

Magyar Űrkutatási Fórum 2023

Az előadások kivonatai

Sopron, 2023. május 3-5.



Magyar Űrkutatási Fórum 2023
Sopron, 2023. május 3-5.
Az előadások összefoglalói

ISBN: 978-963-7367-32-8

Szerkesztette:

Bacsárdi László
Barta Veronika
Szárnya Csilla
Wesztergom Viktor

Programbizottság

Bacsárdi László (társelnök)
Csurgai-Horváth László
Hirn Attila
Kis Árpád
Lichtenberger János
Németh Zoltán
Szűcs Eszter
Wesztergom Viktor (társelnök)

Helyi szervezőbizottság

Barta Veronika (elnök)
Berényi Kitti
Cziráki Kamilla
Szárnya Csilla
Bozóki Tamás
Bozsó István
Buzás Attila
Németh Kolos
Rubóczki Tibor

Kiadja:

a Magyar Asztronautikai Társaság
1044 Budapest, Ipari park u. 10.
www.mant.hu
Budapest, 2023

Felelős kiadó:

Arnócz István főtitkár
Minden jog fenntartva.

Köszöntő

Az 1972-es és 1973-as év jelentős fordulópont volt nemcsak az én életemben, hanem egyesületünk, a MANT jogelődjének, a MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztályának (KASZ) életében is. A KASZ megalakulása, vagyis 1959 óta sikeresen működött Fonó Albert akadémikus elnöklétével. A vezetőség összetétele és a működés rendje is stabil volt. 1972 második felében azonban váratlan és súlyos veszteség érte a Szakosztályt: elhunyt Fonó Albert, majd Érdi Krausz György is, aki akkoriban ügyvezető titkár volt. A vezetőség többi tagja vitte tovább a megkezdett munkákat, köztük az 1972 késő ősziére tervezett első Ionoszféra és Magnetoszféra Fizikai Szeminárium szervezését is. 1973 elején átalakult vezetőséggel, de a korábbi, eredményes időszak célkitűzéseire alapozva vittük tovább a KASZ működését egészen 1986-os egyesületté alakulásáig.

Horvai Ferenc kétkötetes alaplóművéből, az „Egyesületünk 50 éves története” címűből idézek néhány, az Ionoszféra- és Magnetoszféra Fizikai Szemináriumokra vonatkozó részletet:

„A Szakosztály még 1972-ben tartotta meg első Ionoszféra- és Magnetoszféra Fizikai Szemináriumát. A siker alátámasztotta a szervezők reményét, hogy a Szeminárium egy sorozat kezdete lehet, amely éveken keresztül megrendezésre kerülhet.”

Konkréten tavaly ősszel volt a sorozat megkezdésének 50. évfordulója. Mivel időközben a szemináriumok már tavasszal kerültek megrendezésre, most jött el az alkalom, hogy megemlékezzünk a fél évszázados rendezvény célkitűzéséről és kezdeteiről. Horvai így folytatja a történetet:

„A szervezők ügyeltek arra, hogy a szemináriumra az ország különböző pontjain kerüljön sor, így biztosítva a lehetőséget arra, hogy a kutatók megismerjék egymás kutatóhelyét. Volt, hogy egy szeminárium alkalmával több kutatóhelyet is felkerestek a résztvevők, így például a harmadik, debreceni szeminárium alkalmával a jelenlévők látogatást tettek az MTA Napfizikai Observatórium debreceni munkahelyein és a Gyulai Megfigyelő Állomáson, valamint az Országos Meteorológiai Szolgálat Légekőfizikai Intézet békéscsabai ionoszféra állomásán. A szeminárium több alkalommal fogadott neves külföldi szakembereket.” „A Szeminárium szervezői általában is próbáltak figyelni arra, hogy a lehetőségek szerint minél több nyugati szakember adhasson elő.”

„A rendezvény egyik legfontosabb célja az volt – írja Horvai – hogy a szakemberek megismerjék egymás kutatását, témájuk határterületét. Összefogva ugyanis olyan kutatásokat tehettek, melyekre nagy szükség volt akkor és van ma is a világon.”

A szeminárium sorozat elindításában és szakmai irányításában eleinte két Pál keresztnevű geofizikusnak, a budapesti Szemerédi Pálnak és a soproni Bencze Pálnak volt kezdeményező szerepe. Ahogy fejlődött maga a témakör, úgy változott, bővült a szemináriumok témaköre is. Horvai így írt erről: *„A szemináriumok elnevezésében szereplő ionoszféra és magnetoszféra fizika eleinte a Nap-Föld fizikai kapcsolatok irányába bővült. A hetvenes évek második felétől a kutatók már az űrfizika bármely területéről, így időnként még a planetológia témájában is tartottak előadást az alkalmanként 30-40 fős rendezvényen.”*

Az 1980-as évek pénzügyi nehézségei miatt többnyire Budapestre kerültek az immár két évente tartott szemináriumok. A GGKI meghívására 1995-ben újra vidéken, éspedig harmadszor ismét Sopronban rendeztük meg a szemináriumot, amelyen külföldi előadók is szerepeltek. A szeminárium sikere akkora volt, hogy a XXI. században a soproni GGKI,

közösen a MANT-tal, egyre gyakrabban vállalta a szemináriumok megrendezését. A tematika ekkor már szinte az egész űrkutatásra kiterjedt, így időszerűvé vált a szeminárium patinás nevének megváltoztatása Magyar Űrkutatási Fórumra. A rendezvény ezáltal nemcsak az Ionoszféra és Magnetoszféra Fizikai Szemináriumok, hanem az 1967 és 1981 között megrendezett Asztronautikai Tudományos Ülésszakok folytatásának is tekinthető.

Az 50 éves hagyomány folytatását mindenképpen kívánatosnak tartom. Ahogy az elmúlt évtizedekben is így volt, továbbra is segíthet a következő évtizedek magyar űrkutatóinak képzésében. Remélem, hogy az idei soproni szemináriumra is úgy fogunk visszaemlékezni, mint egy olyan rendezvényre, amelyen egyaránt érdemes volt részt venni, előadást tartani, posztert bemutatni. A MANT büszke erre a fél évszázados múlttal rendelkező szeminárium-sorozatra, amit szeretne folytatni amíg erre szükség és lehetőség van.

Budapest, 2023. április 21.

Almár Iván
a MANT örökös tiszteletbeli elnöke
az 1972-es (első) Ionoszféra és Magnetoszféra Fizikai Szeminárium résztvevője

Programbizottsági köszöntő

Soproniként mindketten örülünk annak, hogy a Magyar Asztronautikai Társaság (MANT) és a Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet (FI) közös kezdeményezésére a legrégebb hagyományokkal rendelkező hazai űrkutatási szakmai-tudományos rendezvény ismét városunkban kerül megrendezésre.

1972-ben kezdődött az Ionoszféra- és Magnetoszféra-fizikai Szemináriumok sorozata, idén immáron 33. alkalommal kerül találkozni a területtel foglalkozó szakemberek. Sőt, a tágabb értelemben vett űrkutatással foglalkozó szakemberek, nem véletlen, hogy 2015 óta a rendezvény új nevet visel, Magyar Űrkutatási Fórum, és azóta minden alkalommal próbálunk valami új dolgot kipróbálni. Az idei évben először egy űrorvosi szekcióval is találkozhatnak a rendezvény résztvevői, a korábban megszokott szekciók mellett. A rendezvény rangját jelzi, hogy a megnyitót Ferencz Orsolya űrkutatásért felelős miniszteri biztos és Bokor József akadémikus, az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat alelnöke tartja.

A 30 plenáris előadás és 15 poszter előadás többek közt az űrfizika, földmegfigyelés, űridőjárás, napfizika, geofizika, légkörfizika, űrcsillagászat, planetológia, adatelemzés és orvostan témáit érinti. Alkalom nyílik az űrkutatáshoz, űrtevékenységhez kapcsolódó más tudományterületeken, műszaki fejlesztésekben elért hazai eredmények bemutatására, megvitatására is.

A rendezvény hagyományaihoz híven az idei évben is nagy hangsúlyt kap a poszterszekció, bízunk abban, hogy a korábbi évekhez hasonlóan idén is biztosítani tudjuk a poszter előadásokkal új témák. 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.

Bár egyre többen foglalkoznak hazánkban az űrtevékenységgel, kritikus kérdésnek tartjuk a jövő generációjának a megszólítását. Ezért a konferencia az idei évben is kiemelt hangsúlyt fektet a fiatalok, egyetemisták, doktoranduszok kutatómunkába való bevonására, ezért a Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet anyagi támogatásával kedvezményes részvételi díjat biztosítunk számukra.

A szervezést a konferencia a programbizottsága (Bacsárdi László, Csurgai-Horváth László, Hirn Attila, Kis Árpád, Lichtenberger János, Németh Zoltán, Szűcs Eszter és Wesztergom Viktor), másrészt Barta Veronika vezetésével az FI fiatal kollégáiból álló helyi szervezőbizottság segítette. Fáradhatatlan munkájukat ezúton is köszönjük!

Bár a konferencia programja eléggé feszített, mégis biztatunk mindenkit, ha ideje engedi, nézzen körbe a Hűség városában is. Ha esetleg most nem lenne idő felfedezni a város rejtett kincseit, felkeresni a római kori emlékeket vagy megcsodálni a gyönyörű panorámát a Tűztoronyból, érdemes tudni, hogy Sopron mindig visszavár.

Sopron, 2023. május 3.

Bacsárdi László
alelnök
Magyar Asztronautikai Társaság

Wesztergom Viktor
igazgató
ELKH Földfizikai és Űrtudományi
Kutatóintézet

Program

Helyszín: Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet (FI) Tárczy-Hornoch Antal előadó

2023. május 3. (szerda)

12:30	13:15	Regisztráció
13:15	13:30	Megnyitó Ferencz Orsolya , Úrkutatásért felelős miniszteri biztos – Külgazdasági és Külügyminisztérium Bokor József , alelnök - Eötvös Loránd Kutatási Hálózat Arnócz István , főtktár - Magyar Asztronautikai Társaság
13:30	14:30	Kerekasztal beszélgetés: HUNOR program tudományos kísérletei
14:30	14:50	Kávészünet
		Plenáris előadások (szekcióvezető: Hirn Attila)
14:50	15:05	Kereszturi Ákos, Leszállóhely kijelölés a holdi jeget fűró NASA-ESA űrszonda számára
15:05	15:20	Szarka László Csaba, Éghajlatváltozás
15:20	15:35	Vincze Miklós, Bolygóléggörök és óceánok nagyléptékű áramlásainak laboratóriumi modellezése
15:35	15:50	Pinczés Patrik, Pille adatok a Dél-atlanti Anomália áthaladások tükrében
15:50	16:05	Vitafórum
16:05	16:25	kávészünet
		Plenáris előadások (szekcióvezető: Bacsárdi László)
16:25	16:40	Hegedüs Tibor, Planetary defense és "közelvilágűr" ballonkísérletek
16:40	16:55	Galambos Máté, 860, 1060 és 1536 nanométeres kvantumcsatorna összehasonlítása műholdas kvantumkommunikációhoz
16:55	17:10	Vitafórum
17:10	17:50	2 perces szóbeli poszter bemutatók
		Albrecht Gábor Kalibrációs célú és árnyékolás számítások a TRITEL sugárzásmérő teleszkópra
		Berényi Kitti A 24. napciklus legnagyobb geomágneses viharjaira adott ionoszféra-válasz több műszeres elemzése Európa felett
		Cziráki Kamilla A Hold gravitációs terének ellipszoidi közelítése Fibonacci-gömb alkalmazásával a GRAIL adatai alapján
		Domján Adám Egytengelyes fluxgate magnetométer érzékelők összemérése
		Hegedüs Tibor Műholdmegfigyelési program Baján - 35 év után ismét
		Heilig Balázs Swarm L2 tadartermékek fejlesztése az ULF hullámtevékenység jellemzésére
		Kis Árpád Űridőjárási adatok mérése a Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézetben
		Kovács Péter Swarm műholdak GPS és mágneses regisztrátumainak elemzése a felső ionoszféra dinamikai folyamatainak megismerésére
		Malatinszky Adél RADMOS, TECHDOSE és Stratolab-12 ballonfedélzeti sugárzásmérő kísérletek összehasonlítása
		Nagy Imre Zsúfolt-e a Föld körüli pálya?
		Nagy János Magyar részvétel az Európai Űrügynökség JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer), a Jupiter jeges holdjait felfedező küldetésben
		Papp Paszkál Radiális reakciófront terjedése súlytalanságban
		Tacza José A Nap forgási periódusának megjelenése Schumann-rezonancia paraméterek idősoraiban
		Tomasik Máté Elektromos áramok vizsgálata a földi magnetoszférában
		Vizi Pál Gábor Kísérletek a „Hunveyor Tesztudvaron” - A bolygótudományi oktatási program keretében a HUSAR-18 rover talajnedvességet mér
18:00	19:00	Poszterbemutató (borkóstolóval egybekötve) a Kántás Károly előadásban
19:00		Hidegtálás vacsora a Kántás Károly előadásban

2023. május 4. (csütörtök)

		Plenáris előadások (szekcióvezető: Lichtenberger János)
9:00	9:15	Kobán Gergely: Az ionoszféra vizsgálata a Swarm műholdak GPS jeleinek szcintillációi alapján

9:15	9:30	Bór József: A Hunga Tonga - Hunga Ha'apai vulkán 2022. január 15-i kitörésének hatása a globális légköri elektromos áramkör egyenáramú és váltóáramú komponenseire
9:30	9:45	Barta Veronika: T-FORS – magyar részvétellel megvalósuló H2022 projekt
9:45	10:00	Szárnya Csilla: Egyedi meteorok plazmanyomának detektálása digiszonda adatokkal 2019 Leonidák és Geminidák alatt
10:00	10:15	Vitaforum
10:15	10:40	Kávészünet
Plenáris előadások (szekcióvezető: Kis Árpád)		
10:40	10:55	Buzás Attila: Flerék vizsgálata új generációs ionoszonda adatok alapján három különböző módszer segítségével
10:55	11:10	Bozóki Tamás: A légkör-világűr határán végbemenő energiacsatlási folyamatok vizsgálata keskenysávú VLF mérések segítségével
11:10	11:25	Murár-Juhász Lilla: A sugárzási övek forrás populációjának származtatása felszínen mért (AWDANet) kórusokból
11:25	11:40	Lichtenberger János: FARBES - kész sugárzási öv forgatókönyvek
11:40	11:55	Vitaforum
12:00	14:30	Ebéd a Deák étteremben; Kávés, tea, süti a FI első emeleti előterében
Plenáris előadások (szekcióvezető: Erdős Géza)		
14:30	14:45	Kálmán Béla, Napfoltminimumok és a most felfutó 25. ciklus
14:45	15:00	Muraközy Judit, Napfoltsoportok visszafejlődésének dinamikája
15:00	15:15	Németh Zoltán, Igazából miért is fúj a napszél?
15:15	15:30	Bíró Nikolett, Napszél struktúrák térbeli és időbeli fejlődése a belső helioszférában
15:30	15:45	Bebesi Zsófia, Hullámtevékenység és lökeshullám-reformáció a Merkúrná
15:45	16:05	Vitaforum
16:05	16:30	Kávészünet
Plenáris előadások (szekcióvezető: Németh Zoltán)		
16:30	16:45	Erdős Géza, Az első magyar mágneselesen árnyékolt kamra építése Nagycenken.
16:45	17:00	Horváth Dezső, Gravitációmoduláció hatása reaktív határfelületre
17:00	17:15	Kreizinger Máté, Rádiókvázárok relativisztikus plazmanyalábjai és a RadioAstron műhold
17:15	17:30	Vitaforum
18:30		Konferenciafogadás a Kántás Károly előadóteremben

2023. május 5. (péntek)

Plenáris előadások (szekcióvezető: Frey Sándor)		
9:30	9:45	Fockter Zoltán Péter, Az infravörös űrcsillagászat jelentősége a csillagközi anyag és a Nap-típusú csillagok keletkezésének vizsgálatában
9:45	10:00	Nagy Zsófia, Fiatal csillagok fényességváltozásainak vizsgálata a Gaia űrtávcső adatai alapján
10:00	10:15	Perger Krisztina, Kozmikus útjelzők mentén: A JUICE űrszonda pontos navigációja rádiócsillagászati eszközökkel
10:15	10:30	Vitaforum
10:30	11:15	Kávészünettel egybekötött poszterbemutató a Kántás Károly előadóteremben
Plenáris előadások (szekció elnöksége: Merkely Béla, Réthelyi János, Nagy Klaudia Vivien, Szabó Sándor András, levezető elnök: Merkely Béla)		
11:15	11:30	Nagy Klaudia Vivien, HUNOR űrhajós szelekció tanulságai
11:30	11:45	Réthelyi János, Az űr hatása az emberi pszichére – az űrhajós pszichológiai felkészítésének aktuális kérdései
11:45	12:00	Sydő Nóra, Fizikális tréning szerepe az űrhajós felkészítésében
12:10	12:15	Papp Renáta, Az űrfarmakológia aktuális kérdései
12:15	12:30	Nagy-Bozsoki József, Űrtelemedicina, folyamatos egészségügyi monitorozás az űrutazás során
12:30	12:50	Vitaforum
12:50	13:00	Zárszó - Merkely Béla, rektor, Semmelweis Egyetem
13:00	14:00	Büféebéd a Kántás Károly előadóteremben

