

LANDY-GYEBNÁR MÓNIKA

# Hangoskodó fények

*Merész dolog elhinni, hogy a sarki fényeknek hangjuk lehet. Sok kutató ma is az érzéksalódások közé sorolja e jelenséget, holott már objektív, műszeresen rögzített felvétel is rendelkezésre áll az évszázadokon át legendának vélt hangokról. A szkepticizmus jogos mindaddig, míg nincs hittel érdemlő bizonyíték valaminek a létezésére. Néhányan szerencsére, a tudományos alaposágot, körültekintést megőrizve elhivatottan kutatták és kutatják ezt a különös tüneményt. Lényegesen többet ma sem tudunk az okáról, mint pár évtizede, de legalább az biztos, hogy valóban létezik a jelenség.*

Milyenek is ezek a hangok? Minden esetben a sarki fény megjelenésével egyidejűleg hallják a megfigyelők, a hangok lekövetik a fény változásait, mozgását. A sarki fény közeledésével együtt közelednek is a hangok, illetve távolodnak, ha a fény távolodik. Erősebb a hanghatás, ha gyorsan hullámlázik a fényfüggöny, vagy ha kinyúló nyalábok emelkednek ki belőle. A fültanúk beszámolóí szerint susogó, suhogó, sziszegő, pattogó, recsegő hangot lehet hallani. Az észlelő kulturális háttérétől függően valamely, az észlelő által ismert hétköznapi hanghoz is hasonlítható hang



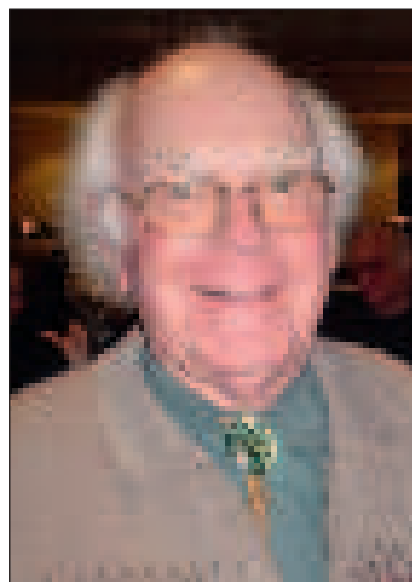
**Clarence Auguste Chant kanadai csillagász, aki úttörő munkát végzett a sarki fényeket kísérő hangjelenségek megfigyeléseinek rendszerezésében**

(susogó női ruha, recsegő hó, csörgőkígyó farkának zöreje). A hangok jellege és intenzitása egy-egy megfigyelés alkalmával változhat, néha több is hallható ezekből együttesen (susogás és pattogás például). A világ különböző tájain, eltérő időben és térben, eltérő észlelők által

hallott hangok azonban rendkívül hasonlóak egymáshoz.

Sarki fényekkel egyidejűleg hallott hangokról igen régóta vannak feljegyzések. Az első leírás Tacitus *Germania* című művének 45. cikkében szerepel: „A suionoktól északra más a tenger, lomha és csaknem mozdulatlan; azt hiszik, hogy ez övezi és zárja körül a föld kerekességét, mivel a már lenyugvó nap utolsó fénye napkelteig annyira világos, hogy elhomályosítja a csillagokat. *A babonás meggyőződés azt is hozzáteszi, hogy ezenfelül még a kiemelkedő napnak a hangját is hallani, s a lovak alakját és fejük sugarait látni.* Addig – és ez igaz híresztelés – „csak addig tart a világ” (Borzák István fordítása). A sarki fények hangjaival az északi népek – elsősorban az inuitok (eszkimók) – legendáiban is gyakran találkozunk. Hitvilágukban a sarki fények az elhunyt ősök szellemei, a recsegő-sistergő hangok pedig azt jelzik, hogy ezen túlvilági ősök szeretnének a földi, élő emberekkel kommunikálni. Gyakorlatilag minden északi népcsoport tiltja a sarki fények idején a füttyülést – nem szabad kicsúfolni a szellemeket, mert azok haragra gerjednek és magukkal ragadják a csúfolkodót. Grönlandi inuitok szerint a sarki fény úgy keletkezik, hogy a szellemek labdáznak egy rozmrámpónyával – s sistergő, recsegő hangok pedig attól hallhatóak, hogy amint futkosnak labdázás közben, roszog a talpuk alatt a keményre fagyott hó. (A sarki fény mint túlvilági labdajáték számos változatban ismert Alaszkától Grönlandig, a közös vonás bennük az, hogy a holtak szellemei részt vesznek a játékban).

