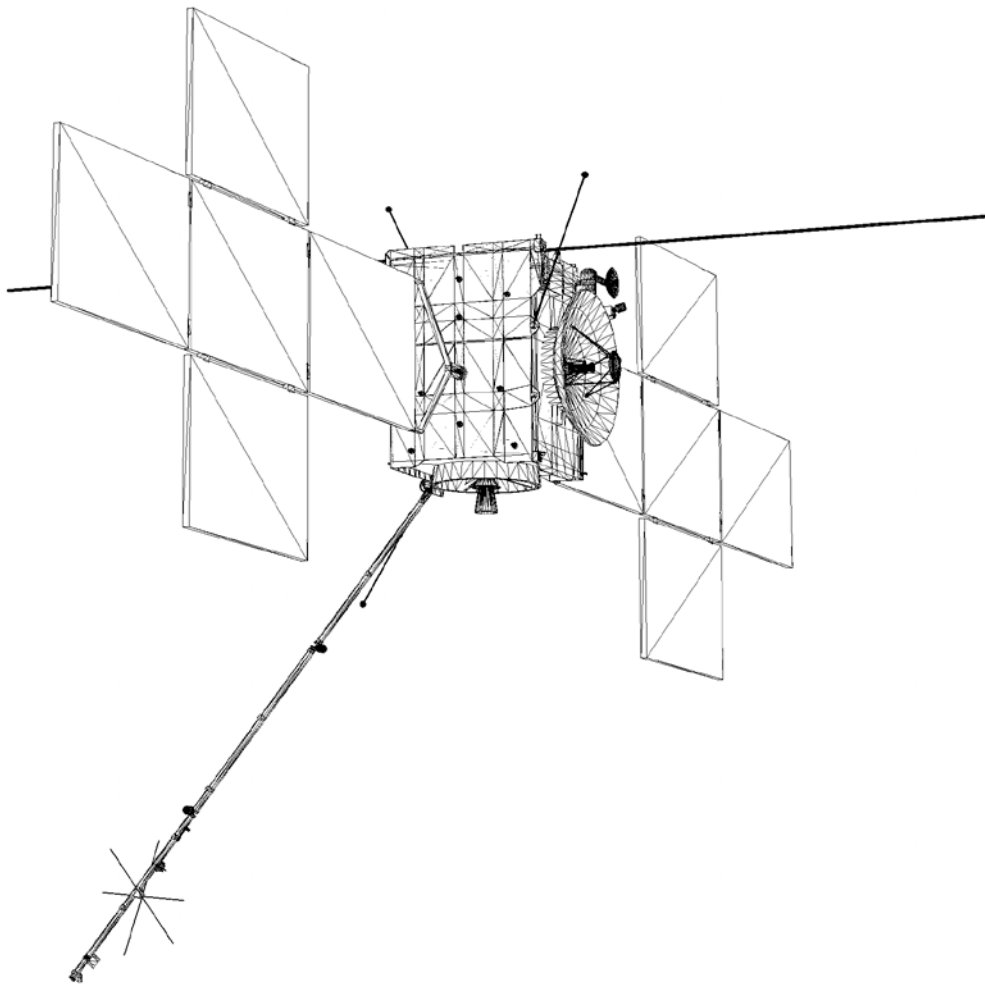


INSTITUTET FÖR RYMDFYSIK

Årsredovisning 2022



INSTITUTET FÖR RYMDFYSIK
Swedish Institute of Space Physics

Innehållsförteckning

FÖRORD	4	FINANSIELL REDOVISNING	
ÅRET I KORTHET	6	Sammanställning över väsentliga uppgifter	58
RESULTATREDOVISNING		Resultaträkning	59
1. Översikt	11	Balansräkning	60
1.1. Principer för resultatredovisning	12	Anslagsredovisning	61
1.2. Resultatindikatorer	13	Tilläggsupplysningar.....	62
2. Forskning och instrumentutveckling	17	Noter	63
2.1. IRF:s forskningsprogram	18	BILAGOR	
Sol-, rymd- och atmosfärforskning	18	Publikationer	66
Solsystemets fysik och rymdteknik	22	Förkortningar	72
Rymdplasma	26	Beslut om årsredovisning	73
2.2. Publikationer och främjande av forskning av hög nivå	31		
2.3. Internationella forskningssamarbeten	35		
3. Kiruna atmosfärs- och geofysiska observatorium	38		
4. Medverkan i utbildning	44		
5. Övriga mål och resultat	48		
5.1 Arbete för mångfald, inkluderande och kompetensförsörjning	49		
5.2 Samverkan med näringsliv och samhälle	52		
5.3 Informationsaktiviteter	54		

Omslagsbild: 1 april 2023 skickas JUPITER ICY moons Explorer (JUICE) iväg mot Jupiter och de isiga månarne Europa, Ganymedes och Callisto.

Redaktör/text: Magdalena Wäppling

Text: Annelie Klint Nilsson, Layout: Martin Eriksson

Institutet för rymdfysik. Box 812 SE-981 28. Kiruna. Tel. +46-980-790 00. E-post: irf@irf.se. www.irf.se

FÖRORD

av Olle Norberg

År 2022 innebar en mycket stor förändring i vår omvärld. Den ryska invasionen av Ukraina innebar att vi fick krig i Europa och en helt ny situation i världen. Vi har gått in i en tid då Europas framtida säkerhet står i centrum, men även i tider som dessa fortsätter vårt samhälle med all den verksamhet som präglar den demokratiska världen. I detta ingår att bedriva forskning och avancerad utbildning, vilket lägger en grund för starka och innovativa samhällen.

IRF fortsätter att vara en viktig aktör i det svenska forskningssamfundet. IRF är en fristående myndighet som har en unik status i det svenska forskningssamfundet och institutet har en särskild roll bland de mycket större universiteten och högskolorna. IRF specifika roll är att bedriva grundforskning och forskarutbildning i rymdfysik, rymdteknik och atmosfärfysik. Erfarenheten, både i Sverige och internationellt, har visat att denna typ av forskning bäst bedrivs i formen av fristående institut där forskningen får en stark prioritet. Anledningen till detta är de synnerligen höga och specifika krav som ställs på den typ av organisation som ska medverka i långsiktiga rymdprojekt i forskningsfronten.

En av IRF:s viktigaste styrkor är vår förmåga att medverka i mycket avancerade internationella rymdprojekt med den instrumentering som vi själva utvecklar och levererar för projekt som t.ex. Rosetta, BepiColombo, Solar Orbiter, JUICE och Comet Interceptor. Denna förmåga är helt unik i Sverige och jämförs ofta med forskningsinstitut i Europas större länder. Denna styrka har sin grund i att IRF har mycket erfarna forskare och forskningsingenjörer som över tid byggt upp en stor erfarenhet av att medverka i de komplicerade projekt som idag är norm bland ESA, NASA och andra stora internationella aktörer som leder de viktigaste rymdprojekten.

IRF har under 2022 gjort betydande akademiska framsteg. Publicering av vetenskapliga artiklar har varit på en fortsatt hög nivå. Vi har fått en ny professor, en ny docent och fem nya doktorer vid institutet.

Under året har vi fortsatt att förbättra institutets forskningsinfrastruktur, till stor del med hjälp av det anslag som erhöles från Vetenskapsrådet 2021. Förbättringarna inom vårt initiativ SpaceLab innebär en betydande utökning av vår förmåga att testa och kvalificera vetenskapliga instrument och observatorieverksamheten utökas med nya detektorer och filter för vårt nätverk av norrskenskameror, ALIS_4D.

Välkommen att läsa vår årsredovisning för 2022.

Olle Norberg
Generaldirektör, Institutet för rymdfysik

Bild1: IRF:s generaldirektör Olle Norberg.



ÅRET I KORTHET



Januari - Strålningskälla flyttas från Uppsala till Kiruna



Maj - Philipp Wittmann disputerar i Kiruna..

..och Gabriella Stenberg Wieser blev docent!



September - Katerina Stergiopoulou disputerar i Uppsala



Juni - Konrad Steinvall disputerar i Uppsala



Mars - Angèle Pontoni disputerar i Kiruna

Juli - IRF tecknar avtal med Tübitak Uzay om medverkan i månprojekt



November - Yuri Khotyaintsev befordras till professor..
..och Daniel Kastinen disputerar

RESULTATREDOVISNING



Bild 2: Arbetet hos IRF sker både inomhus som utomhus, sommar som vinter.

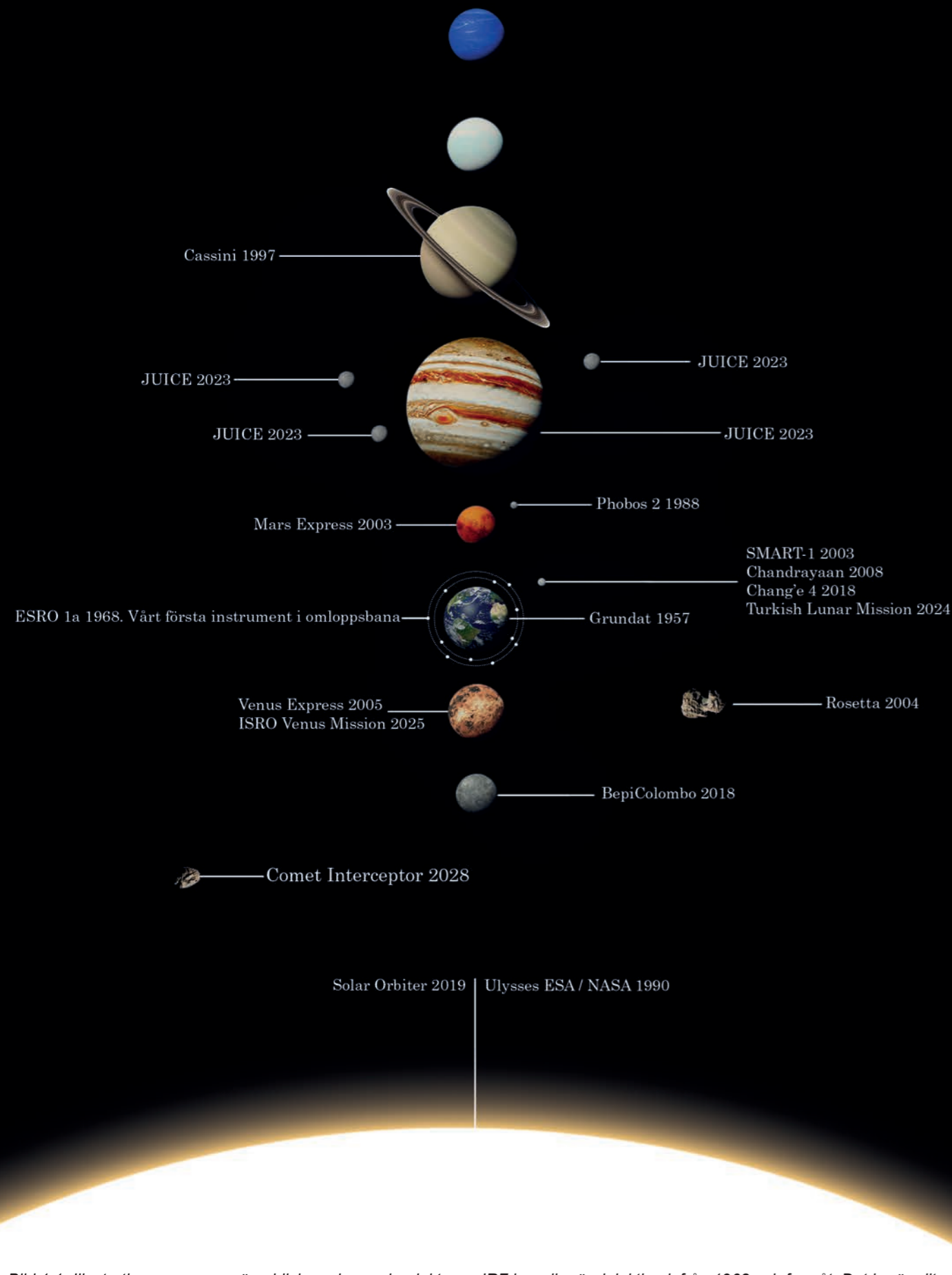


Bild 1.1: Illustration som ger en överblick av de rymdprojekt som IRF har eller är delaktiga i, från 1968 och framåt. Det berör allt från vetenskapliga instrument, instrumentdelar, konstruktionstjänster eller mjukvara.

1. Översikt

IRF är ett fristående statligt forskningsinstitut som bedriver forskning i rymd- och atmosfärfysik samt utvecklar nya mätmetoder, mätinstrument och annan forskningsutrustning.

Forskningen ger en ökad kunskap om universum, människans ursprung och om livet på jorden. Med hjälp av bland annat unika satellitmätningar lär vi oss om de grundläggande fysikaliskprocesserna som är nödvändiga för att få en bättre förståelse för jorden.

Tack vare satelliter kan människan nå de yttre delarna av solsystemet och studera världar som på många sätt är annorlunda än vår egen jord. Kunskapen om rymdmiljön blir allt viktigare eftersom samhället i hög grad är beroende av rymdteknik för en mängd olika tillämpningar. För att nå vetenskapliga resultat krävs fortlöpande ny innovativ teknik.

IRF har en mycket erfaren och kompetent personal samt en väl utvecklad infrastruktur som på ett bra sätt stödjer våra pågående forskningsprojekt. En stimulerande och kreativ forskningsmiljö samt väletablerade samarbeten med en mängd internationella partners ger goda förutsättningar för nya upptäckter och forskningshorisonter.

IRF:s arbete med att utveckla nya instrument och testanläggningar ger forskare unika möjligheter till att göra nya iakttagelser men också förutsättningar till att sprida kunskap om och skapa intresse för naturvetenskap och teknik i hela samhället.

Vår satsning på atmosfärforskning ger en inblick i hur atmosfären fungerar och möjliggör de långa mätserier som behövs för att förstå långsiktiga konsekvenser av

människans påverkan på klimatet. Observationer och långa dataserier är viktiga för att kunna upptäcka och förutsäga miljö- och klimatförändringar. Genom observatorieverksamheten fortsätter IRF att övervaka de geofysiska för-hållandena i Arktis och har nu efter ett år med mycket reparationer och uppgraderingar äntligen kunnat lägga fokus på utvidgningen av ALIS_4D.

Vetenskapliga resultat presenteras i form av expertgranskade artiklar i tidskrifter och i samband med internationella konferenser. IRF har efter pandemin åter börjat arrangera egna konferenser som bidrar till erfarenhetsutbyte med forskare runt om i världen och arbetsmöten har åter börjat ske, på normalt basis. Verksamhet bedrivs dock fortfarande via digitala kanaler i större utsträckning än tidigare.

Under året har IRF:s forskare publicerat artiklar inom de områden som är institutets inriktningar. Artiklarna har bland annat berört kalibreringsprocedurer för spektrometrar för atmosfärmätningar, kod för att simulera interaktionen mellan en turbulent solvind och himlakroppar i solsystemet, observationer av topografiskt spridda infraljudsvågor i den nedre stratosfären, studier av nattlysande moln från stratosfären, ledningsförmåga hos Titans dammiga jonosfär, Merkurius och studier av Mars, nattlysande moln, observationer av solkoronan, och studier av kometen 67P.

IRF bidrar också med sin kompetens till utbildningar. Som exempel kan nämnas att IRF:s disputerade forskare handleder forskarstuderande och flera forskare och ingenjörer bidrar till universitetsutbildningar och även gymnasieelevers undervisning samt projektarbeten.

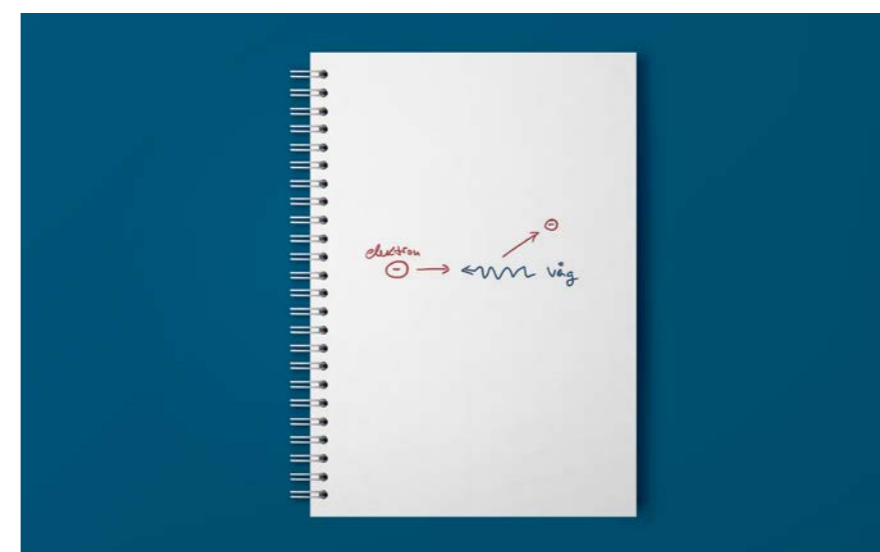


Bild 1.2: En förenkling av hur strömmar i rymden begränsas genom att laddade partiklar påverkar varandra via elektromagnetiska vågor, från Dr. Daniel Grahams artikel *Direct observations of anomalous resistivity and diffusion in collisionless plasma* publicerad i maj 2022.

109

antal medarbetare

25%

andel kvinnor

Institutet samverkar med flera svenska universitet och vi har ett långvarigt samarbete med Kungliga tekniska högskolan (KTH) inom dataanalys och utveckling av mätinstrument samt med Umeå universitet inom rymdfysikområdet där IRF är partner i High Performance Computing Center North tillsammans med Luleå tekniska universitet (LTU). Internationella forskningssamarbeten presenteras i detalj i avsnitt 2.3 och samverkan med näringsliv och samhälle i avsnitt 5.2.

1.1 Principer för resultatredovisning

I resultatredovisningen har personalkostnader använts som nyckeltal för fördelning av gemensamma kostnader mellan programmen. Ramanslag och externa medel används för alla typer av verksamheter inom IRF.

Kostnader för forskning, undervisning och handledning har schablonberäknats eftersom det inte finns en tydlig gräns mellan olika prestationer. Detta ger enligt vår uppfattning ändå en rättvis bild av fördelningen mellan olika prestationer.

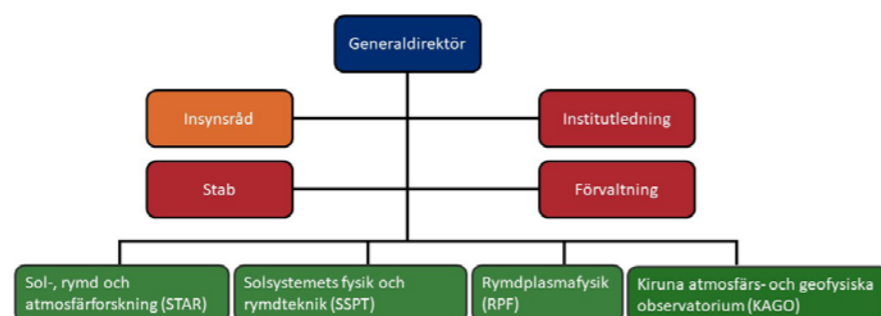


Bild 1.3: IRF:s organisationsschema.

IRF delar in verksamheten i tre olika typer av resultatområden vilka även benämns som resultatindikatorer.

Forskning och utveckling innefattar publicering av vetenskapliga resultat, datainsamling och drift av vetenskapliga instrument (tillverkning, test och integrering) samt planering av nya mätinstrument och forskningsprojekt. Inom denna prestation redovisas även samverkan och informationsaktiviteter (för en detaljerad redovisning, se kapitel 2 och 5).

Observatorieverksamhet förser forskare och andra med referensmätningar från marken samt information om solens påverkan på jordens närmiljö. I observatorieverksamheten ingår magnetometrar, riometrar, firmament- och meteorkameror, jonosonder, infraljudmikrofoner och spårgasmätningar i atmosfären (se kapitel 3).

Medverkan i utbildning - utbildningsinsatser på grundläggande, avancerad och forskarnivå (se kapitel 4).

IRF bedömer att verksamheten under året uppfyller de övergripande kraven i institutets instruktion och regleringsbrev väl. Detta trots att pandemi fortfarande delvis påverkat möjligheterna till resor, möten och utbildningstillfällen.

1.2 Resultatindikatorer

Intäkter	2020	2021	2022
Forskning	46 677	45 939	52 425
Observatorieverksamhet	7 309	8 708	7 626
Forskarutbildning	2 798	2 615	2 464
Grundutbildning	119	80	161
Intäkter av anslag 1)	56 903	57 342	62 676
Forskning	4 236	2 256	2 482
Observatorieverksamhet	297	218	227
Forskarutbildning	406	216	232
Grundutbildning	405	543	562
Intäkter av avgifter och andra ersättningar	5 344	3 233	3 503
Forskning	41 519	36 590	46 090
Observatorieverksamhet	970	1 333	1 355
Forskarutbildning	7 904	7 803	7 421
Grundutbildning	70	57	122
Intäkter bidrag 2)	50 463	45 783	54 988
Finansiella intäkter	215	80	641
Summa intäkter	112 924	106 439	121 808
Kostnader			
Forskning	92 888	82 734	99 415
Observatorieverksamhet	8 576	10 259	9 208
Forskarutbildning	11 107	10 635	10 117
Grundutbildning	594	680	845
Summa kostnader	113 164	104 308	119 585
Verksamhetsutfall	-240	2 131	2 223
1) Ramanslag från staten			
2) Från forskningsråd, EU, europeiska samarbetsorganisationer, stiftelser m.fl.			

