

SZARKA LÁSZLÓ – VERŐ JÓZSEF – WESZTERGOM VIKTOR

HÍREK ÉS RÉMHÍREK A GEOMÁGNESES PÓLUSÁTFORDULÁSRÓL

2002 novemberének közeli világhatárzatrófával fenyegető ún. „tudományos” szenzációja szerint a Föld mágneses tere igen hamar (ezer év, sőt talán két hét [!] múlva) előjelet vált, aminek következtében nem csupán az iránytű fordul meg, hanem az átmeneti időszakban a Föld szabályosan „megsül”.

Cikkünk szerzői végigkísérik, hogy a valódi tudományos hírek hogyan alakulnak át rémhírré. Az írást a Föld mágneses teréről szóló áttekintő ismertetés egészíti ki.

A vastartalmú ásványok megszilárdulásuk során a földi mágneses tér irányában mágnesesződnek. A Föld mágneses terének átfordulásaira épp abból a tényből lehetett következtetni, hogy a földkéregben egymáshoz közel, szabályos területi eloszlásban, ellentétes irányban mágnesesződött kőzeteket találtak. Az ismert pólusátfordulások száma mintegy ezer. Az azonos polaritású időtartamok átlagos hossza mintegy félmillió év (más számítások szerint 250 ezer év).

A legutóbbi átfordulás mintegy háromnegyed millió éve történt, de a földtörténeti múltban arra is van példa, hogy a polaritás ötvenmillió évig állandó maradt. Az átfordulási időszakok tartamára vonatkozó becslések rendkívül megbízhatatlanok. A geomágneses térnek a Föld belsejéből eredő részéről elmondható, hogy a polaritásváltásoktól mentes időszakokban is állandó, lassú („szekuláris”) változásban van. Jól ismert, hogy a pólusok is állandóan ingadoznak. A Föld belső eredetű mágneses terét a vasolvadékból álló külső földmagban lévő áramlás (az ún. geodinamó) működteti. E tér mintegy 90%-a dipólustér, a többi része multipólusok teréből származtatható.

A geodinamó működési mechanizmusáról, a Föld mágneses terére vonatkozó ismeretekről részletesebben keres anyagunkban olvashatnak.

Két cikk a Nature-ben, 2002. április 11.

A dán Oersted műhold 2000. évi adatai és az amerikai Magsat műhold 1979–80. évi adatainak összehasonlítása alapján Hulot és társai (Nature, 416, 2002. április 11., pp. 620–623.) olyan részletességgel tudták azonosítani és értelmezni a legutóbbi húsz évben végbement mágneses térváltozásokat, ami korábban elképzelhetetlen volt. Megállapították, hogy a földmag felszínén nyugati irányú áramlás a jellemző, a sarkokon a Föld forgásával ellentétesen mozgó

(„retrográd”) örvények figyelhetők meg. Mindezek mellett kisebb, gyűrűszerű áramlások is léteznek, amelyek forgásiránya vagy ellentétes (retrográd) a Föld forgásirányához viszonyítva, vagy azzal azonos („prográd”).

Az észlelési eredmények – egyetlenegy tulajdonságot leszámítva – összhangban vannak a numerikus modellezési eredményekkel. Mindössze a gyűrűszerű áramlások területi eloszlását találták a modelltől eltérőnek: amíg a modellben ezek szimmetrikusan helyezkednek el, addig a földmag felszínén Hulot-ék igen aszimmetrikus elhelyezkedést állapítottak meg. 1980 és 2000 között a Csendes-óceán területén – ahol jellemzően prográd örvények vannak – a változás lényegtelen, nagyok viszont az eltérések a sarki szélességeken és Afrikától délre: mindkét helyen növekvő nagyságú retrográd örvényeket mutattak ki. Számítógépes modellezésekből ismert, hogy a lassú leáramlási helyeket jelentő prográd spirálok térnövekedéssel járnak együtt, ezzel szemben a retrográd örvények feláramlási helyeket jelentenek, amelyek fluxuscsökkentő hatásúak. A szerzők az aszimmetriát – amely a dipólustér csökkenésével, ezzel együtt a multipólustér viszonylagos megnövekedésével jár együtt – átmeneti jelenségnek gondolják.

