

Lehet-e a légköri villamos töltés energiaforrás

*Tárgyszavak: légköri töltés; töltésvezető; vezetőképesség;
légköri áramsűrűség; kozmikus sugárzás kondenzátor;
energiasűrűség.*

Bevezetés

Mindenki tud a villámlásban megmutatkozó légköri villamos energia létezéséről, aminek nagyságát az 1700-as években már B. Franklin is tanulmányozta a zivatarok közben. Legnépszerűbb kísérleti eszköze két csengőből állt, az egyiket antennához csatlakoztatta, a másikat földelte, s közéjük ingát függesztett. Az ingát a töltés hol az egyik, hol a másik csengőhöz vonzotta. Az inga mozgása a vihar közeledtét jelezte, a lengés, illetve a csengés gyakorisága egyenes arányban volt a légköri töltés nagyságával. A készülék egyben töltésvezető eszközként szolgált, s mint ilyen, tárgya volt a korabeli kutatásoknak is. Azóta a légköri villamosságot sokkal kifinomultabban, földi elektronikus eszközökkel, elektrométerrel, léggömbre szerelt műszerekkel vagy műholdra szerelt optikai eszközökkel mérik.

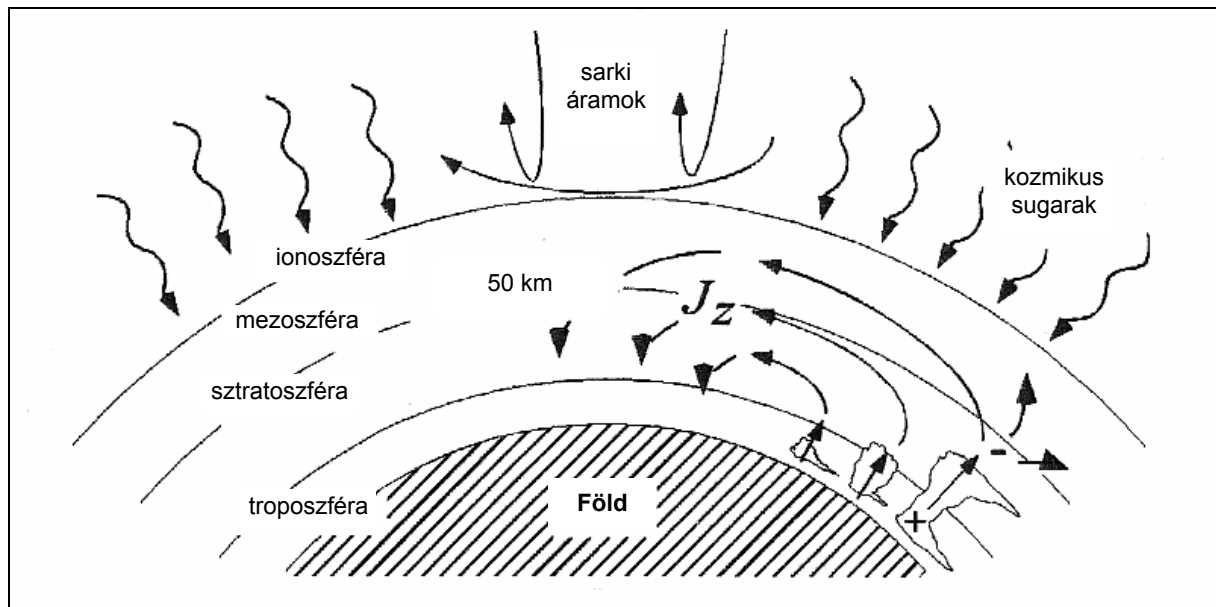
A légköri töltés kialakulásának mechanizmusai

Általános vélekedés szerint a légköri elektromos töltést főként az egyenlítő környékén kialakuló zivatarok okozzák. Becslés szerint az év bármely napján 2000 zivatar keletkezik, a legnagyobb aktivitással helyi idő szerint délután, s egyszerre a Föld kb. 1/1000-nyi területére terjednek ki. A légkör vezetőképessége a magassággal exponenciális arányban nő, az elektromos térerő viszont a magassággal (ugyanazon exponenciális függvény szerint) csökken, ezért a Föld–légkör áramkörben kialakuló légköri áram sűrűsége I_x (1. ábra) lényegében állandó.

