

Helyzetkép a fotovillamos energiaátalakításról

Pálfy Miklós

Okleveles Villamosmérnök
Címzetes egyetemi docens

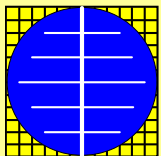
Solart-System

Magyar Elektrotechnikai Egyesület
Energetikai Informatika Szakosztály Elnökség tagja

MANAP

Elnökség tagja

Magyar Napenergia Társaság
Fotovillamos Szakosztály vezetője

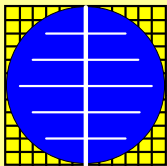


www.solart-system.hu



Bevezetés

- Sugárzás
- Potenciál
- Napelemek (piac, hatásfok, árak)
- Alkalmazások
- Grid paritás



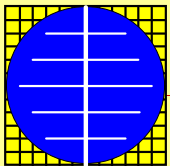
PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



Sugárzási energia

- A Föld légkörén kívül $1353\text{W}/\text{m}^2$. Évente $11852,28\text{ kWh}/\text{m}^2$
- Magyarországon $1168-1460/1150-1332\text{ kWh}/\text{m}^2$
- Magyarország területére $1.16 \cdot 10^{14}\text{ kWh}/\text{év}$.
 $1250\text{ kWh}/\text{m}^2$
- Legnagyobb nemzeti energia kincsünk!
- Ez 2900 szorosa az éves villamos-energia fogyasztásnak.
- Egy háztartás éves villamos-energia igénye
= 2 m^2 -re érkező napenergia

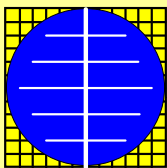
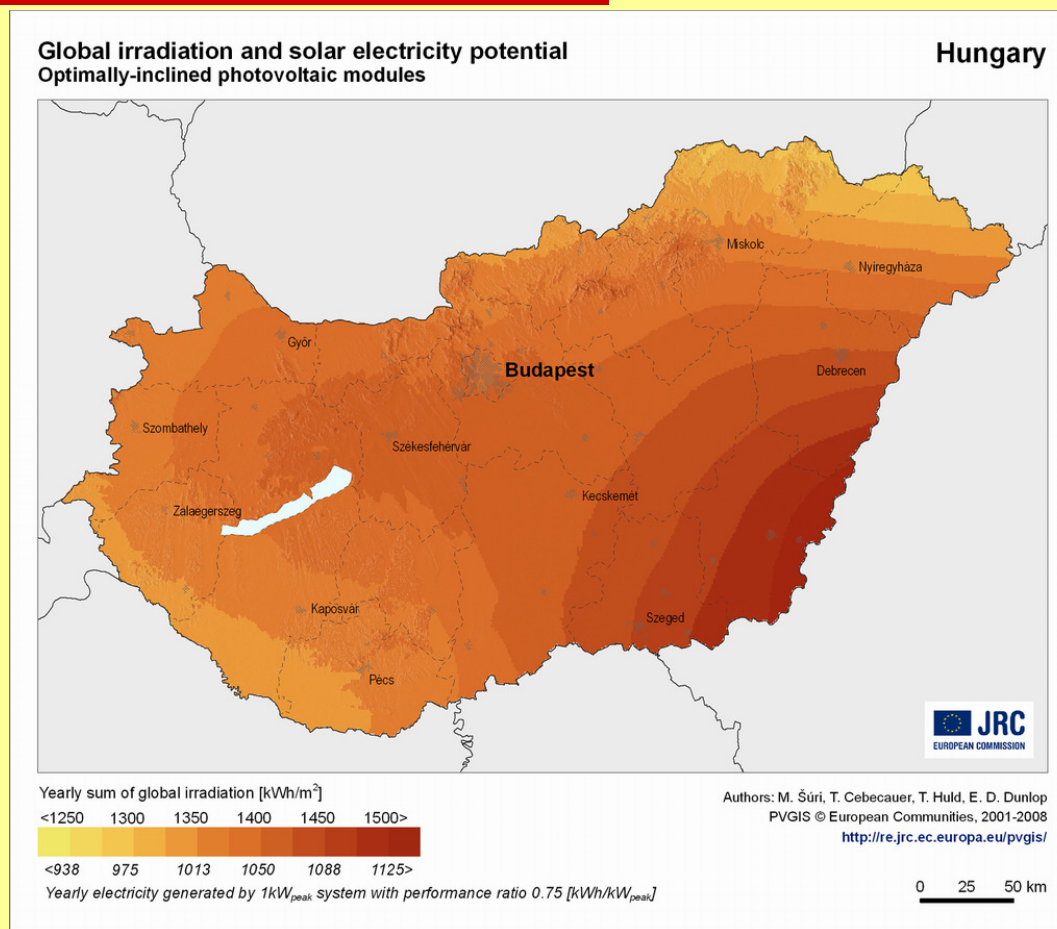


PV-NMS-NET

www.solart-system.hu

INTELLIGENT ENERGY
EUROPE 

Sugárzási térkép



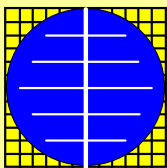
PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



POTENCIÁL

ÖSSZESEN	Vízszintes felület (km ²)	30°-os felület (km ²)	45°-os felület (km ²)	60°-os felület (km ²)	Elvileg beépíthető napelem felület (km ²)	Valóságban kedvezően beépíthető napelem felület (km ²)	Beépítési dőlésszög (°)	Beépíthető napelem teljesítmény (MWp)	Éves villamos energia termelés (10 ⁹ kWh)
Nagypanel és alagutzszerű házak	3,94				1,698	0,764	30	76,416	0,0916996
Egyéb lakóépületek			63		63	28,350	45	2835	3,26025
Mezőgazdasági épületek	13,5				5,819	2,618	30	261,8325	0,314199
Mezőgazdasági épületek			9,5445		9,545	4,295	45	429,5025	0,4939279
Oktatási épületek	1,68				0,724	0,326	30	32,5836	0,0391003
Oktatási épületek			2,77144		2,771	1,247	45	124,7148	0,143422
Önkormányzati épületek	1,992				0,859	0,386	30	38,63484	0,0463618
Önkormányzati épületek			3,286136		3,286	1,479	45	147,87612	0,1700575
Gyep-legelő	10610				4573	2057,810	30	205780,95	246,93714
Új mezőgazdaságilag felszabadult területek	10000				4310	1939,500	30	193950	232,74
Vasútvonalak mentén		47,388			47,388	10,662	30	1066,23	1,279476
Autópályák mentén				1,341762	1,342	0,604	60	60,37929	0,0664172
Összesen	20631,112	47,388	78,602076	1,341762	9019,341	4048,041		404804,12	485,58205



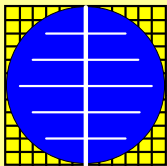
PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



POTENCIÁL

- Magyarországon potenciálisan telepíthető napelemes berendezések éves villamos energia termelése: 486 milliárd kWh.
- Az éves villamos energia termelés értéke a Magyarország jelenlegi villamos energia fogyasztásának több mint 12 szerese.



PV-NMS-NET

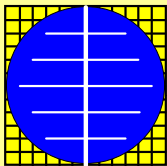
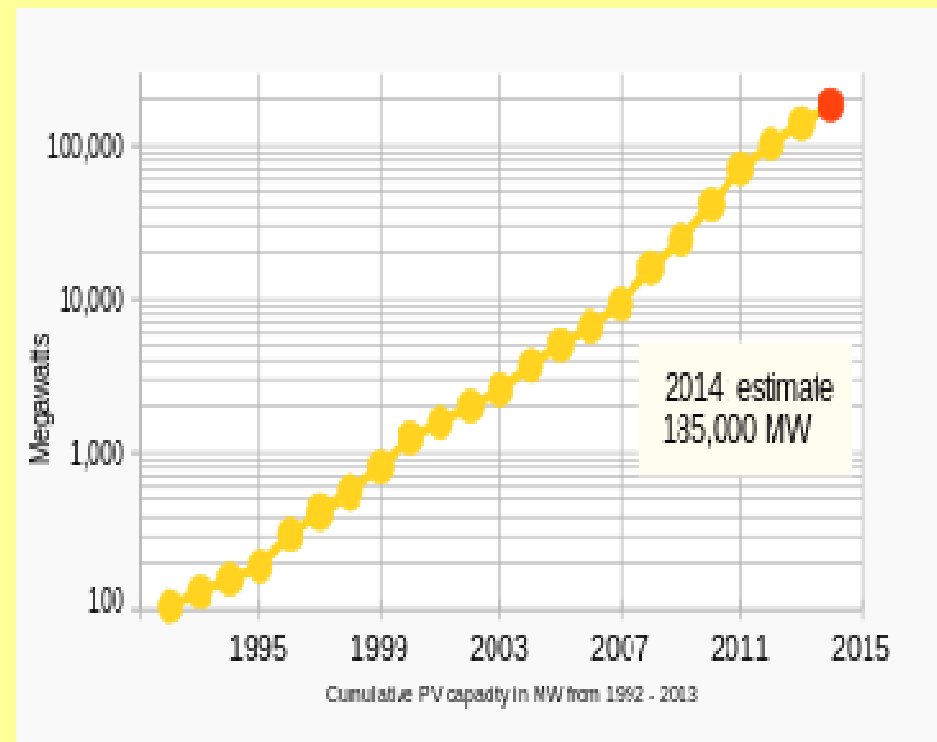
www.solart-system.hu



PV piac alakulása

Forrás: Solarbuzz, Wikipedia

- 2008-ben 5850 MWp PV
- Éves növekedés 110%!
- 2009-ben 7310 MWp PV
- Éves növekedés 22%!
- 2010-ben 11860 MWp PV
- Éves növekedés 62%!
- 2011-ben 27700 MWp PV
- Éves növekedés 67%! (EPIA)
- 2012-ben 29000 MWp PV Éves növekedés ~ 5%!
- 2013-ban 35000 MWp PV Éves növekedés ~20%!
- 2014-ben ~ 50000 MWp PV Éves növekedés ~40%!