Amennyiben ez az aszimmetria a múltban elég gyakran kialakult, az magyarázatul szolgálhatna az elmúlt ötmillió évben más bizonyítékokból ismert paleoszekuláris változásokra. A paleoszekuláris változások tényéből azt gondolhatjuk tehát, hogy az aszimmetria (és a multipólus-komponens ezzel együtt járó viszonylagos megerősödése) valóban gyakori jelenség. A paleomágneses térből azonban nem remélhetünk olyan részletességű adatokat, amelyek ezt a hipotézist meggyőzően alátámasztanák.

Egy másik lehetséges elgondolás szerint az Afrikától délre lévő, egyre erősödő retrográd spirál a dipólustér oly mértékben gyors csökkenésével jár együtt, ami pólusátforduláshoz vezet. (Azt, hogy a Föld egy pólusátfordulás kezdeti sza-

AMIT EDDIG IS BIZTOSAN TUDTUNK

A Föld mint nagy mágnes

1600-ban jelent meg Gilbert angol kutató könyve, amelyben a Földet mint hatalmas mágneszt írta le. Akkor már voltak, bár szórványosan, a Föld különböző pontjaiból származó adatok a csillagászati és mágneses északi irány közötti szögről, a deklinációról, valamint a mágnesű lehajlásáról, az inklinációról is. Ezek az adatok többnyire utazóktól származtak, a deklináció helyei való változását az Atlanti-óceánon át éppen Columbus vette észre. (Régebbi értékeket ma térképek, elsősorban bányatérképek irányadatai, épületek tájolása is adnak.)

1641-ben az ugyancsak angol Gellibrand észrevette, hogy a deklináció időben is változik, viszonylag folyamatosan és egyenletesen módosul. A geomágneses tér gyors, napos vagy még rövidebb periódusú változásai viszont nem tartoznak ehhez a jelenségcsoporthoz, azok nem belső eredetűek, hanem a Napból érkező sugárzás váltja ki őket.

Az adatok ezután lassan tovább gyűltek, de hiányoztak a mágnes tér erősségére vonatkozó mérések. Alexander von Humboldt dél-amerikai expedícióján csak egymáshoz viszonyított intenzitásértékeket tudott meghatározni a mágnesű lengésideje alapján. 1828-ban ezt elpanaszolta a „német matematikusok fejedelmének”, Gaussnak, aki hamarosan módszert alkotott a mágneses térerősség mérésére. Weberrel megalapították a Göttingeni Mágneses Társaságot, s ennek keretében az angol uralkodó, az orosz cár és mások segítségével világszerte mágneses obszervatóriumokat létesítettek. Egyik a budai csillagdában volt.

A megszorodott adatmennyiség lehetővé tette, hogy Gauss alkalmazza ezekre a gömbfüggvényekkel való leírást, ennek együtthatói alapján pedig ki lehetett mutatni, hogy a geomágneses tér belső eredetű, sőt kiszámították a földi mágneses dipólus, quadropólus, oktopólus és így tovább, paramétereit. A quadropólus két ellentétes irányítottágú dipólus egymás mellé helyezéséből jön létre, a térerőssége a dipólus $1/r^2$ -tel csökkenő terével szemben a távolság harmadik hatványával csökken, az oktopólusé a távolság negyedik hatványával és így tovább. Ezzel nagyjából le is zárult az elméleti munka a földi mágnes tér leírásával kapcsolatban. Később sűrítették a méréseket, pontosabbak is lettek, illetve ma már mesterséges holdak segítségével történnek. Ezek alapján az derült ki, hogy a mágneses dipólus erőssége lassan csökken, évszázadonként mintegy 5%-kal. A csökkenés üteme 1970 táján megnőtt, évszázadonként 7–8% lett. Ezzel együtt azonban a magasabb rendű pólusok erősödni látszanak, úgyhogy a teljes geomágneses térben tárolt energia nagyjából állandó maradt. (Az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézete nagycenki obszervatóriumában a totális tér éves átlagértéke a megfigyelések kezdete óta folyamatosan nő.)

