



Műholdas éghajlati adatsorok alkalmazása a napenergia hasznosításában

Putsay Mária, Dobi Ildikó, Kerényi Judit



Alapítva: 1870

Meteorológiai Tudományos Napok, MTA, 2015. november 20.





Vázlat

A napenergia közvetlen hasznosításának módjai és trendje

A szükséges meteorológiai információk jellege, szerepe

Műholdas éghajlati adatbázisok

EUMETSAT – Éghajlat Megfigyelési Munkacsoport

Egyéb európai alkalmazások napenergia felhasználóknak

Összefoglaló



Vázlat

A napenergia közvetlen hasznosításának módjai és trendje

A szükséges meteorológiai információk jellege, szerepe

Műholdas éghajlati adatbázisok

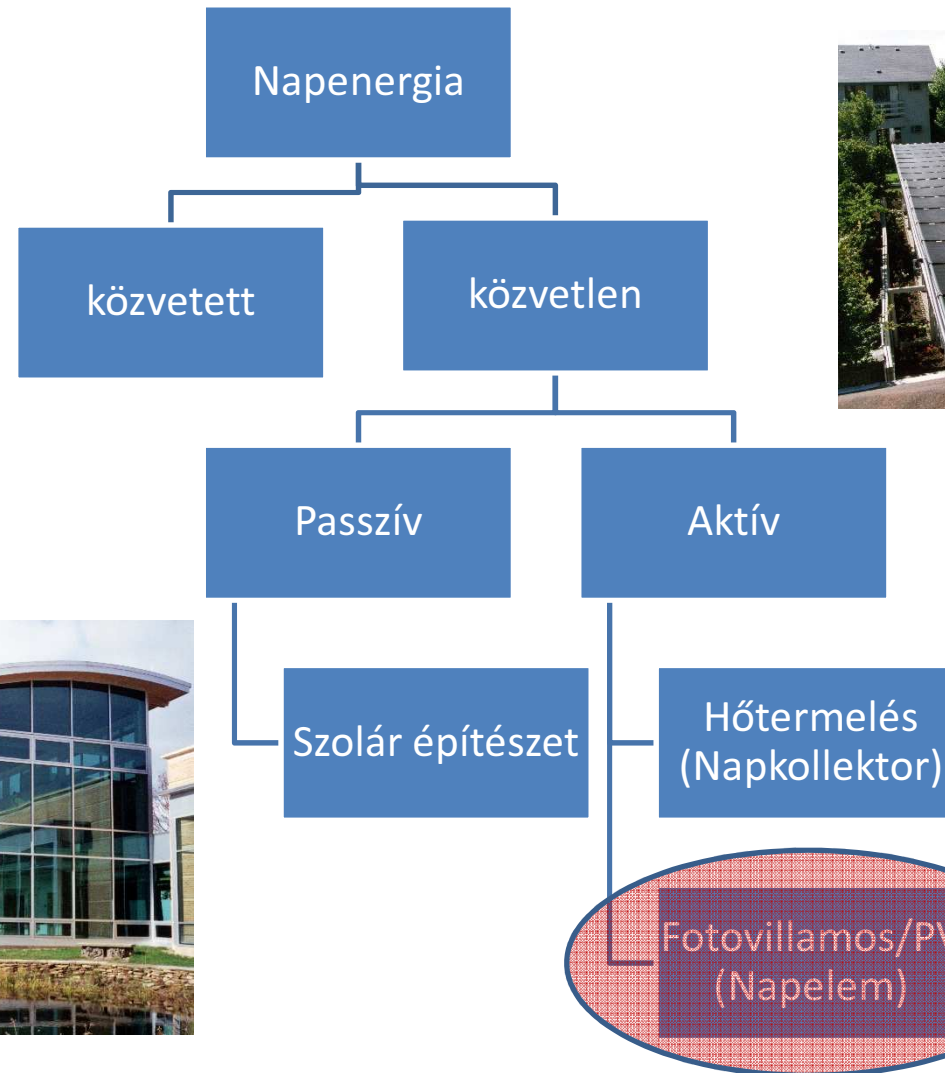
EUMETSAT – Éghajlat Megfigyelési Munkacsoport

Egyéb európai alkalmazások napenergia felhasználóknak

Összefoglaló



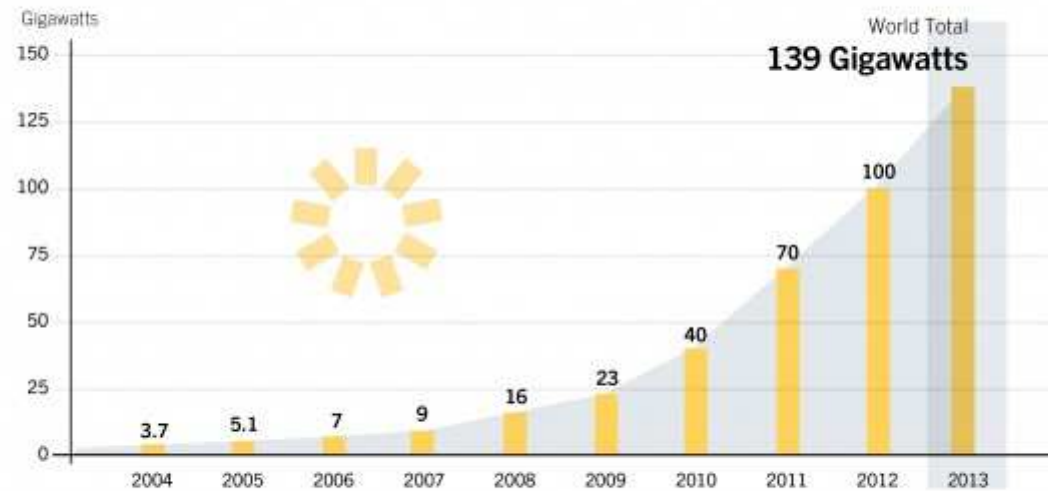
Napenergia közvetlen felhasználása





Milyen arányú a napenergia globális hasznosítása?

Solar PV Total Global Capacity, 2004–2013



REN21. 2014. *Renewables 2014 Global Status Report* (Paris: REN21 Secretariat).



- A napenergia **globális** felhasználása **exponenciálisan** növekszik
- 2015 végére PV: 200GW, a globális energiafelhasználás 1%-a
- 2050-re 16% körülire becslik
 - A **sugárzással kapcsolatos meteorológia információk** iránti kereslet várhatóan nőni fog



Vázlat

A napenergia közvetlen hasznosításának módjai és trendje

A szükséges meteorológiai információk jellege, szerepe

Műholdas éghajlati adatbázisok

EUMETSAT – Éghajlat Megfigyelési Munkacsoport

Egyéb európai alkalmazások napenergia felhasználóknak

Összefoglaló



Milyen meteorológiai (éghajlati) információkra van szüksége a felhasználónak?

