

Most már értem a napenergiát (XIX.)

AZ ADATLAPOK HITELESSÉGE



Cikksorozatunk ezen részében a napelemek gyári adatlapjait vesszük alaposabb vizsgálat alá. Sok esetben ez az egyetlen „hitelesnek” tűnő dokumentum, amely eljut a felhasználóhoz, és amelyről az hihető, hogy számára hasznos és valós adatokat tartalmaz.

Sokan (kezdő tervezők is) számolásokat is végeznek az adatokkal (felület, hatásfok, teljesítmény stb.), és meglepődnek, amikor furcsa, ellentmondó eredményeket kapnak. Sajnos azonban itt is vannak tévhitek, erősen félreértett dolgok, és valójában ezek okozzák a problémát. Kitérünk a közkeletelt TIER-1 lista rejtelmére, és a gyári adatlapok adatainak hitelességére is.

A napelem kialakítása a cellákból

Kezdjük vizsgálódásunkat a cellával. Mint ismert, a cella a napelem alapvető villamos egysége, a „nagy dióda”, amely a fényt árammá alakítja át. Egy cella feszültsége csekély (0,4–0,5 V DC) és árama is kevés.

a villamos paraméterekre kell gondolni). A cellagyártó a kimeneti termékeket csoportokba rendezi (legjobb, közepes, gyenge, rossz – Grade-A, Grade-B, Grade-C, Grade-D), és ezek külön árazást is kapnak. A napelem-gyártók – akik megvásárolják a cellákat – ezekből állítanak össze egy „mix” keveréket, mert csak így lesz költséghatékony a termelés. Így állhat elő az a helyzet, hogy ugyanazon külmérettel rendelkező cellák felhasználásával, és ugyanolyan külmérettű napelemek 240 wattosak vagy akár 275 wattosak is lehetnek. Ez utóbbi,

nyilván „erősen válogatott cellákat jelent. Ugyanígy járnak el a „vertikális” gyártással rendelkező gyárak is, amelyek maguk gyártják a cellát.

A „korrekt” gyártók a napelem „eredő hatásfokát” (module efficiency) közlik, a trükkösebb gyártók azonban a „cella” hatásfokot adják meg (1. ábra).

A napelemek gyártási folyamatában érdekes ellentmondást rejt a fémezés. Annak érdekében, hogy a felületi töltéseket minél hatékonyabban lehessen összegyűjteni, kiterjedt felületű fémezés szükséges, ekkor azonban a fénybegyűjtő felületet jelentősen eltakarják. Részben ezért születtek meg a három / négy / öt „bus-bar”os megoldások (2. ábra). A 3. ábra egy napelem celláinak belső kötési rendszerét mutatja, két Bus-baros (2 BB) megoldással.

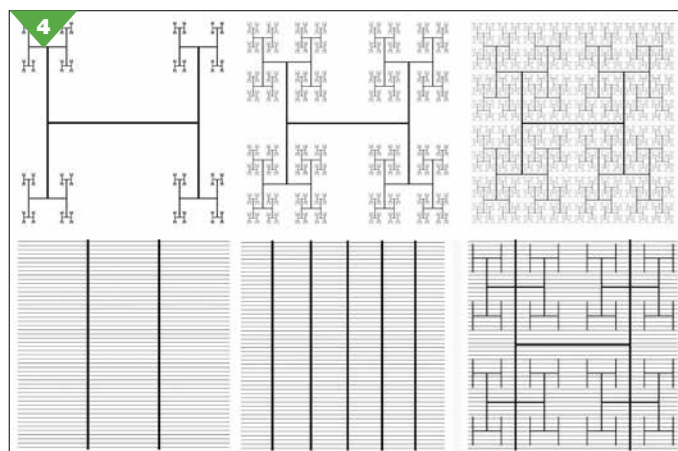
Electrical Characteristics								
Electrical parameters at STC								
Nominal Power (P_{max})	240W	245W	250W	255W	260W	265W	270W	275W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	37.7V	37.9V	38.0V	38.1V	38.2V	38.3V	38.4V	38.5V
Short Circuit Current (I_{sc})	8.57A	8.66A	8.75A	8.83A	8.90A	8.98A	9.06A	9.15A
Voltage at Nominal Power (V_{mp})	29.9V	30.1V	30.3V	30.5V	30.7V	30.9V	31.1V	31.3V
Current at Nominal Power (I_{mp})	8.03A	8.14A	8.26A	8.37A	8.47A	8.58A	8.69A	8.79A
Module Efficiency (%)	14.75	15.06	15.37	15.67	15.98	16.29	16.60	16.90