Nem közvetlen mérésekből, hanem az egykori mágnes térnek a közetekben megőrzött adataiból tudjuk, hogy a geomágneses tér polaritása a geológiai múltban többször is változott, átlagosan mintegy 500–700 ezer évenként (de lehet, hogy csak negyedmillió évenként) a dipólus polaritást váltott. Az utolsó ilyen polaritásváltás kb. háromnegyedmillió évvel ezelőtt volt, de kisebb-nagyobb kitérések azóta is előfordulhattak. Így Saito japán kutató arra gondolt, hogy a dél-franciaországi sziklarajzok párhuzamos vonalai sarkifényt ábrázolnak, jelezve, hogy akkoriban a mágneses sarkok kimozdultak, és a sarkifény-övezet Dél-Európát szelte át.

kaszába ért, a Nature-ben mások már korábban [Constable: Nature, 358, pp. 230–233., 1992, Gubbins és Coe: Nature, 362, pp. 51–53., 1993] felvetették.)

A pólusátfordulás tehát a cikkben az aszimmetrikus eloszlású, gyűrűszerű áramlások egyik lehetséges értelmezéseként merült fel.

Az idézett 2002. áprilisi számban Olson (pp. 591–594.) Hulot-ék cikkéből kiindulva az ott említett második eshetőséget, a dipólustér esetleges eltűnését tárgyalja, igen közérthetően. Olson szerint Hulot-ék legnagyobb érdeme, hogy közvetlenül mutatták ki a külső magbeli folyadékmozgást, és egyúttal magyarázatot adtak a 150 éve folyamatosan csökkenő (lineáris extrapolációt feltételezve mintegy ezer év múlva esetleg eltűnő) dipólustérre. A változás rendkívül gyorsnak minősíthető, hiszen ha feltételezzük, hogy az áramlás az egyik pillanatról a másikra befagy, a dipólustér évi 1%-os ütemű exponenciális csökkenéssel szűnne meg.

Olson rámutat arra, hogy a dipólustér csökkenésének az Afrikától délre és az Északi-sark közelében lévő fluxuscsökkenő hatású, egyre növekvő „foltok” az okai, ugyanis az efféle spirális áramlások keveredésével és növekedésével kialakuló „antidinamó” elég erős lehet ahhoz, hogy a polaritást teljesen megfordítsa.

Kérdés, hogy a feltételezett folyamat valóban megkezdődött-e. Ma még lehetetlen eldönteni, hogy a csökkenés a dipólustér teljes eltűnéséig fog-e folytatódni, különösen ha arra gondolunk, hogy a mágneses tér a múltban sokáig változott úgy is, hogy a polaritás végül nem fordult meg. A gyorsan növekvő retrográd örvények tulajdonképpen még azt sem zárják ki, hogy az átfordulás esetleg már meg is kezdődött! Olson szerint is különös, hogy a gyűrűs áramlások eloszlása a magban aszimmetrikus, azaz hogy a Csendes-óceán alatt prográd örvények, az Atlanti-óceán féltekéje alatt retrográd örvények helyezkednek el. Amennyiben a geomágneses földtörténetet hosszabb időszakra vonatkozóan ismernénk, el lehetne dönteni, hogy ez az aszimmetria a földmagnak mennyire tartós sajátossága.

A két Nature-cikk és néhány ennek alapján készített interjú tavasszal és nyáron a közvéleményben (elsősorban az internetezők körében) már érdeklődést keltett, de nem bizonyult átütő erejűnek.

A mágneses Északi-sark mozgásáról az EOS-ban, 2002. augusztus 27.

Az Amerikai Geofizikai Egyesület EOS című hetilapjában Newitt és munkatársai (EOS, 83, 2002. augusztus 27.) az északi mágneses pólus helyzetének legfrissebb megméréseiből vonnak le érdekes következtetéseket. A földi mágneses tér folytonos, lassú („szekuláris”) változása s ehhez kapcsolódóan a pólusok ingadozása közismert tény. Az északi

mágneses pólus a 20. század elején mintegy kilenc km/év sebességgel haladt észak felé. 1970-től ez a mozgás egyre gyorsult, s a 2001. évi pólusmeghatározás alapján a sebesség ma már nagyobb, mint 40 km/év.

