

Csillagász vagyok, planetológiával és a 180 km feletti felsőlégkör sűrűségváltozásával foglalkozom, a Napon lezajló változások hatását követem nyomon. Kutatásaimhoz az ezen magasság alatti légkör adja az alsó határfeltételt, ezért fontos tudnom, hogy mi zajlik ott. Ugyanakkor az én kutatási területem az alatta lévő légkör számára a felső határfeltétel, tehát a 180 km alatti légkör kutatóinak is érdekesek lehetnek a felsőlégköri eredmények. A felsőlégkör kis tömege miatt ugyanis nagyon érzékeny a Naptól érkező hatásokra, s „műszerként” használható, amely megmutatja, hogy mikor, hol, mennyi energia érkezik be. S a felsőlégkör azt mutatja, hogy magnetoszféra viharok kapcsán jelentős energia jut be a légkörbe. Ilyenkor többszáz százalékos sűrűségnövekedés is fellép, míg az elektromágneses sugárzás mintegy 30%-os sűrűségnövekedést hoz létre a nappali oldalon az éjszakaihoz képest. Ezért azt gondolom, hogy érdemes lenne az alsólégkört kutató kollégáknak is foglalkozniuk a "napszél – geomágneses viharok – troposzféra jelenségei" kutatási témákkal. Annál is inkább, mert a mostani naptevékenységet extrém magasra várták, és a naptevékenységi maximumok után 3-5 évig nagyon nagy geomágneses viharok szoktak lenni. Ezért nem tartom elképzelhetetlennek, hogy az elmúlt években jelentkező extrémumok talán inkább a napszélből a magnetoszféra közvetítésével bejövő fűtésnek a szabályos-cirkulációt megzavaró hatásának tudható be, és talán még nem a globális felmelegedésnek. Ha ez igaz, akkor ezek az extrémumok még beleférnének a Nap-Föld rendszer változékonyságába. Azért is mondom ezt, mert amennyire vissza tudok emlékezni az előadásokban vetített görbékre, sokszor az volt a benyomásom, hogy azok nem teljesen monoton változtak az elmúlt 100 év alatt, hanem főleg az utóbbi 5-6 év kiugrásai okozzák, hogy a regressziós egyenes nem vízszintes.

Hogyan is működik a solar-terrestrial physics? Mint mindenki számára ismeretes, a Naptól az energia kétféle formában érkezik a bolygókhoz. Az egyik a folyamatosan érkező és alig változó elektromágneses sugárzás, amely az egyenes vonalú terjedése miatt a szubszoláris pontban fűti maximálisan a bolygókat. Ezen fűtésnek köszönhető a bolygók légkörének szabályos zonális áramlása. A másik fajta sugárzás a napszél, amely befagyva hozza magával a Nap mágneses erővonalait. A napszélnek több komponense van, amelyeknek a sebessége is és benne áramló részecskék száma is különböző. De mindegyikben nagy és hirtelen változások zajlanak nagyon rövid és hosszú időskálán is (a naptevékenység 11 (22) éves ciklusával, a Nap 27 napos forgásával, és a Föld Nap körüli keringésével kapcsolatban). A Naptól a mindig fújó napszél alapáramára szuperponálódnak egyik zavar a hosszúéletű – 10-15 Nap-rotációt is megérintő – koronalyukakból a nyitott mágneses erővonalak mentén a bolygóközi térbe kiinduló korotáló részecskeáramok, amelyek a Nap forgása következtében 27 naponta haladnak át pl. a Földön. A másik zavar a CME-k (Coronal Mass Ejection) következtében kialakuló nagyon gyors napszélhullámok, amikor a Napon a zárt mágneses erővonalak hirtelen valamilyen ok miatt átkötődnek, és az egy pillanatra nyitottá váló erővonalak hagyják az általuk eddig fogvatartott részecskepopulációt a bolygóközi térbe kilökődni. Ezek sporadikusan, nem előrejelezhető módon, bármikor bekövetkezhetnek, Földet éréisükre legfeljebb 1-2 nappal korábban a napfizikusok megfigyelései, vagy a Föld-Nap között elhelyezkedő űrszondák (pl. SOHO) mérései figyelmeztethetnek.

A bolygók mágneses tere eltéríti a napszelet, annak töltött részecskéit csak meghatározott helyeken juthatnak be a magnetoszférába. A Naptól kapott energia a magnetoszférák csóvájában tárolódik – részben a töltött részecskék mozgásában, részben mágneses energiaként. Ha zavar érkezik a napszélben, akkor magnetoszféra vihar alakul ki. Ekkor a csóvában tárolt energia hirtelen beáramlik a bolygó közelébe egyrészt a mágneses pólusok körüli aurora övezetbe, másrészt a SAR arc övezetbe, harmadrészt a mágneses egyenlítő környezetében kialakuló gyűrűáramba. Vagyis a Nap korpuszkuláris sugárzásának az energiája nem ott maximális, ahol az elektromágneses fűtésé. Ha ennek az energiának valamely része valamilyen mechanizmuson keresztül lejut az alsólégkörbe, akkor nagy valószínűséggel a szabályos zonális áramlást fogja megzavarni. S miután a légkör nemlineáris rendszer, nem világos, hogy végül is milyen és mekkora hatás lesz a következőképpen.

