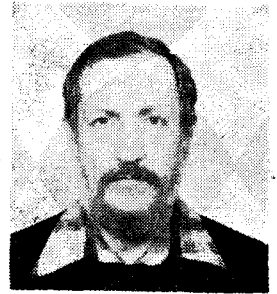


# Természeti energiák felhasználása rádiórelé berendezések tápellátásában

## I. rész

DROMMER GYULA—DR. SOMOGYI ANDRÁS  
ORION



### ÖSSZEFOGLALÁS

Rádiórelé berendezések telepítési helyszínei — általában nehezen megközelíthető terepen és gyenge infrastruktúrával rendelkező területeken — nem mindig rendelkeznek primer hálózati energiával, még kevésbé két utas, biztosított energiaellátással. Ilyen helyeken autonóm tápberendezéseket kell alkalmazni. A cikk első része megvizsgálja a természeti energiák (napsugárzás, szélenergia) felhasználási lehetőségeit rádiórelé berendezések autonóm tápellátására, második része pedig felvázolja egy többféle módon előállított elektromos energiákat fogadni és felhasználni képes tápáramellátó rendszer felépítését.

### Bevezetés

Rádiórelé berendezéseket, vezeték nélküli hírközlő állomásokat a jobb „átlátás” (az ún. Fresnel zónák tisztasága) érdekében — ha ezt a nyomvonal lehetővé teszi — magaslatokra telepítenek. E telepítési pontok azonban nem minden esetben vannak primer hálózati energiával ellátva. Első kérdés, hogy milyen áron és módon lehet a tápellátó rendszert az országos energia hálózathoz csatlakoztatni. A második kérdés, milyen megoldást lehet és kell választani az adott állomás folyamatos, megszakításmentes, vagy csak igen kis idejű megszakítást adó tartalék energia ellátására. Egy aránylag kisfogyasztású — néhányszor 10W — állomás számára nem egyértelműen gazdaságos az országos hálózat meghosszabbítása, különösen ha a szükséges kiegészítő hálózat hossza tíz km felett van. Ide ugyanis már valamilyen középfeszültség szintű hálózatot kell telepíteni, ami egy transzformátorállomás létesítését is jelenti a vonal végén, még igen kis terhelések mellett is. Ez a megoldás nem csupán a beruházási költségek miatt hátrányos és drága, hanem a további üzemelés során is költséges, mert az adott energiaátviteli rendszer igen rossz hatásfokkal üzemel. A legkisebb középfeszültségű transzformátorok teljesítménye is nagyságrendekkel meghaladja egy kisfogyasztású állomás teljesítmény igényét. Nyilvánvaló, hogy egy hegycsúcsra, magaslatra kitett állomás számára létesített hálózat nem túlságosan védhető a különböző elemi csapásoktól (villám, vihar, zúzmarásodás). Meg kell oldani az állomás folyamatos energiaellátását is. Itt a nagyobb rendszereknél szokásos második, független hálózatról történő ellátásról szó sem lehet. Vala-

### DROMMER GYULA

1957-ben szerzett diplomát a BME Villamosmérnöki Kar Erőáramú Szakon. Első munkahelye a BHG volt, ahol tápegységek, tápáramforrások, automatikus diesel-üzemű motor-generátorok fejlesztésével foglalkozott.

### DR. SOMOGYI ANDRÁS

Villamosmérnöki oklevelét 1958-ban kapta meg a BME Villamosmérnöki Kar Híradástechnika Szakon. 1966-ban végezte el a Félvezető Szakmérnöki Tagozatot, 1967-ben védte meg egyetemi doktori disszertációját tranzisztorok nagyfrekvenciás viselkedése témában. 1958 óta dolgozik az ORION-ban, előbb TV fejlesztőként, majd mikrohullámú rádiórelé berendezések fejlesztésével kezdett foglalkozni. 1975-től 1987-ig a mikrohullá-

Magyarországon elsőként alkalmazott tirisztorokat egyen- és váltóáramú szabályozott tápellátó rendszerekben. Számos szabadalom tulajdonosa. 1965 óta a tápellátás témájával az ORION-ban foglalkozik, a tápáramforrás fejlesztési osztály vezetője.



mú fejlesztési főosztály vezetője, 1988-tól a professzionális profil főmérnöke. Tagja a HT szerkesztő bizottságának.

milyen egyéb energiatárolásról kell gondoskodni, ami rendszerint egy automatikus üzemű egyenfeszültségű tápberendezés akkumulátoros energiatárolással.