STC: Irradiance 1000W/m², Cell temperature 25°C, AM1.5

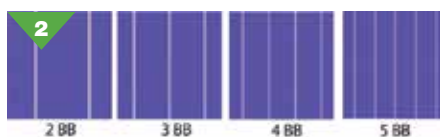
Egy gyártói katalógus részlete

Ahhoz, hogy nagyobb feszültség keletkezzen, több cellát sorosan kell kapcsolni, a nagyobb áram érdekében pedig több cellát párhuzamosan kell kötni. Így alakul ki a napelem-rendszer első „rendszerleme” a „belső string”, amely sorosan és párhuzamosan kötött „egyforma” cellák halmazából áll. A villamos ismeretek alapján tudható, hogy a soros/párhuzamos kapcsolások „sikerességének” egyik záloga, hogy a kapcsolt elemek egyformák legyenek.

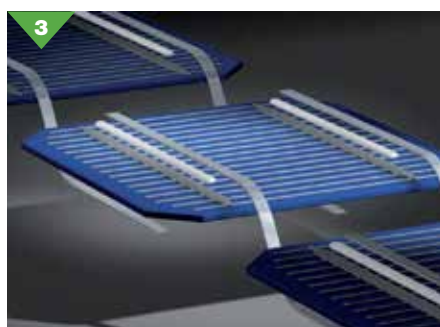
Vajon a napelem-gyárba csak egyforma cellák érkeznek? Mert akkor könnyű lenne a helyzet. Minden cellagyártás valójában egy soklépéses, bonyolult folyamat, amelynek – mint minden gyártásnak – van egy adott szórása (itt elsősorban