Nekem három olyan hazai kutatásról van tudomásom, amit napfizikusok és csillagászok végeztek az elmúlt néhány évben, s amelyeknek az eredménye kifejezetten a troposzférára vonatkozik. Ezek közül az első a troposzféra jelenségeit csak „szenzornak” tekintette, amely – mint a Naptól jövő energia végállomása – mutatja a Nap-Föld kapcsolatokat. A második egy felsőlégköri vizsgálat mellékterméke, míg a harmadik már tervezett vizsgálat, amikor kifejezetten az alsólégköri hatás kutatása volt a cél. Ezeket szeretném röviden bemutatni a meteorológus kollégáknak abban a reményben, hogy ilyen jellegű kutatásokat inspirál azoknál, akik a leghivatottabbak az ilyen vizsgálatok elvégzésére, és akiktől a földi légkör modelljeibe bekerülhetnek az ilyen jellegű eredmények.

Az első Baranyi Tünde munkája (kandidátusi disszertáció). Úgy érzem, hogy ő napfizikusi szemmel nagyon jó szempontokat vezetett be a meteorológiai adatok szétválasztásába. Kimutatta, hogy a korreláció nem mindig ugyanolyan, hanem függ attól, hogy a Nap általános mágneses tere párhuzamos-e a Föld mágneses terével vagy nem párhuzamos, és ez a helyzet 11 évenként változik. Ezután érthető, hogy miért nem hoztak elfogadható eredményt azok a korábbi, hasonló vizsgálatok, amikor az összes adatot egyszerre analizálták. Wilcox vizsgálatai utalhattak volna a megfelelő adatszétválasztás szükségességére, amikor is a hetvenes évek elején pozitív korrelációt talált a szektorhatárátmenetekkel, a későbbi adatokban azonban nem talált korrelációt. Sajnos ekkor elveszett a kutatók hite az összefüggés létezésében, és nem találtak rá a Baranyi féle megoldásra.

A második munka az enyém (Adv. Space Res in print). Az EOS Transactions-ban olvastam Brian Tinsley munkahipotézisét (Space Sci Rev 94, 231-258, 2000), miszerint geomágneses viharok után megnő a felhőborítottság. Mi a Csillagászati Kutató Intézetben a hetvenes években mesterséges holdak megfigyeléseivel kapcsolatban a felsőlégköri geomágneses effektus vizsgálatokhoz hasonlót tapasztaltunk. Ezért most visszerestem az akkor készített naptárainkat, amikbe bejelöltük, hogy mikor milyen megfigyelőállomáson, melyik mesterséges holdnak tudták megfigyelni az átvonulását. Az anyaggyűjtés 1966-72 közötti 5 évre, 14 nagy geomágneses viharra, egész Eurázsia 50 megfigyelő állomására történt. Az eredmény tehát nagy területre vonatkozik, és azt kaptuk – valóban szignifikánsan – hogy a geomágneses viharokot követő héten átlagban 25%-al kevesebb átvonulást tudtak megfigyelni, mint a viharok előtt, és ezt csak a felhőborítottság okozhatta.

A harmadik vizsgálatot Tóth László napfizikus és Szegedi Sándor meteorológus végezte (Weather Vol. 58, pp. 229-239, June 2003). Ők megnézték, hogy a plazmaszférából hirtelen kiszóródó töltött részecskék megjelenésekor változik-e a leszáradás helye alatti tengerszinti légnyomás, és pozitív korrelációt kaptak. A poláris ciklonok középpontjai kicsit elmozdultak, vagy a mozgásuk sebessége megváltozott, ha részecskeprecipitáció történt.

Még egy vizsgálati módszerrel szeretném felhívni a kollégák figyelmét. A soproni Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézetben Sátor Gabriella foglalkozik a trópusi viharok villámkisülései által kibocsátott elektromágneses hullámok vételével, a Schumann rezonanciák vizsgálatával. E vizsgálat kapcsán a globális hőmérséklet – úgy emlékszem – 0,1 fok pontossággal meghatározható. Nem tudom, hogy visszamenőleg mikortól áll rendelkezésére ilyen adat, de érdemes lenne vele felvenni a kapcsolatot (E-mail: satori@ggki.hu).

Remélem, hogy felsőlégköri tapasztalataink olyan kutatásokat indítanak meg a légkörkutató kollégák közösségében, amely tisztázza a nagyon változékonyságú napszél alsólégköri hatásait. Minden ilyen jellegű megbeszélésen, brain stormingon nagyon szívesen részt veszek, márcsak azért is, hogy ismerkedjem az alsólégkör problémáival. Ugyanez hozott el erre a rendezvény-sorozatra is, ezúton is köszönöm a lehetőséget, hogy ott lehettem.