Krí indián történet szól egy nagyapa és unokája közös vadászútjáról, amikor az unoka a nagyapa figyelmeztetése ellenére füttyülni kezdett a sarki fénynek – a sarki fény ekkor közelebb jött és a csörgőkígyó farkához hasonló hangot adott, később olyan volt a hang, mint mikor a szél a száraz faleveleket zörgeti. Az unoka néhány hónappal később megbetegedett és meghalt.



**Colin Keay ausztrál fizikus-csillagász, aki a sarki fények, tűzgömbök megjelenéséhez köthető elektrofonikus hangjelenség ma elfogadott elméletét kidolgozta. Nevét a 5007 Keay aszteroida viseli**

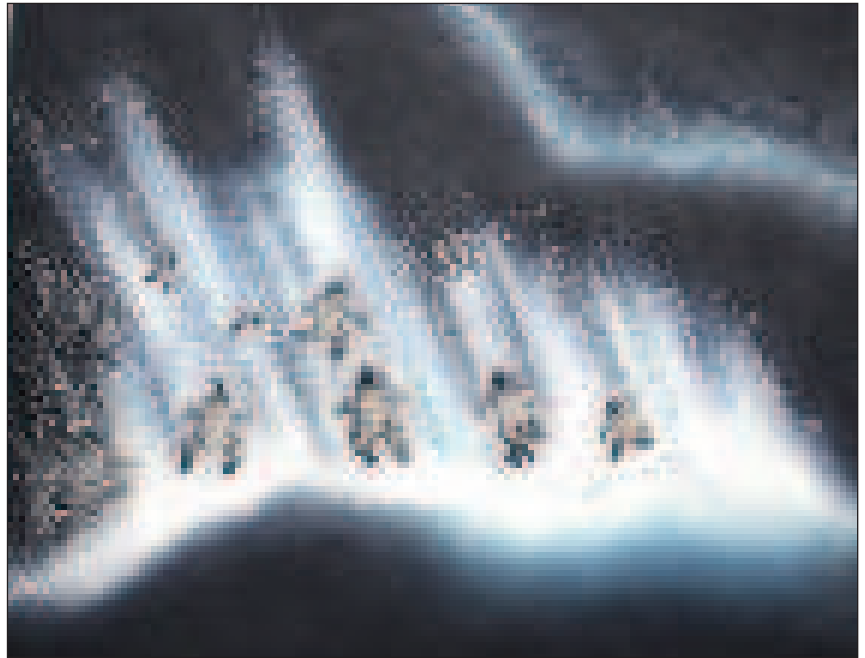
Európa északi vidékein sem ismeretlen a sarki fények hangja. A számnál (lapok) is tiltott a füttyülés sarki fény idején, egyes számk szerint a sarki fény egyszerűen csak a téli időszak zivatarainak köszönhető (ez egyúttal a kísérő hangjelenséget is megmagyarázná). Az északi germánok mítoszaiban a valkürök éneke a sarki fények hangja (maga a sarki fény pedig a valkürök pajzsának, lándzsáinak csillogása).

A legendákkal persze óvatosan kell bánni, a képzelet és a valóság keveredik bennük, ám sok esetben alapulnak olyan eseményeken, amelyeket valamilyen formában megtapasztaltak az emberek – legfeljebb az interpretációjuk, magyarázatuk misztikus. Ha viszont vannak egybecsengető leírások, hasonló történetek, érdemes elgondolkodni, vajon mi is rejtezhethet mögöttük? Attól, hogy egy nép nem tud tu-

dományos magyarázatot adni egy jelenségre, még magát a jelenséget megörökítheti. Valószínűleg ezen a tapasztalaton alapul a sarki fényeket kísérő, egyesek által hallott hangjelenségek modern kori tanulmányozása is. Ahhoz, hogy tudományos alapossággal beszélhessünk egy még magyarázattal nem rendelkező jelenségről, szükség van számos hiteles észlelői beszámolóra, valamint olyan mérésekre, amelyek igazolják a jelenség létezését. Ez utóbbi volt a keményebb dió!

Robert Snow, a Cambridge-i St. John's College kiadásában összegyűjtött, 1834–1839 közötti dél-angliai sarkifény-észlelésekről szóló munkájában is említi a jelentős erejű sarki fényekkel egyidejűleg hallott hangokat – erősen szkeptikus hozzáállással.