Fraktál „H” minta fémezés rajza

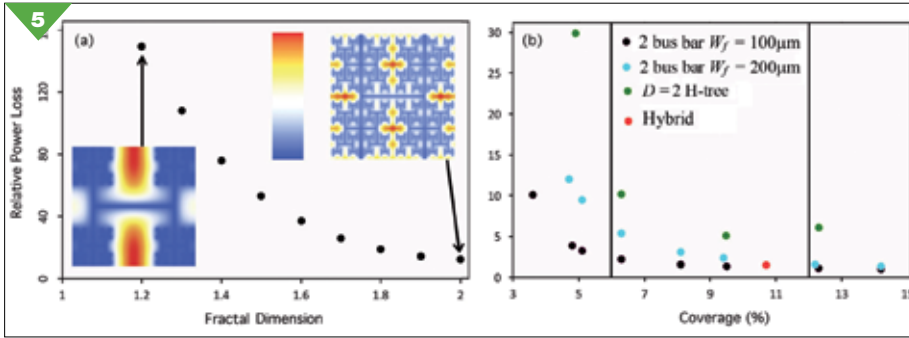


2 és 5 BB megoldások



Belső cellakötések 2 BB megoldással

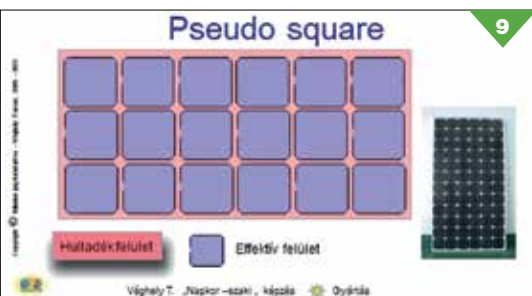
A nagyobb teljesítmény elérése jelentős hajtóerő a gyártás fejlesztésében. További kutatások még érdekesebb eredményeket hoztak. Így alakultak ki azok a megoldások, amelyek során új fémezések jelentek meg (például az 5 BB, hátsó fémezés „PERC”, sokpázmás „Chello” fémezés stb.). Különös hangsúlyt kapott a cell-to-module (CTM) típusú veszteségek minimalizálása. Újabb bizonyos tematikus konferenciák (ITRPV – International Technology Roadmap of PV) figyelemmel kísérik a technológia fejlődését. Új megoldások – noha némelyek több tíz év óta ismeretesek – is kezdenek teret hódítani (Peano mintás fémezés, PERC, PERT, IBC, Heterojunction, HTJ), felezett



Fraktál fémezésű cella hőtérképe



Négyzet alakú cellák térkitöltése (poli és EFG cellák)



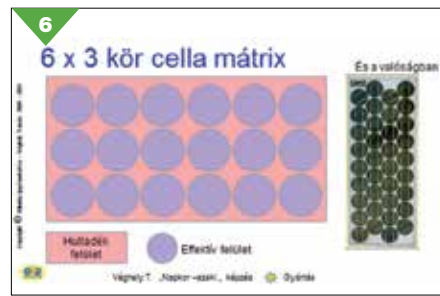
A „pseudo-square” cellák térkitöltése



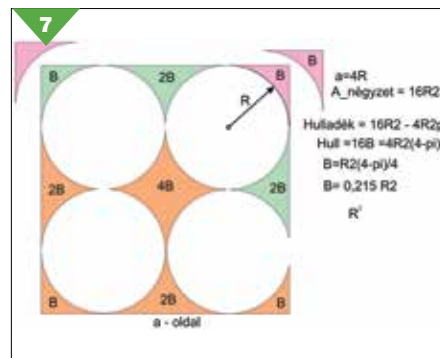
Vékonyréteg napelem térkitöltése



A felületi kompaktság hatékonyság módosító tényező



Kör alakú cellák a hőskorból



Térkitöltés kör-négyyszög

cellák). Az egyik legérdekesebb megoldást a fraktál fémezésű cellák jelentik (4., 5. ábra).

Effektív felület, tényleges felület

A technológia meghatározza a cellák méretét és alakját is. A napelemek befoglaló mérete többnyire téglalap, és a cellákat ebben a keretben kell elhelyezni. Ezáltal rögtön fontossá válik a cellák térkitöltési tényezője (effektív felület). A régebbi (1970–1980-as évek) „kerek cellák” csak nagy veszteséggel töltik ki a teret (6. ábra). Érdekességképpen kiszámoltuk egy négyzet kitöltésének veszteségét kör alakú elemekkel (7. ábra). A négyzet alakú (vagy lecsapott sarkú ún. „pseudo-square”) cellák sokkal hatékonyabb térkitöltést adnak (8., 9. ábra). Az összes közül a vékonyréteg napelem térkitöltése a legjobb (10. ábra).

A katalógusok többsége a napelem külső méretét adja meg, mint befoglaló méretet. Ez azonban nem azonos a cellák által elfoglalt felülettel, ami lényegesen kisebb (11. ábra).

Számítás kétféle módon

Érdeemes megpróbálni kiszámítani a besugárzási adat (W/m^2) és a napelem „felülete” ($A \times B$) alapján, hogy mennyi sugárzást kap a napelem-rendszer! A katalógus szerinti „külmérettel” számolva, egészen más adat jön ki, mint csak a „cellák aktív felületét figyelembevéve! Az eltérés akár 10–12% is lehet!