PV-NMS-NET

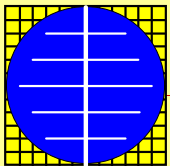
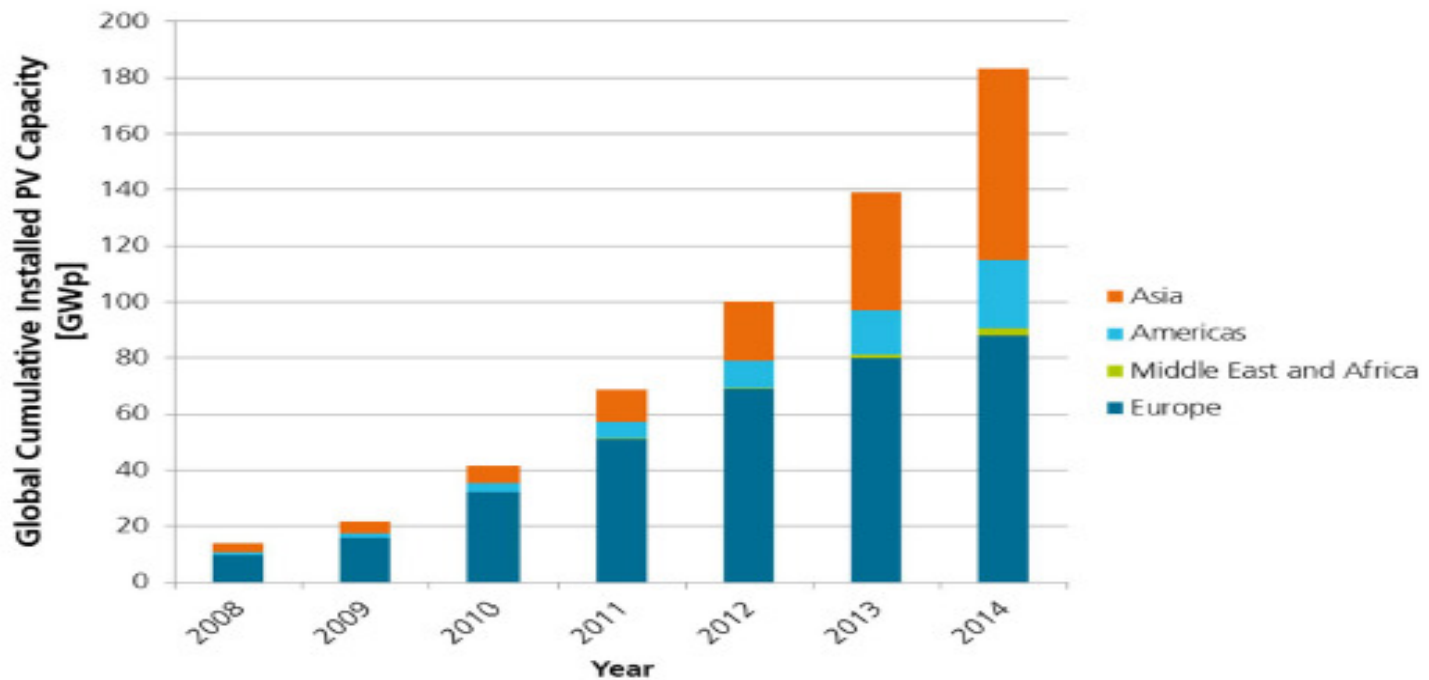
www.solart-system.hu



PV piac alakulása

Forrás: Fraunhofer ISE

Global Cumulative PV Installation until 2014



PV-NMS-NET

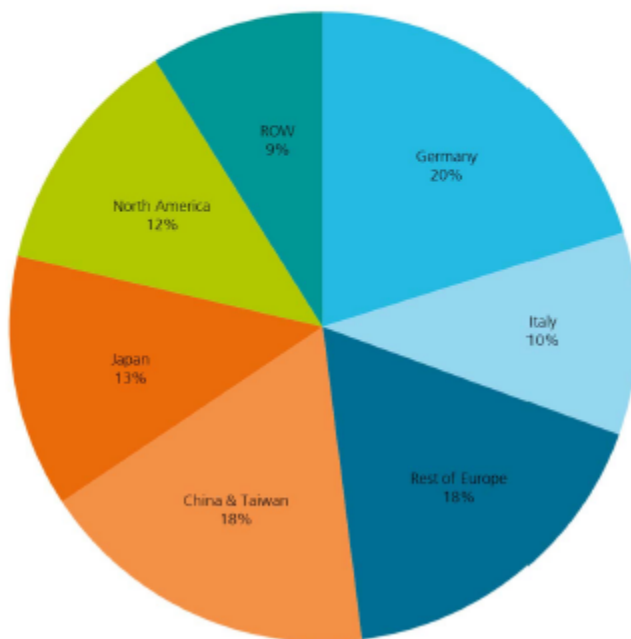
www.solart-system.hu



Napelemes berendezések avilágon 2014-ben

Forrás: Fraunhofer ISE

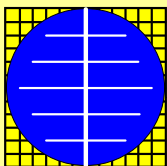
Global Cumulative PV Installation by Region Status 2014



The total cumulative installations amounted to 183 GWp at the end 2014.

All percentages are related to total global installations, including off-grid systems.

Data: IHS. Graph: PSE AG 2015



PV-NMS-NET

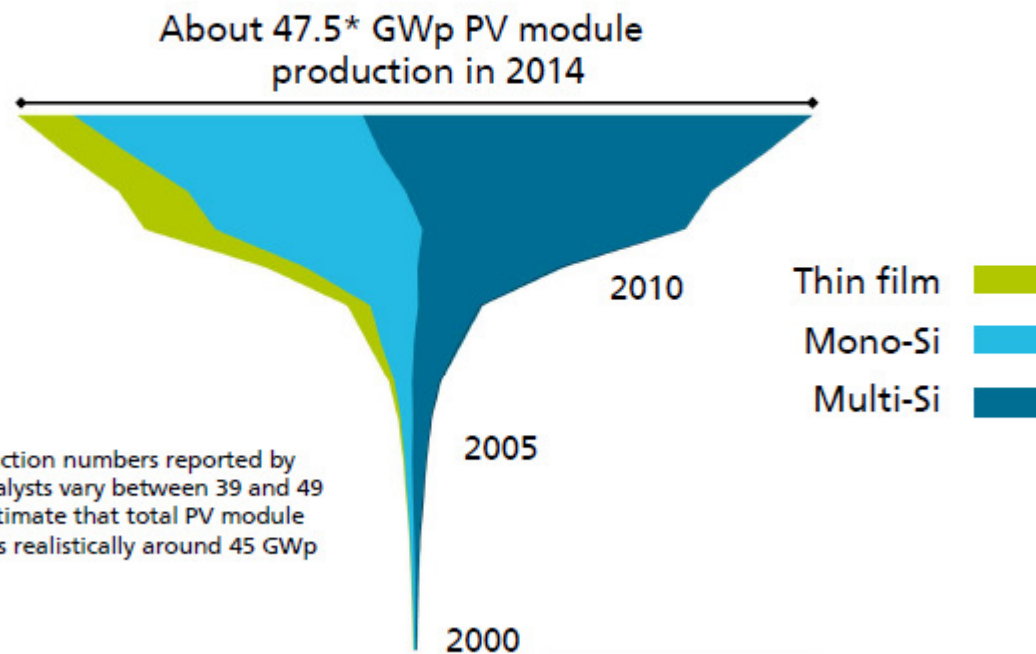
www.solart-system.hu



Napelem gyártás a világon 2014-ben

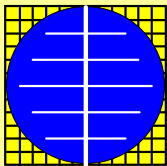
Forrás: Fraunhofer ISE

Annual PV Production by Technology Worldwide (in GWp)



*2014 production numbers reported by different analysts vary between 39 and 49 GWp. We estimate that total PV module production is realistically around 45 GWp for 2014.

