

Napsugárzás mérések az Országos Meteorológiai Szolgálatnál

Fekete Dénes

Országos Meteorológiai Szolgálat

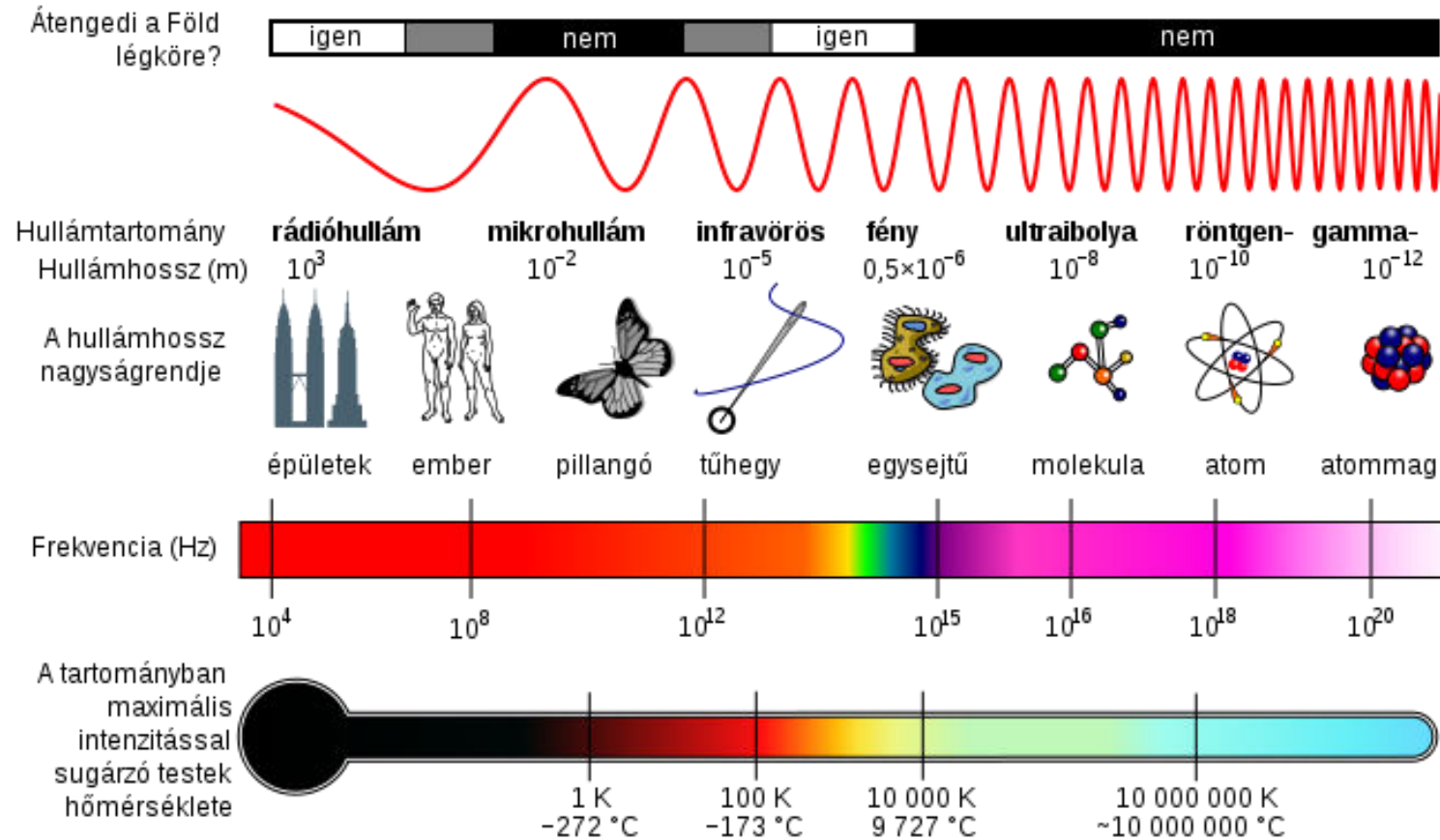
Megfigyelési Főosztály

Távérzékelési Osztály

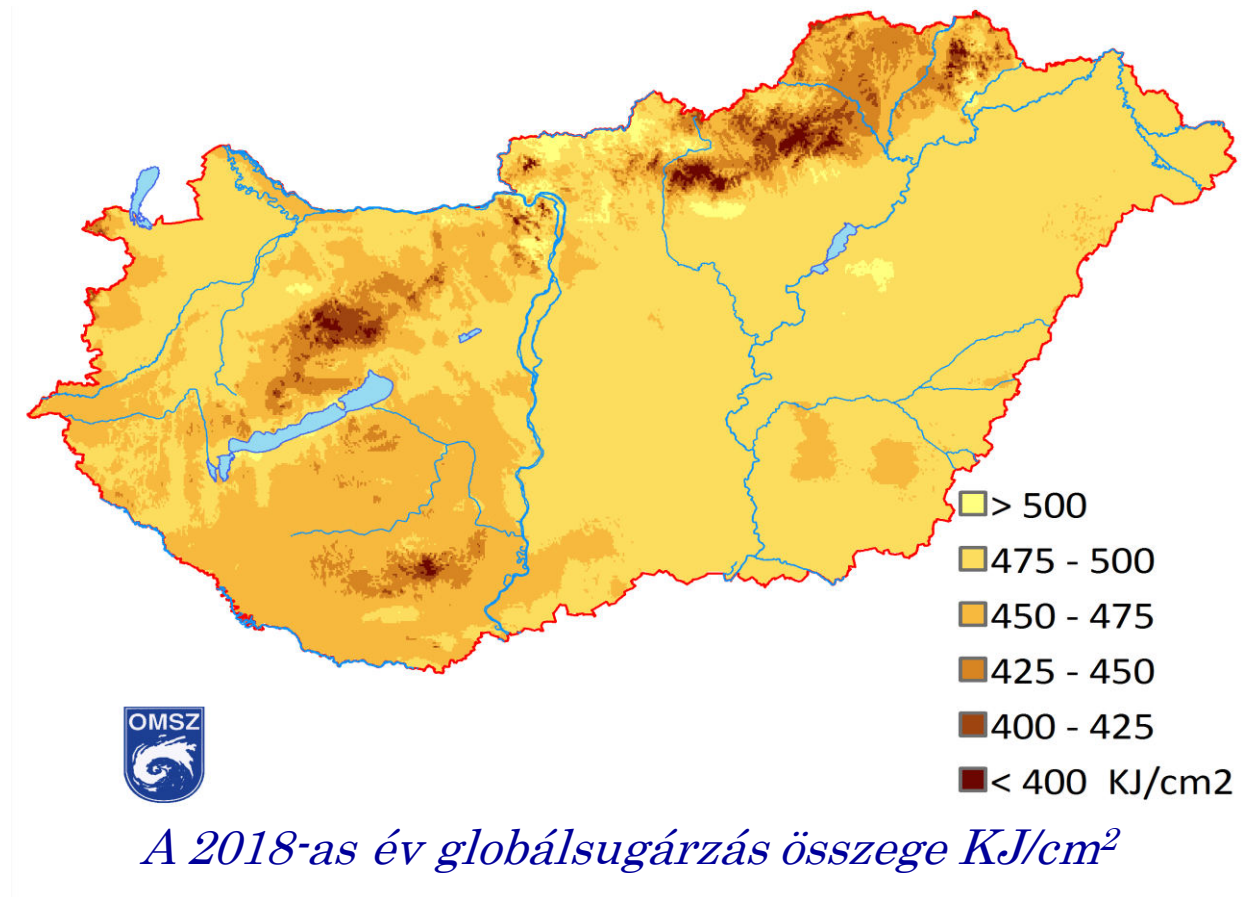


Alapítva: 1870

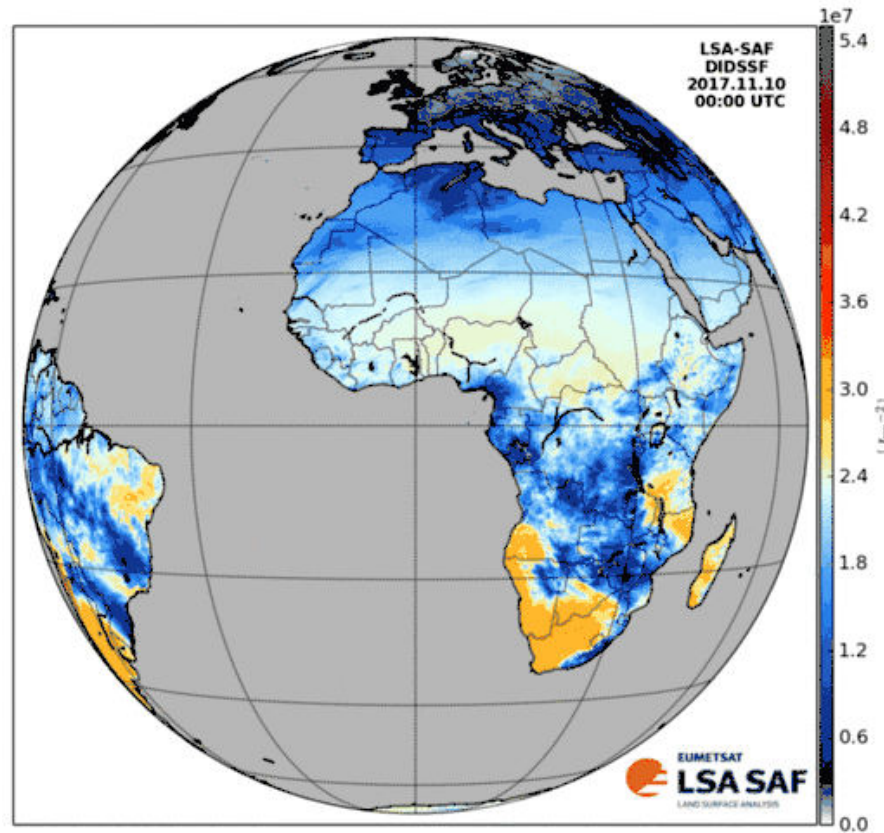
- Az elektromágneses sugárzások:



- A Föld-légkör rendszer energia átalakulásának térben és időben történő változásának tanulmányozása.



- A műholdas sugárzás mérések és algoritmusok ellenőrzése.



- A légköri összetevők (pl.: aeroszol, ózon, vízgőz) tulajdonságainak és eloszlásának elemzése.
- A beérkező, a kibocsátott és a nettó sugárzás eloszlásának és változásainak tanulmányozása.
- A biológiai, orvosi, mezőgazdasági, építészeti és ipari sugárzási igények kielégítése.





A hazai napsugárzásmérés rövid története

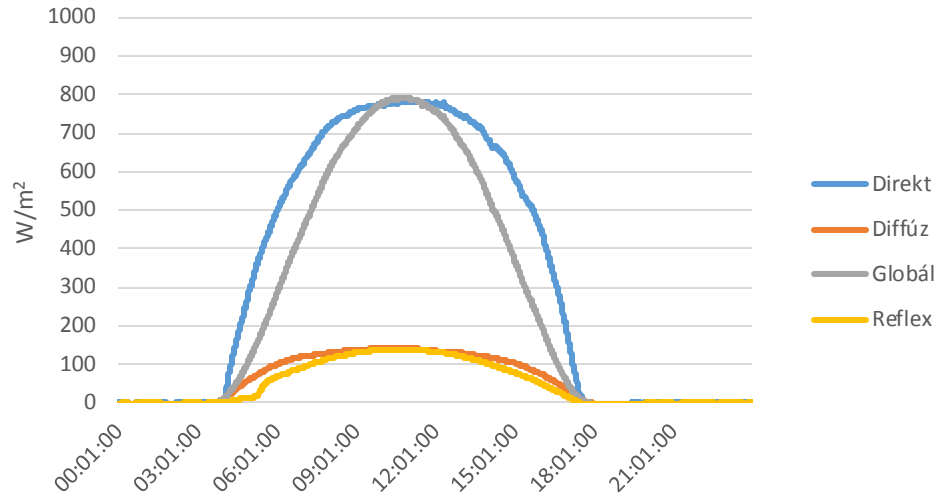
- A rendszeres napsugárzás (globál sugárzás) mérések kezdete: 1936, Budapest (a II. világháború pár hónapjának kivételével a mérések napjainkig Budapesten folyamatosak)
