



REGIONAL ENVIRONMENTAL CENTER



A fotovillamos (és „napenergia”) rendszerek egyensúlyának (és potenciálbecslésének) kialakításakor figyelembe veendő klimatikus sajátosságok

Varjú Viktor (PhD)

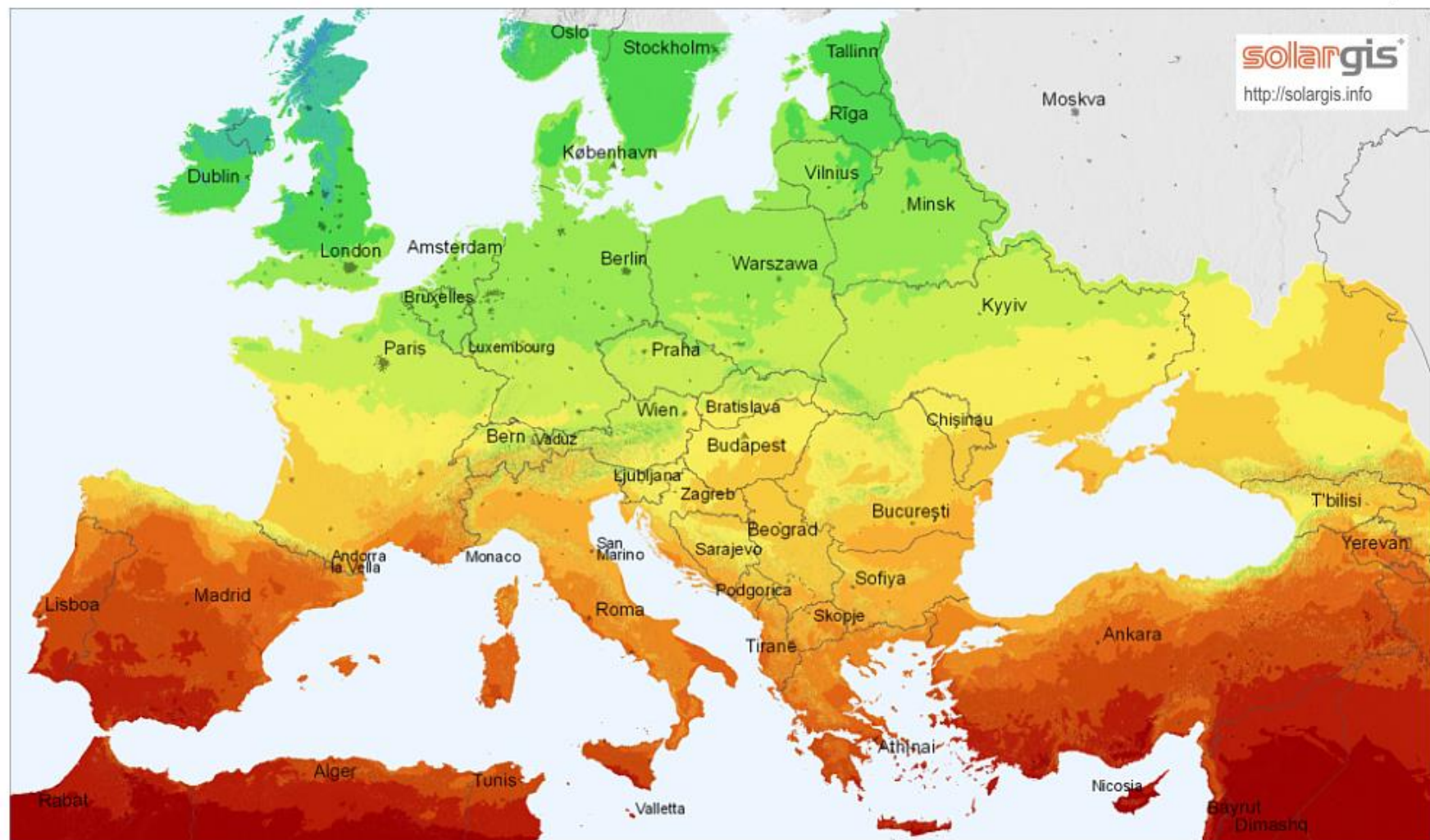
Tudományos munkatárs (MTA KRTK Regionális Kutatások Intézete)

E-mail: varju@rkk.hu

*Jelen előadás a „Long term socio-economic forecasting for Hungary” projekt
(EEA-C12-11) keretében és támogatásával valósult meg.*