Üzemeltetési fázis	Cél	Meteorológiai feladat
Előkészítő Fázis (helykiválasztás)	Az optimális hely kiválasztása a rendelkezésre álló adatok alapján.	éghajlati adatsorok, térképek (felszíni mérések, műhold, modell)
Tervezési Fázis	Technológia kiválasztása Mennyi energiát lehet majd előállítani?	Tipikus Meteorológiai Év
Tesztelési Fázis	Tesztelés, A tényleges éves energiatermelés becslése.	A következő időszakra: A napsugárzás előrejelzés
Operatív fázis	A hálózatba integrált rendszer üzemeltetése. A tényleges éves energiatermelés becslése.	

Folyamatos monitoring

Forrás: Solar Energy Forecasting and Resources Assessment Ed by Hjan Kleissl (2013) nyomán

A műholdadatok mindegyik fázisban szükségesek



Hosszú távú megfigyelés + előrejelzés

Napenergia felhasználása során igényelt meteorológiai paraméterek:

- direkt-, diffúz- és **globálsugárzás**
a földfelszínen vízszintes, vagy ferde felületen

Hogyan határozzuk meg?

- **Felszíni mérés** – pontos, de pontszerű
- **Műholdas mérés** – globális, területi átlag, azonos műszerrel, hosszú időn keresztül
 - Sugárzás **mérése** a légkör tetején
 - Sugárzás **származtatása** a felszínen (számítás eredménye)
- **Éghajlati/időjárás numerikus modell - számítás eredménye** – globális/regionális - grid hálózat

Felszíni
mérés

Műhold

Modell

Felszíni méréssel kalibrálják a műholdadatokból származtatott felszíni sugárzásokat

A felszíni és műholdadatokat felhasználják a numerikus időjárás és klíma **modellekben** – **asszimilálás, reanalízis, parametrizáció, verifikáció**



Vázlat

A napenergia közvetlen hasznosításának módjai és trendje

A szükséges meteorológiai információk jellege, szerepe

Műholdas éghajlati adatbázisok

EUMETSAT – Éghajlat Megfigyelési Munkacsoport

Egyéb európai alkalmazások napenergia felhasználóknak

Összefoglaló



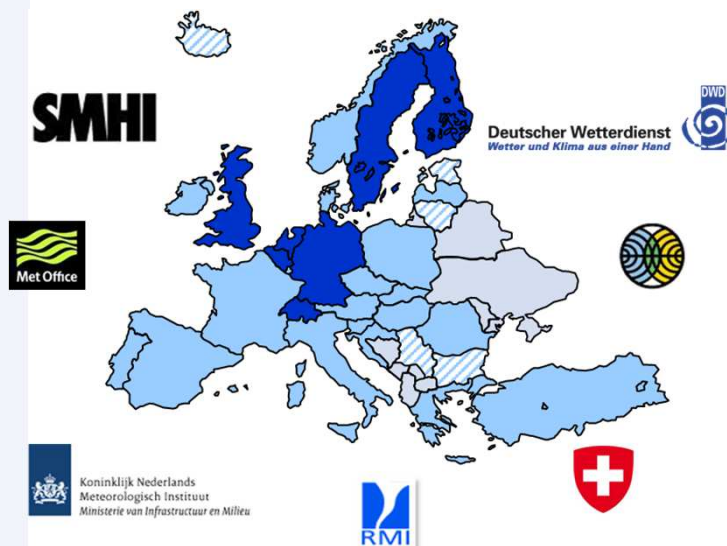
Műholdadatok éghajlati vizsgálatokhoz

Éghajlati monitoring célokra alkalmas európai műholdadatok
1981. január 1-től (> 30 év)

A műholdak ~30 éve biztosítanak jó minőségű megfigyeléseket a felhőzetről és sugárzási mezőről.

EUMETSAT - CM SAF

CM SAF (Satellite Application Facility on Climate Monitoring)
Éghajlat Megfigyelési Munkacsoport



Koordinátor: Németország (DWD)

Tagok: Finnország (FMI)

Svédország (SMHI)

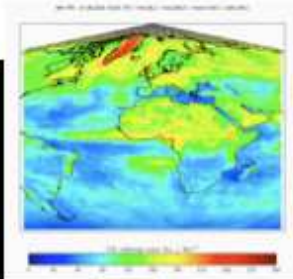
Belgium (RMIB)

Hollandia (KNMI)

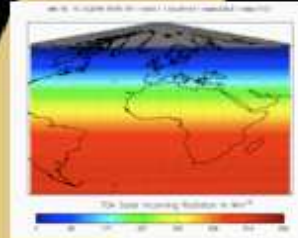
Anglia (UK MetOffice)

Svájc (Meteo Swiss)

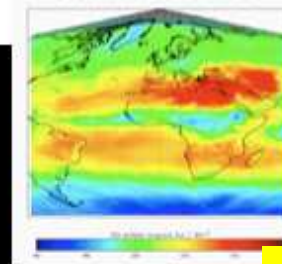
Légköri sugárzás átvitel komponensei



Beérkező napsugárzás :
100% 340 W/m²



Távozó hőszugárzás: 71%

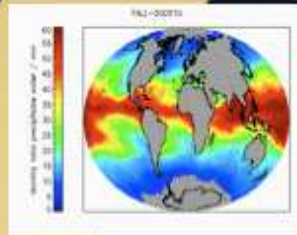


Felhők kibocsátása: 9%

Visszavert napsugárzás: 29%

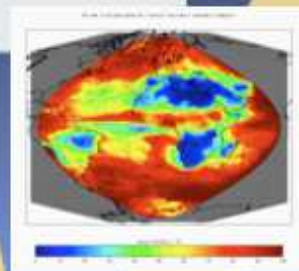
Légköri kibocsátás: 50%

Légkör és felhők visszaverése: 23%



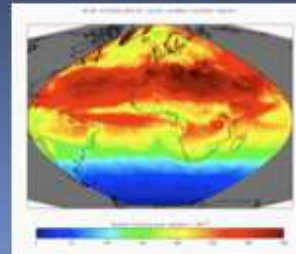
Légköri elnyelés: 23%

Légköri ablak: 12%



Felszín albedó: 7%

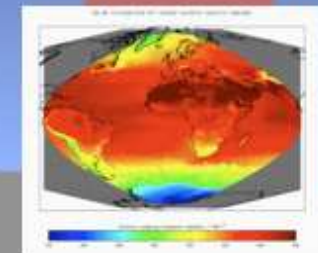
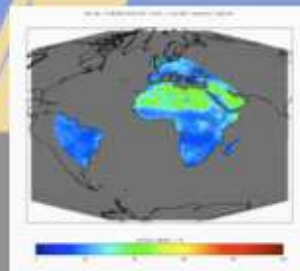
Konvekció: 5%



Visszasugárzás: 100%

Párolgás 25%

Felszín kisugárzása: 117%



greenhouse gases



Műholdas sugárzásmérés / származtatás

A műhold a légkör külső határán méri a sugárzást

A felszínre jutó sugárzást ebből **számolják**

Mitől függ?

Légkör tetejére érkező sugárzás (Napállandó, napföld távolság)

Nap magasság

Esetleges árnyék

Felhőzet és a felhőmentes légkör átbocsájtása

Felhők jellemzői (visszaverés, elnyelés, kibocsátás...)

Aeroszolok és molekulák szórása,

Aeroszolok és nyomgázok elnyelése, kibocsátás

(vízgőz, ózon és egyéb nyomgázok)

Felszín jellemzői (visszaverő képesség, elnyelés)

....

