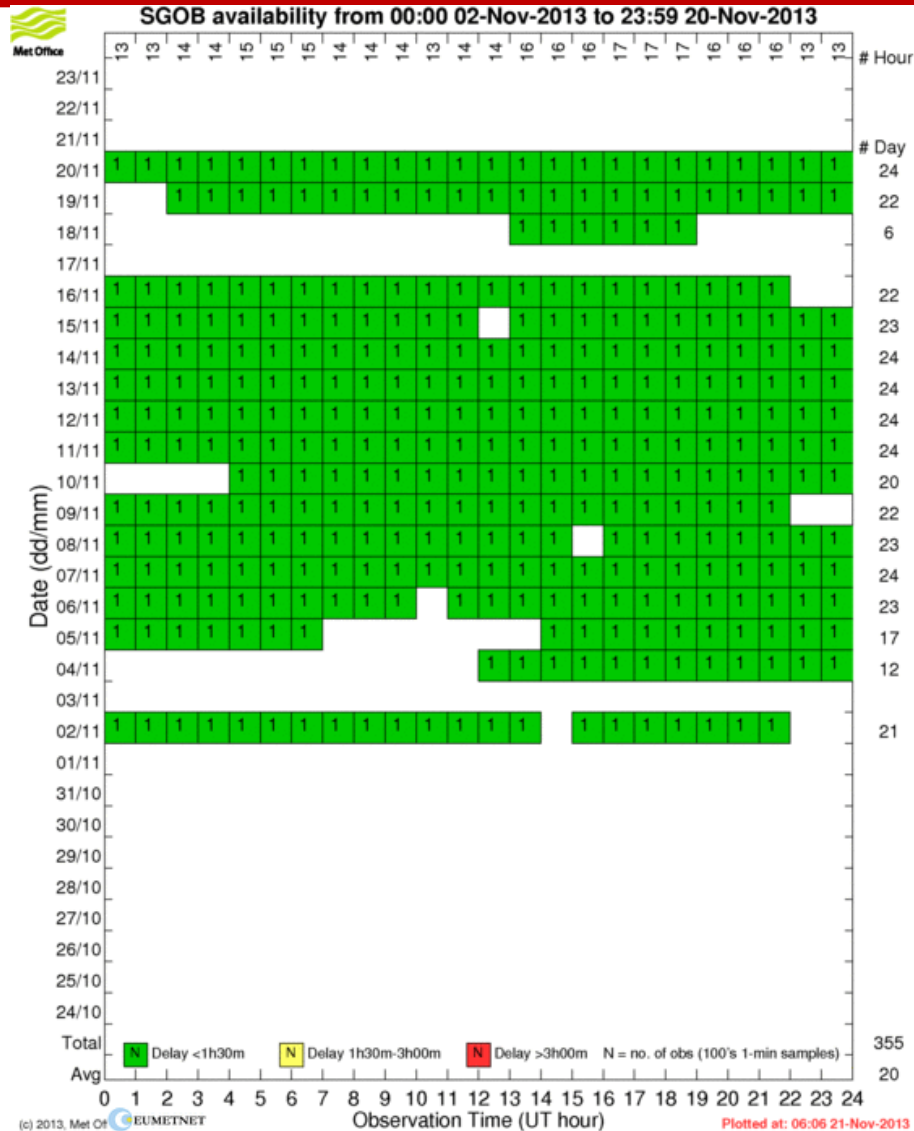
- 17 IGS
- 17 EUREF
- 52 GNSSNet

Eredmények

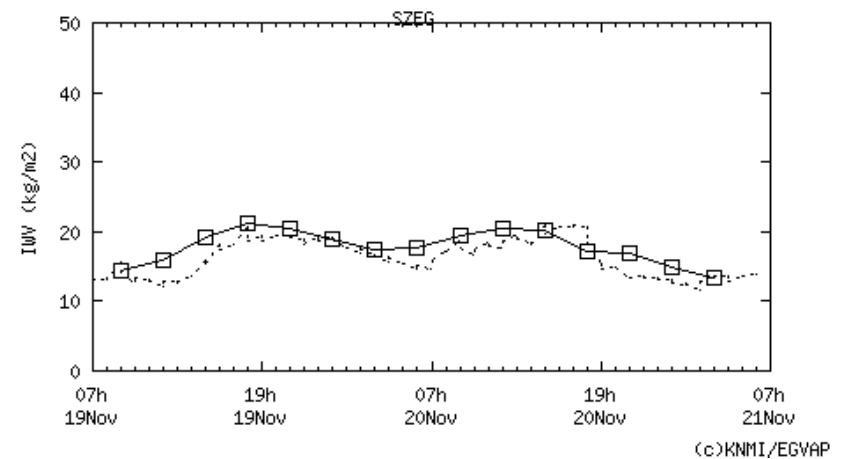
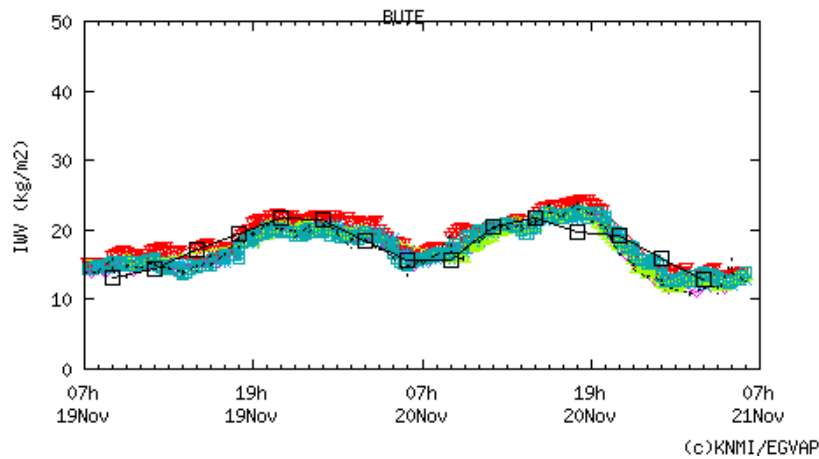
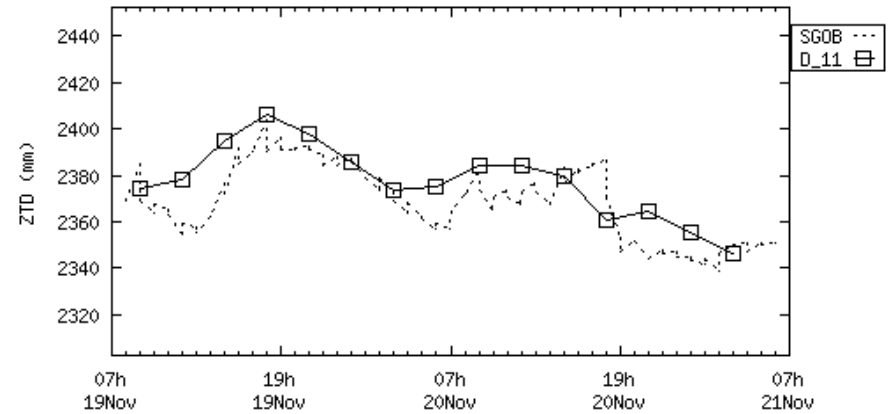
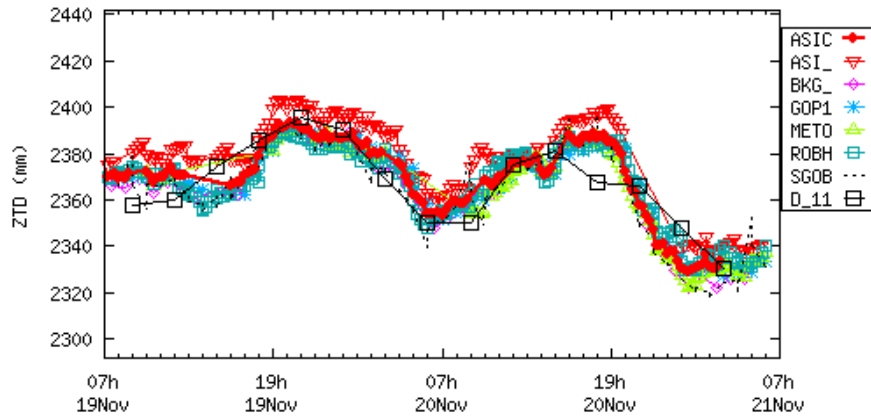
- ZTD adatok minden állomásra óránkénti felbontásban, közel valós időben T+60 min átlagosan.
- ZTD adatok automatikus átadása az OMSZ részére és az EUMETNET E-GVAP programnak 2013. november 1-től (teszt jelleggel)



