

Kihívások és lehetőségek a napsugárzás mérésekben

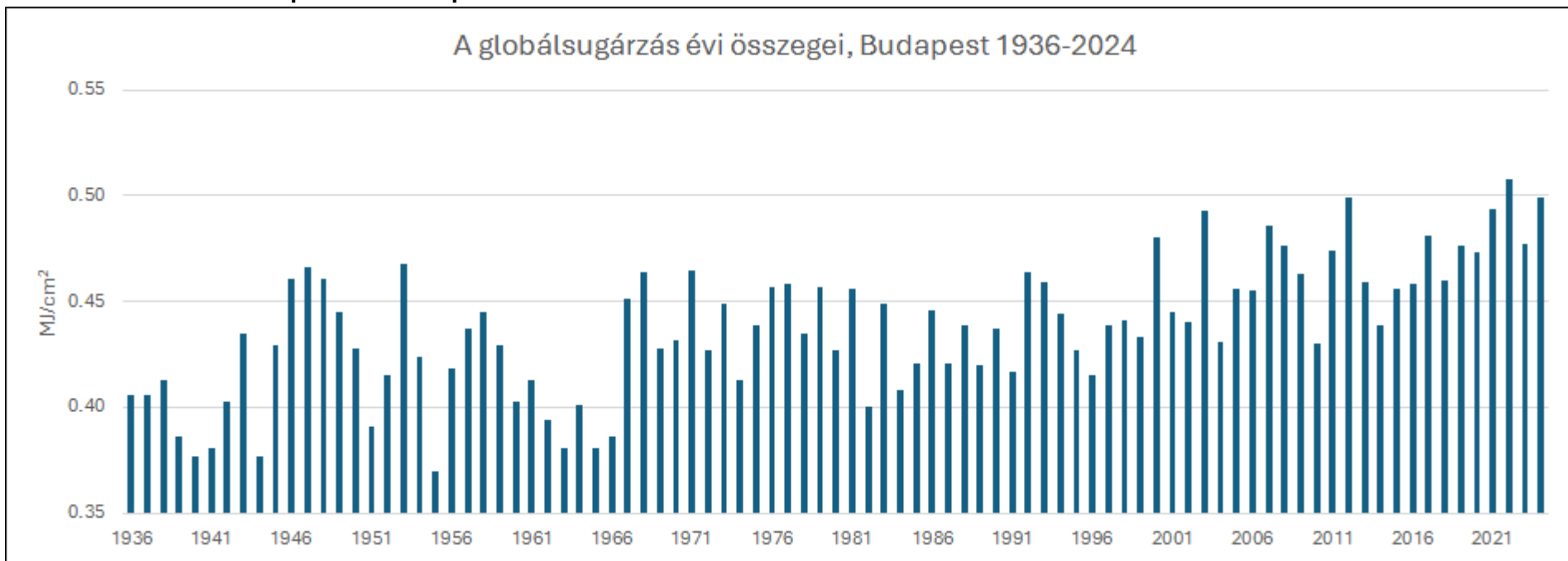
FEKETE DÉNES

Méréstechnikai és Energetikai Fejlesztési Osztály, HungaroMet

2025. december 5.

A hazai napsugárzásmérés rövid története

- 1936: a rendszeres napsugárzás (globálsugárzás) mérések kezdete Budapesten
- 1937-1944: mérések néhány további mérőhelyen (egészségügyi hatás)
- 1945-1957: mérések csupán Budapesten



A hazai napsugárzásmérés rövid története

- 1957: további 8 mérőállomáson kezdődtek meg a mérések (Nemzetközi Geofizikai Év)
- 1978: Budapest-Lőrinc állomás a WMO VI. Régiójának egyik sugárzás központja
- 1993: a felszíni mérőhálózat automatizálásának kezdete, bővülő mérőhálózat, jelenleg 46 helyen történik globálsugárzás mérés
- 2020: sugárzási egyenleg mérés



A Budapest-Lőrinci BSRN állomás mérési programja

- Globálsugárzás (Kipp&Zonen CMP11 piranométer, szellőztetett)
- Direkt sugárzás (Kipp&Zonen CHP1 pirheliométer)
- Diffúz sugárzás (Kipp&Zonen CMP11 piranométer, szellőztetett)
- Légkör által viaszugárzott hosszúhullámú sugárzás (Kipp&Zonen CGR4 pirgeométer, szellőztetett)
- Napkövető (Kipp&Zonen SOLYS2)



A Budapest-Lőrinci BSRN állomás mérési programja

- Globálsugárzás (Kipp&Zonen SMP11 piranométer, szellőztetett)
- Reflex sugárzás (Kipp&Zonen SMP11 piranométer)
- Léggör által viisszasugárzott hosszúhullámú sugárzás (Kipp&Zonen SGR4 pirgeométer, szellőztetett)
- Felszín által kibocsátott hosszúhullámú sugárzás (Kipp&Zonen SGR4 pirgeométer)
- Biológiailag effektív UV-sugárzás (SolarLight UV-Biométer)



A Budapest-Lőrinci BSRN állomás mérési programja

- Globálsugárzás (Hukseflux SR30-D)
- Légkör által visszasugárzott hosszúhullámú sugárzás (Kipp&Zonen SGR4 pirgeométer)
- Biológiailag effektív UV-sugárzás (Kipp&Zonen SUV-E)
- UV-B sugárzás (Kipp&Zonen SUV-B)
- Dőlt felszínű globál sugárzás (Kipp&Zonen SMP10)



A mérőeszközök kalibrálása

- Használati etalonok kalibrálása:
 - Évente kétszer
 - 2 etalon pirheliométer (Kipp&Zonen CH1)
 - 2 etalon piranométer (Kipp&Zonen CMP11)
 - A nemzetközi etalonra visszavezethető PMO6-CC abszolút pirheliométer segítségével