1907-ben a Kanadai Királyi Csillagászati Társaság folyóiratának első számában szerepel egy cikk a sarki fény hangokról szóló írás Clarence Augustus Chant elnök-főszerkesztő tollából, benne számos tapasztalt kanadai sarkifény-megfigyelő beszámolójával. Egy olyan alkalmat is említenek, melynek során az egyik, hangot is érzékelő megfigyelő szemét társai bekötötték, és a megfigyelő így nem látta a sarki fényt, viszont hallotta a kísérő hangokat – jelezte, hogy miként változik a hang intenzitása – s ez a társaságában lévők vizuális megfigyelésével egybeesett. Ugyanezen folyóirat későbbi számaiban is szóba kerülnek a fények és hangok összefüggései (Chant elkötelezett kutatója volt a jelenségnek): egy yukoni bányász beszámolt róla, hogy a sarki fény hangja olyan, mintha susogó selyemfüggönyöket eresztenének alá az égből, és amikor a felszínhez közel volt a fény, akkor fura pattogás is hallatszott – ez utóbbit a kutyái is hallották, mert éktelen, rémült ugatással jelezték. Chant az évek során számos alkalommal adott teret a beszámolóknak – köztük azoknak is, amelyek során az adott észlelő csak vizuális élményről tudott számot adni, hangjelenség nélkül; de bekerültek számos, természettudományokban magasan képzett észlelő, így például Heber Curtis csillagász által Labradorban hallott sarkifényhangok is a lapba. A folyóirat számos helyről kapott észleléseket, esetleírásokat, így a déli féltekéről is, két antarktisi élményről írtak, ezek egyike Amundsen beszámolója. A sarkkutató Framheimben, a téli bázisukon, nem sokkal a Déli-sarkra indulásuk előtt hallott ritmikusan sűrű hangról mesélt, amelyről akkor ő maga azt hitte, a kifagyó lélegzetéből képződő jégkristályok adják, s csak ezután vált számára is világossá, hogy amit hallott, az a déli sarki fényt kísérő hang lehetett. Útitársa, Johansen éppen azért hívta ki a menedékházból az igen hideg éjsza-



**Germaine Arnaktauyok inuit festőművész alkotása a rozmárkopolyával fozizó ősök szellemét a sarki fényben ábrázolja, a legendáknak megfelelően**

kába, hogy Amundsen is meghallgassa a Johansen által ekkor hallott recsegő hangot. Van, aki a mai napig úgy véli, hogy a sarki fények hangja az észlelő kifagyó lélegzetének hangja – ez azonban nem tudná megmagyarázni a langyos nyári éjszákán hallottakat.

Számos beszámolóban szerepelt, hogy a hangjelenség egyértelműen a fényjelenség intenzitásával, jelentős mozgásával egyidejűleg fluktuál, s különösen hangos, ha a fénynyalábok közvetlenül a megfigyelő felett kavarnak. A kanadai folyóirathoz érkezett és abban megírt beszámoló elemzése alapján kezdett világossá válni, hogy a külső körülményeknek és az egyéni érzékenységek is van köze ahhoz, hogy hallhatóak vagy sem a sarki fényeket (időnként) kísérő hangok. Chant arra a következtetésre jutott, hogy a feltételezhetően elektromos eredetű sarki fény jelenségét kísérő hang is hasonlóképp elektromos eredetű, s ő vetette fel elsőként, hogy talán koronakisülés okozhatja a hanghatásokat. Az akkori sarki fény megfigyelésekkel egyidejű felszín közeli elektromos télerősség mérések (nem volt túl nagy számú) viszont nem igazoltak semmilyen összefüggést a hangok hallhatóságával.

A II. világháború utáni időszak érdekes adaléka, hogy a kísérleti atomrobbantások során az ezeket kellő távolságból megfigyelők a robbanással egyidejűleg (tehát a robbanás zaja még nem érkezhetett meg) hallott kattanó, pattogó hangról számoltak be, ez a hang hasonló a sarki fényekkel egyidejűleg észlelt hangok egy részéhez is.

A hatvanas évek első felében az Alaszkai Egyetem Földtani Intézetének csapata Charles R. Wilson vezetésével megpróbálkozott a hangjelenségek rögzítésével, sikertelenül – talán azért, mert a naptevékenység alacsony volt ekkor, és mert a felvételek készítéséhez használt analóg technológia sem volt elég érzékeny. Infrahangokat azonban sikeresen rögzítettek a sarki fények intenzív mozgásával egyidejűleg.

