



Magyar Űrkutatási Fórum 2019

Az előadások összefoglalói

Sopron, 2019. április 24-26.

ISBN 978-963-7367-20-5

Szerkesztette:

Bacsárdi László, Szűcs Eszter, Wesztergom Viktor

Programbizottság:

Almár Iván
Bacsárdi László (társelnök)
Csurgai-Horváth László
Földváry Lóránt
Hirn Attila
Horvai Ferenc
Kiss László
Lichtenberger János
Németh Zoltán
Wesztergom Viktor (társelnök)
A Programbizottság titkára: Szűcs Eszter

Helyi szervezőbizottság:

Bozóki Tamás
Bozsó István (koordinátor)
Buzás Attila
Czanik Csenge
Czirok Lili
Fodor Csilla
Rubóczki Tibor
Szabó Csongor
Szabóné André Karolina
Szántó Marcell
Szárnya Csilla
További közreműködők: Barta Veronika, Brányi Gyöngyi

Kiadja:

a Magyar Asztronautikai Társaság
1044 Budapest, Ipari park u. 10.
www.mant.hu
Budapest, 2019

Felelős kiadó: Hirn Attila főtitkár

Minden jog fenntartva.

A kiadvány még részleteiben sem sokszorosítható, semmilyen módon nem tehető közzé elektronikus, mechanikai, fotómásolati terjesztéssel a kiadó előzetes írásos engedélye nélkül.



Köszöntő

A Magyar Asztronautikai Társaság (MANT) és a Geodéziai és Geofizikai Intézet (GGI) közös kezdeményezésére a legrégibb hagyományokkal rendelkező hazai űrkutatási szakmai-tudományos rendezvény a 2015-ös megújulását követően ismét Sopronba látogat. Az Ionoszféra- és Magnetoszféra-fizikai Szemináriumok 1972-ben éppen Sopronban kezdődött sorozatában ez már a 31. alkalom. 2015 óta a rendezvény új nevet visel, *Magyar Űrkutatási Fórum*. A név és a tartalom megújításának célja, hogy minél szélesebb körű bemutatkozási lehetőséget teremtsen a magyar űrkutatás és az űripar szereplői számára. A konferencia kiemelt hangsúlyt fektet a fiatalok, egyetemisták, doktoranduszok kutatómunkába való bevonására. A fórum elősegíti a véleménycserét, a meglévő szakmai kapcsolatok erősítését, új együttműködések kialakítását a hazai űrkutató-közösségen belül.

A rendezvény rangját jelzi, hogy *Ferencz Orsolya* Űrkutatásért felelős miniszteri biztos ezen a fórumon mutatja be a kidolgozásban résztvevő szakértőkkel együtt a Nemzeti Űrstratégia tervezetét a hazai az űrkutatás és űripar szereplőinek egy kerekasztal-beszélgetés keretében.

A rendezvényen meghívott előadást tart *Kiss László* akadémikus, az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont főigazgatója az űrcsillagászatról, valamint *Wesztergom Viktor* a Geodéziai és Geofizikai Intézet igazgatója a geofizika űrkutatási kapcsolódásairól. A 24 plenáris előadás és 23 poszterelőadás többek közt az űrfizika, földmegfigyelés, űridőjárás, napfizika, geofizika, légkörfizika, űrcsillagászat, planetológia, adatelemzés témáit érinti. Alkalom nyílik az űrkutatáshoz, űrtevékenységhez kapcsolódó más tudományterületeken, műszaki fejlesztésekben elért hazai eredmények bemutatására, megvitatására is.

A rendezvényen nagy hangsúlyt kap a poszterszekció, bízunk ugyanis abban, hogy a poszterelőadásokkal is biztosítani tudjuk új témák és új szereplők megjelenését. A poszterek a konferencia teljes időtartama alatt megtekinthetők, továbbá lehetőség van a poszter rövid tartalmi összefoglalójának szóbeli bemutatására, egy-egy érdekes eredmény felvillantására vagy izgalmas kérdés figyelemfelkeltő felvetésére.

A szervezést a konferencia a programbizottsága (Almár Iván, Bacsárdi László, Csurgai-Horváth László, Földváry Lóránt, Hirn Attila, Horvai Ferenc, Kiss László, Lichtenberger János, Németh Zoltán, Wesztergom Viktor és Szűcs Eszter titkár), másrészt a GGI doktoranduszaiból álló helyi szervezőbizottság segítette. Fáradhatatlan munkájukat ezúton is köszönjük!

Sopron, 2019. április 23.

Bacsárdi László

alelnök

Magyar Asztronautikai Társaság

Wesztergom Viktor

igazgató

MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai
Intézet



Tartalomjegyzék

A konferencia programja.....	10
A konferencia előadásainak összefoglalója.....	15
Baranyi Tünde, Ludmány András: Flertevékenység előrejelzése napfolt- adatokból.....	16
Barta Veronika, Bányai László, Molnár Csaba, Piri Dániel, Szűcs Eszter, Wesztergom Viktor: Digitális ionoszféra radar (DPS4D) a Széchenyi István Geofizikai Observatóriumban: új megfigyelési és kutatási lehetőségek.....	17
Barta Veronika, Berényi Kitti Alexandra, Kis Árpád, Satori Gabriella: Az ionoszféra kutatás legújabb eredményei az MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézetében	18

Barta Veronika, Kis Árpád, Lichtenberger János, Szűcs Eszter, Wetztergom Viktor: Űr(GEO)fizika	19
Bór József, Zelkó Zoltán, Hegedüs Tibor, Jäger Zoltán, Janusz Mlynarczyk, Martin Popek, Szabóné André Karolina, Hans-Dieter Betz: Táncoló vörös lidércek és óriásvillámok.....	21
Bozóki Tamás, Satori Gabriella, Steinbach Péter: Magnetoszférikus folyamatok monitorozása a Schumann-rezonancia sávban	22
Buzás Attila, Barta Veronika, Bór József: Légköri elektromos tér a növekvő fák árnyékában	23
Csurgai-Horváth László: Csapadékszóna térbeli eloszlásának becslése passzív műholdas módszerrel.....	24
Domján Ádám, Hegymegi Csaba, Hegymegi László: Vektor magnetométer kalibrációs módszerek.....	25
Dósa Melinda, Timár Anikó, Bebesi Zsófia, Opitz Andrea, Kecskeméty Károly: Űridőjárás vizsgálata szimultán mérésekkel a belső helioszférában.....	26
Erdős Boglárka, Hirn Attila, Zábori Balázs: Űrdozimetriai célú részecsketeleszkópok modellezése Monte Carlo módszerekkel	27
Erdős Géza, Dósa Melinda: Hosszú élettartamú, visszatérő struktúrák a bolygóközi mágneses térben	28
Erdős Géza, Hevesi László, Lemperger István, Nagy János, Németh Zoltán, Wetztergom Viktor: Mágneses Nulltér Laboratórium (ZBL) létrehozása	29
Földváry Lóránt: GRACE és GRACE-FO idősorok elemzése	30
Frey Sándor: Hogyan szolgálja a rádiócsillagászat a Jupiter-holdak űrszondás kutatását?	31
Frey Sándor, Grenczy Gyula, Farkas Péter: A Copernicus program és a Sentinel műholdak – népszerűen.....	32
Galambos Máté, Bacsárdi László, Belső Zoltán, Gerhátné Udvary Eszter, Gódor Győző, Imre Sándor, Kis Zsolt, Koller István, Kornis János, Papp Zsolt, Zsolczai Viktor: Helyzetjelentés az első magyar szabadtéri kvantumcsatorna fejlesztéséről	33

Hegymegi László, Merényi László, Szöllősy János, Hegymegi Csaba, Domján Ádám: Berendezés a földmágneses térvektor irányának automatikus abszolút mérésére	35
Heilig Balázs: ULF hullámok a felső ionoszférában	36
Hirn Attila, Apáthy István, Strádi Andrea: A 2017. szeptemberi koronakidobódás az űrdozimetria szemszögéből	37
Illés Erzsébet, Almár Iván, Nuspl János: A Budapesten és Baján műholdakkal végzett felsőlégköri kutatások története és eredményei az interneten	38
Juhász Lilla, Lichtenberger János, Yoshiharu Omura, Reinhard H. W. Friedl: A sugárzási övek forró elektronjainak forrása: a populáció vizsgálata földön detektált kórusok alkalmazásával	39
Kálmán Béla: A 24. napciklus lefolyása és pár érdekes eseménye	40
Kereszturi Ákos, Kapui Zsuzsanna, Pál Bernadett, Skultéti Ágnes: Alföldi szikestől az Atacama-sivatagig: miként támogatjuk az ExoMars rover fúrásait. 41	
Kis Árpád, Lemperger István, Barta Veronika, Vörös Zoltán: A diffúz ionok anomális viselkedése a földi lökéshullám környezetében	42
Kiss Csaba, Szabó Róbert, Ábrahám Péter, Kóspál Ágnes, Moór Attila, Szabó Gyula, Vida Krisztián: Magyar részvétel az ESA ARIEL missziójának tudományos programjában	43
Kiss László: Kisbolygók fotometriája: új eredmények az űrből és a Földről	44
Kiszely Márta, Hudoba György, Czanik Csenge: A MarsRengések program elindítása magyar középiskolások számára	45
Koronczay Dávid, Lichtenberger János: Villám keltette whistlerek forrásterülete és átviteli tényezője	46
Kovács Péter, Navin Kumar Dwivedi, Marius Echim, Emiliya Yordanova: Turbulens dinamikai folyamatok spektrális vizsgálata a Vénusz és a Föld magnetoszféra burkában.....	47
Kuslits Lukács, Lemperger István, Ciaran Beggan, Prácser Ernő, Bozsó István, Szalai Sándor, Wesztergom Viktor: A Földi mágneses főtér gépi tanulás segítségével előállított ekvivalens forrásmodellje.....	49

Lichtenberger János, Ferencz Csaba, Szegedi Péter, Ferencz Orsolya, Solymosi János, Hetényi Tamás, Géczy Gábor, Pálos Zoltán, Balázs András, Troznai Gábor: A Trabant űrmisszió.....	50
Madár Ákos, Opitz Andrea, Erdős Géza: Tesztadatsorok készítése az ESA Solar Orbiter Magnetometer számára.....	51
Milánkovich Dorottya, Bacsárdi László: Űrtábori tapasztalatok – Űrtevékenységgel kapcsolatos ismeretek átadása magyar fiatalok számára	52
Muraközy Judit: Foltcsoportok bomlása nagy felbontású adatsoron	53
Muraközy Judit: A félgömbi napfoltciklusok kapcsolata az interplanetáris és a geomágneses terekkel.....	54
Németh Zoltán: Az ion-semleges kölcsönhatás és szerepe a magnetoszférák szerkezetének alakításában	55
Steinbach Péter, Ferencz Orsolya, Lichtenberger János: Mit mondanak a műholdas mérések az anizotróp plazmában ferdén terjedő jelek kétféle modelljéről?.....	56
Strádi Andrea, Szabó Julianna, Hirn Attila: 10 éve a Nemzetközi Űrállomás fedélzetén – a DOSIS projekt.....	57
Szabó M. Gyula, Derekas Aliz, Dobos Vera, Bókon András: Exobolygók fotometriája a CHEOPS, PLATO és ARIEL űrtávcsövekkel	58
Szabóné André Karolina, Bór József, Steinbach Péter, Satori Gabriella: Schumann-rezonancia tranziensek és forrásvillámaik automatikus azonosítása a nagycenki ELF mérések és a WWLLN adatbázis alapján.....	59
Szárnya Csilla, Pásztor Szilárd: Határréteg-áramok vizsgálata az MMS műholdak mágneses mérései alapján.....	60
Szűcs Eszter, Bozsó István, Bányai László, Szárnya Csilla, Weszttergom Viktor: A topográfia-dinamika nagyléptékű leképezése: hazai Sentinel-1 radarinterferometriai eredmények	61
Timár Anikó, Németh Zoltán, Szegő Károly: Az üstököskutatás legújabb eredményei a Rosetta űrszonda mérései alapján	62
Vinkó József, Pál András: Szupernóva-kutatás a TESS műhold adataiból.....	63

Vizi Pál Gábor: Égitest- és Állomásközi Szállító “Csövek” Kisméretű Áramló Űreszköz Rajokkal	64
Vörös Zoltán, Yordanova Emiliya: Csavart erővonalú mágneses fluxuscsövek a napszélben	65
Zábori Balázs, Hirn Attila, Gerecs András, Apáthy István: Komplex mérőműszer fejlesztés az Európai Űrügynökség SSA program űridőjárási műhold konstellációja számára	66
Zábori Balázs, Hirn Attila, Gerecs András, Erdős Boglárka, Baranyai Anna, Apáthy István: TRITEL kozmikus sugárzási mérőműszer az ESEO műhold fedélzetén.....	67
A rendezvény szervezői	68

A konferencia programja



2019. április 24. (szerda), helyszín: MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet Tárczy-Hornoch Antal előadó

12:30	13:15	Regisztráció
13:15	13:30	Megnyitó Kiss László, az MTA CSFK főigazgatója Ferencz Orsolya, Űrkutatásért felelős miniszteri biztos – Külgazdasági és Külügyminisztérium Bacsárdi László, a MANT alelnöke
13:30	14:30	Nemzeti Űrstratégia kerekasztal-beszélgetés
14:30	14:50	kávészünet
14:50	16:10	Nemzeti Űrstratégia kerekasztal-beszélgetés
16:10	16:30	kávészünet
		Plenáris előadások (szekcióvezető: Bacsárdi László)
16:30	16:50	Illés Erzsébet, Almár Iván, Nuspl János: A Budapesten és Baján műholdakkal végzett felsőléggöri kutatások története és eredményei az interneten
16:50	17:10	Kálmán Béla: A 24. napciklus lefolyása és pár érdekes eseménye
		2 perces szóbeli poszter bemutatók (szekcióvezető: Bacsárdi László)
17:10	18:00	Barta Veronika, Bányai László, Molnár Csaba, Piri Dániel, Szűcs Eszter, Wesztergom Viktor: Digitális ionoszféra radar (DPS4D) a Széchenyi István Geofizikai Observatóriumban: új megfigyelési és kutatási lehetőségek
		Barta Veronika, Berényi Kitti Alexandra, Kis Árpád, Satori Gabriella: Az ionoszféra kutatás legújabb eredményei az MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézetében
		Bozoki Tamás, Satori Gabriella, Steinbach Péter: Magnetoszférikus folyamatok monitorozása a Schumann-rezonancia sávban
		Buzás Attila, Barta Veronika, Bór József: Léggöri elektromos tér a növekvő fák árnyékában
		Domján Ádám, Hegymegi Csaba, Hegymegi László: Vektor magnetométer kalibrációs módszerek
		Erdős Géza, Hevesi László, Lemperger István, Nagy János, Németh Zoltán, Wesztergom Viktor: Mágneses Nulltér Laboratórium (ZBL) létrehozása
		Frey Sándor, Grenczy Gyula, Farkas Péter: A Copernicus program és a Sentinel műholdak – népszerűen
		Hegymegi László, Merényi László, Szöllősy János, Hegymegi Csaba, Domján Ádám: Berendezés a földmágneses térvektor irányának automatikus abszolút mérésére
		Kis Árpád, Lemperger István, Barta Veronika, Vörös Zoltán: A diffúz ionok anomális viselkedése a földi lökéshullám környezetében
		Kiszely Márta, Hudoba György, Czanik Csenge: A MarsRengések program elindítása magyar középiskolások számára
		Kovács Péter, Navin Kumar Dwivedi, Marius Echim, Emiliya Yordanova: Turbulens dinamikai folyamatok spektrális vizsgálata a Vénusz és a Föld magnetoszféra burkában

		Kuslits Lukács, Lemperger István, Ciaran Beggan, Prácser Ernő, Bozsó István, Szalai Sándor, Wesztergom Viktor: A Földi mágneses főtér gépi tanulás segítségével előállított ekvivalens forrásmodellje
		Madár Ákos, Opitz Andrea, Erdős Géza: Tesztadatsorok készítése az ESA Solar Orbiter Magnetometer számára
		Milánkovich Dorottya, Bacsárdi László: Űrtábori tapasztalatok – Űrtevékenységgel kapcsolatos ismeretek átadása magyar fiatalok számára
		Muraközy Judit: A félgömbi napfoltciklusok kapcsolata az interplanetáris és a geomágneses terekkel
		Steinbach Péter, Ferencz Orsolya, Lichtenberger János: Mit mondanak a műholdas mérések az anizotróp plazmában ferdén terjedő jelek kétféle modelljéről?
		Strádi Andrea, Szabó Julianna, Hirn Attila: 10 éve a Nemzetközi Űrállomás fedélzetén – a DOSIS projekt
		Szabóné André Karolina, Bór József, Steinbach Péter, Satori Gabriella: Schumann-rezonancia tranziensek és forrásvillámaik automatikus azonosítása a nagycenki ELF mérések és a WWLLN adatbázis alapján
		Szárnya Csilla, Pásztor Szilárd: Határréteg-áramok vizsgálata az MMS műholdak mágneses mérései alapján
		Szűcs Eszter, Bozsó István, Bányai László, Szárnya Csilla, Wesztergom Viktor: A topográfia-dinamika nagyléptékű leképezése: hazai Sentinel-1 radarinterferometriai eredmények
		Vinkó József, Pál András: Szupernóva-kutatás a TESS műhold adataiból
		Vizi Pál Gábor: Égitest- és Állomásközi Szállító "Csövek" Kisméretű Áramló Űreszköz Rajokkal
		Zábori Balázs, Hirn Attila, Gerecs András, Erdős Boglárka, Baranyai Anna, Apáthy István: TRITEL kozmikus sugárzási mérőműszer az ESEO műhold fedélzetén
18:00	19:00	Poszterbemutató (borkóstolóval egybekötve) a Kántás Károly előadásban
19:30		Vacsora a Deák étteremben

2019. április 25. (csütörtök), helyszín: MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet Tárczy-Hornoch Antal előadó

9:00	9:20	Keynote lecture – Kiss László (MTA Csillagászat és Földtudományi Kutatóközpont): Kisbolygók fotometriája: új eredmények az űrből és a Földről
		Plenáris előadások (szekcióvezető: Kiss László)
9:20	9:35	Lichtenberger János, Ferencz Csaba, Szegedi Péter, Ferencz Orsolya, Solymosi János, Hetényi Tamás, Géczy Gábor, Pálos Zoltán, Balázs András, Troznai Gábor: A Trabant űrmisszió
9:35	9:50	Heilig Balázs: ULF hullámok a felső ionoszférában

