

BÍRÁLÓI VÉLEMÉNY

Sátori Gabriella: Schumann-rezonancia, mint globális változások jelzőrendszere című MTA doktori értekezéséről

Témaválasztás

A jó elektromos vezetőképességű földfelszín, valamint a szintén viszonylag jó vezetőképességű ionoszféra egy üregrezonátort képez, amelyet villámkisülések gerjesztenek. Az így kialakuló elektromágneses hullámokat a múlt század ötvenes éveitől kezdve kutadják, kezdetben főleg elméletileg, illetve földi obszervatóriumokban elhelyezett gömbantennákkal és vízszintesen elhelyezett tekercsekkel, amelyekkel az elektromos térerősség vertikális, illetve a mágneses térerősség horizontális komponenseinek változásait lehetett meghatározni. A Nagycenk melletti Széchenyi István Geofizikai Obszervatórium korán bekapcsolódott a Schumann-rezonanciák vizsgálatába. A mérések 1993-tól rendszeressé váltak, amikor áttértek a digitális jelfeldolgozásra és folyamatos számítógépes regisztrálásra. Ebben a munkában Sátori Gabriella meghatározó szerepet vállalt. A folyamatos mérések beindulása szerencsésen egybeesett a Schumann-rezonanciák kutatásának felvirágzásával, amelyet annak felismerése motivált, hogy a hullámok amplitúdója egyfajta globális trópusi hőmérőként viselkedik.

A korai időkre visszanyúló nagycenki adatsor szinte egyedülálló lehetőséget kínál hosszú időskálájú jelenségek vizsgálatában, amelyek a földi időjárásnak a napfoltciklussal való esetleges kapcsolatához és a globális felmelegedéshez köthetőek. Kiemelendő, hogy ezeknek a vitatott kérdéseknek vizsgálatában a Schumann-rezonanciák mérése hatásos, ugyanakkor viszonylag olcsó kísérleti eszközt nyújt. Ezért elmondható, hogy a disszertáció témaválasztása rendkívül szerencsés és időszerű, mert a szerző aktuális témát vizsgál és jó kihasználja a hazai lehetőségeket. Azonban a megfigyelések interpretálása nagy körültekintést igényel, mert a hullámok amplitúdójának és frekvenciáinak változásait nemcsak a gerjesztő források, vagyis főleg a trópusi zivatarokban keletkező villámok befolyásolják, hanem az ionoszféra vezetőképessége is. Ez utóbbi is mutat napszakos, évszakos, sőt, napfoltciklussal összefüggő változásokat. Sátori Gabriella ezt a nehéz feladatot nagy szakértelemmel és kitartó kutatómunkával jól oldotta meg.

Az értekezés értékelése

A disszertáció terjedelme 140 oldal, amely nagyrészt saját eredményeket tartalmaz. Gondosan megírt munka, nyelvtani hibáktól lényegében mentes. Számos ábrát tartalmaz, minőségük jó, habár némelyik kissé túlszűfolt, sok információt tartalmazó, aminek következményekén az ábrák feliratában néha előfordulnak kisméretű betűk. Az ábrák felirata angol nyelvű. Ez nagyon gyakran előforduló hiba, amelyet az opponensek kritizálni szoktak, én is megteszem. Azonban elismerem, hogy a nagy számú, korábban már publikált ábrák feliratainak kicserélése aránytalanul nagy munkát jelentett volna, és az ábrák alatti magyar nyelvű magyarázat kielégítő módon igazítja el az angolul nem tudó olvasót is (akik különben ebben a tudományterületben nem is léteznek).

A disszertáció felépítésének bemutatása és történelmi bevezetés után a szerző a harmadik fejezetben röviden ismerteti a kutatás elméleti hátterét érthető módon, a lényegre szorítkozva. A negyedik és ötödik fejezet, amelyek a nagycenki Schumann-rezonancia mérőberendezést és az adatok

kiértékelésének módszerét mutatják be, már tartalmazzák a jelölt önálló munkáit. A további fejezetek a tézispontokhoz tartozó kutatási eredményeket ismertetik.

Hatodik fejezet: A zivatartevékenység intenzitásának, területének, és helyének évszakos vándorlásának a kimutatása a Schumann-rezonanciákból.

Hetedik fejezet: Az üregrezonátort határoló földi ionoszféra tulajdonságaiban bekövetkező változások kimutatása a Schumann-rezonanciákkal.

Nyolcadik fejezet: A zivatartevékenység napciklussal összefüggő változásainak kimutatása.

Kilencedik fejezet: A zivatartevékenység globális felmelegedéshez köthető változásainak vizsgálata.

A disszertációt a Schumann-rezonanciák további vizsgálatára tett javaslatok, köszönetnyilvánítás, és irodalomjegyzék zárja.

A disszertáció felépítése logikus, amelyben jól elkülöníthetők a jelölt saját eredményei. Kielégíti mind a formai, mind a tartalmi követelményeket.

