

# Vajon hová tesszük majd a kiszolgált napelemes panelokat?

Miután a ma Magyarországon létező napelemparkok és rendszerek messze nem érték még el az élettartamuk végét, így nem volt könnyű dolga magazinunknak, amikor arra a kérdésre kerestük a választ, mi lesz a kiszolgált napelemes panelekkel, hogyan lehet visszagyűjteni és ártalmatlanítani őket? Miután e témakörben az elévülés be nem következte okán nehéz érdemlegeset mondani, egyfajta jövőkép felvázolására kértük az érintetteket. Az alábbi véleményeket kaptuk.

## Zöld Ipar Magazin

**O**rosz Zoltán, a Mátrai Erőmű ZRt. Fejlesztési és Stratégiai Igazgatója az alábbiakat juttatta el szerkesztőségünkhöz:

- A naperőmű normál üzeme során hulladék nem keletkezik. Mivel a területen állandó személyzet nem tartózkodik, illetve szociális létesítmények sem létesültek, ezért kommunális hulladékok keletkezésével sem kell számolni. A javítások, illetve karbantartások során hulladékká váló berendezéseket és anyagdarabokat összegyűjtik és elszállítják. A hulladékok telephelyről való elszállítását, kezelését, illetve ártalmatlanítását mind az építési, mind az üzemelési fázisban jogerős hulladékkezelési engedéllyel rendelkező szervezet végzi.

A tevékenység felhagyását követően a berendezések (napelemtáblák), tartószerkezetek leszerelése, az alkatrészek, kábelek kiserelése, illetve az építményalapok bontási munkáiból eredően kell hulladék keletkezésével számolni. A leszerelésből eredően az elhasznált, közel 64 000 db napelem modul, illetve a hozzájuk tartozó villamos berendezések jelentik a legnagyobb mennyiségű hulladékot, melynek megfelelő kezeléséről gondoskodni kell. A tervezett élettartam 25 év.

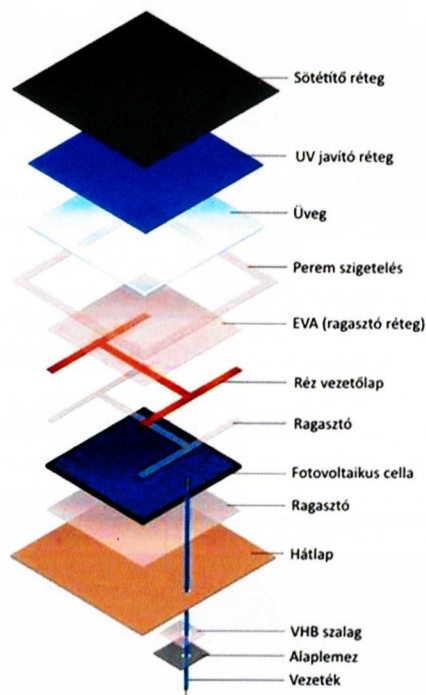
A fotovoltaikus panelek, cellák újrahasznosítására jelenleg még nincs széles körben elterjedt

1000 kg napelem  
eredetű hulladék  
alkotóelemeinek  
részaránya

| komponens   | mennyiség (kg) | részarány (%) |
|---|----------------|---------------|
| üveg, 0,01-1 tömeg% antimon tartalmú                | 700            | 70            |
| a napelem modul alumínium kerete                    | 180            | 18            |
| polimer alapú ragasztó(etilén-vinil-acetát (/EVA/)) | 51             | 5,1           |
| szilícium tartalmú napelemcella                     | 36,5           | 3,65          |
| polivinil-fluorid alapú háttlap réteg               | 15             | 1,5           |
| kábelek (réz és polimer tartalmú)                   | 10             | 1             |
| belső vezető, alumínium                             | 5,3            | 0,53          |
| belső vezető, réz                                   | 1,14           | 0,14          |
| ezüst   | 0,53           | 0,053         |
| egyéb fémek (ón, ólom)                              | 0,530          | 0,053         |
| <b>összesen</b>                                     | <b>1000</b>    | <b>100</b>    |

ipari technológia, ami azzal is magyarázható, hogy eddig még kevés napelem került leszerelésre. A napelem modulok újrahasznosítására jelenleg előirányzott technológiák mechanikusan, valamint vegyi és/vagy termikus kezeléssel bontják a leszerelt napelemekből keletkezett hulladékot. A bontási anyagok egy része előre láthatóan újra felhasználható lesz új napelem cella gyártásához, illetve másodnyersanyagként.

A napelem modulok anyaga általában szilícium, mely a homlok és hátoldalon lévő biztonsági üvegek között van elhelyezve. A modulokat általában egy öntartó alumínium keret veszi körül. A napelem modulok szétszerelésekor tehát ezek az anyagok fognak a legnagyobb mennyiségben hulladékként megjelenni. A modulokat jelenleg ipari hulladékként hasznosítják, kinyerik az üveg és a fémek egy részét. A napelem modul általános felépítése és a



belőle kinyerhető anyagok a jobboldali ábrán és a táblázatban láthatók.

