

## Napelemes rendszerek



## Miért?

- A tető, a homlokzat vagy a nyílászárók részeként használható
- Új funkciót ad az épületek határoló szerkezeteinek

## Mikor?

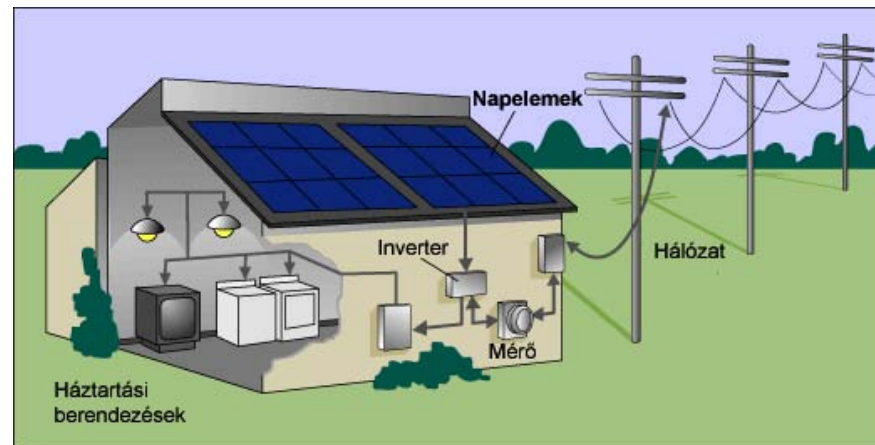
- Épületszerkezetek, például a tető felújításakor
- Hagyományos épületelemek (például tetőcserép) helyettesítésére új épületek tervezésekor

## Kinek?

- Lakóépületek tulajdonosainak
- Ipari befektetőknek arculatépítéshez
- Gyakorlott kivitelezőknek és az új dolgokra nyitott épületgépészeknek és építészeknek

A napelemek által előállított **villamos energia felhasználása** történhet **azonnal** is, ha **állandó fogyasztókat** üzemeltetünk.

Amennyiben a fogyasztás időszaka nem esik egybe a napsütéses időszakkal, vagy kevesebb a felhasználási igény az előállított energiánál, akkor a **közcélú hálózatra is visszatermelhetjük** az energiát.



Mindkét említett esetben olyan energia **átalakító eszköz** – **inverter** – rendszerbe állítása szükséges, amely a **hálózattal való együttműködésre képes**, így hasonló minőségű villamos áramot szolgáltat, mint a vezetékes ellátást biztosító villamos közszolgáltató. Az inverter hálózatra csatlakoztatásához a szolgáltató engedélye szükséges.

## Ad-Vesz (szaldós) mérő



Kétirányú mérésre alkalmas fogyasztásmérő. Hálózatra tápláló rendszer esetén a fölösleges (háztartási fogyasztáson felül) termelt villamos energiát a hálózatba tápláljuk vissza. A fogyasztó által megtermelt villamos energiát az áramszolgáltató átveszi - a mérés elvéből eredően - a szolgáltatott egységáron. A naperőmű által termelt villamos energia és a közcélú hálózatból vételezett villamos energia különbözetét fizetjük.

Szaldós mérés csak fázisonként 5 kVA alatti rendszereknél elfogadott. A leolvasási ciklusban keletkezett esetleges, saját fogyasztáson felüli többlet energia lemondható, vagy az adózási előírások, szabályok teljesülése esetén értékesíthető az érvényben lévő rendeletben meghatározott áron (jelenleg az évi átlagos termékár 85%-áért).

## Betáplálási mérő

Nem ad-vesz mérős elszámolás esetén a termelt energia mérése egy önálló mérővel, az úgynevezett betáplálási mérővel történik.

## Betáplálási tarifa

Az adott ország törvényi szabályozásának megfelelő ár, amin az áramszolgáltató átveszi a megtermelt energiát - nem ad-vesz mérős elszámolás esetén.

Az olyan igények esetén, ahol van elektromos energia felhasználás, de nincs elektromos ellátó hálózat, úgynevezett „szigetüzemű” rendszereket használhatunk.

Ilyenkor nem csak a termelés, hanem az **energiatárolás** is megoldandó feladat. Akkumulátorok használatával jelentős mennyiségű villamos energiát tárolhatunk a későbbi felhasználási időszakra.



Csak **speciális akkumulátorok** alkalmasak a nagyobb napelemes rendszerek jellemzően sok ciklusból (feltöltés-kisütés) álló használatra. Az ilyen **akkumulátorokat** a gyártók **tipikusan ilyen célra** fejlesztették ki.





## ← Napelem:

- A napfény egyenárammá alakításához

## ← Áramátalakító:

- A termelt egyenáram hálózatképes váltóárammá alakításához

## ← Mérő:

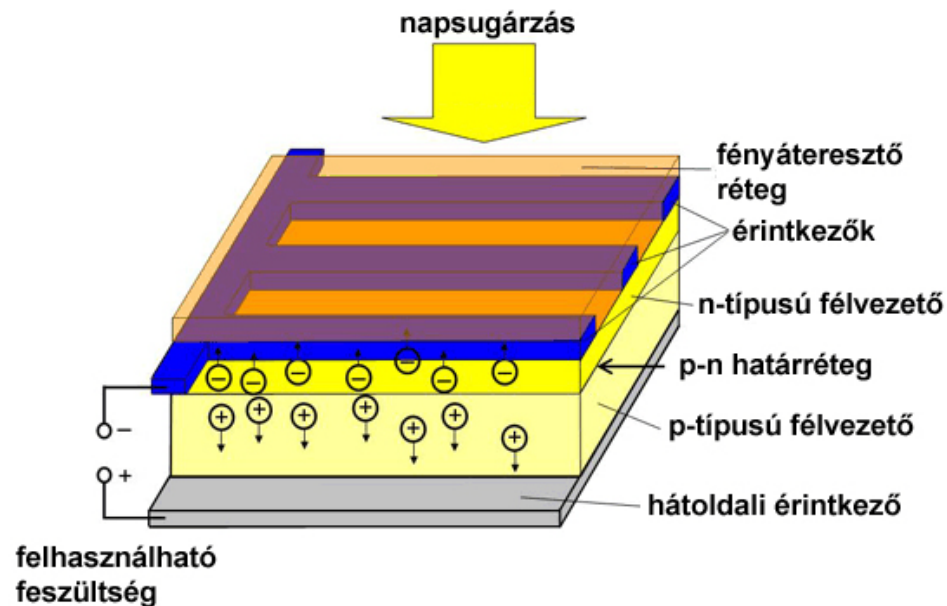
- A termelt és fogyasztott áram elszámolásához

A napelemek a **napsugárzást** elektromos energiává **alakító eszközök**. Sokszor tévesztik össze a napkollektorokkal, pedig attól jelentősen eltérő hasznosításúak. Bár mind a napelem, mind a napkollektor napenergiát alakít át, a napelemmel **elektromos**, míg a napkollektor hőenergia **hasznosítás** céljára szolgál.





A napelem tulajdonképpen kétféle félvezetőből áll. A Napból érkező fotonok, mint apró részecskék a napelem anyagába hatolva a töltéseket szétválasztják. Az anyagból kiütött elektronok a kétféle elektrokémiai potenciáljának megfelelő irányban mozdulnak el. A létrejövő töltéskülönbség elektromos áramként hasznosítható.



A ma általánosan használt napelemek anyaga kristályos szerkezetű, amely egyenletes belső térelrendezést mutat. Jellemzően **szilícium alapanyagot** használnak a gyártáshoz, amely bonyolult technológiai láncolatok folyamata végén válik használható végtermékké.

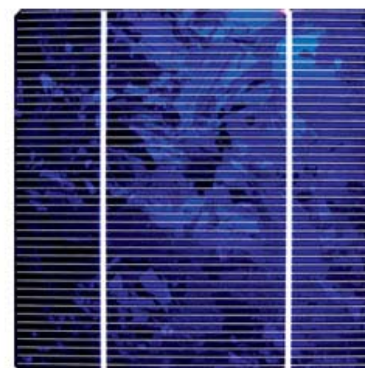


Emellett folynak kutatások olcsóbban előállítható napelemek irányában.

A jelenlegi napelemek tartalmazznak a szilícium mellett kadmiumot, indiumot, tellúrt, valamint előállításukhoz vákuum szükséges.