A mérőeszközök kalibrálása

- Operatív mérőeszközök kalibrálása:
 - 3 évente
 - Párhuzamos mérésekkel



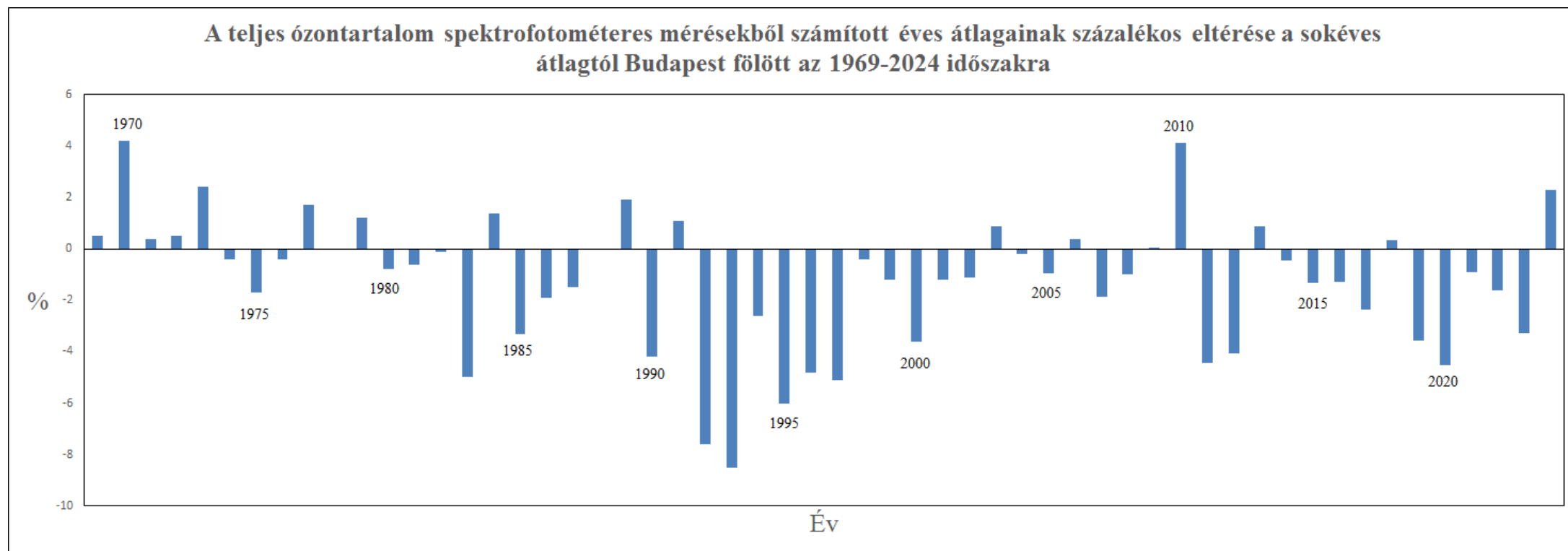
A Budapest-Lőrinci BSRN állomás mérési programja

- Teljes ózontartalom és spektrális UV-A és UV-B sugárzás (Brewer spektrofotométer)
- Aeroszol optikai mélység, teljes ózontartalom és kihullható víztartalom (SolarSIM-D2 radiométer)



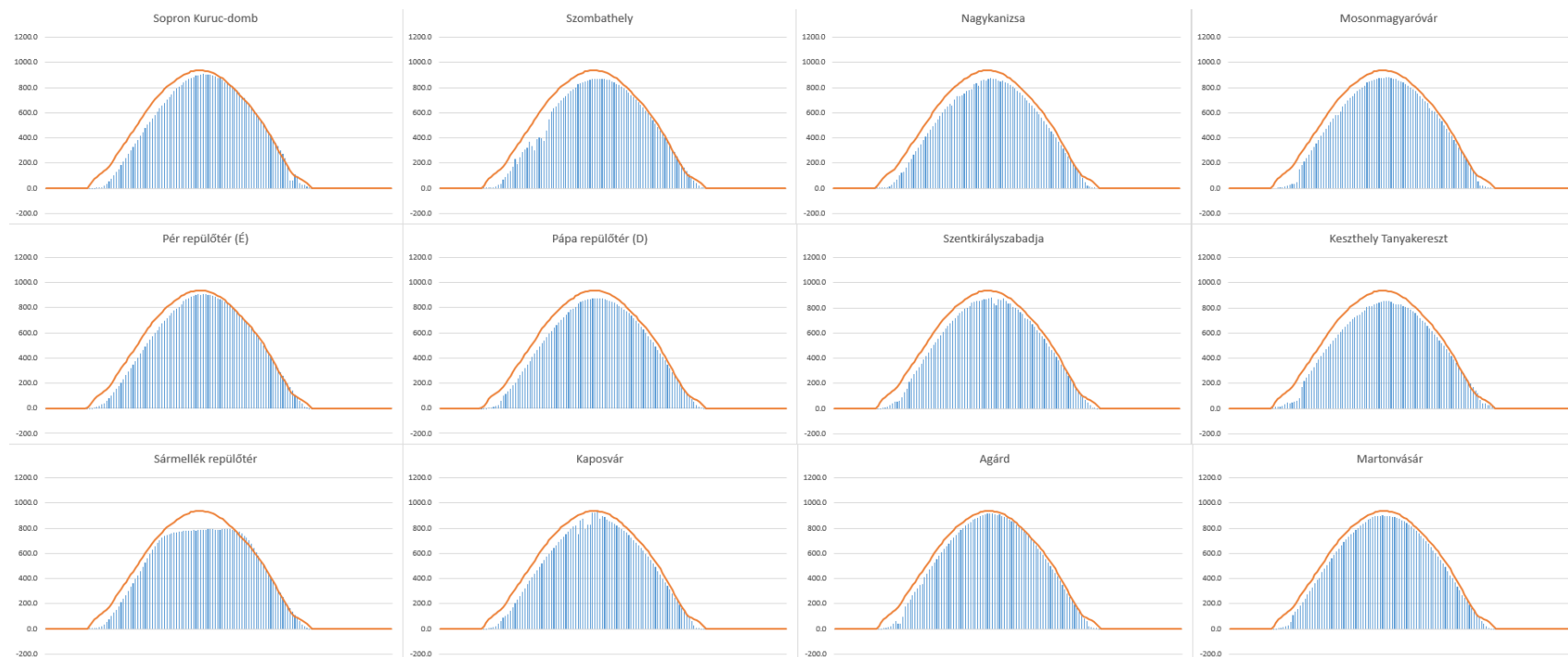
A Budapest-Lőrinci BSRN állomás mérési programja