Méréstechnikai karakterisztikák - Csatornák adatai

(hullámhossz tartomány, érzékenységi görbe)

A műholdak a felhőzetre, felszínre, légköri vízgőzre, ózonra és egyéb nyomgázokra is szolgáltatnak adatokat



Származtatott mezők vs. éghajlati adatbázisok

OPERATÍV SZÁRMAZTATOTT MEZŐK

- Havonta közzéteszik
- Elsődleges automatikus kalibráció
- NEM HOMOGEN sorok!
- **NEM** ALKALMASAK éghajlati elemzésekhez

TEMATIKUS ÉGHAJLATI ADATBÁZISOK (TCDR)

- Kb. 2 év alatt készül el
- Minőségbiztosítás: homogenizálás
- **ÉGHAJLATI ELEMZÉSEKRE ALKALMAS**
pl. trend vizsgálatra

Különbség: adatminőség



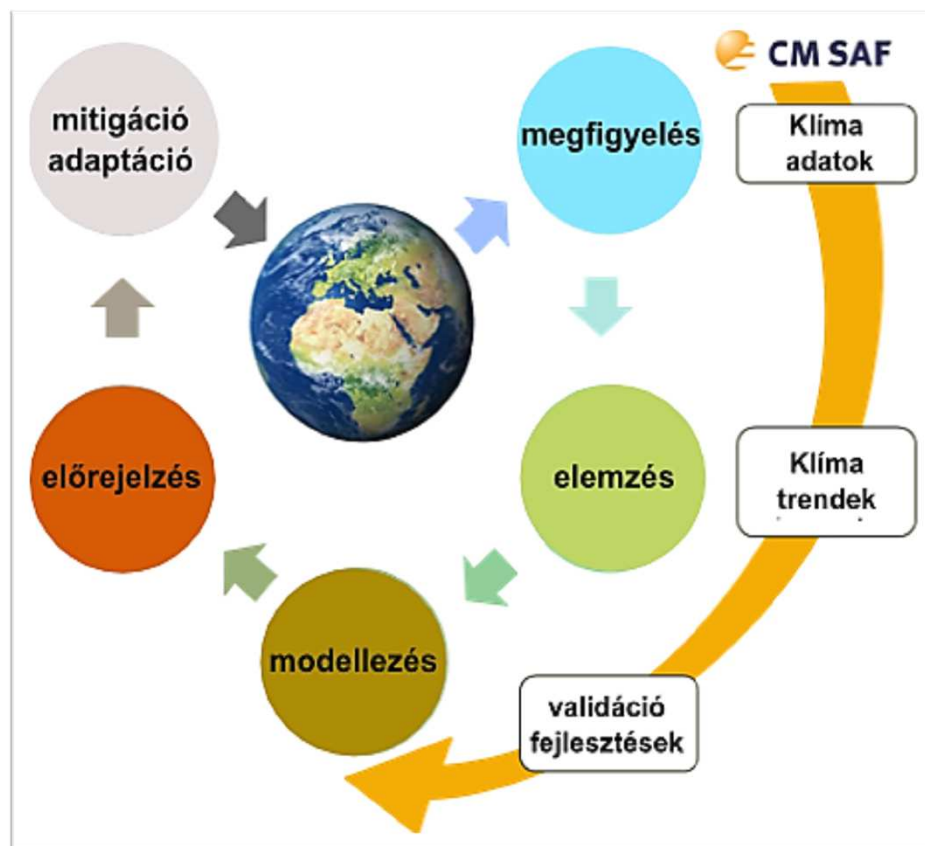
Éghajlati adatok minősége

CDR (Climate Data Records – Éghajlati Adatbázis) **elvárások:**

- Reprezentatív mérés
- Hosszú adatsor (min 20 év)
- Automatikus, ‘gondos’ minőség-ellenőrzés
- Potenciális hibaforrások kiszűrése
 - műhold váltás
 - műszerek érzékenysége változása,
 - pálya stabilitás változása,
 - algoritmusok változása stb.
- Homogenizálás és ‘gondos’ kalibrációs eljárások alkalmazása



Éghajlati monitoring



CM SAF szerepe:

- műholdas adatokból **minőségellenőrzött „hosszú” klíma adatbázisok** kialakítása
- tanulmányok elősegítése **trend és változékonyság elemző felületekkel**
- (éghajlati) numerikus modellek fejlesztésének támogatása
pl. **reanalízis, validáció**

http://www.cmsaf.eu/EN/Overview/Philosophy/Philosophy_node.html



CMSAF éghajlati adatbázis

SARAH (Surface Solar Radiation Data Set – Heliosat)

Műhold: Első és második generációs Meteosat
leképező műszerei

Időszak: **1983-2013**

Változók:

- Felhő Albedó
- Globálsugárzás (felszínen, SIS)
- Direkt Normált Sugárzás (felszínen)

Terület: „MSG full disk” $\pm 65^\circ$ / $\pm 65^\circ$

Térbeli felbontása: $0.05 \times 0.05^\circ$

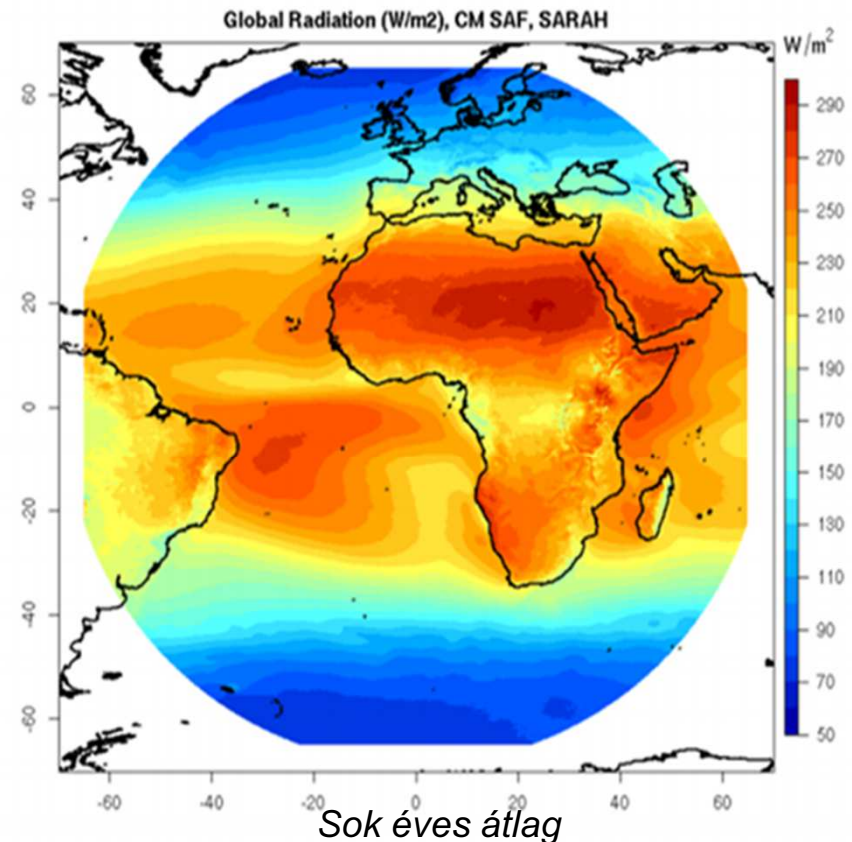
Időbeli felbontása: órás, napi, havi átlag

