A Nap belső titkai

Kutatások az ELTE-n

Az Eötvös Loránd Tudományegyetemen (ELTE) évtizedek óta folynak a központi csillagunk megismerésével kapcsolatos asztrofizikai vizsgálatok. A főbb kutatási területekről és eredményekről, valamint a napkutatás legfontosabb kérdéseiről Dr. Petrovay Kristóf egyetemi docenssel, a Csillagászati Tanszék vezetőjével beszélgettünk.

Hogyan kezdődtek a tanszéken a Nap működésével kapcsolatos kutatások?

A kezdetek egyetemünk egykori neves kutatójához és oktatójához, Dr. Marik Miklóshoz köthetőek, aki az ötvenes évek végén – hallgatóként, önképző módon – kezdett elméleti asztrofizikával foglalkozni, majd a moszkvai Sternberg Intézetben, Pikelner professzor vezetésével merült el mélyrehatóan a magnetohidrodinamika (MHD) elméletrendszerében. Az MHD-elmélet a magas hőmérsékletű, ionizált gázközegek (más néven plazma) leírására szolgál, melyekben a szabadon áramló töltések keltette elektromos áram mágneses teret indukál, ami visszahat a töltések mozgására, s a folyamat kezdődik előlről. Bár ezen terület alapos megismerését eredetileg a csillagközi anyaggal kapcsolatos kutatásai motiválták, Marik Miklós érdeklődése hamarosan a hasonló módszereket igénylő napfizika felé fordult, s hazajövetele után tovább foglalkozott az ilyen irányú témákkal is. Első, a területen tartósan megmaradt tanítványai közé – a jelenleg az USA-ban dolgozó, főként a Nap-Föld kölcsönhatásokat vizsgáló – Dr. Pap Judit, Dr. Erdélyi Róbert (aki napjainkban a Sheffieldi Egyetem napkutató csoportjának vezető professzora), valamint jómagam tartoztunk.

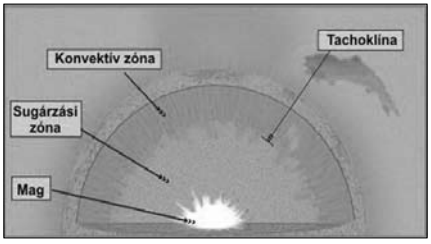
A Nap mely jelenségeit kezdtétek el akkortájt vizsgálni, s milyen irányt vettek a kutatások azóta?

Doktorandusz hallgatóként Erdélyi Róbert feladata a kromoszféra és a korona jelenségeinek vizsgálata, az enyém pedig a konvekciós folyamatok tanulmányozása volt. Mondhatnám egyszerűen azt is, hogy ez a felosztás a mai napig érvényben maradt, de persze a kutatási területek folyamatosan bővültek. Itt az ELTE-n korábbi és jelenlegi munkatársaimmal (Forgácsné Dr. Dajka Emese egyetemi adjunktussal, Dr. Tian Chunlin tudományos munkatárssal és a doktori disszertációját író Marschalkó Gáborral) a magnetohidrodinamika és az asztrofizikai turbulencia területén meglévő ismereteinket alkalmazzuk a fotoszférában és a Nap belső tartományaiban lejátszódó jelenségek modellezésére; továbbá a Nap komplex működésének leírását megkísérlő dinamóelmélettel és a napkorona fűtési mechanizmusával is foglalkozunk. Emellett általánosabb asztrofizikai vizsgálatokat is végzünk – főként a csillagközi anyaggal kapcsolatban, a szintén

Dr. Petrovay Kristóf, az ELTE Csillagászati Tanszék vezetője

a tanszékünkön dolgozó Dr. Tóth L. Viktor csoportjával együttműködve. Az eltelt idő alatt több hallgató is bekapcsolódott a kutatásainkba, akik közül néhányan – itthon vagy külföldön – azóta is napfizikával, asztrofizikával foglalkoznak.

Bár kutatásaitok elméleti vizsgálatok formájában zajlanak, minden bizonnyal szükségetek van megfigyelési eredményekre is – milyen forrásokból származó adatokkal tudtok dolgozni?