Global horizontal irradiation

Europe



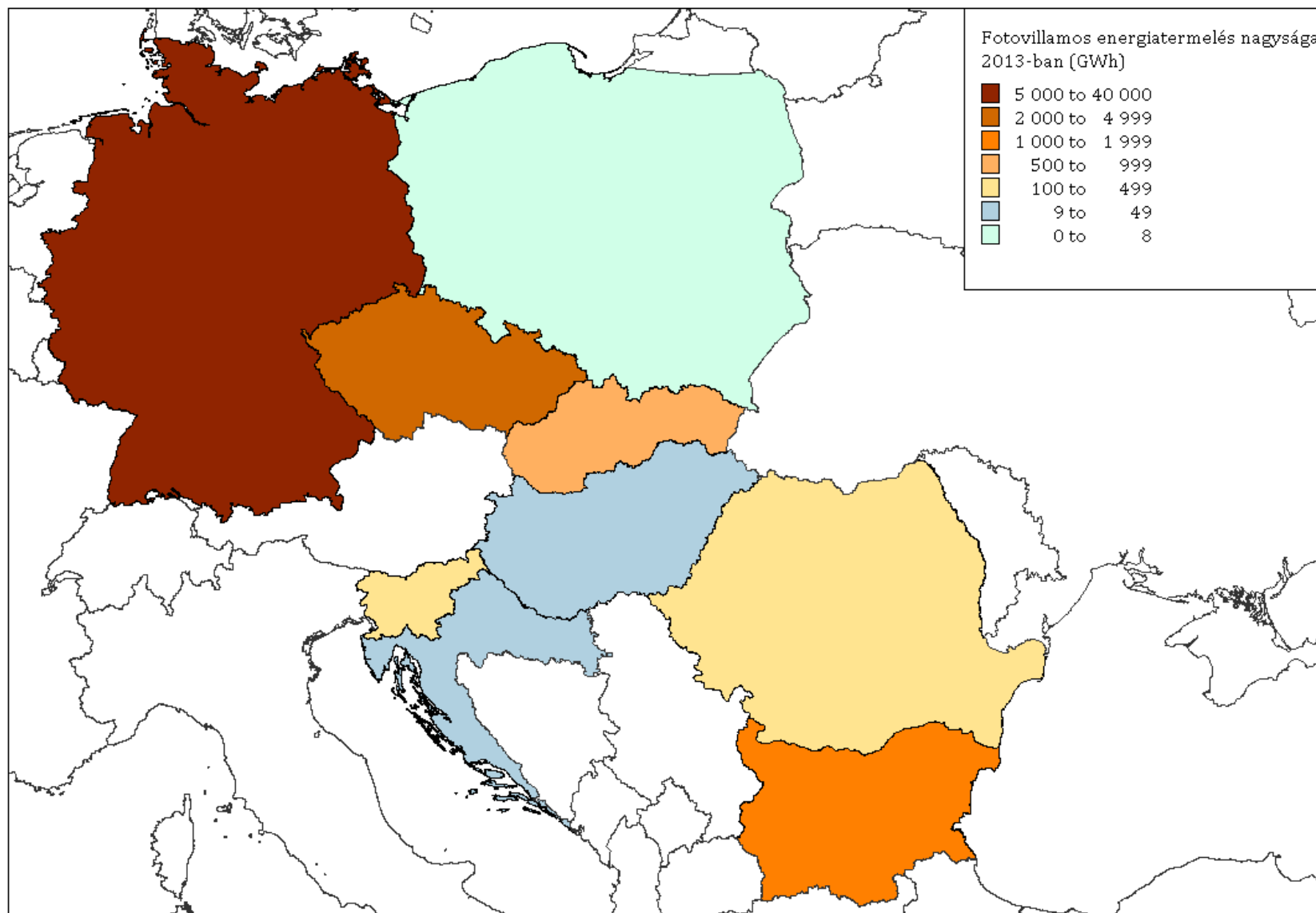
Average annual sum (4/2004 - 3/2010)

