



NAPELEMEK ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE, FAJTÁI, MŰKÖDÉSI ELVÜK, NAPELEMES KISERŐMŰVEK RENDSZERFELÉPÍTÉSE



Rejtő János
okl. villamosmérnök
Energetikai tervező,
szakértő
rejto.janos@hotmail.hu

DEBRECEN, 2018. ÁPRILIS 27.

SZAKMAI TOVÁBBKÉPZÉS 2018
MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA
MMK.HU **ENERGETIKAI TAGOZAT**





NAPELEM CELLÁK MŰKÖDÉSI ELVE, JELLEMZÉSE

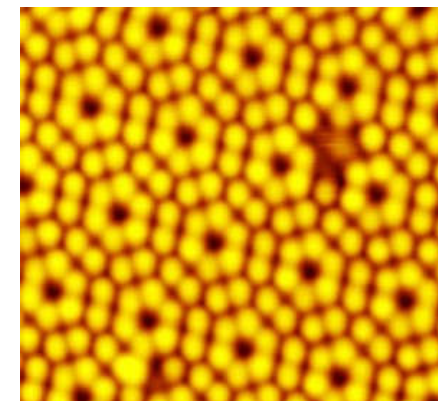


A napelem cellák alap összetevője: SZILÍCIUM

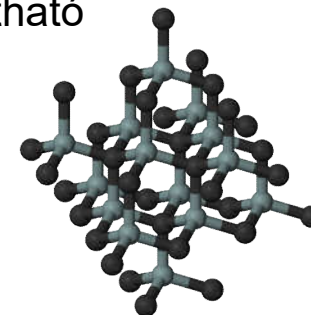
3-héjús rendszer

Szilícium

A modern fényelemek leginkább szilíciumból készülnek. A szilícium atomjában 14 proton és ugyanannyi elektron van. A 14 elektron közül 2 az első héjat tölti ki, 8 a másodikat, a maradék 4 a harmadik héjon található.



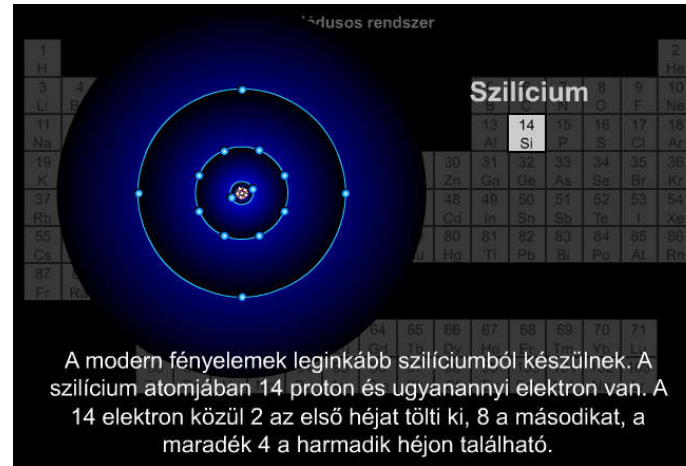
Az ábrán egy szilícium lapka elektronmikroszkópos fotója látható





SZILICIUM CELLÁK SZENNYEZÉSE

SZILÍCIUM „N” TÍPUSÚ SZENNYEZÉSE: FOSZFORRAL



Egyel több elektron!



GRAFIKA FORRÁS: DON ION

13	14	15	16	17
B Bór	C Szén	N Nitrogén	O Oxigén	F Fluor
Al Alumínium	Si Szilícium	P Foszfor	S Kén	Cl Klór
Ga Gallium	Ge Germánium	As Arzén	Se Szelén	Br Bróm
In Indium	Sn Ón	Sb Antimon	Te Tellúr	I Jód
Tl Tallium	Pb Ólom	Bi Bizmut	Po Polónium	At Asztácium

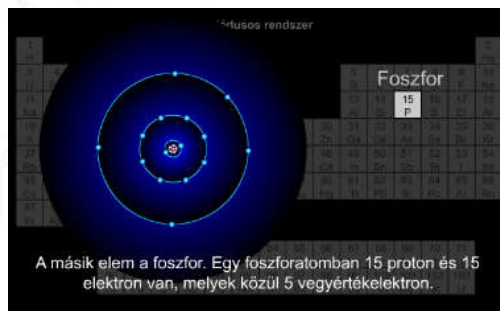
SZILÍCIUM „P” TÍPUSÚ SZENNYEZÉSE: BÓRRAL

Egyel kevesebb elektron!



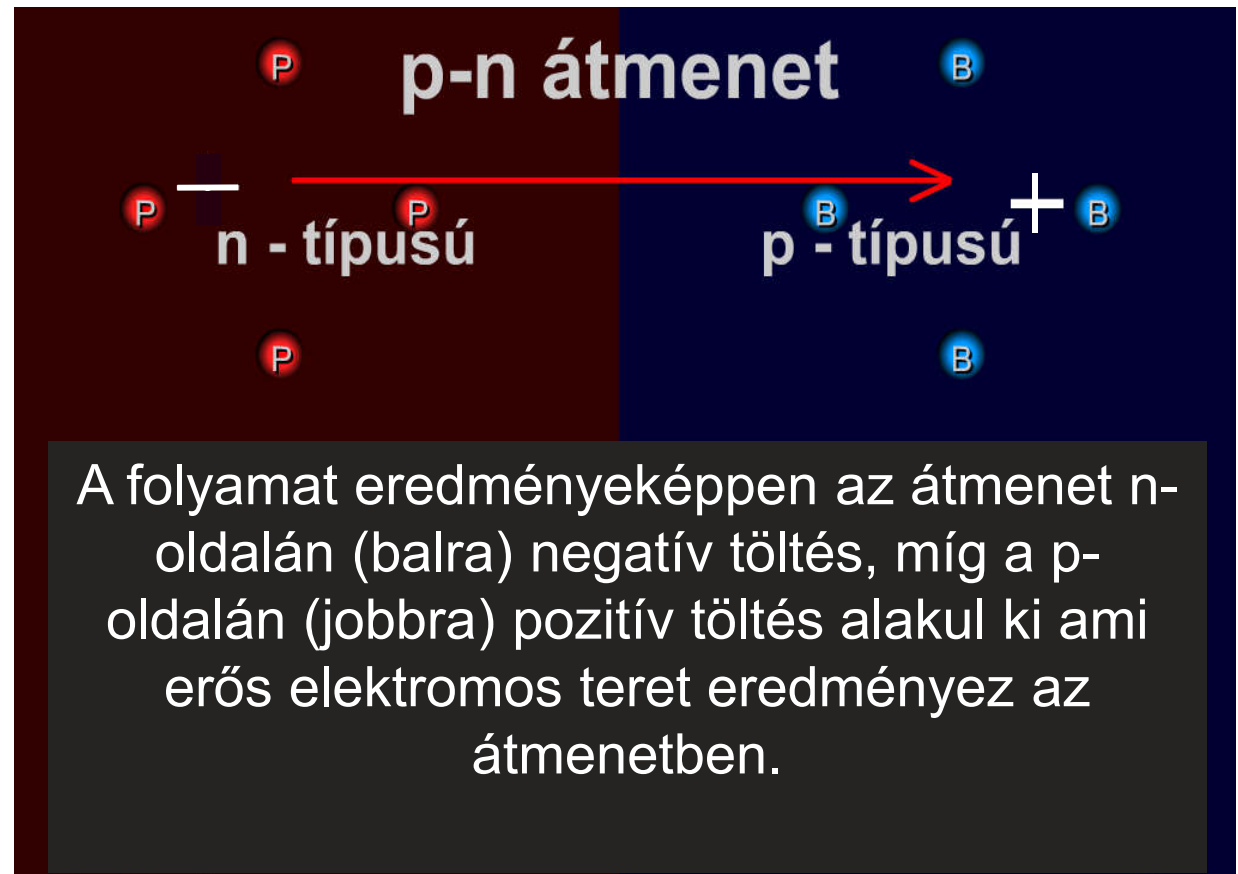


P-N ÁTMENET



Egyel több elektron!

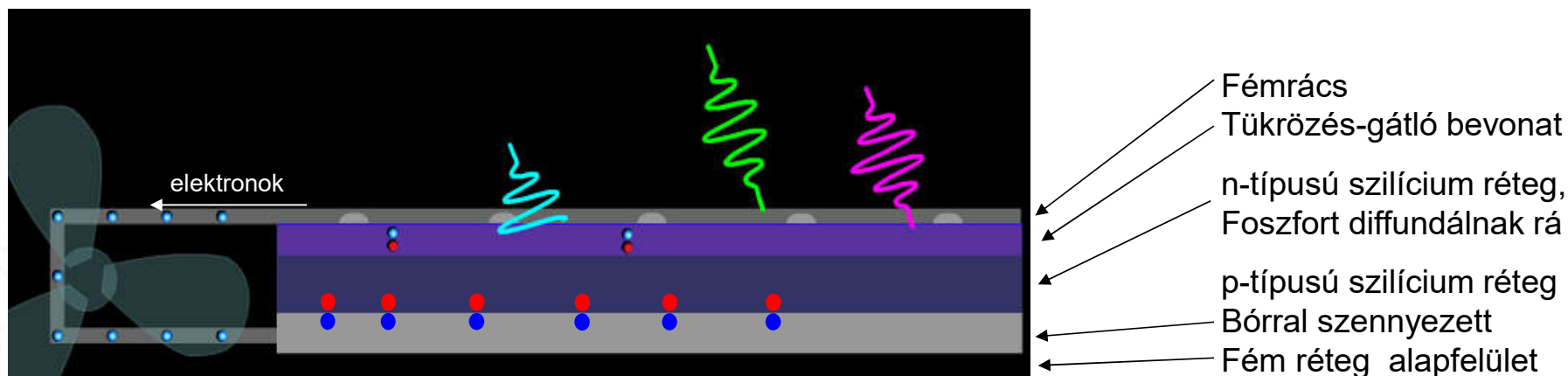
Egyel kevesebb elektron!



FORRÁS: DON ION



NAPELEM CELLÁK MŰKÖDÉSI ELVE



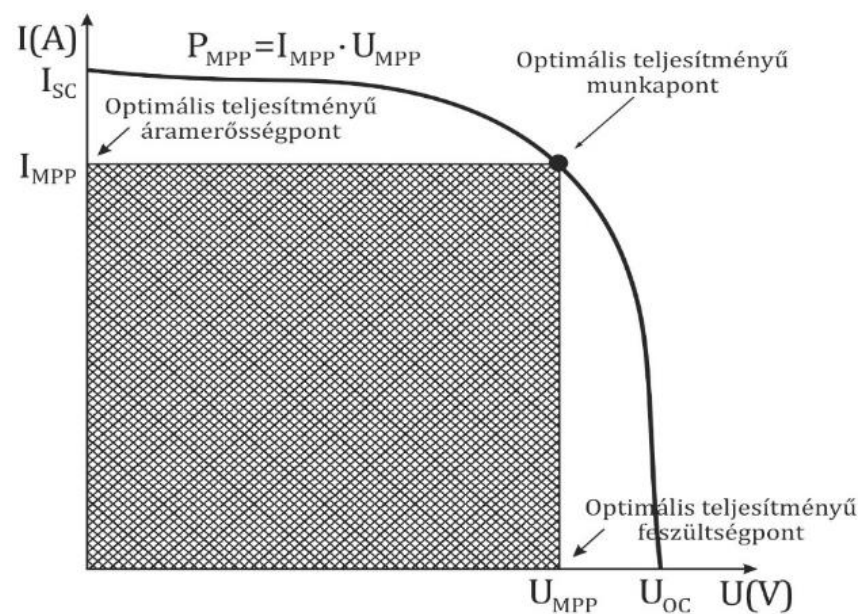
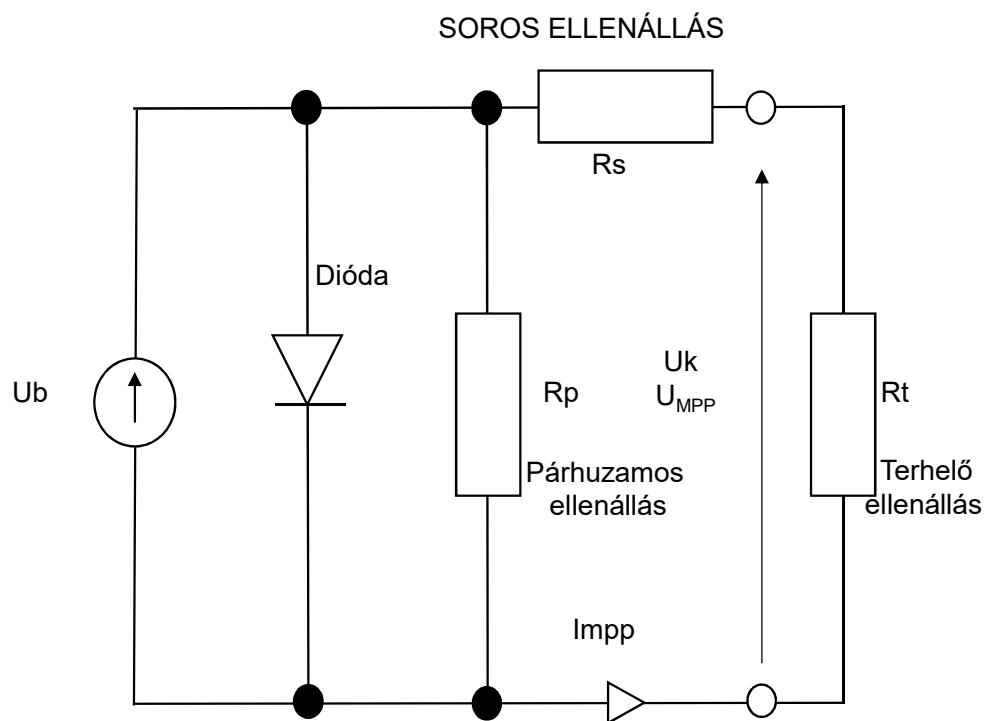
FORRÁS: DON ION

Amikor a fotonok elérik a PV cellákat, egy p-n átmenetű szilícium kristály alapú félvezető réteget érnek el, amelyen vagy **visszaverődnek**, vagy közvetlenül **áthatolnak**, vagy **elnyelődnek** a cellában. Csak azok a fotonok nyelődnek el és termelnek energiát, hozzájuk létre a fotovoltikus jelenséget, amelyek szabad elektronjaikat leadják.

A PV cella speciálisan kiképzett n-rétege természetes elektron (negatív töltés) áramlást idéz elő. Azáltal, hogy helyükön a p-rétegben lyukak jönnek létre, mint pozitív töltések, ezért amikor azt külső áramkörhöz kapcsoljuk, a szabad elektronok elkezdnek áramlani.



HELYETTESÍTŐ KAPCSOLÁSI VÁZLAT

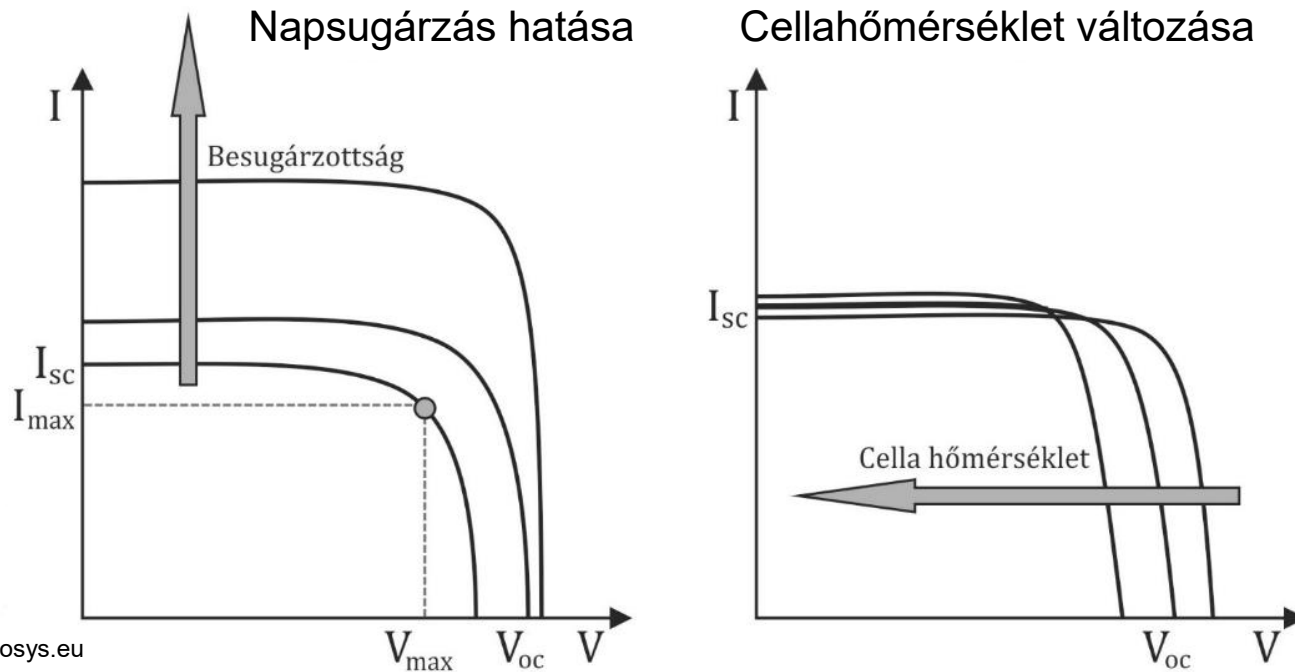


Forrás: regphosys.eu

Áram – feszültség diagram



BESUGÁRZOTSÁG, CELLAHŐMÉRSÉKLET HATÁSA



Forrás: regphosys.eu

Az üresjárási kapocsfeszültség (V_{oc}) **logaritmikusan növekszik** a háttérsugárzás növekedésére, míg a rövidzárási **áram** (I_{sc}) **lineáris függvénye** a háttérsugárzásnak.

A besugárzás hatására a cella hőmérséklet nő.

A **cellahőmérséklet emelkedésének** hatására a **kapocsfeszültség lineárisan csökken**, így a cella hatékonysága is csökken. A rövidzárási **áram kismértékben növekszik** a cellahőmérséklet növekedésével.



KARAKTERISZTIKÁK



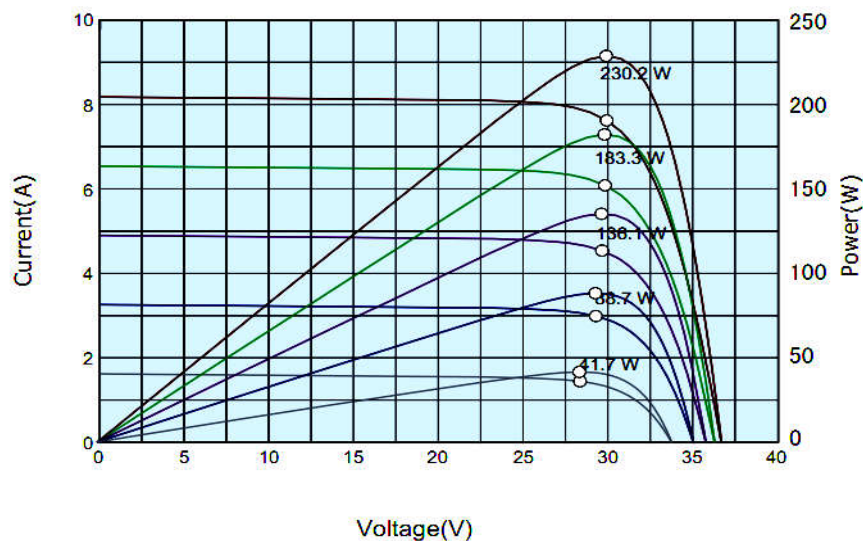
Mindez a valóságban:

A cellahőmérséklet emelkedésével:
csökken a feszültség és teljesítmény

**A névleges teljesítményt általában
1000W/m²-nél adja le**

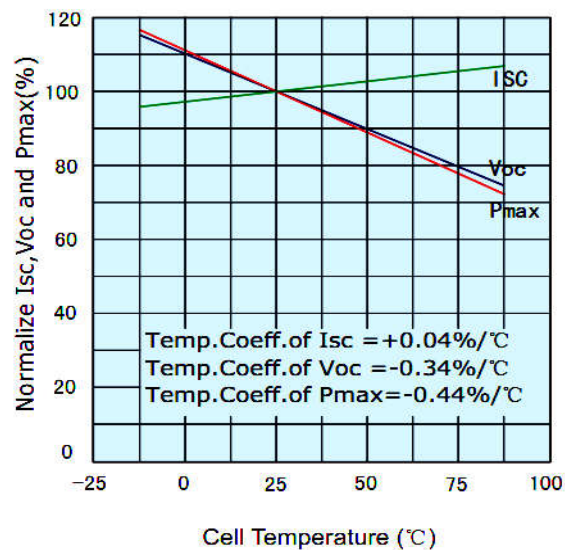
Elektromos teljesítmény

Electrical performance
(cell temperature: 25°C)



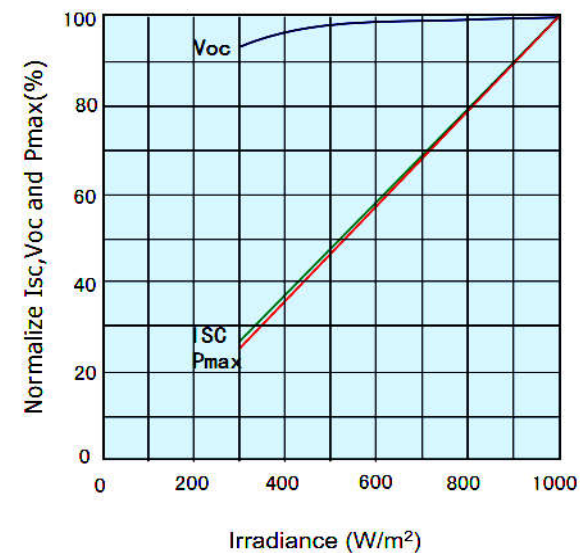
Hőmérséklet függés

Temperature dependence of I_{sc},
V_{oc} and P_{max}



Besugárzási telj. függés

Irradiance dependence of I_{sc},
V_{oc} and P_{max} (cell temperature: 25°C)