1973-ban S. M. Silverman és T. F. Tuan szerzők az *Advances in Geophysics* 16. számában átfogó, 112 oldalas tanulmányt írtak a hangjelenségekről, több száz észlelői beszámoló alapján. Sokrétű és számos szempontot figyelembe vevő statisztikai elemzéseknek vetették alá a sarkifény-hangokra vonatkozó korábbi felméréseket, észlelői beszámolókat (Norvégiában 1885-ben Tromholt, Kanadában 1931-ben Beals kérdőíves felmérésekkel gyűjtöttek adatokat, jelentős számú észlelésről). A sarki fények gyakoriságához hasonlóan a hangészlelések is gyakoribbak a napcikluson belül a maximum közeli időszakokban. A hangjelenségek gyakoriságát összefüggésbe hozták a napciklus maximumakor tapasztalt napfolttszámmal – érdekes módon kis mértékben gyakoribbak voltak a hangészlelések azokban a napciklusokban, ahol a maximumkori napfoltszám alacsonyabb volt. A geomágneses háborgás erősségével szintén kimutattak összefüggést: a hangok gyakrabban hallhatóak akkor, amikor a háborgás a legerősebb, valamint a rákövetkező napon – megjegyezve,

hogy viszonylag kevés olyan adatból dolgoztak, amelyek esetében rendelkezésre állt mágneses mérési eredmény is a hangészlelés idejéről.

A feldolgozott számtalan észlelői leírás alapján egyértelművé vált, hogy a hangok akkor hallhatóak, ha a sarki fény különösen erős, rendkívül fényes, változékony és mozgékony, valamint az észlelések elsősoró többségében az észlelő feje felett látszott a fény. A megfigyelések elemzéséből azt is levonták, hogy száraz, ragyogóan tiszta, nyugodt (szélmentes) időben jellemzőbb a hanghatások érzékelése. A helyszín, ahonnan a pozitív észlelések érkeztek, nagyrészt egybeesik a sarki fény övezetével (ez kb. a

sarkifény-hangot. Hasonlóan igaz az is, hogy minél jobb valakinek a hallása, annál esélyesebb, hogy meghallja e hangokat (több észlelő esetén azok nem hallották a csoportból a hangokat, akiknél ismert volt, hogy van némi hallásproblémájuk). Nem lehet pszichés okokra sem visszavezetni a hangok érzékelését, mivel a napciklussal való statisztikailag jól jelzett egybecsengés kizárja ezt (nincs olyan pszichés folyamat, amelyre hatással volna a naptevékenység). A tanulmányukban a szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy a hangjelenséget valamiféle koronakisülés okozhatja.

1973 óta számos újabb tanulmány is készült a témában, új ötletek is felmerültek

ni pedig nehezen lehetett) gyakorlatilag mindenhol kihagyták a hivatalos meteorészlelési adatbázisokból a hangokról szóló beszámolókat... A kutatók, csillagászok legtöbbször, míg nem volt semmilyen magyarázat a jelenségre, valószínűleg nem szívesen keveredett volna bele ilyen esetbe, kockáztatva a saját tudományos hírnevét. (A híres Edmund Halley 1719-ben egy sokak által megfigyelt angliai tűzgömb beszámolója kapcsán írta: „*A meteor útjáról született számos megfigyelés kapcsán meg kell jegyeznünk, hogy ezek némelyike pusztán a fantázia szüleménye, például az, hogy a meteor hullásával egyidejűleg sziszegő hangokat hallottak egyesek, mintha csak karnyújtásnyira lett volna a meteor... Ami bizonyos, és nem lehet vita tárgya, az a csodálatos robaj, amely a felrobbanását követően hallatszott!*”). Nagyjából 1940-től hosszú szünet volt a fültanúk beszámolóiban – felmerült, hogy történt-e valami, ami miatt nem hallatszanak már ezek a hangok. Aztán persze kiderült, hogy voltak megfigyelések, csak a tudományos kutatások iránya változott. A tudomány és a technika fejlődésével sem született hiteles magyarázat az ilyen esetekre, és a kutatásfinanszírozás a háború után a sok esetben kormányzati részvétellel zajlott, a kormányzatok pedig kézzel fogható dolgokat akartak megtudni (főként a hidegháborús időszakban), az eleve kétségesnek tartott, bizonytalan valóságtartalmú sarkifény- és meteorhangok okai helyett. Sok ekkori megfigyelésre csak Keay kutatási eredményeinek megjelenése után derült fény, több évvel, évtizeddel az észleléseket követően.