Az éves változások folyamatos trendje időnként megszakad, s ezt az angolul *jerk* -nek ismert jelenséget magyarul akár *geomágneses rángatózás* nak is nevezhetjük. Globális kiterjedésű „rángatózást” a 20. század folyamán 1901-ben, 1913-ban, 1925-ben, 1978-ban és 1992-ben azonosítottak. Az utolsó három kilengés mindannyiszor együtt járt a pólusváltózási sebesség ugrásszerű növekedésével.

A Föld mágneses terének túlnyomó része dipólustér, de a maradék 10% azt jelentősen megváltoztatja. Olyannyira, hogy míg dipólustérben a totális (teljes) térnek éppen a pólusok fölött (azaz ott, ahol a mágneses tér függőleges irányú) kellene a legnagyobbak lennie, a Föld esetében északon két maximum található: az egyik Kanada középső része, a másik Szibéria fölött. Ennek megfelelően az inklináció és a vízszintes térerősség izovonalai sem kör alakúak, hanem ellipszisszerűen elnyúltak e két térség mint fókuszpontok körül. (A földi mágneses térnek ez a jellegzetessége a megbízható mérések kezdete óta – legalább 300 éve – biztosan fennáll. Feltételezik, hogy az északi mágneses pólus – mint ahogyan az elmúlt 300 évben – továbbra is e két maximumhely összekötő vonalában fog mozogni. Állandó 40 km/év sebességgel a mágneses pólus 2024-ben kerül a legközelebb a földrajzi Északi-sarkhoz, és az évszázad közepére eléri a Szevernaja Zemlját.)

Az EOS-tanulmányok érdemleges visszhangja a közzé-
lényben tudomásunk szerint nem volt.

Bizonyítás nélküli állítások a *Scientific American*-ben, 2002. november

Sarah Simpson, a *Scientific American* hetilap szerkesztője (2002. november, p. 24.) rövid összefoglalást ad a Nature-cikkekről, és tesz egy, a cikkeken túlmenő állítást, ami sajnálatosan bizonyítatlan marad. Azt állítja, hogy bizonyos számítógépes szimulációk szerint az Afrika alatt és az Északi-sark közelében talált foltokhoz hasonló rendellenességeknek a gyors növekedése *teljes pólusátforduláshoz* vezet. A *The Observer* honlapja pár napon belül úgy hivatkozik a *Scientific American*-cikkekre, mintha abban Hulot-ék munkáján kívül további tudományos bizonyítékok lennének, de a tény az, hogy a *Scientific American* cikkében még csak konkrét hivatkozás sem szerepel.

Van valami azonban benne, ami miatt az egész írás manipulálnak tűnik. Jelentős terjedelemben lényegében a Paramount Pictures *The Core* című filmjét népszerűsíti a szerző, még ha rá is mutat a filmbéli vállalkozás „Verne Gyulás” voltára, illetve természettudományi lehetetlenségeire.

AMIT EDDIG IS BIZTOSAN TUDTUNK

A geomágneses tér eredete

Az első elképzelés a geomágneses tér eredetéről Gilberté volt. A forgási és a mágneses tengely közelsége vezette arra a gondolatra, hogy a mágnesség eredete éppen a forgás. Ezt az elképzelést az 1948-ban más eredményeiért fizikai Nobel-díjas Blackett újította fel modern alakban. Úgy gondolta, a mágnes tér megjelenése a (forgó) anyag tulajdonsága. A kísérletek azonban megcáfolták feltevését. Ő még a bolygók mágnessterére vonatkozó eredményeket, sőt a geomágneses tér átfordulását sem ismerhette.

A geomágneses tér mai elmélete a dinamóelven alapul, vagyis áramok és áramlások kölcsönhatásán. Faraday szerkesztett egy „korongdinamót”, mágnes térbe helyezett forgatható lemezt, amelynek pereme és tengelye között keletkezik a feszültség. A korongdinamóhoz is kell kezdeti mágnes tér. Két korongdinamó megfelelő összekapcsolásával elérhető, hogy az egyikben indukált áram a másik mágnes terét növelje és így tovább, ezzel a dinamó öngerjesztővé válik.

