

## VISSZWATT VÉDELEMMEL ELLÁTOTT NAPELEMES ERŐMŰVEK MŰKÖDÉSE

### A napelemekről általánosságban

A Nap, mint **megújuló energiaforrás** Magyarország felszínére vetítve 1200-1400 kWh energiát közvetít éves szinten, négyzetméterenként. Amennyiben a beérkező napsugarak közvetlenül merőlegesen érkeznének a felületre, ez az érték 1400-1600 kWh/m<sup>2</sup>/év lenne. Egy 100m<sup>2</sup>-es lapostetős épületet ~120.000 – 140.000 kWh/év besugárzás ér, ami egy átlagos családi ház esetén az éves villamos energia igénynek több, mint húszszorosa. Jelenleg 23-24%-os hatásfokkal rendelkező termékek is elérhetőek a napelem panelek körében, ami hatékony felhasználást eredményez a felhasználók számára, ezzel elősegítve a **zöldenergia** térnyerését és az energetikai önellátását. A napelem panelek technológiai fejlődésének és a világszerte áruk csökkenésének köszönhetően adott a lehetőség, hogy hosszú távon elérhető forrásból származó energiát állítson elő és használjon fel bárki, és mindezt olcsón.

A villamos energia versenypiaci ára a Covid időszak előtti ~40-50 €/MW árszintről 400 €/MW-ra is felugrott a járvány, valamint az Ukrajnai háború miatt. Ezzel szemben jelenleg **egy napelemes rendszer jelentősen olcsóbban tudja az elektromos energiát előállítani** a beruházás összköltségére és a termelési potenciálra vetítve. Az alacsonyabb költség mellett pedig nagyon fontos tényező még az is, hogy a folyamatosan változó piaci környezet negatív hatásait nagy részben ki tudja védeni, aki saját naperőmű segítségével állítja elő a felhasználásra kerülő villamos energia nagy részét. A 2050-re kitűzött klímasemlegesség elérése szempontjából is kifejezetten lényeges a **megújuló energiák széles körű felhasználása** a közlekedésben, épületüzemeltetésben, gyártásban, fűtés- és hűtéstechnikában.

Napelemes rendszer telepítéséhez teljesítménytől függően szabad területre, felületre van szükség. Ez a terület lehet ferde vagy lapostető, vagy akár szabadon álló földterület is, de lehetőség van gépjármű parkolását és árnyékolását elősegítő, ún. carport tartószerkezetre is telepíteni. Törekedni kell azonban arra, hogy a kiválasztott telepítési zóna lehetőleg minél napsütöttebb részen helyezkedjen el, így biztosítva a rendszer működését és a **hatékony zöld energiatermelést**.

Minden közcélú hálózattal összeköttetésben lévő termelő rendszert azonban áramszolgáltatói részről engedélyeztetni kell – még abban az esetben is, ha feltáplálás nem történik a hálózatra. Különböző szabályok vonatkoznak a hálózattal szinkronban működő napelemes rendszerek engedélyezésére, telepítésére és üzemeltetésére attól függően, hogy mekkora a teljesítményük, milyen feszültség szinten csatlakoznak a hálózatra, illetve milyen céllal jönnek létre.

**Saját célra termelő erőműveknek**, röviden SCTE-nek (hétköznapiabban nevén visszawatt védelemmel ellátott kiserőműnek) nevezzük azokat a rendszereket, amelyek méretüktől függetlenül nem kifizetés nélkül csatlakoznak a hálózatra, illetve azokat is, amelyeknek AC oldali inverter teljesítménye meghaladja az 50 kVA-es teljesítményt, csatlakozási feszültségüktől függetlenül.

Azokat az SCTE kiserőműveket, amiket azért hoznak létre, hogy egy-egy telephely zöld energia termelését támogassák, és ezáltal a közüzemi hálózatból felvett energiamennyiségét csökkentsék, ún. **visszwatt védelemmel kell ellátni**.