- Teljes ózontartalom és spektrális UV-A és UV-B sugárzás (Brewer spektrofotométer)
- Aeroszol optikai mélység, teljes ózontartalom és kihullható víztartalom (SolarSIM-D2 radiométer)



Kihívások

- Elavult eszközpark → átlagéletkor ~ 20 év → gyakoribb meghibásodások, pontatlanabb mérés



Kihívások

- A telepítés óta megváltozott körülmények → horizontkorlátozás



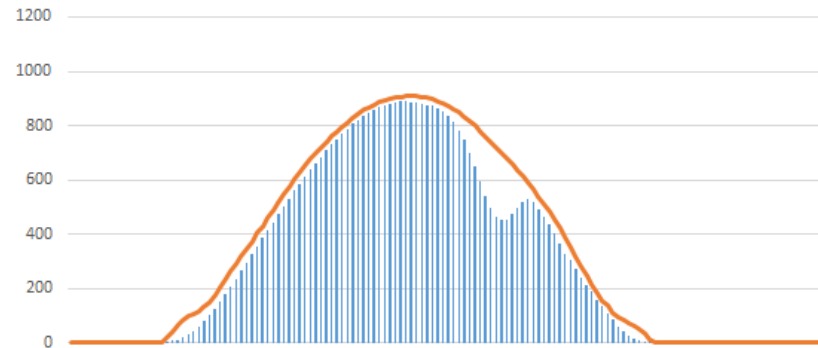
Kihívások

