

Most már értem a napenergiát (v.)

AZ ALAPEGYSÉGEK



A körülöttünk lévő tárgyak, dolgok rendszerint több részből állnak és nagyon sok esetben felfedezhetjük, hogy a nagyobb egység, valójában kisebb, egyforma építőelemekből, ún. alapegységekből épül fel. Az ilyen esetekben a megismerést, az alapegység megismerésével javasolt kezdeni. Az elv alkalmazása a napelemes rendszerek esetében is fontos.

A napelemes rendszerek alapegysége

A téglából épített házak esetében, a téglá, a ház statikai alapegysége. Hasonlóképpen az akkumulátorban, a cella (az elemi cella) a villamos energiatárolás alapegysége.

A napelemes erőművek is alapegységekből és az ezekhez kapcsolt kiegészítő eszközökből állnak.

A kapcsolatrendszerük többnyire soros, ezért a „szűk keresztmetszet” (bottle-neck) fogalma gyakorta felmerül. Ezt a méretezés, tervezés során is figyelembe kell venni.

Alapegységnek tekinthető az energiagyűjtő-egység, jelen esetben ezt a napelem cella képviseli (a szeletalapú napelemek esetében). (A vékonyréteg napelemek esetében is léteznek „cellák”, de ezek többnyire csíkok formájában találhatóak. Cellának nevezünk egyetlen, fotodióda tulajdonsággal rendelkező egységet.) A többi rész átalakító, továbbító, védelmi, vagy mérési feladatot végez.

A cella

A napelemes rendszer alapegysége a napelem cella vagy egyszerűen a cella. A nap-

elem iparban a cella olyan alapvető villamos egység, egy nagy fotodióda, amely minden olyan tulajdonsággal rendelkezik, mint a napelem, de további kisebb egységre nem bontható úgy, hogy főbb jellemzőit megtartaná. A cella működésének mélyebb megértéséhez több alapvető ismeretre van szükség (félvezető fizika, optika, sugárzás-tan, kémia, fizika, atomszerkezet). A cella feszültség-áram jelleggörbéje (U-I vagy angolul I-V curve, görbe) alapvetően megegyezik a félvezető diódák (pontosabban a fényérzékeny diódák) jelleggörbéjével. A

jelleggörbe kétféle értelmezésben létezik: megvilágított, illetve sötét állapotban.

A cellában a fény hatására elektron (–, negatív töltés) lyuk (+, pozitív töltés) párok, azaz excitonok keletkeznek. A töltések a külső vezetéken áram formájában jelennek meg.

A cellának – a diódához hasonló – adott jelleggörbéje (I-V karakterisztika és teljesítmény karakterisztika) van. Megvilágított és sötét esetben a jelleggörbe eltérő. A továbbiakban a megvilágított dióda jelleggörbével foglalkozunk.

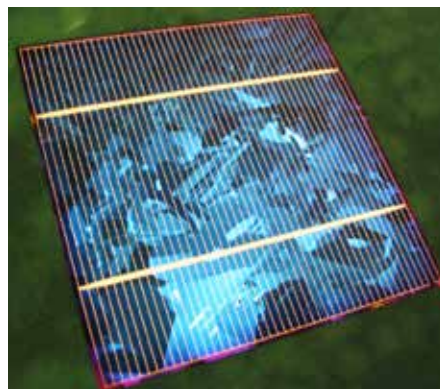
Egy cella tipikus mérete 156 x 156 mm (alakja változhat, négyzet, lecsapott sarok, köralak, vágott formák), tipikus feszültsége 0,5 V (a dióda nyitó feszültség $V_{oc} = 0,6...0,7$ V), tipikus árama, egy 100 cm² felületű szilícium cella árama 2 A (STC esetben 1000 W/m²). (Tipikus áramsűrűség $J = 35...40$ mA / cm²)

A napelem

A napelem építő egysége a napelem cella (cell). (A napelemre további elnevezések is ismertek – panel, modul, napelem-modul, fotovoltaiikus-napelem, PV, solar-generátor –, de a legegyszerűbb napelem elnevezést javasoljuk megtartani.) A napelem a cellák soros és párhuzamos kapcsolásával épül fel. A feszültséget a soros kapcsolások határozzák meg, az áramokat a párhuzamos kapcsolások (felület). A feszültségek és áramok meghatározásánál az Ohm és Kirchoff (I-II.) törvényeket kell használni.