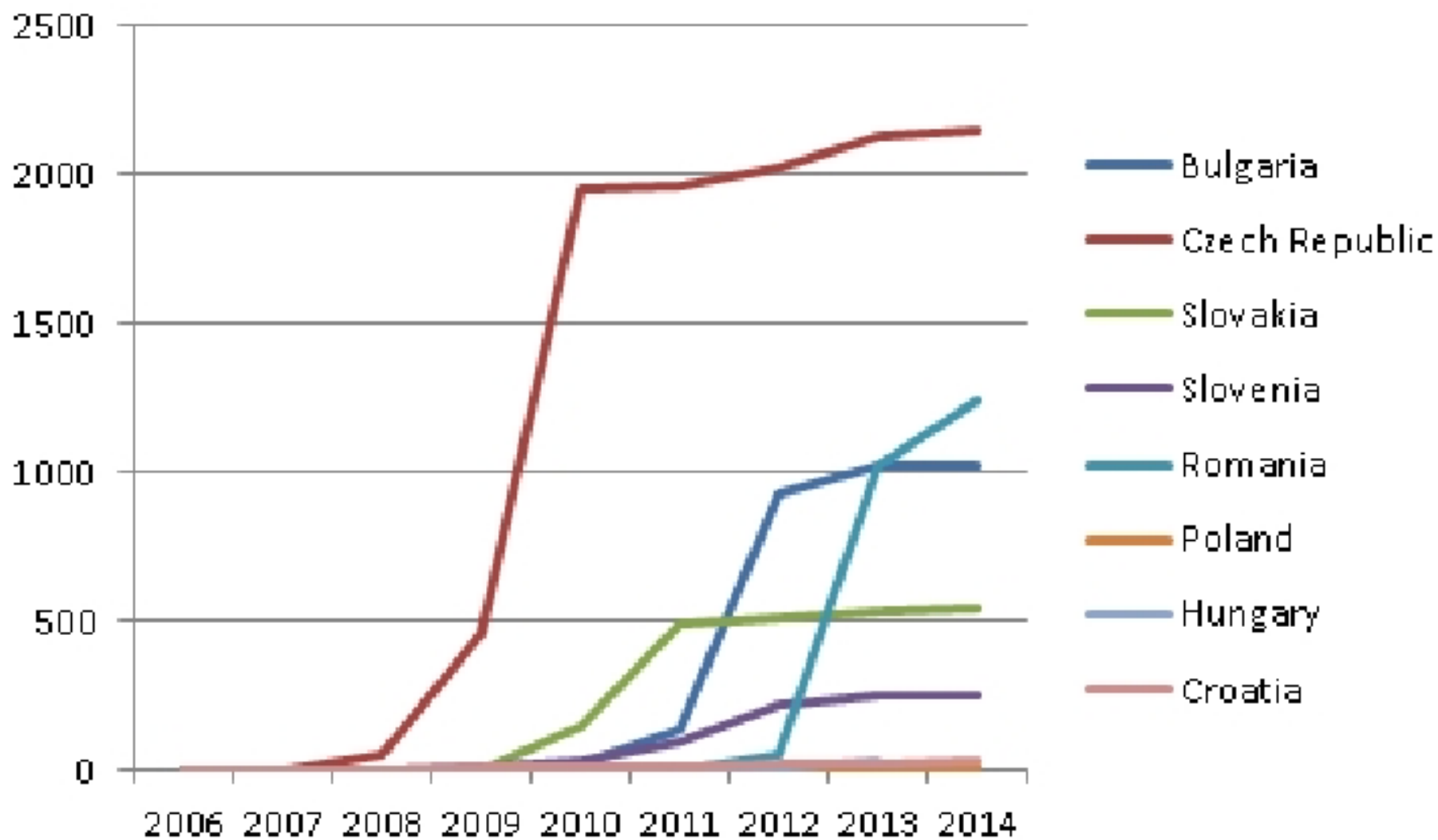


< 700 900 1100 1300 1500 1700 1900 > kWh/m²

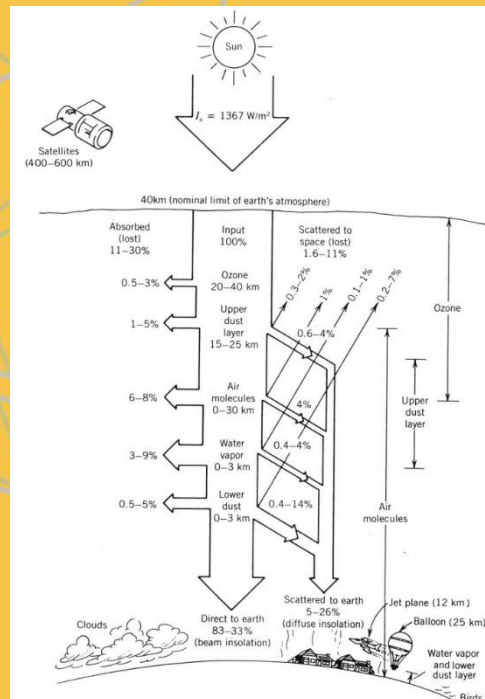
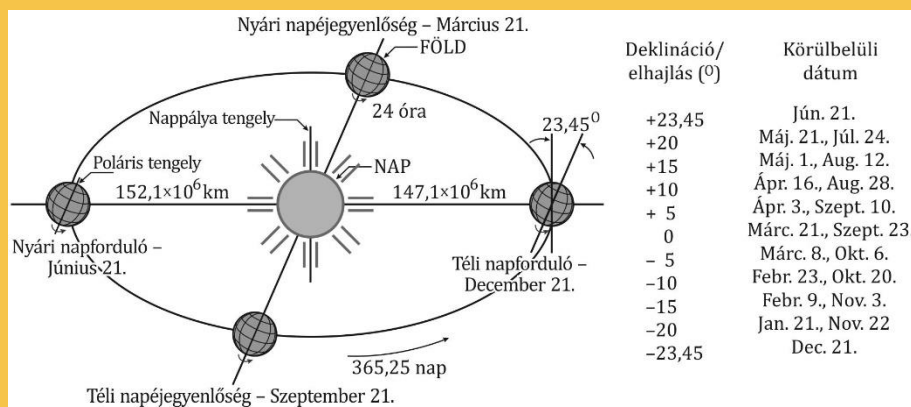
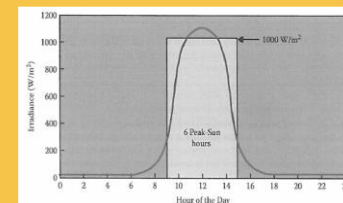
0 250 500 km

© 2011 GeoModel Solar s.r.o.





- Kitettség, földrajzi helyzet (pl. PVGIS) jó kiindulópont → de nem veszi figyelembe a (1) kül. technológiákat;
- (2) Standard tesztkörülmények = 1000W/m^2 ; 25°C cellahőmérséklet → helyi mérések szerepe



$$W_o(n, \phi, \delta, \omega_s) = \frac{86400}{\Pi} E_{0sr} \left(1 + 0.034 \cos \frac{360^\circ n}{365^\circ} \right) \left(\frac{2\Pi}{360} \omega_s \sin \phi \sin \delta + \sin \omega_s \cos \phi \cos \delta \right)$$



Komplexitás



Klimatológiai fókusz:

- Csillagászati sajátosságok klimatológiai hatásai
- Globális besugárzás sajátosságai
- Helyi/mikroklimatológiai sajátosságok és változás

Alapvető tényezők: *beesés szöge; külső hőmérséklet; csapadék (hó); szélesebesség (hűtő hatás)*

Adaptáció → *Technológia, műszaki megoldások*

- Tájéolás
- PV modul optimális megválasztásával
- + Rendszer egyensúlyát biztosító komponensek (Balance of System – BOS) optimális megválasztásával



- Tájéolás
- PV modul optimális megválasztásával
- + Rendszer egyensúlyát biztosító komponensek (Balance of System – BOS) optimális megválasztásával



Tájéolás



- 2012: 30%-kal nagyobb költség; 40%-kal nagyobb teljesítmény – 2015-ös árak mellett már nem éri meg
- Azimut-követő rendszer – akár 25%-os hatékonyság növekedést érhet el

