

# Változatos villámlások a világból

A földtudomány, azon belül a meteorológia talán egyik legizgalmasabb jelensége a villámlás. Ám ez a látványos égi kísülés nem csak annyit jelez, hogy épp zivatar van, hanem segítségével a kutatók fontos válaszokra lelhetnek olyan területeken, ahol nem is gondolnánk, hogy ennek szerepe lehet.

## Vulkáni villámok vizsgálata

A vulkánból kiáramló hamuszemcsék növekvő mennyisége olykor heves villámok formájában mutatkozik meg. A Föld gyomrából előbújó, természetfeletti dühre emlékeztető, izzó felhő arra figyelmezteti a vulkanológusokat, hogy az ég felé magasodó füstoszlop potenciálisan nagy veszélyt jelenthet.

Ahhoz, hogy villámok keletkezzenek, ezeknek a felhőknek elektromosan fel kell töltniük. Általában azt feltételezzük, hogy a kavargó vulkáni fellegekben egymásnak feszülő és súrlódó hamurészecskék olyan óriási elektromos labilitást okoznak, amelyet csak a heves villámcsapások tudnak kiegyenlíteni. De valami más is hozzájárulhat a vulkáni kiáramlás elektromos feltöltődéséhez.

A Szicíliától északra fekvő szigetvilág egyik legaktívabb vulkánjához, a Strombolihoz légballoonokra erősített elektromosság-mérő berendezéseket juttatva ugyanis a kutatók felfedezték, hogy még azokban a vulkanikus felhőkben is, melyekben kevés hamu található, jelentős mennyiségű töltés halmozódik fel.

Ennek a „fantom-elektromosságnak” a forrását egy színtelen, szagtalan radioaktív összetevő, a radon bomlása képezheti. Világszerte hasonló folyamat játszódhat le más radont kibocsátó vulkánok esetében is, mondta *Karen Aplin*, a Bristol Egyetem Repülésmérnöki Tanszékének fizikusa, a *Geophysical Research Letters* tudományos folyóiratban publikált tanulmány társszerzője. Ha a radon által

vezérelt elektrifikálás befolyásolja az izzó vulkáni hamufelhők viselkedését és élettartamát — amelyek a közlekedésben, a gazdaságban és a társadalomban is óriási károkat okoznak — akkor a gáz szerepének megértése segíthet az embereknek, hogy jobban felkészüljenek a kitörésekre.

Jól ismert, hogy a vulkáni hamu súrlódása hatalmas mennyiségű elektromos töltést halmoz fel. Ez a folyamat az ún. dörzs- (vagy tribo-) elektromosság, amely többek között akkor jelentkezik, amikor egy léggömböt a fejedhez dörzsölsz, és az ott marad a kezekben anélkül, hogy megmarkolnád.

A hamuszemcsék közé keveredő jégrészecskék ugyancsak hozzájárulnak a feltöltődéshez. Mindezek egyidejű kölcsönhatása megnehezíti a vulkáni villámlás tanulmányozását, ennek a rejtélyes és bonyolult folyamatnak a feltárását.

A szerzők ezért valami újat próbáltak ki. Töltést akartak mérni egy hamumentes felhőben, és a Stromboli — amelynek látványos lávaszökőkútjaihoz heves gázki-bocsátás, ám kevés hamu társul — tökéletes helynek bizonyult a kísérlethez. A számítások szerint a kutatók által a pöfékelésekből mért töltés könnyedén keletkezhet a radon bomlásának eredményeként, amely a vulkáni működés kibocsátott gázainak egyik fontos összetevőjét képezi. Megállapították, hogy a bomláskor töltött részecskék szabadulnak fel, amelyek a levegőben lévő szemcsékkel ütközve ionizálják azokat. Ez az, ami a szakemberek szerint elektromos töltéssel ruházza fel a hamumentes vulkáni felhőt.

„További vizsgálatok nélkül azonban nem lehetünk biztosak abban, hogy valóban így működik a folyamat.” — mondta *Keri Nicoll*, a Readingi és a Bathi Egyetem atmoszférakutatója, a tanulmány fő szerzője. Ám hozzátette, hogy az elmélet valószínűleg helytálló, mivel „egyetlen más töltésfejlesztő mechanizmusról sem tudunk, amellyel megmagyarázhatnánk a megfigyeléseinket.”

Habár hozzájárul, egyáltalán nem biztos, hogy a radon a vulkáni villámlás egyetlen döntő eleme. Ahogyan Dr. Aplin magyarázta, „korántsem biztos, hogy a radonmechanizmus önmagában is elég erős ahhoz, hogy hamu közreműködése nélkül is bekövetkezzen a jelenség.” Ennek ellenére más szakértők is úgy gondolják, hogy a mostani eredmények ígéretesnek tűnnek, és mindenképp létjogosultsága van az ilyen irányú kutatások folytatásának.