Egy ilyen tápellátási rendszer költsége hálózatkiépítéssel és tápberendezéssel néha többszöröse is lehet egy kiscsatornaszámú ismétlőállomás költségének. Iparilag gyengén fejlett országban általában nincs országos méretű villamos energia hálózat. Inkább az egyes nagyvárosok és környékük rendelkeznek villamos hálózattal. Ilyen helyeken szinte minden telepítési ponton autonóm tápberendezéseket kell alkalmazni. Egy az USA-ban készített felmérés szerint a világ mikrohullámú állomásainak közel 50%-a olyan helyre települ, ahol az állomás energiaellátását nem villamos hálózat biztosítja.

### Autonóm tápellátás

Korábban autonóm tápáramforrásként szinte kizárólag belsőégésű robbanó motorral meghajtott generátorokat alkalmaztak. Igen kis teljesítmény

Beérkezett: 1987. IV. 17. (\*)

tartományban termovillamos generátorok és zárt-rendszerű gőzturbinák is elterjedtek. E rendszerek megbízható üzemük ellenére különböző hátrányos tulajdonsággal rendelkeznek: a Diesel és Otto motorok időszakos karbantartásigényük, a termovillamos generátorok nagyon rossz hatásfokuk miatt. Nem elhanyagolható az üzemanyagszállítás és tárolás problémája sem. Vannak állomások, melyek nem is közelíthetők meg az év minden időszakában. Egy modern rádiórelé berendezés 1/2 m<sup>3</sup>-es konténerben elfér és nem igényel épületet, szemben egy állomás folytonos üzemét biztosító üzemanyagtartállyal, amit rendszerint földbe kell sülyeszteni, pl. hogy a paraffinkiválást a hideg hatására elkerüljék.

Az elmúlt évtizedben a megújuló energiaforrások kutatása és fejlesztése terén elért eredmények a primer hálózati energiával nem rendelkező hírközlő állomások energiaellátásának lehetőségét átforgatták. Ezt a folyamatot a hírközlő berendezések energiafogyasztásának csökkenése is gyorsítja. Annak ellenére, hogy az évtized közepére nem következett be a napelemek tíz évvel ezelőtti prognosztizált 2 nagyságrendes áresése, ma már realitás 50–60 W fogyasztású berendezés nap-elméről való üzemeltetése.

A megújuló természeti energiaforrások, melyek közvetlenül, vagy közvetve a napenergiából származnak, széles területen alkalmazhatók. A Napból a Földre érkező energia 27–29%-a mozgató jellegű munkát végez (levető áramlása, a felhők mozgása és a víz felemelése, párologtatás). A magaslégtér elnyelés és kisugárzás 30% körül van, a talaj energia elnyelése és kisugárzása kb. 40%. A növényzet energialekötése nem éri el az 1%-ot. Ezekből egyértelműen azt lehet következtetni, hogy a mozgatóból és közvetlen sugárzásból kell és lehet nagymennyiségű energiát nyerni. Ez a két energiatermelő rendszer a szél motor-generátor és a napelem. Ennek eldöntése, hogy milyen áramforrást alkalmazunk, minden esetben igen gondos mérlegelés eredménye. Független az éghajlati és terepviszonyoktól, valamint az infrastrukturális ellátottságtól.

### Naptelepek alkalmazása

A napenergiát hasznosító berendezések tervezéséhez és telepítéséhez szükséges az adott hely nap-sugárzás jellemzőinek ismerete.

A leglényegesebb jellemzők:

- a Nap helyzete és relatív mozgása
- a Föld felületére érkező napsugárzás intenzitása
- a teljes sugárzás közvetlen és szórt sugárzás tartalma, valamint
- a sugárzás spektruma.

Ezen adatok vagy az egyes országok meteorológiai állomásainak mérései alapján rendelkezésre állnak, vagy azokat az adott helyszínen meg kell mérni. A kapott adatokat azonban minden esetben ellenőrizni kell, mivel a telepítési helyek jellemzői lokális légköri zavarok miatt eltérhetnek egy országos mérés átlagaitól. (Szennyező üzemek, helyi

gyakoribb felhőképződés stb.). Egy fix telepítésű állomás naptelepeinek dőlésszögeit a felhasználás jellegétől függően nyári vagy téli maximumra lehet tervezni.

