

nemzetközi mérési kampányban és munkában vett és vesz részt. Többek között a tragikus végű Columbia űrmisszió során, a Csendes-óceán délnyugati medencéje felett lefénnyképezett hatalmas gyűrűlidérc forrásvillámát felszíni SR-tranziensek, pl. a nagycenti SR-tranziens analízisével lokalizálták (Price et al., 2004). A vörös lidércekhez kapcsolódó polaritásparadoxon feloldásához hozzájárult a műholdakról a szubtrópusi övezetben meg-

figyelt lidércudvarokat keltő villámok polaritásának meghatározása a nagycenti SR-tranziens mérések alapján (Williams et al., 2012).

A hazai kutatásokat a K72474 számú OTKA-pályázat támogatta.

Kulcsszavak: *villámkisülés, Schumann-rezonancia tranziens, felső légköri elektro-optikai emisszió*

#### IRODALOM

Bór József (2011): *Villámkisülésekhez társuló felső légköri elektro-optikai emissziók és Schumann-rezonancia tranziensek vizsgálata*. NyME, Kitaibel Pál Doktori Iskola, PhD-disszertáció

Bór József – Barta Veronika (2011): Vörös lidércek - gigantikus „tűzijáték” a felső légkörben. *Fizikai Szemle*. LXI, 10, október, 343–349.

Franz, Robert C. – Nemzek, R. J. – Winckler, J. R. (1990): Television Image of a Large Upward Electrical Discharge above a Thunderstorm System. *Science*. 249, 4964, 48–51. DOI: 10.1126/science.249.4964.48

Price, Colin – Greenberg, E. – Yair, Y. – Satori G. – Bór J. – Fukunishi, H. – Sato, M. – Israelevich, P. – Moalem, M. – Devir, A. – Levin, Z. – Joseph, J. H. – Mayo, I. – Ziv, B. – Sternlieb, A. (2004): A Ground-based Detection of TLE-producing Intense Lightning during the Meidex Mission on Board the

Space Shuttle Columbia. *Geophysical Research Letters*. 31, 20, L20107. DOI:10.1029/2004GL020711

Satori Gabriella – Szendrői J. – Verő J. (1996): Monitoring Schumann resonances - I. Methodology. *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*. 58, 13, 1475–1481. DOI: 10.1016/0021-9169(95)00146-8

Schumann, Winfried Otto (1952): Über die strahlungslosen Eigenschwingungen einer leitenden Kugel, die von einer Luftschicht und einer Ionosphärenhülle umgeben ist. *Zeitschrift für Naturforschung*. A, 7, 6627–6628.

Williams, Earle – Kuo, C. L. – Bór J. – Satori G. – Newsome, R. – Adachi, T. – Boldi, R. – Chen, A. – Downes, E. – Hsu, R. R. – Lyons, W. – Saba, M. – Taylor, M. – Su, H. T. (2012): Resolution of the Sprite Polarity Paradox: The Role of Halos. *Radio Science*. 47, RS2002, DOI:10.1029/2011RS004794



# GEOMÁGNESES INDUKCIÓ FORRÁSVIZSGÁLATOK ÉS AZ EURÓPAI LITOSZFÉRALEMEZ ELEKTROMOS MODELLJE AZ INDUKCIÓS KOCKÁZAT BECSLÉSÉHEZ

Ádám Antal

az MTA rendes tagja,  
MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron

Kis Árpád

PhD, tudományos főmunkatárs,  
MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron

Lempenger István

PhD, tudományos főmunkatárs,  
MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron

Novák Attila

PhD, tudományos főmunkatárs,  
MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron

Prácser Ernő

PhD, tudományos főmunkatárs,  
MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron

Szarka László

az MTA doktora, főosztályvezető,  
MTA Titkárság Kutatóintézeti Főosztály, Budapest  
(2010-ig MTA Geodéziai  
és Geofizikai Kutatóintézet, Sopron)

Wesztergom Viktor

a földtudomány kandidátusa, tudományos igazgatóhelyettes,  
MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron  
wesztergom.viktor@csfk.mta.hu

A napviharok, a geomágneses viharok, az auróra lenyűgöző optikai jelensége és a földfelszín távoli pontjai között fellépő nagy elektromos potenciálkülönbségek közötti kapcsolat már az ún. Carrington-eseményt (az 1859. szeptember elsejei, rendkívüli napkitörést, azaz flert) követően bizonyossággá vált. Ez a napkitörés okozta az eddigi megfigyelések szerinti legnagyobb mágneses vihart, amelynek következtében az auróra fényára a köze-

pes geomágneses szélességeket is betöltötte, és a táviróhálózatban súlyos működési zavarokat okozott. A technika történetének talán legnagyobb hatású napfizikai eredetű „bal-esete” 1989. március 13–14-én történt, amikor is egy geomágneses vihar során a kanadai Montrealban a Hydro Quebec erőmű meghibásodása kilencórányi, legalább hatmillió embert érintő teljes áramkimaradást okozott. Svédországban ugyanakkor hat különböző