- 1937-1944 közötti időszakban Budapesten kívül néhány további mérőhelyen is folytak mérések, alapvetően a napsugárzás egészségügyi hatásainak feltárása céljából.
- 1945-1957 között mérések csupán Budapesten folytak.
- 1957-ben a Nemzetközi Geofizikai Évhez kapcsolódóan további 8 mérőállomáson kezdődtek meg a mérések.

- A légoszlopban található teljes ózontartalom mérések 1969-ben kezdődtek egy ún. Dobson-spektrofotométer segítségével.
- A Budapest-Lőrinc állomás 1978 óta a WMO VI. Régiójának egyik sugárzási központjaként működik.
- 1993-ban az OMSZ megkezdte a felszíni mérőhálózatának automatizálását, melynek eredményeképpen a mérőhálózat folyamatosan bővült, jelenleg 41 helyen mérjük a globálsugárzást.
- Az UV-B sugárzások mérésének kezdete: 1994

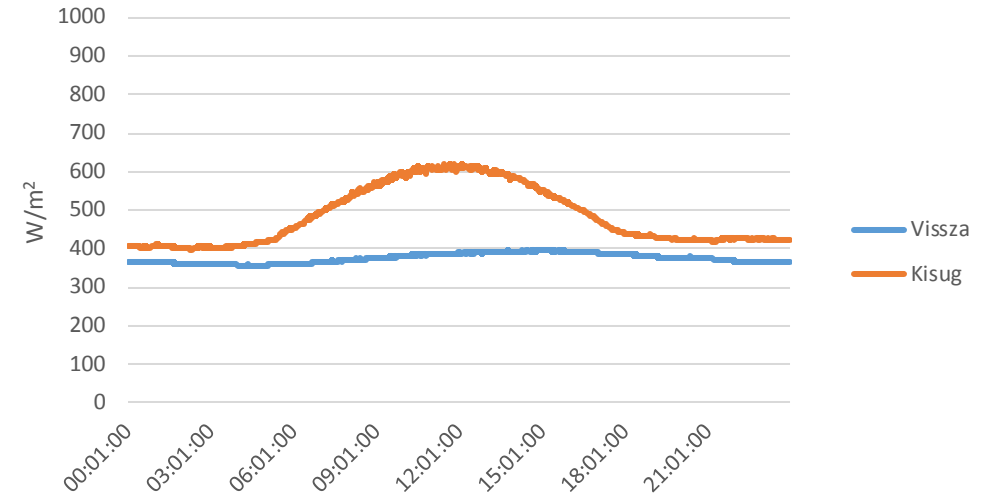
L
É
C
K
Ö
R

A légköri sugárzásmérés klasszikus komponensei

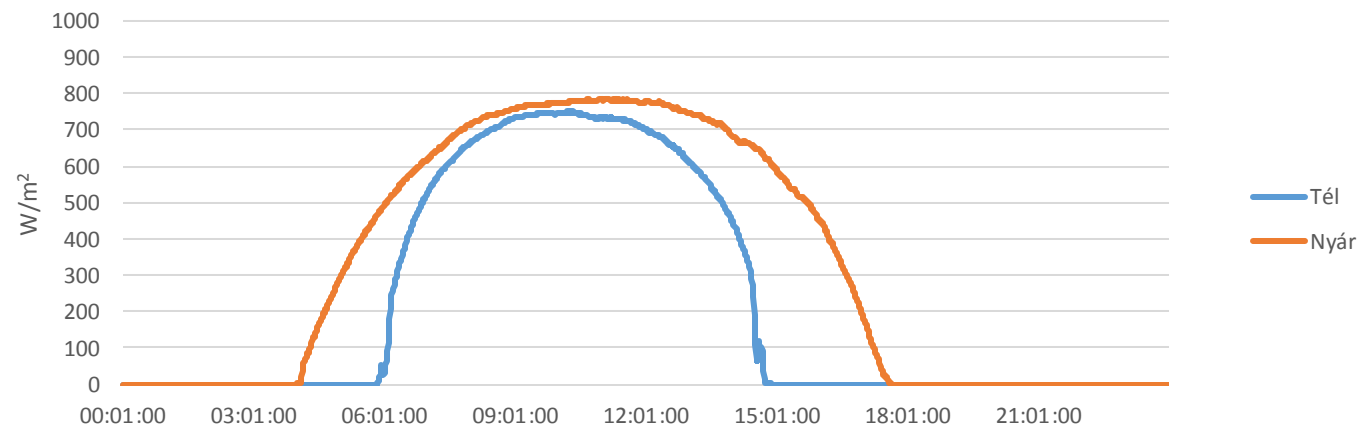
A rövidhullámú sugárzási paraméterek napi menete egy tiszta nyári napon (2018.08.22)



A hosszúhullámú sugárzási paraméterek napi menete egy tiszta nyári napon (2018.08.22)