Data: from 2000 to 2010: Navigant; from 2011: IHS (Mono-/Multi- proportion: Paula Mints). Graph: PSE AG 2015



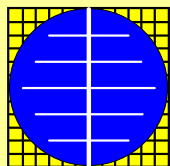
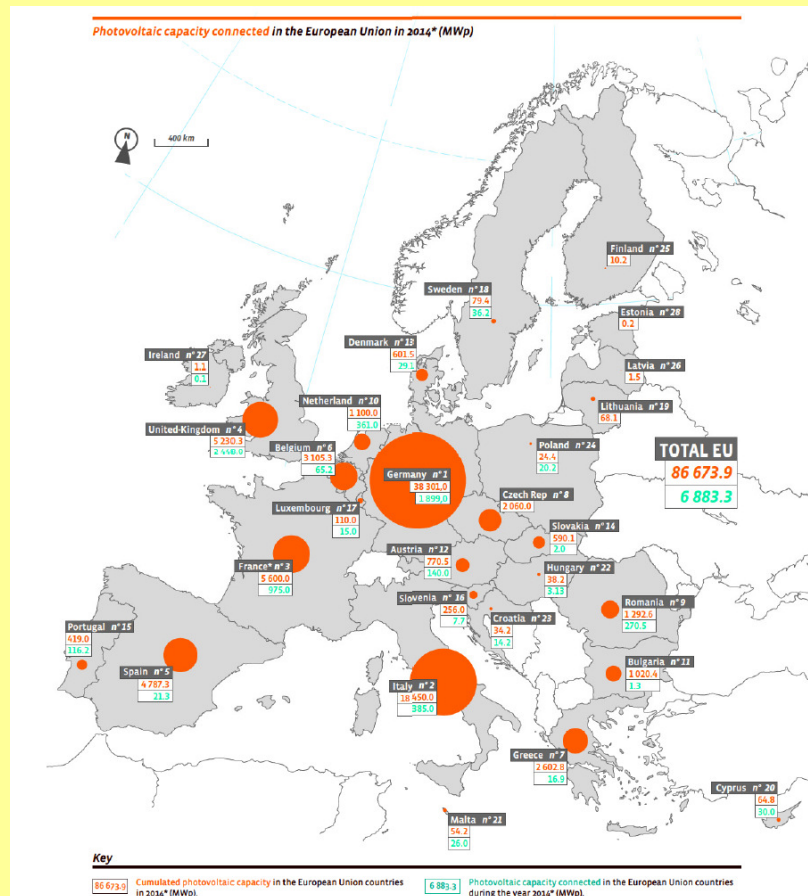
PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



Napelemes berendezések Európában 2014-ban

Forrás: EUROOBSERVER 2015 augusztus



PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



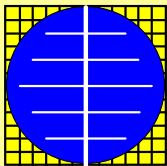
Napelemes berendezések Európában 2013 és 2014-ben

Forrás:EUROOBSERVER 2015 augusztus

Connected and cumulated photovoltaic capacity in the European Union countries at the end of 2013 and 2014 (in MWp)

	2013			2014		
	On grid	Off grid	Total	On-grid	Off-grid	Total
Germany	36 337.0	65.0	36 402.0	38 236.0	65.0	38 301.0
Italy	18 053.0	12.0	18 065.0	18 437.0	13.0	18 450.0
France*	4 614.3	10.7	4 625.0	5 589.2	10.8	5 600.0
United Kingdom	2 780.0	2.3	2 782.3	5 228.0	2.3	5 230.3
Spain	4 740.8	25.2	4 766.0	4 761.8	25.5	4 787.3
Belgium	3 039.9	0.1	3 040.0	3 105.2	0.1	3 105.3
Greece	2 578.8	7.0	2 585.8	2 595.8	7.0	2 602.8
Czech rep	2 063.5	0.4	2 063.9	2 060.6	0.4	2 061.0
Romania	1 022.0	0.0	1 022.0	1 292.6	0.0	1 292.6
Netherlands	734.0	5.0	739.0	1 095.0	5.0	1 100.0
Bulgaria	1 018.5	0.7	1 019.2	1 019.7	0.7	1 020.4
Austria	626.0	4.5	630.5	766.0	4.5	770.5
Denmark	571.0	1.4	572.4	600.0	1.5	601.5
Slovakia	588.0	0.1	588.1	590.0	0.1	590.1
Portugal	299.0	3.8	302.8	414.0	5.0	419.0
Slovenia	248.1	0.1	248.2	255.9	0.1	256.0
Luxembourg	95.0	0.0	95.0	110.0	0.0	110.0
Sweden	34.8	8.4	43.2	69.9	9.5	79.4
Lithuania	68.0	0.1	68.1	68.0	0.1	68.1
Cyprus	33.9	0.9	34.8	63.6	1.1	64.8
Malta	28.2	0.0	28.2	54.2	0.0	54.2
Hungary	34.3	0.6	34.9	37.5	0.7	38.2
Croatia	19.5	0.5	20.0	33.5	0.7	34.2
Poland	1.8	2.4	4.2	21.5	2.9	24.4
Finland	0.2	10.0	10.2	0.2	10.0	10.2
Latvia	1.5	0.0	1.5	1.5	0.0	1.5
Ireland	0.2	0.9	1.0	0.2	0.9	1.1
Estonia	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2
European Union	79 631.3	162.2	79 793.5	86 506.8	167.1	86 673.9

*Overseas department not included for France. Source: EuroObserv'ER 2015.
Note: according to the Czech Ministry of Industry and Trade, Czech Republic decommissioned 2.9 MWp of solar capacity during 2014.



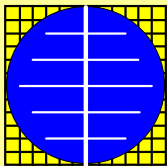
PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



A napenergiával termelt villamos áram átvételi ára az EU új tagállamaiban a kezdeti időszakban

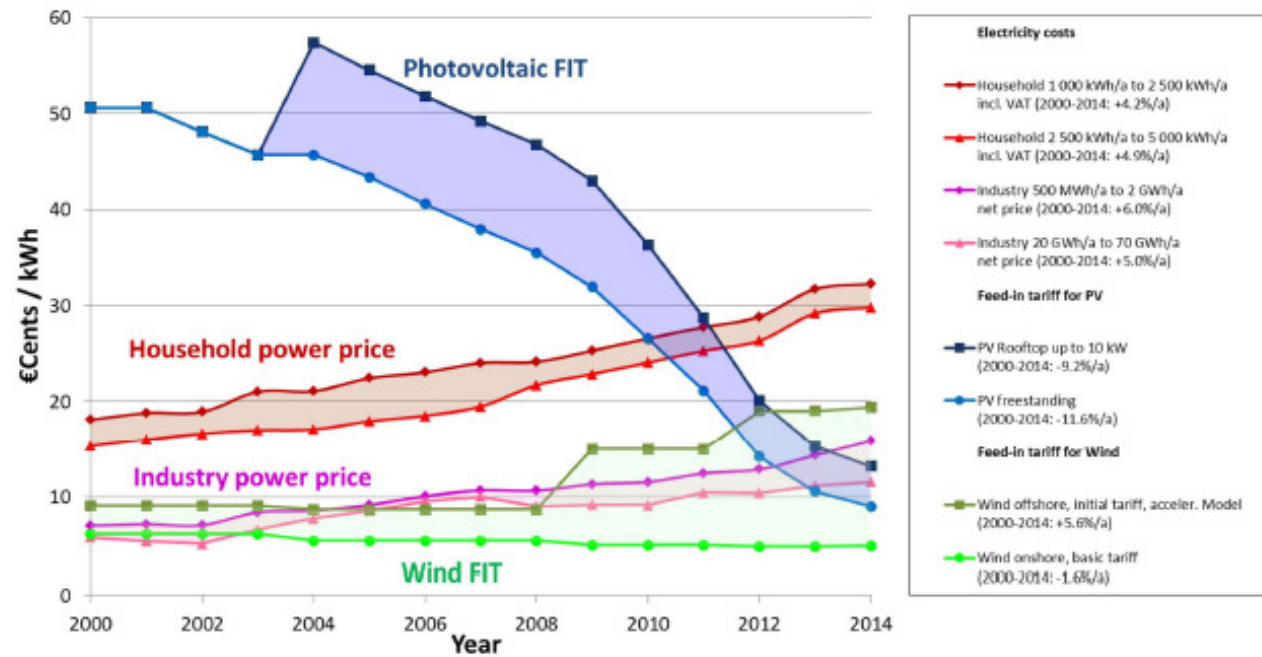
- Cseh Köztársaság 0,47 €/kWh
- Szlovénia 0,399 €/kWh
- Ciprus 0,383/0,36 €/kWh
(magán/vállalkozás)
- Bulgária 0,394/0,366 €/kWh
(<5kW/>5kW)
- Szlovákia 0,45 €/kWh (2009-től)
- Magyarország ~0,11 €/kWh



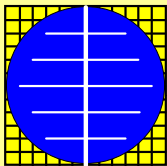
Villamos energia és a napenergiával termelt villamos energia átvételi ára Németországban

Forrás: Fraunhofer ISE

Electricity Costs and Feed-In Tariffs (FIT) in Germany



Data: BMU, EEG 2014 and BMWi Energiedaten. Design: B. Burger - Fraunhofer ISE, Update: 16.10.2015