Tabell 1.1: IRF:s intäkter och kostnader under 2020, 2021 och 2022 (tkr i löpande priser).



Bild 1.4: Verksamhetens intäkter för 2022 fördelat procentuellt.



Bild 1.5: Verksamhetens kostnader för 2022 fördelat procentuellt.



Bild 1.6: Anna-Karin Ukonsaari, ekonomichef och Anisa Vlassova, ekonomiadministratör.

PERSONAL: Vid slutet av år 2022 var följande engagerade på hel- eller deltid i forskningen på IRF:s fyra verksamhetsorter: 45 disputerade forskare (exklusive 2 tjänstlediga) och 9 doktorander.

2021: 44 och 12 och 2020: 42 och 13.

Vid årets slut hade IRF totalt 109 anställda varav 82 män och 27 kvinnor. Av dessa tjänster var 24 tidsbegränsade (10 i Kiruna, 13 i Uppsala och 1 i Lund).

2021: 111 anställda - 84 män och 27 kvinnor, 2020: 108 anställda - 81 män och 27 kvinnor.

	2020	2021	2022
Kiruna	57,9	64,8	60,4
Uppsala	30,8	32,5	37,7
Umeå	2,0	2,0	2,0
Lund	2,9	2,7	2,3
Totalt	95,6	103,0	102,4

Tabell 1.2: Antal årsarbetskrafter för åren 2020, 2021 och 2022.

9

antal doktorander

33%

andel kvinnor



Bild 1.7: Delar av IRF:s insynsråd. Ann Persson Grivas, Anna-Karin Ukonsaari, Anders Jörle, Olle Norberg, Ella Carlsson, Mark Pearce och Uwe Raffalski (SACO-S).



Bild 2.1: Björn Mårtensson är forskningsingenjör vid IRF:s Uppsalakontor.

2. Forskning och instrumentutveckling

Huvuddelen av IRF:s forskning är grundforskning men det finns också inslag av mer direkta tillämpningar. Ett exempel är rymdvädrets inverkan på satelliter och kraftsystem på jorden. Forskarna analyserar data från såväl markbaserade som satellitburna mätinstrument. Även modellering, datorsimuleringar och teoretiska studier ligger ofta till grund för de artiklar som publiceras i vetenskapliga tidskrifter eller som presenteras vid vetenskapliga konferenser.

Under år 2022 har forskning och instrumentutveckling bedrivits inom IRF:s tre forskningsprogram. IRF:s forskare har på olika sätt tagit fram ny kunskap inom atmosfärfysik, rymdfysik och rymdteknik genom att använda olika experimentella metoder. Programområdena överlappar delvis varandra och det finns även projekt där programmen jobbar tillsammans.

Forskningen inom atmosfärfysik fokuserar på dynamiska och kemiska processer i atmosfären vid höga latituder i både Arktis och på Antarktis. Kunskapen inom det området är viktig för att förstå bland annat klimatet och klimatförändringar.

Under 2022 har en forskningsstudie visat att sommaren 2020 var det exceptionellt många nattlysande moln, vilket kunnat kopplas till ovanligt hög mängd vattenånga och låg temperatur i mesosfären 85 km ovan markytan. Forskarna har även arbetat med att undersöka hur energibrott på solen påverkar elektriska strömmar i jonosfären och hur det ger upphov till kraftiga geomagnetiska störningar.

Inom rymdplasmafysik har IRF specialiserat sig på mätningar av elektriska fält och plasmatäthet i rymden och vi har bl.a. med hjälp av observationer från två Mars-missioner kunnat följa expansionen och kompressionen av den inducerade magnetosfären. Forskarna har studerat data som samlats in då rymdfarkosten Rosetta följde kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko och även skapat en maskininlärningsmetod för att automatiskt upptäcka chock-korsningar från rymdfarkosten Magnetospheric Multiscale (MMS).

Rymdteknik innefattar utveckling, design, byggande och testning av avancerade mätinstrument för satellitbaserade mätningar och analysverktyg som gör det möjligt för oss att skapa allmänna fysikaliska modeller för att kunna studera solsystemets fysik. Ett exempel på detta är en studie som för första gången visade hur mängden kosmisk bakgrundsstrålning varierar med solfläckscykeln vid Mars. IRF har även utvecklat instrument som kommer att utforska Merkurius och dess magnetosfär. Utöver detta har även etableringen av IRF SpaceLab (testanläggning för både forskargrupper och industri) fortsatt.

	2020	2021	2022
Sol-,rymd- och atmosfärforskning			
Ramanslag	10 424	11 139	13 199
Övriga intäkter	4 360	3 577	5 000
Summa programkostnader	14 784	14 716	18 199
Solsystemets fysik & rymdteknik			
Ramanslag	18 160	16 921	18 636
Övriga intäkter	14 607	14 877	22 055
Summa programkostnader	32 767	31 798	40 691
Rymdplasmafysik			
Ramanslag	18 139	17 878	20 590
Övriga intäkter	27 197	17 896	19 934
Summa programkostnader	45 336	35 774	40 524
Observatorieverksamhet			
Ramanslag	7 309	8 708	7 626
Övriga intäkter	1 267	1 551	1 582
Summa programkostnader	8 576	10 259	9 208
Forskarutbildning			
Ramanslag	2 798	2 615	2 464
Övriga intäkter	8 309	8 020	7 653
Summa programkostnader	11 107	10 635	10 117
Grundutbildning			
Ramanslag	119	80	161
Övriga intäkter	475	600	684
Summa programkostnader	594	680	845
Informationsaktiviteter			
Ramanslag	600	506	882
Övriga intäkter	346	277	460
Summa programkostnader	945	783	1 343

Tabell 2.1: Finansiering av programkostnader och direkta kostnader 2020, 2021 och 2022. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelning av gemensamma kostnader (tkr i löpande priser).

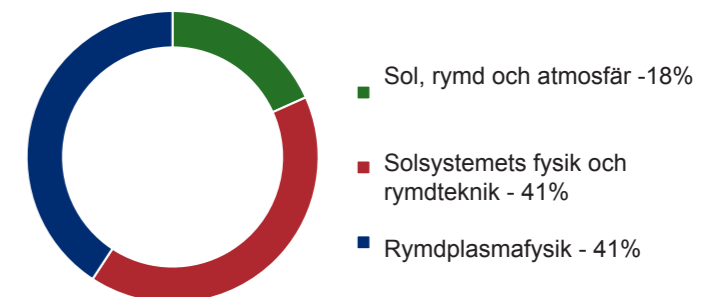


Bild 2.2: Procentuell fördelning av kostnader, för forskning och instrumentutveckling, mellan de tre forskningsprogrammen.

2.1 IRF:s forskningsprogram

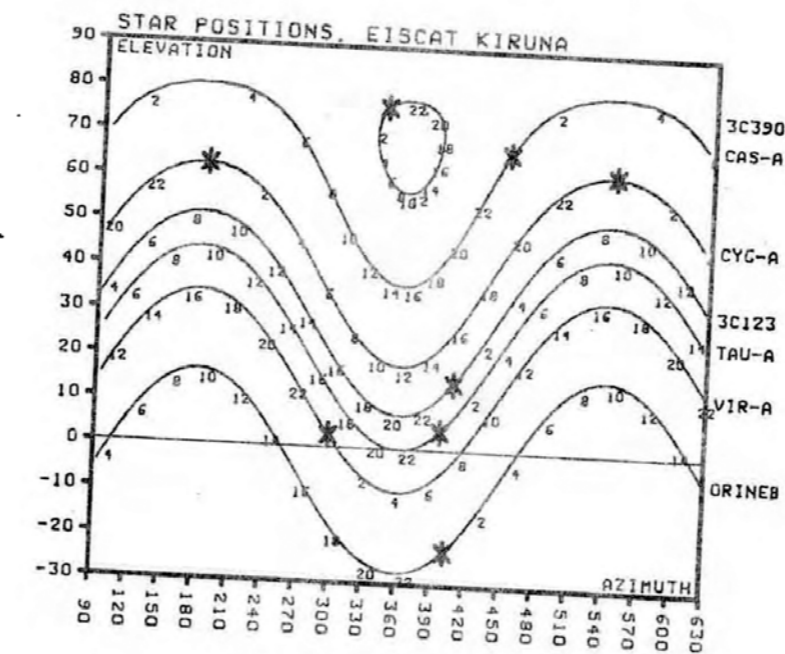
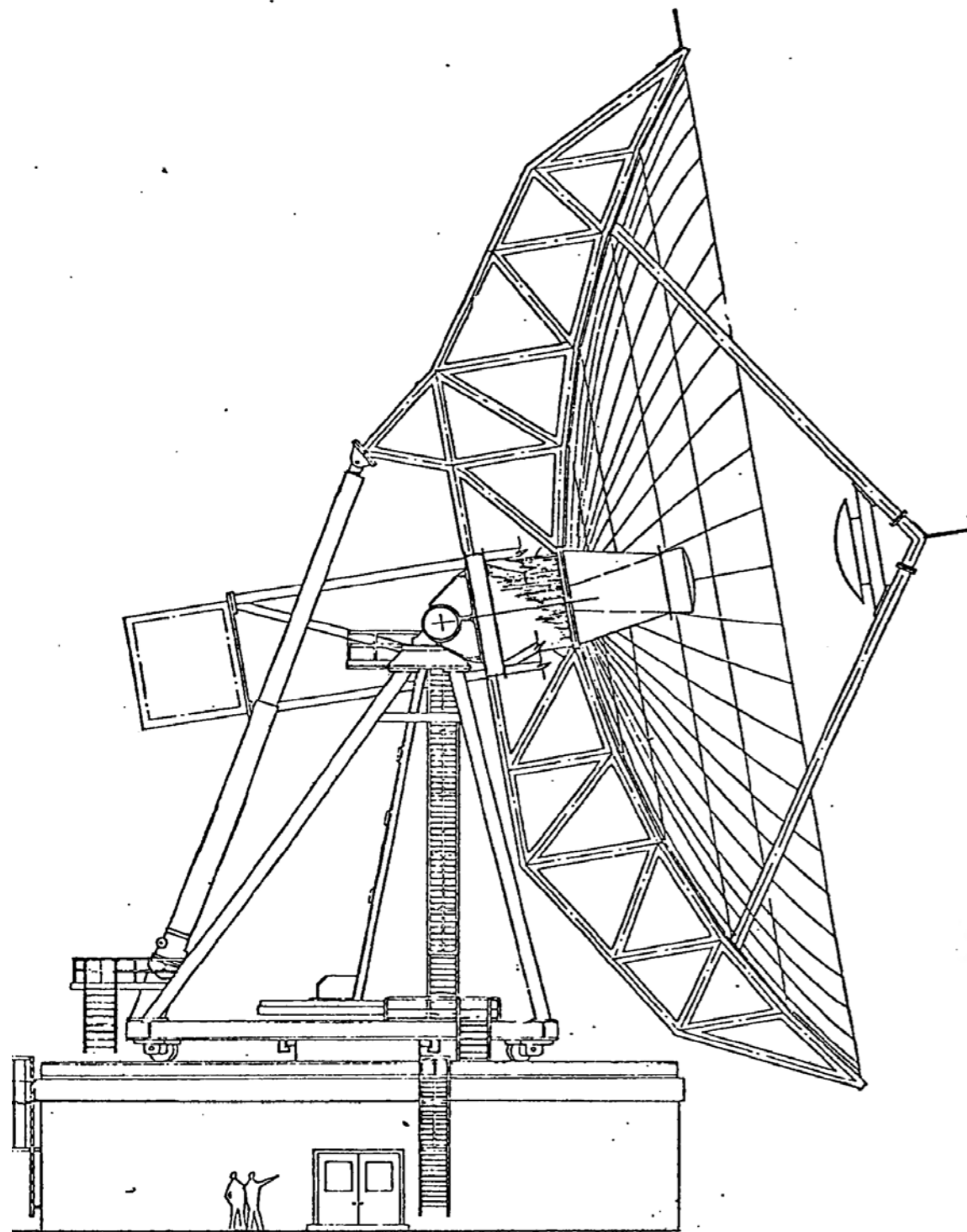


Figure A3. Star positions in Kiruna. Greenwich mean sidereal times at two-hour intervals are plotted.

Bild 2.3: IRF:s forskare har använt EISCAT:s radarsystem till ett flertal kampanjer och experiment. Bilden visar en ritning över en av EISCAT:s tre 32 meter stora parabolantennor som återfinns i Kiruna, Sodankylä och Tromsö.

"IRF:s forskare bidrar till bättre förståelse av vår jordnära rymdmiljö genom bland annat studier av arktiska höghöjdsmoln, rymdväder och meteoriter samt kartläggning av den ökande mängden rymdskrot."

- Johan Kero -

i



Bild 2.4: Dr. Johan Kero är chef för forskningsprogrammet Sol-, rymd- och atmosfärforskning.

Sol-, rymd- och atmosfärforskning

Inom forskningsprogrammet Sol-, rymd- och atmosfärforskning studeras atmosfären i Arktis, vår närmiljö i rymden samt vilka effekter solens aktivitet har på jordens atmosfär och magnetosfär. Magnetosfären är den del runt jorden som kontrolleras av jordens magnetfält.

Forskningen har flertalet olika mål. Bland annat syftar den till att bättre förstå hur solstormar uppkommer, vad som förklarar deras styrka och hur rymdvädet påverkar tekniska system på jorden och i rymden.

Forskarna bidrar även med ökad kunskap om hur elektriskt laddad gas, plasma, reagerar på olika former av energiflöden. Exempelvis hur jordens atmosfär påverkas av extremt rymdväder.

En av IRF:s forskare ansvarar för Sveriges rymdvärdcentrum som är en del av International Space Environment Service, ISES.

Studier av meteoriter och olika typer av norrskenstrukturer samt studier av nattlysende moln och pärlmormoln är andra fokusområden. Dessutom studeras meteoriter samt andra rymd- och atmosfärfenomen som kan identifieras med radar eller infraljud.

Mätinstrumenten som forskarna har till sin hjälp finns i Arktis och forskningen avser fenomen som är specifika för polarregionerna. Forskarna använder sig av exempelvis atmosfärradaranläggningar, kamerasystem för norrsken och nattlysende moln, infraljudstationer, lidar, samt en mm-vågradiometer för mätning av ozon och spårgaser i atmosfären.

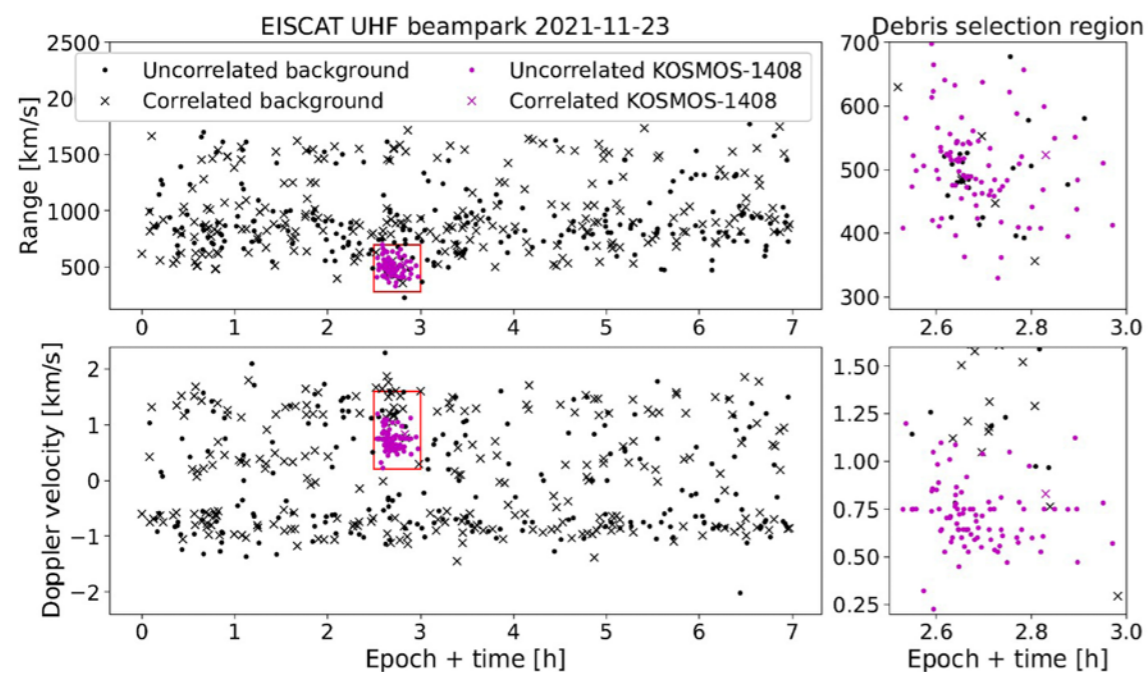


Bild 2.5: Rymdobjekt detekterade med EISCAT UHF. Kryssmarkerade objekt återfanns i öppna kataloger med information om satellitbanor medan majoriteten av de övriga är små rymdskrot som inte katalogförts. Lilafärgade objekt härrör från Kosmos-1408.

Händelser, resultat och utveckling inom programmet

Under 2022 har IRF fortsatt vara delaktig i det europeiska projektet Space Weather Service Network (SWESNET) inom ESA och dess geomagnetiska expertservicecentrum G-ESC. IRF levererar rymdväderprognoser i realtid från fem prognosmodeller för att bland annat ge underlag för hur kraftiga geomagnetiska störningar som kan förväntas de närmaste timmarna i Europa. Visualisering av norrskenbilder från IRF:s firmamentkamera i Kiruna har väckt stort intresse från såväl ESA och andra forskningsaktörer som media inom Europa och globalt.

Varje dag faller mellan 10 – 200 ton material, in i jordens atmosfär, från rymden. Materialet består av stoft samt små och större gruspartiklar - meteoroider. Dessa partiklar kommer från moderkroppar som kometer och asteroider vilka härstammar från tiden då solsystemet bildades. I den jordnära rymden finns förutom naturligt förekommande objekt även artificiella satelliter och rymdskrot som behöver övervakas för att minska risken för kollisioner. Studier av alla dessa objekt bildar ett tvärvetenskapligt forskningsområde som sträcker sig från meteoriter till rymdlägesbild.

I forskningsprogrammet kopplar IRF samman mätningar och mätosäkerheter med avancerade analysmetoder och dynamiska simuleringar av statistiska fördelningar. Detta görs för att bättre mäta in var och när meteoriter uppstår i atmosfären samt studera storleksfördelningar och omloppsbanor för rymdskrot. En automatiserad analysmetod för radardata har under året vidareutvecklats för meteoritrekon

och genom analyser av data från ett radarsystem i Japan, den så kallade MU-radarn, har vi lyckats bekräfta existensen av sällsynta meteoriter som förekommer på ovanligt hög höjd. Ett unikt resultat då flertalet teorier och rapporter genom åren presenterats men utan att någon säkert kunnat validera höjden på meteoriterna. Hur de infallande partiklarna ger upphov till meteoriter på hög höjd där atmosfären är väldigt tunn är ett fortfarande omdebatterat forskningsämne som kommer att adresseras i kommande studier.

Nätverket med automatiska kameror som fotograferar nattlysende moln, och som IRF ansvarar för, gjordes de första observationerna för år 2022 under natten den 31 maj. Tack vare de observationer som utförts under decennier kan studier göras på långsiktiga variationer i nattlysende moln. Kamerorna i nätverket är utplacerade längs samma latitudcirkel vilket möjliggör jämförbara observationer. Detta bidrar till en bättre förståelse för klimatförändringarna i atmosfären. Forskarna inom nätverket är intresserade av ökad kunskap om vågstrukturerna i molnen och hur de nattlysende molnen bildas.

Mer konkret syftar forskningen till att bättre förstå de stora och småskaliga vågprocesser som sker i den översta delen av atmosfären under sommaren. Exempel på detta är gravitationsvågor, solens tidvatten och turbulens. En aktuell forskningsstudie visar att det under år

2020 var ett exceptionellt år med många nattlysende moln, vilket kopplats till ovanligt hög mängd vattenånga och låg temperatur i mesosfären 85 km ovan markytan.

Efter genomförandet av det europeiska ballongprojektet HEMERA i augusti 2021 har IRF analyserat data från projektet. Bildanalyser från kameror ombord på ballongen påvisar förekomsten av ett storskaligt fält av nattlysende moln som var 1700 km långt och synliggjorde småskaliga vågstrukturer i atmosfären med en våglängd av 10 km. Kampanjresultaten är de första i sitt slag och uppföljande studier med hjälp av ballonger från Esrange planeras för de kommande sommarsäsongerna.