Tartalomjegyzék

Kalibrációs célú és árnyékolás számítások a TRITEL sugármérő teleszkópra	10
T-FORS – magyar részvétellel megvalósuló H2022 projekt	11
Hullámtevékenység és lökeshullám-reformáció a Merkúrnál.....	12
A 24. napciklus legnagyobb geomágneses viharjaira adott ionoszféra-válasz több műszeres elemzése Európa felett.....	13
Napszél struktúrák térbeli és időbeli fejlődése a belső helioszférában	14
A Hunga Tonga - Hunga Ha'apai vulkán 2022. január 15-i kitörésének hatása a globális léggöri elektromos áramkör egyenáramú és váltóáramú komponenseire.....	15
A légkör-világűr határán végbemenő energiacsatolási folyamatok vizsgálata keskenysávú VLF mérések segítségével	17
Flerek vizsgálata új generációs ionoszonda adatok alapján három különböző módszer segítségével	19
A Hold gravitációs terének ellipszoidi közelítése Fibonacci-gömb alkalmazásával a GRAIL adatai alapján	20
Egytengelyes fluxgate magnetométer érzékelők összemérése	21
Az első magyar mágnesesen árnyékolt kamra építése Nagycenken	22
Az infravörös űrcsillagászat jelentősége a csillagkörüli anyag és a Nap-típusú csillagok keletkezésének vizsgálatában	23
860, 1060 és 1536 nanométeres kvantumcsatorna összehasonlítása műholdas kvantumkommunikációhoz.....	24
Planetary defense és "közelivilágűr" ballonkísérletek	25
Műholdmegfigyelési program Baján - 35 év után ismét	27
Swarm L2 adatermékek fejlesztése az ULF hullámtevékenység jellemzésére	28
Gravitációmoduláció hatása reaktív határfelületre	30
Napfoltminimumok és a most felfutó 25. ciklus	31
Leszállóhely kijelölés a holdi jeget fúró NASA-ESA űrszonda számára	32
Űridőjárás adatok mérése a Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézetben	33
Az ionoszféra vizsgálata a Swarm műholdak GPS jeleinek szcintillációi alapján	34
Swarm műholdak GPS és mágneses regisztrátumainak elemzése a felső ionoszféra dinamikai folyamatainak megismerésére.....	35
Rádiókvazárok relativisztikus plazmanylábjai és a RadioAstron műhold.....	36
FARBES - kész sugárzási öv forgatókönyvek.....	37
RADMOS, TECHDOSE és Stratolab-12 ballonfedélzeti sugármérő kísérletek összehasonlítása	38
Napfoltcsoportok visszafejlődésének dinamikája	39
A sugárzási övek forrás populációjának származtatása felszínen mért (AWDANet) kórusokból.....	40

Úrtelemedicina, folyamatos egészségügyi monitorozás az űrutazás során	41
Zsúfolt-e a Föld körüli pálya?	42
Magyar részvétel az Európai Űrügynökség JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer), a Jupiter jeges holdjait felfedező küldetésben	43
HUNOR űrhajós szelekció tanulságai	44
Fiatal csillagok fényességváltozásainak vizsgálata a Gaia űrtávcső adatai alapján	45
Igazából miért is fúj a napszél?	46
Radiális reakciófront terjedése súlytalanságban	47
Az űrfarmakológia aktuális kérdései	48
Kozmikus útjelzők mentén: A JUICE űrszonda pontos navigációja rádicsillagászati eszközökkel	49
Pille adatok a Dél-atlanti Anomália áthaladások tükrében	50
Az űr hatása az emberi pszichére – az űrhajós pszichológiai felkészítésének aktuális kérdései	51
Fizikális tréning szerepe az űrhajós felkészítésében	52
Éghajlatváltozás	53
Egyedi meteorok plazmanyomának detektálása digiszonda adatokkal 2019 Leonidák és Geminidák alatt	54
A Nap forgási periódusának megjelenése Schumann-rezonancia paraméterek idősoraiban	55
Elektromos áramok vizsgálata a földi magnetoszférában	56
Bolygóléggörök és óceánok nagyléptékű áramlásainak laboratóriumi modellezése	57
Kísérletek a „Hunveyor Tesztudvaron” - A bolygótudományi oktatási program keretében a HUSAR-18 rover talajnedvességet mér	58

Kalibrációs célú és árnyékolás számítások a TRITEL sugárzásmérő teleszkópra

Albrecht Gábor (1), Hirn Attila (1)

(1) Űrkutatási Laboratórium, Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest, Magyarország

Az Energiatudományi Kutatóközpontban fejlesztett TRITEL háromtengelyű szilícium detektoros teleszkópot már több alkalommal is használták a Nemzetközi Űrállomás fedélzetén az időben folyamatosan változó sugárzási tér dózismonitorozására. A rendszer energiakalibrációját részecskegyorsítóknál nagyenergiás ionokkal végeztük, bizonyos esetekben csak radioaktív sugárforrásokkal végeztünk ellenőrző méréseket. Az energiakalibráció célja, hogy a detektor válaszhoz (ADC értékekhez) a megfelelő energialeadás értékeket rendeljük. A detektorokban történő energialeadás becslésére korábban, első közelítésben fékezőképesség (stopping power) táblázatokat használtunk.

Ennél pontosabb eredményt kapunk, ha a mérési eredményeket közvetlenül Monte Carlo (MC) részecsketranszport számítások eredményeivel vetjük össze. Ehhez az Európai Űrügynökség által fejlesztett, a Geant4 MC kódon alapuló Geant4 Radiation Analysis for Space (GRAS) eszközt használtam. Előadásom bemutatom a kapott eredményeket, beleértve a kalibrációs függvényeket, valamint megosztom a fontosabb tapasztalatokat.

A kalibrációs célú számítások mellett a műszer okozta irányfüggő és átlagos árnyékolás számításokat is végeztem a Geant4 segítségével az egyes érzékeny térfogatokra (detektorokra). Az eredmények a későbbiekben a további időigényes szimulációk részleges kiváltására is használható lesz. Az árnyékolás adatok alapján a sugárzási tér teljes szimulációja nélkül is lehet becsülni az adott forrás(tagok)hoz tartozó detektor választ. Így a küldetések tervezése közben nem feltétlenül szükséges minden egyes új elrendezésre és forrástagra egy teljes szimulációt lefuttatni.

T-FORS – magyar részvétellel megvalósuló H2022 projekt

Barta Veronika (1), Berényi A. Kitti (2,3,1), Buzás Attila (1,4),
Kiszely Márta (1), Szabóné André Karolina (1), Szárnya Csilla (1,4)

(1) Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Sopron

(2) ELKH-ELTE Űrkutató csoport, Budapest

(3) Környezettudományi Doktori Iskola, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

(4) Földtudományi Doktori Iskola, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

Ez év (2023) januárjában indult a T-FORS (TRAVELLING IONOSPHERIC DISTURBANCES FORECASTING SYSTEM) HORIZON 2022-es nemzetközi projekt, amely az ún. terjedő ionoszféra zavarok (Travelling Ionospheric Disturbances, TID) vizsgálatát és előrejelzését célozza meg. A projektben kilenc európai ország vesz részt úgy, mint: Görögország, Olaszország, Franciaország, Csehország, Németország, Spanyolország, Belgium és Bulgária. Magyarországot a Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet (ELKH FI) képviseli. A terjedő ionoszféra zavarok az űridőjárási hatások egy speciális típusát képviselik, amelyek több szektorban is megzavarhatják a létfontosságú űrbéli és földi infrastruktúrák működését és a kommunikációt. A T-FORS célja olyan új prototípus modellek létrehozása a napkoronára, a bolygóközi térre, a magnetoszférára, az ionoszférára és a légkörre vonatkozó megfigyelések felhasználásával, melyek képesek több órával előre jelezni a TID-eket. A modellek betanítására a Horizon 2020 program korábbi projektjei keretében már létező adatbázisokon alapuló gépi tanulási technikákat használnak, hogy megbecsüljék a közepes méretű TID-ek előfordulási valószínűségét, valamint hogy előre jelezzék a nagyméretű zavarok előfordulását és terjedését. A felhasználói közösségtől származó követelmények alapján prototípus szolgáltatásokat fejlesztenek ki, követve a meteorológiai szolgáltatások legjobban működő gyakorlatához hasonló szabványokat és minőségellenőrzést. A T-FORS prototípus szolgáltatások teljesítményének ellenőrzése érdekében földi bemutató teszteket szerveznek a légi és polgári védelmi ügynökségekkel együttműködésben. A projekt végeredményeként átfogó szerkezeti koncepciót javasolnak, amely magában foglalja a földi műszerhálózatok sűrítését, és a jövőbeli űrmissziók tervezését annak érdekében, hogy olyan valós idejű operatív szolgáltatást fejlesszenek ki, amely teljes mértékben megfelel az ESA űridőjárási szolgáltatásainak, sőt ki is egészíti azokat.

A projekten belül a FI Ionoszféra Kutatócsoportja főként a közepes méretű TID-ek klimatológiai modelljének fejlesztésében vesz részt nagy mennyiségű ionogram kézi feldolgozásával, valamint a kifejlesztett modellek esettanulmányokon keresztüli validálásában vállal oroszán szerepet. Jelen előadásban a projekt általános bemutatásán túl kiemelkedő esetek (pl. Hunga-Tonga vulkánkitörés, 2023-as török földrengés és egy erőteljes hidegfront átvonulásához kötődő ionoszférikus anomáliák) kerülnek részletes bemutatásra.

Hullámtevékenység és lökéshullám-reformáció a Merkúrnál

Bebesi Zsófia (1), Timár Anikó (1), Juhász Antal (1)

(1) Wigner Fizikai Kutatóközpont, Budapest

A Merkúrt és plazmakörnyezetét mostanáig egyetlen keringő egység, a NASA MESSENGER űrszondája vizsgálhatta folyamatosan, hosszabb időn keresztül (2011-2015). Ennek során lehetőség volt a bolygó fejhullámának környezetében zajló részecske-hullám kölcsönhatások megfigyelésére is. A MESSENGER Magnetométereinek és az EPPS (Energetic Particle and Plasma Spectrometer) berendezés FIPS (Fast Imaging Plasma Spectrometer) detektorának méréseit felhasználva egy Merkúr évre vonatkozóan tanulmányoztuk kvázi-párhuzamos lökéshullám előtti tartományban zajló ULF (Ultra Low Frequency) hullámaktivitást, és a lökéshullám reformáció folyamatában résztvevő SLAMS (Short Large Amplitude Magnetic Structures) eseményeket. Az ULF-hullámok frekvenciája a Merkúrnál jellemzően a 0,05-0,41 Hz-es tartományban mérhető. A SLAM struktúrák vagy különálló jelenségként, vagy az ULF-hullámokra szuperponálódva észlelhetők. A hullámtevékenység intenzitását, frekvenciájának függését, valamint a SLAMS események gyakoriságát korreláltattuk az upstream paraméterek (elsősorban az IMF térerőssége, geometriája, valamint az Alfvén Mach szám) változásával. Az SLAMS esetében részletesen elemeztük a lokális mágneses tér konfigurációt, és lehetséges hatásait a mágneses struktúrák kialakulására.

A 24. napciklus legnagyobb geomágneses viharjaira adott ionoszféra-válasz több műszeres elemzése Európa felett

Berényi Kitti (1,2,3), Heilig Balázs (3,4), Urbář Jaroslav (5), Kouba Daniel (5), Kis Árpád (3), Barta Veronika (3)

(1) ELKH-ELTE Űrkutató csoport, Budapest

(2) Környezettudományi Doktori Iskola, ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

(3) Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Sopron

(4) Űrkutató csoport, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

(5) Institute of Atmospheric Physics CAS, Prague, Czech Republic

Jelen tanulmányban bemutatjuk, hogyan reagált az Európa felett elterülő ionoszféra F2-rétege (250-400 km), amikor a 24. napciklus két legnagyobb geomágneses viharára. A kiválasztott események (2012. november 11-17. és 2015. március 16-25.) vizsgálatához 5 európai digiszonda állomás, a földi globális navigációs műholdrendszer (GNSS) által mért teljes elektrontartalom (GNSS TEC), valamint a Swarm és a TIMED műholdas megfigyelések adatait használtuk fel. A vihar alakulását az foF2 paraméterrel (az F2-réteg kritikus frekvenciája, mely a maximális elektronsűrűséggel arányos) és GNSS TEC adatokkal követtük nyomon. Ezen kívül a TIMED műhold Global Ultraviolet Imager (GUVI) méréseit használtuk a termoszféra O/N₂ arányában bekövetkezett változások vizsgálatára. A kutatás fókusza a geomágneses viharok fő fázisára irányult, amikor az éjszakai órákban a nyugodt napokhoz képest rendkívül lecsökkent plazmasűrűséget észleltünk az F-rétegben. Az extrém kiürülés a foF2, a TEC és az rTEC (referencia napoktól való eltérés) adatokban figyelhető meg, amelyről kiderült, hogy közvetlen kapcsolatban áll a közepes szélességű ionoszféra vályú (MIT) egyenlítő felé irányuló mozgásával az éjszakai oldalon. Az MIT jelenlétét a digiszonda drift mérések és a Swarm adatok is megerősítik. Korábbi tanulmányok megállapították, hogy az éjszakai MIT minimum helye megegyezik a plazmapauza ionoszférikus lábnyomával, tehát jelen adatokban a plazmapauza mozgását is megfigyelhettük a geomágneses vihar során. Jelen kutatásban egy olyan új módszert dolgoztunk ki (a meglévők mellett), amely lehetővé teszi a termoszféra-ionoszféra-plazmaszféra rendszerben a különböző ionoszféra zavarok (pl. MIT, SAPS, SED) viharidőszaki kialakulásának nyomon követését a globális digiszonda hálózat adatainak, az rTEC és GNSS TEC adatok, valamint a műholdas adatok (pl. Swarm, TIMED/GUVI) kombinált elemzésével.

Napszél struktúrák térbeli és időbeli fejlődése a belső helioszférában

Biró Nikolett (1,2), Opitz Andrea (1), Németh Zoltán (1), Timár Anikó (1), Kobán Gergely (1,2), Lkhagvadorj Munkhjargal (1,3), Facskó Gábor (1,4), Madár Ákos (1,2)

(1) Wigner Fizikai Kutatóközpont, Űrfizikai és Űrtechnikai Osztály, Űrfizikai Kutatócsoport, Budapest

(2) Eötvös Loránd Tudományegyetem, Fizika Doktori Iskola, Budapest

(3) Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Budapest

(4) Milton Friedman Egyetem, Informatika Tanszék, Budapest

Kevés mérési adat áll rendelkezésünkre a belső helioszféra háttérnapszél viszonyait illetően, így fizikai modellek felállításakor problémába ütközünk. Csoportunk ezen probléma részleges kiküszöbölésén dolgozik a ballisztikus módszer felhasználásával. Munkánk során több különböző űrszonda méréseit asszimilálva vizsgáljuk a napszél struktúrák idő- és térbeli fejlődését, különös figyelmet szentelve az űrszondák pozíciójából adódó eltérésekre. Olyan új missziók mérési adatait is felhasználjuk, mint Parker Solar Probe és Solar Orbiter. Foglalkozunk továbbá a lassú és gyors napszél kölcsönhatási régióinak terjedésével, időbeli fejlődésével, geoeffektivitásával. A ballisztikus módszert tovább finomítjuk nyomáskorrekció bevezetésével. Külföldi kollégákkal együttműködve MHD szimulációk pontosságának javításán is dolgozunk. Eredményeinket későbbiekben felhasználhatjuk a belső helioszféra struktúráinak további vizsgálatára, propagációs modellek javítására és az ekliptikán kívüli missziók adatfeldolgozásának könnyítésére is.

