

S mivel nem tudjuk, hogy az emberiségre nézve melyik eset áll fenn, folyamatos adásra és folyamatos vételre célszerű berendezkednünk.

Mindez azt is jelenti egyfelől, hogy a földi emberi intelligencia és technikai civilizáció felértékelődik, mert lehetséges, hogy egyedüli a Világmindenségben. Másfelől a valószínűségi felső korlátok kicsiny volta nemes és rendkívül izgalmas feladattá teszi az exocivilizációk kutatását.

Irodalom:

ALMÁR IVÁN: *A SETI szépsége. Kutatás Földön kívüli civilizációk után* – Vince Kiadó, Budapest, 1999

STEPHEN HAWKING: *Az idő rövid története* – Talentum, Budapest, 1998

STEPHEN HAWKING: *A világegyetem dióhéjban* – Akkord Kiadó, Budapest, 2002

SOLT GYÖRGY: *Valószínűségi számítás*, 10. kiadás – Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999

NÉMETH JUDIT: *Mi az a sötét energia?* – Fizikai Szemle, 2004/1

## A GÖMBVILLÁM KELETKEZÉSÉNEK, LEFOLYÁSÁNAK ÉS ELTŰNÉSÉNEK MEGFIGYELÉSE

A jelenség egy teljesen új, fenomenologikus leírása

Tar Domokos

Eidgenössische Technische Hochschule,  
Zürich, Svájc

*Az irodalomban keresik azt a szemtanút, aki nemcsak látott gömbvillámot, hanem fizikus is. A szerző, aki fizikus, pontosan és részleteiben megfigyelte 1954-ben a Margitszigeten egy gömbvillám keletkezését, a jelenség lefolyását és eltűnését. Azóta se felejtette el ezt a különös, gyönyörű és egyúttal félelmetes tüneményt. A szerző, amíg aktívan dolgozott, nem ért rá a megfigyeltek értelmezésével foglalkozni. Nyugdíjazása után azonban közel egy éves szakirodalmi búvárkodással áttanulmányozta a téma legfontosabb közleményeit, aminek során kiderültek a mai gömbvillám-modellek biányosságai. A megfigyelés mozaikdarabjait összerakva sikerült egy új elméletet fölláttatni, amely teljesen megfelel a megfigyeléseknek. E cikkben ezen új elmélet kerül bemutatásra, és egy új elnevezést is javasolunk a „gömbvillámnak” a „villámgómbtól” való megkülönböztetésére.*

### A szemtanú megfigyelése

1954-ben a budapesti Eötvös Egyetem másodéves fizikus-hallgatója voltam, a negyedik félévet végeztem. Egy meleg nyári délelőtt a Margit-szigeten haladtam az uszoda irányába. A sziget, amely a Duna két ága között helyezkedik el, egy természetes, gyepes terület, kevés fával, körülbelül 120 m tengerföldről magasságban. Az eget már sötét felhők borították, a hőmérséklet 25–27 °C volt. Vihar közeledett, és a távolban már több villám is lecsapott. Erős szél kerekedett esővel. A front gyorsan közeledett felém. A közelben semmilyen menedékhely sem volt. Elhatároztam, hogy gyorsan elérem az uszoda bejáratát, még mielőtt egy villám esetleg agyoncsapna. Nem

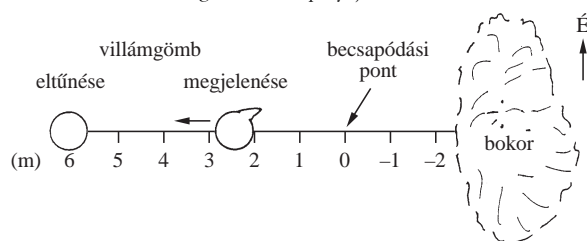
A *Physica Infiltrans* című Magyar-Osztrák Fizikus Vándorgyűlésen, Szombathelyen, 2004. augusztus 24-én elhangzott előadás szerkesztett változata. Abstracts ed. *A. Horváth*, p. 11, Eötvös Loránd Fizikai Társulat, Budapest, 2004. A kézirat közjegyző által hitelesítve 2004. március 18-án, Stäfa, Svájc. A szerző címei: CH-8712 Stäfa, Eichlenstrasse 16, Svájc, e-mail: d.tar@bluewin.ch, telefon: +41 44-796-17-63.

