író: Rahne Eric, okl. villamosmérnök

Napcellás rendszerek termográfiai állapotfelmérése II.

Szolárrendszerek tipikus hibái

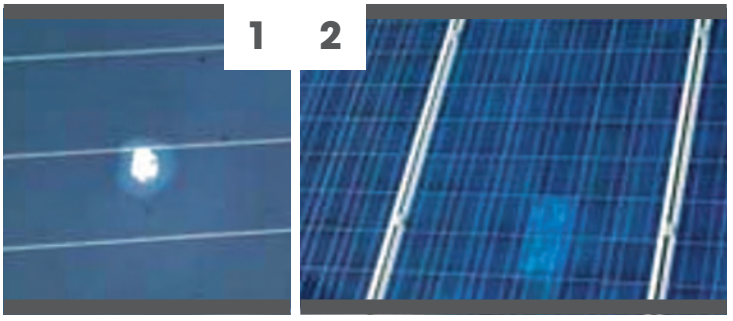
Hibák a fotovoltaikus rendszerekben nemcsak a hatásfokukat rontó problémák, hanem felmerülhetnek üzembiztonsági kockázatot, akár tűzveszélyt okozó súlyos rendellenességek is.

A hibák többféle okokra vezethetők vissza, amely a gyártástól a szállításon és telepítésen át a rossz üzemeltetési vagy meteorológiai behatásokig is terjedhetnek. Néhány hibát vizuálisan észlelhetünk, a legtöbbjük felismeréséhez azonban megfelelő mérési módszerek kellenek. Ezek közül az U-I-jelleggörbe felvétele, az elektrolumineszcencia és a termográfia állapotfelmérő technológiák alkalmazása a legelterjedtebbek. A hibákat a következőképpen kategorizálhatjuk:

- villamos bekötési hibák (téves polaritás, kontaktushiba, rövidzárlat),
- vezérlési hibák (nem munkaponti üzemeltetés, ág- vagy modulszintű kiiktatás),
- modulszintű hibák (belső kontaktushiba, beárnyékolás, rossz modulkötődoboz, rossz elkerülődióda),
- cellaszintű hibák (törés, hajszálrepedés, egyéb öregedés, szakadás, rövidzárlat, PID).

A fentiek közül a villamos hibák és a törésjellegű hibák többsége rossz szállításra és még inkább szakszerűtlen telepítésre vezethetők vissza. A beárnyékolás problémája tipikusan

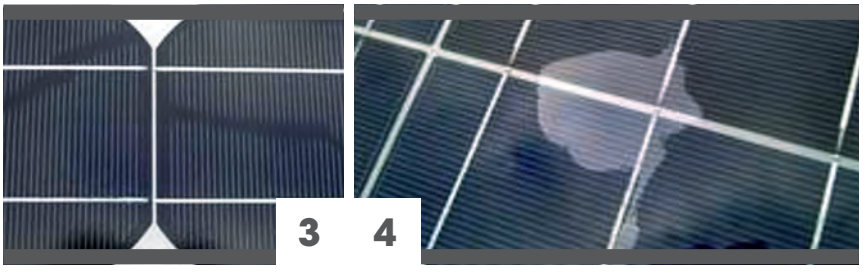
2. kép: Eltérő cellaszíneződés polikristályos modulokban, amelynek nincs semmilyen teljesítményrontó hatása.



1. kép: Gyártás közben bezárt szennyeződés vagy oxidálás egy vékony rétegű cella belsejében, többnyire számottevő teljesítményvesztesség nélkül.

3. kép: Vizuális csigapályák a modulokon, melyek hajszálrepedésre utalnak, a víz behatol a cellák rétegeibe, oxidálást és idővel a cella teljes kiesését okozva.

4. kép: Delaminálás egykristályos modul esetében, akár túlmelegedésből, akár a kötőréteg és a forrasztáshoz alkalmazott forrasztószer közötti vegyi reakció miatt, többnyire számottevő teljesítményvesztesség nélkül.



5. kép: Egy komoly jégverés alig észrevehető nyomai. A valódi kár nagysága csak később derül ki, amikor a víz elkezd behatolni a cellák rétegeibe, oxidálást és idővel a cella teljes kiesését okozva.