9:50	10:05	Bór József, Zelkó Zoltán, Hegedüs Tibor, Jäger Zoltán, Janusz Mlynarczyk, Martin Popek, Szabóné André Karolina, Hans-Dieter Betz: Táncoló vörös lidércek és óriásvillámok
10:05	10:20	Vitaforum
10:20	10:40	Kávészünet
		Plenáris előadások (szekcióvezető: Csurgai-Horváth László)
10:40	10:55	Timár Anikó, Németh Zoltán, Szegő Károly: Az üstököskutatás legújabb eredményei a Rosetta űrszonda mérései alapján
10:55	11:10	Németh Zoltán: Az ion-semleges kölcsönhatás és szerepe a magnetoszférák szerkezetének alakításában
11:10	11:25	Erdős Géza, Dósa Melinda: Hosszú élettartamú, visszatérő struktúrák a bolygóközi mágneses térben
11:25	11:40	Zábori Balázs, Hirn Attila, Gerecs András, Apáthy István: Komplex mérőműszer fejlesztés az Európai Űrügynökség SSA program űridőjárási műhold konstellációja számára
11:40	11:55	Vitaforum
11:55	14:30	Ebéd a Deák étteremben
		Plenáris előadások (szekcióvezető: Dósa Melinda)
14:30	14:50	Keynote lecture – Wessztergom Viktor (MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet): Űr(GEO)fizika
14:50	15:05	Frey Sándor: Hogyan szolgálja a rádiócsillagászat a Jupiter-holdak űrszondás kutatását?
15:05	15:20	Galambos Máté, Bacsárdi László, Belső Zoltán, Gerhátné Udvary Eszter, Gódor Győző, Imre Sándor, Kis Zsolt, Koller István, Kornis János, Papp Zsolt, Zsolczai Viktor: Helyzetjelentés az első magyar szabadtéri kvantumcsatorna fejlesztéséről
15:20	15:35	Csurgai-Horváth László: Csapadékszóna térbeli eloszlásának becslése passzív műholdas módszerrel
15:35	15:50	Vitaforum
15:50	16:10	Kávészünet
		Plenáris előadások (szekcióvezető: Almár Iván)
16:10	16:25	Szabó M. Gyula, Derekas Aliz, Dobos Vera, Bókon András: Exobolygók fotometriája a CHEOPS, PLATO és ARIEL űrtávcsövekkel
16:25	16:40	Kiss Csaba, Szabó Róbert, Ábrahám Péter, Kóspál Ágnes, Moór Attila, Szabó Gyula, Vida Krisztián: Magyar részvétel az ESA ARIEL missziójának tudományos programjában
16:40	16:55	Baranyi Tünde, Ludmány András: Flertevékenységi előrejelzése napfolt-adatokból
16:55	17:10	Kereszturi Ákos, Kapui Zsuzsanna, Pál Bernadett, Skultéti Ágnes: Alföldi szikestől az Atacama-sivatagig: miként támogatjuk az ExoMars rover fúrásait
17:10	17:25	Vitaforum
18:30		Konferenciafogadás a Perkovátz-ház szervezésében a Kántás Károly előadóteremben

2019. április 26. (péntek), helyszín: MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet Tárczy-Hornoch Antal előadó

		Plenáris előadások (szekcióvezető: Földváry Lóránt)
9:30	9:45	Muraközy Judit: Foltcsoportok bomlása nagy felbontású adatsoron
9:45	10:00	Juhász Lilla, Lichtenberger János, Yoshiharu Omura, Reinhard H. W. Friedl: A sugárzási övek forró elektronjainak forrása: a populáció vizsgálata földön detektált kórusok alkalmazásával
10:00	10:15	Vörös Zoltán, Yordanova Emiliya: Csavart erővonalú mágneses fluxuscsövek a napszélben
10:15	10:30	Koronczay Dávid, Lichtenberger János: Villám keltette whistlerek forrásterülete és átviteli tényezője
10:30	10:45	Vitaforum
10:45	11:35	Kávészünettel egybekötött poszterbemutató a Kántás Károly előadóban
		Plenáris előadások (szekcióvezető: Strádi Andrea)
11:35	11:50	Hirn Attila, Apáthy István, Strádi Andrea: A 2017. szeptemberi koronakidobódás az űrdozimetria szemszögéből
11:50	12:05	Erdős Boglárka, Hirn Attila, Zábori Balázs: Űrdozimetriai célú részecskeleszközök modellezése Monte Carlo módszerekkel
12:05	12:20	Dósa Melinda, Timár Anikó, Bebesi Zsófia, Opitz Andrea, Kecskeméty Károly: Úridőjárás vizsgálata szimultán mérésekkel a belső helioszférában
12:20	12:35	Földváry Lóránt: GRACE és GRACE-FO idősorok elemzése
12:35	12:50	Vitaforum
12:50	13:00	Zárszó - Bacsárdi László
13:00	14:00	Büféebéd az 1. emeleti előtérben

A konferencia előadásainak összefoglalója



Flertevékenység előrejelzése napfolt-adatokból

Baranyi Tünde†¹, Ludmány András²

¹ MTA CSFK

² MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet
ludmany.andras@csfk.mta.hu

A szoláris flerek előrejelzésének jelenleg használt módszerei általában magnetogram adatokra támaszkodnak, a szoláris aktív vidékeket többnyire egészként kezelik és nem vizsgálják időbeli viselkedésüket. Ezek a módszerek napfolt-adatokkal is használhatók, de a foltcsoportok globális kezelése mellett a létező legrészletesebb debreceni napfolt-adatbázisok azt is lehetővé teszik, hogy az aktív vidékek belső struktúrájának részleteit és ezek dinamikáját is vizsgálhassuk és követhessük. Ez a legerősebb horizontális mágneses gradiensű centrumok azonosítását és 1.5 órás felbontású követését jelenti. A részletes adatok lehetővé teszik különböző hatóidejű előrejelzési módszerek kidolgozását néhány órára ill. néhány napra előre, valamint alacsonyabb megbízhatósággal a következő rotációra vonatkozóan is. Ezen módszerek együttesével sokoldalú előrejelző rendszer hozható létre. A jelenleg folyó projektet az ESA támogatja.

Digitális ionoszféra radar (DPS4D) a Széchenyi István Geofizikai Observatóriumban: új megfigyelési és kutatási lehetőségek

Barta Veronika, Bányai László, Bozsó István, Molnár Csaba, Piri Dániel, Szűcs Eszter, Wesztergom Viktor

MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet
bartav@ggki.hu

2018 nyarán került telepítésre és üzembe helyezésre a Lowell legújabb DPS4D típusú ionoszondája az MTA Széchenyi István Geofizikai Observatóriumban. A beruházás az MTA CSFK Konkoly Observatórium GINOP-2.3.2-15 „Kozmikus hatások és kockázatok” projektjének keretében valósult meg. A digiszonda az ionoszféra egyes rétegeinek paramétereit (elektronsűrűség, magasság), valamint az ionoszférikus plazma mozgását képes monitorozni. A berendezés lehetőséget adott arra, hogy az observatórium csatlakozzon a legnagyobb nemzetközi ionoszférikus radarhálózathoz (Global Ionospheric Radio Observatory - GIRO), így más digiszonda állomásokkal összehangolt mérésekhez is, melynek köszönhetően új hazai és nemzetközi kutatási együttműködési lehetőségek nyíltak meg.

Az MTA Széchenyi István Geofizikai Observatóriumba telepített digiszondával kompatibilis műszer működik Pruhonicében, Csehországban 2004 óta. A cseh Légkörfizikai Intézettel való együttműködésben tervezzük a közepes szélességű ionoszféra rövidtávú változásainak vizsgálatát. A fő célok között szerepel a terjedő ionoszféra zavarok (Travelling Ionospheric Disturbances (TIDs)) bekövetkezésének és paramétereinek elemzése, és egyéb az ionoszférikus plazmában létrejövő hullámszerű anomáliák osztályozása. A Pruhonice és Nagycenk közötti rövid távolság egyedülálló lehetőséget biztosít speciális, összehangolt, nagy időbeli felbontású mérési kampányok lebonyolítására és ezáltal az ionoszférikus plazmában létrejövő finom struktúrák észlelésére. A digiszondának köszönhetően részt veszünk a Tech-TIDE H2020-as projekt összehangolt méréseiben, melynek célja a terjedő ionoszférazavarok, TID-ek vizsgálata az európai régióban, így Csehország és Magyarország térségében is.

Nagy időbeli felbontású kampánymérések segítségével vizsgáljuk a szporadikus E (Es) réteg viselkedését a Perszeida, Geminida és Qadrantida meteorrajok során. Négy digiszonda állomás (Dourbes, Juliusruh, Pruhonice, és Nagycenk) regisztrált összehangolt mérésekkel vertikális és két-két szomszédos állomás között ferde ionogramokat, közel perces időbeli felbontásban. A rádióhullámok függőleges és ferde visszaverődéséből azonosítani lehet az ionoszférában mozgó struktúrákat és meg lehet határozni egyes jellemzőjüket (méret, sebesség). A közeljövőben nagyobb figyelmet fordítunk az egyes meteorok nyomvonalának (ionizációs csatornájának) detektálására a megnövekedett plazmafrekvencia észlelésén keresztül. Ehhez a digiszonda által mért ionogramokat össze kívánjuk vetni a magyar meteormegfigyelő-hálózat optikai adataival.

Az ionoszféra kutatás legújabb eredményei az MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézetében

Barta Veronika¹, Berényi Kitti Alexandra^{1,2}, Kis Árpád¹,
Sátori Gabriella¹

¹ MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet
bartav@ggki.hu

² Eötvös Loránd Tudományegyetem

A napkitörési események (flerek, konakidobódások) Földünkhöz érkezve összetett fizikai folyamatokat indítanak el a magnetoszféra- ionoszféra- légkör rendszerben. A műholdas és rádió kommunikáció, és a műholdas helymeghatározás területén megkövetelt pontosság sok esetben meghaladja az ionoszféra irregularitások jelterjedésre tett hatását, így az ionoszféra monitorozása, a benne létrejövő anomáliák pontosabb ismerete napról napra fontosabbá válik. Az elmúlt években az MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézetében zajló ionoszférával kapcsolatos kutatások fókuszában elsősorban a flerek és konakidobódások ionoszférára gyakorolt hatásának vizsgálata állt.

A minimumfrekvenciát, a legalacsonyabb frekvenciát, ahol az ionoszférából visszaverődő jelet észlelik az ionoszondák (f_{min} , a rádióhullámok D rétegben bekövetkező elnyelődésének/ abszorpciójának kvalitatív mutatója), valamint a df_{min} paramétert (az f_{min} paraméter referencianapok átlagához viszonyított eltérése) vizsgáltuk 8 X és M osztályú fler során különböző Európai és Dél-Afrikai ionoszondák méréseit felhasználva. A vizsgálat során figyelembe vettük az észlelő állomás fler időpontjában vett zenitszögét is. A rádióhullámok teljes és részleges elnyelődését tapasztaltuk minden állomáson az intenzív napkitörések során ($> M6$). A teljes elnyelődés időtartama 15 és 150 perc között változott és erőteljesen függött az állomás zenitszögétől. Továbbá az f_{min} és a df_{min} paraméterek zenitszögfüggő növekedését (1-9 MHz) mértük majdnem mindegyik ionoszféra állomáson a flerek idején. Az észlelt f_{min} és df_{min} értékek növekvő trendet mutattak a röntgenfluxus növekedésével.

Egy másik kutatás során a konakidobódások által okozott geomágneses viharok ionoszférára gyakorolt hatását tanulmányoztuk. Első lépésként a nagycenki ionoszonda adatait vizsgáltuk a 24. napciklus 3 legerősebb ($Dst < -100nT$) geomágneses vihará során. Az ionoszférikus $foF2$, $hF2$ és $foEs$ paramétereket használtuk fel, hogy megállapítsuk, az ionoszféra elektronsűrűségének és magasságának változását a teljes geomágneses vihar lefolyása alatt. Mindhárom esetben szignifikáns elektronsűrűség növekedést tapasztaltunk az F2-rétegben ($foF2$ paraméterben) a hajnali/kora reggeli órákban (6:00 UT, 07:00 LT körül). Továbbá két esetben megfigyeltük, hogy éjszaka az ionoszféra F rétege is eltűnt a geomágneses vihar főfázisában. Az eredményeink arra engednek következtetni, hogy ez az effektus gyakoribb közepes geomágneses szélességeken a geomágneses vihar főfázisában kialakuló negatív ionoszféra viharoknál. Megállapíthatjuk emellett, hogy a réteg eltűnése nem hozható kapcsolatba a szporadikus E réteg előfordulásával.

Űr(GEO)fizika

Barta Veronika¹, Kis Árpád¹, Lichtenberger János^{1,2},
Szűcs Eszter¹, Wesztergom Viktor¹

¹ MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet

Wesztergom.Viktor@csfk.mta.hu

² ELTE Űrkutatócsoport

A geofizika az űrkutatáshoz a Föld plazmakörnyezetének vizsgálata, a geomágnesség és az űrből végzett földmegfigyelés révén kapcsolódik. A kutatások középpontjában a bolygó mágneses terének szerkezete, változásai, a felsőlégkört érő kozmikus hatások, a különböző légköri tartományok közötti csatolási mechanizmusok vizsgálata és a recens topográfia-dinamika űreszközökkel végzett leképezése áll.

A tágabb értelemben vett geomágnesség magában foglalja a Föld külső magjában keletkező ún. főtér, a Föld szilárd kérgébe „befagyott” és indukált „anomális tér” valamint a Nap-Föld fizikai kölcsönhatások eredményeként kialakuló külső eredetű változások vizsgálatát. A geomágneses referenciatér obszervatóriumi megfigyelésekből és űrmissziókból (pl. SWARM) nagy időbeli és térbeli felbontással ismert. Lehetőség nyílt ezzel a földmag folyamatainak inverz modellezésére, csakúgy, mint a non-dipól tér változásának drámai értelmezésére.

A magnetopauza előtt kialakuló fejhullám a Nap-Föld kapcsolat első energiadisszipációs határfelülete, és egyben számos hullám-részecske folyamat színtere. Ezek közül kiemelkedő jelentőségű a részecskegyorsítás, ami igen hatékony, ugyanis a bejövő napszél részecskék 10-100x-os energiákra is felgyorsulhatnak. A gyorsítási folyamatokat közel két évtizede vizsgáljuk, és bár vannak számottevő eredmények, a folyamat részletei még nem teljesen tisztázottak. Az egyik legfrissebb és legnagyobb jelentőségű eredmény annak felismerése, hogy a földi fejhullám egymástól távol eső oldalai között szorosabb a kapcsolat, mint azt eddig feltételezték.

A belső magnetoszférában három, egymással átfedő, időben dinamikus változó tartomány helyezkedik el: a plazmaszféra sűrű, de hideg, a gyűrűáram közepes, míg a sugárzási övek ritka, de nagy energiájú részecskékkel vannak kitöltve. A tartományok alapvető dinamikai folyamatai (hullám-részecske kölcsönhatás, diffúzió) alakítják a Föld körüli térség állapotát, mint a geomágneses aktivitás, részecskekiszóródás. A mágneses erővonalak mentén terjedő rádióhullámok detektálása (AWDANet) révén a plazmaszféra elektronsűrűsége meghatározható.

Az MTA Széchenyi István Geofizikai Obszervatóriumba telepített új Lowel ionoszféra radar (DPS4D) az ionoszférikus plazma állapotának és dinamikájának meghatározására alkalmas eszköz. Az obszervatórium tagja a legnagyobb ionoszférikus radarhálózatnak (Global Ionospheric Radio Observatory - GIRO), amely közel valós időben szolgáltat globális képet az ionoszféra aktuális állapotáról. Ezzel lehetővé vált az ionoszférát kívülről (napszél- magnetoszféra- ionoszféra csatolás), valamint alulról (semleges légkör- ionoszféra csatolás) érő hatások megfigyelése és modellezése.

Az egész bolygóra kiterjedő földmegfigyelés legfontosabb eszközévé mára a különböző űreszközök váltak. Az elmúlt évtizedekben megjelenő űrmissziók (navigációs műholdas rendszerek, ESA Copernicus Földmegfigyelő program eszközei, a bolygó tömegátrendeződéseit vizsgáló missziók) alapvetően megváltoztatták globális képünket a Föld-rendszerről. Az aktív földmegfigyelés egyik legfontosabb eszközévé a Sentinel-1 űrmisszió vált, amely a topográfia-dinamika nagy időbeli és térbeli felbontású leképezésével lehetővé teszi recens tektonika és más felszínformáló tényezők vizsgálatát. A Föld belső folyamatainak felszíni leképeződése és annak elemzése jelentős hozzájárulást adnak olyan földtani-földfizikai kockázatok elemzéséhez, modellezéséhez, mint a szeizmicitás, vulkáni aktivitás vagy az antropogén eredetű kockázatok. A geomágneses tér és a Föld körüli plazma állapotának a naptevékenységből eredő viharos változásai sokrétűen hatnak számos felszíni- és űrtechnikára. Nem csak gazdasági, hanem biztonsági kérdés is a rádióhullám-terjedés, az energiaátviteli és hírközlési rendszerek, űreszközök, navigációs és helymeghatározó rendszerek zavarainak modellezése és elemzése.

Táncoló vörös lidércek és óriásvillámok

Bór József¹, Zelkó Zoltán², Hegedüs Tibor², Jäger Zoltán²,
Janusz Mlynarczyk³, Martin Popek⁴, Szabóné André Karolina¹,
Hans-Dieter Betz⁵

¹ MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Geodéziai és Geofizikai Intézet

Bor.Jozsef@csfk.mta.hu

² Szegedi Tudományegyetem Bajai Obszervatóriuma

³ AGH University of Science and Technology, Department of Electronics, Krakow, Poland

⁴ Department of Space Physics, Nýdek Station, Institute of Atmospheric Physics, CAS, Prague,
Czech Republic

⁵ Physics Department, University of Munich, and Nowcast GmbH, Munich, Germany

Nagy töltésmomentumú (TM) villámkisülések pamatos (streamer) típusú elektromos kisülések bekövetkeztét válthatják ki a mezoszférában. Az ilyen kisüléseket kísérő felsőlégköri optikai emissziókat vörös lidérceknek nevezzük. Az ún. „táncoló” vörös lidérc események egymás után megjelenő vörös lidércek gyors sorozatából állnak.

Az előadásban pozitív polaritású felhő-föld (+CG) villámok öt olyan sorozatát tárgyaljuk, amelyek táncoló vörös lidércek megjelenését okozták. A vörös lidércek Közép-Európában egy mezoskálájú konvektív zivatarrendszer (MKR) fölött jelentek meg 2013, augusztus 6-ról 7-re virradó éjszaka folyamán. Párhuzamos optikai észlelések Sopronból (16.6°E, 47.7°N), valamint Nydekből (18.8°E, 49.7°N, Cseh Köztársaság) lehetővé tették egyes lidérc elemek, illetve kisebb lidérc elem csoportok megjelenési idejének és pontos helyének a meghatározását háromszögelés segítségével. A vizsgált villámok időpontjára, helyére, csúcsáram értékére és típusára (lecsapó vagy felhővillám) vonatkozó adatokat a LINET villámfigyelő hálózat szolgáltatta. A villámkisülések közben az árammomentum változását és a folyamathoz rendelhető TM változást a villámok helyétől kb. 700 km-re levő lengyelországi Hylaty extrém alacsonyfrekvenciás mérőállomás (49.204°N, 22.544°E) adataiból vezettük le.

Meghatároztuk a vörös lidércek horizontális eltolódását és időkéseletetését úgy a keltővillámukhoz, mint a sorozatukban a megelőző vörös lidérchez képest. Az eredmények arra utalnak, hogy a vizsgált eseményekben a vörös lidércek és a +CG villámok egy-egy kiterjedt, összefüggő kisülési folyamathoz tartozhatnak, amely több mint 100 km-es távolságot is átfoghat és amelynek a teljes TM változása meghaladhatja a 10000 Ckm-t.

Magnetoszférikus folyamatok monitorozása a Schumann-rezonancia sávban

Bozóki Tamás¹, Sátori Gabriella¹, Steinbach Péter^{2,3}

¹ MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet

bozoki.tamas@csfk.mta.hu

² MTA–ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport

³ ELTE Űrkutató Csoport

Az elektromágneses spektrum ELF (extreme low frequency; 3-3000 Hz) és VLF (very low frequency; 3-30 kHz) tartományai a magnetoszférikus hullámjelenségek széles palettáját ölelik fel mint a kórusok, a hiss-ek, a whistlerek stb. Monitorozásuk elengedhetetlen a magnetoszférában lejátszódó hullám-részecske kölcsönhatási folyamatok megértéséhez, amire elsősorban műholdas in-situ méréseket használunk (pl. Themis, Van Allen Probes, Arase). Ugyanakkor fontos szereppel bírnak a jóval költséghatékonyabb földi mérések is, melyek azonban a jelterjedés torzító hatásait (pl. ionoszférán történő áthaladás) is hordozzák.

