

Megújuló energiaforrások I.

Napenergia

Dr. Ivelics Ramón PhD.
egyetemi adjunktus

PTE MIK Mérnöki és Smart Technológiák Intézet
Környezetmérnöki Tanszék

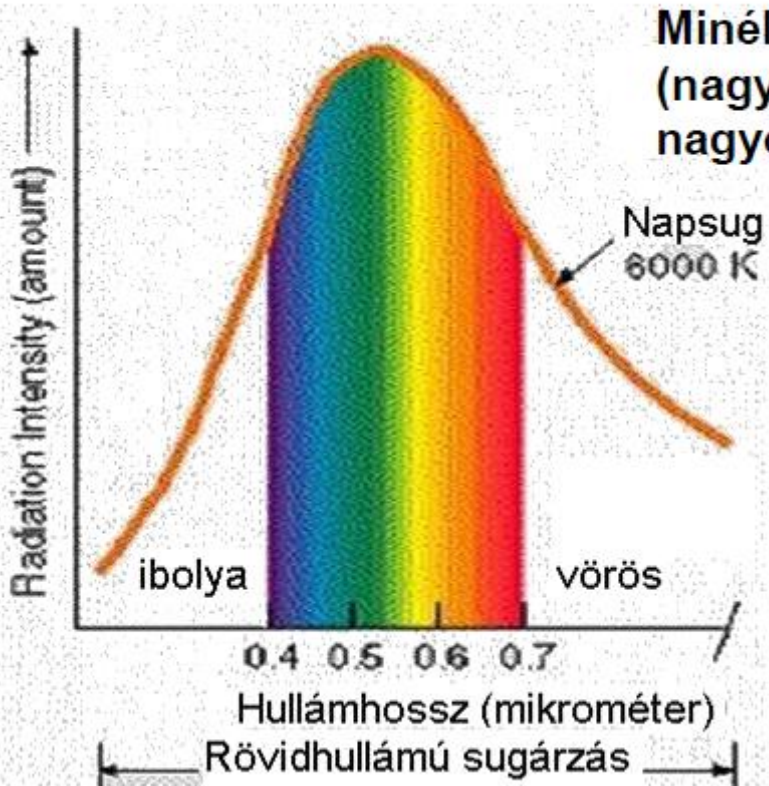
Primer energiahordozók csoportosítása kimerülésük alapján

Kimerülő energiahordozók

- kémiai tüzelőanyagok:
 - szén, kőolaj, földgáz, egyéb,
- nukleáris tüzelőanyagok:
 - fissziós, fúziós,
- *geotermikus energia*
- exoterm reakciók

Megújuló energiahordozók

- **napenergia**: napsugárzás, fotoszintézis, szél, hőfokkülönbségek, stb.
- *szél,*
- *bioenergia: izomerő, biomassa, mikrobiológiai reakciók,*
- gravitáció: árapály.



Minél kisebb a hullámhossz (nagyobb a frekvencia) annál nagyobb az energiatartalom

Napsug
6000 K

- Kék: 460~475nm
- Zöld: 520~530nm
- Sárga (borostyán): 585~595nm
- Élénk vörös: 620~630nm

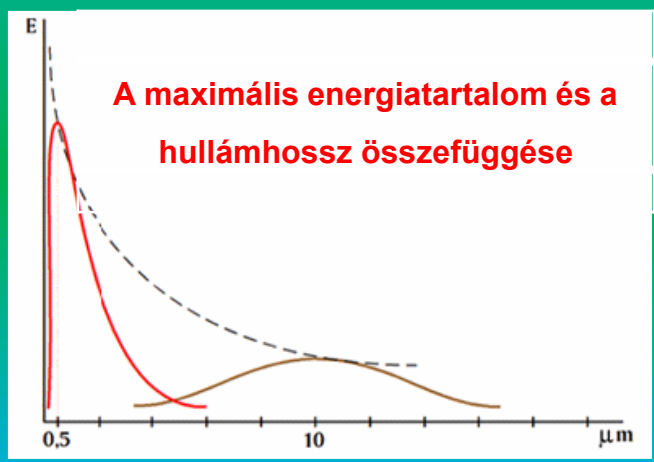
A frekvencia f a fény színét jelzi: a vörös kis frekvenciájú fény, a kék nagyobb frekvenciájú

A terjedési sebesség: légüres térben frekvenciától függetlenül minden fényhullám $c=300\ 000$ km/s sebességgel terjed

Hullámhossz: $\lambda = \frac{c}{f}$

A fényhullám energiája: $E = h \cdot f$

ahol h a Planck-állandó: $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$



Sugárzás

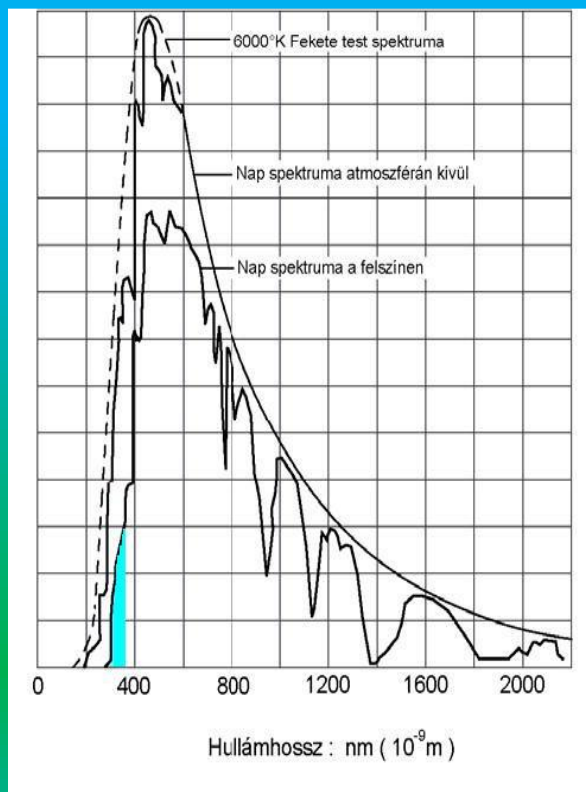
- Nap felszínének hőmérséklete ~6000K
- **Stefan - Boltzmann törvény:** a sugárzás intenzitása a hőmérséklet negyedik hatványával arányos (A kibocsátott intenzitás tehát nem függ az anyagi minőségtől, csak az abszolút hőmérséklettől. $\sigma=5,67\text{W/m}^2\text{K}^4$)

$$E(T) = \sigma T^4$$

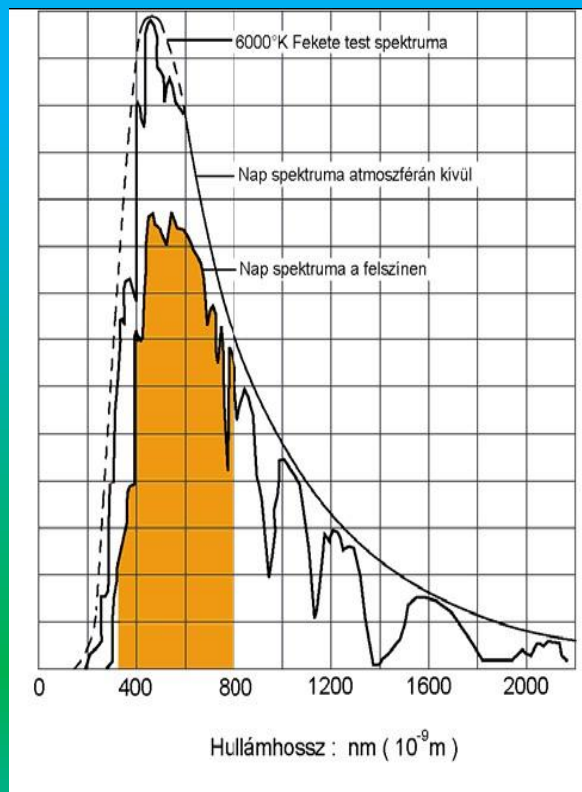
- **Wien törvénye:** a maximális intenzitás hullámhossza annál kisebb, minél nagyobb a sugárzó test hőmérséklete

$$\lambda_m * T = \text{const}(3000)$$

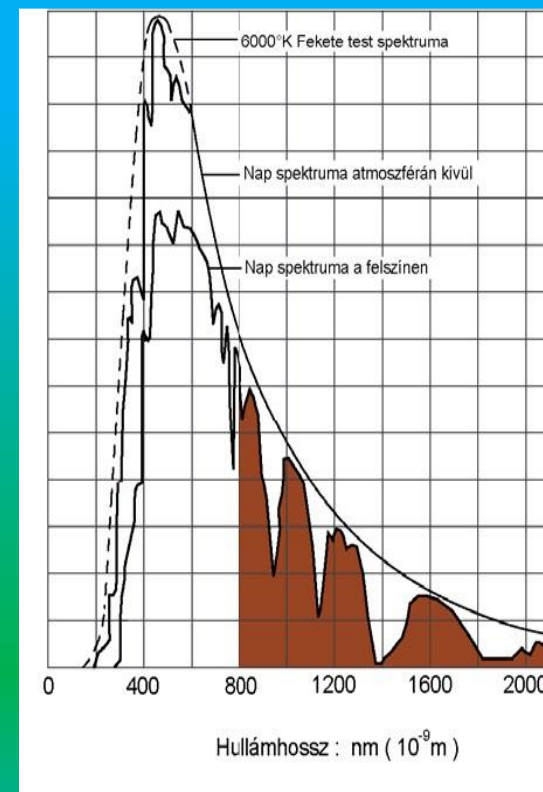
A napsugárzás spektrális eloszlása



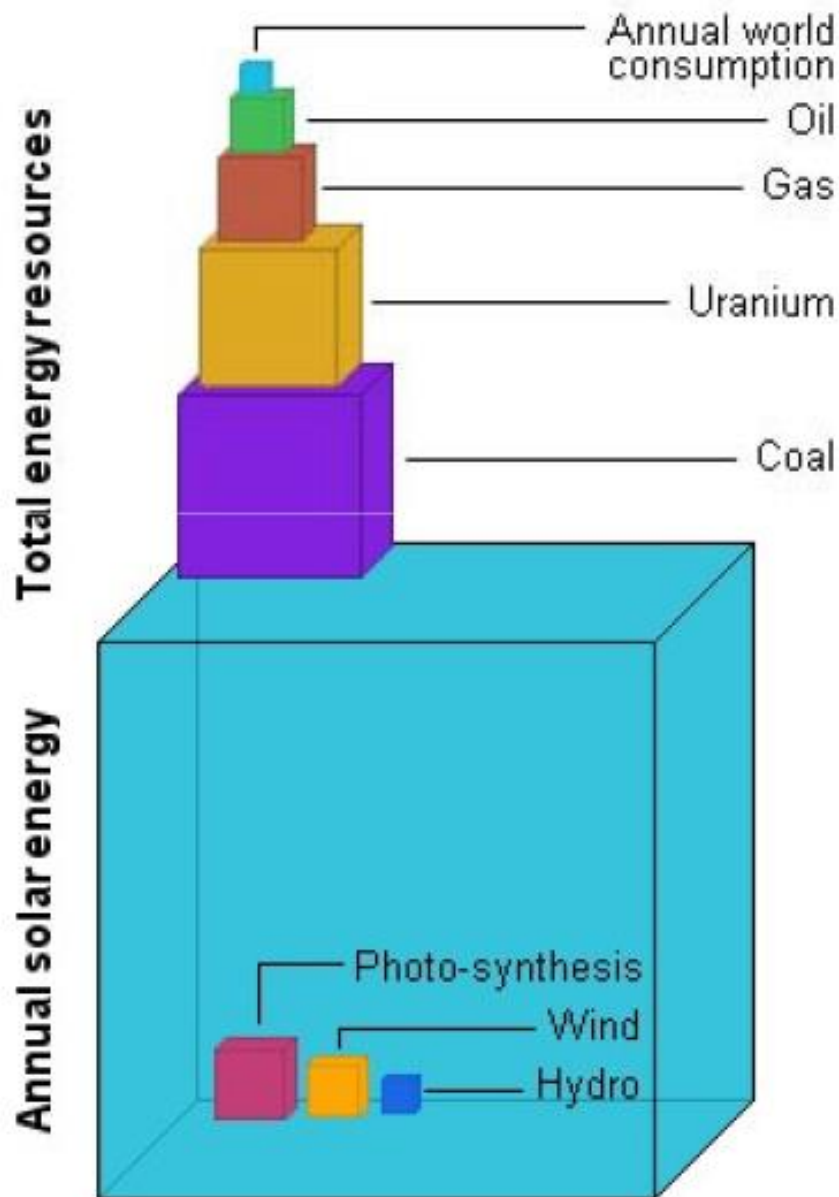
Ibolyántúli sugárzás



Fény



Hősugárzás

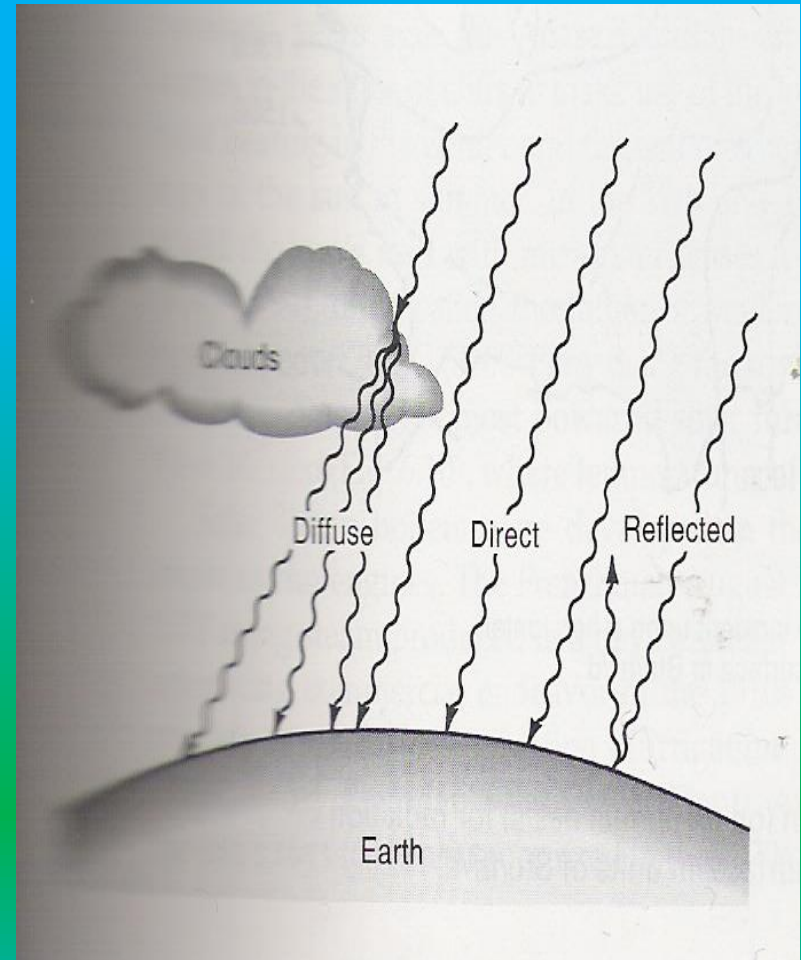
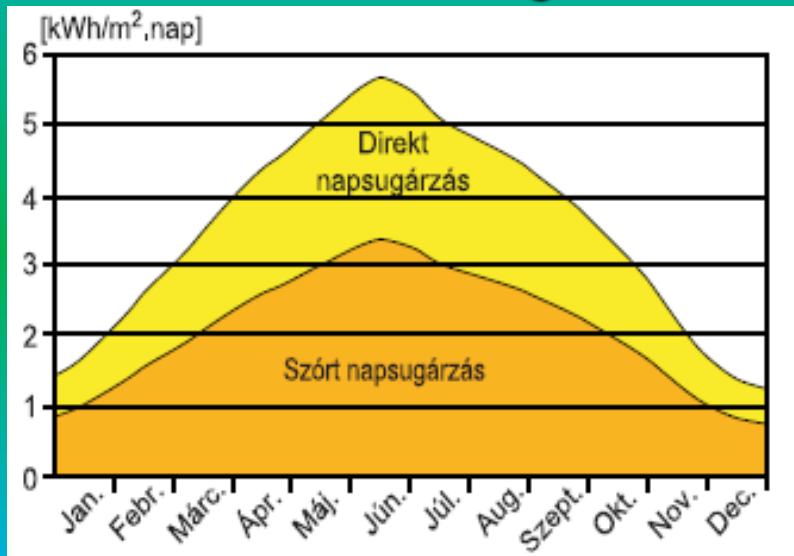


Napenergia és hasznosítása

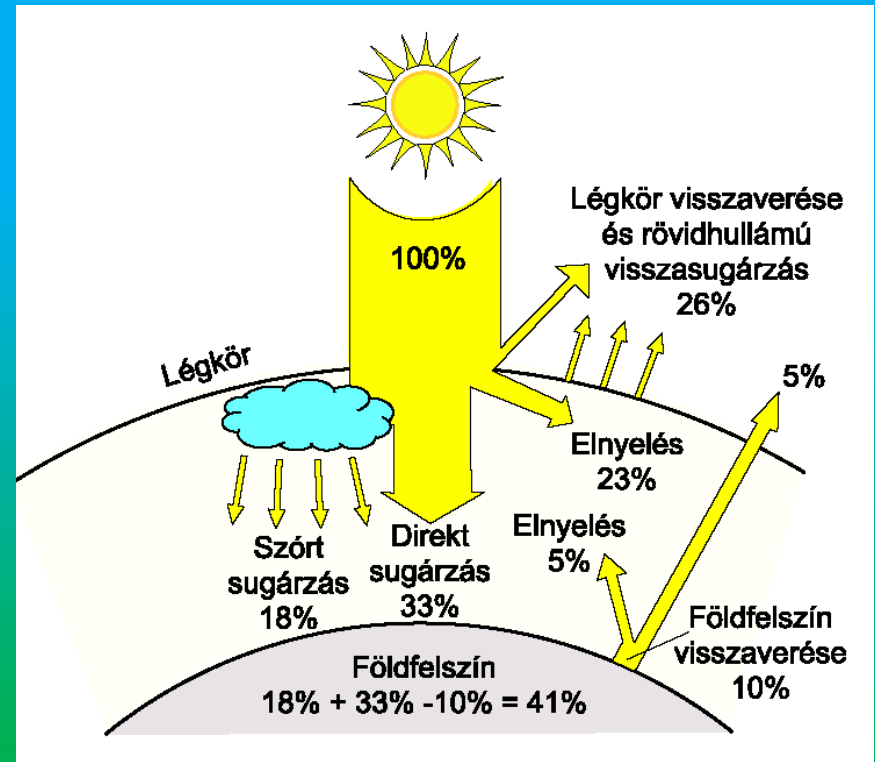
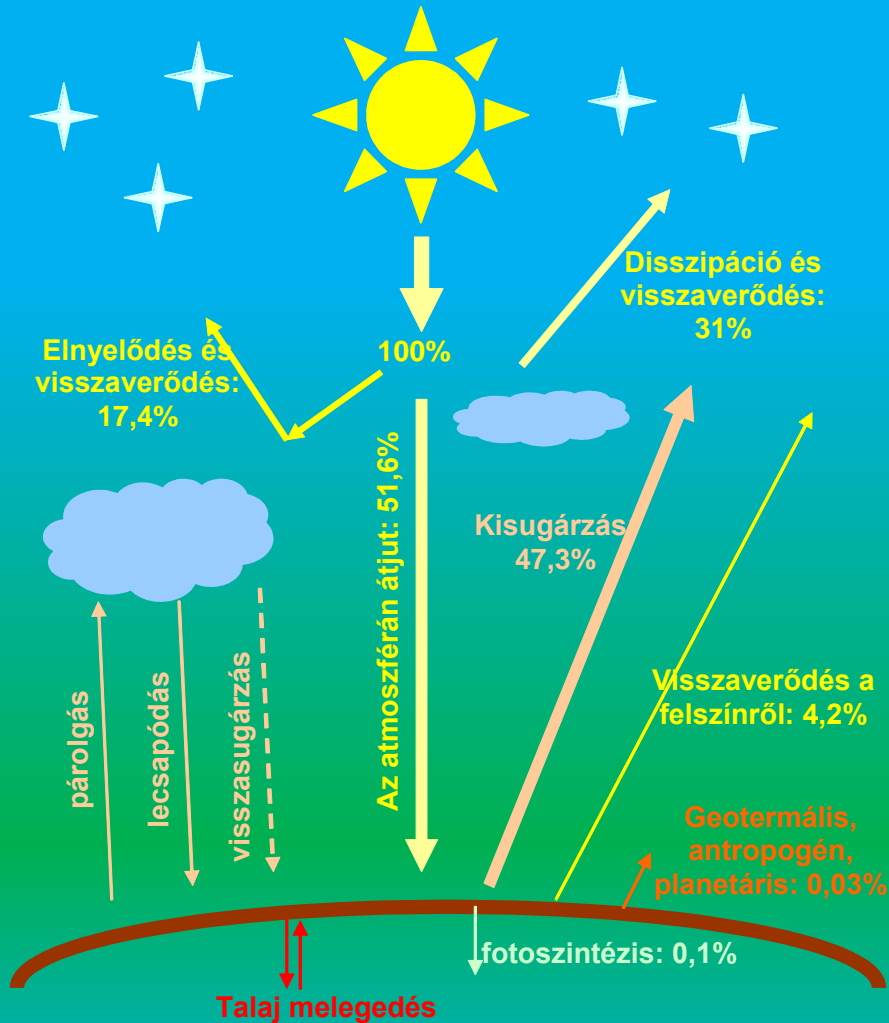
- Az egy nap alatt sugárzással érkező energia többszöröse a más forrásból származó energiának.
- Jól tervezett épület esetén az energiafelhasználás 1/3..1/2 része fedezhető napenergiával.
- A napenergia felhasználás az összes energiafelhasználás kb. 4-5%-át teszi ki.

Sugárzás

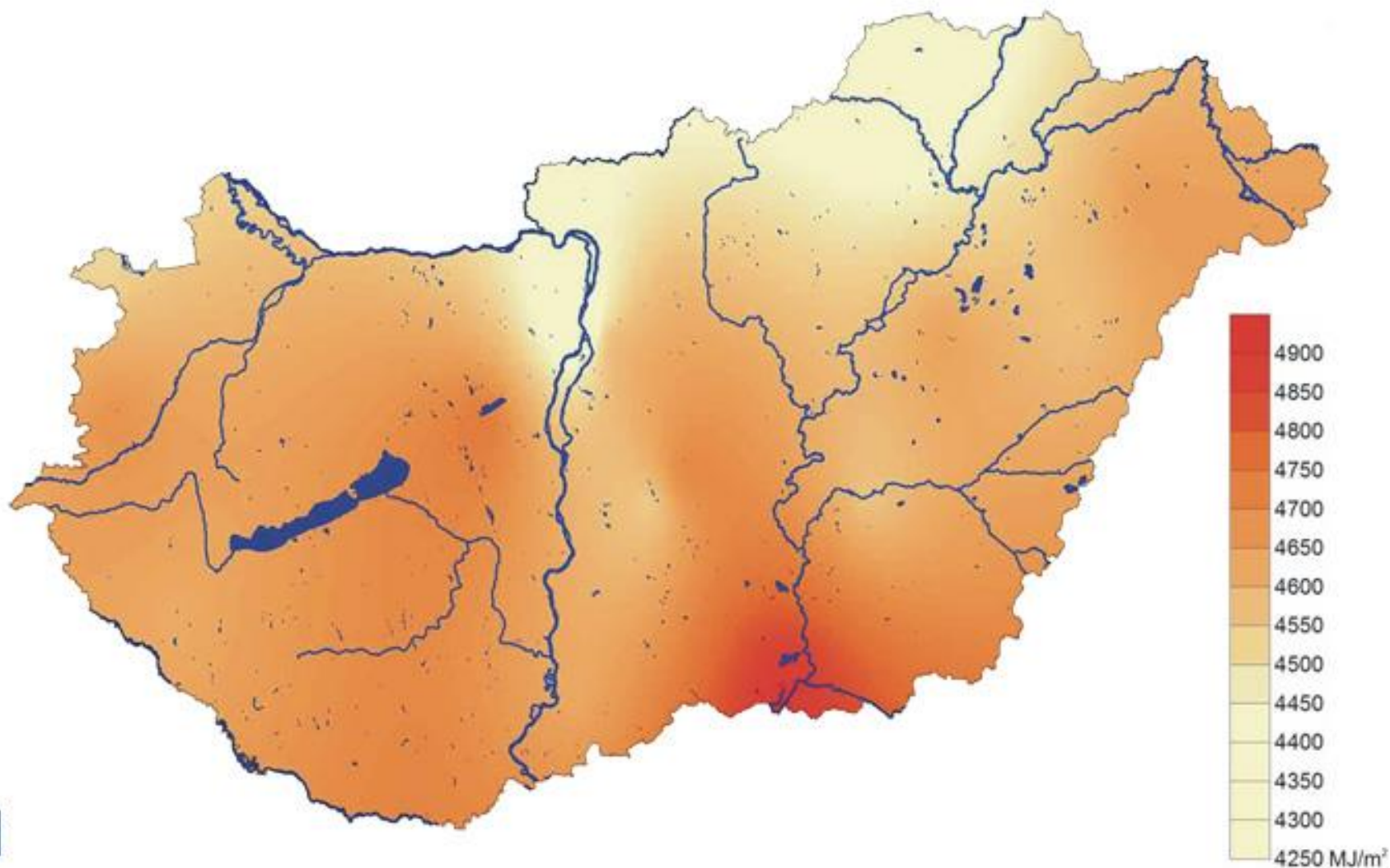
- A sugárzási energia forrása a Napban végbemenő fúziós folyamat.
- A beeső sugárzás a légkör jellemzőitől függ.
- Sugárzási komponensek:
 - Direkt (közvetlen) sugárzás
 - Diffúz sugárzás
 - Visszavert sugárzás