A mai technika általában 60 vagy 72 napelem cellát kapcsol össze sorosan, egy napelemben. Ezt 3 (4) belső füzérbe szervezik, ennek megfelelően, 3 (4) bypass dióda van, amelyek a napelem hátsó részén, a vízmentes kötődobozban vannak elhelyezve (JB, Junction box). A napelem belső füzerei szorosan összetartoznak. A füzér bármelyi elemének (vagy egy cella kisebb részeinek) sérülése esetén a füzér (értsd napelem) jelleggörbe jelentősen megváltozik.

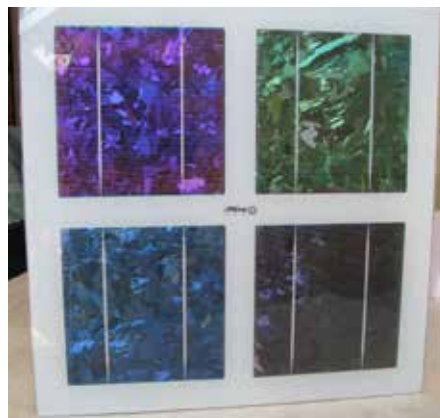
A napelem jelleggörbéje már összetett összefüggés (de nagyon), és alapvetően hasonló az alapegység – a cella (félvezető dióda) – jelleggörbééhez. Az egyes cellák kapcsolati jellegei és egyedi védelmeik (by-pass, azaz elkerülő dióda) befolyásolják az eredő napelem jelleggörbét.



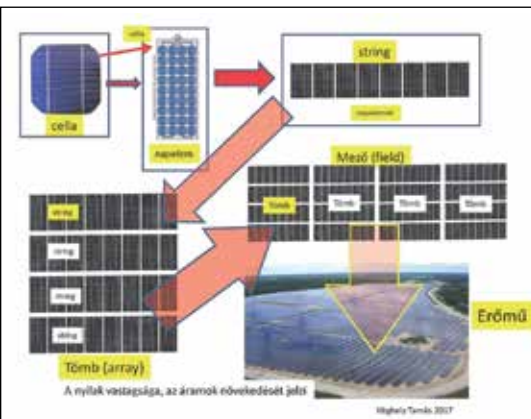
Polikristályos cella, két bus-bar



Monokristályos cella, két belső stringes kötővezetékekkel (bus-bar). Pseudo square (álnégyzet, lesarkított körvonallakkal)



Színes cellák, elsősorban épületintegrációs (BIPV) alkalmazásokra



A napelemes rendszer alapvető egységei és összefüggései



Fogalmi meghatározások a napelemes rendszerben

A string (fűzér)

A napelemek sorosan és párhuzamosan kapcsolhatók. A soros kapcsolásokat fűzérnek (angolul stringnek) nevezzük. A fűzerek villamos jelleggörbéje alapvetően hasonlít az azokat alkotó alapegység, a napelem jelleggörbéhez. A fűzér alapvetően soros kapcsolást jelent. Tipikus méretei: 2...15 napelem sorba kapcsolva. A string feszültsége egyenlő az egyes napelemek feszültségeinek összegével. A string áramát, a sorosan kapcsolt napelemek árama határozza meg. A legkisebb értékű napelem árama lesz a string árama. A fűzér elemeinek helyes vagy helytelen működése megjelenik a jelleggörbe alakjában is.

Napelem csoport (tömb, elrendezés, Array)

A napelem csoport, több fűzér párhuzamos kapcsolatát jelenti. Az array jelleggörbéje, az alkotó elemek eredő jelleggörbéje, de nagymértékben hasonlít az építő elemeinek (azaz napelem fűzerek) jelleggörbéjéhez. A fűzér elemeinek helyes vagy helytelen működése megjelenik az array (napelem tömb) jelleggörbe alakjában. Tipikus méretei: 2...10...15 string párhuzamosan összekapcsolva. A napelem csoport feszültsége megegyezik az azt alkotó stringek feszültségével (a legkisebb a

mértadó). A napelem csoport árama megegyezik az egyes stringek áramainak összegével.