A kozmikus sugarak a légköri gázokat ionizálják, mégpedig a légkörbe hatolásukkal exponenciálisan csökkenő mértékben, de az ionizált gázrészecskék főként a trópusi zivatarokkal járó villamos tér miatt különülnek el töltésük szerint. A kozmikus sugárzás által kiváltott ionizáció erőssége függ a napszél változásától és a napkoronából kilövellt anyagtól, amely a Földet részben védi

a kozmikus sugárzástól. A légkört ionizálhatja még por, homokvihar, vulkáni tevékenység, ember okozta radioaktív szennyezés és földrengés (ionizáló radon felszabadulása révén).

A zivatar-tevékenység okozta töltésselkülönüléssel a Föld felett pozitív töltésmező keletkezik, a földfelszínen pedig negatív töltésmező. A kettő alkotta villamos mező a földfelületre merőleges, és lefelé irányul.



1. ábra A Föld–légkör villamos áramkör

Az energiasűrűség

Bár a légkörben lévő töltés függőleges eloszlása több tényezőtől függ, a vizsgálat alapja az ideális eloszlás. Az elkülönült töltések eredő villamos mezőjének gradiense a földfelszíntől felfelé irányul, s körülbelül 50 km-ig, az elektroszféra kezdetéig tart. A két réteg közötti feszültség kb. 3×10^5 V, amit a földfelszín közeli 1×10^6 coulomb töltés tart fenn. Ezekből, az ismerős képletel:

$$C = Q/V \quad (1)$$

meghatározható, hogy a földfelszín és az elektroszféra által alkotott kondenzátor kapacitása 3,33 farad.

Ezt a töltést létrehozó energia pedig, ugyancsak az előző értékekből számolva:

$$W = 0,5 \cdot Q \cdot V \quad (2)$$

$1,5 \times 10^{11}$ J-ra adódik, amit $1,0 \times 10^{11}$ J-ra kell módosítani, hisz a töltés nem két egymással párhuzamos sík kondenzátor lapon, hanem a földfelszín – elektroszféra gömbhéjak között van, ahol a töltés elkülönítéshez kevesebb energia szükséges. Ebben a gömbhéj térfogatban az energiasűrűség $5,67 \times 10^{-8}$ J/m³.

Ez az energiasűrűség a jelenleg felhasznált fűtőanyagokénál 15–26 nagyságrenddel kisebb (a nyersolajé $3,3 \times 10^{10}$ J/m³, a földgázé $4,0 \times 10^7$ J/m³, a szénéé $3,9 \times 10^{10}$ J/m³, a nukleáris fűtőanyagé pedig $1,42 \times 10^{18}$ J/m³). Bár a légköri töltés energiasűrűsége kisebb, úgy tűnik, van egy nagy előnye: csak egy karót kell a földbe verni, rá egy antennát tenni, s máris lehet a töltést „csapolni”, a többi már a zivatarok dolga. Ez az elgondolás egyszerű, de nem biztos, hogy meg is valósítható.

A „töltésbegyűjtés” és a lehetséges alkalmazások

Az első nehézség, hogy rögzített antenna nem tudja követni a töltéssel rendelkező légtömegeket, ezért gondoltak a – villámláskutatásban használatos – vezetéket vivő rakétára. De karbantartási igénye, a rossz időjárási viszonyok közötti fellövési nehézségek miatt használata töltésbegyűjtésre nem alkalmas (a repülőgépek veszélyeztetéséről nem is beszélve). Elképzelhető töltésvezető csatorna nyitása ionizáló lézersugárral, de ez még csak ötlet, és meg kellene állapítani a csatorna nyitásához szükséges és a töltésbegyűjtéssel nyerhető energia arányát. Lehet még a radioaktív anyaggal bevont végű tűhegyű antennával próbálkozni, mert a radioaktív anyaggal ionizált gázok jobban vezetik a fémhez a töltést.

A légköri feszültség gradiense a földfelszín közelében a helyi időjárástól függően erőteljesen különbözhet: a melegfrontos esőben mérhető -100 V/m – 900 V/m értéktől a hidegfrontos esővel járó ± 2000 V/m között. A „jó idő”-re jellemző -100 V/m villamos erőterű mezőből földelt antennával levett töltéssel legfeljebb egy kb. 0,1 lóerős (majdnem 75 W-os) elektrostatikus motor működtethető. A jelenlegi helyzetben a légköri töltésből nyert árammal távoli helyen lévő műszerek kis energiaigényét lehet fedezni, pl. kisnyomatékú motorjukat hajtani.