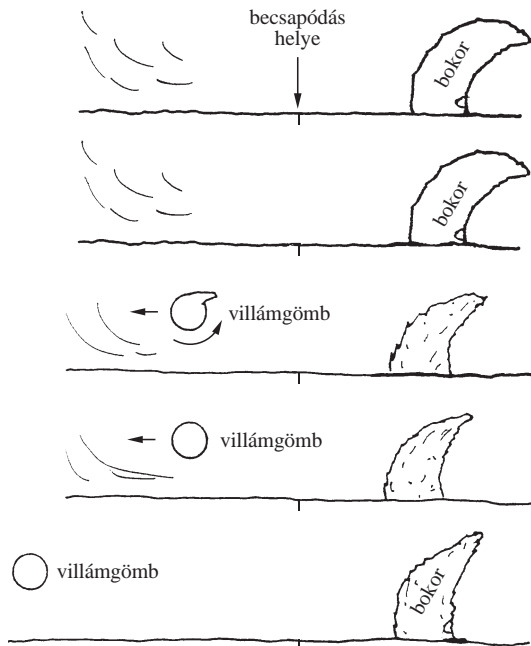
szaladtam, mert gondoltam, hogy az veszélyes lenne. A levegő nedvességtartalma az eső miatt közel 100% volt.

Hirtelen éppen előttem, körülbelül 50 m távolságra egy borzalmasan erős villám csapott a fűbe. Azóta sem hallottam ilyen hatalmas dörrenést. A villámcsatornát láttam anélkül, hogy a fejem elfordítottam volna. Ezért a jelenség minden részletét azonnal meg tudtam figyelni. A csatorna átmérője körülbelül 25–30 cm és nagyon fényes volt. Egyenes vonalban ütött le a fűbe. A magassága több mint 7 m volt. A villám fénye megvilágított egy bokrot körülbelül 2–3 kis fával a közepén, ami körülbelül 2,5 m távolságra volt a becsapódási ponttól (1. ábra). A bokor körülbelül 2 m magas volt.

Azonnal egy nagyon erős forgószél keletkezett. A szél erősen meghajlította a bokrot tölem jobbra (2. ábra). A villám eltűnése után aránylag sötét lett a vastag felhők és a sötét épület miatt a háttérben. Még mindig láttam az erős szélről meghajlított bokrot, és a faleveleket, fűvet és a port örvényleni a levegőben. Közel 2 másodperc sötétség után (3. ábra) egy szép fényes gömb jelent meg körülbelül 1,2 m magasságban a föld felett. Az átmérője 25–35 cm volt. A megjelenési hely pontosan akkora távolságra volt a becsapódási ponttól, mint a bokor ugyanattól, de az ellenkező irányban (1. ábra). A gömb nagyon fényes volt, mint egy kis Nap. Volt egy vagy két „tolla”, amiből meg lehetett állapítani, hogy a gömb az óramutatóval ellenkező irányban forgott a megfigyelőhöz képest, ahol a becsapódási pont jobb felől volt. A forgási tenge-