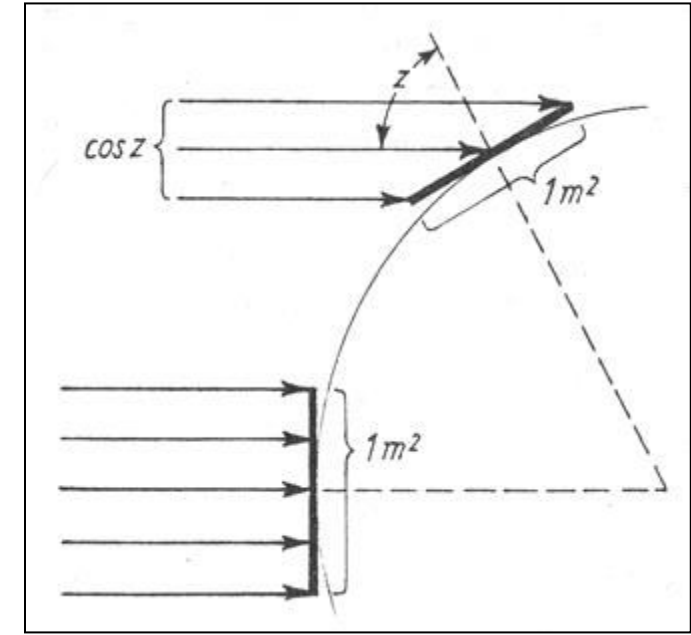
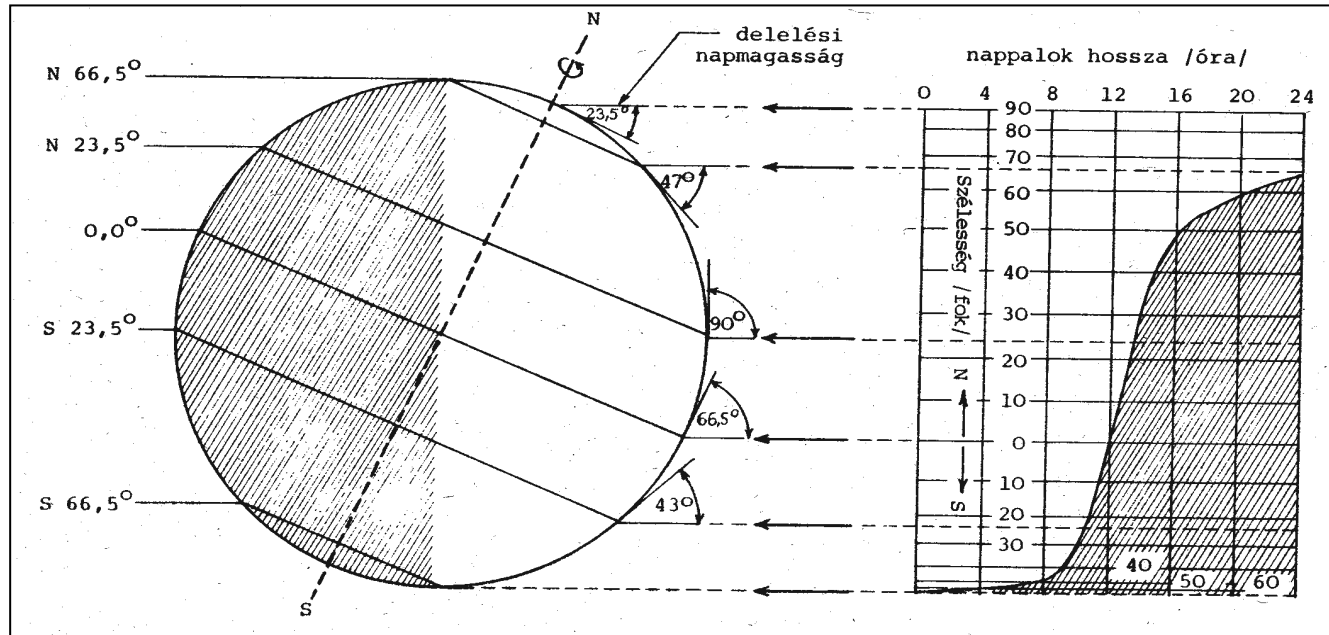


A direkt sugárzás napi menete egy derült téli és nyári napon



A földfelszínre érő napsugárzási energia nagyságát meghatározó tényezők

- A Nap-Föld kölcsönös helyzete ($\pm 3,5\%$)
- A légkör sugárzás átbocsátó képessége (a levegő szennyezettsége, páratartalom, borultság)
- Földrajzi szélesség
- A Föld forgástengelye $66,5$ fokot, az Egyenlítő $23,5$ fokot zár be a keringés síkjával
- Egy év folyamán egy adott földrajzi szélességen változik a Nap deleléséhez tartozó beesési szög és a nappalok hossza.



- Működési elv: termoelektromos jelenség
- Két különböző fémet összeforrasztva, a forrasztási pontokat eltérő hőmérsékleten tartva a pontok között elektromos potenciálkülönbség (feszültség) jön létre, ami töltésáramot, vagyis elektromos áramot indít el, melynek nagysága függ:
 - A két fém anyagi minőségétől
 - A forrasztási pontok hőmérséklet különbségétől – a hideg, vagy referencia és a meleg pont között
 - Általában függ a referencia pont hőmérsékletétől
- A napsugárzás mérőkben használt termoelemek szinte kizárólag réz-konstantán (55% Cu, 45% Ni) párok

Pirheliométerek

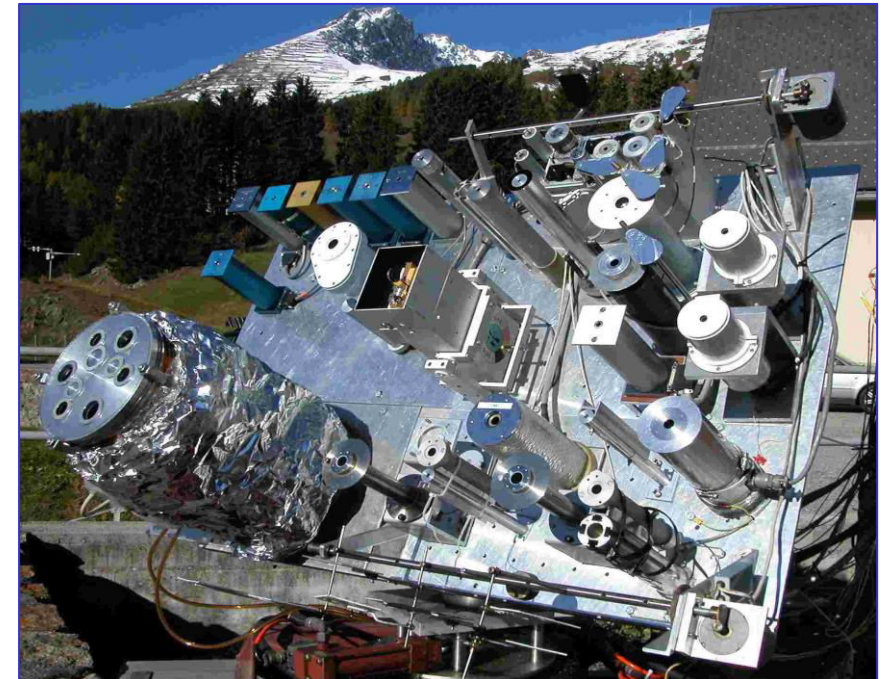
- A direkt, vagyis a napkorong irányából érkező sugárzási áramsűrűség mérésére szolgál.
- Az első működő pirheliométert a svéd Knut Angström készítette 1896-ban.
- A folyamatos méréshez ajánlott automatikus napkövető berendezésre szerelni.



- Abszolút pirheliometria: a legnagyobb pontossággal mérő eszközök tervezése, készítése (biztosítják a többi fizikai energiaméréssel történő összhangot – nem támaszkodik standard sugárforrásra). Legnagyobb mérési pontosság.
- Összehasonlító pirheliometria: pirheliométerek kalibrálása, a kalibrálás során fellépő zavarok kiküszöbölése.
- Operatív pirheliometria: operatív mérések végrehajtása.