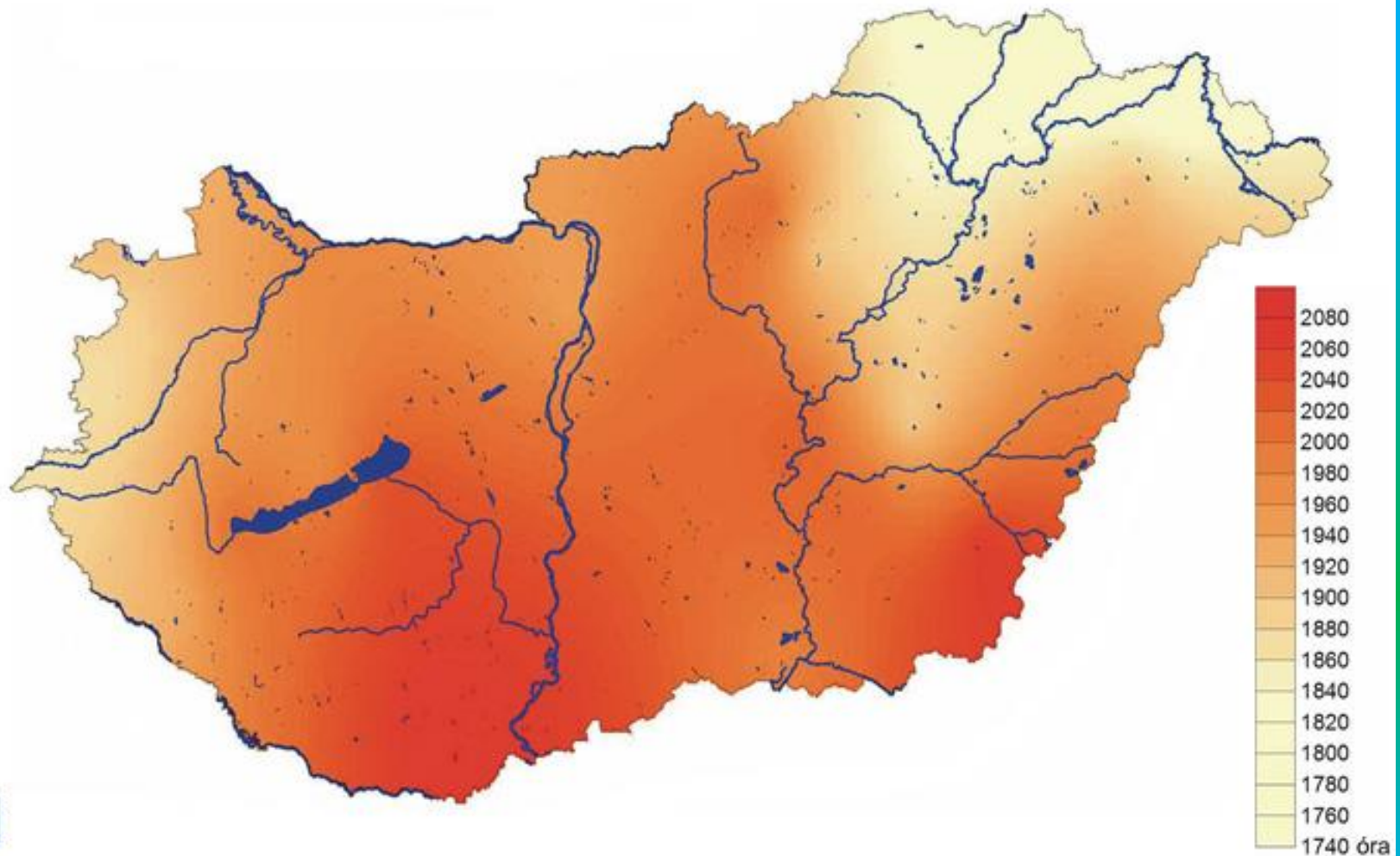
Sugárzás energiamérlege



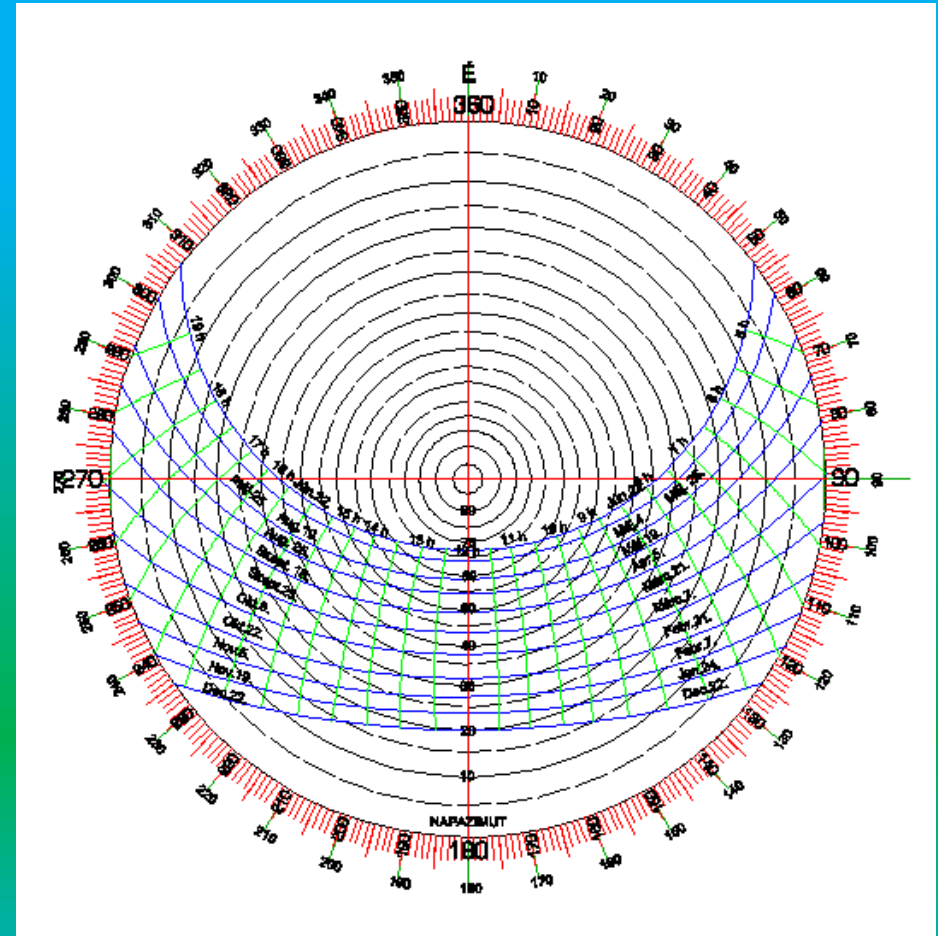
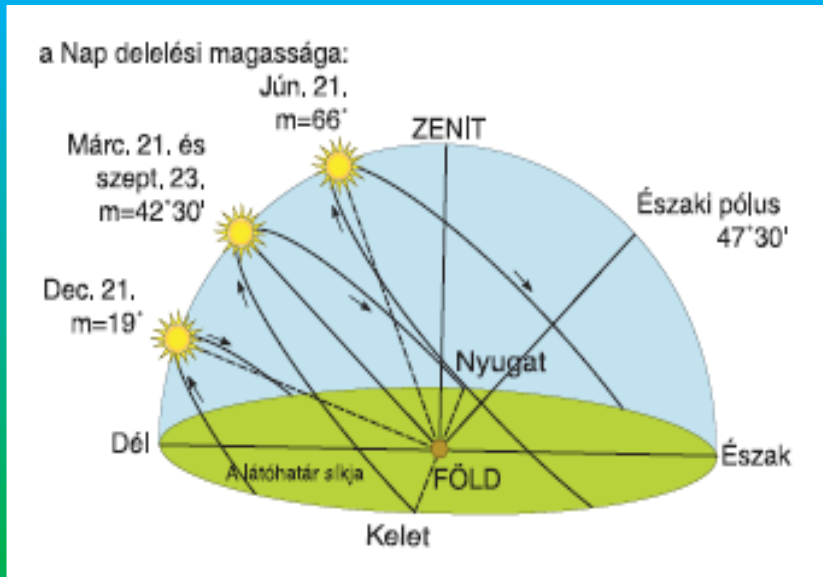
A globálsugárzás (MJ/m^2) átlagos évi összege Magyarországon (2000-2009)



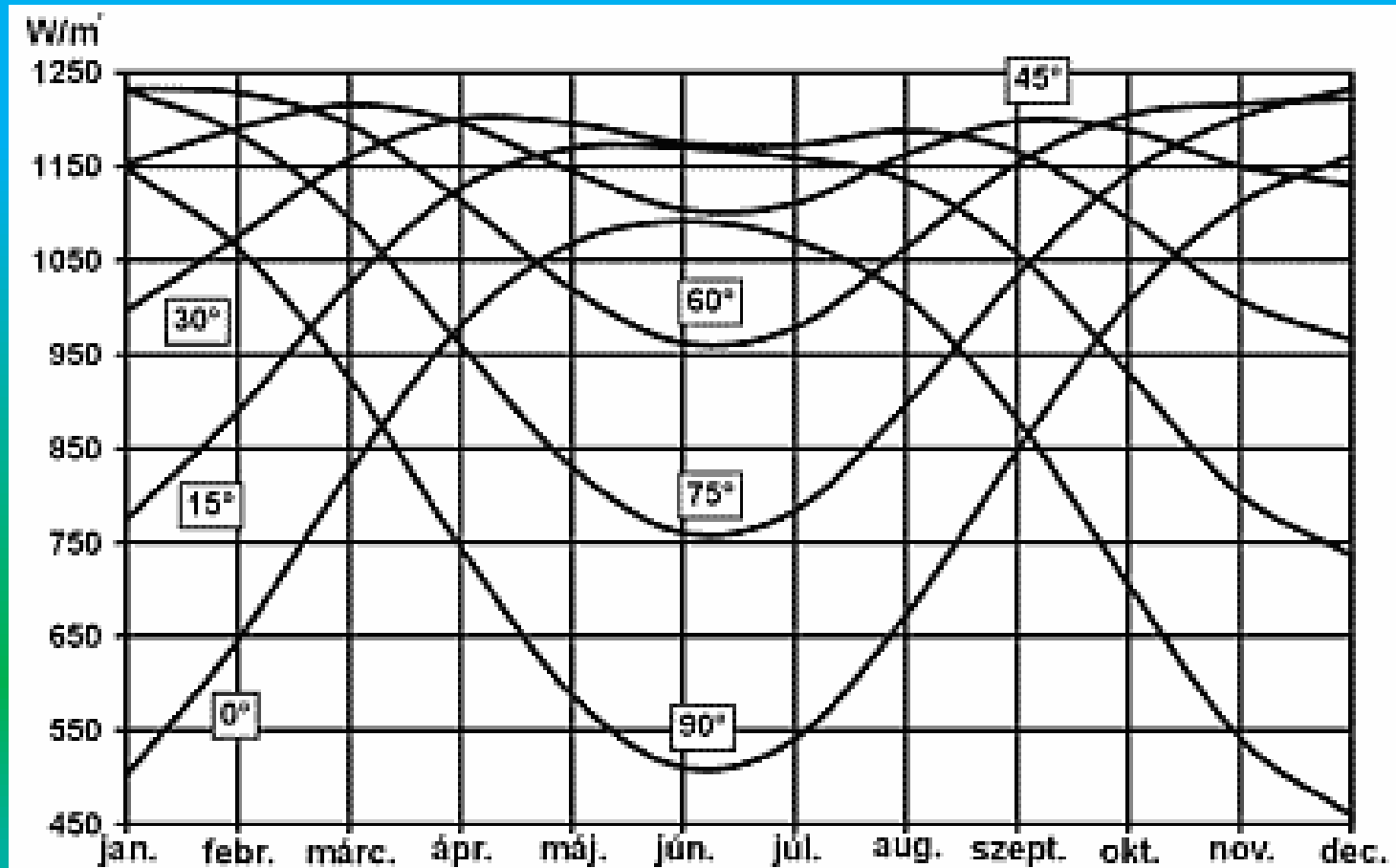
Az évi átlagos napfénytartam (óra) Magyarországon az 1971-2000 közötti időszak alapján



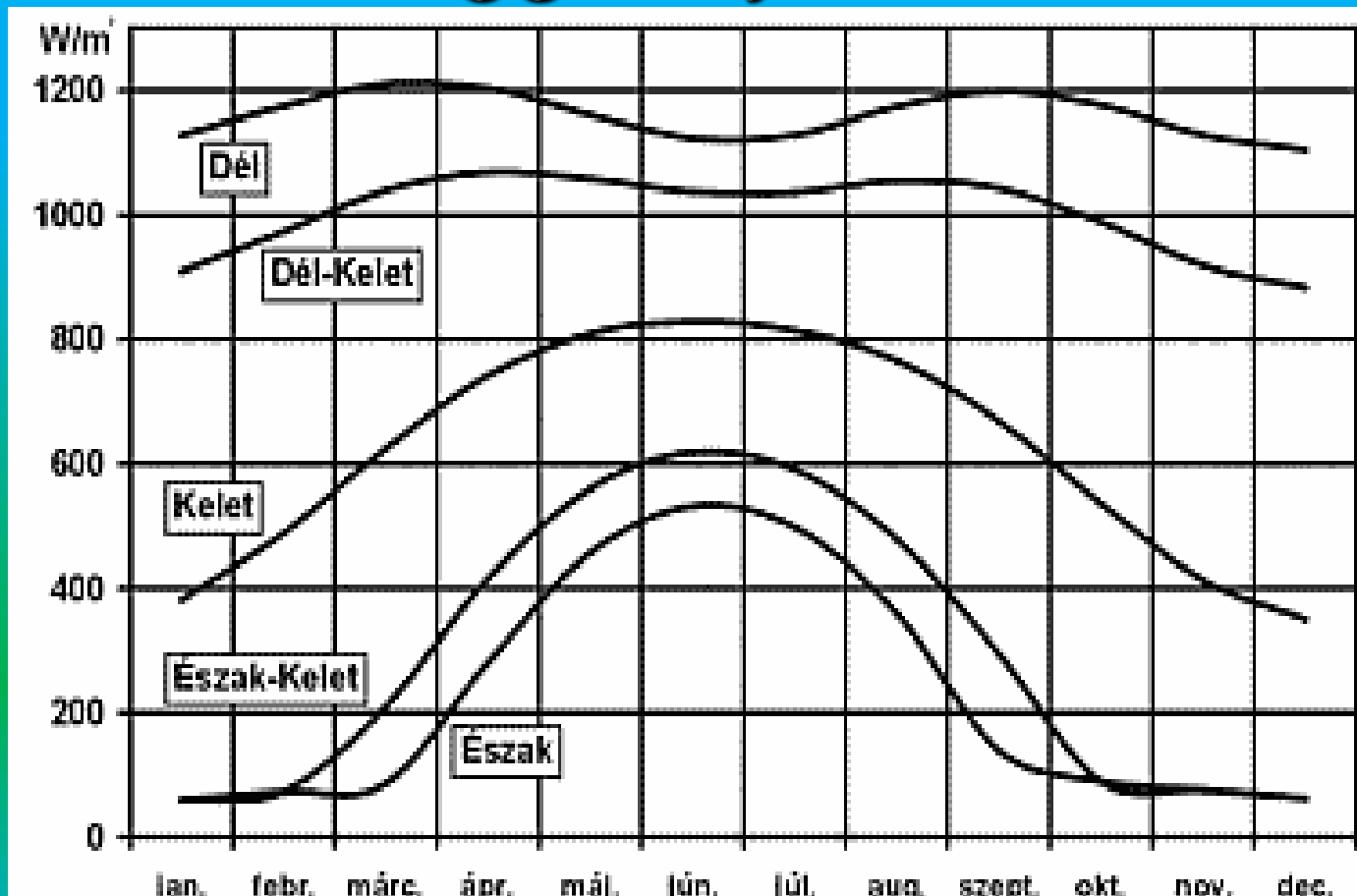
Nappály diagram: Waldram és a un. sztereografikus diagram



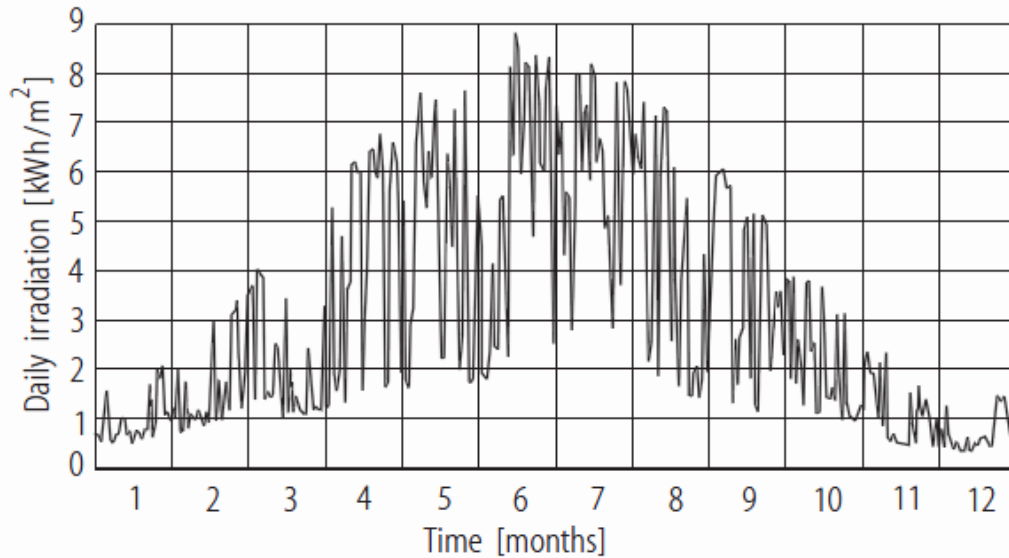
Különböző dőlésszögű felületekre érkező sugárzás intenzitása



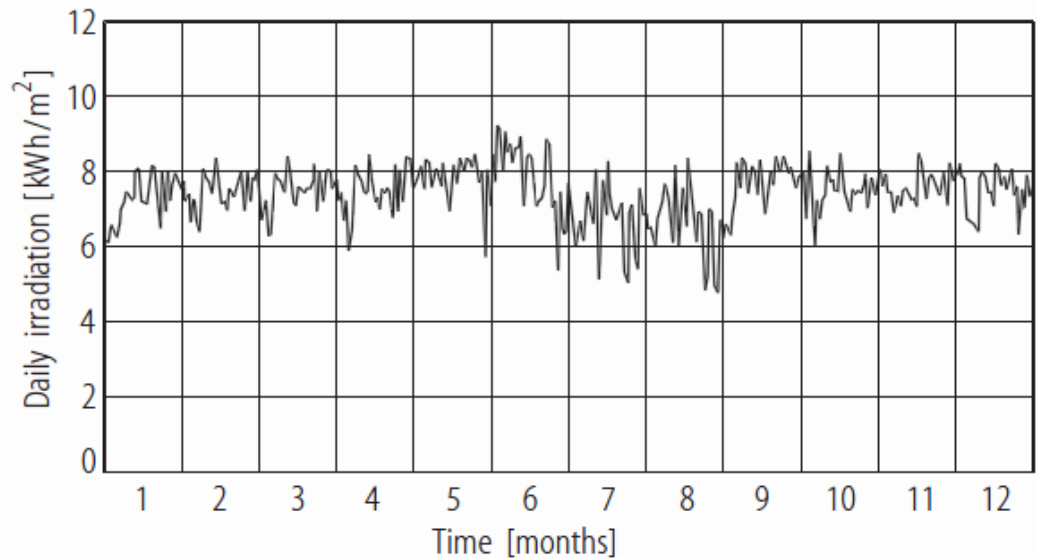
45° dőlésszögű felületre érkező sugárzás intenzitása a tájolás függvényében



Tényleges rendelkezésre állás



Németország



Szudán

Elegendő?

- Éves átlagos primer energiahordozó teljesítmény-igény a világon: **25 TW**
- Átlagos sugárzási teljesítmény a légkör határán: 1360 W/m²
- A Föld keresztmetszetének területe:
 $\pi R^2 = 1,29 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$
- A napsugárzás teljesítménye a légkör határán: $1,76 \cdot 10^{17} \text{ W}$
- Ebből az atmoszférán átjut: $9,1 \cdot 10^{16} \text{ W}$

Elegendő?

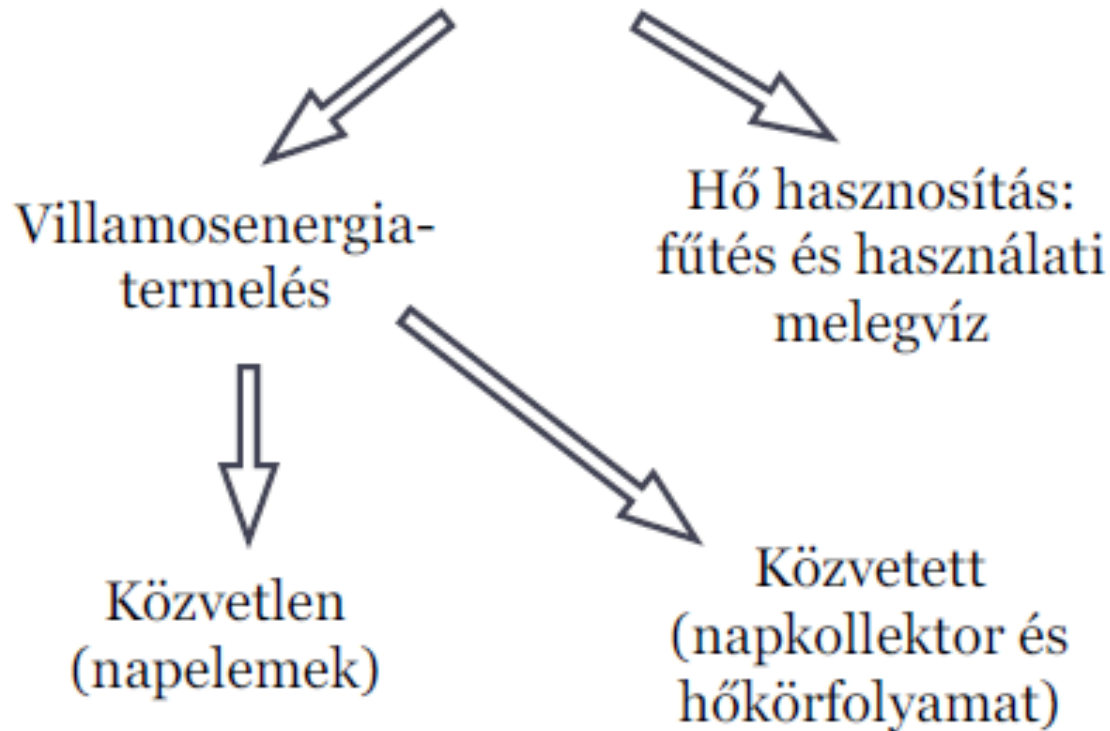
- A Nap állásszögének változása, időjárási viszonyok és a nappal/éjszaka váltakozások miatt átlagosan **200 W/m²** hasznosítható.
- Napcella hatásfok: $\sim 15\%$ \rightarrow **30 W/m²**.
- A szükséges terület: $8 \cdot 10^{11} \text{ m}^2 =$
850 000 km²

Elegendő?



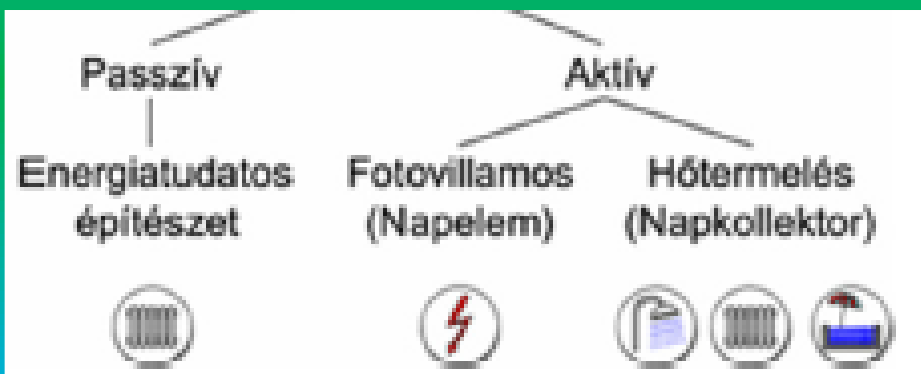
5 darab 3,2 TW teljesítményű naperőmű

Napenergia hasznosítása



Villamosenergia-termelés napenergiával
Hő-villamos naperőművek
Fotovillamos energiaátalakítók

Hőhasznosítás
Aktív
Passzív



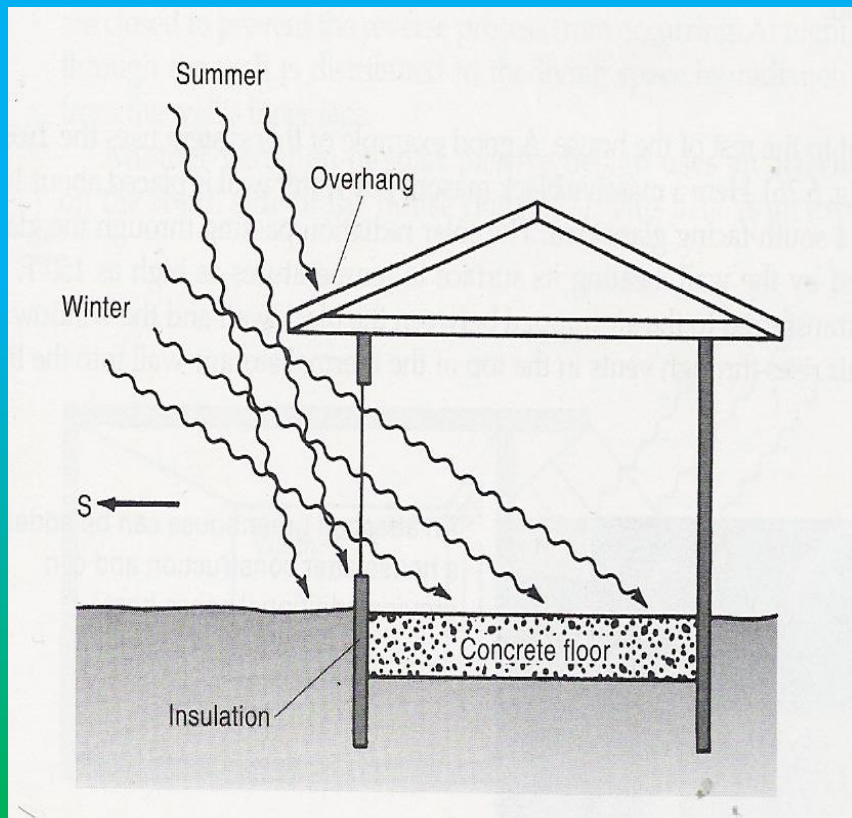
Napenergia hasznosítására ható tényezők

Közvetlen átalakítás	Szempont	Közvetett átalakítás
Hatásfok kis mértékben függ tőle, közepes sugárzás esetén legjobb	Sugárzás	Hatásfok jelentősen csökken a sugárzás csökkenésével
Hőmérséklet növekedésével hatásfok csökken	Külső hőmérséklet	Kialakítástól függ, általában hatásfok csökken hőm. növ.
Nagy, hirtelen ingadozások, de jó termelési adatok	Változékony idő	Kisebb és lassabb teljesítmény ingadozás, kevesebb termelt energia
Jobb hatásfok	Szeles idő	Roszabb hatásfok
Alacsonyabb	Karbantartásigény	Magasabb
Jól becsülhető	Költségek	Jól becsülhető
Villamos energia	Tárolási lehetőség	Villamos és hőenergia

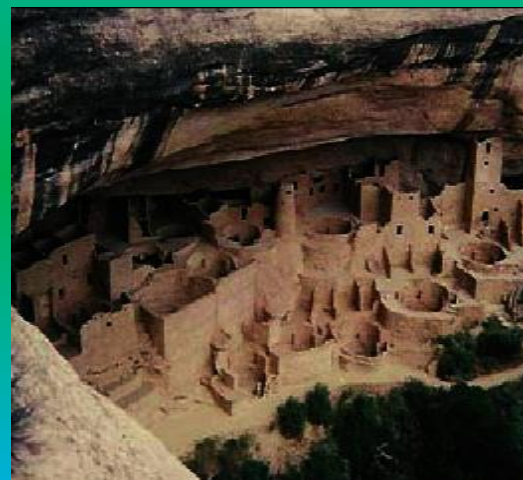
Passzív napenergia hasznosítás

- Az épület maga a kollektor és a tároló.
- Nincs aktív elem (szivattyú, ventilátor stb.).
- Az épület anyaga az abszorbens.
- Típusok:
 - Közvetlen sugárzás hasznosítás
 - Közvetett sugárzás hasznosítás
 - Üvegházzal kiegészített hasznosítás

Közvetlen passzív hasznosítás

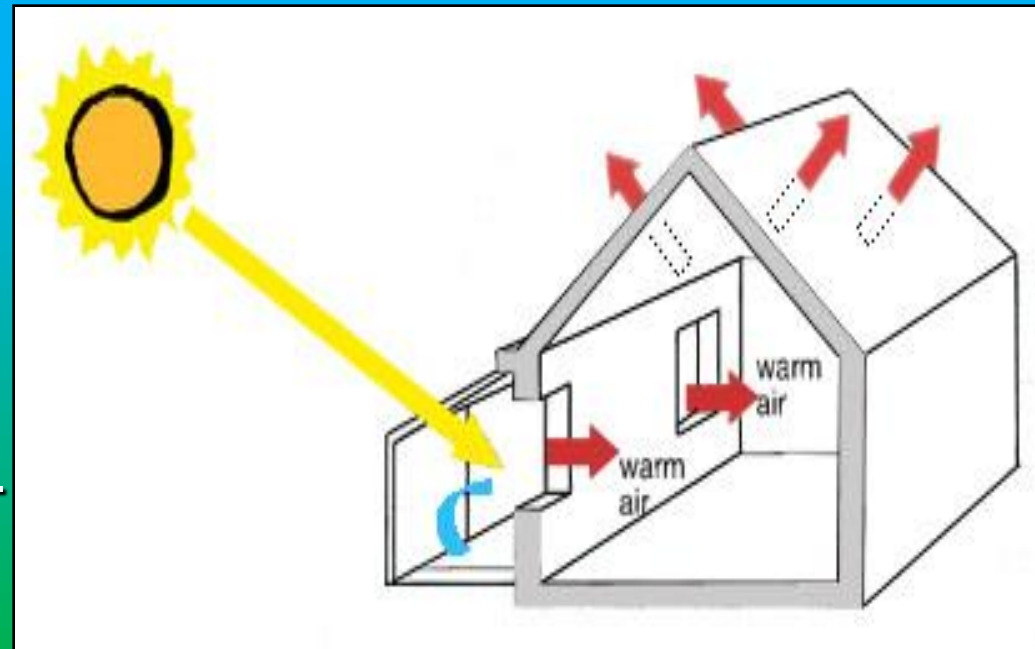


- Nagy felület nyitott a sugárzás számára.
- Az építőanyag-tömeg energiatárolóként működik.
- A nappal elnyelt energiát éjszaka kisugározza.

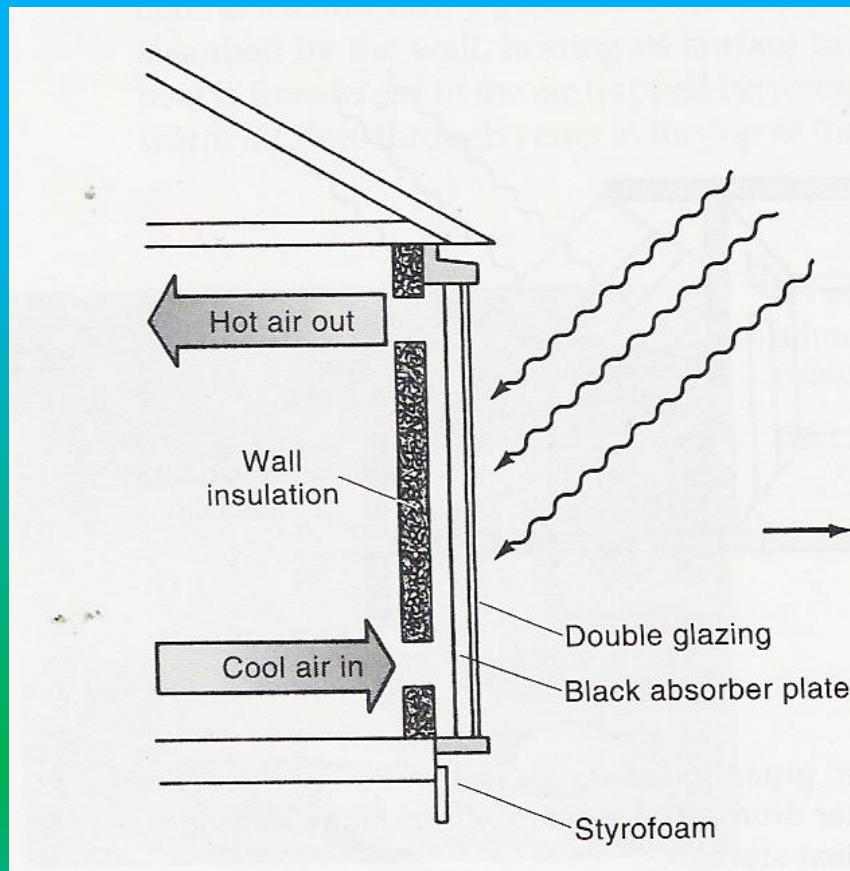


Közvetett passzív hasznosítás

- A ház egy része a kollektor és a tároló.
- Hőszállítás természetes cirkulációval.
- Elterjedt módszer a tömegfal, mely abszorber és energiatároló; *Trombe*-fal (szellőzőnyílásokkal).