Pontosság: Havi átlag (SIS) 5.5 W/m^2

Formátum: **NetCDF**

Letölthetőség (ingyenes) : www.cmsaf.eu

(DOI: [10.5676/EUM_SAF_CM/SARAH/V001](https://doi.org/10.5676/EUM_SAF_CM/SARAH/V001))



http://www.cmsaf.eu/EN/Home/home_node.html

CMSAF - 4 db rövidhullámú felszíni sugárzásra vonatkozó adatbázis (kettőt mutatunk be)
Európára, napenergiás célokra a SARAH-t ajánlják



CMSAF - CLARA éghajlati adatbázis

NOAA/MetOp AVHRR

Időszak: **1982-2009**

Változók:

- Globálsugárzás
- Felszín albedó
- Felszíni sugárzásmérleg,
- Felhő paraméterek

Terület: **globál**

Térbeli felbontása: **0.25 x 0.25°**

Időbeli felbontása: **napi, havi átlag**

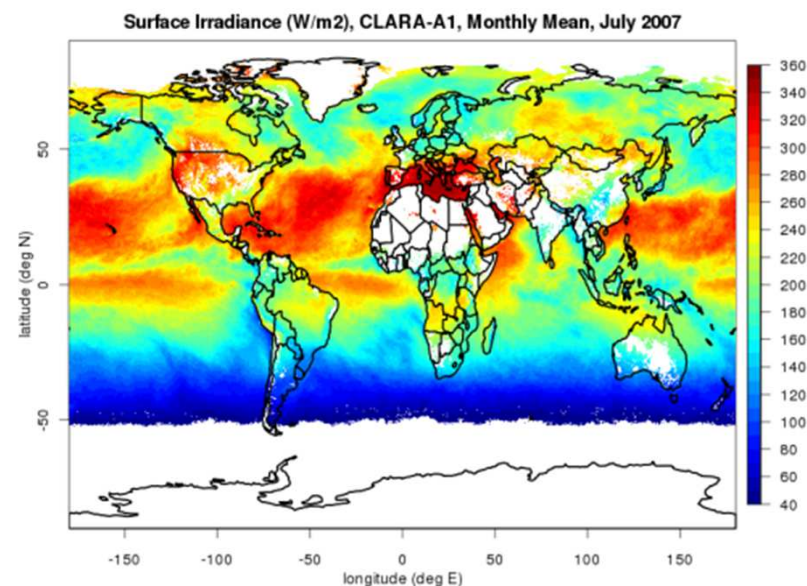
Pontosság:

havinál 10 W/m², napinál: 20 W/m²

Letölthetőség (ingyenes) :

www.cmsaf.eu/wui

(DOI: 10.5676/EUM_SAF_CM/CLARA_AV001)



globális adatbázis
Kevesebb adatból
Poláris műholdak adataiból
származtatták.



CM SAF felhasználóbarát szolgáltatásai

Adatok/termékek (free)

Leírások

Adat letöltés : Web User Interface (WUI)

Szervíz üzenetek

'Golden dataset' példák - ismerkedés

'Tools' – szoftverek, szkriptek - Segítség a megjelenítéshez, elemzéshez

[Graphical User Interface](#) (GUI) - IDL –re alapozott alkalmazás a CMSAF felhő és sugárzási adatsorok megjelenítésére

[Climate Data Operators \(CDOs\)](#) – az adatok elemzésére és a adatok közti műveletek végzésére szolgáló szoftver (CMSAF fejlesztés)