130 kV-os rendszerben lépett fel jelentős feszültségés. A csővezetékek katódpotenciálja ugyancsak a fenti időszakban gyakran a kritikus érték fölé emelkedett, jelentősen megnövelve azok korrózióját. Az előző napciklus maximumára (2003) esett az ún. Halloween-esemény (*1. ábra*), amikor Skandinávia egy része borult sötétségbe. Ennek hátterében, hogy egy-egy nagyobb napvihar és az azt követő geomágneses aktivitás nemcsak érzékelhetővé, hanem egyfajta kockázati tényezővé is vált, a geomágneses indukció jelensége áll. Az időben változó geomágneses térhez az indukció törvénye alapján elektromos tér kapcsolódik, a véges vezetőképességű altalajban Ohm törvényének megfelelően az elektromos tér hatására földi (tellurikus) áramok alakulnak ki. Ezek az indukált áramok

kis elektromos ellenállású, információ- vagy energiaátviteli távvezetékekbe, csővezetékekbe azok földelési pontjain keresztül jutnak be. A geomágneses viharok persze nemcsak a vezetékes rendszerekre jelentenek kockázatot, hanem – a Föld plazmakörnyezetében fellépő zavart viszonyok miatt – a vezeték nélküli távközlésre, navigációs rendszerekre és más műholdas technológiákra is. A geomágneses viharokkal a jövőben is számolni kell: a Nagycenken 1957–2003 között megfigyelt legnagyobb vihart egységnek véve az 1859-es Carrington háromszoros nagyságú volt, a 2003-as Halloween pedig kétszeres. Elméletileg pedig több mint négyszeres intenzitású viharok is lehetségesek.

A katasztrofális következményekkel járó eseményeket követően világszerte megnőtt

az igény a geomágneses viharokkal szembeni kiszolgáltatottság mérséklésére, a sérülékenységre becsülésére. Ennek érdekében kezdődött el finn vezetéssel az EURISGIC (EUropean RISK on Geomagnetically Induced Currents) FP7-projekt tervezése (EURISGIC, 2011). Az EURISGIC-projektben a soproni geofizikusok feladata az európai litoszférolemez indukciós modelljének megalkotása és az obszervatóriumi tellurikus adatsorok átfogó elemzése. Részvételünk előzményeihez a nagycenki obszervatórium 1957-től rendelkezésre álló egyedülálló adatsora, továbbá néhány finn–magyar projekt jelentette az alapot. Így pl. Finnországban az első terepi magnetotellurikus méréseket magyar (soproni) kutatócsoport végezte (Ádám et al., 1982), és az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet modellező laboratóriumában tarták fel az aurorális elektrojet több sajátosságát (Viljanen – Szarka 1995).

Ebben a tanulmányban a témakör bemutatását követően az obszervatóriumi idősorokkal és a forrástanulmányokkal kapcsolatos eredményeket foglaljuk össze, majd bemutatjuk az európai litoszférolemez elektromos szerkezetének általunk meghatározott modelljét.

#### A geomágneses tér

Míg nehézségi erőtere minden testnek van, amelynek tömege van, a mágneses tér kialakulásának, fennmaradásának speciális feltételei vannak. Mágneses terület tekintve még a Föld típusú bolygók is elég nagy eltéréseket mutatnak.

A Föld légkörének külső határfelülete a magnetopauza, ahol a földi mágneses tér nyomása egyensúlyt tart a napszél aktuális dinamikai nyomásával. A magnetopauzán töltött részecskék csak különleges folyamatok révén jutnak át, így tehát a magnetopauza lényeg-

ben „buborékba” zárja a Föld légkörét olyan magasságban, ahol azt a gravitáció már képtelen lenne megtartani. Az ionizált felső légkörnek ezt a tartományát hívjuk *magnetoszférának*.

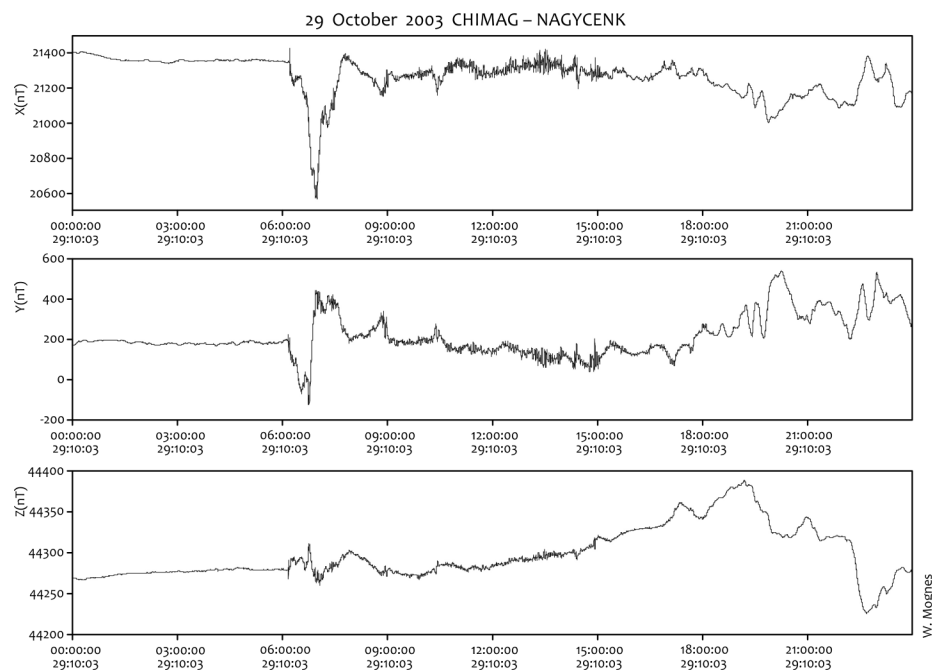
Eredetét tekintve a Föld mágneses terét három összetevőre bonthatjuk: az ún. fő térre, az ún. anomális térre és a fő térre szuperponálódó külső eredetű térre.