## Viszwatt védelemmel ellátott napelemes rendszerek

A **viszwatt védelemmel ellátott erőművek** nem táplálhatnak be energiát a közüzemi hálózatba. Amennyiben a napelemes rendszer több energia előállítására lenne képes adott időszakban, mint amennyire a felhasználási helynek szüksége van, a betáplálás elleni viszwatt védelemnek le kell szabályoznia a fogyasztási igény mértékéig. Ezek miatt nagyon fontos a napelemes kiserőmű megfelelő méretezése. Ahhoz, hogy az ideális rendszer méretet meg lehessen határozni, az adott fogyasztási hely 15 perces energiafelhasználási adataira és szezonális fogyasztási trendjeire van szükség. Szoftveres segítséggel lehet szimulálni már a telepítés előtt a telepítendő napelemes rendszert, aminek eredményeként 15 perces termelési adatok előállíthatók. A fogyasztás és a termelés 15 perces adatainak összevetésével megállapítható, hogy a rendszer által előállítható energiamennyiség mekkora része az, ami hasznosulhat a felhasználás során. A hasznosítható energiát a fogyasztási helyen üzemelő berendezések azonnal felhasználják, míg a fölös energia leszabályzásra kerül.

### A leszabályzás 2 lépésben történik:

- 1) Első körben egy szoftveres, fokozatmentes korlátozás valósul meg, amely kapcsán egy „okos” eszköz figyeli a telephely villamos energia fogyasztását, és ahhoz igazítva ad parancsot a napelemes rendszer inverterének, hogy maximum mekkora teljesítménnyel üzemelhet. Az inverter ezt a parancsot követve biztosítja az optimális működést a fogyasztás-termelés függvényében.
- 2) A második lépcső egy ún. fedővédelem, mely egy egyszerű relés lekapcsolás, ami nem közvetlenül az invertert szabályozza. Ez a védelem figyeli az áramirányokat, és amennyiben úgy érzékeli, hogy a hálózat felé betáplálás indulna meg, beállítástól függően azonnal leválasztja a hálózatról a napelemes rendszert.

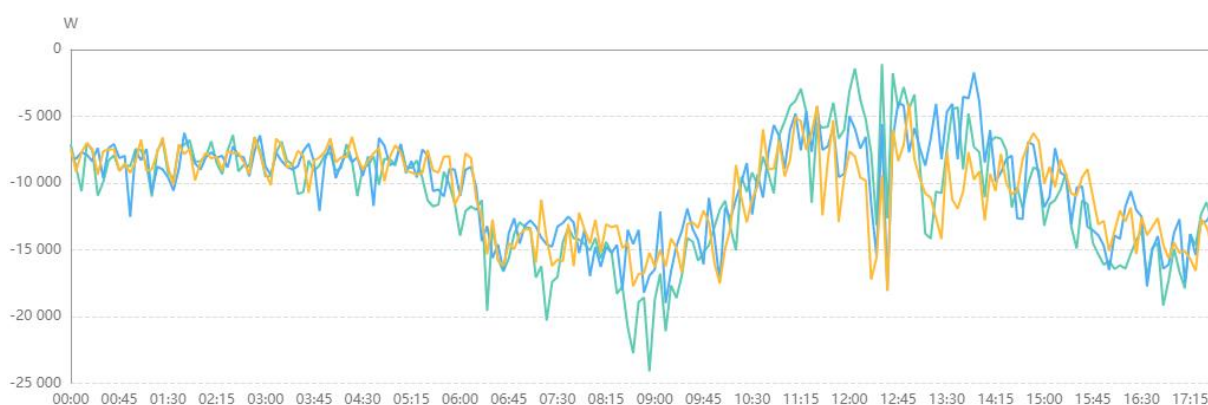
Ezzel a két védelmi funkcióval biztosítható, hogy a közcélú hálózatba ne legyen energiaáramlás a napelemes rendszer felől.