NAPELEMEK FAJTÁI

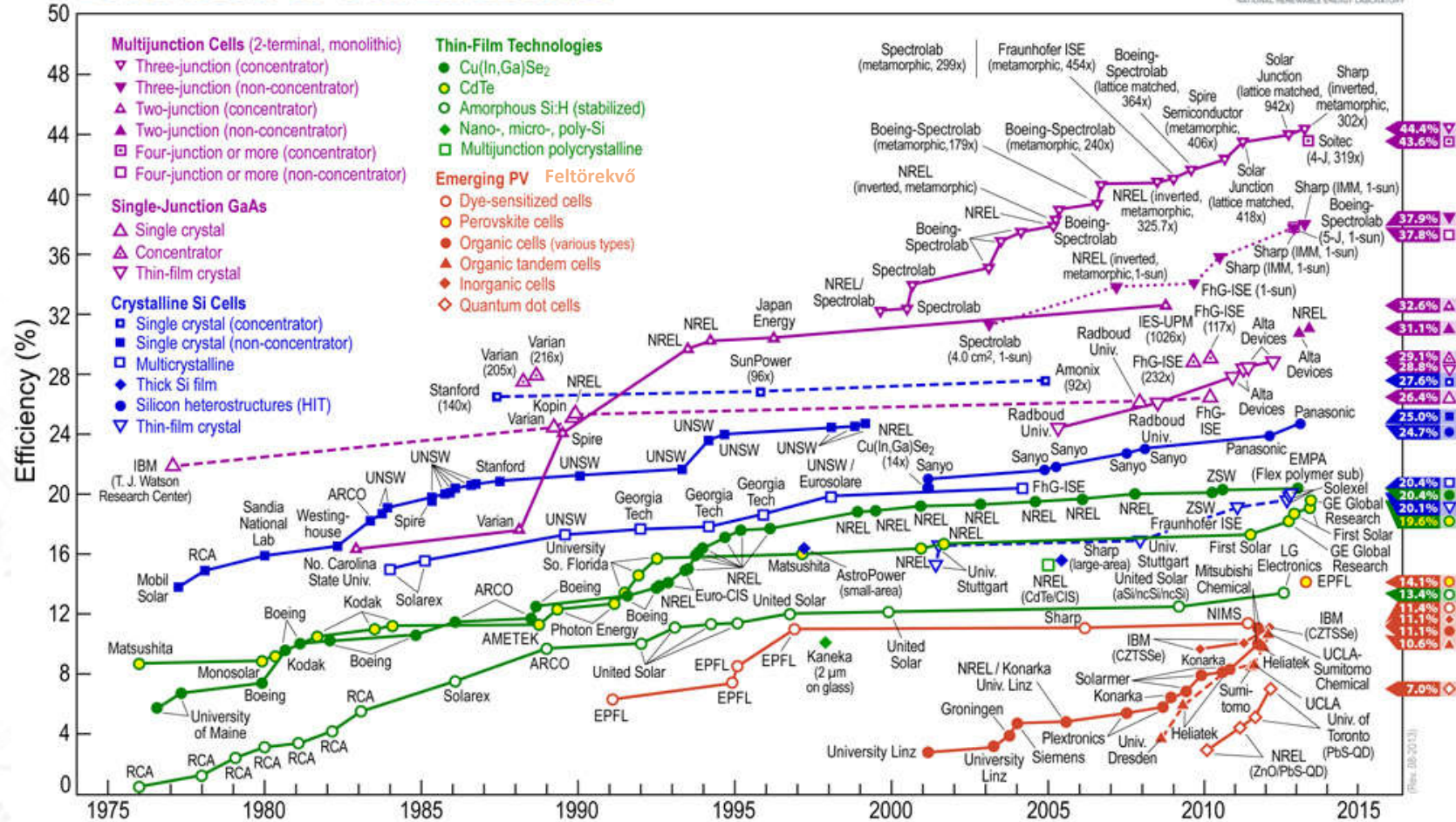


- **Egykristályos (monokristályos)szilícium (Si) napelemek**
- **Polikristályos szilícium (Si) napelemek**
- **Gallium Arzenid vegyület alapú napelemek**
- **Amorf szilícium napelemek**
- **Egyéb vegyület félvezető alapú napelemek**
- **Szerves festék alapú napelemek**



HATÁSFOK NÖVEKEDÉS

Best Research-Cell Efficiencies





Polikristályos Si napelemek:



Kékes árnyalatú kristályokból épül fel.
A cella nem egy, hanem több kristályból áll, ezért ránézésre olyan hatást kelt, mintha szilánkosra lenne törve.
Némileg olcsóbbak, de kevésbé hatékonyak.
Hatásfokuk 15-17% körül van.



PÉLDA POLYKRISTÁLYOS NAPELEM ALKALMAZÁSÁRA

SHARP



Típus:	ND-RB275
Max teljesítmény:	$P_{max} = 275 \text{ Wp}$
Üresjárási feszültség:	$V_{oc} = 38,5 \text{ V}$
Névleges feszültség:	$V_{mpp} = 31,1 \text{ V}$
Rövidzárási áram:	$I_{sc} = 9,25 \text{ A}$
Névleges áram:	$I_{mpp} = 8,84 \text{ A}$
Hatásfok:	16,8%
Max. megeng. Fesz.	1000V DC
P max	-0,41 % /°C
Voc	-0,32 % /°C
Isc	0,05 % /°C

Forrás: <http://www.sharp.hu/cps/rde/xchg/hu/hs.xsl/-/html/product-details-solar-modules.htm?product=NDRB275>



MONOKRISTÁLYOS (EGYKRISTÁLYOS) SZILÍCIUM (SI) NAPELEMEK



Drágábbak, de hatékonyak.

Egykristály növesztésével állítják elő.

A legkorszerűbb panelek hatásfoka ~18-21%,

Laboratóriumi körülmények között ~25%.

Az elméleti határ az egy p-n átmenettel rendelkező napelemek esetében 33,7%.



PÉLDA monokristályos napelem táblák alkalmazására



SHARP

Típus:	NUSC360
Max teljesítmény:	P_{max} = 360 W_p
Üresjárási feszültség:	V_{oc} = 47,2 V
Névleges feszültség:	V_{mpp} = 38,9 V
Rövidzárási áram:	I_{sc} = 9,79 A
Névleges áram:	I_{mpp} = 9,26 A
Hatásfok:	18,5%
Max. megeng. Fesz.	1000V DC
P max	-0,39 % /°C
V_{oc}	-0,29 % /°C
I_{sc}	0,05 % /°C

Modulhatásfok: 18,5%

Egy cella: 47,2V /72 cella = 0,656 V/cella

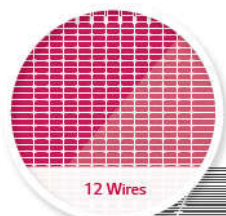


PÉLDA KORSZERŰ TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSÁRA

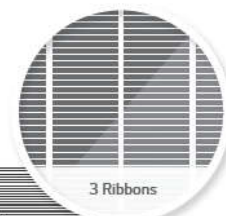


Space-efficient Connection

LG NeON™ 2 has 12 wires instead of 3 ribbons. In addition, distance between wires has been shortened.



12 Wires



3 Ribbons



Lower Current



Higher Current

Reduced Electrical Loss

Cello Technology™ reduces electrical loss by increasing the number of electrical paths in the cell.

LG NeON™ 2

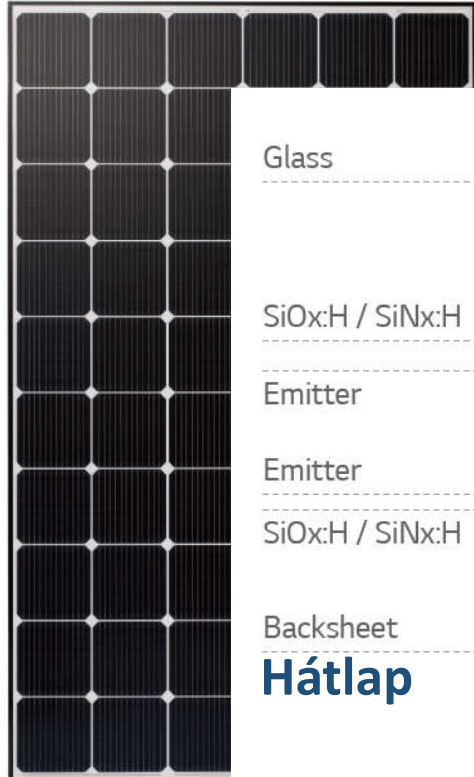
LG NeON™

Maximize Light Absorption

Az LG "Cello Technology™" alacsony veszteség, az optikai abszorpció növelése révén növeli a teljesítményt, cellánként 12 db kör alakú huzal van, hatékonyan szétszórják fényt.



Példa korszerű technológia alkalmazására



Glass

SiO_x:H / SiN_x:H

Emitter

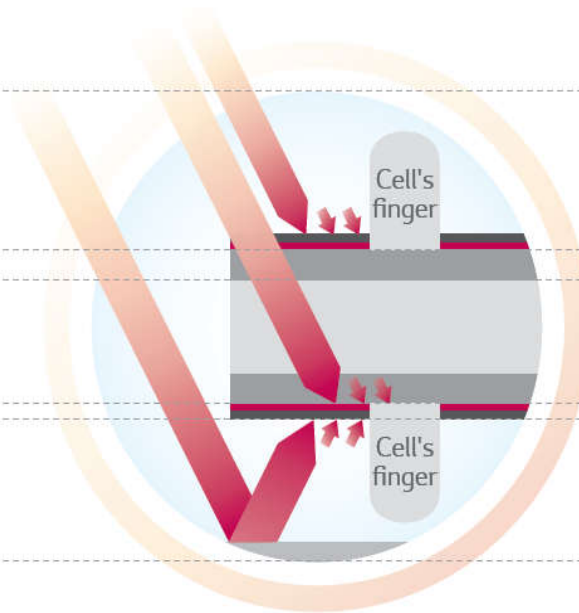
Emitter

SiO_x:H / SiN_x:H

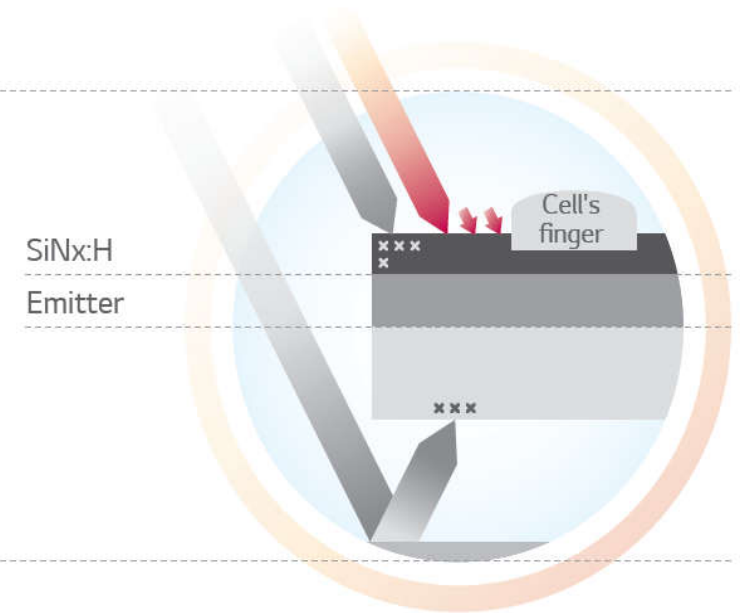
Backsheet

Hátlap

Adatlap



LG NeON™ 2



Conventional

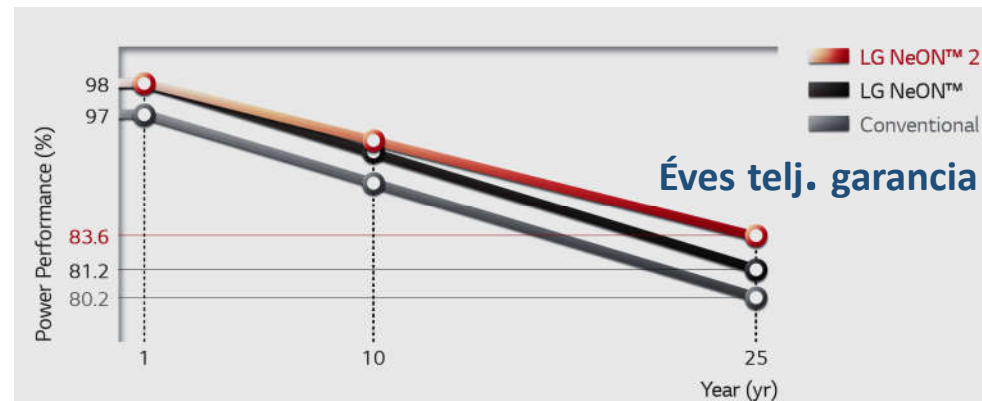
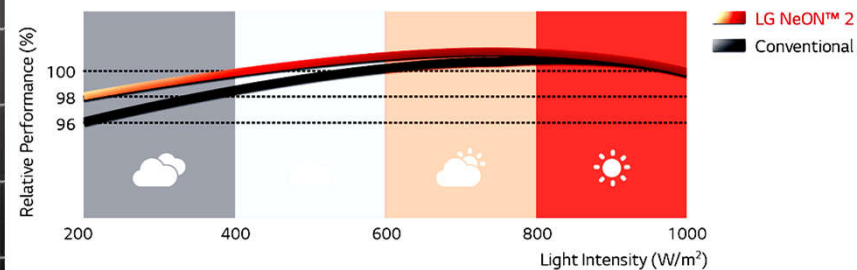
Hagyományos

LG Neon™ 2 elülső és a hátsó megvilágítás. A cellák hatékonysága növelhető, reggel és este, amikor a beesési szög kisebb.

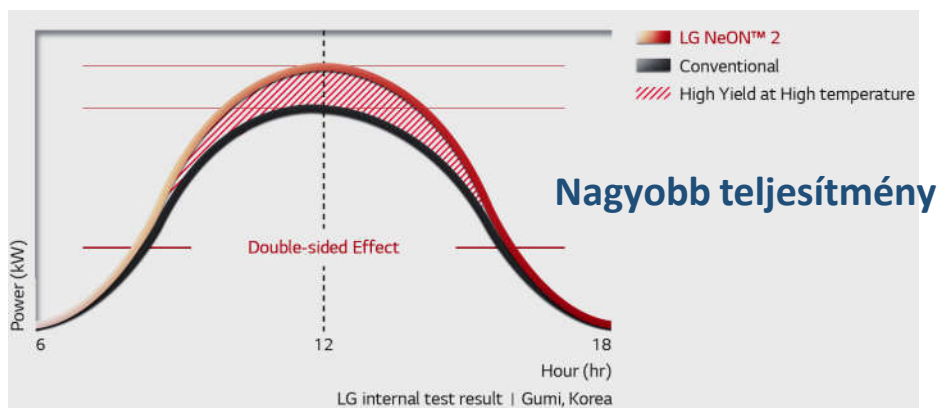
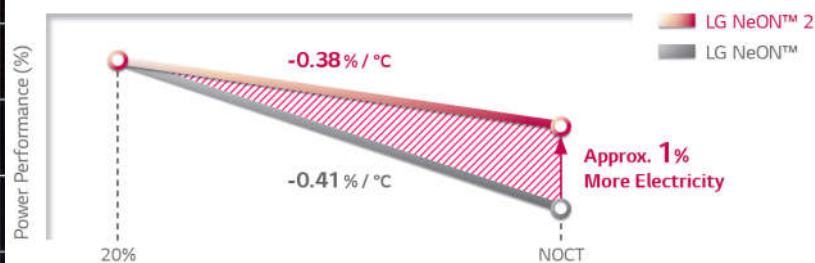


Példa korszerű technológia alkalmazására

Felhős idő:



Hőm. együttható



LG Neon™ 2-nek meghosszabbította teljesítmény garanciáját további 2 évvel.

Az éves teljesítménycsökkenés -0,7% / évről -0,6% / évre esett vissza.

LG Neon™ 2 még a felhős napokon is jobb a teljesítménye, (Relatív teljesítmény 1000W / m²) a kétoldalas cellásnak alacsonyabb hőmérsékleti együtthatója.



Korszerű technológia alkalmazására az LG példáján

Típus	Teljesítményhatár	Cellaszám	Hatásfok	Fejlesztés
LG NeON [®] 2	335 W	60 cellás	19,6%	12 vezetékét használ, a hengeres keresztmetszetének köszönhetően a beeső fény számos szögben verődik vissza és hatékonyabban nyelődik el a napelem cellákban.
LG NeON [®] 2 Black	325 W	60 cellás	19%	3 busbar gyűjtő vezeték helyett 12 vezetékét használ.
LG NeON [®] 2 R	350-365 W	60 cellás	21,1%	Az első oldalon lévő gyűjtő vezetékek kiküszöbölésével maximalizálja a fényelnyelést
LG Mono X [®] Plus	290-300 W	60 cellás	16,9-17,5%	Korrózióvédelem a hátoldalon
LG NeON [®] 2 Bifacial	390-395 W	72 cellás	18,5-18,7%	A NeON [®] 2 BiFacial termék olyan NeON [®] cellákkal rendelkezik, amelyek mindkét oldalukon áramot termelnek.
LG NeON [®]	365 W	72 cellás	18,6%	3 busbar, kétoldalas szerkezet.



Vékonyréteg napelemek:

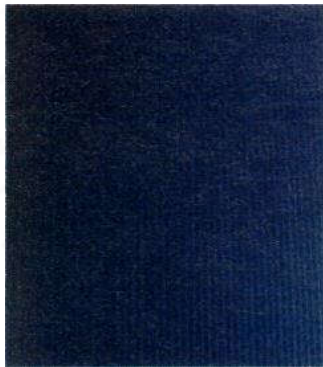
- **A Si- μ Si, azaz amorf szilícium és mikromorf szilícium:** ez a ma használt technológiák közül az egyik nagyon elterjedt. A félvezető réteg itt szilícium, mint a kristályos napelemek esetén, azonban nem kristályos tömbökből, hanem szilán gázból (SiH_4) állítják elő, kémiai reakció során a hidrogént leválasztják a szilíciumról, ami így lerakódik az üvegre - vagy más felületre, pl. műanyagra, fémre is akár. Viszonylag kis hatásfokú technológia, a Si 5-6%-os, μ Si (ami a Si továbbfejlesztett változata) 7-8%-os.
- **CdTe, azaz kadmium-tellurid technológia:** Gyártó: (First Solar). A First Solar speciális, nagy hőfokú porlasztást használ a gyártásban. Nagy szériában kedvező áron tudják előállítani a kb. 7-9% hatásfokú napelemeiket.
- **CIGS, CIS, azaz réz-indium-gallium-diszelenid és réz-indium-diszelenid:** a vékonyrétegű technológiák legújabbja, nemrég került igazán tömeggyártásba. Sok cég fejleszt ilyen gyártási módokat, mivel \sim 9-12%-os hatásfokot is el lehet érni az ilyen napelemekkel. Egyelőre nem igazán olcsó a gyártási mód. A legtöbb cég fizikai porlasztást, azaz sputtering-et használ.



Példa vékonyfilm napelemekre



A réz-indium-gallium-diszelenid (CIGS)
Hatásfok: 9-12%



Mikromorf (μ Si) szilícium napelemek
Hatásfok: Si: 5-6%, μ Si 7-8%

Kadmium-tellurid
Hatásfok: 7-8%



A CELLÁK SOROS – PÁRHUZAMOS KAPCSOLÁSA





MEGHATÁROZÁSOK

PV CELLA: ALAPVETŐ ESZKÖZ, MELY VILLAMOSSÁGOT KÉPES ELŐÁLLÍTANI, HA NAPPÉNY, VAGY NAPSUGÁRZÁSHOZ HASONLÓ FÉNY ÉRI

PV MODUL VAGY PANEL

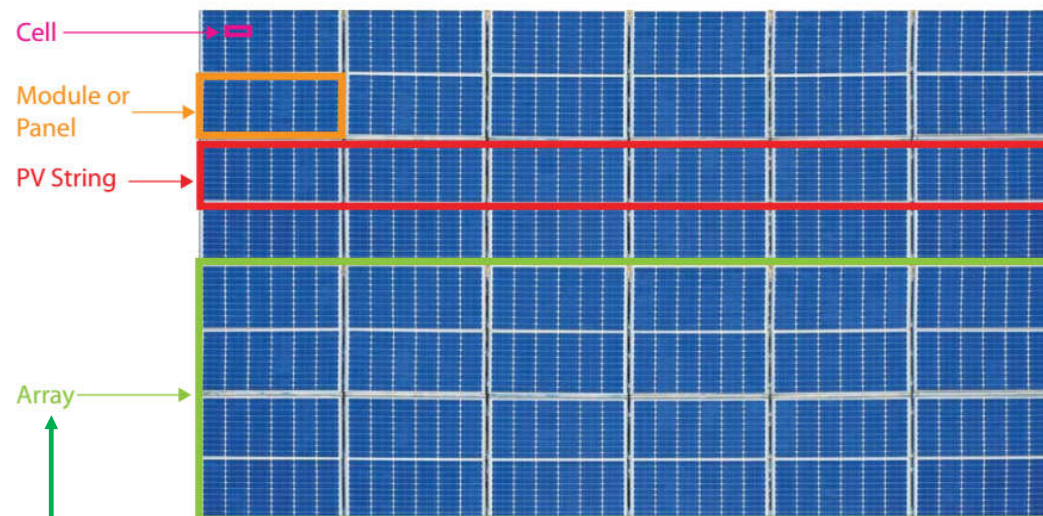
ÖSSZEKÖTÖTT PV CELLÁK LEGKISEBB, KÖRNYEZETTŐL VÉDETT ÖSSZEÁLLÍTÁSA

PV MODULSOR (STRING)