A mágneses tér külső eredetű változásainak legfőbb energiaforrása a napszél kinetikus energiája. Az energiaáram a magnetopauzánál a napsugárzás energiaáramának mintegy  $10^{-4}$ -szerese. A napszél energiájának csak néhány százaléka jut be a magnetoszférába. A bejutó energia jelentős része Joule-hő formájában disszipálódik. A fennmaradó energia ionoszférikus áramrendszerek, valamint magnetohidrodinamikuss hullámok közvetítésével jut el a Föld felszínére, ennek következtében a felszíni eloszlása egyenetlen. Magasabb geomágneses szélességeken az energiasűrűség több nagyságrenddel meghaladja a közepes szélességeken tapasztalhatót.

#### Geomágneses viharok és pulzációk

A geomágneses tér kis amplitúdójú, közel harmonikus külső eredetű változásait pulzációknak nevezzük, a megerősödött napszéllel összefüggő igen intenzív változásokat pedig geomágneses viharoknak. (Ezekon kívül természetesen még számos más jelenséget – tranzienszt és harmonikust egyaránt – lehet elkülöníteni, de ezek a napszél és a mágneses tér közötti energiacsatolás szempontjából kevésbé érdekesek.)

A geomágneses viharok jellemző időtartama néhány óra, de előfordulnak több napig tartó viharok is. Ha a Földet napkitörésből eredő plazmafelhő találja el, akkor a viharok jellegzetes impulzusszerű kezdete van (Sudden



1. ábra • Halloween-esemény (SSC kezdetű vihar a nagycenki MTA Széchenyi István Geofizikai Obszervatórium regisztrátumán, 2003. 10. 29.)

Storm Commencement –SSC) (1. ábra). A viharok intenzitását a napszél sebessége és az interplanetáris mágneses tér együttesen határozza meg. Amplitúdójuk közepes szélességeken néhány száz nT, a sarkifényövezetben néhány ezer nT is lehet. Az egész Földön hasonló morfológiájú viharok ekvivalens áramrendszere az egyenlítő fölött a magnetoszférában kialakuló gyűrűáram.

A Napból érkező részecskeáramlásból a mágneses térbe történő energiabetáplálási folyamat az erővonal-összekapcsolódás. A napszél energiájának egy része (alig néhány százaléka) a bolygóközi mágneses tér és a magnetoszféra erővonalainak összekapcsolódása révén részecskegyorsítással kerül be a magnetoszférába. Erővonal-összekapcsolódás csak akkor jöhet létre, ha a bolygóközi mágneses térnek van dél felé mutató komponense. Ez az energiabetáplálás határozza meg a mágneses tér háborgatottságának mértékét, azaz az általános geomágneses aktivitást.

Ettől teljesen eltérő a pulzációk (ULF – Ultra Low Frequency) keletkezéséhez vezető energiabetáplálási folyamat. Növekvő periódusuk szerint Pc1–Pc5 típusokat különítünk el, a periódus ezeknél 1 s-tól 600 s-ig nő.

A Pc1–2 típusú pulzációk mágneses erővonalak mentén terjedő – nem álló – magnetohidrodinamikai (MHD-) hullámok, ebben alapvetően különböznek hosszabb periódusú társaiktól. A leggyakrabban előforduló, Pc3 típusú pulzációkon belül megkülönböztetünk kompressziós és transzverzális eredetűeket. A kompressziós Pc3 hullám a magnetopauza előtti, ún. *upstream* térségben lejátszódó hullám-részecske kölcsönhatás eredménye. A transzverzális hullámok keletkezésére kézenfekvő magyarázat az erővonal-rezonancia, ám gyakran mutatnak *upstream* sajátosságokat. Emiatt valószínűsíthető, hogy a két pul-

zációs módus esetenként ugyanannak az energiának két különböző úton való becsatlódása (Verö – Zieger 1994; Anderson, 1994).

A tipikus Pc4 pulzáció radiális irányban polarizált (polidális) ULF-hullám az egyenlítő szűk környezetében. Eredetüket tekintve valószínűleg 150 keV körüli protonok ún. *bouncing* rezonanciája révén keletkeznek. Pc5-ös pulzációk több különböző mechanizmus által alakulhatnak ki.

*A nagyeceni MTA Széchenyi István  
Geofizikai Observatórium adatairól  
és a tevékenységi indexek*

Az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Geodéziai és Geofizikai Intézetéhez tartozó nagyeceni MTA Széchenyi István Geofizikai Observatóriumában – több más térjellemző, így a mágneses tér komponensei mellett – az elektromos tér időbeli változásainak (az ún. tellurikus, azaz földi áramoknak) folyamatos regisztrálása is folyik. A földi áramok nagy időbeli felbontású mérése az observatóriumban már 1957-ben, a Nemzetközi Geofizikai Év során elkezdődött.

A geomágneses tér változásait aktivitási indexekkel szokás jellemezni. Tekintettel arra, hogy a tellurikus tér lényegében a geomágneses tér idő szerinti deriváltja (lásd a Faraday-féle indukciós törvényt), a nagyeceni tellurikus adatokból meghatározott aktivitási mérték, az ún. T-index a geomágneses indexekhez képest inkább a magasabb frekvenciás változásokra érzékeny, ezért közvetlenebbül jellemzi a geomágneses indukciós kockázat mértékét.