1. ábra. A gömbvillám pályája fölülről nézve

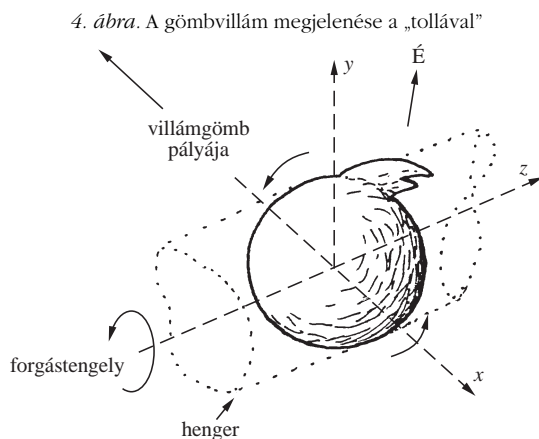




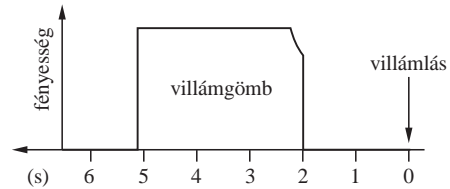
2. ábra. A gömbvillám megfigyelése

lye párhuzamos volt a földdel és merőleges az út irányára (2. és 4. ábra), ami azon az egyenesen volt, amely a bokor közepét és a becsapódási pontot összeköti (1. ábra). A tolla nem volt olyan fényes, mint a gömb (vörös). Ami nagyon különös volt, hogy a toll nem az  $x$ - $y$  síkban volt, hanem az  $x$ - $y$ - $z$  tégelyedben, azaz északi irányban (4. ábra). Ez azt jelentette, hogy a tollának mindhárom irányban volt komponense. Nagyon rövid idő múlva (kb. 0,3 s) a toll eltűnt a gömbben.

Ekkor jelent meg a „villámgömb” teljes szépségében. Ez különbözik a később megemlítendő, nagyenergiájú gömbvillámtól, amely még ritkábban jelenik meg. Az erős örvényszelek ellenére stabilan vándorolt egyenes sebességgel az említett egyenes mentén balra. A fényessége konstans volt az egész felületén, és a gömb teljesen éles határokat mutatott. Most már nem láttam semmiféle forgást. Az első gondolatom az volt, hogy „Ilyen különös jelenség létezik a Természetben!”. A gömb nagysága is ugyanaz maradt. Közel 3 s múltán a gömb hirtelen eltűnt, mint egy szappanbuborék (3. ábra). Nem hallottam semmi zajt, lehet, az eső és a szél miatt.



4. ábra. A gömbvillám megjelenése a „tollával”

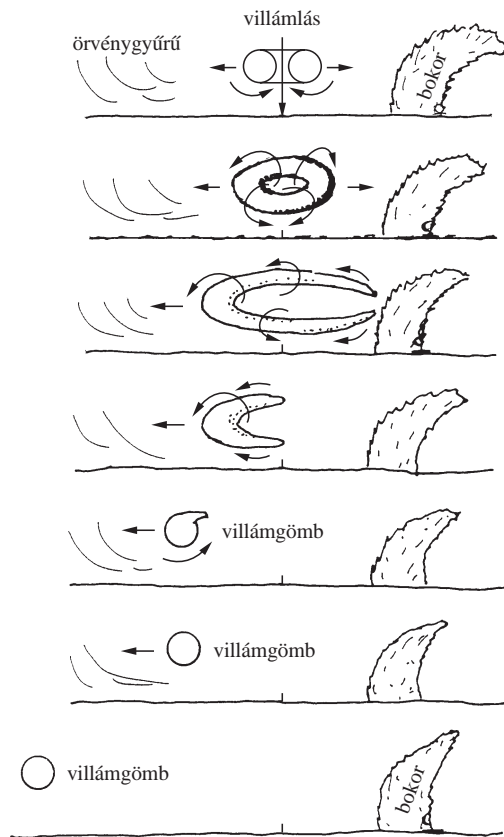


3. ábra. A gömbvillám szubjektív fényessége az idő függvényében

## A villámcsatorna leírása

Spektroszkópiai mérésekből tudjuk, hogy a villámcsatorna hőmérséklete 20 000–30 000 °C. A csatorna átmérője 15–30 cm. A hőmérséklet nagyon gyorsan csökken a sugárirányú távolsággal és az idővel [17]. A felhőknek 20–50 MV feszültsége van a földhöz képest. A csatorna árama 10–100 kA. Az első kisülés körülbelül 10–20  $\mu$ s-ig tart, de általában további kisülések vannak a földtől a felhőig és visszafelé. Így a közepes villámlási idő akár 0,1 s-ig is eltart. Közel 7 cm távolságban a levegő hőmérséklete csak 100 °C-os [17]. A mágneses mező a csatorna körül körülbelül 40 ms alatt eltűnik. Tudjuk, hogy a villám nagyfrekvenciás sugárzást is kibocsát, de ez körülbelül 50  $\mu$ s alatt megszűnik [20]. *Rakov* és *Umann* [17] közöl adatokat a villámok energiájára, ami 1 MJ-t is elérhet. Az eredeti kisülés energiájából körülbelül 99,99% a dörgés (hang)energiájába megy át. Az első lökéshullám a hangsebesség tízszeresét is elérheti. A nagysebességű lökéshullám csak a csatorna közelében keletkezik, távolabb a dörgés normális hangsebességgel terjed. A villámcsatornánál felül van egy expanzió, alul pedig egy implózió (5. ábra).