A Föld esetében a vezető a cseppfolyós állapotban lévő földmag, ennek mozgását pedig a magban lejátszódó hőtermelés okozza. A hő forrásáról ma sincsen világos képünk. Két forrás jön számításba: az egyik a radioaktív hőtermelés, a másik pedig a mag külső, folyékony részének megszilárdulásakor felszabaduló hő. A szilárd állapotba való átmenet folytán a mag belső, szilárd halmazállapotú része lassan növekszik. A keletkező hőenergiának csak egy kis része hajtja ezeket az áramlásokat. Mindenesetre nem egy, hanem több áramlási kör jön létre, ezek meglehetősen bonyolult együttes tere (kölcsönhatása) hozza létre a geomágneses tér különböző rendű pólusait.

A geomágneses tér átfordulásai

A geomágneses tér Gellibrand által felfedezett időbeli változása csak az irányértékeket módosítja, a dipólus meghosszabbítása körbejárja a földrajzi sarkot, ennek az „évszázados változás”-nak mintegy 400 éves a periódusa, de ezalatt a dipólus erőssége alig változik. A szekuláris változás elsősorban a dipólus helyzetét módosítja, bár ennek folytán egy-egy helyen a térerősségnek is változnia kell, de nem a dipólus erősségének. Ettől a jelenségtől alapvetően eltér a dipólus erősségének, illetve a polaritásának megváltozása.

Mivel a geomágneses tér átfordulásai átlagosan több százezer évenként következnek be, az emberiség alig néhány ezer éves, valamennyire ismert történelmében csak kis valószínűséggel fordulhatott volna ilyen esemény elő. Még inkább igaz ez a műszeres mágneses mérések néhány évszázados történelme alatt. Az, hogy ilyen átfordulások egyáltalán léteztek, csak a 20. század közepén derült ki.

A lemeztektonika Wegener kontinensvándorlási elméletéből alakult ki, az ötletet az Atlanti-óceán két oldalán lévő kontinensek partvonalának egyezése, összeilleszthetősége adta. Amikor technikailag lehetségessé vált nemcsak a tengerfenék domborzatának, hanem az ottani geomágneses térnek is a mérése, kiderült, hogy az óceán közepén húzódó árok két oldalán a mágneses anomáliák egymással és az árokkal párhuzamos sávokba rendeződnek. Ez a szárazföldeken ismeretlen, szabályos elrendeződés még azzal is felhívta magára a figyelmet, hogy az árok két oldalán az anomaliasávok egymás tükörképei. Ha a megfelelő sávok között nagyobb távolság volt az egyik oldalon,

AMIT EDDIG IS BIZTOSAN TUDTUNK

akkor a megfelelő sávok távolsága a másik oldalon is nagyobb volt az átlagosnál.

Mivel az anomáliásávok közepén húzódó árkot azonosították a két, egymással ellentétes irányban mozgó lemez határával, amelyek mentén a mélyből magma áramlik fel, kézenfekvő volt arra gondolni, hogy az ellentétes irányítottágú mágnességet őrző sávok keletkezésekor a geomágneses tér ellentétes polaritású volt. A lemezek szétúszásának sebességéből, valamint az anomáliásávok szélességéből az egyes polaritású időszakok időtartamát is meg lehetett határozni. Ezek átlagosan éppen félmillió évet adtak.

Ez a felfedezés nemcsak a lemezek mozgásának volt bizonyítéka, hanem a mágnestér átfordulásainak is. A felfedezést nagy viták követték, elsősorban kémiai folyamatokkal próbálták magyarázni a polaritás megváltozását, de ezek az elképzelések sikertelenek maradtak. El kellett fogadni mind a lemeztekonikát, mind a mágnestér átfordulásának jelenségét.

Közben még egy bizonyíték került elő az átfordulás valódiságára. Léteznek olyan magnetotaktikus baktériumok, amelyek a tengerfenék közelében találják meg táplálékukat. A tengerfeneket pedig mágnességük alapján azonosítják, ezáltal ismerik fel a lefelé irányt. Ha a tér ellentétes irányítottágúvá válik, a zömük elpusztul, és csak a „hibás”, rossz irányítottágú mágnességet tartalmazó baktériumok maradnak fenn, azok szaporodnak el. Ilyen módon ezen baktériumok maradványainak segítségével is fel lehet ismerni a létük alatt uralkodott mágnestér irányát, a fosszilizálódott szemcsék mágnességének iránya alapján.