Projekt, kampanjer och experiment:

Radaroptiska experiment utfördes efter solnedgång under februari-mars och oktober för att studera plasmaturbulens som stimulerats med hjälp av effektstarka radiovågor från radaranläggningen EISCAT Heating. Den tillväxande solcykeln har gett något bättre experimentförhållanden än tidigare år och dataanalys pågår. Vi undersöker även hur energiutbrott på solen, så kallade soleruptioner, påverkar elektriska strömmar i jonosfären och i vilken utsträckning de ger upphov till kraftiga geomagnetiska störningar.

Under 2022 installerades ett nytt instrument på IRF:s fältstation Knutstorp utanför Kiruna. Instrumentet har en sensor som registrerar infrarött ljus på natthimlen och kan användas för studier av hydroxyl (OH) och molekylärt syre (O) som återfinns på 80-100km höjd över marken. Datat ska användas för att erhålla kartor över

det infraröda ljusets intensitet och temperaturen i de lager som återfinns på cirka 87 km höjd. Tekniken möjliggör nya typer av studier för atmosfäriska vågor och ska även under kommande år användas i samarbete med bland annat Stockholm universitet för att validera data från den svenska satelliten MATS (Mesospheric Airglow/Aerosol Tomography and Spectroscopy) som sköts upp den 4 november 2022.

IRF genomförde även ett flertal radarkampanjer tillsammans med EISCAT för att bidra till kartläggning av rymdskrot:

- Det övre raketsteget från Long March 6A som tog satelliten Yunhai-3 till en omloppsbanas på 840 km höjd den 11 november gick av okänd anledning i bitar. De EISCAT-mätningar som genomfördes den 16 november detekterade en tät höjdfördelning av rymdskrot. Det antyder att fragmenten inte tillförts en stor mängd energi i förhållande till raketstegets ursprungsbanas.

- Utförande av kompletterande mätningar av rymdskrot som uppkom i november 2021, när den nedstängda satelliten Kosmos-1408 förstördes av en rysk missil vid ett så kallat antisatellittest. Genom nya analysmetoder har vi kunnat uppskatta de resulterade fragmentens storlek och presentera en ny teknik för att bestämma rymdobjekts omloppsbanor med EISCAT:s radarsystem på europeiska fastlandet och Svalbard. Tekniken ger god överensstämmelse med identifierade objekts tidigare katalogförda omloppsbanor. Studierna bidrar till bättre förståelse av vår jordnära rymdmiljö och kartläggning av den ökande mängden rymdskrot.

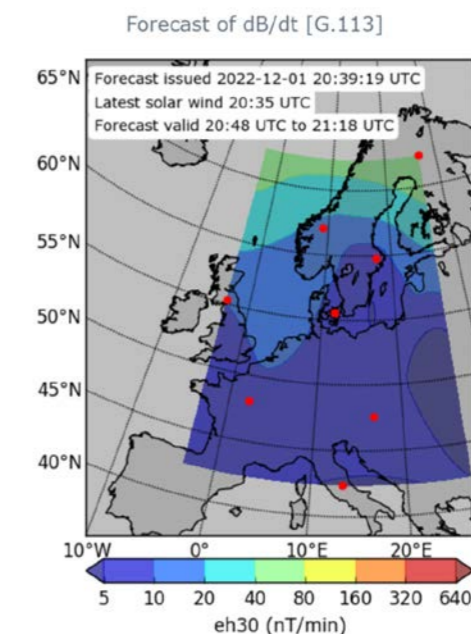


Bild 2.6: Exempel på prognos för variationer i jordens magnetfält över Europa den 1 december baserat på IRF:s dB/dT-2018-modellen i det europeiska projektet Space Weather Service Network (SWESNET) inom ESA och dess geomagnetiska expertservicecentrum G-ESC.

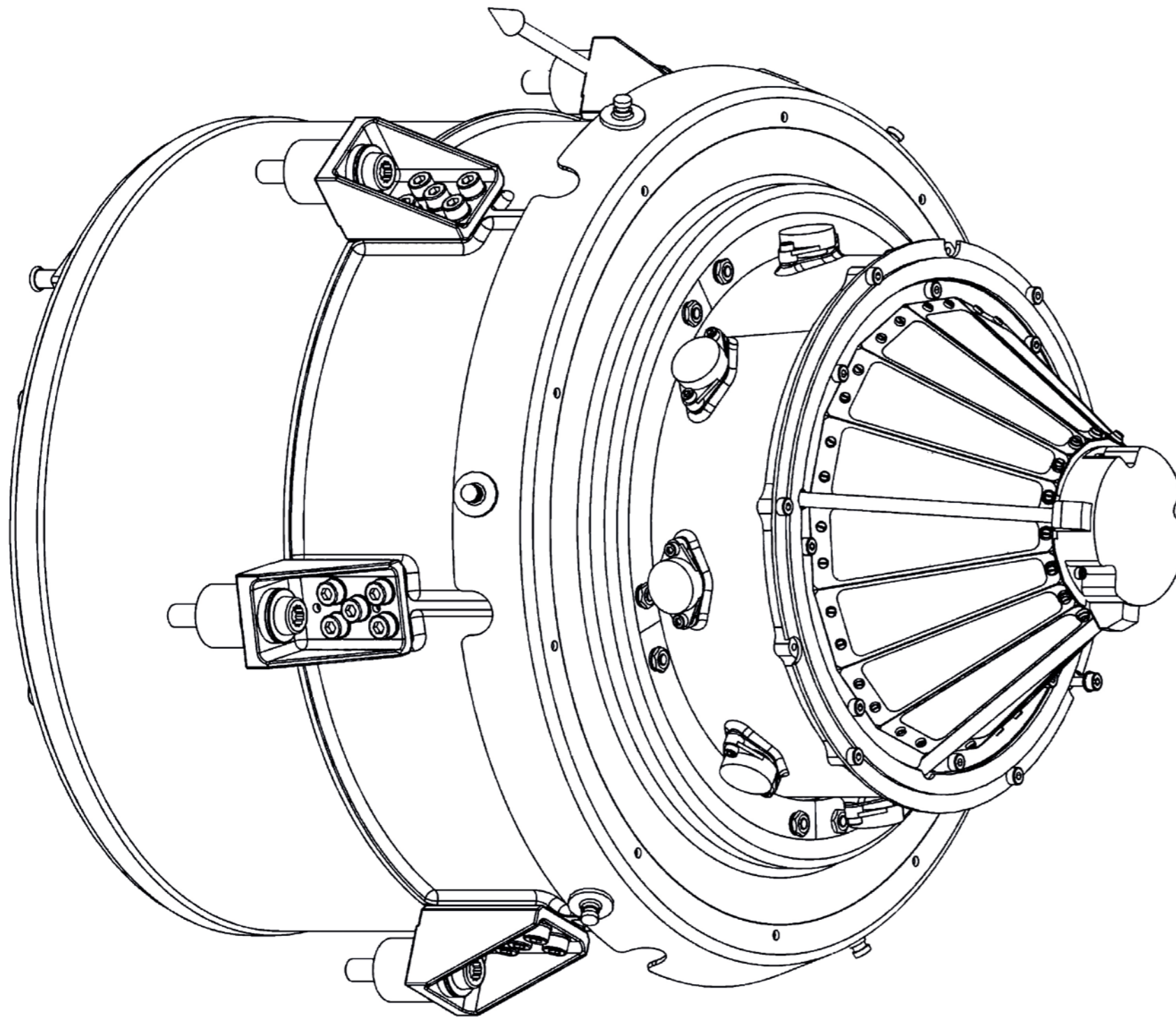


Bild 2.7: IRF-sensorn Jovian plasma Dynamics and Composition Analyzer (JDC) ska mäta joner och elektroner i Jupitersystemet och tillhör ett instrumentpaket med sex sensorer som leds av IRF.

Solsystemets fysik och rymdteknik

Inom forskningsprogrammet Solsystemets fysik och rymdteknik studerar IRF solvindens växelverkan med olika himlakroppar i solsystemet. Solvinden är ett flöde av laddade partiklar från solen.

Målet med forskningen är att förstå hur kometer, månar, asteroider och planeter (inklusive jorden) växelverkar med rymdmiljön.

För att möjliggöra denna forskning utvecklar IRF instrument för satellitbaserade mätningar. Instrumenten mäter flöden av partiklar: joner, elektroner och energirika neutrala atomer, ENA.

Samtliga led i instrumentutvecklingen - från design, tillverkning, kalibrering till drift av instrumenten - utförs inom forskningsprogrammet.

IRF samarbetar med ett stort antal forskargrupper i många länder när det gäller forskning och instrumentutveckling.

Just nu har programmet fyra mätinstrument i rymden. Ett vid Mars, två på väg till Merkurius och ett på månens baksida. Programmet arbetar med att färdigställa instrument för framtida mätningar vid Jupiter och vid en komet. Inom forskningsprogrammet arbetas det även med utvecklingen av IRF SpaceLab, vilket är en infrastruktur för tester och kalibrering av instrument.

"Vårt instrument på ESA:s sond till Jupiter är klart och skickas upp i april 2023! Under 2022 började vi att bygga ett instrument för att upptäcka mystiska negativa joner på månen och vi flög förbi Merkurius ombord på BepiColombo".

i

- Stas Barabash -



Bild 2.8: Professor Stas Barabash är chef för forskningsprogrammet Solsystemets fysik och rymdteknik.

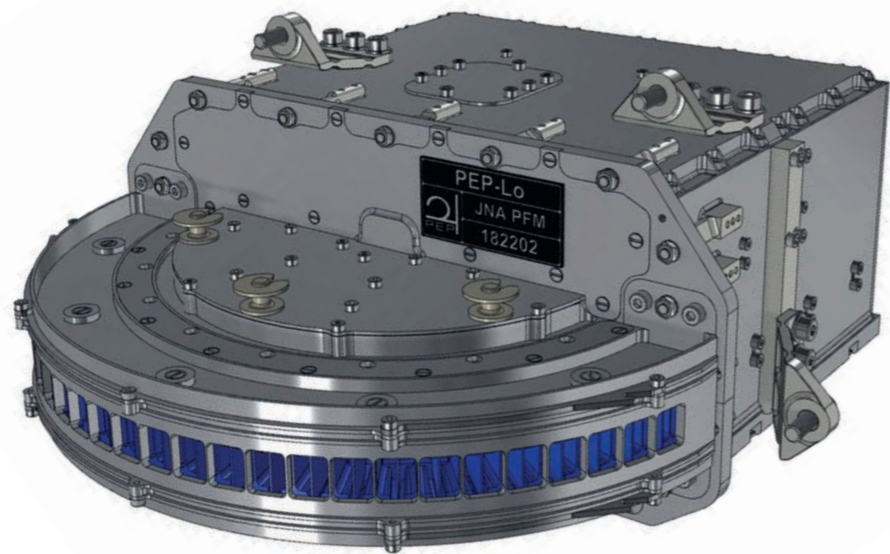


Bild 2.9: IRF-sensorn Jovian Neutrals Analyzer (JNA) är skräddarsydd för att studera den komplexa interaktionen mellan Jupiters månar och de energirika partiklar som fångas in av Jupiters starka magnetfält.

Händelser, resultat och utveckling inom programmet

Vetenskapliga höjdpunkter år 2022

Under år 2022 disputerade två forskare inom programmet med avhandlingar som berör instrumentpaketet med sensorer som IRF levererat till ESA:s Jupiterprojekt JUICE. Jovian Neutrals Analyzer (JNA) är skräddarsydd för att studera den komplexa interaktionen mellan Jupiters månar och de energirika partiklar som fångas in av Jupiters starkamagnetfält. Jovian plasma Dynamics and Composition Analyser (JDC) ska mäta joner och elektroner i Jupitersystemet.

IRF har även instrumentet ASPERA-3 ombord på sate-lliten Mars Express som studerar hur joner flödar tillbaka mot planeten. Eftersom instrumentet varit vid Mars i snart 20 år och fortfarande fungerar som det ska kan IRF nu utföra unika studier av variationer som skett under långa tidsperioder. Ett exempel på detta är en studie som för första gången visade hur mängden kosmisk bakgrundsstrålning varierar med solfläckscykeln vid Mars. Detta fenomen såg IRF även i data från Venus Express. IRF:s studier av Venus har också fortsatt med mätningar när BepiColombo gjorde en förbiflygning av Venus på sin väg till Merkurius.

IRF har fortsatt med studierna av jonflödena kring kometen 67P med det egna instrumentet ombord på den europeiska rymdsonden Rosetta som var i drift fram till 2016. Under 2022 studerades dels den ostörda solvinden vid kometen och egenskaper såsom temperatur hos den inbromsade solvinden bakom bogshocken.

Pågående rymdmissioner

Instrumentet ASPERA-3 mäter kontinuerligt flödena av joner och elektroner i rymdmiljön kring Mars. ESA har beslutat att driften av Mars Express ska fortsätta till slutet av mars 2023, men ytterligare förlängningar är möjliga.

IRF deltar i BepiColombo som är en europeisk-japansk mission till Merkurius. Merkurius är den minsta och minst utforskade planeten i det inre solsystemet. BepiColombo-missionen består av två satelliter och IRF bidrar med instrumentet Energetic Neutrals Analyzer (ENA) på den japanska rymdorganisationen JAXA:s Mercury Magnetospheric Orbiter samt med jondetektorn Miniature Ion Precipitation Analyzer (MIPA) ombord på ESA:s Mercury Planetary Orbiter. Instrumenten kommer att utforska Merkurius och dess magnetosfär. BepiColombo sköts upp 2018 och går in i omloppsbana kring Merkurius år 2025. Under 2022 utfördes en förbiflygning av Merkurius och IRF gjorde vid tillfället mätningar med de egna instrumenten.

IRF:s ENA-detektor, Advanced Small Analyzer for Neutrals (ASAN), befinner sig på månens baksida ombord på kinesiska mån bilen Yutu-2 sedan den 3 januari 2019. ASAN var ett av instrumenten på rymdfarkosten Chang'e 4 som lyckades landa på baksidan av månens, vilket aldrig tidigare har skett. IRF:s instrumentet samlar in mätdata med jämna mellanrum när mån bilen inte körs. Instrumentet har fungerat som planerat i mer än fyra år.

Pågående rymdprojekt

IRF leder ett konsortium bestående av 11 internationella forskargrupper med ansvar för ett plasmainstrument - PEP (Particle Environment Package). PEP valdes 2013 ut för att ingå i ESA:s Jupiterprojekt JUICE (JUperiter ICy moons Explorer). Planerad uppsändning i april år 2023 och ankomst till Jupiter år 2031. PEP är det hittills största instrumentprojektet för IRF. Projektet sträcker sig över minst 20 år och planeras att slutföras efter tre år vid Jupiter. Instrumentet är levererat till Airbus och nu handlar arbetet om fortsatta tester, färdigställande av reservenheter, samt planering för körning av instrumentet.

Comet Interceptor är ett ESA-projekt som ska genomföra de första flerpunktsmätningarna vid en komet. Rymdsonden ska undersöka en komet som är ny i solsystemet planeras att skickas iväg under 2029. Forskningsprogrammet bidrar med en detektor för joner och energirika neutrala atomer, SCIENA (Solar wind Cometary Ions and Energetic Neutral Atoms).

Den indiska rymdorganisationen ISRO planerar en sond till Venus. Programmet har valts ut av ISRO att leverera en detektor av energirika neutrala atomer, Venusian Neutrals Analyzer (VNA). Instrumentet kommer att vara en del av Venus Ionospheric and Solar Wind particle AnalySer (VISWAS) som utvecklas av Space Physics Laboratory (SPL), Trivandrum, Indien. Med VNA fortsätter forskningen om hur Venus växelverkar med solvinden, vilket startade med IRF:s instrument på Venus Express. Programmet bygger instrumentet Negative Ions on

the Lunar Surface (NILS) åt ESA för den kinesiska månlandaren Chang'e 6, med uppsändning 2024. Detta är det första instrumentet någonsin som byggs för att observera negativa joner.

Forskningsprogrammet ska medverka i den turkiska månsonden AYAP-1 som skickas upp inom de kommande åren. IRF:s bidrag är instrumentet Lunar Neutrals Telescope (LNT). Instrumentet kommer att hjälpa oss att förstå hur ämnen på månens yta varierar i olika områden på månen. Programmet arbetar kontinuerligt för att säkra deltagande i framtida hårdvaruprojekt.

Inom forskningsprogrammet arbetas det med att etablera IRF SpaceLab, som är en anläggning för både forskargrupper och industri. I IRF SpaceLab finns omfattande möjligheter att testa och kvalificera rymdrelaterad hårdvara i projekt där ballonger, raketer, satelliter och markbaserad mätteknik används för rymd- och atmosfärforskning. SpaceLab är i linje med regeringens nationella rymdstrategi, och kan vara av betydelse för kommande satellituppskjutningar från Esrange utanför Kiruna.

I nuläget byggs ett antal delsystem upp, såsom skakmaskin, strålkälla, lagringstank, samt vakuumsystem. Intresset är stort från rymdindustrin och icke-kommersiella aktörer. Programmets förhoppning är att projektet resulterar i en byggnad som också inrymmer arbetsrum för nya företag som förväntas etablera sig i Kiruna för att nyttja IRF SpaceLabs testutrustning.

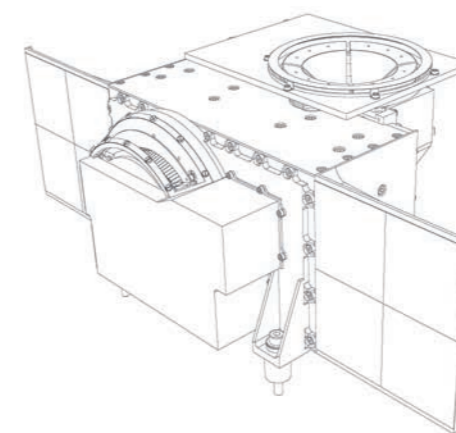


Bild 2.10: IRF-instrumentet Solar wind Cometary Ions and Energetic Neutral Atoms (SCIENA) kommer som första instrument någonsin att mäta energirika atomer vid en komet.

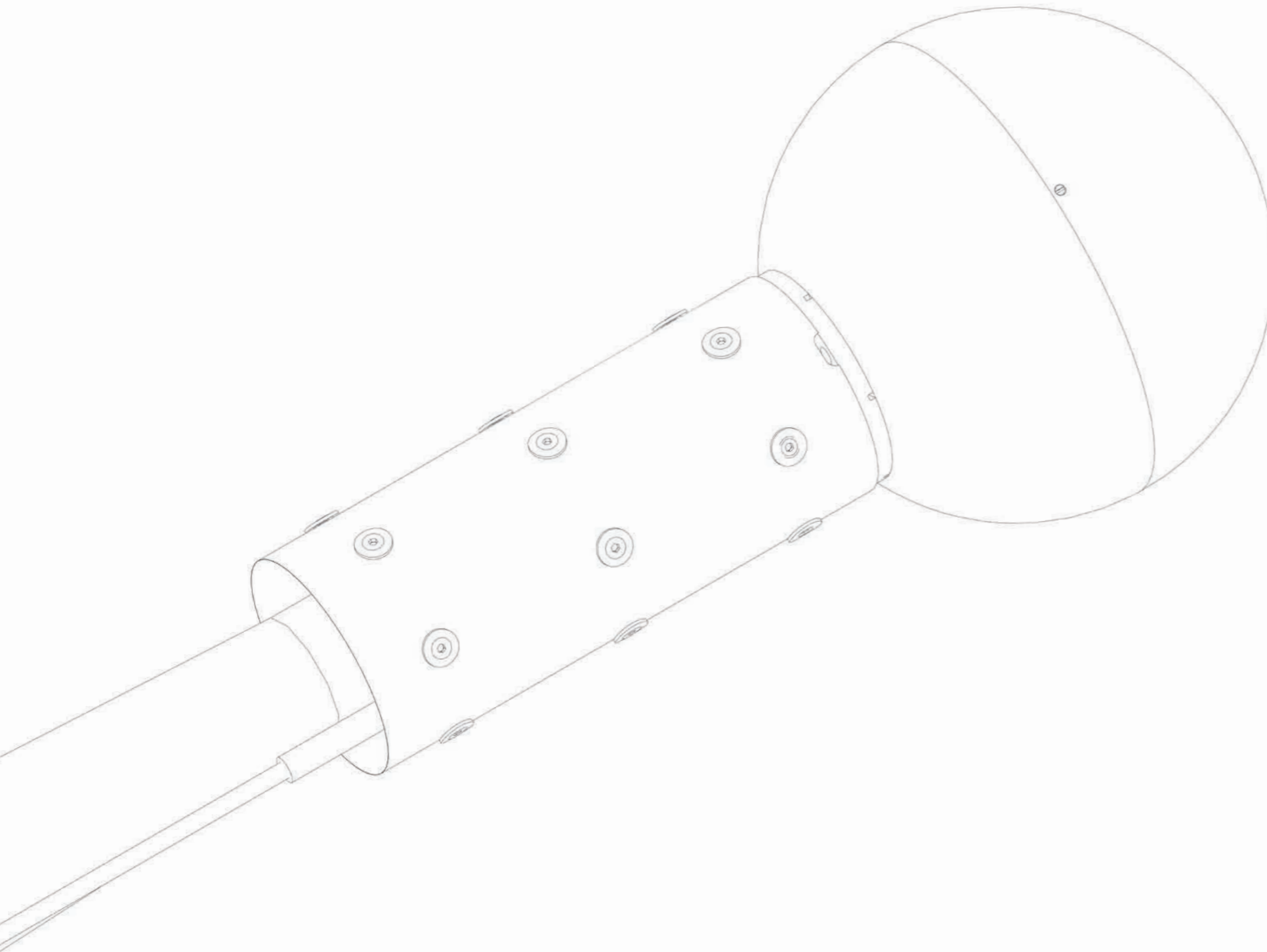


Bild 2.11: IRF bidrar till instrumentet Cometary Plasma Light INSTRument (COMPLIMENT) som kan liknas vid en rymdväderstation för rymdplasma runt en komet.