PV-NMS-NET

www.solart-system.hu

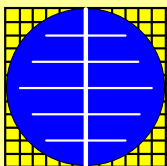
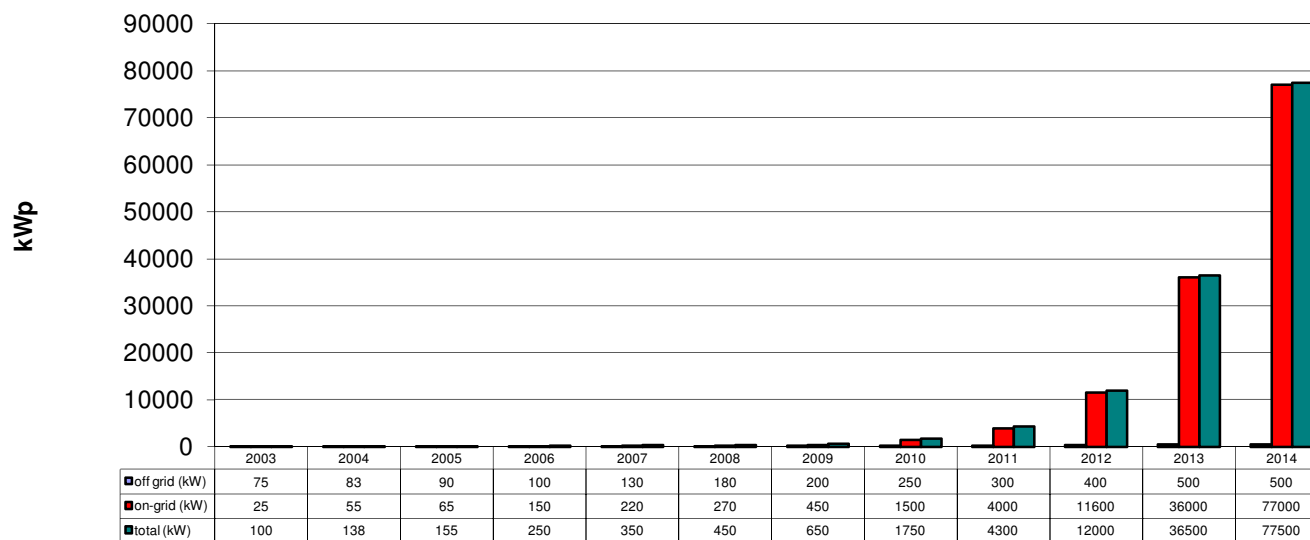


Magyarországi alkalmazások

A napelemes berendezés állomány Magyarországon



forrás:
Solart-System



PV-NMS-NET

www.solart-system.hu

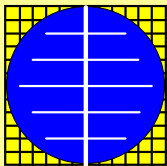
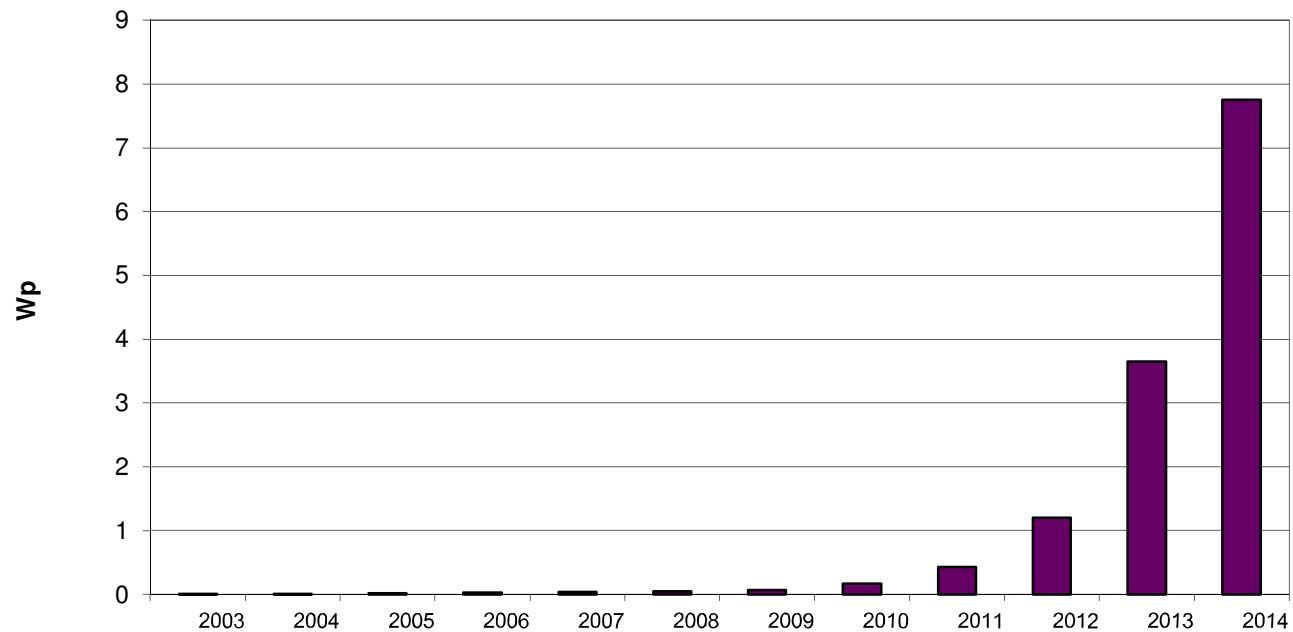


Magyarországi alkalmazások

Az egy főre jutó napelemes berendezés állomány Magyarországon



forrás:
Solart-System



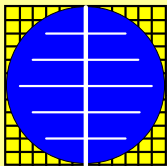
PV-NMS-NET

www.solart-system.hu

INTELLIGENT ENERGY
EUROPE 

Magyarországi alkalmazások

- Az éves növekedés mértéke 2009-ban 44%, 2010-ben 169%!, 2011-ben 145%!, 2012-ben 179%!, 2013-ban 204%!, 2014-ben ~100%
- 2014-ben ~9000 berendezés, 8829 HMK, 33 a HMK-nál nagyobb (max. 500kW. Néhány 400 kW-nál nagyobb: Újszilvás, Dunakeszi, Sellye, Balástya, Ópusztaszer, Pusztaszer, Szolnok, Berettyóujfalu).
18,48 MW-os 2015 októberben felépült Gyöngyösvisontán.
- 10 MW-os 2016 februárban elkészült Pécsen.
- Egy főre jutó PV átlag ~ 8 W. Csúcs: Patca Katica tanya kb.500 W (61 fő, 30 kW)



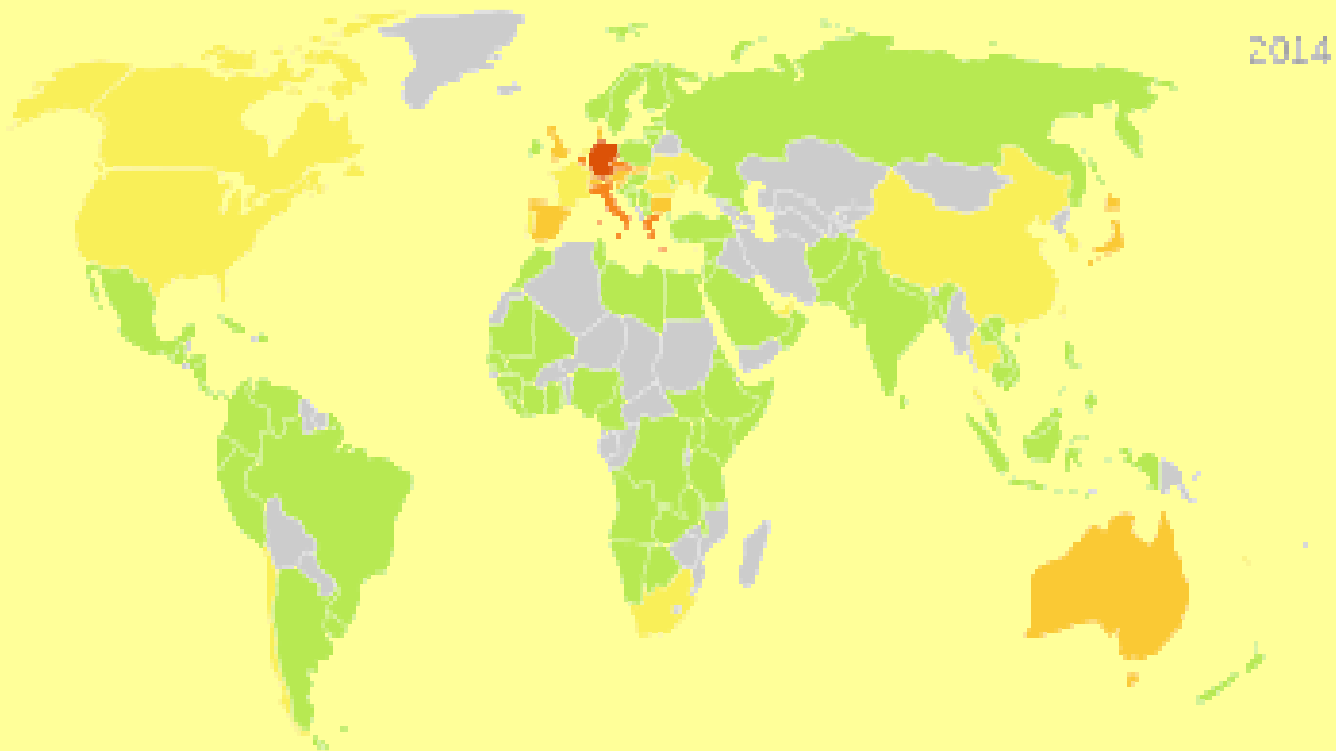
PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



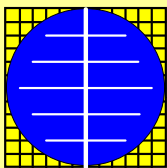
Egy főre jutó PV alkalmazások a világon

Forrás: Wikipedia



Worldwide installed photovoltaic capacity in "watts per capita" by country. Estimated figures for year 2014.