A Hunga Tonga - Hunga Ha'apai vulkán 2022. január 15-i kitörésének hatása a globális légköri elektromos áramkör egyenáramú és váltóáramú komponenseire

Bór József (1), Bozóki Tamás (1,2), Sători Gabriella (1), Buzás Attila (1,3,4), Steinbach Péter (4,5), Szabóné André Karolina (1), Earle R. Williams (6), Sonja A. Behnke (7), Michael J. Rycroft (8), Hugo G. Silva (9), Marek Kubicki (10), Ryan Said (11), Chris Vagasky (11), Michael Atkinson (12)

- (1) Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet (FI), Sopron
- (2) Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék, Szegedi Tudományegyetem, Szeged
- (3) Földtudományi doktori Iskola, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest
- (4) ELKH-ELTE Űrkutató kutatócsoport, Budapest, (5) Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest
- (6) Parsons Laboratory of the Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA
- (7) Space and Remote Sensing, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, United States
- (8) CAESAR Consultancy, Cambridge, UK,
- (9) Department of Physics, University of Évora, Portugal,
- (10) Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland
- (11) Vaisala, Louisville, CO, USA
- (12) HeartMath Institute, Boulder Creek, California, USA

A globális légköri elektromos áramkört (GLEK) az elektromosan jó vezető földfelszín és alsó ionoszférát összekapcsoló, gyakorlatilag vertikális áramok globális rendszere alkotja. A zivataros területeken a feláramlások energiája által táplált természetes töltésszétválasztó folyamatok fenntartják a felső kiegyenlítő réteg pozitív töltöttségét a földfelszínhez képest, így a "szép idős" területek fölött ellentétes irányban folyó, kis áramsűrűségű vertikális áramok ellenére a GLEK dinamikus egyensúllyal jellemezhető kvázi-stacionárius állapotban van. A GLEK egyenáramú (DC) részét pl. a földfelszín közelében mérhető vertikális elektromos tér erősségével jellemezhetjük. A váltóáramú (AC) komponens a Föld-ionoszféra hullámvezetőben terjedő elektromágneses hullámok alkotják, amelyek globális léptékű eloszlására és intenzitására a Schumann-rezonanciák paraméterei utalnak.

A Hunga Tonga - Hunga Ha'apai tenger alatti vulkán 2022. január 15-i kitörése más példátlan, globális léptékű hatása mellett extrém elektromos aktivitást is mutatott. A közleményben bemutatjuk, hogy a GLD360 és a WWLLN hálózatok globális villámészlelései alapján az aktivitás csúcs időszakában legalább 1 órán át a kitörési felhő villámaktivitása összemérhető volt bolygónk összes egyéb zivatartevékenységevel. A vulkáni villámkisülések gyakorisága

elérte a 80/s-ot (5000/perc), míg az átlagos globális gyakoriság ~44/s. A villámok a kürtő körül körszimmetrikusan helyezkedtek el, de a csúcsáram és a kisülések kürtőtől való távolságának jellemző értékei időben eltérően változtak a pozitív illetve a negatív polaritású villámok esetében.

Eredményeink arra utalnak, hogy a GLEK AC és DC komponensében is gyakorlatilag azonnal megmutatkozó, globális anomáliát okozott a kitörési felhő extrém intenzív elektromos aktivitása. A Nagycenki Geofizikai Obszervatórium (NCK) és a HeartMath Intézet állomásainak (<https://www.heartmath.org/gci>) az adataiban a SR egyidejű felerősödése látható a kitörés idején. A kis forrásterületen bekövetkező erős villámaktivitás természetes pontszerű gerjesztő forrásként működött, amely egyedülálló lehetőséget biztosít, hogy a SR analitikus modelljeinek az érvényességét közvetlen mérések felhasználásával ellenőrizhessük.

Az AC komponensben látható drámai hatással ellentétben a DC GLEK válasza erre a kivételes eseményre nem teljesen egyértelmű. Összesen hat, európai és amerikai mérőállomás vertikális elektromos térerősség méréseinek az együttes elemzése arra utal, hogy a földfelszín közelében az elektromos tér bolygószerűen megerősödött két alkalommal is olyan időszakokat követően, amikor a vulkáni felhőben szinte kizárólag negatív polaritású kisülések fordultak elő. A DC tér anomáliájának időeltolódása a dominánsan negatív polaritású villámaktivitáshoz képest következetesen 7-8 perc volt. Ez a tapasztalat jelentheti a felszínközeli elektromos folyamatok időállandójának első közvetlen megmérését.

A légkör-világűr határán végbemenő energiacsatolási folyamatok vizsgálata keskenysávú VLF mérések segítségével

Bozóki Tamás (1,2), Jose Tacza (1), Steinbach Péter (2,3)

(1) Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet (FI), Sopron

(2) Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

(3) ELKH-ELTE Űrkutató Kutatócsoport, Budapest

Az alsó ionoszféra (~60-100 km) a semleg légkör és az (elektromosan) nagyon jó vezető ionoszféra közötti átmeneti régió, amely komplex fizikai és légkörkémi folyamatok helyszíne, a Naptól a Földet érő energia egyik kitüntetett puffér zónája. A felsőlégkör ezen tartományának közvetlen vizsgálatát nagyban megnehezíti, hogy ebben a magasságban stabil műholdpálya nem lehetséges, a hagyományos ballonos meteorológiai kísérletek pedig csak a néhány 10 km-es magasságot érik el. Így a globális/regionális folyamatok vizsgálatára csak távérzékelési módszerek használhatóak. Az úgynevezett keskenysávú VLF mérések nagy teljesítményű, ismert frekvenciájú, stabil amplitúdó- és fázismentű haditengerészeti VLF adók jelét használják fel erre a célra. Az adók fázismodulált elektromágneses jelet sugároznak, melyet a Föld-ionoszféra hullámvezetőben történő terjedés során az alsó ionoszféra pillanatnyi állapota jelentősen befolyásol. A vett jel ezáltal információt hordoz az alsó ionoszféra aktuális állapotáról.

Az alsó ionoszféra dinamikus kapcsolatban áll mind az alatta található semleges légkörrel, mind az ionoszféra magasabb rétegeivel és a magnetoszférával. A semleges légkörben kialakuló különböző periódusidejű légköri hullámok amplitúdója ideális esetben a magasság növekedésével exponenciálisan nő, így ezek a hullámok egy erős mechanikai csatolást jelentenek a semleges légkör és az ionoszféra között. Egy nemrég indult kutatásban keskenysávú VLF és ionoszférikus Doppler mérések segítségével arra a kérdésre keressük a választ, hogy hogyan viszonyul egymáshoz a 80-90 km-es (D/E-réteg) és a 150-200 km-es (F-réteg) magasságokban megjelenő légköri hullámok erőssége. Az előzetes eredmények azt mutatják, hogy mind az akusztikus/infrahang (periódusidő: 50 ms – ~5 perc) mind a nehézségi (periódusidő: 5–45 perc) hullámok esetében nagyon alacsony (<0,2) a korreláció az alsó ionoszférában és az F-rétegben megjelenő légköri hullámok erőssége között.

A szubvihar egy olyan kulcsfontosságú folyamat, amely során energia adódik át a Föld geomágneses uszályából az ionoszférába. Szubviharok kezdetén a plazmalepelből energikus elektronok injektálódnak a sarkvidéki zóna ionoszférájának egy szűk térbeli régiójába, majd ez a terület gyorsan kitérül az azimutális irányban és a pólus felé. Egy nemrég megjelent publikációban [1] a szubviharok során a felsőlégkörbe injektálódott energikus elektronok térbeli kiterjedését vizsgáltuk keskenysávú VLF és egyéb földfelszíni geofizikai mérések segítségével. A vizsgálat kimutatta, hogy az elektronok által érintett terület jóval kiterjedtebb lehet, mint azt a manapság elfogadott statisztikus modellek előrejelzik.

[1] Bland, E., Bozóki, T., and Partamies, N. (2022): Spatial extent of the energetic electron precipitation region during substorms. *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 9, 978371. <https://doi.org/10.3389/fspas.2022.978371>

Flerek vizsgálata új generációs ionoszonda adatok alapján három különböző módszer segítségével

Buzás Attila (1,2,3), Kouba Daniel (4), Mielich Jens (5), Burešová Dalia (4), Mošna Zbyšek (4), Koucká Knížová Petra (4), Barta Veronika (1)

- (1) Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet (FI), Sopron
(2) Földtudományi Doktori Iskola, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest
(3) ELKH-ELTE Űrkutató Kutatócsoport,
(4) Légkörfizikai Kutatóintézet, Cseh Tudományos Akadémia, Prága, Csehország
(5) Leibniz Légkörfizikai Kutatóintézet, Németország

A nagy napkitöréseket követő fokozott röntgen és EUV fluxus hatására az ionoszféra rétegeinek elektronsűrűsége megnő, ami a kibocsátott rádióhullámok fokozott elnyelődéséhez (abszorpciójához) vezet, akár részleges vagy teljes elnyelődést okozva bizonyos frekvenciákon. Az elnyelődés, az ionoszféra különböző rétegeiről visszaverődött elektromágneses hullámok amplitúdójának vizsgálatával, ún. ionoszonák segítségével számszerűsíthető [1,2].

Jelen tanulmányban intenzív flerek ionoszférára gyakorolt hatását vizsgáltuk Juliusruh (Németország, 54,63° É, 13.37° K), Průhonice (Cseh Köztársaság, 49,98° É, 14.55° K) és San Vito (Olaszország, 40.6° É, 17.8° K) állomásokon mért ionoszonda adatok alapján, 2017 szeptemberében, a 24. napciklus legaktívabb időszakában. Az ionoszférában terjedő rádióhullámok, a flereket (13 db C-, M- és X-osztályú fler) követő abszorpciójának meghatározására és vizsgálatára egy új módszert alkalmaztunk [3]. Az abszorpciós adatokat összevetettük az ún. fmin módszerből származó eredményekkel (fmin, az adott ionogrammon a legalacsonyabb ionoszférikus réteg első visszaverődésének minimális frekvenciája, ami a D-rétegben előforduló nondeviatív rádióhullám abszorpció kvalitatív mérőszámának tekinthető). Az intenzív napkitörések alatt és után az fmin paraméter megnövekedett értékeit (2–5 MHz) és teljes vagy részleges elnyelődést tapasztaltunk. Továbbá az ionoszonák által mért jel-zaj arányt (SNR) is felhasználtuk az ionoszférikus abszorpció számszerűsítésére és jellemzésére. Ezen három módszer kombinációja hatékony eszköznek tűnik a napkitöréseket követő ionoszférikus hatások vizsgálatára és nyomon követésére.

[1] Sripathi, S., Balachandran, N., Veenadhari, B., Singh, R., and Emperumal, K.: Response of the equatorial and low-latitude ionosphere to an intense X-class solar flare (X7/2B) as observed on 09 August 2011, *J. Geophys. Res.-Space*, 118, 2648–2659, 2013.

[2] Barta, V., Satori, G., Berényi, K. A., Kis, Á., and Williams, E. (2019). Effects of solar flares on the ionosphere as shown by the dynamics of ionograms recorded in Europe and South Africa. *Annales Geophysicae*, Vol. 37, No. 4, pp. 747-761

[3] Sales, G. S., 2009, HF absorption measurements using routine digisonde data, Conference material, XII. International Digisonde Forum, University of Massachusetts

A Hold gravitációs terének ellipszoidi közelítése Fibonacci-gömb alkalmazásával a GRAIL adatai alapján

Cziráki Kamilla (1,2), Timár Gábor (1)

(1) Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, Magyarország

(2) ELKH Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Sopron

A Hold gravitációs teréről már régóta rendelkezünk információval, annak anomáliáiról az 1960-as évek óta zajlanak kutatások. Itt fedeztek fel először masconokat, olyan tömegtöbbleteket, melyek jelentős gravitációs anomáliákat okoznak. A Hold elméleti alakja, a szelenoid is magas fokig és rendig ismert.

Kutatásom során a holdi nehézségi erőter ellipszoidi közelítése valósult meg, vagyis egy olyan forgási ellipszoid került meghatározásra, mely a legkevésbé tér el a Hold kitüntetett potenciálfelületétől, amely a szelenoidot definiálja. Ennek során a GRAIL adataiból készült GRGM1200A szelenoid-modellt [1][2] Fibonacci-gömböket felhasználva mintavételeztem, melynek pontjai egyenlő területet reprezentálnak egy gömbfelületen, majd ez alapján az ellipszoid paramétereinek becslése a szelenoid-undulációk legkisebb négyzetes közelítésen alapult.

Az eredményül kapott ellipszoid középpontja a Hold tömegközéppontja, félnagy tengelye 1 737 576,6 méter, fél kistengelye 1 737 046,8 méter, lapultsága 0,000305. Az ellipszoid paramétereit 10 cm-es pontossáig került meghatározásra. Az így meghatározott ellipszoid pontosságot tekintve felülmúlja az általánosan használt, 1737,4 km sugarú gömböt, hiszen a Hold lapultságát is figyelembe veszi. Érdekes azonban, hogy a szelenoid-undulációk az ellipszoid felett nézve is jelentős szélsőségeket, és általánosan nézve is nagy értékeket mutatnak.

A számítás a földi geoidra is elvégeztem, a módszer validálása céljából. Mivel a Földön ennek a paramétereit ismertek, ezzel összevetve a kapott ellipszoidot elmondható, hogy jól közelítette a széles körben használt WGS84-et, 60 cm-es eltérést mutatott csak.

Hivatkozások:

[1] Lemoine, F.G., Goossens, S., Sabaka, T.J., Nicholas, J.B., Mazarico, E., Rowlands, D.D., Loomis, B.D., Chinn, D.S., Neumann, G.A., Smith, D.E. and Zuber, M.T. (2014): GRGM900C: A degree 900 lunar gravity model from GRAIL primary and extended mission data. *Geophysical Research Letters* 41: 3382-3389.

[2]: Goossens, S., Lemoine, F.G., Sabaka, T.J., Nicholas, J.B., Mazarico, E., Rowlands, D.D., Loomis, B.D., Chinn, D.S., Neumann, G.A., Smith, D.E. and Zuber, M.T. (2016): A Global Degree and Order 1200 Model of the Lunar Gravity Field using GRAIL Mission Data. *Lunar and Planetary Science Conference, Houston, TX, Abstract #1484*
A Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-22-6 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Egytengelyes fluxgate magnetométer érzékelők összemérése

Domján Ádám (1), Hegymegi Csaba (1), Hegymegi László (1), Nagy Péter (1), Vereb György Máté (1), Merényi László (1)

(1) MinGeo Kft.

A Deklináció Inklináció Magnetométer műszerünket nemcsak a jól bevált (rég) egytengelyes magnetométerével hanem egy saját fejlesztésű és egy másik gyártó magnetométerével is áruljuk. Emiatt meg kell győződnünk arról, hogy az újabb szenzorok vannak-e olyan jók mint a régi.

Mivel a vizsgált magnetométerek különböző mV mérési tartományban működnek ebből kifolyólag különböző skála faktorról és ofszettel rendelkeznek. A szenzorok direkt mV kimeneteit át kell váltani nT mértékegységre, hogy az idősorok összehasonlíthatóvá váljanak. Ezért kidolgoztunk egy kísérletet, melyben egyrészt szabályozott keretek között összemérhetjük a szenzorokat egymással másrészt pedig a szenzor paramétereit is meg lehet határozni.

A kísérletet először szintetikus adatokkal modelleztük le, hogy igazoljuk az elgondolásunkat a problémáról. A szintetikus adatelemzésből rájöttünk, hogy pár fontosnak hit mérési körülménynek elenyésző a hatása a mérési adatokra, így ezeknek a kiküszöbölésével a valóságban nem kellett érdemben foglalkozni.

A kísérletet a MinGeo nemmágneses kalibráló házában végeztük el. A vizsgált szenzorokat nemmágneses teodolitok távcsőire szereltük fel. A távcsövet és rajtuk lévő a szenzorokat ismert szögértékekkel többször elforgatuk, majd végül visszaállítottuk őket a kezdeti pozícióba. Az így mért adatokat feldolgoztuk, kvantitatívan értelmeztük és a végső eredményeket ebben a poszterben fogjuk bemutatni.