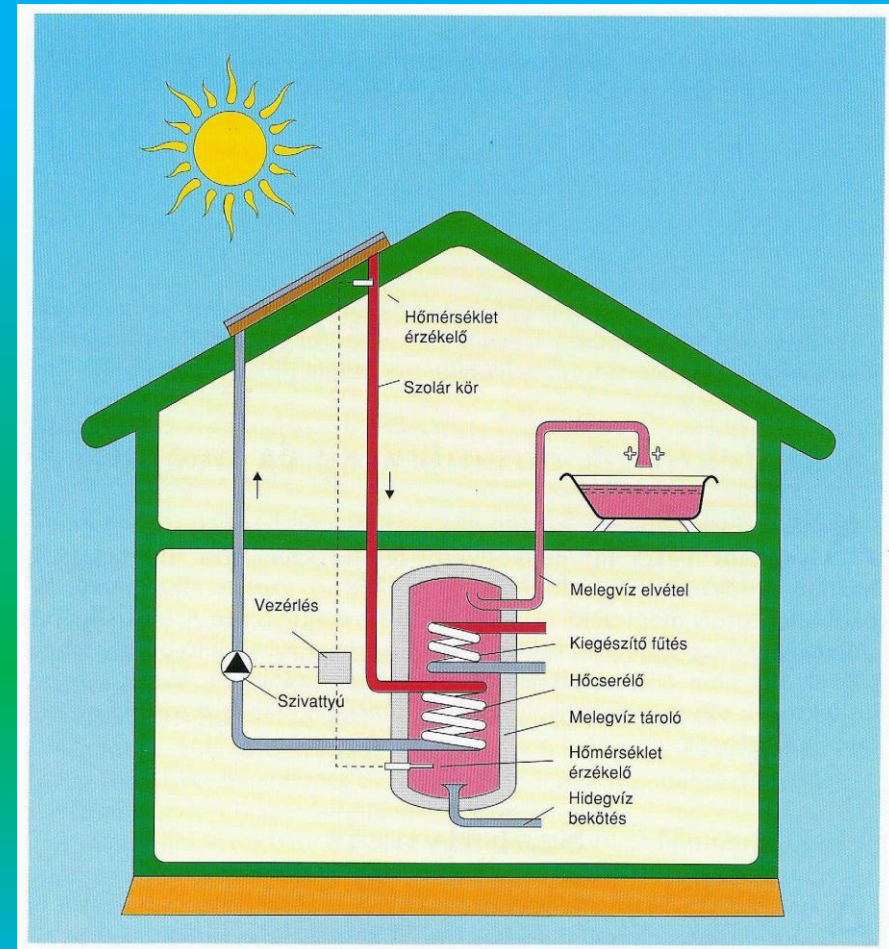
Kiegészítő üvegház



- A direkt és indirekt módszer kombinációja: a tömegfal víztartály.
- A termoszifon hatás használható közvetlen légfűtésre, akár mesterséges keringtetéssel is.

Aktív napenergia hasznosítás

- A napsugárzás által melegített közegét hőcserélőn keresztül használjuk.
- Típusok:
 - síkkollektor
 - melegített tároló
 - termoszifon



Napkollektorok típusai

Cél: napsugárzásból hasznosítható hő előállítása

- minél magasabb hőmérsékleten
- minél nagyobb hatásfokkal

Síkkollektor

Vákuumcsöves napkollektor

Kettős parabola koncentrátor (CPC)

Parabolavályús napkollektor (PTC)

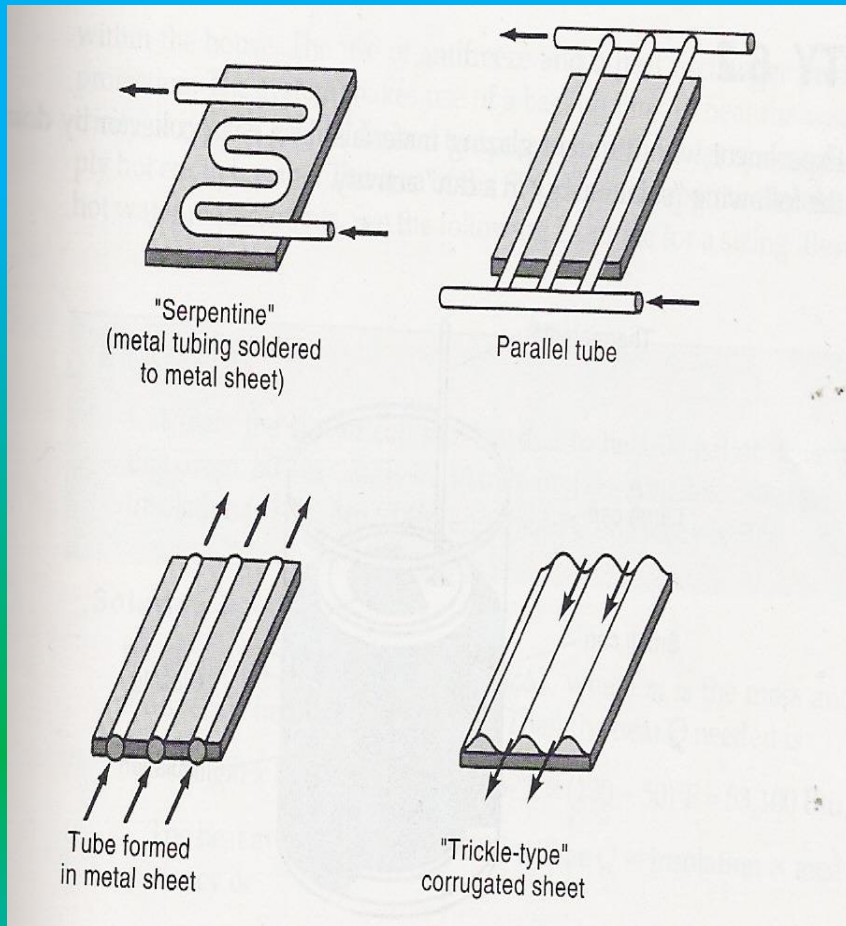
Parabolatükrös napkollektor

Naptorony

}
direkt és szórt
napsugárzás

}
koncentrátor
(CSP), csak
direkt sugárzás

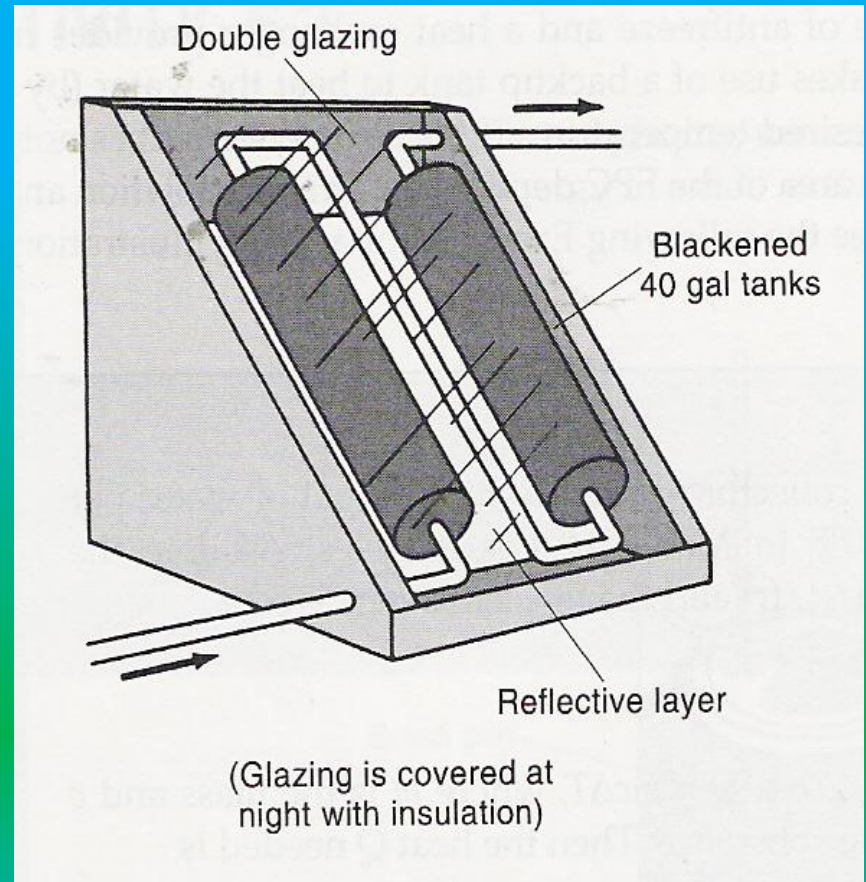
Síkkollektorok



- Abszorber: vékony fémlemez.
- A csövekben folyadék kering, mely elszállítja a hőt.

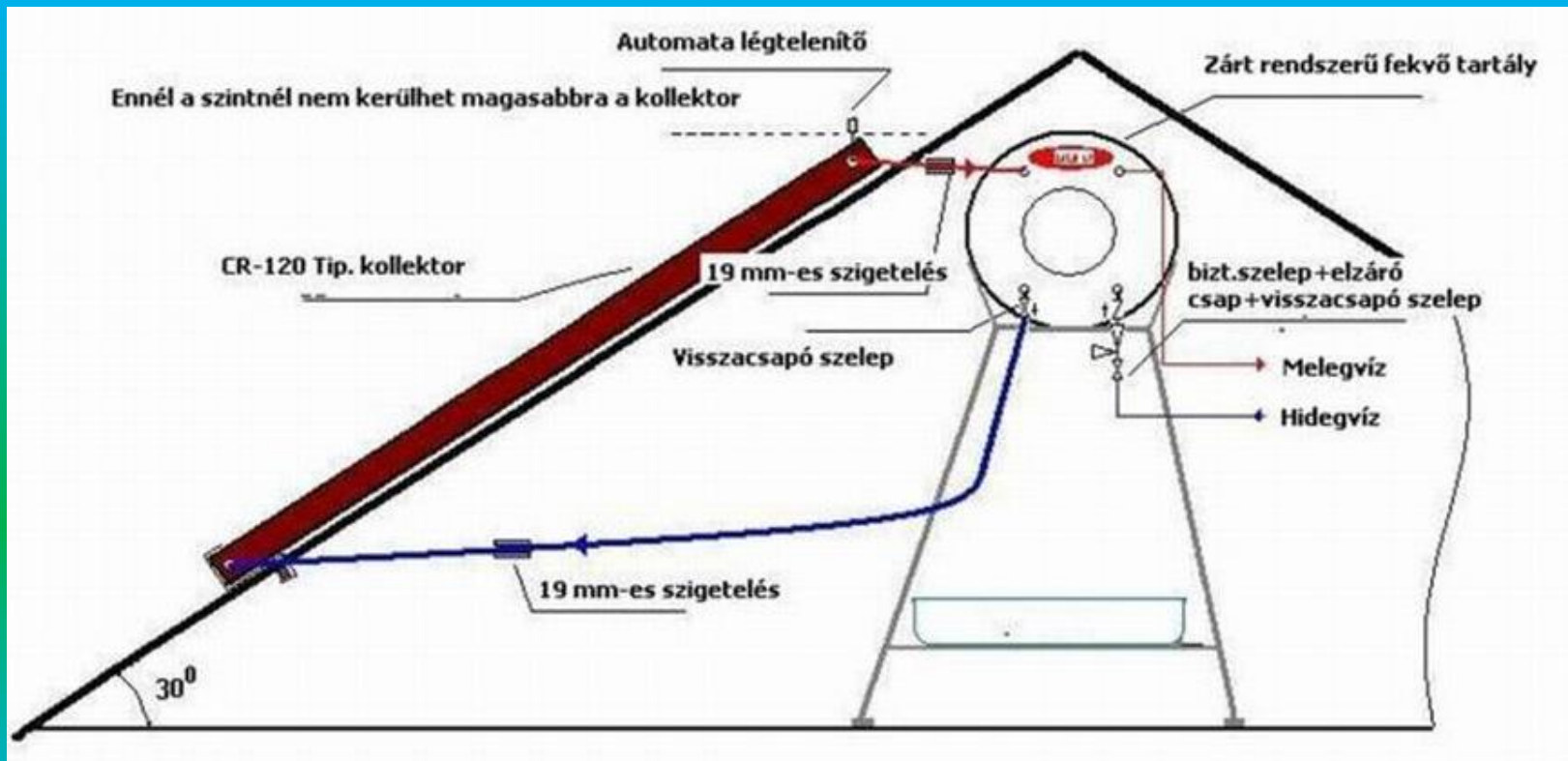
Melegített tároló

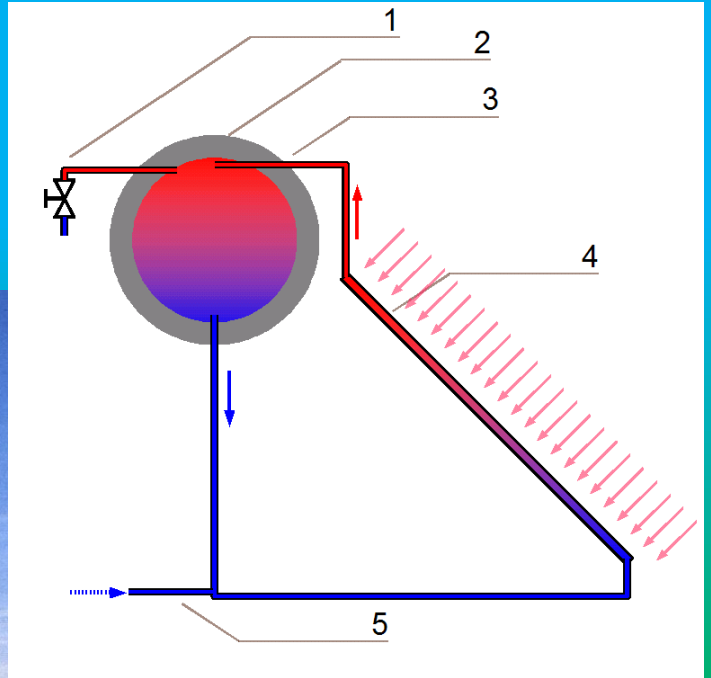
- Előmelegített vizet tovább melegítünk vagy temperálunk.
- A tartályokon sugárzáselnyelő bevonat van.
- A vizet tovább melegítjük felhasználás előtt.



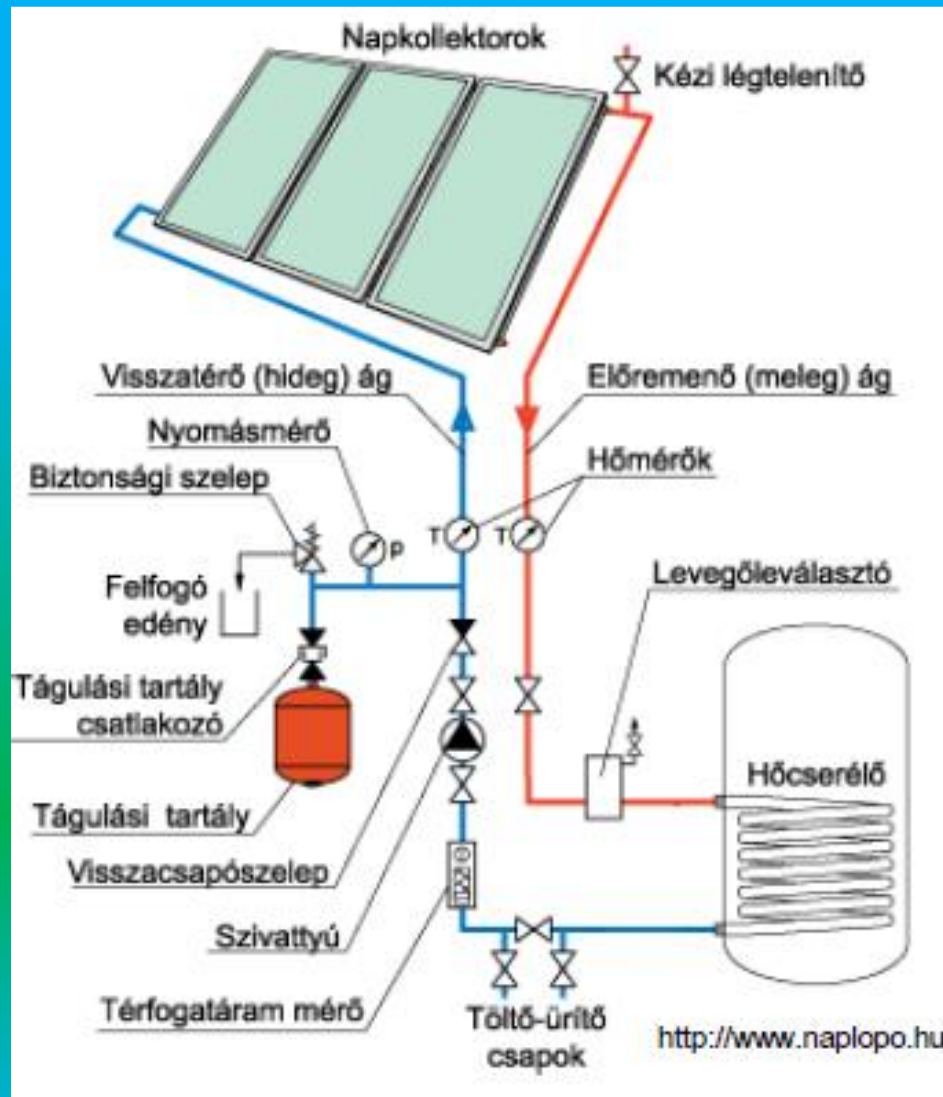
Termoszifon

- Kollektorral együtt működik.
- A víz sűrűség szerinti rétegződését használja.





Napkollektor rendszer

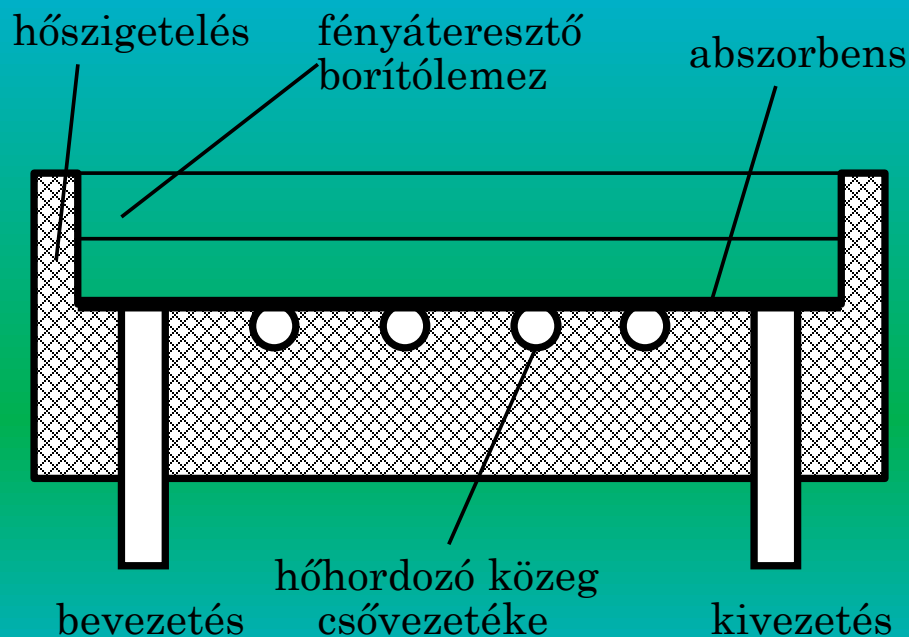


Napkollektor

■ Feladata:

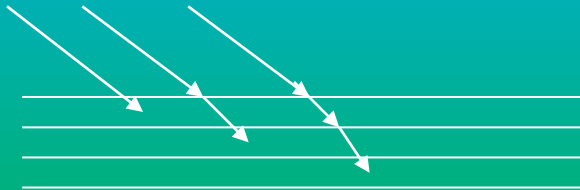
- napsugárzás elnyelése,
- hőátadás a közvetítőközegnek.

■ Felépítése:



Abszorber

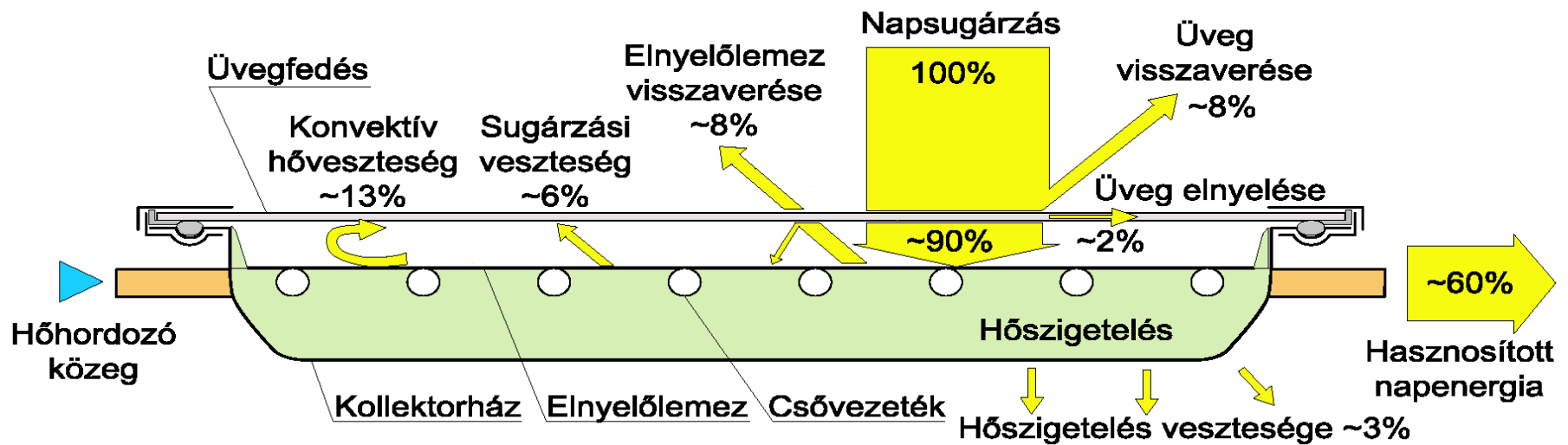
- Cél: az érkező sugárzás lehető legnagyobb részét elnyelje
- Lehetséges megoldások:
 - Többrétegű szelektív bevonat



- Mikrostruktúra kialakítása



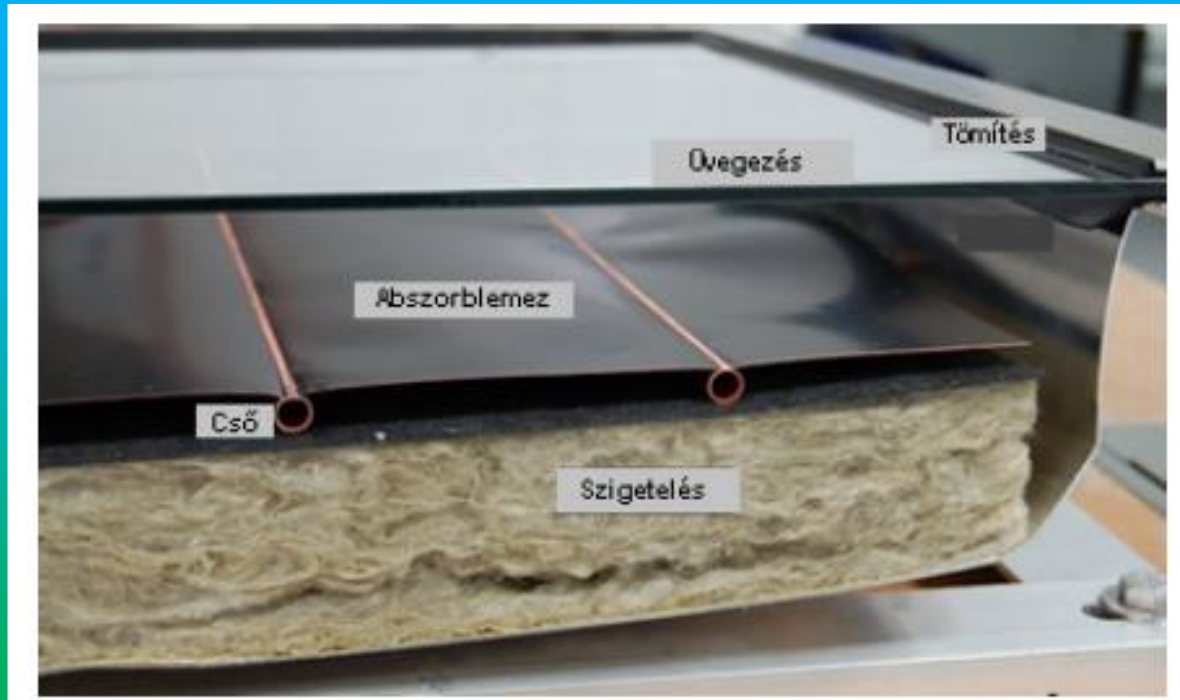
Napkollektor veszteségei



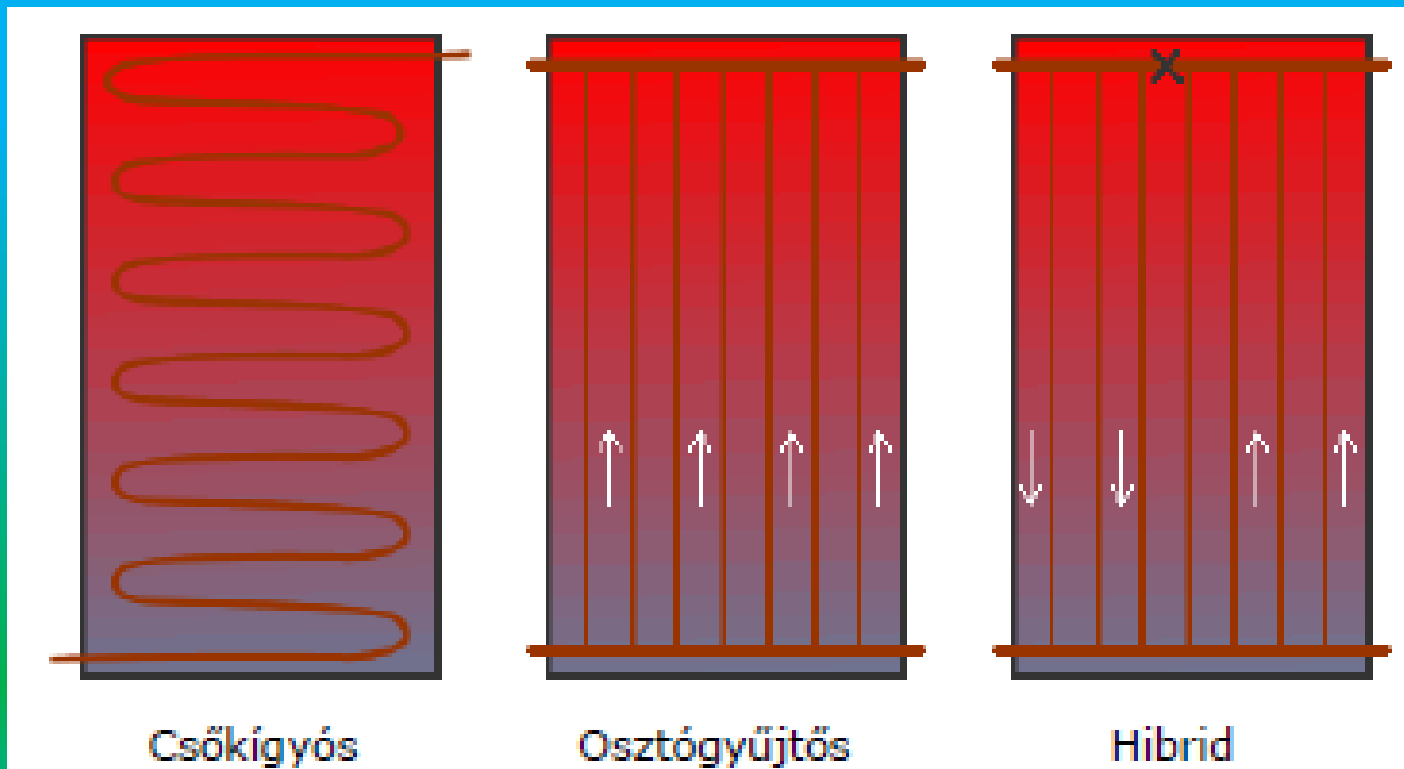
Napkollektor lefedése

- mechanikai védelem,
 - az abszorber és a külső tér közötti hőszigetelés,
 - a napsugárzás áteresztése a lehető legkisebb veszteséggel,
 - az abszorber hosszúhullámú sugárzása által létrejövő hőveszteség csökkentése
-
- Okozott veszteség:
 - Visszaverés (beesési szög, anyag törésmutatója)
 - Elnyelés (anyag, vastagság)