■	none or unknown	■	<10 watts per inhabitant	■	10–100 watts per inhabitant	■	100–200 watts per inhabitant	■	200–400 watts per inhabitant	■	>400 watts per inhabitant
---	-----------------	---	--------------------------	---	-----------------------------	---	------------------------------	---	------------------------------	---	---------------------------



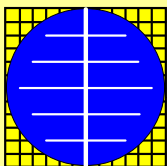
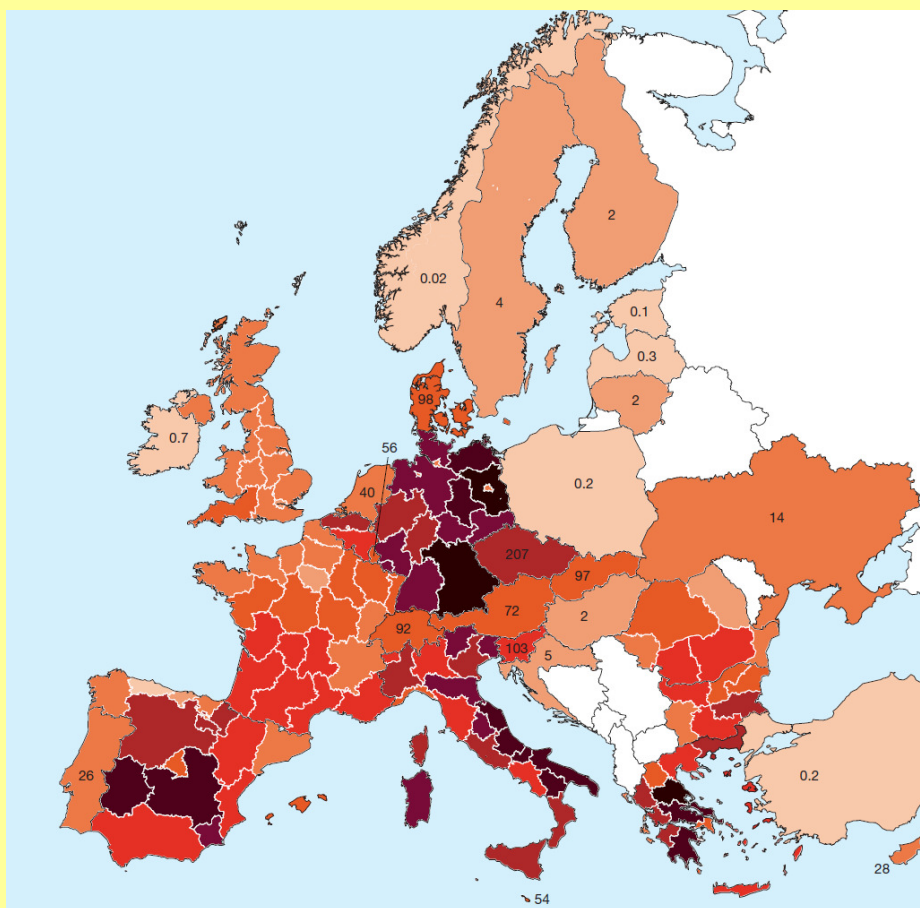
PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



Egy főre jutó PV alkalmazások Európában 2013-ban

Forrás: EPIA



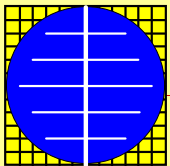
PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



Fotovillamos energiaátalakítás

- Energia átalakítási hatások elvben akár 60-70% ([Delaware University](#) max: 42,8% ?, Sharp: 44,4% 302x, Fraunhofer ISE 46% koncentráció)
- [Perovskite cells](#) (alacsony hőmérsékletű technológia)
- [Két elektron gerjesztési lehetőség!](#)
- Gyakorlatban amorf Si 4-6%, kristályos Si 15-17% ([SANYO HIT](#) 21,1 %)



PV-NMS-NET

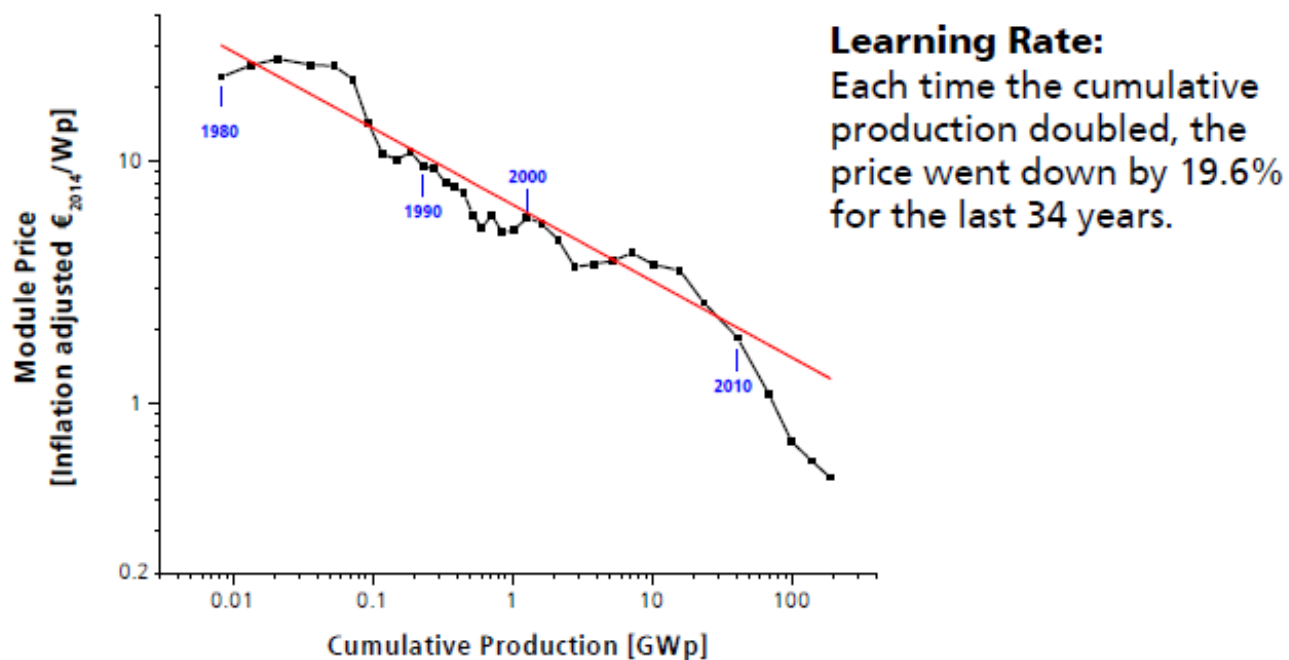
www.solart-system.hu



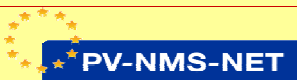
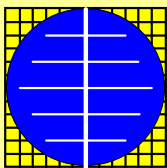
A napelemek árcsökkenése

Forrás: Fraunhofer ISE

Price Learning Curve Includes all Commercially Available PV Technologies



Data: from 1980 to 2010 estimation from different sources : Strategies Unlimited, Navigant Consulting, EUPD, pvXchange; from 2011 to 2014: IHS. Graph: PSE AG 2015

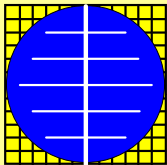


www.solart-system.hu



Napelemgyártás Magyarországon

- 1973. VKI.
- 1989. Pannonglas SOLARLAB.
- 1990. Solart-System. www.solart-system.hu
- 1997. Dunasolar.
- 2004. SANYO PV. www.sanyo.com → 2011. PANASONIC 2013 Ø
- 2004. [Sol@Mio napelem gyár?](#)
- 2006. Korax napelem gyár. www.korax.hu
- 2007. [Heliogrid napelem gyár Rétság.](#) (~70 MEuro beruházás) www.heliogrid.com
- 2007. [Genesis Környe.](#) (~100 MEuro beruházás)



PV-NMS-NET

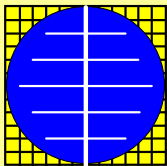
www.solart-system.hu



Napelemgyártás Magyarországon

Napjainkban néhány új beruházás

- Great Solar, Berttyóujfalu 200 MWp (12,774 MEuro)
AlternativEnergia.hu (495 kW naperőmű 2015 január)
- Greensolar, Budapest. www.greensolar.hu
- FSD, Budaórs. www.reenergy.hu
- Jülich GLAS, Székesfehérvár.
www.napi.hu/magyar_vallalatok/napelemgyartas_kezdodik_fehervaron.480430.html
- Solar Energy System, Komló. (4,44 MEuro)
www.greenfo.hu/hirek/hirek_item.php?hir=27246/
- Ecosolifer, Csorna (1 Mrd Ft állami támogatás)



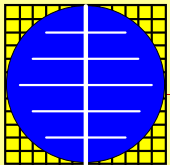
PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



Alkalmazások

- Autonom áramforrások
- Hálózatra dolgozó rendszerek
- Kváziautonom áramforrások
- Közzükségleti cikkek