Természetesen elméletileg (és kísérletileg) is próbálták magyarázni, létrehozni modellekkel az átfordulást, és ilyen átfordulásra képes öngerjesztő dinamót építettek is a londoni Imperial College laboratóriumában. Ma számítógépes modellezéssel igyekeznek mind jobban megérteni a jelenséget.

Mikor lesz és mit hozna egy pólusátfordulás?

A pólusátfordulás kétségtelenül létező jelenség, sőt, ha az utolsó átfordulás óta eltelt háromnegyed millió évet az átlagos időtartammal összehasonlítjuk, akkor valóban esedékes lehet egy ilyen esemény. A kérdés az, mikor és mi lenne ennek következménye?

A dipólustér momentumának csökkenése a megbízható mérések időszakában évszázadonként 5%, 1970 óta esetleg ez 7–8%-ra emelkedett. Ebben az ütemben 1250–2000 év alatt szűnne meg, nem a geomágneses tér, hanem annak dipólus része. Természetesen az is előfordulhat, hogy a változás gyorsul vagy lassul. Ebben a vonatkozásban érdemes megemlíteni, hogy a 20. században volt néhány ún. „jerk” (rángatózás), amely világszerte kismértékű térváltozást okozott, és kétségtelenül belső eredetű volt, a földmagból származott. Ilyen váratlan, egyedi események tehát léteznek. Sajnos, az eredeti adatokból nehéz következtetni arra, hogy mennyi idő alatt játszódott le a múltban egy-egy pólusátfordulás. (Egyes adatok szerint a leglassúbb átfordulás 10 ezer év alatt ment végbe, a leggyorsabb talán ezer év alatt, sőt az sem lehetetlen, hogy 16 millió évvel ezelőtt a mágneses észak valóban naponta háromfoknyit vándorolt.)

A dipólustér momentumának csökkenésével együtt azonban a magasabb rendű pólusok tere erősödik, vagyis a tér teljes energiája valószínűleg nem változik, ezért nem marad a Föld az átfordulás idején sem a sugárzásoktól óvó mágneses védőpajzs nélkül, még ha ennek hatékonysága gyengül is. Ez amiatt van, hogy a magasabb rendű pó-

„The Core” – egy film Hollywoodból

A hollywoodi film arról szól, hogy miután (amerikai) geofizikusok észrevették, hogy a földmagban az áramlás leállással fenyeget, a világ kormányai járművet építenek és „terránauta”-különítményt küldenek a Föld belsejébe, akik ott felrobbantanak egy (oroszl) atombombát, visszaállítva ezzel a földmagban a normális áramlást.

A thrillert 2002 novemberében tervezték bemutatni, de úgy döntöttek, hogy a filmet további katasztrófajelenetekkel (földrengésekkel s nyilván a „gyanútlan” Etna kitörésének képeivel) kívánják kiegészíteni, ezért a hivatalos bemutatót eltolták 2003 márciusára.

A lavina megindul

A The Observer és a Mail and Guardian azonos tartalmú honlapja 2002. november 10-én jelent meg a világhálón „Napsugárzástól fog a Föld megsülni a pólusváltás során” címmel. A hitelességet a szerző a hivatkozott Nature- és Scientific American-cikkek mellett Alan Thompson, a Brit Geológiai Szolgálat kutatója segítségével egy apró csúsztatással „igazolja”. Thompson tényszerűen mindössze annyit erősített meg az újságíró számára, hogy átlagosan negyedmillió évente szokott megfordulni a polaritás, és az utolsó átfordulás valóban háromnegyedmillió éve történt.