A katalógus és az NOCT (névleges működési hőmérséklet)

Az 1. ábrára visszaemlékezve, ott egy gyártó napelemének adatai vannak megadva. A katalógus egy további részében ugyanezen gyártó adatai láthatóak (12. ábra). Kiderül, hogy a napelem valós viszonyok között átlagosan várhatóan nem 240 és 275 W között teljesít, hanem csak 175–201 W között. Ennek oka a T_k , a hőmérsékleti együttható. A korrekt hozam számolásoknál (STC, PTC adatok felhasználása esetén) ezt komolyan figyelembe kell venni!

Megjegyzés: az NOCT helyett szokás használni az NMOT kifejezést is. Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of $800 W/m^2$, spectrum AM 1.5, ambient temperature $20^\circ C$, wind speed 1 m/s.

Egy érdekes indiai példa

Egy érdekes példa Indiából, amely egy valós napelem erőmű adatait adja meg három esetben. Az első oszlop a gyári adatok szerinti teljesítményt, a második oszlop a valódi mérési adatokat mutatja. A harmadik oszlop pedig azt az állapotot, amikor a gyártói adatlapokat korrigálták. Jelentősek az eltérések (13. ábra).

Az adatlapok mechanikai adatai között is találhatóak meglepetések, például a kábeleket vagy a csatlakozókat illetően (14. ábra). A napelemek csatlakozóinak minősége kulcsfontosságú, főként nagyobb rendszerek esetében. A bemutatott katalóguspéldában jelentős bizonytalanság van: MC4 kompatibilis. Ez valójában mit jelent? Ez milyen minőség?

Tier-1 lista

A gyártói adatlapok többször állítják – megtevésztően –, hogy „Tier-1 listás” napelemről van szó, mintha ez valami különlegesen kiemelkedő minőséget jelentene. Sajnos ez is megtévesztő, mert ilyen nincsen. A „Tier-1 list” kifejezést a Bloomberg találta ki, elsősorban a cégek pénzügyi stabilitási jellemzőire (hasonló, mint az Altmann Z score minősítés). Csak azt jelzik, hogy az ide beválogatott cégek gazdaságilag, pénzügyileg esetleg stabilabbak, mint a többiek. Gyakorlatilag semmi köze nincs a termék minőségéhez!

Electrical Characteristics								
Electrical parameters at STC								
Nominal Power (P _{max})	240W	245W	250W	255W	260W	265W	270W	275W
Electrical parameters at NOCT								
Nominal Power (P _{max})	175W	179W	183W	186W	190W	194W	197W	201W
Open Circuit Voltage (V _{oc})	34.7V	34.9V	35.0V	35.1V	35.2V	35.3V	35.4V	35.5V
Short Circuit Current (I _{sc})	6.94A	7.01A	7.09A	7.15A	7.21A	7.27A	7.34A	7.41A
Voltage at Nominal Power (V _{mp})	27.2V	27.4V	27.6V	27.8V	27.9V	28.1V	28.3V	28.5V
Current at Nominal Power (I _{mp})	6.44A	6.54A	6.64A	6.70A	6.81A	6.91A	6.99A	7.06A

NOCT: Irradiance 800W/m², Ambient temperature 20°C, Wind speed 1 m/s

A napelemek tényleges teljesítménye



Egy 10 MW-os naperőmű adatai háromféle módon számolva

Valójában csak Tier-1 listás cégek léteznek, amelyek ilyen-olyan minőségben napelemeket gyártanak. Érdemes tehát pontosabban megismerni, hogy mire vonatkozik a Tier-1 lista.

A Tier-1 lista szempontjai

Ezek a gyártóra vonatkoznak, nem a gyártmány minőségére, Tier-1 napelem nem létezik, csak TIER-1 gyártó!