Napkövető rendszer esetén meghatározható a követési tartomány. A Föld felszínére érkező direkt-sugárzás intenzitása egy adott helyen Bouguer törvénye szerint határozható meg:

$$I = I_0 e^{-k \cdot AM} \quad \text{ahol}$$

$$I_0 = 1354 \cdot 6 \text{ W/m}^2 \quad \text{az atmoszférán}$$

kívüli sugárzás teljesítménysűrűsége

$$e^{-k} \quad \text{az atmoszféra transzmissziós tényezője}$$

$$AM \quad \text{(Air Mass) az atmoszféra vastagsága}$$

Az  $e^{-k}$  transzmissziós tényező elsősorban a légkör vízgőztartalmától függ, de függvénye a nyomásnak és egyéb légköri szennyeződéseknek is. Értéke 0,7–0,8 tartományban van.

Az atmoszféra vastagsága, mivel a Föld rádiuszához mért vastagsága nem számottevő, sík rendszerként kezelhető. A napsugár által áthatott atmoszféra vastagsága (Air Mass) — alacsony napállások kivételével —:

$$AM \cong \frac{1}{\sin \alpha}$$

ahol  $\alpha$  a Nap látszólagos helyzetének a horizont felett mért szöge.

Néhány szélességi körön tiszta felhőtlen atmoszféra esetén a Föld felszínét érő sugárzási energia sűrűségeket az alábbi táblázat tartalmazza kW/m<sup>2</sup> ben.

Hely	Földrajzi szélesség	Napi		Éves össz-mennyiség
		nyári max.	téli min.	
Egyenlítő	0°	7,5	6,8	2300
Trópus	23,5°	8,3	4,2	2300
Középes szélesség	45°	8,5	1,7	1900
Sarkkör	66,5°	7,9	0	1400

Feltűnő, hogy a nyári maximális sugárzási energia az egyenlítő és a sarkkör között igen kis eltérést mutat, maximum 40° szélességi kör közelében van. Ez a Föld deklinációjából adódik és a sarkkör felé haladva a nappali órák növekvő számával van összefüggésben. Ugyanezen ok miatt tapasztalható a téli erős csökkenés. A táblázat adatai tiszta felhőtlen égboltra vonatkoznak. Az ipari szennyezés és a felhőzet a megadott adatokat igen nagy mértékben csökkenthetik. Magas hegycsúcsokon azonban nő a sugárzás intenzitása. Magyarországon a napsugárzás energiasűrűségének éves átlaga kb. 1240 kWó/m<sup>2</sup>. Területi eloszlásban maximális értéke Kecskemét környékén (1340 kWó/m<sup>2</sup>): minimuma Sopron környékén (1160 kWó/m<sup>2</sup>) mérhető. Budapesten (1220 kWó/m<sup>2</sup>) jó közelítéssel az országos átlag mérhető. Közép-Európában, így hazánkban is a felhőzet hatására a szórt sugárzás aránya magas. Éves átlagban a

szórt sugárzás 60—70%-a a teljes sugárzásnak. Ez az arány természetesen ősszel és tavasszal az átlag felett, tiszta téli és felhőtlen nyári napokon az átlag alatt van. A Meteorológiai Szolgálat mérőállomásai regisztrálják a vízszintes felületre eső sugárzási energiát. A napelem panelek azonban a vízszinttől eltérő szögben kerülnek felállításra, ezért a mért adatokat korrigálni kell, és a direkt komponens számítható. Problémát a szórt diffúz sugárzás hatásának figyelembevétele jelent. Ezt tulajdonképpen változatlan értékkel kellene figyelembe venni, ha az értékeket pontosan ismernénk. Pontos adatokat az adott telepítési helyhez tartozó dőlt felületre eső sugárzás mérésével lehet kapni. Megbízható üzemeltető, napelemtől működő tápberendezés tervezése és telepítése előtt ezen adatokat meg kell mérni a helyszínen.