Napelem mező (field)

A napelem mező több napelem tömb (array) összekapcsolása. Az összekapcsolás jellege a rendszertechnikai alapoktól függ. Többnyire párhuzamos kapcsolást tartalmaz. Az összekapcsolódások növekedésével az áramok (és sokszor a feszültségek) növekednek. Tipikus mérete: 2...5...8 napelem mező (nagysága vezetékfüggő, rendszerfüggő). A napelem mező feszültsége megegyezik az azt alkotó napelem csoport feszültségével, mivel többnyire párhuzamos kapcsolások, de egyben rendszerfüggő is. A napelem mező árama megegyezik az egyes napelem csoport áramainak összegével.

Napelem erőmű (solar Power Plant, SPP)

A napelem erőmű, a végső egység, amely minden alap- és kiegészítőegységet tartalmaz. A napelem erőmű, a napelem mezők végleges összekapcsolása. Az erőmű többnyire a végfelhasználói hálózathoz (mikro-gridhez) kapcsolódik. A kapcsolódás KIF, KÖF feszültségen történik, hálózati inverterrel, vagy transzformátorral.

A földre telepített naperőművek esetében fokozott gondot kell fordítani a lépésfeszültség kialakulására, mert az erőműben több helyen, közvetlen áramforrások találhatóak, és ezek földelése.

A naperőművek többféle teljesítményűek lehetnek, 1 kWp...100 MWp tartományban. A naperőmű területén az alábbi feszültségek fordulhatnak elő. Egyenfeszültség: 12 V dc...600 V dc, újabban 1000–1500 V dc. Váltakozó feszültség: 230 V ac...400 V ac (KIF), 1 kV...35 kV (KÖF).

A napelemes rendszert a NAP helyezi üzembe! Ha süt a nap, a napelem erőmű mindig áram és feszültség alatt van!

Hasznos gyakorlati tanácsok

Végezetül szokás szerint néhány hasznos gyakorlati tanács:

- a cella a napelemes rendszerek alapvető építő eleme. A cellában megtalálhatjuk a napelem minden főbb elektromos tulajdonságát, ezért modellezésre is alkalmas (rendszerint 1 cellát feleltetünk meg egy napelemnek),
- a cella egy törékeny, sérülékeny félvezető szelet (lapka), amelyet gondosan óvni kell,
- a napelemen belül a cellák a „belső fűzérbe” (string) vannak kötve, a napelemek

külső fűzérben – többnyire sorosan – kapcsolnak,

- vékonyréteg napelemekben nincsenek cellák, hanem „csíkok” felelnek meg a celláknak. Minden „csík” megfelel egy 2 vagy 3 rétegű (2j, 3j, j = junction, átmenet) diódának, ezért viselkedésük is más. (például hó, árnyék),

- egy 72 cellás napelemben rendszerint 3 belső string van, 3 bypass diódával,



Napelem fűzér (max.7-10 napelem, V_{oc} feszültségtől függően)



Napelem csoport „panel”. Nem azonos a „field” (mező) vagy „array” (tömb) megnevezéssel. Ez utóbbiak villamos szempontból is összetartoznak



Napelem erőmű – a teljes rendszer

- a napelemes rendszer az alapelemek, alapegységek logikus egységeiből épül fel, a szerveződési egységek (cella, string, field, array, plant) hosszas tapasztalat alapján alakultak ki,

- minden rendszerben létezik egy szűk keresztmetszet (bottle neck). A legfőbb kérdés, hogy tudjuk-e pontosan, hogy melyik elem az?

- a tervezéseket mindig a szűk keresztmetszet figyelembe vételével kell áttekinteni.

Véghely Tamás
napenergia szakértő
az EU-Solar Zrt. szakmai tanácsadója