A T-indexet egy 0-tól 9-ig terjedő skálán háromórás intervallumokban a legnagyobb és legkisebb elektromos térerősség különbsége alapján számítjuk. A T-index értékeit 1957-től egészen az 1990-es évek elejéig analóg

regisztrátumból határozták meg. Ennek az egyedülállóan hosszú regisztrátumnak a digitalizálása jelenleg is folyik.

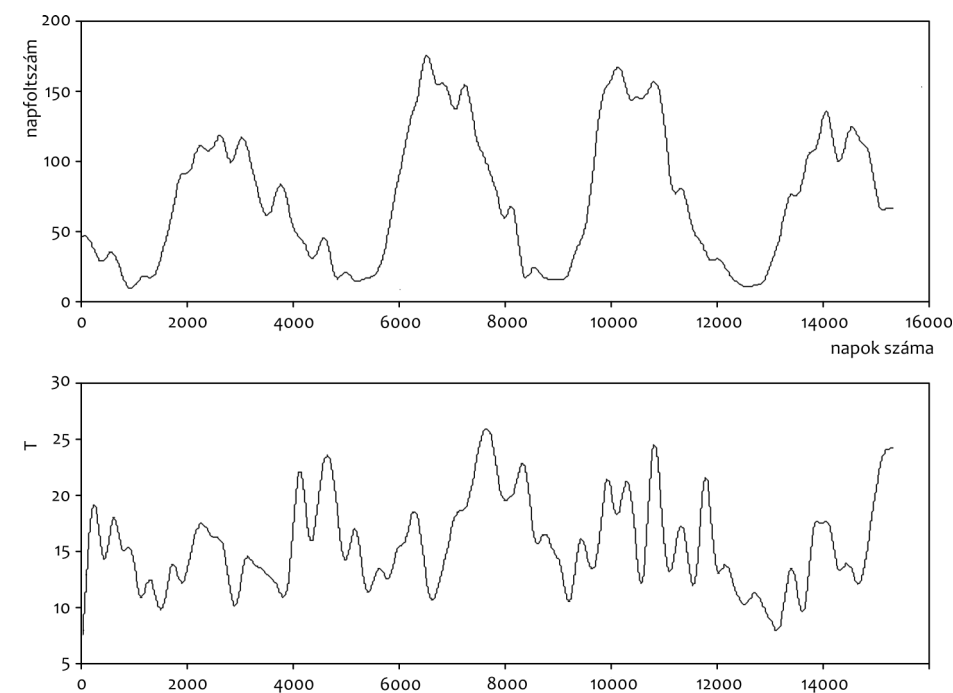
A geomágneses aktivitás több jellegzetességére derült fény eddig is az indexek spektrális és statisztikai analízise során (2. ábra).

A naptevékenység jól meghatározott, átlagosan tizenegy éves periódusa jellemző a geomágneses tér és ezzel együtt a Föld plazmakörnyezete háborgatottságára is, de a geomágneses aktivitás szélsőértékei más források, valamint az energiacsatlós feltételeinek változása miatt jelentősen eltérhetnek a naptevékenység alapján várhatótól. A geomágneses indexek a geomágneses aktivitás többlépcsős növekedését jelzik az utolsó száz évben. Ezen belül is kiemelten aktív időszaknak bizonyult az előző napciklus. Történeti

adatokból tudjuk, hogy a naptevékenység, és vele együtt a geomágneses aktivitás nemcsak a napcikluson belül, hanem hosszabb időtávon vizsgálva is jelentősen változott.

*Az indukált áramok nagysága*

Amint ismert, két tetszőleges felszíni pont között az elektromos potenciál különbségét az elektromos tér vonalintegrálja adja. A két végpontjában földelt áramvezetőben (ami lehet például egy csővezeték vagy egy nagyfeszültségű távvezeték elektromos modellje) a potenciálkülönbség hatására áram folyik. Numerikus számítások és hosszú obszervatóriumi tellurikus adatsorok azt mutatják, hogy nyugodt és közepes tevékenység esetén a felszíni elektromos tér nagyságrendje általában  $10^{-3}$ – $10^{-2}$  V/km körül van. Az 1 V/km-t



2. ábra • Egyéves aluláteresztő szűrővel transzformált napfoltyszám és T-index adatsor az 1957–2008 időszakra

meghaladó amplitúdó nagy mágneses viharok során a sarkifényövben gyakori, de közepes geomágneses szélességeken nagyon ritka. Az 50 V/km amplitúdó a sarkifényövben is szélsőségesen nagyknak tekinthető.

Az elektromos távvezetékek és az acélfalú csővezetékek jellemzően több száz km-es hosszával és 1 W körüli ellenállásával számolva a geomágneses indukció révén a vezetékben folyó indukált áram nagyobb viharok során a több 100 A nagyságrendet is elérheti.

Csővezetékeknél a földi áramok csak ott tudnak a rendszerbe belépni, ahol a szigetelés megrongálódott, vagy mesterséges földelési helyek vannak, mint például szivattyúállomások esetében. A földelési helyeken – a változó áramnak megfelelően – az áram hol a csővezetékbe, hol fordítva folyik, miközben az egyik félperiódusban a talajvízben disszociálódott  $H^+$  és  $OH^-$  ionokból és a csővezeték anyagából (Fe) az anódon  $Fe(OH)_2$  és  $Fe(OH)_3$  (közönséges rozsda) képződik. A korróziós folyamat jelentősége a periódusidő növekedésével nő. Kritikusá a jelenség akkor válik, ha a periódusidő elég hosszú ahhoz, hogy a fémionok migrációval az anódtól úgy eltávolodjanak, hogy az áramirány megfordulásakor (a következő félperiódusban) oda nem jutnak vissza. Átlagos talajvízzel mint elektrolittal számolva 1 A egyenáram egy év alatt mintegy 10 kg vasat képes a csővezeték falából a földbe szállítani.