## Útmutató villámút

Senki sem képes „eltalálni” felső atmoszféránk alsó részének – amely az ionoszféra D rétegeként ismert – kiterjedését és aktivitását, mivel a szó szoros értelmében mozgó célpont. A felszín felett 64 és 96 kilométeres magasságban található réteg a napszaktól függően fel-le mozog. A repülőgépeknek és kutatóballonoknak ez már túl magas, a műholdaknak túl alacsony, kis sűrűsége miatt pedig közvetlen rádióhullámokkal sem vizsgálható, így pedig szinte lehetetlen megfigyelni.

A D réteg megértése sokkal több, mint pusztán ismereteinket gyarapító tudományos alapkutató, mivel a jelenlegi technológiák széles körét érinti, beleértve az alacsony frekvenciájú navigációs rendszerek pontosságát és felbontását. Az ezekre támaszkodó hálózatok pedig alternatívái lehetnek a GPS-nek, valamint a globális tájékozódás egyszerűsítéséhez is egyre fontosabbá válnak.

A kutatók által felfedezett új eljárást az ionoszféra megfigyelésére a villámok jelenthetik. Az általuk termelt elektromágneses hullámok mérésével ugyanis a szakemberek a villám útját visszakövetve képessé váltak a D réteg elektronsűrűségének elemzésére. Az erről szóló tanulmány a *Geophysical Research Letters* tudományos folyóirat hasábjain olvasható.

Egy villámcsapás sokféle frekvenciájú elektromágneses hullámot bocsát ki, mely sebessége a felső légkör aktuális állapotától függ. A korábbi elméleti kutatások ezekre alapoztak a villám eredetének meghatározásakor.

„Én megfordítottam a problémát” – mondta *Mark Golkowski*, a Coloradói Egyetemhez tartozó Műszaki, Tervezési és Számítástechnikai Főiskola villamos- és biomérnök egyetemi docense. „Ha tudom, honnan jön a villám, akkor az útja mentén pontosan kielemezhetem a felső légkört.”

A kutató azt a sebességet mérte, amellyel egy hullám energiája utazik, egészen pontosan annak rendkívül alacsony frekvenciájú (ELF: extreme low frequency) komponense. Az ELF hullámok összesített sebessége lényegesen kisebb,



mint a fénysebesség, és a hullámok jobban érintik a légkör elektronsűrűség-profilját. A megtett útjuk ismeretében pedig lehetséges a D réteg diagnosztizálása.

Vizsgálataihoz a környezeti és ipari mérések globális szolgáltatójától, a finn Vaisala vállalatától származó adatokat is felhasznált, amely a villámlások mintegy 80%-át figyeli meg alacsony frekvenciatartományban. A Worldwide ELF Radiolocation Array-al (WERA) együttműködésben pedig a D réteg széles skálájú elemzését adta, mérve annak sűrűségét, magasságát és a benne zajló változás sebességét.

A mai GPS-navigáció nagy felbontása és pontossága – autóinkban, telefonjainkban és karóráinkban – a Föld felszínétől mintegy 20 ezer kilométeres magasságban keringő műholdakra támaszkodik. A távolság, amelyet az általuk kibocsátott nagyfrekvenciás jeleknek át kell hidalniuk, amellyel, hogy gyengítik őket, sebezhetővé is teszik a különböző torzulásokkal (elakadások, hamisítások) szemben, amelyek így nem, vagy csak módosulva jutnak el a vevőhöz. Ez bosszantó lehet a közlekedőkre nézve, és akár katasztrófális egy ellenséges területen tartózkodó katonai alakulat számára.

Ezzel szemben az alacsony frekvenciájú globális navigáció olyan földi állomásokra támaszkodik, amelyek a felső légkör alsó részéről visszapattanó jeleket pingpongszerűen továbbítják a felhasználó felé. Az ilyen rendszerekkel nem szükséges a jelnek 20 ezer kilométert oda-vissza utaznia, így sokkal ellenállóbbak a gyengüléssel és a beavatkozásokkal szemben. Hátránya azonban, hogy a felső légkör ismeretlen állapota és aktivitása korlátozza a pontosságot, így leginkább a hajóknak, vagy tengeralattjáróknak kedvező az óceánon való navigációjukhoz.

A kutatók azonban most felhasználhatják az új módszerrel szerzett ismereteket, hogy javítsák az alacsony frekvenciájú navigációs pontosságot, s új szintre emeljék a mai technológiát, ami a földközeli űrkutatáshoz is széles körben hozzájárulhat.

SZOUCEK ADÁM