Az abszolút pirheliométerek kitüntetett szerepe a napsugárzás mérések területén:

- Nemzetközi Sugárzási Etalon (WSG)
- Nemzetközi Sugárzási Skála (WRR)



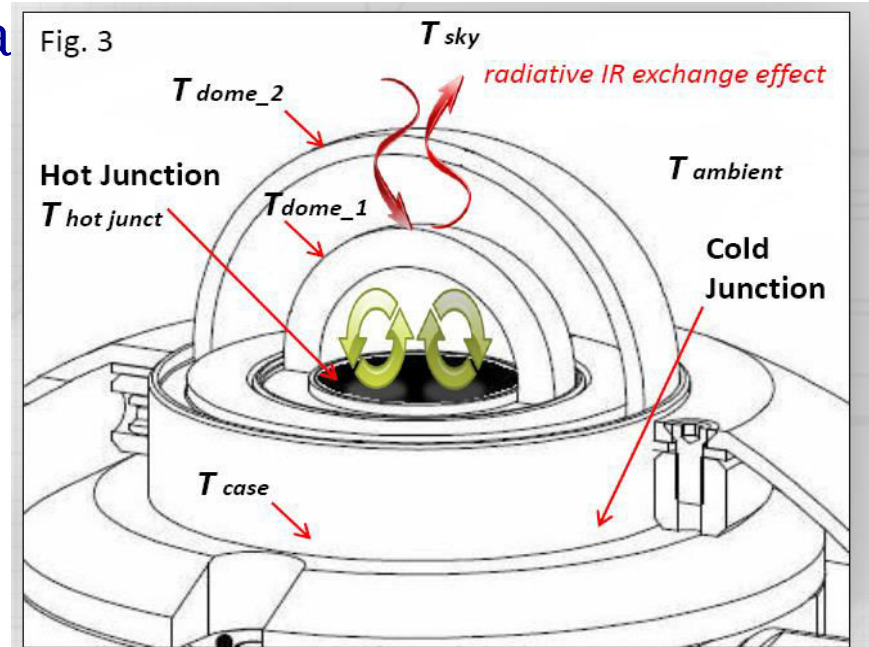


Piranométerek

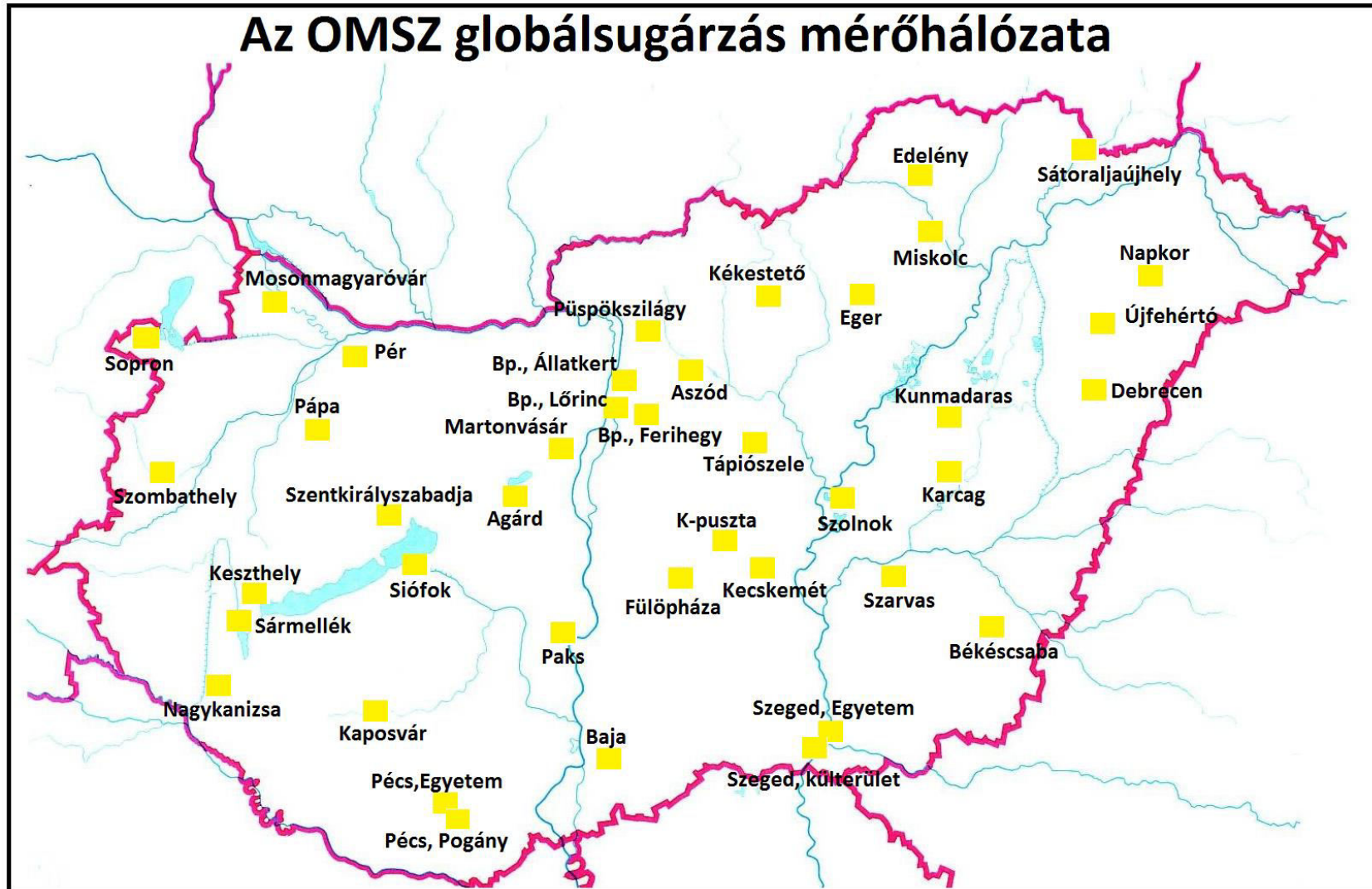
- A rövidhullámú sugárzás mérésére szolgáló műszer
- Az első piranométert Charles Greeley Abbot készítette 1916-ban.



- Üvegbúra szerepe:
 - befókuszálja a sugarakat az érzékelőre
 - védelem a szennyeződésektől és a nedvességtől
- Működési elv:
 - sugárzás hatására hőmérséklet-különbség alakul ki a műszertest, az érzékelő lemez és az üvegbúra között. Ennek hatására elektromos áram indul, melynek intenzitása szoros kapcsolatban van a sugárzás intenzitásával.



- Globálsugárzás mérés: jelenleg 41 állomáson



- Kalibrálás:
 - 3 évente
 - Párhuzamos mérésekkel



Pirgeométerek

- A valamely féltérből érkező hosszúhullámú, hőmérsékleti sugárzás mérésére szolgáló műszer.



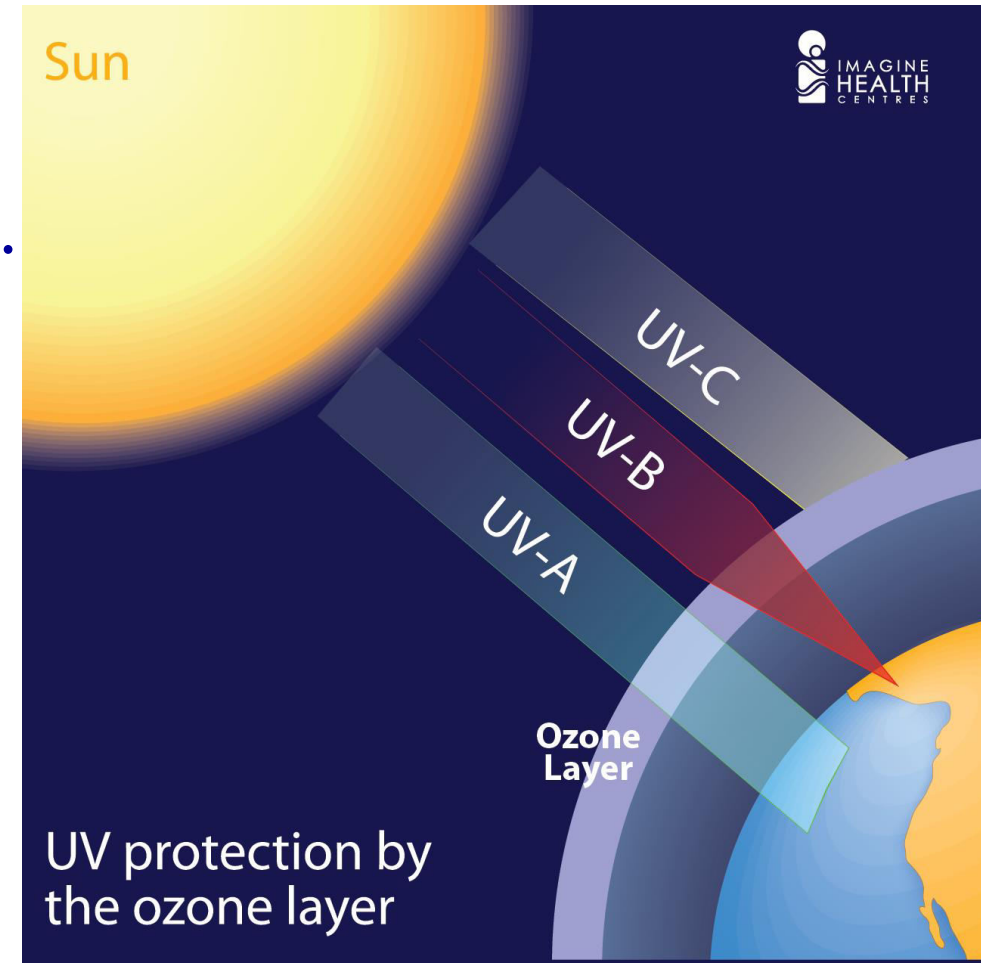
- Diffúz sugárzás:
 - A Nap térszögéből érkező direkt sugárzást egy a Nap égi járását követő szerkezet takarja ki az érzékelő elől, így arra csak szórt sugárzás jut.