### Szélergia alkalmazása

A megújuló energiák egy másik — szinte az emberiség történetétől felhasznált — fajtája a szél, azaz a mozgó levegőtömeg kinetikus energiája:

$$E = \frac{1}{2} m V^2 \text{ (Ws)}$$

ahol  $m$  (kg) a levegő tömege

$V$  (m/s) a szélesebesség

Adott felületen időegység alatt áthaladó levegőtömeg teljesítménye

$$P_w = \frac{1}{2} \rho A V^3 \text{ (W)}$$

ahol  $\rho$  (kg/m<sup>3</sup>) a levegő sűrűsége

$A$  (m<sup>2</sup>) az átáramlás keresztmetszete

$V$  (m/s) a szélesebesség

A levegő sűrűsége több tényező — hőmérséklet, tengerszint feletti magasság — függvénye. Ezen korrekciós faktorok alapján kiszámítható a fenti összefüggés.

A szél legfontosabb mérhető jellemzője a szélesebesség. Szélesebesség adatok általában az alábbi jellemzők valamelyikében állnak rendelkezésre:

- szélesebesség tartam diagram vagy táblázat
- szélesebesség gyakorisági diagram vagy táblázat
- szélerőzsa

(A szélerőzsa energiatermelés szempontjából nincs különösebb jelentősége, mivel a szélmotorok automatikusan állnak szélirányba).

A fenti adatok (szélesebesség, tartam és gyakoriság) felhasználhatósága a mérés pontosságától, nevezetesen a mintavételezés gyakoriságától függ. A szél munkavégző képessége azonos átlagsebességek esetén is jelentős eltéréseket mutat attól függően, hogy milyen a szélesebesség időbeli eloszlása. Egy szélesebesség diagram vagy táblázat annál megbízhatóbb, minél több éves átlagolás eredménye. Általában elmondható, hogy a telepítési helyen végzett mérés nem kerülhető el, mivel egy telepítési hely közelében végzett mérés is félrevezető lehet. A szél sebességének nagyságát és a széláramlás milyenségét — turbulencia — döntően befolyásolják a természetes és mesterséges tereptárgyak.

Közismert tapasztalat, hogy a hegygerincre telepített szélmotorok az ott előforduló szélgyakoriság miatt egy adott idő alatt több energiát termelnek, mind a sík terepen elhelyezett gépek. A völgyek általában alkalmatlanok telepítésre, bár egy uralkodó szélirány esetén „huzatos” völgyek is kialakulnak. (Ilyen például a Budaörs—Törökbálint közötti völgy.)

A szél sebessége a tapasztalat szerint a Föld felszínétől mért magassággal is változik. A meteorológiai táblázatok általában 10 m magasságban mért szélesebességet tartalmaznak. Szélmotorokat ennél magasabbra szokás telepíteni. A szélmotorok 4 m/s—10 m/s szélesebességre vannak méretezve, — azaz 4 m/s alatti szélesebesség mellett az energiatermelés nem számottevő, bár a szélmotor már beindul 2,5—3 m/s erősségű szélnél. A 10—12 m/s feletti szelet energiatermelés szempontjából állandónak kell tekinteni, mivel a szélgépek ettől a sebességi tartománytól különféle megoldásokkal visszazabályozódnak.

Egy energiatermelés szempontjából átlagos 6 m/s szélesebesség esetén 1 m<sup>2</sup> felületen 120 W energia áramlik át. Ez természetesen nem nyerhető ki teljesen. Egy ideális gyorsjárású szélmotor hatásfoka kb. 40—45%. Ha villamos energiát termelünk, a hajtómű és generátor együttes hatásfokát 60%-nak véve, az energia fluxus negyede hasznosítható. Ebből a fenti szélesebesség mellett az adódik, hogy egy csupán 200 W energiát termelő rendszer 3,2 m átmérőjű szélkerékkel kell hogy rendelkezzen.

Mind a napelemes, mind a szélmotoros autonóm tápáramforrások energiatermelése szakaszos üzemű. A fogyasztó — különösen a mi esetünkben — folyamatos, megszakításmentes energiaellátást igényel. A probléma feloldása egy energiátároló alkalmazását teszi szükségessé.

Mai ismereteink alapján — bár széles körű kutatások folynak újabb energiátárolók létrehozásának érdekében — még mindig az akkumulátor az egyedüli hozzáférhető megoldás. Ezek közül is a NiCd és a savas ólomakkumulátorok jöhetnek számításba.