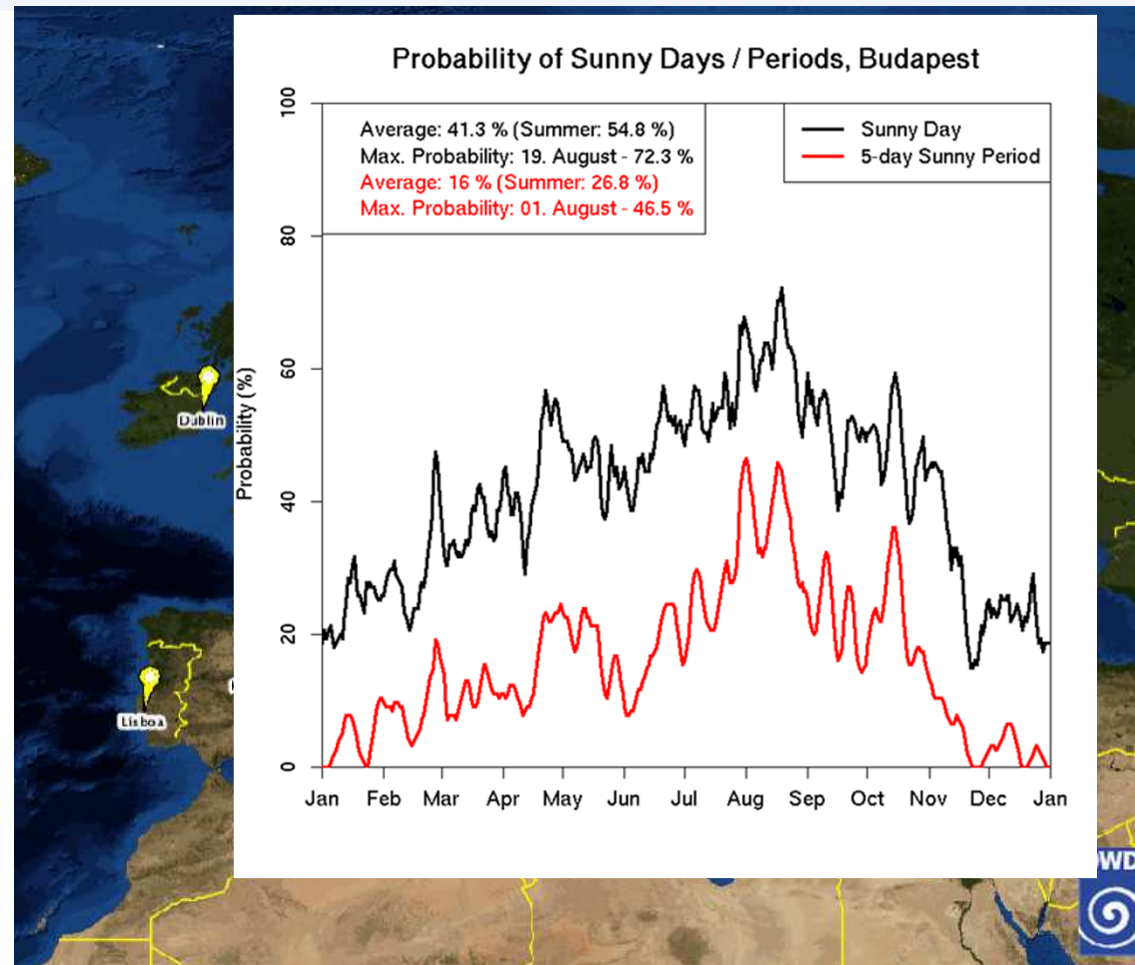
[R](#) - statisztikai szoftver

Oktató tanfolyamok szervezése

Web-es megjelenítők, atlaszok



Web-es megjelenítők, atlaszok

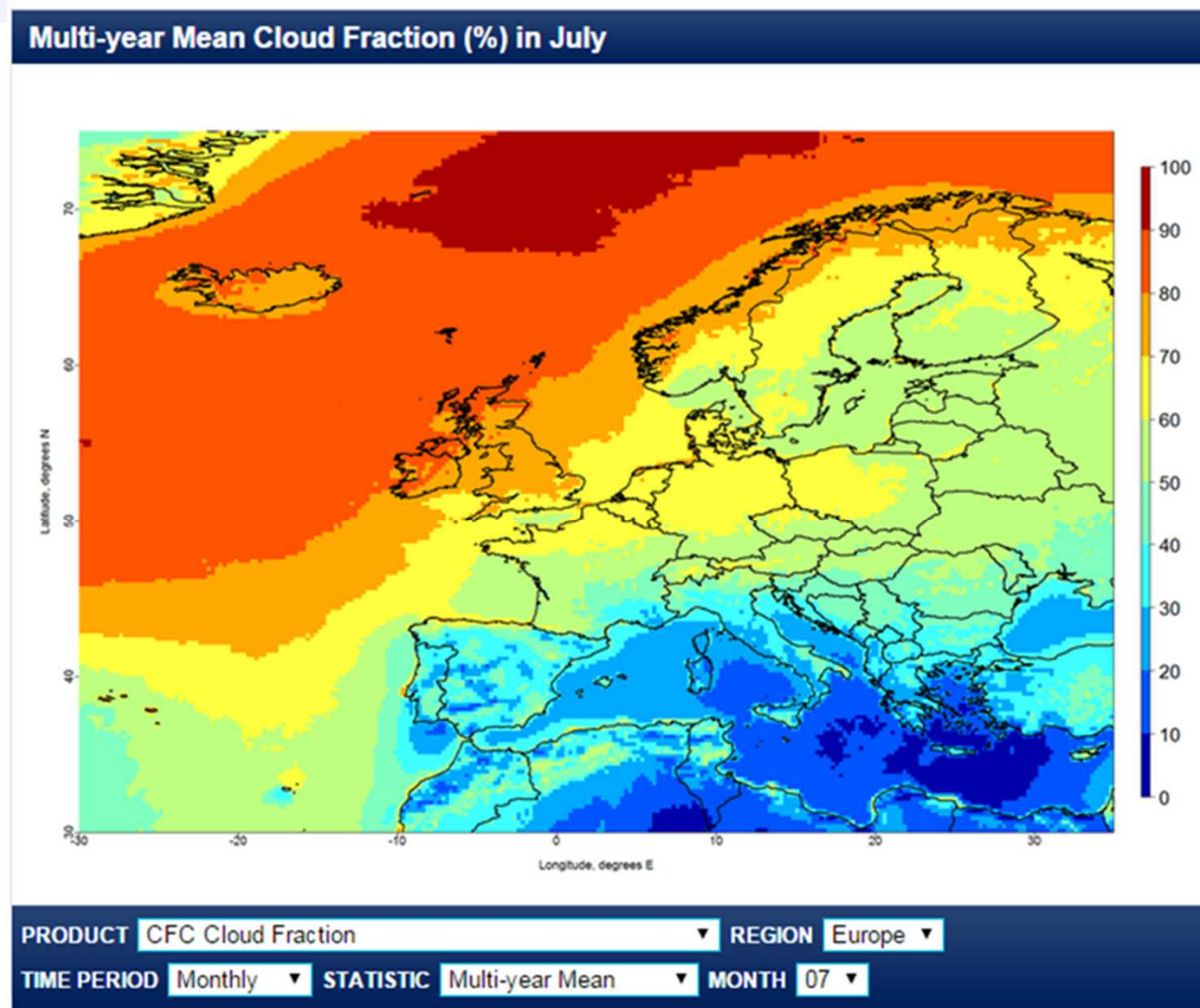


Derült napok valószínűsége európai városokra, idősor Budapestre

SARAH (1983-2013) adatbázis alapján napos napok maximális és átlagos valószínűsége 5 napos periódusokra. Napos nap amikor $SIS \sim 80\% SIS_{CLS}$.



Éghajlati alkalmazások

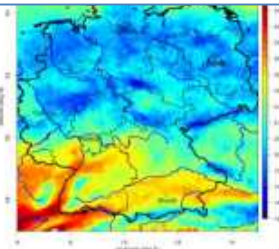
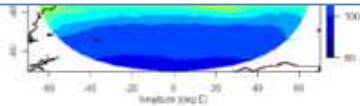


Éghajlati Atlasz --- Meteosat, Metop, NOAA 1982–2009

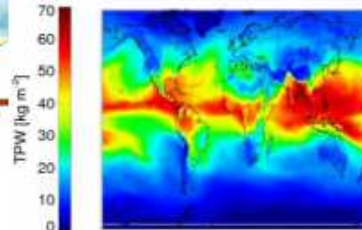
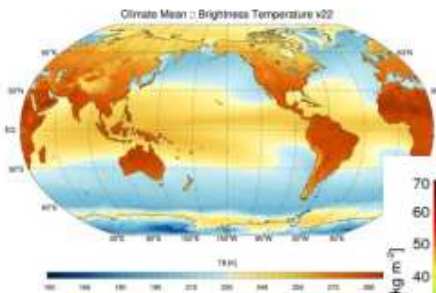
(Zanita Avotniece) http://www.eumetsat.int/website/home/Images/ImageLibrary/DAT_2266050.html

CM SAF adatbázisok alkalmazásai a tudományban és az éghajlati szolgáltatásokban

CMSAF Éghajlati adatbázisok egyik fő alkalmazása a napenergia hasznosítás támogatása