2013-ban W. Li és társai kimutatták, hogy a szélessávú, strukturálatlan plazmaszférikus hiss hullámok, melyek a két sugárzási öv közötti úgynevezett slot régió kialakulásában játszanak kulcsfontosságú szerepet, a korábbi ismeretekkel ellentétben, jóval száz Hz alatt is megfigyelhetők a Van Allen Probes műholdak méréseiben. Mivel az alacsonyfrekvenciás hiss-ek (<100 Hz) whistler-módusú terjedéssel képesek belépni a Föld-ionoszféra alkotta üregbe, ezért a Schumann-rezonancia eddig ismeretlen – időszakosan akár jelentős mértékű - külső forrását jelenthetik. Egyúttal lehetőség nyílik ezen magnetoszférikus hullámtípus folyamatos földi észlelésével a magnetoszféra fizikai folyamatainak teljesebb körű monitorozására.

Li, W., Thorne, R. M., Bortnik, J., Reeves, G. D., Kletzing, C. A., Kurth, W. S., et al. (2013), An unusual enhancement of low-frequency plasmaspheric hiss in the outer plasmasphere associated with substorm-injected electrons. *Geophysical Research Letters*, 40(15), 3798–3803. doi: 10.1002/grl.50787

Légköri elektromos tér a növekvő fák árnyékában

Buzás Attila ^{1,2}, Barta Veronika ¹, Bór József ¹

¹ MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet

buzas.attila@csfk.mta.hu

² Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, ELTE TTK

A felszín közelében mért légköri elektromos potenciál gradiens (PG) nagysága a vertikális légköri elektromos térerősség nagyságával egyezik meg, míg előjele fordított. A PG egyike a légköri elektromos kutatásban leggyakrabban mért mennyiségeknek, mivel a globális légköri elektromos áramkörnek, azaz a globális zivatar-tevékenység által fenntartott, az ionoszférát és a földfelszínt összekötő áramrendszernek egyik alapvető, ugyanakkor viszonylag egyszerűen mérhető paramétere. Monitorozásával ezáltal értékes információkhoz juthatunk a földi elektromágneses tér változásairól. Azonban a mérések értelmezése nem egyszerű feladat, mivel a PG értékét sok lokális faktor befolyásolja.

A soproni Geodéziai és Geofizikai Intézet (GGI) nagycenki Széchenyi István Geofizikai Observatóriumában (SzIGO) 1962 óta folynak PG mérések. Az ilyen egyedülállóan hosszú adatsor lehetőséget biztosít a földi elektromágneses térben lezajló hosszú távú változások vizsgálatára.

A nagycenki PG idősorban egy hosszú távú csökkenő trendet mutattak ki [1, 2], melyet *Märcz és Harrison* [1, 2] globális változásként interpretált, míg *Williams et al.* [3] a csökkenést az obszervatóriumban időközben szignifikáns magasságot elérő fák elektromos teret árnyékoló hatásával magyarázta. Azonban a *Williams et al.* által használt numerikus modell SzIGO-ra való alkalmazhatóságával kapcsolatban kétségek merültek fel [4], így a hosszú távú csökkenés eredetének kérdése megoldatlan maradt.

Jelen poszter célja az MTA CSFK GGI-nél immár több mint öt évtizede zajló légköri elektromos potenciál gradiens mérések bemutatása, valamint a nagycenki obszervatóriumban mért PG idősorban észlelt hosszú távú csökkenő trend értelmezése, a globális vagy lokális eredet kérdésének vizsgálata. Bemutatásra kerül továbbá az eljárás, melynek során numerikus modellezés segítségével az obszervatórium területén található fák időfüggő, elektromos teret árnyékoló hatását kvantifikáltuk és ez alapján a PG adatokból eltávolítottuk. Az így nyert eredmények nem támasztják egyértelműen alá, hogy a PG nagycenki adatsora hosszú távon szignifikáns csökkenést mutatna.

[1] F. MÄRCZ és R. G. HARRISON, 2003, *Annales Geophysicae*, **21**: 2193-2200

[2] F. MÄRCZ és R. G. HARRISON, 2005, *Annales Geophysicae*, **23**: 1987-1995

[3] E. WILLIAMS, R. MARKSON és S. HECKMAN, 2005, *Geophys. Res. Lett.*, vol. **32**, L19810

[4] F. MÄRCZ és R. G. HARRISON, 2006, *Geophys. Res. Lett.*, vol. **33**, L12803

Csapadékszóna térbeli eloszlásának becslése passzív műholdas módszerrel

Csurgai-Horváth László

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék
csurgai@hvt.bme.hu

Az atmoszférában zajló időjárási események a műholdas rádiókommunikációt a milliméteres hullámhossztartományban erőteljesen befolyásolják, mivel az általuk okozott fading jelenségek akár a kritikus szint alá is csökkenthetik a vett jelek nagyságát. Ahogyan napjainkban az egyre nagyobb frekvenciák –többször 10 GHz– felé tolódnak el a használt sávok, a hullámterjedés ilyen irányú kutatása különösen aktív tématerület. Ilyen célzott vizsgálatokra szolgál például a 2013-ban pályára állított Alphasat műhold, de a már korábban pályára állított műsorszóró illetve telekommunikációs műholdak nagy része is fel van szerelve olyan jeladóval (beacon), amelynek segítségével a műhold pozíciója, illetve az atmoszféra pillanatnyi állapota is monitorozható.

Az rádiójel csillapítását tekintve leginkább a folyékony halmazállapotú csapadék, illetve a nagy nedvességtartalmú csapadékfelhők hatása jelentős. A felhőzet kiterjedése, csapadéktartalma, mozgási iránya ugyanakkor nem csak a rádióhullámok terjedési szempontjaiból érdekes, hanem a meteorológiában, a repülésirányításban, a hétköznapi életben is számos hatással bír.

Meteorológiai mérések során a csapadékszónák kiterjedését, alakját és egyéb paramétereit gyakran radartechnikával határozzák meg. Ebben a tanulmányban az egyes műholdakon elhelyezett beacon jeladók alkalmazása kerül bemutatásra a csapadékszóna illetve a felhőzet térbeli kiterjedésének meghatározására, alakjának becslésére. Az aktuálisan pályán álló geostacionárius műholdak valamelyik alkalmas tagját kiválasztva és az általa sugárzott beacon jel szintjét rögzítve információ nyerhető a Föld-műhold útvonalon a csapadékszóna állapotáról. Amennyiben ugyanannak a műholdnak a jelét több, egymástól földrajzilag elkülönülő helyen rögzítjük, lehetőség nyílik egy térbeli eloszlás kialakítására.

A tényleges számítások során a BME Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan tanszék Alphasat műhold vételére épített beacon vevőállomásának a mérései kerülnek felhasználásra. A 19.701 GHz frekvenciájú jel érzékenyen reagál az atmoszférikus jelenségekre, és az ITU (International Telecommunications Union) műholdas összeköttetésekre vonatkozó számítási metódusai segítségével a vett jelszint ingadozásai visszatranszformálhatóak az aktuális csapadékszóna geometriai méreteire.

Ebben a cikkben bemutatásra kerül a fent leírt módszer, a számítások menete és tényleges mérések alapján az eljárás működése is.

Vektor magnetométer kalibrációs módszerek

Domján Ádám, Hegymegi Csaba, Hegymegi László

MinGeo Kft.
adomjan@mingeo.hu

A poszterünkben, 3 tengelyű magnetométerek hitelesítési menetéről és hitelesítési paraméterek meghatározásnak módjait fogjuk bemutatni. A célunk egy olyan kalibrációs eljárás kifejlesztése, amely a magnetométert alkalmassá teszi nullteret előállító tekercsrendszerek, berendezések mágneses terének szerkezeti vizsgálatára és monitorozására.

Általában a vektor magnetométerek két egységből állnak. Az egyik az elektronikát tartalmazó modul, a másik a földi tér 3 összetevőjét mérő egymásra kölcsönösen merőleges jobb-sodrású elrendezésű mágneses szenzorokat magába foglaló blokk. A rendelkezésünkre álló magnetométerek mérési tartománya $\pm 60000\text{nT}$ -tól $\pm 88000\text{nT}$ -ig, a felbontóképességük 0.1 nT -tól $0.2\text{ }\mu\text{T}$ -ig változnak.

A kalibráláshoz szükséges referencia adatot az INTERMAGNET mágneses obszervatóriumokban használt abszolút mérés módszerével készítettük. Ez módszer a földi mágneses tér nagyságát és irányát, abszolút skalár magnetométerrel és D/I teodolittal határozza meg.

A vektor magnetométereket, az egy helyben történő forgatásával közepes földrajzi szélességeken, $\pm 48000\text{ nT}$ tartományban lehet hitelesíteni, mind a három szenzor vonatkozásában. A hitelesítési paramétereket ellipszoid, 6-pontos kocka, illetve inverz kalibrációs eljárással becsültük, figyelembe véve a referencia adat időbeli változását is.

Űridőjárás vizsgálata szimultán mérésekkel a belső helioszférában

Dósa Melinda, Timár Anikó, Bebesi Zsófia, Opitz Andrea,
Kecskeméty Károly

MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Részecske- és Magfizikai Intézet, Űrfizikai és Űrtechnikai
Osztály
dosa.melinda@wigner.mta.hu

A MESSENGER, Mars Express, Venus Express, illetve Föld körüli szondák adatait vetettük egybe űridőjárási jelenségek vizsgálata érdekében. Három jelenséget vizsgáltunk: a háttérnapszél terjedési tulajdonságait, az együttforgó kölcsönhatási tartományok terjedését, valamint olyan koronakitöréseket kerestünk, amelyek több bolygót is érintettek.

A háttérnapszél terjedését hosszú távon vizsgáltuk. Két éves időszak adatait hasonlítottuk össze a cruise-fázisban lévő MESSENGER műszerein és a Föld körül keringő ACE műhold adatain. A napszélplazma forrásrégióját beazonosítva a különböző helyeken mért adatok összehasonlíthatóvá váltak, így az azonos struktúrák terjedésük során nyomon követhetőek. Megállapítottuk, hogy az együttforgó kölcsönhatási tartományok a Naphoz közelebb kevésbé hangsúlyosak, a fluktuációk amplitúdója kisebb, amit terjedési effektusként értékeltünk. A fluktuációk előjelében talált aszimmetriát azzal magyaráztuk, hogy a vizsgálatok az ekliptikában, kétdimenziós síkban zajlottak. A harmadik térbeli dimenzió elemzése valószínűleg feloldaná az aszimmetria rejtélyét.

A napkitörések terjedését két olyan bolygón teszteltük, melyek körül közel azonos műszerezettséggel felszerelt műholdak keringenek. A Mars Express és a Vénusz Express ASPERA-3 ill. ASPERA-4 plazmaadatait elemeztük és vetettük össze egymással, illetve modelleredményekkel. A terjedés vizsgálata előtt el kell különíteni egymástól a kétféle gyors napszél nyalábot: együttforgó tartományokat és a tranziens jellegű, radiálisan terjedő koronakitörések napszelét. Ezt a mágneses tér adatok vizsgálatával, és katalógusok segítségével valósítottuk meg a vizsgált időszakra. Nagyobb részletességgel három, 2008. augusztusi eseményt vizsgáltunk, ezek közül kettő együttforgó kölcsönhatási tartomány (CIR), a harmadik pedig koronakitörés és CIR kölcsönhatása során kialakult struktúra – mind olyan esemény, mely feltételezéseink szerint a Vénuszt és a Marsot egyaránt elérte. Mindezek mellett további lehetséges eseteket is kerestünk a 2006-2014-ig terjedő időszakban. Amennyiben a részletesebb elemzés is alátámasztja az események azonosságát, elmondhatjuk, hogy a vizsgált koronakitörés lassulása a modelleztettnél gyorsabb volt, azaz a Vénuszhoz később érkezett meg, mint ahogy azt a kezdeti és a közben mért sebességek alapján várni lehetett.

Űrdozimetriai célú részecsketeleszkópok modellezése Monte Carlo módszerekkel

Erdős Boglárka, Hirn Attila, Zábori Balázs

MTA Energiatudományi Kutatóközpont
erdos.boglarka@energia.mta.hu

A Föld körül keringő űreszközök környezetében és belsejében is igen összetett, időben és térben inhomogén a kozmikus sugárzási tér. A sugárzás pedig nem csak az űrhajósokra jelent kockázatot, de az űrben keringő berendezésekben is meghibásodást okozhat, a heves űridőjárás pedig akár a földi energiaelosztó hálózatokban is kárt tud tenni. Ennek fényében különösen fontos a kozmikus sugárzási tér változásainak nyomon követése helyszíni mérésekkel, melyekkel a sugárzási teret leíró modellek bizonytalanságai is csökkenthetők. Az MTA Energiatudományi Kutatóközpontban több ilyen célú mérőberendezés fejlesztése is folyik, például a már több berendezésen is használt űrdozimetriai célú TRITEL háromtengelyű szilícium részecsketeleszkóp, mellyel a részecskék LET-spektruma határozható meg, illetve a jelenleg is fejlesztés alatt álló űridőjárás célú RADTEL teleszkóp, amely az elektronok, protonok és nehezebb ionok spektrumának meghatározására szolgál. Az ilyen berendezéseket használat előtt kalibrálni szükséges, melyet a Földön ismert energiájú töltött részecskékkel tehetünk meg. Ezek kiértékeléséhez szimulációs adatokat is felhasználunk. Komplex geometriák esetében a numerikus számításoknál pontosabb eredményt adnak a Monte Carlo módszerek, továbbá ezeket a szimulációkat nem csak a kalibrációnál, de a detektorfejlesztésnél – a mérési geometria, illetve a detektorok árnyékolásának optimalizálásánál – és a detektor által mért adatok kiértékelésénél is fel tudjuk használni. A munkám során az Európai Űrügynökség által fejlesztett GRAS (Geant4 Radiation Analysis for Space) Monte Carlo szimulációs eszközkészletet használtam, mellyel földi mérési adatok alapján validáltam a részecsketeleszkópok modelljét, a kapott eredményeket pedig numerikus számításokkal is összevetettem.

Hosszú élettartamú, visszatérő struktúrák a bolygóközi mágneses térben

Erdős Géza, Dósa Melinda

MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont
erdos.geza@wigner.mta.hu

Négy napciklust lefedő űrszondás mérések alapján tanulmányoztuk a bolygóközi mágneses teret. A Nap forgásával több éven keresztül visszatérő mágneses tér növekedéseket találtunk. A megfigyelt mágneses struktúrák nyilvánvalóan együttforgó kölcsönhatási tartományokhoz tartoznak, amelyek a koronalyukakból eredő, nagy sebességű napszél nyalábok miatt fejlődnek ki. Megvizsgáltuk a mágneses fluxus növekedésének és polaritásának viszonyát. Meglepően azt tapasztaltuk, hogy az egyik eseménynél a mágneses polaritás előjelet váltott, vagyis az eseményben egy északi és egy déli koronalyuk egyaránt szerepet kapott. Ez arra utal, hogy több évig tartó, mindkét féltekére kiterjedő aktív hosszúság volt jelen. A növekedés a mágneses térerősség radiális komponensében, azaz a Nap nyílt mágneses fluxusában is megfigyelhető volt. A Messenger szondával a Naphoz közelebbi és az OMNI adatbázis szerinti 1 CsE távolságban végzett mágneses tér mérések összehasonlításából kitűnik, hogy a mágneses fluxus a napszél terjedése során rendeződik át, a Naphoz közelebb a mágneses fluxus még egyenletesen oszlik szét a naprajzi hosszúság szerint. Ez a megállapítás azért érdekes, mert az Ulysses szonda meglepő felfedezése a nyílt mágneses fluxus naprajzi szélesség szerinti állandóságáról különben nehezen lenne értelmezhető. A nyílt mágneses fluxus hosszúság szerinti modulációja a lassú és gyors napszél kölcsönhatása miatt, a Naptól nagyobb távolságban következik be. A plazma, és ezzel a befagyott mágneses tér kompressziója egy ferde felületre merőlegesen történik. A mágneses fluxus átrendeződésének megértésére háromdimenziós modellezést végeztünk.

A mágneses fluxusnak az akár éveken keresztül is visszatérő koronalyukak miatt kialakuló, naprajzi hosszúság szerinti modulációja hatással van a Föld környezetére és űridőjárási jelenségeket generálhat. Kimutattuk, hogy az AA geomágneses indexben is megfigyelhető a Nap forgásával visszatérő változás, amely fázisában is követi a mágneses fluxus változását. A koronalyukak elhelyezkedése szerinti aktív hosszúság vizsgálata hozzájárulhat az űridőjárás jobb előrejelzéséhez.

Mágneses Nulltér Laboratórium (ZBL) létrehozása

Erdős Géza¹, Hevesi László¹, Lemperger István², Nagy János¹,
Németh Zoltán¹, Wesztergom Viktor²

¹ MTA Wigner FK

² MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet

Wesztergom.Viktor@csfk.mta.hu

Az MTA CSFK GGI és a Wigner FK együttműködése révén egyedülálló laboratóriumi infrastruktúra jön létre az MTA Széchenyi István Geofizikai Observatóriumban. A Zéró Mágneses Laboratórium (ZBL) egy elektromágnesesen tiszta laboratórium, ahol a földi mágneses tér aktív kompenzálása és a maradék tér hatékony csillapítása révén az interplanetáris térben jellemző mágneses környezetet valósít meg. A projekt keretében olyan infrastruktúrát kívánunk létrehozni, ami egyedi körülményeket biztosít mind űrfizikai kísérletek, űrtechnológiai fejlesztések, mind pedig speciális biofizikai, anyagtudományi és egyéb interdiszciplináris vizsgálatok számára. A ZBL az alábbi kutatásokhoz, kísérleti fejlesztésekhez teremt egyedülálló lehetőségeket:

SERF magnetométer fejlesztése és tesztelése

Az űrben végzett mágneses mérések terén áttörést jelenthet a Wigner FK RMI Űrfizikai és Űrtechnológiai Osztálya és a Wigner FK SZKI Alkalmazott és Nemlineáris Osztálya által tervezett rendkívül kicsi, nagyságrendileg fT/Hz^{1/2} zajú ún. SERF (Spin Exchange Relaxation Free) új generációs, lézertechnikán alapuló magnetométer kifejlesztése. A SERF magnetométer működési tartománya +/-10 nT. A fejlesztések korábbi akadályát éppen a nulla közeli mágneses teret biztosító laboratórium hiánya jelentette.

Elektromágneses jelenségek felszíni és űrbeli detektálására alkalmas ún. search coil fejlesztése és tesztelése

Űrplazmákban terjedő elektromágneses hullámok mágneses komponensének méréséhez használt érzékelők kalibrációjához az úgynevezett zajekvivalens mágneses indukciót (Noise Equivalent Magnetic Induction) és az érzékelő átviteli függvényét szükséges meghatározni nulla közeli mágneses térben.

Mérőszközök mágneses minősítése, kalibrálása

A ZBL-ben elhelyezett eszközök köré telepített kisméretű magnetométerekkel lehetővé válik az eszköz saját mágneses terének meghatározása, amely űrbeli alkalmazásoknál különösen fontos a szonda mágneses tisztaságának biztosítása szempontjából.

Interdiszciplináris alkalmazások

A laboratórium fenti közvetlen felhasználása mellett előkészületek vannak, anyagtudományi, kristálytani, biofizika, ill. más interdiszciplináris kutatások elindítására. A biofizika terén azonnali alkalmazás lehet az ún. magnetotaktikus baktériumok és a földi mágneses tér alapján tájékozódó élőlények mágneses receptorainak vizsgálata. A ZBL alkalmas remanens mágnesezettségtől mentes öntvények, ötvözetek előállítására, illetve természetes földi körülmények között el nem végezhető anyagtudományi kísérletek számára.