Vázlatos rajz Napunk belső felépítéséről (http://icsip.elte.hu)

Ez így van, az elméletek kidolgozásához és az eredményeink teszteléséhez feltétlenül szükségünk van jó minőségű, megbízható adatokra. Bár megfelelő saját műszerrel nem rendelkezünk, szakmai kapcsolatainknak és az internetes adatbázisoknak köszönhetően – azonnal, vagy néhány hónap eltelte után – elérhetjük napjaink legjobb mérési eredményeit: a Kanári-szigeteken működő, 1 méteres Svéd Naptávcső (ez a jelenlegi legnagyobb felbontásra képes napdetektor) és a központi csillagunkat vizsgáló űrszondák (SOHO, Hinode, STEREO, SDO) publikus adataival is dolgozhatunk.

Szóba került, hogy mennyire fontosak a szakmai kapcsolatok. Kikkel építtetek ki szoros szakmai együttműködést?

Tizenkét intézettel – többek között a Kanári-szigeteki Asztrofizikai Intézettel és az Oslói Egyetemmel – közösen részt veszünk egy, az EU által finanszírozott napkutatási hálózat munkájában, míg az Erdélyi Róbert kapcsán már emlegetett, több magyar kutatót is foglalkoztató Sheffieldi Egyetemmel és egy tajvani intézettel kevésbé formális, de annál szorosabb együttműködés fűz össze bennünket. Ki kell még emelnem a jelenleg Londonban dolgozó – de egyúttal a párizsi LESIA Intézetben és a budapesti Konkoly Intézetben is tudományos tanácsadói szerepet betöltő – van Driel-Gesztelyi Lídiát, akivel sok éve folytatunk közös kutatásokat. Szintén vannak közös projektjeink az MTA CSKI Nap- és Csillagaktivitási Csoportjával (SOLSTART, vezető: Dr. Oláh Katalin), valamint a Debreceni Napfizikai Obszervatóriummal (utóbbi főleg a korábbi időszakokra volt jellemző).

Ki tudnál emelni néhányat a jelentősebb eredményeitek közül?

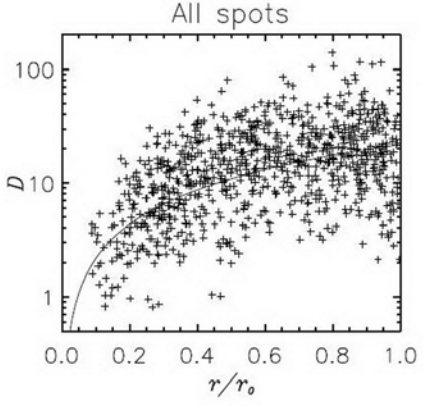
Talán a legfontosabb eredményünk a napfoltok bomlástörvényének felfedezése. Az évszázadok óta tartó, folyamatos megfigyelések ellenére (az egyes foltok közötti nagy eltérések miatt) a foltok bomlását meghatározó statisztikai törvényszerűséget sokáig nem sikerült megbízhatóan meghatározni – így azt jobb híján a foltterület lineáris időbeli csökkenésével írták le. Néhány éve megalkottuk a foltbomlás első, a főbb tapasztalati tényeket reprodukálni képes modelljét (az ún. turbulens eróziós modellt), amely a foltok bomlására egy jól meghatározott, parabolikus törvényt adott, s ezt megfigyelési adatokkal is alátámasztottuk – ezzel megoldottuk a napfoltok átlagos bomlástörvényének évszázados problémáját.

Közel két évtizeddel ezelőtt Gesztelyi Lídiával rámutattunk, hogy a fluxushurkok aszimmetriája kézenfekvő magyarázatot adhat az aktív vidékek jó néhány észlelt sajátosságára, elsősorban a foltok sajátmozgásainak jellegzetes alakulására. Megjósoltuk, majd megfigyelések alapján kimutattuk a mágneses 0-vonal (az aktív vidékek „mágneses egyenlítője") aszimmetrikus, kelet felé eltolódott átlagos pozícióját a főfoltokhoz képest. Eredményeink néhány évvel később a nemzetközi érdeklődés középpontjába kerültek, mivel az általunk jósolthoz hasonló aszimmetriát a fluxusfeltörési modellekben sikerült reprodukálni.