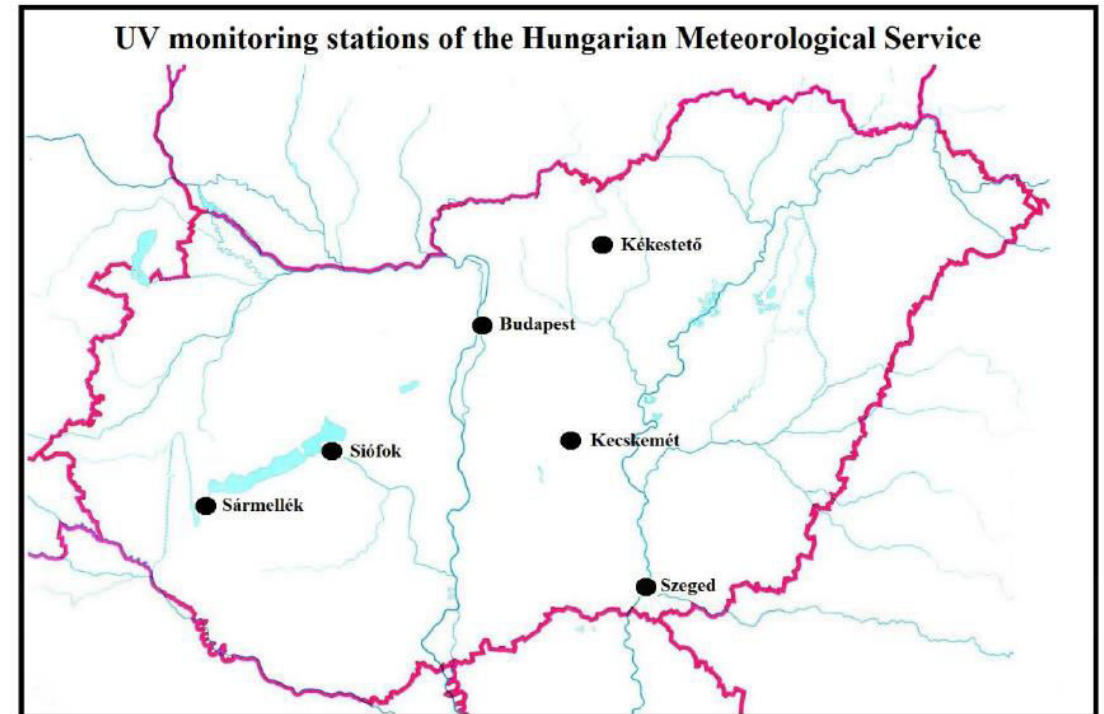
- Reflex sugárzás:
 - Lefelé fordított piranométerrel mérhető a felszín által visszavert rövidhullámú sugárzás.



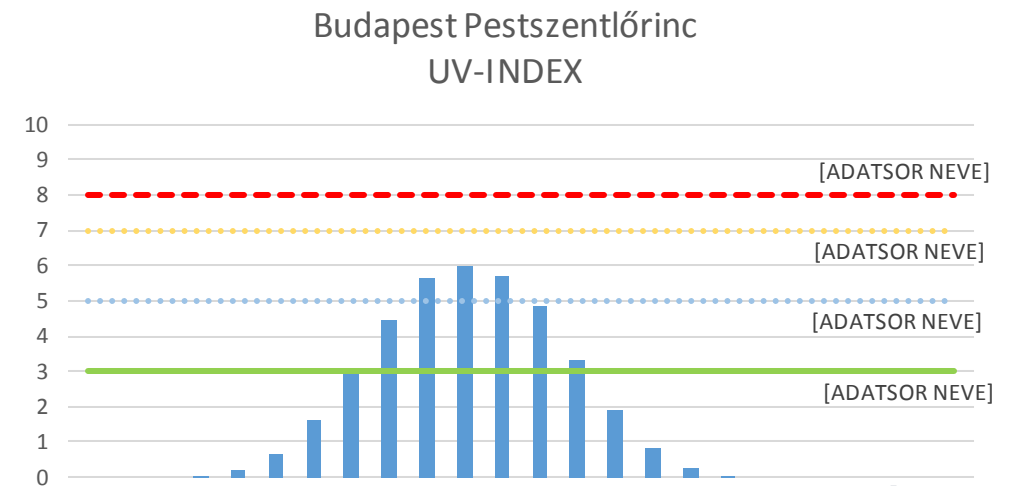
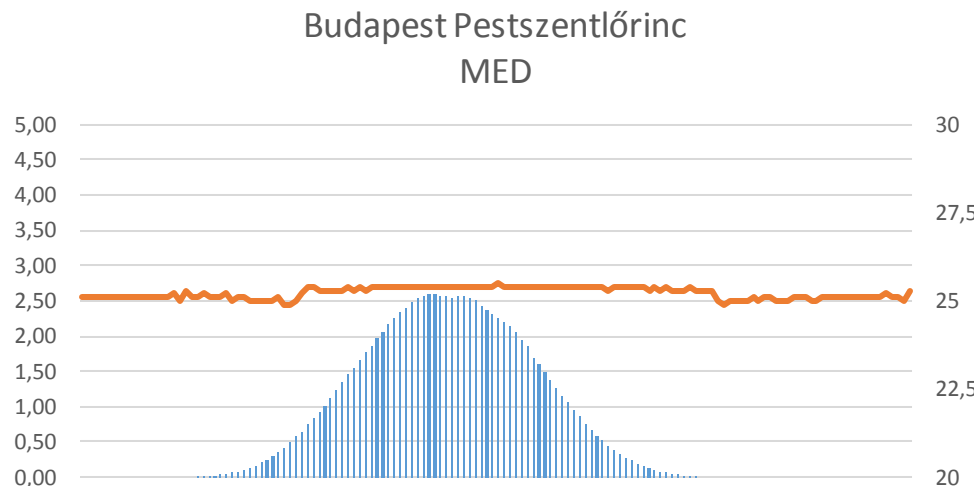
- UV-A (320-380 nm), UV-B (280-320 nm), UV-C (50-280 nm)
- A Nap összes sugárzásának közelítőleg 2%-át bocsájtja ki az UV-tartományban.
- Az emberi bőr 300 nm körül a legérzékenyebb az UV sugárzásra. Ez az érzékenység azonban olyan erősen csökken, hogy 330 nm-en már csak 1 ezrede a 300 nm-nek. Ezért van kitüntetett szerepe az UV-B sugárzásnak.



- Broad-band UV-Biométer
- Mérési sáv: 280-400 nm
- 6 mérési helyszín
- Mérési elv: a foszforréteg a beérkező fotonok hatására látható fényt bocsát ki.



- A biológiailag effektív UV dózist méri.
- MED: Minimális Erythema Dózis, a bőrre hatékony UV sugárzás praktikus mértékegysége, az UV sugárzás bőrkárosító hatását lehet vele mérni. 1 MED/óra: ha az éppen mért UV irradiancia 1 óra alatt okoz bőrpírt.
- UV index: a MED értékéből származtatható, a lakosság tájékoztatására szolgál. Magyarországon 0-tól 10-ig terjedhet, de a 10-es már nagyon extrém esetnek minősül.



- UV sugárzás előrejelzése:
 - UV-szezon: május 1 és szeptember 30 között;
 - a másnapra várható maximális erősséget számoljuk;
 - figyelembe vett tényezők:
 - felhőzet,
 - ózontartalom,
 - sugárzásátbocsátás;
 - 7,5-ös várható érték felett figyelmeztetés kiadása.