Napkollektor felépítése



Síkkollektor kiosztása



Különböző abszerberek abszorpciós tényezője



Cu-lemez: $\alpha=5\%$



Fekete festék: $\alpha=15\%$

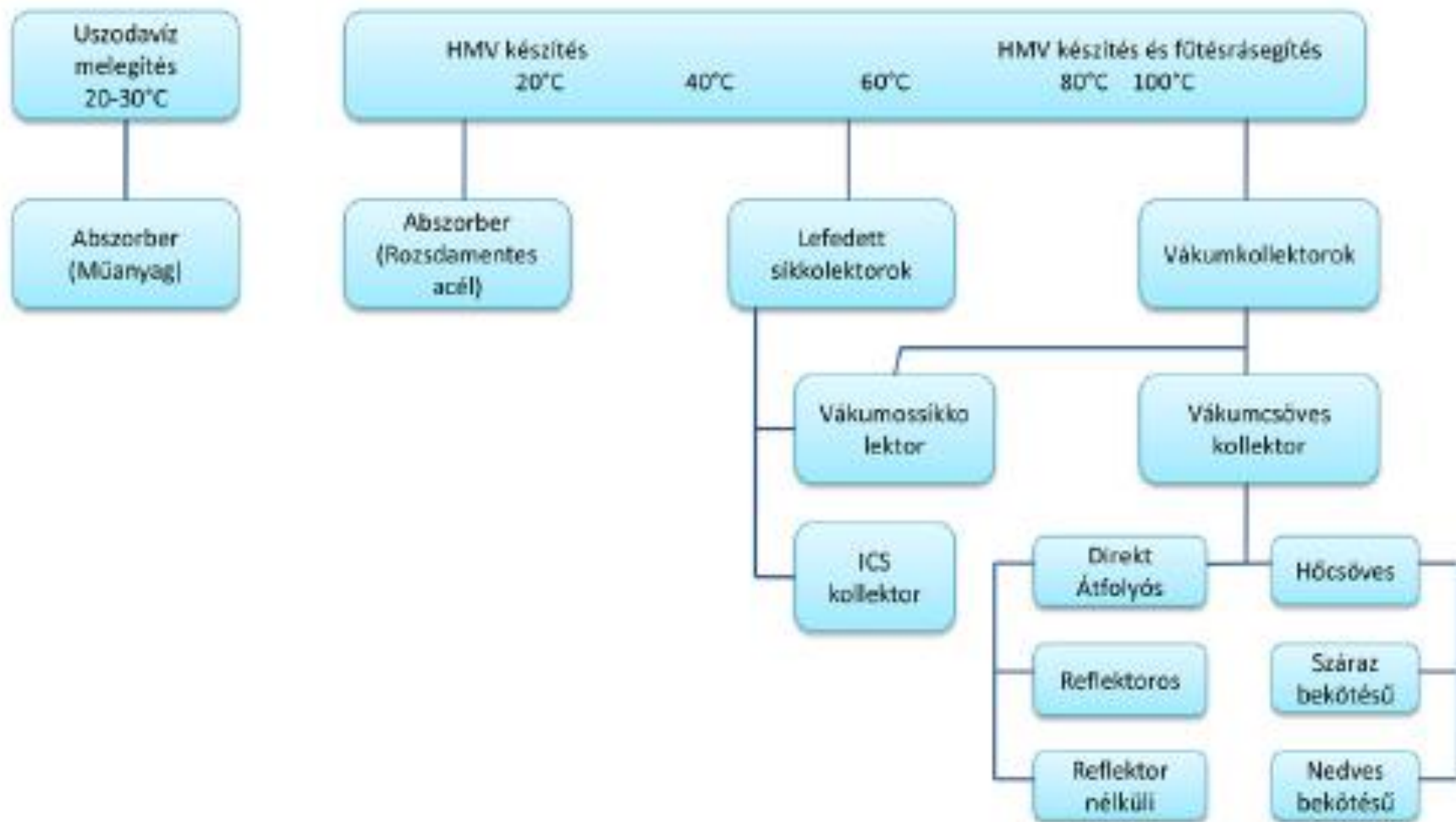


Fekete króm: $\alpha=85\%$



TINOX: $\alpha=95\%$

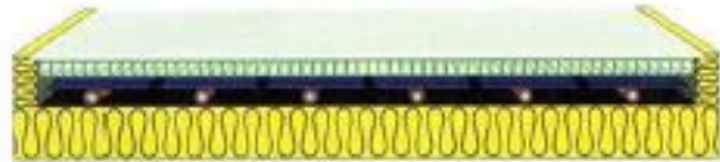
Napkollektorok felosztása felhasználás szempontjából



Síkkollektorok



Lefedés nélküli síkkollektor, abszorber



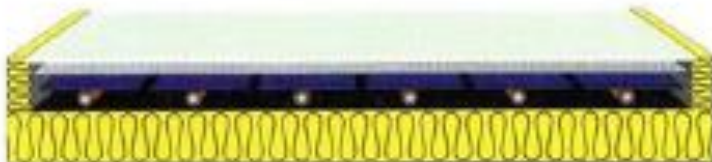
Síkkollektor transzparens hőszigeteléssel



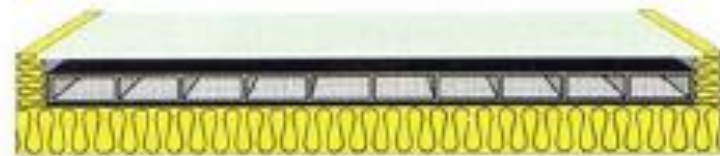
Síkkollektor



Vákuumos síkkollektor (távtartókkal)



Síkkollektor, csökkentett konvekcióval

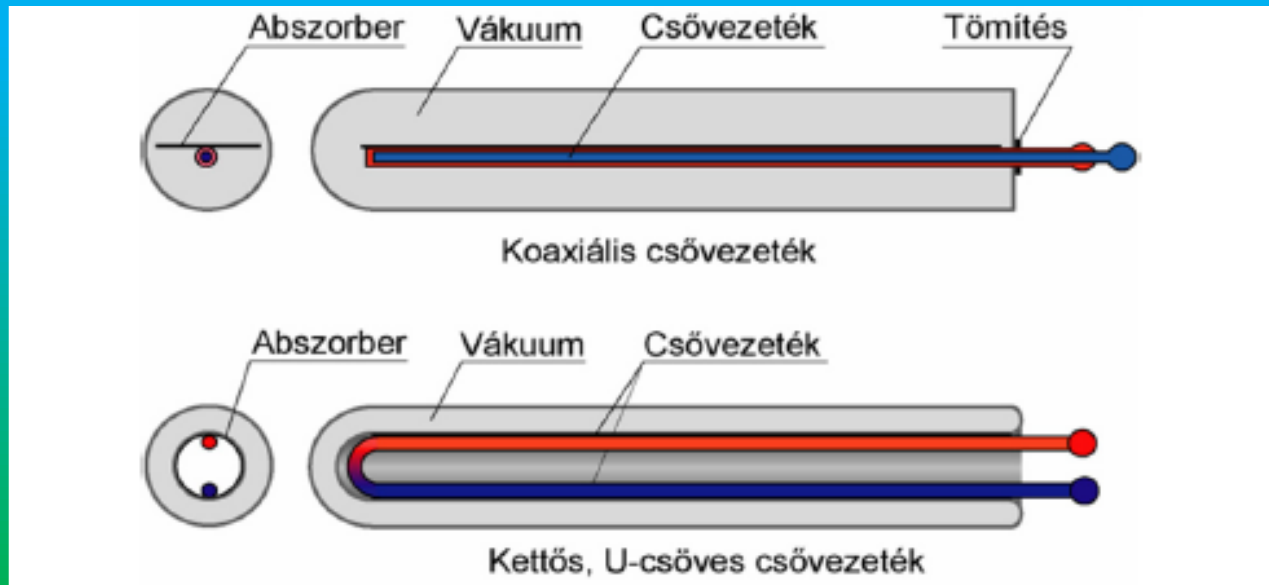


Légkollektor

Vákuumcsöves kollektor fajtái

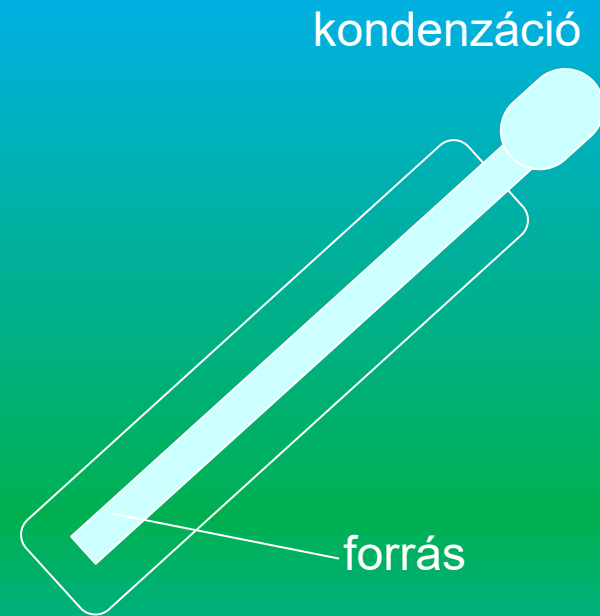
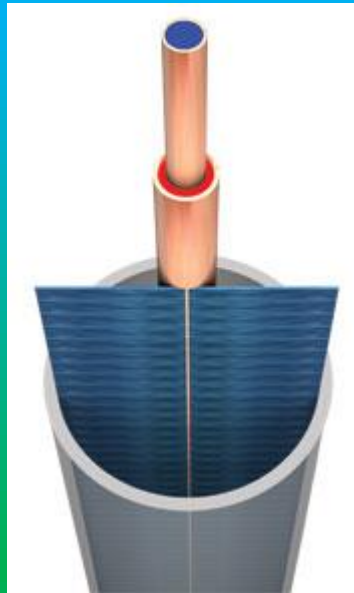
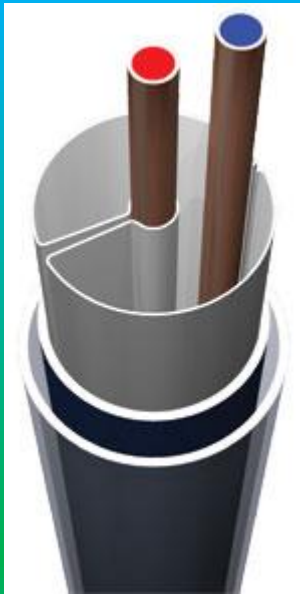
- Átmenő csöves („szárnyas profil”). A csatlakozás a cső két végén van.
- U-csöves. Mindkét csatlakozás a cső felső végén van. Készül koncentrikus, „cső a csőben” kivitelben is. Ez a típus is tetszőleges szögben elforgatható.
- Hőcső elven működő. A csőben alacsony hőmérsékleten párolgó folyadék van. Napsugárzás hatásra a felmelegedő „szárnyas profil” kialakítású csőben levő folyadék párolog, feláramlik a felső végén levő hőleadó fejbe, ami áramló hőszállító folyadékba merül. Itt a hőt leadja, visszaalakul folyadék fázisba és lecsurog a cső aljára. Üzemszerűen tehát a gőz és a folyadék fázis egyidejűleg jelen van.
- Cső a csőben típus. Az abszorber a vákuumcsőben elhelyezett, annál csak kis mértékben kisebb átmérőjű cső. Előnye, hogy sugárirányban irányérzéketlen, az egyenértékű elnyelőfelület beesési szögtől függetlenül a belső cső átmérőjének és cső hosszának szorzata.

Vákuumcsöves kollektor felépítése



Vákuumcsöves kollektor

- Közvetítőközeg: víz
- Fázisváltó közvetítőközeg



Napkollektor hatásfoka

$$\eta = \eta_0 - a_1 \frac{\Delta T}{I} - a_2 \frac{\Delta T^2}{I}$$

ahol:

η : a kollektor hatásfoka,

η_0 : a kollektor optikai hatásfoka,

a_1 : az elsőfokú hőveszteségi együttható,

a_2 : a másodfokú hőveszteségi együttható.

$$x = \frac{\Delta T}{I} \left[\frac{m^2 K}{W} \right]$$

ΔT : hőmérsékletkülönbség $\square \Delta T = (T_{koll} - T_{lev})$

T_{koll} : kollektor közepes hőmérséklete $T_{koll} = (T_{ki} + T_{be}) / 2$

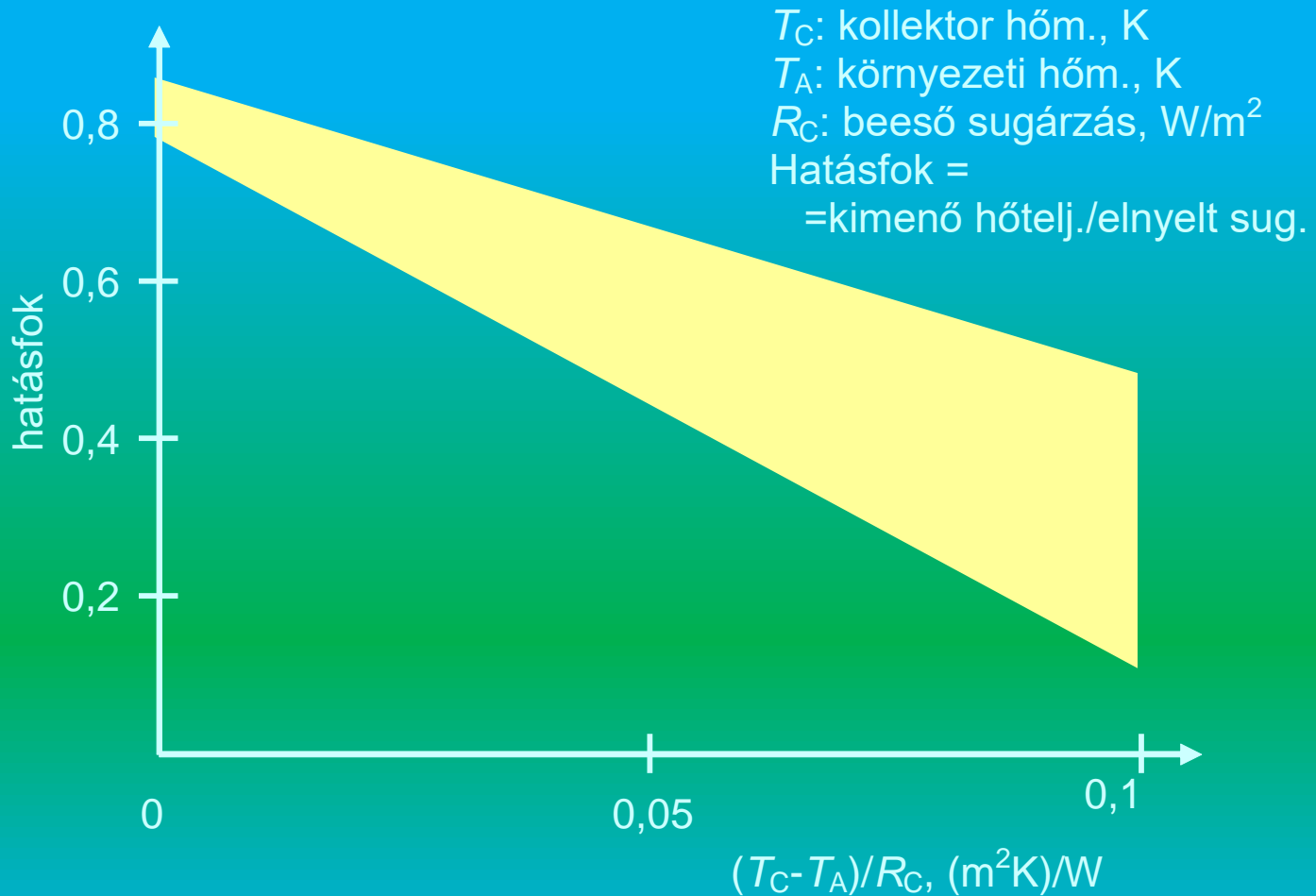
T_{ki} : a kollektorból kilépő közeg hőmérséklete,

T_{be} : a kollektorba belépő közeg hőmérséklete,

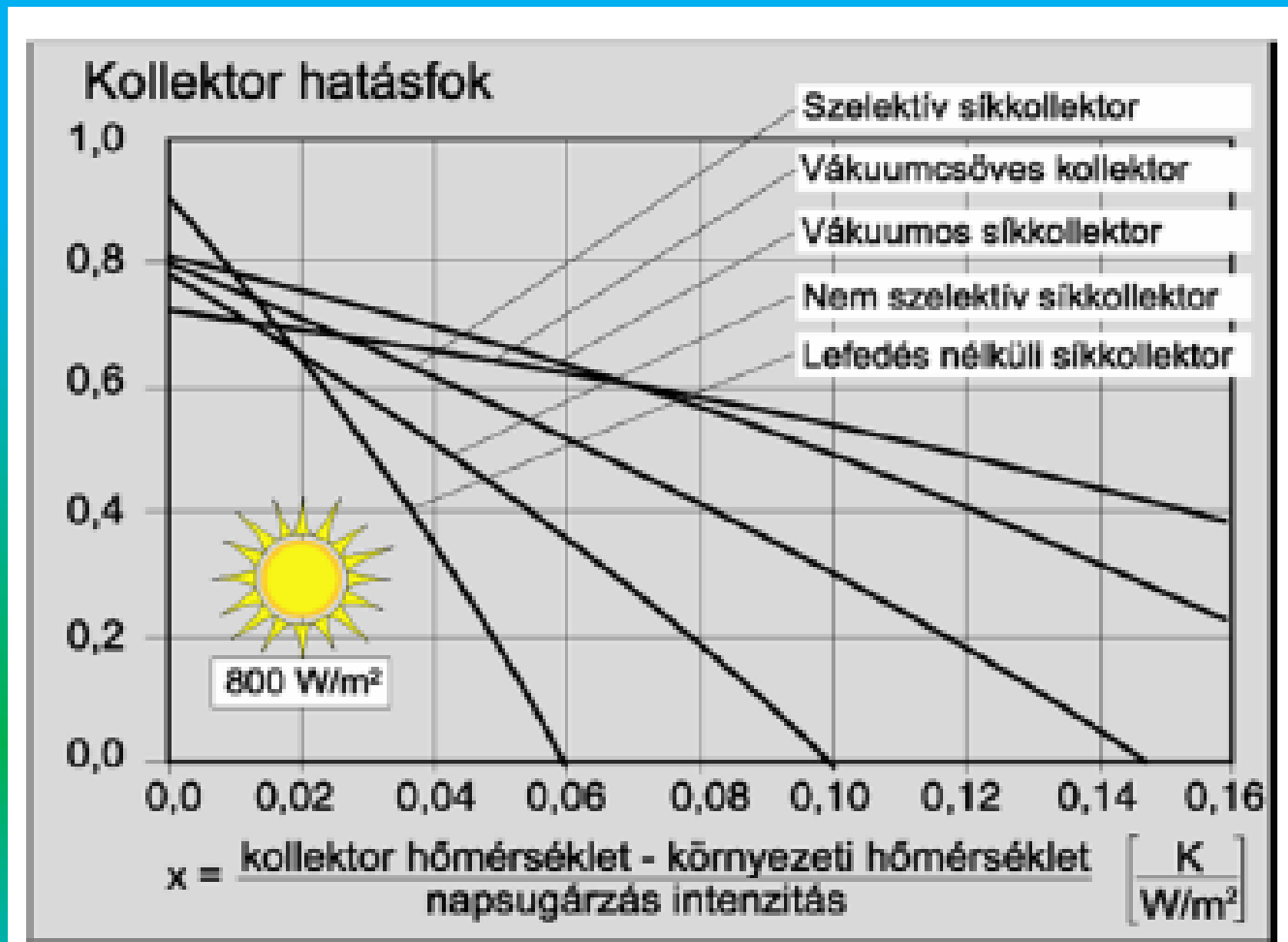
T_{lev} : a környezeti levegő hőmérséklete,

I : a kollektor felületére érkező globális napsugárzás.

Kollektor hatásfok



Napkollektorok hatásfoka



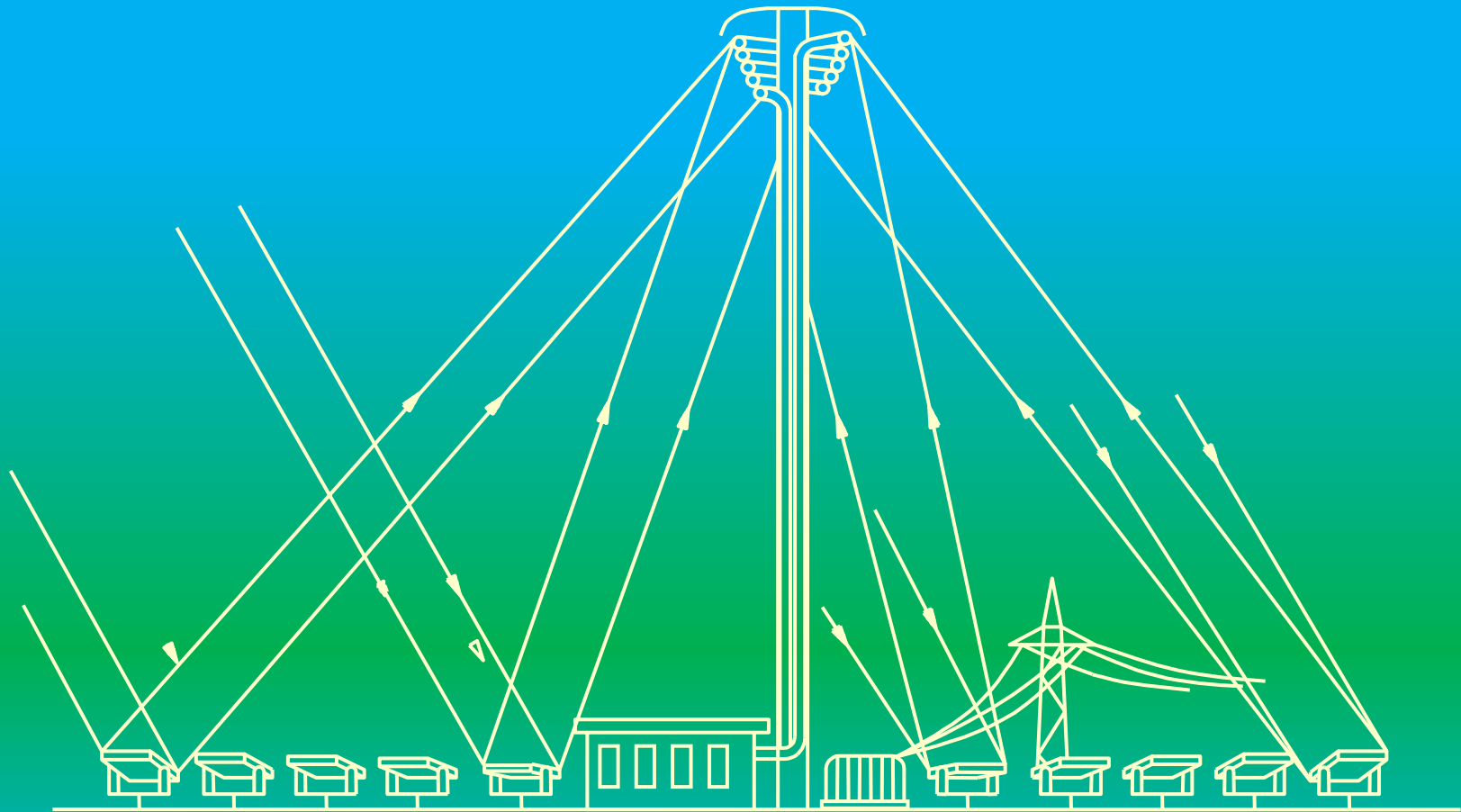
Energiatárolás

- Melegvízre, fűtésre hideg éjszakákon (is) szükség van → tárolót kell építeni.
- A tároló nagyságát az anyagjellemzők és az igények (nagyság, időtartam) határozzák meg.
- Hőtárolás: szilárd test, folyadék, folyadék-gőz fázisváltozással.

Hő-villamos naperőművek

- Napsugárzást koncentráló típusok
 - Torony
 - Parabolavályús
 - Parabolatányéros
- Egyéb
 - Szolár kémény
 - Naptó

Naperőmű: Központi torony



Heliosztatikus tükröző



Naperőmű: Központi torony



Teljesítmény:

0,5-10 MW

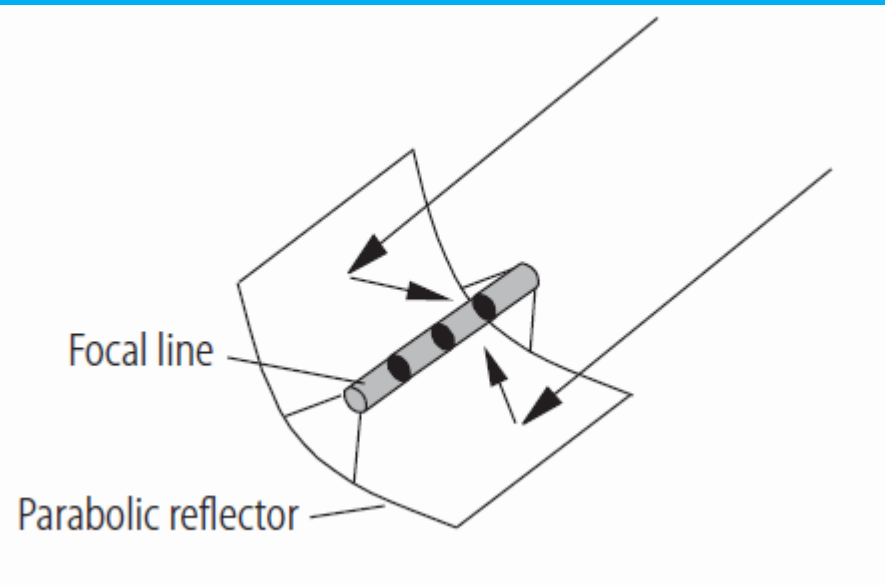
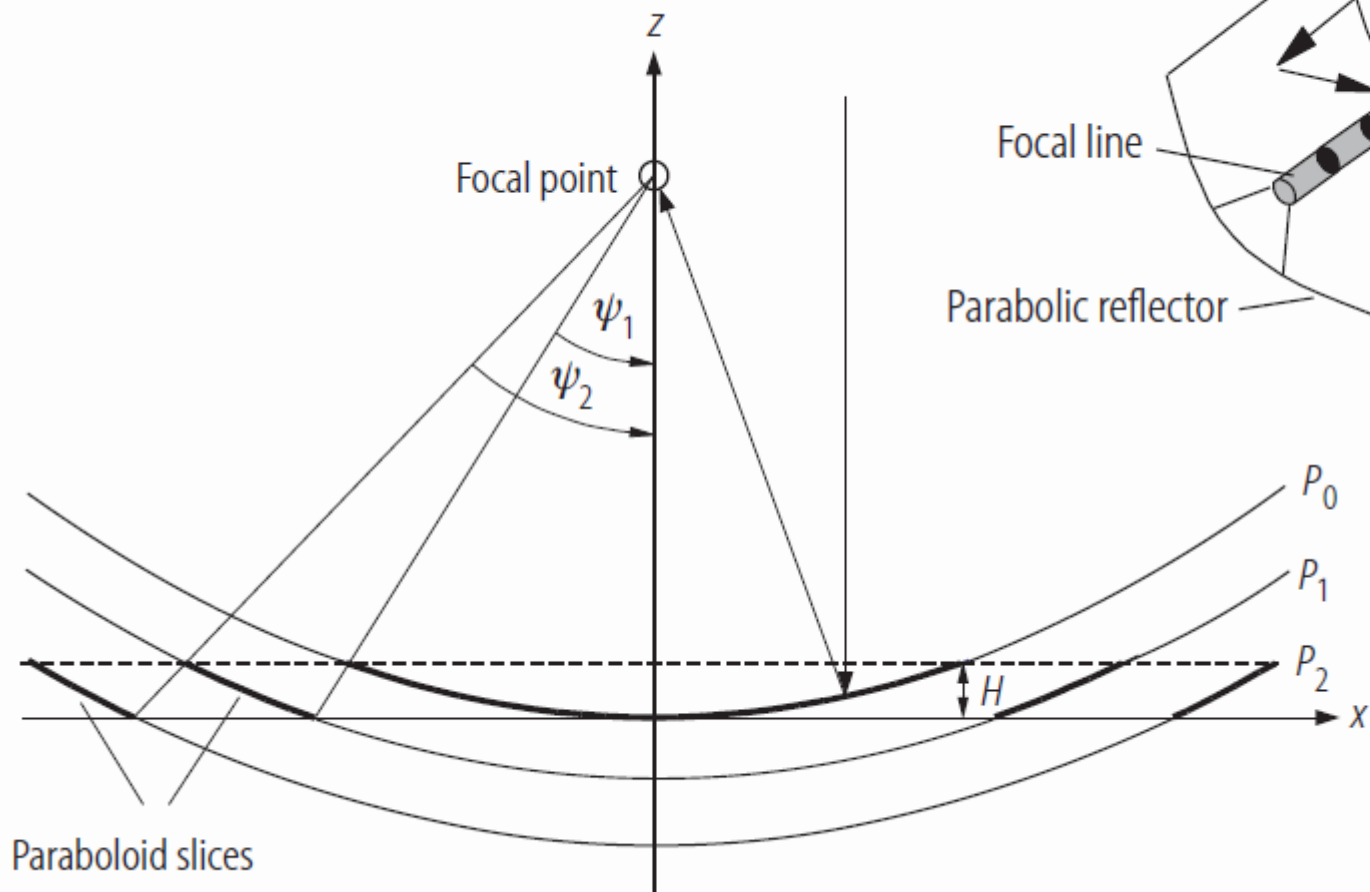
Területigény:

4e-80e nm

Torony magassága:

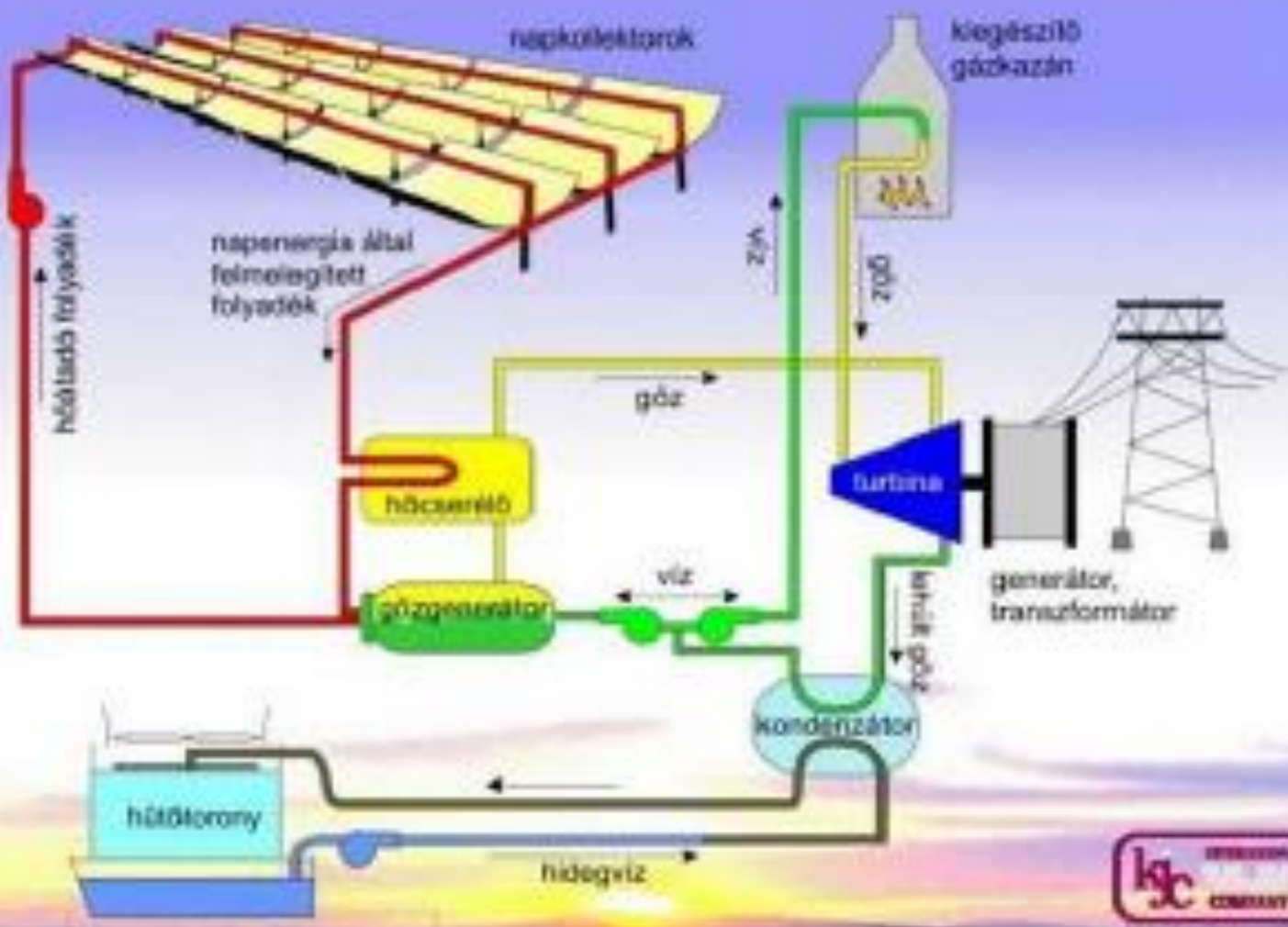
40-100 m

Parabola-vályús rendszer

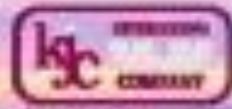


Parabola-vályús rendszer



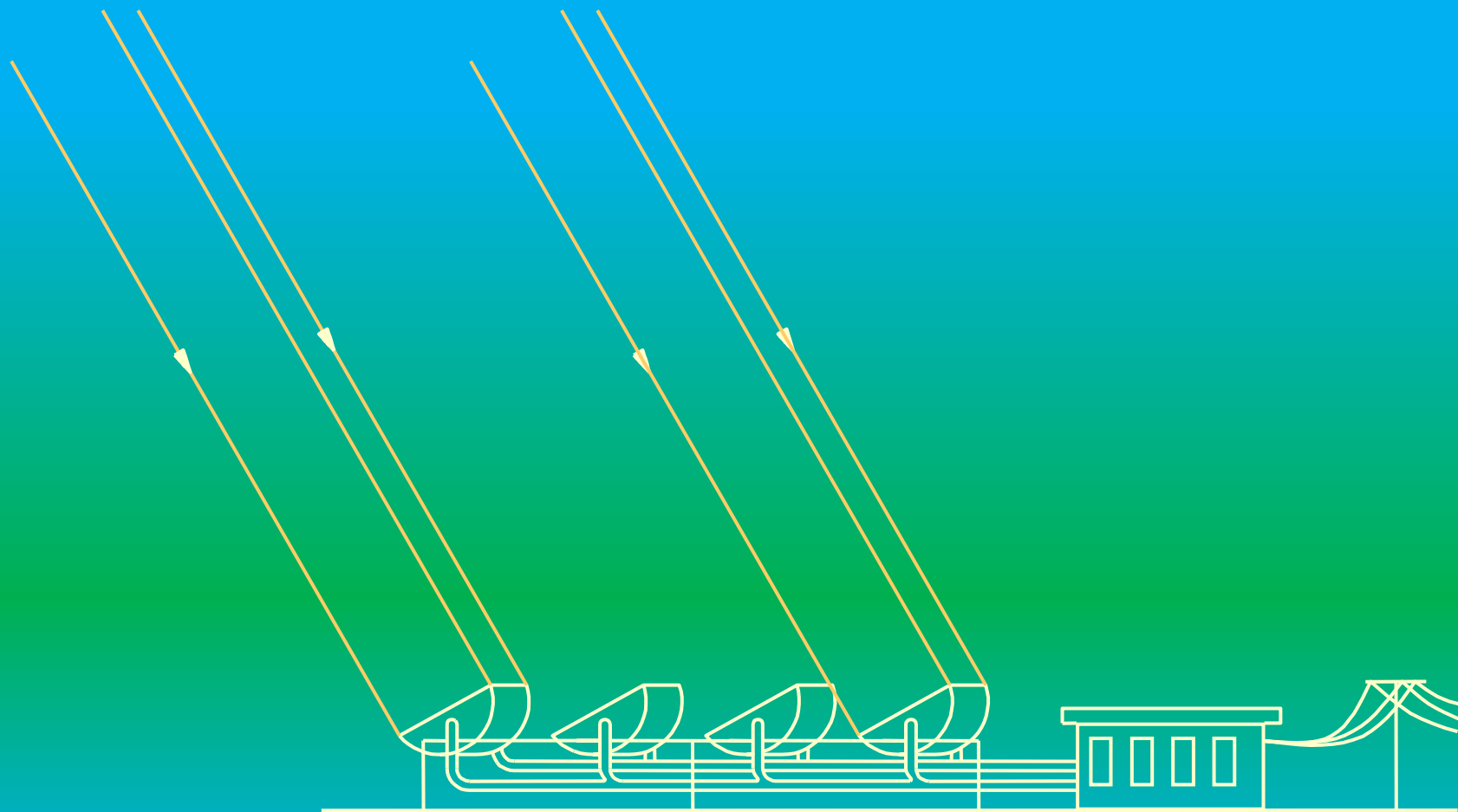


30 MW SEGS Configuration at Kramer Junction, California, USA



www.stirling.com

Naperőmű: Szoláris farm

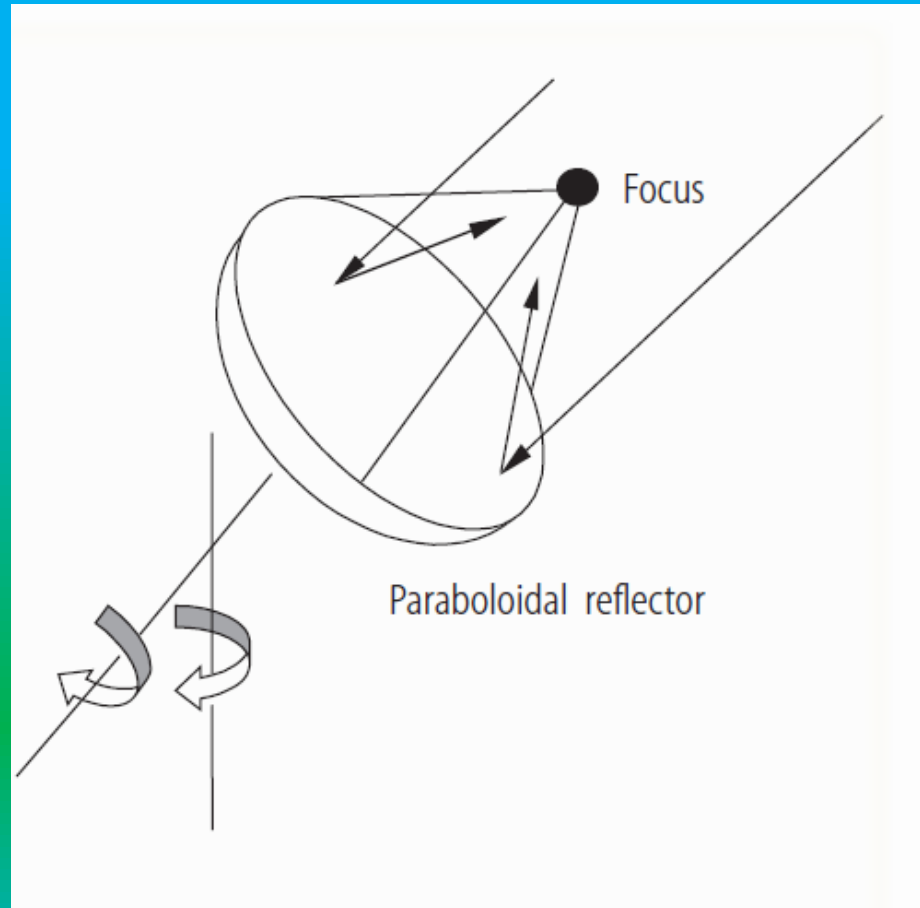


Szoláris farm

354 MW beépített teljesítőképesség (USA,
Kalifornia állam)



Parabolatányéros naperőmű



Nagyléptékű energiaátalakítás: Naperőmű



Naptányér



Napvályú

Parabola-tányér



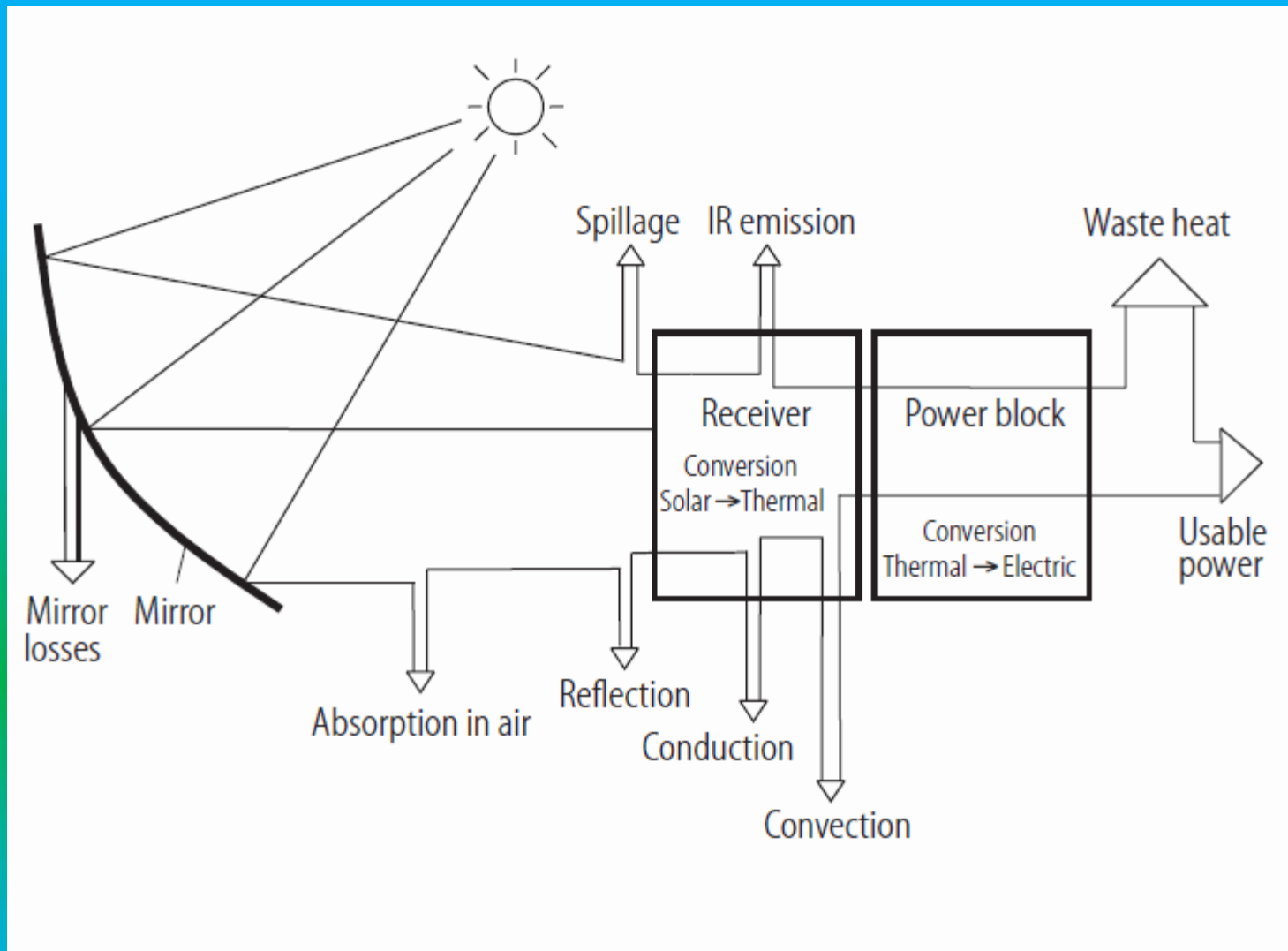
Teljesítmény:

7-60 kW

Felület:

40-250 nm

Naperőművek általános energiaátalakítási sémája

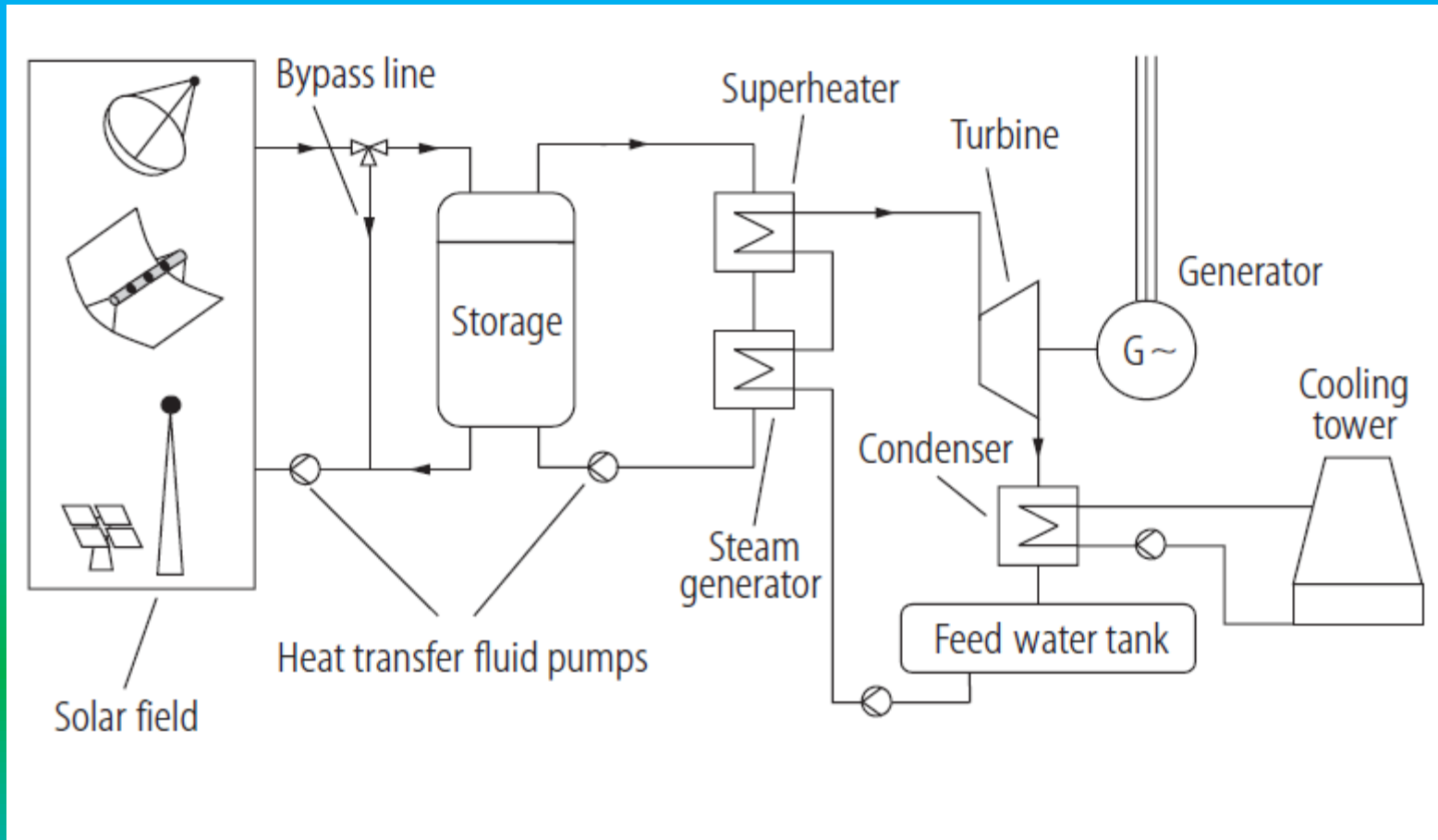


Stirling motor alkalmazása



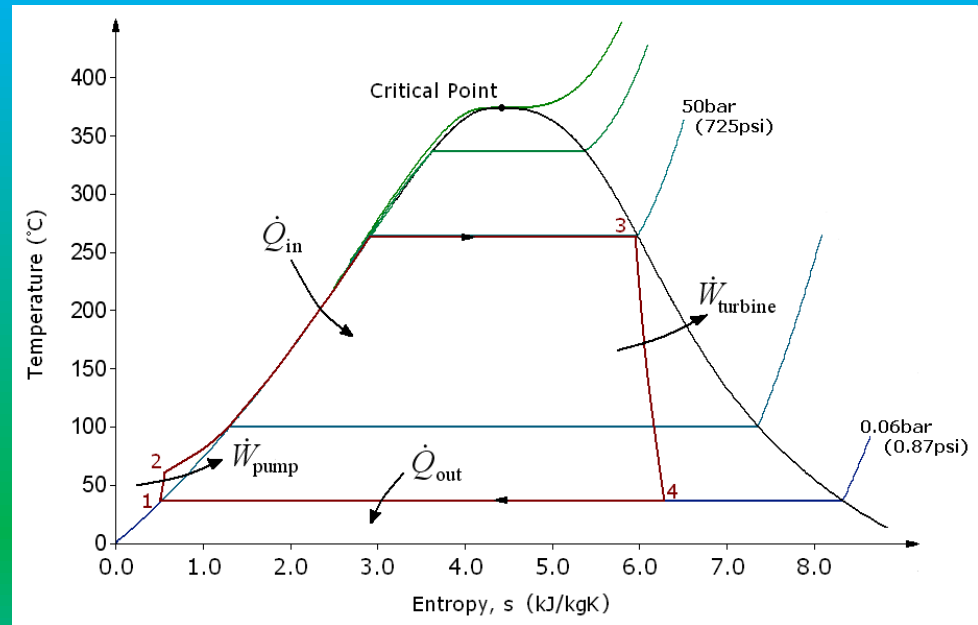
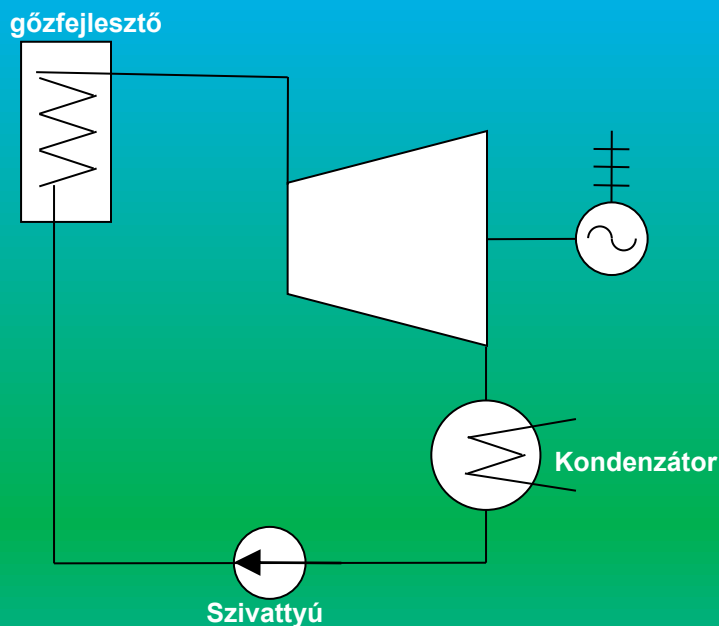
- Heliosztatikus tükörrendszer,
- Kisteljesítményű alkalmazások,
- Magas technikai felkészültség,
- Kisebb területfoglalás

Naperőmű kapcsolási vázlat



ORC (Organic Rankine Cycle)

munkaközeg : szervesanyag, pl. izobután

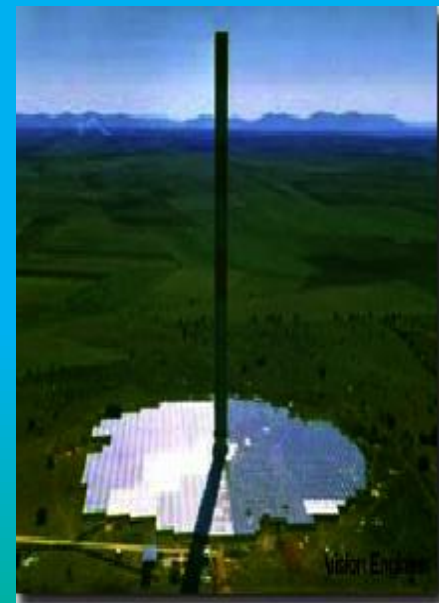


Naperőmű: Napkémény

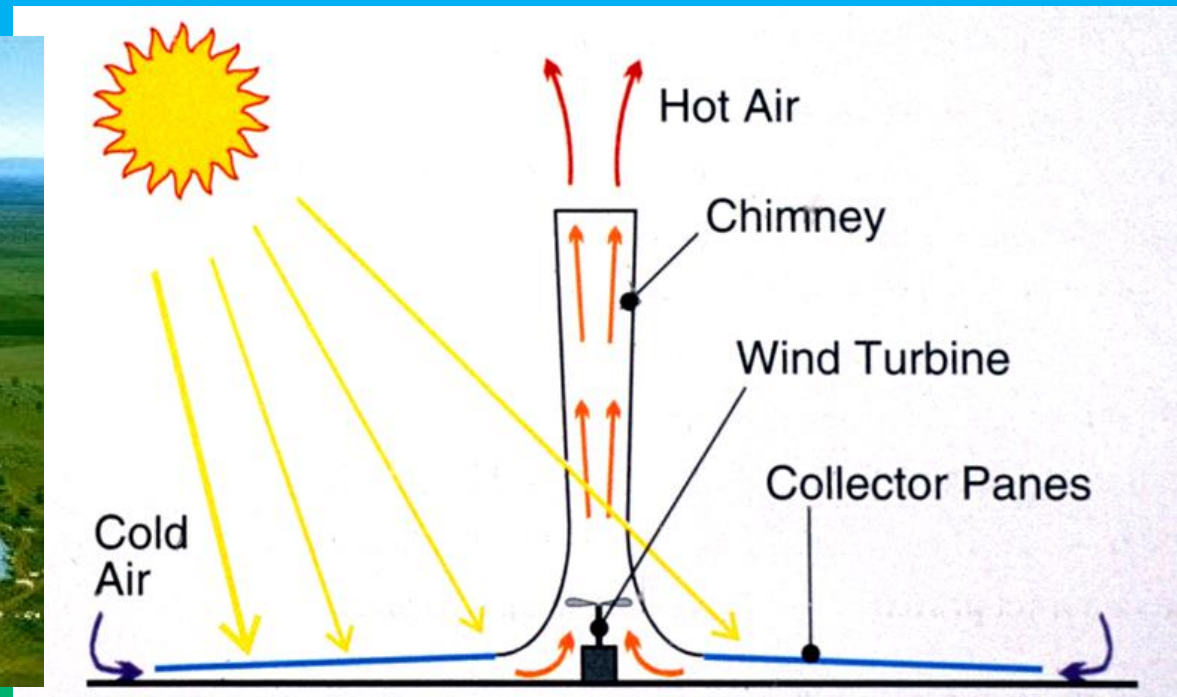


Napkémény: A prototípus

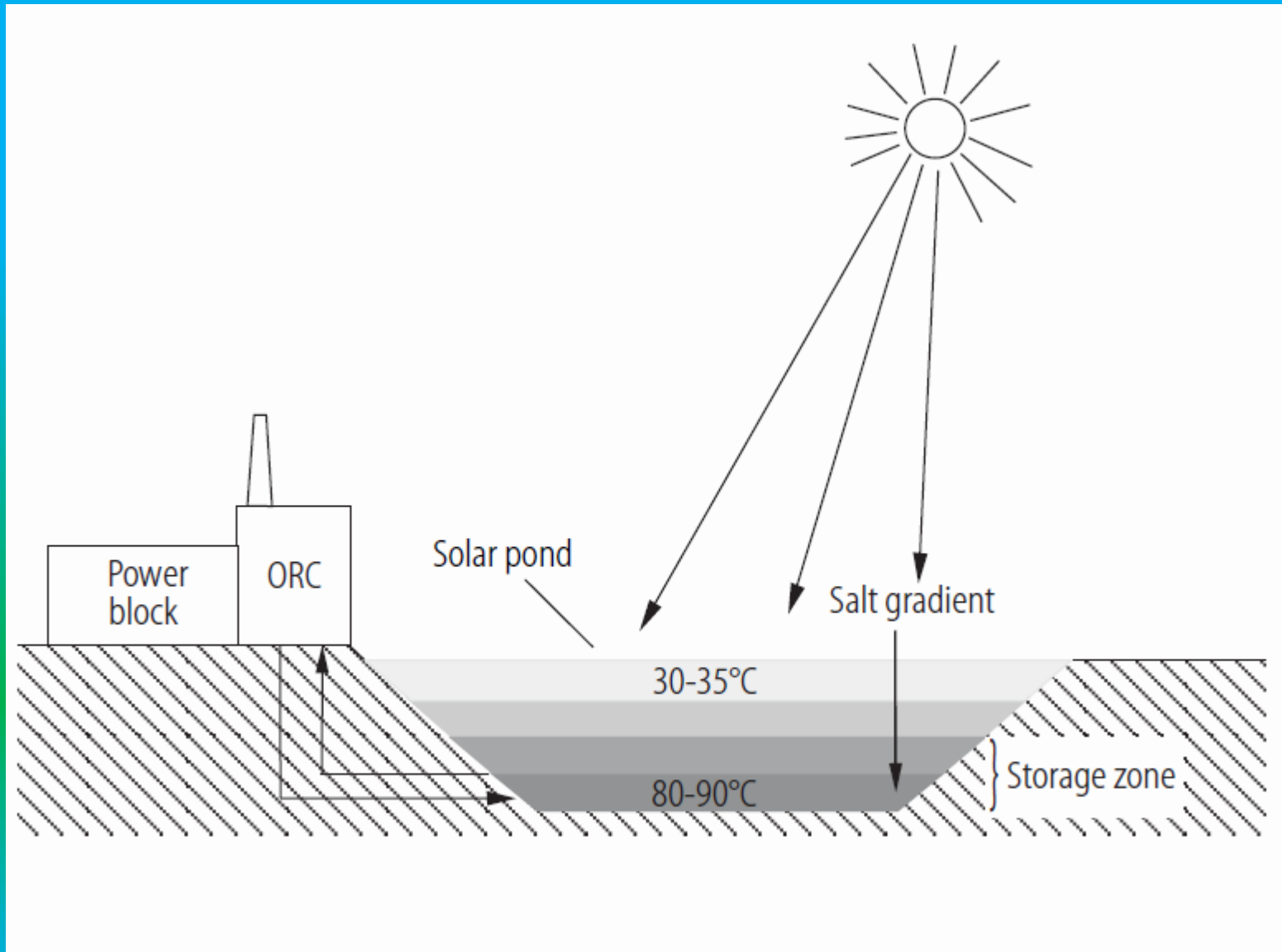
- Manzanares (Spanyolország, Madridtól délre).
- Üzemidő: 1986 július - 1989 február.
- Csúcsteljesítmény: 50 kW.
- Kollektor átmérő: 240 m, felület 46 000 m².
- Kéményátmérő: 10 m, magasság: 195 m.