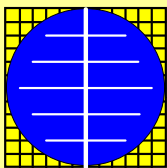


PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



Az első hazai napeleemes áramforrás 1975-ben



PV-NMS-NET

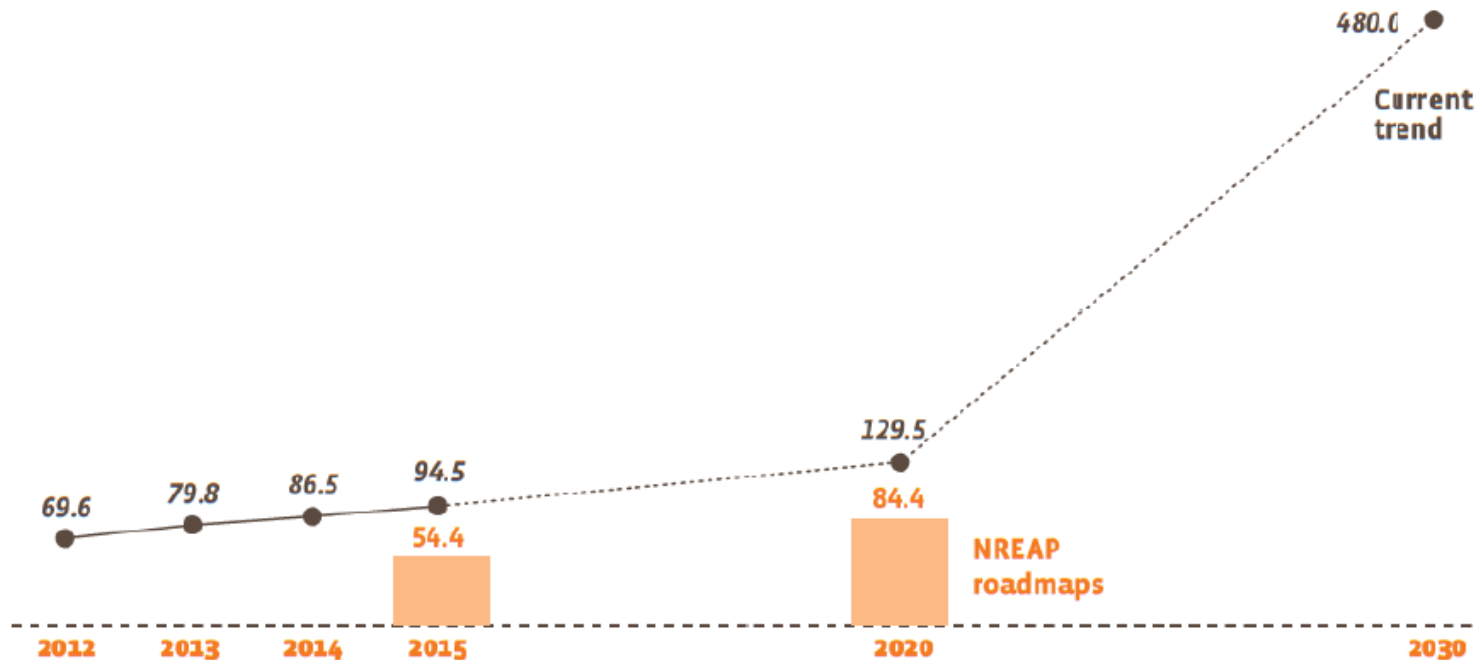
www.solart-system.hu

INTELLIGENT ENERGY
EUROPE 

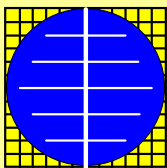
PV alkalmazások várható alakulása Európában 2030-ig

Forrás:EUROOBSERVER 2015 augusztus

Comparison of the current trend of photovoltaic capacity installed against the NREAP (National Renewable Energy Action Plans) roadmap (in GWp)



Source : EurObserver 2015.



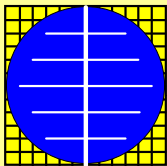
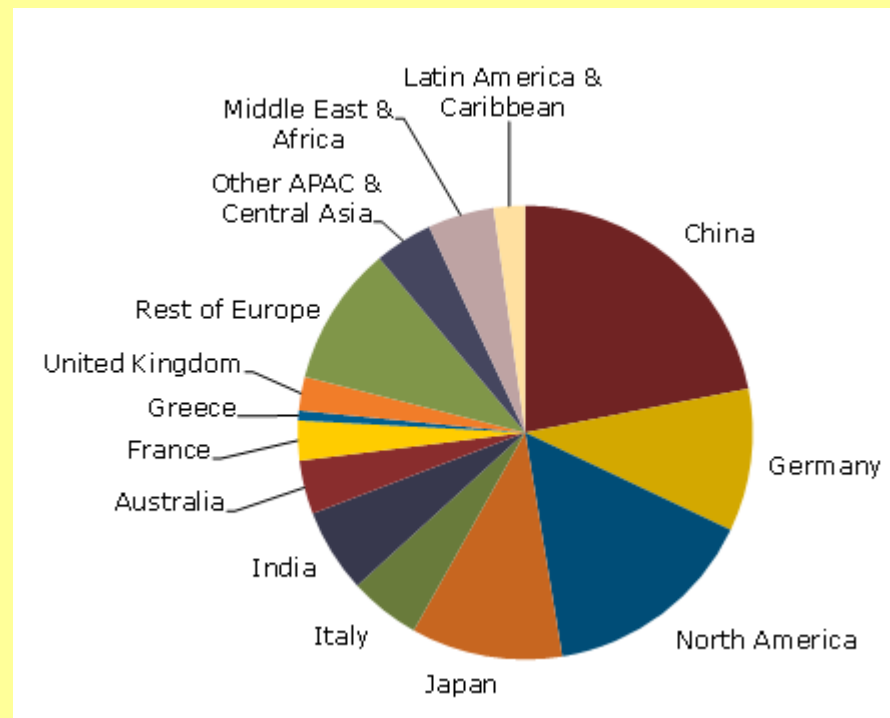
PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



Várható új installációk 2013-2017 között: 230 GWp!

Forrás: Solarbuzz



PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



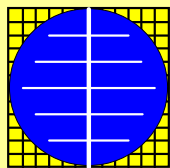
PV alkalmazások várható alakulása Magyarországon NREAP szerint

Az egyes megújuló energia-technológiáktól elvárt teljes hozzájárulás (beépített kapacitás, bruttó villamosenergia-termelés) a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia részarányaira 2010-2014-ben vonatkozó kötelező, 2020-ig teljesítendő célkitűzések, illetve az időközi ütemterv előirányzat megvalósításához Magyarországon

F/10.a. táblázat

	2010		2011		2012		2013		2014	
	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh
Vizenergia	51	194	51	194	51	194	51	194	51	194
1MW alatti vízerőmű	3	5,4	3	5	3	5	3	5	3	5
1 MW - 10 MW közötti	9	30,4	9	30	9	30	9	30	9	30
10 MW fölötti vízerőmű	39	158,2	39	158	39	158	39	158	39	158
Ebből szivattyús	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geotermikus energia	0	0	0	0	0	0	4	29	4	29
Napenergia	0	2	2	5	6	9	9	14	14	20
Fotovillamos napenergia	0	2	2	5	6	9	9	14	14	20
Koncentrált napenergia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Árapály, hullám, tengeráram	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Szélenergia	330	692	393	692	445	929	552	1 150	568	1 303
Szárazföldi szélenergia	330	692	393	692	445	929	552	1 150	568	1 303
Tengeri szélenergia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BIOMASSZA	374	1 955	377	1 971	381	1 995	399	2 097	472	2 525
Szilárd	360	1 870	360	1 870	360	1 870	373	1 942	439	2 328
Biogáz	14	85	17	101	21	125	26	155	32	196
Folyékony biohajtóanyagok										
Megújuló alapú villamos energia összesen	755	2 843	823	2 862	882	3 127	1 015	3 484	1 109	4 069
Ebből kapcsolt hő-és villamosenergia-termelés	20	110	22	126	25	142	44	258	74	437

194



PV-NMS-NET

www.solart-system.hu

INTELLIGENT ENERGY
EUROPE

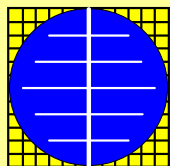
PV alkalmazások várható alakulása Magyarországon NREAP szerint

Az egyes megújuló energia-technológiáktól elvárt teljes hozzájárulás (beépített kapacitás, bruttó villamosenergia-termelés) a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia részarányaira 2015-2020-ban vonatkozó kötelező, 2020-ig teljesítendő célkitűzések, illetve az időközi ütemterv előirányzat megvalósításához Magyarországon

F/10.b. táblázat

	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh
Vízenergia	52	196	56	209	60	221	61	223	67	238	66	238
1MW alatti vízerőmű	4	8	4	8	4	8	5	10	6	13	6	12
1 MW - 10 MW közötti	9	30	13	43	18	55	18	55	22	67	22	67
10 MW fölötti vízerőmű	39	158	39	158	39	158	39	158	39	158	39	158
Ebből szivattyús	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geotermikus energia	4	29	8	57	8	57	57	410	57	410	57	410
Napenergia	19	26	25	33	32	42	41	54	52	67	63	81
Fotovillamos napenergia	19	26	25	33	32	42	41	54	52	67	63	81
Koncentrált napenergia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Árapály, hullám, tengeráram	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Szélenergia	577	1377	588	1404	701	1450	719	1483	730	1504	750	1545
Szárazföldi szélenergia	577	1377	588	1404	701	1450	719	1483	730	1504	750	1545
Tengeri szélenergia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BIOMASSZA	420	2 250	329	1 750	460	2 492	536	2 935	578	3 192	600	3 324
Szilárd	377	1988	266	1362	387	2041	455	2434	484	2595	500	2688
Biogáz	43	262	63	389	73	451	80	501	94	596	100	636
Folyékony biohajtóanyagok												
Megújuló alapú villamos energia összesen	1 072	3 878	1 006	3 453	1 262	4 262	1 414	5 105	1 483	5 410	1 537	5 597
Ebből kapcsolt hő-és villamos energia termelés	120	719	225	1307	332	1947	432	2611	472	2863	493	2990