Országos UV Index előrejelzés »

2018. május 18. péntek

Nincs érvényben UV sugárzás figyelmeztetés.

Maximum:

6.3 - erős



Bőrleégési idő:
20 - 30 perc

Minimum:

0.9 - gyenge



Bőrleégési idő:
>120 perc

Átlag:

4.7 - mérsékelt



Bőrleégési idő:
30 - 45 perc

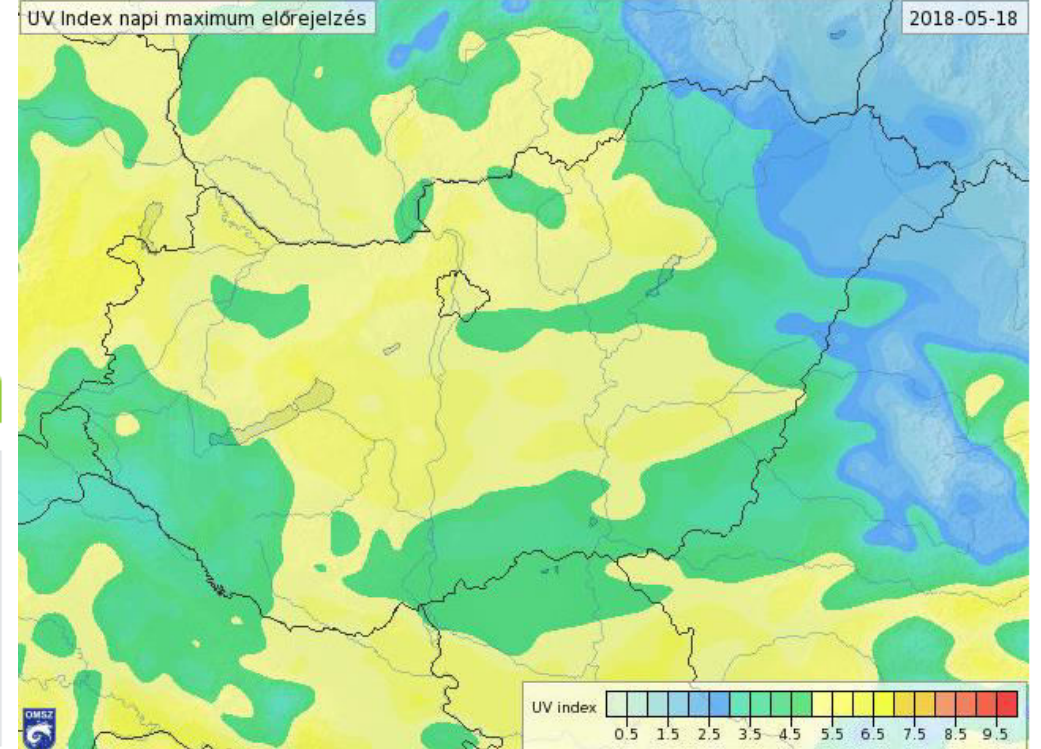
Térképes előrejelzés »

csütörtök

péntek

UV Index napi maximum előrejelzés

2018-05-18



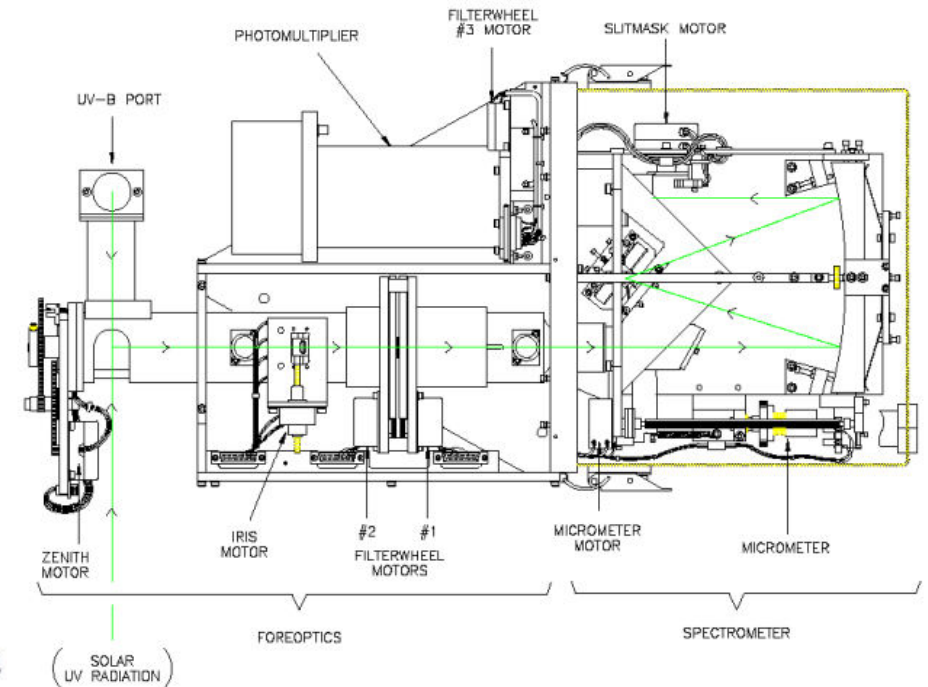
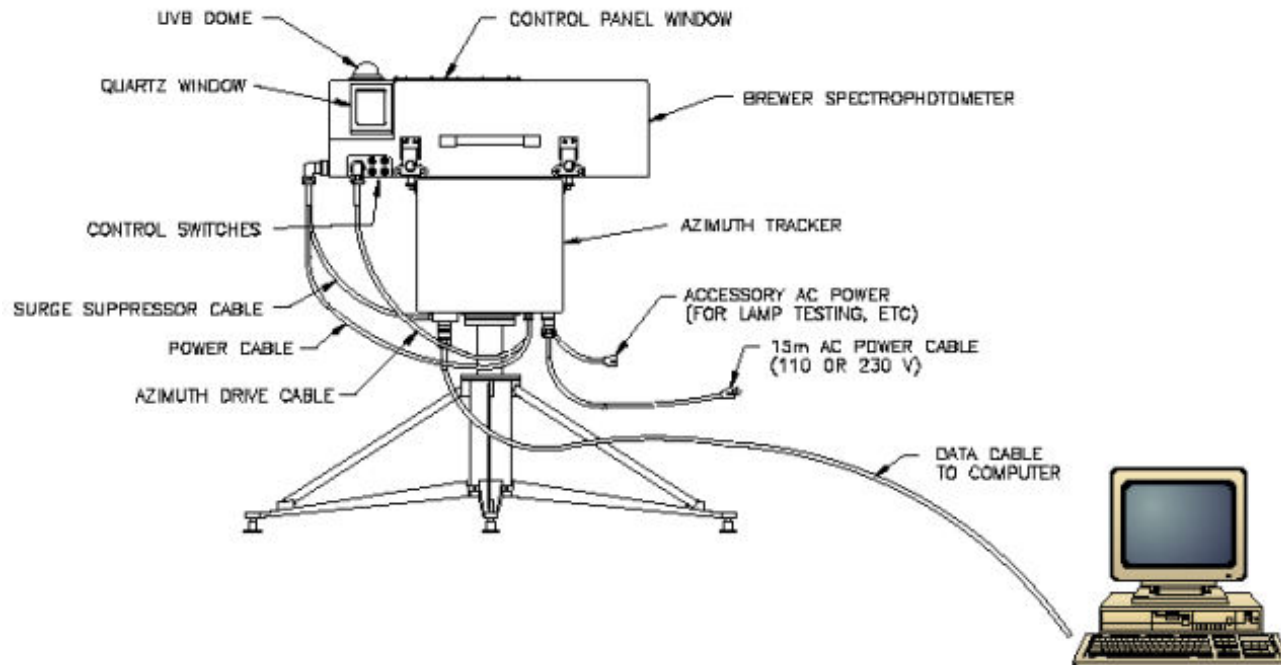
- Napspektrofotometria: nagyfelbontású spektrális napsugárzás mérés, melynek eredményeként megkapjuk az egyes hullámhosszokon mérhető sugárzás intenzitását.
- Miért hasznos?
 - Spektrális mérésekkel meghatározható a légkörben található egyes komponensek (ózon, kén-dioxid, vízgőz stb.) mennyisége. Ehhez csak azt kell tudni, hogy az adott komponens melyik hullámhosszon nyeli el a sugárzást.
- Eszközök:
 - Brewer spektrofotométer (múlt és jelen)
 - SolarSIM spektrofotométer (a jövő...)