Az időjárástól függően a napelemes rendszerek pillanatnyi teljesítménye folyamatosan változik. Az adott telephely/ingatlan energiafelhasználása szintén folyamatosan változik attól függően, hogy éppen milyen összteljesítményű berendezéseket üzemeltetnek a felhasználók. **Viszwatt védelemmel ellátott napelemes rendszerek** esetén a pillanatnyi energiafelhasználást nem haladhatja meg a napelemes rendszer termelése, ezért a gyors és pontos szabályozás nagyon fontos. Ez a funkció automatikusan működik, azonban a fogyasztáshoz és egyéb műszaki körülményeknek megfelelő, üzembiztos beállítás megtalálása hosszadalmas, akár több hetet is igénybe vevő folyamat lehet. A szabályozásban részt vevő berendezéseknek időre van szükségük ahhoz, hogy a fogyasztásban vagy a termelésben bekövetkező változást érzékeljék, majd lekövezzék. Ezen oknál fogva érdemes a viszwatt védelmet úgy beállítani, hogy a közcélú hálózat felől minden esetben legyen minimális energiavételezés még akkor is, ha a napelemes rendszer tudná fedezni a teljes fogyasztást.

Egy-egy telephelyen általában **1 és 3 fázisú berendezések** is működnek egyszerre, melyek terhelés elosztása a fázisokon többnyire aszimmetrikus. Az 1 fázisú berendezések csak azt az adott fázist terhelik, amelyikről üzemeltetésre kerülnek, míg a 3 fázisú berendezések egyszerre mindhárom fázison generálnak kiegyensúlyozott terhelést. Mivel az 1 fázisú berendezések nem működnek minden

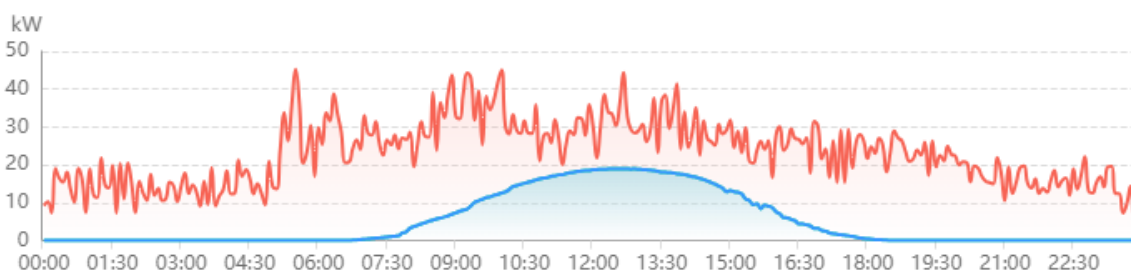
időpillanatban teljes szinkronban (nem ugyanakkor és nem ugyanakkora teljesítménnyel kapcsolnak be külön-külön az adott fázisú áramkörökön), így az egyes fázisokon különböző mértékű lesz az energiaigény. Általánosságban elmondható, hogy az inverterek szimmetrikusan osztják el a 3 fázis között a megtermelt energiát, ugyanakkor a visszatáplálási korlátozást mindhárom fázison arra az értékre kell a védelemnek minden időpillanatban beállítania, amely fázison a legalacsonyabb fogyasztás jelentkezik, ezzel meggátolva, hogy túltermelés és betáplálás történhessen meg a további fázisokon keresztül.

Az 1. ábrán egy telephely 3 fázisának fogyasztási adatait mutatjuk be. Megállapítható, hogy a 3 fázison lévő energiafelhasználás nem egyenlő, azok között eltérés tapasztalható. Mivel nem jellemző, hogy tökéletesen egyenlő mértékben fogyasztanak a berendezések minden időpillanatban mindhárom fázison, emiatt tapasztalható továbbá, hogy tökéletes napsütéses idő esetén sem lehetséges a teljes telephely fogyasztását csak a napelemes rendszer termeléséből fedezni.



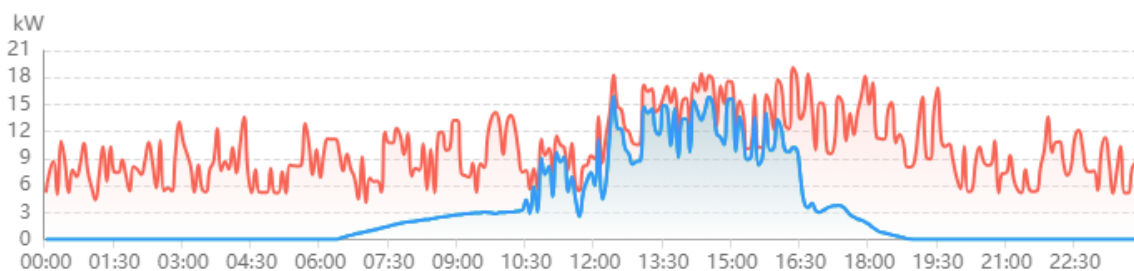
1. ábra: Egy telephely 3 fázisának fogyasztási adatai