Napkémény



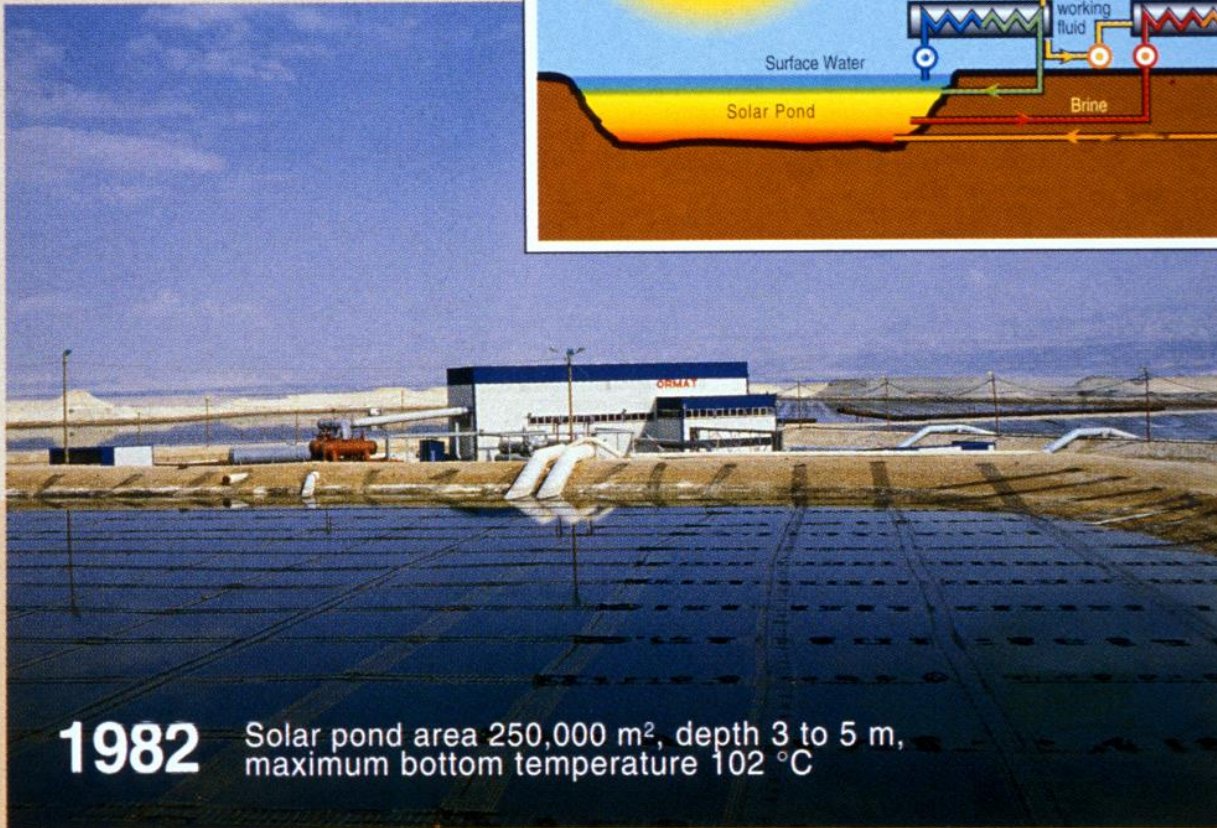
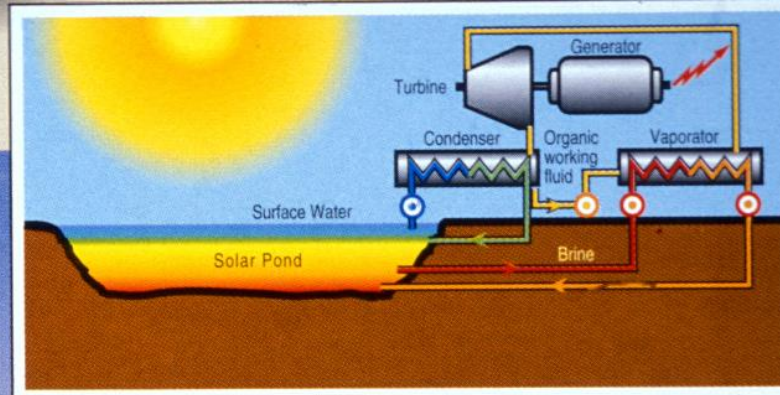
Naptó



Speciális kialakítás



Naptó



1982 Solar pond area 250,000 m², depth 3 to 5 m,
maximum bottom temperature 102 °C

5 MW ORMAT Solar Pond Power Plant at the Dead Sea, Israel

Fotovoltaikus energiaátalakítás (PV)

- *Cellák felépítése, hatásfok*
 - *Fotovillamos jelenség*
 - *Előnyök és hátrányok*
 - *Rendszerek*

Fotovillamos jelenség

Történeti áttekintés:

1839 Becquerel: fényelektromos hatás;

1877 Fritts: Se fotocella (hatásfok: 1%);

1950: félvezetők alkalmazása;

1958: napcella az űrkutatásban
(Vanguard-1 műhold, 6%)

Napelemek főbb típusai

- Amorf
 - Hatásfok: 5-7%
 - Viszonylag olcsó

- Polikristályos

- 13-15%

- Monokristályos

- 14-17%
 - drága

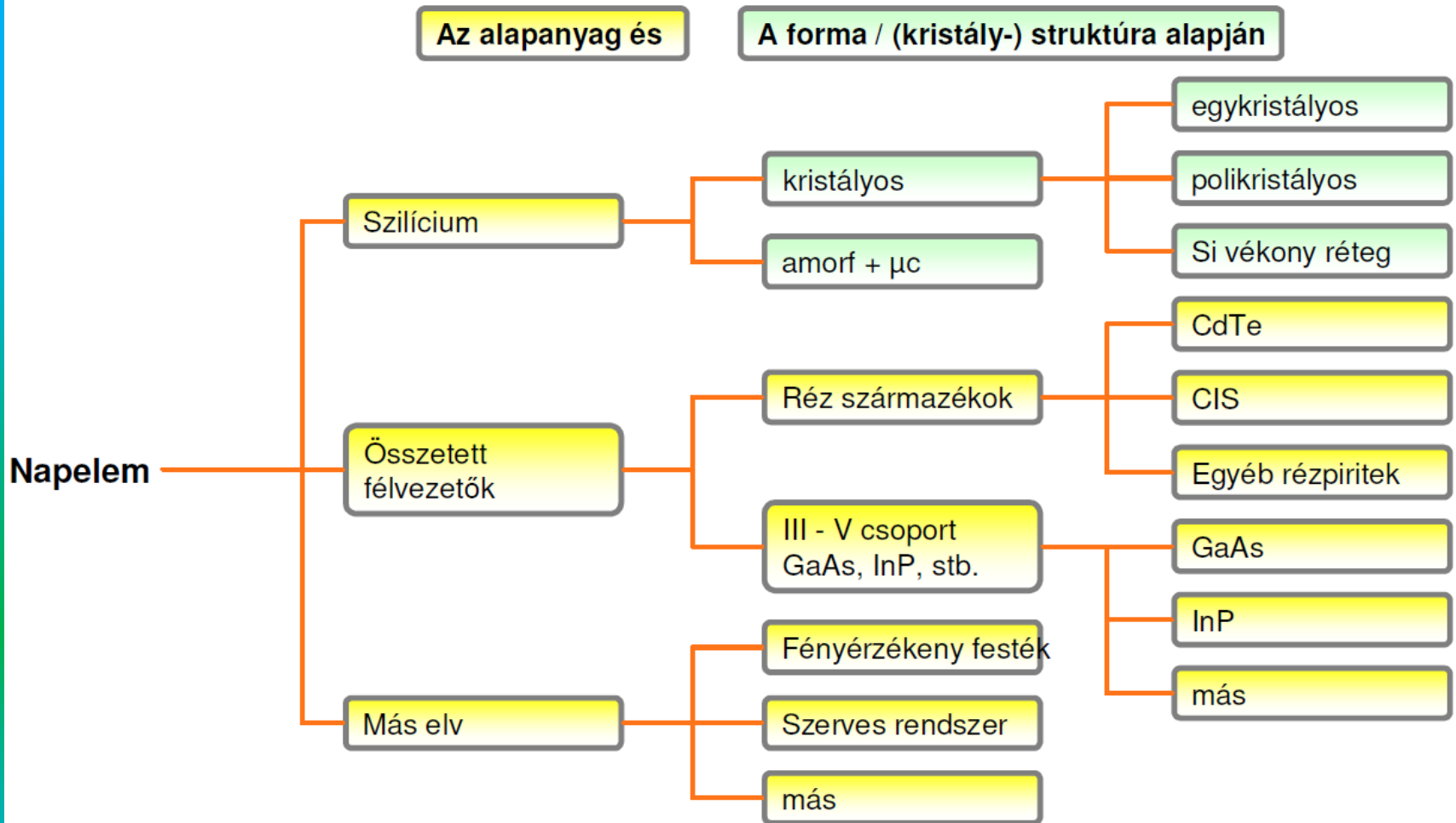
A fotovillamos cella lényegében egy dióda: két különböző tulajdonságú félvezető réteg összekapcsolt egysége.



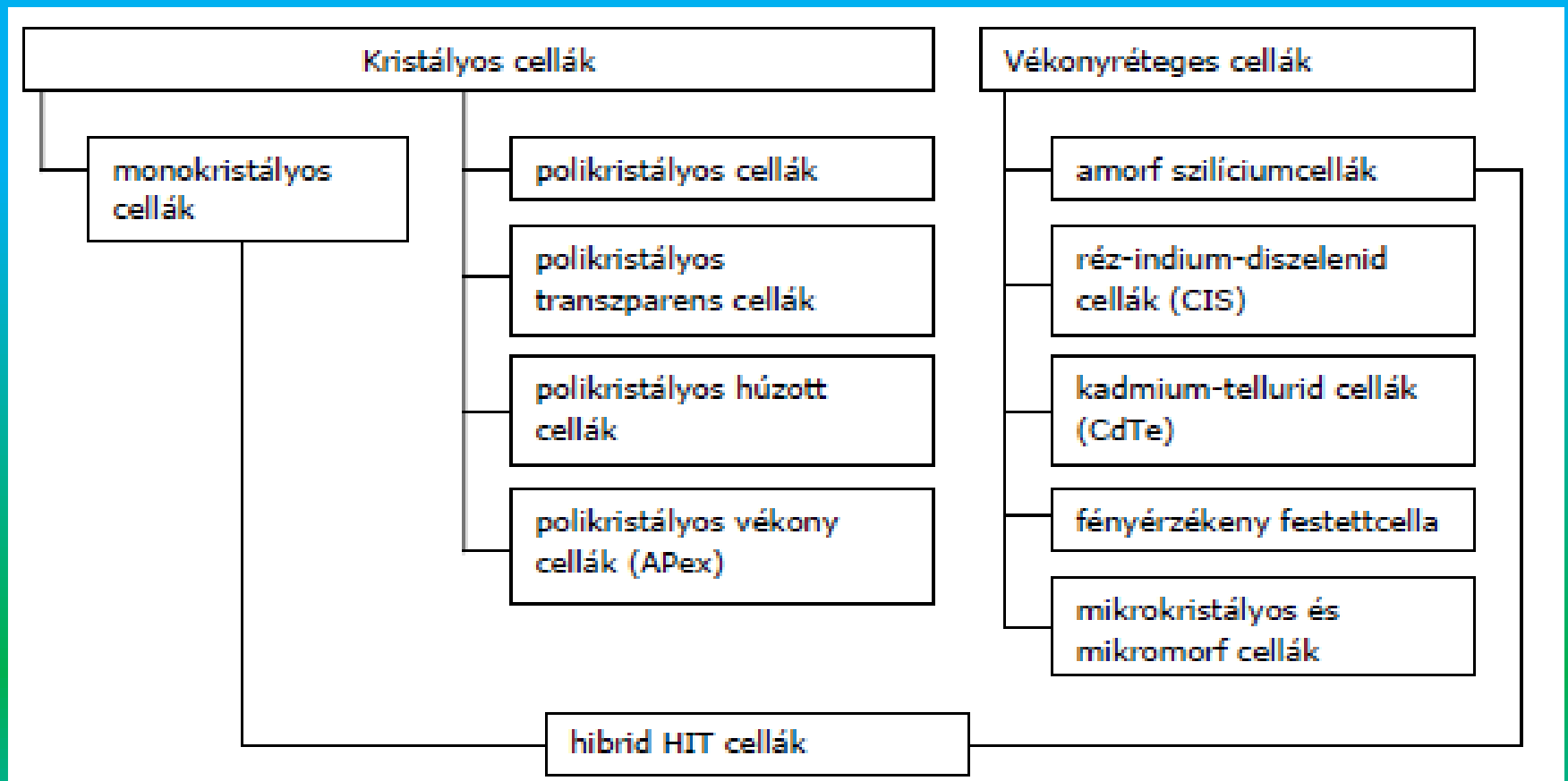
Napelem alapanyagai

- Szilícium (Si) (leggyakoribb):
 - Kristályos (egy-, polikristályos, Si vékony réteg)
 - amorf
- Összetett félvezetők:
 - Gallium-arzenid (GaAs)
 - Kadmium-tellurid (CdTe)
 - Réz-indium-diszelenid (CuInSe₂ CIS)
- Más elv:
 - Fényérzékeny festék
 - Szerves rendszer
 - egyéb

Napelem típusok osztályozása



Napelem cellák osztályozása

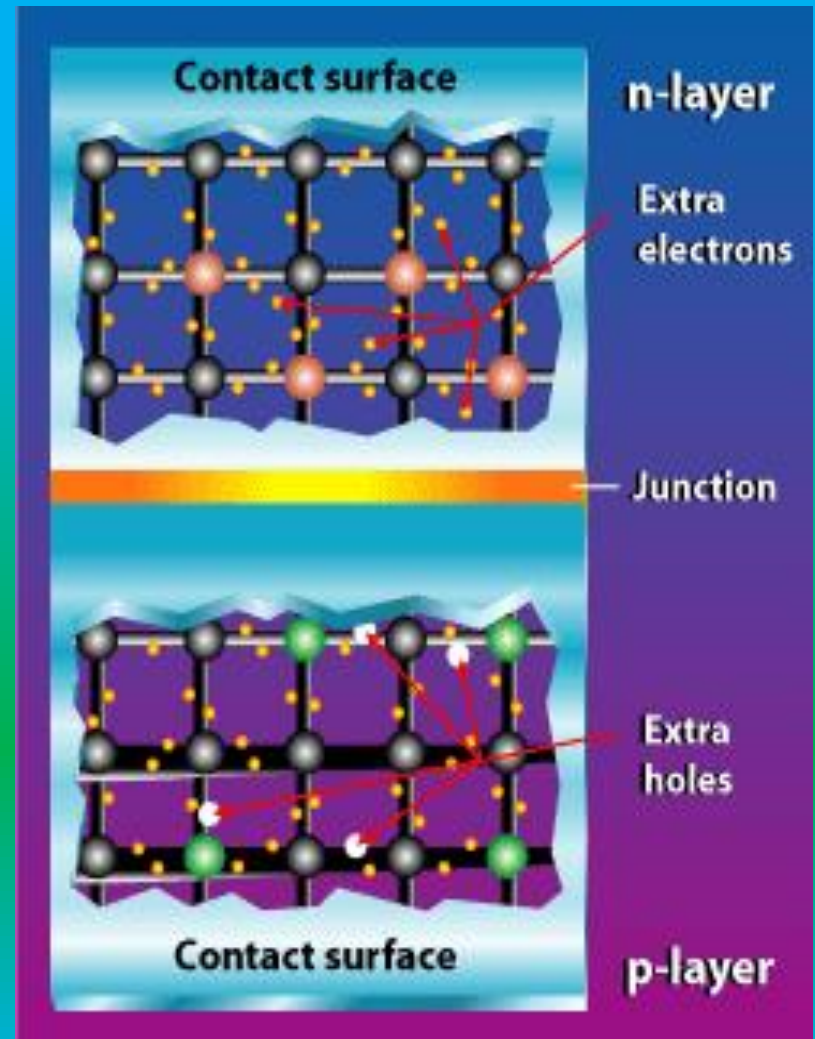


Fotovillamos energiaátalakítás

- Félvezető anyagból készül, gyakorlatilag egy dióda.
- Fénysugárzás energiáját közvetlenül villamos energiává alakítja.
- A fénysugárzás gerjeszti a töltéseket: a becsapódó foton energiájának hatására egy elektron kilép a vegyérték-sávból.
- A gerjesztett, szabad töltések kimozdulnak a helyükről, és az elektromos tér által meghatározott irányba mozognak.

Fotovillamos jelenség

- Az elnyelt foton elektront „üt ki” a helyéről.
- A P-ral szennyezett n-réteg elektrontöbblettel rendelkezik, mely a B-ral szennyezett p-rétegbe vándorol.
- Külső összekötéssel villamos áramkör hozható létre.



Rétegek: Si-alapú félvezetők

■ p típusú:

- bór-szennyezéssel ,
- A bórnak 3 vegyérték-elektronja van,
- Si (4 vegyérték elektron) atom helyére kerülve egy elektron helye üres marad, azaz ott „lyuk” jön létre,
- pozitív-típusú (elektron-hiány).

■ n típusú:

- Foszforral szennyezett
- 5 vegyérték-elektronja van,
- tehát szilíciumhoz képest 1 elektron feleslege van,
- negatív-típus (elektron-többlet).

- A Si atom vegyérték-elektronjainak száma: 4
- A Si kristály atomjai egymáshoz kapcsolódnak, 2-2 elektront megosztva.
- A Si alapanyagú, n-típusú félvezető kevés foszfor-szennyezőanyag hozzáadásával készül.
- A foszfor atomnak 5 vegyérték-elektronja van, tehát ha elfoglalja egy Si atom helyét, akkor 1 elektron felesleges lesz (negatív-típus).
- A pozitív típusú anyag bór-szennyezéssel készül.
- A bórnak 3 vegyérték-elektronja van, így ha egy Si atom helyére kerül egy elektron helye üres marad, azaz ott „lyuk” jön létre. Ezért ezt pozitív-típusú (elektron-hiányos) anyagnak nevezzük.
- Ha az anyag atomjának egy elektronja – pl. gerjesztés folytán – a helyéről elmozdul, akkor a helyén „lyuk” keletkezik. Tehát, ha az elektronok mozognak, akkor a „lyukak is mozognak”. Ebben az értelemben tekintik a „lyukakat” töltéshordozóknak

Si egykristály cellák

- A PV cellák többsége ezzel a technológiával készül.
- A szilícium-dioxid (SiO_2) a cellagyártás alapanyaga. Finomítás → tisztítás → olvasztás → újrakristályosítás → cellagyártás.
- Foszfort és bórt használnak szennyezőként a félvezető rétegek előállításához (n-p rétegek).
- A rétegeket egyesítik: létrejön a fotovillamos cella.

Cellagyártás



SiO_2 mindenütt megtalálható



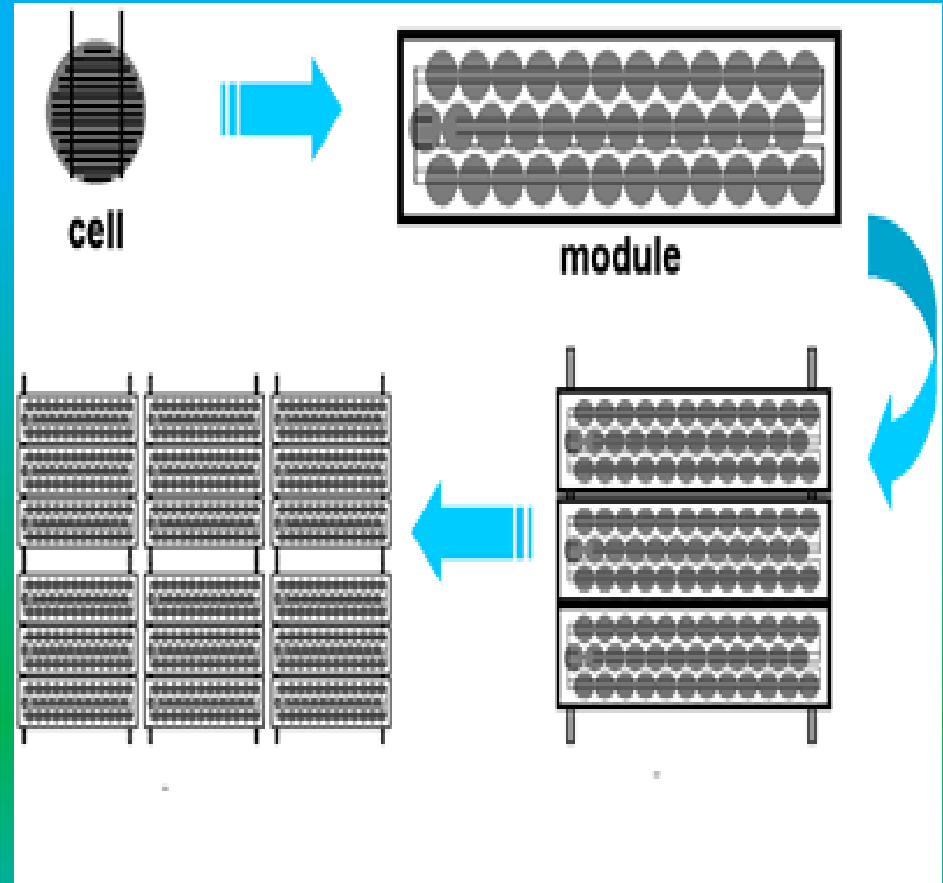
egykristály gyártás



cellagyártás

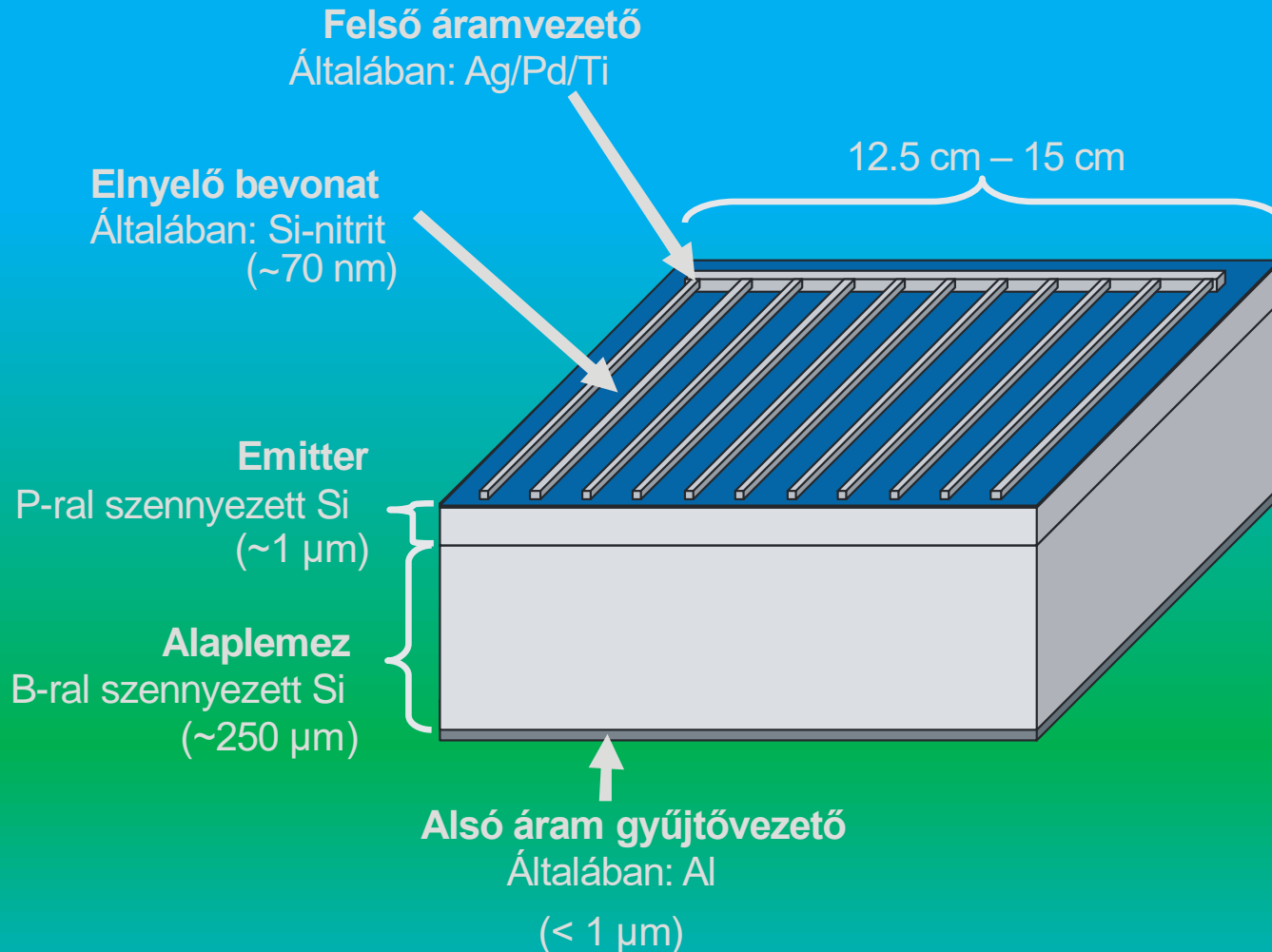
Hogyan lesz a cellából panel?

- A PV rendszer alapköve a cella.
- A cellafeszültség 0,5 és 1 V közötti.
- A cellákat modulokba, a modulokat panelekbe rendezik.
- A jobb használhatóság érdekében DC→AC konverterrel látják el a paneleket.
- A panel önmagában már használható.