Az ismert kutatási irányok hozzáférhetőbb alapanyagokat, más, esetleg nyomtatásos vagy szórásos technikákat céloznak meg.

- A **kristályos napelemek** jellemzően **monokristályos** vagy **polikristályos** napelemek.
- A monokristályos napelemek előállítási költsége magasabb, és hatásfokuk is kb. ugyanennyivel magasabb. A polikristályos napelemeknél valamivel egyszerűbb így kissé olcsóbb előállítás technológia áll rendelkezésre. Hatásfokuk különbsége a ugyanannyi energia előállításához szükséges felület nagyságában látható.



- A gyártók a kristályos napelemek árát a teljesítményre vonatkoztatva adják meg. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a vásárló számára anyagilag mindegy, milyen technológiával készült napelemet vásárol meg.

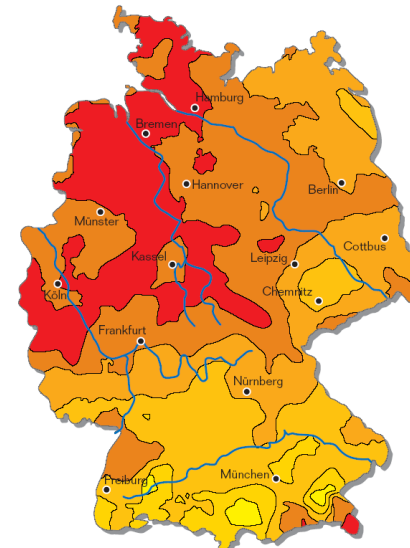
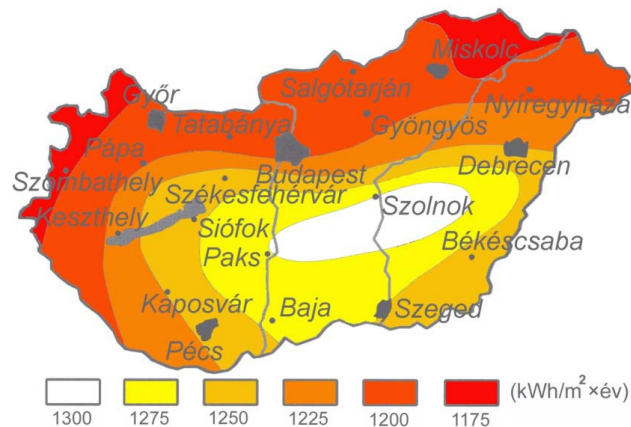
A kétféle napelemcellából a gyártók azonos teljesítményű napelemtáblákat állítanak elő.

A kétféle kristályszerkezet között azonban van egy különbség. Ez a szórt fény hasznosításában jelentkezik.



A monokristályos táblák a szórt fényt, a polikristályosak pedig a közvetlen megvilágítást hasznosítják jobban.

A mi földrajzi elhelyezkedésünk inkább a polikristályos napelemek telepítésének kedvez, elég jól állunk a napsütéses órák számával. Németországban inkább a monokristályos cellák javasoltak, a napsütéses órák alacsonyabb száma miatt.



A német piacon nem azért alkalmaznak főképp monokristályos táblákat, mert az a jobb, hanem azért, mert **ott** az a jobb!



A **vékonyrétegű** vagy más néven **amorf szilícium** napelemnek a legkisebb a felületegységre vetített teljesítménye és így a hatásfoka. Leginkább épületbe integráltan vagy olyan helyen használják, ahol nem okoz gondot a helyszűke és a kristályos típusokhoz képest egységnyi felületre jutó harmada teljesítmény. Előnye viszont a kristályos napelemekhez képest, hogy kevésbé irányérzékeny.



## kWp (Wp)

Standard mérési körülmények között (1000 W/m<sup>2</sup> besugárzott energia és 25°C panelhőmérséklet) a maximális leadott teljesítménye egy szolár panelnek vagy erőműnek. Ezredrésze a Wp; panelek jellemzésére ez a mértékegység a használatosabb.

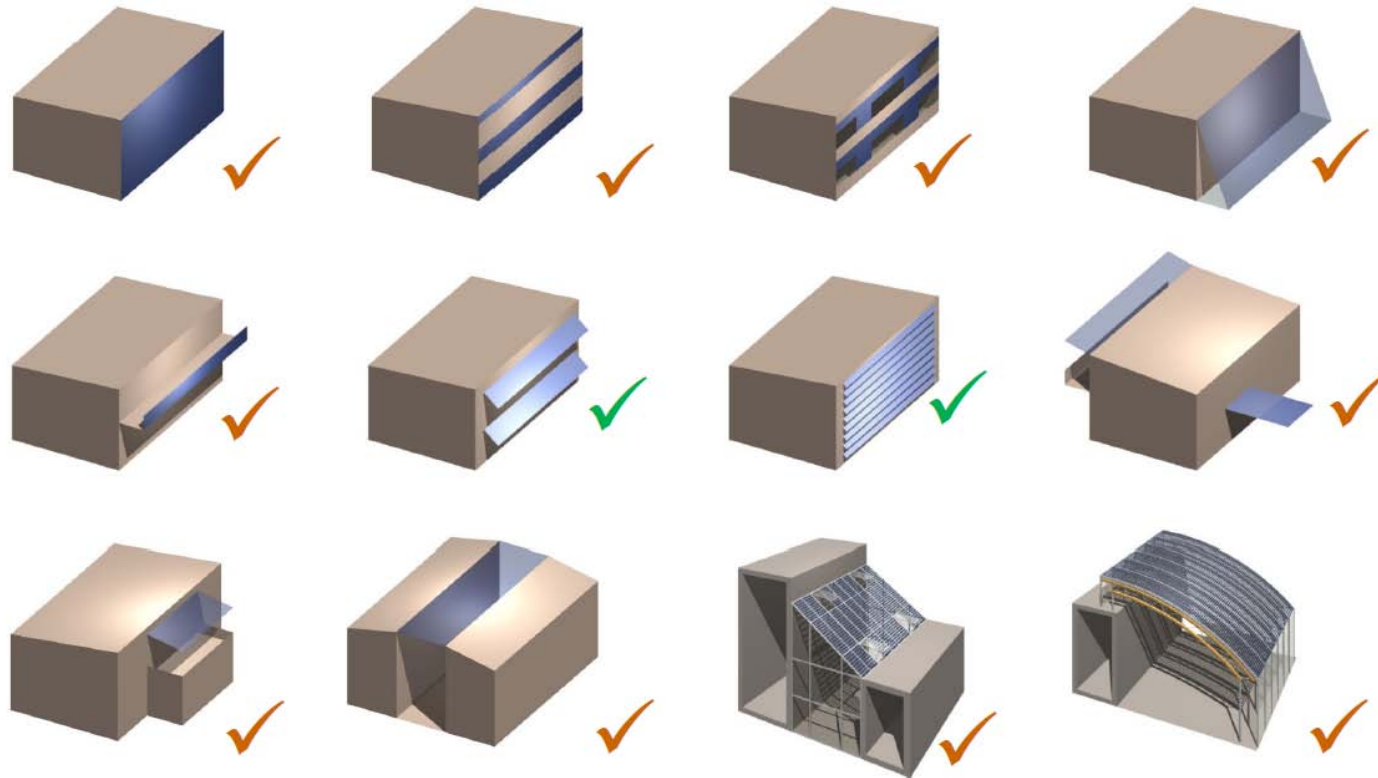
A napelemeknél a gyártás befejezétől kezdve megindul a teljesítménycsökkenés, amit **degradáció**nak nevezünk.

A degradáció mértéke kb. évi 1%.