5. ábra. A gömbvillám keletkezése hidrodinamikai örvénygyűrűből



## Az örvénygyűrű keletkezésének leírása

Az örvénygyűrűt a villám lökeshulláma okozza és az örvényszelek állítják elő. Ez egy alacsony nyomású gyűrű, amely egy fölfújt autógumi belsejéhez hasonlít. A gyűrű forog a saját belső tengelye körül (5. *ábra*). Egyáltalán nem azonos a Hill-féle örvénygyűrűvel [5, 14]. A gyűrű belső oldala egy eléggé instabil tóruszfelület. A hidrodinamikai örvénygyűrű különböző formája látható *Kopiev* munkájában [10]. Örvénygyűrű akkor keletkezik könnyen, ha a villám egy vízszintes felületre merőlegesen csap le. Ha nincs semmiféle akadály a közelben, akkor az örvénygyűrű kiterjed az átmérője irányában, míg a vastagságát megtartja, és közben energiáját lassan elveszíti. Hasonló örvénygyűrű ismeretes a vesekövek szétporlasztásánál, amikor egy nagyfeszültségű erősáramú elektromos kisülés erős ultrahanghullámot okoz, amely szétrobbantja a veseköveket. Erről fényképek láthatók [11]-ben és [23]-ban.

## Föltételezések a villám utáni örvénygyűrűről

- Az örvénygyűrűt nem lehetett megfigyelni, mert ez még túl hideg volt. A gyűrű ugyanis nem a csatorna anyagából származott, és így még a spektrum látható tartományában sem sugárzott. Ez csak később következett be, amikor a bezárt gázok erősebb gerjesztése során a gömb megjelent a tollával.

- Az örvénygyűrű további kiterjedését a bokor akadályozta. A fa kétfelé szakította a gyűrűt (5. *ábra*) az idő- és távolságadatokból következően (1. és 3. *ábra*). A gyűrűnek ugyanis ugyanakkora a kiterjedési sebessége, mint a gömb vándorlási sebessége. Ezután a szétszakadt gyűrű egy sarló alakú formából igen gyorsan egy gömbbé zsugorodott össze. Ez a zsugorodás még inkább hozzájárult a gömbben lévő gázok elektromos gerjesztéséhez. A hengermozgásból egy központi centrális mozgás állt elő a centrális erő következtében, miáltal megszületett a villám-gömb. A gömb keletkezéséhez a gömb közepéből kiinduló centrális erő szükséges a lassú mozgású pozitív ionok és a gömb felületén gyors mozgású elektronok között. Ez a centrális erő aztán gyorsan megszüntette a hengermozgást.

## A villám-gömb keletkezésének leírása

Most visszatérek a megfigyelésemhez, amelynek lényeges pontjai a következők:

1) A villámcsatorna merőleges egy nagy vízszintes, sík felületre. A forró villámcsatorna sebességének hirtelen lecsökkenése ideális az örvénygyűrű keletkezéséhez.

2) A közelben lévő bokor középpontja, a villám becsapódási pontja, a gömb megjelenése és eltűnése mind ugyanazon az egyenesen fekszenek (1. *ábra*).

3) Az örvénygyűrű egy részének forgási tengelye párhuzamos a földdel és merőleges a gömb haladási irányára (1. és 4. *ábra*).

4) A gömb forgástengelye és az örvénygyűrű megmaradó hengerének tengelye ugyanaz (4. *ábra*).

5) A gömb forgásiránya az óramutató járásával ellenkező irányú a megfigyelőhöz és a csatornához viszonyítva. Ennek következtében a gyűrű forgása a csatorna mellett is ugyanaz. Ez annak a fizikai ténynek felel meg, hogy a forró levegő a csatorna mellett fölfelé, ugyanakkor a hideg levegő a föld felszínén kívülről a csatorna felé áramlik (5. *ábra*).

6) A gömb forgási irányából levont fontos következtetés az, hogy az örvénygyűrű nem a csatorna anyagából képződött, különben fordított irányban, vagyis az óramutatóval megegyező irányban kellett volna forognia [5]. A gyűrű nem keveredik a csatornával, éli a saját életét, és hideg, mert nem kap energiát a csatornától.