Az első magyar mágnesesen árnyékolt kamra építése Nagycenken

Erdős Géza (1), Biró Nikolett (1), Lemperger István (2), Németh Zoltán (1), Wesztergom Viktor (2)

(1) ELKH Wigner Fizikai Kutatóközpont, Budapest
(2) ELKH Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Sopron

Az ELKH Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet és az ELKH Wigner Fizikai Kutatóközpont közösen mágneses nulltér laboratóriumot épít a Széchenyi István Geofizikai Observatórium területén. A GINOP-2.3.3-15-2016-00016 számú pályázat jelentős támogatásával megvalósuló kutatási infrastruktúra néhány hónapon belül elkészül. A berendezés elsődleges célja, hogy az interplanetáris térre jellemző elektromágneses környezetben magnetométereket építsünk, kalibráljunk űrkutatási, űridőjárási célokra. Ezek között kiemelkedő fontosságú az új típusú, ún. SERF magnetométerek fejlesztése, amelyek pontosságukkal veteksznek a szupravezető magnetométerekkel, de csak rendkívül kicsi (10 nT) mágneses térben működnek. Ez volt a fő motiváció egy mágnesesen árnyékolt mérőhely kialakítására. A SERF magnetométerek a szupravezető magnetométerekkel szemben alkalmasak lehetnek űrkutatási célokra, mivel nincs szükség folyékony héliumos hűtésre. A nulltér laboratórium egy másik alkalmazása az űrkutatás területén az, hogy lehetővé teszi a világűrbe küldendő berendezések mágneses tisztaságának ellenőrzését. Az épülő mágnesesen árnyékolt, közel 3x3 méteres szobában más interdiszciplináris kutatások is elvégezhetők az anyagtudomány, geológia, biológia, élettan, kémia területén. A geomágneses tér mintegy 5 nagyságrendű redukálását két lépcsőben végezzük: nagyméretű kompenzáló elektromágneses tekercsekkel (aktív árnyékolás) és nagy permeabilitású, speciális fém ötvözetből készült lemezekkel borított kamrával (passzív árnyékolás). Az elektromágneses tekercsek áramát az observatóriumban mért geomágneses tér figyelembevételével határozzuk meg másodperces gyakorisággal. Az előadás az építmény jelenlegi készültségi foka mellett ismerteti a berendezés beüzemelésének terveit és előkészületeit is.

Az infravörös űrcsillagászat jelentősége a csillagkörüli anyag és a Nap-típusú csillagok keletkezésének vizsgálatában

Fockter Zoltán Péter (1,2)

(1) Eötvös Loránd Tudományegyetem Fizikai és Csillagászati Intézet, Fizika Doktori Iskola, Budapest, Magyarország

(2) Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet, Budapest, Magyarország

Az infravörös űrcsillagászat a modern obszervációs asztrofizika egyik legdinamikusabban fejlődő ága. Az infravörös hullámhosszakon szerzett információk a csillagászat számos területén nélkülözhetetlenek a csillagközi anyag tanulmányozásán át az exobolygó-légkörök vizsgálatán keresztül a kozmológiai tudásunk bővítéséig. E terület technológiai vívmányait a csillagkeletkezés kutatásában használtuk ki leginkább, mivel ezeken a hullámhosszakon láthatóvá válnak az olyan fiatal csillagrendszerek, amik még közvetlen kapcsolatban vannak a körülöttük levő csillagközi és csillagkörüli anyaggal. Ennek egyik legjelentősebb megnyilvánulása a magnetoszférikus akkréció. E jelenségnek az asztrofizika számos területén kitüntetett jelentősége van a különböző hullámhossztartományokban észlelt csillagászati megfigyelések értelmezésében az aktív galaxismagokon át a fiatal csillagok fényességváltozásáig. A jelenség röviden úgy foglalható össze, hogy egy központi objektum mágneses terének erővonalai mentén anyag hullik a központi objektum felszínére a körülötte lévő akkréciós anyagkorongból. Ennek a folyamatnak fontos szerepe van a fiatal, születőben lévő csillagrendszerek gyakori fényességváltozásainak magyarázatában is.

Kutatásom során a 190 pc távolságban lévő Chamaeleon I csillagkeletkezési területen elhelyezkedő nyolc fiatal T Tauri csillag (CR Cha, CT Cha, Glass I, VW Cha, VZ Cha, WW Cha, WX Cha és XX Cha) fotometriai változékonyságát vizsgálom több hullámhosszon az optikai tartománytól a távoli-infravörösig. Ehhez több obszervatórium (köztük űrobszervatóriumok) adatait használom fel (REM, SMARTS, Spitzer, Herschel). A rövidebb, optikai és közeli-infravörös hullámhossztartományok a központi objektumról (magáról a csillagról), illetve annak fényességváltozásairól szolgáltatnak információt, míg a közép- és távoli-infravörös hullámhosszakon a körülötte lévő anyagkorong külsőbb tartományainak viselkedését tanulmányozhatjuk. Céloom, hogy a rendelkezésre álló adatokból a vizsgált csillagok és a körülöttük lévő protoplanetáris korongok fizikai tulajdonságairól, geometriájáról nyerjek információkat és kapjak tisztább képet az ottani akkréciós viszonyokról. Előadásomban az infravörös űrcsillagászat jelentőségét szándékozom bemutatni a kutatási témámon keresztül a modern asztrofizikában és magyar csillagászatban egyaránt.

860, 1060 és 1536 nanométeres kvantumcsatorna összehasonlítása műholdas kvantumkommunikációhoz

Galambos Máté (1), Bacsárdi László (1)

(1) Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest, Magyarország

Mára a műholdak közötti rádiós kommunikáció túlterheltté vált, az egyes frekvenciasávokért kemény verseny folyik, a csatornák közti ütközések elkerülése globális együttműködést igényel és jelentős adminisztrációs terhet jelent. Ennek a problémának egy lehetséges megoldása a lézeres műholdas kommunikáció, mely egyúttal lehetőséget ad a műholdas kvantumkommunikációra is. Ez egy gyorsan fejlődő technológia, mely a biztonságos kulcsszétosztást valósítja meg globális skálán, és előkészíti a kvantumszámítógépek számára a globális kvantuminternetet. A technológia azonban még mindig fejlődésben van, többféle megközelítéssel és számos lezáratlan kérdéssel. Az egyik kérdés, hogy milyen hullámhosszat érdemes választani a földi állomás és műhold közötti kommunikációhoz. Ezzel kapcsolatban jelenleg kétféle megközelítéssel találkozhatunk: a kínai űrügynökség 2016-ban felbocsátott Micius kvantumműholdja 850 nm-en, míg az európai űrügynökség tervezett Eagle 1 műholdja 1500 nm-en állít elő fotonokat. Mi jelen munkánkban szimulációkkal megvizsgáljuk és összehasonlítjuk a két megközelítést. Egy kevés fotont tartalmazó valószínűségi nyaláb a légkörben többféle torzítóhatást szenved el. Ebből dominánsnak kétféle veszteségforrás nevezhető: egyfelől az aeroszokok nyalábkioltó hatása, másfelől a detektorok véges mérete miatt a diffrakciós nyalábszélesedés illetve nyalábeltérülés hatása – melybe a légkör optikai turbulenciái is beleértendőek. Vizsgálatunk eredménye, hogy időjárási helyzetűl függ, mikor melyik hullámhossz átvitele jobb: 1500 nm-en az aeroszokok hatása lényegesen kisebb, azonban a nagyobb hullámhossz miatt a diffrakciós hatások erősebbek – 850 nm-en fordított a helyzet. A két hatás nagyságrendileg összehasonlítható, így tiszta időjárási viszonyok mellett a 850 nm-es, párás időben az 1500 nm-es hullámhossz kedvezőbb. Egyúttal megvizsgáltuk a 1060 nm-es hullámhosszt is, mely a két másik hullámhossz között teljesít, és sok tekintetben ötvözi azok jó tulajdonságait.

Planetary defense és "közelvilágűr" ballonkísérletek

Hegedüs Tibor (1,2), Jäger Zoltán (1), Goda Zoltán (3), Kereszty Zsolt (2), Lang Ágota (4), Papp László (5)

- (1) Szegedi Tudományegyetem Bajai Obszervatóriuma, Baja
- (2) Magyar Meteoritikai Társaság
- (3) Nemzeti Közszolgálati Egyetem Vízstudományi Kar, Baja
- (4) SOPROBOTICS TEAM, Sopron
- (5) Rádióamatőr, hg8lxl, Csongrád, APRS Hungarian Node

Három hazai csoport alkotta konzorcium korábbi individuális aktivitása kapcsolódott össze 2022-ben, és erőfeszítéseik eredményeképpen a hazai űrszektor számára folyamatosan elérhető szolgáltatásokkal állnak a jövőbeli érdeklődők, együttműködni kívánók rendelkezésére 2023-tól:

A Magyar Meteoritikai Társaság (MMT), és a Szegedi Tudományegyetem Bajai Obszervatóriuma által menedzselte új, független "allsky7/8" tűzgömbmegfigyelő hálózat kiépítése 2021-ben indult, és 2022-ben érte el teljes konfigurációját. Hazánk 6 helyszínén (Győr, Zalaegerszeg, Baja, Fülöpszállás, Nagyszénás és Répáshuta). Minden állomáson saját GPS vevővel rendelkező, akril kupolával védett, a teljes helyi égboltot csaknem teljesen lefedő 7-8 kamera üzemel éjjel-nappal, az internetre csatlakoztatva. Már az első egy éves működés alatt is több robbanó tűzgömböt rögzített a rendszer, amelyekre pályaszámolás és valószínű hullásmező meghatározás is történt.

A szoftver állandó finomítás alatt áll a minél pontosabb pályaadatok kinyerése, fotometria, ill. a későbbiekben pedig fényesebb műholdak és űrszemét objektumok automatikus felismerésének lehetővé tétele céljából is. A kamera rendszer szerves része a ny-európai Allsky7 Network-nek, adatait korlátozás nélkül megosztja a többi állomással. Minimum 2, tetszőleges számú állomás által ugyanazon tűzgömből készült koordináta idősorából földi hullási területet tudunk számolni saját fejlesztésű programjainkkal, és így lehetővé válik a közeli jövőben tényleges hullást eredményező bolida meteoritjainak begyűjtésére, és tüzesebb vizsgálatára.

A több különböző szervezet, intézmény munkatársaiból álló, 2014 óta működő DAMBALL magaslégköri ballon csoport, és más, korábbi űrkutatási tárgyú sikeres pályázatai alapján is ismert SOPROBOTICS diákcsoport együttműködése egy új, izgalmas kísérlet megvalósításához vezetett, amely a ballonozást összekapcsolja a meteor-kutatással: intelligens "mű-meteor" ejtési kísérlet. Ez a robbanó tűzgömbök nyomán földre hulló meteorit-törmelék pályáit számító "sötét-repülési" integrátor programjaink tesztelését fogja valós adatokkal segíteni.

A ballonos csoport rendelkezésére áll bármely hazai űripari cég számára a világűrbe tervezett műszerek, részegységek in-situ tesztelésére alkalmas bér-indításokra a közeli világűrbe, ill.

kutatási programokhoz in-situ mérések elvégzésére (sugárzásmérések, pormintavétel, stb.). Rutinszerűen tudunk 30 km feletti tartományba juttatni max. 1 kg hasznos terhet, és azt biztonságosan visszahozni és begyűjteni (összesített statisztikánk: 91,30%, 2014. augusztusa óta történt indítások tekintetében 95,65%, és 2018. augusztusa óta pedig 100% - sikeres indítás, adatgyűjtés és épségben felszedés).

A 30 km feletti tartományban tartózkodás max. 30 percre biztosítható, de egyelőre nem kontrolláltan. A gondolában rendelkezésre álló alkalmazói hely-, ill. a gondola külsejére felszerelhető egyéb idomok méretezése tekintetében előzetes egyeztetésre van szükség.

Műholdmegfigyelési program Baján - 35 év után ismét

Hegedüs Tibor (1,SZTE), Kereszty Zsolt (1), Ledneczki István (2)

(1) AstroTech KFT, Baja, Magyarország

(2) Szegedi Tudományegyetem Bajai Observatóriuma, Baja, Magyarország

1958-1988 között a Bajai Observatórium meghatározó tevékenysége a műholdak optikai megfigyelése volt (vizuális, később fotografikus módszerekkel), a pályaelemek változásából a felsőlégkör fizikai tulajdonságainak vizsgálata volt a tudományos cél. A program végét részben az in-situ műholdak nagyságrendekkel jobb térbeli-, és időbeli felbontású adatai okozták, részben pedig a finanszírozó Interkozmosz együttműködés finanszírozásának drasztikus csökkenése. 35 év elmúltával az EU és az ESA részéről felmerült új igény: a kontrollálatlan műholdak, az űrszemét optikai követése, és a légkörbe lépés felé közeledő eszközök monitorozása céljából 2021-ben elindított optikai megfigyelő hálózat részé vált Baja. Az első műhold-távcső 28 cm átmérőjű Rowe-Ackermann Schmidt (síkra korrigált) optikájú, és korszerű direkt drive meghajtású L350 altazimutális félvillás mechanikájú. 2022 nyarán telepítették Bajára a Sybilla Technologies (Lengyelország) kollégái. 2023 március végéig 150 óra nettó megfigyelési időben készültek műhold-észlelések teljesen automatizáltan. Az ESA-tól átvett célpont-lista alapján előrejelző program állítja össze (2-3 órával a besötétedés előtt) a bajai távcső koordinátaira kiszámolt átvonulási adatokat, ezeket 15 perces slot-okba sorolja be az észleléstervező, végül pedig az ABOT nevű észlelőprogram végrehajtja az észlelés pontos kivitelezését. A nagy számú kalibráló csillag figyelembe vételével egy asztrometriai kiértékelő pipeline állítja elő az átvonulás koordináta-sokaságát, amiből más állomások ugyanerre a vonulásra vonatkozó adatai alapján kiszámolhatók a pontos pillanatnyi pályaelemek. A jelenlegi "EON" ESA pályázati projekt 2023. október végén zárul, fő indikátora 500 óra teljesítendő nettó megfigyelési idő.

A jelenleg 3 fős team máris megkapta a következő megbízatást: 2023-2024 folyamán ugyanilyen 4 optikával, egyidejűleg 4 sávban kell fotometriai méréseket is végezni a követett objektumokról. A projektől az ESA azt reméli, hogy a definiált színindexek figyelembe vételével klasszifikálni lehet majd az űrszemét és aktív műhold objektumokat, ill. a fényváltozások észlelésével járulékos információt kaphatunk a kontrollt vesztett, ill. a légkörbeli visszatéréshez közeledő objektumokról. Az új távcső a tervek szerint Spanyolországban kerül felállításra, és Bajáról fogjuk üzemeltetni egy 2-3 fős csoporttal. A bajai részvételt e fontos SST területen hosszú távra tervezzük, további projekt elképzelésünk is kidolgozás alatt van.

Swarm L2 adatermékek fejlesztése az ULF hullámtevékenység jellemzésére

Heilig Balázs (1,2), Bozóki Tamás (1,2)

(1) Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Sopron

(2) Űrkutató Csoport, Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, ELTE, Budapest

Az ULF hullámok a földi magnetoszféra mindennapos jelenségei. A felszínen észlelve geomágneses pulzációknak is nevezzük őket. Periódusuk az 0,2-600 másodperces tartományba esik. A magnetoszférában MHD-hullámként terjednek, s a magnetoszférával összemérhető hullámhosszuk következtében különféle rezonanciákat is keltenek.

Az ESA három LEO pályán keringő műholdjából álló Swarm-missziójának méréseiben az ULF hullámok több csoportja jól azonosítható. A nappali oldalon közepes szélességeig az upstream foreshock-eredetű Pc3-as ($T=10-45$ s) pulzációk dominálnak. A felső ionoszférában ezek már nem terjedő hullámokként észlelhetők, csupán a még a magnetoszférában visszavert hullámok exponenciálisan lecsengő mágneses tere mérhető, amely a plazmasűrűség fluktuációival korrelálatlan. A plazmapauza talppontjának környékén megjelenő Pc3-as pulzációk viszont az erővonalak mentén terjedő Alfvén-hullámokból az ionoszféráról való visszaverődés során alakulnak ki módus-konverzió során. Az éjszakai oldalon megjelenő Pi2-es típusú pulzációk ($T=40-150$ s) a plazmaszférában keltett üregrezonanciák, melyek szubviharok kezdetén alakulnak ki, feltehetően a plazmalepeltől a magnetszférába injektált nagyenergiájú plazmacsomagok becsapódásakor. A fentiekől eltérően a Pc1-es pulzációk nem MHD-hullámok. Ezek a magnetoszféra egyenlítői síkjának környékén, az ionokkal való girorezonancia során jönnek létre, majd az erővonalak mentén jutnak le az ionoszféráig. A pulzációknak a felső ionoszférában való észlelésekor két nehézséggel kell megküzdeni. Az első abból adódik, hogy a mozgó műhold által keresztezett néhány km-től néhány száz km-ig terjedő hullámhosszal bíró térbeli mágneses struktúrák időben mintavételezve az ULF hullámokhoz hasonló fluktuációkként jelennek meg. A nagyobb hullámhosszú struktúrák jellemzően a földkéregből erednek, ezek hatása a megfelelő modellel eltávolítható. A poláris régióban keresztezett erővonal-menti áramrendszer nagy energiája és spektrális jellemzői alapján azonosítható, míg az egyenlítői plazmabuborékok a mágneses tér és a plazmasűrűség fluktuációja közötti anti-korreláció alapján. További fontos támpont a Swarm-műholdak észlelései között mért fáziskülönbség.