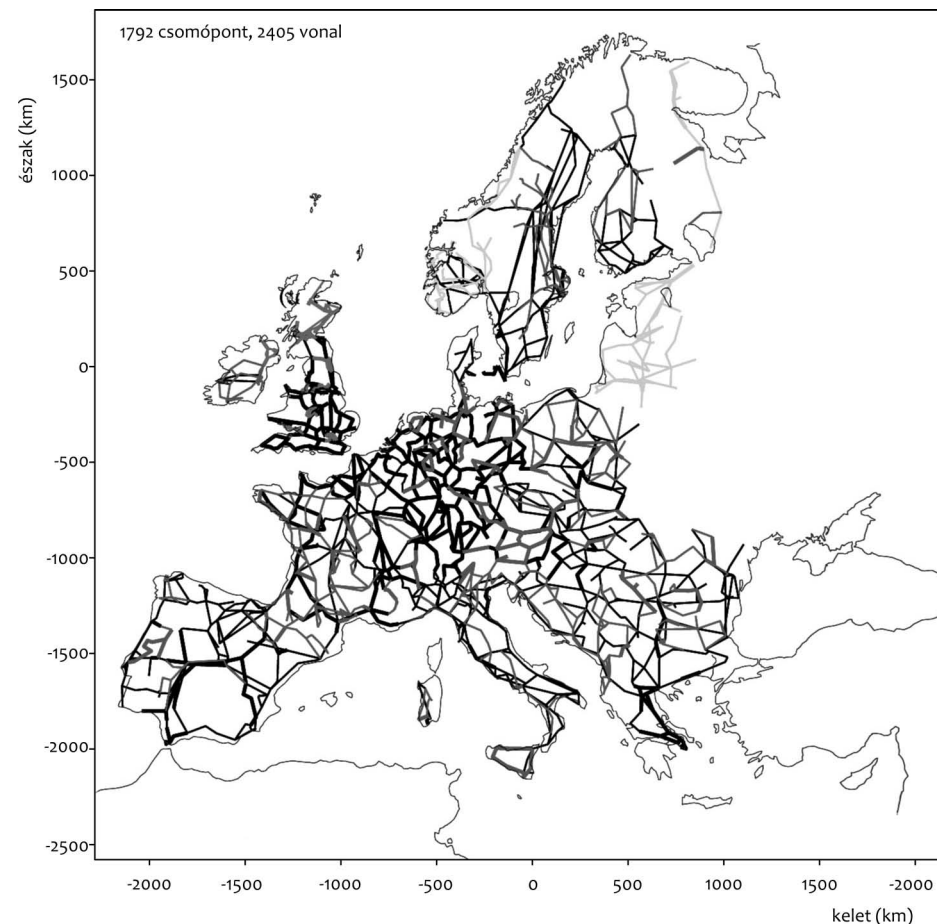
Az ULF-tartományba eső indukált áramokat a villamosenergia-átvitelben alkalmazott 50–60 Hz-hez képest kvázi-egyenáramoknak tekinthetjük. Az indukált áramok a háromfázisú transzformátorok földelési pontjain jutnak a rendszerbe, és a transzformátorok részleges vagy teljes szaturációjához vezetnek. A részleges szaturáció miatt irányítás-technikai problémákat okozó felharmonikusok

jelennek meg, szélsőséges esetben pedig a transzformátor túlfűtése annak teljes tönkremenetelét okozza. A felharmonikusok megjelenése elég gyakran megfigyelt jelenség, a transzformátorok leégése – mint például az 1989. évi kanadai eset – ritka, de rendkívül súlyos következményekkel járó esemény.

A geomágneses viharok által indukált áramok hatásának vizsgálatához, továbbá a megfelelő műszaki védelem kialakításához és a tényleges veszélyhelyzetek előrejelzéséhez a kvalitatív becsléseken túlmenő, komplex modellre van szükség. Az európai villamosenergia-hálózat magas integráltságú, sok pontban földelt rendszer (3. ábra), ami inkább hasonlít egy sűrű pókhálóra, mint egy lineáris áramvezetőre. A geomágneses tér primer forrásainak sokfélesége (az aurorális elektromos jettől a gyűrűáramig) miatt elengedhetetlen a primer források tényleges fizikai paramétereinek vizsgálata, de a felszín alatti térség fajlagos elektromos ellenállásának eloszlását is ismerni kell. Geofizikai tapasztalatok szerint ugyanis a földtani tagoltság a helyi elektromos tereket olyan mértékben megváltoztathatja, hogy számításokat csak az elektromos vezetőképesség egész európai litoszférealmezre kiterjedő modelljén lehet elvégezni.

#### *A geomágneses tér ULF-tartományba eső primer forrásainak vizsgálata*

A felszín alatti rétegekben kialakuló indukált áramok intenzitását és fázisát (a mágneses változásokhoz viszonyított időbeli eltolódását) – adott elektromágneses (EM) forrás esetén – elsősorban a kőzetrétegek fajlagos elektromos ellenállása és azok mélység szerinti eloszlása határozza meg. A magnetotellurikus módszer alkalmazásakor a felszíni térváltozásokat síkhullám természetűeknek tekintjük (Tikhonov, 1950; Cagniard, 1953), a közegmo-



3. ábra • Az európai elektromos távvezetékrendszer legalább 220 kV-os vezetékének rendszere (Viljanen et al., 2012 alapján)

dell számítása (Ádám et al., 2002) ennek megfelelően történik. Ám ez az egyszerűsítő feltevés nem általános érvényű, hisz az egyenlítő környékén és a sarkifényövben az egyenlítői és a sarki elektrojetek felszíni mágneses tere közelítőleg sem írható le síkhullámként.