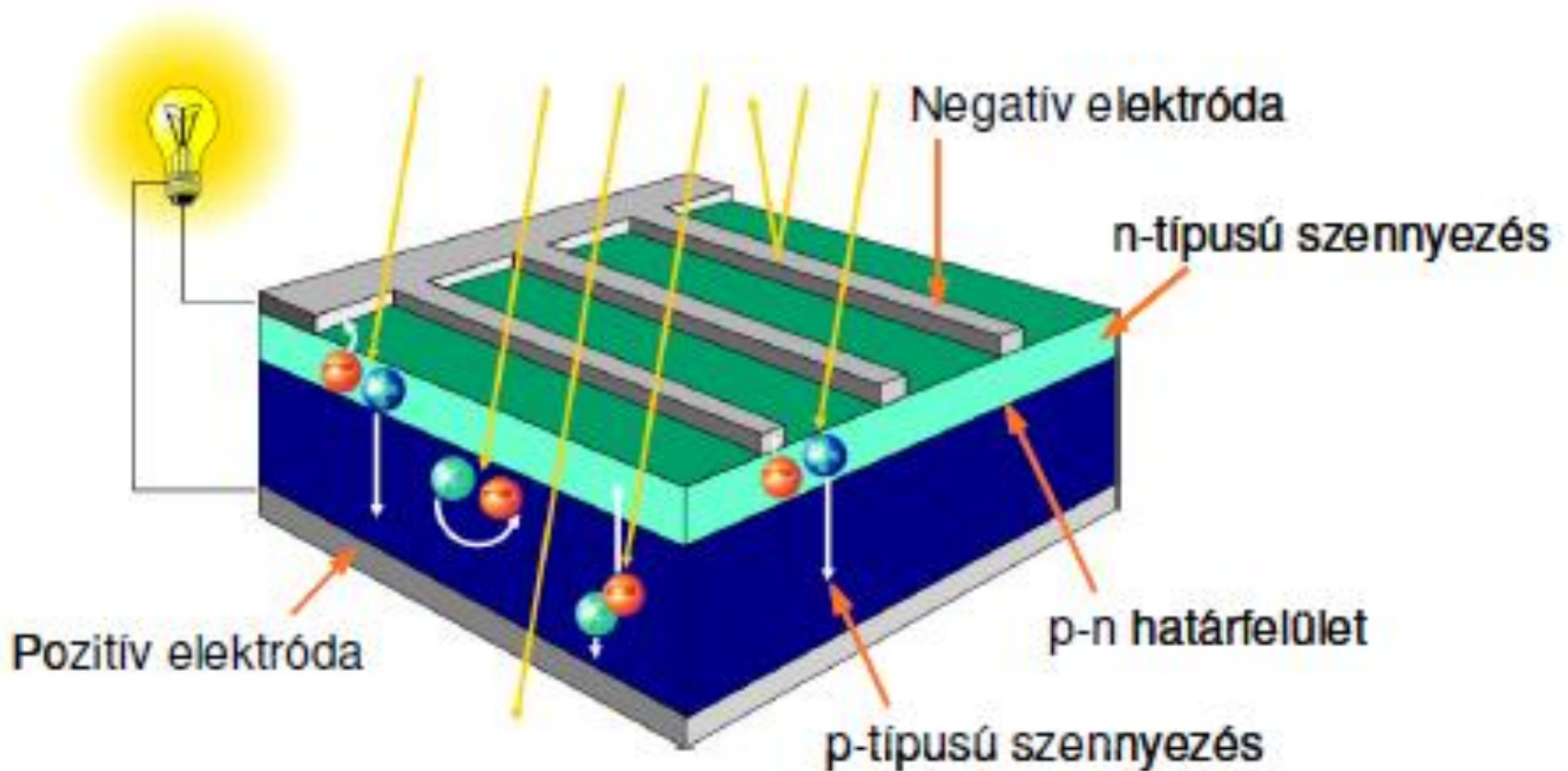




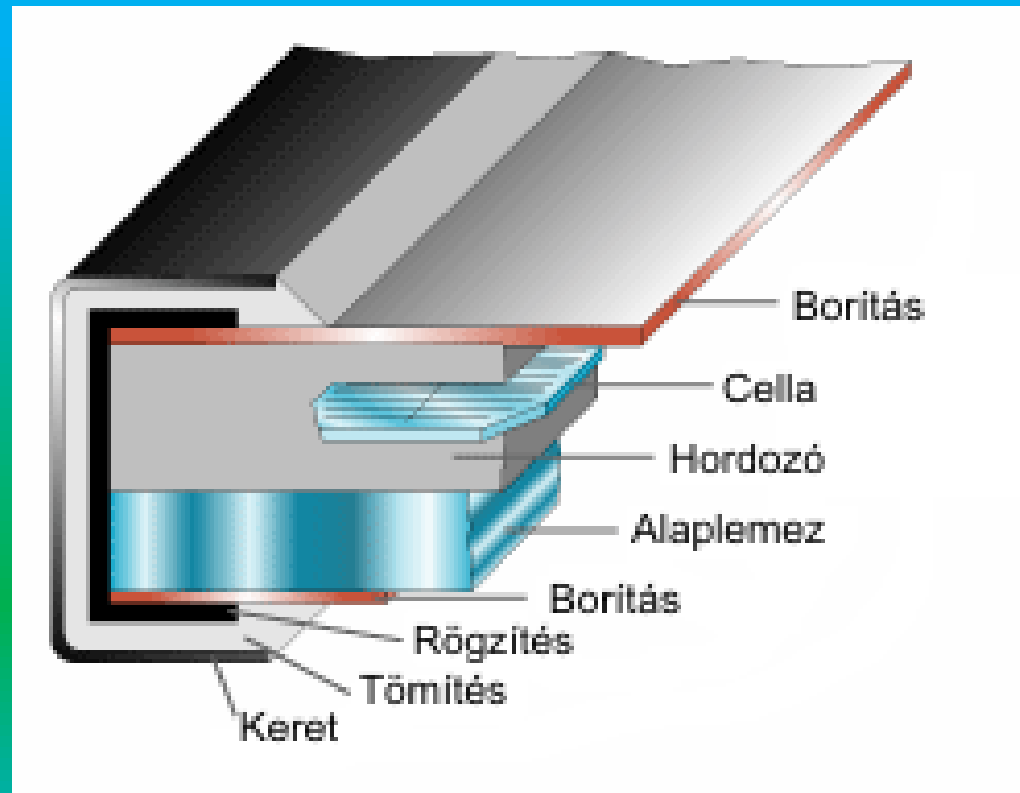
PV cella felépítése



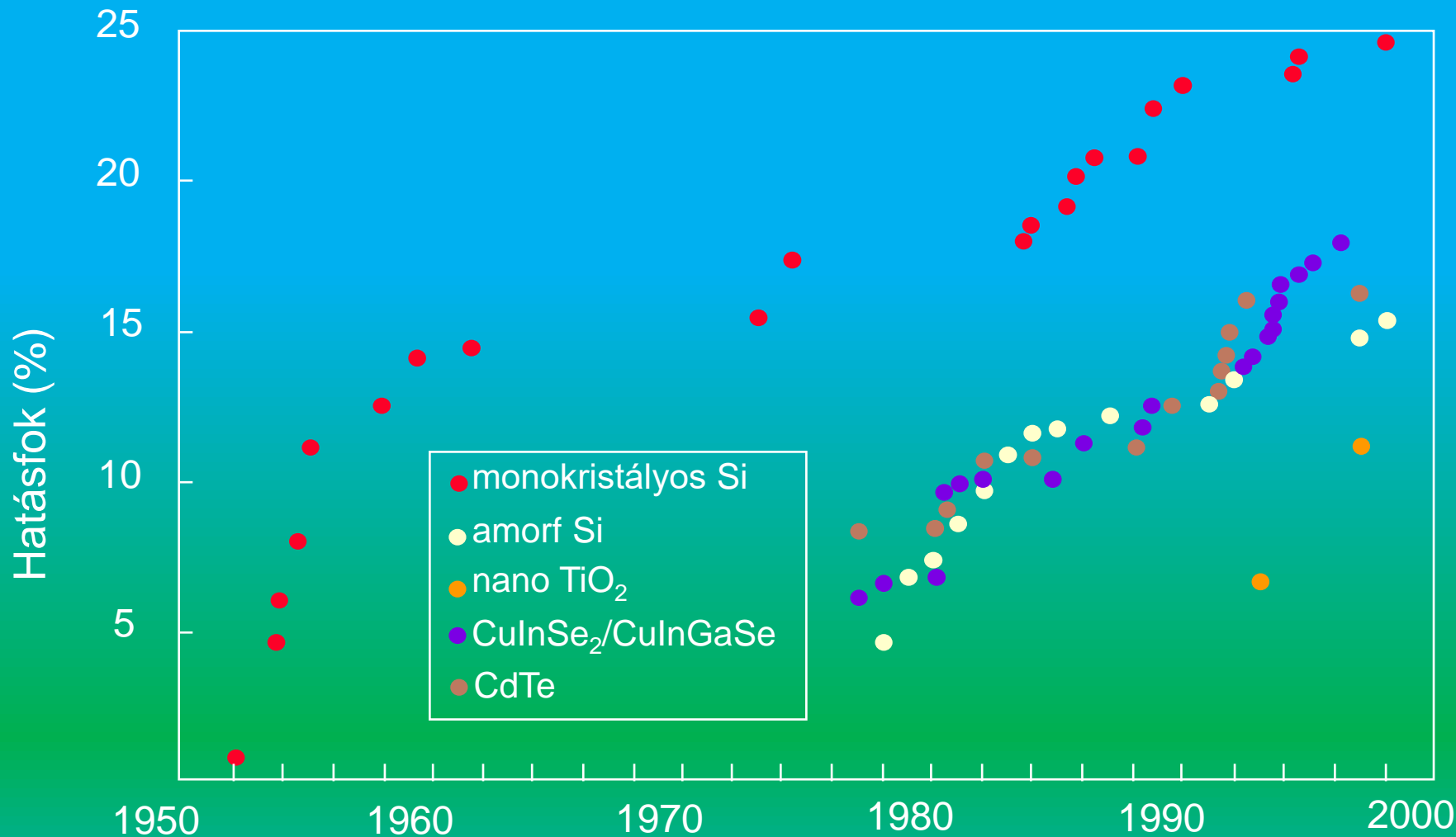
Kristályos napelem keresztmetszete



PV modul felépítése



Hatásfok

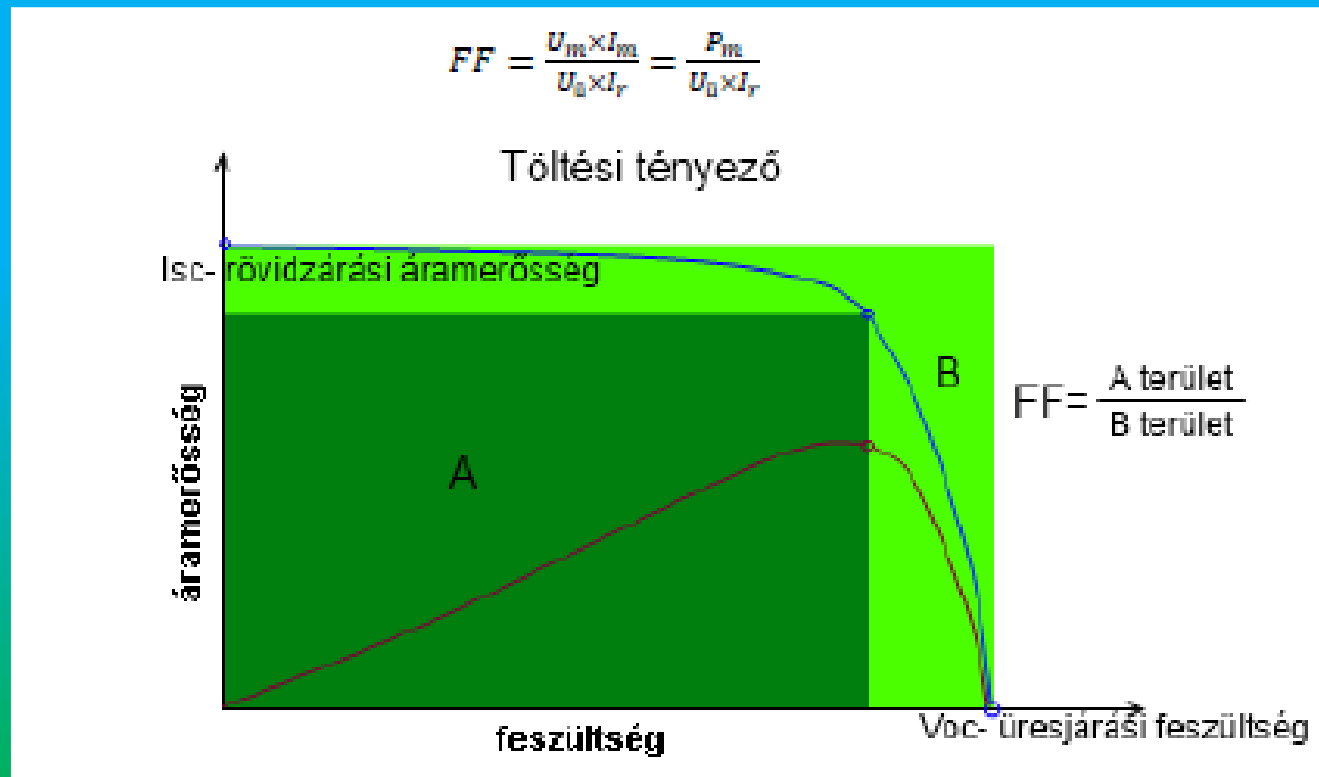


25 °C és 1 kW/m² mellett; általában cella: 14..17%, modul: 11..13%

Napelemek hatásfoka

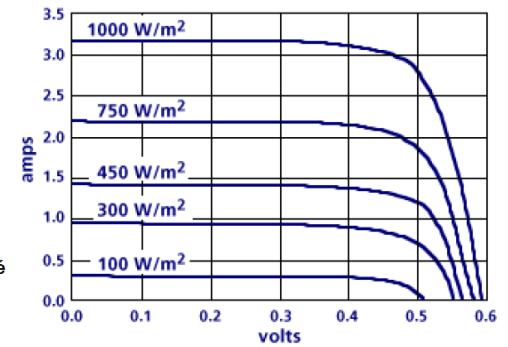
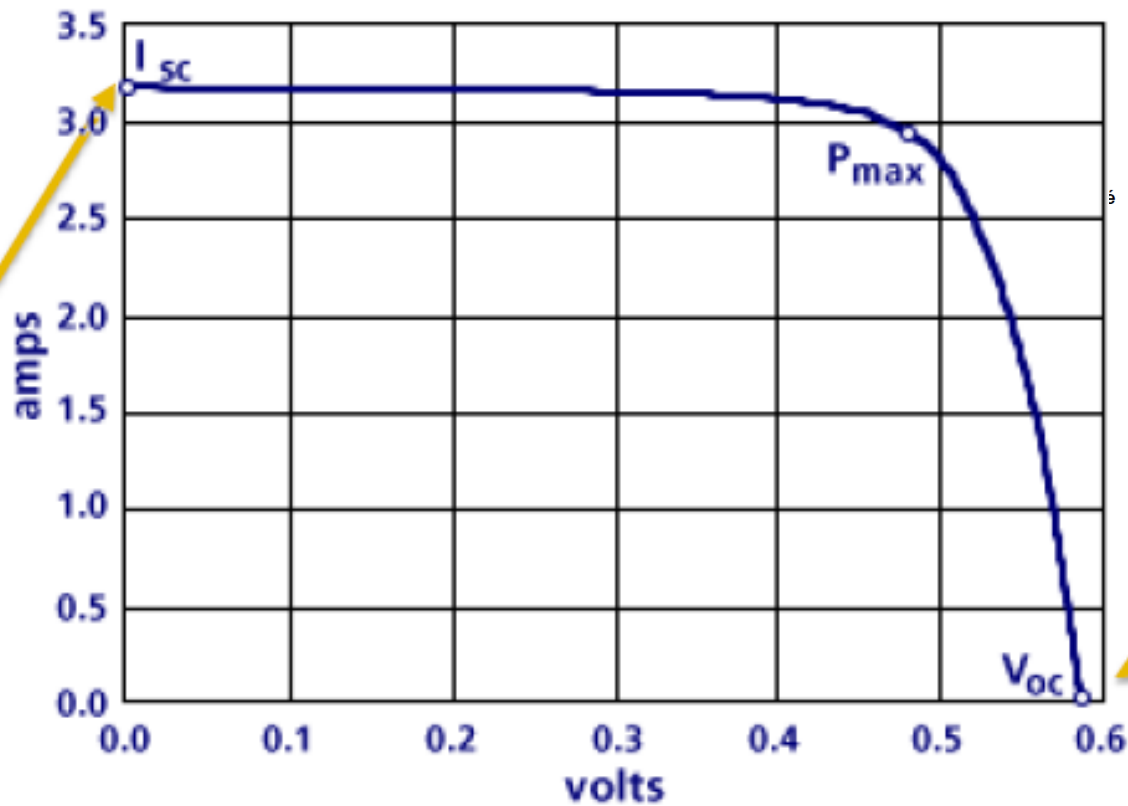
Típus	Laboratórium				gyártás
	η [%]	V_{OC}	I_{SC} [mA cm ⁻²]	FF [%]	η [%]
mono-Si	24.7	0.706	42.2	82.8	15-18
multi-Si	19.8	0.654	38.1	79.5	13-16
EFG-Si	16.7	0.601	35.1	79.0	11-14
a-Si (single layer)	12.7	0.887	19.4	74.1	7.0
a-Si / μ c-Si	14.5	-	-	-	12.5
CdTe	16.5	0.845	25.9	75.5	7.0
CIS	18.4	0.669	35.7	77.0	6.5-10
GaAs	25.1	1.022	28.2	87.1	-
GaInP/GaInAs/Ge	31.3	2.392	16.0	81.9	27-28

Cella jelleggörbe, kitöltési tényező

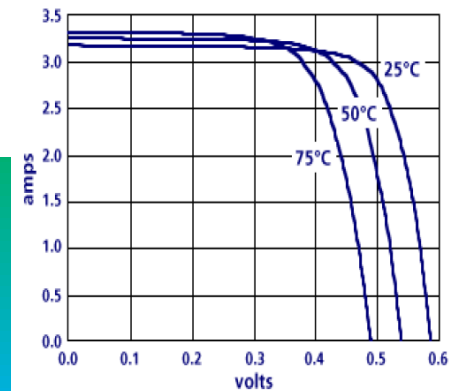


- maximális teljesítmény munkapontja (MPP, maximum power point). A napelemcella maximális teljesítményt (P_m) ad le, melyet a munkaponti áram (I_m) és a munkaponti feszültség (U_m) határoz meg;
- rövidzárási áram (I_r): egy 10×10 -es kristalyos cellánál kb. 3 A. Az I_r 5-15%-kal nagyobb, mint az I_m ;
- üresjárási feszültség (V_0): jellemző értéke 0,5-0,6 V, amorf celláknál 0,6-0,9V.

Rövidzárlati áram

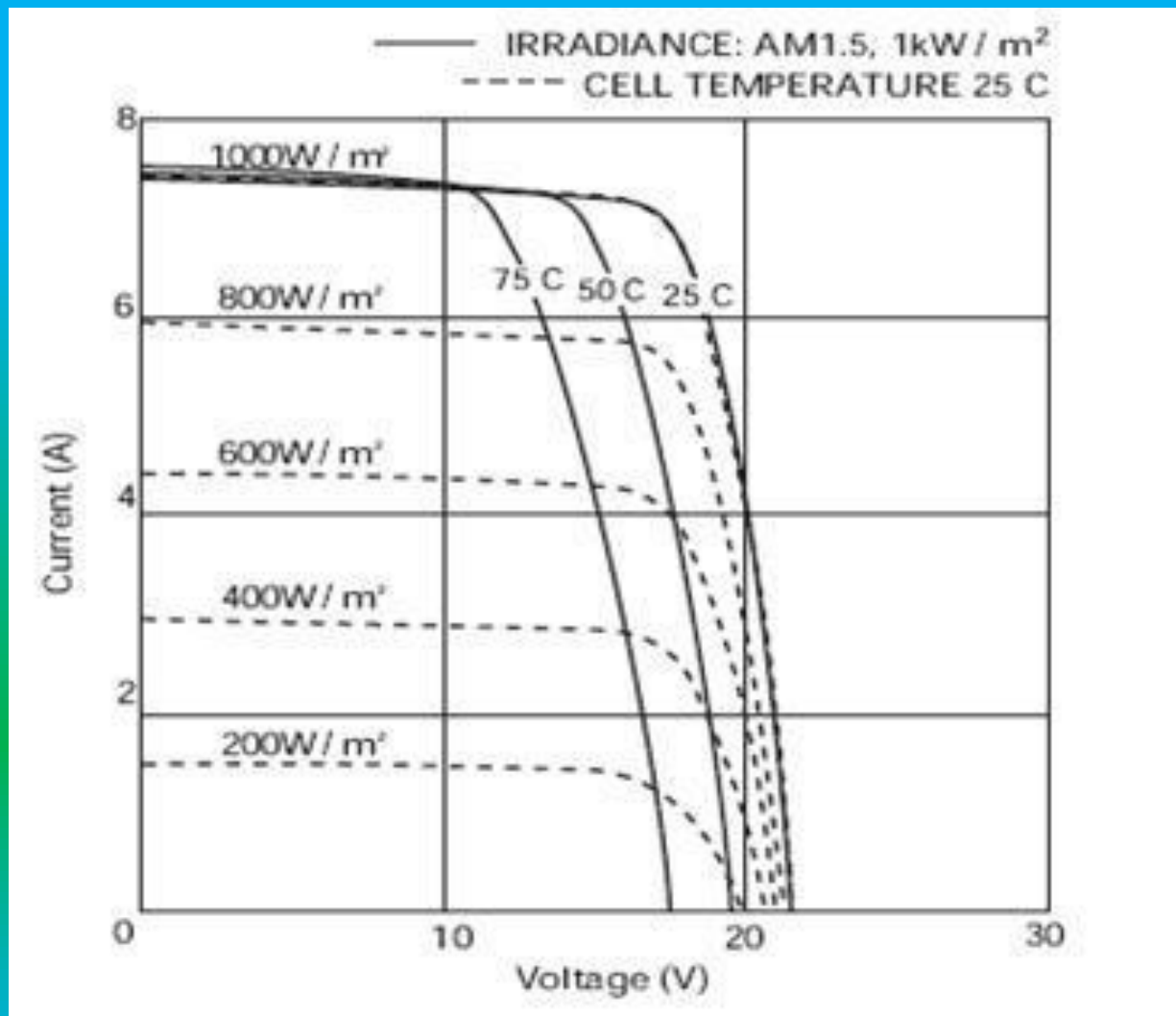


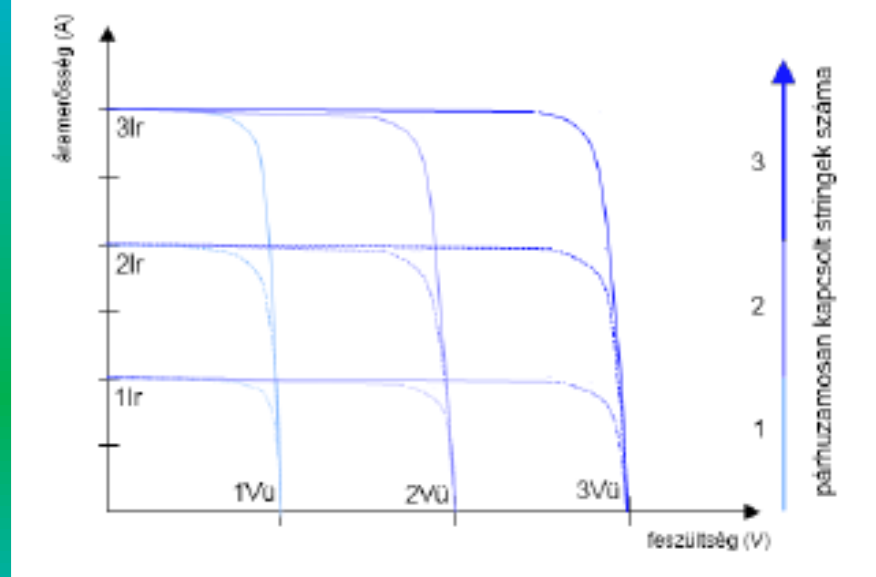
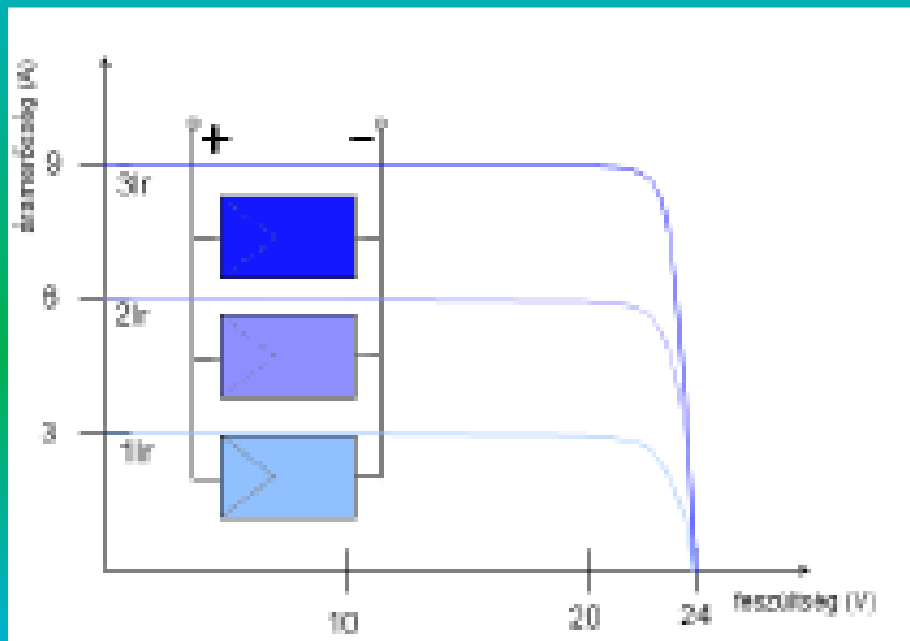
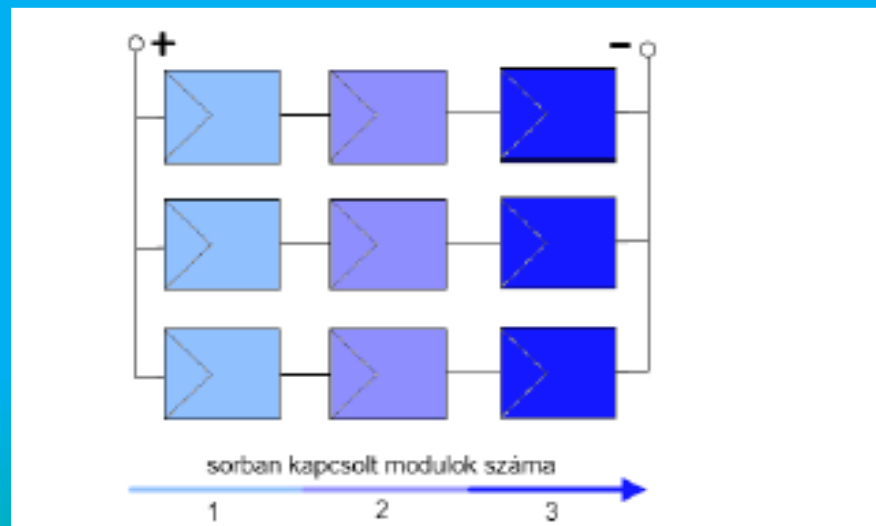
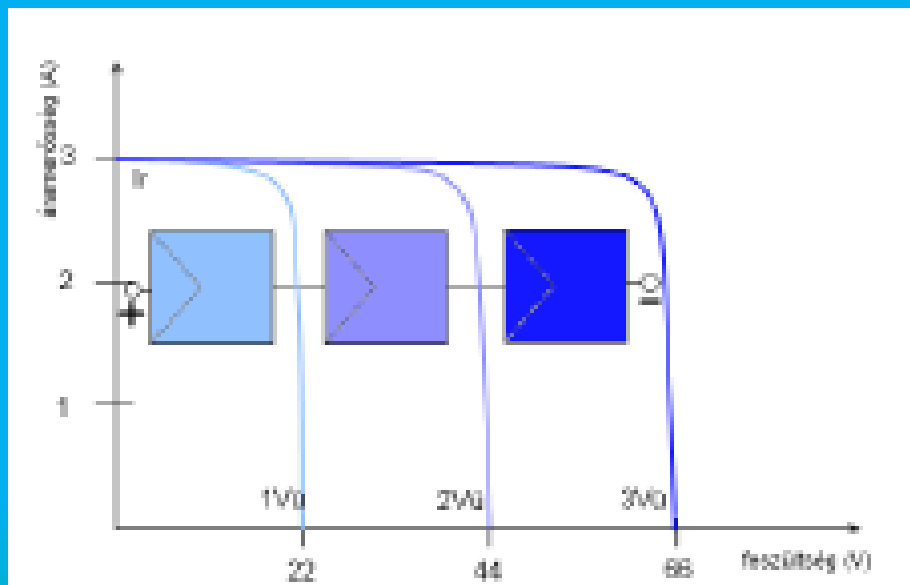
Nyitott áramköri feszültség



Környezeti hatások

- Hőmérséklet
- Besugárzás



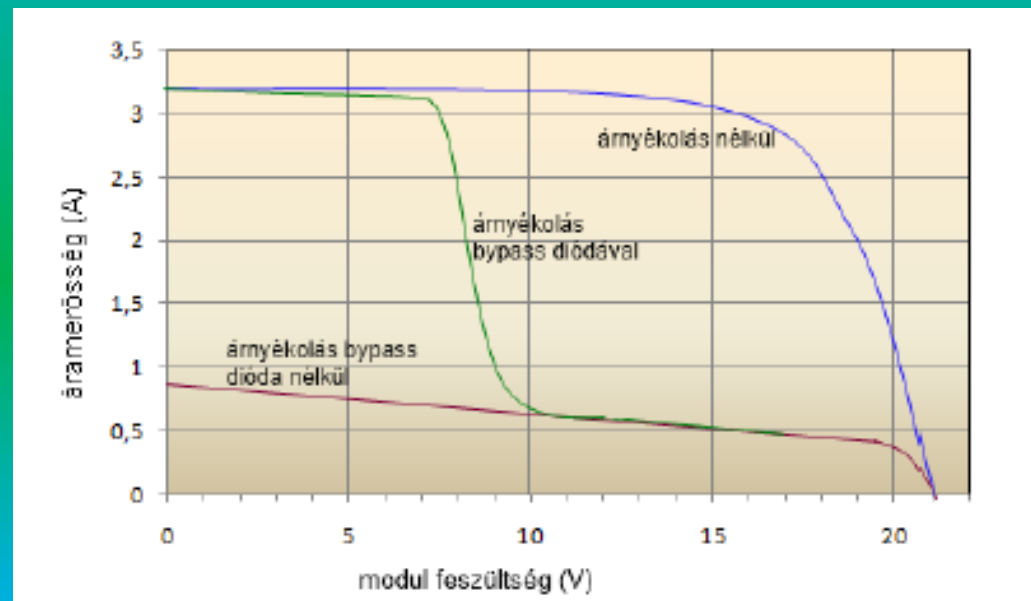
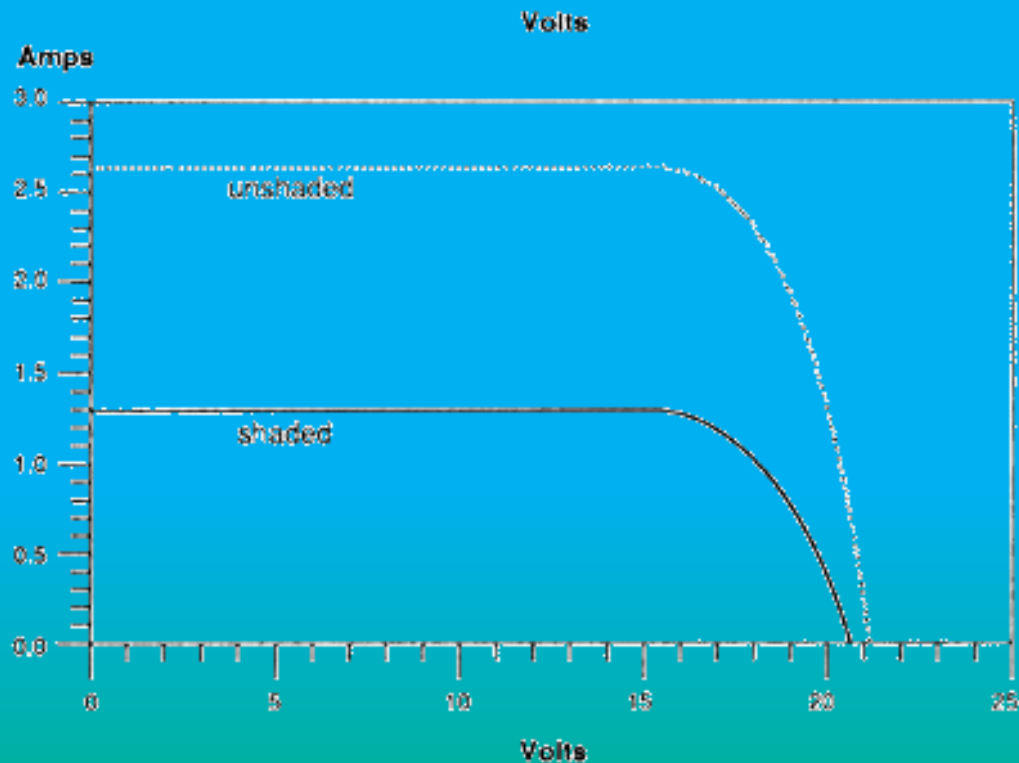


Árnyékolás

Egyetlen cella
leárnyékolásának
hatása a modulra!
(sérült cella azonos
következmény-hez
vezet) =>>

10-20 cellánként
bypass dióda,

!enélkül az árnyékolt
cella határozza meg
az áramerősséget!



Napelem hatásfoka

A napelem hatásfoka azt jellemzi, hogy a napelem a beérkező napsugárzást milyen arányban képes hasznosítani.

$$\eta = \frac{P_m}{A \times E} = \frac{FF \times U_0 \times I_T}{E \times A}$$

P_m a maximális teljesítmény (Wp),
 A a napelem felülete (m^2),
 E a beeső napsugárzás (W/m^2).

$$\eta_n = \eta_{STC} = \frac{P_{m(STC)}}{A \times 1000 W/m^2}$$

Ökölszabály:

1kWp = kb. 10m² napelemfelület

(inverter, tartószerkezet, tranzformátor nélkül!)