Az autonóm tápáramforrások tároló akkumulátoraival szemben támasztott követelmények:

- kis önkisülés
- jó töltési és kisütési hatásfok
- kis karbantartási igény
- hosszú élettartam
- robusztus felépítés
- olcsó ár

A követelmények csak kompromisszum árán elégíthetők ki. Az ólomakkumulátorokat gyártó cégek már régebben kidolgoztak kis önkisülésű tiszta ólom, vagy kalciummal ötvözött lemezekkel ellátott akkumulátorokat. A legutóbbi ideig a Ni Cd akkumulátorok — egyéb előnyös tulajdonságaik ellenére — nagy önkisülésük és alacsony hatásfokuk miatt autonóm tápberendezések telepítésénél nem jöhetnek szóba.

A svéd SAB NIFE cég kidolgozott egy SUNICA típusjelű, kimondottan napelemes autonóm táp-

áramforrások céljaira szolgáló akkumulátor család. Az akkumulátor amperóra hatásfoka 95% felett van. Az önkisülése 25 °C-on 0,1—0,2% naponta, ami ugyancsak kedvező.

Előnyös tulajdonságai:

- magas amperóra hatásfok
- alacsony önkisülés
- a töltöttség bármely fokán használható (memória effektus mentes)
- nem kell feszültség szabályozó (töltésnél)
- szélsőséges hőmérsékleti viszonyok között üzemeltethető
- nagy mechanikai ellenállóképesség

Külkereskedőink piackutatási tevékenysége során ismételtelen felmerült olyan rádiórelé berendezések iránti igény, melyek autonóm tápáramforrással kerülnének szállításra. A piaci igények olyan területekről jelentkeznek, melyek a megújuló energiák valamelyik fajtájával rendelkeznek. Ezért határozott vállalatunk úgy, hogy foglalkozni kívánunk napenergiát, illetve szélenergiát hasznosító tápberendezések tanulmányozásával ill. kidolgozásával. Vállalatunk ma már képes olyan rádiórelé berendezéseket előállítani, melyek ismétlőállomásaiknak fogyasztása 50—100 W közötti tartományba esik. A hazai ipar — a Villamosipari Kutató Intézet — kifejlesztett megbízható, néhányszor 100 W csúcsteljesítményű napelem paneleket, amelyek lehetővé teszik kb. 60 W állandó teljesítmény szolgáltatását. A szélmotorokkal kapcsolatban nem ilyen kedvező a hazai helyzet.

Felméréseink szerint nincs olyan jelentős hazai igény a szélmotorok iránt, mely egy csak aránylag nagy sorozatban kifüzetődő technika és technológiai bevezetését különösen a híradástechnikában

indokolttá tenné. (Nincs jó hatásfokkal működő 3—5 kW teljesítményű generátor, nincs kiforrott technológia és gyártó üvegszálerősítésű légcsavar lapátok készítésére stb.) Így — igény esetén — külföldi gyártású szélmotort kell számításba vennünk.

A fenti megfontolások alapján olyan autonóm tápáramellátó rendszer alkalmazása látszik célszerűnek, mely

- a) opcionálisan külön-külön is alkalmazható egyen szűrésű 500—500 W csúcsteljesítményű naptelepet, szélmotor-generátort és diesel generátort tartalmaz;
- b) intelligens vezérlő automatikával kiegészítve komplett rendszerré szervezhető. A vezérlő automatika az energiatermelő egység, a tároló és a fogyasztó közötti energiaáramlást vezérlő, a villamos paramétereket figyelő teljesítményelektronikai egység. Az energiatermelés irányából több bemenete is lehet (szélmotor, napelem, diesel generátor), ez esetben gondoskodik a párhuzamosan beáramló villamos energiák optimális összegezéséről és felhasználásáról.
- c) képes egy 50—100 W fogyasztású rádiórelé állomás szünetmentes tápellátására.

A naptelep 500 W csúcsteljesítményű VKI gyártmányú egység. A mintául szolgáló szélmotor-generátor import; teljesítménye 10 m/s szélesebesség esetén 500 W. A minta diesel motor-generátor szintén 500 W teljesítményű és ugyancsak importból származik. A vezérlő automatika az Orion-ban készül. Szerzők köszönetüket fejezik ki a Villamosipari Kutatóintézetnek, amelynek Böhönyi Ferenc által az ORION számára a témában készített döntéselőkészítő tanulmányát e cikk 1. részéhez forrásmunkaként felhasználták.