GRACE és GRACE-FO idősorok elemzése

Földvály Lóránt^{1,2}

¹ Óbudai Egyetem, Geoinformatikai Intézet

² MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet

foldvary.lorant@amk.uni-obuda.hu

2019-ben Eötvös Loránd halálának 100. évfordulója alkalmából jubileumi évet tartunk. Az esemény kapcsán fontos Eötvös szakmai örökségének aktuális vonatkozásait, korszerű és időszerű feladatait áttekinteni.

A nehézségi erőter vizsgálata a 2000-es években a gravimetriai műholdak segítségével globálisan pár 100 km-es felbontással megvalósult a CHAMP, GRACE, GOCE műholdak segítségével. A statikus nehézségi erőterformák meghatározása mellett a GRACE műholdpárral a nehézségi erőter időbeli vizsgálatára adódott lehetőség. A GRACE műholdpár 2002 áprilisa és 2017 novembere között összesen 163 nehézségi erőter modellt szolgáltatott hónapos időbeli felbontásban. A hónapos nehézségi erőter modellek éves periódusú és szekuláris lefolyású geofizikai folyamat elemzését teszi lehetővé. Az idősor folytatása céljából 2018-ban pályára állították a GRACE-FO műholdpárt, amelyek első hónapos nehézségi erőter modelljei várhatóan 2018 nyarára vonatkoznak. A GRACE és a GRACE-FO között azonban kimarad egy több hónapos időszak. Ennek pótlására, ezen időszak során a nehézségi erőter változásainak becslésére az idősorelemzés módszertanát használjuk fel. Az idősorelemzés a korábban észlelt események alapján a jövőbeli események mind determinisztikus, mind sztochasztikus vonatozásainak becslésére lehetőséget nyújt. Míg a determinisztikus komponens becslése a tudományos módszertan szemszögéből is adekvátnak tekinthető, a sztochasztikus becslés leginkább az előrejelzett események konfidenciaintervallumainak becslését szolgálja. Értelemszerűen az idősorelemzéssel extrapolált adatokból messzemenő fizikai következtetéseket levonni nem szabad, azonban a becslés és a jövőben rendelkezésünkre álló mérések számottevő eltéréseiből a fizikai körülmények vagy az alkalmazott modellek és módszertan jelentősebb megváltozásaira lehet következtetni. Ezek alapján pedig a napjainkban zajló globális éghajlatváltozási folyamatok esetleges felgyorsulását vagy annak lassulását valószínűsíthetjük.

Hogyan szolgálja a rádiócsillagászat a Jupiter-holdak űrszondás kutatását?

Frey Sándor¹

¹ MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet
freys.sandor@mta.csfk.hu

Az Európai Űrügynökség (ESA) 2022-ben tervezi indítani JUICE (*JUpiter ICy moons Explorer*) nevű űrszondáját a Jupiter, és nem utolsósorban az óriásbolygó jeges Galilei-féle holdjai (Europa, Ganymedes és Callisto) tanulmányozására. A JUICE 7 éven át tartó utazás végén érkezik meg a Naprendszer legnagyobb bolygójához és áll pályára körülötte. Sokoldalú tudományos programját, amelyben szerepel a Jupiter turbulens légkörének vizsgálata, a magnetoszféra kutatása, valamint a jeges holdak részletes felmérése, 3 évesre tervezik. A célpontul választott Jupiter-holdak vastag jeges kérge alatt folyékony óceánokat feltételezünk. Így az égitestek beható vizsgálata fontos az ottani lehetséges életformák kutatása szempontjából is.

A JUICE összesen 11 különféle kísérletének egyike a PRIDE (*Planetary Radio Interferometer and Doppler Experiment*), amelynek feladata, hogy az űrszondán elhelyezett kommunikációs rádióadó, mint megfigyelési céltárgy segítségével, a nagyon hosszú bázisvonalú interferometria (*very long baseline interferometry*, VLBI) rádiócsillagászati módszerével meghatározza az űreszköz pontos pozícióját az égi vonatkoztatási rendszert kijelölő távoli rádiósugárzó aktív galaxismagokhoz képest. A földi VLBI hálózatok különböző kontinenseken elhelyezkedő, egymástól távol levő, de összehangolt méréseket végző rádióteleszkópokból állnak. Az adatok alapján pontosítani lehet majd a Jupiter és a holdak pályaelemeit, és következtethetünk a jeges holdak gravitációs terére, belső szerkezetére is.

A JUICE tudományos programja előkészítésének jelenlegi fázisában összeállítunk egy olyan, a PRIDE kísérlethez alapvető fontosságú katalógust, amely az Ekliptika – a Jupiter és az űrszonda majdani égi útja – közelében látszó, a VLBI megfigyelésekhez referenciaként szóba jöhető, ismert kompakt rádiósugárzó aktív galaxismagokat tartalmazza. A következő lépés a vonatkoztatási rendszer lokális sűrítésének megtervezése, további, halványabb potenciális referencia-objektumok keresése lesz, új VLBI mérések segítségével. A JUICE pontos helyzet-meghatározásának szempontjából kulcskérdés, hogy a mindenkor kalibrátor rádióforrások a lehető legkisebb (ideális esetben ívperces nagyságrendű) szögtávolságban helyezkedjenek el az űrszonda látszó irányától.

A Copernicus program és a Sentinel műholdak – népszerűen

Frey Sándor, Grenerczy Gyula, Farkas Péter

Geo-Sentinel Kft.

frey.sandor@geo-sentinel.hu

Az Európai Unió (EU) Copernicus globális környezetvédelmi és biztonsági földmegfigyelési programja immár több mint két évtizedes múltra tekinthet vissza. Az Európai Űrügynökséggel (ESA) együttműködve mostanra már hét különböző, a Copernicus számára dedikált Sentinel műhold kering a Föld körül. Ezek az űreszközök hatalmas mennyiségű földmegfigyelési adattal szolgálnak nap mint nap, amelyek ráadásul szabadon és ingyenesen hozzáférhetők. Az elmúlt években ugrásszerűen megnőtt a Copernicus alkalmazásainak száma, és kétség sem férhet hozzá, hogy a folyamatnak még mindig csak az elején járunk. A Copernicus hat különféle szolgáltatást is üzemeltet, amelyek regisztrált felhasználóinak száma meghaladja a 150 ezret. A döntéshozók támaszkodnak a Copernicus adataira az Európai Unió szakpolitikáinak végrehajtásában.

Az EU 2016 végén indította útjára az önkéntes alapon szerveződő *Copernicus Academy* hálózatát, hogy a tagországok polgárai körében minél jobban segítse a Copernicus alkalmazások megismertetését, népszerűsítését, így is hozzájárulva azok hatékony elterjesztéséhez. A hálózat munkájában – Magyarországról egyelőre egyedüli szervezatként – a kezdetektől fogva részt vesz a Geo-Sentinel Kft. Ezzel összefüggésben indítottuk útjára honlapunkon a Sentinel blogot (geo-sentinel.hu/blog). A Copernicus alkalmazásokkal kapcsolatos általános információval, a program friss híreivel, érdekes és aktuális Sentinel műholdképekkel havonta rendszeresen, jellemzően 5–7 alkalommal jelentkezünk. Különös figyelmet fordítunk arra, hogy a magyarországi vonatkozású bejegyzésekkel még közelebb hozzuk a földmegfigyelési programot a hazai olvasók számára. A poszteren is ilyenekből adunk ízelítőt, az elmúlt közel 3 év legnagyobb érdeklődést kiváltó témái közül válogatva.

Helyzetjelentés az első magyar szabadtéri kvantumcsatorna fejlesztéséről

Galambos Máté¹, Bacsárdi László¹, Belső Zoltán¹,
Gerhátné Udvary Eszter¹, Gódor Győző¹, Imre Sándor¹,
Kis Zsolt², Koller István¹, Kornis János¹, Papp Zsolt¹,
Zsolczai Viktor¹

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

² Wigner Fizikai Kutatóközpont

galambos@mcl.hu

A kvantumkommunikáció egy gyorsan fejlődő terület. Bár különböző fizikai kísérletekre is alkalmas, legismertebb felhasználása mégis a kriptográfia. A technológia nagy távolságon történő alkalmazásának azonban gátat szab a csatornaveszteség. Éppen ezért az optikai kábelek segítségével áthidalható távolság erősen limitált.

Jóval nagyobb távolságok hidalhatóak át szabad légköri kommunikációval: megfelelő időjárási viszonyok között egy LEO pályán keringő műhold elérhető, és két műhold között is alacsony veszteségű kommunikáció folytatható. Egy ilyen szabadtéri kommunikációs csatorna kiépítésén dolgozunk jelenleg, mely először két földi adóállomás között fog működni. Az itt szerzett tapasztalatok és az itt kifejlesztett eszközök fogják megteremteni a műholdról érkező jelek vételének alapját.

A magyar szabadtéri kvantumcsatorna megvalósítása egy 2017-ben indult, 4 éven át tartó projekt keretében zajlik. A projekt 10 millió eurós kerettel rendelkezik, és számos partner vesz benne részt – úgy, mint az Ericsson Magyarország, Noika Bell Labs, BHE Bonn Hungary Kft. –, valamint több akadémiai partner és kutatóintézet is dolgozik rajta, akik közül kiemelendő a BME, a Wigner Fizikai Kutatóközpont és az ELTE.

Jelenleg is dolgozunk az első, magyar, optikai kábel alapú, folytonos változós (CV QKD) kulcsszétosztó berendezésen, az itt szerzett tapasztalatokat is felhasználjuk a szabadtéri kulcsszétosztás során.

A kvantumkommunikációs kísérletekre készülve megvizsgáltuk a szabad légköri kvantumcsatornák tulajdonságait. Kifejlesztettünk egy kváziklasszikus modellt a szabadtéri kommunikáció vizsgálatára, melynek alapja a légkörben terjedő Gauss-nyalábok viselkedése. A veszteségek kiszámítása során a következő faktorokat vesszük figyelembe: molekuláris és aeroszolos adszorpció és szórás, technológiából adódó veszteségek (úgy, mint detektorhatásfok illetve foton generálási hatásfok), célzás és nyalábszélesedés hatása a detektorátmérő függvényében. A modell által adott jóslatokat összehasonlítottuk az irodalomban található mérési eredményekkel, és a modell alapján egy szimulációs szoftver is készült.

Kísérleti előkészületként létrehoztunk és teszteltünk egy összefonódott fotonpár forrást. A forrás 850 nm-en működik, alapja egy β -bárium-borát (BBO) kristálylemez. Az

előállított fotonpárokat szabad légköri csatornában rövid távolságon teszteltük, és a korrelációt sikeresen detektáltuk.

*„A Kvantumbitek előállítása, megosztása és kvantuminformációs hálózatok fejlesztése”
nevű, 2017-1.2.1-NKP-2017-00001 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és
Innovációs Alapból biztosított támogatással, a "Nemzeti kiválósági program" pályázati
program finanszírozásában valósult meg.*

Berendezés a földmágneses térvektor irányának automatikus abszolút mérésére

Hegymegi László¹, Merényi László¹, Szöllősy János²,
Hegymegi Csaba¹, Domján Ádám¹

¹ Mingeo, Budapest

² egyéni vállalkozó

hegymegi@mingeo.com

Jóllehet a földmágneses tér folyamatos mérése és a mérési adatok gyűjtése a mérőhelyek nagy többségében már sok éve automatikus digitális műszerekkel történik, azonban ezzel csak a probléma egyik fele van megoldva. A gondot az jelenti, hogy a folyamatos méréseket végző műszerek, a térvektornak csak a hosszát mérő magnetométereket leszámítva, kivétel nélkül relatív műszerek, amelyeknek nullpontja időben nem állandó. Elsősorban a hőmérséklet, de emellett más környezeti hatások változásának hatására a műszerjellemzők lassú és általában kismértékű de folyamatos változást mutatnak. Általánosan elfogadott és világszerte használt eljárás, hogy ezekből az adatokból úgy készítenek abszolút adatokat, hogy egy mágneses alkatrészektől megtisztított optikai teodolitra erősített egytengelyes magnetométer az úgynevezett D/I (deklináció/inklináció) műszer segítségével időről-időre (általában hetente) megméri az adott pillanatra vonatkozó és az adott helyre érvényes, a földrajzi koordinátákhoz viszonyított deklináció és inklináció szögeket. Ezen adatok segítségével meghatározzák a folyamatosan regisztráló magnetométer nullvonalát. Az eljárás legnagyobb gondja, hogy a mérés nagy tapasztalatot és sok kézi munkát igényel. Sokéves munkával Belgiumban ugyan kifejlesztettek egy olyan berendezést, mely automatizálja az eljárást de az elsősorban igen magas ára miatt nem tudott elterjedni.

Mi az elmúlt években készítettünk egy olyan nemmágneses teodolitot, mely digitális szögleolvasó egységgel rendelkezik és így gyorsabb és pontosabb mérést tesz lehetővé. Használatával megmaradt azonban a kézi munka egy részének szükségessége. Ez a teodolit viszont jó alapot szolgáltatott arra, hogy további kiegészítésekkel egy automata műszert készítsünk belőle. Ezzel a berendezéssel kezelői felügyelet nélkül, akár néhány percenként elvégezhető a deklináció és inklináció szögek automatikus abszolút meghatározása. A mérést vezérlő számítógéphez csatlakoztatható egy abszolút skalármagnetométer és így valós időben leírható a földmágneses térvektor pillanatnyi állapota a földrajzi koordináta-rendszerben. Ehhez járul az a nagy előny, hogy a műszer olyan távoli helyeken is használható, ahol a megközelítés az év egy részében nehézségekbe ütközik. A felügyelet és a mérési adatok letöltése az interneten keresztül elvégezhető. Előállítási költsége pedig csak elfogadható mértékben magasabb, mint a hagyományos nemmágneses teodolité.

ULF hullámok a felső ionoszférában

Heilig Balázs

Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat
heilig.balazs@mbfsz.gov.hu

Az ULF hullámok (geomágneses pulzációk) felső ionoszférabeli észlelését a 21. század eleji alacsony földpályán (LEO) keringő, nagyfelbontású magnetométerekkel felszerelt műholdak tették először lehetővé. Az 1999-ben felbocsátott dán Ørsted, majd az azt 2000-ben követő német CHAMP műhold szolgáltatott az első, e téren hasznosítható adatokat. Különösen a CHAMP minden korábbinál nagyobb felbontású (néhány pT, ill. 50 Hz) és pontosságú, 11 évet átölelő mágneses időszora vezetett új felismerésekre. A nagy pályamenti sebesség (7,5 km/s, kb. 4° szélesség / perc) következtében elsősorban a pálya mentén kis fázis-gradienssel bíró ULF hullámok figyelhetők meg torzítatlanul, míg mások erős Doppler csúszással észlelhetők. Hasonló okokból néhány percesnél hosszabb periódusidejű, térben erősen lokalizált hullámok észlelésére sincs lehetőség. Az észlelések értelmezésében további nehézséget jelent az időbeli és a térbeli változások szétválasztása, hiszen a néhány száz km-es hullámhosszúsággal rendelkező térbeli struktúrák az idősorokban az ULF tartományba eső fluktuációkként jelennek meg.

Hogy mégis érdemes foglalkozni az ULF hullámok itteni észlelésével, az is a LEO műholdpályák sajátosságaiból következik. A nagy pályainklinációból következően a műholdak közel poláris pályasíkja a helyi időben lassan elfordul, s eképpen néhány hónap alatt minden szélességen és minden helyi időben megfordulnak. Ezáltal a LEO műholdak alkalmasak egyes jelenségek, így az ULF hullámjelenségek globális eloszlásának feltérképezésére. A LEO pályán való ULF észleléseknek éppen ez az igazi erőssége. Az ESA három Swarm műholdjának fellövésével (2012) ezek a lehetőségek megsokszorozódtak. Immár a térbeli fázisviszonyok is közvetlenül vizsgálhatók, a többpontos megfigyelés támpontot ad az időbeli-térbeli változások elkülönítéséhez. A LEO pályán és a felszínen végzett koordinált mérések által pedig az ionoszférának az ULF hullámokkal való kölcsönhatása tanulmányozható. Az előadásban a témában az elmúlt bő évtizedben elért eredményeinket foglaljuk össze, különös tekintettel az ULF hullámok következő típusaira: Pc3-as kompressziós hullámok, Pc3-as Alfvén hullámok, erővonal-rezonanciák, de kitekintünk a Pc1-es (EMIC) hullámok és a Pi2-es pulzációkkal kapcsolatos eredményekre is.

A 2017. szeptemberi koronakidobódás az űrdozimetria szemszögéből

Hirn Attila¹, Apáthy István², Strádi Andrea¹

¹ Magyar Tudományos Akadémia Energiatudományi Kutatóközpont

hirn.attila@energia.mta.hu

² REMRED Kft.

A Pille termolumineszcens (TL) dózismérő rendszer mind a mai napig az egyetlen olyan űrkvalifikált berendezés, melynek segítségével TL dózismérők űrhajók, illetve űrállomások fedélzetén történő kiértékelésére van lehetőség. A Nemzetközi Űrállomás (ISS) fedélzetén 2003 óta üzemelő Pille-MKSz szolgálati rendszer jelenleg egy kompakt, kis fogyasztású kiolvasó berendezésből és 17 darab dózismérő kulcsból áll. A dózismérők többségét az ISS orosz szegmensének dózistérképezésére használják, és havi rendszerességgel olvassák ki őket. Űrséták dóziszárulékának mérése, illetve automata mérések esetén a kiolvasások gyakorisága csupán 1-2 nap, illetve 90 perc; ez utóbbi közelítőleg a Nemzetközi Űrállomás keringési periódusának felel meg. Ilyen, viszonylag nagy időbeli felbontású mérés más passzív űrdozimetriai rendszerekkel nem valósítható meg.

2017. szeptember 10-én hosszú idő után ismét olyan koronakidobódást figyelhettek meg a kutatók, melynek hatását – a nagyenergiás (>100 MeV) protonok integrális fluxusának jelentős, több mint három nagyságrenddel való növekedésének köszönhetően – a Nemzetközi Űrállomás belsejében található dózismérő rendszerek is érzékelték. Külön érdekesség, hogy ezzel egy időben – a Föld és a Mars megfelelő helyzetének köszönhetően – a Mars felszínén a Curiosity marsjáró sugárzásmérő detektora (RAD) is észlelte az eseményt. Ez egyedülálló összehasonlító vizsgálatokra adott lehetőséget [1, 2]. A vizsgálatok eredményeinek összefoglalása mellett ismertetjük a fedélzeti Pille dózismérő rendszer automata méréseinek eredményeit az esemény során, és azokat összevetjük az aktív dózismérő rendszerek által kapott eredményekkel, valamint a geostacionárius pályán keringő GOES-13 műhold által mért, 5 perces felbontású integrális proton fluxusokkal.

[1] Berger, T., Matthiä, D., Burmeister, S., Rios, R., Lee, K., Semones, E., Hassler, D.M., Stoffle, N., Zeitlin, C., The Solar Particle Event on 10 September 2017 as observed onboard the International Space Station (ISS), Space Weather, 16, 9, (1173-1189), (2018).

[2] Hassler, D.M., Zeitlin, C., Ehresmann, B., Wimmer-Schweingruber, R.F., Guo, J., Matthiä, D., Rafkin, S., Berger, T., Reitz, G., Space Weather on the Surface of Mars: Impact of the September 2017 Events, Space Weather, 16, 11, (1702-1708), (2018).