"Våra juniorforskare är centrala i verksamheten och bidrar enormt till den vetenskapliga produktiviteten. I år disputerade två forskare, Konrad med fokus på jordens magnetosfär och Katerina på plasmamiljöerna av Mars och Venus".



- Yuri Khotyaintsev -

Rymdplasmafysik

Inom forskningsprogrammet Rymdplasmafysik mäter instrument i rymden främst elektriska och magnetiska fält samt plasmatätheten i den elektriskt laddade gasen, rymdplasmata. Mätningar görs även av vågrörelserna i fälten samt i dess täthet.

Målet för programmet är att skapa förståelse för rymdplasma runt jorden och andra planeter genom att bygga fysikaliska modeller baserade på mätningar ombord på rymdsonder.

Modellerna ska bidra till förståelse för fysikaliska processer i områden där det är omöjligt att mäta på plats eller där mätningar är mycket svåra att utföra, exempelvis nära solen.

Programmet ansvarar för fyra mätinstrument på satelliter i jordens magnetosfär och bidrar till ytterligare sju instrument i jordens omloppsbana. IRF bidrar med elektronik till ett instrument på en satellit nära solen och till ett instrument som är på väg till Merkurius. Forskarteamet bidrar dessutom med kunskap till ett instrument på en rymdfarkost runt Mars.



Bild 2.12: Professor Yuri Khotyaintsev är chef för forskningsprogrammet Rymdplasmafysik.



Bild 2.13: Jesper Fredriksson är forskningsingenjör vid IRF och syns här tillsammans med en av programmets Langmuirsonder som kan liknas med en väderstation för rymdplasma.

Händelser, resultat och utveckling inom programmet

Under 2022 har IRF bland annat studerat och analyserat data som samlats in vid tidigare och nu pågående projekt och missioner. För att forskarna ska kunna ta del av data om till exempel plasma, solvinden och magnetiska fält i universum så samarbetar IRF med flertalet organisationer. IRF har bland annat levererat elektronik till ett av instrumenten på Solar Orbiter (ESA och NASA) som under 2020 påbörjade sin resa i en bana runt solen. Instrumentet mäter elektromagnetiska fält, plasmatäthet samt undersöker solvinden vid olika avstånd från solen.

BepiColombo (ESA och JAXA) påbörjade sin resa mot Merkurius under 2018. Projektet inkluderar två rymdsonder där IRF levererat elektronik till ett instrument ombord på MMO (Mercury Magnetospheric Orbiter) även kallad Mio. Instrumentet ska mäta elektriska fält, undersöka magnetosfären och solvinden runt Merkurius.

Analys av data från projekten Rosetta (ESA) och Cassini (NASA) pågår fortfarande. ESA:s rymdfarkost Rymdfarkosten Rosetta undersökte under två år kometen 67P/Churyomov-Gerasimenko. IRF hade huvudansvar för ett instrument som studerade material som blåstes ut från

kometen. ESA avslutade projektet 2016. Under 2017 avslutade rymdfarkosten Cassini en tretton år lång undersökning av Saturnus och dess omgivning. IRF var delaktig med ett instrument och har därefter studerat data från bland annat månarna Titan och Enceladus.

IRF har huvudansvar för EFW-instrumenten (Electric Field and Waves) på ESA:s fyra Clustersatelliter som sedan år 2000 flugit i formation i jordens magnetosfär. År 2015 sändes NASA:s fyra MMS-satelliter upp och även dessa formationsflyger i jordens magnetosfär. IRF har varit delaktiga i de instrument som mäter elektriska fält ombord på MMS.

De tre satelliterna i projektet Swarm inom ESA:s jordobservationsprogram sköts upp 2013. IRF:s detektorer ingår i ett instrumentpaket som kartlägger plasma och strömmar i rymden. Projektet ska ge en klar bild av det magnetfält som skapas i jordens inre och ge en unik kunskap om små strukturer i rymden. IRF har även bidragit vid byggandet av ett av instrumenten på den amerikanska rymdfarkosten MAVEN som sedan 2014 studerar hur solvinden påverkar atmosfären och jonosfären på Mars.

Några vetenskapliga höjdpunkter

På grund av bristen på globala inre magnetfält på Mars och Venus påverkar och formar solvinden deras rymdplasmamiljöer direkt. Med hjälp av observationer från två Mars-missioner, rymdfarkosterna Mars Express från ESA, och MAVEN från NASA, kunde vi följa expansionen och kompressionen av den inducerade magnetosfären. Därigenom kunde vi uppskatta längdskalan för hur långt de magnetiska fältlinjerna, som passerar genom jonosfären på dagsidan, sträcker sig ner längs magnetosfärens svans.

Fram till nu har ett tidskrävande arbete med att identifiera chockvågor i satellitdata utförts av fysiker specialiserade på chocker, antingen manuellt eller med hjälp av enkla algoritmer. Därefter har materialet gått att använda till fallstudier eller statistiska studier. För att korta ner tiden för identifiering av chockvågor har IRF skapat en maskinlärningsmetod för att automatiskt upptäcka när rymdfarkosten Magnetospheric Multiscale (MMS) passerar chocker. Totalt har vi samlat in 2 797 chock-korsningar som sträcker sig över en period från oktober 2015 till december 2020. De chock-korsningar som identifierats är utspridda i jordens magnetosfär, allt ifrån området närmast solen till de bortre flankerna av jordens magnetosfär.

I rymden finns ofta starka elektriska strömmar, till exempel

i solens corona eller i norrskensområdena. Partiklarna är få och kolliderar sällan så motståndet är lågt. För första gången någonsin har vi kunnat mäta hur strömmar i rymden begränsas genom att laddade partiklar påverkar varandra via elektromagnetiska vågor. Elektriska strömmar i rymden kan begränsas utan att partiklarna kolliderar med varandra vilket är det vanliga på jorden. Tack vare observationer från NASA:s fyra MMS-satelliter kunde vi sammanställa hur detta ovanliga motstånd av ström i rymden fungerar, även kallat anomal resistivitet.

Instrument på framtida rymdsonder:

IRF leder ett konsortium som designar och bygger instrumentet RPWI (Radio and Plasma Wave Investigation) till JUICE (ESA). JUICE ska studera Jupiters isiga månar. RPWI har varit ett stort byggprojekt som pågått under flera år. Sista leveransen har skett och nu förbereds uppsändningen i april 2023.

Projektet Comet Interceptor ska studera en komet som inte varit nära jorden tidigare och valdes ut av ESA under 2019. Planerad uppsändning är år 2029. IRF är med och planerar, designar och utvecklar ett instrument som ska studera material som blåser ut från kometen.



Bild 2.14: Medarbetare vid IRF:s kontor i Uppsala framför Ångströmlaboratoriet.

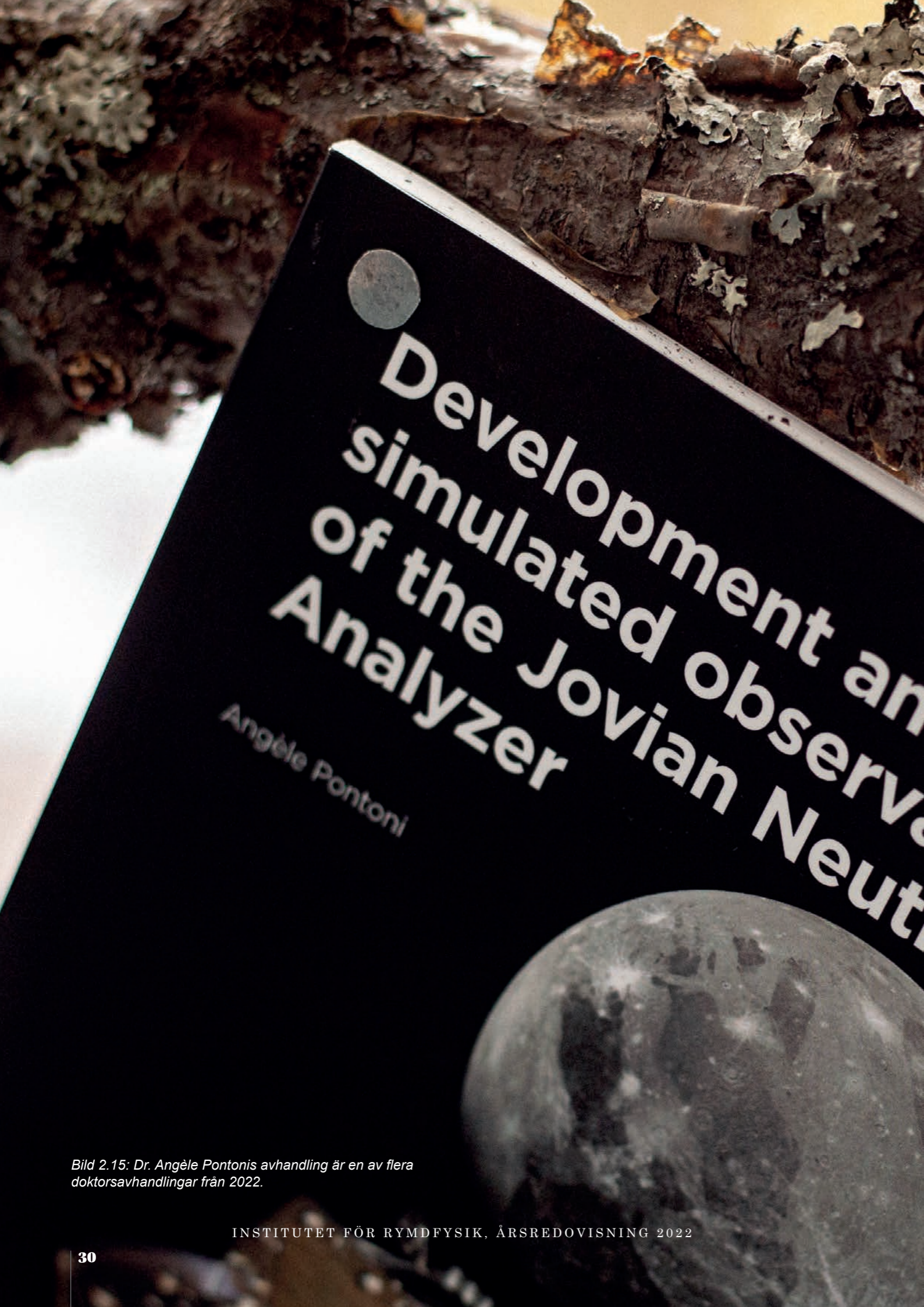


Bild 2.15: Dr. Angèle Pontonis avhandling är en av flera doktorsavhandlingar från 2022.

2.2 Publikationer och främjande av forskning med hög kvalitet

Under 2022 har forskare från IRF publicerat sina forskningsresultat i 111 expertgranskade publikationer, 42 av dessa har varit som förstaförfattare. IRF:s forskare har också publicerat populärvetenskapliga artiklar och handlett universitetsstudenter som har skrivit doktors- och licentiatavhandlingar samt magister- och examensarbeten.

Publiceringslistan för år 2022 finns i bilaga 1. Publiceringsstatistik för de senaste fem åren redovisas i bild 2.2.1.

De senaste fem åren har institutets drygt 50 forskare och doktorander medverkat i ca 128 expertgranskade publikationer per år vilket ger ett snitt på ca 2,6 publikationer per forskare och år. I snitt har IRF också ansvarat för 2,6 doktorsavhandlingar per år under samma period.

Institutet för rymdfysik säkerställer kvaliteten på sin forskning genom att bland annat publicera resultat i expertgranskade tidskrifter, tillhandahålla unika mätdata och utveckla avancerade satellit- och markbaserade mätinstrument för vetenskapliga ändamål. Institutets forskningsresultat presenteras också vid nationella och internationella konferenser och möten, ofta som inbjudna föredragare. I snitt deltar IRF:s forskare vid ca två konferenser vardera per år. Resandet har sakta börjat återgå till en högre nivå igen efter flera år då pandemin begränsade den möjligheten.

Detta har medfört att fler konferenser har skett i fysisk mötesform. Under 2022 deltog IRF:s forskare vid konferenser vid 111 tillfällen. 87 av tillfällena genomfördes i fysisk mötesform och 24 via digitala lösningar. Vid 17 av dessa tillfällen deltog en forskare från IRF som inbjuden föredragare.

IRF:s forskare har under året även medverkat som deltagare eller ledamöter i bland annat Kungl. Vetenskapsakademien (KVA), Kungl. Vetenskaps societeten i Uppsala, Forskningskommittén för astrofysik och astrobiologi vid NORDITA, EISCAT Scientific Advisory Committee, High Performance Computing Center North (HPC2N), Women in space: Space physics (Frontiers), Svenska Rymdforskarens Samarbetsgrupp (SRS, beredningsgrupp som även utgör svensk COSPAR-kommitté), International Academy of Astronautics, Jämställdhet, mångfald och inkludering sektionen av Svenska Fysikföreningen, Vetenskaplig rådgivande nämnd för Institut för Atmosfärenphysik, Universität Rostock och Svenska nationalkommittén för radiovetenskap (SNRV).

Utöver detta har många av IRF:s forskare också uppdrag som granskare för flertalet vetenskapligtidskrifter bland annat Journal of Geophysical Research och Geophysical Researcher Letters hos Earth, Planets and Space, Springer Nature.

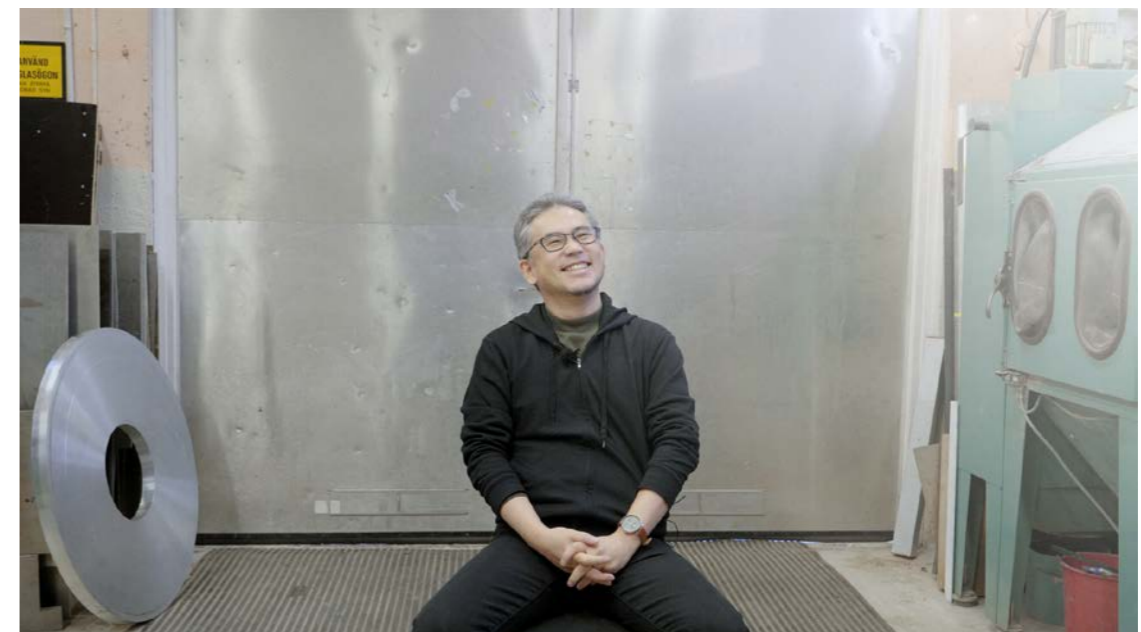


Bild 2.16: Stillbild av docent Yoshifumi Futaana från video om hans artikel rörande kosmiska strålar som färdas nära ljusets hastighet.

Forskarrörlighet bidrar till forskning av hög kvalitet och är därför viktig för IRF:s verksamhet och för rymdforskning i stort. IRF rekryterar forskare och doktorander från många olika länder och ser gärna att IRF:s doktorander medverkar i internationella projekt samt att de efter disputationen tar sig ut i världen eller åtminstone till andra organisationer i Sverige.

Doktorander vid IRF har tillgång till unika mätdata och databaser, de får även möjlighet att leda mindre projekt, till exempel genom att samordna mätningar från flera instrument på en satellit. Doktorander genomför ofta delar av sin utbildning utomlands och doktorander från andra länder besöker IRF i Sverige under sin doktorandtid.

IRF:s strävan efter att locka nya medarbetare från världens alla hörn har lett till att det idag finns 21 olika nationaliteter utspridda på våra fyra verksamhetsorter. Gästforskare som kommer till IRF, eller institutets egna forskare som gör kortare eller längre besök hos andra forskargrupper, är också viktiga komponenter för att främja en hög forskningskvalitet.

IRF har rekryterat doktorander, forskarasistenter och postdoktorer från bl.a. Argentina, Australien, Brasilien, England, Finland, Iran, Japan, Kina, Libanon, Ryssland, Schweiz, Tyskland, Ukraina, Costa Rica, Uganda och USA.

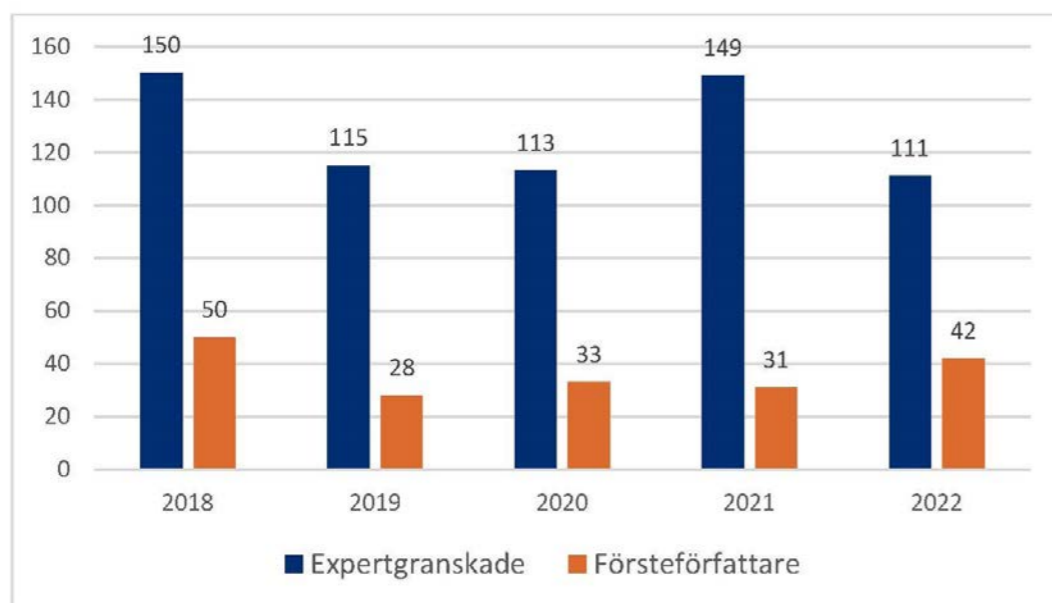


Bild 2.17: Antalet expertgranskade artiklar där IRF:s forskare medverkat för perioden 2018-2022.



Bild 2.18: Forskare och ingenjörer inom forskningsprogrammet Rymdplasmafysik.



Bild 2.19: Koreas ambassadör Ha Tae-youk besökte huvudkontoret i Kiruna under oktober månad.

2.3 Internationella forskningsarbeten

Rymdforskning och dess olika projekt sträcker sig ofta över decennier, vilket både kräver och resulterar i långvariga och stabila kontakter med etablerade internationella forskargrupper. IRF:s forskningsprogram studerar bland annat Mars, Merkurius Venus, Jupiter, månen, exoplaneter, månar runt andra planeter i solsystemet, kometer, rymdskrot och rymdväder.

IRF har bland annat deltagit i framtagandet av stora satellitprojekt ledda av rymdorganisationer i Europa (ESA), USA (NASA), Indien (ISRO) och Japan (JAXA). Under 2022 har detta omfattat bland annat JUICE, Comet Interceptor och ISRO:s Venus Orbiter. IRF leder en internationell grupp vid International Space Science Institute (ISSI) i Bern, Schweiz, för studier av metalljoner i övre atmosfären och magnetosfären. IRF har bidragit med instrument till ESA:s Swarm-mission och de fyra satelliterna i NASA-projektet MMS i samarbete med forskare och ingenjörer i USA. IRF ansvarar, tillsammans med franska forskare och ingenjörer, även för en del av ett instrument på ESA:s mission Solar Orbiter. IRF deltar i EU:s Horisont 2020-projektet SHARP och EPN.