Felmerül a cikkben egy új elem (egy régóta ismert tény) is, nevezetesen az, hogy tulajdonképpen a Föld mágneses tere védi meg a Föld felszínét az ún. napszélről, azaz a Napból származó elektromosan töltött részecskék tömegétől. Erre hivatkozással egy halálos kozmikus sugárzás (valószínűleg a hollywoodi filmből vett) rémképét vázolja fel az írás, amelyben a napszél a felső légkört felfűti, a műholdak megsemmisülnek, a Föld felszínét erős radioaktív sugárzás éri, és a folyamat ezer évig – a pólusváltás befejeződéséig – is eltarthat. Mindennek vannak valós elemei (például a műholdak sérülékenységének csökkentése – különösen geomágneses háborgások idején – szinte mindennapos technikai probléma). Egy – önmagában korrekt – mondatot Paul Murdin csillagásztól (Cambridge) is idéznek, aki a Marsról elmondja, hogy bolygósomszédunk belső eredetű mágneses tere csakugyan megszűnt, és a légkör eltűnése csakugyan kapcsolatba hozható a mágneses tér elvesztésével. Az írás – miért is lenne ez másképp – a hollywoodi thriller ismertetésével zárul.

Féligazságok gyűjteményével állunk tehát szemben (a valószínűség adott esetben talán még szörnyűbb is lehet), de nem tudunk szabadulni a gyanútól (elsősorban a tálalás mikéntje és időpontja miatt), hogy egy agyafűrt hollywoodi reklámról van szó.

Kínai posztdoktori ösztöndíjasunk november 11-én már Sopronban terjesztette a rémhírt (ugyanis kínaiul már

11-én olvasni lehetett, valószínűleg tovább színesítve), mi pedig egyikünk lányától értesültünk először az ügyről, aki az index.hu nevű honlapon olvasta a november 12-én közzétett magyar fordítást. Egyes magyarországi rádió- és tv-„műsorok” ún. „médiasztárjainak” kommentárjait nem láttuk és nem hallottuk, de nyilván az ő hathatós közreműködésük is hozzájárult ahhoz, hogy akadt olyasvalaki Sopronban, aki a mágneses tér megfordulásáról november 14-én mint befejezett tényről hallott.

Tanulságok

Nem tudjuk, hogy készülő pólusváltásról vagy csak egy „szokásos”-nak mondható megnövekedett aszimmetriáról van szó. Feltehetően kiderül az írásból, hogy jelenlegi ismereteink szerint mindkét feltételezést lehetségesnek kell tekintenünk.

Kétségtelen, hogy a Föld mágneses polaritása egyszer meg fog változni, és ennek az igen összetett folyamatnak ma még beláthatatlan következményei lesznek. A 2002. novemberi tálalás szerencsétlen volt, de talán nem haszontalan tudatosítani az emberekkel, hogy Földünk e szempontból is igen törékeny. Ez a történet legközvetlenebb tanulsága. A számos közvetett tanulság közül az a legfontosabb, hogy a hírközlők és az újságírók felelőssége szinte kimondhatatlanul nagy: tudományos eredményekről csak körültekintően, felelősséggel szabad írni, és a tényeket nem szabad „liberálisan” kezelni, azaz megalapozatlan feltételezésekkel keverve tálni a laikus olvasók számára. Be kell látni: az újságírók kezében a tudományos korrektség csak korlátozottan érvényesül. Ezért a jövőben a kutatói munka rendkívül lényeges eleme lesz a tudományos eredmények korrekt népszerűsítése.

Az eset rávilágított arra, hogy a mindennapi élettől (az éppen aktuális tudománypolitikai elvárásoktól) látszatra távoli tudományterületek is lehetnek életbevágóan fontosak. Beszélhetünk-e például a történetek után környezettudományról a földi mágneses tér ismerete nélkül? Nem lehet előre tudni (megtervezni sem), hogy hol, mely tudományterületeken merülnek fel lényeges eredmények a természet megismerésében.

A 2002 őszén felröppent hírrel kapcsolatban meg kell elégednünk azzal, hogy a a geomágneses pólusátfordulás kérdésében nem tudunk állást foglalni. Megnyugtató lehet ugyanakkor, hogy az új amerikai film miatt 2003 tavaszára várható pániknak a kutatók felkészülten néznek elébe.