A 2. ábrán látható egy olyan vissz wattos kiserőmű napi fogyasztási és termelési diagramja, amikor a fogyasztás folyamatosan magasabb volt, mint a termelés. Látható, hogy a kék görbén (a napelem rendszertermelése), nincsenek beszakadások, vissz szabályozás. A zöldenergia termelés tehát 100%-ban felhasználásra került.



2. ábra: Vissz wattos kiserőművel ellátott üzem napi fogyasztási és termelési görbéje, fogyasztás>termelés

A következő, 3. ábrán látható egy olyan vissz wattos kiserőmű fogyasztási és termelési diagramja, amely napon a fogyasztás bizonyos időpillanatokban kisebb volt, mint amennyi a napelemes rendszerben lévő potenciál. Jól látható, hogy a kék görbe (a napelem rendszer termelése) nem folyamatos, vannak benne beszakadások a visszaszabályozás miatt. Megállapítható továbbá, hogy a szabályozott termelés (kék görbe) megpróbálta lekövetni a fogyasztást (piros görbe), így elérve a napelemes rendszer által biztosított leghatékonyabb zöldenergia felhasználást, visszatáplálás nélkül. Bár a megtermelt energiából minimális (0,01 kWh) mennyiség így is visszatáplálásra került a közüzemi hálózat felé, ez gyakorlatilag a vissz wattos védelmi berendezések működésbe lépésének késlekedéséből fakad toleranciahatáron belül.



3. ábra Vissz wattos kiserőművel ellátott üzem napi fogyasztási és termelési görbéje, fogyasztás < termelés

Jogosan vetődhet fel a kérdés, hogy: **miért nem támaszkodunk a fedővédelemre ilyen esetekben?** Hiszen a fedővédelem gyakorlatilag késlekedés nélkül azonnal beavatkozik, és a szabályozáshoz képest gyorsabban le tudja választani a hálózatról a napelemes rendszert. Egy-egy ilyen kikapcsolás alkalmával az inverter leválik a hálózatról, és az újrapcsolódáshoz minimum 5 perces szinkronizálási idő szükséges, ami alatt napelemes termelés nem indulhat el. Belátható, hogy ezen időszak alatt sokkal több, a napelemes rendszer által megtermelhető energia veszne el, mint pusztán a fedővédelem alkalmazásával.

## Összegzés

A napelemes rendszerek olcsóbban képesek a villamos energiát előállítani, mint amilyen árak tapasztalhatók jelenleg a piacon. A CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentése, a klímasemlegesség elérése miatt kifejezetten fontos a megújuló energiaforrások széles körű felhasználása. Nagy fogyasztók esetében a felhasználási szokásokhoz igazítva lehet olyan napelemes rendszert kialakítani, ami már rövid távon megtérülést eredményez, még akkor is, ha a visszatáplálási korlátozás miatt csökkenteni kell a napelemes rendszer termelését. Mivel a vissz watt védelmi berendezések késleltetve reagálnak a fogyasztási körülmények változására, a szabályozóeszközöket úgy szükséges beállítani, hogy a közcélú hálózat irányából minden esetben legyen egy minimális energiavételezés. A fogyasztási fázisaszimmetria egy vissz watt védelemmel ellátott napelemes rendszert üzemeltető számára azt eredményezi, hogy a hálózat felől valamekkora plusz energia vételezése szükséges lehet, mivel a védelmi egység a termelő berendezést azon küszöbértékig korlátozza le mindhárom fázis esetén egységesen, amely adott időpillanatban a legalacsonyabb a három fázison jelentkező terhelési értékek közül. Ez akkor is előfordulhat, ha egyébként a napelemes rendszer a termelési paramétereire alapján képes lenne fedezni a pillanatnyi összesített fogyasztást, hiszen a 3 fázison megjelenő termelések nem egyenlően és nem egyidőben jelennek meg a fogyasztási oldalon.