A gyártók napelem esetében kétféle dolgot szoktak garantálni, és ezekre érdemes rákérdezni:

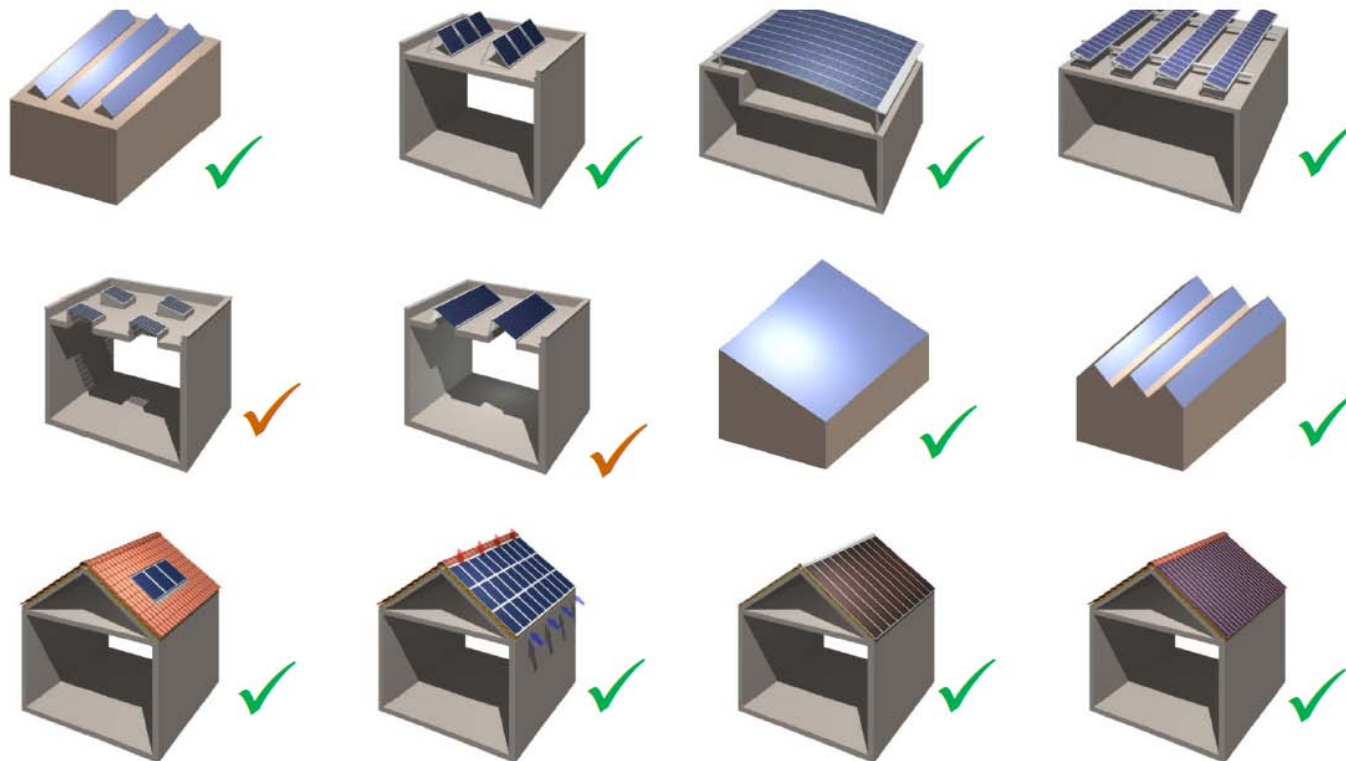
- Pozitív teljesítmény – ez azt jelenti, hogy a napelem teljesítmény besorolásakor a napelem biztosan tudja a névleges teljesítményt, illetve csak annál nagyobb lehet
- Degradáció mértéke – pl. 20 év elteltével a hozam csökkenése nem lépi túl a XX%-ot.

Alapvetően mindent, ...



✓ **Egyedi megoldások**

... amit a megrendelő, a beruházó vagy a tervező szeretne.



✓ **Standard megoldások**

A fixen beépített napelem maximum 6 órán keresztül képes napfényt elnyelni.

Ez a leginkább elterjedt beépítési mód. A napelemeket ekkor az épület megfelelő tájolású elemeire (tető, oldalfal, előtető) rögzítik.



**BIPV = Building Integrated PhotoVoltaik Systems**



Ahhoz, hogy egész nap az időjárás által megengedett maximális teljesítménnyel tudjuk gyűjteni a napenergiát, a nappal folyamán vízszintesen forgatnunk, függőlegesen bólintanunk kellene a napelemet, úgy, hogy a napsugár beesési szöge a lehető legkisebb mértékben térjen el a merőlegetől. Ehhez plusz elektronikára és mechanikus elemekre van szükség.



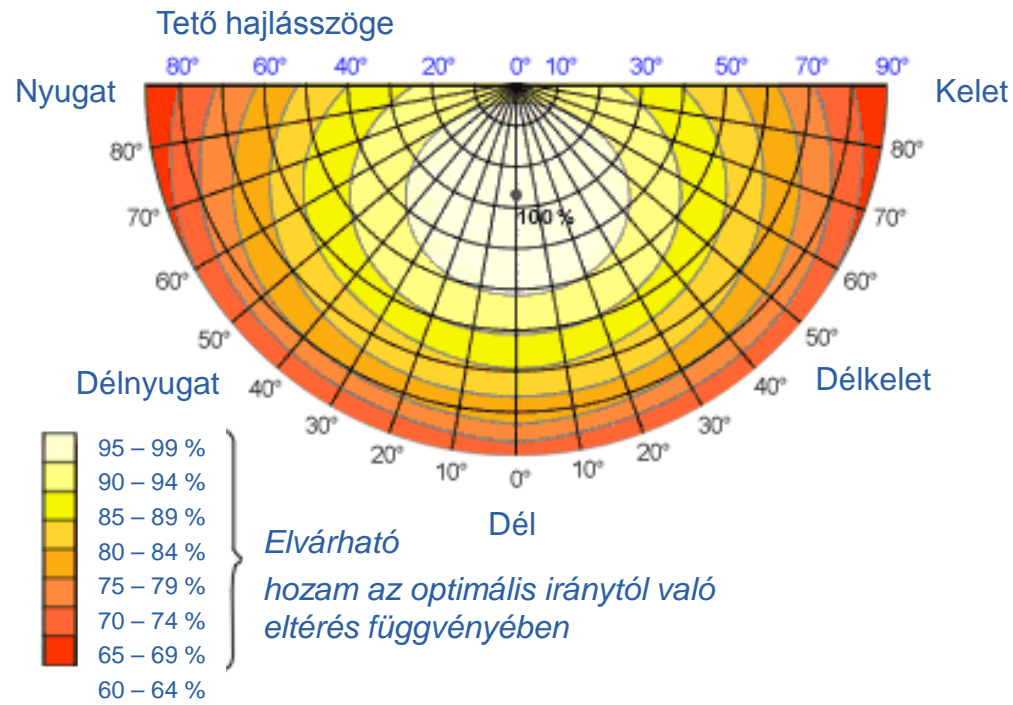
Léteznek ilyen berendezések, de a plusz elemek ára jelentősen rontja a megtérülési időt, és ez komoly gátja az elterjedésnek.

A környező országokban gigawattos méretben telepítenek napelemekből épített erőműveket.

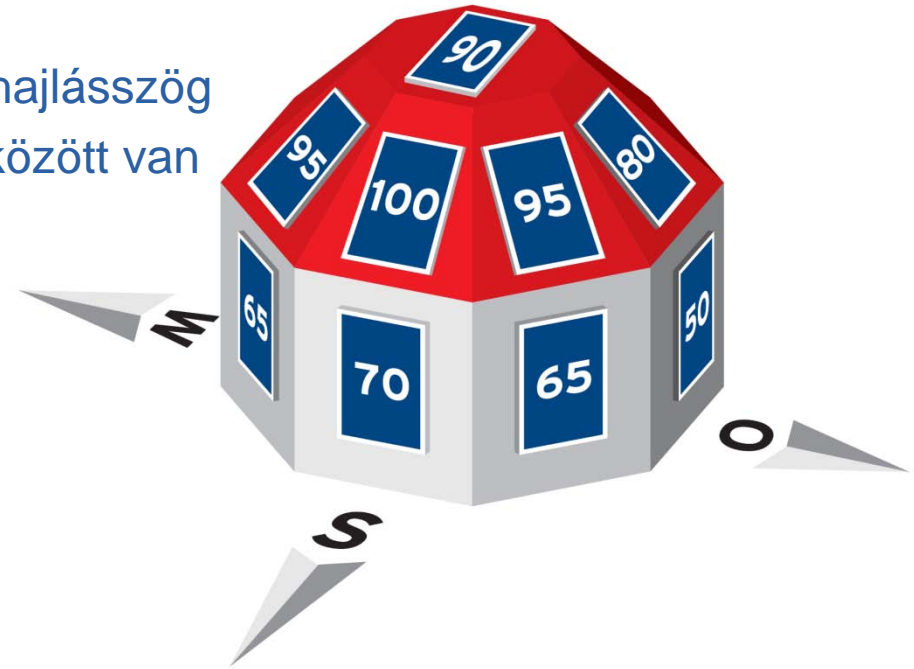
Ezek terjedését nálunk a megtérülési idő, a KÁT mértéke korlátozza.