- Hideg időjárási körülmények → zúzmara/hó negatív hatása a mérésre



Kihívások

- „Támad” a természet → madarak, pókok → „makacs” szennyeződések



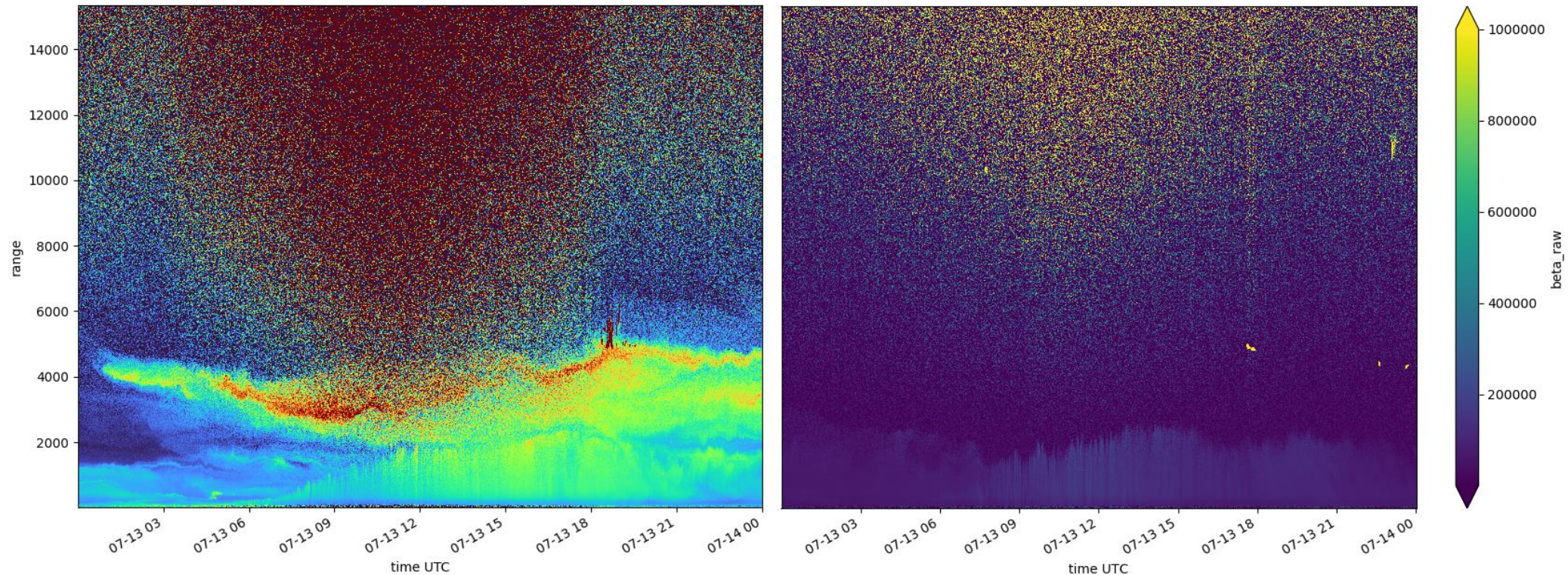
Kihívások

- Szaharai por



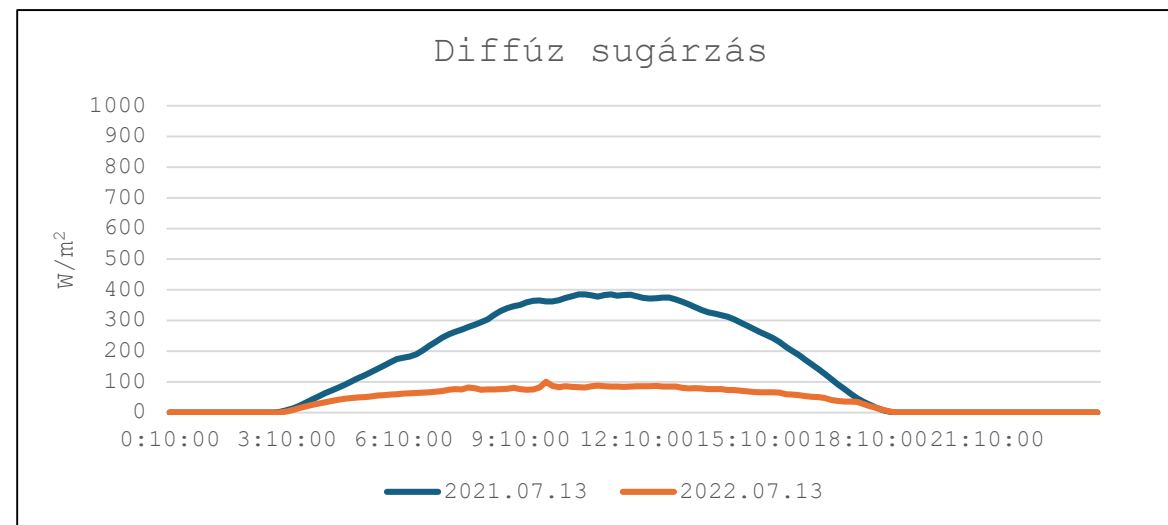
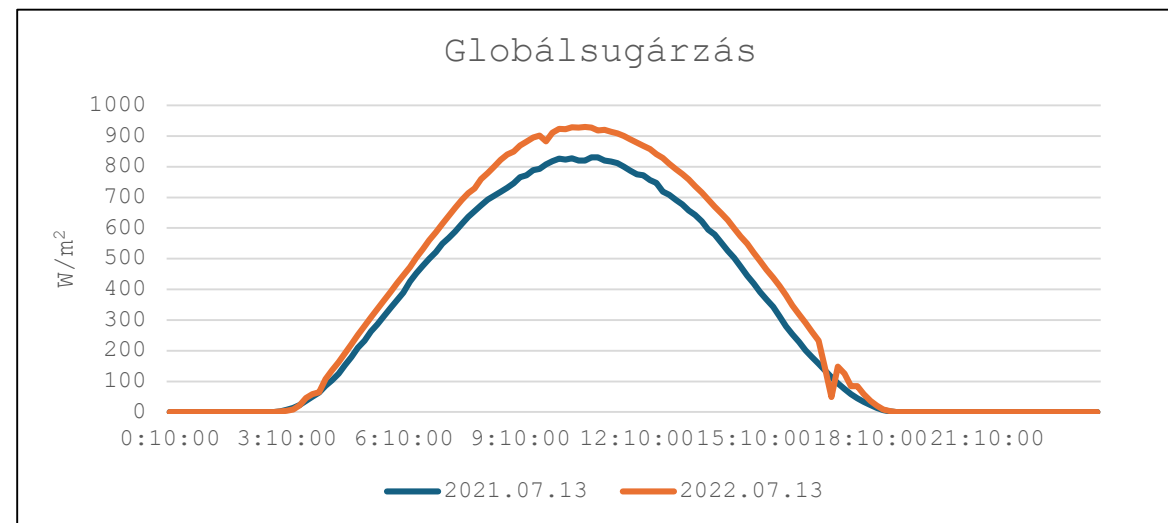
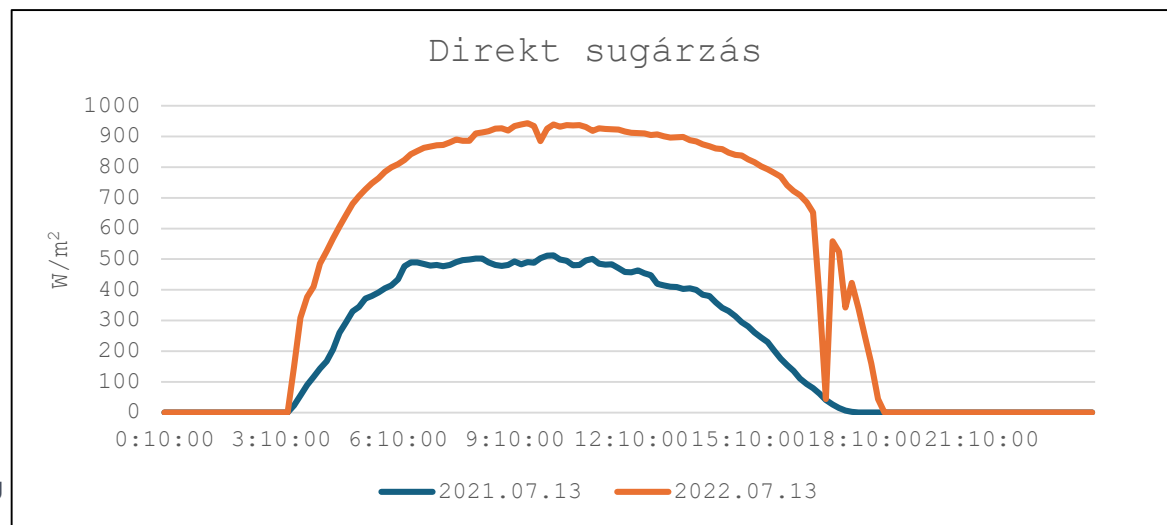
Lehetőségek

- Spektrális mérések → aeroszol optikai mélység
 - A légkör átbocsátó képességére utaló paraméter (szaharai por, füst, stb.)