CM SAF data sets



Napenergia

Regionális éghajlat megfigyelése

Sarki tengeri jég

CMIP5 felhasználás

Trend analízis

Felhasználás éghajlati modellekben

Felhasználás NWP modellekben

Klíma analízisek



Vázlat

A napenergia közvetlen hasznosításának módjai és trendje

A meteorológiai információk jellege, szerepe

Műholdas éghajlati adatbázisok

EUMETSAT – CM SAF

Egyéb európai alkalmazások napenergia felhasználóknak

Összefoglaló



Egyéb internetes portálok

Napenergia felhasználóknak
több tucat honlap
műholdadatokon alapuló

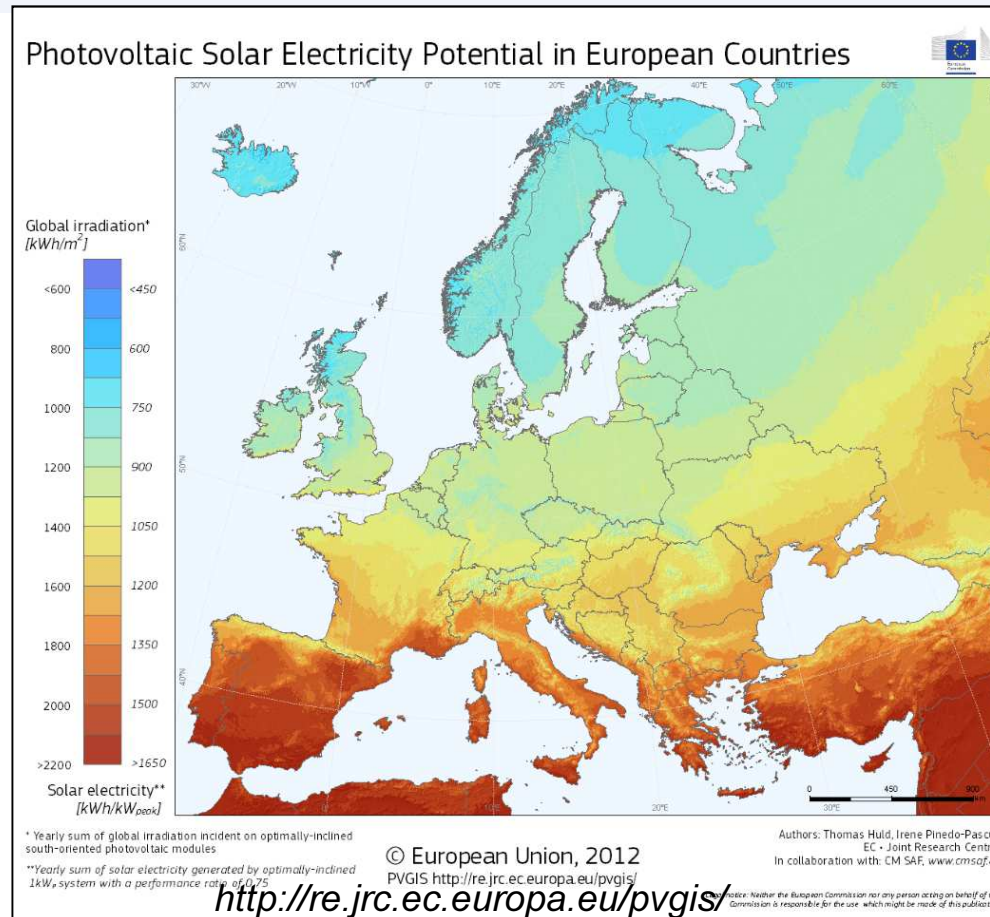
globális és regionális, felhasználó barát, ügyfél orientált,
részben vagy egészben ingyenes **adat és szolgáltatás**

Példák Európára:

1. PV GIS (EU Joint Research Centre)
2. SODA
3. SOLARGIS
4. MESOR
- ...



EU - JRC Napenergia alkalmazások

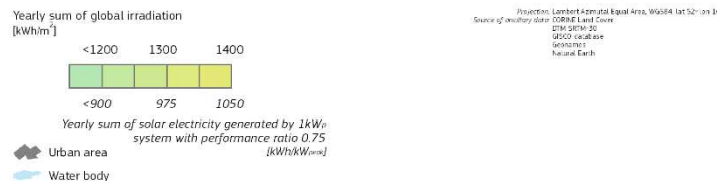
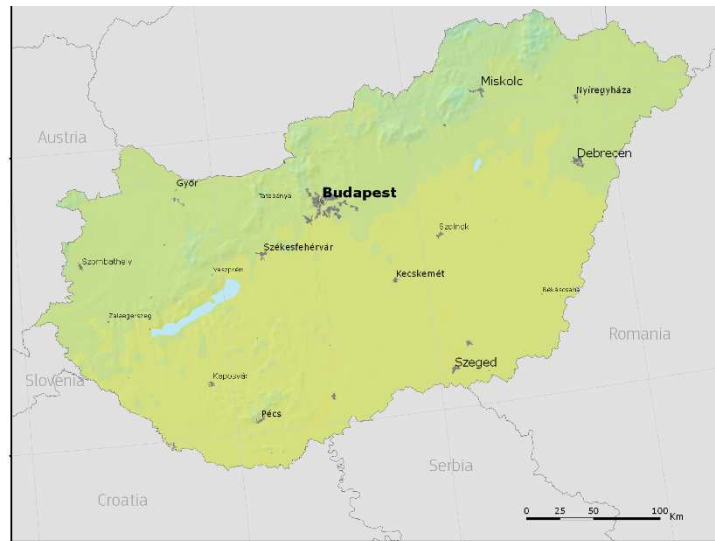


Műholdas (Meteosat) és felszínen mért sugárzási (WRDC) adatok (1998-2011) alapján globálsugárzás éves összegei vízszintes és optimális lejtőszögnél, és PV elektromos potenciál becslések Európára (Afrikára, Ázsiára)



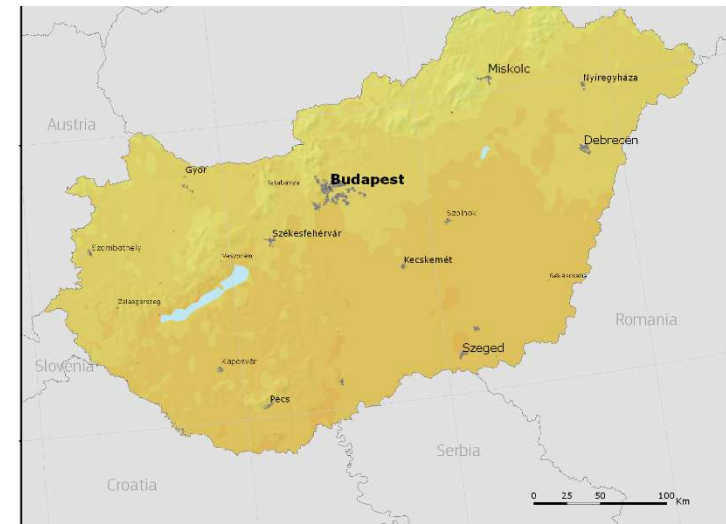
EU JRC térképei Magyarországra

Globálsugárzás és napenergia potenciál vízszintes felszínen



Authors: Thomas Huld, Irene Pinedo-Pascua
European Commission - Joint Research Centre
Institute for Energy and Transport, Renewable Energy Unit
PVGIS <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Globálsugárzás és napenergia potenciál optimális lejtőszögnél



Authors: Thomas Huld, Irene Pinedo-Pascua
European Commission - Joint Research Centre
Institute for Energy and Transport, Renewable Energy Unit
PVGIS <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>



További interaktív térképek, számítások, animációk, mobil alkalmazások

Napi globálsugárzás összegek havi átlagai (Wh/m²)

Forrás: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/animations/solar_anim.htm



SODA

Solar Energy Service for Professionals

Célja: Webes szolgáltatások listáit és adatokat tartalmazó felület amely a napsugárzás adatok környezetgazdálkodásban való felhasználását.

Forrás adatok: MSG (HelioCLim és NASA SSE adatok)

EU5 projekt (2000-2003)

Koordinátor: francia energetikai cég (mérnöki szemlélet)

OMSZ konzorciumi tag: 1992-96 havi globálsugárzás és sugárzási egyenleg térképek Rimócziné Paál Anikó

Ingyenes adatok és szolgáltatások:

<WEBSERVICE> pl. sugárzás adatok, optimális tájolás stb.