A Budapesten és Baján műholdakkal végzett felsőlégköri kutatások története és eredményei az interneten

Illés Erzsébet, Almár Iván, Nuspl János

MTA CSFK Csillagászati Intézet

illes@konkoly.hu

Budapesten az MTA Csillagvizsgáló Intézetében és a Bajai Observatóriumban már 1958 kora tavaszán megkezdődött az átvonuló szputnyikok rendszeres optikai (vizuális) észlelése a pályaszámításhoz szükséges pozíciók meghatározása céljából. A hatvanas években technikailag tökéletesített eszközökkel már négy magyar állomáson folyt ez a szolgálatoszerű munka, melynek során több tízezernyi észlelés gyűlt össze. 1961-ben a néhai Ill Márton (Baja) javasolta az INTEROBS programot annak érdekében, hogy egyre pontosabb megfigyeléseinket nemzetközi együttműködés keretében a semleges felsőlégkör pillanatnyi sűrűségének és hőmérsékletének meghatározására használjuk. Ez a korai úrkutatási tevékenység ettől kezdve különböző módszerekkel, részben mikroakcelerométerek in situ mérési eredményeire támaszkodva, de hasonló tudományos célok érdekében évtizedekig folyt mind Baján, mind Budapesten. Eredményeinket rendszeresen előadtuk és publikáltuk a COSPAR, az Interkozmosz és az Ionoszféra-Magnetoszféra Szemináriumok keretében.

Baján ez a kutatás Ill Márton távozásáig, 1990-ig, Budapesten egészen 2010-ig tartott és számos nemzetközileg elismert eredményre vezetett.

Minthogy ezek az eredmények jórészt olyan kiadványokban jelentek meg, amelyek ma már nehezen elérhetőek, ezért egy honlapon hozzáférhetővé tettük a kutatásokkal kapcsolatos anyagot. Itt összegyűjtöttük a disszertációkat, az idegen nyelvű publikációkat és a magyar nyelvű tanulmányokat is. Mindezt néhány interjú, valamint a Baján 2016-ban megtartott Ill Márton emlékkonferencia videói egészítik ki.

Az előadásban bemutatjuk a honlapot, kiemelve a Budapesten elért legfontosabb tudományos eredményeinket. Felfedeztük és modelleztük, hogy geomágneses viharok idején a napszélből az energia hol, és helyi időben mikor érkezik a semleges felsőlégkörbe. Kimutattuk továbbá különféle típusú sűrűségi hullámok jelenlétét, amelyekkel magyarázható, hogy a felsőlégkör állapotát miért nem lehet korlátlan pontossággal meghatározni, valamint bizonyítják, hogy az ionoszféra és a semleges felsőlégkör kölcsönhatásban vannak.

A honlap jobboldalán a bajai emlékek és fejlemények szerepelnek, bemutatva az immár a szegedi egyetemhez tartozó observatórium jelenlegi helyzetét és terveit is.

A honlap url címe: <http://.konkoly.hu/imekweb>

A sugárzási övek forró elektronjainak forrása: a populáció vizsgálata földön detektált kórusok alkalmazásával

Juhász Lilla¹, Lichtenberger János^{1,2}, Yoshiharu Omura³, Reinhard H. W. Friedl⁴

¹ Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem
lilla@sas.elte.hu

² MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet

³ Research Institute of Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Kyoto, Japan

⁴ Space Science and Applications Group, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM, USA

Az űridőjárási előrejelzések egyik fő célja, hogy a sugárzási övek dinamikájáról információt adjon. Ezek modellezése az elmúlt évek űrmisszióinak (Cluster, THEMIS, Van Allen Probes stb.) hála jelentősen javult: mind a gyorsítási folyamatok körüli vitákat tisztázták, mind pedig bemenő paraméterekkel szolgáltak a sugárzási öv modellek működéséhez. Azonban hosszútávon az űridőjárási előrejelzés, mint szolgáltatás, nem működhet költséghatékonyan állandó földi mérések nélkül.

Jelen kutatás célja, hogy a kórus nevű VLF emissziók földi regisztrátumaiból nyerjünk információt a sugárzási övek forrás populációjáról, mely fontos bemenő paramétere bármely sugárzási öv modellnek. A kórusok a plazmapauza egyenlítői részén, a plazmalepelből beinjektált napszél részecskék (forrás populáció) termális instabilitásából, nemlineáris hullám-részecske kölcsönhatás során keletkezett jelek. Első lépésként Omura et al. [2011] elméletét alkalmazva megalkottunk egy inverziós módszert, amit a Van Allen Probes műhold EM hullám és részecske mérésein teszteltünk. Második lépésként ugyanezt a módszert alkalmaztuk szimultán detektált műholdas és földi méréseken. A földön észlelt kórusok inverzióját a mágneses erővonalak menti terjedéssel egészítettük ki.

Végző célunk, hogy az Automatic Whistler Detector and Analyzer Network (AWDANet) [Lichtenberger et al. 2008] mintájára automatikus kórus detektáló és analizáló rendszert fejlesszünk.

Omura, Y., & Nunn, D. (2011). Triggering process of whistler mode chorus emissions in the magnetosphere. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 116 (A5).

Lichtenberger, J., Ferencz, C., Bodnar, L., Hamar, D., & Steinbach, P. (2008). Automatic whistler detector and analyzer system: Automatic whistler detector. *Journal of Geophysical Research: Space Physics* 113 (A12).

A 24. napciklus lefolyása és pár érdekes eseménye

Kálmán Béla

MTA CSFK Konkoly-Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézet
kalman@konkoly.hu

Végéhez közeledik a 24. napciklus, amely nagyon eltért az előzetes várakozásoktól. A naptevékenységi mérőszámokat tartalmazó adatbázisok alapján most már áttekinthető, miben volt ez a ciklus más, mint az eddigiek, és miben hasonlított. Bár időközben a leginkább használt mérőszám, a napfolt-relatívszám teljesen megújult, hosszas munkával, és a legmegbízhatóbb, leghosszabb megfigyelési adatsorokra támaszkodva homogenizálták, a 24.ciklus mégis alacsonyabbnak bizonyult az átlagnál. A 2.0 relatívszámok alapján is azonban, ha nem is érte el az előtte lefolyó 5-6 naptevékenységi ciklus magasságát, az évszázados adatsorban vannak hozzá nagyon hasonló lefolyású maximumok, pl. a 12., 14., 16. ciklusok a XIX sz. végén- XX sz. elején. A ciklus viszonylagos alacsonysága mellett azonban komoly aktív jelenségek is történtek folyamán, a Solar Dynamics Observatory műhold adatbázisa segítségével és az adatok szabad és saját fejlesztésű szoftveres feldolgozásával bemutatom a három legaktívabb napfoltcsoport (NOAA AR 11748, 2013 május; AR 12192, 2014 október és AR 12673, 2017 szeptember) fejlődését, és a kiemelkedő fler-aktivitáshoz vezető folyamatokat. Az utolsónak említett eset különösen szemléletes, mert egyidejűleg látható a Napon egy másik nagy foltcsoport is, amely azonban alig mutat fler-aktivitást. Megállapítható, hogy ezekben az esetekben is a gyors fejlődés, a felbukkanó új mágneses fluxus és a régi napfoltok kölcsönhatása felelős a nagyobb aktivitásért, valamint fontos szerepet játszik az új mágneses tér relatív helyzete a régihez képest. A 24. ciklus lecsengésével már jelentkeznek az új, 25. ciklus aktív vidékei is, az előrejelzések próbára teszik a kutatókat mind a minimum időpontjára, mind pedig a következő maximum nagyságára vonatkozólag, a módszerek alapjául szolgáló hipotézisek különbözősége miatt jelentős eltérések vannak. Végezetül pár szót ejtek egy új felfedezésről, egy nagyon jelentős szoláris eredetű részecskeeseményről i.e. 660 táján, melynek nagysága megközelíti az eddig ismert legnagyobb, i.sz. 774/775-ös hasonló eseményt.

Alföldi szikestől az Atacama-sivatagig: miként támogatjuk az ExoMars rover fúrásait

Kereszturi Ákos¹, Kapui Zsuzsanna², Pál Bernadett¹,
Skultéti Ágnes³

¹ MTA CSFK Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet
kereszturi.akos@csfk.mta.hu

² MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet

³ MTA CSFK Földrajztudományi Intézet

Az ExoMars 2020 rover nevű küldetés a tervek alapján első alkalommal fog 2 méter mélyre lefúrni a Marson, majd az onnan kiemelt mintát laboratóriumában fogja vizsgálni. Az ESA kutatóprogramjában közreműködve a CSFK, a BME, az MBFSZ munkatársai kifejlesztettek egy ún. terepi furatlyuk-fal scannert, amelynek segítségével különböző furatlyukak falai elemezhetők, majd a kiemelt mintát laboratóriumban optikai, infravörös és Raman módszerrel vizsgálva a célkőzet további jellemzői tanulmányozhatók. A COOP_NN_116927 projekt keretében elkészített műszer az ESA 2018-as spanyolországi terepi tesztjén segítette a rover fúrásainak megértését földi terepi viszonyok között. Emellett a tunéziai Szaharában, az Atacama-sivatagban, valamint magyarországi területeken is használatba került. A vizsgált üledékes és vulkanikus kőzetek elemzései, mint esettanulmányok néhány általános jellemzőt és várható megfigyelést jeleznek előre, ami segíti a rover munkájának tervezését.

A furatlyuk-fal mozaikok alapján nehezen határozhatóak ásványok, míg az üledékes szerkezetek, az aggregátumok, repedések és kihullott elemek jól azonosíthatóak, és összefüggést mutatnak a terület kőzettani adottságaival. A szemcseméret becslésében nincs nagy különbség a falban és a kiemelt mintában végzett mérések során, a fal deformációs formái pedig utalnak a kőzetanyag szilárdságára, akár a furatlyuk beomlását is előre jelezhetik. A furatlyuk-fal kinézetéből becsült deformálhatóság, és az ásványtani összetétel között szerény kapcsolat mutatkozott, rétegtani megfigyelésekre pedig sokkal kevésbé nyílt lehetőség, mint az a szabad felszínen, erózióknak kitett kőzetkibukkanások alapján várható. A tapasztalatok alapján a marsi fúrásoknál a furatlyuk beomlásával, a deformációval mint indikátorral érdemes számolni, emellett különféle jellegzetes bélyegek azonosíthatóak, amelyek támpontot adhatnak a kiemelt minta értelmezéséhez, főleg kontextusba helyezéséhez – utóbbi információ a kiemelt és a labormérésekhez összetört mintából nem nyerhető ki.

A diffúz ionok anomális viselkedése a földi lökéshullám környezetében

Kis Árpád, Lemperger István, Barta Veronika, Vörös Zoltán

MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet

kis.arpad@csfk.mta.hu

Tanulmányunkban a Cluster műholdak által észlelt nagy energiájú ionok viselkedéséről számolunk be a földi lökéshullám (fejhullám) kvázi-párhuzamos oldalán. Olyan időszakot vizsgáltunk, amikor a Cluster négy, tetraéder alakzatban repülő műholdja között a távolság nagy volt, nevezetesen 1-1.5 földszugárnyi. Két esetet mutatunk be, mindkét esemény nagy sebességű napszél áramlat idején volt megfigyelhető. A tanulmány célja összehasonlítani az energizált ionok parciális sűrűségének térbeli fejlődését a mágneses erővonalak mentén. A műholdak lökéshullámtól való távolságát egy dinamikus, 3 dimenziós fejhullám modell segítségével határoztuk meg, amelynek helyzetét és alakját folyamatosan hozzáigazítottuk a mért napszél adatokhoz. Az 1.-es és a 3.-as műholdak lökéshullámtól mért távolságát meghatároztuk mágneses erővonalak mentén, felhasználva a műholdak pontos helyzetét. A Cluster műholdak fedélzetén található CIS-HIA műszer méri az energizált ionok parciális sűrűségét a 10-32 keV energiatartományban, négy energiasávban. A távolság és az ion adatok felhasználásával meghatároztuk az energizált ionok sűrűségének a gradienseit a lökéshullámtól különféle távolságokra, amiből levezethető a gyorsítási folyamatra jellemző karakterisztikus távolság és az ún. diffúziós együttható. Eredményeink azt bizonyítják, hogy az energizált ionok sűrűségprofiljának a karakterisztikus távolsága és a diffúziós együttható szokatlanul kis értéket vesz fel olyan esetekben, amikor a merőleges oldalról származó ionsugár által keltett hullámok intenzitása meghaladja a lokális hullámok intenzitását. Az elmélet és az eddigi megfigyelések szerint a gyorsítási folyamatban részt vevő ionok szórásáért lokálisan (vagyis a kvázi párhuzamos lökéshullám előtti térségben) generált hullámok a felelősek, amelyek intenzitása a frekvencia-rezonancia tartományban meghatározza a szórás hatékonyságát. Az általunk vizsgált esetben azonban a lökéshullám kvázi-merőleges részén visszaverődött ionsugár által keltett hullámokat a napszél árama besodorta mélyen a párhuzamos oldal előtti térségbe. Ezen "jövevény" hullámok beavatkoztak a szóródási folyamatba, aminek eredményeképpen a szórás (és ezáltal a gyorsítási folyamat is) sokkal hatékonyabbá vált. Ez az első alkalom, hogy sikerült megfigyelni ezt a jelenséget.

Magyar részvétel az ESA ARIEL missziójának tudományos programjában

Kiss Csaba¹, Szabó Róbert¹, Ábrahám Péter¹, Kóspál Ágnes¹,
Moór Attila¹, Szabó Gyula², Vida Krisztián¹

¹ MTA CSFK Csillagászati Intézet, Budapest

kiss.csaba@csfk.mta.hu

² ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium, Szombathely

Az ARIEL-űrtávcső az Európai Űrügynökség (ESA) következő M-osztályú (közepes) űrtávcsőve lesz, amelyet 2018-ban választottak ki megvalósításra, és várhatóan 2028-ban került majd felbocsátásra. Bár ma már több ezer exobolygót ismerünk, nagyon keveset tudunk arról, hogy milyen lehet ezeknek a bolygóknak az kémiai összetétele, ez hogyan függ össze központi csillaguk fejlődésével és a bolygók csillag körüli keletkezési környezetével. Az ARIEL legfontosabb célja már ismert exobolygók, elsősorban a csillagjukhoz nagyon közel keringő gázóriások és úgynevezett szuper-Földek légköri kémiájának vizsgálata átvonulási spektroszkópiával, azaz olyankor megfigyelve a színeküket, amikor ezek a bolygók éppen a csillaguk előtt haladnak el. Az ARIEL-lel teljes, 4 éves tervezett élettartama alatt mintegy 1000 exobolygóról kaphatunk színekpet a 1.25–7.8 μm hullámhossztartományban, sok esetben megfigyelve a légkörben bekövetkező esetleges változásokat, pl. felhőrendszerek képződését is.

Az MTA CSFK Csillagászati Intézete tagja az ARIEL konzorciumának és az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatóriumával együtt részt vesz az ARIEL tudományos programjának előkészítésében, többek között az exobolygó holdak, légköri becsapódások és villámok detektálhatóságának modellezésével, illetve a csillagaktivitás bolygószínekpre gyakorolt hatásának tanulmányozásával.

Az ARIEL mérési időpontjait az észlelhető exobolygó-átvonulások előre meghatározott időpontjai szabják meg. Ezek között összességében évi több ezer óra mérési idő van, amely további projektek végrehajtására használható fel. Az MTA CSFK Csillagászati Intézetének kutatói fogják kidolgozni azt a koncepciót, amellyel ezt a mérési időt egyéb, tudományos szempontból fontos célpontok mérésére optimálisan fel lehet használni. Ezek részben olyan barna törpék és aktív csillagok, amelyek szerepelnek az ARIEL elsődleges tudományos célpontjai között, részben pedig olyan, tudományos szempontból érdekes objektumok, amelyek esetében az infravörös spektroszkópiának nagy a jelentősége, pl. a fiatal csillagok, protoplanetáris korongok és extrém portartalmú törmelékkorongok színekének változékonysága.

Kisbolygók fotometriája: új eredmények az űrből és a Földről

Kiss László

MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

Kiss.Laszlo@csfk.mta.hu

Naprendszerünkben a kis égitestek több, egymástól jól elkülönült övezetben koncentrálódnak, melyek közül a legismertebb a Mars és a Jupiter pályája között keringő kisbolygók főöve, illetve a Neptunuszon túli távoli régió jeges égitestjeinek övezete. Évmilliós időskálákon a kis égitestek vándorolnak az övezetek között, a fejlődés egyik lehetséges végállapota pedig a Naphoz sokkal közelebb keringő objektumoké, melyek a Föld pályáján áthaladva potenciális kozmikus veszélyforrásokként is azonosíthatók. Ennek megfelelően a jelenleg ismert nagyszámú (>1 millió) kisbolygó tanulmányozásában mind az egyedi részletes vizsgálatok, mind a populációk általános tulajdonságait felderítő kutatások fontos eredményekre vezetnek a csillagászatban, a planetológiában és a helyszíni mérésekre irányuló űrkutatási fejlesztésekben.

Ebben az áttekintésben az MTA CSFK Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet Naprendszer Kutatócsoportjának azon friss eredményeiből válogatunk, amelyek a főövi és Neptunuszon túli kisbolygók újszerű technikákat használó megfigyeléseiből származnak. Az alapjelenség mindenütt a kisbolygók látszó fényességében fellépő időbeli változás, amelynek pontos és/vagy megszakításoktól mentes mérésével és értelmezésével időnként meglepően részletes fizikai kép rakható össze. A NASA Kepler/K2 és TESS űrtávcsövei mellett fontos eredményeket kaptunk kisbolygó-okkultációk EMCCD-s megfigyelésével is. Hogy kerülnek piszkéstetői mérések a Nature hasábjaira? Hogyan lehet egy exobolygók felfedezésére optimalizált űrtávcsővel naprendszeri kutatásokat végezni? Egyáltalán mire jó ez az egész? Előadásunk ezekre és hasonlóan feszítő kérdésekre próbál választ adni.

A MarsRengések program elindítása magyar középiskolások számára

Kiszely Márta¹, Hudoba György², Czanik Csenge¹

¹ MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet

kiszely.marta@csfk.mta.hu

² Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar

A NASA 2018-as InSight Mars felfedezőútja során szeizmométert is telepítenek a Marsra, amely „élő” adatokat küld vissza a Földre. Az erre épülő British Geological Survey „MarsQuake” projectje során műholdképeket felhasználva a szeizmométer jelei alapján új meteor becsapódási krátereket kereshetnek az érdeklődők segítve a marskutatókat. A „MarsRengések” program ennek a magyarországi diákok számára elindított párja, ami egy ismeretterjesztő kiadványt (Marsrengések – Szeizmológia más bolygókon) és hozzá kapcsolódó órai feladatokat és kísérleteket tartalmaz. Az 1960-as és 1970-es években végrehajtott Hold-missziók óta ez lesz az első lehetőség arra, hogy más planéta talajrengéseit tanulmányozhassuk. A Marsba "belelátni", azaz belső szerkezetét és folyamatait megismerni a szeizmológia módszereivel, vagyis a "marsrengések" és meteorit becsapódások okozta talajrezgések tanulmányozása segítségével lehetséges.

A célközönség a 11-18 éves korosztály. A NASA 2018-as InSight Mars misszió által visszaküldött valós adatokat és képeket használhatják fel a diákok. A könyv melléklete tartalmaz 11 feladatot, illetve tanuló kísérletet. A foglalkozások során az ifjú „marskutatók” modellezik a meteorit becsapódásokat, és vizsgálják a becsapódások hatását, amit akár otthon mi maguk is elvégezhetnek!

Sok évtizedes nemzetközi tapasztalatokra támaszkodva állíthatjuk, hogy a csillagászat mellett a földrengések is kiváló „vivőfrekvenciája” a szokásos természettudományos tantárgyaknak, hiszen számos olyan területe van, amellyel nagyon könnyű felkelteni a fiatalok érdeklődését, ismeretanyagába pedig természetes módon szövődnek bele a matematikai, fizikai, földrajz és a számítógépes ismeretek is. Eredmény: a diákok megtanulják, hogyan kell szeizmikus adatokat elemezni egyszerű táblázatok, félprofesszionális elemző szoftverek és egyszerű számítógépes programok segítségével.