SORBAKAPCSOLT PV MODULOK ÁRAMKÖRE, ELŐÍRT KIMENETI FESZÜLTÉG ELŐÁLLÍTÁSÁRA

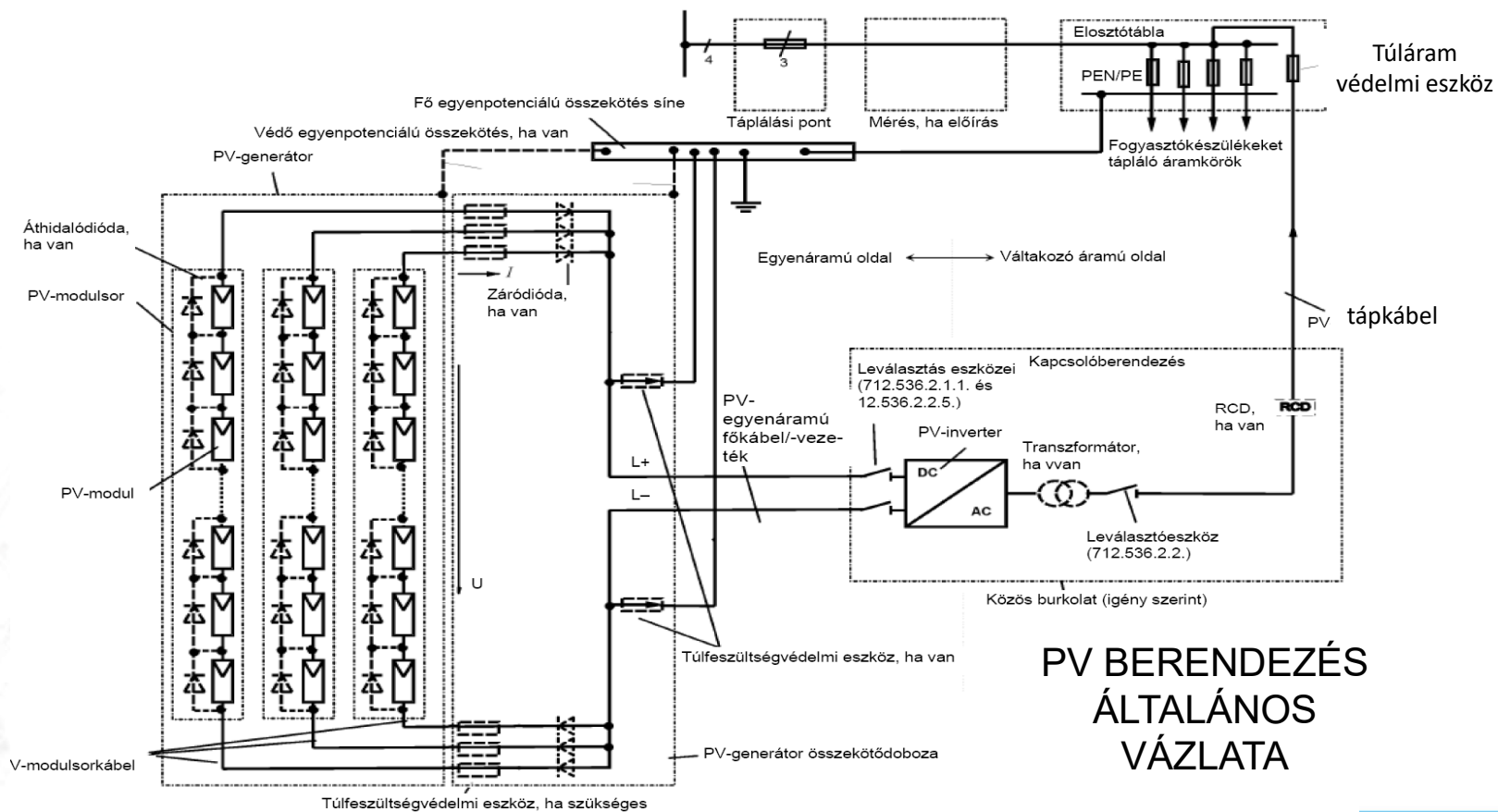
PV ELRENDEZÉS (ARRAY)

PV MODULOK ÉS MÁS ALKOTÓELEMEEK MEVHANIKAILAG ÉS VILLAMOSAN INTEGRÁLT ÖSSZEÁLLÍTÁSA



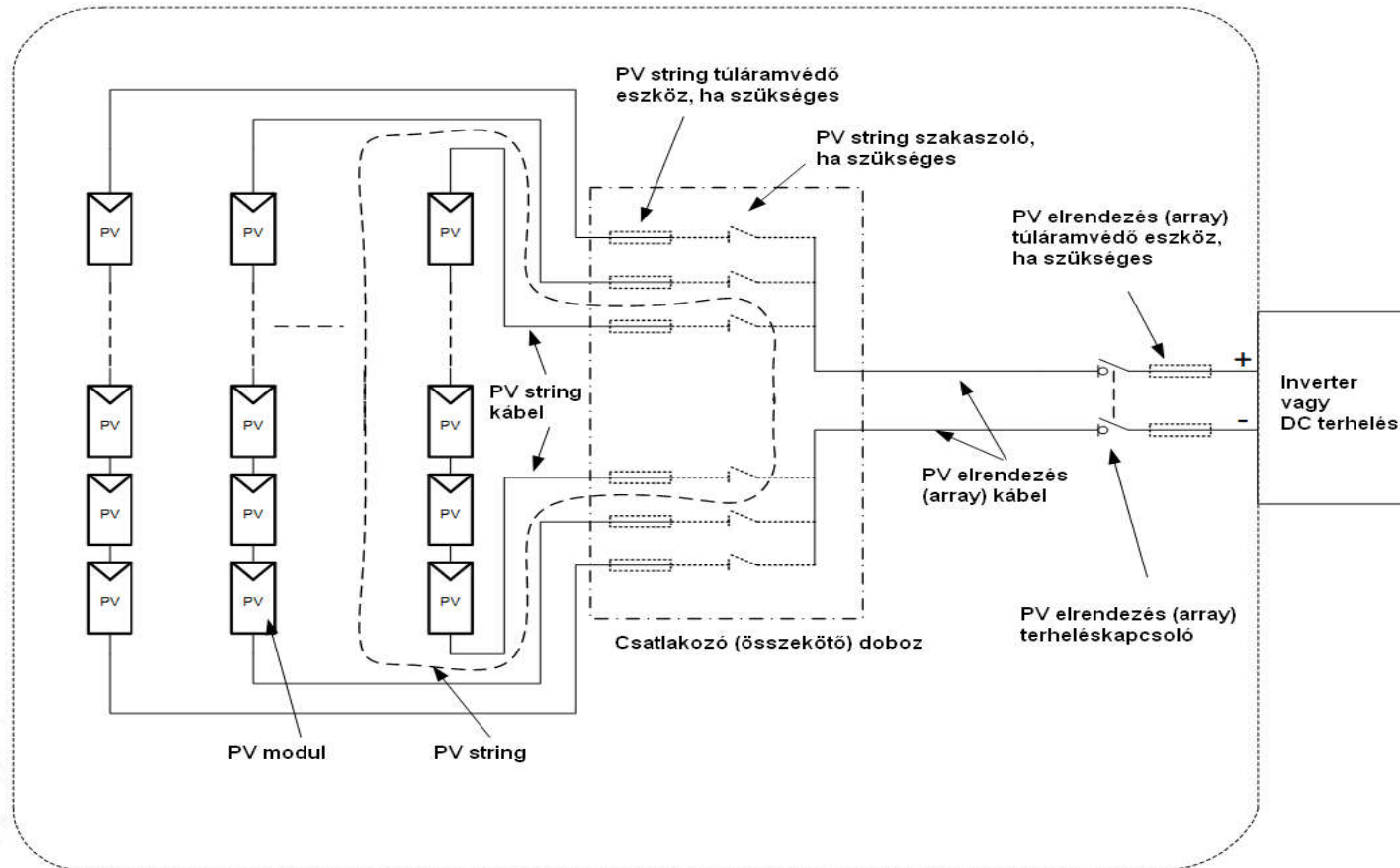


Kivonat az MSZ HD 60364-7-712:2006 szabványból





Kivonat az MSZ HD 60364-7-712:2016 szabványból



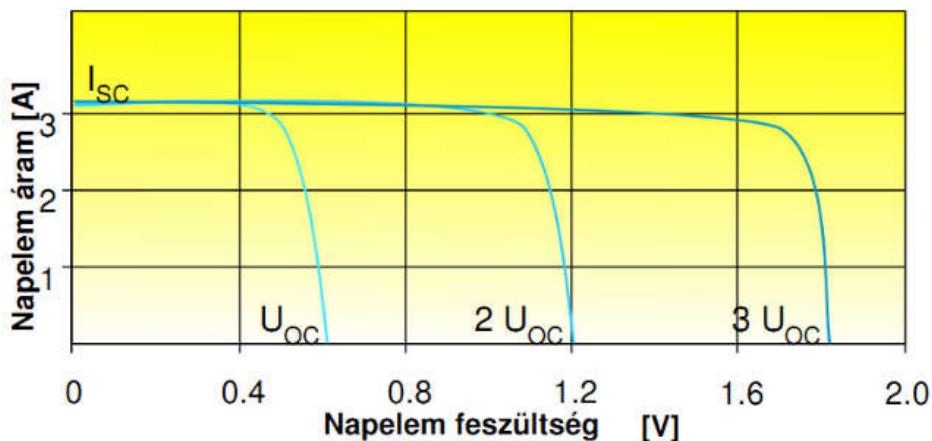
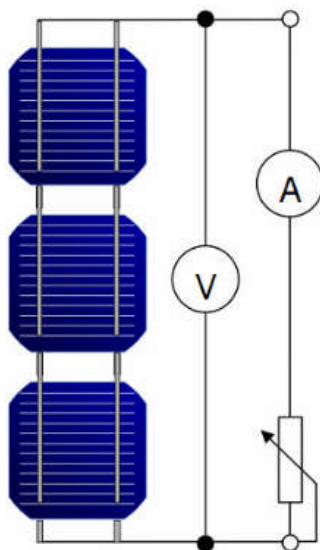
PV BERENDEZÉS ÁLTALÁNOS VÁZLATA

Jelmagyarázat

- Elemek, amelyek nem minden esetben szükségesek
- - - - - Burkolat
- - - - - Rendszer vagy alrendszer határa



SOROS KAPCSOLÁS TULAJDONSÁGAI



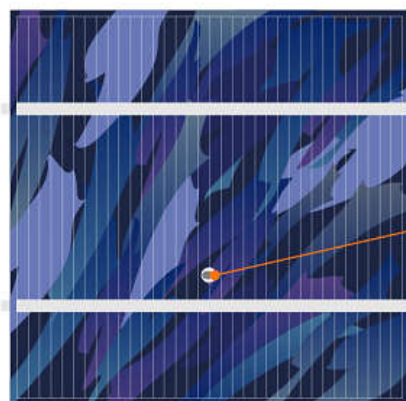
KÉP FORRÁS: Solarpraxis AG, Berlin, Germany

SOROS KAPCSOLÁS JELLEMZŐI:

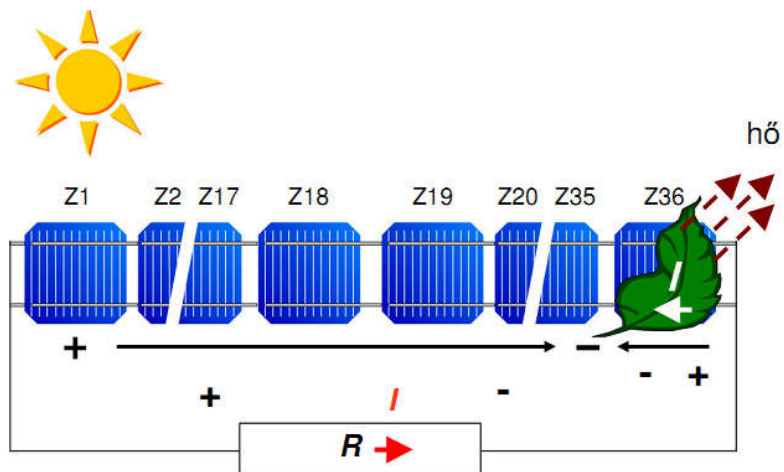
- MINDEN CELLÁN UGYANAZ AZ ÁRAM FOLYIK ÁT
- EREDŐ FESZÜLTÉS: AZ EGYES CELLAFESZÜLTSÉGEK ÖSSZEGE
- SOROS KAPCSOLÁS HÁTRÁNYA: A LEGGYENGÉBB LÁNCSZEM HATÁROZZA MEG AZ EGÉSZ STRING MŰKÖDÉSÉT.
- A RÉSZLEGES ÁRNYÉKOLÁST KERÜLNI KELL! ILYENEK: RUDAK, KÁBELEK, KÉMÉNY, LEVELEK, MADÁRPISZOK, EGYÉB SZENNYEZŐDÉSEK



FORRÓ PONT KIALAKULÁSA



Forrópont
"Hot Spot"



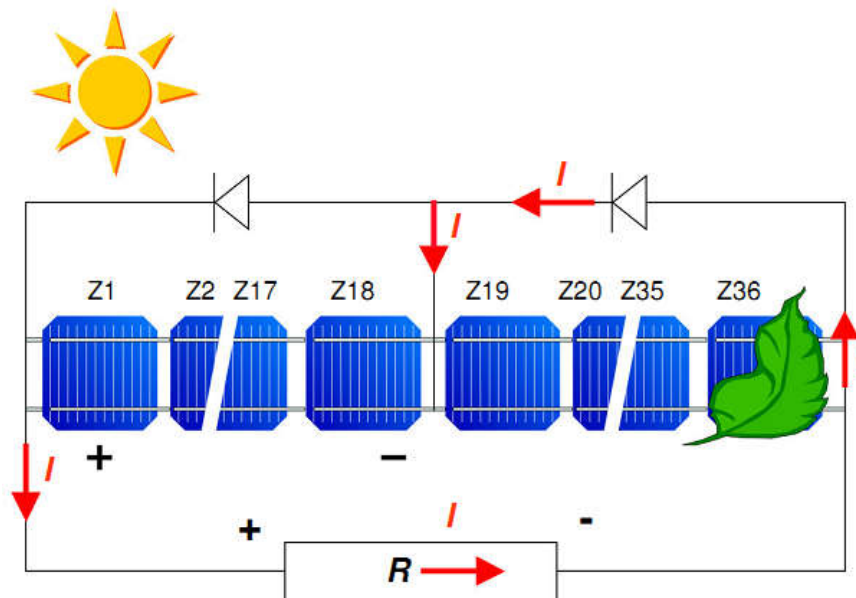
KÉP FORRÁS: Solarpraxis AG, Berlin, Germany

FORRÓ PONT KIALAKULÁSA:

- LOKÁLISAN ÁRNYÉKOLT NAPELEMEK ESETÉN EGY P-N ÁTMENET TÚL-TERHELŐDHET, A RAJTA ÁTFOLYÓ ÁRAM MIATT TÚLTERHELTTÉ VÁLIK, MELEGSZIK.
- AZ ÁRNYÉKOLT NAPELEM FESZÜLTSGÉGE ELŐJELET VÁLT, 5-25 V ZÁRÓ-IRÁNYÚ FESZÜLTSGÉG HATÁSÁRA TÖNKREMEHET.
- A NAPELEMEK VÉDELME ÉRDEKÉBEN ÁTHIDALÓ - BYPASS- DIÓDÁKAT KÖTNEK A CELLÁKKAL PÁRHUZAMOSAN.
- HA A NAPELEM POLARITÁSA MEGFORDUL A RÉSZLEGES ÁRNYÉKOLÁS MIATT, AZ ÁTHIDALÓ DIÓDA NYITÓIRÁNYÚVÁ VÁLIK.



ÁTHIDALÓ DIÓDA ALKALMAZÁSA



KÉP FORRÁS: Solarpraxis AG, Berlin, Germany

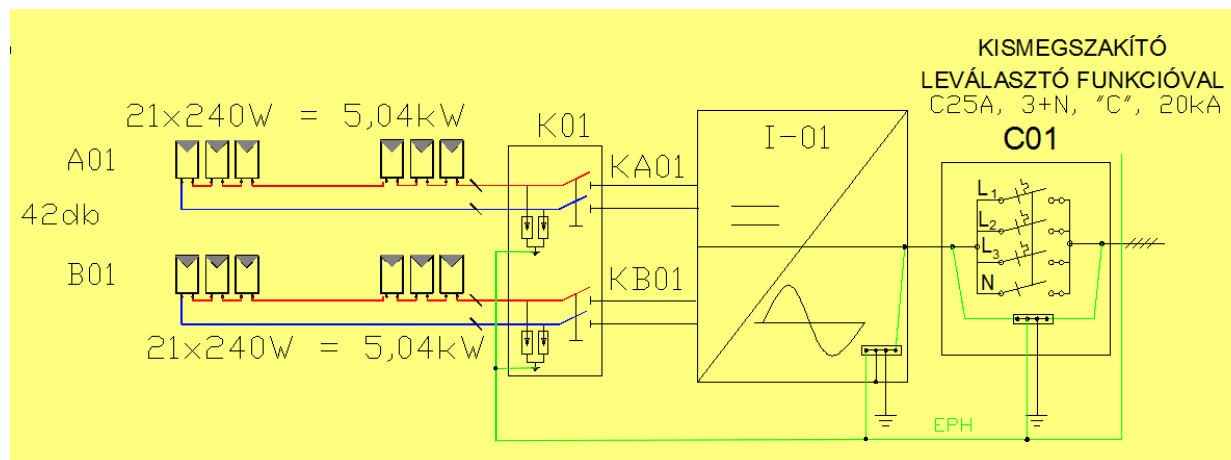
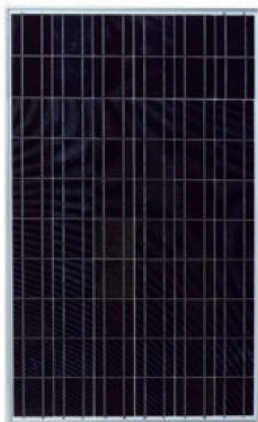
GYAKORLAT:

- MINDEN 15-20 SORBA KAPCSOLT CELLÁVAL PÁRHUZAMOSAN CÉLSZERŰ KAPCSOLNI EGY ÁTHIDALÓ DIÓDÁT.
- ÁRNYÉKOLT NAPELEM ZÁRÓIRÁNYÚ FESZÜLTSGÉT AZ ÁTHIDALÓ DIÓDA KB. 0,6 V FESZÜLTSGÉRE KORLÁTOZZA, MELY MÁR NEM KÁROS A NAPELEMRE.
- A SÖNT-ÁRAM MIATT A TÖBBI CELLA MŰKÖDNI TUD, DE A TERMELÉSI KARAKTERISZTIKA ROMLIK.



PÉLDA A SOROS KAPCSOLÁSRA

Típus: **SHARP ND-240R1J**



1 db napelem tábla villamos paramétere:

Maximális teljesítmény:

$$P_m = 240 \text{ W}$$

Maximális üresjárás feszültség:

$$V_{oc} = 36,9 \text{ V}$$

Maximális teljesítményhez tartozó áram

$$I_{mpp} = 8,0 \text{ A}$$

Maximális telj. esetén leadott feszültség

$$V_{mpp} = 30,0 \text{ V}$$

Rövidzárlati áram:

$$I_{sc} = 8,52 \text{ A}$$

Modul hatásfok

$$\eta = 14,6\%$$

Tábla szigetelési feszültsége:

$$U_{max} = 1000 \text{ V DC}$$

Max. biztosító értéke:

$$I_b(A) = 15 \text{ A}$$

Soros kapcsolás:

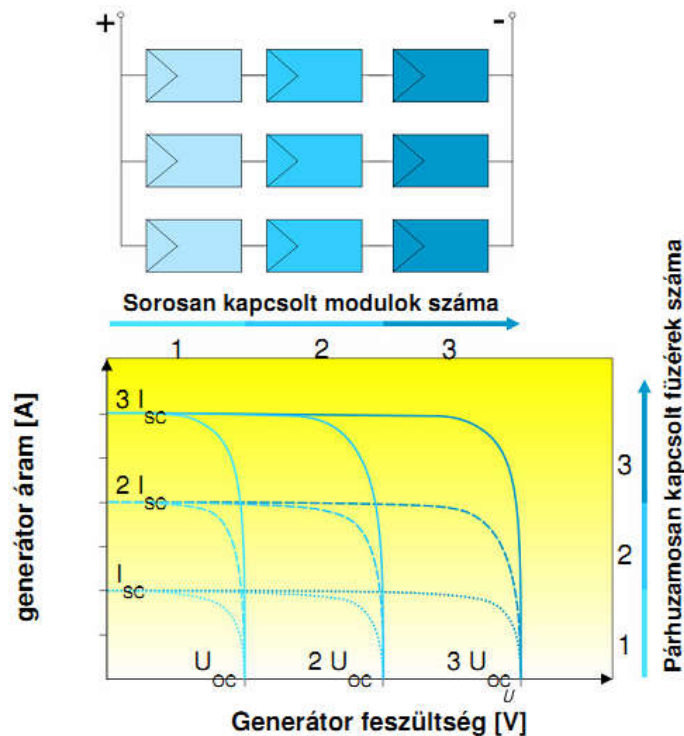
$$U_{string0c} = 21 \cdot 36,9 \text{ V} = 744,9 \text{ V}$$

$$U_{stringmpp} = 21 \cdot 30 \text{ V} = 630 \text{ V}$$

$$\text{Inverter } U_{DCmax} = 1000 \text{ V}$$



PÁRHUZAMOS KAPCSOLÁS TULAJDONSÁGAI



KÉP FORRÁS: Solarpraxis AG, Berlin, Germany

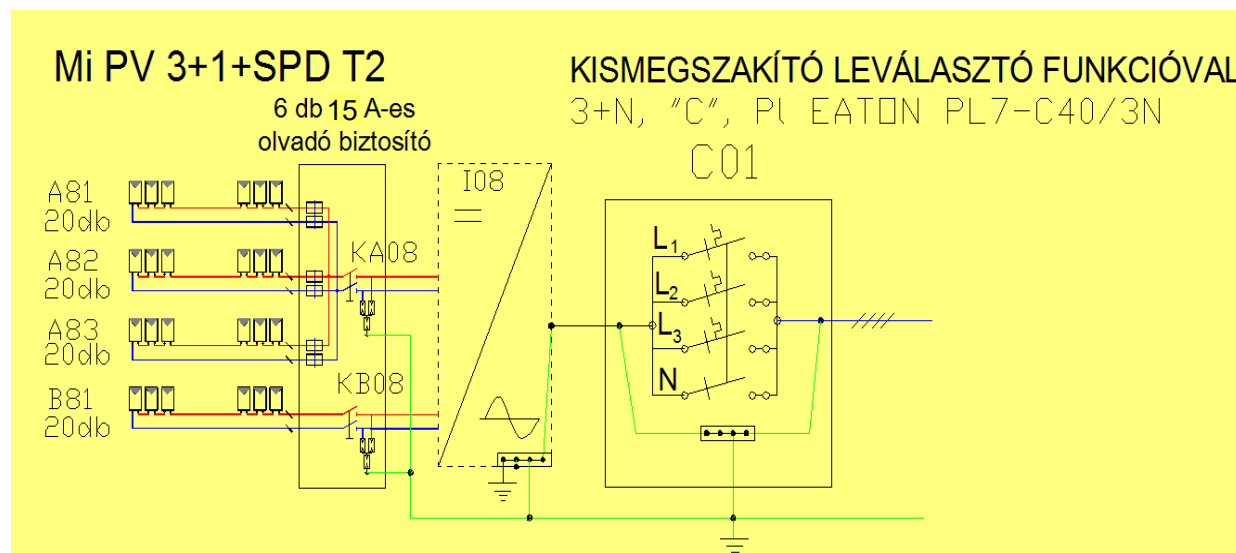
Párhuzamos kapcsolás jellemzői:

- Ha a rendszernek nagy áramot kell terhelni, a stringek párhuzamosan kapcsolhatók.
- Párhuzamos kapcsolásnál a string-feszültségek azonosak,
- Az áram a string-áramok összege.
- Az egyes sorok üresjárási feszültsége kevesebb, mint 5%-kal térjen el egymástól!
- MSZ HD 60364 szabvány előírásai betartandók!