A másik nehézség a hullámok térbeli fázisviszonyaiból és a hullámok nagy periódusidejéből adódik. Néhány hullámperiódusnyi idő alatt a műhold akár több ezer km-t (és több 10 foknyi szélességet) halad, miközben nagyon különböző tartományokon halad át. Így a rövid periódusú Pc1-es hullámok kivételével csak azoknak a hullámoknak az azonosítására van esély, amelyeknél a hullámfrontok a műhold pályával kis szöget zárnak be, továbbá a frekvencia egy nagyobb szélességtartományban közel állandó. Különben a nagy Doppler-hatás és a gyorsan változó frekvencia miatt a hullámok azonosítása csak kivételes esetekben lehet sikeres. AZ ESA

által támogatott Swarm DISC ULF projekt keretében mindezekre tekintettel végezzük az ULF hullámok azonosítását, és a mérésekre alapozott L2-es termékek fejlesztést.

Gravitációmoduláció hatása reaktív határfelületre

Stergiou Yorgos (1), Papp Paszkál (2), Schuszter Gábor (2), Tóth Ágota (2), Eckert Kerstin (1), Schwarzenberger Karin (1), Horváth Dezső (3)

(1) Institute of Process Engineering and Environmental Technology, Technische Universität Dresden, Drezda, Németország

(2) Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék, Szegedi Tudományegyetem, Szeged, Magyarország

(3) Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék, Szegedi Tudományegyetem, Szeged, Magyarország

A radiálisan terjedő reakciófrontok dinamikájára nagy hatással van a felhajtóerő okozta keveredés. Az elméletileg jósolt és a kísérletileg tapasztaltak közti különbségek tisztázása érdekében parabolarepülés során vizsgáltuk a gravitáció hatását egy Hele-Shaw reaktorban lejátszódó radiálisan terjedő $A + B \rightarrow C$ reakció frontra. A könnyebb összehasonlíthatóságért meghatároztuk a termék képződését, a front szélességének és helyének időbeli változását. A nagyobb gravitációs gyorsulás során mind a képződött termék mennyiségének, mind pedig a front szélességének növekedését tapasztaltuk a földi referencia kísérletekhez viszonyítva a nagyobb felhajtóerő okozta keveredés miatt. A súlytalanság állapotában a reakciófront terjedését felhajtóerő-mentes körülmények között tudtuk vizsgálni. A rövid megfigyelési idő ellenére sikerült kimérni azt, hogy a felhajtó erő mennyiben járul hozzá földi körülmények között a front alakjának a dinamikájához, valamint a képződött termék mennyiségéhez [1].

[1] Y. Stergiou, M. J. B. Hauser, Al. Comolli, F. Brau, A. De Wit, G. Schuszter, P. Papp, D. Horváth, C. Roux, V. Pimienta, K. Eckert, K. Schwarzenberger Effects of gravity modulation on the dynamics of a radial $A + B \rightarrow C$ reaction front, Chem. Eng. Sci. 257, 117703 (2022)

Napfoltminimumok és a most felfutó 25. ciklus

Kálmán Béla (1)

(1) CsFK, Konkoly obszervatórium

A minden várakozásnak fittyet hányó 24. napfoltciklus után a 25. is úgy látszik, meglepetéseket tartogat, sokkal gyorsabban emelkedik az előrejelzéseknél, pedig az előző ciklus vége és maga a minimum hasonló volt az előzőhöz. Ezért a nemzetközi relatívszám-adatbázisból kinyert foltnélküli napok 13 hónapos csúszó összegzésével vizsgálom meg a minimumok és a rákövetkező ciklusok lehetséges összefüggését. Kitérek a az előrejelzések nehézségeire is, amiről a folyamat véletlenszerűsége, a ciklusok átfedése és a szoláris dinamónak a cikluson belüli „betyár” (rendellenes) napfoltok által okozott megzavarása tehet. Bemutatom egy ilyen rendellenes aktív vidék kialakulását, és a gyorsan növekvő napfolt-aktivitás csoportjaiból válogatva a Solar Dynamics Observatory megfigyeléseiből készített animációkon mutatom be a napfoltcsoportok azonosítási problémáit (amelyek az adatbázisok felhasználóit érinthetik) és az aktív vidékek fejlődése közben a napfoltok kölcsönhatása következtében időnként bekövetkező, az általánostól eltérő mozgásokat.

Leszállóhely kijelölés a holdi jeget fúró NASA-ESA űrszonda számára

Kereszturi Ákos (1), Tomka Richárd (1)

(1) Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet, CSFK, Budapest, Magyarország

Az ESA által kifejlesztett PROSPECT műszercsomag a Hold sarkvidéki területein lévő, a regolitba kevert jég mintázására és összetétel elemzésére szolgál. A műszer a NASA CLPS űrszonda sorozatán, az ARTEMIS program keretében fog a Hold déli sarkvidékén landolni, és remélhetőleg jeget találni. A leszállóhely kiválasztása jelenleg zajlik, amelyben az ESA-val a Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézete (CSFK) működik közre. A kutatás során olyan, időszakosan napfényrel ellátott területet kell leszállóhelyként kijelölni, ahol a legnagyobb a jég előfordulási esélye, valamint biztonságosan végrehajtható a küldetés. Ehhez a tudományos szempontok (hőmérsékleti viszonyok, regolit várható jellemzői, érettsége, hőtehetetlensége, terület fejlődéstörténete) mellett technikai igényeket (lejtőszög, veszélyes helyszínek elkerülése, kommunikációs lehetőség a Földdel, napelemeknek szükséges napsugárzás jelenléte) egyaránt figyelembe kell venni. Az így nyert paraméterek súlyozásával, és a várható landolási pontosság jellemzőivel együtt választhatók ki azok a régiók, amelyek közül a NASA-ESA bizottság a végső leszállóhelyet kijelöli. Az Űrkutatási Fórumon a hazai munka jellemzői, pillanatnyi állapota és várható kimenetele kerül bemutatásra. A program az ESA valamint a Külgazdasági és Külügyminisztérium Űrkutatásért és Űrtevékenységért Felelős Főosztálya támogatásával zajlik.

Űridőjárási adatok mérése a Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézetben

Kis Árpád (1), Lemperger István, Barta Veronika, Berényi Kitti,
Vörös Zoltán, Hatos Gábor, Wesztergom Viktor

(1) Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Sopron, Magyarország, kis.arpad@epss.hu

Az űridőjárással kapcsolatos méréseknek hosszú hagyománya van a Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézethez tartozó Széchenyi István Geofizikai Observatóriumban (SZIGO): az első mágneses és tellurikus mérések még 1957-ben kezdődtek. A SZIGO adottságai egyedülállóak, ugyanis a mérések a lehető legvédettebb környezetben zajlanak, a Fertő déli partján, Natura 2000 területen, ami biztosítja azt, hogy jövőben is mesterséges zajoktól mentesen történjenek a mérések.

A földi geomágneses tér változásainak nyomon követése, a geoelektromos aktivitás (GIC) rögzítése és az ionoszféra folyamatos megfigyelése különálló mérések, ugyanakkor együtt vizsgálva őket, lehetségessé válik az űridőjárás hatásainak és folyamatainak tanulmányozása és mélyebb megértése.

Ezekhez kapcsolódik az UVA/UVB mérőrendszer és egy SID (Sudden Ionospheric Disturbance) monitor, amelyek mintegy kiegészítik az alapméréseket.

Előadásunkban bemutatjuk a mérőrendszerrel és az adatbázissal kapcsolatos legújabb fejlesztéseket, amelyek megfelelnek a kor igényeinek, és amelyek az alapját képezik Magyarország első dedikált űridőjárási adatszolgáltatásának.

Az ionoszféra vizsgálata a Swarm műholdak GPS jeleinek szcintillációi alapján

Kobán Gergely (1,2), Kovács Péter (1), Németh Zoltán (1)

(1) Wigner Fizikai Kutatóközpont, Űrfizikai és Űrtechnikai Osztály, Budapest

(2) Eötvös Loránd Tudományegyetem, Fizika Doktori Iskola, Budapest

A GNSS műholdak rádió jeleinek szcintillációi a jelekben tapasztalható gyors amplitúdó- és/vagy fázis-ingadozások, amik jelentősen befolyásolják a műholdas kommunikáció, navigáció és távérzékelés pontosságát. A szcintillációk elsősorban az ionoszférán való áthaladás során, a közegben előforduló, kis skálájú plazma irregularitások miatt lépnek fel, amelyek előfordulásait a nap- és geomágneses aktivitás befolyásolja. Az irregularitások, és az ezek révén fellépő ionoszférikus szcintillációk tanulmányozása elengedhetetlen a modern technológiára és mindennapi életünkre gyakorolt hatások megértéséhez és mérsékléséhez. Munkánk során a SWARM műholdakon észlelt GNSS jelek C/N0 zaj paramétereiből származtatjuk a jelek amplitúdó/fázis szcintillációinak, ún. $S4/\sigma^2$ indexeit, amelyekből következtetünk a szcintillációk előfordulásaira a földrajzi és geomágneses koordináták függvényében, az évszakok szerint, illetve a nap és a geomágneses aktivitás alapján. Eredményeinket összehasonlítjuk a Swarm plazma adataiból közvetlenül származtatott plazma irregularitási indexek (ROTI, RODI, plazma buborék index) hasonló eloszlásaival.

Swarm műholdak GPS és mágneses regisztrátumainak elemzése a felső ionoszféra dinamikai folyamatainak megismerésére

Kovács Péter (1), Heilig Balázs (2,3), Kobán Gergely (1,4)

- (1) Wigner Fizikai Kutatóközpont, Űrfizikai és Űrtechnikai Osztály, Budapest
- (2) Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Sopron
- (3) Eötvös Loránd Tudományegyetem, Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Budapest
- (4) Eötvös Loránd Tudományegyetem, Fizika Doktori Iskola, Budapest

A töltött részecskék átlagos eloszlását az ionoszférában változatos fizikai folyamatok (koherens plazma áramlások, turbulens folyamatok, instabilitások) teszik kiszámíthatatlanná, térben és időben egyaránt. Az ún. irregularitások előfordulásait, térbeli és időbeli kiterjedtségét alapvetően külső űridőjárási folyamatok szabályozzák. Az ESA EPHEMERIS pályázata keretében a Swarm műholdak mágneses regisztrátumai alapján kifejlesztettünk egy olyan indexet, amely alkalmas az ionoszféra turbulens, intermittens viselkedésének monitorozására a műholdak pályái mentén. Az indexek több évnnyi időszora alapján megmutattuk az ionoszférikus plazma turbulens jellegének erősödését a sarkifény tartományban, a plazmapauza nappali oldalán, illetve a mágneses egyenlítő mentén. A turbulens viselkedést az auróránál az erővonalmenti áramok, a plazmapauzánál feltehetően erővonal rezonanciák, míg az egyenlítő környékén speciális plazma (plazmabuborék események) instabilitások okozzák. Az irregularitásokat a mágneses észlelésektől függetlenül, a Swarm holdak GPS regisztrátumai alapján, a GNSS jelek szcintillációi, illetve kimaradásai („loss of lock” események) monitorozásával is vizsgáljuk. Az előadásban összehasonlítjuk az irregularitások, kétféle megfigyelés alapján kapott térbeli eloszlásait a földrajzi és mágneses koordináták függvényében, valamint különböző űridőjárási aktivitás mellett.

Rádiókvazárok relativisztikus plazmanyalábjai és a RadioAstron műhold

Krezinger Máté (1,2), Frey Sándor (1,2), Gurvits Leonid (3)

(1) Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, Budapest, Magyarország

(2) ELKH Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Konkoly Thege Miklós
Csillagászati Intézet, Budapest, Magyarország

(3) Joint Institute for VLBI ERIC, Dwingeloo, The Netherlands

A RadioAstron egy a Föld körül keringő műhold volt, amely a fedélzetén lévő 10 méter átmérőjű rádiótávcsővel interferométeres mérésekben vett részt. Felbocsátását követően, 2011 júliusától mintegy 7 évig működött és végzett nagy tudományos jelentőségű méréseket. A műhold közreműködésével végzett nagyon hosszú bázisvonalú interferométeres (űr-VLBI, Space Very Long Baseline Interferometry) technika lényege, hogy több földi rádiótávcső egyidejű működésével a lehető legfinomabb felbontást érjük el a rádiótartományban – sokkal finomabbat, mint amire a csak földi telepítésű rádiótávcsöveket használó hálózat képes. Ez a felbontás elengedhetetlen, hogy ha részletesen akarjuk tanulmányozni a távoli aktív galaxismagok kompakt rádiósugárzását. Aktív galaxismagok alatt a galaxisok középpontjában található, a környezetükből anyagot befogó szupernagy tömegű fekete lyukakat és azok közvetlen környezetét értjük. Körülbelül 10 százalékuk erős rádiósugárzó. A rádiókvazárok esetében a mágneses erővonalaik mentén közel fénysebességgel kilökődő töltött részecskék nyalábait figyelhetünk meg. A VLBI technikával lehetőségünk nyílik feltérképezni a rádiósugárzó nyalábok szerkezetét és meghatározni az univerzum legnagyobb részecskegyorsítóinak fizikai jellemzőit. A RadioAstron célpontjai között nem csak aktív galaxismagok, hanem pulzárok és mézerek is megtalálhatóak voltak. Az űrobszervatórium leállítását követően még mindig rengeteg adat maradt publikálatlanul, ezért a jövőben még sokat hallhatunk erről a műszerről. Előadásomban kitérek a RadioAstron magyar vonatkozásaira, főbb eredményeire, és bemutatom saját kutatási eredményeimet is. Kutatásom során távoli, nagy vöröseltolódású rádiókvazároknak a RadioAstron és földi rádiótávcsövek hálózatai által megfigyelt plazmanyalábait vizsgáltam.

FARBES - kész sugárzási öv forgatókönyvek

Lichtenberger János (1,2)

(1) ELTE Geofizika és Űrtudományi Tanszék
(2) ELKH-ELTE Űrkutató Csoport

Az űr-időjárás előrejelző modellek általában nem veszik tekintetbe, hogy a napból kiinduló folyamatok alapvetően megjósolhatatlanok. A nap dinamikájának követése a földig bizonytalan, mert a terjedési modellek peremfeltételei ismeretlenek. Jelenleg az L1-ben mért adatokra hagyatkozhatunk, amelyek 1 órányi előnyben vannak a valós időtől, vagy használhatjuk a modellek bemenő paramétereinek (pl. Kp index) neurális hálós előrejelzéseit. Az aktuális állapot leírása lényegesen pontosabb, a fizikai modellek kombinációja adat-asszimilációval nagyon jól leírja a sugárzási öveket. Azonban az ilyen leírások valós idejű alkalmazását a pontos bemenő adatok hiánya (egyetlen kivétel a geoszinkron pálya) erősen limitálja.

A FARBES (Forecast of Actionable Radiation Belt Scenarios) EU Horizon Europe projekt teljesen más megközelítést használ: egyszerű, de megvalósítható előrejelzéseket készít a műhold-operátorok számára úgy, hogy közben elkerüli a korábbi hasonló projektek buktatóit. Bár jelenleg lehetetlen egy űr-időjárás esemény előrejelzése, amint az esemény elkezdődött, képesek vagyunk leírni az esemény evolúcióját, mindezt úgy, hogy közben folyamatosan frissítjük az előrejelzést.

A műhold operátorok számára képesek vagyunk kész forgatókönyveket készíteni, amelyek az esemény néhány kulcsfontosságú paraméterét tartalmazzák. Ezek:

- a. mikor lesz az esemény a legerősebb
- b. mekkora lesz a legnagyobb fluxus
- c. meddig tart az esemény

A projekt legfontosabb innovációja az, hogy a gyakran (most is ilyen időszakban vagyunk) elérhetetlen in-situ mérési adatokat, amelyekből a sugárzási öv modellek bemenő paramétereit származtathatóak, valós idejű, elérhető és megbízható földi mérési adatokkal helyettesítjük. Így nem kell bizonytalan előrejelzéseket használni a sugárzási övek dinamikájának leírásában. Ráadásul az esemény alatt a valós idejű földi mérések segítségével az előrejelzések folyamatosan frissíthetők.

Az előadásban bemutatjuk a 2023. január 1-én indult FARBES projektet.