A program számára 2 honlap is készült, ahonnan a lektorált könyv és a tanuló kísérletek pdf formában letölthetők:

marskutatas.suliszeizmo.hu és <http://telapo.datatrans.hu/mars/>

Az ország számos területéről jelentkeztek a programra, többek között 2 csillagász szakkör is. Több előadást és bemutatót tartottunk a programról. Egy facebook csoport is alakult „Marsrengések – kiből lesz marskutató” címmel, ahol napi kapcsolat van a programra jelentkezőkkel, és a legfrissebb InSight hírek itt olvashatók. Eddig két feladatot kaptak a tagok, a földrengések folyamatos megfigyelése mellett.

Villám keltette whistlerek forrásterülete és átviteli tényezője

Koronczay Dávid^{1,2}, Lichtenberger János^{1,2}

¹ ELTE TTK Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Űrkutató Csoport
david.koronczay@ttk.elte.hu

² MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet

Az elmúlt évek tudományos munkája nyomán az AWDANet (Automatic Whistler Detector and Analyzer Network) hálózatban megvalósult a villám keltette whistlerek rutinszerű elemzése, lehetővé téve a Föld körüli plazmaszféra monitorozását a földfelszínről. A whistlerterjedés elmélete évtizedek óta ismert, egyes részleteit azonban eddig nem tisztázták kiterjedt kísérleti kutatások. Ilyen kérdés a detektálással ellentétes félgömbön feltételezett forrásterületek pontos elhelyezkedése és kiterjedése.

Jelen kutatásban új módszert adunk az adott földi állomáson detektált villám keltette whistlerek forrásterületének meghatározására. A kauzatív villámkisülések térbeli eloszlásán kívül módszerünkkel a villám-whistler átviteli ráta térbeli eloszlása is megállapítható. A módszerhez pusztán egy whistler idősor és egy villám időpontokat és helyeket tartalmazó adatbázis szükséges. Előbbihez az AWDANet 2007 és 2018 közötti méréseit használtuk. Ehhez fel kellett dolgoznunk az állomások valós idejű feldolgozását megelőző, 2007 és 2014 közötti méréseit is. A villámokra vonatkozó adatokat a WWLLN (World Wide Lightning Location Network) globális villámdetektor hálózat azonos időszakra vonatkozó adataiból vettük. Munkánkban összesen körülbelül 70 millió detektált whistler nyomot és 2 milliárd lokalizált villámkisülést használtunk fel.

Módszerünket alkalmazva a fenti adatokra, tizenöt földi állomásra határoztuk meg az azokhoz tartozó forrásterületeket. Bemutatjuk a kapott forrásterület térképeket és átviteli tényező térképeket. Eredményünk szerint azok minden esetben a detektor állomás geomágneses konjugált pontja körül helyezkednek el. A forrásterület a konjugált pont körül jellemzően 2000 kilométer sugarú körön belül helyezkedik el, ám egyes esetekben akár 3500 km-re is detektálható szignifikáns forrás. Az eredmények összhangban vannak a whistlerterjedés azon elméletével, hogy a földön detektált whistlerek a plazmaszférában vezetetten terjedt jelek. Módszerünk magyarázatot ad az irodalomban szereplő korábbi, meglepő, az elméletből vártak ellentmondó eredményekre.

Munkánkból számos további vizsgálat származtatható, elsősorban a villám-whistler átvitel időbeli és egyéb tényezőktől való függése tekintetében (napszaktól és évszaktól való függés, geomágneses tevékenységtől való függés, villámok paramétereitől – mint pl. csúcsáram – való függés).

Turbulens dinamikai folyamatok spektrális vizsgálata a Vénusz és a Föld magnetoszféra burkában

Kovács Péter¹, Navin Kumar Dwivedi², Marius Echim³, Emiliya Yordanova⁴

¹ Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat

² Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences, Graz, Austria

³ Belgian Institute for Space Aeronomie, Brussels, Belgium

⁴ Swedish Institute of Space Physics, Uppsala, Sweden

kovacs.peter@mbfsz.gov.hu

A Vénusz tömege, sűrűsége és mérete a Földéhez rendkívül hasonló. Lényeges eltérés azonban, hogy a Vénusznak nincs belső eredetű mágneses tere, és ez által a Földéhez hasonló magnetoszférája sem. A Vénuszt egy komoly légkör veszi körül, amelynek felső rétegei a Nap ionizáló sugárzásának hatására ionoszférát hoznak létre. Az ionoszféra és a napszél mágneses terének kölcsönhatása révén a Vénusz környezetében is kialakulhat egy ún. indukált magnetoszféra, ami a Földénél természetesen jóval kisebb. Az indukált magnetoszféra akadályt képez a napszél számára, a két térrész között tehát lökéshullámfront és magnetoszféra burok is megfigyelhető.

Az előadásban a Föld és a Vénusz magnetoszféra burkainak turbulens sajátosságait vizsgáljuk. Az elemzésekhez a 2016-ban zárult STORM EU FP7 pályázat adott keretet. A Vénusz és a földi magnetoszféra dinamikai vizsgálatában a Venus Express (VEX) és a Cluster missziók mágneses idősorait használtuk fel. 778 Vénusz és 337 földi magnetoszféra burok idősort válogattunk ki a műholdak mágneses és plazma adatainak felhasználásával. A turbulens plazma áram MHD tér-skála tartományában az energia hőveszteség nélkül adódik át a különböző tér szintek között, ami a folyamatok mágneses vagy sebesség tér spektrumainak skála-független, ún. power-law jellegét eredményezi. Teljesen kifejlődött turbulencia esetén a spektrumok skálázási exponense -1.6 (Kolmogorov spektrum), illetve -1,5 (Iroshnikov-Kraichnan spektrum). Idősorainak spektrumain a power-law skálázási szakaszok előfordulásait tanulmányoztuk egy általunk fejlesztett automatikus hatvány függvény illesztő algoritmussal. A szakaszok frekvencia tartományát, valamint a hozzájuk rendelhető skálázási exponenseket a több száz idősorra vonatkozóan statisztikailag elemeztük. Teljesen kifejlett turbulenciára utaló spektrális jelleget a Vénusz magnetoszféra burkában figyelhattunk meg, az ionok tehetetlenségi hosszánál nagyobb tér skála tartományon. A földi magnetoszféra burok esetén szintén kimutatható a skálázási tartomány, de a Kolmogorov típusú spektrumnál lényegesen kisebb, -2,5-es skálázási exponenssel. A különbség okaként azt feltételezzük, hogy a Vénusz magnetoszféra burkában a napszél teljesen kifejlett turbulens jellege

dominánsabban jelentkezhet, mint a földi burookban. A Föld esetében a lökéshullámfronton való áthaladással a napszélben új dinamikai jelleg fejlődik ki, és a burok tértartománya nem elegendően széles ahhoz, hogy ez teljesen kifejlődött turbulenciává alakuljon. A spektrális elemzések mellett minimum variancia analízissel vizsgáltuk azt is, hogy a különböző frekvencia tartományokban milyen módusú hullámok előfordulása a legvalószínűbb.

A Földi mágneses főtér gépi tanulás segítségével előállított ekvivalens forrásmodellje

Kuslits Lukács¹, Lemperger István¹, Ciaran Beggan²,
Prácser Ernő¹, Bozsó István¹, Szalai Sándor¹,
Wesztergom Viktor¹

¹ MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet
kuslits.lukacs@csfk.mta.hu

² British Geological Survey, BGS Edinburgh

A kutatási feladat a CHAOS-6 műholdas és földi obszervatóriumi adatokat felhasználó geomágneses modell Földmag eredetű részének rekonstrukciója egy új *típusú forrásmodellező eljárás alkalmazásával*.

A módszer kétféle ekvivalens forrásmodellt vizsgált, az egyikben a forrásokat egyszerű köráramokként, a másikban összetettebb, csavarvonalas vortex geometriával modellezte. Ez utóbbi modell alacsony viszkozitású, a tényleges Földmagra jellemző Ekman-számot közelítő geodinamó modellek áramsűrűség-eloszlásában megfigyelhető lokális elrendeződést hivatott közelíteni.

A forrásparaméterek becslése három fázisú inverziós eljárás segítségével zajlott.

A módszer első lépésben a magfelszínre lefelé folytatott radiális mágneses mező térképeit a konvolúciós neurális hálózatokéhoz hasonló működésű pehelysúlyú neurális hálókkal dolgozta fel. Ezek tanítása a forrásmodellekkel végzett tesztek sokaságán zajlott, hogy ennek segítségével az ekvivalens források földrajzi eloszlására tudjanak a mágneses térkép segítségével becslést adni. Ezt követően valamennyi megmaradt forrásparaméter optimális értékét genetikus algoritmus határozta meg. Végül egy linearizált SVD felbontáson alapuló regularizált inverzióval kerültek pontosításra az eredmények, az eljárás stabilitását leíró fontos minőségjellemzőket származtatva ilyen módon.

Mivel a bemenő adatok mindkét modell esetén normált térértékek voltak, az ekvivalens forrásáramok erősségét egy skálatényező beállítása adta meg úgy, hogy a legjobb illeszkedés álljon elő a modell dimenziós értékeire.

A két becsült modell értékelése során sor került a regularizált inverzió Jacobi-mátrixából származtatott minőségjellemzők vizsgálatára. A források földrajzi, mélység- és méretbeli eloszlását szekuláris variációs adatok segítségével becsült, maghatárra jellemző áramlási sebességtérrel is összevetettük. Megfigyelhető volt, hogy a nagyobb méretű, és sekélyebb mélységbe helyezett ekvivalens források zömmel azon térségek peremén összpontosulnak, ahol az áramlási sebesség a környezethez képes magas értékeket vész fel.

További kutatás tárgyát képezi a forrásmodellek által létrehozott térbeli áramsűrűség-eloszlás összevetése az MHD szimulációkban számított értékekkel, ami az ekvivalens forrásmodellek valósághűségéről nyújthat lényeges ismeretet.

A Trabant űrmisszió

Lichtenberger János^{1,2}, Ferencz Csaba¹, Szegedi Péter³,
Ferencz Orsolya¹, Solymosi János⁴, Hetényi Tamás⁴,
Géczy Gábor⁴, Pálos Zoltán⁵, Balázs András⁵, Troznai Gábor⁶

¹ ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Űrkutató Csoport
lityi@sas.elte.hu

² MTA CSFK Geodéziai és Geofizika Intézet

³ BL Electronics Kft.

⁴ Bonn Hungary Kft.

⁵ Wigner Fizikai Kutatóközpont

⁶ SGF Kft

A Trabant orosz-magyar űrmisszió célja az űrkörnyezet megfigyelése elektromágnesesen csendes mikroműholdak segítségével. Az Űrmisszió két, identikus egyenként mintegy 60kg-os műholdból áll. A misszió fő tudományos célja a különböző skálájú ionoszférainhomogenitások, azok térbeli és időbeli változásának megfigyelése, az ionoszférában terjedő természetes és mesterséges plazmahullámok és azok terjedésének vizsgálata széles dinamika és frekvenciatarományban. A két mikroműhold azonos pályán, 100m-100km-es térbeli szeparációval fog keringeni.

A műholdakon hat tudományos kísérlet lesz:

1. ULF-ELF-VLF hullámkísérlet
2. Elektronsűrűség mérés
3. Rádiófrekvenciás hullámelemző
4. Duál-frekvenciás teljesoszlop-elektronsűrűség mérés
5. Elektron energia spektrométer
6. Ion energia-tömeg spektrométer

Az ULF-ELF-VLF hullámkísérlet mellett három fontos szolgálati eszköz, a fedélzeti adatgyűjtő számítógép, valamint az S- és X-sávú telemetria adó is magyar fejlesztésű lesz. Ez utóbbiak részei a duál-frekvenciás teljesoszlop-elektronsűrűség mérésnek is.

A Trabant űrmisszió egyedülálló különlegessége, hogy tervek szerint az ULF-ELF-VLF hullámkísérlet minden mérési adatát továbbítjuk a Földre. Ez mintegy **75 Gbyte/nap** adatmennyiség.

A fejlesztés 2017-ben indult, a tényleges műszerépítés 2019-ben indul. A két mikroműholdat egy Progresz orosz teherrakéta fogja pályára állítani, várhatóan 2021-ben.

Tesztadatsorok készítése az ESA Solar Orbiter Magnetometer számára

Madár Ákos ^{1,2}, Opitz Andrea ¹, Erdős Géza ¹

madarakos2@gmail.com

¹ MTA Wigner FK, Budapest

² Geofizika Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

Az űridőjárás megértéséhez elengedhetetlen a napszél keletkezésének, illetve dinamikájának a vizsgálata. Ezen célokat tűzte ki az Európai Űrügynökség (ESA) a Solar Orbiter programmal. A várhatóan 2020 februárjában felbocsátott űrszonda heliocentrikus pályára állva fogja kutatni többek között a napszél eredetét, gyorsítási mechanizmusát, minden eddiginél nagyobb időbeli felbontással. A napszonda pályája különleges, hiszen olyan helioszférikus pozíciókban fog méréseket végezni, ahol eddig nem járt űrszonda: 0,28 - 1 AU radiális távolságnál, akár $\pm 34^\circ$ heliografikus szélességeken. Fedélzetén ott lesz a MAG magnetométer, melynek feldolgozó és vizualizációs programjához készítettünk teszt adatsorokat, melyek a Solar Orbiter által elért, a régi szondák által eddig meg nem látogatott térrészben hivatottak demonstrálni bizonyos jellemző jelenségeket, tranzienseket, nyugodtabb időszakokat, nagyságrendi becslést adva az ott a misszió során mérhető mennyiségekre. Emellett statisztikai vizsgálatot is végeztünk, az interplanetáris mágneses térre vonatkozóan. Mindezekhez régebbi űrszondák mérési adatait, valamint egyszerű elméleti modelleket használtunk.

A tesztadatsorok előállításához űrszondás méréseket, valamint ballisztikus propagációs módszert alkalmaztunk. Ennek oka, hogy bár elvileg a jóval bonyolultabb MHD modellek pontosabban írják le a napszél plazma fizikai folyamatait, a gyakorlati alkalmazásokban azonban mégis gyakran az egyszerű ballisztikus módszer jobb eredményeket ad, amely részben az MHD modellek kezdeti- és peremfeltételekre való érzékenysége miatt van. A ballisztikus módszer során mért adatsorokat egy egyszerű időeltolással extrapoláltuk a Solar Orbiter számára releváns pozíciókba, figyelembe véve a plazmasebességet. Az extrapolációnál a legtöbb fizikai mennyiséget bizonyos egyszerű modellek szerint korrigáltuk az adott radiális távolságra, illetve heliografikus szélességre. Az ekliptikában a Venus Express, Helios -A és -B, az L1-ben elhelyezett napszondák, valamint a MESSENGER űrszonda méréseiből válogattuk ki az idősorokat. Ekkor természetesen nem volt szükség ballisztikus módszerre, hiszen a kívánt radiális felbontást és tartományt ezekkel a mérésekkel le tudtuk fedni. Ekliptikán kívül a Naptól távolabb repülő Ulysses űrszonda adatait extrapoláltuk kisebb radiális távolságokra. Kerestünk hosszabb átlagos, nyugodt idősort, valamint extrém eseményekhez tartozó idősorokat (CME, CIR).

Űrtábori tapasztalatok – Űrtevékenységgel kapcsolatos ismeretek átadása magyar fiatalok számára

Milánkovich Dorottya, Bacsárdi László

Magyar Asztronautikai Társaság
milankovich@mant.hu

1994-ben a Magyar Asztronautikai Társaság (MANT) elindította az űrtábort, ahol a magyar ifjúság egy egyhetes nyári tábor során nyerhet bepillantást az űrhöz kapcsolódó hazai projektekbe és szerezhethet űrrel kapcsolatos ismereteket. A program szervezője az 1956-ban alapított legrégebbi magyar nonprofit űrtevékenységgel foglalkozó szervezet, amelynek alapvető célja az űrkutatás és űrtevékenység valamennyi területéhez kapcsolódó szakszerű tudományos ismeretterjesztés.

1994 óta számos tapasztalatot szereztünk azzal kapcsolatban, hogyan lehet hatékonyan átadni űrtevékenységgel kapcsolatos ismereteket középiskolás korosztály számára. A tábor egy vándortábor, minden évben más helyszínen kerül megrendezésre. 2018-ban 25 magyar diák érkezett Ukrajna és Románia magyarországi régióiból és Magyarországról a Zalaegerszegen tartott Űrtáborba. A táborozók közül 8 diák vett már részt a korábbi űrtáborokban. Az előző évek hagyományai alapján, ahol a programok egy kiválasztott téma köré épültek, mint például az aszteroida bányászat (2016), vagy a játék és a sport a világűrben (2017), 2018-ban a tábor kulcstémája a Holdfalu koncepció volt. A résztvevők 5 tagú csoportokban dolgoztak a heti témához kapcsolódó egész héten átívelő projekten. A diákokat a magyar űrkutatással foglalkozó szakértők által tartott 13 előadás segítette abban, hogy új ismereteket szerezzenek és elmélyülhessenek a heti projektfeladat témájában. A csapatmunka mellett a tábori programot kirándulások, technológiai előadások és egyéb tevékenységek színesítették, mint például az űrkvíz, sport- és más csapatépítő játékok, a mozi est és az éjszakai égbolt és a Nap megfigyelése távcsövekkel. A program további fénypontjai a különböző műszaki látogatások voltak, beleértve a kirándulást egy önvezető autók tesztelésére épített tesztpályára Zalaegerszegen vagy a műszaki (mechatronikai) témájú laborlátogatást egy közeli egyetemen.

Jelen előadásban a szerzők - akik egyben a 2018-ban rendezett tábor vezetői voltak - célja az űrtáborban megszerzett tapasztalatok megosztása, a szervezeti felépítés, valamint a résztvevő diákok és előadók kiválasztási folyamatának ismertetése, továbbá a szervezés során tapasztalt kihívások és tanulságok bemutatása.

Foltcsoportok bomlása nagy felbontású adatsoron

Muraközy Judit

MTA CSFK Csillagászati Intézet DNO
murakozy.judit@csfk.mta.hu

A Debreceni Napfizikai Obszervatóriumban készített Solar and Heliospheric Observatory/Michaelson Doppler Imager - Debrecen Data (SDD) napfolt adatbázis egyedülálló lehetőséget biztosít a napfoltcsoportok fejlődésének és morfológiájának vizsgálatára. A minden eddiginél részletesebb katalógus a foltcsoportok minden egyes foltjával elszámol, megadva azok terület adatait, helyzetét, illetve mágneses terének értékeit másfél órás időbeli felbontással. Ez teszi lehetővé nemcsak az egyes aktív régiók, de azok vezető, illetve követő részeinek elkülönített vizsgálatát is. A korábbi, a foltcsoportok fejlődését tanulmányozó vizsgálatunk (Muraközy, Baranyi, Ludmány, 2014, Sol. Phys. 289, 563-577) után most a foltcsoportok visszafejlődését vettem górcső alá. Vizsgálataimba közel 250 olyan foltcsoportot vontam be, melyek maximális területű állapotának időpontjai pontosan meghatározhatók, s így a bomlási ráta biztonsággal számítható a foltcsoportokra, illetve azok vezető és követő részeire egyaránt. A foltok területeként minden esetben a korrigált, és a napkorong milliomod részében kifejezett umbra területet alkalmaztam. A pontosság fokozása érdekében csak a centrumtól mért 65 fokon belül vettem figyelembe a foltcsoportokat. A visszafejlődési rátát a napkorongon való utolsó észlelés, illetve a maximális állapot területkülönbsége, és az ezen állapotok között eltelt idő hányadosaként számítottam ki. Vizsgálataim szerint a napfoltok visszafejlődési rátája és azok maximális területei között egyenes arányosság figyelhető meg. A vezető részek esetén kissé gyorsabb területváltozás mutatható ki, mint a követő részek esetén. Ez megegyezik a fejlődés során tapasztaltakkal. A foltcsoportokban található foltok számának változása szintén egyenes területfüggést mutat a visszafejlődés során, csak ez esetben a változás a követő részek esetén kifejezettebb, míg a vezető részek esetén nem, vagy csak nagyon kis mértékben figyelhető meg. Az előzőekben említett vizsgált tulajdonságokra ciklusfüggés nem mutatható ki.