PÉLDA A PÁRHUZAMOS KAPCSOLÁSRA

Típus: ET-P660245WW típusú polikristályos napelem



1 db napelem modul villamos paramétere:

Névleges teljesítmény:	$P_m = 245 \text{ Wp}$
Maximális kimenő feszültség:	$V_{mp} = 29,4 \text{ V}$
Maximális teljesítményhez tartozó áram:	$I_{mpp} = 8,32 \text{ A}$
Legnagyobb üresjárás feszültség:	$V_{oc} = 37,41 \text{ V}$
Rövidzárlati áram:	$I_{sc} = 8,86 \text{ A}$
Modul hatásfok:	$\eta = 15,06\%$
Tábla maximális szigetelési feszültsége:	DC 1000V

Párhuzamos kapcsolás::

$$I_{\text{string mpp}} = 3 * 8,32 \text{ A} = 24,96 \text{ A}$$

$$I_{\text{string sc}} = 3 * 8,86 \text{ A} = 26,58 \text{ A}$$

Két párhuzamos string felett stringbiztosító alkalmazása kötelező

Inverter áram A bemenet = 33 A

Inverter áram B bemenet = 11 A



Soros – párhuzamos kialakítás legfőbb szabályai

- Soros panelek max. V_{oc} feszültsége a leghidegebb állapotban (pl. -20 C° esetén) sem lehet nagyobb, mint az inverter max. bemenő DC feszültsége! **Új szabvány szerint változott, lásd később példát!**
- Soros panelek V_{mpp} feszültsége legnagyobb hőmérséklet (pl. $+70\text{ C}^\circ$) esetén is nagyobb legyen, mint az inverter induló feszültsége
- Inverter megengedett bemenő árama nagyobb legyen, mint a párhuzamosan kapcsolt stringek össz. I_{mpp} max. árama! x Biztonsági tényező!



INSTITUTE RESEARCH CENTRE EU ADATBÁZIS



Global irradiation and solar electricity potential
Optimally-inclined photovoltaic modules

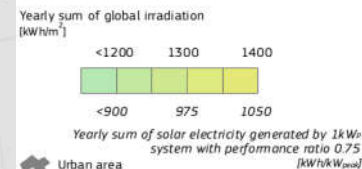
HUNGARY / MAGYARORSZÁG



Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)

Fotovoltaikus földrajzi információs rendszer (PVGIS), a napenergia erőforrás földrajzi értékelésére és a fotovoltaikus technológia teljesítményére

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>



Projection: Lambert Azimuthal Equal Area, WGS84, lat 52° lon 10°
Source of analysis data: CORINE Land Cover
DEM: SRTM30
GTOPO: GTOPO30
Geonames
Natural Earth



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



VILLAMOS ENERGIA TERMELÉS BECSLÉSE

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>
[a.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe)

The screenshot displays the PVGIS web application interface. On the left, a map of Hungary is shown with a red location pin. The map includes labels for major cities like Budapest, Győr, and Szeged, and road networks. Below the map are tabs for 'Solar radiation', 'Temperature', and 'Other maps'. The right side of the interface contains a configuration panel for 'PV Estimation'. It includes a search bar, a 'Go to lat/lon' button, and several input fields and checkboxes for system parameters. The 'Performance of Grid-connected PV' section is currently active, showing settings for radiation database, PV technology, installed peak power, system losses, and mounting options. A 'Calculate' button is located at the bottom of the configuration panel.

PV Estimation Monthly radiation Daily radiation Stand-alone PV

Performance of Grid-connected PV

Radiation database: Climate-SAF PVGIS [What is this?]

PV technology: Crystalline silicon

Installed peak PV power 1 kWp

Estimated system losses [0;100] 14 %

Fixed mounting options:

Mounting position: Free-standing

Slope [0;90] 0° Optimize slope

Azimuth [-180;180] 0° Also optimize azimuth
(Azimuth angle from -180 to 180. East=-90, South=0)

Tracking options:

Vertical axis Slope [0;90] 0° Optimize

Inclined axis Slope [0;90] 0° Optimize

2-axis tracking

Horizon file Tallózás... Nincs kijelölve fájl.

Output options

Show graphs Show horizon

Web page Text file PDF

Calculate [help]



INVERTEREK JELLEMZŐI





INVERTEREK ÖSSZEHALONLÍTÁSA

Transzformátoros

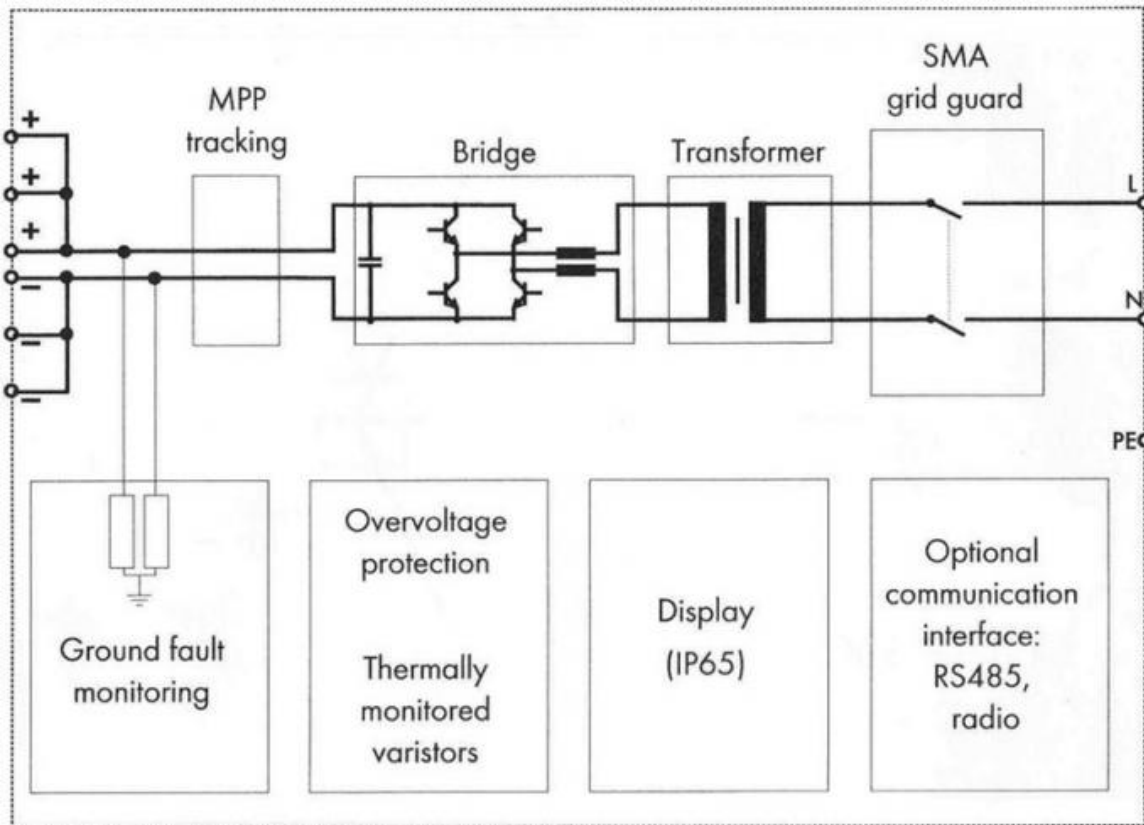
- galvanikus leválasztás
- mindenféle napelem ráköthető
- negatív v. pozitív földelés megoldható
- alacsonyabb hatásfok (kb. -2%)
- kicsit magasabb ár
- nehezebb a vasmag miatt
- Pl. SMA Sunny Boy „00” széria
- Pl. KACO „02”-es és „TR” széria

Transzformátor mentes

- nincs galvanikus leválasztás
- DC oldal nem földelhető
- csak olyan modullal szerelhető, ahol földelés nem előírás
- magasabb hatásfok
- könnyebb
- olcsóbb
- Pl. SMA „TL” és Tripower széria
- Pl. KACO „00” és „TL” széria



PÉLDA TRANSZFORMÁTOROS INVERTERRE



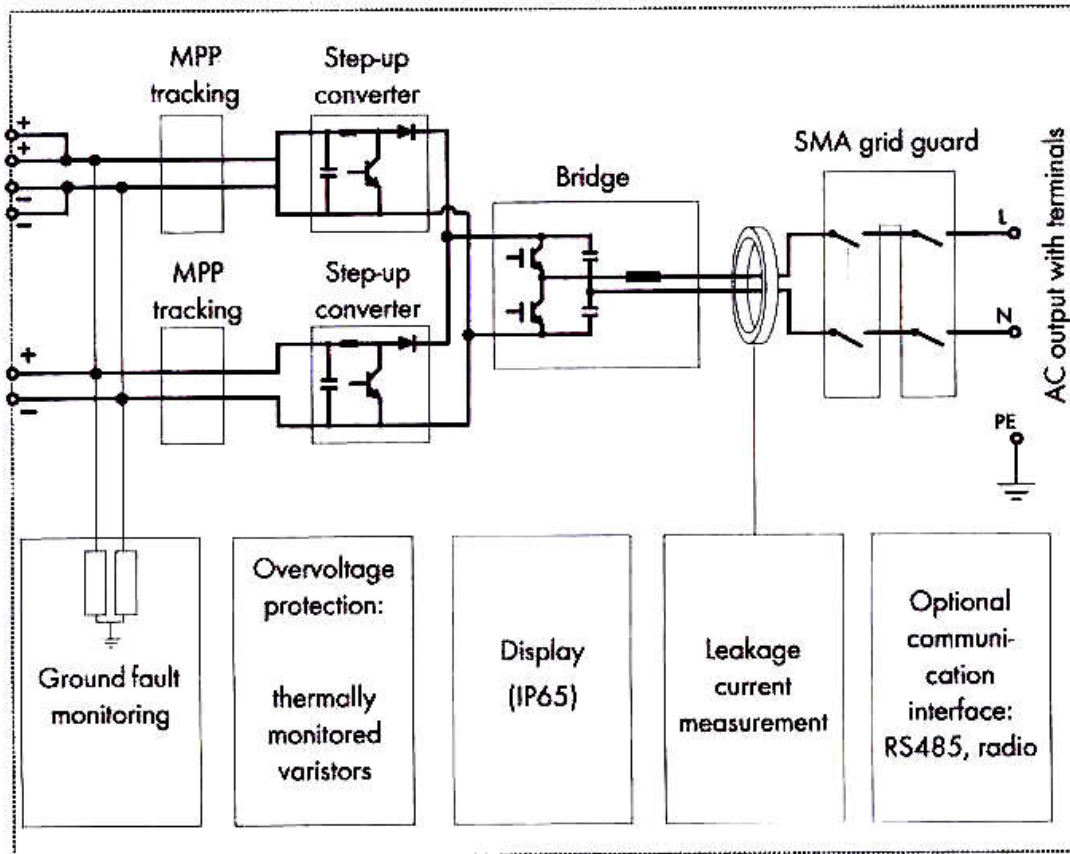
Tulajdonságok:

- Nincs közvetlen DC – AC rendszer közötti kapcsolat
- Valamivel gyengébb hatásfok
- Egyenáramú komponenst nem viszi át az AC hálózatba
- Nehezebb súly

Kép forrás: www.tiszaenergiak.hu



PÉLDA TRANSZFORMÁTOR NÉLKÜLI INVERTERRE



Tulajdonságok:

- Jobb hatásfok
- Egyenáramú komponenst átviheti az AC hálózatba
- Kedvezőbb ár
- Könnyebb súly
- Jelölés: TL

Kép forrás: www.tiszaenergiak.hu



INVERTEREK

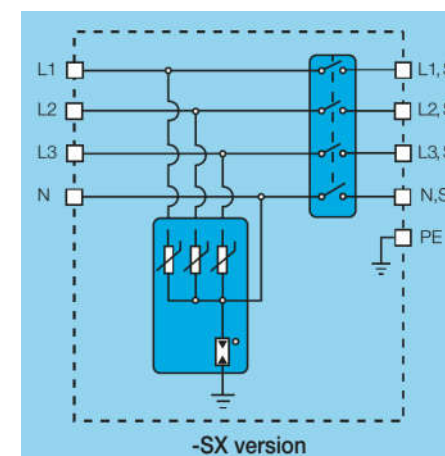
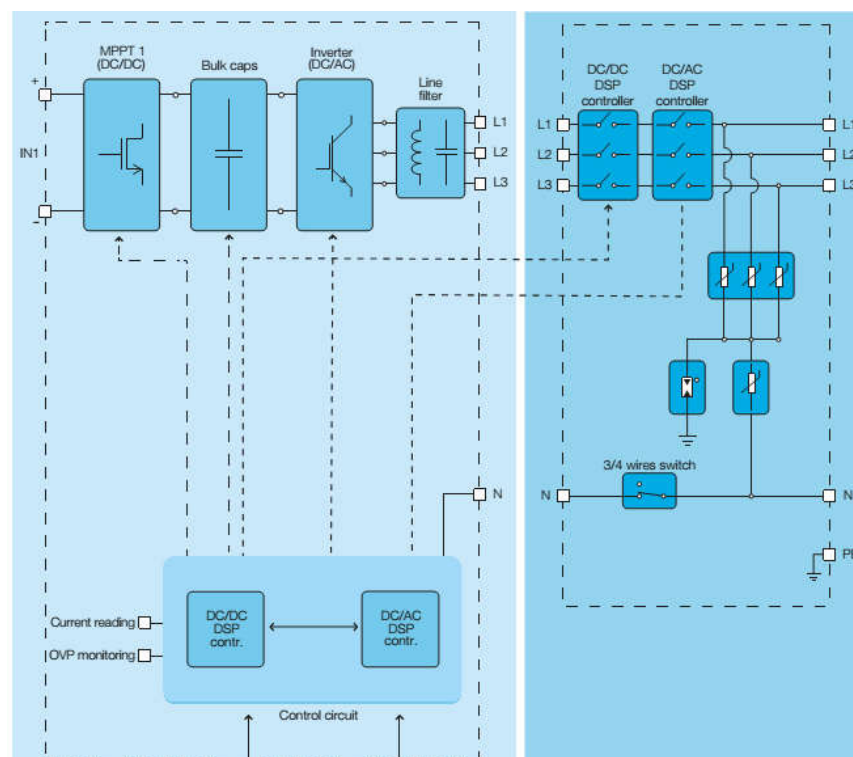
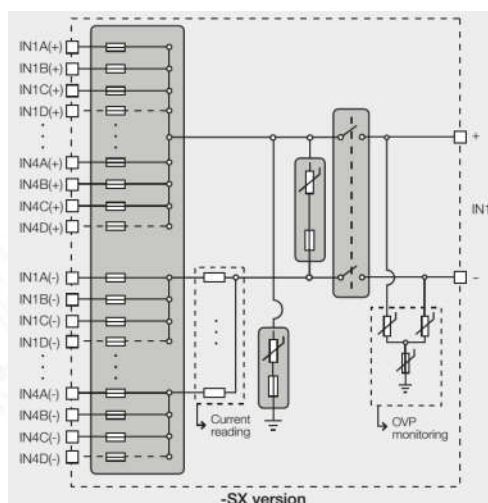
TÍPUS PÉLDA: ABB TRIO-50.0-TL-OUTD
50 KW-OS INVERTER:





INVERTER FELÉPÍTÉSE

TÍPUS: TRIO-50.0-TL-OUTD 50 KW-OS INVERTER:

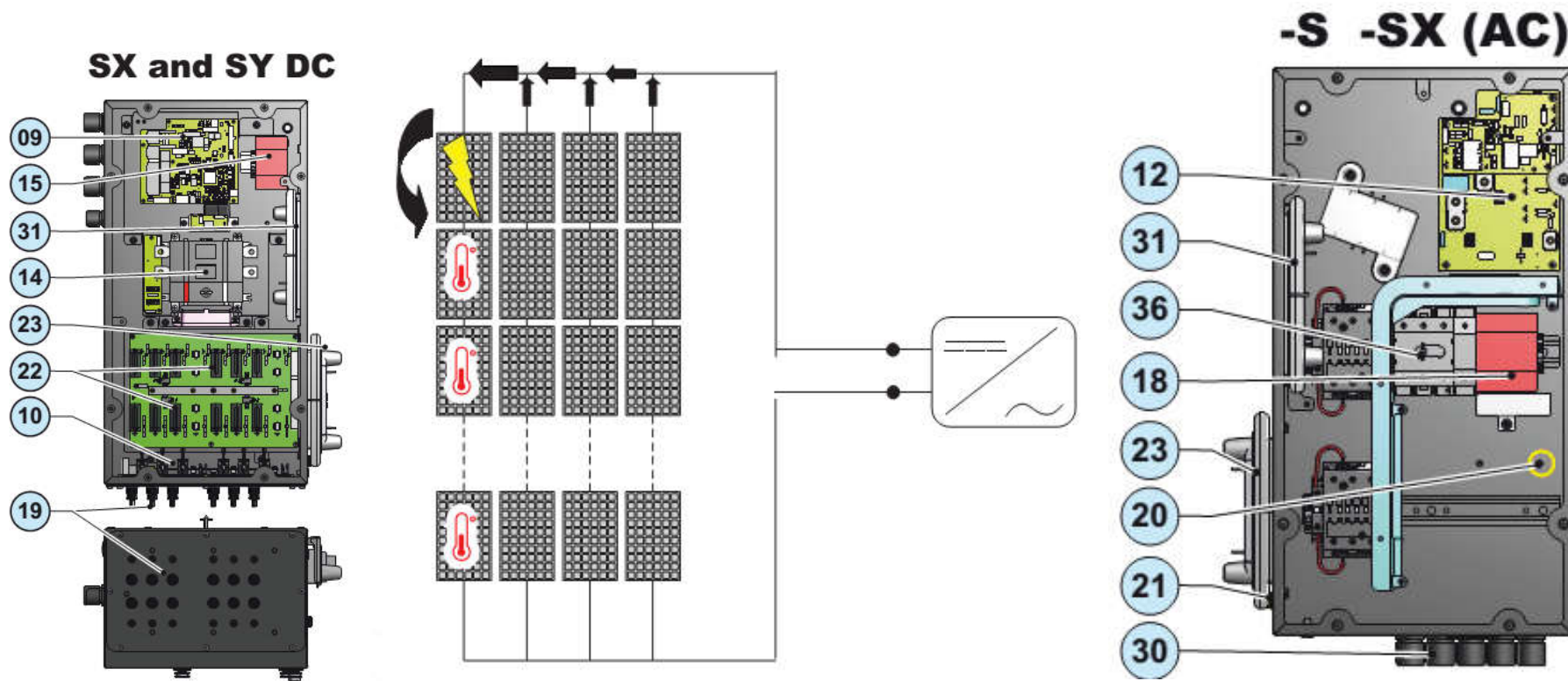




MODELLEZÉS INVERTER DC BEMENET RÉSZÉRE

TÍPUS: ABB TRIO-50.0-TL-OUTD 50 KW-OS INVERTER

<http://stringsizer.abb.com>



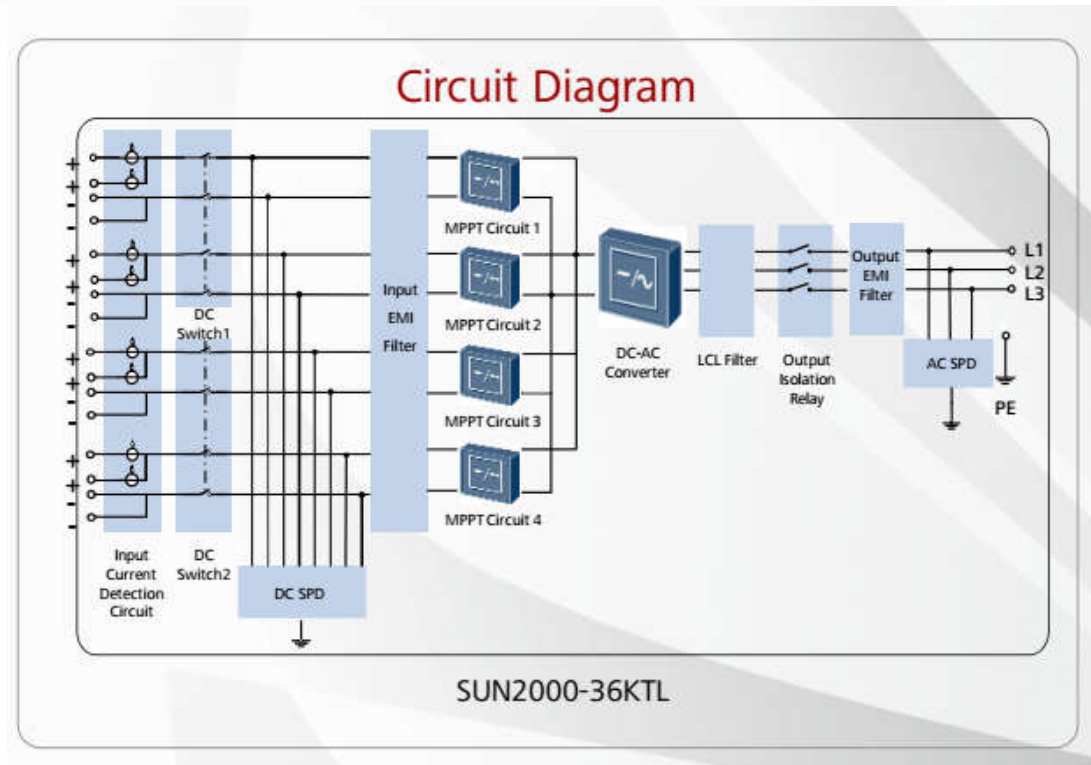


MODELLEZÉS INVERTER DC BEMENET RÉSZÉRE

String Inverter (SUN2000-36KTL)