Mivel a hangokat minden esetben a fényjelenséggel abszolút egyidejűleg hallották a megfigyelők, logikus volt arra következtetni, hogy csak elektromágneses sugárzás okozhatja a hangokat is valamilyen formában. Ez a ma leginkább elfogadott és egyre többrétűen bizonyított elmélet, a geofizikai elektrofónia, gyakorlatilag az igen alacsony frekvenciás elektromágneses sugárzás (20Hz – 20kHz tartományban) bizonyos környezeti feltételek esetén hallható hanggá való átalakulását jelenti. Keay elméletét azóta megerősítették olyan esetek, amelyek során egy-egy tűzgömb fotografikusan bizonyított észlelésével együtt igen alacsony frekvenciás rádiósugárzást is mértek (Japán és Kanada kutatók végeztek ilyen vizsgálatot). A sarki fények kapcsán ugyanilyen jellegű hangok észlelése minden valószínűség szerint nagyon hasonló okra vezethető vissza. Később Keay laboratóriumi kísérleteket is lefolytatott, pontosítandó az észlelési körülményeket. A Chant által már feltételezett speciális környezeti körülmények valóban szükségesek: az elektrofónia létrejöttéhez valamilyen tárgy kell, amely átalakítja az elektromágneses sugárzást hallható hanggá. Ez lehet hajviselet (hosszú, vagy



**1929-ben Edward Curtis fotózta le ezt a szörmekbe öltözött inuit családot – az elektrofónia elmélete szerint a szörme is szükséges lehet a meteorok és sarki fények keltette hangok érzékeléséhez**

mágneses 59–68 szélességi fokok közti régió), így nem mindegy az sem, hogy honnan látja az észlelő a sarki fényt. Az összes sarki fényre vetítve 1% a hanghatással kísérték aránya, a különösen erős sarki fények esetében azok 15%-ában tapasztaltak hangokat. A jelenség tehát valóban ritka!

Kielemezték, orvosi tapasztalatokat, kutatásokat segítségül hívva, hogy a sokak által feltételezett, az intenzív fények kapcsán a látóidegből a hallóidegbe „áthúzás” miatti érzékesalodás kizárható, hiszen ha így lenne, egyes, erre hajlamos emberek mindig hallanának hangot a sarki fényvel, míg mások sosem. A valóság viszont az, hogy egyazon észlelő esetében is jellemző, hogy néha, bizonyos körülmények fennállta esetén hallja csak a hangokat. Általánosságban elmondható, hogy azok, akiknek állandó fülzúgásuk van, nem, vagy csak igen elvétve hallanak

a jelenség okát illetően. Chant munkásságának nagy tisztelője, a 2015-ben elhunyt ausztrál Colin Keay csillagász-fizikus professzor, aki az Ausztrál Szkeptikusok Társasága egyik területi csoportjának alapítója volt, szintén hatalmas munkát végzett a hangjelenségek területén. A sarki fények mellett elsősorban az egyes, igen fényes meteorok, az ún. tűzgömbök felvillanásával szimultán hallott hangokat kutatta. 1978 áprilisában Sydney felett megfigyelték egy rendkívül fényes (-16 magnitúdós) tűzgömböt, számos észlelő jelzett a meteorral egyidejűleg hallott hangokat. Keay, akit már korábban is foglalkoztatott a téma, 1979-ben, hosszú hónapok kiterjedt kutatómunkája után írta le az elméletét a hangok eredetéről. Nem volt könnyű dolga, mivel az egykori Szovjetunió kivételével (szovjet adatokhoz ekkor hozzáfér-