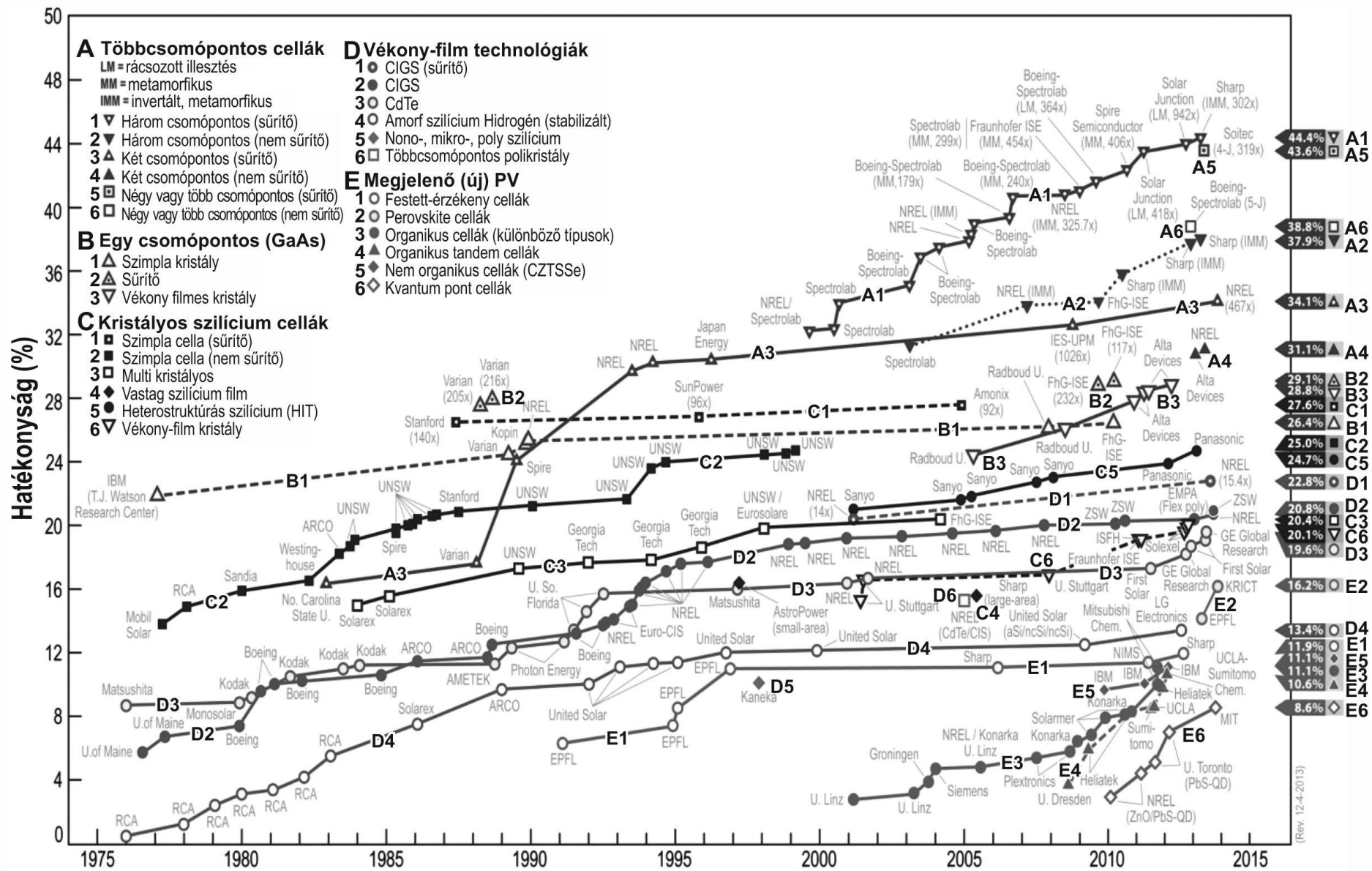


- Védelem: szél elleni védelem (vitorlahatás kiküszöbölése)



- Tájéolás
- PV modul optimális megválasztásával
- + Rendszer egyensúlyát biztosító komponensek (Balance of System – BOS) optimális megválasztásával

Technológia



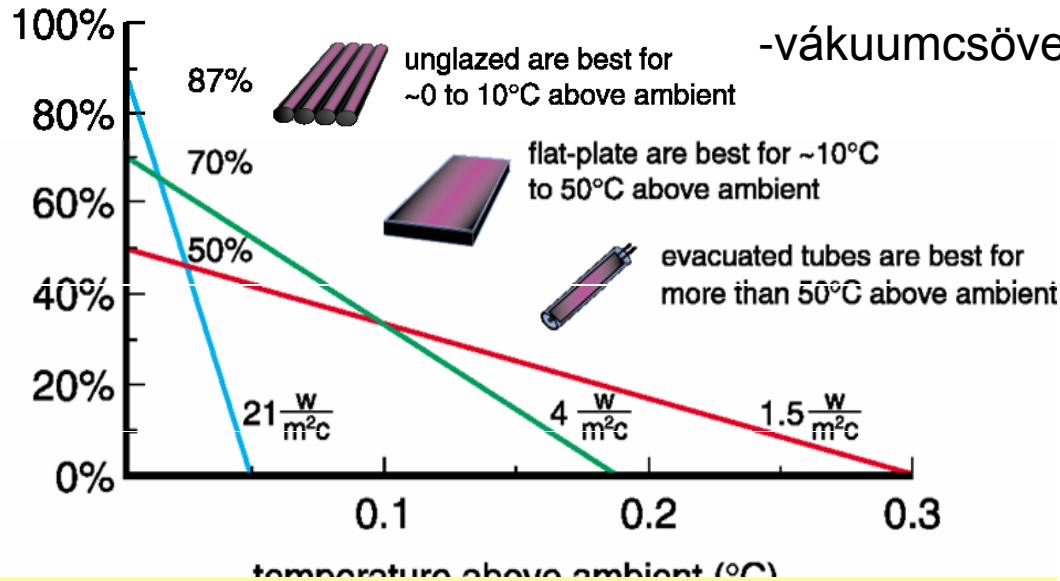
Hőmérséklet hatása bizonyos technológiákra