A tanulmány a TS 40848 számú „Földi elektromágnesség” című OTKA tudományos iskolai projekt tudománynépszerűsítő programja keretében készült. A történet néhány elemét Mioara Manda (IPGP, Párizs) segítségével sikerült rekonstruálni.

AMIT EDDIG IS BIZTOSAN TUDTUNK

lusok tere a távolsággal gyorsabban csökken, így a földmágtól a felszínig kevésbé jut el a hatásuk. Az átfordulások időpontjait próbálták egyeztetni nagyobb méretű állatfajkihalásokkal, de ennek kevés eredménye volt, tehát a múltban az átfordulások nem okoztak ökológiai katasztrófát. Emellett van a Földnek ma is olyan része, ahol a geomágneses tér nyitott, tehát a bolygóközi térből elektromosan töltött részecskék akadálytalanul érkehetnek be. Két ilyen terület van, a két mágneses pólus körüli sarki sapka, ahonnan a geomágneses tér erővonalai tölcészerűen szétterülve jutnak el a bolygóközi térbe, s ott kapcsolódnak a napszél, a Napból érkező részecskeáramlás által szállított mágneses erővonalaihoz. Ezeket a területeket sincsen semmiféle különleges sugárzásvesztés, még ha annak szintje valamivel magasabb is az átlagosnál. (Azt sem szabad elfelejteni, hogy egy vektortér abszolút értékének nem kell feltétlenül nullára csökkennie ahhoz, hogy az átfordulás bekövetkezzen: elég ha a vektor iránya fordul el 180 fokkal.)

Az elmondottakat megerősíti David Sternnek 2000-ben, Gilbert művének 400. évfordulójára az internetre felkerült, oktató célú írása (<http://pwg.gsfc.nasa.gov/earthmag/demagint.htm>). Eszerint a dipólus csökkenése már ismert volt 2000-ben, sőt sokkal korábban is, de ebből valamiféle katasztrófa helyzet előrejelzését megalapozatlannak tartották. Nincs semmi okunk arra, hogy a mágneses átfordulásból eredő katasztrófa számítsunk – ez volt David Stern megállapítása is.

Késleltetett kép

A földmagban létrejött mágneses tér földfelszíni megnyilvánulását diffúziós differenciálegyenlet írja le:

$$\nabla^2 \mathbf{B} - \mu \sigma (\partial \mathbf{B} / \partial t) = 0,$$

ahol \mathbf{B} a mágneses indukció vektora, μ a közeg mágneses permeabilitása, σ a közeg elektromos fajlagos vezetőképessége, t pedig az idő. A diffúzió azt jelenti, hogy a földmagbéli áramlás feltételezett hirtelen megváltozásai nem azonnal, hanem bizonyos késéssel és csillapítva jelentkeznek a Föld felszínén. Amennyiben csak az időkésleltetés nagyságrendjére vagyunk kíváncsiak, élhetünk az alábbi közelítésekkel: $\nabla^2 \mathbf{B} = 0$ (A/L^2), ahol L a jellemző méret, $\partial \mathbf{B} / \partial t = 0$ (B/τ), ahol τ a jellemző időállandó. A diffúziós folyamat időállandójának nagyságrendje tehát

$$\tau = 0 (\mu \sigma L^2)$$

Egy 1 cm sugarú rézgömb esetére az időállandó 5–10 ms, a Föld esetére pedig akár 10^5 év is lehet! (A késleltetés legnagyobb része magában a külső földmagban alakul ki; a földköpeny és a kéreg hozzájárulása összesen mintegy tíz év. Megjegyzendő, hogy a μ és σ mélybeli eloszlásának további kutatása különféle elektromágneses módszerekkel a becslést jelentősen pontosíthatja.)

Az 1980. és a 2000. évben műholdas mérések adataiból és azok összehasonlításából analitikus lefelé folytatás módszerével meghatározták azt, hogy a földmag felszínén a felszíni térnek és a felszíni tér megváltozásának az okozója. Tehát a képek nem a most (1980 és 2000 között) végbement változásokat tükrözik, hanem egy bizonyos idővel ezelőtti folyamatokat mutatnak. Azt, hogy most milyen (1980–2000 között milyen volt) az áramlási kép, csak a távoli jövőben derülhet ki: a mágneses tér még úton van.