Az ULF-tartományban a mágneses tér felszíni változásainak elsődleges forrásai az ionoszférában kialakuló áramrendszerek. Általános ionoszférikus forrás-áramterekre meghatároztuk a felszíni impedanciát, azaz a tellurikus és a totális mágneses tér viszonyát

a forrás geometriai sajátosságait leíró paraméterek függvényében. A legfontosabb geometriai jellegű forrásparaméterek a következők: a kiterjedés, valamint az áramirányú forráshullámhossz. Numerikus számításokkal meghatároztuk az impedanciát a felszín alatti fajlagos elektromos ellenállás rögzített eloszlása mellett. Az obszervatórium környezetében érvényes közegmodell (Ádám, 1970) használva, az impedanciát a forrásparaméterek függvényében megjelenítve a 4. ábra alapján a következő megállapítások tehetők.

Nagy forráshullámhossz (kvázi-síkhullám) esetén az impedancia abszolút értéke a forrás kiterjedésétől gyakorlatilag független. A forrás hullámhosszának csökkenésével (a  $L$  hullámszám növekedésével) mind az amplitúdók aránya, mind az impedancia fázisa monoton csökken. Megállapítható továbbá, hogy kis forráshullámhosszak (nagy  $L$  hullámszám) esetén a forrás kiterjedése a térváltozások amplitúdójának arányát erősen befolyásolja.

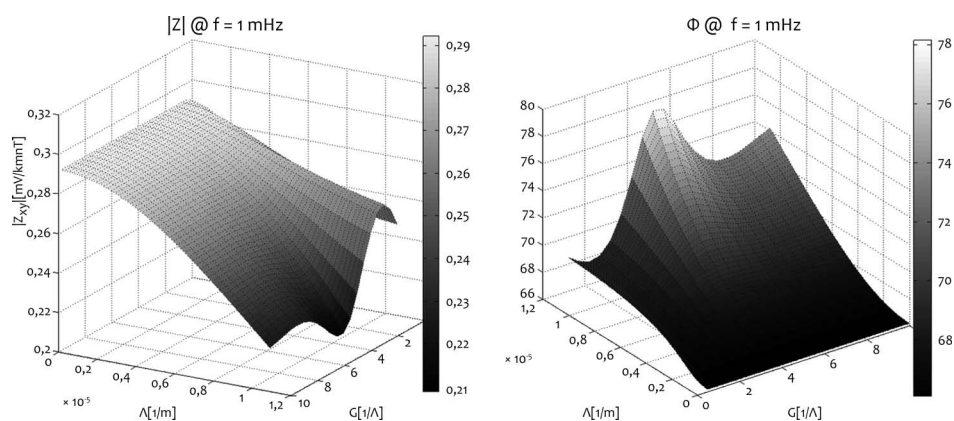
Az említett MHD-hullámforrások eredményeként terjedő perturbációk az erővonalak sajátos geometriája következtében az ionoszférában áramokat keltenek, és kiterjedt – akár globális – áramrendszereket okoznak. Az indukciós vizsgálatok során az MHD-folyamatok eredményeként kialakult ionoszférikus áramrendszerek mágneses-terváltásainak, illetve az általuk indukált tellurikus áramok tereinek eredőjét regisztráljuk.

*Az európai litoszférolemez geoelektromos modellje: EURHOM (EUropean RHO Model)*

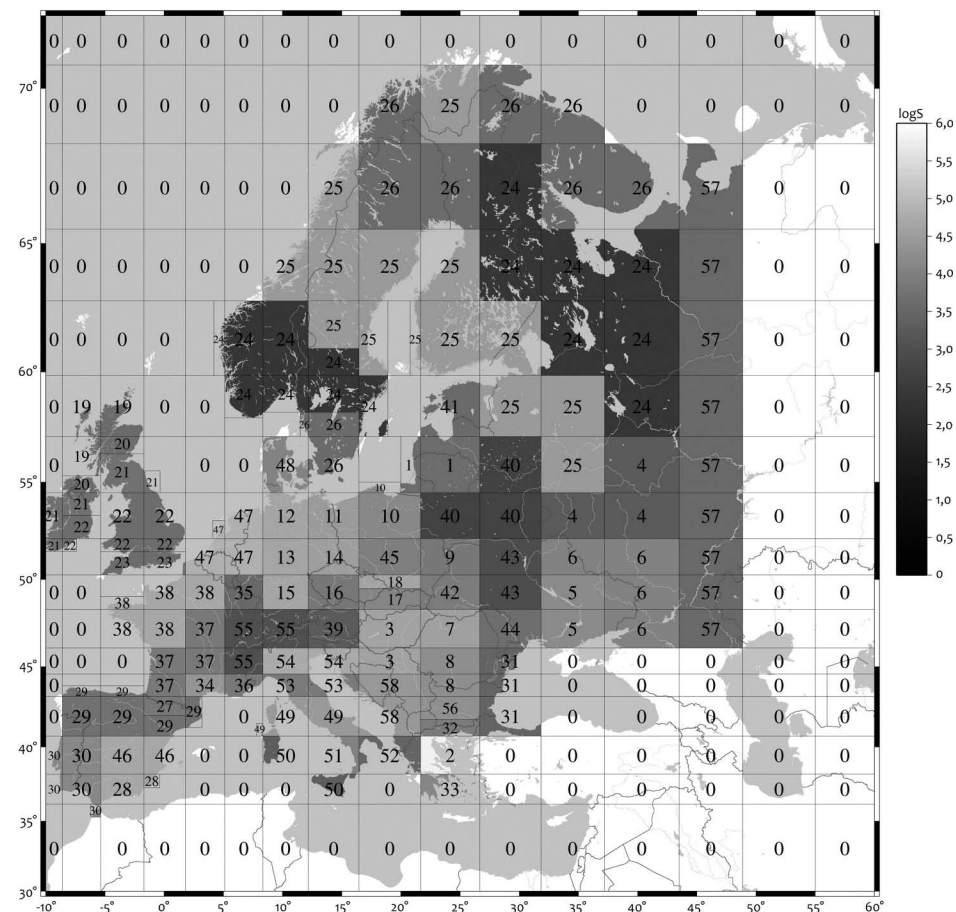
A magnetotellurika alapösszefüggése szerint a helyi felszíni elektromos teret a fajlagos