RADMOS, TECHDOSE és Stratolab-12 ballonfedélzeti sugárzásmérő kísérletek összehasonlítása

Malatinszky Adél (1,2), Hirn Attila (1), Kis Ádám (3), Lichtenberger
János (4)

- (1) Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest, Magyarország
- (2) Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, Magyarország
- (3) Remred Technológia Kft., Budapest, Magyarország
- (4) ELKH-ELTE Űrkutató Kutatócsoport, Budapest, Magyarország

Mióta Viktor Hess 1910-ben felfedezte a kozmikus eredetű sugárzást, számos részecskefizikai felfedezés és mérés született ennek köszönhetően. A közeli világűrbeli és világűrbeli sugárzási tér sok szempontból jól ismert, azonban az elmúlt időszak fokozott űrtevékenysége és a későbbi missziók sikeressége miatt egyre jobban felértékelődik a kozmikus sugárzás űridőjárasi célú, in-situ monitorozásának szerepe. A kutatómunkám során az Energiatudományi Kutatóközpont Űrkutató Laboratóriuma által megvalósított RADMOS kísérlet eredményeinek elemzését végzem, felhasználva a korábbi (Stratolab-12 és TECHDOSE) kísérleti eredményeket. A RADMOS kísérletre 2022 szeptemberében az Európai Űrügynökség HEMERA programja keretében került sor. A svédországi ESRANGE űrközpontból elindított sztratoszférikus ballon fedélzetén egymásra merőleges tengelyű Geiger-Müller-számlálókkal és a félvezető detektoros RADTEL részecskekeleleszkóppal vizsgáltuk a mért részecskeszám, valamint a sugárzás és annak egyes komponenseinek energiaspektrumának időbeli és ennek megfelelően tengerszint feletti magasság szerinti változását. A megfigyelések segítségével képet kaphatunk a mérés ideje alatt az űridőjárás állapotáról és a ballonos kísérletek korlátairól. A bemutatás során elsősorban az egyes eszközök beütésszám értékekből nyerhető információk (időben és térben) valamint az információ korlátai kerülnek ismertetésre.

Napfoltcsoportok visszafejlődésének dinamikája

Muraközy Judit (1)

(1) Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Sopron, Magyarország

A napfoltcsoportok fejlődését és visszafejlődését eltérő folyamatok szabályozzák. Ezen események részletes feltérképezése fontos a szoláris mágneses- és sebességterek kölcsönhatásainak megértése szempontjából.

Az egyedülálló részletességű debreceni napfolt-adatbázisok segítségével a foltcsoportok fejlődése nagy részletességgel és hosszú időszakon (1996-2010) vizsgálható. A SOHO/MDI-Debrecen Database (SDD) az egyes napfoltok mágneses terének adataival is elszámol a terület és a pozíció adatok mellett, így a foltcsoportok vezető és követő részei megkülönböztethetők, és a foltok umbráinak és penumbráinak viselkedése külön-külön is feltérképezhető. A vizsgálatokból megállapítható, hogy a foltcsoportok visszafejlődési rátája egyenes arányosságot mutat azok területmaximumával. A nagy statisztikai anyagon követett visszafejlődés sorrendje: először a követő rész penumbrái bomlanak el, végül a vezető umbrák észlelhetők legtovább. Az ellentétes mágneses polaritású részek visszafejlődés során mutatott asszimetriáinak vizsgálata szerint a visszafejlődés három fázisú folyamat, mely során az aszimmetria nő és mértéke antikorrrelációt mutat a maximális területtel. A különböző mélységek tanulmányozásához az umbra/penumbra arányt vettem figyelembe, melynek mértéke fordítottan arányos a területtel, és a visszafejlődés során folyamatosan csökken. A vizsgált adatokon félgömbi aszimmetria is kimutatható, a déli félgömbön nagyobb az aszimmetria mértéke mint az északon. A Debrecen Photoheliographic Data katalógus adatainak felhasználásával egy állandó, hosszú távú félgömbi dominancia is megfigyelhető. Ennek oka egyelőre ismeretlen.

A bemutatott eredmények elérése az NKFIH OTKA 1418985-ös számú pályázata támogatásával valósulhatott meg.

A sugárzási övek forrás populációjának származtatása felszínen mért (AWDANet) kórusokból

Murár-Juhász Lilla (1), Lichtenberger János (1), Omura Yoshiharu (2), Friedel Reinhard (3)

(1) ELKH-ELTE Űrkutató Csoport, Budapest, Magyarország
(2) Kyoto University RISH, Kyoto, Japán, (3) LANL, Los Alamos, USA

Juhász et al. 2019 [1] megmutatta, hogy a forrás populáció bi-Maxwell paramétereit származtathatók

a kórus elemek egyes tulajdonságai alapján. Ez a kórus-inverziós módszer Omura et al. (2008, 2010) [2,3] elméleti munkája alapján készült, amely a kórusok keletkezését írja le a kiváltó elektromágneses hullám és a forrás populáció nemlineáris hullám-részecske kölcsönhatásán keresztül. Folytatva [1] munkáját, számos, a Van Allen Probes fedélzetén található Electric and Magnetic Field Instrument Suite és Integrated Science (VAP EMFISIS) által 2012-2017-ben detektált kórust elemeztünk. Az elemzett kórusok plazma jellemzői széles tartományt lefednek. Ilyenek a plazmafrequencia és a girofrequencia aránya, f_{pe}/f_{ce} , valamint a kórus elemek frekvencia növekedési rátája, $\partial\omega/\partial t$. A girofrequencia és a plazmafrequencia adatok VAP EMFISIS mérésekből származnak, a frekvencia növekedési rátát egy állandóval közelítettük. Egy kórus elem frekvencia növekedési sebessége, a plazmafrequencia és a girofrequencia a kórus inverziós módszerünk két bemeneti paramétere.

Így a [1] teljes validációs folyamat alkalmazása nagyobb számú esetre az inverziós módszer alkalmazhatóságát mutatja meg. Eredményeink szerint az inverzióból származó termális sebesség értékek jól egyeznek a VAP HOPE (Helium, Oxygen, Proton and Electron Mass Spectrometer) mérésből számított értékekkel. Ezzel szemben a származtatott elektronsűrűség főként attól függ, hogy a kórus elem spektrogramon látható alakjára az egyenes illesztés hogyan történt, ezzel akár 25%-os bizonytalanságot okozva. Kiegészítettük a fent említett validálási folyamatot az elméleti hibák hatásainak elemzésével. Kiszámoltuk a szisztematikus hibákat, amelyeket Q , az elektronlyuk mélysége és $\tau = TN/T_{tr}$, a nemlineáris átmeneti idő és nemlineáris belépési periódus aránya okoznak. Arra a következtetésre jutottunk, hogy a szisztematikus bizonytalanságok elhanyagolhatóak.

Hivatkozások

[1]L. Juhász, Y. Omura, J. Lichtenberger, and R. H. W. Friedel, "Evaluation of plasma properties from chorus waves observed at the generation region," *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 6, May 2019, pp. 4125–4136., doi: 10.1029/2018JA026337.

[2]Y. Omura, Y. Katoh, and D. Summers, "Theory and simulation of the generation of whistler-mode chorus", *J. Geophys. Res.*, 113, 25, April 2008, A04223, doi:10.1029/2007JA012622.

[3]Y. Omura, and D. Nunn, "Triggering process of whistler mode chorus emissions in the magnetosphere", *J. Geophys. Res.*, 116, 11, May 2011, A05205, doi:10.1029/2010JA016280.

Űrtelemedicina, folyamatos egészségügyi monitorozás az űrutazás során

Nagy-Bozsoki József (1)

(1) Semmelweis Egyetem Repülő és Űrorvosi Tanszék, Budapest

A vitális paraméterek folyamatos monitorozása súlytalanságban már az ötvenes évek végén elkezdődött állatkísérletek keretében: először a rövid ideig tartó szuborbitális űrrepülések során, majd később tartós súlytalanságban, orbitális pályán. Segítségükkel bizonyították, hogy az űrrepülés lehetséges az ember számára, illetve ezen eszközök jelentették a később használt biotelemetriai rendszerek alapját. Az emberes űrrepülés korai szakaszában, amíg a súlytalanság rövidtávú hatásai nem voltak ismertek, az űrhajósok szinte folyamatosan orvosi monitorozás és felügyelet alatt álltak. A missziók hosszának növekedésével a hangsúly egyre inkább az időszakos mérésekre tevődött át, a vizsgált biológiai paraméterek száma növekedett, és az űrhajósoknak már lehetősége volt egyszerű egészségügyi problémákat orvosolni. Az űrállomások megjelenésével a folyamatos egészségügyi monitorozás egyre inkább különvált a kutatástól, az operatív egészségügyi támogatás része lett, az űrutazás hosszútávú következményeit pedig már dedikált biológiai kutatások segítségével követték. A Nemzetközi Űrállomáson az űrhajósok egészségét rendszeres paraméterezéssel, illetve orvos-űrhajós konzultációkkal követi a földi egészségügyi személyzet. A valós idejű, folyamatos egészségügyi monitorozás elsősorban űrséták és hasonló küldetéskritikus tevékenységek alatt történik. Az állomáson tartózkodó űrhajósok között mindig található egy fedélzeti egészségügyi tiszt, aki segíti a földi személyzet munkáját, illetve az esetlegesen fellépő egészségügyi vészhelyzetek esetén azonnali egészségügyi ellátást tud biztosítani.

Zsúfolt-e a Föld körüli pálya?

Nagy Imre (1)

(1) Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Budapest,
Magyarország (nagy.imre@uni-nke.hu)

Napjainkban zajlik a korábban elképzelhetetlennek tartott méretű műholdseregek kiépítése. Jelenleg a Starlink rendszer a legnépesebb kb. 4000 taggal, ami a tervek szerint akár meg is tízszeresződhet. Ez már önmagában is több, mint pár évvel ezelőt volt azoknak a testeknek a száma, amelyeknek a pályáját követni lehetett, beleértve az űrtörmeléket is. Ugyanakkor sajtóhírekben olvasni lehet már akár 300000 holdból álló tervezett rendszerről is. Ezek alapján lehetséges, hogy középtávon akár egymilliót meghaladó számú műhold is Föld körüli pályára kerülhet. Joggal merül fel a kérdés, hogy van-e hely ennyi mesterséges hold számára alacsony Föld körüli pályán? A kérdést több oldalról is vizsgálhatjuk. Egyrészt ha túl közel keringenek egymáshoz a műholdak, akkor zavarhatják egymás működését, illetve kommunikációját. Másrészt a geopotenciál gömb-szimmetrikustól való eltérése, a Naprendszer égitestjei és a nem konzervatív erők (pl. légellenállás) okozta perturbációk hatására időről időre ütközés közeli állapotok állhatnak elő. Előadásomban a gravitációs eredetű perturbációk hatásának numerikus vizsgálatával kísérek meg felső becslést adni a mesterséges holdak maximális számára.

Magyar részvétel az Európai Űrügynökség JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer), a Jupiter jeges holdjait felfedező küldetésben

Nagy János (1), Hevesi László (1), Vizi Pál Gábor (1), Szalai Lajos
(2), Horváth István (2), Szalai Sándor (3)

(1) Energiatudományi Kutatóközpont 1121 Budapest, Konkoly Thege M. út 29-33

(2) Wigner Fizikai Kutatóközpont 1121 Budapest, Konkoly-Thege M. út 29-33

(3) SGF Kft. 1121 Budapest, Konkoly-Thege M. út 29-33

A JUICE – JUPiter ICy moons Explorer – az ESA (Európai Űrügynökség) első nagyszabású küldetése a Jupiterhez. A tervek szerint 2023 áprilisában indul, 2031-ben érkezik meg a nagybolygóhoz és legalább három évet tölt a gázóriásnak és három legnagyobb holdjának, a Ganümedésznek, a Callistónak és az Európának a részletes megfigyelésével. Csoportunk, az Energiatudományi Kutatóközpont MTSzSz Űrtechnikai csoportja a PEP (Particle Environment Package - részecske-környezet csomag) műszerhez fejlesztett tápegységet. A PEP és érzékelői a plazmakörnyezetet vizsgálják meg a Jupiter rendszerében. A PEP méri a pozitív és negatív ionok, elektronok, exoszférikus semleges gázok, termikus plazma és energetikai szempontból semleges atomok sűrűségét és fluxusát. A névleges fedélzeti feszültség 28V az űrszondán, emellett számos más feszültségre is szüksége van egy-egy kísérletnek, a PEP-nek is. Az űrtechnikai csoportunk feladata volt a DCC (Direct Current Converter) tápegység fejlesztése a PEP érzékelőihez. A munka nagy kihívást jelentett az ESA által megkövetelt nagy megbízhatóság miatt és extrém körülmények között is biztosítani kell a megbízható működést. A tervezés és ellenőrzés fázisai közben, valamint a gyártás után számos teszten kellett megfelelni, bizonyítandó a hosszú távú megbízhatóságot. Prezentációnkban bemutatjuk a DCC létrehozását, annak folyamatát. A DCC tesztjeihez szükséges volt egy speciális földi ellenőrző berendezés, az Electronic Ground Support Equipment (EGSE) névvel jelölt tesztberendezés kifejlesztése. Az EGSE-t az SGF Kft. fejlesztette ki és támogatta a DCC ellenőrzését. Valamint az űrrepülés során várhatóan végig rendelkezésre kell állnunk a felmerülő kérdések megválaszolására szimulációkkal és további fejlesztési célokra is felkértek minket. Bemutatjuk továbbá magát a DCC-t, a minőségbiztosítási módszereket és az EGSE által végzett tesztek.

HUNOR űrhajós szelekció tanulságai

Dr. Nagy Klaudia Vivien (1,2)

(1) Semmelweis Egyetem Repülő és Űrorvosi Tanszék, Budapest

(2) Semmelweis Egyetem Városmajori Szív és Érgyógyászati Klinika, Budapest

A HUNOR űrprogram célja, hogy egy kiválasztott magyar űrhajós a Nemzetközi Űrállomáson végezzen tudományos kutatómunkát. A megfelelő jelölt kiválasztása egy komplex, több fázisú válogatási folyamaton keresztül zajlik, amelynek egyik legszigorúbb része az orvosi alkalmasság vizsgálata.

A HUNOR űrhajós válogatás orvosi alkalmassági része során 25 jelölt esetében történt átfogó repülőorvosi kivizsgálás, melybe orvosi és a pszichológiai vizsgálatok is beletartoztak. Az orvosi vizsgálatok magukban foglalták az általános belgyógyászati, immunológiai és hematológiai laborvizsgálatokat, illetve a széleskörű szakorvosi vizsgálatokat; részletes kardiológiai, pulmonológiai, gasztroenterológiai, fül-orr-gégészeti, ortopédiai, szemészeti, neurológiai és fogorvosi kivizsgálást történt. Ezekhez a vizsgálatokhoz kapcsolódóan számos képalkotó vizsgálat is készült.

A HUNOR program űrhajós jelöltjeinek orvosi alkalmasság vizsgálata sikeresen lezajlott a várt közel 70%-os jelölt veszteséggel. A nemzetközi színvonalú, komplex kivizsgálás eredményeit az Európai Űrügynökség (ESA) is elfogadta, melyre korábban nem volt példa. Ennek megfelelően a sikeres jelöltek az ESA orvosi minősítését is megszerezték.

Fiatal csillagok fényességváltozásainak vizsgálata a Gaia űrtávcső adatai alapján

Nagy Zsófia (1), Ábrahám Péter (1), Kóspál Ágnes (1), Cruz Sáenz de Miera Fernando (1), Fiorellino Eleonora (2), Kun Mária (1), Marton Gábor (1), Park Sunkyung (1), Siwak Michal (1), Szabados László (1), Szabó Zsófia Marianna (1), Szilágyi Máté (1)

(1) Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet, Budapest

(2) INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Nápoly, Olaszország

A csillagok kialakulásuk során környezetükből egy tömegbefogási korongon keresztül növelik tömegüket. Az anyag behullásának következtében a fiatal csillagok többféle időskálán is mutatnak fényességváltozásokat, rövid (órás-napos) időskálától egészen évtizedes időskáláig. Az eruptív fiatal csillagok azért különösen érdekesek, mert a legtöbb fiatal csillag által mutatott fényességváltozásnak sokszorosát produkálják, és hónapokig, évekig, vagy akár évtizedekig a kifényesedett állapotban maradnak. Az eruptív fiatal csillagok kitöréseit a tömegbefogás rátájának több nagyságrenddel történő növekedése okozza. Ez az úgynevezett epizodikus tömegbefogás kulcsfontosságú a csillagok keletkezésének megértésében. Mivel mostanáig körülbelül mindössze 50 eruptív fiatal csillagot ismerünk, újabb hasonló források felfedezése szükséges a megértésükhöz.