195

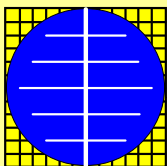
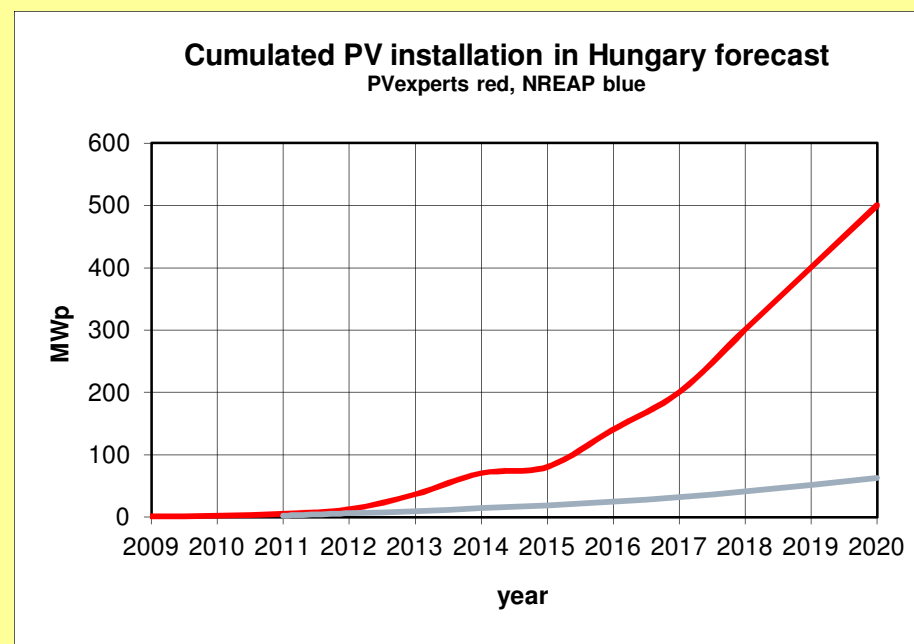
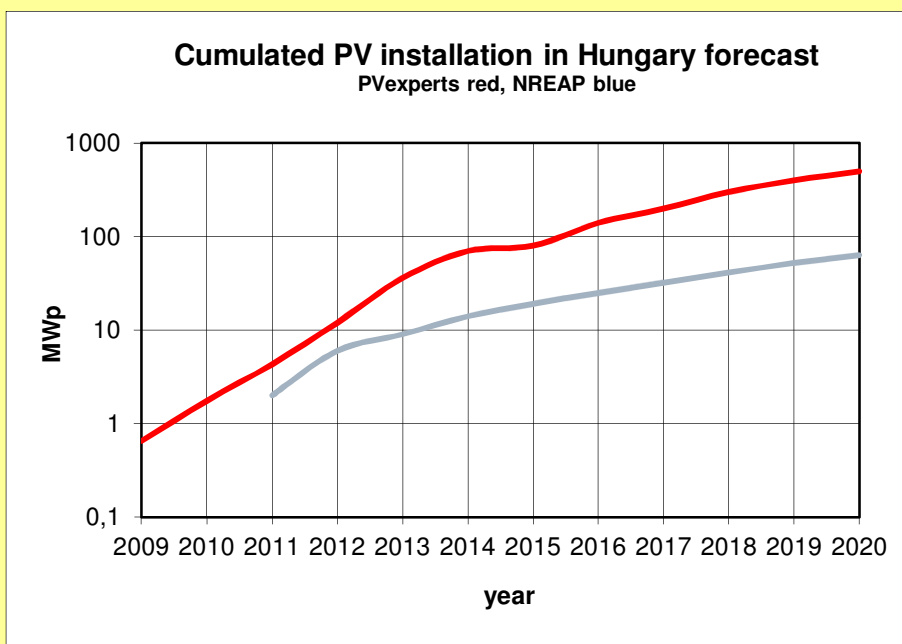


PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



PV alkalmazások várható alakulása Magyarországon 2020-ig



PV-NMS-NET

www.solart-system.hu

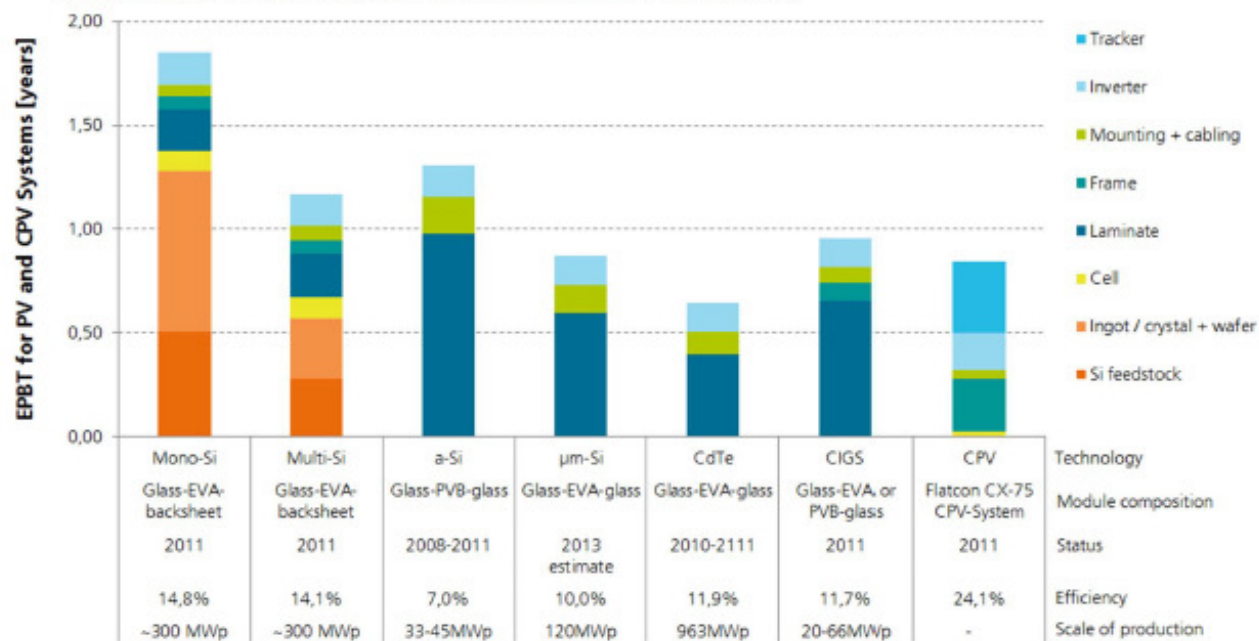


Energia megtérülés

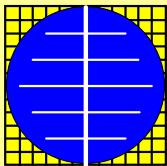
Forrás: Fraunhofer ISE

Energy Pay-Back Time for PV and CPV Systems Different Technologies located in Catania, Sicily, Italy

Global Irrad.: 1925 kWh/m²/yr, Direct Normal Irrad.: 1794 kWh/m²/yr



Data: M.J. de Wild-Scholten 2013; CPV data: "Environmental Sustainability of Concentrator PV Systems: Preliminary LCA Results of the Apollon Project" 5th World Conference on PV Energy Conversion. Valencia, Spain, 6-10 September 2010. Graph: PSE AG 2014



PV-NMS-NET

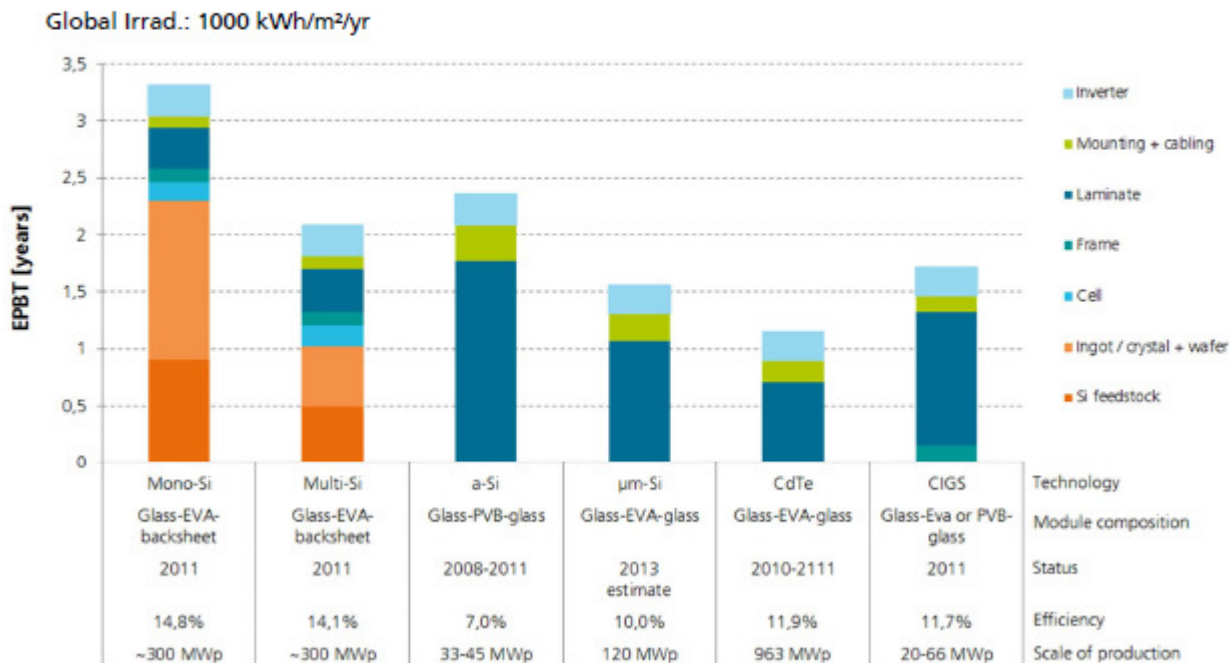
www.solart-system.hu



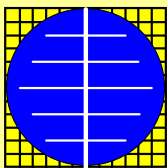
Energia megtérülés

Forrás: Fraunhofer ISE

Energy Pay-Back Time of Rooftop PV Systems Different Technologies located in Germany