Fler exempel på internationella samarbeten är bland annat IRF:s infraljudnätverk som kompletterar det

internationella nätverket IMS (International Monitoring System). Data används tillsammans med vindmätningar från IRF:s atmosfärradar ESRAD och meteorradarn på Esrange inom det norska forskningsrådprojektet MADERIA.

Samarbete med integrering av olika mättekniker för studier av atmosfärsdynamik sker med bland annat forskargrupper i Norge, Frankrike och Nederländerna. IRF förser även Ursa Astronomical Association Fireball Working Group i Finland med atmosfärdata och levererar vinddata från ESRAD till den europeiska databasen EPROFILE.

Inom IRF:s optiska norrskenskensforskning sker betydande samarbeten främst med grupper från Belgien, Finland, Japan, Norge och Storbritannien. Forskning med EISCAT:s radaranläggningar sker naturligt som internationella samarbeten då simultana mätningar görs med instrument i Finland, Norge (inklusive Svalbard) och Sverige. Analysen av mätningarna genomförs ofta i samarbete med forskare från till exempel Japan. Tack vare att IRF tar hand om och underhåller flera gästinstrument får mätdata användas från t.ex två tyska instrument för mätningar av spårgaser i atmosfären samt ett tyskt instrument som mäter vattenånga i atmosfären.



Bild 2.20: Forskare inom JUICE-projektet besöker Toulouse där de för sista gången får se rymdfarkosten innan avfärd mot Jupiter. Copyright Airbus/ESA.



Bild 2.21: Israels ambassadör Siv Nevo Kulman på besök hos IRF. Här tillsammans med professor Stas Barabash.

IRF ingår i ESA:s geomagnetiska expertservicecentrum som leds av Danmarks Tekniske Universitet (DTU). Andra exempel på samarbeten är med British Geological Survey, Storbritannien; German Research Centre for Geosciences, Tyskland; Royal Observatory of Belgium, Finland, Finnish Meteorological Institute, Finland, Universidad de Alcalá, Spanien och Universitetet i Bergen, Norge.

Samarbeten sker även med forskargrupper i Indien för mätningar med atmosfärradarn MARA i Antarktis. Inom nätverket med automatiska kameror för att studera nattlysande moln samarbetar IRF med enskilda forskare från

Danmark, Japan, Kanada, Kazakstan, Litauen, Ryssland och Storbritannien.

Inom missionen SMILE (ESA) samarbetar IRF med med forskare och ingenjörer från Storbritannien, Kina och Kanada i den vetenskapliga arbetsgruppen Ground-Based and Additional Science (GBAS). Tillsammans med även flera europeiska länder samt USA ska missionen undersöka hur magnetosfären påverkas av solvinden. Inom meteorforskning och atmosfärfysik samarbetar IRF med ett stort antal universitet och institut i hela världen.



Bild 2.22: Under hösten 2022 besökte IRF:s generaldirektör Olle Norberg, professor Stas Barabash, Rikard Ottemark, forskningsingenjör, Yoshifumi Futaana, docent och Herman Andersson, teknisk chef, hos den indiska rymdorganisationen ISRO.

3. Kiruna atmosfär- och geofysiska observatorium

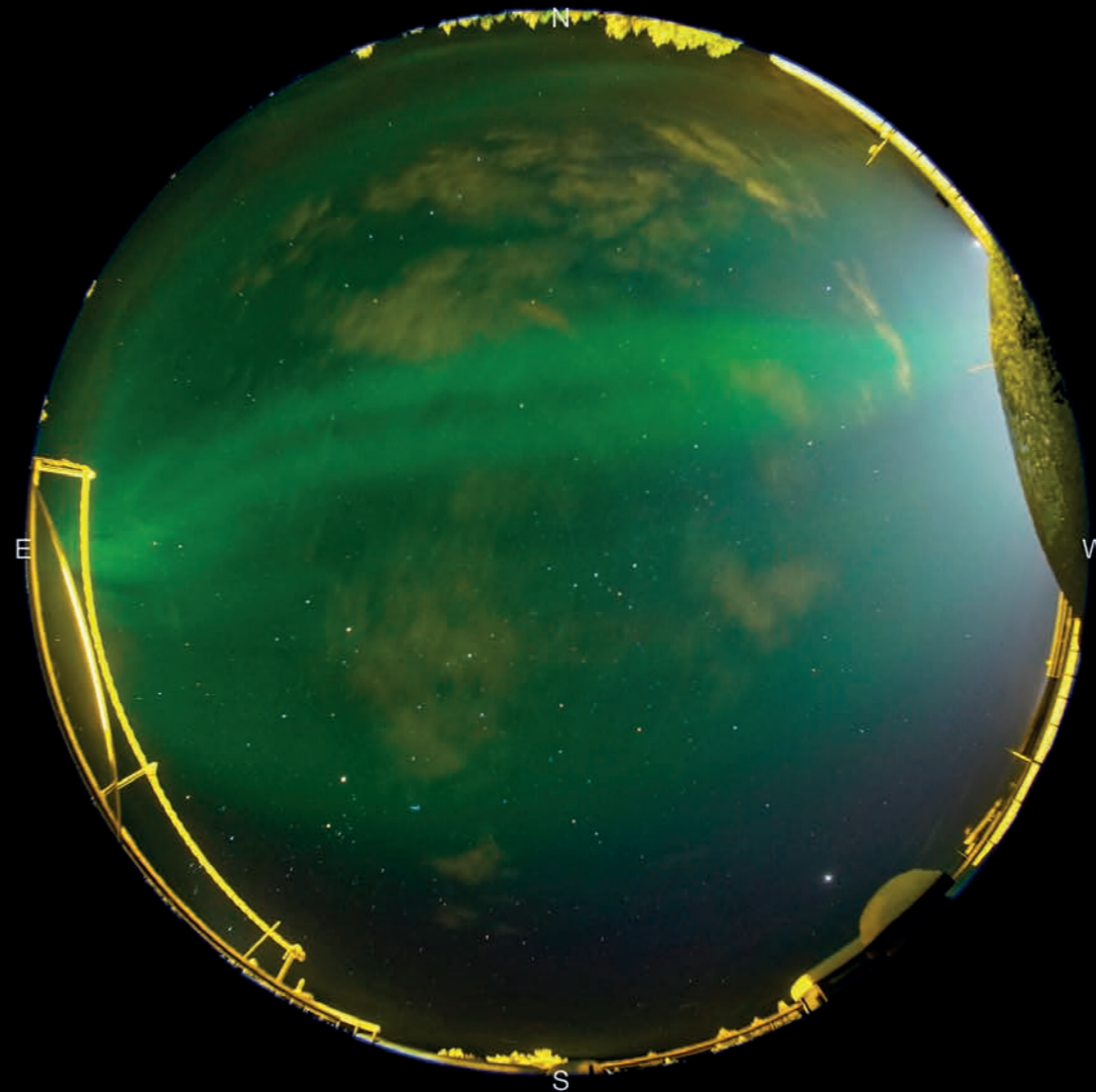


Bild 3.1: IRF:s firmamentkamera (allsky-kamera) är placerad på taket vid huvudkontoret i Kiruna och visar realtidsbilder av hela himlavalvet.

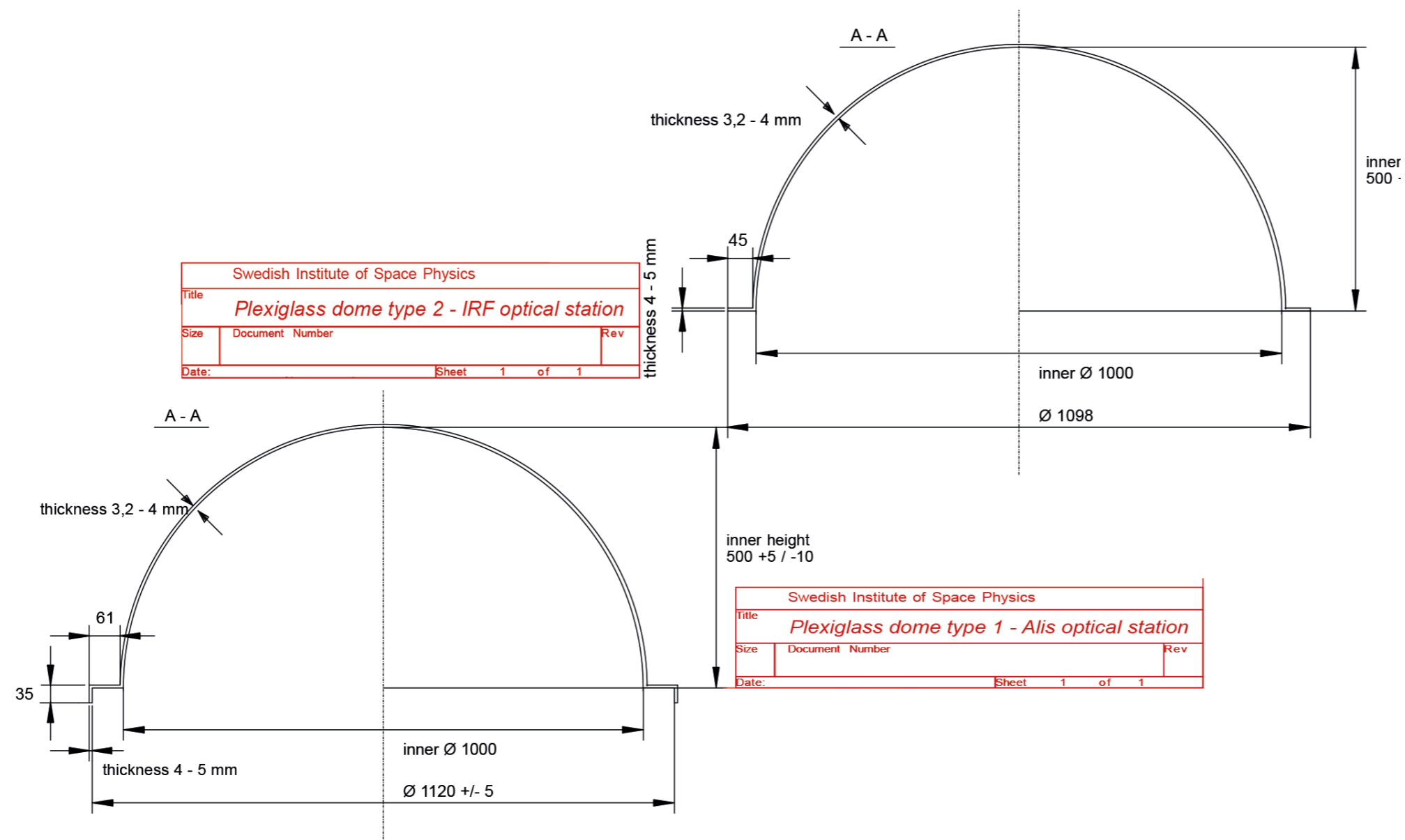


Bild 3.2: IRF:s optiska observatorieinstrument är monterade under plexiglasskupoler. Exempelvis firmamentkameran som tar bilder av himlavalvet och bland annat registrerar norrskenförekomst och molnighet.

Observatorieverksamheten

IRF:s observatorieverksamhet, Kiruna Atmosfär- och Geofysiska Observatorium, KAGO, syftar till att förse samhället med långa, obrutna tidsserier av data från mätningar och registreringar i atmosfären och dess översta del, jonosfären.

Verksamheten förser även allmänheten med information om norrskenförekomst och aktivitet i jordens magnetfält.

Rymdväder är ett exempel på ett område där användning av realtidsdata från IRF är av stor betydelse för bland annat prognoser som är till nytta för oss på jorden.

IRF:s observatorieinstrument är placerade från Abisko i norr till Tormestorp utanför Hässleholm i söder:

- Magnetometrar - registrerar det jordmagnetiska fältet (Kiruna, Lycksele, Tormestorp).
- Riometrar - mäter jonosfärens förmåga att absorbera radiovågor (Tjautjas, Lycksele).
- Firmamentkamera - avbildar himlavalvet och visar norrskenförekomst (Abisko, Kiruna, Tjautjas).
- ALIS_4D - möjliggör 3D-rekonstruktion av norrskenemissioner med hög rums- och tidsupplösning (Abisko, Silkkimuotka, Kiruna, Esrange, Tjautjas).
- Jonosonder - mäter elektronkoncentrationen i jonosfären med hjälp av radiovågor (Kiruna, Lycksele, Uppsala).
- Infraljudsstationer - mäter lågfrekventa akustiska vågor, under 10 Hertz, infraljud, vilka inte är hörbara för människor (Kiruna, Jämtön, Lycksele och Sodankylä, Finland).
- Millimeter-vågsradiometer - mäter spårgaser i atmosfären, exempelvis ozon (Kiruna).

Samtliga registreringar finns tillgängliga i realtid på IRF:s webb. Sidorna med firmamentkameran och magnetometern är IRF:s mest besökta webbsidor.

"Visste du att observatorieverksamhet bedrivits vid det som idag är IRF Kiruna sedan 1950 och att det idag finns cirka 40 instrument på 12 olika orter i Sverige? "



- Urban Brändström -



Bild 3.3: Dr. Urban Brändström är observatoriechef samt optisk norrskenforskare vid IRF.

Händelser, resultat och utveckling inom observatorieverksamheten

Observatorieverksamheten har under året fortsatt att bidra med långsiktiga registreringar inom rymd- och atmosfärfysik i Sverige. Det har pågått omfattande underhållsarbeten inom många av nedanstående instrumentgrupper samtidigt som en utvidgning av ALIS_4D pågår, något som medfört en ovanligt hög arbetsbelastning.

Magnetometrar: Data har levererats till det globala nätverket SuperMAG, till World Data Center C2 for Geomagnetism i Kyoto och Edinburgh, till nordiska nätverket IMAGE (International Monitor for Auroral Geomagnetic Effects) samt till ESA för rymdvädersinformation. Informationen finns även presenterad på IRF:s webbsidor och har på så sätt tillgängliggjorts för allmänhet och andra intressenter.

Under året har IRF börjat använda en ny öppen källkodsmjukvara (MagPy) för dataanalys. Denna mjukvara förväntas bli internationell standard och används redan av flertalet andra observatorier. Den omfattande uppgraderingen av Kiruna magnetiska observatorium har medfört en tydlig förbättring av datakvaliteten.

Trafikverket planerar en breddning av väg E10 nära magnetiska observatoriet i Kiruna, och IRF deltar i planprocessen för att minimera störningar.

Riometrar: IRF:s riometrar (en del av det internationella nätverket Global Riometer Array, GloRiA) har levererat data till International Civil Aviation Organization, ICAO i Frankrike. Bredbandsspektroriometern i Kiruna har flyttats till Tjautjas i juni 2022 för att komma tillrätta med störningsproblematik från jonosonden i Kiruna. Efter drygt en månad med ostörda mätningar i Tjautjas uppstod en kraftig periodisk störning. Pejling av storkällan pågår och plan för eliminering av problemet finns. Från september 2022 presenteras riometerdata från Kiruna i både en frekvens och spektralt format. Den analoga riometern i Lycksele har levererat data under året utan avbrott.

Optiska registreringar: Firmamentkameran i Kiruna avbildar himlavalvet och ger information om bland annat norrskensförekomst, molnighet. Firmamentkameran vid Abisko turiststation drivs i samarbete med universitetet i Hiroshima. I Kiruna och i Tjautjas finns två avbildande fyrkanalssystem för norrskensregistreringar vilket sker i samarbete med National Institute of Polar Research i Japan. I Tjautjas finns även en norrskenskamera som tar 100 bilder/sekund. Kameran hanteras i samarbete med Institute for Space-Earth Environmental Research i Japan.

Sedan år 2015 utförs automatiska registreringar av meteorspår i Kiruna och Abisko i samarbete med Uppsala universitet. IRF ansvarar även för jämförande mätningar (interkalibrering) av lågljuskällor, vilket sker vid de årliga optiska konferenserna. Den första interkalibreringsworkshopen efter pandemin hölls i Sodankylä i september 2022.

ALIS_4D är en forskningsinfrastruktur för avbildande absolutmätningar av ljussvaga fenomen som t.ex. norrskensemissioner. Systemet har varit i drift med fem stationer under 2022. Vetenskapsrådet har beviljat ett infrastrukturbidrag på 11 miljoner kronor för utvidgning av ALIS_4D med tre mätstationer. Uppgraderingen omfattade ytterligare tre avbildande instrument. Två av instrumenten är för synligt ljus och ett för infraröda emissioner från hydroxyl (OH) samt syrgas (O₂) på ca. 80-100 km höjd. Data från detta instrument kan bland annat användas för temperaturmätningar. Utvidgningen av ALIS_4D till totalt åtta mätstationer förväntas slutföras under åren 2023 - 24. Arbetet med uppgraderingen samt förberedelser för raketkampanjen BROR har varit högsta prioritet för ALIS_4D projektet. Under hösten 2022 har instrumentens driftsättning påbörjats i Kiruna i väntan på utplacering på annan ort.

Jonosonder: Mätningar har gjorts från Kiruna, Lycksele och sedan hösten 2022 även från Uppsala. År 2020 inleddes ett samarbete med universitetet i Tromsø, Norge, som utvecklat nästa generations jonosond baserad på mjukvarudefinierad radio. Under året har en likadan jonosond byggts vid IRF och satts i drift i Uppsala tillsammans med den nya 78 meter höga masten som rests tidigare under året. Sedan 2021 har IRF samma typ av jonosond i Lycksele. Detta möjliggör att vi även kan utföra så kallade snedjonosonderingar mellan Lycksele och Uppsala, vilket ger information om jonosfären mellan dessa orter. Data finns tillgängligt via IRF:s webbsidor.

Infraljudmätningar: Infraljudregistreringarna i Lycksele stoppades av hårdvarufel på grund av åskväder i juli. Infraljudregistreringarna kunde återstartas efter utbyte av hårdvara i mitten av augusti. I övrigt har mätningarna registrerats kontinuerligt.

Spårgasmätningar i atmosfären: Uppgradering av mikrovågsradiometern KIMRA som påbörjades 2021 fortlöper och kontinuerliga mätningar återupptogs i november 2022. Förutom ozon har mätningar av syre (16O-18O vid 234 GHz) påbörjats. Denna linje förväntas ge kunskap om temperaturprofilen i atmosfären på mellan 30 och 80 km höjd. Algoritmerna för dessa mätningar utvecklats i ett nära samarbete med LTU.



Bild 3.4: Observatorieverksamhetens ingenjörer Martin Rönnfalk och Lars-Göran Vanhainen på fältarbete vid jonosondmasten i Lurbo (Uppsala).

Bild 4.1: Docent Mats Holmström är en av många forskare vid IRF som handleder doktorander.



4. Medverkan i utbildning

IRF medverkar i universitetsutbildningarna framför allt vid Uppsala universitet, Umeå universitet och Luleå tekniska universitet. Forskarna tjänstgör också som handledare och föreläsare vid doktorandutbildningar som utförs i Kiruna, Luleå, Umeå och Uppsala. Det händer även att IRF medverkar till utbildningar vid andra svenska universitet eller utomlands.

Utbildning på grundläggande nivå

Under 2022 har större delen av undervisningen återgått till ursprunglig form efter flera år med pandemi-begränsningar. Nya digitala lösningar har dock fortsatt att användas som hjälpmedel för forskare och ingenjörer som gett föreläsningar. Möjligheten till att delta på distans har skapat nya möjligheter.

IRF har bland annat hållit i kurser för rymdingenjörstudenter i samarbete med Avdelningen för rymdteknik inom Institutionen för system- och rymdteknik vid LTU. Studenterna läser civilingenjörsprogrammet i rymdteknik och magisterutbildningarna Rymdfarkostdesign, Rymdvetenskap och rymdteknik samt SpaceMaster. Forskare, doktorander och teknisk personal bidrar till kurselement inom sina specialområden, t.ex. vetenskapliga mätningar från satelliter, laborationer med analys av satellitdata och norrskensstudier. De föreläser i kurser som Rymdinstrument och Rymdplasmafysik samt ansvarar för räkneövningar och laboratorieundervisning. Forskare och ingenjörer fungerar som rådgivare i rymdteknik genom

bland annat engagemang i studenternas raket-, ballong- och småsatellitprojekt.

IRF har tidigare involverats i sommar- och vinterkurser (inom områden som bemannad rymdfart och arktisk vetenskap) som Umeå universitet har organiserat i Kiruna. På grund av pandemin har dessa kurser inte gått att genomföra på samma sätt utan har genomförts i olika digitala format. Förhoppningen är att dessa ska dras igång igen under 2023.

Forskare från IRF brukar även föreläsa vid lärosäten och på sommarskolor i andra delar av världen men även detta har fått ske i digitala format när detta varit möjligt. Ett antal studenter utför sommararbete på IRF, vilket ger dem möjlighet att arbeta med rymdrelaterade projekt i en stimulerande forskningsmiljö. Dessutom gör studenter från olika universitet och högskolor i Sverige och utlandet examensarbeten och kortare projekt vid institutets olika kontor. Under 2022 handledes tre examensarbeten i Uppsala och ett i Kiruna.