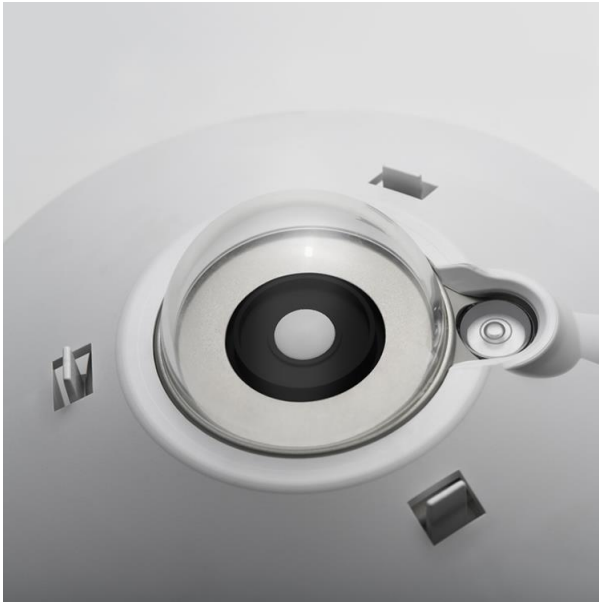
Lehetőségek

- Spektrális mérések → aeroszol optikai mélység
 - Globálsugárzás: ~ -15 %
 - Direkt sugárzás: ~ -45 %
 - Szórt sugárzás: ~ +280 %



Lehetőségek

- Új eszközök:
 - Beépített fűtés és döntöttség érzékelő szenzor (Kipp&Zonen SMP12)
 - Szórt sugárzás mérése kitakaró mechanika nélkül (Hukseflux SRD100)



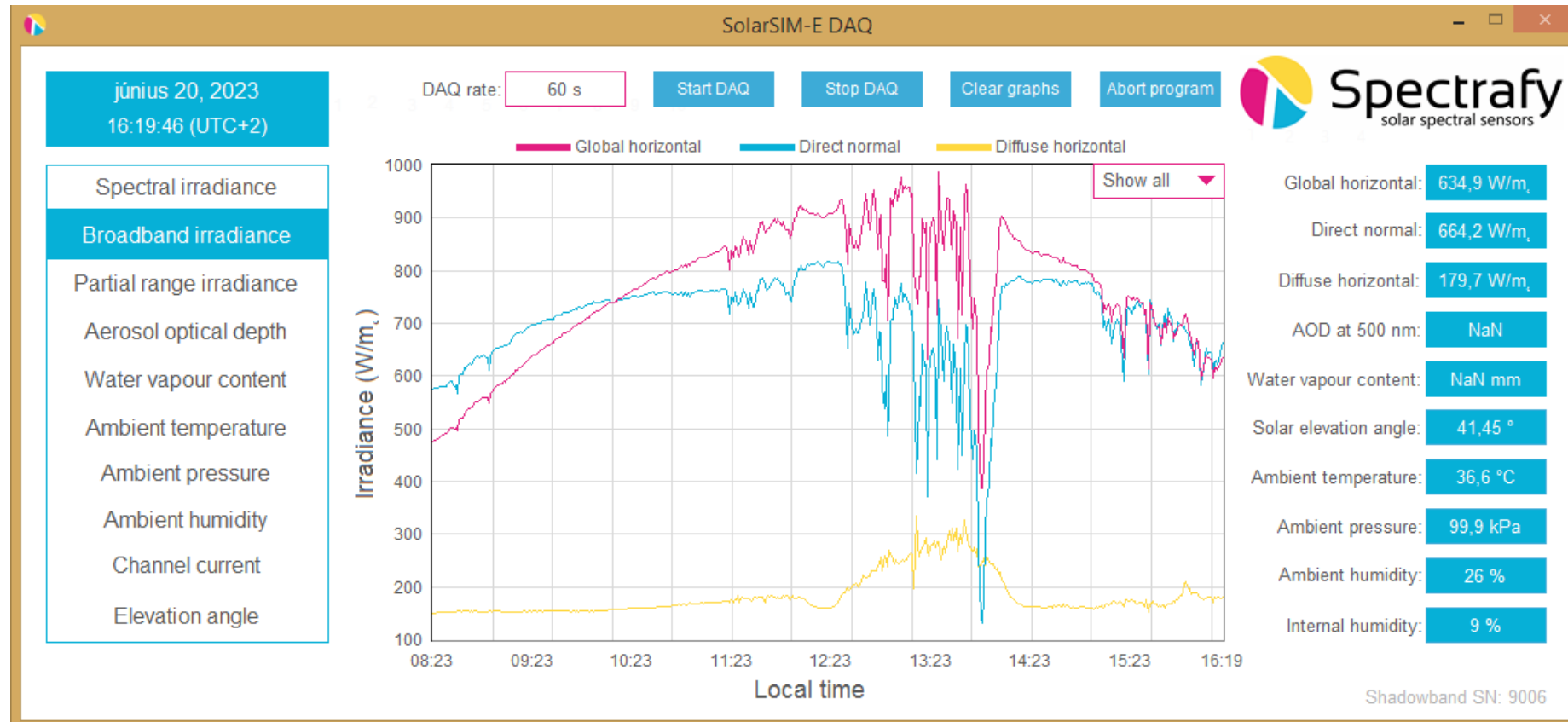
Lehetőségek

- Új eszközök: direkt-diffúz-globál és UV-sugárzás mérése egyetlen érzékelővel (SolarSIM-G-E)