7) A gömb tolla nemcsak az  $x$ - $y$  irányba mutat, hanem az  $y$ - $z$  irányba is (4. *ábra*). Ez arra mutat, hogy a fark a gyűrű összezsugorodott kis részéből származik.

8) A gömb haladási sebessége éppen akkora, mint a gyűrű koncentrikus terjedési sebessége, mint az az 1. és 3. *ábrából* következik: a gömb vándorlási sebessége  $3,5 \text{ m} / 3 \text{ s} = 1,17 \text{ m/s}$ , és ez egyenlő a láthatatlan örvénygyűrű kiterjedési sebességével,  $2,5 \text{ m} / 2 \text{ s} = 1,25 \text{ m/s}$ -mal. Ez arra utal, hogy a gömb a gyűrűből keletkezik (4. és 5. *ábra*).

## A központi erő keletkezése

*Lenard* szerint [6, 12] a vízeseleknél óriási mennyiségű töltések – elektronok és pozitív ionok – keletkeznek. Minél hirtelenebb a változás és a turbulencia, annál nagyobb a sűrűlási elektromosság (triboelektromosság). Az örvénygyűrűben nagy mennyiségű mozgékony elektronok és nehéz, pozitív töltésű ionok keletkeznek. A negatív elektronok valószínűleg a gömb felületén helyezkednek el. Külső töltések kettős réteget okozhatnak [6, 18]. A keletkezés után a gömb csak rövid ideig forog, utána lebeg.

## A villám-gömb stabil pályája

Az örvénygyűrű koncentrikusan, radiálisan szétterjed (5. *ábra*). Körülötte gyors örvényszelek vannak, de a gyűrű maga nagyon stabil. A gömb a gyűrű pályájának a folytatásaként jön létre. A gömb öröklí a gyűrű stabilitását, legalább az első időben. Gyakran említik, hogy a gömb nemritkán vízszintesen vándorol. Ennek oka a következő lehet. Villámcsapás után az elektrosztatikus mezők hamar stabilizálódnak a föld felszínéhez képest körülbelül  $120 \text{ V/cm}$ -rel. A gömb átveszi ezt a potenciált [13].

## A villám-gömb sugárzása, spektruma, élettartama és felületi feszültsége

A megfigyelt villám-gömb fényessége egy 200–800 W-os fehér fényű elektromos lámpához volt hasonló. A felületi fényessége körülbelül  $1100 \text{ °C}$ -os feketetest-sugárzásának felelt meg. A spektruma valószínűleg egyenletes, kis csúccsal fölötté. A fehér fény és a csillogás megjelenése

származhat a magas víz- és  $N_2$ -tartalom glimmkisüléséből. Magasan gerjesztett elektrolumineszcencia az  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$  és  $H_2O$  molekulák következménye. A gömb sűrűsége megfelel a levegő sűrűségének. Az teljes gömb valószínűleg elektromosan semleges, de ez nem jelenti, hogy az emberre ne lenne veszélyes (elektromos ütés). Az élettartama pár másodperctől pár percig tarthat. Különböző külső körülmények megrövidíthetik az élettartamát. Ha összehasonlítást akarunk tenni, különbség van a szappanbuborék és a villámgómb között. A szappanbuborék fészesebb. A villámgómb tudja változtatni az alakját. Egy-kétszer repülőben is látták. A szerző nagyfrekvenciás mezők terén szerzett tapasztalatai szerint nagyon nehéz 100%-osan leárnyékolni valamit. A villámgómbban egyaránt van glimmkisülés, koronakisülés és Szent Elmo-féle tűz. Ezeknek helyi nagyfrekvenciás hatásuk van, és így kis lyukakon is bejuthatnak a repülőgéphez.

## Miért látunk olyan kevés villámgómböt?

Berger svájci meteorológus 30 éven keresztül sok villámot fényképezett le a hegyekben, de sohase látott villámgómböt [2]. Erre egyszerű magyarázat adható:

- A villám mindig a csúcsokat keresi a koronakisülésnél fellépő télerősség miatt. Hegyekben ez mindig teljesül, és így az örvénygyűrű nem tud kialakulni a domborzati viszonyok miatt.
- Vízszintes felületre való merőleges beesés szükséges, de nem elégséges feltétel. Egy aszimmetrikusan elhelyezett szigetelő anyagú akadály közbejötté kell, hogy az kettévágva a gyűrűt, a gömb kialakulhasson.
- A megfelelő nedvesség, hőmérséklet és nyomás további szükséges feltételek.