Seminarier sker både i Uppsala och Kiruna och där kan man se att antalet åter har ökat då pandemirestriktionerna har upphört att gälla. Under period 2020-2021 genomfördes de flesta seminarier i digitalt format och under 2022 har formatet återgått till att ske i fysisk form. IRF har behållit möjligheten till att delta digitalt.



Bild 4.2: Hos IRF i Kiruna finns det kontorsplatser för studenter på plan 4.



Bild 4.3: Umeå universitets vinterkurs i Arktisk vetenskap på besök vid IRF tillsammans med docent Carol Norberg.

Under år 2022 har kurserna Rymdfysik (5 hp) och Elektromagnetisk fältteori (5 hp) genomförts vid Uppsala universitet med forskare från IRF som kursansvariga. IRF har också genomfört en betydande del av kursen Planetsystemets fysik (5 hp) och kursen Space Resources vilket motsvarar ca 420 timmar.

Utöver detta ansvarar IRF:s doktorander för räkneövningar och laboratorieundervisning i t.ex. Elektromagnetisk fältteori, Mekanik I och II, Fluidmekanik och Teknisk termodynamik. IRF:s medverkan i utbildningar på grundläggande nivå blir sammantaget 1239 timmar under 2022, vilket är ungefär likvärdigt med förra året (2021 - 1236 tim. 2020 - 720 tim. 2019 - 989 tim.). Till detta kan också läggas handledning av examensarbeten som motsvarar 56 timmar. Anledningen till den stora ökningen mellan 2019/2020 - 2021 bedöms vara starkt kopplat till de pandemirestriktioner som gällt under flertalet år.

Utbildning på forskarnivå

Under 2022 var forskare vid IRF huvudhandledare för 13 doktorander (sex i Kiruna och sju i Uppsala) och ansvarade för doktorandkurser vid Uppsala och Umeå universitet. En professor från IRF har varit forskarutbildningsansvarig professor i rymd- och plasmafysik vid Uppsala universitet.

Fem IRF-anknutna doktorander disputerade under 2022. Under 2021, 2020 och 2019 disputerade två doktorander per år. Under de senaste fem budgetåren har 13 doktors-examina avlagts med anknytning till IRF. Utöver det har två licentiatavhandlingar och en docentföreläsning presenterats. Tiden för handledning av doktorander under 2022 uppskattas till 1 390 timmar (1 200 timmar 2020, 1 185 timmar 2019 och 1 460 timmar 2018 och 1 295 timmar 2017).

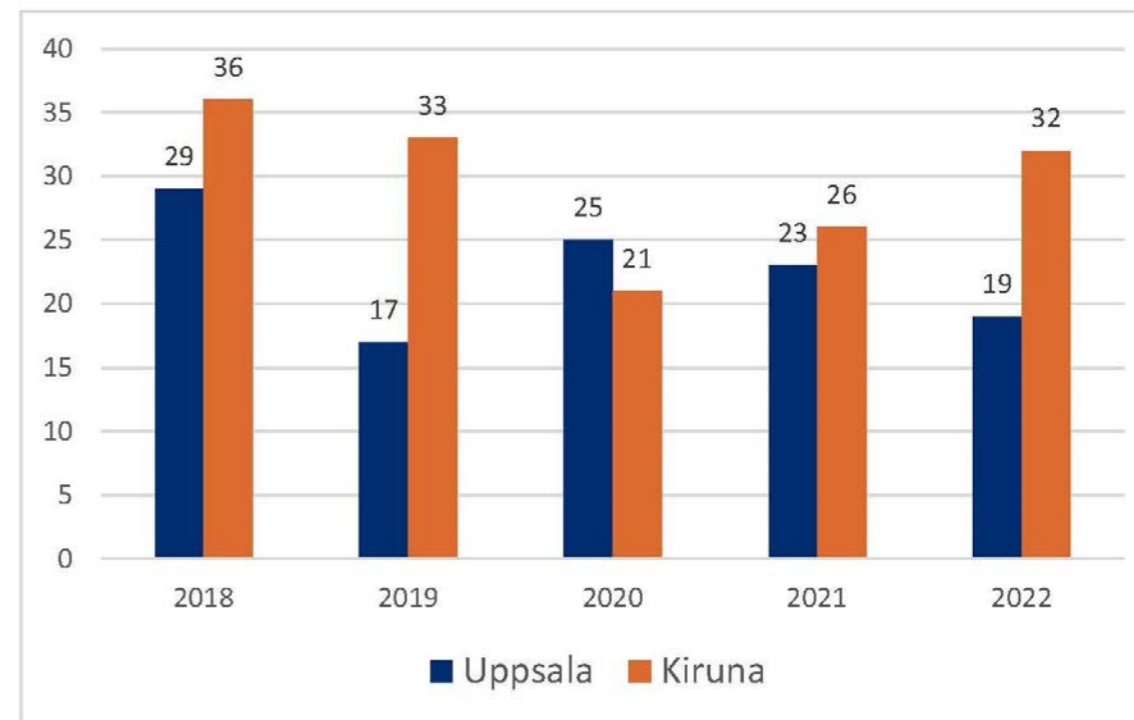


Bild 4.4: Antal seminarier i Uppsala och Kiruna under 2022.

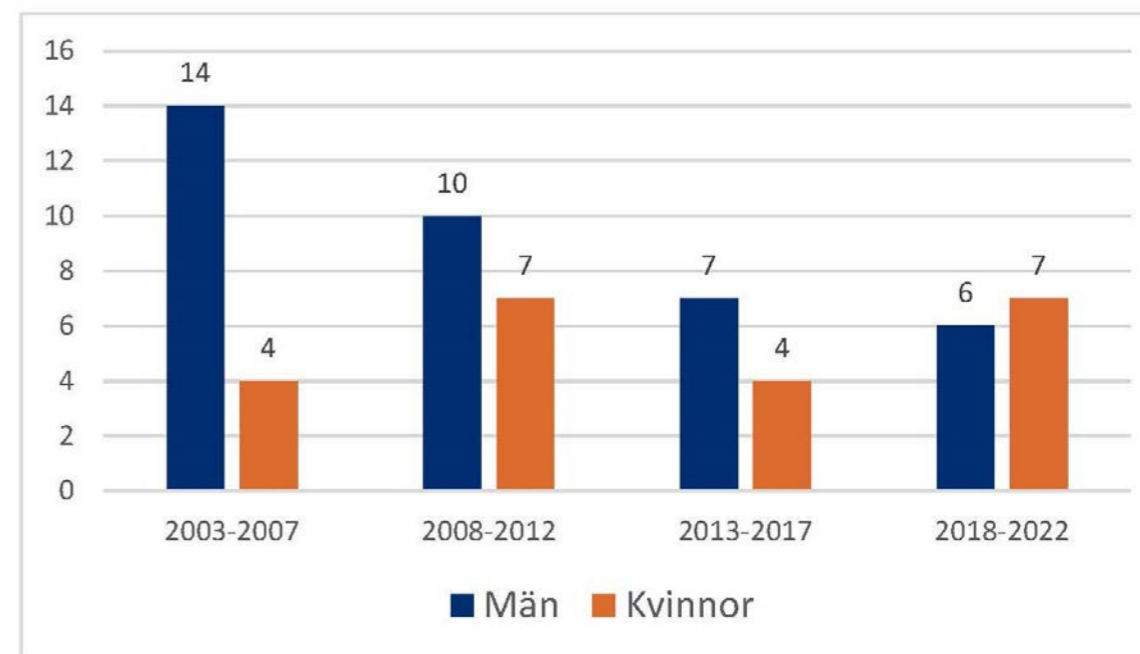


Bild 4.5: Antal doktorsexamina under femårsperioder mellan åren 2003-2022.



5. Övriga mål och resultat



5.1 Arbete för mångfald, inkluderande och kompetensförsörjning

På IRF är mångfald ett ledord som påverkar hela verksamheten. Alla medarbetare ska, inom ramen för sin anställning, ha samma möjligheter, rättigheter och skyldigheter, oberoende av etnicitet, sexuell läggning, funktionsnedsättning, kön, religion och ålder. På IRF ska alla individer ha samma möjligheter till lika lön för arbete av lika värde och att män och kvinnor ska ha samma möjligheter att kombinera arbete och familjeliv. Samtliga tjänster inom IRF ska vara utformade på ett sådant sätt att de är tilltalande för alla sökande oavsett kön. IRF:s målsättning är att uppnå en jämn fördelning mellan kvinnor och män i alla typer av yrkesroller och kategorier av arbetstagare. IRF:s arbetsorganisation ska fungera så att både kvinnor och män är representerade i förberedelser och beslutsprocesser.

Efter flera år med ett mångfaldsforum med återkommande möten har IRF nu beslutat att jämställdhets- och mångfaldsfrågor skall vara integrerade på ett tydligare och naturligare sätt i hela verksamheten. Detta innebär bland annat att jämställdhets- och mångfaldsfrågor ska vara en stående punkt på dagordningen vid arbetsmiljökommittémöten, informations- och samverkansmöten samt institutledningsmöten. En utvärdering av arbetet med integreringen ska genomföras under slutet av 2023.

I den lönekartläggning som utfördes år 2022 visade resultatet att det inte finns några osakliga löneskillnader bland medarbetare inom samma yrkeskategorier. IRF:s strävan efter att öka andelen kvinnliga forskare har resulterat i att jämställdhetsaspekter numera beaktas i alla beslutfattande forum och i de vardagliga arbetsledande besluten. Alla i ledande befattning har utbildats i jämställdhetsintegrering och ekonomichefen har under året även utbildats i jämställdhetsbudgetering.

Det är fortfarande en utmaning att nå en jämnare könsfördelning bland ingenjörer eftersom det är fler meriterade män än kvinnor som söker ingenjörstjänster. Det motsatta gäller för administrativa tjänster där det är svårare att locka kvalificerade män. Överlag är det svårt att rekrytera till den experimentella grundforskningen där det krävs forskare, tekniker, ingenjörer och programmerare och vi upplever en brist på välmeriterade och erfarna sökande.

IRF ser även att det är viktigt med personal med hög kompetens och erfarenhet inom förvaltningen och administration för att på ett bra sätt kunna hålla en god kvalitet på arbetet inom hela organisationen.



Bild 5.2: Hos IRF finns det en friskvårdsgrupp som ser till att alla medarbetare känner sig delaktiga i de olika friskvårdsaktiviteter som genomförs under året. På bild är Andreas Edström, Carina Gunillasson, Vesa Alatalo och Annika Holmblad som är delar av friskvårdsgruppen.

För att tillgodose kompetensbehovet har IRF vidtagit en rad åtgärder och målsättningen är att forskarna ska kunna leda och ta ansvar för omfattande internationella vetenskapliga projekt som ofta innebär komplicerad utveckling av instrument och högkvalitativ forskning. Med hjälp av IRF:s kompetensförsörjningsplan skapas de grundläggande förutsättningarna för att kunna genomföra redan beslutade forskningsprojekt. Ett viktigt syfte med planen är att säkra tillgången till nyckelpersoner. Det innebär bland annat att IRF arbetar för att öka antalet seniora forskare för att säkra det framtida utökade behovet av kompetens.

IRF:s arbete med mångfald har fram till idag lett till en bred kompetens och en god förmåga till att dra nytta av nya

erfarenheter. Arbetet med att göra IRF till en attraktiv arbetsplats genom uppföljning av utvecklingsmöjligheter, löner, förmåner i form av t.ex. friskvård och andra önskvärda anställningsvillkor är en ständigt pågående process.

Goda möjligheter till kompetensutveckling finns. Nu har en stor del av utbildningar och kurser återgått till fysiska träffar även om det numera finns ett större utbud av digitala utbildningar än tidigare och IRF:s delaktighet i Kirsam (lokal arbetsgivarsamarbete i Kiruna) där aktiviteter initieras för att stärka kompetensförsörjningen är bara ett axplock av vad IRF arbetar aktivt med.

	2020	2021	2022
Antal anställda	108	111	109
- Andel kvinnor (%)	25	24	25
Medelålder	43,9	43,8	45,2
- Andel anställda med utländsk bakgrund (%)	45	45	43
Antal doktorander anställda av IRF	13	12	9
- Andel kvinnor (%)	46	50	33
Antal anställda disputerade forskare *	43	46	47
- Andel kvinnor (%)	16	20	19
* Inkl. 2 Tjänstlediga			

Tabell 5.1: Nyckeltal vid årets slut 2020, 2021 och 2022.

Ålder	Kvinnor	Män	Alla
< 29	5 (6)	5 (9)	10 (15)
30 - 39	4 (5)	25 (27)	29 (32)
40 - 49	8 (9)	16 (13)	24 (22)
50-59	8 (5)	27 (26)	35 (31)
60 <	2 (2)	9 (9)	11 (11)

Tabell 5.2: Åldersstruktur fördelat på män och kvinnor vid IRF vid årets slut 2022 (2021 inom parentes).

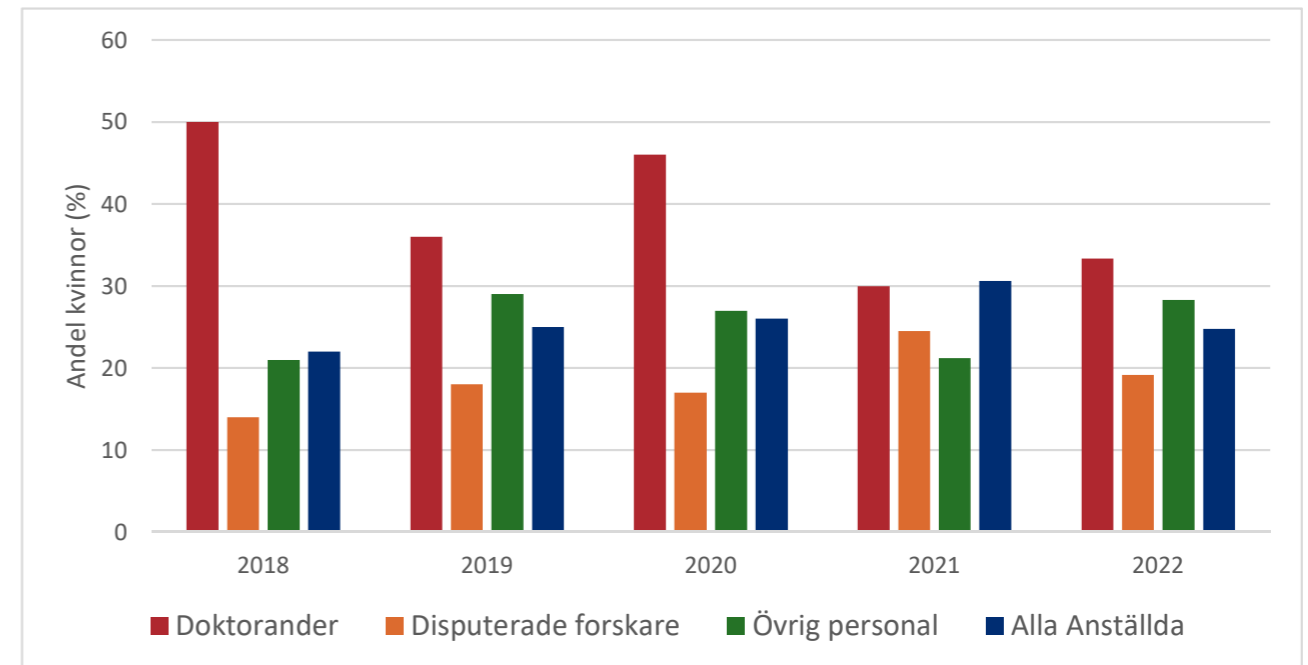


Bild 5.3: Andelen kvinnor per yrkeskategori.

För IRF är det också av stor vikt att behålla eller förbereda sig för att ersätta nyckelpersoner inom alla verksamhetsgrenar. IRF har därför arbetat med att bygga upp en stor och bred kompetens inom alla delar: forskning, utveckling och konstruktion av vetenskapliga instrument, analys av data samt teori och datorsimuleringar vilket ses som ovanligt för en relativt liten forskningsorganisation.

För att stärka den formella forskningskompetensen inom institutet har IRF under 2022 bland annat möjliggjort för att redan anställda forskare ska kunna beföras till professor. Samma krav på vetenskaplig och pedagogisk skicklighet som gäller vid universiteten gäller nu vid IRF. På det viset har nya karriärvägar skapats vilket också gör IRF till en mer attraktiv arbetsgivare. I november 2022 beförades en av IRF:s forskare i Uppsala till professor i rymdfysik.

Forskarens och ingenjörers handledning av examensarbeten ger kontakter med motiverade studenter vilket hjälper

universiteten med deras utbildningar och skapar förutsättningar för en framtida rekryteringsbas. Gästforskare med egen forskningsfinansiering bidrar också till verksamheten, detta gäller även vissa doktorander som handleds av forskare vid IRF men är anställda vid universitet i Sverige eller utomlands. Väl fungerande internationella nätverk är en förutsättning inom IRF:s forskningsområde och en bidragande faktor till att personal rekryteras från andra länder.

För att IRF fortsatt ska kunna bedriva forskning, utvecklingsarbete och observationer med hög kvalitet är kompetensförsörjningen en viktig pusselbit. IRF bedömer att de åtgärder som har vidtagits under gångna året har varit tillräckliga för att utveckla och säkra kompetensen vid institutet. Arbetet måste dock fortsätta i samma takt för att säkerställa framtidens forskning.

Bild 5.4: IRF samverkar i rymdrelaterade frågor med exempelvis EISCAT, LTU, SSC, LTU Business, Rymdgymnasiet och Kiruna kommun. Forskaren Masatoshi Yamauchi bjöds bland annat in till invigningen av nya Kiruna Centrum.



5.2 Samverkan med näringsliv och samhälle

Rymd för Innovation och Tillväxt (RIT): IRF har under 2022 fortsatt att samverka med näringsliv och samhälle, till stor del genom projektet RIT. RIT leds av LTU och delfinansieras av EU:s regionala utvecklingsfond och samlar många svenska rymdaktörer från både akademi och rymd-industri samt samhälle och Kiruna och Luleå kommun. Inom projektet arbetar IRF med SpaceLab samt information om norrsken och rymdväder.

IRF SpaceLab är IRF:s forskningsinfrastruktur för test, validering och kalibrering av rymdinstrument och rymdsystem. Genom samverkan inom RIT kan IRF delfinansiera utveckling och nå ut till intressenter som vill använda denna typ av forskningsinfrastruktur. IRF har även fått ett anslag från Vetenskapsrådet för utveckling av IRF SpaceLab. Personal från IRF deltog vid Space Tech Expo Europe i Bremen i november 2022 tillsammans med LTU i en gemensam monter. I framtiden kommer IRF SpaceLab att nyttjas av forskargrupper och kommersiella rymdföretag. IRF SpaceLab kommer att vara en värdefull resurs för SSC (Swedish Space Corporation) i samband med kommande satellitsuppskjutningar från Esrange.

IRF presenterar norrskenbilder och statistik om norrsken i Kiruna i realtid via institutets webbsidor, vilket underlättar för turistindustrin och andra användare som vill veta när de kan hoppas på att se norrsken. Under 2022 har IRF utvecklat en ny app som innebär att intresserade privatpersoner och företag kan få realtidsinformation om aktivt norrsken i Kirunaområdet. Tjänsten planeras att etableras och utvidgas efter en testperiod och kan om den faller väl ut även skapas på andra platser än Kiruna. IRF bidrar också till utbildningen av norrsken guider för olika turistföretag i Kiruna. Dessutom erbjuder IRF norrsken-forskning och andra ämnen som mer specialiserade studiebesök eller Technical Visits.

Rymdväder: Under drygt 25 år har IRF bedrivit forskning om rymdväder och utvecklat rymdvädersprognoser. Kunskap om rymdmiljön ökar alltjämt i betydelse för samhället. Under 2022 etablerade MSB den centrala samverkansgruppen för rymdväder som inkluderar ett flertal myndigheter (MSB, IRF, Försvarsmakten, Svenska kraftnät, FOI, LFV).

Målet är att kunna vara väl förberedda inför utbrott på solen eftersom dessa kan resultera i geomagnetiskt

inducerade strömmar och därmed påverka bland annat elförsörjningen och andra kritiska system i samhället. IRF är ansvarig för det svenska regionala varningscentret för rymdväder. I egenskap av det ger IRF förvarningar om magnetiska störningar till olika nationella intressenter som till exempel Svenska kraftnät och Försvarsmakten så att de kan vidta lämpliga åtgärder. IRF ger också information om pågående händelseutvecklingar på solen.

Rymdlägesbild är ett begrepp som bland annat innebär att mäta in omloppsbanor för satelliter och rymdskrot. Rymdstyrelsen har finansierat teknikutvecklingsprojekt för IRF och SSC gällande optiska baninmätningar av rymdobjekt med ALIS_4D. Det första projektet har fallit väl ut och under 2022 har Rymdstyrelsen finansierat ett fortsättningsprojekt där IRF och SSC har automatiserat baninmätningar av rymdobjekt som detekteras av ALIS_4D.