1. (Környezeti) hőmérséklet

-Matt

-Sík

-vákuumcsöves

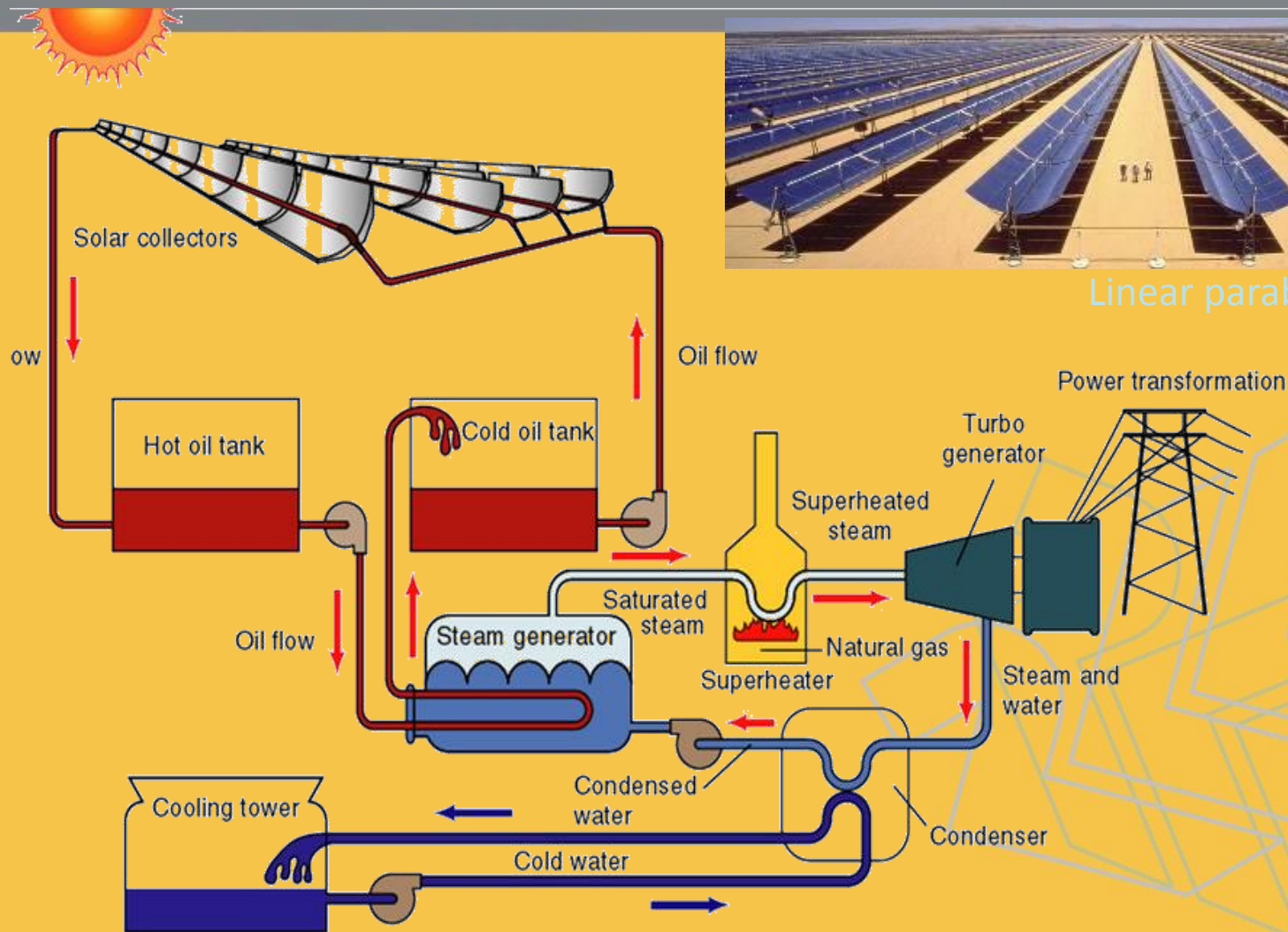


Környezeti (cella) hőm.	Korrekciós tényező
21-25 $^\circ C$	1,04
26-30 $^\circ C$	1,00
31-35 $^\circ C$	0,96
61-70 $^\circ C$	0,58