Új tudományos eredmények

Sátori Gabriella a téziszüzetben kilenc pontban foglalja össze tudományos eredményeit, amelyek közül a legfontosabbak a következők:

Elsőként mutatta be a Schumann-rezonanciák napi frekvencia-menetének évszakos változásait, amelyet a trópusi zivatarforrások évszakos migrációjával magyarázott, figyelembe véve a szárazföldek és óceánok eltérő arányát az északi és déli féltekén.

A Schumann-rezonanciák amplitúdójában elsőként mutatta ki a féléves hullámot, amelyet a trópusi szárazföldek napéjgyenlőség idejéhez köthető hőmérsékleti maximumai okoznak.

Kimutatta, hogy a főleg a Csendes-óceán térségre jellemző rendhagyó, ún. El Nino és La Nina klimatikus időszakok összefüggésbe hozhatók a Schumann-rezonanciák paramétereiben bekövetkező változásokkal. A következtetéseket a villámaktivitást közvetlenül mérő műholdas megfigyelésekkel is alátámasztotta.

Bebizonyította, hogy az ionoszféra magasságának nappali-éjszakai aszimmetriája elkülöníthető, szignifikáns változást okoz a Schumann-rezonanciák intenzitásában és frekvenciájában. Kimutatta, hogy a szoláris kemény röntgensugárzás napciklushoz köthető 11 éves változása is elhangolja az üregrezonátor, ezt a jelenséget rövid ideig tartó napkitörés elemzésével is sikerült igazolnia.

A Schumann-rezonanciák frekvenciáinak napi ingadozásait határozta meg mintegy másfél napciklus időtartamra. Ennek alapján kimutatta, hogy a globális zivatartevékenység évszakos változásai napciklussal összefüggő modulációt mutat, amelynek egyik okozója a galaktikus kozmikus sugárzás intenzitásában bekövetkező változás lehet.

Schumann-rezonanciák hosszú időskálájú megfigyeléseiből kimutatja a globális zivatartevékenység súlypontjának eltolódását az utolsó napciklusban az északi irányban, amelyet összefüggésbe állít a globális felmelegedés hipotézisével.

A téziseket elfogadom, mint Sátori Gabriella döntő közreműködésével létrejött, nemzetközi szinten

is jelentős, önálló, új kutatási eredményeket. Talán csak az egy kiugró év (1998) adataiból a globális felmelegedésre tett következtetéseket tartom túlságosan ambiciózusnak, de a kérdés vizsgálatának a módszerével ott is egyetértek.

Kérdéseim

1. A Schumann-rezonancia a globális zivatar-tevékenységhez köthető villámok gyakoriságáról ad információt. Elképzelhetőnek tartja-e a jelölt, hogy a rezonanciák megfigyelését, az eredmények kiértékelését összekössék whistler megfigyelések eredményeivel, amely jelenséget szintén a villámok gerjesztik?
2. A napfolttevékenység kapcsolatának vizsgálata a földi időjárással érdekes, de vitatott téma. A disszertációban tárgyalt kozmikus sugárzás szintén függ a napciklustól, de a Schumann-rezonanciákra két ellentétes hatás is érvényesülhet. Az atmoszférában az ionizációs hatás megváltoztatja az üregrezonátor magasságát. Másrészt, a sugárzás hatással lehet a felhőképződésre (kicsapódás ionizációs magokon, aeroszolok képződése), valamint egyes elméletek szerint a kozmikus sugárzás kiterjedt légi záporaiban az ionizációs csatornák közvetlenül is okozhatnak villámkiszüléseket. Milyen lehetőségeket lát a jelölt a kétféle hatás különválasztására?
3. A jelölt a további lehetséges vizsgálatok között tartja számon a több állomással megfigyelt Schumann-rezonanciák együttes vizsgálatát, amelyek kiértékelésére inverz módszert javasol. Milyen új eredmények várhatók ezektől a vizsgálatoktól?

Összegzés

Sátori Gabriella az értekezésben a Schumann-rezonanciákkal kapcsolatos saját kutatási eredményeit ismerteti, amelyek hozzájárulnak a hullámjelenségek jobb megértéséhez. Gondos elemzéssel bebizonyítja, hogy a Schumann-rezonanciák mérése alkalmas a Föld atmoszférájában és ionoszférájában lejátszódó globális változások megfigyelésére. Kutatásai olyan vitatott, gyakorlati szempontból is fontos kérdésekben nyújtanak előrelépést, mint a napciklus és az időjárás kapcsolata, vagy a globális felmelegedés.

A kérdéseimre adott válaszoktól függetlenül elfogadom a jelölt téziseit, mint önálló, jelentős, új tudományos eredményeket. Sátori Gabriella tudományos közleményeinek számát és minőségét tekintve elegendőnek tartom ahhoz, hogy elnyerhesse az MTA doktora címet. Javaslom a disszertáció nyilvános vitára bocsájtását és elfogadását.

Budapest, 2013. január 21.

Erdős Géza
az MTA doktora