- Brewer spektrofotométer:
 - 1998 óta üzemel, világszerte kb. 250 darab



- Működés:

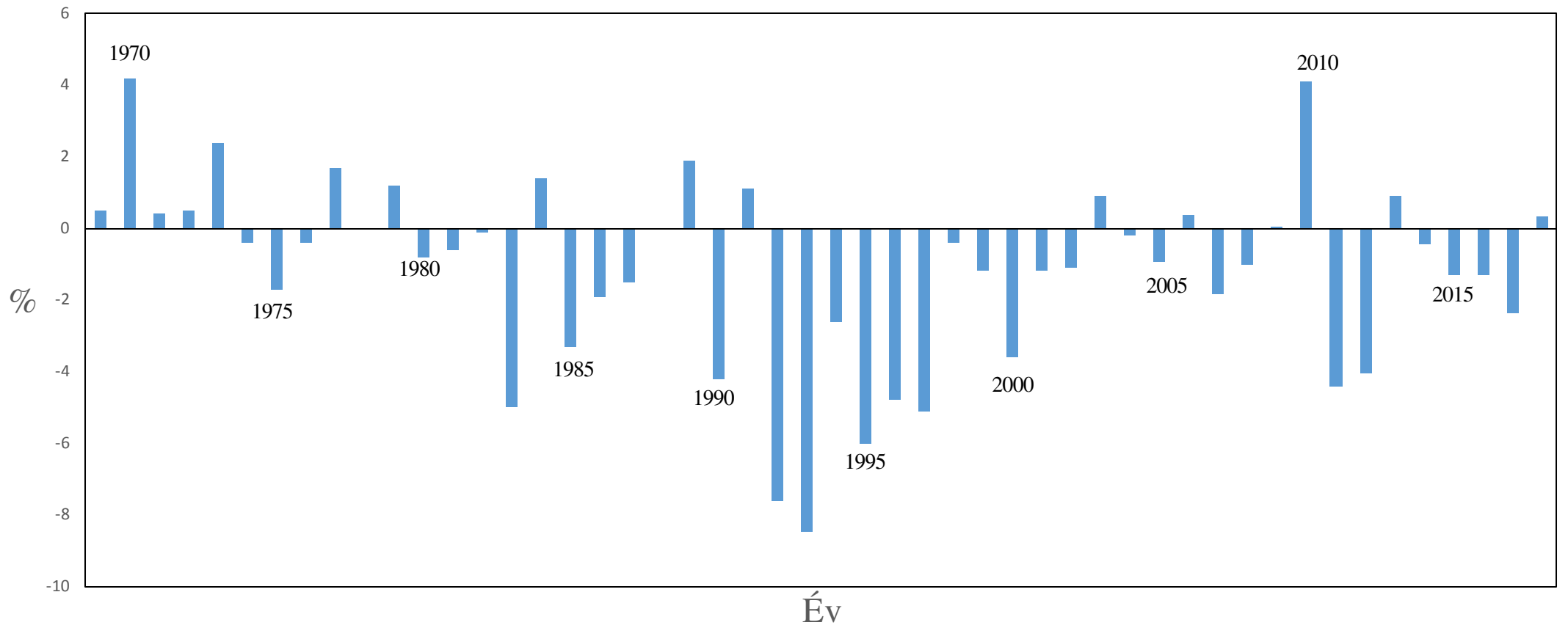
- Monokromátor: megfelelő hullámhosszra történő szűrés.
- Fotoelektron sokszorozó: megfelelően magas jel-zaj arány előállítása.
- A napfény az ózon- és a kén-dioxid tartalom mérésekor a ferde kvarc ablakon jut be a műszerbe, UV spektrum szkennelés esetén pedig az UV-B dómon keresztül.
- Azimuth-tracker: napkövetés biztosítása.



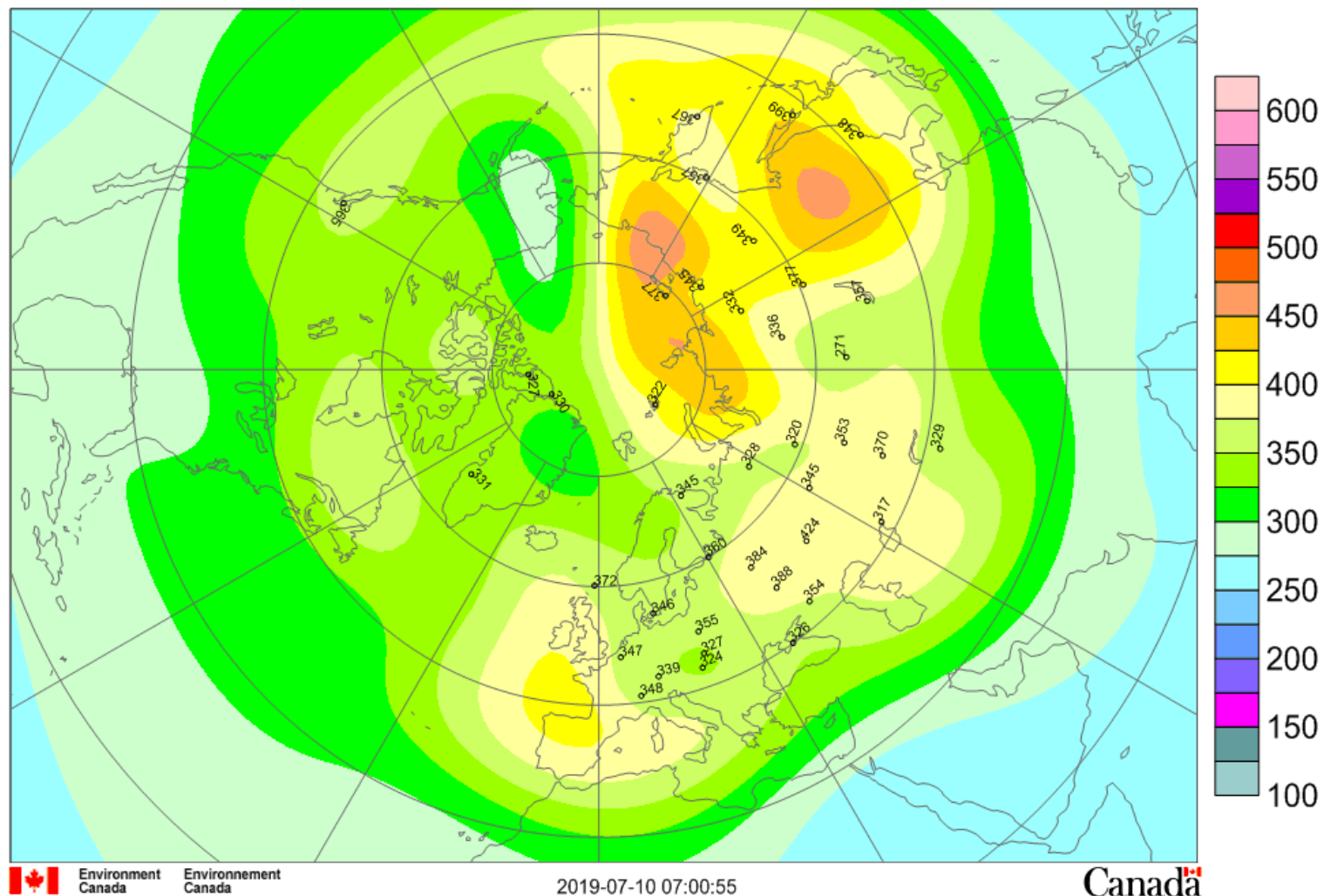
- Mérési program:
 - Nagyfelbontású (0,5 nm) UV spektrumok → UV sugárzás mérésben a legpontosabb eszköz.
 - Légoszlopnyi teljes ózon- és kén-dioxid tartalom.
 - Aeroszol optikai mélység: egy légoszlop össz-aeroszol-tartalmára jellemző fizikai mennyiség.
- Kalibrálás:
 - 2 évente, nemzetközi kalibráció
- Felhasználás:
 - UV sugárzás mérők kalibrálása
 - UV sugárzás előrejelzéshez ózon adat



A teljes ózontartalom spektrofotométeres mérésekből számított éves átlagainak százalékos eltérése a sokéves átlagtól Budapest fölött az 1969-2018 időszakra



Total ozone (DU) / Ozone total (UD), 2019/07/07



- SolarSIM:
 - CCD diódatömbös spektrofotométer, 2017 augusztusa óta tesztüzemben működik.