Napcellás rendszerek termográfiai állapotfelmérése II.
Szolárrendszerek tipikus hibái

rossz telepítésre, rossz tervezésű elhelyezésre, vagy a természet térhódítására, túlnövekedett növényekre, illetve felületi szennyeződésére vezethető vissza. Ritkák a kizárólagosan öregedésből származtatható hibák. A tévedések elkerülése érdekében itt most nem a súlyos problémákat okozó hibákra, hanem néhány feltűnő, de jelentéktelen vizuális jelenségre szeretnénk felhívni az olvasó figyelmét. Ugyanis vannak olyan esetek, amelyek látványa laikus szemmel komoly hibát sejtett, de a valóságban nincs igazán hatása a fotovoltaikus rendszer működésére és teljesítményére. Ilyen lehet a gyártás közben bezárt szennyeződés vagy oxidálás egy vékony rétegű cella belsejében (1. kép), az eltérő cellaszíneződés polikristályos modulokban (2. kép), a delaminálás egykristályos modul esetében, akár túlmelegedésből, akár a kötőréteg és a forrasztáshoz alkalmazott forrasztószer közötti vegyi reakciója miatt (3. kép). A szolárrendszer legkomolyabb problémáira utaló jelenségek szemmel sokkal kevésbé feltűnőek. Ilyen lehet egy jégverés alig észrevehető nyoma (4. kép), ahol a valódi kár nagysága csak később derül ki, amikor a víz kezd behatolni a cellák rétegeibe, oxidálást és idővel a cella teljes kiesését okozva. A jelenség többnyire számottevő teljesítményvesztességgel jár, akár az érintett cella vagy modulág teljes kiesésével.

6. kép: Elektrolumineszcenciás vizsgálat napnyugta után.

6

7

8

7. kép: Elektrolumineszcenciás vizsgálat nappal.

8. kép: Éjjeli elektrolumineszcenciás vizsgálatra átalakított fényképezőgép.

Szintén komolyabb problémára utaló jelenség a „vizuális csigapálya" a modulokon (5. kép), mely hajszálrepedésre utal. Ennek során a víz behatol a cellák rétegeibe, oxidálást és idővel a cella teljes kiesését okozva. Többnyire számottevő teljesítményvesztességgel jár, akár az érintett cella vagy modulág teljes kiesésével. Gyakran vizuálisan is jó felismerhető a viharos jégverés vagy kőfeldobás okozta törés. Viszont nem biztos, hogy a sérülésmentesnek tűnő többi modul ténylegesen megúszta a vihart. Az esetlegesen, szabad szemmel nem látható további hajszálrepedések csak valamelyik speciális vizsgálati eljárás alkalmazásával tárhatók fel. Sajnos sok esetben is csak a mechanikai károsodás bekövetkezése után, amikor a behatoló

9

9. kép: Nappali elektrolumineszcenciás vizsgálatra alkalmas infrakamera.

nedvesség vagy a repedések továbbterjedésével a kristály maga is repedezik és rövidzárlatok, illetve cellaterület-leválások keletkeznek.

Szolárrendszerek bevizsgálása elektrolumineszcenciás felvételek alapján

A hibák felismerésére és súlyosságának megítélésére a vizuális ellenőrzésnél sokkal pontosabb és hatékonyabb az U-I-jelleggörbe felvétele, valamint az elektrolumineszcencia és a termográfia alapú bevizsgálás. Amíg az U-I-jelleggörbe értékelése csak áganként, tehát több modul együttesére vonatkozóan tud a rendszer állapotáról és aktuális képességéről információt szolgálni, a másik két eljárás modulonként, illetve cellánként is képes a hibahely lokalizálására és a hiba jellegének és súlyosságának meghatározására.

Az elektrolumineszcenciás vizsgálati módszer alapgondolata, hogy elektronikai szemszögből nézve a napcellák egy felületileg nagy kiterjedésű fényérzékeny diódát jelentenek. Amennyiben fénybesugárzásra áramot tudnak termelni, akkor megfordított üzemeltetéssel, áram rákapcsolásával fényt kell tudniuk kibocsátani. Azoknak a celláknak, melyek ily módon az egész felületükön bocsátják ki a fényt, az energiatermeléses állapotukban is jól kell működniük. Erre alapozva történik sok gyártónál a gyártás közbeni ellenőrzés is.

A napcellák által kibocsátott fény spektrális tartománya döntően a rövidhullámú infravörös tartomány. Ennek megfelelően megfigyelése rövidhullámú termográfiai rendszerekkel lehetséges, amit azonban a gyakorlatban legfeljebb a gyártás közbeni, gyártósorba beépített gyors értékelést igénylő cellaellenőrzésre szokás alkalmazni, helyszíni, mobil alkalmazásoknál nem. Ebben a fotondetektoros rendszerek súlya és mérete mellett magas árfekvésük is szerepet játszik.