- Általában déli tájolású tetők a legjobbak ( $0^\circ$  azimut)



- Az ideális hajlásszög  $25^\circ - 35^\circ$  között van



Amennyiben ennél alacsonyabb, nem csak a hozam csökken, hanem az öntisztuló képesség is

## Áttekintés

- Bevezetés az egyenirányító technikájába
  - Transzformátorral ellátott áramátalakítók
  - Transzformátor nélküli áramátalakítók
  - „Multistring” (többhurkos) áramátalakítók
- Szerelési hely kiválasztása
- Napelemek csatlakoztatása
- Kábel méretezés
- Csatlakozók
- Napelemek biztonságtechnikája



- A napelemek által termelt áram használható formára alakítása
- A napelemek teljesítményének maximalizálása
- Az áramátalakító speciális céljának megvalósítása:
  - Hálózati árammal való együttműködés, egy vagy három fázison, áramkimaradás esetén biztonsági (életvédelmi) okokból azonnal lekapcsol
  - „Backup” – a hálózati áram pótlása, úgy működik, mint egy szünetmentes áramforrás
  - Sziget üzemű rendszerek ellátása – nagyobb akkumulátorokkal együtt látja el az önálló rendszer igényeit váltóárammal.

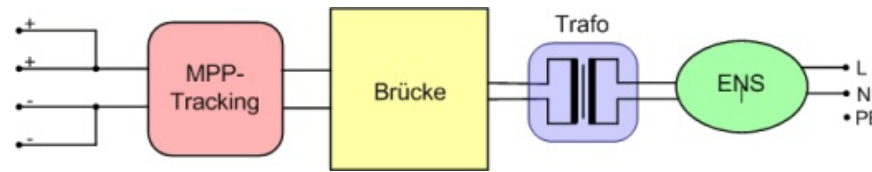


Az inverterek ezekből a „speciális” feladatokból általában csak egyet tudnak megvalósítani.

A vásárlóknál felbukkanó tévképzetek:

- Ha van napelemem, akkor eltárolom az áramot éjjelre akkumulátorral
  - nem tárolja el
- Ha van napelemem, akkor is lesz áramom, ha áramszünet van
  - nem lesz
- Gyorsan megtérül
  - nem térül meg gyorsan
- Mindegyik napelem egyforma
  - csak szemre
- ...

- Védelem a váltó- és az egyenáramú rész számára
- „Superstrat” felépítésű – a hordozó üvegen keresztül megvilágított – napelelemnél földelni kell



## Előnyök

Galvanikus elválasztás

Minden országban engedélyezett

Mind a negatív, mind a pozitív sarok leföldelhető

## Hátrányok

Nehéz

Alacsonyabb hatásfokú, mint a trafó nélküli változat

- Gyakran jut valamennyi váltófeszültség a napelemekre



## Előnyök

Könnyű

Kompakt

Magasabb hatásfok

## Hátrányok

Nem alkalmas az összes vékonyrétegű technológiához

A napelemekből kinyerhető teljesítmény függ a fény beesési szögétől, a megvilágítás intenzitásától, és a napelemre csatolt terheléstől. A fény intenzitását kevéssé tudjuk befolyásolni (nem takarjuk el a napelemet szándékosan), míg a másik két paraméter elméletileg kézben tartható.

A hatásfok számítása az alábbi képlettel történik: 
$$\eta = \frac{P_m}{E \times A_c}$$

- $P_m$  a fényelem által leadott maximális teljesítmény, ez függ még néhány környezeti tényezőtől, pl. hőmérséklet, a napelem felületének tisztasága, stb.
- $E$  a napsugárzás energiája ( $W/m^2$ ), függ pl. a beesési szögtől
- $A_c$  a napelem felülete ( $m^2$ ), ez valóban állandó

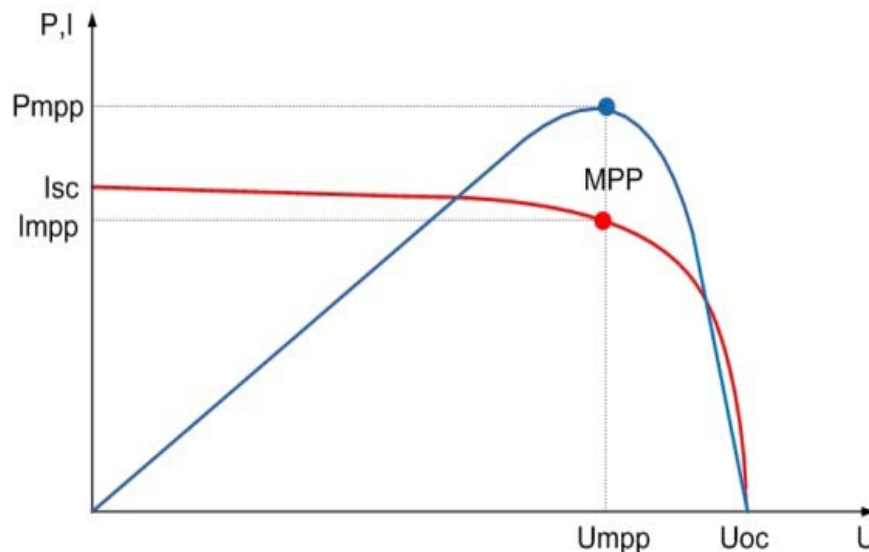
A környezeti hatások befolyása miatt a  $P_m$  maximális teljesítményt szabványos körülmények mellett (25°C tábla hőmérséklet, merőleges beesési szög, 1000 W/m<sup>2</sup> besugárzott energia) adják meg.

A különféle napelem fajták hatásfokai, közelítőleg:

- Monokristályos 18%
- Polikristályos 16%
- Vékonyrétegű amorf kristályos 8%

Vannak még egyéb technikával előállított napelemek, de ez a három típus fordul elő a gyakorlatban épületenergetikai alkalmazásoknál.

- A napelemek munkapontjának szabályozása maximális teljesítményre
- Az áramátalakító optimális beállítása a napelemek különböző besugárzási állapotaihoz



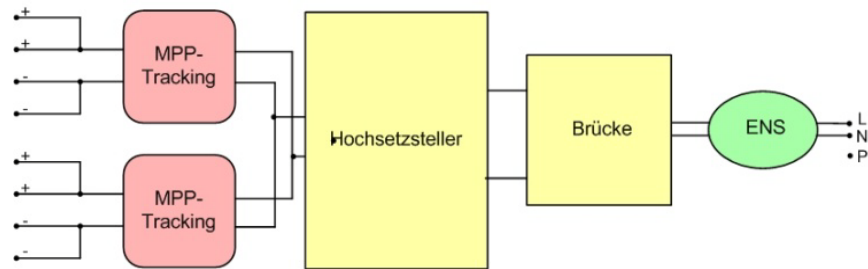
**MPP** = Maximum Power Point

Teljesítménygörbe

Áram - feszültség jelleggörbe



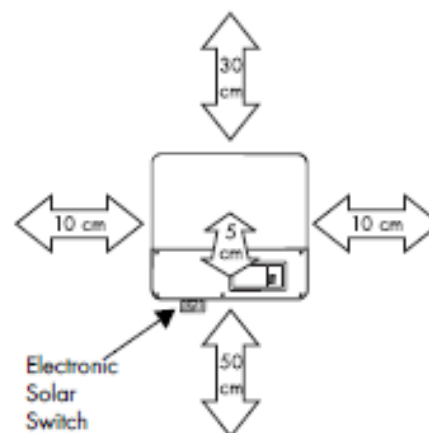
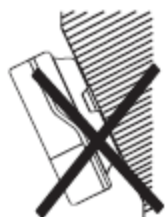
- Egyesíti több egyhurkos áramátalakító előnyeit
- Lehetséges több, különböző (tájolás, hajlásszög, típus, hurokhossz) napelem mező csatlakoztatása egyetlen áramátalakítóra