Úgy gondolom, Stenhoff [20 (149–151. és 154. o.)] és Barry [1 (104., 108., 109. és 111. o.)] munkáiban látható fényképek villámgómböket ábrázolnak.

## Nagyfrekvenciás sugárzásból származó energia

Közel 400 szemtanú leírása olvasható Singer [19], Barry [1], Stenhoff [20], Egely [4], valamint Rakov és Umann [17] munkáiban. A villámgómbök a legtöbb esetben ártalmatlanok, csak egyes esetekben okoznak nagy kárt. Kapica javaslata [7] szerint a nagy energiák nagyfrekvenciájú állóhullámok révén állhatnak elő. A mérések azonban megmutatták, hogy ha vannak is ilyen mezők, azok sok nagyságrenddel túl gyengék lennének ehhez.

## A szerző hidrodinamikai elmélete a gömbvillám keletkezéséről

Az felvázolt villámgómb-modell teljesen különbözik az eddig ismert modellektől [7, 14, 15, 24]:

- A jelen modellben a villámgómbban semmiféle örvénygyűrű nincs, ellentétben Nickel, Koloc és Vlasov modelljével. Habár a villámgómb egy örvénygyűrűből fejlődik ki, maga azonban nem örvénygyűrű.

- A jelen modellben a villámgómb a villámcsatornán kívül keletkezik, és nem kap energiát a csatornából. A többi modell szerint a gömbvillám az energiáját a csatornából nyeri.

- A megfigyelt gömb ellenkező irányban forog, mint a Nickel-féle modellben. Ennek az oka, hogy a meleg levegő fölfelé áramlik a csatorna mellett, míg a hideg levegő a földön áramlik kívülről a csatorna felé.

A további fejlemények a villámgómb keletkezésében a következők. A hideg hidrodinamikai örvénygyűrű megszakad, sarlóformát ölt, és utána rögtön összehúzódik egy forgó, rövid hengerformába (4. és 5. ábra). Ez az összehúzódás még több gerjesztett molekulát termel. Központi erők keletkeznek, ami dominálni fog a hengeres forgás fölött, és megjelenik a gömb. Ez teljesen meggyezik a megfigyeléssel.

## Külső energia nagy mennyiségű töltések által

Stepanovtól származó statisztika [21] szerint nagy károkat okozó gömbvillámokat csak épületeken kívül figyeltek meg. Az épületek ugyanis le vannak árnyékolva a statikus mezőkkel szemben. Ebből az következik, hogy a ritka előfordulású nagy károk normális villámokra vezethetők vissza. A ritkán megfigyelt nagyenergiájú gömb nem magyarázható a gömb belső energiájával. Egyszerű számítás szerint: a gömbkondenzátor energiája  $W = C \cdot U^2/2$ , ahol  $C = 4\pi\epsilon_0 R$  a kapacitás,  $R = 0,15$  m a gömb sugara,  $U = 1,2 \cdot 10^6$  V/m az átütési télerősség,  $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$  As/Vm. Innen kapjuk, hogy  $W = 12$  J (csak).

Ez a kívülről jövő nagy energia látható kisülés nélkül a következőképpen magyarázható. Az utóbbi években több kutató bebizonyította, hogy minden villám előtt körülbelül 3 ezredmásodperccel egy kis impulzuscsoport jelenik meg a felhőkben (*preliminary breakdown impulses*, PBP) [17]. Ezek nagy töltéseltolódásokat váltanak ki a felhők között az elővillámok pályái mentén. Ezek a pályákon az elektromos vezetőképesség jóval nagyobb, mint másutt. Már szép időben is  $2 \cdot 10^{-6}$  A/m<sup>2</sup> nagyságú az áramsűrűség a levegőben. Vihar alatt ezek az elővillámok akár 20 km távolságra is elnyúlnak [17]. Tehát ezek a rövid impulzusok aktiválják a csatornákat, és így nagy mennyiségű töltés halmozódik fel a villámgómbban, végül okozva annak nagyenergiájú szétrobbanását. A megfigyelők ezt a nagy energiát magának a gömbnek tulajdonítják, mert az emberi szem ezt nem veszi észre, hiszen az egész folyamat 50 ms-on belül történik. Ezt nevezzük *gömbvillámnak*.