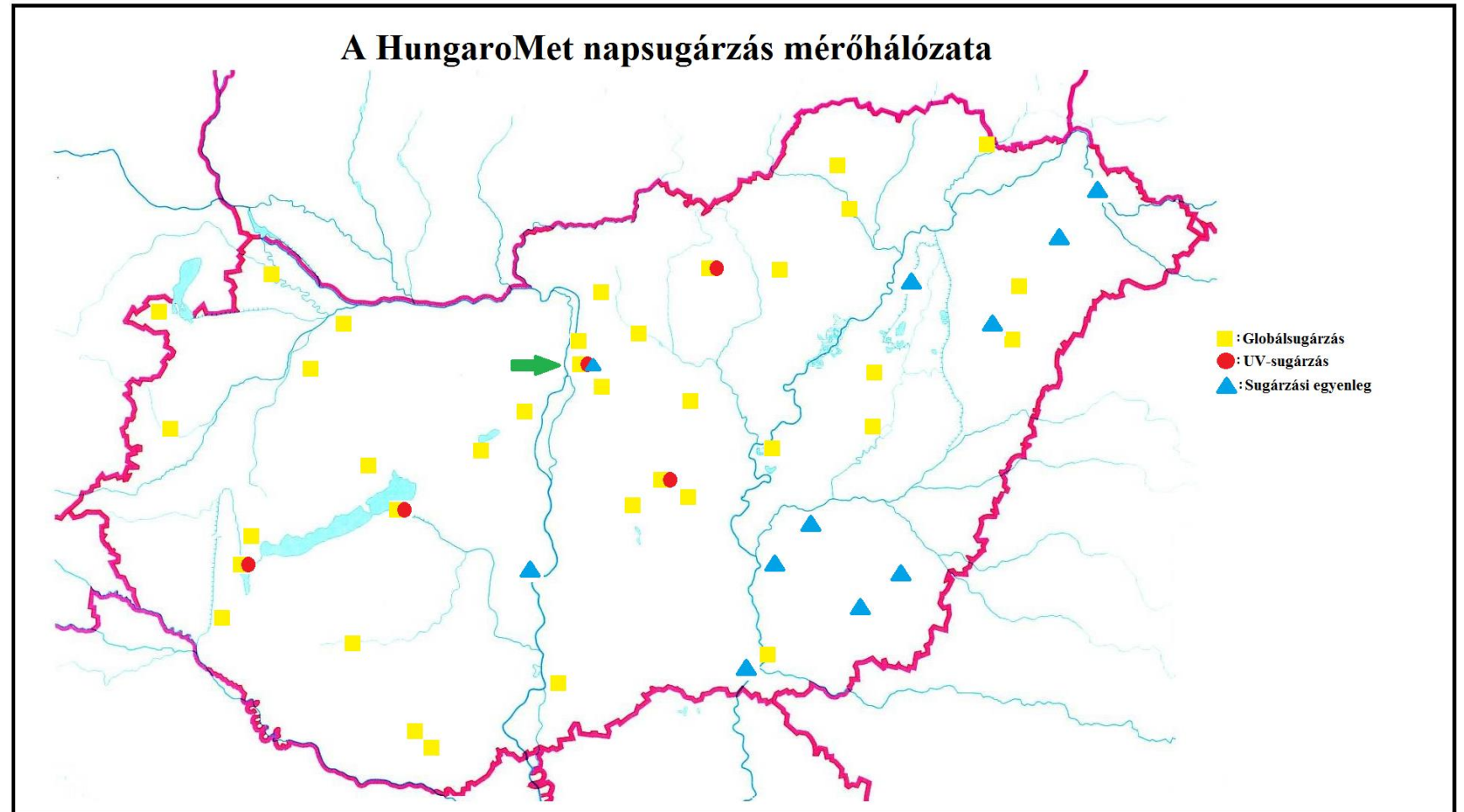
Lehetőségek

- Új eszközök: direkt-diffúz-globál és UV-sugárzás mérése egyetlen érzékelővel (SolarSIM-G-E)