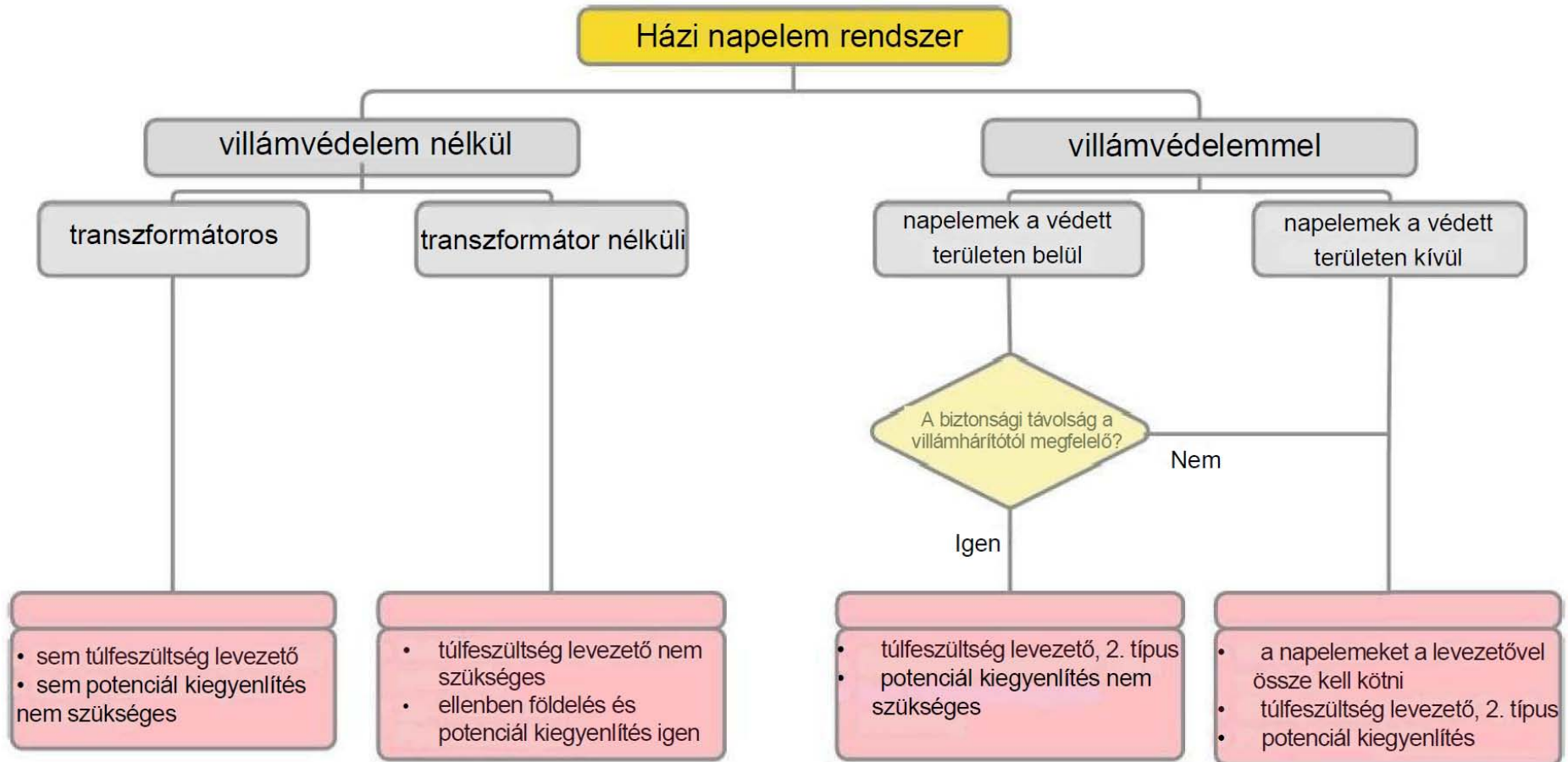


- Különálló MPP követés az egyes hurkok számára
- Költségcsökkentés, a rendszer teljes bekerülése szempontjából
- Rugalmas napelem mező kiválasztás
- Egyszerű tervezés

- A közvetlen időjárási behatásoktól védetten, az IP 54 / 65/ 68 fokozat ellenére is  
(ez érvényes valamennyi elektromos elemre, például a napelemek csatlakozó dobozaira is)
- Ügyelni a védelmi fokozatokra
  - IP XY, ahol
    - X= érintésvédelem, porterhelés
    - Y= víz elleni védelem
    - Példa IP 65; teljes érintésvédelem + vízsugár elleni védelem

- A kiválasztott helynek és módnak meg kell felelni a készülék tömegének és méreteinek
- Az elhelyezési helynek mindenkor hozzáférhetőnek kell lennie (karbantartás, üzemi ellenőrzés)
- A környezeti hőmérsékletnek  $40^{\circ}\text{C}$  alatt kell lennie



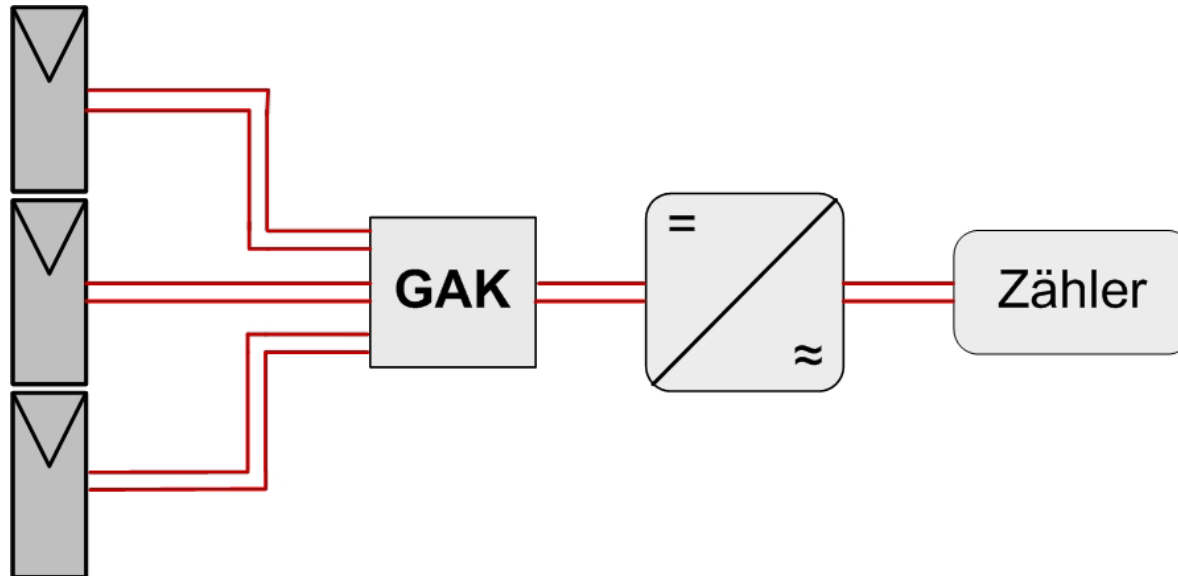


## Kábelméretezés szempontjai:

- Feszültségállóság
- Áramterhelhetőség
- Vezeték hosszából adódó veszteség minimalizálása
  - Vezetékveszteség  $<1\%$ -a a névleges teljesítménynek a váltóáramú oldalon
  - Vezetékveszteség  $<1\%$ -a a névleges teljesítménynek az egyenáramú oldalon

## Figyelembe veendő vezetékhozzak

- Napelemektől (a soroktól) a napelem csatlakozó dobozig (vékonyrétegű áramkörnél)
- Csatlakozódoboztól az áramátalakítóig
- Áramátalakítótól a mérőig



A szükséges méretezést a gyártók általában elvégzik!