## Triboelektromosság következtében fellépő belső energia

A megfigyelésben a gömb csak 2 másodperccel később jelent meg a villám becsapódása után (3. ábra). Ez a bizonyítéka annak, hogy a gyűrű keletkezésekor még hideg volt. Az atmoszféra elektromossága a felhők között akár 500 Coulomb töltést is meghaladhat [17]. A villám energiájának csak százazred része marad a gömbben.

## Javaslatok a villámgömb megfigyelésére vagy előállítására

Mindenekelőtt meg kell figyelni vagy elő kell állítani a hidrodinamikai örvénygyűrűt. Ehhez a következő kísérleteket kell elvégezni:

1. Az elektromos kisülést hirtelen kell lefékezni, ami egy nagy csattanással jár. A villám merőlegesen csap le egy kiterjedt sík felületre, ahol a földben nagy fémrács van elhelyezve.

2. Az örvénygyűrűt fel kell szakítani az egyik irányban egy nem vezető (szigetelő) akadály elhelyezésével.

3. Az örvénygyűrű megfigyeléséhez közel 2 másodperc áll rendelkezésre. A megfigyelés végezhető infravörös kamerával, a Schlieren-féle optikai módszerrel vagy lézer-anemometriával. Így később a villámgömb megfigyelése is lehetővé válik.

A fenti kísérletek – kisebb méretekben – valószínűleg laboratóriumban is elvégezhetők.

## Zárszó

A Természet féltve őrzi az ő gyönyörű villámgömbjét. Csak akkor mutatja azt meg nekünk, ha már más kiutat nem talál.

## Irodalom

1. J.D. BARRY: *Ball Lightning and Bead Lightning: Extreme Forms of Atmospheric Electricity* – Plenum Press, 1980
2. K. BERGER: *Kugelblitz und Blitzforschung* – Naturwissenschaften 60 (1973) 485
3. G. DIJKHUIS, J. PIJPELINK: *Performance of high voltage test facility. Science of Ball Lightning* – First Intern. Symp. on Ball Lightning, Tokyo, 1988, Word Scientific Publ. 1989, p. 337
4. GY. EGELY: *Hungarian Ball Lightning Observations* – Hungarian Academy of Science, KFKI, 1987