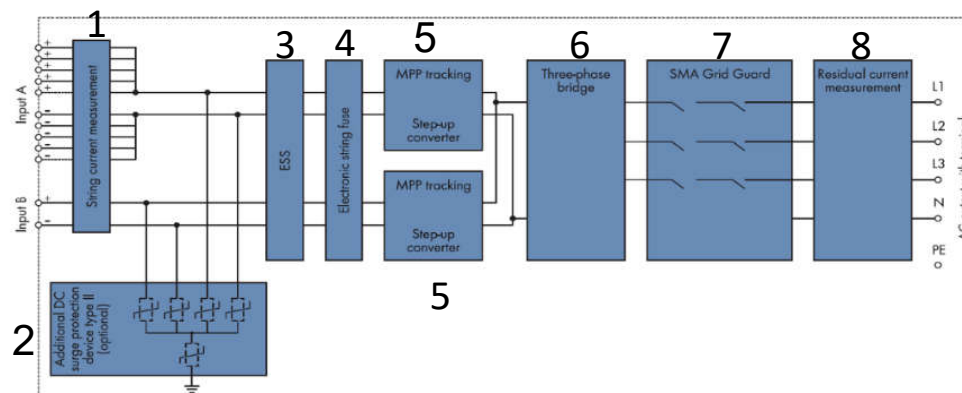
STRINGMÉRETEZÉS





INVERTEREK FELÉPÍTÉSE

PÉLDA: SMA SUNNY TRIPOWER STP 10000TL (TRANSZFORMÁTOR NÉLKÜLI)

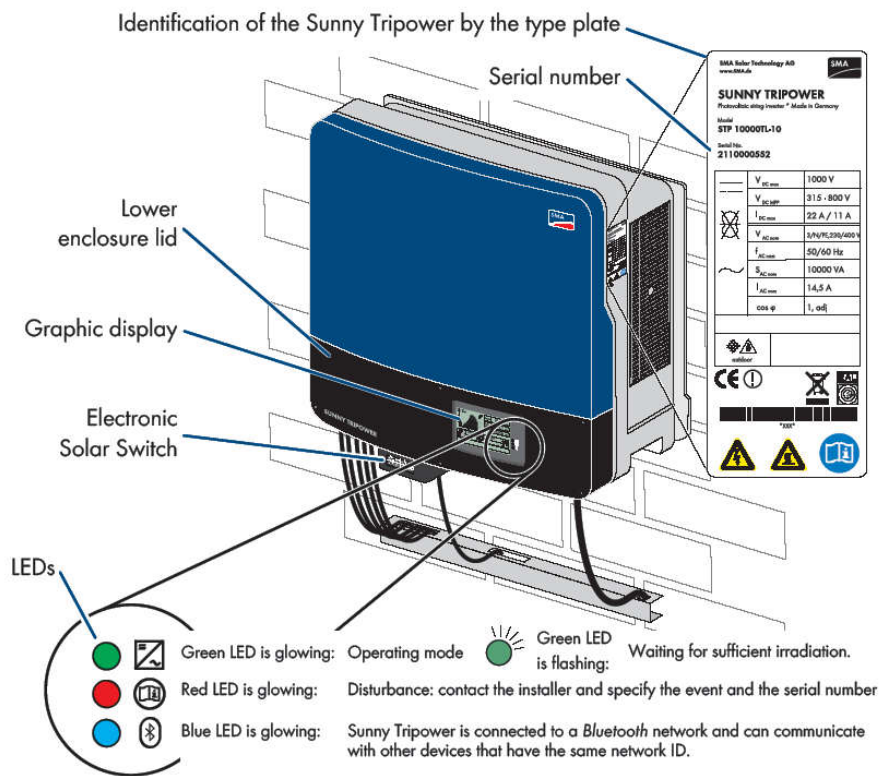


1. String Current measurement: Bementeti árammérés
2. Additional DC protection device II.: II. típusú túlfeszültség védelmi eszköz
3. ESS: Integrált egyenáramú terhelés leválasztó kapcsoló
4. Electronic string fuse: Elektronikus biztosíték
5. MPP tracking: (Maximum Power Point) Átalakító, mely biztosítja minden munkaponton, hőmérsékletet függő a maximális hatásfokot.
6. Three-phase bridge: Háromfázisú híd áramkör
7. SMA Grid Guard: Hálózati szinkron kapcsoló és védelmi trendszer
8. Residual current measurement: Maradék áram (hibaáram) mérés

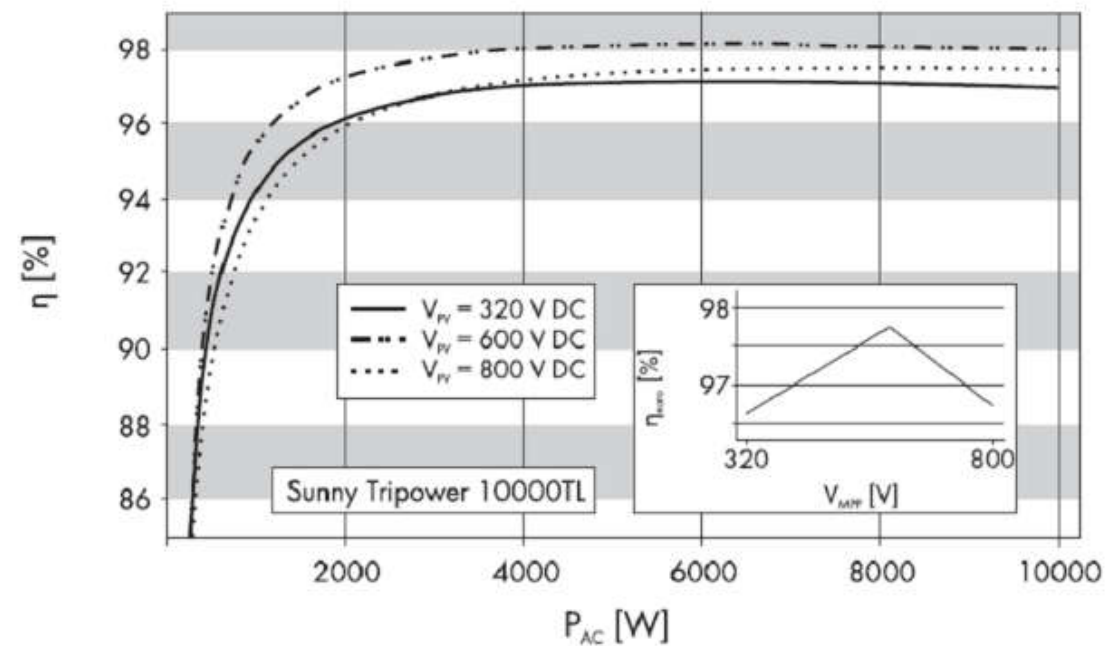


INVERTER HATÁSFOK

SMA INVERTER



Efficiency



Peak efficiency	η_{max}	98.1 %
European efficiency	η_{euro}	97.7 %



INVERTER MŰSZAKI ADATOK



Megjegyzés: A paraméterek változtatásának jogát a gyártó fenntartja!
Elemezzük a műszaki paramétereket!

Típus:	Sunny tripower STP 10000TL-10
Bemenet (DC)	
Max. Egyenáramú telj	10200 W
Max. DC feszültség	1000 V
MPP feszültségtartomány	320 V - 800 V
DC névleges feszültségű	1000 V
Min. DC feszültség / start feszültség	150 V / 188 V
Max. bemeneti áram / fűzések	A: 22 A, B: 11 A Összesen: 33 A
Bemenet száma: (MPP) / stringek per MPP tracker	2 / A: 4, B: 1
Belső fogyasztás:	<12,5 W



PÉLDA: INVERTER MŰSZAKI ADATOK



Kimenet (AC)	
AC névleges teljesítmény (@ 230 V, 50 Hz)	10000 W
Max. AC látszólagos teljesítmény	10000 VA
Névleges hálózati feszültség; tartományban	3 / N / PE, 230 V / 400 V
AC hálózati frekvencia / tartomány	50Hz, -6 Hz, +5 Hz
Névleges AC áram 230 V	14,5 A
Max. kimeneti áram	16 A
Teljesítmény tényező (cos ϕ)	-0,8 ind ...0,8 kapacitív (beáll: cos ϕ = 1)
Maximális rövidzárlati áram $I_{sc\ max\ AC}$	0,05 kA
Legnagyobb megengedett biztosító	40 A
Tesztfeszültség: szokásos teszt:	2,55 kV DC 1 s.
Tesztfeszültség: típusvizsgálat:	4,25 kV DC 5 s.
Túlfeszültség védelmi teszt:	10 kV
Belső fogyasztás éjszakai üzemmódban:	< 1W



PÉLDA SMA SUNNY TRIPOWER STP10000TL-10 MŰSZAKI ADATAIRA



Hatásfok	
Max. hatásfok / Euro-ETA	98,1% / 97,7%
Védelmi eszközök	
DC fordított polaritás védelem / vissz- watt védelem	igen / elektronikus
ESS szakaszolókapcsoló	igen
AC rövidzárlat elleni védelem	igen
Földzárlat ellenőrzés	igen
Hálózat monitoring (SMA Grid)	igen
Galvanikusan leválasztott / össz pólusú hibaáram ellenőrző egység	- / Igen
DC túlfeszültség védő II-es típusú	opcionális
String hibajelző	igen
Védelmi osztály / túlfeszültség kategória	I / III



AJÁNLOTT A TERVEZŐ PROGRAMSEGÉDLETEK HASZNÁLATA.

SMA INVERTER MÉRETEZÉS

Sunny Design - Sellye Naprómó

File Project Tools Help

Project: Sellye N
Copy of
Location: Budapest (3), Hungary

Project overview
PV peak power
Part p
Nomin.
PV Az
PV Az
3C
Nc
2C
Nc

Project data | **PV plant** | Cable dimensioning | Self-consumption | Overview | Print wizard

Cell temperature
-10 ... 85 °C

Orientation: Azimuth angle: 0°; Inclination: tracked
Mounting type: Integrated

Name: PV array 1
Manufacturer: ET Solar
PV module: ET-P660245
Setpoint: Number of PV modules: 21
 PV peak power: 5,15 kWp

STP 10000TL-10
Inverter: STP 10000TL-10
Number of inverters: 20

Max. DC power (cos φ = 1): 10,20 kW
Max. AC power: 10,00 kVA
Max. AC active power (cos φ = 1): 10,00 kW
AC connection: Three-phase
Max. efficiency: 98,1 %
Grid voltage: 230V (230V / 400V)
Displacement power factor cos φ: 1,00

Overview of inverters

	PV array 2 0 / 21	PV array 1 2040 / 21	PV peak power	Nominal power ratio	Energy usability factor
30 x STP 10000TL-10		2 x 20 (A)	294,00 kWp	104 %	100 %
20 x STP 10000TL-10		2 x 21 (A)	205,80 kWp	99 %	100 %

PV/Inverter compatible

Configuration	Input A	Input B
Inverter: STP 10000TL-10	PV array: PV array 1	
Independent inputs: 2	Number of PV modules (input): 42	
Max. DC power (cos φ = 1): 10,20 kW	Peak power (input): 10,29 kWp	
Min. DC voltage: 150 V (Grid voltage 230 V)	Typical PV voltage: 520 V ✓	
	Min. PV voltage: 454 V ✓	
Max. DC voltage (PV): 1000 V	Max. PV voltage: 881 V ✓	
Max. DC current (A/B): 22/11 A	Max. current of PV array: 16,6 A ✓	
Max. short-circuit current (A/B): 33/12,5 A	Max. PV short-circuit current: 17,7 A ✓	

PV array and type compatible. The r (max. DC power c by the peak power recommended ra

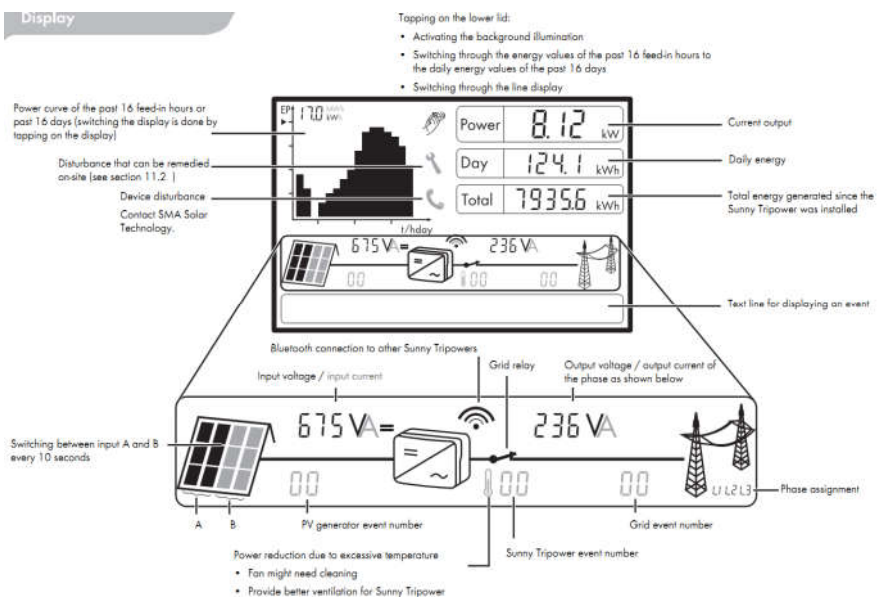
Project overvi...
Performance
Help



INFOKOMMUNIKÁCIÓS RENDSZEREK ALKALMAZÁSA

SMA INVERTER INFORMATIKÁJA

BELÉPÉS



Bluetooth	as standard
RS485, galvanically isolated	optional
Speedwire/Webconnect	optional
Multi-function relay	optional
Power Control Module	optional



INVERTEREKRE, NAPERŐMŰVES RENDSZEREKRE, INVERTEREKRE VONATKOZÓ SZABVÁNY ELŐÍRÁSOK II.

- **MSZ EN 61140:2003** Áramütés elleni védelem. A villamos berendezésekre és a villamos szerkezetekre vonatkozó közös szempontok (IEC 61140:2001) :2016Módosítva: 2016.10.01 (EN)
- **MSZ HD 60364-7-712:2006** Épületek villamos berendezéseinek létesítése Különleges berendezésekre vagy helyiségekre vonatkozó követelmények. Napelemes (PV) energiaellátó rendszerek.
2019. április 8-ig még érvényes.
- **ÚJ! MSZ HD 60364-7-712:2016 Kisfeszültségű villamos berendezések 7-712. rész: Különleges berendezésekre vagy helyekre vonatkozó követelmények. Napelemes (PV-) rendszerek**
Hatályos 2016. szeptember 1.-től
Az MSZ HD 60364-7-712:2006 2. helyett, amely azonban 2019. április 8-ig még érvényes.



INVERTEREKRE, NAPERŐMŰVES RENDSZEREKRE, INVERTEREKRE VONATKOZÓ SZABVÁNY ELŐÍRÁSOK II.

- **[MSZ HD 60364-4-41:2007](#)** Kisfeszültségű villamos berendezések. 4-41. rész: Biztonság. Áramütés elleni védelem (IEC 60364-4-41:2005, módosítva) ICS: 91.140.50 Villamosenergia-ellátó rendszerek
- **[MSZ HD 60364-4-42:2015](#)** Kisfeszültségű villamos berendezések. 4-42. rész: Biztonság. Hőhatások elleni védelem (IEC 60364-4-42:2010, módosítva) ICS: 91.140.50 Villamosenergia-ellátó rendszerek; 29.120.50 Olvadóbiztosítók és egyéb, túláram ellen védő készülékek
- **[MSZ EN 62109-1:2011](#)** Angol nyelvű! Fotovillamos (PV) energetikai rendszerek teljesítményátalakítóinak biztonsága. 1. rész: Általános követelmények (IEC 62109-1:2010) ICS: 27.160 Napenergia
- **[MSZ EN 62109-2:2012](#)** Angol nyelvű! Fotovillamos (PV) energetikai rendszerek teljesítményátalakítóinak biztonsága. 2. rész: Az átalakítók egyedi követelményei (IEC 62109-2:2011) ICS: 27.160 Napenergia
Megjelenés dátuma: 2012-03-01



INVERTEREKRE, NAPERŐMŰVES RENDSZEREKRE, INVERTEREKRE VONATKOZÓ SZABVÁNY ELŐÍRÁSOK III.

- **MSZ EN 62109** Angol nyelvű! Fotovillamos (PV) energetikai rendszerek teljesítmény-átalakítóinak biztonsága. (2 részes)
- **MSZ EN 61727:1998** Angol nyelvű! Fotovillamos (PV) rendszerek. A közműinterfész jellemzői (IEC 1727:1995)
- **MSZ EN 62116:2011** Angol nyelvű! Eljárás közcélú hálózatra kapcsolt fotovillamos átalakítók szigetképződés-gátló intézkedéseinek vizsgálatára (IEC 62116:2008, módosítva)
- **MSZ EN 61000-6-2:2007** EMC Elektromágneses zavartűrés



**MEGJELENT A HD 60364-7-712:2016! Angol nyelvű, de érvényes Magyar Szabvány.
Az alábbi jelentős műszaki változásokat tartalmazza a HD 60364-7-712:2006.-hoz képest:**

- a hatályát úgy módosították, **hogy további magyarázatot** tartalmaz a PV villamos rendszerekre;
- **A fogalom meghatározások és technikai meghatározók frissültek, bővültek;**
- **A biztonsággal** kapcsolatos követelmények **összhangba kerülnek** a harmonizált dokumentum legújabb verziói az **MSZ HD 60364-4** sorozatával, különösen a biztonsággal kapcsolatos védelemmel;
- **A számítási alapelvek a védelmi berendezések kiválasztásának elve összhangba került a PV modulok termékszabványaival;**
- Ahol a HD 60364-4-443-as szabvány nem alkalmazható, ott kockázatértékelési módszer bevezetésre került;
- **A különböző szereplők (karbantartó személyzet, ellenőrök, közcélú hálózat üzemeltetők, sürgősségi szolgáltatások, stb) részére egy figyelmeztető jelet vezettek be, a napelem telepítési helyén, az épület szükséges helyein, a biztonságot céljából.**
- Túl feszültség-védelmi **eszközök és a kiválasztás módja megtalálható;**
- **B. melléklet számítási módszert biztosít U_{OC-MAX} és I_{SC-MAX} részére**



HD 60364-7-712:2016 SZABVÁNY TARTALOMJEGYZÉKE I.

Európai előszó

Bevezetés

712 Fotovoltaikus rendszerek (PV-generátor)

712.1 Hatálya

712.2 Rendelkező hivatkozások

712.3 Kifejezések és meghatározások

712.4 Védelem a biztonság céljából

712.41 Áramütés elleni védelem

712.410 Bevezetés

712.412 Védelmi intézkedés: dupla vagy megerősített szigetelés

712.414 Védelmi intézkedés: törpefeszültség által, SELV- és PELV

712.42 Hőhatás elleni védelem

712.421 Védelem az elektromos berendezések tűz által okozott káraitól



HD 60364-7-712:2016 SZABVÁNY TARTALOMJEGYZÉKE II.

712.43 Túláram elleni védelem

712.431 követelmények, az áramkörök jellege szerint

712.432 Védelmi eszközök jellege

712.433 Túlterhelési áram elleni védelem

712.434 Zárlati áram elleni védelem

712.44 Védelem feszültség zavarok és elektromágneses zavarok ellen

712.443 Védelem légköri eredetű vagy kapcsolási a túlfeszültségek ellen

712.5 Elektromos berendezések kiválasztása és szerelése

712.51 Közös szabályok

712.511 A szabványoknak való megfelelés

712.512 Működési feltételek és a külső hatások

712.513 Megközelíthetőség

712.514 Azonosítás



HD 60364-7-712:2016 SZABVÁNY TARTALOMJEGYZÉKE III.

712.52 Vezeték rendszerek

712.521 Kábelezési rendszerek típusai

712.523 áram-vezetők kapacitása

712.525 Fogyasztói berendezések feszültségesése

712.526 Elektromos kapcsolások

712.53 védelem, elszigetelés, kapcsolás, ellenőrzés és monitoring

712.531 Eszközök (készülékek) hibavédelme automatikus lekapcsolással

712.532 eszközök a tűz veszélye elleni védelemre

712.533 Eszközök túláram elleni védelemre

712.534 Védelmi eszközök a túlfeszültségek ellen

712.537 Eلسzigetelés és lekapcsolás

712.54 Megoldások védővezető földelésére

712.542 Földelési megoldások

712.6 Igazolás, dokumentálás



HD 60364-7-712:2016 SZABVÁNY MELLÉKLETEK

A. melléklet (tájékoztató jellegű) Példa egy egyszerű vagy párhuzamosan kapcsolt multistringes PV sorra

B. melléklet (normatív) $U_{OC\ MAX}$ és $I_{SC\ -\ MAX}$ kiszámítása

B.1 melléklet $U_{OC\ MAX}$ kiszámítása

B.2 melléklet $I_{SC\ -\ MAX}$ kiszámítása

C. Melléklet (tájékoztató) példák különböző SPD-k (túlfesz korlátozók) szerelése

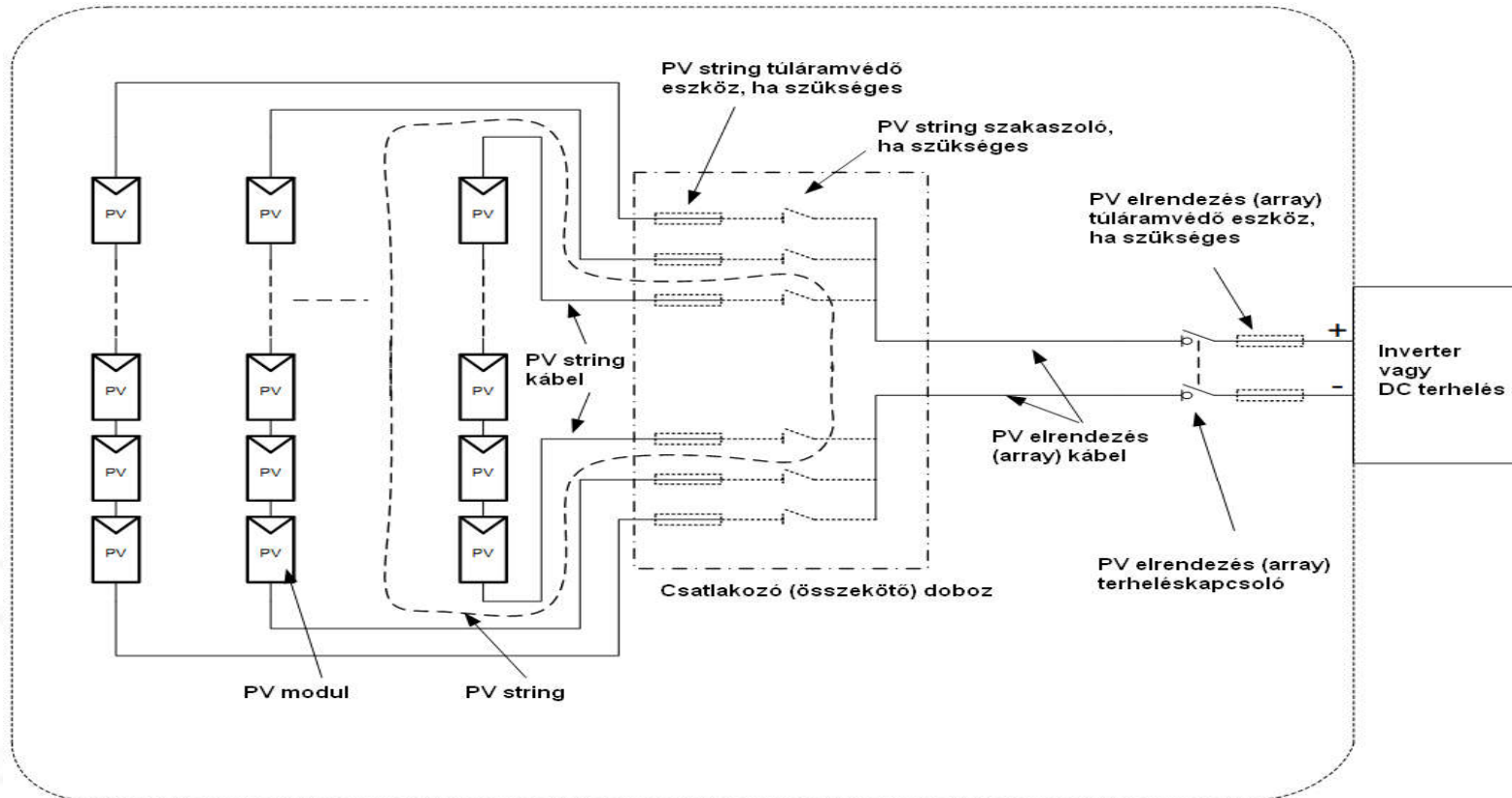
D. Melléklet (normatív) speciális nemzeti feltételek

Irodalom .