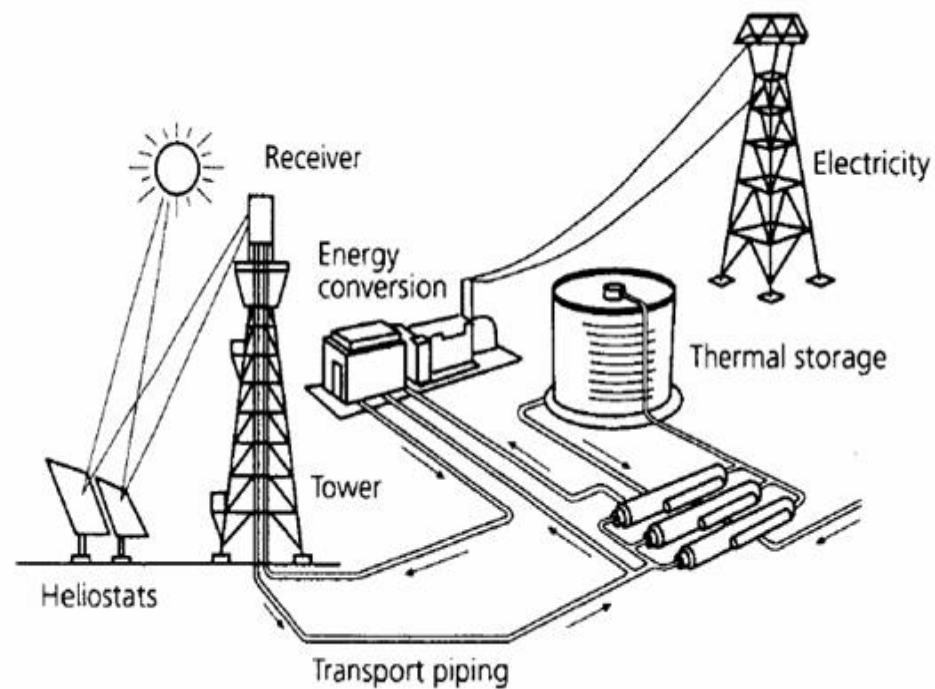
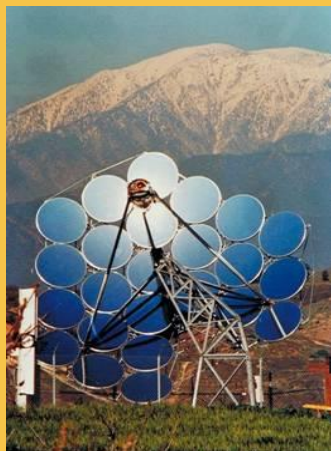
2. Cella hőmérséklet: könnyen megy 55 $^\circ C$ fölé mérsékeltövi klímán is, különösen nyári időszakban (+30 $^\circ C$ STC-hez képest).

Technológia (55 $^\circ C$ felett: - kristályos panelek → 80%-os hatékonyság

- Amorf PV modul → 95%-os hatékonyság



Linear parabolic reflectors



Helyi sajátosságok – mérés fontossága

26. táblázat: Modulok műszaki jellemzőinek összehasonlítása a tényleges mérések standard vizsgálati (STC) feltételekhez viszonyítása alapján

Modul műszaki jellemzői	Mono Si Bisol BMO250	CIS Solar Frontier SF-150	Amorph Si Masdar MPV-100S	Nagy hatékonyság ú mono Si Panasonic VBHN240SE1 0	Poly Si Bisol BMU250
Áprilisban és májusban mért átlagteljesítmény* [W]	78,3	59,49	36,12	80,16	79,15
Mért átlagteljesítmény* STC eredményekhez viszonyítva* [energiaegység]	0,313	0,396	0,361	0,334	0,317
Mért átlagos hatásfok* (általános) [energiaegység]	0,134	0,1305	0,073	0,180	0,138
Mért átlagos hatásfok* STC eredményekhez viszonyítva [energiaegység]	0,873	1,067	0,927	0,945	0,901
Mért átlagos kitöltési tényező* (elektromos hatásfok) [energiaegység]	0,733	0,681	0,671	0,745	0,719
Mért átlagos kitöltési tényező* STC eredményekhez viszonyítva [energiaegység]	0,983	1,081	1,012	0,949	0,981

* * Az STC feltételekkel meghatározott műszaki jellemzők szerint, lásd a korábbi fejezetben ismertetett adatbázist.

Jelölések:



Rossz



Közepes



Jó



Legjobb

- STC teljesítmény vs. valódi
- Az átlagos mért hatásfok STC feltételek között kapotthoz viszonyított aránya csak a CIS technológia esetében nagyobb 1-nél annak ellenére, hogy a mérésekre kisebb napsugárzás intenzitási körülmények között és **túlnyomóan felhős időben került sor**, ami a **többrétegű fotovoltaiikus cellák jobb reagálását** mutatja a napsugárzás széles spektrumára.

A PV rendszer rövidtávú időjárási feltételekre való reagálásának megerősítése érdekében két tipikus – egy **felhős** és egy (túlnyomóan) **napos** – nap relatív összehasonlítása (és emulációja) történt.

PV rendszer energetikai jellemzői	Mono Si Bisol BMO250	CIS Solar Frontier SF-150	Amorph Si Masdar MPV-100S	Magas hatékonyságú mono Si Panasonic VBHN240SE10	Poly Si Bisol BMU250
Átlagos mért napfény-besugárzás áprilisban és májusban* [W/m ²]	376,90	376,90	376,90	376,90	376,90
Átlagos mért napfény-besugárzás áprilisban és májusban PVGIS becsléshez viszonyítva** [energiaegység]	0,937	0,937	0,937	0,937	0,937
Fajlagos emulált villamosenergia termelés áprilisban és májusban* [kWh/kW _{csúcs}]	231,54	268,67	208,71	225,52	216,49
Fajlagos emulált villamosenergia termelés áprilisban és májusban PVGIS becsléshez viszonyítva** [energiaegység]	0,834	1,037	-	0,881	0,846
Fajlagos emulált villamosenergia termelés felhős napon* [kWh/kW _{csúcs}]	2,61	3,14	3,19	2,68	2,66
Fajlagos emulált villamosenergia termelés napsütéses napon* [kWh/kW _{csúcs}]	4,68	5,50	5,01	4,72	4,50

* A villamosenergia termelés PV emulátorral becsült, 7. fejezetben ismertetett becslése szerint. Fotovoltaikus emulátoron végzett mérés.