<ON REQUEST SERVICES> idősorok, térképek stb

<http://www.soda-is.com/>

Lsd. Kerényi J., 2014 Légi Kör 59. évf. 19-24

The **SoDa Service** is a broker to a list of services and webservices related to Solar Radiation proposed by several providers in Europe and abroad. The SoDa Service is provided by two mirror sites: one hosted in **MINES ParisTech**, Sophia Antipolis France, and the other by **Transvalor S.A.**, Mougins, France for a better reliability of the service.

Please **contact us** if you want to participate to next session of our training in solar radiation in Jan. 2016.

Please use our new SoDa website

www.met.hu

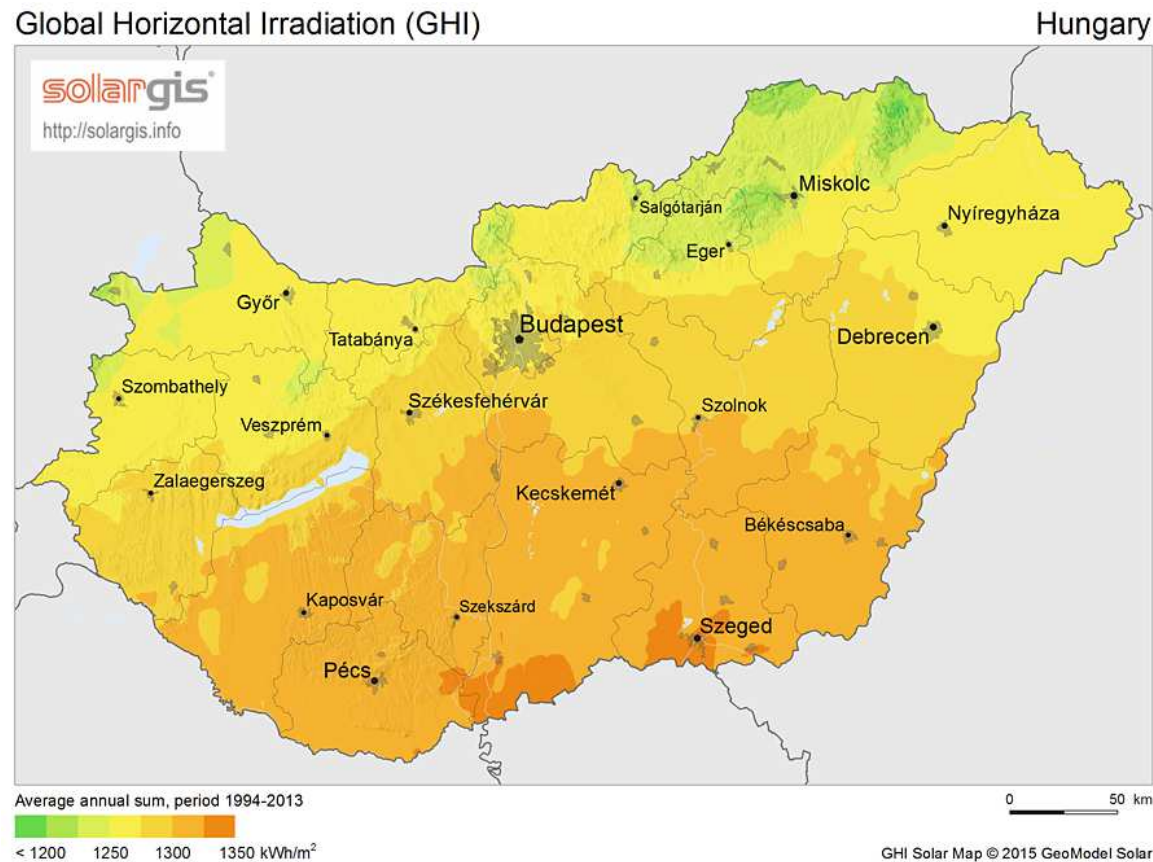


SOLARGis

MSG adatokon alapuló tanácsadó rendszer PV alkalmazásokhoz.
Szolgáltatások: adatok, térképek, éghajlati idősor elemzések, TMY,
PV tervező felület

<http://solargis.info/doc/>

Részben fizetős szolgáltatások





MESOR

Management and Exploitation of Solar Resource Knowledge

EU FP6 Program (2007-2009)

Cél: Rövidhullámú sugárzásra vonatkozó 8 európai adatbázis összehasonlítása és egységes rendszer kidolgozása

Adatbázis	Szolgáltató	Input	Időszak
ENMETSOL	Oldenburgi Egyetem (Gr)	Műhold	1995-
ESRA	Mines Paris Tech (Fr)	Felszíni	1981-1990
HELIOCLIM	Mines Paris Tech (Fr)	Műhold	1985-
METEONORM 6	Meteotest (Sw)	Felszíni+műhold	1981-2000
NASA SSE 6	NASA (USA)	ISCCP	1983-2005
PVGIS Europe	EU JRC (It)	Felszíni	1981-1990
SATE-LIGHT	ENTPE (Fr)	Műhold	1996-2000
SOLEMI	DLR (Gr)	Műhold	1991-