A félgömbi napfoltciklusok kapcsolata az interplanetáris és a geomágneses terekkel

Muraközy Judit

MTA CSFK Csillagászati Intézet DNO

murakozy.judit@csfk.mta.hu

A szoláris dinamó egyik ismert jelensége a napfoltciklusok félgömbi aszimmetriája, mely szerint a szoláris félgömbök mágneses aktivitásának szintje közepes és hosszú időskálán is eltérő. Mivel az interplanetáris mágneses teret a szoláris mágneses tér és a kifelé irányuló napszél hatásai alakítják, nem kizárt az említett szoláris aszimmetria hatásának megjelenése sem az ezeket leíró adatsorokban. Ennek vizsgálatára a már korábban kimutatott (Muraközy és Ludmány, 2012, MNRAS, 419, 3624; illetve Muraközy, 2016, ApJ, 826, 145) 2x4-es szoláris félgömbi aszimmetria mintáját kerestem az interplanetáris és a geomágneses teret jellemző különböző adatsorok (interplanetáris mágneses tér (IMT) B értéke, napszélsebesség illetve az Ap, aa és Dst geomágneses indexek) vizsgálatával. A szoláris félgömbi aszimmetriát az északi, illetve déli félgömbök foltszámai havi különbségeinek abszolút értékével ($|\Delta NG|$) jellemeztem, az idősorok hasonlóságát pedig a görbepárok éves menetének egymáshoz viszonyított irányával. A $|\Delta NG|$ hatása a napszél sebességére nem mutatható ki meggyőzően, de a flow pressure változásaival 64 %-os egyezés található a vizsgált időtartam alatt. Az interplanetáris mágneses tér és a teljes szoláris mágneses aktivitás változásai között a kapcsolat gyengébb, mint a $|\Delta NG|$ esetén, ahol 80 %-os egyezés mutatható ki. Ez teljesen váratlan eredmény. Eszerint az IMT-nek nem csupán a szoláris aktivitással van kapcsolata, hanem a szoláris félgömbi aszimmetria erősségével is. A $|\Delta NG|$, illetve az Ap és Dst indexek idősorában a görbepárok lokális szélsőértékei közel azonos időpontban figyelhetők meg, továbbá az Ap és Dst indexek idősorának lokális minimumai vannak a 4+4-es ciklusok változásának időpontjaiban, 1964 és 2008 körül.

A $|\Delta NG|$ -nek az Ap és Dst változásaival rendre 64, illetve 65 %-os hasonlóság mutatható ki. Mivel a geomágneses aktivitás monitorozására az elérhető leghosszabb adatsor az aa index - mely a greenwichi napfolt-katalógus kezdetétől létezik -, ezért annak kapcsolatát is megvizsgáltam a $|\Delta NG|$ -vel. A görbék között az Ap index esetében tapasztalható hasonlóság áll fenn a vizsgált időtartam 63 %-ában, illetve szélsőértékeik azonos időpontra esnek 1964-ben, illetve 1923-ban, de ez a koincidencia nem mutatható ki a greenwichi adatbázis első négy ciklusa során.

Az ion-semleges kölcsönhatás és szerepe a magnetoszférák szerkezetének alakításában

Németh Zoltán

MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont

nemeth.zoltan@wigner.mta.hu

Sok fontos területet ismerünk ahol gazdagon strukturált, energikus és dinamikus elektromágneses jelenségek kialakulásának hátterében végső soron híg plazma és áramló semleges gáz kölcsönhatása áll. A jelenség kiemelten fontos szerepet játszik például indukált magnetoszféráknál, ahol a mágnesezett plazma viszonylag sűrű semleges gázzal találkozhat. A Naprendszer legkisebb természetes mágneses tereit az üstökösök diamágneses üregeiben találjuk, ahonnan az áramló plazma kisodorja a befelé igyekvő külső teret. De hogyan, ha a plazma dinamikus nyomása sokkal kisebb, mint a külső mágneses nyomás? Itt is az ion-semleges kölcsönhatás segít, közvetítésével egy olyan egyensúly alakul ki, amelyben a külső tér ugyan befelé kényszerítené a plazma ionjait, de a kifelé áramló semleges gáz atomjaival való sorozatos ütközések újra és újra visszatérítik őket eredeti pozíciójuk közelébe, így közvetve kiszorítva a mágneses teret az üstökösök környezetéből.

Az ion-semleges kölcsönhatás három alapegyenletének analitikus és numerikus analízisével jobban megérthetjük e sok területen jelentős, mégis kevésbé feltárt jelenségek alapvető működését. Jelenleg a szakirodalomban a sztatikus rendszert leíró egyik egyenlet bizonyos közelítő megoldásai ismertek. Jelen munka során kiderült, hogy a teljes csatolt differenciálegyenlet-rendszernek is találhatók egzakt analitikus megoldásai, amelyek jó alapot szolgáltatnak az eddig nem vizsgált aszimptotikus esetek leírásához és a megelőző kutatások során kísérletileg megfigyelt dinamikus jelenségek megértéséhez. Az eredményeket elsősorban a Rosetta űrszonda által a közelmúltban vizsgált 67P/Csurjumov-Geraszimenko üstökös diamágneses üregével kapcsolatban alkalmaztam. Az üreg határán a mágneses tér gyors exponenciális felfutást mutat, a görbe az üregtől távol belesimul a klasszikus megoldásba. A plazmasűrűség az üreg határán megemelkedik, a sűrűségugrás alacsony üstökös-aktivitás mellett jelentősebb, azaz az üreg gyenge üstökösnél a vártnál nagyobb lehet. Táguló és összehúzódó megoldások is megjelennek, összhangban a megfigyelésekkel.

A munka az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj és az ÚNKP Bolyai+ Felsőoktatási Fiatal Oktatói, Kutatói Ösztöndíj támogatásával valósult meg.

Mit mondanak a műholdas mérések az anizotróp plazmában ferdén terjedő jelek kétféle modelljéről?

Steinbach Péter^{1,2}, Ferencz Orsolya², Lichtenberger János^{2,3}

¹ MTA-ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport
steinb@sas.elte.hu

² ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék Űrkutató Csoport

³ MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet

A földi plazmakörnyezet feltárásban kitüntetett szerepe van a mágneses tér jelenléte miatt anizotróp közegben terjedő villamos jelek rögzítésének, azonosítható hullámjelenségek vizsgálatának, modellezésének. A közegről információt hordozó e.m jelek helyes értelmezéséhez (pl. inverzió) ismerni kell a terjedési utat. A speciális esetnek tekinthető vezetett terjedés mellett a plazmában az erővonalakkal szöget bezáró, ún. ferde terjedés az uralkodó, ahol a terjedés nem kötött az erővonalak, vagy más vezető szerkezetek mentén. Ennek a terjedési típusnak leírására több évtizede levezetett, és azóta a legszélesebb körben alkalmazott, monokromatikus megoldás ismert (Stix, 1962, Stix 1992). Ezt a modellt a geometriai optika elvén alapuló sugárkövetésben használják, ahol a - jellemzően szélessávú, időben korlátos - jelek minden frekvenciája szükségszerűen különböző sugárúton halad. E modelltól alapvetően eltérő, tetszőleges alakú, UWB jelek terjedését leíró modellben (Ferencz et al., 2001) a teljes jel, impulzus egyetlen, ferde nyomon halad a közegben. A két modell tehát alapvetően más fizikai leírást, topológiát ad a közegbeli energia terjedési módjára.

Korrekt fizikai értelmezéshez, és minél pontosabb modellezéshez megvizsgáltuk a két leírásmód érvényességét, pontosságát szintetikus adatokon és a plazmakörnyezetben regisztrált, műholdas fedélzeti adatokon mint referencián tesztelve. Az elmúlt évek, évtizedek műholdas hullámkísérletekben jellemző sáv szélességeken (ELF, VLF) a két modell összemérhetően jó, kis eltérésű eredményt mutat pl. a futásidőket tekintve, de az UWB modell rendre jobb illeszkedésűnek adódott. Azonban a közeljövő fedélzeti kísérleteiben várható, magasabb mintavételű, nagyobb sáv szélességű (MF-HF) adatrögzítés sávjában már a két modell képe radikálisan eltérő, ezeken a frekvenciákon a klasszikus modell alkalmazhatósága, érvényessége már erősen korlátozott lesz.

Ferencz Cs.; Ferencz O. E.; Hamar D.; Lichtenberger J. (2001). Whistler phenomena: Short Impulse Propagation. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. ISBN 0-7923-6995-5

T. H. Stix, The Theory of Plasma Waves, McGraw-Hill, New York, 1962.

Stix T. (1992). Waves in plasmas, American Institute of Physics. New York, ISBN 0-8831-8859-7

10 éve a Nemzetközi Űrállomás fedélzetén — a DOSIS projekt

Strádi Andrea, Szabó Julianna, Hirn Attila

MTA Energiatudományi Kutatóközpont, Űrdozimetriai Kutatócsoport
stradi.andrea@energia.mta.hu

Az EK Űrdozimetriai Kutatócsoportja más típusok mellett energiaellátást nem igénylő, passzív detektorokat is alkalmaz a kozmikus sugárzás vizsgálatára. Ezek a dózismérők kis méretük és robusztusságuk mellett olcsó, de megbízható mérést tesznek lehetővé, ezért kerültek bevetésre különböző űrjárműveken. A Nemzetközi Űrállomás európai Columbus moduljában 2009 óta gyűjtenek dozimetriai adatokat a csoport detektorai a DOSIS elnevezésű program keretében, amely az Európai Űrügynökség (ESA) szervezésében és a Német Repülési és Űrkutatási Intézet (DLR) irányításával folyik, hat európai kutatóintézet részvételével. E jelenleg is futó mérésorozat célja, hogy minél részletesebb, háromdimenziós felbontású sugárdózis térképet alkossunk a modul belsejéről. Az alkalmazott detektoregységek szilárdtest nyomdetektorokat (SSNTD) és termolumineszcens dózismérőket (TLD) tartalmaznak a nagy- és kis energialeadású (LET-ű) kozmikus sugárzás dózisének külön-külön történő rögzítésére. Az összegyűjtött dozimetriai adatok lényegesek lehetnek a hosszú időtartamú emberes űrutazások tervezése szempontjából, de hasznosíthatóak bármilyen más, a sugárzásra érzékeny kísérlet összeállításakor is. Emellett hasznos információkat szolgáltatnak az egyes sugárzást árnyékoló anyagokról és a kozmikus sugárzásban bekövetkező változásokról is. A kiegészítő földi kontroll és összehasonlító vizsgálataink lehetővé teszik a dozimetriai rendszerek további fejlesztését, megbízhatóságuk növelését. A fórumon a dozimetriai egységek részletes ismertetése mellett bemutatásra kerülnek majd azok az eredmények és tapasztalatok, amelyeket ebben hosszú távú programban szereztünk, valamint rámutatunk a sokrétű összefüggésekre melyek egy ilyen komplex űreszköz sugárzási terét befolyásolják.

Exobolygók fotometriája a CHEOPS, PLATO és ARIEL űrtávcsövekkel

Szabó M. Gyula¹, Derekas Aliz¹, Dobos Vera^{2,3}, Bókon András⁴

¹ ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium, Szombathely
szgy@gothard.hu

² MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron

³ MTA CSFK KTM Csillagászati Intézet, Budapest

⁴ SZTE Bajai Observatóriuma

Az elmúlt évtizedben bebizonyosodott, hogy az űrobservatóriumok folyamatos, nagy pontosságú adatai nélkülözhetetlen eszközei az exobolygók kutatásának. Egy-egy űrtávcső szinte egy tudományos korszakot jelöl ki a területen. A közeljövő európai exobolygó-kutatását a CHEOPS (Characterizing Exoplanet Satellite) űrtávcső fogja meghatározni. A 2027 körül várható PLATO 2.0 űrtávcső nagy égterületen fogja új bolygórendszerek ezreit fölfedezni. A 2028-ra tervezett ARIEL spektroszkópai űrtávcső bolygók légkörének kutatására is alkalmas lesz, és ez lesz az első űrtávcső, amely nagyfrekvenciás és többszín-fotometriai megfigyeléseket végez bolygórendszerekről és központi csillagokról.

A magyar tudományos intézményeken átívelő Exobolygókutató csoport mindhárom űrtávcsöves bolygókutató programba bekapcsolódott. A CHEOPS űrtávcsővel ismert exobolygók és közvetlen környezetük vizsgálata válik lehetővé, ami elvezet a bolygók és a távoli naprendszerek szerkezetének meghatározásához. A PLATO 2.0 rádiálissebesség-mérések alapján ismert, hosszú periódusú bolygók tranzitját is nagy számban fogja kimutatni, így először lesz lehetőség a közönséges (nem-forró) bolygók környezetének tanulmányozására, optimális esélyt nyújtva például az exoholdak felfedezésére is.

Az ARIEL űrtávcső fotometriai műszerének újdonsága az űrbéli gyorsfotometria és a spektrofotometria lehetősége. Az újszerű megfigyelési módszer lehetősége miatt a gyorsfotometriai programok kialakítása és igazolása is alapkérdés, a bolygókkal kapcsolatban legalább elvi szinten felmerül a villámlás, sarki fények, esetleg légköri becsapódások megfigyelhetősége, és a csillagfelszín előtt való elhaladás kihasználásával vizsgálható lesz a csillaglégkör és az aktív területek is. E műszer munkacsoportjának vezetésén keresztül a tudományos program kialakításában és véghezvitelében a magyar kutatóknak jelentős szerepük lesz.

Az előadás ezeket a projektjavaslatokat tekinti át és mutatja be.

Schumann-rezonancia tranziensek és forrásvillámaik automatikus azonosítása a nagyecenki ELF mérések és a WWLLN adatbázis alapján

Szabóné André Karolina¹, Bór József¹, Steinbach Péter^{2,3}
Sátori Gabriella¹

¹ MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet
szabone.andre.karolina@csfk.mta.hu

² Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, ELTE

³ MTA–ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport

Az extrém alacsony-frekvenciás (ELF, 3-3000 Hz) tranziensek főként intenzív villámkisülések során keletkező elektromágneses jelek, amelyek a Föld-ionoszféra hullámvezetőben terjedve bárhol észlelhetők a Földön a különösen alacsony energiavesztésnek köszönhetően [1]. Ilyen tranzienseket vizsgáltunk a Nagycenk közelében lévő Széchenyi István Geofizikai Observatóriumban működő Schumann rezonancia mérőrendszer által rögzített ELF idősorokban (NCK, 47°38'N, 16°43'E) [2].

A tranziensek automatikus megtalálásához elsősorban a Poynting vektor idősorát használtuk fel, amelynek horizontális komponenseit a két horizontális mágneses és a vertikális elektromos mező ELF idősoraiból számítottuk ki. A tranziensek forrásvillámait a World Wide Lightning Location Network (wwlln.net) adatbázisban azonosítottuk a tranziensek észlelési idejének egyezése és forrásirány illeszkedése alapján, ahol a forrás irányát a Poynting vektorból állapítottuk meg.

Az eljárás hatékonyságának szemléltetéséhez a 2014. október 30 és november 3 között eltelt öt nap során megtalált ELF tranziens források helyének földrajzi eloszlását és statisztikai tulajdonságait mutatjuk be.

[1] Nickolaenko et al., 2010, *Surv. Geophys.*, doi:10.1007/s10712-010-9096-9

[2] Bór et al., 2016, *J. Geophys. Res. Atmos.*, doi:10.1002/2015JD024712

Határréteg-áramok vizsgálata az MMS műholdak mágneses mérései alapján

Szárnya Csilla^{1,2}, Pásztor Szilárd¹

¹ Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Űrkutató Csoport, ELTE
szarnya.csilla@mta.csfk.hu

² MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet

A nagysikerű Cluster misszió mintájára 2015-ben elindították a tetraéder konfigurációban repülő MMS műholdakat. Fő feladatuk a magnetoszféra még kérdéses folyamatainak, effektusainak (átkötődés, hullám-részecske kölcsönhatás) felderítése és ehhez további céljuk minden eddiginél nagyobb időbeli felbontást szolgáltatni adott mennyiségekről (pl.: elektron-eloszlás). Az űrben történő mérések egyik alapvető fontosságú és nélkülözhetetlen része a mágneses tér mérése, ennek megfelelően az MMS műholdakat is felszerelték ehhez szükséges műszerekkel.

Az egyik ezek közül a fluxgate magnetométer, mely megbízhatósága, pontossága és dinamikusan változtatható méréstartománya miatt kedvelt műszer az űrben történő mágneses tér mérések esetében is. A speciális, tetraéder konfigurációja miatt az MMS-re is alkalmazhatóak azok az eljárások, melyeket a Clusterre dolgoztak ki, így az egyidejű, de térben elkülönült, 3-3 mágneses tér komponenszt nyújtó fluxgate magnetométer adatokból számolhatóak – bizonyos megkötések és feltételezések mellett – az áramsűrűség-vektorok.

Az ELTE Űrkutató Csoportban komplex kiértékelést és elemzést támogató szoftver csomagot fejlesztettek ki, mely kiválóan alkalmasnak bizonyult a mérési adatok és eredmények megjelenítésében, valamint vizuális értelmezésében. A grafikus felületű szoftver képes mind a 4 műhold adatait könnyen változtatható időskálákon megjeleníteni a belőlük számolt áramsűrűség-értékekkel és minőség-indexekkel együtt, mely lehetővé teszi akár a legapróbb változások tanulmányozását is. Továbbá választott időszakokban a mágneses tér mért változásainak szimulációjára is lehetőség van a műholdak pályájának mentén. A műholdak Föld-Nap viszonylatban való elhelyezése, akár külön-külön is; vagy különböző mágneses tér modellek kezelése és bevonása a kiértékelésbe, szintén a lehetőségek között van.

A 2015. szeptember – 2016. december közötti időszakban – ekkor a műholdak pályáját tekintve a Föld és a Nap között keringtek, a földi magnetoszféra Nap felőli oldalát térképezve fel – az MMS mérési adatainak feldolgozása során sikerült határréteg áramokkal analóg struktúrákat kimutatni a belső magnetoszférában, alacsony geomágneses aktivitás mellett.

Az előzetes eredményként kimutatott áramok előfordulását ellenőriztük a hasonló pályaszakaszokon, hasonló geomágneses körülmények között regisztrált Cluster adatokkal is.