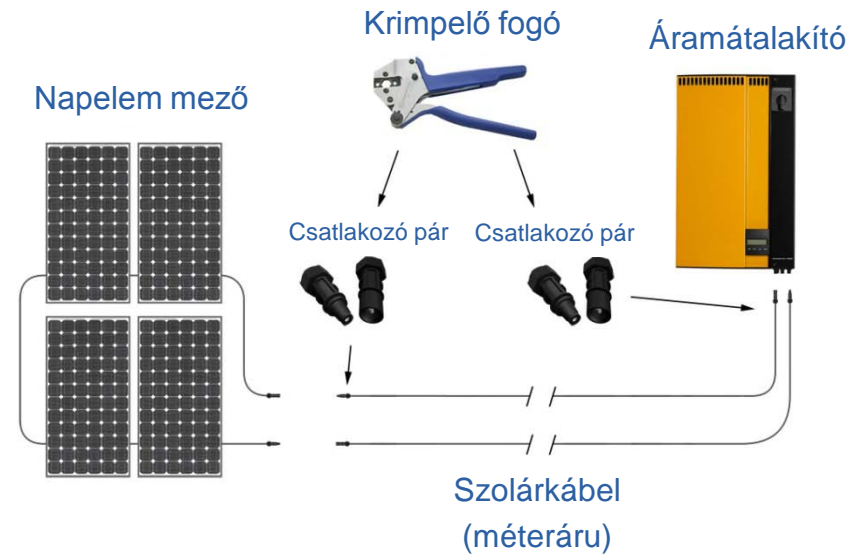
## → Önállóan darabolható vezeték

### Előnyök

Magas üzembiztonság

Alacsony átmeneti ellenállás  
(kevés toldás)

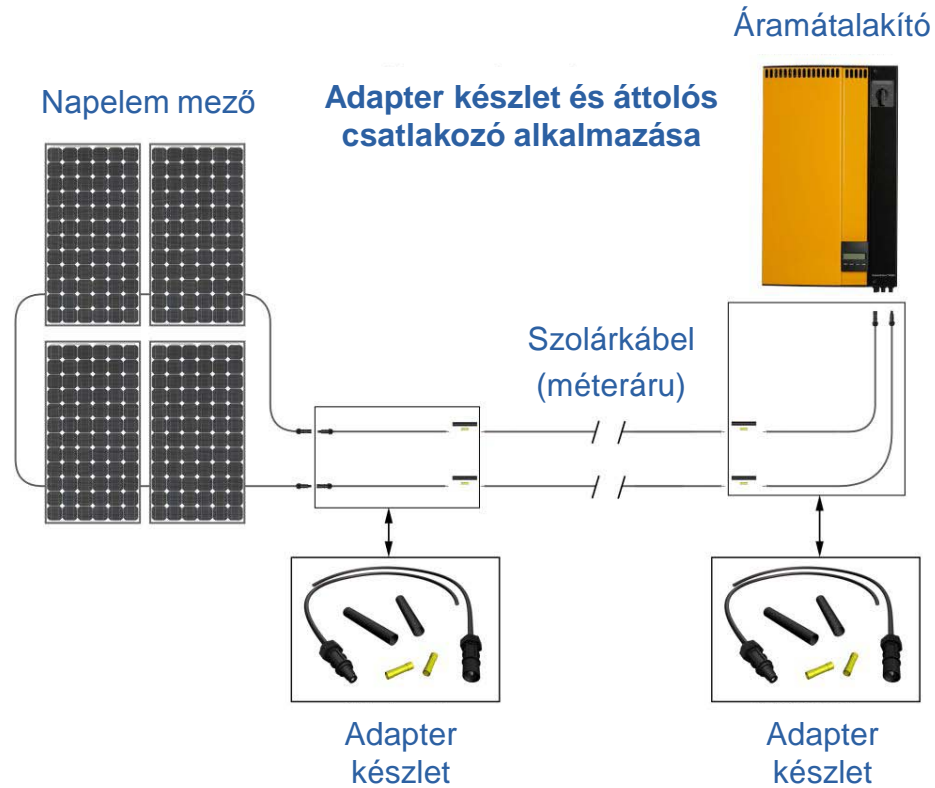
Gyors kivitelezés





## A szükséges szerszám- és csatlakozókészlet a Suhner+Huber terméke





**Adapter készlet:** többlet ellenállás minden csatlakozónál

- Egyenáram és szigetelési hibák esetén tartós, fényes ívek keletkezhetnek
- A napelemek csatlakozó dobozainak a fő egyenáramú vezeték csatlakozásánál feszültségmentesnek kell lenniük
- A szerelés csak száraz körülmények között, száraz szerszámokkal végezhető



Fénylő ív 200 V egyenáramnál

## Hozamcsökkentő faktorok, példák:

- Szóba jöhető árnyékolások
  - Szomszédos épület
  - Antennák
  - „Kutyaólak”
  - Fák (A várható növekedést is figyelembe kell venni, és erre fel kell hívni a tulajdonos / üzemeltető figyelmét!)
  - Stb...

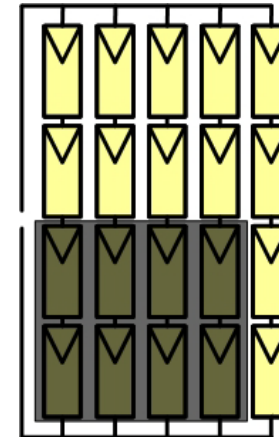
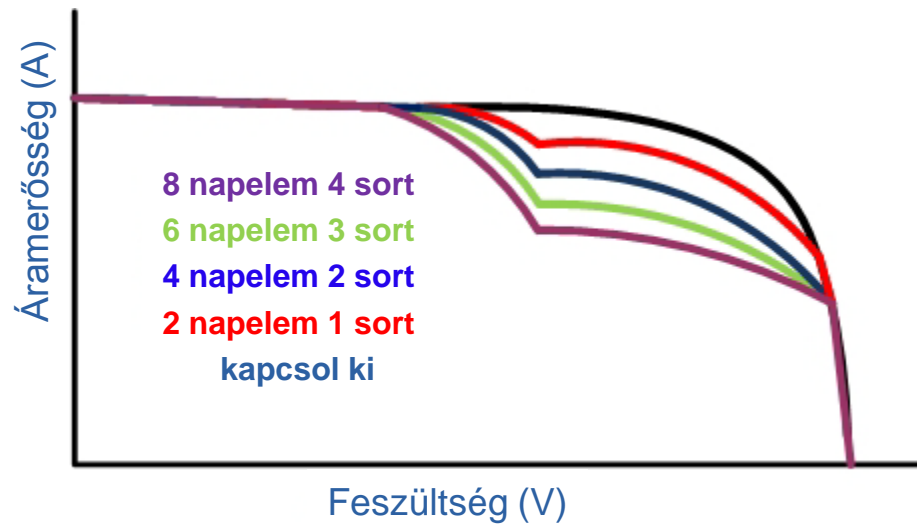
Ezeket mind fotókkal, rajzokkal és írásban dokumentálni kell!

- Részleges árnyékolást okozhatnak például *kémények, „kutyaólak” fák (növekedést figyelembe venni), levelek, épületek, stb.*

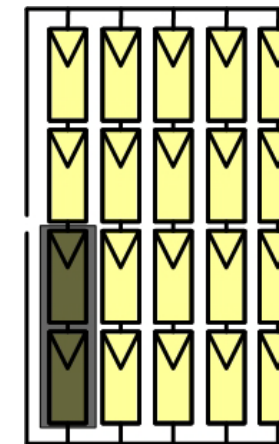


- Egy cellasorral párhuzamosan kötött dióda - a panelen belül - a szakasz árnyékolása esetén átvezeti az áramot, így a jellemzően több panelből álló soros kör teljesítményének csak egy töredéke esik ki.
- A leárnyékolt cella, illetve a hozzá tartozó teljes cellasor, sőt a kieső cellákat tartalmazó napelem, és vele együtt az egész sor ki fog esni a termelésből.
- A leárnyékolt napelemek felmelegednek és károsodhatnak.

Egy cellasorral párhuzamosan kötött dióda - a panelen belül - a szakasz árnyékolása esetén átvezeti az áramot, így a jellemzően több panelből álló soros kör teljesítményének csak egy töredéke esik ki.