STC (standard test conditions) szabványos mérési körülmények, cellahőmérséklet 25C, függőleges sugárzás 1000W/m², AM1,5 légköri csillapítás

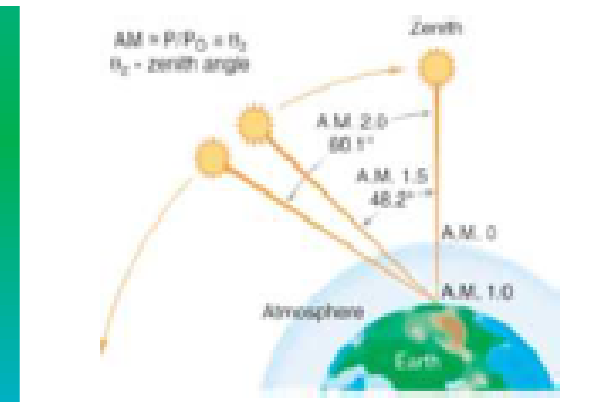
Atmoszferikus hatások

AM (= Air Mass):




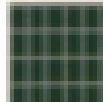

AM0 atmoszférán keresztüli gyengülés nélküli sugárzás, 1367 W/m² (szolar konstans)

AM1 földfelszínre merőlegesen érkező sugárzás

AM1,5 kb. $\alpha=48^\circ$ -os beeső sugárzás



Különböző rendszerek területigénye

Cella anyaga	Területigény 1 kWp-hez	
Monokristályos	7 – 9 m ²	
Polikristályos	7,5 – 10 m ²	
CIS	9 – 11 m ²	
CdTe	12 – 17 m ²	
Amorf szilícium	14 – 20 m ²	

Várható hozam

Magyarországon déli tájolású, 1m², 40 fokos dőlésszögű felületre kb. 1400kWh/év napsugárzásból származó energia érkezik! Így 1kWp névleges teljesítményű, 0,8 körüli teljesítmény arányú (=PR=performance ratio= $E_{\text{valódi}}/E_{\text{ideális}}=0,70-0,85$) rendszer kb. 1100-1200 kWh/év villamos energiát termel!

(terület, dőlésszög, cellafajta, tájolás, hőm.)

A napsugárzás-mérések alapműszerei

Napfénytartammérő, Campbell-Stokes-féle

pirheliométer (napkorong irányából érkező direkt sugárzás intenzitását tudjuk meghatározni),

piranométer (az érzékelő által meghatározott sík feletti térből érkező összes rövidhullámú sugárzás (globálsugárzás) mérésére szolgál), (A meteorológiai állomásokon ebből a műszerből található a legtöbb. Ez a mérőeszköz egy árnyékoló gömb segítségével a diffúz sugárzás mérésére alkalmas, míg a műszert a földfelszín felé fordítva a mérések a felszínről reflektált sugárzást adják meg. A reflex- és globálsugárzás aránya a felszín albedója.)

pirgeométer (irányítottságtól függően a légkör hosszuhullámú visszasugárzását, vagy a felszín hosszuhullámú kisugárzását méri).



PV rendszerek

Szigetüzemű
Hálózatra kapcsolt
Vegyes

Napelem alkalmazási típusok

**Mobil berendezések akkumulátor nélkül
(pl. ventilátor)**

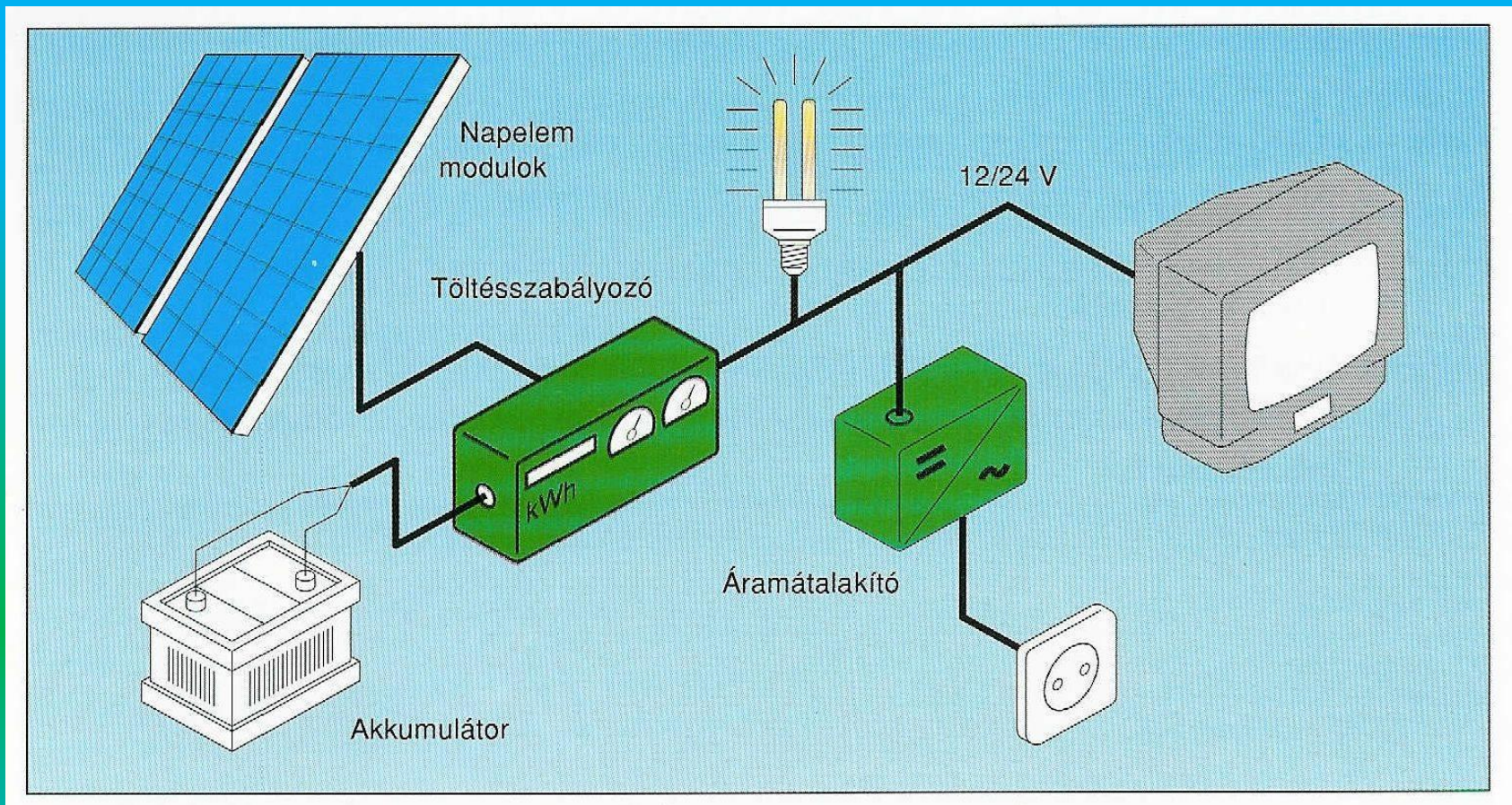
Mobil berendezések akkumulátorral (pl. lámpa)

**Több fogyasztót ellátó berendezések „sziget”
üzemben**

**Elektromos hálózathoz is kapcsolódó
berendezések kétirányú energiaforgalmazással**

**Kizárólag az országos hálózatra tápláló
berendezések**

Fotovillamos rendszer



Alkalmazási előnyök

- Tiszta technológia, kevés környezeti hatás (területfoglalás).
- Nincs légszennyezés.
- Nincs üvegházhatású gáz kibocsátás.

Gyártás

- Veszélyes anyagok felhasználás + magas hőmérséklet → energiaigényes.
- A gyártási költség a mennyiség növekedésével csökken.

Üzemidő

- Általában 20..30 év.
- Hatásfokromlás kb. 1%/év.
- Folyamatos kutatás és fejlesztés:
 - nagyobb hatásfok,
 - elhasznált cellák feldolgozása.
- Megtérülési idő: 15..20 év.

Leszerelés

- Hulladék csak az üzemidő végén keletkezik.
- Megsemmisítéskor veszélyes anyagok és mérgező gázok keletkeznek.
- Energiaigényes (magas hőmérséklet).

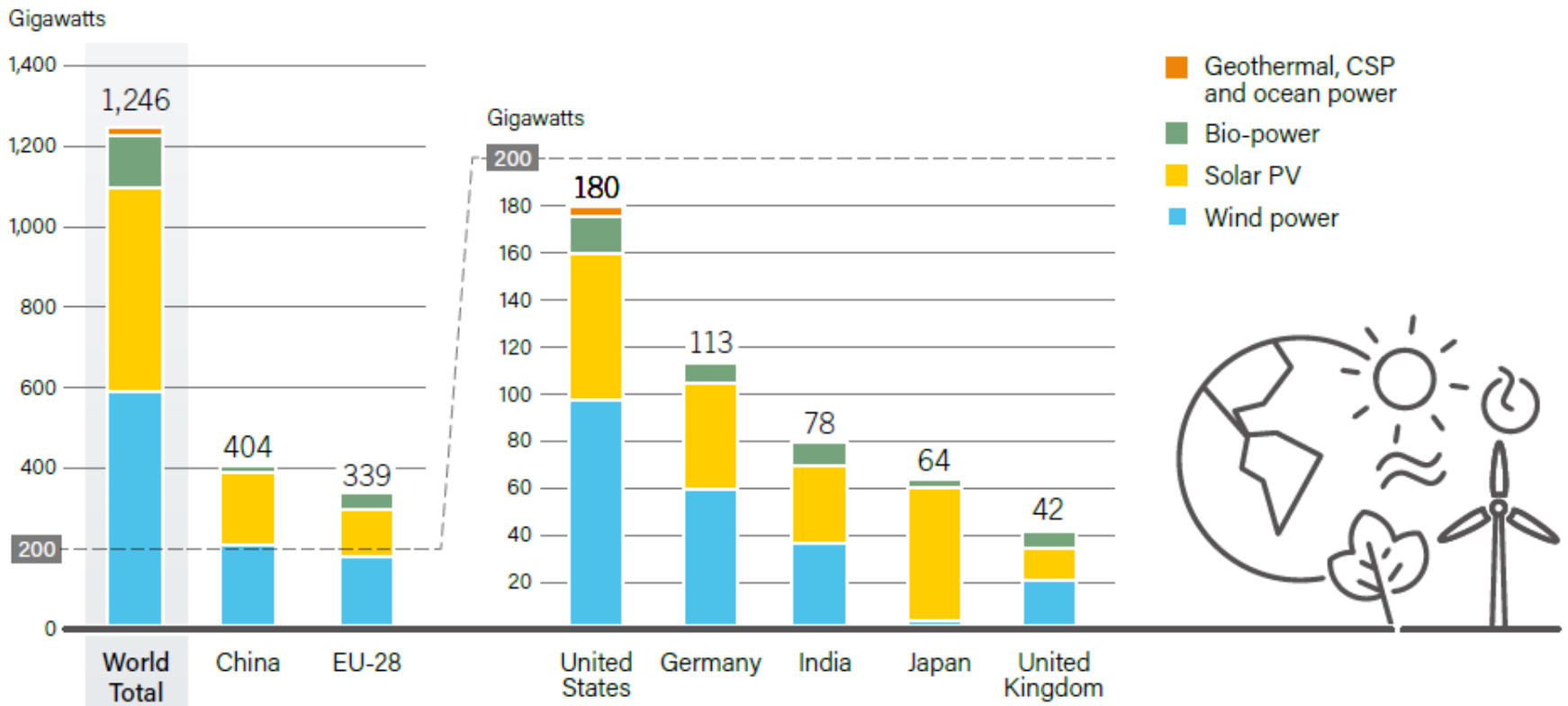
Előnyök/Hátrányok

- A félvezető cellák előállítása meglehetősen drága.
- Csökkenti az energiafüggőséget.
- A PV cellák gyártása munkahelyet teremthet.
- A gyártás rendkívül energiaigényes.
- Nem jár veszélyes anyagok szállításával.
- A napenergia szabadon, bárki által hozzáférhető!

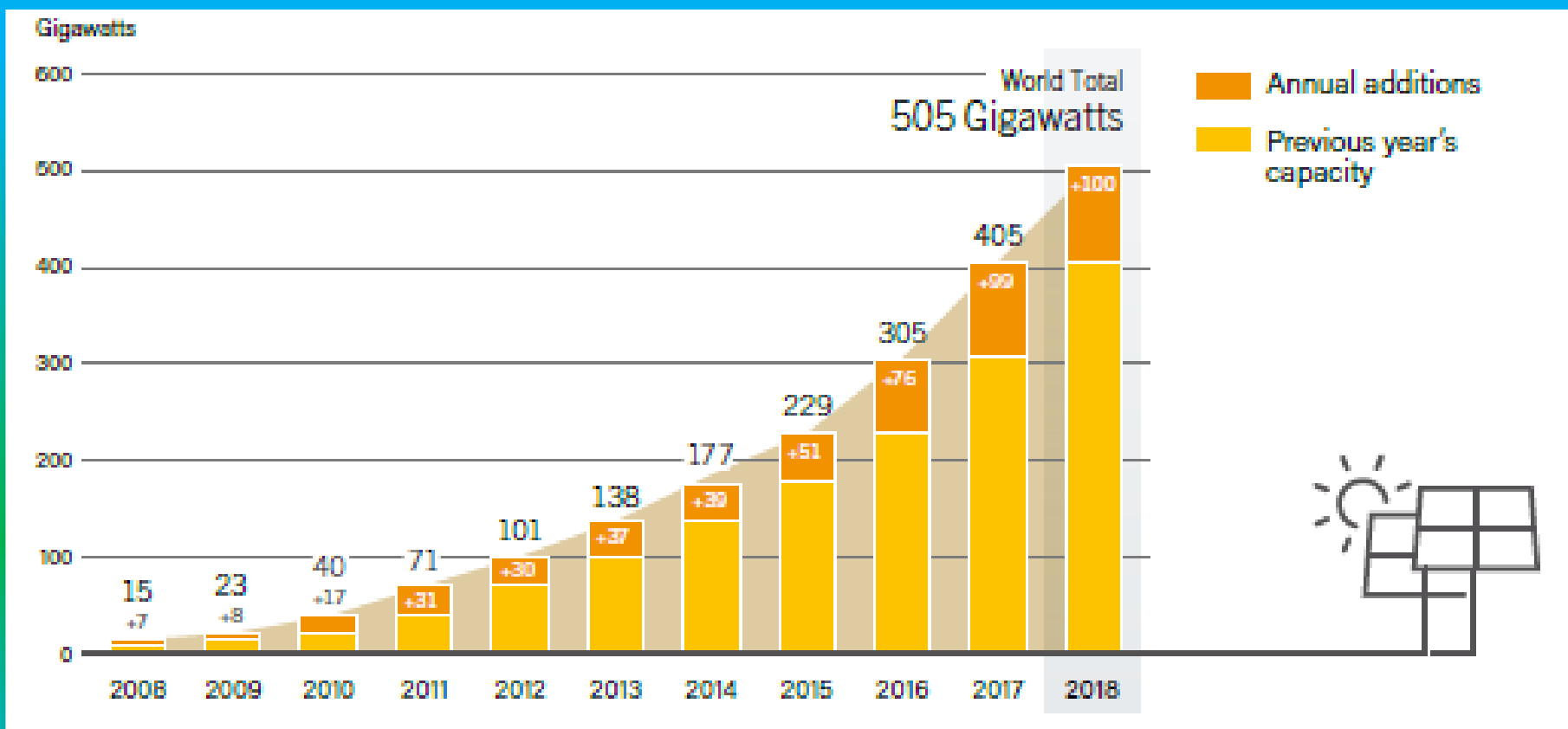
Előnyök/Hátrányok

- A PV cellák széles körben alkalmazhatók.
- Nincs zaj és légszennyezés.
- Karbantartási igény minimális, karbantartási időszak hosszú.
- Szigetüzemben és hálózatra kapcsoltn is üzemeltethető.
- Gyártás és leszerelés: veszélyes hulladékok keletkeznek.

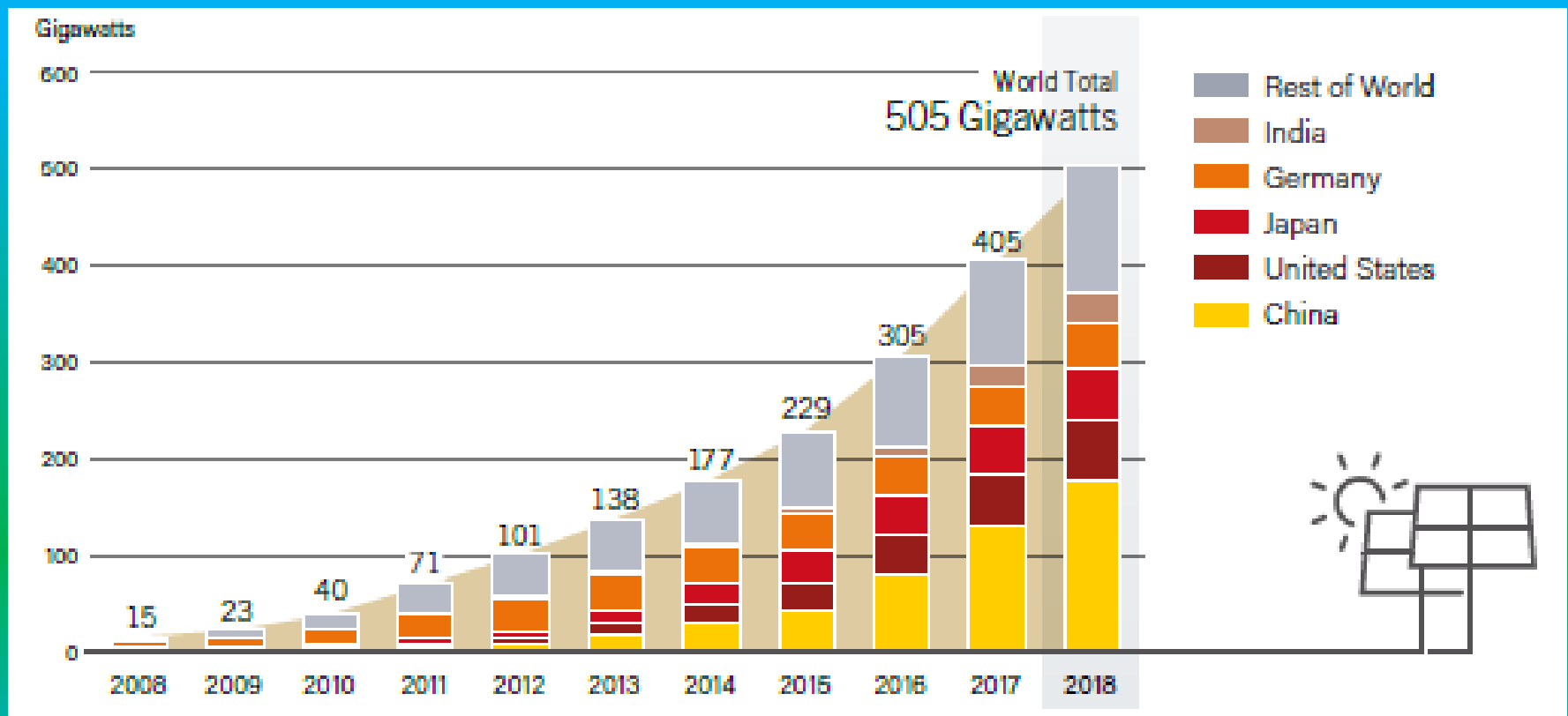
2018. évi megújuló energia alapú beépített teljesítőképesség, Világ, Kína, EU28, TOP6



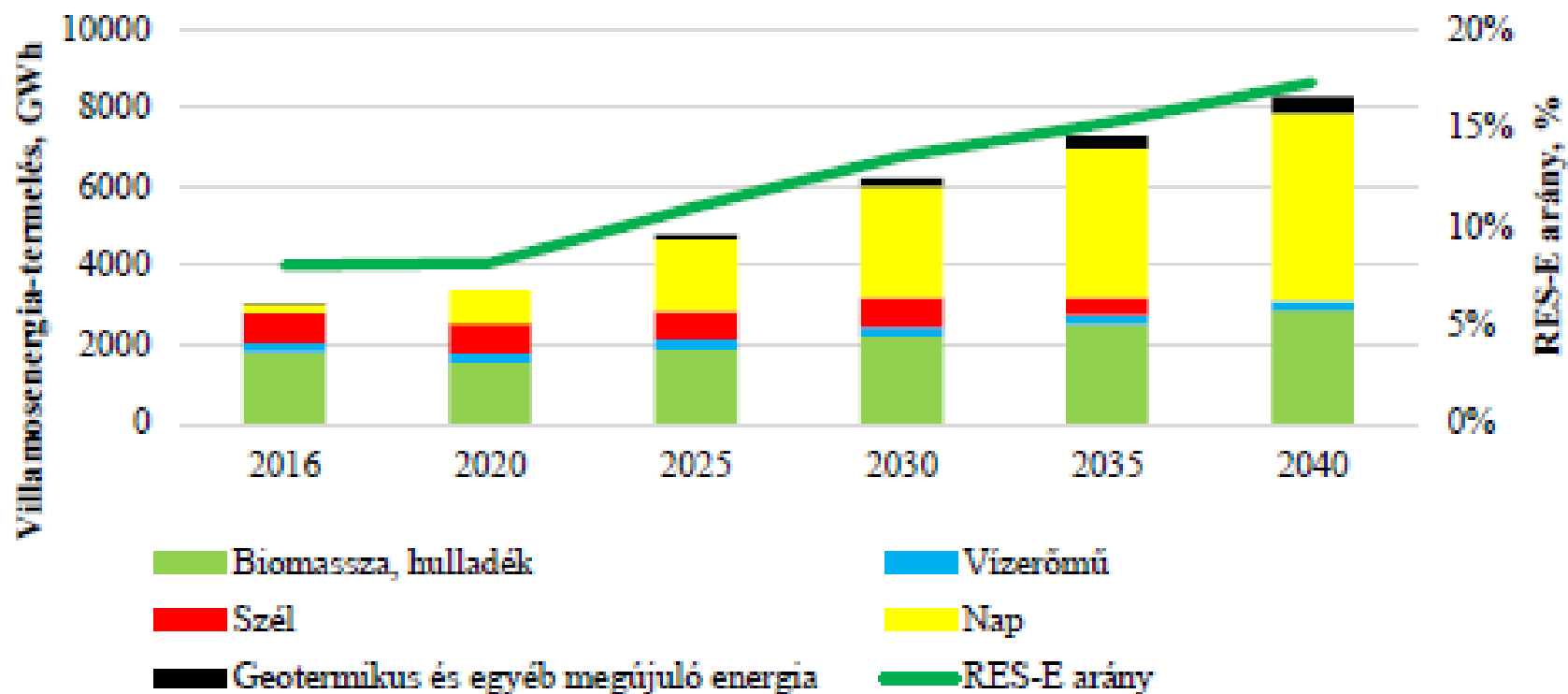
2008-2018. évi fotovillamos energia alapú beépített teljesítőképesség és éves növekmény



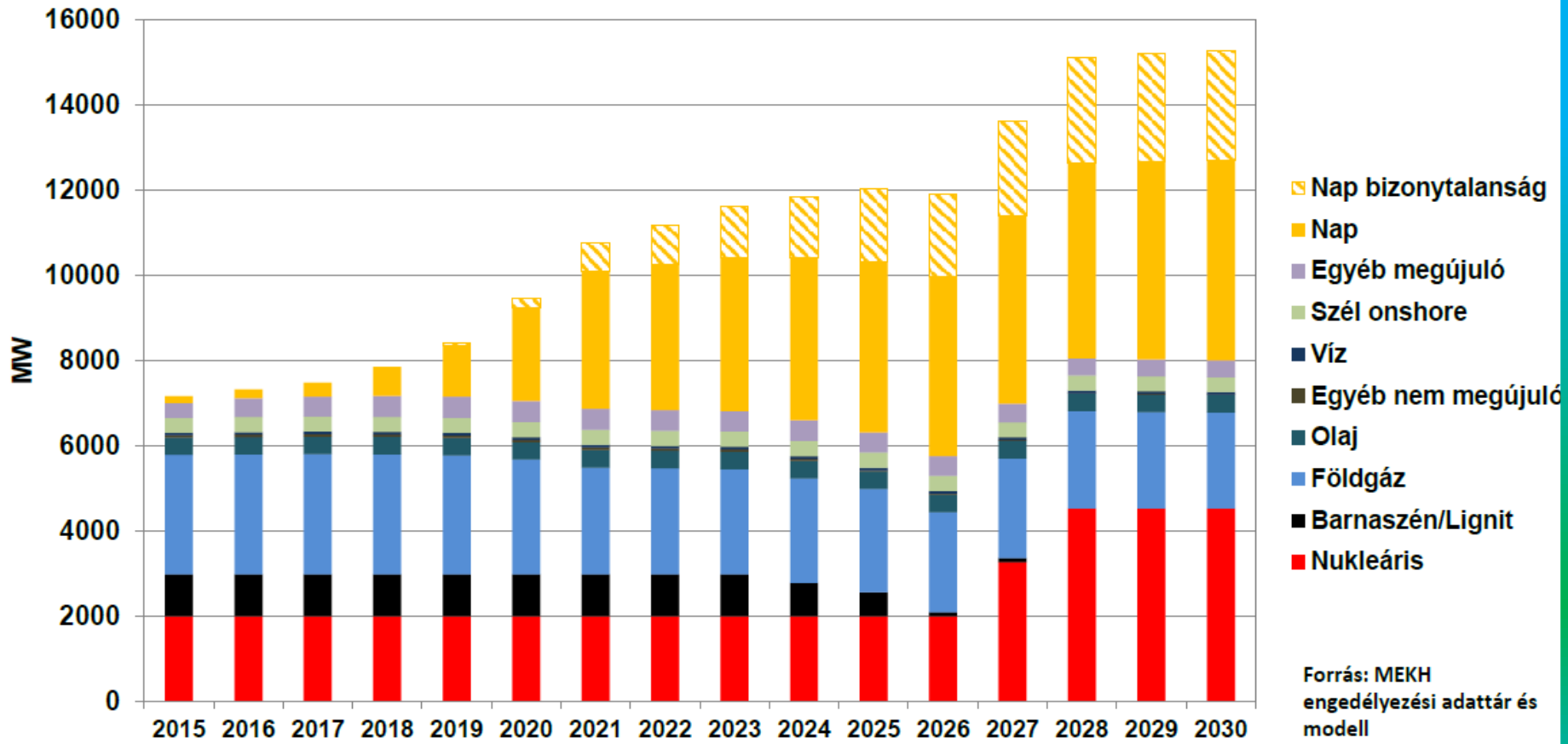
2008-2018. évi fotovoltaikus energia alapú beépített teljesítőképesség régiónként



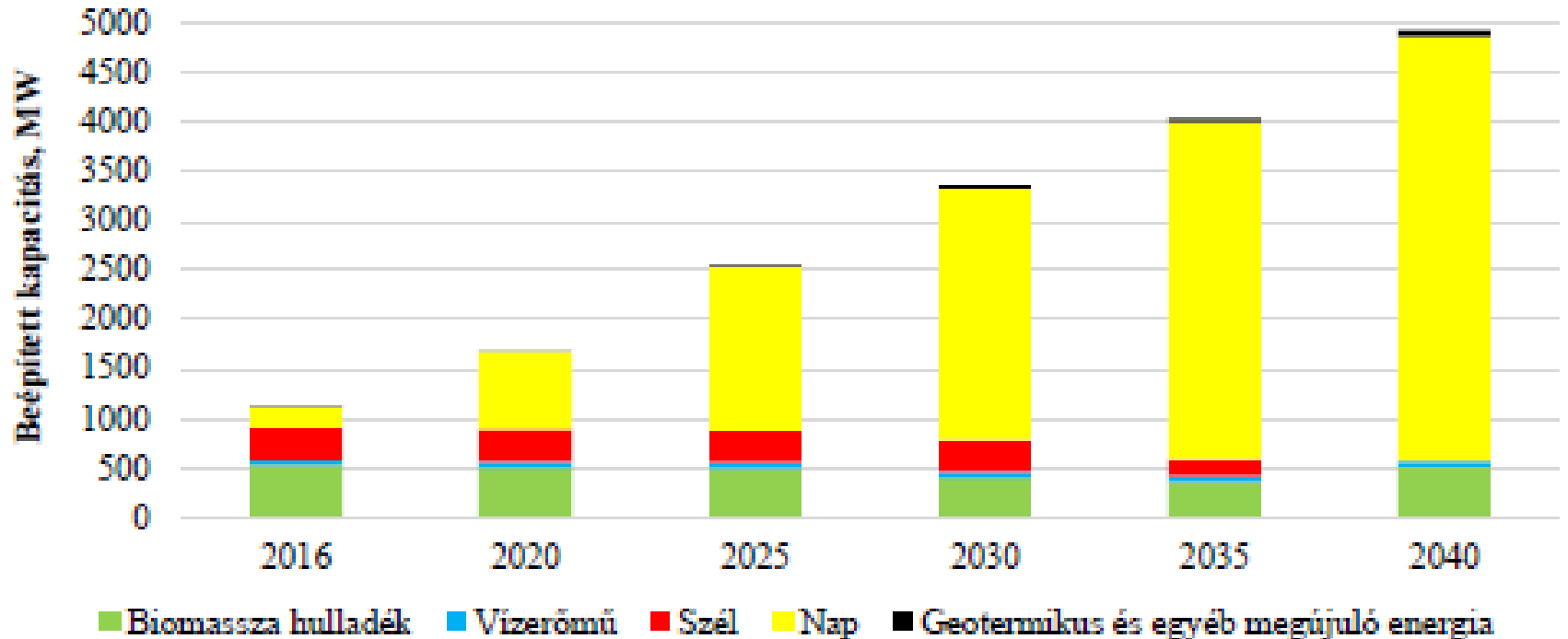
Megújuló energiafelhasználás a villamosenergia termelésben (ktoe), megújuló energia részarány (%)



Beépített teljesítőképesség Magyarországon (MW)



Megújuló energiaforrások beépített kapacitása, MW



Magyarország beépített teljesítőképessége a megújuló villamosenergia-termelésben