Szintén fontos eredményeket értünk el (főként Forgácsné Dajka Emese munkájának köszönhetően) a Nap mágneses műkö-

désében kulcsszerepet betöltő tachoklína (a sugárzási és a konvektív zóna között elhelyezkedő, vékony réteg) vizsgálatában. A „gyors tachoklína" néven ismert leírást használó numerikus modellünkben a réteg dinamikáját a dinamó által generált, oszcilláló mágneses tér határozza meg, viszonylag rövid időskálán. Ezzel többek között vizsgálhatóvá vált, hogy egy „vándorló" mágneses tér hatására a differenciális rotáció hogyan terjed be a sugárzási zónába.

A napaktivitást távcsövekkel, vagy a napszondák folyamatosan közzétett felvételein nyomon követők számára rendkívül „unalmas" volt a tavalyi év, hiszen alig lehetett napfoltokat látni. Mit jelentett a szakemberek számára a kissé elhúzódó – időnként már a napi sajtóban is megemlített – aktivitási minimum?



A foltbomlási rátának a relatív foltméret függvényében történő változása parabolikus függvénnyel illeszthető, ami az ún. turbulens eróziós modellből vezethető le (Petrovay K. és van Driel-Gesztelyi L., 1997)

A napfoltciklusokkal kapcsolatban ugyan rendelkezünk egyfajta elméleti háttérrel, de ezt nem igazán tekinthetjük kiforrottnak; a különböző modellek gyakran ellentmondásosak. Leginkább az empirikus tapasztalatokra tudunk támaszkodni, és próbáljuk minél hosszabb időszakokra megvizsgálni a naptevékenység változásának periodikusságát. Ehhez például egyes geológiai kutatások is segítséget nyújtanak: a Föld különböző időszakaiból származó jégmagok radioaktív berilliumizotóp-tartalma alapján megbecsülhető a kozmikus sugárzás, s így közvetve a napaktivitás időbeli változása. Úgy tűnik, ezen vizsgálatokat is felhasználva mostanában sikerült felállítani egy eddigieknél pontosabb modellt (mely a rövid, átlagosan 11 éves ciklusokat talán már megfelelően írja le), de ezt is csak hosszú megfigyelési adatsorok, valamint a következő aktivitási ciklusokra tett előrejelzések helyességének mértékével lehet majd megfelelően tesztelni.

Úgy tűnik, hogy bár a Nap jóval közelebb van, s ezáltal alaposabban is vizsgálható bármely más csillagnál, mégis rengeteg még a nyitott kérdés. Miket tartasz ezek közül a legfontosabbnak, és látsz-e esélyt a megválaszolásukra a közeljövőben?

Véleményem szerint a két legfontosabb, a Nap működésével kapcsolatos feladat a helyes dinamómodell megalkotása és a napkorona fűtési mechanizmusának feltárása. Előbbi, mely központi csillagunk különböző tartományaiban zajló, de egymással valószínűleg összefüggésben lévő magnetohidrodinamikai folyamatok teljes leírását (s így az egyes jelenségek, valamint a különböző nagyságrendű aktivitási ciklusok kialakulásának pontos magyarázatát) célozza meg, jó eséllyel még több évtizedig fejtörést okoz majd a kutatóknak. Ugyanakkor a koronafűtés rejtélyének (vagyis hogy a kromoszféra és a korona közötti, vékony átmeneti rétegben 20 000 Celsius fokról hirtelen több millió fokra emelkedik a hőmérséklet) megoldására talán nem kell ilyen sokat várni, s ebben magyar kutatóknak is nagy szerep juthat (Erdélyi professzor és kollégái nemrég ismertették legújabb eredményeiket, melyek szerint a koronafűtésért az átmeneti rétegben lezajló, óriási plazmarengések lehetnek felelősek).

Szalai Tamás

Az ELTE Csillagászati Tanszék honlapja:
http://astro.elte.hu/