## ÉSZLELÉSEK

Az észleléseket több kutatás során is gyűjtötték, ma már több ezer alapos, részletes, a körülményekre is kiterjedő megfigyelés leírása áll rendelkezésünkre az 1700-as évek elejétől napjainkig. Néhányból érdemes idézni! A legfrissebb gyűjtést Andris Vaivads, a Svéd Űrfizikai Intézet professzora tette közzé tematikus weboldalán. „Recsegő hang volt, olyasmi, mint a statikus elektromosság, vagy amikor egy újságpapírt összegyűrnek” (Fairbanks, Alaszka, 1996) „A hang akkor volt a lehangosabb, mikor a fények mozogtak. Olyasmi hatása volt, mint amikor egy korábban megzendített csengő hangja lassan elhal, illetve ahhoz hasonlított még, amikor egy vastag szőnyegben statikus szikrák pattognak.” (Alberta, Kanada, 1993.) „Hazafelé autózunk éjszaka a barátommal, kihalt volt a vidék. Kiszálltunk az autóból, mert fantasztikus volt a látvány, a teljes eget beborította a sarki fény. A hangja olyan volt, mintha a rádió sercegne, de nem volt bekapcsolva a rádió.” (1970-es évek közepe, Wanum, Kanada) „A fény és a hang együtt jelentkezett. A fény nyugodtabb periódusaiban halk hümmögést hallottam, amikor aktív volt a fény, csattogó, sístergő lett a hang.” (Douglas, Alaszka, 1978.) „Kenutúrán voltunk és egy tó szigetén táboroztunk le éjszakára a semmi közepén, ragyogóan tiszta, csendes idő volt. A sarki fény varázslatos színekkel szípkázott felettünk, és akkor hallatszott a hangja, amikor a legszívesebb volt. A rádió fehérzajára hasonlított a hang. Mindketten hallottuk, egymás után többször is. Akkor tűnt el a hang, amikor a fény színei is kifakultak és már csak a szokványos zöld látszott.” (Ontario, Kanada, 1979.) „A hang határozottan olyan volt, mint a Pink Floyd The Division Bell albuma legelső számának kezdete. Egyértelműen a fény felől, a fejem fölül hallottam. Halk recsegés, kis pattogás, olyasmi, mint amikor egy gyapjúpulcsit leveszel, és az szikrázik.” (Cold Lake, Kanada, 1995.) „Hárman voltunk a barátaimmal, mindhárman hallottuk. Amikor a fények hirtelen mozdultak, csattogó, recsegő – a celofán gyűrődéséhez hasonló – hang hallatszott.” (Isle Royale National Park, USA, 1965.) „Halk zümmögés volt, az élénk zöld és rózsás fényekkel együtt változott. Emlékszem rá, hogy már gyerekkoromban is hallottam a sarki fényeket így zümmögni, de csak felnőtként ébredtem rá, hogy mások nem hallják.” (St. Albert, Kanada, 1993.) „Évek óta sofőrködöm Kanada és Alaszka útjain. Éjszaka néha meg szoktam állni pihenni, egy ilyen alkalommal kiszálltam a kocsiból kinyújtani a lábaimat, amikor addig soha nem látott szépségű sarki fényt pillantottam meg a fejem felett. Elsősorban halk sziszegést hallottam, azt hittem, a kamion valamelyik kereke ereszt, de aztán a hang felerősödött és a celofán zörgéséhez hasonló

lett.” (5. autótű, Yukon, Kanada, 1990.) „Az egész eget elborították a zöld és rózsás fények, egy kimondott zöld fénypátszma volt, amelynek a hullámzó mozgásával korrelált a hang. A hullámmozgással együtt változott a hang magassága és hangereje is. Sziszegéshez, vagy fehérzajhoz hasonlított a hang.” (Delta Junction, Alaszka, 1989.) „Az erdőben kempingeztem. A fény a fejem felett volt, egészen alacsonyra ereszkedett, szinte meg tudtam volna fogni. Nem volt különösebb alakzata, inkább csak átfogó zöld ragyogást láttam. A hangja hangos elektromos sístergéshez, recsegéshez hasonló volt. Szinte a bőrömmön éreztem az elektromosságot!” (Valdez, Alaszka, 1989.) „A fények a zenitből indultak, az egész eget elborítva, folyamatosan változó alakú és színű oszlopok látszottak. Amikor kiléptünk a házból a barátommal, a hangokat hallottuk meg elsőnek, s ezért néztünk fel az égre. Mindketten hallottuk, de akárkinek meséltünk az élményünkről, nem hitték el.” (Negaunee, Michigan, 1974.) „Sziszegő, surrogó hang volt, mint amikor a hófúvás sűrűdik a fagyott talajjal” (Brandon, Kanada, 1972.) „Olyan volt, mint az elektromosan feltöltött selyem, halk pattogás kísérte a susogó hangot.” (Lake Champlain, Vermont, 80-as évek) „Recsegést hallottunk, rendszertelenül, de folyamatosan, ám csak akkor, mikor a fény már a fejünk felett vibrált. Mindketten hallottuk, én ekkor láttam először sarki fényt, mivel dél-kaliforniai vagyok.” (Keflavik, Izland, 1970.) „A mennydörgéshez kissé hasonló moraj volt, de benne statikus elektromosság pattogásával. Mind az öten hallottuk, és amikor a fények a fejünk felett elkezdtek örvényleni, olyan volt, mintha feltekerték volna a hangerőt is.” (Homer, Alaszka, 1983.) „Halk hümmögés volt, néha pattogó hangokkal benne, mintha a rádió alapzaját hallanánk.” (Közép-Finnország, 1997.) „1993-97 közt több alkalommal is hallottam a sarki fényt. Egyszer kísérleteztem is vele, tollal töltött hálósákban feküdtem az erdőben, és amikor meghallottam a hangot, kibújtam a hálósákból, és látszott is a sarki fény akkor, ezt háromszor is megismételtem. A csapatunk többi tagja nem hallotta, és kinevettek, mikor meséltem nekik. Olyasmi volt a hang, mint amikor ködös időben távvezeték alatt áll az ember és halkan zümmög a vezeték.” (Ivalo közelében, Lappföld, Finnország, 1997.) „Mintha a közelben motoszkálna egy állat a száraz növények közt és közben a háttérben sziréna sípol, zavarba ejtő hang volt, a fények mozgásával fluktuált, közeledett és távolodott a hang.” (Ida, Michigan, 2000.) „Halk hang volt, mintha egy zászló vagy egy nagy papírlap lobogna a szélben, egyáltalában nem olyasmi volt, amit egy erdőben hall az ember.” (Puumala, Finnország, 1982.)