PÉLDÁK A HD 60364-7-712:2016 SZABVÁNY ALKALMAZÁSRA

Egy sztringes vagy párhuzamosan csatlakoztatott több sztringes PV elrendezés



Jelmagyarázat

- Elemek, amelyek nem minden esetben szükségesek
- - - - - Burkolat
- - - - - Rendszer vagy alrendszer határa



PÉLDÁK HD 60364-7-712:2016 SZABVÁNY ALKALMAZÁSRA

Az $U_{OC\ MAX}$ számítása

Az $U_{OC\ MAX}$ érték egy terheletlen (üresjárású) PV modul, PV string, vagy PV elrendezés maximális feszültségét adja meg, amely a következő képlettel számítható:

$$U_{OC\ MAX} = K_U * U_{OC\ STC}$$

A K_U korrekciós tényezővel a modulok üresjárási feszültségének változása miatt kell számolni, amely függ a telepítés helyén legalacsonyabb környezeti hőmérséklettől (T_{min}), valamint a PV modul gyártója által megadott U_{OC} -re vonatkozó **hőmérséklet-változási együtthatótól** (αU_{OC}):

$$K_U = 1 + (\alpha U_{OC} / 100) * (T_{min} - 25)$$

ahol

αU_{OC} a modul U_{OC} -re vonatkozó hőmérséklet-változási együtthatója $\%/^{\circ}C$ -ban;

T_{min} a PV rendszer telepítésének helyén előforduló legalacsonyabb hőmérséklet $^{\circ}C$ -ban

αU_{OC} egy negatív tényező, amelyet a PV modul gyártója ad meg $mV/^{\circ}C$ -ban vagy $\%/^{\circ}C$ -ban.

Ha az αU_{OC} értéket $mV/^{\circ}C$ formában adják meg, akkor $\%/^{\circ}C$ formába a következő képlettel átszámítható:

$$\alpha U_{OC} (\%/^{\circ}C) = 0,1 * \alpha U_{OC} (mV/^{\circ}C) / U_{OC\ STC_Module} (V)$$



PÉLDÁK HD 60364-7-712:2016 A SZABVÁNY ALKALMAZÁSRA

Az $U_{OC\ MAX}$ számítása

Ha az αU_{OC} értékét mV/°C formában adták meg.

$$\alpha U_{OC} (\%/^{\circ}C) = 0,1 * \alpha U_{OC} (mV/^{\circ}C) / U_{OC\ STC_Module} (V)$$

Polikristályos modul, $U_{OC\ STC_Module} = 38,3\ V$

$$\alpha U_{OC} = -133\ mV/^{\circ}C \rightarrow \alpha U_{OC} = (0,1 * -133\ mV/C^{\circ}) 38,3\ V = -0,35\ \%/^{\circ}C$$

$$T_{min} = -15\ ^{\circ}C \rightarrow (T + -25) = -40\ ^{\circ}C$$

$$K_U = 1 + (\alpha U_{OC} / 100) * (T_{min} - 25) = 1 + (-0,35 / 100) * -40 = 1,14$$

$$U_{OC\ MAX} = K_U * U_{OC\ STC} = 1,14 * 38,3 = \underline{43,7V}$$

A αU_{OC} értéke a PV modul technológiájától függően eltérő lehet.

Az $I_{SC\ MAX}$ számítása

A PV modul, PV string, PV al-elrendezés vagy PV elrendezés maximális rövidzárási áramát a következő képlettel számíthatjuk:

$$I_{SC\ MAX} = K_I * I_{SC\ STC}$$

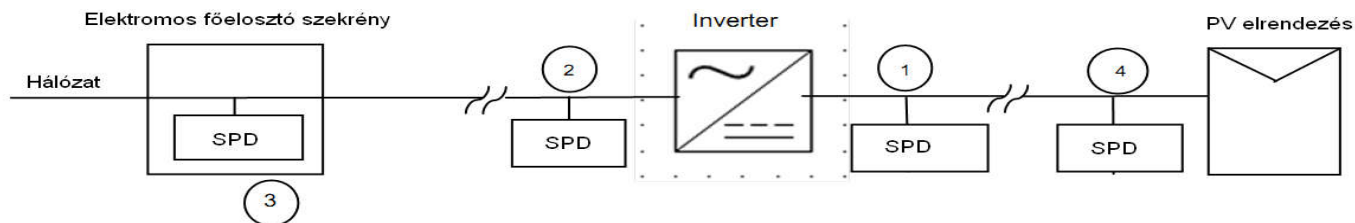
K_I minimum értéke 1,25.

Bizonyos esetekben a környezeti tényezőket figyelembe véve a K_I értéke megnövelendő. (Például megnövekedett reflexió vagy nagyobb besugárzási intenzitás esetén).



PÉLDÁK HD 60364-7-712:2016 A SZABVÁNY ALKALMAZÁSRA

Túlfeszültség-védelmi eszközök (SPD) beépítésére különböző esetekben



Esetek	SPD a (3) –as jelölésű helyen	SPD a (2) –es jelölésű helyen	SPD az (1) és (4) -es jelölésű helyeken
SPD-k beépítése, ha nincs villámvédelem kiépítve	2-es típusú SPD van előírva a HD 60364-5-53 és az EN 61643-11 szabvány szerint	2-es típusú SPD van előírva az EN 61643-11 szabvány szerint	2-es típusú SPD van előírva az EN 50539-11 szabvány szerint
SPD-k beépítése, ha az épületnek van meglévő villámvédelme és a védelmi távolság betartható	1-es típusú SPD van előírva a HD 60364-5-53 és az EN 61643-11 szabvány szerint	2-es típusú SPD van előírva az EN 61643-11 szabvány szerint	2-es típusú SPD van előírva az EN 50539-11 szabvány szerint
SPD-k beépítése, ha az épületnek van meglévő villámvédelme és a védelmi távolság nem tartható be	1-es típusú SPD van előírva a HD 60364-5-53 és az EN 61643-11 szabvány szerint	1-es típusú SPD van előírva az EN 61643-11 szabvány szerint	2-es típusú SPD van előírva az EN 50539-11 szabvány szerint



**INVERTEREKRE, NAPERŐMŰVES RENDSZEREKRE, INVERTEREKRE VONATKOZÓ,
A BELÜGYMINISZTER 54/2014 (XII.5) BM RENDELETE
Az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról**

- 48. Napelemek
- 87. § (1) A napelem modulok közvetlen közelében, a DC oldalon villamos távműködtetésű és kézi lekapcsolási lehetőséget kell kialakítani.
- (2) A távkioldó egység kapcsolóját az építmény villamos tűzeseti főkapcsolója közvetlen közelében kell elhelyezni.
- (3) A kapcsoló felett „napelem lekapcsolás” feliratot kell elhelyezni.
- (4) Abban az esetben, ha az épület homlokzatán helyezik el a napelemet, az épületre vonatkozó homlokzati tűzterjedési határértéket kell teljesíteni.
- (5) Napelemes tetőfedés alkalmazása esetén a tetőfedésnek a héjalásokra vonatkozó tűzvédelmi követelményeket is teljesítenie kell.



Tűzvédelmi Műszaki Irányelv
Azonosító: TvMI 7.2:2016.07.01.

**Villamos berendezések, villámvédelem és elektrosztatikus feltöltődés
elleni védelem**

- A TvMI alkalmazása önkéntes!
- A TvMI alkalmazást úgy kell tekinteni, hogy azzal az OTSZ vonatkozó követelményei teljesülnek, az OTSZ által elvárt biztonsági szint megvalósul.
- Letölthető: www.katasztrofavedelem.hu
- http://www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/otsz/villamos_tvmi_20160701.pdf



Tűzvédelmi Műszaki Irányelv
Azonosító: TvMI 7.2:2016.07.01.
Napelemes rendszerekre vonatkozó előírás

Napelem modulok (az OTSZ előírásainak szempontjából):

Az épületen telepített napelemes (PV) rendszer egyenáramú (DC) részének az egyenáramú (DC) kábelezés épület belső terébe történő belépési pontjáig terjedő elemeinek összessége;

beleértve a napelem táblákat (a szabvány szerinti definíció értelmében PV-modulokat),

az egyenáramú kábelezést,

valamint az esetlegesen itt elhelyezett védelmi és kapcsolókészülékeket tartalmazó napelem csatlakozó dobozokat.



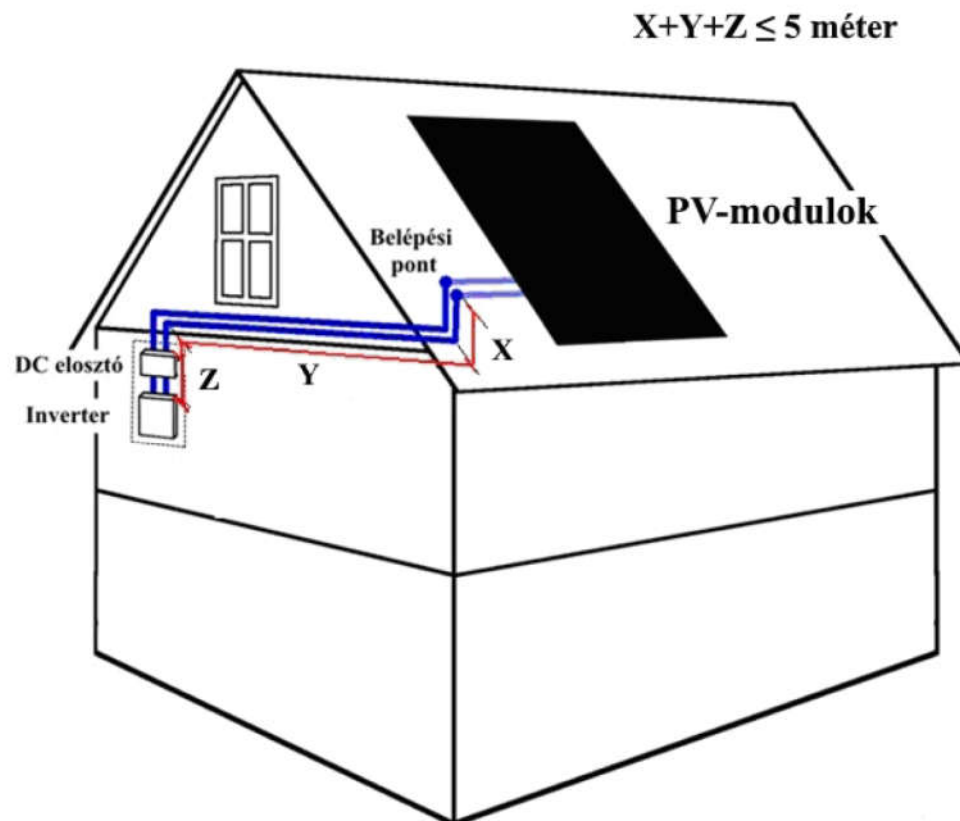
Tűzvédelmi Műszaki Irányelv
Azonosító: TvMI 7.2:2016.07.01.
Tűzeseti lekapcsolás AC oldal

A napelemes rendszer AC-oldalán teljesül a jogszabály tűzeseti lekapcsolásra vonatkozó előírása, ha az inverter(ek) megfelel(nek) a vonatkozó szabvány (MSZ EN 62116 szerinti) követelményeknek.

Az MSZ EN 62116 szabvány szerinti követelményeit teljesítő inverterek olyan belső védelemmel rendelkeznek, amely a (köz célú, tápoldali AC) villamos hálózat kikapcsolásakor, kiesésekor az invertert automatikusan leválasztja az AC hálózatról.



Tűzvédelmi Műszaki Irányelv 6.2.2.2 Tűzeseti lekapcsolás DC oldal



1. ábra

ADC oldali vezetékek lekapcsolására vonatkozó követelményének kielégítésére elfogadható műszaki megoldás:

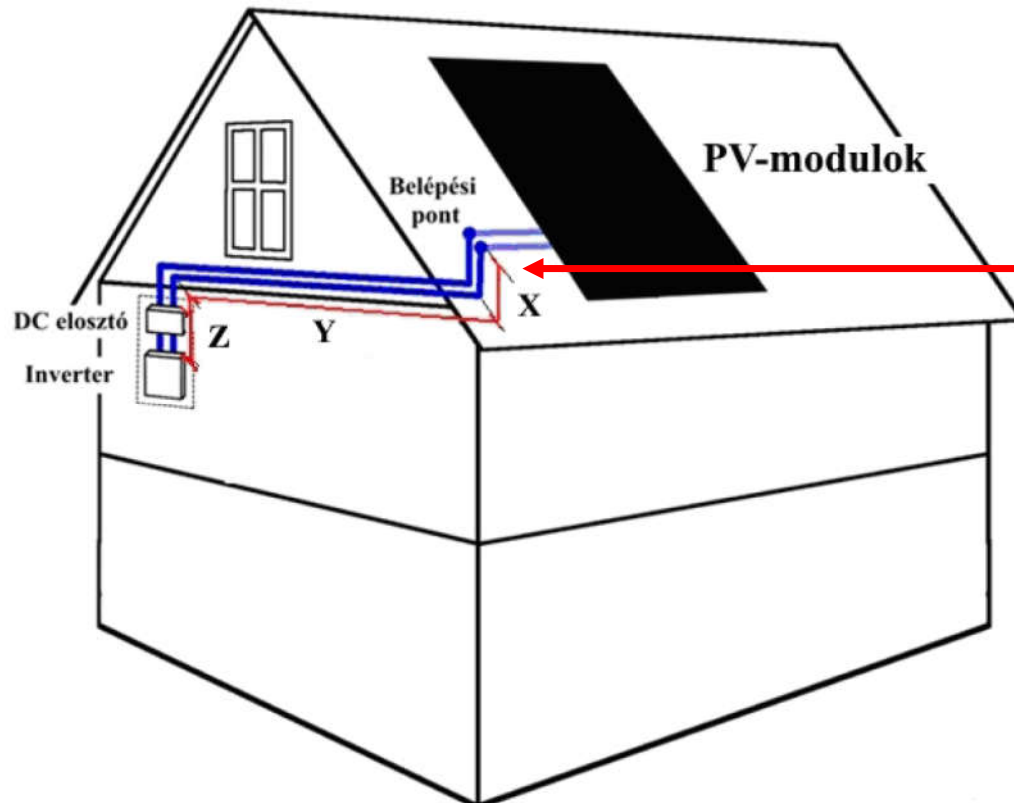
Az inverterbe épített DC oldali leválasztás, ha az adott DC kábel épületbe való belépési pontjától indult **belső DC nyomvonal teljes hossza nem haladja meg az 5 métert**

és nem halad át egymás feletti/alatti egynél több szinten, idegen tulajdonon, bérleményen, tűzszakaszon.



Tűzvédelmi Műszaki Irányelv 6.2.2.2 Tűzeseti lekapcsolás DC oldal

$$X+Y+Z \leq 5 \text{ méter}$$



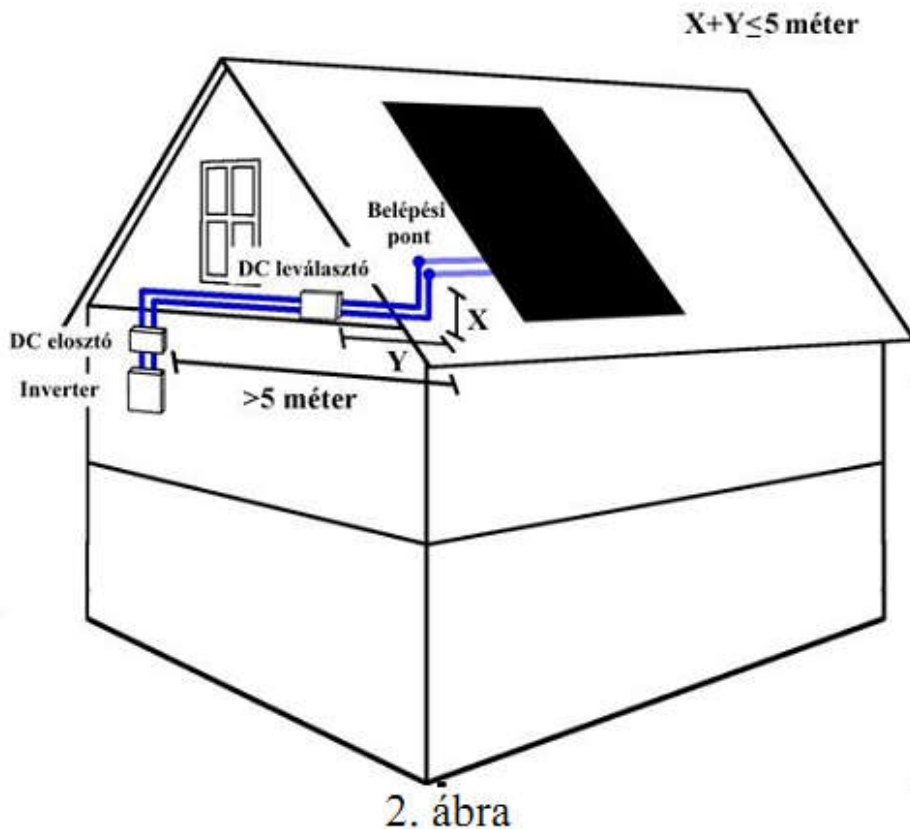
A belépési pontnak kell tekinteni azt az átvezetést is, ha a DC- nyomvonal nem megy át az adott tetőszerkezet, födém szerkezet teljes rétegrendjén.

Például a tetőhéjaláson átvezetik a DC-kábelt, de a belső burkolat felett vezetik tovább.

1. ábra



Tűzvédelmi Műszaki Irányelv 6.2.2.3 Tűzeseti lekapcsolás DC oldal



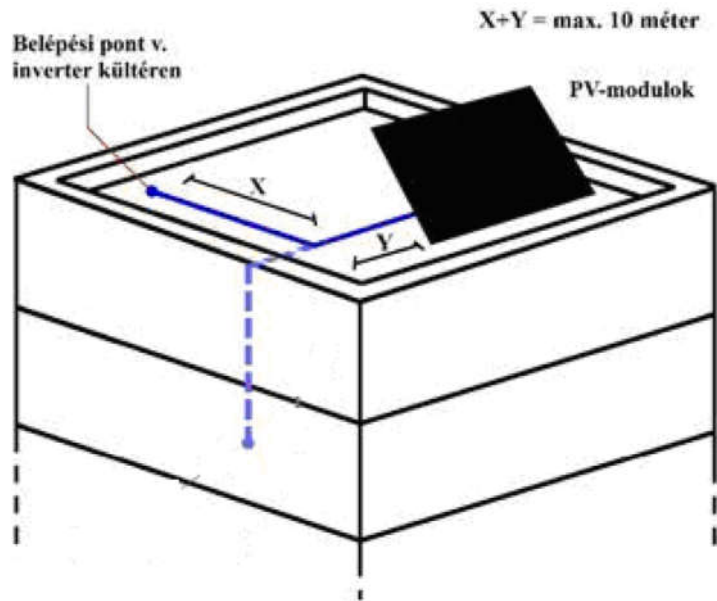
Amennyiben 6.2.2.2 pontban meghatározott bármely feltétel nem teljesül, a DC kábelszakaszon leválasztás elhelyezése szükséges.

A DC leválasztás elhelyezése lehetséges az épületen kívüli és az épületen belüli kábelszakaszon.

Abban az esetben, ha az **épületen belül** kerül elhelyezésre, **akkor** a lekapcsolandó DC kábel épületbe való belépési pontjától a nyomvonal hosszán mért legfeljebb **5 m** – en **belül** kell telepíteni.



Tűzvédelmi Műszaki Irányelv 6.2.2.4 Tűzeseti lekapcsolás DC oldal



Oldalfalon történő levezetés esetén a DC-részt képező PV-modulok közelében (vagy tartószerkezetén) van elhelyezve.

DC-leválasztást az épületen kívül és a PV-modulok közelében (pl. a PV-modulok tartószerkezetén) kell elhelyezni, ha a napelemes rendszer részét képező a PV-modulok által lefedett terület(ek) legközelebbi pontja és az épület belépési pontja vagy a kültéren elhelyezett inverter DC-csatlakozása közötti DC-kábelszakasz teljes hossza több mint 10 m. (3.ábra).

Ebben az esetben a leválasztást úgy kell elhelyezni, hogy az a napelemes rendszer részét képező PV-modulok által lefedett terület(ek) legközelebbi pontjától mérve, azokhoz a lehető legközelebb, de legfeljebb 10 méteren belülre kerüljön.



Tűzvédelmi Műszaki Irányelv: 6.2.2.4 DC leválasztó készülék Előírások I.