Eredmények



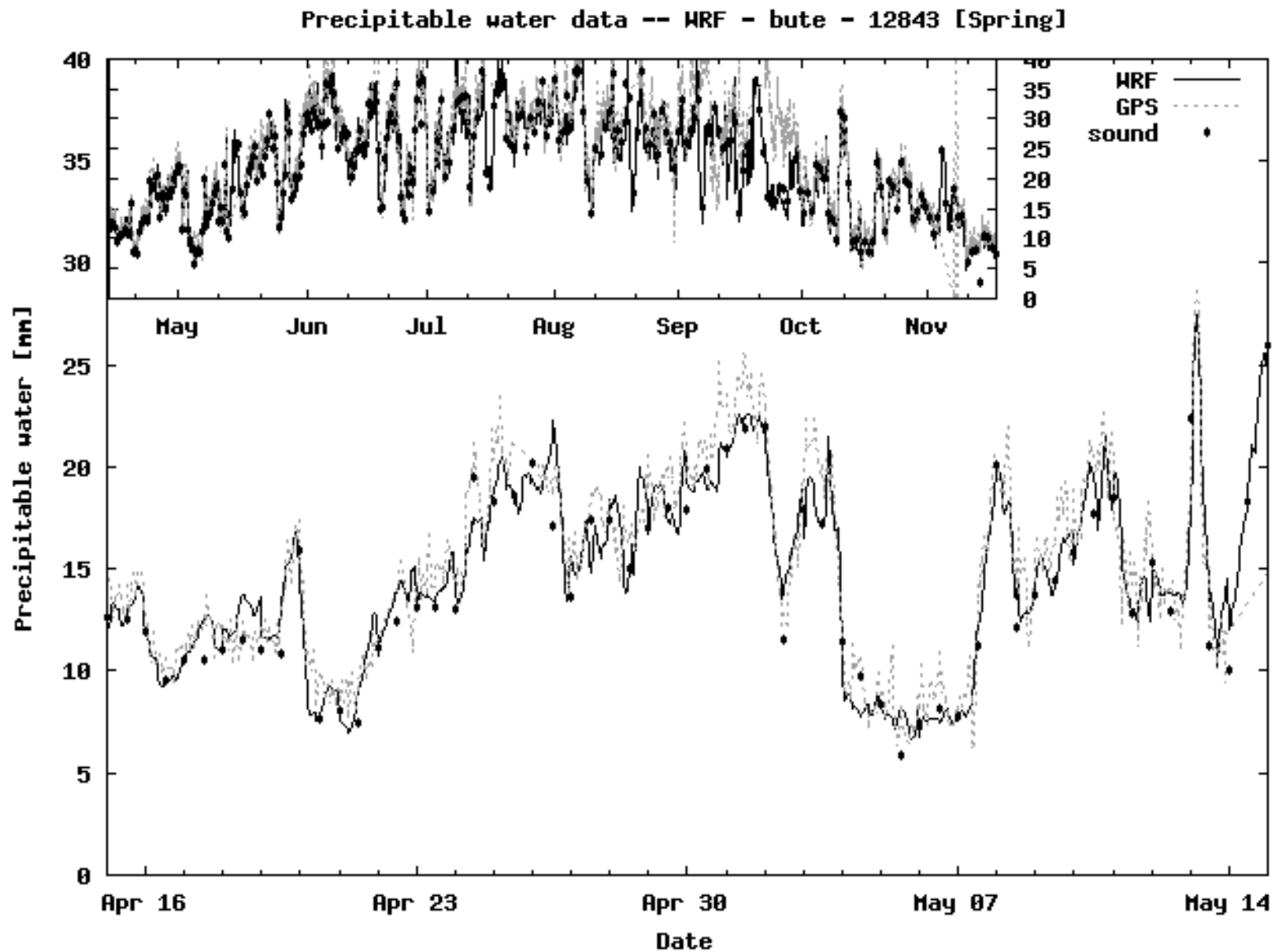
Eredmények



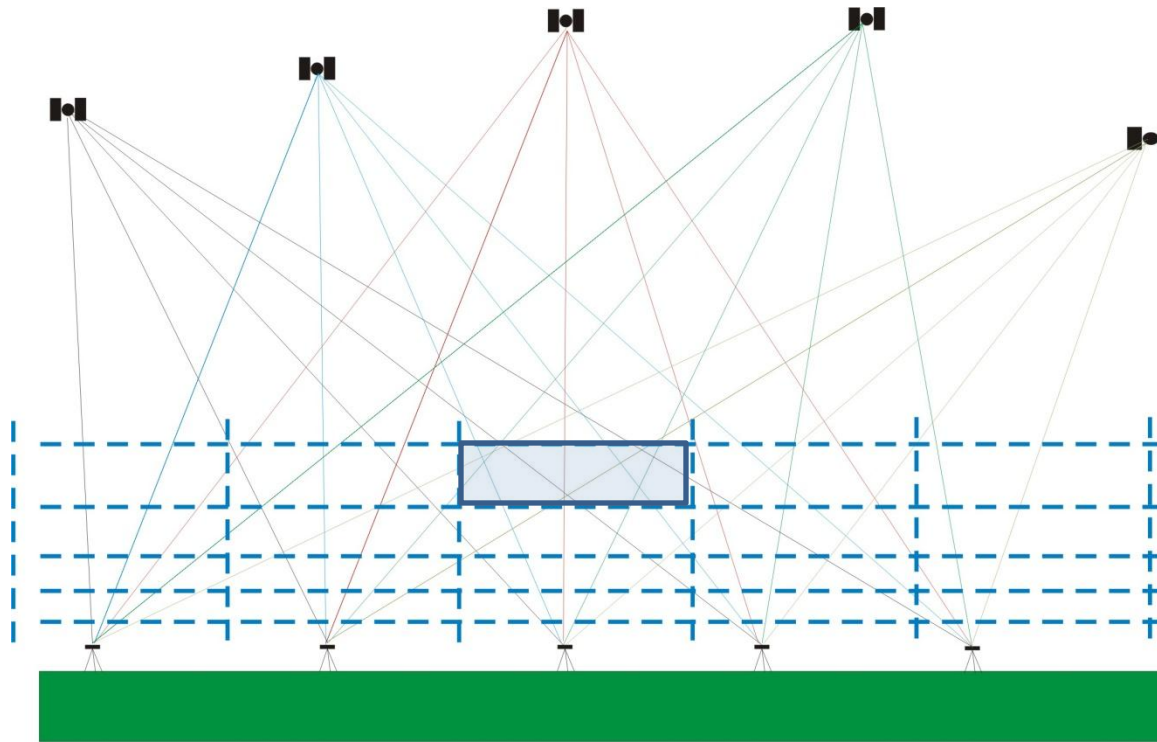
Budapest

Szeged

Eredmények

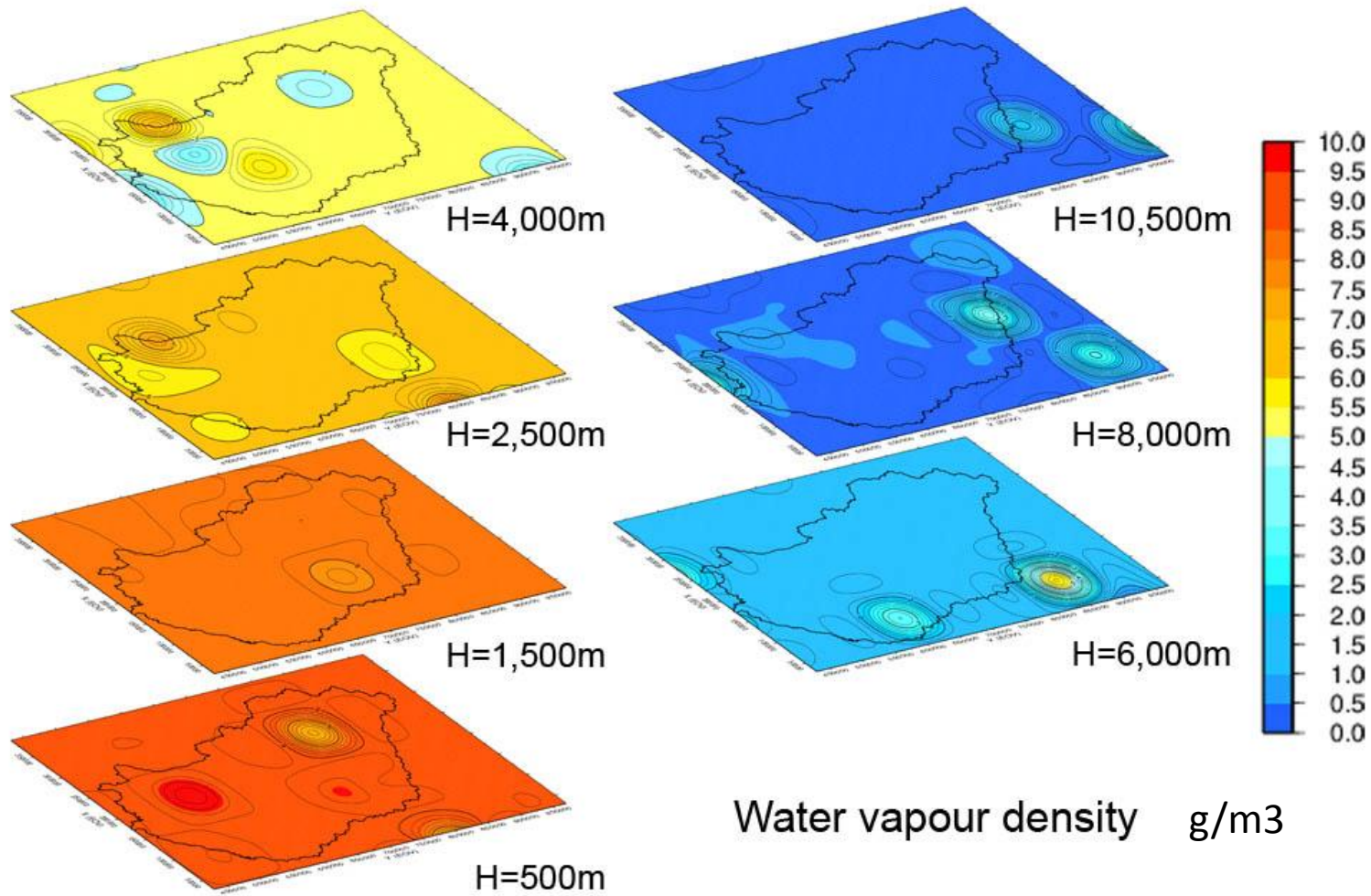


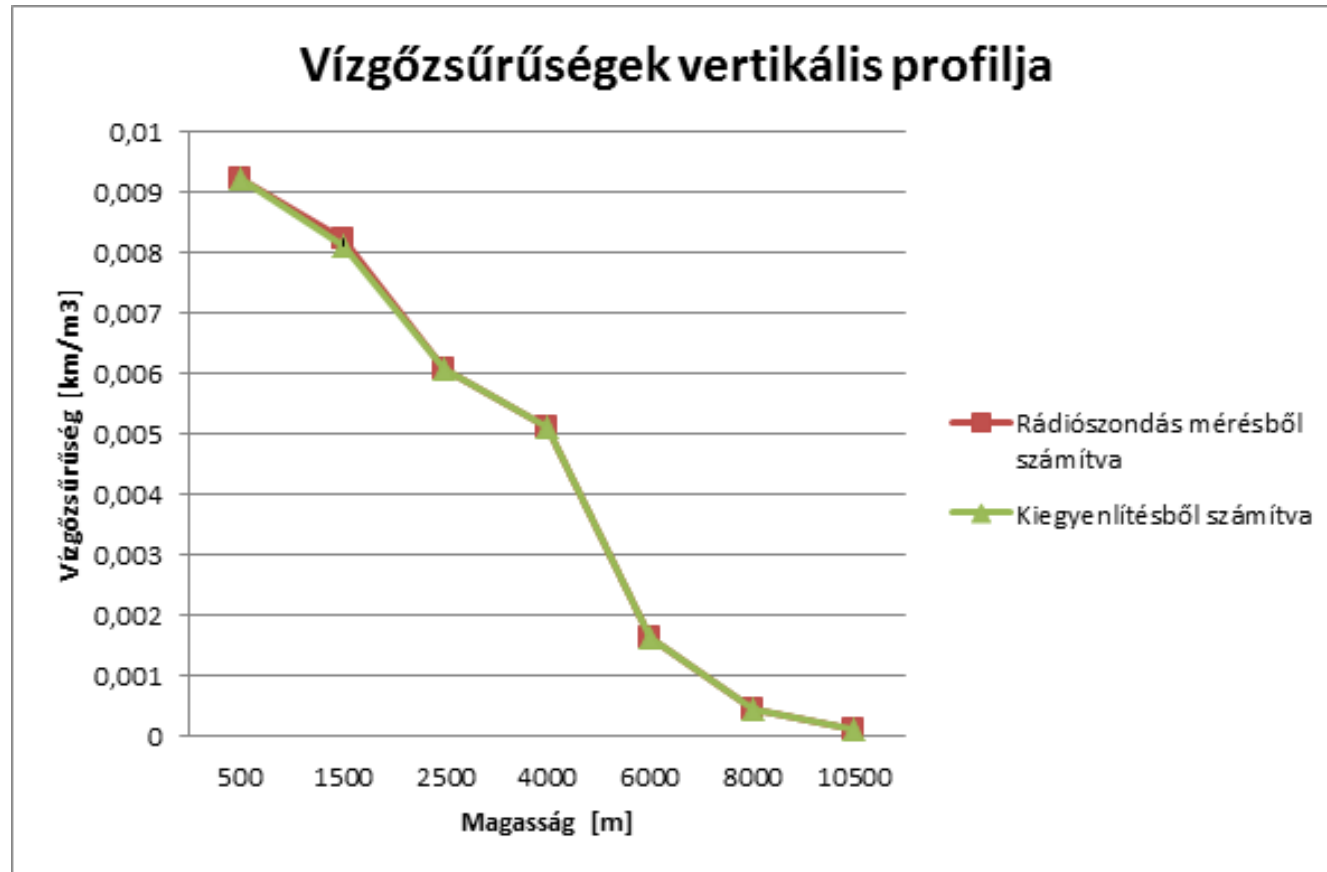
GNSS tomográfia



- 4D vízgőztartalom modell
- az elv egyszerű, a megvalósítás már nehézségekbe ütközik (műholdgeometria)
- peremfeltételek (pl. rádiószondás mérések)

GNSS tomografía





- A Földmérési és Távérzékelési Intézet által működtetett aktív GNSS hálózat (GNSSNet.hu) adataiból megvalósult a közel valós idejű troposzférikus késleltetések becslése.
- Az eredményeket – egyelőre teszt jelleggel – rutinszerűen továbbítjuk az OMSZ-nek és az EUMETNET E-GVAP adatközpontnak
- Az előzetes eredmények azt mutatják, hogy a termékek minősége megfelelő.
- A tesztelési időszakban már sikerült a feldolgozás robusztusságát növelni, így egyre kevesebb kiesés várható.
- Megnyílt az út az adatok numerikus modellekben történő asszimilálása előtt.

Köszönöm a figyelmet