**Nyikita Plehanov felvétele a cseljabinszki meteorit hullása utáni percekben, jól látható a nyomot jelző „füst” turbulens áramlása**



göndör haj), szörmekabát-sapka (ez például jól magyarázza az inuit észlelések sokaságát) fémkeretes szemüveg, bizonyos hétköznapi használati tárgyak jelenléte. A laborkísérletekben változó intenzitású elektromos mezőt alkalmaztak, és így rögzítették az alanyok által hallott vagy nem hallott hanghatásokat.

Az 1980-as évek közepétől az USA középnyugati vidékéről érkeztek még becsámolók sziszegő-sístergő elektrofonikus hangokról azon alkalmakról, amikor az űrsikló visszatért a Földre. A visszatérés során, hasonlóan a meteorok felizzásához, plazma keletkezik a légkörben, azt pedig már a korábbi megfigyelések is megerősítették, hogy a hangok a légkörbe lapos szögben beérkező tűzgömböket kísérik elsősorban. Az űrsikló leszállása során szintén lapos szögben kellett belépjén a



**Unto K. Laine 2016 nyarán egy akusztikai konferencián ismertette legújabb kutatási eredményeit. Ezek alapján a megfigyelésekhez rendelt pontos meteorológiai adatok ismeretében a hangok akkor hallhatóak, ha egy ún. hőmérsékleti inverziós réteg helyezkedik el az észlelők felett ez a réteg az elektromos töltéseket is elkülöníti, és a réteghatár feletti pozitív töltések a sarki fény elektromágnesessége hatására kiszünek – az észlelők e kiszünek hangját érzékelik**

légkörbe. Az ionoszférában zavart keltő plazma bocsátja ki azt az elektromágneses sugárzást, amelyet a felszínen az észlelők hangként érzékelhetnek. Egy tűzgömb áthaladásakor turbulens áramlatok alakulnak ki a keletkező plazmában, egy sarki fény intenzitás-változásakor vagy gyorsabb mozgásakor a mágneses mező szintén „felcsavarodik”.

A sarki fények hangjainak kapcsán a legutóbbi években számos finnországi kutatás folyt, több száz friss finn észlelői adat gyűlt össze a Sodankylä-i Geofizikai Observatórium munkájának köszönhetően. 2000 áprilisában egy váratlan, de különösen erős geomágneses háborgással járó esemény kapcsán a Helsink-i Műszaki Egyetem akusztikai laborjának csapata Unto K. Laine vezetésével (ők kb. egy évvel korábban kezdtek a Sodankylä-i observatóriummal közös kutatást) gyakorlatilag felkészületlenül, ám a rendelkezésükre álló fejlett technológiai háttérrel és akusztikai szaktudásukat kihasználva egy, a sarki fényvel szimultán hangeseményt sikeresen felvettek és a felvételt utólag megtisztították a nemkívánatos zajtól. Infrahangot és a hallható tartomány alsó régiójában észlelhető hangot is rögzítettek. A esemény kapcsán született tanulmányukban részletesen elemzik a felvételek készítésének és azok sarki fényvel összefüggő voltának bizonyítási nehézségeit, kitérve a

technikai részletekre, az automatizálható hangrögzítésre, a rögzített, hatalmas mennyiségben keletkező felvételek automatizált elemzésére, a környezeti zajok specifikus kiszűrésére.