A Gaia űrtávcső, amely 2014 óta végez asztrometriai méréseket a Tejútrendszer feltérképezésére, egy új lehetőséget adott új eruptív fiatal csillagok felfedezésére, mivel minden 20,7 magnitúdónál fényesebb csillagot megmér, nagyjából havi gyakorisággal. A "Gaia Photometric Science Alerts" adatbázis olyan objektumok Gaia fénygörbéjét tartalmazza, melyek néhány hónapos vagy éves időskálán jelentősebb fényességváltozást mutatnak. A Gaia Photometric Science Alerts adatbázisa alapján csoportunk számos eruptív fiatal csillagot fedezett fel. A csillagok klasszifikációjához a Gaia űrtávcső adatai mellett több más optikai és infravörös távcső fotometriai és spektroszkópiai adatait is használjuk. Prezentációmban ismertetem az eruptív fiatal csillagok keresésének módszereit és néhány érdekes eredményt, melyek alátámasztják, hogy a Gaia űrtávcső adatai a csillagok kialakulásának megértéséhez jelentősen hozzájárulnak.

Igazából miért is fúj a napszél?

Németh Zoltán (1)

(1) Wigner Fizikai Kutatóközpont

Parker 1958-as forradalmi jelentőségű cikkében megmutatta, hogy sztatikus naplékkör nem lehet egyensúlyban a csillagközi gáz nyomásával, ezért a légkör anyaga radiálisan kifelé kell áramoljon; azaz megjósolta a napszél létezését. Mindmáig ez a cikk képezi a napszél leírásának kiindulópontját, habár néhány kérdés máig tisztázatlan.

Talán a legfontosabb probléma, hogy a Parker-modell a napszél gyorsítási tartományában végig a nyomással operál, vagyis ütközésesnek feltételezi a plazmát. Chamberlain már 1961-ben felvetette, hogy ez a feltételezés nem állja meg a helyét, a napszél gyorsításának jelentős része az exoszférában, ütközésmentes körülmények közt történik. Ilyen értelemben a Parker-modellben (és a többi hidrodinamikus napszél modellben) szereplő nyomásgradiens nem kapcsolható valódi nyomáshoz, hanem a "meghajtó tagoknak" egy kényelmes, de a részleteket elfedő reprezentációja. A napszél kinetikus vagy exoszferikus modelljei megpróbálják megérteni ezeket a részleteket, vagyis hogy valójában mi hajtja a napszelet.

Kiderült, hogy a legfontosabb hozzájárulást egy radiális elektrosztatikus mező adja, ami amiatt jön létre, mert a Nap tömegvonzása nem képes megtartani a kis tömegűkből adódóan rendkívül mozgékony elektronokat. Egyéb korlátozó tényező híján a napkorona elektronjai hamarosan elpárolognának, hátrahagyva a pozitív ionokat. Természetesen az elektronok párolgása miatt létrejövő ambipoláris elektromos tér ennél sokkal hamarabb elkezd korlátozni az elektronok mozgását - és ugyanez az elektromos tér a gravitációs vonzás ellenében hatva elkezd fölfelé gyorsítani a korona ionjait.

A kinetikus modellek - bár szép és érthető képet szolgáltatottak a napszél keletkezéséért - sokáig nem voltak képesek visszaadni a napszél mérhető tulajdonságait. Egészen a 2000-es évek közepéig kellett várni, hogy megjelenjenek azok a modellek, amelyek már elegendően nagy napszél sebességet jósolnak. Az új modellekben a protonok számára a gravitációs és elektromos tér által kialakított effektív potenciál kezdetben vonzó, és csak egy potenciálgát leküzdése után jutnak el az ionok a gyorsítási tartományba. Ez azt eredményezi, hogy csak az a kevés ion tud megszökni, amelyeknek elegendő a kezdeti energiája a potenciálgát leküzdésére, viszont ezeknek sokkal nagyobb sebességre kell gyorsulniuk, hogy fluxusuk semlegesíteni tudja a megszökö elektronok áramát.

Ezeknek a modelleknek viszont még mindig van egy problémájuk: a kívánt - először vonzó, majd taszító - effektív potenciál kialakításához nagyon magas hőmérsékletű elektroneloszlást igényelnek a koronában, míg a mérések azt mutatják, hogy a korona elektron-hőmérséklete ehhez alacsony, lényegesen kisebb, mint az ion-hőmérséklet.

Előadásomban megmutatom, hogy az elektronok párolgása természetes módon elvezet egy olyan tartomány létrejöttéhez a felső koronában, ahol ion többlet van, és ez hozza létre a potenciálgátat. Az egyszerű modellből kiszámoljuk a potenciál alakját és a napszélsebességet.

Radiális reakciófront terjedése súlytalanságban

Papp Paszkál (1), Stergiou Yorgos (2), Schuszter Gábor (1), Tóth
Ágota (1), Eckert Kerstin (2), Schwarzenberger Karin (2),
Horváth Dezső (3)

(1) Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék, Szegedi Tudományegyetem, Szeged,
Magyarország

(2) Institute of Process Engineering and Environmental Technology, Technische Universität
Dresden, Drezda, Németország

(3) Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék, Szegedi Tudományegyetem, Szeged,
Magyarország

A reakció-diffúzió-konvekció által vezérelt frontok mind a természetben, mind pedig az ipari műveletek során gyakran előforduló jelenségek. Ezen folyamatok dinamikájának tanulmányozása különösen fontos az égési, az atmoszférában lejátszódó és a biológiai folyamatok mélyrehatóbb megismerése végett. A radiálisan terjedő $A + B \rightarrow C$ reakció frontok dinamikáját kísérleti és elméleti munkákban vizsgálták, és megállapították, hogy a sűrűségkülönbségből származó felhajtó erő minden esetben nagy hatással volt a front terjedésére[1]. Felhajtóerő-mentes kísérletek végzése céljából, a TEXUS-57 rakétakilövési kampány során egy vas(III)-klorid oldatot tartalmazó Hele-Shaw reaktorba áramoltattunk kálium-rodanid oldatot és tanulmányoztuk a termékként keletkező vas(III)-rodanid komplex radiális terjedését. A kísérleti eredmények elméleti alátámasztására egy numerikus modellt állítottunk fel, melyben a Navier-Stokes egyenlettel csatolt komponensmérleg egyenletet oldottuk meg az OpenFoam programcsomag segítségével. A modell segítségével feltérképezhetőek a reaktorban uralkodó folyadékáramlási viszonyok. A számítások és a kísérletek könnyebb összehasonlíthatósága érdekében meghatároztuk a vas(III)-rodanid termék képződését, valamint a front szélességének és helyének időbeli változását.

[1] Á. Tóth, G. Schuszter, N. P. Das, E. Lantos, D. Horváth, A. De Wit, F. Brau Effects of radial injection and solution thickness on the dynamics of confined $A + B \rightarrow C$ chemical fronts, Phys. Chem. Chem. Phys., 22, 10278 (2020)

Az űrfarmakológia aktuális kérdései

Dr. Papp Renáta (1)

(1) Semmelweis Egyetem Farmakológiai és Farmakoterápiás Intézet

A dinamikusan fejlődő űriparnak köszönhetően napjainkban az emberes űrrepülés gyors terjedésének lehetünk tanúi. Mind a távolabbi célpontok elérése, valamint a hosszabb időtartamú missziók (Hold, Mars), mind a kereskedelmi célú űrrepülések új kihívásokat jelentenek az orvos- és gyógyszer tudományok számára. A jelen előadás a gyógyszeres terápia hatékonyságát determináló szempontokat mutatja be, különösen a farmakokinetikát befolyásoló fő faktorokra vonatkozó kutatási eredményeken keresztül.

Földi körülmények között a gyógyszerek terápiás hatékonyságát az adott hatóanyag szervezeten belüli eloszlása és a koncentrációjának időbeli változása, azaz a farmakokinetikai tulajdonságai határozzák meg. A farmakokinetika a gyógyszerek szervezeten belüli sorsát vizsgálja, beleértve a felszívódást, az eloszlást, a metabolizációt és a kiürülést. Mikrogravitációs környezetben számos szervrendszert érintő változás történik, köztük: a folyadék terek átrendeződnek, anémia lép fel, csökken a gastrointestinális motilitás, csontreszorpció és izomvesztés történik, valamint zavart szenved a cirkadian ritmus is.

A mikrogravitációs adaptációs mechanizmusoknak időbeli lefutása egyéni, az egyes fázisok azonosítása a farmakoterápia meghatározó tényezője, amely a személyre szabott gyógyszerelés lehetőségét teremti meg. Mikrogravitációs körülmények között a receptorok és egyéb célpontok módosulásának következtében a farmakodinámiás tulajdonságok is változhatnak, amelyek bizonyítása további kutatások fókuszában áll.

Kozmikus útjelzők mentén: A JUICE űrszonda pontos navigációja rádicsillagászati eszközökkel

Perger Krisztina (1), Fogasy Judit (1), Frey Sándor (1)

(1) ELKH Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Konkoly Thege Miklós
Csillagászati Intézet

Mire sor kerül erre az előadásra, a remények szerint már úton lesz a Naprendszer legnagyobb bolygója felé az Európai Űrügynökség (ESA) Francia Guyanából felbocsátandó űrszondája, a JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer). Az ESA Cosmic Vision programjának első nagy szondáját a Jupiter bolygónak és jeges holdjainak kutatására tervezték. Elsődleges küldetése a Jupiter környezetének vizsgálata, valamint a három jeges Galilei-hold, az Europa, a Ganymedes és a Callisto részletes megfigyelése. A holdakról feltételezhető, hogy szilárd felszínük alatt folyékony víz rejtőzhet, óceánok formájában. A JUICE fedélzetén tíz tudományos műszeregyüttes kapott helyet. Az ezeken alapuló méréseken kívül, részben azokat támogatva egy további, a szondán való jelenlétet nem igénylő kísérlet is fontos szerepet játszik majd a tudományos programban. A PRIDE (Planetary Radio Interferometer & Doppler Experiment) egyik célja a szonda pontos helyzetének meghatározása a nagyon hosszú bázisvonalú interferometria (VLBI) rádiócsillagászati módszerének alkalmazásával, kiterjedt földi rádióteleszkóp-hálózatok mérései nyomán. Az űreszköz rádióantennája által kibocsátott jelek alapján helyzetét összevetik kompakt, távoli rádióforrásokéval, rádiósugárzó aktív galaxismagokéval. Így a szonda égi pozíciója akár ezredívmásodpercnél is nagyobb pontossággal meghatározható. Az ESA PRODEX programjának támogatásával, nemzetközi együttműködésben dolgozó kutatócsoportunk is részt vesz a holland vezetésű PRIDE kísérlet megvalósításában. Célunk, hogy új módszerek kidolgozásával és új mérések segítségével növeljük a viszonyítási pontként szolgáló rádióforrások számsűrűségét az űreszköz égi útja mentén, elősegítve a JUICE minél pontosabb navigációját. Bár az űrszonda csak nyolc éves út után áll pályára a Jupiter körül, a PRIDE feladatai és mérései már az odáig vezető út alatt elkezdődnek. Az előadásban ízelítőt adunk eddigi eredményeinkből és szót ejtünk a jövőbeli tervekről.

Pille adatok a Dél-atlanti Anomália áthaladások tükrében

Deme Sándor (1), Apáthy István (1), Hirn Attila (1),
Pázmándi Tamás (1), Pinczés Patrik (1)

(1) Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest, Konkoly Thege M. út 29–33.

A Nemzetközi Űrállomás (ISS) keringése során az űrhajósok intenzív sugárzásnak vannak kitéve. Az űrállomáson található, magyar fejlesztésű Pille termolumineszcens dózismérővel az űrhajósokat érő sugárzást közel 20 éve mérjük. A 2018.02.22 és 09.29. között időszakban több mint 2000, 15 és 90 perces időfelbontású mérés áll rendelkezésünkre, és az űrállomás pályájáról perces felbontással rendelkezünk. Ezek segítségével az átlagos dózisteljesítmény térbeli és időbeli változását is vizsgáljuk, különös tekintettel a Dél-atlanti Anomália (DAA) áthaladásokra, ahol a legnagyobb dózis éri az űrállomást.

Az űrállomás magasságtól függően 90-93 perces periódussal kering. 2018 augusztusában a szokásos 90 perces Pille kiolvasások helyett 5 napon keresztül 15 perces gyakorisággal végeztük a kiolvasásokat. A DAA áthaladásokat elválasztottuk a többi mérési eredménytől, az ide eső szakaszok átlagos korrigált dózisa $74 \mu\text{Gy/h}$, míg a DAA-n kívül eső szakaszoké $14 \mu\text{Gy/h}$.

Az űrséták alkalmával az űrhajósok által viselt, és az űrállomás belsejében található dózismérők segítségével meghatároztuk az űrséta során elszennvedett többletdózist, különös tekintettel a DAA áthaladásokra. A vizsgált időszakban 4 űrsétára került sor.

A 90 perces mérésekből különválasztottuk a DAA-n áthaladó, és azon kívüli keringéseket. Az 1569 dózismérés 102 napot felölelő adatsort eredményez, melyeket napok szerinti bontásban átlagoltunk. A dózis-magasság és idő-dózis-magasság értékeket ábrázoljuk.

A továbbiakban az itt felhasznált adatfeldolgozási módszereket szeretnénk kiterjeszteni több évnyi Pille adatsorra, amiből kimutatható a napszélhez köthető sugárzás változása.

Az űr hatása az emberi pszichére – az űrhajós pszichológiai felkészítésének aktuális kérdései

Dr. Réthelyi János (1)

(1) Semmelweis Egyetem Pszichiátriai és Pszichoterápiás Klinika

Az űrutazás és az űrkitűzés új, korábban kevésbé ismert kihívások elé állítja mind az űrhajósokat, mind a támogatásukat végző orvosokat. Előadásomban az űrutazásra való kiválasztás pszichológiai és pszichiátriai szempontjait, az űrutazás során fellépő lehetséges pszichiátriai problémákat, valamint az űrutazás utáni időszak kérdéseit foglalom össze. Az űrutazóknak kiküldetésük alatt potenciálisan szorongásos problémákkal, hangulatingadozással, alvászavarokkal, reménytelenség-érzéssel, étvágytalansággal, nyugtalansággal kell szembenézniük. Emellett fontosak lehetnek az egységen belüli csoportpszichológiai hatások, kulturális különbségek, kommunikációs nehézségek, melyek megoldásában fontos szerep hárul a vezető űrhajósokra, illetve az előre tisztázott magatartási szabályokra. Az irodalomban a kiküldetés utáni pszichológiai, visszailleszkedési zavarok is leírásra kerültek. Ugyanakkor ismert az űrutazás szalutogenetikus, a kiegyensúlyozott lelki működés irányába való hatása is. A prezentációban a fenti kérdéseket kerülnek megbeszélésre, felvázolva az űrorvostan pszichológiai és pszichiátriai feladatait.

Fizikális tréning szerepe az űrhajós felkészítésében

Dr. Sydó Nóra (1)

(1) Semmelweis Egyetem Városmajor Szív és Érgyógyászati klinika, Budapest

Az űrben lévő extrém fizikai terhelés az emberi szervezetet komplex kihívásokkal állítja szembe, melyhez elengedhetetlen az űrhajósok megfelelő állóképessége. Így a fizikális tréningnek kulcsfontosságú szerepe van az űrhajósok felkészítésében, hiszen növeli az állóképességet és a teljesítményt, csökkenti a sérülések és betegségek kockázatát.

Az előadás során részletesen bemutatjuk a súlytalanság hatását az emberi szervezetre, kiemelten fókuszálva az izomrendszeri hatásokra. Bemutatjuk továbbá az űrben végzett fizikai aktivitás megelőző hatásait. Ismertetjük az űrhajósok fizikai felkészítésének legfőbb elemeit, az űrben kivitelezhető edzések sajátosságait, illetve az űrutazást követő rehabilitációs edzés jelentőségét. Ezen kívül ismertetjük az űrhajósok fizikális állapotának objektív mérésére szolgáló különböző diagnosztikus módszereket (sportkardiológiai vizsgálat, spiroergometriás vizsgálat, testösszetétel mérés, biomechanikai mérések), melyek lehetővé teszik, hogy kiszűrjük az esetleges kóros eltéréseket és nyomon kövessük a teljesítmény alakulását. A kilövés előtti maximális teljesítmény eléréséhez elengedhetetlen az optimális edzés intenzitás és gyakoriság, valamint a pihenő és regeneráció egyensúlya. A rendszeres teljesítmény felméréssel, egyénre szabott edzésterv alkalmazásával maximalizálható az egyén teljesítménye és ezáltal csökkenthető az űrutazást követő egészségkárosodás.