Az Egyesült Államok energiaigénye és az energiaforrások összevetése

Az Egyesült Államok évi energiaigénye 2002 - 2020 között átlagosan $1,06 \times 10^{20}$ J-ra tehető. A Földet érő legállandóbb energiasugárzás a napsugárzás, amiből napi 8 órás napsütést figyelembe véve egy napelemes rend-

szer $2,88 \times 10^7 \text{ J/m}^2$ -t vesz fel naponta, azaz $1,05 \times 10^{10} \text{ J/m}^2$ -t évente. Ezzel az energiával és 100%-os hatásfokkal számolva, a légköri veszteségeket figyelmen kívül hagyva, az ország teljes energiaigényét $1,0 \times 10^{10} \text{ m}^2$ -nyi nap-elemmel lehetne fedezni. Mivel a napelemek hatásfoka 30%, a területet $3 \times 10^{10} \text{ m}^2$ -re azaz $3,0 \times 10^4 \text{ km}^2$ -re kell növelni, ami Texas állam területének 9/10-e lenne. Ha az országnak csak a villamos energiáját kellene napsugárzásból fedezni (ami az összes energiaigénynek mintegy harmadrésze), akkor Texas 3/10-ét kellene napelemmel borítani. A napelemes rendszereket a napsugárzásnak legjobban kitett, ritkán lakott helyeken kell telepíteni, a meglévő villamos távvezetéseket a lehető leggazdaságosabban hasznosítani: azokra minél kisebb feszültségvesztésű, tehát a lehető legrövidebb bekötővezetésekkkel csatlakozni.

Az Egyesült Államok $1,06 \times 10^{20} \text{ J}$ évi átlagos energiaigényének a légköri töltésben lévő $1,0 \times 10^{11} \text{ J}$ energia csak egy milliárdod része, tehát a teljes energiaigény fedezéséhez a légköri töltésnek ezt az energiáját évente $1,06 \times 10^9$ -szer, azaz percenként 2000 alkalommal kellene begyűjteni. Nincs olyan zivatartevékenység a Föld légkörében, amely ilyen gyakoriságú töltés-utánpótlást lehetővé tene. Ha valahogy sikerülne a légköri töltés felét óránként egyszer levenni, akkor az is csak a jelenlegi fogyasztás $4,0 \times 10^{-4}\%$ -át fedezné. Következésképpen, a dolgok mai állása szerint, ez a lehetséges energiaforrás jelenleg legfeljebb a már említett egész kicsiny fogyasztók energiaellátására lehet alkalmas.

(Herczegh József)

Breuer M.: Feasibility of tapping atmospheric charge as a power source. = Renewable Energy, 28. k. 7. sz. 2003. p. 1121–1127.

Noack, F.; Hasse, P.: Blitzentladungen gezielt auslösen und einfangen – Utopie oder Wirklichkeit? = ETZ Elektrotechnik und Automation, 124. k. 3/4. sz. 2003. febr. p. 16–20.

Röviden...

Fűtés a mélyhűtőpultból

A Zwingel élelmiszerkereskedő cég több mint 10 évvel ezelőtt kezdett el azzal foglalkozni, hogy a hűtőberendezések hulladékhőjét fűtésre és melegvíz-előállításra felhasználja. Az általános gyakorlattal szemben – amikor is a hűtőkompresszor által előállított kb. $83 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű forró gázt kondenzzerben lehűtik, és az itt keletkező hőt a környezetnek leadják – itt a folyamatot megszakítják, beiktatva egy ellenáramú hőcserélőt. Az energiát puffer-tárolóba vezetik. Ezt látja el hőenergiával a piac padlófűtését.

A gyakorlatilag karbantartást nem igénylő rendszer ráfordítási költségei kisebbek, mint a hagyományos berendezéseké. Az új rendszerrel tartósan egyenletes klí-

mát lehet biztosítani, a padló fűtését még nyári időszakban is lehet alkalmazni, minden többletköltség nélkül. További előny, hogy a bejárat eső és hó esetében is száraz marad, a padlófűtés eredményeképpen.

Miután a csarnoképületben nincs tüzelőberendezés, elmarad a kéményépítés és számos tűzvédelmi berendezés alkalmazása. A tűzbiztonság és a környezetvédelem feltételei jobbak.

Az elmúlt télen a hővisszanyerés eredményeképpen 100 000 liter fűtőolajat sikerült megtakarítani.

A műszaki koncepciót a Bajor állam 2002-ben kitüntetéssel ismerte el.

(Umwelt Magazin, 2002. 9. sz. p. 72–73.)