5. M.S. HOWE: *Theory of Vortex Sound* – Cambridge Univ. Press, 2003, p. 91
6. K. KAHLER: *Die Elektrizität der Gewitter* – Sammlung Borntraege, Band 3 (1924)
7. P. KAPITZA – Dokl. Acad. Nauk, USSR, 101 (1955) 245–248
8. H. KIKUCHI: *Ball Lightning, Handbook of Atmospheric Electrodynamics, Vol. 1* – ed. Volland, H., CRC Press, 1995, p. 167–187
9. P. KOLOC: *The Plasma Configuration and Ball Lightning* – In: *Science of Ball Lightning*, ed. Y. Ohtsuki, Japan, Word Scientific Publ., 1989, p. 289–309
10. V. KOPIEV: *Theory of Vortex Ring Noise* – In: *Advances in Aeroacoustics*, ed. J. Anthoine, C. Schram, Karman Institute for Fluid Dynamics, 2001, p. 10, Fig. 8
11. J. LINGEMANN, G. PREMINGER: *New Developments in the Management of Urolithiasis* – Igaku-Shoin Press, 1996, p. 29
12. L. LOEB: *Static electrification* – Berlin, Springer, 1958
13. R. MUHLEISEN, H. FISCHER: *Elektrische Aufladung von Hubschraubern* – Bonn, 1978, Forschungsbericht aus der Wehrtechnik: BMWg-FBWT 78-7
14. K. NICKEL: *A fluid dynamical model for ball lightning* – ed. Y. Ohtsuki, 1988, p. 156; *The Lifetime of Hill's Vortex* – Word Scientific Publ. Press, 1988, p. 177
15. Proc. of First Intern. Symp. on Ball Lightning, ed. Y. Ohtsuki, in: *Science of Ball Lightning*, Tokyo, 1988, Word Scientific Publ., 1989
16. Proc. of 5th Intern. Symp. on Ball Lightning, 1997, ed. Y. Ohtsuki, Tsugawa, Japan, 1997
17. V. RAKOV, M. UMANN: *Lightning Physics and Effects* – Cambridge Univ. Press, 2003
18. M. SANDULOVICIU, ET AL.: *Ball lightning like structures formed under controllable laboratory conditions* – Proc. of 5th Intern. Symp. on Ball Lightning, Tsugawa, Japan, (1997) p. 170–75
19. S. SINGER: *The Nature of Ball Lightning* – Plenum Press, New York, 1971
20. M. STENHOFF: *Ball Lightning. An unsolved problem in atmospheric physics* – Kluwer Acad. Plenum Publ., 1999
21. S. STEPANOV: *On the Energy of Ball Lightning* – Proc. of 5th Intern. Symp. on Ball Lightning, Tsugawa, Japan, 1997, p. 61–62
22. S. STEPANOV, ET AL.: *Electric Machine in Ball Lightning* – Proc. of 5th Symp. on Ball Lightning, Tsugawa, Japan, 1997, p. 183–187
23. K. SUSLICK: *Die chemischen Wirkungen von Ultraschall* – Spektrum der Wissenschaft, Apr. 1989, p. 60–66
24. A. VLASOV: *A ball lightning is a natural nuclear reactor?* – Proc. of 5th Symp. on Ball Lightning, 1997, p. 75–79
25. H. VOLLAND (ed.): *Handbook of Atmospheric Electrodynamics, Vol. 1.* – CRC Press, London, 1995

# EGY MEGKÉSETT ÉBREDÉS: GÖDEL A FIZIKÁBAN

Jáki Szaniszló

Seton Hall University, South Orange, New Jersey

Ha valaki későn ébred fel reggel, általában nem alszik el újra, vagy nem kezd el szundikálni. Úgy tűnik, ennek az

---

Jáki Szaniszló bencés pap 1924-ben született Győrben. A győri bencés gimnázium elvégzése után 1942-ben lett a rend tagja. Teológiai tanulmányokra a rend Rómába küldte, ahol 1950-ben doktorált teológiából. Mivel politikai okokból nem térhetett haza, az Egyesült Államokba ment, ahol különböző egyetemeken teológiát tanított. Egy gégeműtét, amely évekig megakadályozta abban, hogy tanítson, alkalmat kínált számára, hogy fizikával foglalkozzék. Victor Hessnek, a kozmikus sugárzás felfedezőjének vezetése alatt 1957-ben New Yorkban fizikából is doktorált. Jelenleg a Seton Hall Egyetem (South Orange, New Jersey) tanára. Az elmúlt harmincöt évben tudománytörténettel és tudományfilozófiával foglalkozott. Vendégprofesszor volt Amerika, Európa és Ausztrália számos egyetemén. 1970-ben a Lecomte du Nouy-díjjal, 1987-ben pedig a Templeton-díjjal tüntették ki műveierért. 1990-ben a Pápai Tudományos Akadémia tagjává választották. Az írást angolból fordította: *Hetesi Zsolt*.

ellenkezője valósult meg egy nagyon késői ráébredésben, nevezetesen hogy mi jelentősége van a fizikában Gödel matematikai nemteljességi tételének. Mégis, ennek a ráébredésnek több szempontból is nagy fontossággal kellett volna bírni. Először is *Hawking* professzor kimagasló státusa miatt, aki mindig nagy hallgatóságot vonz, bármikor is beszéljen nyilvános fórumon. Aztán pedig, egy beszéd, mely a *Gödel és a fizika vége* címet viseli, elég provokatívnak kellene, hogy tűnjön. Valamint a találkozó, ahol a beszéd elhangzott, szintén elég rangos volt. *Dirac* születésének századik évfordulójáról van szó, melyet a Cambridge-i Egyetem Matematikai Tudományok Központjában tartottak 2002. július 23-án.

Mindezeknek meg kellett volna zsongítani a fizikusok világát, de ez nem történt meg, habár Hawking előadásá-