** Villamosenergia termelés PVGIS becslése szerint.

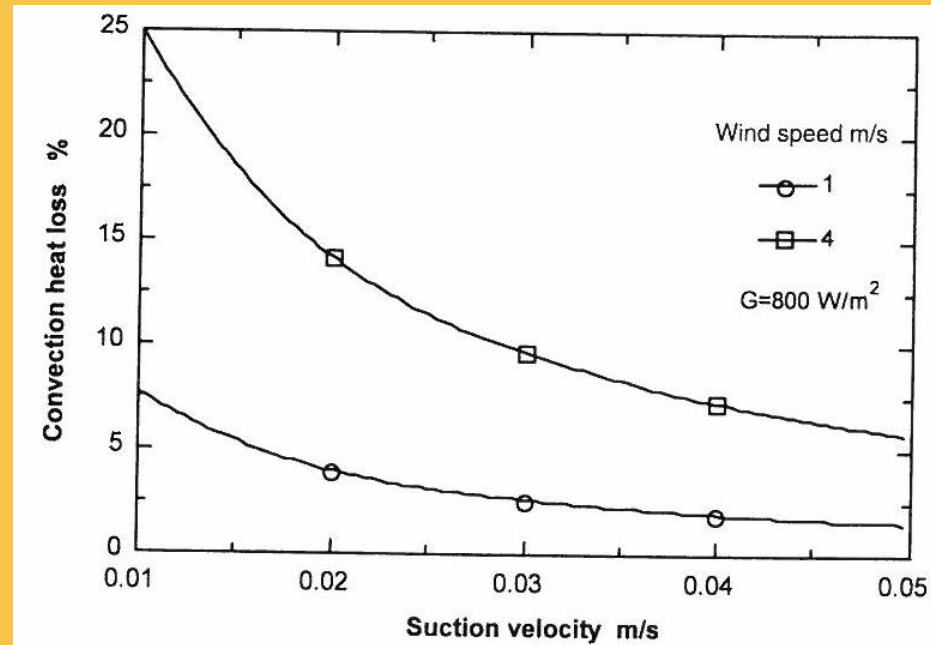
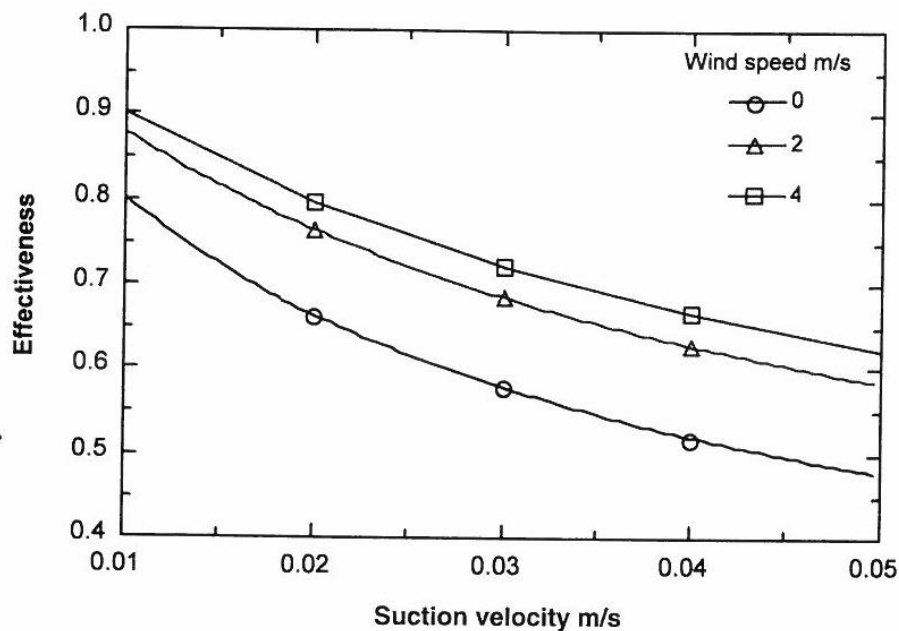
Jelölések:

Rossz
 Közepes
 Jó
 Legjobb

- Eltérés oka a különböző technológiájú PV rendszerek U-I karakterisztikájának a **napsugárzás intenzitásában** és a **cella hőmérsékletében** bekövetkező változásokra való eltérő reagálásában rejlik.



- Környezeti hőmérséklet – helyi szélesebség → ellentétes hatású (hővesztés)





Napkollektor

- Pangási hőmérséklet (stagnation temperature) → besugárzási szint és a környezeti hőmérséklet függvénye → magas pangási hőmérsékleten is üzemelnie kell a napkollektornak → szabvány →

Száraz klíma: $G=1200\text{W/m}^2$; $T_a=40^\circ\text{C}$

„Európai” mérsékelt övi klíma: $G=950\text{W/m}^2$; $T_a=25^\circ\text{C}$



$(G = 1200 \text{ W/m}^2, T_a = 40^\circ\text{C})$		
Collector	$\Delta T/G$ for $\eta = 0$	Stagnation temperature ($^\circ\text{C}$)
Unglazed	0.03	70
Black flat plate	0.11	150
Selective flat plate	0.15	190
Evacuated tubular	>0.28	>300

Ugyanakkor: hordozóközeg hőátadás vs. fagytyűrés



- Tájéolás
- PV modul optimális megválasztásával
- + Rendszer egyensúlyát biztosító komponensek (Balance of System – BOS) optimális megválasztásával



BOS vs. klimatikus tényezők

- BOS komponensei: biztosíték, túlterhelési switch, földelés, töltésvezérlés, feszültség szabályozás, csatlakozási hálózat, **akkumulátor/elemek, inverter**, monitoring rendszerek, kábelek és szigetelés, egyéb perifériák.