elektromos ellenállás mélybeli eloszlása is befolyásolja. A kőzetek fajlagos elektromos ellenállása igen változó, azt leginkább a porustér fogatot kitöltő elektrolit jellege és a kőzet hőmérséklete határozza meg.

Az EURHOM az európai litoszférolemez térbeli fajlagos elektromos ellenállása eloszlásának meghatározására olyan kvázi-háromdimenziós modellt állít fel, amely különféle méretű cellákból épül fel, a cellákon belül pedig ún. egydimenziós (csak mélységfüggő) struktúrát tételez fel. A modell horizontális felbontásának figyelemmel kell lennie a tektonikai zónákhoz kötődő legjelentősebb jól vezető vezetőképesség-anomáliákra, de a nagyobb hegyvonulatokra, kiterjedt üledékes medencékre, a domborzatra és természetesen a távvezeték-hálózat topológiájára is. A mélybeli vezetőképesség-anomáliák magnetotellurikus és geomágneses szondázásokból csak részben ismertek, ami további korlátot jelent a modell horizontális felbontására. A modell eltérő méretű celláit hosszúsági és szélességi körök választják el. Arra vonatkozóan, hogy az egyes cellákon belül milyen mélység tarto-



4. ábra • A felszíni impedancia modulusának és fázisának függvénye a forrás jellemző  $L$  hullámhosszának reciproka és a forrás  $G$  kiterjedésének függvényében, 1 mHz-es frekvencián



5. ábra • EURHOM – az európai litoszférolemez összegzett elektromos vezetőképessége (S-térképe) a felszíntől 160 km mélységig

mányt kell alkalmazni, támpontot ad az elektromágneses tér abszorpciójával (behatólási mélységgel) kapcsolatban álló skinmélység, ami annak a mélységnek felel meg, ahol az amplitúdó a felszíni érték  $e$ -ed részére csökken. Az 50–200 km mélység tartományban változó litoszféra-asztenoszféra határfelületen a fajlagos ellenállás  $1 \text{ Wm-re}$  vagy az alá csökken (Ádám – Westergom, 2001). Az ULF-tartományban ez olyan jelentős abszorpciót jelent, amely az elektromos ellenállás na-

gyobb mélységben feltételezett változásait a modellben érdektelenné teszi. A litoszférán belül legalább az üledéket és a kristályos aljzatot el kell választani, így az egyes cellákat legalább háromréteges, egydimenziós szerkezet tölti ki.

Az összegzett elektromos vezetőképesség EURHOM alapján számított térképét mutatja az 5. ábra. A modell digitális formában szabadon letölthető/hozzáférhető (Ádám et al., 2012).

Az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont soproni intézete a geomágneses tevékenység statisztikai feldolgozásával, a térforrások elemzésével és az európai litoszfé-ralemez elektromos vezetőképessége modelljének megalkotásával járult hozzá a projekt-

hez, amelynek egyes fejleményeiről Ari Viljanen és munkatársai (2012) számolnak be.

Kulcsszavak: *geomágneses vihar, geomágneses indukció, indukciós kockázat, magnetotellurika, EURHOM - geoelektromos litoszféramodell*

#### IRODALOM

- Ádám Antal (1970): A földi elektromágneses tér szerepe a Föld belső szerkezetének kutatásában. MTA X. Osztályának Közleményei, 4, 385-416, 1970.
- Ádám Antal – Kaikkonen, P. – Hjelt, S. E. – Pajunpää, K. – Szarka L. – Verő J. – Wallner Á. (1982): Magnetotelluric and Audiomagnetotelluric Measurements in Finland. *Tectonophysics*, 90, 1-2, 77-90. • [http://dx.doi.org/10.1016/0040-1951\(82\)90254-2](http://dx.doi.org/10.1016/0040-1951(82)90254-2)
- Ádám Antal – Wesztergom Viktor (2001): An Attempt to Map the Depth of the Electrical Asthenosphere by Deep Magnetotelluric Measurements in the Pannonian Basin (Hungary). *Acta Geologica Hungarica*, 44, 167-192.
- Ádám Antal – Szarka L. – Verő J. (2002): Electric Field of the Earth. In: Lastovicka, J. (ed.) *Encyclopedia of Life Support Systems*. Eolss Publishers Co Ltd. • [www.eolss.net](http://www.eolss.net)
- Ádám Antal – Lempenger I. – Novák A. – Prácer E. – Szarka L. – Wesztergom V. (2012): *Geoelectric Lithosphere Model of the Continental Europe: European RHO Model (EURHOM)*. i.e. *Spatial Distribution of Resistivity (Ohmm) in the European Lithosphere Plate*. <http://real.mtak.hu/2957/>
- Anderson, B. J. (1994): An Overview of Spacecraft Observations of 10s to 600s Period Magnetic Pulsations in the Earth's Magnetosphere. *AGU Monograph*, 81, 25-43.