A helyszíni elektrolumineszcenciás vizsgálatok során sokkal inkább átalakított fényképezőgépek, többnyire tükörreflexes készülékek kerülnek alkalmazásra. Ezek CMOS-detektorra kellőképpen széles spektrális tartományú, így a beépített infraszűrő kiszerelésével és egy rövidhullámú sugárzást átengedni képes, nagy fényerejű objektív használatával érzékelhetővé válik a napcellák sugárzáskibocsátása. Természetesen a mérés hosszú záridőt, akár néhány percet igényel, és eredménye nem kalibrálható.

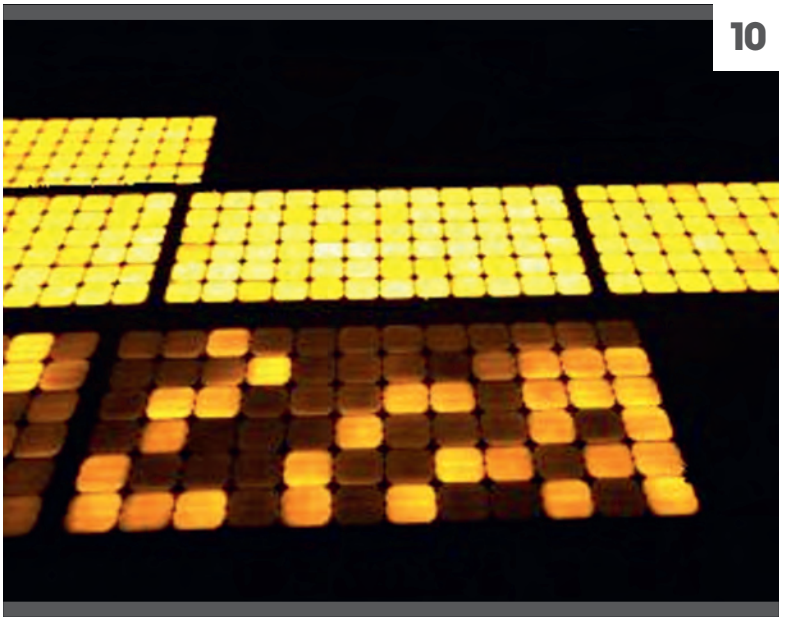
Mivel a napközbeni napbesugárzás nagyságrendekkel nagyobb a napcellák által fordított üzemmódban kibocsájtott sugárzásnál, a helyszíni elektrolumineszcenciás felvételek inkább éjjel, vagy letakaró sátrak alkalmazásával akár nappal is elkészíthetők. Eközben természetesen a modulokat vagy ágakat, sztringeket a rendszerből villamosan ki kell kötni és a vizsgálathoz szükséges visszatáplálással ellátni. Amennyiben sem az éjszakai vizsgálat, sem a sátras megoldás nem kivitelezhető, úgy mégiscsak igazi hőkamera alkalmazása szükséges. A legújabb CMOS-alapú rövidhullámú hőkamerák megfelelő szűrővel kiegészítve lehetővé teszik az elektrolumineszcenciás felvételek készítését nappal is.

Az elektrolumineszcenciás vizsgálattal felderíthető hibák:

- mikrorepedések és törések,
- cellafelület-leszakadások, letörések,
- felület és cellakontaktus leválása, vagy megnövekedett ellenállása,
- cellán belüli vagy ág, sztring rövidzárlata,
- PID-károsodás.

Szolárrendszerek termográfiai bevizsgálása – fontos tanácsok, röviden

A hőkamerás vizsgálat a hozzá szükséges hőkamera beszerzési ára, továbbá a szükséges minimális besugárzás követelménye és az egyéb mérési nehézségei miatt nem tűnik versenyképesnek az előbb bemutatott elektrolumineszcenciás bevizsgálással szemben. Mégis van létjogosultsága a termográfiának, ami részben arra vezethető vissza, hogy semmilyen átkötésre és semmilyen idegen betáplálásra nincs szükség. Ezzel kapcsolatosan elhagyható a 18–30 kg súlyú DC-tápegység hordozása és energiaellátásának megvalósítása is. Másrészt a termográfiával időarányosan a legnagyobb területek bevizsgálására van lehetősége, így elsősorban a nagy rendszerek esetében elengedhetetlen technológia. Folytatjuk! ■



10

10. kép: Példa elektrolumineszcenciás vizsgálati eredményre.