A szempontok:

1. Experience – tapasztalat,
2. Financial position – pénzügyi helyzet,
3. Strategic and tactical position – stratégiai és taktikai helyzet,
4. Manufacturing scale – gyártási paletta,
5. Deployment scale – fejlődési lehetőségek,
6. Durability & quality – tartósság, minőség,
7. Technical Performance – technikai jellemzők,
8. Brand bankability – pénzügyi hitelképesség,
9. Geographic coverage – piaci lefedettség

Mechanical Characteristics	
Cell type	Polycrystalline 156x156mm
Number of cells	60 (6x10)
Module dimension	1640x992x40mm
Weight	18.5kg
Front cover	3.2mm low-iron tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy
Junction box	IP67, 6 diodes
Cable	4mm ² 900mm
Connector	MC4 or MC4 compatible
Standard packaging	26pcs/pallet
Module quantity per container	728pcs/40HQ

Ez valójában mit jelent? Mennyire kompatibilis?

Lehet-e hinni a gyári vizsgálatokban?



10. Vertical integration – vertikális integráció,
11. Insurance and backing – biztosítás,
12. Sustainability – fenntarthatóság,
13. Service and support – szolgáltatás és támogatás,
14. Price competitiveness – ár versenyképesség,
15. Innovation and R&D – innováció, kutatás és fejlesztés.

Mennyire megbízható a gyártók közlése?

Nos, ezek után nem csoda, ha a nemzetközi szakirodalom is foglalkozik olyan kérdésekkel, hogy mennyire megbízhatóak a gyártói adatok és mérések (15. ábra)? Áttekintve gyári adatlapokat érdekes megállapításokra lehet jutni, mint az az előzőekből is látható. A napelem effektív felületét többféle módon is lehet értelmezni. A valóság sok esetben eltér az adatlapoktól.

Hasznos tanácsok

Zárásként szokás szerint néhány, a témakörhöz kapcsolódó tanács:

- ▶ mindig alaposan meg kell nézni, hogy mit vásárolnak, akármilyen „listából is” kinnálják az árukat,
- ▶ Tier-1 napelem nincsen, csak Tier-1 lista tába sorolt gyártók vannak,
- ▶ érdemes az Altmann Z Score minősítéseket is használni,
- ▶ a Bisnode minősítéssel rendelkező cégek megbízhatóak,
- ▶ célszerű bekérni a napelemek adatlapját, és azokat részletesen tanulmányozni,
- ▶ gyanús adatokat találva, mérni, számolni kell.

Véghely Tamás napenergia-szakértő

Októberben The smarter E Restart

A The smarter E Europe és a vele párhuzamosan zajló négy energetikai kiállítás, az Intersolar Europe, az ees Europe, a Power2Drive Europe és az EM-Power Europe tervezett 2021. július 21–23. közötti megtartását a járványhelyzet jelenlegi alakulása nem teszi lehetővé. Ehelyett a rendezvényre fizikailag „The smarter E Europe Restart” néven 2021 október 6–8. között kerül sor, a Messe München vásárterületén.

A The smarter E Industry Days – beleértve a The smarter E AWARD, az Intersolar AWARD és az ees AWARD 2021 díjátadó ünnepség – 2021. július 21–23. között online kerül megrendezésre, abban az időben, amikor a kiállításra eredetileg sor került volna.

A szervezők bíznak benne, hogy ez az újonnan, 2021 októberére tervezett rendezvény megadja ennek a dinamikus növekvő iparág szereplőinek, hogy még ebben az évben személyesen is bemutatkozassanak és megoszthassák fejlesztéseiket, ötleteiket. A kiállítás eredeti időpontjában – július 21–23. között – online megrendezésre kerülő The smarter E Ipari Napok és díjátadó ünnepségek mellett a legújabb iparági trendekről szóló izgalmas főelőadások, termékbemutatók, panelbeszélgetések, interaktív workshopok és a kiállítók digitális gyárlátogatásai lesznek elérhetőek. Ez az online The smarter E Europe az év 365 napján nyitva tart. Egész évben különböző formátumokat és platformokat kínálnak az új energiavilág témái, termékei és technológiái iránt érdeklődők számára, hogy ismereteket szerezhessenek és megoszthassák egymással az információkat.

A szervezők természetesen nem pihennek, és már most tervezik a 2022-es The smarter E Europe kiállítást 2022. május 11–13-ra ütemezve.