8 árnyékolt napelem  
= 4 sor



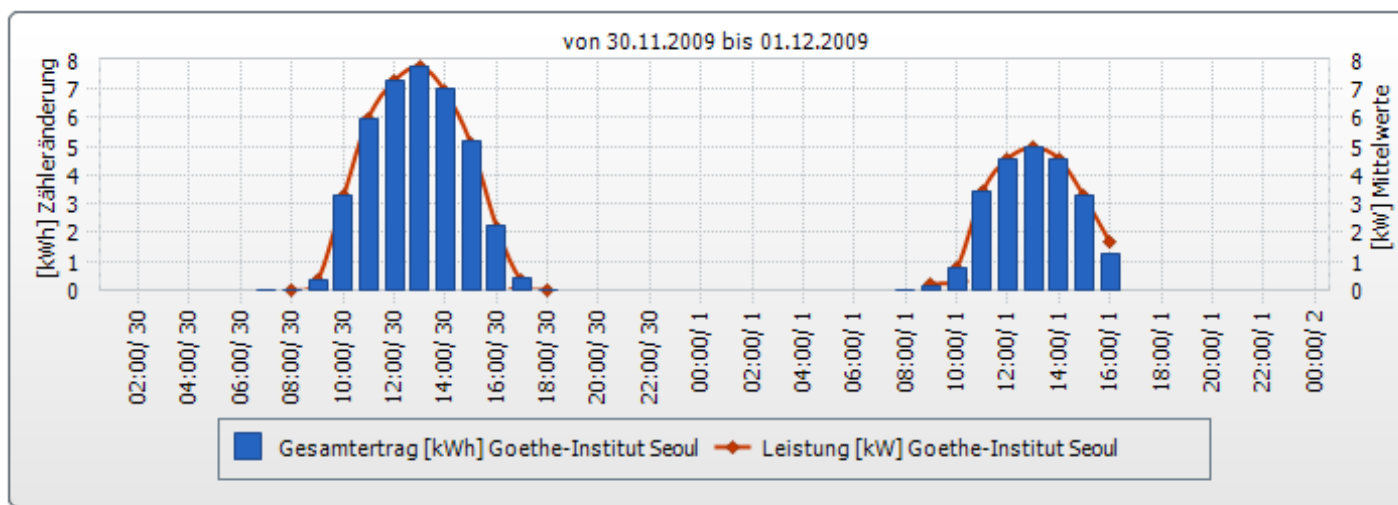
2 árnyékolt napelem  
= 1 sor

Adatlapok, sorozatszámok, használati utasítások ...

Ez mind fontos, mert:

- A berendezés élettartama több, mint 20 év
- A berendezés kivitelezését világosan dokumentálni kell
- Ez hosszútávon időt és költséget takarít meg
- Ezeket részben az áramszolgáltató is megkövetelheti
- Hatékonyan támogatja a későbbi átépítéseket, zavarok elhárítását, javításokat





Forrás: Sunny Portal (SMA)

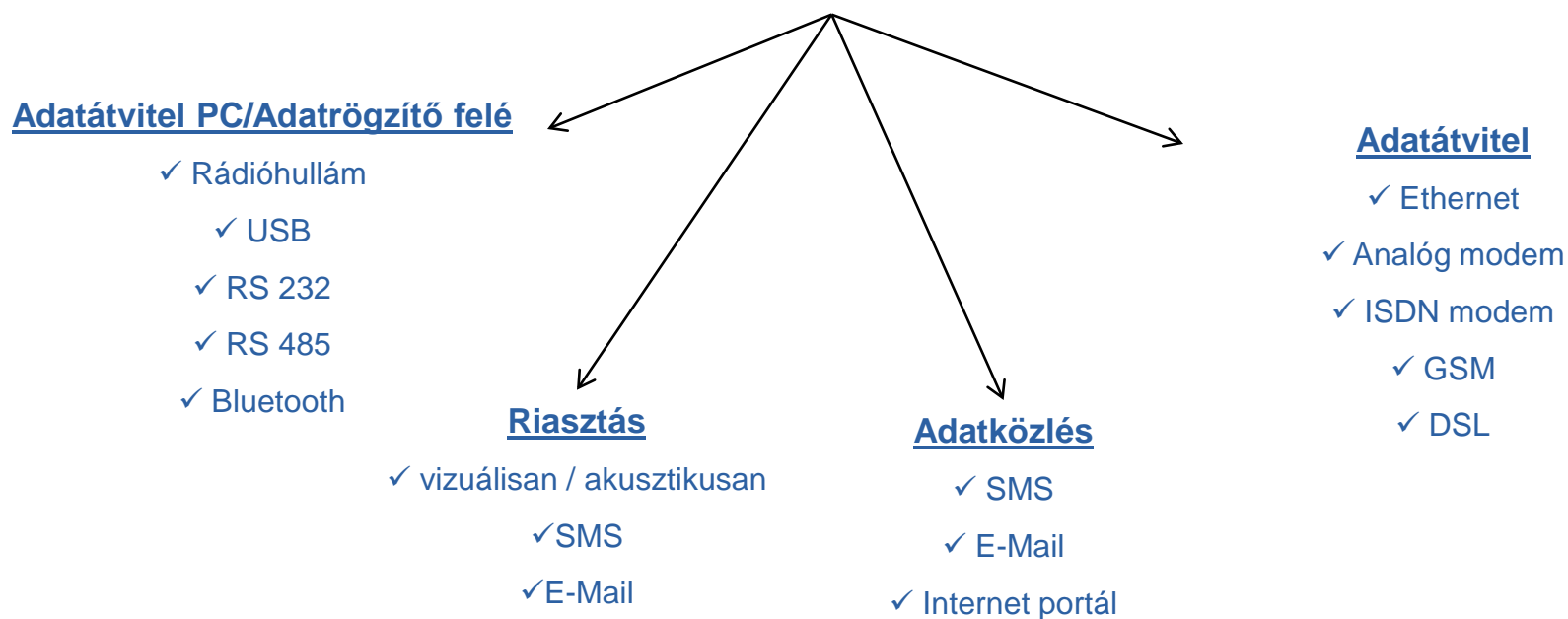


- Hibák felismerése és felfedése
  - Az áramátalakítók és az egyes napelem mezők távfelügyelete
  - Az előállított és a hálózatra feltöltött energia arányának összehasonlítása
- A hozam számítása és ellenőrzése



1. fokozat: Számláló leolvasása, a szomszéd rendszerével összehasonlítva
2. fokozat: KI / BE analízis, a készülék kijelzőjének hibaüzeneteinek megjelenítése
3. fokozat: Hozammérés (nap / áram), összehasonlítási lehetőség a számított / tervezett adatokkal
4. fokozat: Nagy részletességű mérések, (strang áramok áramátalakító adatai)

## Napelem rendszerek távfelügyelete



Távdiagnózis és Távfelügyelet internetes portál vagy PC szoftver segítségével



Egyszerűen tervezhető, mert

- Egyszerűen eladható, könnyen számolható ár
- Az egységár Wp-re vonatkozik
- Gyárilag méretre szabott tartószerkezet
- Csomagként érkezik

## Hálózatfüggetlen (szigetüzemű) rendszerek



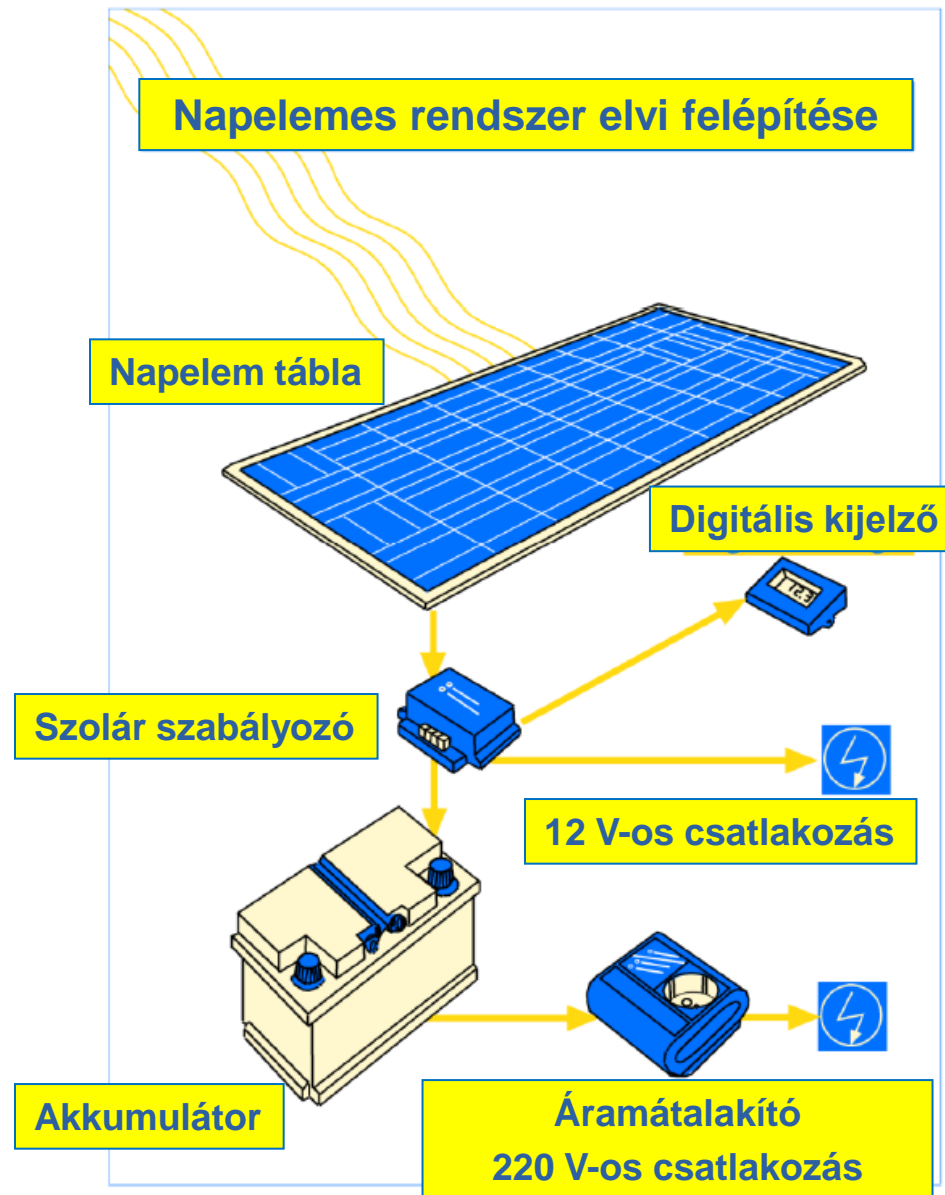
## A rendszer elemei:

- Napelem
- Töltés szabályozó
- Akkumulátor
- Kijelző

Opcionálisan: áramátalakító

## A hálózatfüggetlen rendszer egyéb elnevezései:

- Off-grid rendszer
- 12 (24) V-os rendszer
- „Stand alone” rendszer

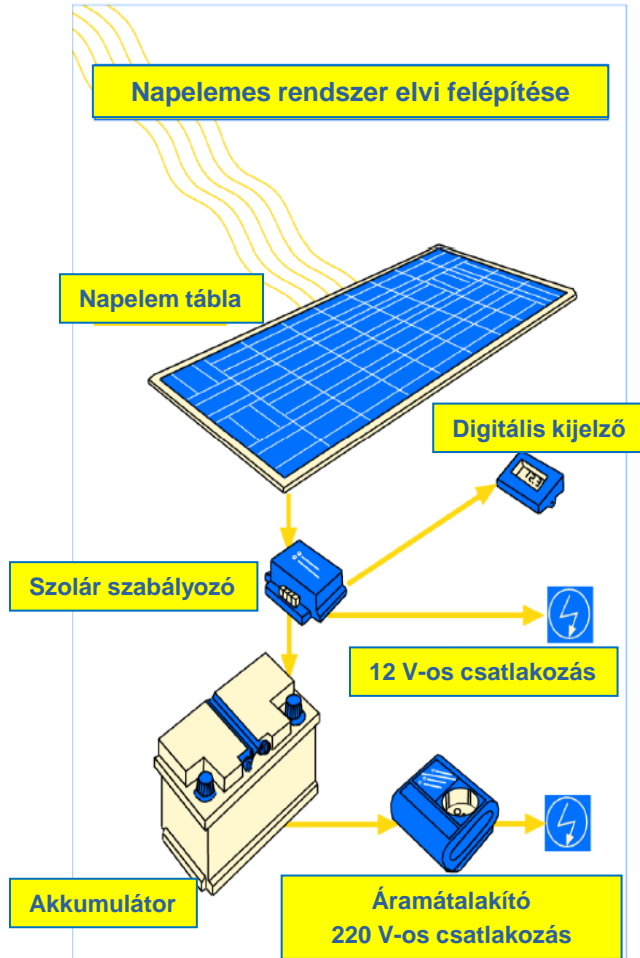




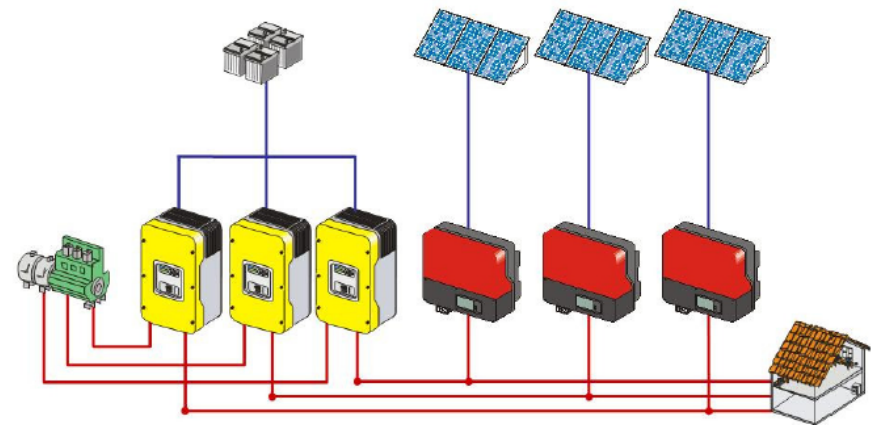
- Általában jelentősen kisebb teljesítményű napelemek, 12-125 Wp közti teljesítménnyel
- Általában egyenáramú rendszer, csak külön átalakítóval állítható előváltóáram
- Nincs kapcsolat a nyilvános hálózattal
- Járművekre is telepíthető



## Egyenáramú rendszer



## Váltóáramú rendszer



## Az alábbi részleteket kell tisztázni:

- Napi energia felhasználás, Wh-ban
- Fogyasztási karakterisztika (átlagos és csúcs teljesítmény)
- Az alkalmazandó rendszer kiválasztása (egyenáramú vagy váltóáramú)
- Az elhelyezési hely kiválasztása
- Napelemek méretezése
- Akkumulátor kapacitás számítása
- A szükséges inverter kiválasztása



## Napi energiafelhasználás számítása

Valamennyi fogyasztót és üzemidőt fel kell írni, és meghatározni a napi fogyasztást

Fogyasztó	Névleges telj.	Napi üzemidő	Napi fogyasztás
Energiatakarékos izzó	10 W	4	40 Wh/nap
TV	50 W	4	200 Wh/nap
Adóvevő	40 W	4	160 Wh/nap
Rádiókészülék	20 W	2	40 Wh/nap
Szivattyú	60 W	1	60 Wh/nap
<b>Napi fogyasztás</b>			<b>500 Wh/nap</b>

## Méretezési faktor

Nagyon egyszerű, és ezért pontatlan, de jól használható módszer. Kizárólag nagyon kis teljesítményeknél használható, például járműveken vagy kunyhóknál.

## Szükséges napelem teljesítmény, $P = \text{Napi fogyasztás} / 4$

- A nyári méretezési faktor, mint elég jó becslés értéke Közép-Európában 4, Európa déli részein 4-5, Afrikában vagy más, nagyon napos területen 5-6, (télien legfeljebb 2 vagy ennél is kisebb!)

### ***Esetünkben:***

Energiaigény:

**500 Wh/nap**

Szükséges napelem teljesítmény:

**500 Wh / 4 = 125 W**

## Töltés szabályozó méretezése

$$I_{\max} = \text{Párhuzamosan kapcsolt napelemek száma} \times I_{\text{MPP}}$$

### Példa:

2 x SM500S (125 Wp) = 250Wp teljes teljesítmény

### Megfelelő szabályozó:

**SR340CX (Solara) (340W teljesítményig)**

vagy **SR331TL (Morningstar) (330W teljesítményig)**



## Akkumulátor kiválasztás

Adott : energiafogyasztás, 500Wh/nap

Átlagos akkumulátor feszültség: 12,5V

Igényelt autonómia igény: minimálisan 2 nap

Keresett adat: szükséges akkumulátor kapacitás

Példa:

$Ah = \text{Energiafogyasztás} / 12,5 V$

$Ah = 500 \text{ Wh} / 12,5 \text{ V} = 40 \text{ Ah}$  (szükséges Ah/nap)

$(40 \text{ Ah} \times 2 \text{ nap}) \times 2 = 160 \text{ Ah}$  (ajánlott akkumulátor kapacitás)

**$\times 2$ , mert az akkumulátor csak 50%-ra meríthető le károsodás nélkül!**





# **Buderus**

---

***Köszönjük a figyelmet!***