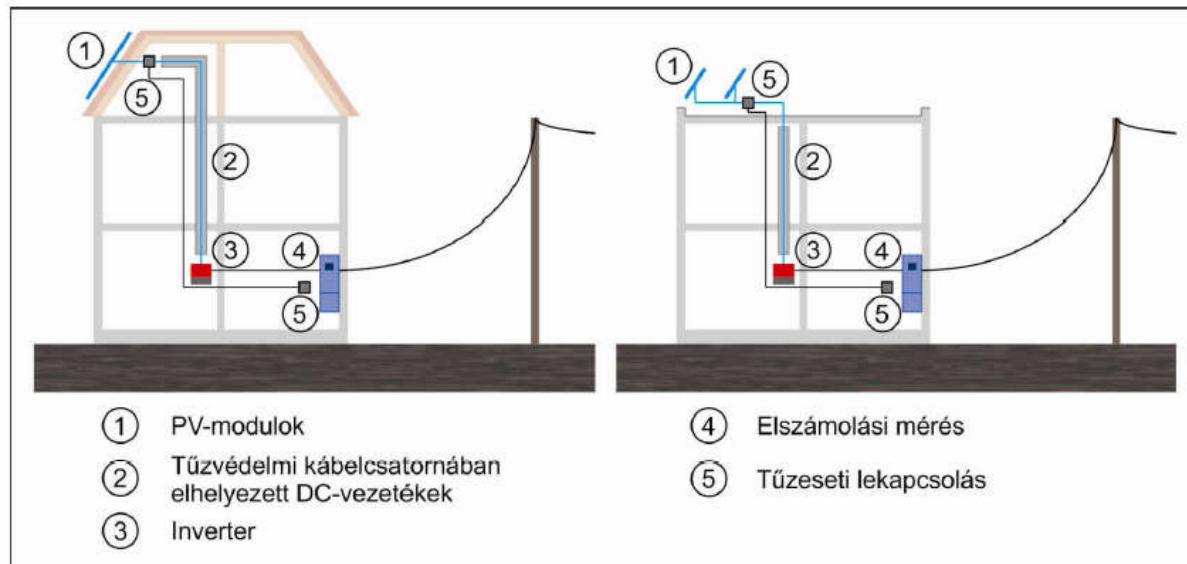
A DC leválasztónak megfelel az a készülék, amely legalább szakaszoló-kapcsoló **(terhelés-szakaszoló)** és **távlekapcsolási funkcióval** rendelkezik. A DC leválasztó készülék távlekapcsolásának módja:

- amennyiben az épület **rendelkezik tűzoltósági vezérlő tablóval (TVT)**, akkor a távlekapcsolást erről a **tablóról kell megvalósítani**,
- amennyiben **nincs** tűzoltósági vezérlő tabló **(TVT)**, úgy a távlekapcsolási hely (azaz tűzeseti PV távlekapcsolási hely) az épület vagy több épületrészből álló létesítmény esetén a vonatkozó épületrész bejáratának közelében van. Amennyiben ez nem betartható, a **bejáráttal** azonos szinten, ahhoz legközelebb, de nem messzebb, mint **15 méteren belül**, kezelhető módon és magasságban legyen elhelyezve.
- lakóegységhez rendelt napelemes rendszer esetén elfogadható, hogy a lakóegységhez tartozó hálózati engedélyes előírásai szerint kialakított **elszámolási fogyasztásmérő helynél** kerül kialakításra a tűzeseti PV távlekapcsolási hely.



Tűzvédelmi Műszaki Irányelv: 6.2.2.4 távlekapcsolás helye, módja

- lakáscélú épületeknél elfogadható megoldás továbbá, ha az épület vagy épületrész központi hálózati engedélyes előírásai szerint kialakított elszámolási **fogyasztásmérő helyénél kerül kialakításra** a tűzeseti PV távlekapcsolási hely.
- **AC oldali tűzeseti főkapcsoló lekapcsolásával** a DC oldali tűzeseti főkapcsoló működése is – külön készülék alkalmazása nélkül – megvalósuljon.



4.ábra



Nem építményre telepített napelemes rendszerek AC- és DC- oldali lekapcsolása

A földfelszínre telepített napelemes rendszerek AC-oldali tűzeseti lekapcsolása megfelelő, ha teljesül az épületre telepített rendszer AC oldali leválasztásának szabályaival.

Földfelszínre telepített napelemes rendszerek DC-oldali tűzeseti lekapcsolása: A DC-oldali vezetékek lekapcsolására vonatkozó követelményének kielégítésére elfogadható műszaki megoldás az inverterbe épített DC-oldali leválasztás, vagy a 6.5.1.1. pont szerinti követelményeknek megfelelő DC-leválasztó készülék elhelyezése. 6.5.1.1: A DC-leválasztónak megfelel az a készülék, amely legalább szakaszoló-kapcsoló (terhelés-szakaszoló) és távlekapcsolási funkcióval rendelkezik.

A DC-leválasztásnak megfelelő az a műszaki megoldás, ha a napelemes rendszer részét képező a PV-modulok által lefedett terület(ek) legközelebbi pontja és a DC- lekapcsolás telepítési pontja közötti DC-kábelszakasz teljes, föld felett vezetett hossza nem haladja meg a 10 métert.

DC-oldali kábelszakaszba a PV-modul saját (tartozék) kábele, valamint a PV-modulok által fedett területen és az attól legfeljebb 0,5 m-es távolságon belül haladó DC-kábelszakasz nem tartozik bele. DC-oldali föld feletti kábelszakaszba a kábelfektetés szabályainak betartásával földbe fektetett DC- kábelszakasz nem tartozik bele!



MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA ENERGETIKAI TAGOZAT

Ha **ki kell alakítani** a DC oldali lekapcsolhatósági lehetőséget milyen eszközzel és hogyan valósítsuk ezt meg?

Milyen feltételeknek kell megfelelnie a kapcsoló készüléknek?

- Legalább szakaszoló-kapcsoló (terhelés-szakaszoló) legyen
- Legyen alkalmas a fellépő DC üzemi áramok megszakítására
- Feleljen meg az MSZ EN 60364-7-712 szabványban foglalt DC 1000V-os követelménynek
- Rendelkezzen helyi és távlekapcsolási lehetőséggel
- Feleljen meg az OTSZ szerinti „Tűzeseti főkapcsoló” készülékre vonatkozó követelményeknek
 - alkalmas az üzemi áram megszakítására
 - segédeszköz (szerszám) nélkül lehetővé teszi a tűzeseti lekapcsolás elvégzését
 - tűzeseti beavatkozás során a tűzoltó számára kezelhető
 - elhelyezése, hozzáférhetősége révén lehetővé teszi a lekapcsolás elvégzését
 - azonosíthatósága és jelölése révén jól felismerhető

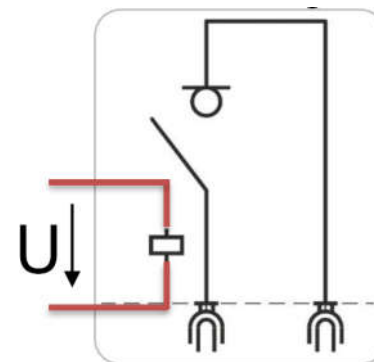


- TvMI Melléklet: Tűzeseti lekapcsolások.

Napelemes rendszerek DC-oldali tűzeseti lekapcsolására alkalmas eszközök

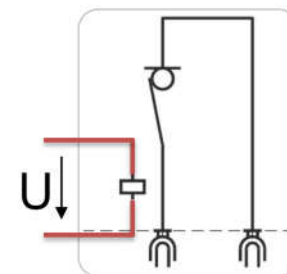
„Munkáramú” kapcsolások

-DC teljesítménykapcsoló, munkáramú kioldóval kombinálva. A kapcsoló a segédfeszültség **megjelenése** esetén kikapcsol.



„Nyugvóáramú” kapcsolások

-DC teljesítménykapcsoló, nullfeszültség kioldóval kombinálva. A kapcsoló a segédfeszültség **megszűnése** esetén kikapcsol.



Forrás: HENSEL



-DC teljesítménykapcsoló, **motoros hajtással**
A kapcsoló a segéd feszültség megszűnése esetén kikapcsol, újbóli megjelenése esetén bekapcsol.



Forrás: HENSEL

Megjegyzés:

A távlekapcsolás kialakítására a nyugvóáramú távműködtetési módok alkalmazása javasolt. Ilyen megoldás a feszültségcsökkenési kioldó, vagy az olyan motoros hajtás, amely a vezérlőfeszültség megszűntekor önműködően lekapcsol.



HENSEL ENYSUN megoldások:

- Kész megoldások már az OTSZ követelményeknek megfelelően is
- Akár kültéri, akár beltéri telepítésre
- MSZ HD 60364-7-712:2006; MSZ EN 61439-1-2:2012 megfelelésség
- Teljesíti az OTSZ-ben megfogalmazott, OKF által ellenőrzött elvárásokat



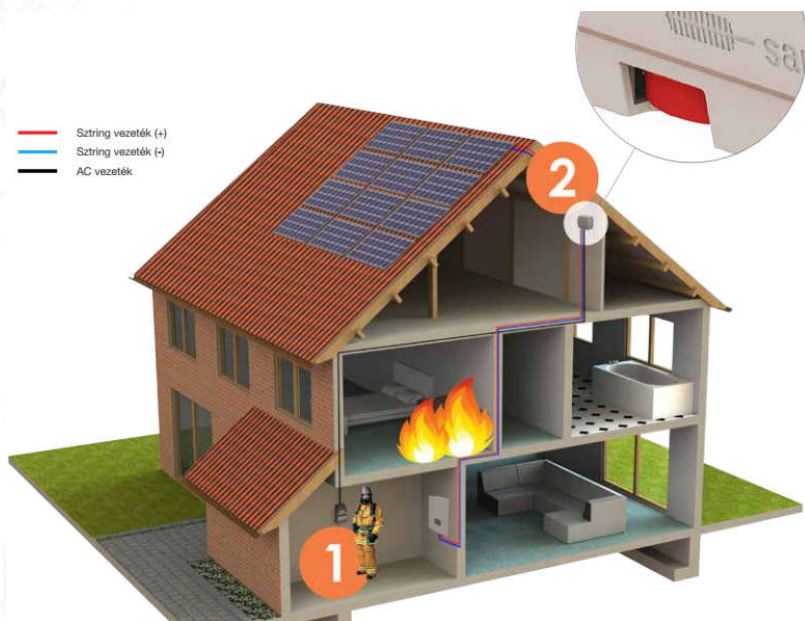
Forrás: HENSEL



SANTON LAKOSSÁGI TŰZVÉDELMI BIZTONSÁGI KAPCSOLÓ (DSF)

1. AC feszültség lekapcsolás

Tűz esetén a tűzoltó első teendője az AC tápellátás lekapcsolása. Ez teszi lehetővé a tűz eloltásának elkezdését az áramütés veszélye nélkül.



2. AUTOMATIKUS DC ÁRAMKÖR LEKAPCSOLÁS

Amint a tűzoltó lekapcsolja az AC tápellátást, a DSF érzékeli ezt. **Ha az AC tápellátás több mint 5mp-ig szünetel, a DSF automatikusan kikapcsolt állapotba kerül.** A DSF a napelemes mező közelében helyezkedik el, a DC nagy-feszültségű napelemes mező teljesen le lesz választva, így biztonságos körülményeket teremt a tűzoltóknak a házban lévő tűz oltásához.

A Santon hivatalos forgalmazója:



Tel: +36-1-4454-777

e-mail: info@tizstaenergiak.hu



SANTON LAKOSSÁGI TŰZVÉDELMI BIZTONSÁGI KAPCSOLÓ (DSF)

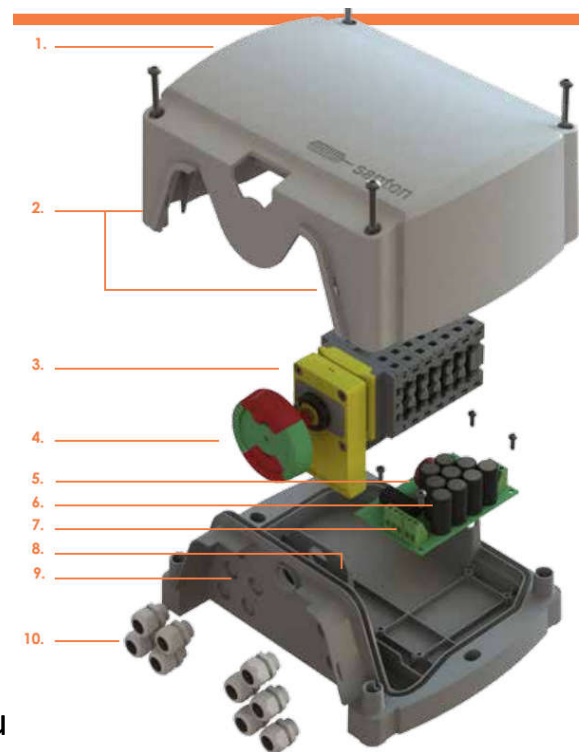
- Saját UPS táppal rendelkezik
- IP65 tokozás
- Motorikus X típusú DC kapcsoló
- Mechanikus kapcsoló állásjelzés
- Hőmérőszenzor (100 C°- nál kikapcsol)
- Nyomáskiegyenlítő szelep
- kondenzáció elkerülésére
- Működtető kapcsolóval is szerelhető
- 1 – 2 stringes kivitel

- Megfelelőség:
- MSZ EN 60364-7-712
- VDE-AR-E2100-712 (2013-05 verzió)
- OVE-Irányelv R11-1 (2013-03-01 verzió)



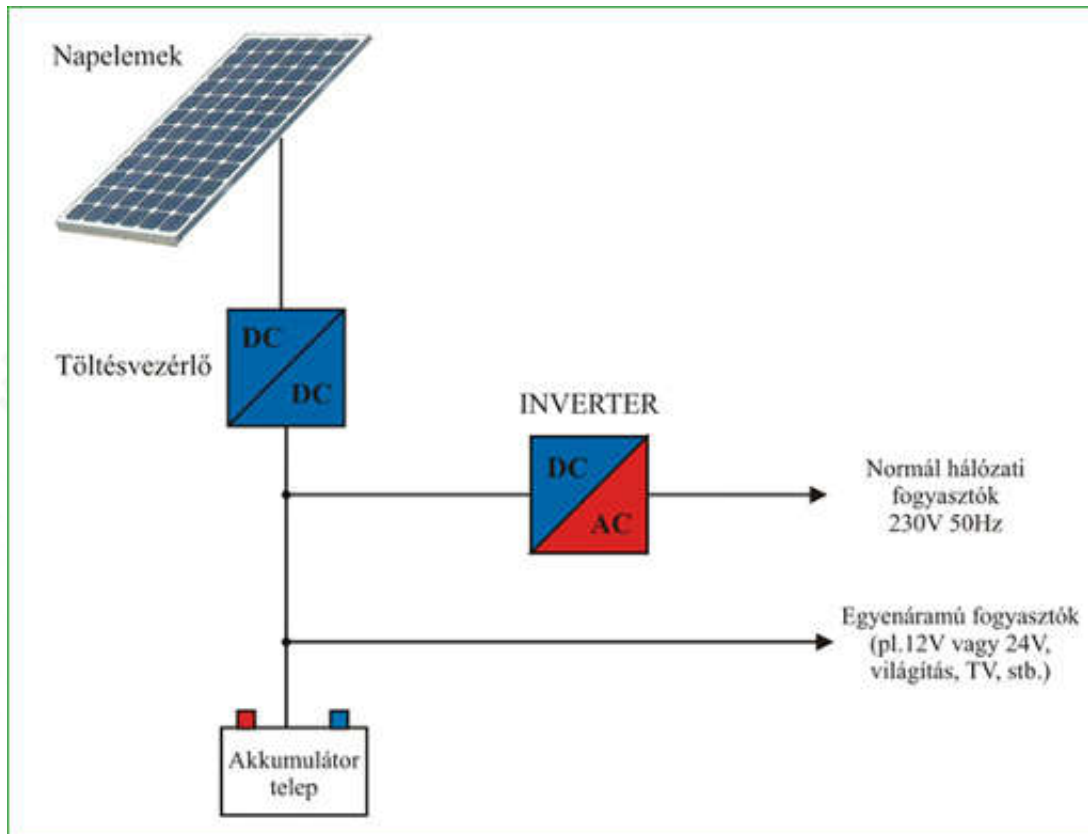
űbb

Forrás: www.tisztaenergiak.hu





Szigetüzemi napelem rendszer



Töltésvezérlő feladata:

- Töltési algoritmus meghatározása
- Akkumulátor túltöltés – mélykisülés megakadályozása – túlfeszültség- védelem
- Túláram – túlterhelés védelem
- Szulfátmentesítő üzemmód: (Impulzus töltés)
- Hőmérséklet kompenzált töltés
- MPPT (Maximális munkapont keresés)

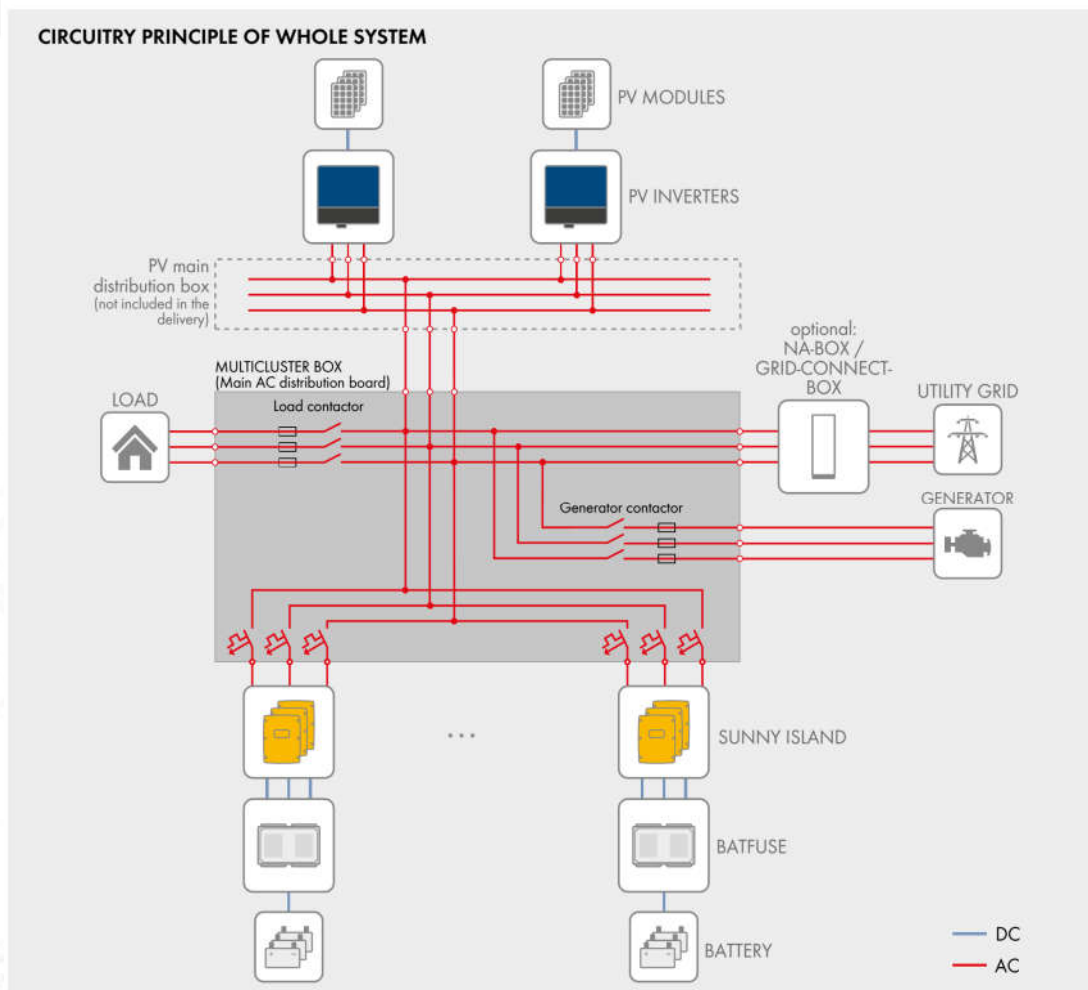
Inverter:

- Szigetüzemi inverter szükséges
- Frekvenciatartás saját szabályozás
- Egyedi védelmi rendszer
- Tilos összekapcsolni a közcélú hálózattal!

Jó példa: http://www.panelectron.hu/MPPT_napelemes_toltesvezerlok.html



Napelemes multicluster rendszer sémája



A rendszer feladata:

- A napelemek elsősorban a tárolókat töltik.
- Ha a tároló töltve van, és túltermelés van, akkor működik a hálózati értékesítés
- Ha a fogyasztás nagyobb, mint a termelés, akkor elsősorban a tárolóból történik a fogyasztás.
- Ha a tároló kifogyott, akkor történik a hálózatról a fogyasztás
- Ha hálózati üzemzavar van, és a tárolókban sincs energia, akkor bekapcsolódik a generátor.