Rymdforum: IRF medverkar i den ideella branschföreningen Rymdforum Sverige som har ett 30-tal medlemsorganisationer. Rymdforum har till syfte att främja kunskap om rymdverksamhet i Sverige och att öka informationsflödet mellan olika aktörer inom rymdbranschen. Under 2022 har IRF varit ordförande i programkommittén inför att konferensen Rymdforum 2023 anordnas i Kiruna.

Annan samverkan: IRF samverkar i rymdrelaterade frågor med andra organisationer i Kiruna såsom EISCAT, LTU, LTU Business, Kiruna kommun och Rymdgymnasiet. Dialog med framför allt Kiruna kommun är viktig, inte minst för att diskutera problematik runt bostads-situationen i Kiruna. Så har även skett under 2022 där möjligheter att etablera ytterligare bostäder, möjligtvis även på Rymdcampus, har diskuterats. Samverkan består även i att informatörer från de olika rymdaktörerna i Kiruna ordnar gemensamma initiativ för att presentera rymdverksamheten för allmänheten.

IRF har även ett pågående samarbete med LKAB angående infraljud från seismiska händelser orsakade av gruvaktivitet i Kirunaområdet. IRF samarbetar med skolor på våra olika verksamhetsorter. Gymnasieelever från olika delar av landet besöker IRF:s olika verksamheter samt genomför projektarbeten med hjälp och handledning av IRF:s forskare.



Post-doctoral position in orbital mechanics
 Contribute to sustainability in space

Bild 5.5: Kollage över några av det gångna årets informationsaktiviteter.

5.3 Informationsaktiviteter

IRF har ett ansvar att sprida kunskap om sin verksamhet och sina forskningsresultat till samhället. Därför satsar IRF på att nå ut på många olika sätt till allmänheten och till särskilda målgrupper.

Inom vår breda målgrupp finns barn, unga och lärare i skolor, media, beslutsfattare och allmänheten. IRF informerar via digitala kanaler, i media och ger populärvetenskapliga föredrag och deltar i utställningar och event, ibland tillsammans med flertalet andra rymdaktörer. IRF skickar pressmeddelanden om verksamheten och tar emot studiebesök från skolor och andra grupper.

Forskare och andra anställda ger intervjuer, medverkar i radio- och TV-program samt skriver populärvetenskapliga artiklar. IRF har även medverkat på mässor, exempelvis för att marknadsföra IRF SpaceLab. Norrskenet fortsätter att fascinera den breda allmänheten och IRF:s forskare intervjuas frekvent som experter i svensk press och media.

IRF har under det gångna året haft 253 besökare. Vid besöken erbjuds ofta föreläsningar och guidade turer av IRF:s lokaler. Under året har IRF haft besök av tre utländska ambassadörer (Japan, Sydkorea och Israel) för att främja framtida samarbeten.

IRF:s mest besökta webbsida fortsätter att vara firmamentkameran som fångar norrskenet i realtid

och är placerad på taket vid huvudkontoret i Kiruna. Arbetet med en norrskenapplikation för mobiltelefoner har fortsatt. Syftet är att under 2023 ge några personer möjlighet att testa applikationen för att inkomma med synpunkter och önskemål för fortsatt utveckling.

IRF:s hemida www.irf.se har haft 128 426 besökare. IRF är även aktiv på sociala medier via Instagram (894 följare), Facebook (948 följare), Twitter (746 följare), Youtube (104 prenumeranter). IRF har även ett aktivt konto på LinkedIn med 1816 följare.

Under 2022 medverkade IRF-forskaren Gabriella Stenberg Wieser i SVT:s program "Fråga Lund" under sex avsnitt.

Institutet håller dessutom regelbundna seminarier i Kiruna och Uppsala där forskare kan informera varandra, studenter och även en intresserad allmänhet om sina senaste forskningsresultat.

Statistik 2022:

- Antalet pressmeddelanden: 8 stycken
- IRF har medverkat i press och media: 88 gånger
- Radioinslag: 36 individuella inslag som sedan använts av bland annat Sveriges Radios lokala sändningar vid 197 tillfällen
- TV, webbsändningar och podcasts: 7 gånger
- Tidnings- och webbartiklar: 42 gånger



Bild 5.6: Mats Holmström efter en intervju med Lilla Aktuellt.

FINANSIELL REDOVISNING



Bild 3: Restaurang Atmosfären har många lunchgäster från Rymdcampus under vardagarna.

Sammanställning över väsentliga uppgifter (tkr).

	2022	2021	2020	2019	2018
Låneram i Riksgäldskontoret					
Beviljad låneram	24 000	12 000	10 000	10 000	10 000
Utnyttjad låneram	19 441	9 564	7 897	7 426	6 167
Räntekontokredit Riksgäldskontoret					
Beviljad	4 400	4 400	4 400	4 400	4 400
Utnyttjad	-	-	-	-	-
Räntekonto					
Ränteintäkter på räntekonto	459	-	-	-	-
Räntekostnader på räntekonto	98	-	1	84	207
Avgiftsintäkter					
Totala avgiftsintäkter som disponeras	3 503	3 233	5 344	5 109	7 525
Beräknat belopp i regleringsbrev	1 900	2 650	3 800	4 000	3 800
Anslagskredit					
Beviljad	1 885	1 718	1 713	1 685	1 662
Utnyttjad	110	154	46	223	259
Oförbrukade bidrag					
Oförbrukade bidrag, externa bidrag	55 833	55 055	43 802	35 558	36 189
Intecknade	55 833	55 055	43 802	35 558	36 189
Anslagssparande					
Intecknade	-	-	-	-	-
Personal					
Antal årsarbetskrafter	102	103	96	96	103
Medelantalet anställda	110	110	105	105	111
Driftkostnad per årsarbetskraft	1 146	991	1 154	1 179	1 067
Kapitalförändring (se not 16 i notavsnittet)					
Årets kapitalförändring	2 223	2 131	-240	1 406	1 191
Balanserad kapitalförändring	3 796	1 665	1 905	499	1 012
Utgående myndighetskapital	6 019	3 796	1 665	1 905	2 203

Resultaträkning (tkr)

	2022	2021
Verksamhetens intäkter		
Intäkter av anslag	Not 1 62 676	57 342
Intäkter av avgifter och andra ersättningar	Not 2 3 503	3 233
Intäkter av bidrag	Not 3 54 988	45 783
Finansiella intäkter	Not 4 641	80
Summa	121 808	106 439
Verksamhetens kostnader		
Kostnader för personal	Not 5 -82 946	-78 003
Kostnader för lokaler	-13 914	-12 799
Övriga driftkostnader	-20 477	-11 138
Finansiella kostnader	Not 6 -174	-103
Avskrivningar och nedskrivningar	-2 073	-2 266
Summa	-119 585	-104 308
Verksamhetsutfall	2 223	2 131
Årets kapitalförändring	Not 7 2 223	2 131

Balansräkning (tkr)

		2022	2021
Tillgångar		2022-12-31	2021-12-31
Immateriella anläggningstillgångar			
Rättigheter och andra immateriella anläggningstillgångar	Not 8	173	124
Summa immateriella anläggningstillgångar		173	124
Materiella anläggningstillgångar			
Förbättringsutgifter på annans fastighet	Not 9	1 019	797
Maskiner, inventarier, installationer m.m.	Not 10	7 769	8 666
Pågående nyanläggning	Not 11	11 019	544
Summa materiella anläggningstillgångar		19 807	10 007
Kortfristiga fordringar			
Kundfordringar		834	426
Fordringar hos andra myndigheter	Not 12	4 873	2 006
Övriga kortfristiga fordringar	Not 13	6	0
Summa kortfristiga fordringar		5 713	2 431
Periodavgränsningsposter			
Förutbetalda kostnader	Not 14	3 719	3 780
Upplupna bidragsintäkter		5 829	5 939
Summa periodavgränsningsposter		9 548	9 720
Avräkning med statsverket	Not 15	125	294
Kassa och bank			
Behållning räntekonto i Riksgäldskontoret		64 698	60 577
Summa kassa och bank		64 698	60 577
Summa tillgångar		100 064	83 153
Kapital och skulder			
Myndighetskapital			
Balanserad kapitalförändring	Not 16	3 796	1 665
Kapitalförändring enligt resultaträkningen		2 223	2 131
Summa myndighetskapital		6 019	3 796
Avsättningar	Not 17	365	357
Skulder			
Lån i Riksgäldskontoret	Not 18	19 358	9 428
Kortfristiga skulder till andra myndigheter	Not 19	5 369	2 744
Leverantörsskulder		5 816	4 415
Övriga kortfristiga skulder	Not 20	1 454	1 496
Summa kortfristiga skulder		31 997	18 083
Periodavgränsningsposter			
Upplupna kostnader	Not 21	5 750	5 861
Oförbrukade bidrag		55 833	55 055
Övriga förutbetalda intäkter		101	0
Summa periodavgränsningsposter		61 684	60 916
Summa kapital och skulder		100 064	83 153

Anslagsredovisning (tkr)

Anslag	Ingående överföringsbelopp	Årets tilldelning enligt regleringsbrev	Totalt disponibelt belopp	Utgående överföringsbelopp	Utgifter
Utgiftsområde 16 3:6 ap.1	-154	62 845	62 691	-62 801	-110
Institutet för rymdfysik (ramanslag)					
Finansiella villkor					
Utöver tilldelat belopp under anslagsposten 16 3:6 ap.1 disponerar Institutet för rymdfysik en anslagskredit om högst 1 885 tkr.					

Tilläggsupplysningar

Tilläggsupplysningar

Alla belopp redovisas i tusentals kronor (tkr) om inget annat anges. Summeringsdifferenser kan förekomma på grund av avrundning.

Tillämpade redovisningsprinciper

IRF följer god redovisningssed och årsredovisningen är upprättad i enlighet med Förordningen (2000:605) om årsredovisning och budgetunderlag (FÅB) samt ESV:s föreskrifter och allmänna råd till denna. Bokföringen följer Förordningen (2000:606) om myndigheters bokföring (FBF) samt ESV:s föreskrifter och allmänna råd.

I enlighet med ESV:s föreskrifter till 10§ FBF tillämpar myndigheten brytdagen den 5 januari. Efter brytdagen har fakturor överstigande 20 tkr bokförts som periodavgränsningsposter.

Kostnadmässig anslagsavräkning

Reglerna om kostnadmässig anslagsavräkning enligt Anslagsförordning (2011:223) 12§ tillämpas.

Semesterdagar som utjänats före år 2009 avräknas anslaget först vid uttaget enligt övergångsbestämmelsen. Utgående balans år 2021 var 140 tkr och har år 2022 minskat med 125 tkr. Utgående balans år 2022 är 15 tkr.

Upplysning om avvikelser från generella ekonomistatistiska regler

Enligt instruktionen får institutet ta ut avgifter för undervisning, lokaler, drift av personalmatsal och drift av mottagarstation European Incoherent Scatter (EISCAT) upp till full kostnadstäckning och disponera intäkterna i verksamheter.

Värdering av anläggningstillgångar

Anskaffningar som betraktas som fungerande enhet med en ekonomisk livslängd om minst tre år och ett anskaffningsvärde på minst ett prisbasbelopp redovisas som anläggningstillgång.

På anskaffningsvärdet görs linjär avskrivning utifrån den bedömda livslängden. Avskrivning görs månadsvis. IRF redovisar inte bärbara datorer som anläggningstillgång då ekonomiska livslängden är kortare än 3 år.

Följande avskrivningstider tillämpas:

Datorer och kringutrustning	3 år
Datorer för beräkningar och analyser samt mätinstrument	5 år
Licenser och rättigheter	5 år
Inredning	7 år
Förbättringsutgifter på annans fastighet	7 år
Forskningsanläggningar mm	10 år

Omsättningstillgångar

Fordringar har tagits upp till det belopp som de efter individuell prövning beräknas bli betalda.

Skulder

Skulderna har tagits upp till nominellt belopp.

Offentlig upphandling

IRF har inte gjort någon upphandling som överstiger gällande tröskelvärden enligt LOU under 2022.

Uppgifter om insynsrådet

Uppgifter om insynsrådet enligt 7 kap 2§ Förordningen (2000:604) om årsredovisning och budgetunderlag.

Uppdrag som styrelse eller rådsledamot i andra statliga myndigheter och uppdrag som styrelseledamot i aktiebolag samt skattepliktiga ersätningar och andra förmåner (kr).

Olle Norberg generaldirektör 1 298 124
- inget uppdrag

Anders Jörle (fram till 2025-12-31) 5 825
- Goodfor AB, Vendor Management International AB
- Styrelsesuppleant

Maria Nilsson (fram till 2025-12-31) 5 825
- inget uppdrag

Mark Pearce (fram till 2025-12-31) 4 575
- inget uppdrag

Anja Taube)(2022-01-01 - 2022-06-30) 4 575
- inget uppdrag

Ella Carlsson (fram till 2025-06-30) 1 250
FOI, SNSA -Styrelseledamot

Ann Persson Grivas (fram till 2025-12-31) 5 550
Luftfartsverket, SOS Alarm, - styrelseledamot, Luleå Tekniska Universitet - styrelseledamot och vice styrelseordförande, Entry Point North AB, LfV Holding AB - styrelseordförande, LfV Aviation Consulting AB, Aviseq Critical Communication AB - Styrelseordförande till september 2022.

Pär Weihed (fram till 2025-12-31) 3 750
LTU Business AB, Science City Skellefteå AB, LTU Holding AB, Botnia Expl Holding AB, Stiftelsen LKAB Excellence center, Stiftelsen LKAB Akademien, LKAB:s stiftelse för främjande av forskning och utbildning vid LTU, LKAB:s stiftelse för hållbar mineralutvinning - Styrelseledamot, Stiftelsen Teknikens Hus - Styrelseordförande, Botnia Exploration AB - Styrelsesuppleant, Tellurit AB - Styrelsesuppleant och vice VD, Insynsrådet Sveriges geologiska undersökning- Ledamot

Sjukfrånvaro

Sjukfrånvaro enligt 7 kap 3§ Förordningen (2000:605) om årsredovisning och budgetunderlag.

	2022	2021	2020
Total sjukfrånvaro i procent (%) av ordinarie arbetstid	1,3	1,05	1,4
Andel långtidsfrånvaro (> 60 dagar)	20,4	51,0	37,8
Kvinnors sjukfrånvaro	1,6	1,2	1,4
Mäns sjukfrånvaro	1,2	1,02	1,4
Sjukfrånvaro för ålder 29 år eller yngre	1,2	0,1	0,4
Sjukfrånvaro för åldersgrupp 30-49	1,4	1,4	1,2
Sjukfrånvaro för åldersgrupp 50 eller äldre	1,3	0,9	2,0
Sjukfrånvaron för de olika åldersgrupperna redovisas i procent (%) av tillgänglig arbetstid (avrundat till en decimal)			

Noter

Noter till resultaträkning (tkr)

		2022	2021
Not 1	Intäkter av anslag		
	Summa intäkter av anslag	62 676	57 342
	Ingående överföringsbelopp	-154	-46
	UO 16 3:6 ap.1 Ramanslag	62 845	57 273
	Intäkter som redovisats mot anslag	-62 801	-57 381
	Utgående överföringsbelopp	-110	-154
	Summa "Intäkter av anslag" (62 676 tkr) skiljer sig från summa "Utgifter" på anslaget utgiftsområde 16 3.6 ap.1 (62 801 tkr) i anslagsredovisningen. Skillnaden (-125 tkr) beror på minskning av semesterlöneskuld (-125tkr) som intjänats före 2009 (2021, -38 tkr). Denna post har belastats anslaget men inte bokförts som kostnad i resultaträkningen.		
		-125	-38

Not 2	Intäkter enligt 4§ avgiftsförordningen och 6 kap 1§ kapitalförsörjningsförordningen		
	Undervisning	542	534
	Lokaler	1 085	973
	varav icke statliga medel 772 tkr (budgetår 2021, 683 tkr)		
	varav statliga medel för undervisningslokaler och aula 313 tkr (budgetår 2021, 290 tkr)		
	Drift av EISCAT mottagarstation	203	505
	Personal matsal	624	251
	Rådgivning och fastighetsskötsel	397	440
	Offentlig resurssamordning	357	351
	Studiebesök, föredrag, konferens mm	295	179
	Summa intäkter av avgifter och andra ersätningar	3 503	3 233

Avgifterna tas ut med stöd av 4§ avgiftsförordningen. I tabell nedan redovisas de intäkter och kostnader där regeringen medgivit undantag från begränsningar i 4§ andra stycket avgiftsförordningen och 6 kap 1§ kapitalförsörjningsförordningen.

Avgiftsbelagd verksamhet	Intäkter 2022		Kostnader 2022		+/- 2022	
	Budget	Utfall	Budget	Utfall	Budget	Utfall
Undervisning	300	542	300	542	0	0
Lokaler	900	1 085	1 000	1 428	-100	-343
Drift av EISCAT mottagarstation	200	203	500	518	-300	-315
Personal matsal	500	624	1 300	1 658	-800	-1 034
Summa	1 900	2 453	3 100	4 146	-1 200	-1 692

IRF deltar i undervisning vid Uppsala universitet och Luleå tekniska universitet, LTU. IRF hyr ut kontorslokaler till EISCAT Scientific Association samt aula och gästrum.

IRF är sedan 1975 värd för och svensk huvud användare av EISCAT mottagarstation. Enligt avtal mellan parterna svarar Sverige direkt för kostnader för viss infrastruktur samtidigt som personal- och driftskostnader betalas via EISCAT till IRF.

Not 3	Intäkter av bidrag		
	Rymdstyrelsen	32 198	25 433
	Vetenskapsrådet	6 577	4 188
	Luleå tekniska universitet	1 763	1 277
	Umeå universitet	158	165
	Arbetsförmedlingen	383	366
	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)	1 194	3 160
	European Space Agency (ESA)	8 772	8 405
	European Union (EU)	1 629	634
	Kempestifelsema	452	234
	Uppsala universitet	381	499
	Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)	322	268
	Kvarken/Vasa universitet	349	228
	Övriga	809	926
	Summa intäkter av bidrag	54 988	45 783

Not 4	Finansiella intäkter		
	Ränteutgifter Riksgäldskontoret	459	0
	Övriga finansiella intäkter	181	80
	Summa finansiella intäkter	641	80

Not 5	Kostnader för personal		
	Lönekostnader exkl arbetsgivaravgifter, pensionspremier mm varav arvode Insynsråd 32 tkr & övriga arvode 33 tkr	54 301	51 935
	Sociala avgifter	17 337	16 526
	Övriga kostnader för personal	11 308	9 542
	Summa personalkostnader	82 946	78 003

Not 6	Finansiella kostnader		
	Räntekostnader Riksgäldskontoret	98	0
	Övriga finansiella kostnader	76	103
	Summa finansiella kostnader	174	103

Not 7	Årets kapitalförändring				
		Ingående 2021	Årets kapitalförändring 2021	Ingående 2022	Årets kapitalförändring 2022
	Avgiftsbelagd verksamhet	0	0	0	0
	Bidragsfinansierad verksamhet	1 665	2 131	3 796	2 223
	Summa årets kapitalförändring	1 665	2 131	3 796	2 223

Noter till balansräkning (tkr)

	2022	2021
Not 8 Immateriella anläggningstillgångar		
Rättigheter och andra immateriella anläggningstillgångar		
Ackumulerat anskaffningsvärde	3 016	4 082
Under året tillkommande	114	30
Under året avgående	-140	-1 095
Summa Anskaffningsvärde	2 991	3 016
Ackumulerade avskrivningar	-2 892	-3 716
Årets avskrivningar	-65	-272
Årets avgående, avskrivningar	140	1 095
Summa ackumulerade avskrivningar	-2 817	-2 892
Utgående balans	173	124
Materiella anläggningstillgångar		
Not 9 Förbättringsutgifter på annans fastighet		
Ackumulerat anskaffningsvärde	4 265	3 952
Under året tillkommande	408	313
Summa Anskaffningsvärde	4 673	4 265
Ackumulerade avskrivningar	-3 469	-3 317
Årets avskrivningar	-186	-152
Summa ackumulerade avskrivningar	-3 654	-3 469
Utgående balans	1 019	797
Not 10 Maskiner, datorer, bilar samt övriga inventarier		
Ackumulerat anskaffningsvärde	46 385	42 989
Under året tillkommande	925	3 463
Under året avgående	-245	-67
Summa Anskaffningsvärde	47 065	46 385
Ackumulerade avskrivningar	-37 719	-36 335
Årets avskrivningar	-1 823	-1 451
Årets avgående, avskrivningar	245	67
Summa ackumulerade avskrivningar	-39 297	-37 719
Utgående balans	7 768	8 666
Not 11 Pågående nyanläggning		
Ackumulerat anskaffningsvärde	544	976
Under året tillkommande		
-Shaker	906	544
- KAGO kamera 1 (VR-bidrag)	3 328	0
- KAGO kamera 2 (VR-bidrag)	3 654	0
- KAGO kamera 3 (VR-bidrag)	1 575	0
- KAGO datorer och servrar till kameror (VR-bidrag)	415	
-Lagringsserver e-arkiv och serverkluster för backup	511	0
-JUICE-modeller	87	0
Överföring av tidigare års anskaffningsutgifter	0	-584
Pågående nyanläggning		
- Nedskrivning Jonosond Kiruna	0	-392
Utgående balans	11 019	544
Not 12 Kortfristiga fordringar andra myndigheter		
Mervärdesskattfordran	4 101	1 481
Övriga fordringar andra myndigheter	772	525
Summa fordringar andra myndigheter	4 873	2 006
Not 13 Övriga kortfristiga fordringar		
Reseförskott	6	0
Summa övriga kortfristiga fordringar	6	0
Not 14 Periodavgränsningsposter		
Förutbetalda kostnader andra myndigheter <i>varav lokaler 841 tkr (budgetår 2021, 779 tkr)</i>	841	779
Förutbetalda kostnader övriga <i>varav lokaler 2 608 tkr (budgetår 2021, 2 416 tkr)</i>	2 878	3 002
Upplupna bidragsintäkter andra myndigheter		
Arbetsförmedlingen	32	24
Rymdstyrelsen	449	1 645
Luleå tekniska universitet	1 355	1 185
Vetenskapsrådet	1 118	0
Upplupna bidragsintäkter övriga avser bidrag från		
European Space Agency (ESA)	1 027	2 185
European Union (EU)	76	31
Vasa Universitet/Kvarken	849	531
SSC	922	289
Kempe	0	51
Utgående balans	9 548	9 720
Not 15 Avräkning med statsverket		
Ingående balans	154	46
Redovisat mot anslag UO16 3-6 ap.1	62 801	57 381
Anslagsmedel som tillförts räntekonto	-62 845	-57 273
Fordringar/skulder avseende anslag i räntebärande flöde	110	154
Ingående saldo, fordran avseende semesterlöneskuld som inte har redovisats mot anslag	140	178
Redovisat mot anslag under året enligt undantagsregeln	-125	-38
Fordran avseende semesterlöneskuld	15	140
Utgående balans	125	293