Data: M.J. de Wild-Scholten 2013. Graph: PSE AG 2014



PV-NMS-NET

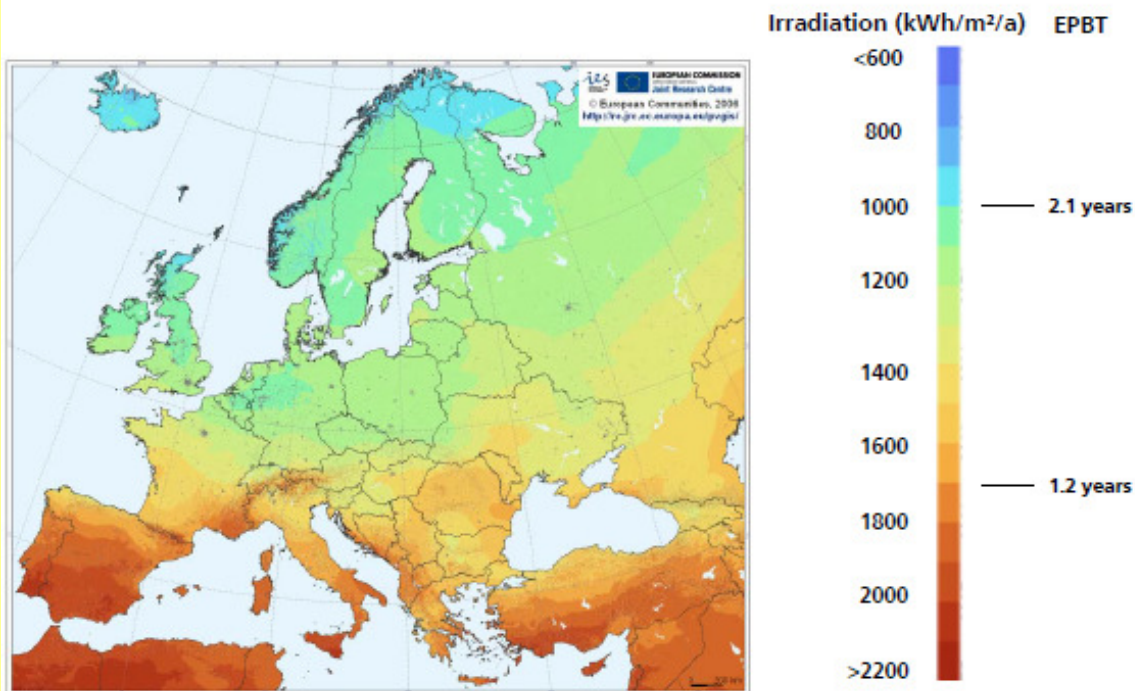
www.solart-system.hu



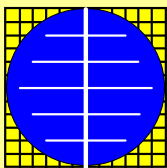
Energia megtérülés

Forrás: Fraunhofer ISE

Energy Pay-Back Time of Multicrystalline Silicon PV Rooftop Systems - Geographical Comparison



Data: M.J. de Wild-Scholten 2013. Image: JRC European Commission. Graph: PSE AG 2014 (Modified scale with updated data from PSE AG and FraunhoferISE)

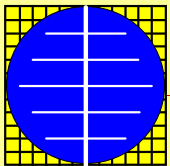
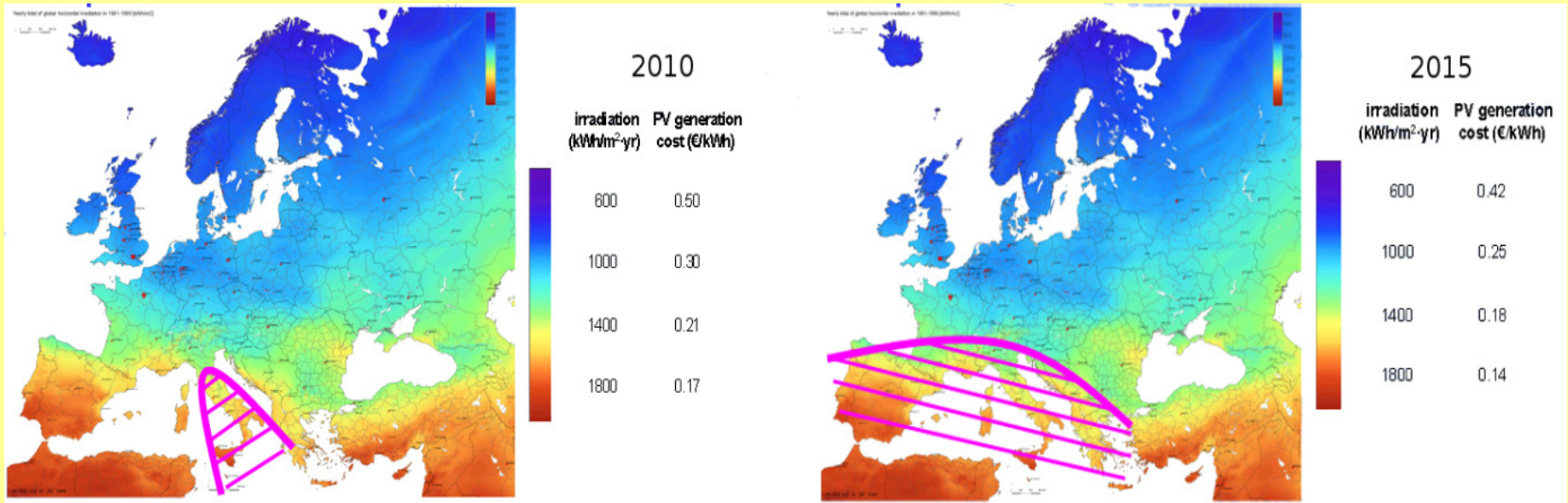


PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



EU PV Stratégiai Programja (SRA)

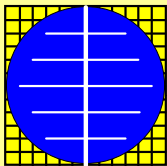
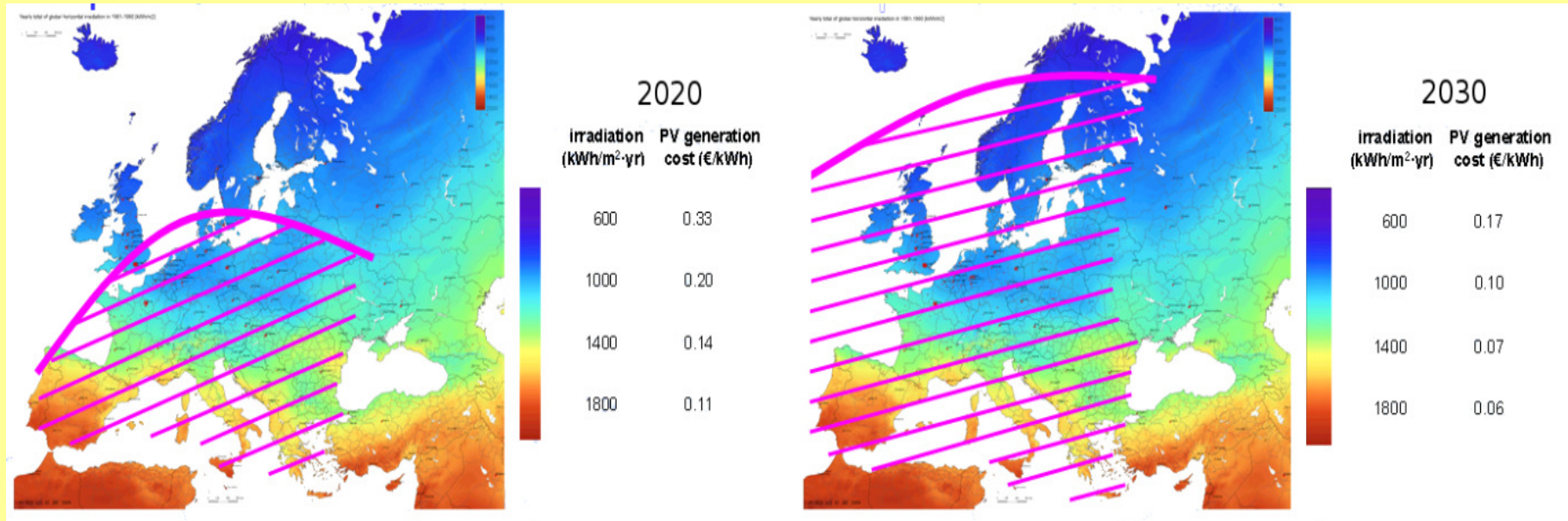


PV-NMS-NET

www.solart-system.hu



EU PV Stratégiai Programja (SRA)



PV-NMS-NET

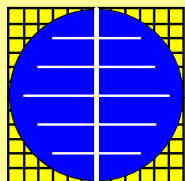
www.solart-system.hu



Nálunk is süt a nap

Köszönet a figyelemért!

palfymiklos@solart-system.hu



PV-NMS-NET

www.solart-system.hu