Éghajlatváltozás

Szarka László Csaba (1)

(1) Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Sopron, Magyarország, szarka@ggki.hu

Néhány éve igyekszem szisztematikusan utánajárni a jelenkori éghajlatváltozás lehetséges okainak. Változatos geológiai tények és földfizikai jelenségek beható vizsgálata – de már a Föld ún. egyensúlyi hőmérsékletét kialakító alapvető tényezőké (TSI, albedó) is – arra a következtetésre vezet, hogy a földi éghajlatváltozás a természet játéka. Napjainkban különösen izgalmas tudományos fejlemények zajlanak a lehetséges belső (geodinamikai, pl. tengerfenéki vulkanizmus) és külső (a Napból, a Naprendszerből, a kozmoszból eredő) hatóerők feltárásában. Mindezen kérdéseket azonban egy domináns („konszenzusvezérelt”) irányzat lesöpörni igyekszik a tudomány asztaláról. A nyomgázok üvegházhatását elfogultan túlértékelik, ugyanakkor az olyan jelentős tényezőket, mint például a három halmazállapotú földi víz éghajlati jelentősége, vagy a dinamikus tér- és időbeli mintázatok szerepe, lebecsülik. Pedig ha a természeti folyamatokat nem értjük kellőképpen, addig az antropogén éghajlati hatásokat még megbecsülni sem vagyunk képesek. Be kell látnunk, hogy a természetet csupán töredékesen ismerjük; csak annyit tudhatunk, hogy a természeti törvények terén rend van. „A természet megértésének kulcsa a harmónia s a harmónia a számszerűség. A természet számokkal megérthető, és minden harmónia: A dolgok lényege a szám!” Ezt adta Püthagórasz (Pitagórasz) szájába – A szférák harmóniája című, színpadra szánt tanulmányában – Kövesligethy Radó (1862-1934) geofizikus, a magyar szeizmológia megteremtője.

Egyedi meteorok plazmanyomának detektálása digiszonda adatokkal 2019 Leonidák és Geminidák alatt

Szárnya Csilla (1), Barta Veronika (1), Igaz Antal (2)

(1) Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, FI
(2) Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet, CSFK

A november 6 és 30 közötti, november 17-ei maximummal Leonidák meteorraj és a december 6 és 17 közötti, december 14-ei maximummal a Geminidák meteorraj a legismertebb meteorhullási időszakok közé tartoznak. A légkörbe érő meteorok túlnyomó többsége a légköri sűrűlódás következtében elég és az anyagát szétteríti a 70-110 km-es magasságtartományban. Ez az anyag tartalmaz nehézfémeket is, melyek a sűrűlódás miatt fellépő hőhatások következtében ionizálódnak. A megnövekedett plazmasűrűsége miatt fellépő Fresnel-szóródás következtében pedig ionoszondás méréseken egy halvány rövidélettartamú (1-3 perc), a mintázatában a sporadikus E-re emlékeztető nyom formájában jelentkezik az ionogramokon.

A 2019-es Leonidák és Geminidák maximuma körül mind Pruhonicén (50°N, 14.5°E), mind Sopronban (47.63°N, 16.72°E) perces felbontású kampánymérések zajlottak. 1 perc alatt 2 ionogram és 1 driftmérés készült el. Ezekhez társult egy zenit irányú optikai mérés is. Azok a meteorok, melyek megjelentek az optikai és az ionoszondás méréseken, általában a halvány meteorok voltak, és az általuk hagyott nyom is rendszerint rövid élettartamú volt.

Számos ionoszondás mérésbeli "érdekesség" is jelentkezett a mérések elemzésekor. Például a ferde irányú szondázások fázisugrása, ami 180°-kal elhibázza az irányt, és a legvalószínűbbnek ítélt visszaverődésre (MPA - most probable amplitude) való szűrés, ami miatt néhány frekvencián úgy tűnt, mintha nem lenne visszaverődés.

A kampánymérések során felbukkant egy olyan meteornyom is, ami 20 percen keresztül fennmaradt. Megvizsgálva az derült ki, hogy nem messze Prágától egy tűzgömb bukkant fel és égett el, ami lehetőséget biztosított a jelenség alaposabb tanulmányozására.

A Nap forgási periódusának megjelenése Schumann-rezonancia paraméterek idősoraiban

Tacza José (1), Bozóki Tamás (1,2), Bór József (1),
Sátori Gabriella (1)

(1) Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet (FI), Sopron

(2) Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

Az elektromosan jól vezető Föld felszíne és az ugyancsak jól vezető ionoszféra által határolt térrész üregrezonátorként viselkedik a Föld kerületével összemérhető hullámhosszakon. Az állandó gerjesztést a globális villámlás < 100 Hz-es elektromágneses sugárzása biztosítja. A rezonancia-jelenséget leírójáról Schumann-rezonanciáknak (SR) nevezzük. A mért SR intenzitások és rezonancia- frekvenciák jellemzőek a globális zivatartevékenységre, s annak földrajzi eloszlására, valamint a Föld-ionoszféra üregrezonátor állapotára.

A SR alaplómódus csúcsfrekvenciájának (kb. 7.8 Hz) és intenzitásának változásait elemeztük több SR mérőállomás többévnnyi adatsorának a felhasználásával: Rovaniemi és Ivalo (16 év adata) Finnország, Hornsund (12 év) és Belsk (7 év) Lengyelország fenntartásában, Eskdalemuir (10 év) Skócia, Boulder Creek (4 év) USA, Shillong (9 év) India és Nagycenk (22 év) hazánkban. Célunk az idősorokban előforduló periodicitások meghatározása, jellemzése és eredetük azonosítása volt. Nagycenken a vertikális elektromos térkomponens adatait használtuk, míg a többi állomáson a horizontális mágneses tér észak-déli és kelet-nyugati komponenseit külön-külön dolgoztuk fel.

Ebben a közleményben a Nap forgási periódusának a megjelenését tárgyaljuk a vizsgált SR idősorokban, amelyeket wavelet transzformáció felhasználásával elemeztünk. A Nap forgási periódusa (~27 nap) közel esik a meteorológiai eredetű Madden-Julian oszcilláció periódusstartományához (30-90 nap), ezért a SR paraméter idősorok és a geomágneses Kp index idősora közötti wavelet koherencia elemzést alkalmaztuk a Nap forgásához köthető változások azonosításához.

Az előzetes eredmények szerint a magas földrajzi szélességeken található állomásokon minden térkomponensben szignifikánsan tetten érhető a Nap forgásához köthető periódus megjelenése a csúcsfrekvencia változásának tekintetében. Az egyik legmarkánsabb előfordulás a 24. napciklus leszálló ágában, 2016-2019 között látható. A SR intenzitás és a Kp index közötti koherencia a különböző irányultságú mágneses térkomponensekben eltérő mértékben figyelhető meg. Közepes és alacsony szélességen elhelyezkedő állomásokon a Nap forgásához köthető periódus csak alkalomszerűen, többnyire egy évnél rövidebb időszakokban mutat koherens, fázisban illeszkedő viselkedést a Kp indexszel mind a frekvencia, mind az intenzitás vonatkozásában.

Elektromos áramok vizsgálata a földi magnetoszférában

Tomasik Máté (1,2), Kovács Péter (1)

- (1) Wigner Fizikai Kutatóközpont, Űrfizikai és Űrtechnikai Osztály, Budapest
(2) ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, Budapest

Földünk magnetoszféráját a Nap táguló légköre, a napszél folyamatosan energiával, és töltött részecskék sokaságának tömegével táplálja. Az energia hatására a Föld körüli térségünkben olyan elektromágneses változások jönnek létre, amelyek közvetlenül vagy az elektronikai eszközeink meghibásodásán keresztül közvetve is veszélyeztethetik a földi életet/infrastruktúrát. A magnetoszféra-ionoszféra (MI) rendszer csatlósában jelentős szerepe van az MI rendszer különböző térrészeiben folyó, illetve a különböző térrészeket összekapcsoló koherens elektromos áramoknak (magnetopauza áram, gyűrűáram, auróra áramok, erővonalmenti áramok, stb.), valamint a rendszeren belüli töltött részecskék áramok általi fűtésének.

Az MI rendszer dinamikai vizsgálatára évtizedek óta több űrmisszió áll szolgálatban. Jelenleg a leglényegesebbek a belső és külső magnetoszférát (és részben a napszelet is) vizsgáló Cluster, Themis és MMS missziók, valamint az ionoszférában poláris pályán keringő Swarm misszió. Ezek mindegyike három vagy négy párhuzamosan keringő műhold együttese, amely lehetővé teszi egy-egy pontban az elektromágneses terek gradienseinek, illetve – az Ampere törvény alapján – az elektromos áramok tanulmányozását. Az előadásban, az ún. curlometer módszer alkalmazásával megfigyeléseket végzünk a különböző áramok erősségeinek és helyeinek meghatározására és ezek üridőjárási paraméterekkel való kapcsolatának vizsgálatára.

Bolygólégekörök és óceánok nagyléptékű áramlásainak laboratóriumi modellezése

Vincze Miklós (1,2)

- (1) ELKH-ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport, Budapest, Magyarország
(2) ELKH Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Sopron, Magyarország

A bolygólégekörök és az óceánok bizonyos alapvető nagyléptékű folyamatai meglepő pontossággal modellezhetők viszonylag egyszerű, differenciálisan forgatott vagy differenciálisan fűtött laboratóriumi kísérleti elrendezésekben, köszönhetően az áramlástan hasonlóság elvének. Laboratóriumi körülmények között megoldható a rendszer alapvető fizikai paramétereinek kontrollálása és ezzel lehetőség nyílik olyan részfolyamatok vizsgálatára is, melyek a valódi komplex rendszerekben nem tanulmányozhatók elkülönítve, számítógépes szimulációkban pedig nem bonthatók fel megfelelően. Előadásomban összefoglalom a budapesti Kármán Laboratóriumban, a cottbusi (Németország) Brandenburgi Műszaki Egyetemen, illetve a Floridai Állami Egyetemen (USA) a közelmúltban végrehajtott illetve folyamatban lévő forgókádas kísérleteink eredményeit, melyek bolygólégeköri és az óceáni vízkörzéssel kapcsolatos problémák széles skáláját ölelik fel. Kutatásaink során megvizsgáltuk a planetáris Rossby-hullámok dinamikáját, azok kapcsolatát a mérsékelt égöv hőmérsékleti fluktuációival illetve azok extrémértékeivel, valamint a sarkvidék és az Egyenlítő közötti meridionális hőmérsékletkontraszttal. A Rossby-hullámokért felelős baroklin instabilitás jelenségének kutatása hozzásegít továbbá a Déli-óceán Antarktikus Cirkumpoláris Áramlásának jobb megértéséhez is. Tanulmányoztuk emellett a barotróp (nyírási) instabilitásokat, melyek a differenciálisan forgó óriás gázbolygók sarki régióiban megjelenő hatalmas sokszöges örvények (pl. a Szaturnusz jellegzetes északi hatszögének) kialakulását is eredményezik. Emellett kísérleti tartályunkban a hőmérsékleti peremfeltételek megfelelő átrendezésével lehetőség nyílik a központi csillaguk körül kötött keringést végző földszerű exobolygók légkörzésének konceptuális laboratóriumi modellezésére is.

Kísérletek a „Hunveyor Tesztudvaron” - A bolygótudományi oktatási program keretében a HUSAR-18 rover talajnedvességet mér

Vizi Pál Gábor (1), Bérczi Szaniszló (2), Horváth Zoltán (3)

- (1) Energiatudományi Kutatóközpont 1121 Budapest, Konkoly Th. út 29-33
(2) ELTE Kozmikus Anyagokat Vizsgáló Űrkutató Csoport 1117 Budapest, Pázmány P. s. 1/a
(3) Budai Ciszterci Szent Imre High School, H-1114 Budapest, Villányi út 27. Hungary

A 2022 és 2023-as munkáink során a Hunveyor oktatási űrszonda modellekhez terepasztallal („Tesztudvar”) bővültünk. Ezáltal a kísérletek mind a rover oldalról, mind a terepasztal oldaláról tervezhetőkké váltak. A Tesztudvar terepasztal - bolygótest szimulátorként - rajta elvégezhető felületméréseket tesz lehetővé. Az aktív űrszonda modellek, mint az álló Hunveyor egység és a mozgó Husar egység az egyik oldalról és másik oldalról a terepasztal, amelynek a paraméterei beállíthatók egy-egy bolygótest felület adottságaihoz (a talaj szempontjából). Egyszerre alakíthatók a bolygófelszín talajviszonyai és a neki megfelelő mérések. Ez a kétoldalúság előnyös oktatási szempontból, mert a tanulók megismerhetik mind a műszerek működését, mind a talajviszonyokat. Így keletkeznek párhuzamos feladatok, mint a szituáció tervezése, a talaj elrendezése, a mérések végrehajtása és a végső értékelés. A talaj variációs lehetőségei a kísérletek változatosságával is bővülnek az új sorozatban. Ezek a terep talajegységek a Tesztudvaron - tehát a leszállóegység működési helyén -, ahol egy-egy konkrét talaj-mozaikmező elrendeződésben például az adott talaj nedvességmegtartó képességek a porozitás módosításával eltéréseket okoznak a mérésekben.

A „Hunveyor a tesztudvaron” programunk kísérleteit a következő témákban terveztük és építettük meg: Talajnedvesség mérés – ötletek és modellek, néhány ötlet a talajnedvesség mérésére: Préselés, víz kipréselése a talajból/közetből erős mechanikai nyomással vagy centrifugálással. Vezetőképesség meghatározása ellenállás mérésével a két, a tesztalajba helyezett elektróda között mért és referencia adatok felhasználásával, talajmintából való elpárologtatással a megfelelő hőmérsékleten és nyomáson. Továbbá a páratartalom mérésével, valamint a minta súlyvesztésének mérésével lehet kísérletezni. Bemutatunk egy kiválasztott példát, a Husar-18 talajvizsgáló kísérletét, mely a talajnedvesség vizsgálatra fókuszál, és amihez vezetőképesség mérést kell elvégezni. A háromféle típusú egység segítségével - azaz a Hunveyor, Husar és Tesztudvar -, a diákok a tanárokkal közösen újabb és újabb kutatásokat dolgozhatnak ki és végezhetnek el bolygófelszíni vizsgálatokra.

A tervezés és a mérések során a tanulók elsajátítják az együttműködési képességet és hasznos tudást kapnak, valamint motiválttá válnak. Továbbá megoszthatják saját gondolataikat és fejlesztéseiket. A tanulók közötti együttműködés felkészülés a kutatásra, a mérés

megtervezésére és a hozzá szükséges eszköz megépítésére. Ez az egyik legérdekesebb oktatási terület, amelyekre a hallgatók mindig felkészülten érkeznek és lelkesen vesznek részt a munkákban. Fogékonyakká válnak a bolygótudomány területeivel rokon természettudományok és a környezetvédelem felé is. A módszer tehetséggondozásban is eredményesen használható.

Szervezők

Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet

Az ELKH soproni székhelyű kutatóhelye az egykori Selmecbányai Akadémia geodéziai és geofizikai utódintézményeiből és a Kövesligethy Radó által 1905-ben alapított Földrengésjelző Intézetből több szervezeti átalakulással jött létre. Feladatai közé tartoznak a geodéziai és geofizikai alapkutatások, melyek célja a Föld-rendszer fizikai állapotának és folyamatainak megfigyelése, modellezése, értelmezése, valamint az ezekhez kapcsolódó elméleti (matematikai, fizikai) és gyakorlati módszerek, vizsgálati eszközök fejlesztése, létrehozása. Mindemellett számos közcélú szolgáltatást végez, mint a Föld körüli térség űreszközökön és folyamatos obszervatóriumi megfigyeléseken alapuló diagnosztikája (űridőjárás), az országos szeizmológiai hálózat és szolgálat fenntartása, a nemzetközi együttműködésekben fakadó adatszolgáltatás, valamint időszakos megfigyelőrendszerek működtetése. Az intézet alapkutatási tevékenységével összefüggésben részt vállal természeti erőforrások kutatásában, földtani-földfizikai természeti kockázatok elemzésében is. A földfizikai és űrtudományi kutatások keretét öt kutatási szervezeti egység adja (Földmegfigyelés, Geodéziai és Geofizika, Litoszféra-fizika, Szeizmológia, Űrkutatás és űrtechnológia), de a kutatások tárgyából és módszereiből adódóan az intézeti munkát igen erős projekt és szervezeti szintű nemzetközi beágyazottság jellemzi.

További információk: www.epss.hu



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 és versenyeket szervez, a nagyközönség számára pedig ismeretterjesztő rendezvényeket és szakmai workshopokat.

További információ a Társaságról: www.mant.hu