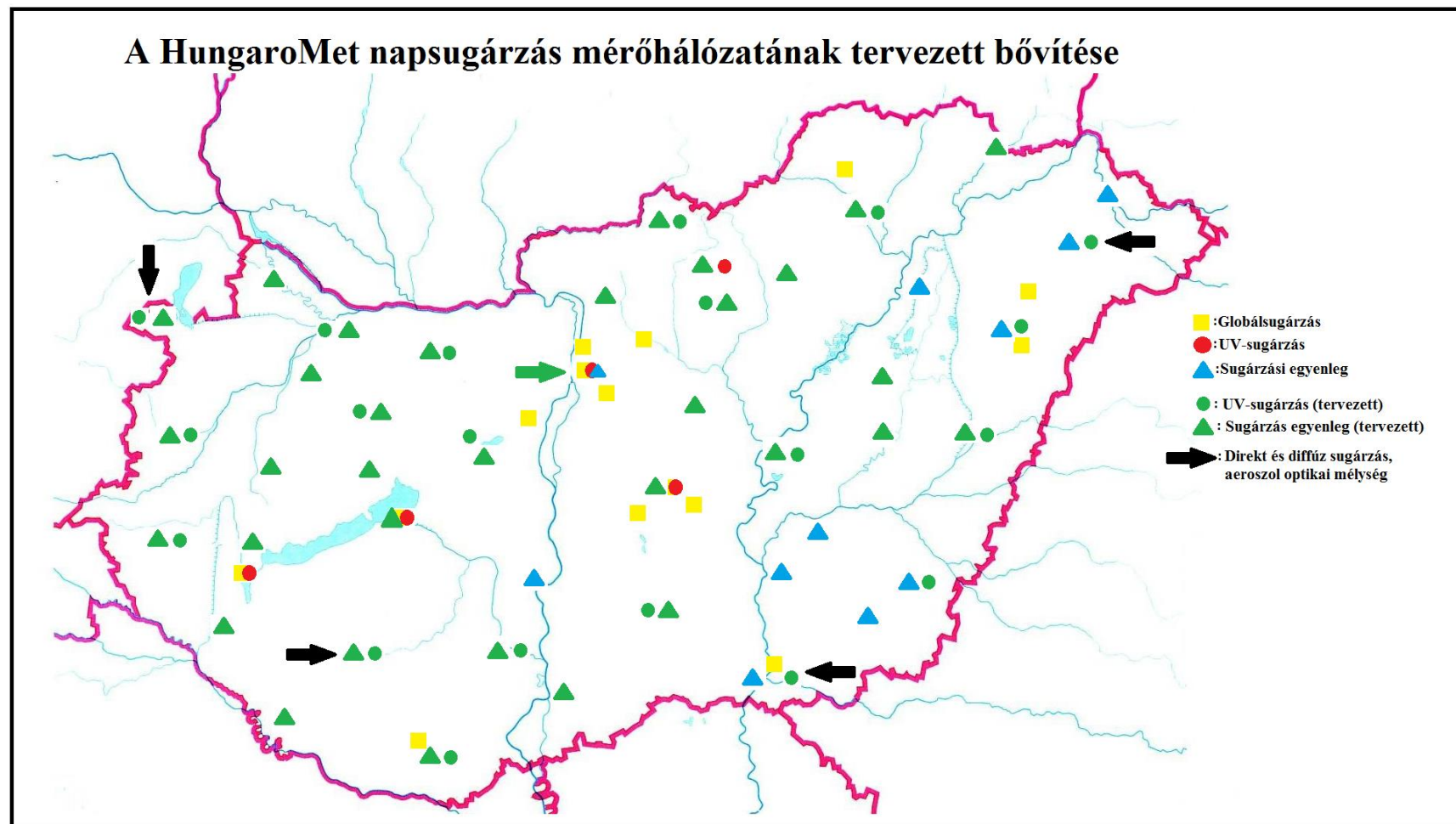
Tervek

- A jelenlegi mérőhálózat:
 - Globálsugárzás: 46
 - Sugárzási egyenleg: 11
 - Direkt és diffúz sugárzás: 1
 - Biológiailag effektív UV: 5
 - UV-A, UV-B: 1
 - Teljes ózontartalom: 1
 - AOD: 1



Tervek

- A jövőbeni terv:
 - Globálsugárzás: 60-70
 - Sugárzási egyenleg: 45
 - Direkt és diffúz sugárzás: 5
 - Biológiailag effektív UV: 20
 - UV-A, UV-B: 5
 - Teljes ózontartalom: 1
 - AOD: 5



DIMOP_PLUSZ-2.3.1-23-2023-00001

- Telepített adatgyűjtő rendszereket alkalmazó környezeti monitoring rendszer, valamint klímavédelmi adattár és ráépülő szolgáltatási környezet kialakítása
 - Múltbéli és új mérőhálózati adatok integrálása
 - HungaroMet referenciahálózat bővítése (kb. 130 új állomás)
 - Korszerű adatbázisok és IT rendszerek kialakítása
 - Archív meteorológiai adatok digitalizálása
 - Nyilvános API-alapú hozzáférés biztosítása