Forrás:

KÖZCÉLÚ HÁLÓZATTAL EGYÜTTMŰKÖDŐ NAPERŐMŰVEK: CENTRALIZÁLT- DECENTRALIZÁLT RENDSZER

Centralizált inverteres rendszer	Decentralizált inverteres rendszer
<ul style="list-style-type: none"> • 1 vagy több központi inverter jól vezérelhető, mérhető, értékelhető 	<ul style="list-style-type: none"> • Több kisebb inverter szükséges a területen, nagyobb informatikai rendszer szükséges
<ul style="list-style-type: none"> • Olcsóbb inverter költség 	<ul style="list-style-type: none"> • A sok kisebb inverter nagyobb költség
<ul style="list-style-type: none"> • Nem kell AC gyűjtő, AC kábelezés 	<ul style="list-style-type: none"> • AC gyűjtők, AC kábelezés szükséges
<ul style="list-style-type: none"> • Lényegesen több DC kábelezés, DC gyűjtő kell 	<ul style="list-style-type: none"> • Kevesebb DC kábelezés szükséges, DC gyűjtő szükséges
<ul style="list-style-type: none"> • A felharmonikusokat deklarálja a gépkönyv 	<ul style="list-style-type: none"> • Külön elemezni kell az eredő felharmonikus termelést
<ul style="list-style-type: none"> • 1 inverter kiesése, hibája esetén tartós termeléskiesés történik 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 inverter kiesése, hibája esetén minimális kiesés, könnyebb a pótlás



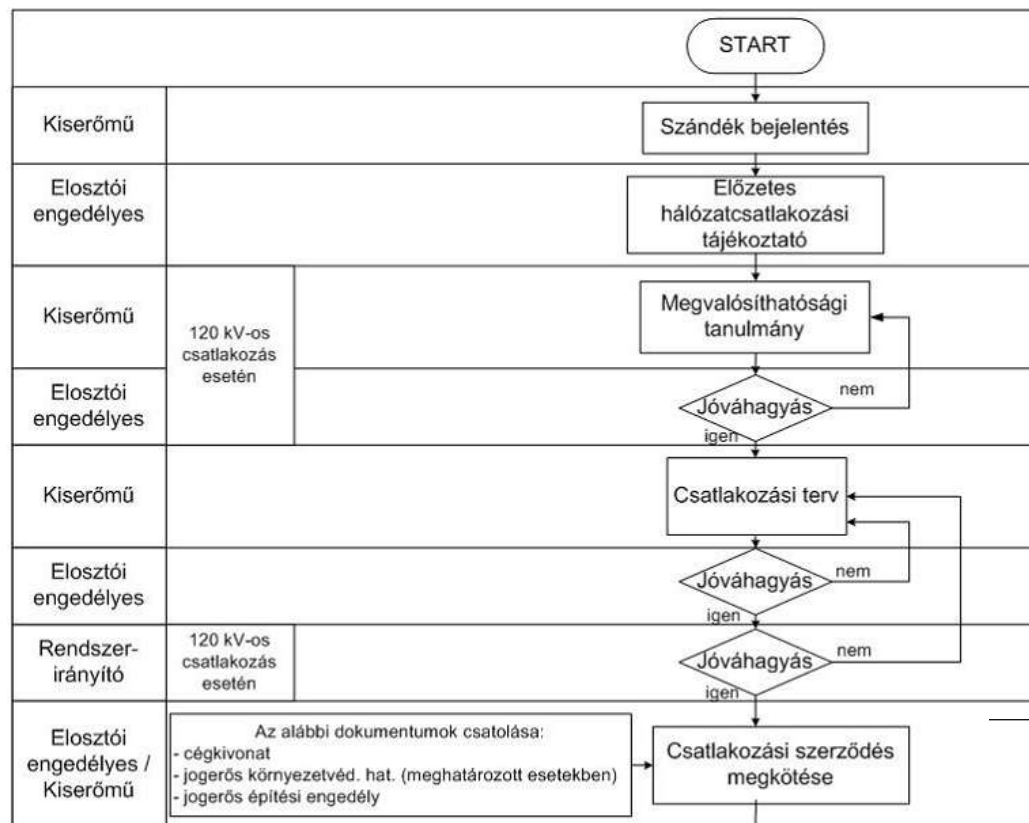
HÁLÓZATI CSATLAKOZÁS LEHETŐSÉGEI

KISERŐMŰ	HÁZTARTÁSI MÉRETŰ KISERŐMŰ
<p>2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról¹</p> <ul style="list-style-type: none">• 32.²⁷ <i>Kiserőmű</i>: 50 MW-nál kisebb névleges teljesítőképességű erőmű;	<p>2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról¹</p> <ul style="list-style-type: none">• 24.²⁰ <i>Háztartási méretű kiserőmű</i>: olyan, a kisfeszültségű hálózatra csatlakozó kiserőmű, melynek csatlakozási teljesítménye egy csatlakozási ponton nem haladja meg az 50 kVA-t;
<ul style="list-style-type: none">• ELOSZTÓI SZABÁLYZAT 6/A. SZ. MELLÉKLET: Kiserőművek elosztó hálózati csatlakozásának műszaki feltételei	<ul style="list-style-type: none">• ELOSZTÓI SZABÁLYZAT 6/B. SZ. MELLÉKLET: Háztartási méretű kiserőművek elosztó hálózati csatlakozásának műszaki feltételei

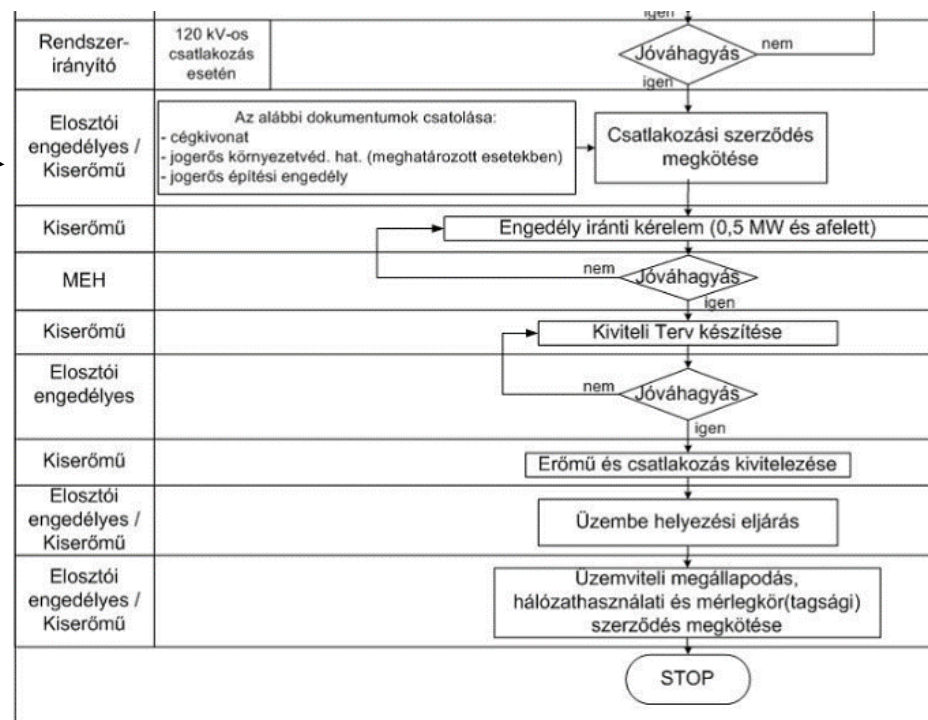


HÁLÓZATI CSATLAKOZÁS FOLYAMATA KISERŐMŰ ESETÉN

9.2 Kiserőmű telepítés engedélyezésének eljárási folyamata

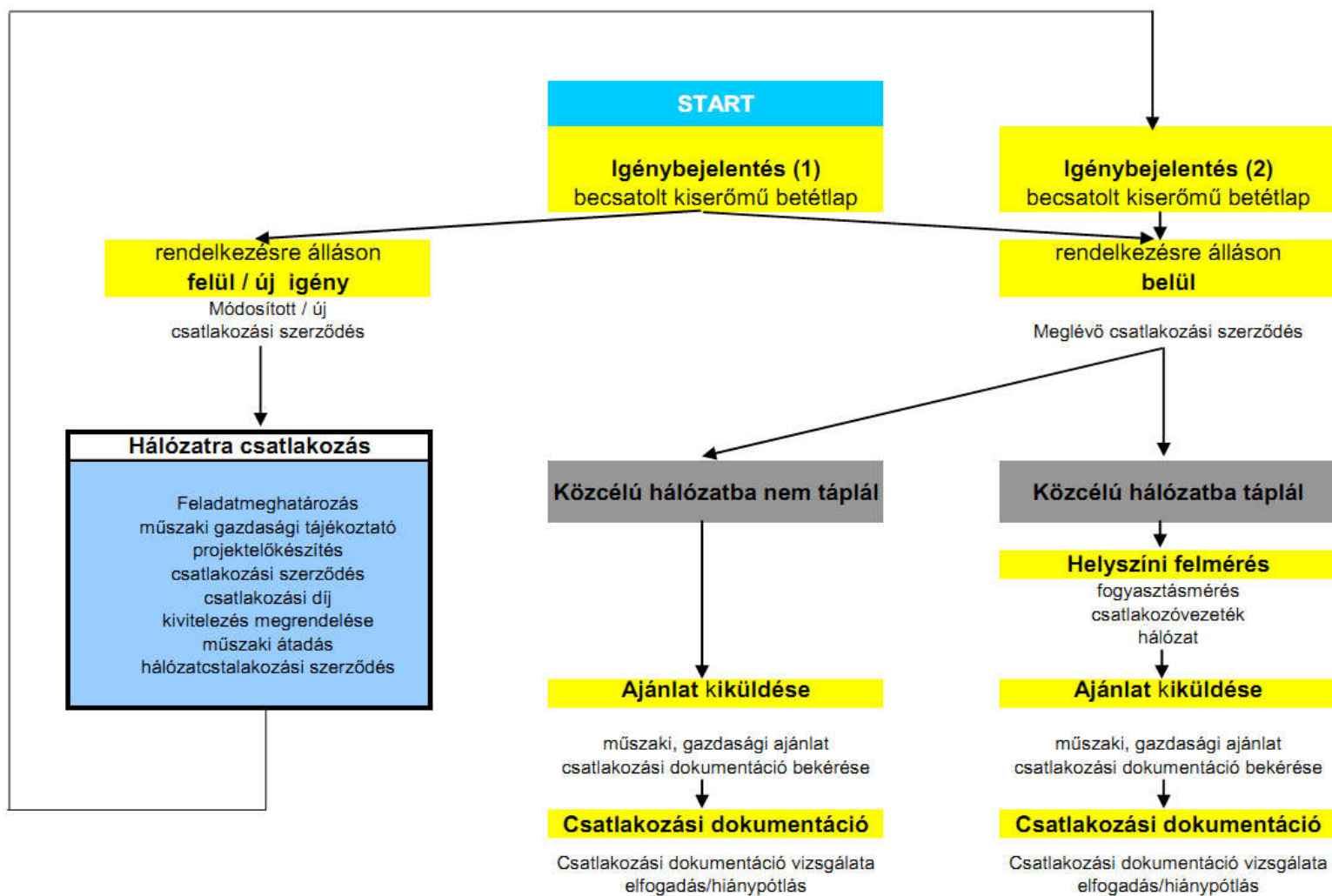


KIVONAT AZ ELOSZTÓI SZABÁLYZAT 6/A. SZ. MELLÉKLETBŐL:



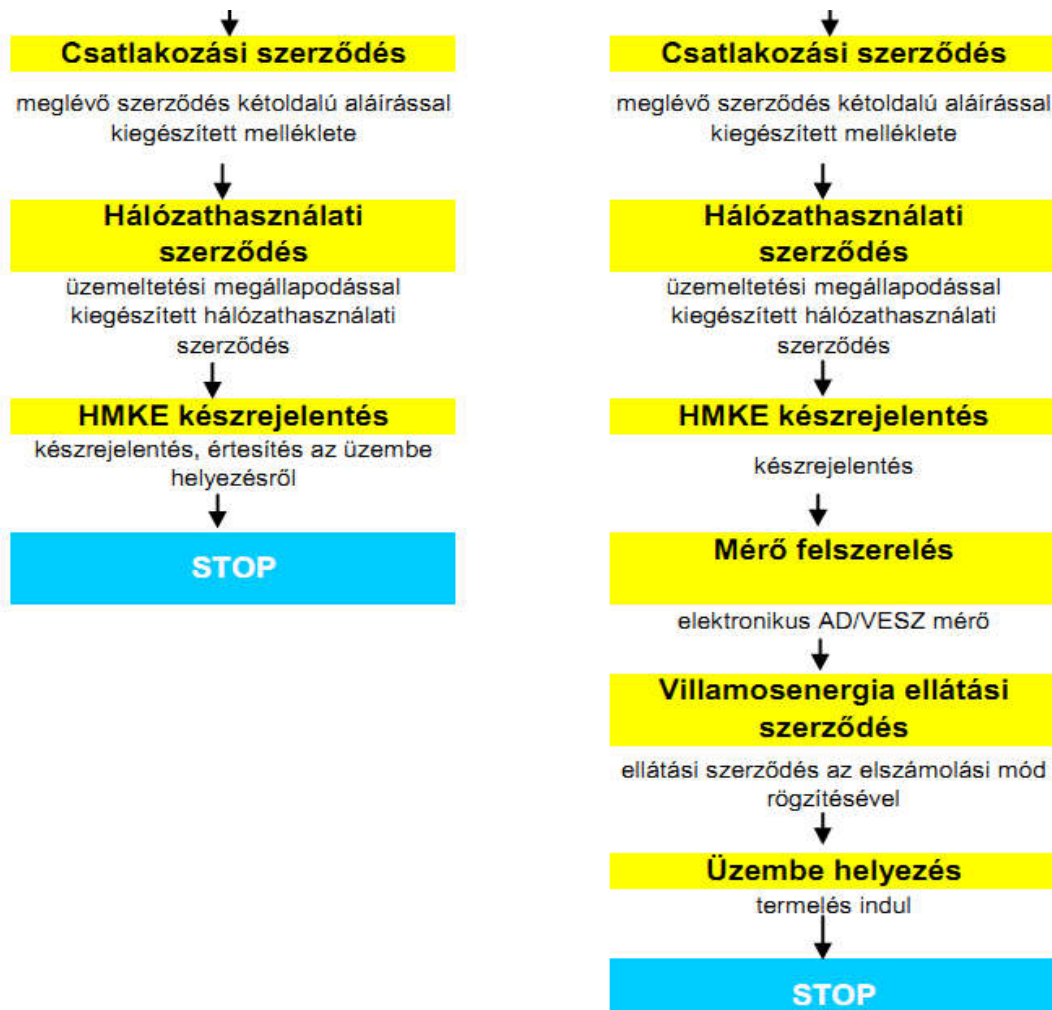


HÁLÓZATI CSATLAKOZÁS FOLYAMATA HÁZTARTÁSI MÉRETŰ KISERŐMŰ ESETÉN I.





HÁLÓZATI CSATLAKOZÁS FOLYAMATA HÁZTARTÁSI MÉRETŰ KISERŐMŰ ESETÉN II.





Naperőműves rendszerek tervezése

• Tervezői szemlélet

- Villamos energiát **termeljük**, ennek megfelelő méretezési szemlélet szükséges
- **Információk beszerzése: Generáltervező, szakági tervezők! Együttműködés szükséges:**
 - Terület rendelkezésre állása, jogosultságok,
 - **Villamos hálózati csatlakozás lehetősége**
 - Út
 - **Kerítés**
 - Környezetvédelem
 - **Tartószerkezet**
 - Statika
 - **Talajmechanika, stb.**
- A legfontosabb döntéseket a beruházó és a generáltervező együttműködve hozza.



Tervezési alapadatok, döntés a megvalósításról

- Beruházó által megadott dokumentációk, alapadatok
- **Áramszolgáltatói igénybejelentés és műszaki gazdasági feltételek**
- Csatlakozás módja, egyeztetések
- **Terület, domborzati viszonyok**
- PV panelek kiválasztása
- **Inverterek kiválasztása**
- Tartószerkezet kiválasztása
- **Méretezések**
- Társtervezők kiválasztása
- **Egyeztetések**





Legfontosabb főberendezések kiválasztása

- PV panelek, gyártmány, mennyiség, műszaki paraméterek
- **Inverterek meghatározása, központi, vagy string inverterek**
- Topológia meghatározása, soros, párhuzamos ágak, előzetes méretezés
- **Topológia egyeztetése a beruházóval, generál tervezővel**
- Tartószerkezetek meghatározása, méretezése, elrendezési tervek, árnyékhatás figyelembe vétele
- **PV panelek optimális elhelyezése, dőlésszög meghatározása**
- Vagyonvédelmi rendszer
- **Társtervezőkkel egyeztetés**



Áramhálózati engedélyesek előírásai

- Csatlakozási teljesítmény, hálózatszámítás alapján
- **Csatlakozási pont**
- Üzemviteli korlátozás
- **Csatlakozás műszaki kialakítása**
- Telemechanikai rendszerkövetelmények
- **Elszámolási mérés követelményei – ad-vesz mérés**
- Védelmi rendszerkövetelmények OVRAM rendszerengedélyes védelmek
- **Tulajdonjogi határ**
- Üzemviteli együttműködés
- **Megengedett felharmonikus tartalom, villogás**
- Pénzügyi feltételek
- **Ügyrendi feltételek**



Villamos berendezések kiválasztása

- Hálózati csatlakozás, légvezeték, földkábel, nyomvonal kiválasztása
 - **Nyomvonal területtulajdonosokkal egyeztetés, megállapodás**
- Csatlakozás pontos feltételeinek egyeztetése a hálózati engedéllyessel
- Transzformátor állomás, transzformátor kiválasztása
 - Fogadó mező(k)
 - **Mérő mező**
 - Főtranszformátor kiválasztása
 - **Segédüzemi transzformátor (ha szükséges)**
 - Távműködtetés, áramszolgáltatói leválasztás meghatározása
 - **22 kV-os védelmi mező**
 - 0,4 kV-os védelmi rendszer
 - **Tűzvédelmi rendszer**
 - Segédüzem



Központi inverteres rendszerek

- Inverter kiválasztása. DC feszültség általában 600-900 V DC.
- **Segédüzem meghatározása**
- Beépített DC teljesítmény
- **Napelemek típusa, darabszáma**
- Kábelezési rendszer
- **Villámvédelmi rendszer**
- Készüléktervezés
 - **DC gyűjtők, leválasztó kapcsolók, string biztosítók**
 - Informatikai rendszer
 - **Túlfeszültség-védelmi rendszer**





String inverteres rendszerek

- Inverter kiválasztása, elhelyezés minél közelebb a villamos súlyponthoz
- **AC, DC elosztók megtervezése, az inverter felépítésétől függően**
- Túlfeszültség védelem megtervezése
- **2 párhuzamos string felett string biztosító előírás**
- String hosszak megtervezése megengedett DC feszültség alapján
- **Elrendezés megtervezése**
- Villámvédelmi földelőháló megtervezése
- **Kábelrendszer méretezése, kiválasztása**
- Tűzvédelmi leválasztás biztosítása



Legfontosabb dokumentumok (1)

- **Villamos hálózati csatlakozási terv, jóváhagyott állapot**
- **Építési engedély**
- **Termelői kábel és transzformátor állomás építési (vezetékjogi engedély)**
- **KÁT-METÁR engedély**
- **Villamos energia mérlegköri, felvásárlási szerződés**
- **Villamos energia vételezési szerződés segédüzemre**
- **Kiviteli tervek, jóváhagyott állapot, végleges kiviteli terv**
- **Műszaki ellenőri nyilatkozatok**
- **Főberendezése dokumentumai, minőségtanúsítások. Inverterek panelek, stb.**
- **Mérési jegyzőkönyvek, Érintésvédelem, szabványosság, villámvédelem**
- **Villamos mérés, jóváhagyott mérési terv, mérési dokumentáció, mérőváltók dokumentumai**
- **Üzembe helyezési program, jóváhagyott**



Legfontosabb dokumentumok (2)

- Részletes műszaki leírás, generál tervezői szintű
- **Statikai, talajmechanikai jegyzőkönyvek**
- Építészeti tervek, kerítés terv
- **Út, közmű tervek,**
- Környezetvédelmi engedélyek, (amennyiben szükséges)
- **További szakhatósági engedélyek, Pl. örökségvédelem, stb.)**
- Karbantartási terv
- **Kezelői megbízások, kioktatás**
- Felügyeleti rendszer terve
- **Alállomási, kiserőművi telemechanikai módosítások, azok dokumentációi**



CSATLAKOZÁSITERV

HÁLÓZATI CSATLAKOZÁSI TERV
TARTALOMJEGYZÉK PÉLDA

MELLÉKLET PÉLDA TRANSZFORMÁTOR
ÁLLOMÁS EGYVONALAS RAJZ

MELLÉKLET PÉLDA TRANSZFORMÁTOR
ÁLLOMÁS ÉS KERETFÖLDELÉS

MELLÉKLET PÉLDA **DC**
RENDSZER EGYVONALAS RAJZ

MELLÉKLET PÉLDA **AC**
RENDSZER EGYVONALAS RAJZ



ELOSZTÓ HÁLÓZAT – ELOSZTOTT ENERGIARENDSZEREK

AZ ELOSZTOTT ENERGIATERMELÉS ÁLTALÁBAN AZ ENERGIÁNAK A TÉNYLEGES FELHASZNÁLÁSÁHOZ KÖZELI ELŐÁLLÍTÁSÁT JELENTI.

Az elosztott energiatermelés általános jellemzői:

- **Nem központilag tervezett, és általában független energiatermelők vagy felhasználók üzemeltetik**
- **Nincs központilag szabályozva (bár a virtuális erőművek koncepciója, amelyben a sok decentralizált energiatermelő egység egyetlen egységként szerepel, ellentmond ennek a meghatározásnak)**
- **50 MW -nál kisebb energiaforrásokat tekintenek elosztott energiatermelő rendszernek)**
- **A villamos energia rendszerhez általában a 230/400 V, 22 kV-on, esetleg 132 kV feszültségű részén csatlakoznak.**

Forrás: superlife.info/okt



ELOSZTÓ HÁLÓZAT – ELOSZTOTT ENERGIARENDSZEREK

ELOSZTOTT TERMELÉS HATÁSA A HÁLÓZATI RENDSZERRE VIZSGÁLATI, ÉRTÉKELÉSI SZEMPONTOK

- Üzemvitel:** irányítás, ellátás-biztoság, karbantartás, hibaelhárítás
- Feszültség:** feszültségprofil, minőség (harmonikus, flicker, feszültség és frekvencia)
- Teljesítményáramlások:** terhelhetőség, veszteség, feszültségesés/növekedés
- Szigetüzem:** szigetüzem felismerése, leválás vagy szabályozás, reszinkronizáció
- Rövidzárlat:** zárlati árambetáplálás, feszültségletörés „túlélése”, védelmi kialakítás
- Hálózati csatlakozás:** előírások, követelmények, inverter csatlakozások szabályozása.



LÉNYEGES HÁLÓZATI JELLEMZŐ: FESZÜLTSEG MINŐSÉGE

Az MSZ EN 50160:2008 szabvány megadja a fő feszültségjellemzőket, amelyet a közüzemi rendszer biztosít a fogyasztói csatlakozások, ügyfelek részére. Az EN 50160 szabvány a villamos energia minőség mérése és elemzése során az alábbi mutatókra fókuszál:

**(2008 évi szabvány visszavont, a 2011 évi angol nyelvű és
MSZ EN 50160:2010/A1:2015 van érvényben.)**

- feszültség letörés, rövid idejű és tartós feszültség kimaradások
- harmonikus-, közbenső harmonikus feszültség (felharmonikusok)
- hálózati frekvenciájú túlfeszültség
- tranziens túlfeszültség
- feszültség ingadozás
- feszültség aszimmetria
- frekvencia ingadozás
- villogás (flicker)
- hálózati jelfeszültség
- vezetett zavar

Köszönöm a figyelmet!

SZAKMAI TOVÁBBKÉPZÉS 2018
MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA
MMK.HU