- Cagniard, Louis (1953): Basic Theory of the Magnetotelluric Method of Geophysical Prospecting. *Geophysics*, 18, 605-635.
- EURISGIC (EUROPEAN RISK ON GEOMAGNETICALLY INDUCED CURRENTS). • [www.eurisgic.eu](http://www.eurisgic.eu)
- Tikhonov, A. N. (1950): Determination of Electrical Characteristics of the Deep Strata of the Earth's Crust. *Doklady Akademii Nauk USSR*, 73, 293-297. • [http://www.geophysics.dias.ie/mtnet/papers/ClassicPapers/Tikhonov\\_1950\\_Doklady.pdf](http://www.geophysics.dias.ie/mtnet/papers/ClassicPapers/Tikhonov_1950_Doklady.pdf)
- Verő József – Zieger Bertalan (1994): Upstream Waves and Field Line Resonances—Pulsation Research at the Nagycenk Observatory during Three Solar Cycles. *AGU Monograph*, 81, 55-66. doi:10.1029/GM081p0055
- Viljanen, Ari – Pirjola, R. – Wik, M. – Ádám A. – Prácer E. – Sakharov, Ya. – Katkalov, Yu. (2012): Continental Scale Modelling of Geomagnetically Induced Currents. *Journal of Space Weather and Space Climate*, 2, A17, (Electronically published on 28 September, 2012) • <http://dx.doi.org/10.1051/swsc/2012017> [http://www.swsc-journal.org/index.php?option=com\\_article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/swsc/full\\_html/2012/01/swsc120035/swsc120035.html](http://www.swsc-journal.org/index.php?option=com_article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/swsc/full_html/2012/01/swsc120035/swsc120035.html)
- Viljanen, Ari – Szarka László (1995): Analogue Model Studies of Induction Effects at Auroral Latitudes. *Ann. Geophys.*, 13, 1187-1196. DOI:10.1007/s00585-995-1187-4

## Tanulmány

# A SZOCIÁLIS GAZDASÁG ÚJ FEJLEMÉNYEI A MAI VIDÉKI MAGYARORSZÁGON

Kelen András

CSc, Általános Vállalkozási Főiskola  
kelen.andras@avf.hu

A szociális gazdaság kereteinek jogi megfogalmazása, közigazgatási kezelhetőségének megteremtése még nem került napirendre Magyarországon, bár a fogalmat lassan a civil társadalomra hivatkozások gyakoriságával emlegetik. Ha az „eljogiasodás” még nem kezdődött is el, szociális vállalkozások szerencsére szép számban léteznek – hogy csak a mezőgazdaságból merítsek: a foglalkoztatási célú szövetkezetektől kezdve a gazdálkodni igyekvő egyesületeken, leggyakrabban *térségi turisztikai szervezeteken* (TDM<sup>1</sup>) keresztül a helyi őstermelői piacokig, de egyes, a kölcsönös hasznú civil szervezetek módjára működő káéftékig is. Tehát nem úgy áll a dolog ebben a szektorban, mint a nonprofit szervezetek

esetében, amelyek csak a jogi lehetőség megnyíltával indulhattak el negyedszázaddal ezelőtt. Definícióképpen itt és most legyen elég annyi, hogy szociális gazdaság esetében mindig *társas vállalkozásokról* van szó, amelyek valamely égető társadalmi kihívásra adnak választ, így vidéken leggyakrabban a nehezen foglalkoztatható emberek önszerveződésre képesítését és értelmes munkához jutását tűzik ki céljukul. További definiálással és pontos modellezéssel jobb megvárnai a szektor jogi konstitúcióját, eladdig amolyan *használatkonstrukciók* segítségével vehetjük sorra a mezőgazdasággal kapcsolatos fellelhető tipikus eseteket, igyekezve gazdaságszociológiai szövegösszefüggésbe helyezni azt a tartalmas trendet, amelyet képviselnek. Ez a tanulmány arra is vállalkozik, hogy a tudományos áttekintés mellett rámutasson a legkézenfekvőbb közpolitikai következtetésekre is.

*Közvetlen értékesítés*

A közvetlen értékesítés közkeletű meghatározása szerint itt a kereskedelem kikapcsolásáról

<sup>1</sup> A helyi és térségi turisztikai szervezetek termékefejlesztéssel (például túraútvonalak kitáblázása), turisztikai információs rendszerek működtetésével, marketinggel és szemléletformálással, infrastruktúra-fejlesztéssel foglalkoznak, összefoglalják az érdekelt szereplőket. Feltűnő, hogy a vidéki szociális gazdaság e szervezetei gyakran egyesületi formában működnek, és főtevékenységi körükben gazdálkodnak, márpedig egy civil szervezetenél ez félreértés, erre találták ki a szociális vállalkozásokat.