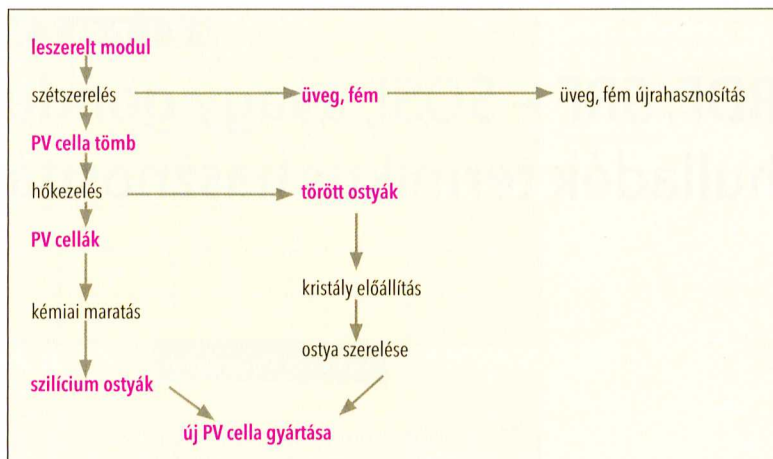
A napelem modulok újrahasznosítására előirányzott technológiák mechanikusan, valamint vegyi és/vagy termikus kezeléssel bontják a leszerelt napelemekből keletkezett hulladékot. Az alábbiakban két technológiát mutatunk be a szilíciumkristály alapú napelemek feldolgozására:

Az egyik lehetséges megoldás a cella sértetlen állapotban való visszanyerése és újrafelhasználása. A fémkeret és üveglap eltávolítása után a napelem cella egy etilén-vinil-acetát (EVA) gyanta és egy polivinil-fluorid alapú hátlap között található, ezt a három réteget szilícium ostyának hívják (angolul wafer). A rétegeket egy homokágyat tartalmazó fluidizált reaktorban bontják szét, 45 percen át 450°C-on történő pirolízissel. Ekkor az EVA és a hátlap elpárolog, majd elég, és a keletkező hő biztosítja a folyamat fenntartását. Ilyen módon a cellák 80%-a sérülés nélkül visszanyerhető. A folyamatot a baloldali ábra mutatja. Amennyiben a cella sérül, a benne lévő szilíciumot további technológiával ki lehet nyerni, amiből új cellát lehet gyártani a hagyományos eljárásokkal. Az újrahasznosított cellákból gyártott modulok hatásfoka megközelíti az újonnan gyártott napelemekét. Az újrahasznosított szilícium ostyából gyártott napelem modulok olcsóbbak, mint az újonnan gyártottak, azonban a cellák termikus úton való kinyerése egyelőre nagy környezetterhelést jelent.

Egy másik ígéretes technológia az Európai Unió FRELP programja (Full Recovery End of Life Photovoltaic project) által finanszírozott kutatás, amelyet az olasz „SASIL S.p.A.” vállalat végzett el. Egy kísérleti üzemben fejlesztették ki az újrahasznosítás folyamatát. A napelem modul szétszerelése, majd az üveg eltávolítása után a napelem ostyát kisebb darabokra vágják, és elégetik. A bevitt anyag 40%-a visszamarad hamuként, ebből az alumínium csatlakozókat leválasztják, majd salétromsav segítségével a szilícium 95%-a visszanyerhető kohászati minőségben.

A bontási anyagok egy része tehát előre láthatóan újra felhasználható lesz másodnyersanyagként (pl. fémhulladékok, kábelek, egyes villamos alkatrészek, berendezések). Hulladékként a bontási törmelék, illetve a bontási munkák során keletkező kommunális hulladékot kell kezelni. Veszélyes hulladék csak csekély mennyiségben keletkezhet (pl. egyes elektronikai hulladékok).

A naperóművünk tervezésekor Tier1-es szállítók paneljeit alkalmaztuk, amely gyakorlatilag garancia a megfelelő minőségre. Maguk a panelek „utility



grade” azaz ipari alkalmazásúak, amelyek natúr alumínium kerettel rendelkeznek.

Eddig mindkét naperóművünk esetében a meghibásodott paneleket a garanciális időszakban cseréltük, és a szállító visszavitte. A saját felmérésünk szerint Magyarországon sajnos nincs nagy tapasztalat a panelek újrahasznosítására, de a nemzetközi tapasztalat sem számottevő.

Annak érdekében, hogy a régi PV panelek és más elektronikai hulladékok megfelelően legyenek ártalmatlanítva, az EU 2012-ben elfogadta az elektromos és elektronikus berendezések hulladékairól szóló irányelvet, amelyben megfogalmazták, hogy a tagállamoknak intézkedéseket kell hozniuk az elektromos hulladékok kezelésére. Németországban a paneleket sok hulladéktelepen le lehet adni, mely nem kerül költségbe.

Létrejött a PV-Cycle mozgalom, melyhez sok panelgyártó, importőr és kereskedő is csatlakozott (<http://www.pvcycle.org/homepage/>).

A 40 darabszámnál nagyobb mennyiségű modulokat a PV-Cycle szállítja el, a kisebb mennyiségeket a legtöbb helyi hulladékkezelő ingyenesen átveszi. (<https://www.greenmatch.co.uk/blog/2017/10/the-opportunities-of-solar-panel-recycling>)

A Mátrai Erőmű illetékesén túl az Inter-Metal Recycling két szakembere is reagált megkeresésünkre. Mint Tihanyi Ervin elektronikai hulladék üzletág vezető mondja, minden valószínűség szerint Magyarországon is érdemes lenne a fénycsövekhez hasonlóan az állami rendszertől függetlenül működő koordináló szervezettel, közvetlen gyártói finanszírozással megoldani a PV-panelek hulladékkezelését. Vitányi Márton ügyvezető szerint fontos felhívni a figyelmet, hogy a forgalmazás támogatása ösztönözheti a hulladékkezelést, emellett azonban, a panelek összetételét látva, azok hulladékkezelése a jelenlegi termékdíjas befizetések/visszaosztások mellett várhatóan nem lesz finanszírozható. •