A topográfia-dinamika nagyléptékű leképezése: hazai Sentinel-1 radarinterferometriai eredmények

Szücs Eszter, Bozsó István, Bányai László, Szárnya Csilla,
Wesztergom Viktor

MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet
Szucs.Eszter@csfk.mta.hu

A bolygó belső folyamatainak legszembevetőbb és közvetlenül tapasztalható megnyilvánulása a topográfia-dinamika. Napjaink műholdas földmegfigyelő programjai egyedülálló lehetőséget adnak a felszíni folyamatok nagy pontosságú, finom felbontású leképezésére mindezt nagy időbeli felbontással párosítva. A földmegfigyelés első számú eszközévé az ESA Copernicus program Sentinel-1 műholdpárja vált. A mikrohullámú távérzékelésen alapuló műholdpár SAR felvételeinek interferometrikus feldolgozása a felszíni deformációk fél hullámhosszon belüli, nagy pontosságú meghatározását teszik lehetővé. Eljárást készítettünk Sentinel-1 felvételek regionális léptékű feldolgozására, amely magában foglalja a felvételek és további, a feldolgozáshoz szükséges adatok automatizált letöltését, a felvételek egymáshoz rendelését, az interferogramok előállítását valamint a stabil fáziszajú pixelek fázisértékének elemzését, a deformációs adatsor előállítását. Vizsgálatainkat teszt jelleggel Kelet-Magyarországra korlátoztuk, kizárólag felszálló műholdpályájú Sentinel-1A felvételek felhasználásával. A 3.5 évet lefedő adatsor több, mint 100 felvétele alapján közel 300 12, 24 és 36 napos interferogramból álló interferogram hálózat alapján becsültük a deformációs sebességeket. Az alkalmazott eljárással viszonylag nagyszámú, magas koherenciájú pixelt sikerült azonosítani. A meghatározott elmozdulások a geológiai szerkezetekkel konzisztens eredményt mutattak, azaz relatív értelemben néhány cm/év nagyságú süllyedést mutatnak az üledékkel borított területek az orogén szerkezetekhez képest. A deformáció értékek helyes értelmezéséhez a következő lépés az EM hullám terjedését befolyásoló tényezők kvantitatív vizsgálata, mely regionális skálájú vizsgálatoknál nem hanyagolható el. A Sentinel-1 alapú radarinterferometriás felszín deformáció meghatározásban rejlő potenciál demonstrálására hazánk második legnagyobb gáztárolójának közvetlen környezetében végeztünk vizsgálatokat, a terület kis kiterjedése következtében az atmoszféra állapotának megváltozásából adódó fázis változás lineáris függvénnyel közelíthető. A nagyhegyesi gáztároló (Hajdúszoboszló) közel 1000 m mélységben egy kimerült homokkő tároló rétegben létesített tároló. A vizsgálat céljának megfelelően a feldolgozás során a Sentinel-1 biztosította maximális felbontást alkalmaztuk. A gáztároló felszíni objektumai alkalmas reflexiót biztosítanak a radarinterferometriai vizsgálatokhoz. Eredményeink határozottan mutatják a besajtolás és kinyerés periodikus változását a gáztárolási-felhasználási időszakokon keresztül. Az eredmények a rezervoárok mechanikai jellemzőinek pontosabb megismerését segíthetik elő.

Az üstökös kutatás legújabb eredményei a Rosetta űrszonda mérései alapján

Timár Anikó^{1,2}, Németh Zoltán¹, Szegő Károly¹

¹ Wigner FK RMI, Úrfizikai és Űrtechnikai Osztály

² ELTE TTK

timar. aniko@wigner.mta.hu

A Rosetta űrszonda tíz évnyi utazást követően, 2014-ben érkezett meg úticéljához, a 67P/Csurjumov-Geraszimenko üstököshöz, majd két éven keresztül, az üstökösaktivitás kezdetétől végéig folyamatosan vizsgálta azt. Az üstökösaktivitás tetőpontjában a Rosetta űrszonda mélyen az üstökös kifejlett, indukált magnetoszférájában tartózkodott, így az üstökös körüli napszél tulajdonságait nem volt képes közvetlenül mérni. Kutatásaink szerint azonban egy kifejlett, indukált üstökös-magnetoszférában végzett mágneses tér mérések segítségével megbecsülhető az üstökös körüli napszél dinamikus nyomása. Ennek alapján a mélyen a Csurjumov-Geraszimenko indukált magnetoszférájában történt Rosetta mágneses tér mérések segítségével előállítottunk egy napszélnyomás proxyt abban az időszakban, mikor az üstökös aktivitása a leghevesebb volt, 2015 májusától 2016 januárjáig. Ez a napszélnyomás proxy propagálva különálló bemeneti adatsort képezhet más égitestek napszélnyomás-függő jelenségeinek vizsgálatához is.

A Rosetta misszió 2016 szeptemberében, a keringőegység üstökös magba történő irányított becsapódásával ért véget. Az ezt megelőző hónapokban az üstökös már több mint 3,8 CsE távolságra tartózkodott a Naptól, azonban a mérési adatokban még tisztán fellelhető volt az indukált magnetosféra jelenléte az üstökös körül. Az üstökös születő magnetoszférájának vizsgálata operatív okok miatt erősen változó pálya mentén zajlott, ami jelentősen megnehezítette az alacsony aktivitású magnetosféra szerkezetének tanulmányozását. Ezzel ellenben a mérési időszak végén, az üstökös kihunyó magnetoszféráját a Rosetta több perióduson keresztül stabilan ismétlődő pálya mentén vizsgálta, ami lehetővé tette számunkra, hogy pontosabb képet kapjunk az alacsony aktivitáshoz tartozó magnetosféra felépítéséről. Kutatásunk során az egymáshoz hasonló keringési pályákon mért plazmatulajdonságokból következtettünk a magnetosféra szerkezetére.

Szupernóva-kutatás a TESS műhold adataiból

Vinkó József, Pál András

MTA CSFK Konkoly-Thege Miklós Csillagászati Intézet
vinko.jozsef@csfk.mta.hu

A NASA Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) egy 2018. áprilisában indított műhold, amelynek elsődleges missziója az teljes égbolt kb. 85 %-ának időfelbontásos feltérképezése a látható hullámhossztartományban. A NASA Kepler űrtávcsövéhez hasonló, ámde sokkal nagyobb látómezővel rendelkező űreszköz fő tudományos célkitűzése új extraszoláris (Naprendszeren kívüli) bolygók felfedezése. Ennek érdekében a szektorokra osztott égboltot a fő küldetés során 2 éven át vizsgálja át, egy szektort átlagosan 27 napon keresztül folyamatosan észelve, 30 perces, illetve százezres nagyságrendű előre kiválasztott célpont esetén 2 perces időfelbontással. Az így kapott folyamatos fotometriai adatsorokban a fedési exobolygókra jellemző kismértékű, periodikus elhalványodásokat keresnek.

Az exobolygók mellett azonban a TESS adatai sokkal szélesebb körű tudományos érdeklődésre is számot tarthatnak. Ennek elősegítése érdekében bizonyos adatokat publikussá tesznek, és a szakmai közösség szabadon hozzáférhet ezekhez. A legnagyobb érdeklődésre számot tartható adatok a teljes látómezőt (24 x 96 négyzetfok) lefedő, 30 perc időfelbontással készült CCD felvételek. Habár a képek térbeli mintavételezése alacsony (21 ívmásodperc/pixel) a kamera érzékenysége lehetővé teszi a precíz fotometriát akár 18-19 magnitúdós határfényességig. Az akár több hónapon át tartó folyamatos, 30 perc időfelbontású fénygörbék korábban szinte elképzelhetetlen mennyiségű és minőségű információforrást jelentenek az asztrofizikusok számára.

Jelen munkánkban a TESS aktuális látómezejében felbukkanó szupernóva-robbanások fényváltozását határozzuk meg és elemezzük. Mivel a szupernóvák általában a gazdagalaxisukhoz közel jelennek meg, a TESS felvételein ezek a fényforrások erősen összeolvadnak. Szétválasztásukhoz és magának a szupernóvának a fotometriájához ezért speciális eljárásokra van szükség. Egy általunk kimondottan a TESS adataihoz kifejlesztett differenciális fotometriai technikával erre lehetőségünk nyílt. Fő tudományos célkitűzésünk a robbanást követő legkorábbi (1-2 napos) időszak történéseinek, például II-es típusú szupernóvákban a lökéshullám felbukkanásának, vagy Ia szupernóvákban a társcsillaggal történő kölcsönhatásnak vizsgálata. Poszterünkben bemutatjuk a projekt kezdete óta kinyert, és folyamatosan bővülő fénygörbe kollekciónkat, valamint az ezekből levonható következtetéseket.

Égitest- és Állomásközi Szállító „Csövek” Kisméretű Áramló Űreszköz Rajokkal

Vizi Pál Gábor

MTA Wigner FK,
H-1121 BUDAPEST, Konkoly Thege Miklós út 29-33.
vizi.pal.gabor@wigner.mta.hu

Bevezetés: Az itt bemutatott ötlet egy missziós koncepció, amely az Égitest- és Állomásközi Szállító „Csövek” elképzelésének vázlata. A szerző korábbi művei a Nano Űrszondák Áramló Raját misszió- és eszközkonceptióként írják le. [1]

Az átviteli csövek ötlete a mai technológia lehetőségein alapul. Tegyük fel, hogy az áramló raj folyamat biztonságosan lehet szabályozni, valamint a folyam elemei szigorú ellenőrzés alatt tarthatók, nem jelent nagyobb kockázatot, mint más technológiák használata vagy természetes hatások az űrben, mint pl. a mikrometeoritek által jelentett veszély.

Annak érdekében, hogy űrállomások és bolygók között nagyobb és gyorsabb szállítást érjünk el, szükség van egy olyan közvetítő megoldásra, amely hasonlít a földi csővezetékekre. Szerző korábbi cikkeinek leírása alapján nagyobb sebesség (és gyorsabb szállítás) érhető el kisebb űrhajók, pl. Nano és Pico űrszondák használatával. [2] Sokkal fontosabb az a cél, hogy időben érjünk el távoli helyeket, minthogy elveszük ezt a lehetőséget, például gyógyszerek, élelmiszerek, víz, oxigén vagy a védelmi elemek stb. tekintetében. Az átviteli „csövek” alkalmazása lehetséges ezért szükséges, mivel a kompozit lézernyaláb technológia ma már felhasználható mind a gyorsítás, mind a lassítás esetén. Utóbbit aerogél lassítási módszer egészítheti ki.

Bolygórendszerek esetében az elliptikus Hohmann átviteli pályán kis energia befektetéssel lehet szállítani, de nagyon időigényes. Amikor a szállító „csővezeték” ötletét kompozit lézernyalábokkal használjuk, a naprendszerbeli pályák elliptikusak maradnak, de a nagy sebesség miatt kialakuló erősen excentrikus pálya aszimptotikusan egyenes vonalhoz közeledik.

Biztonság: A mikrometeoritek elleni szükséges általános védelemmel az űrszondák és a műholdak túlélhetik a „csövek” apróbb céltévesztését is. Az átviteli cső típusának e kinetikai és dinamikus hatásokon belül kell maradnia.

Konklúzió: A Szállító „Csövek” technológiai ötlete lehetővé teszi gyógyszerek, élelmiszerek, víz, oxigén vagy védelmi eszközök stb. bolygó- és űrállomás-közi gyors szállítását.

References: [1] Vizi, P. G.: Streaming Swarm of Nano Space Probes as Mission and Instruments Concept, 48th LPSC#3007 2017 <https://www.hou.usra.edu/meetings/lpsc2017/eposter/3007.pdf> [2] Vizi PG, Horváth A, Bérczi Sz.: Streaming Swarm of Nano Space Probes for Modern Analytical Methods Applied to Planetary Sciences, 2017 Methods#6012 <https://www.hou.usra.edu/meetings/methods2017/pdf/6012.pdf>

Csavart erővonalú mágneses fluxuscsövek a napszélben

Vörös Zoltán^{1,2}, Yordanova Emiliya³

¹ OTA Űrkutatási Intézet, Grác, Ausztria
zoltan.voeroes@oeaw.ac.at

² MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron, Magyarország

³ Svéd Űrkutatási Intézet, Uppsala, Svédország

A laboratóriumi, űr és asztrofizikai plazmák gyakran olyan koherens mágneses struktúrákba - fluxuscsövekbe - önszerveződnek, amelyekben a mágneses erővonalak csavartak. Például a Nap aktivitása és a napfoltok létrejötte összefüggésben van a mágneses fluxus és plazma konvektív zónából való felemelkedésével. Az atmoszféráig emelkedő fluxuscsövek fragmentálódhatnak vagy teljesen széteshetnek, ha a mágneses csavarodás kicsi. A napszélben a fluxuscsövek a nagyléptékű koronális kidobódások magját képezhetik, de előfordulhatnak ennél kisebb méretekben is. Utóbbiak eredete vitatott. A csavart erővonalú fluxuscsövek fontos szerepet játszanak a napszél-magnetoszféra kölcsönhatás lefolyásában, ezért az űridőjárás alakításában is. Mindamellet, a napszélben a mágneses csavarodás mértéke az egyik olyan fizikai paraméter lehet amely ellenőrzi a fluxuscsövek instabilitását, de megszabhatja ezen mágneses struktúrák kölcsönhatását a környezetükkel is. Ennek eredményeként a fluxuscsövek mágneses erővonalai átkötődhetnek a bolygóközi mágneses tér erővonaláival ami a helyi turbulencia erősödéséhez, a plazma felfűtéséhez és a mágneses tér átrendeződéséhez vezethet. Munkánkban műholdas mérések és különböző modellek alapján meghatározzuk a fluxuscsövek erővonalainak csavarodási mértéket és azt vizsgáljuk, hogy ez a paraméter, valamint a bolygóközi mágneses tér iránya, mennyire befolyásolja a napszéllel való kölcsönhatásuk erősségét. A helyi turbulencia és mágneses rekonnekció létrejötte ion és elektron skálájú dinamikai folyamatokhoz vezet és ennek visszahatása a fluxuscsövekre jelenleg nem ismert. A koronális anyag-kidobódások sebessége is nagyban függhet a helyi kölcsönhatások erősségétől a bolygóközi térben.

Komplex mérőműszer fejlesztés az Európai Űrügynökség SSA program űridőjárási műhold konstellációja számára

Zábori Balázs¹, Hirn Attila¹, Gerecs András¹, Apáthy István²

¹ MTA Energiatudományi Kutatóközpont

zabori.balazs@energia.mta.hu

² REMRED Kft.

Az MTA Energiatudományi Kutatóközpont Űrdozimetriai Kutatócsoportja az elmúlt években új kutatási irányvonalként fogalmazta meg a célzottan űridőjárási mérések megvalósítására tervezett mérőműszerek kifejlesztését. A kutatások első mérföldköve a magyar vezetésű RADCUBE nanoműholdas program keretében repülő RadMag mérőműszer megvalósítása, melynek tapasztalatai alapján a kutatócsoport egy komplex, kozmikus sugárzást és mágneses teret az Európai Űrügynökség űridőjárási termék követelményei szerint egyaránt monitorozó műszer fejlesztésébe kezdett. A műszer koncepciójának kidolgozása az Európai Űrügynökség űridőjárással foglalkozó programjának szakértői közvetlen felügyelete mellett folyik. Az Űrügynökség hosszú távú elképzelései szerint a tervezett műszer felkerülhetne az Űrügynökség saját fejlesztésű kisműholdas űridőjárás monitorozó műhold konstellációjának fedélzetére. Ezen konstelláció várhatóan 4-6 műholdból áll majd, melyek a 2020-as évek közepén kerülhetnek felbocsátásra alacsony Föld körüli pályára, hogy a szintén tervezés alatt álló Lagrange küldetést kiegészítve összetett, valós idejű űridőjárás mérőhálózatot formálhassanak az Űrügynökség űridőjárási adatbázisa és előrejelző rendszere számára. Előadásunkban bemutatjuk a műszer elvi felépítését, összefoglaljuk a legfontosabb mérés technikai paramétereit, valamint a tervezett konstelláció részleteire is kitérünk.

TRITEL kozmikus sugárzási mérőműszer az ESEO műhold fedélzetén

Zábori Balázs¹, Hirn Attila¹, Gerecs András¹,
Erdős Boglárka¹, Baranyai Anna¹, Apáthy István²

¹ MTA Energiatudományi Kutatóközpont
zabori.balazs@energia.mta.hu

² REMRED Kft.

Az MTA Energiatudományi Kutatóközpont Űrdozimetriai Kutatócsoportja közel egy évtizede vesz részt az Európai Űrügynökség Oktatási Iroda által koordinált ESEO (European Student Earth Orbiter) diákműhold programban, melynek keretében a TRITEL háromtengelyű szilícium detektoros mérőrendszer megfelelően módosított változata került fel a műhold fedélzetére. Az ESEO műhold fejlesztése hosszú évek csúszásait követően elérte a végcélját. Az elmúlt évben elkészült a műhold repülő példánya, illetve megtörténtek a felbocsátás előtti tesztek, melyek zárultával az Űrügynökség repülésre késznek nyilvánította a műholdat. A felbocsátásra 2018. december 3-án került sor az Egyesült Államokból a SpaceX vállalat egy Falcon 9-es hordozórakétájával. A műhold pályára állását követően szabályos időközönként sugározni kezdte első adását, melyet a földi vevőállomások sikeresen fogtak. Ezt követően sikerült a műholddal felvenni a kapcsolatot, mellyel kezdetét vette a műhold üzemelésének első jelentősebb fázisa. A tudományos küldetést minimálisan fél éves időtartamra tervezték, amely tartalmaz egy hónap szünetmentes üzemidőt a TRITEL műszer számára. Ezen időszak alatt folyamatosan kapjuk majd a mérési adatokat az alacsony Föld körüli pályán keringő műhold fedélzetéről a kozmikus sugárzás mennyiségi, minőségi és dozimetriai jellemzőire vonatkozólag. Előadásunkban röviden bemutatjuk az ESEO-TRITEL küldetés célját, és összefoglaljuk a műszeren és a műholdon elvégzett végső tesztek és a kalibrációs mérések eredményeit. Bemutatjuk a várható mérési eredményekre vonatkozó modellszámításaink eredményeit, valamint reményeink szerint az első mérési eredményekből is lesz alkalmunk ízelítőt adni.

A rendezvény szervezői

Magyar Asztronautikai Társaság

A Magyar Asztronautikai Társaság (MANT) jogelődje 1956-ban alakult. Küldetése azóta is változatlan, legfontosabb célkitűzései az alábbiak: terjeszteni az űrhajózási-űrkutatási ismereteket; egységes magyar szaknyelv kialakítása az asztronautikában; foglalkozni az ifjúsággal, és erősíteni azt az elvet, hogy az űrtan nem csak az űrhajózást jelenti, hanem jelen van mindennapi életünkben: a katasztrófa-előrejelzéstől kezdve a termésbecslésen és a műholdas helymeghatározáson át az orvos- és jogtudományig egyaránt. A MANT az űrkutatás iránt érdeklődő és az űrtevékenységgel aktívan foglalkozó hazai szakembereket tömöríti. A társaság szakmai programok (konferenciák, szemináriumok, találkozók) szervezése mellett minél szélesebb közönséghez szeretne szólni, a fiataloktól az idősekig egyaránt. Az általános és középiskolás fiatalok számára pályázatokat, programokat, űrtáborokat, a felsőoktatásban tanulók számára ifjúsági szakmai fórumot, űrakkadémiát, világűrklubot szervez, rendszeres kiadványokat jelentet meg.

További információ a Társaságról: www.mant.hu

MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Geodéziai és Geofizikai Intézet

Az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Geodéziai és Geofizikai Intézet három nagy múltú intézet összevonásával létrehozott kutatóintézet. A Geodéziai és a Geofizikai Kutatólaboratóriumok az egykori Selmezbányai Akadémia utódintézményei, a Földrengésjelző Intézetet 1905-ben alapították Budapesten. Nemzetközi és hazai kutatási feladata a bolygóközi tértől a Föld magjáig terjedő óriási térrész, a Föld-rendszer fizikai állapotának, folyamatainak megfigyelése, modellezése és elemzése. A felfedező kutatások mellett közfeladatként ellátja a Nemzeti Szeizmológiai Szolgálat és a Föld körüli térség diagnosztizálásának feladatait is. Az intézet űrkutatási tevékenysége a műholdas gravimetriai kutatások, tektonikai folyamatok űrgeodéziai módszerekkel való megfigyelése, valamint a Nap–Föld fizikai kölcsönhatások, a Föld plazmakörnyezete és a geomágneses tér modellezése terén jelentős.

További információ: www.ggki.hu