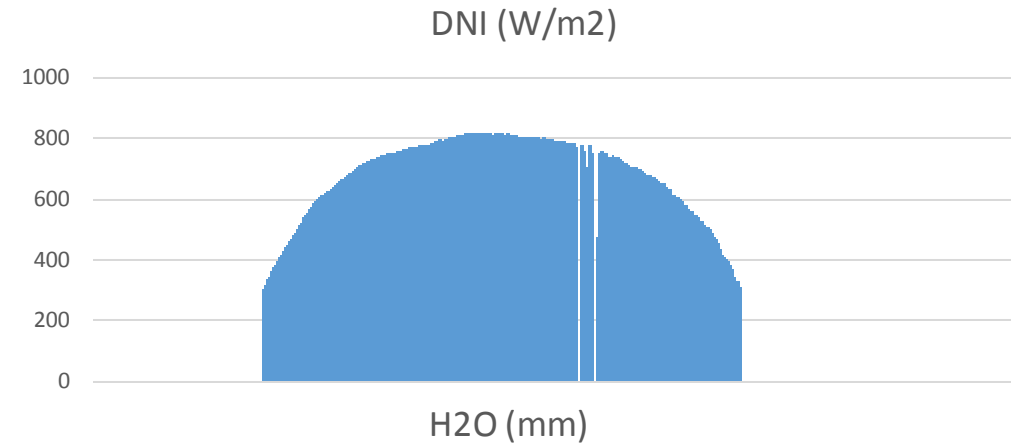
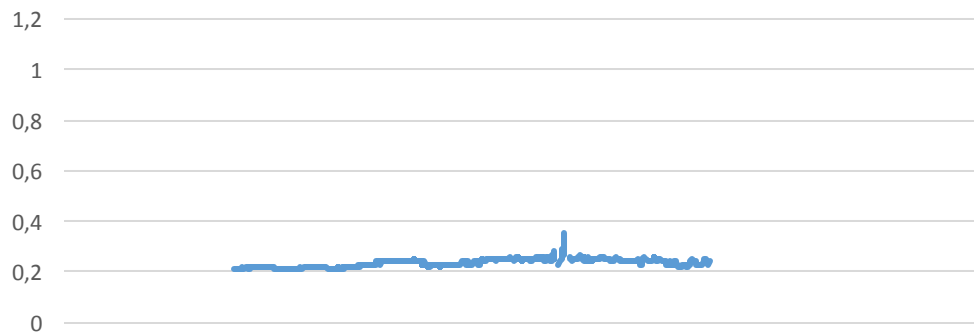
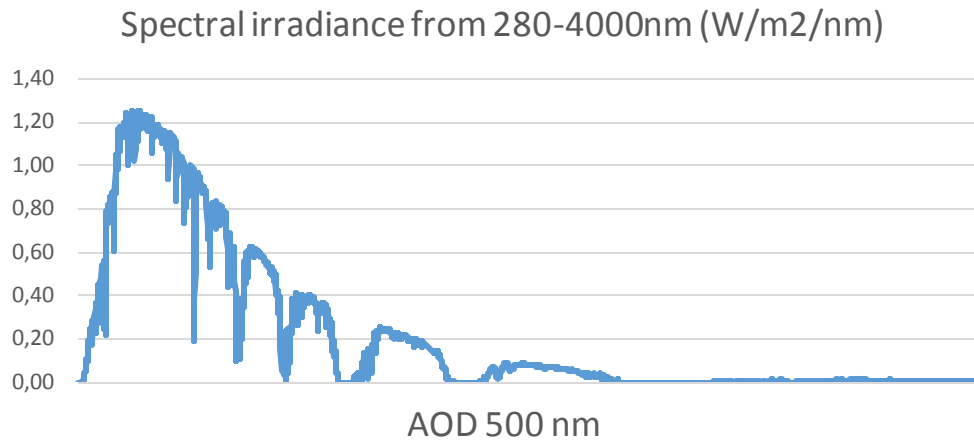


- Működés:
 - Napkövető berendezés segítségével folyamatosan követi a Nap látszólagos mozgását az égbolton, és 6 hullámhosszon percenkénti mintavételezéssel rögzíti a napsugárzásban bekövetkezett legkisebb változásokat.

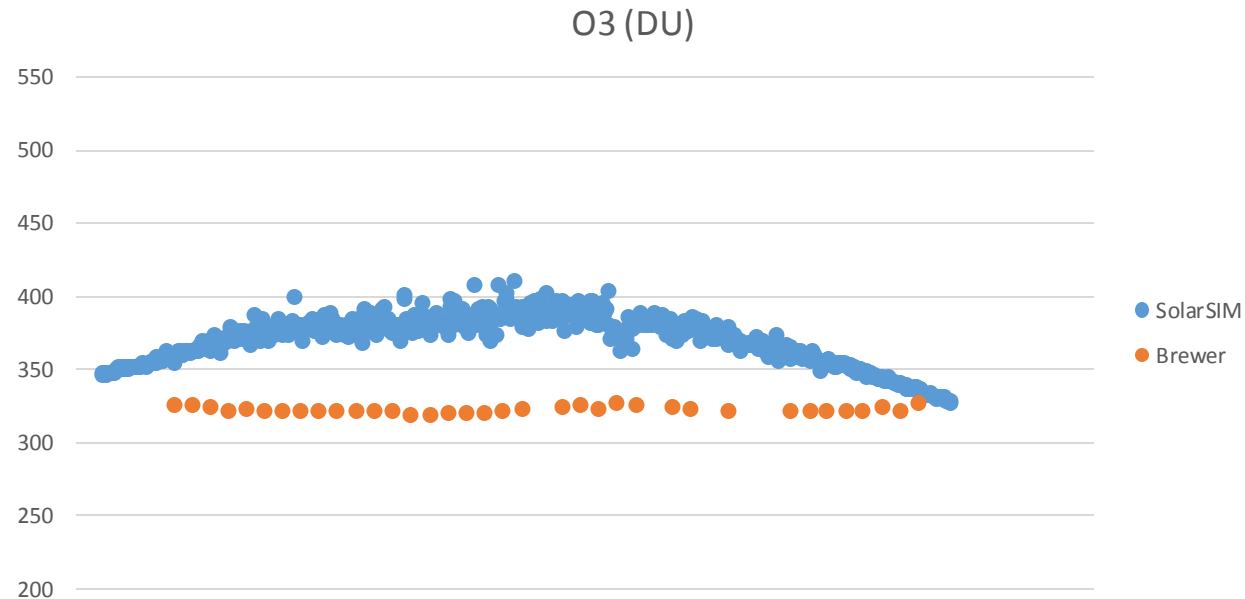


• Mérési Program:

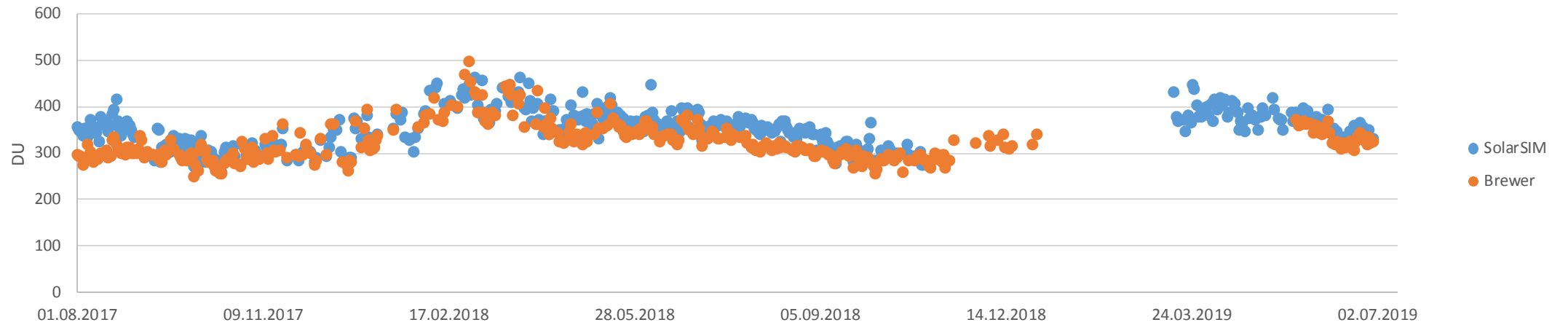
- A 6 hullámhosszon mért adatokból kiszámítja a teljes sugárzási spektrumot (280 és 4000 nm között) 1 nm-es felbontással
- Direkt sugárzás, aeroszol optikai mélység, vízgőz- és ózontartalom



- Miért „övé” a jövő?
 - Gyorsan mér, nagy spektrális felbontással rendelkezik, nincsenek mozgó alkatrészei, amik hibaforrásként növelnék a mérés bizonytalanságát.
 - DE: sok fejlesztést igényel még, mert pontossága jelenleg alatta van a hagyományos monokromátoros spektrofotométereknek.



Napi ózontlagok



Relatív hiba