2002-ben jelent meg a Journal of Geophysical Research-ben valós, természetes körülmények közt, horvát kutatók méréseinek köszönhetően a Leonidák meteorrajának 1998-as várt kitörésekor rögzített elektromágneses sugárzás és szimultán hallható hang. A kutatók Mongóliába utaztak az előre jelzett meteorraj-kitörés miatt, mivel megfelelőnek ígértek a körülmények az elektrofonikus jelenség műszeres megörökítésére. Kívánt frekvenciára beállított, környezeti zajoktól védett mikrofonokkal, illetve a ELF/VLF rádióhullámokat közvetlenül detektáló műszerekkel, videófelvétellel, és persze vizuális megfigyelést végző észlelőkkel várták és rögzítették az eseményeket. (A kísérlet pontos körülményeiről és a műszerezettségéről az említett folyóirat 107. számában olvashat a részletek iránt érdeklődő). Ideális körülmények közt sivatagban, száraz, szélesded, tiszta időben sikerült rögzíteniük két, az égen végigszárguló tűzgömbbel szimultán a rádiósugárzást és a hangot is!

2011-ben, a következő napciklus maximuma idején ismét a sarki fényeket kísérő hangokról készített felvételeket a finn akusztikus csapat: ekkor már olyan szint-

re fejlesztették a technikai háttérrel, hogy a jól elhelyezett mikrofonok (és egyidejűleg használt VLF antennák megerősítő mérései) segítségével a hangok eredetének helyét is be tudták mérni: a hangok az égből érkeztek, a felszíntől nem nagy távolságból. Kizárható lett tehát a korábban feltételezett koronakisülés (akkor valamely tereptárgyról érkeztek volna a hangok), és azon ötletek, amelyekre sok szkeptikus kutató hivatkozott korábban.

Számos kérdés nyitva áll még a jelenséggel kapcsolatban, ám amint azt Laine is megjegyezte, a kutatásfinanszírozás jelenlegi trendjei nem kedveznek az ehhez hasonló „haszontalan” vizsgálatoknak, sosem lehet tudni, hogy egy ma még nem ismert jelenség felderítéséből néhány évtized múlva nem lesz-e gazdaságilag is hasznos eredmény. Reméljük, hogy a rögzítési- és feldolgozási technika fejlődése és a módszerek finomodása lehetővé teszi, hogy számos további bizonyító erejű felvétel és műszeres mérés készüljön e rejtélyes hangokról, és az se baj, ha tényleg találunk a valami gazdaságilag is megtérülő módot a jelenség felhasználására!

## Irodalom

- Chant, C.A. and the Mystery of Auroral Sounds, Journal of the Royal Astronomical Society of Canada. <http://adsabs.harvard.edu/full/1990JRASC..84..373K>
- Instrumental recording of electrophonic sounds from Leonid fireballs, Journal of Geophysical Research vol.107. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2001JA000310/abstract>
- Meteor fireball sounds identified, NASA Technical Reports. <http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19930009995.pdf>.
- Audible fireballs and geophysical electrophonics, *Proceedings of the Astronomical Society of Australia, 11(1), 12-15, 1994.* [https://www.researchgate.net/publication/234373554\\_Audible\\_fireballs\\_and\\_geophysical\\_electrophonics](https://www.researchgate.net/publication/234373554_Audible_fireballs_and_geophysical_electrophonics)
- The Audibility of the Aurora and its Appearance at Low Atmospheric Levels, Journal of the Royal Astronomical Society of Canada. <http://adsabs.harvard.edu/full/1933JRASC..27..184B>
- Global Electrochonic Fireball Survey: a review of witness reports, WGN, the Journal of the IMO, Vol.30, December 2002, pp.244-257 <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0211203>
- Auroral Sound, Polar Record vol.17. <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=5620596>
- Auroral Audibility, Advances in Geophysics, Volume 16. <http://adsabs.harvard.edu/abs/1973AdGeo..16..156S>
- Andris Vaivads oldala az észlelői adatbázissal: <https://sites.google.com/site/auroralsound/>