Forrás: MESOR Handbook on best practices

<http://www.mesor.org/>

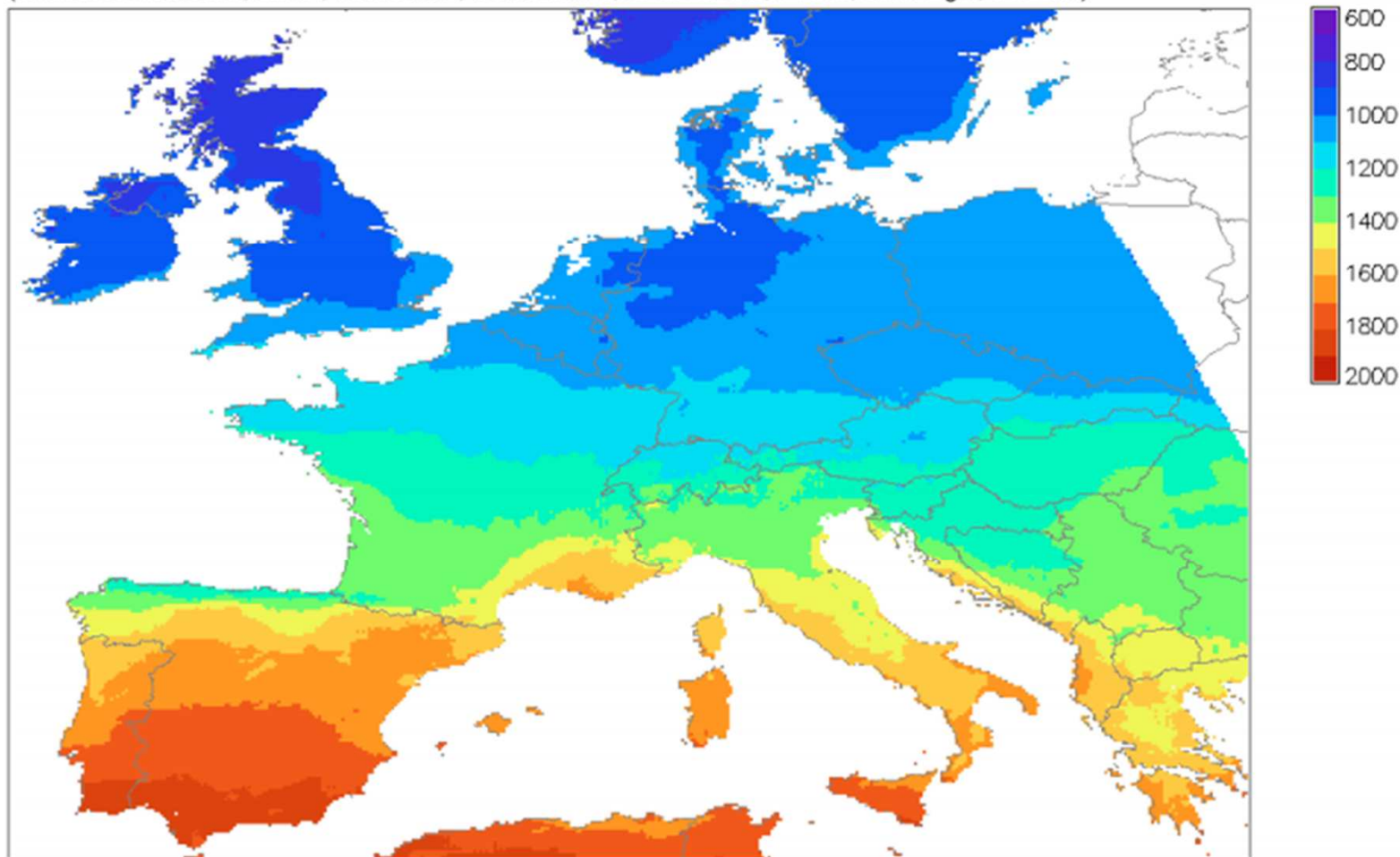
www.met.hu



MESOR

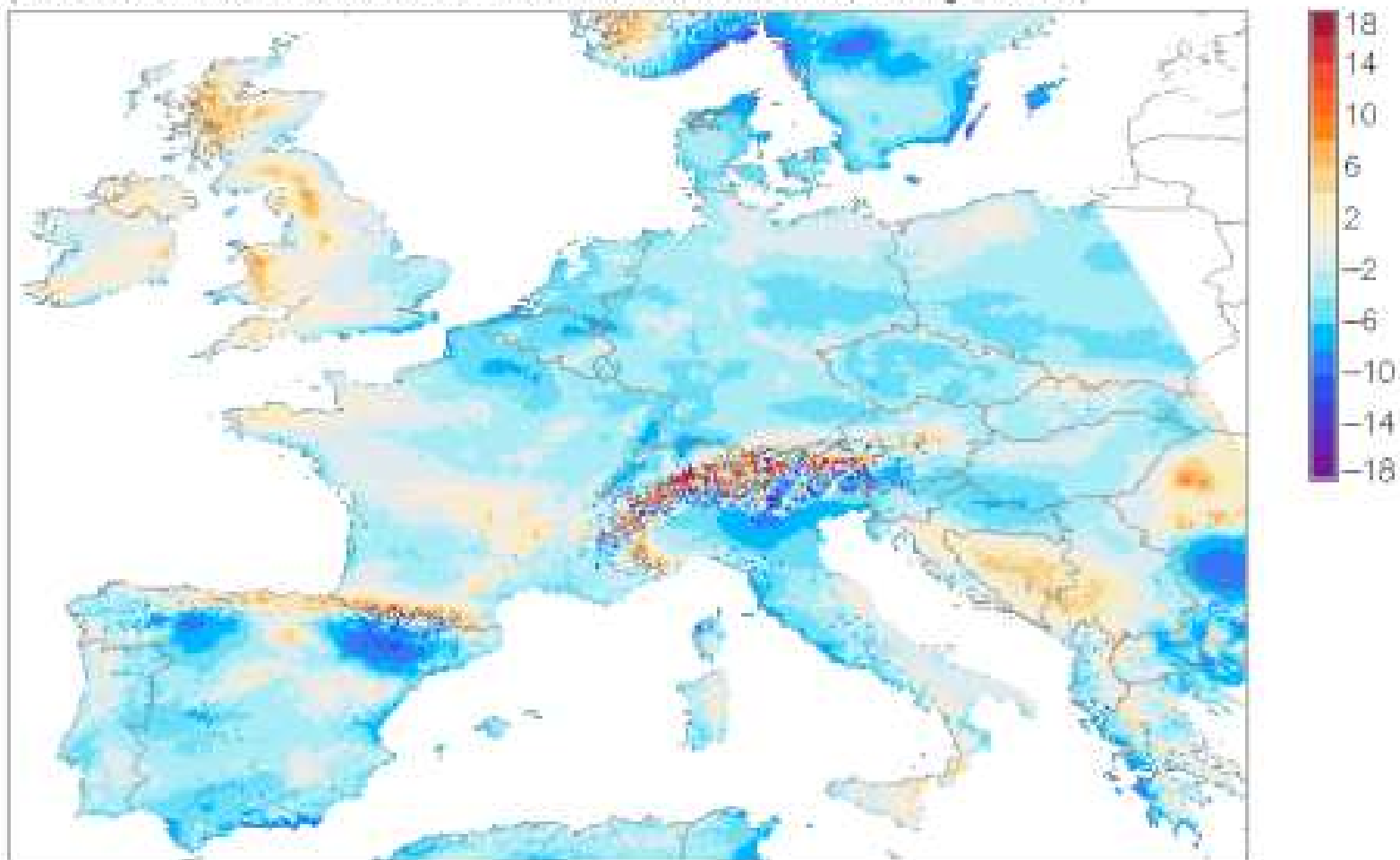
Yearly sum of global horizontal irradiation: average of all databases [kWh/m²]

(databases: EnMetSol, ESRA, HelioClim-2, Meteonorm 6, NASA SSE 6, PVGIS, Satel-Light, SOLEMI)



A globálsugárzás éves összege - a vizsgált 8 adatbázis átlaga

Yearly sum of global horizontal irradiation: relative difference 'PVGIS-average' [%]
(databases; ErMetSol, ESRA, HelioClim-2, Meteonorm 6, NASA SSE 6, PVGIS, Satel-Light, SOLEM)



A PV GIS eltérése a 8 adatbázis átlagától



Vázlat

A napenergia közvetlen hasznosításának módjai és trendje

A meteorológiai információk jellege, szerepe

Műholdas éghajlati adatbázisok

EUMETSAT – CM SAF

Egyéb európai alkalmazások napenergia felhasználóknak

Összefoglaló



Következtetések

- A műholdadatok alkalmasak éghajlati adatbázisok létrehozására
- Az éghajlati adatbázisok egyik felhasználási területe a napenergia hasznosításának támogatása
- Számos honlap nyújt műholdas éghajlati adatbázisokon alapuló ingyenes internetes szolgáltatásokat napenergia hasznosítás céljára



Köszönöm a figyelmet!