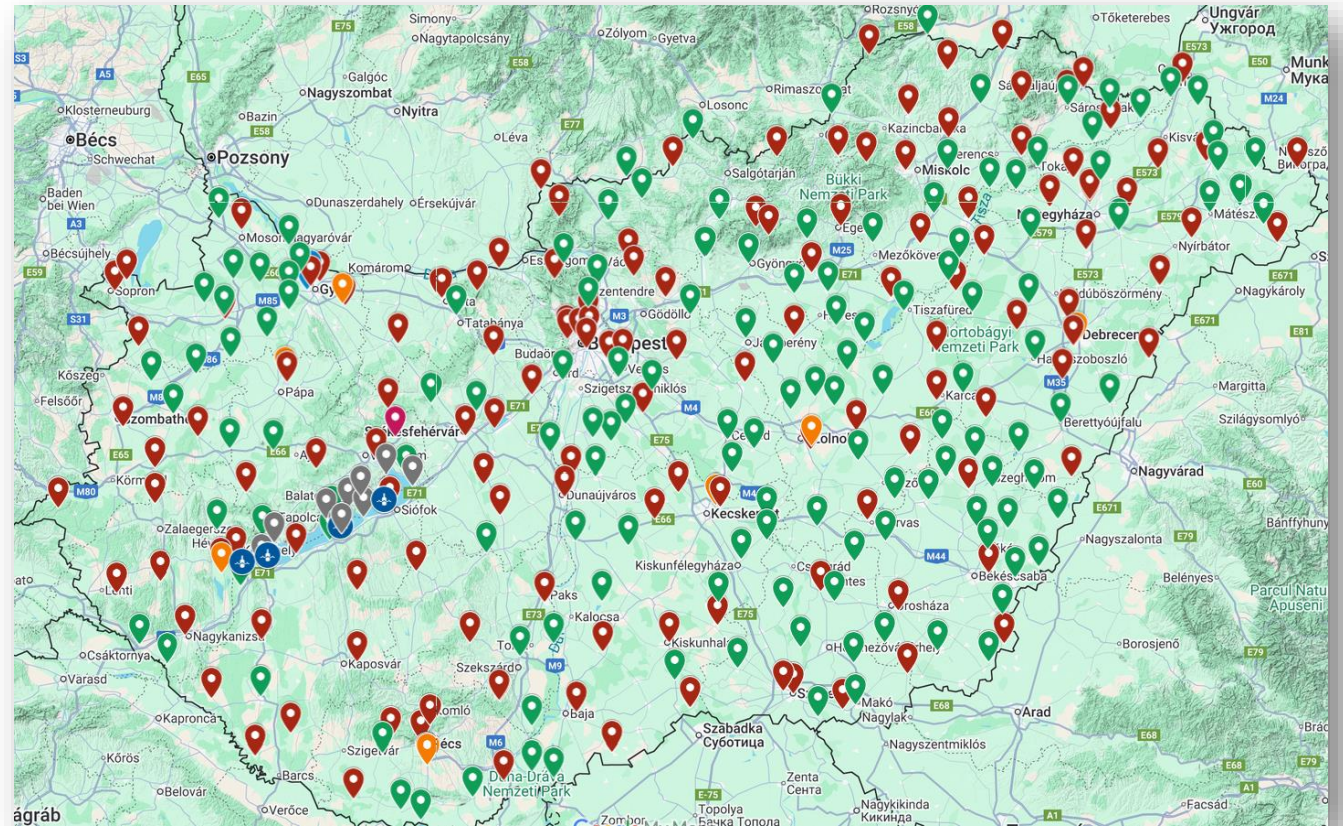
DIMOP_PLUSZ-2.3.1-23-2023-00001

- Cél:
 - Klímaváltozáshoz való alkalmazkodást segítő nyilvános portál
 - Egyszerű és gyors adathozzáférés biztosítása
- Innováció:
 - BIG DATA alapú elemzések támogatása
 - Nem akkreditált mérőeszközök adatainak feldolgozása (1500 db PWS)
 - Új adatszűrési algoritmusok és szoftverfejlesztések
- Hatás:
 - Adatok széleskörű elérhetősége
 - Klímaváltozás hatásainak folyamatos monitorozása



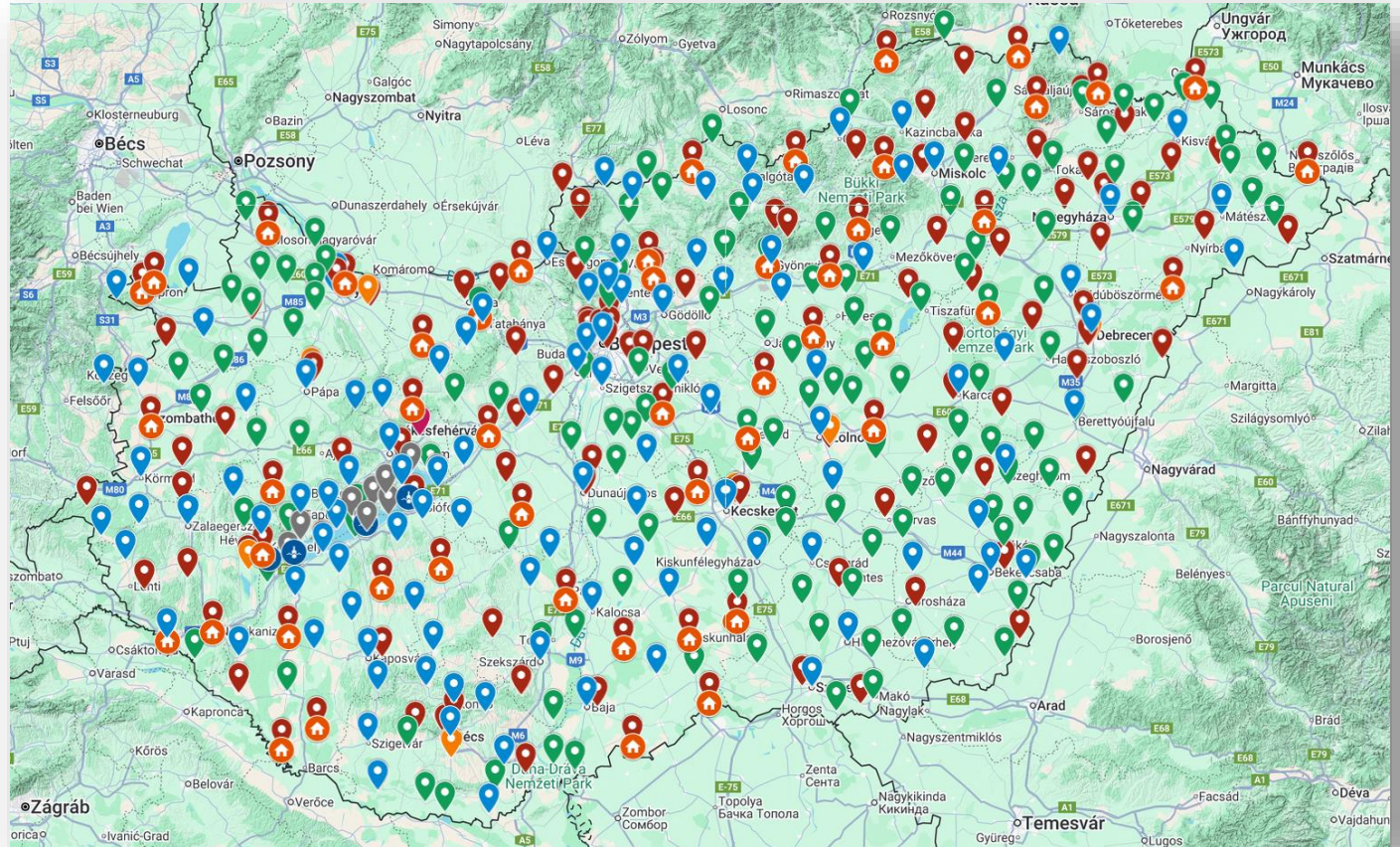
DIMOP_PLUSZ-2.3.1-23-2023-00001

- Jelenlegi mérőhálózat állomásai (HungaroMet és Vízügy) lefedik az országot, de sűrítésre és korszerűsítésre van szükség
- 120+ állomás országszerte
- Egyenetlen lefedettség
- Nem mindenhol biztosított a „referencia minőség”



DIMOP_PLUSZ-2.3.1-23-2023-00001

- Meghatározott kritériumok alapján kijelölt mérőhelyek
- Felújítandó állomások
+ új állomáshelyszínek
- Lefedettség: városok, ipari régiók,
kulcsfontosságú térségek
- Hosszútávú, megbízható mérési
infrastruktúra



Köszönöm a figyelmet!

MTA