BOS vs. klimatikus tényezők

*Kábelek vs. szigetelés vs. környezeti hőmérséklet
(sziget-üzemi rendszerpéldáján)*

Környezeti hőmérséklet	Korrekciós faktor	Amper
26-30°C	1,00	40,0
36-40°C	0,91	36,4
61-70°C	0,58	23,2



BOS vs. klimatikus tényezők

- Akkumulátor/elem → cella-típus; elektrolit fajsúly

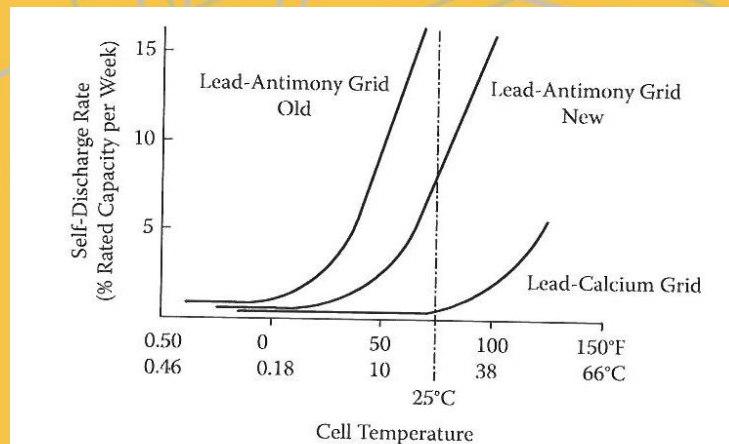
Merülési tényező (STC): ólom-antimon új 1%/nap

régi: 5%/nap

ólom-kálcium: új: 0,5%/nap

régi: 0,5%/nap

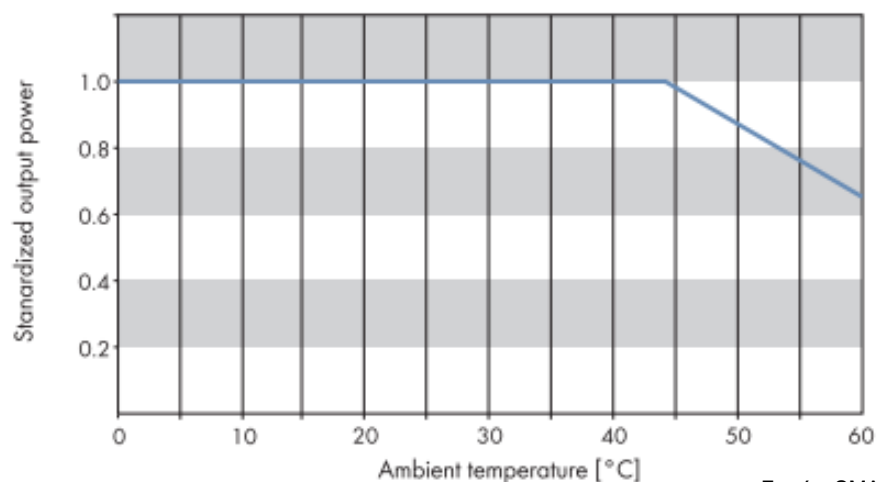
Elektrolit: minél nagyobb a környezeti hőmérséklet, annál nagyobb fajsúlyú elektrolitot kell használni



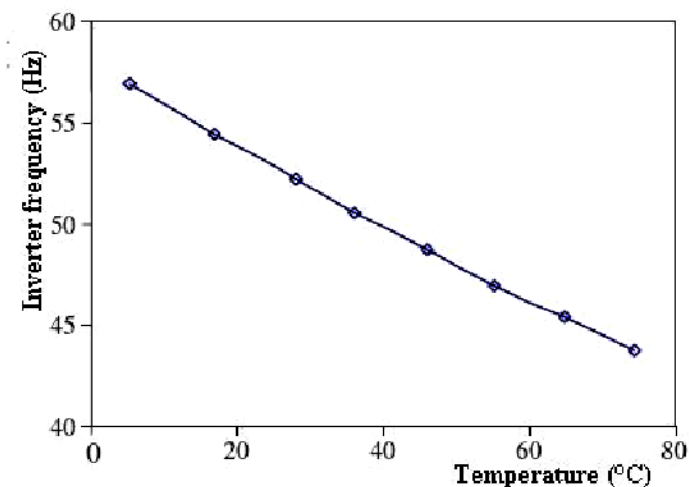


BOS vs. klimatikus tényezők

- Inverter teljesítménye szignifikánsan csökken a hőmérséklet emelkedésével (pl. kimenő frekvencia PV pumpánál $0,03\%/^{\circ}\text{C}$ (*Hamrouni et al. 2008*); 37°C felett $2,5\%$ -os teljesítménycsökkenés (*Chumporlat et al. 2014*) →
 - Árnyékolás
 - Szélhatás feltérképezése



Forrás: SMA





Összegzés

A napenergia rendszerek szignifikánsan érzékenyek a csillagászati, klimatikus, meteorológia tényezőkre és változásaikra.

- Tájolás: akár + 40%
- Magas cellahőmérséklet modulon: - 5-20%
- Magas környezeti hő: - inverter - 2,5-5%
 - kábel: - 5-15%
 - (- akku: - 0,5-10%)

- Felhős-napos különbség: - 37-45%

Tradicionálisan figyelembe vett meteorológiai paraméterek vs. Besugárzás – csökkenő korreláció sorrendjében: *napsütés időtartama, felhőzöttség (önmagában v. jellemző felhőtípusokkal); csapadék (víz; ill. hó)+páratartalom; láthatóság; talaj albedo*

Mikroklimatológiai sajátosságok: *szélirány, szélsébség, hőmérséklet, (légnomás),*



Köszönöm a figyelmet

E-mail: varju@rkk.hu