Noter till balansräkning (tkr)

Not 16 Myndighetskapital	Balanserad kapitalförändring avgiftsfinansierad verksamhet	Balanserad kapitalförändring bidragsfinansierad verksamhet	Räntebärande/Räntekostnader	Kapitalförändring enl resultat-räkningen	Summa
Förändring av myndighetskapitalet					
Utgående balans 2021	0	1 665	0	2 131	3 796
Rättelser		0		0	0
Ingående balans 2022	0	1 665	0	2 131	3 796
Föregående års kapitalförändring	0	2 131	0	-2 131	0
Årets kapitalförändring				2 223	2 223
Summa årets förändring	0	2 131	0	92	2 223
Utgående balans	0	3 796	0	2 223	6 019
Not 17 Avsättningar					
Ingående pensionsavsättning			151	0	
Årets pensionskostnad				151	
Årets pensionsutbetalning			-48	0	
Summa pensionsavsättning			103	151	
Övriga avsättningar					
Ingående avsättning Omställningsarbete			206	190	
Årets förändring			56	16	
Summa övriga avsättningar			262	206	
Utgående balans			365	357	
Not 18 Lån i Riksgäldskontoret					
Avser lån för investeringar i anläggningstillgångar					
Ingående balans			9 428	7 705	
Nyupptagna lån			11 841	3 806	
Årets amorteringar			-1 911	-2 083	
Utgående balans			19 358	9 428	
Låneram enligt regleringsbrev för 2022 är 24 000 tkr.					
Not 19 Kortfristiga skulder till andra myndigheter					
Leverantörsskulder			923	986	
Arbetsgivaravgifter			1 446	1 439	
Utgående mervärdesskatt			2 894	214	
Övrigt			106	104	
Summa kortfristiga skulder till andra myndigheter			5 369	2 744	
Not 20 Övriga kortfristiga skulder					
Avser personalens källskatt			1 371	1 360	
Avser finansiell leasing					
Ingående skuld			136	192	
Årets nya skuld				0	
Årets amortering			-53	-56	
Summa Finansiell leasing			83	136	
Summa övriga kortfristiga skulder			1 454	1 496	
Not 21 Periodavgränsningsposter					
Upplupna löneskulder inkl soc avg			79	242	
Upplupna semesterlöneskulder inkl soc avg			5 234	5 405	
Övriga upplupna kostnader andra myndigheter			274	190	
Övriga upplupna kostnader, varav lokaler 0 tkr			93	0	
Upplupna traktaments- och reseersättningar			70	24	
Summa upplupna kostnader			5 750	5 861	
Oförbrukade bidrag andra myndigheter avseende					
Rymdstyrelsen			26 500	28 367	
Vetenskapsrådet			16 481	11 338	
Umeå universitet			443	505	
Luleå tekniska universitet			339	235	
MSB			172	1 366	
Uppsala universitet			202	80	
Kungliga Tekniska Högskolan			350	327	
Övriga			1 090	617	
Summa oförbrukade bidrag andra myndigheter			45 577	42 835	
<i>Medel som kommer att förbrukas (uppskattning från 2021 inom parentes) inom tre månader- 480 tkr (1 337 tkr), inom tre månader till ett år - 10 300 tkr (13 568 tkr), inom ett år till tre år - 22 497 tkr (21 638 kr), efter mer än tre år -12 300 tkr (6 292 tkr).</i>					
Oförbrukade bidrag icke statliga avseende					
European Space Agency (ESA)			8 699	9 414	
European Union (EU)			560	1 679	
Kempestiftelserna			623	821	
Övriga			373	306	
Summa oförbrukade bidrag icke statliga			10 255	12 221	
Utgående balans oförbrukade bidrag			55 833	55 055	
Övriga förutbetalda intäkter andra myndigheter			80	0	
Övriga förutbetalda intäkter - övriga			21	0	
Summa övriga förutbetalda intäkter			101	0	
Utgående balans periodavgränsningsposter			61 684	60 916	

IRF Publikationslista 2022

Kan innefatta publikationer från föregående år som inte listats i tidigare årsredovisning

Granskade publikationer

Alberti, C., Hase, F., Frey, M., Dubravica, D., Blumenstock, T., Dehn, A., Castracane, P., Surawicz, G., Harig, R., Baier, B. C., Bes, C., Bi, J., Boesch, H., Butz, A., Cai, Z., Chen, J., Crowell, S. M., Deutscher, N. M., Ene, D., Franklin, J. E., Garcia, O., Griffith, D., Grouiez, B., Grutter, M., Hamdouni, A., Houweling, S., Humpage, N., Jacobs, N., Jeong, S., Joly, L., Jones, N. B., Jouglet, D., Kivi, R., Kleinschek, R., Lopez, M., Medeiros, D. J., Morino, I., Mostafavipak, N., Muller, A., Ohyama, H., Palmer, P. I., Pathakoti, M., Pollard, D. F., **Raffalski, U.**, Ramonet, M., Ramsay, R., Sha, M. K., Shiomi, K., Simpson, W., Stremme, W., Sun, Y., Tanimoto, H., Te, Y., Tsidu, G. M., Velazco, V. A., Vogel, F., Watanabe, M., Wei, C., Wunch, D., Yamasoe, M., Zhang, L., Orphal, J. Improved calibration procedures for the EM27/SUN spectrometers of the COllaborative Carbon Column Observing Network (COCCON), *ATMOSPHERIC MEASUREMENT TECHNIQUES*, 15, 8, 2433, 2463, doi:10.5194/amt-15-2433-2022, 2022.

Alho, M., Battarbee, M., Pfau-Kempf, Y., **Khotyaintsev, Y. V.**, Nakamura, R., **Cozzani, G.**, Ganse, U., Turc, L., **Johlander, A.**, Horaites, K., Tarvus, V., Zhou, H., Grandin, M., Dubart, M., Papadakis, K., Suni, J., George, H., Bussov, M., Palmroth, M. Electron Signatures of Reconnection in a Global eVlasiator Simulation, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 49, 14, e2022GL098329, 10.1029/2022GL098329, 2022.

Alqeeq, S. W., Le Contel, O., Canu, P., Retino, A., Chust, T., Mironi, L., **Richard, L.**, Ait-Si-Ahmed, Y., Alexandrova, A., Chuvatin, A., Ahmadi, N., Baraka, S. M., Nakamura, R., Wilder, F. D., Gershman, D. J., Lindqvist, P. A., **Khotyaintsev, Y. V.**, Ergun, R. E., Burch, J. L., Torbert, R. B., Russell, C. T., Magnes, W., Strangeway, R. J., Bromund, K. R., Wei, H., Plaschke, F., Anderson, B. J., Giles, B. L., Fuselier, S. A., Saito, Y., Lavraud, B. Investigation of the homogeneity of energy conversion processes at dipolarization fronts from MMS measurements, *PHYSICS OF PLASMAS*, 29, 1, 012906, doi:10.1063/5.0069432, 2022.

André, M. Space Physics: The Need for a Wider Perspective, *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, 9, 937742, doi:10.3389/fspas.2022.937742, 2022.

Behar, E., Fatemi, S., Henri, P., **Holmström, M.** Menura: a code for simulating the interaction between a turbulent solar wind and solar system bodies, *ANNALES GEOPHYSICAE*, 40, 3, 281, 297, doi:10.5194/angeo-40-281-2022, 2022.

Benella, S., Stumpo, M., Consolini, G., Alberti, T., Laurenza, M., **Yordanova, E.** Kramers-Moyal analysis of interplanetary magnetic field fluctuations at sub-ion scales, *RENDICONTI LINCEI-SCIENZE FISICHE E NATURALI*, doi:10.1007/s12210-022-01108-2, 2022.

Beth, A., Gunell, H., Simon Wedlund, C., Goetz, C., **Nilsson, H.**, Hamrin, M. First Investigation of the Diamagnetic Cavity Boundary Layer with a 1D3V PIC Simulation, *ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS*, v. 667, A143, doi:10.1051/0004-6361/202243209, 2022.

Bird, E. J., Lees, J. M., **Kero, J.**, Bowman, D. C. Topographically Scattered Infrasound Waves Observed on Microbarometer Arrays in the Lower Stratosphere, *EARTH AND SPACE SCIENCE*, 9, 4, e2022EA002226, doi:10.1029/2022EA002226, 2022.

Carbone, F., Alberti, T., Faranda, D., Telloni, D., Consolini, G., & **Sorriso-Valvo, L.** Local dimensionality and inverse persistence analysis of atmospheric turbulence in the stable boundary layer, *Physical Review E*, 106, 064211, doi:10.1103/PhysRevE.106.064211, 2022.

Carbone, F., Telloni, D., **Yordanova, E.**, **Sorriso-Valvo, L.** Modulation of Solar Wind Impact on the Earth's Magnetosphere during the Solar Cycle, *UNIVERSE*, 8, 6, 330, doi:10.3390/universe8060330, 2022.

Carbone, F., Telloni, D., Zank, G., **Sorriso-Valvo, L.** Chaotic advection and particle pairs diffusion in a low-dimensional truncation of two-dimensional magnetohydrodynamics, *EPL*, 138, 5, 53001 doi:10.1209/0295-5075/ac7250, 2022.

Catapano, F., **Buchert, S.**, Qamili, E., Nilsson, T., Bouffard, J., Siemes, C., Coco, I., D'Amicis, R., Toffner-Clausen, L., Trenchi, L., Olsen, P., Holmdahl, E., Stromme, A. Swarm Langmuir probes' data quality validation and future improvements, *GEOSCIENTIFIC INSTRUMENTATION METHODS AND DATA SYSTEMS*, 11, 1, 149, 162, doi:10.5194/gi-11-149-2022, 2022.

Dalin, P., Suzuki, H., Pertsev, N., Perminov, V., Shevchuk, N., Tsimerinov, E., Zalcik, M., Brausch, J., McEwan, T., McEachran, I., Connors, M., Schofield, I., Dubietis, A., Černis, K., Zadorozhny, A., Solodovnik, A., Lifatova, D., Grønne, J., Hansen, O., Andersen, H., Melnikov, D., Manevich, A., Gusev, N., Romejko, V.: The strong activity of noctilucent clouds at middle latitudes in 2020. *POLAR SCIENCE*, 100920, doi.org/10.1016/j.polar.2022.100920, 2022.

Dalin, P., Suzuki, H., Pertsev, N., Perminov, V., Efremov, D., **Voelger, P.**, Narayanan, V. L., Mann, I., Haggstrom, I., Zalcik, M., Ugolnikov, O., Hedin, J., Gumbel, J., Latteck, R., Baumgarten, G. Studies of noctilucent clouds from the stratosphere during the SONC balloon-borne experiment in 2021, *JOURNAL OF ATMOSPHERIC AND SOLAR-TERRESTRIAL PHYSICS*, 240, 105959, doi:10.1016/j.jastp.2022.105959, 2022.

D'Amicis, R., Perrone, D., Velli, M., **Sorriso-Valvo, L.**, Telloni, D., Bruno, R., De Marco, R. Investigating Alfvénic Turbulence in Fast and Slow Solar Wind Streams, *UNIVERSE*, 8, 7, 352, doi:10.3390/universe8070352, 2022.

Dimmock, A. P., **Khotyaintsev, Y. V.**, **Lalti, A.**, **Yordanova, E.**, **Edberg, N. J. T.**, **Steinval, K.**, **Graham, D. B.**, Hadid, L. Z., Allen, R. C., Vaivads, A., Maksimovic, M., Bale, S. D., Chust, T., Krasnoselskikh, V., Kretzschmar, M., Lorfèvre, E., Plettemeier, D., Soucek, J., Steller, M., Sverak, S., Travnicek, P., Vecchio, A., Horbury, T. S., O'Brien, H., Evans, V., Angelini, V. Analysis of multiscale structures at the quasi-perpendicular Venus bow shock Results from Solar Orbiter's first Venus flyby, *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, 660, A64, doi:10.1051/0004-6361/202140954, 2022.

Dimmock, A. P., **Yordanova, E.**, **Graham, D. B.**, **Khotyaintsev, Y. V.**, Blanco-Cano, X., Kajdič, P., Karlsson, T., Fedorov, A., Owen, C. J., Werner, E. A. L. E., **Johlander, A.** Mirror Mode Storms Observed by Solar Orbiter, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 127, 11, e2022JA030754, doi:10.1029/2022JA030754, 2022.

Dreyer, J., **Vigren, E.**, **Johansson, F. L.**, **Shebanits, O.**, **Morooka, M.**, **Wahlund, J.-E.**, Perryman, R. S., & Waite, J. H. Identifying Shadowing Signatures of C Ring Ringlets and Plateaus in Cassini Data from Saturn's Ionosphere, *THE PLANETARY SCIENCE JOURNAL*, 3, 168, doi:10.3847/PJ/ac7790, 2022.

Dubart, M., Battarbee, M., Ganse, U., Osmane, A., Spanier, F., Suni, J., **Johlander, A.**, Alho, M., Bussov, M., **Cozzani, G.**, George, H., Grandin, M., Horaites, K., Papadakis, K., Pfau-Kempf, Y., Tarvus, V., Turc, L., Zaitsev, I., Zhou, H., Palmroth, M. Sub-grid modeling of pitch-angle diffusion for ion-scale waves in hybrid-Vlasov simulations with Cartesian velocity space, *PHYSICS OF PLASMAS*, 29, 10, 103902, doi:10.1063/5.0096361, 2022.

Edberg, N. J. T., **Johansson, F. L.**, **Eriksson, A.**, **Vigren, E.**, Henri, P., De Keyser, J. Radial distribution of plasma at comet 67P Implications for cometary flyby missions, *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, 663, 42, doi:10.1051/0004-6361/202243776, 2022.

Fraternali, F., Zhao, L., Pogorelov, N. V., **Sorriso-Valvo, L.**, Redfield, S., Zhang, M., Ghanbari, K., Florinski, V., & Chen, T. Y., Exploring turbulence from the Sun to the local interstellar medium: Current challenges and perspectives for future space missions, *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, 9, 1064098, doi:10.3389/fspas.2022.1064098, 2022.

Fukizawa, M., Sakanoi, T., Tanaka, Y., Ogawa, Y., Hosokawa, K., Gustavsson, B., Kauristie, K., Kozlovsky, A., Raita, T., **Brändström, U.**, **Sergienko, T.** Reconstruction of precipitating electrons and three-dimensional structure of a pulsating auroral patch from monochromatic auroral images obtained from multiple observation points, *ANNALES GEOPHYSICAE*, 40, 4, 475, 484, doi:10.5194/angeo-40-475-2022, 2022.

Futaana, Y., **Shimoyama, M.**, **Wieser, M.**, **Karlsson, S.**, **Andersson, H.**, **Nilsson, H.**, **Wang, X.-D.**, Fedorov, A., Andre, N., **Holmström, M.** and **Barabash, G.** Galactic Cosmic Rays at Mars and Venus: Temporal Variations from Hours to Decades Measured as the Background Signal of Onboard Micro-Channel Plates, *THE ASTROPHYSICAL JOURNAL*, v. 940, 2, doi:10.48550/arXiv.2204.01377, 2022.

Galli, A., Vorbürger, A., Carberry Mogan, S. R., Roussos, E., **Stenberg, Wieser, G.**, Wurz, P., Foehn, M., Krupp, N., Fraenz, M., **Barabash, S.**, **Futaana, Y.**, Brandt, P. C., Kollmann, P., Haggerty, D. K., Jones, G. H., Johnson, R. E., Tucker, O. J., Simon, S., Tippens, T., Liuzzo, L., Callisto's Atmosphere and Its Space Environment: Prospects for Particle Environment Package on Board JUICE, *EARTH AND SPACE SCIENCE*, 9, 5, e2021EA002172, doi:10.1029/2021EA002172, 2022.

Gedalin, M., Golbraikh, E., Russell, C. T., **Dimmock, A. P.** Theory Helps Observations: Determination of the Shock Mach Number and Scales From Magnetic Measurements, *FRONTIERS IN PHYSICS*, 10, 852720, doi:10.3389/fphy.2022.852720, 2022.

George, H., Osmane, A., Kilpua, E. K. J., Lejosne, S., Turc, L., Grandin, M., Kalliokoski, M. M. H., Hoilijoki, S., Ganse, U., Alho, M., Battarbee, M., Bussov, M., Dubart, M., **Johlander, A.**, Manglayev, T., Papadakis, K., Pfau-Kempf, Y., Suni, J., Tarvus, V., Zhou, H., Palmroth, M. Estimating Inner Magnetospheric Radial Diffusion Using a Hybrid-Vlasov Simulation, *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, 9, 866455, doi:10.3389/fspas.2022.866455, 2022.

Goetz, C., Behar, E., Beth, A., Bodewits, D., Bromley, S., Burch, J., Deca, J., Divin, A., Eriksson, A. I., Feldman, P. D., Galand, M., Gunell, H., Henri, P., Heritier, K., Jones, G. H., Mandt, K. E., **Nilsson, H.**, Noonan, J. W., Odelstad, E., Parker, J. W., Rubin, M., Wedlund, C. S., Stephenson, P., Taylor, M. G. G. T., **Vigren, E.**, Vines, S. K., Volwerk, M., The Plasma Environment of Comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, *SPACE SCIENCE REVIEWS*, SN 0038-6308, EI 1572-9672, 218, 8, 65, doi:10.1007/s11214-022-00931-1, 2022.

Goetz, C., Behar, E., Beth, A., Bodewits, D., Bromley, S., Burch, J., Deca, J., Divin, A., **Eriksson, A. I.**, Feldman, P. D., Galand, M., Gunell, H., Henri, P., Heritier, K., Jones, G. H., Mandt, K. E., **Nilsson, H.**, Noonan, J. W., **Odelstad, E.**, Parker, J. W., Rubin, M., Wedlund, C. S., Stephenson, P., Taylor, M. G. G. T., **Vigren, E.**, Vines, S. K., Volwerk, M., The Plasma Environment of Comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, *SPACE SCIENCE REVIEWS*, SN 0038-6308, EI 1572-9672, 218, 8, 65, doi:10.1007/s11214-022-00931-1, 2022.

Goldstein, R., Burch, J. L., Llera, K., Altwegg, K., Rubin, M., **Eriksson, A.**, **Nilsson, H.** Observations of Modulation of Ion Flux in the Coma of Comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, *SO GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 49, 11, e2022GL098042, doi:10.1029/2022GL098042, 2022.

Graham, D. B., **Khotyaintsev, Y. V.**, **André, M.**, Vaivads, A., Divin, A., Drake, J. F., Norgren, C., Le Contel, O., Lindqvist, P. -A., Rager, A. C.,

Gershman, D. J., Russell, C. T., Burch, J. L., Hwang, K. -J., Dokgo, K. Direct observations of anomalous resistivity and diffusion in collisionless plasma, *NATURE COMMUNICATIONS*, 13, 1, 2954, doi:10.1038/s41467-022-30561-8, 2022.

Gurchumelia, A., **Sorriso-Valvo, L.**, Burgess, D., **Yordanova, E.**, Elbakidze, K., Kharshiladze, O., Kvaratskhelia, D. Comparing Quasi-Parallel and Quasi-Perpendicular Configuration in the Terrestrial Magnetosheath: Multifractal Analysis, *FRONTIERS IN PHYSICS*, 10, 903632, doi:10.3389/fphy.2022.903632, 2022.

Hadid, L. Z., **Shebanits, O.**, **Wahlund, J.-E.**, **Morooka, M. W.**, Nagy, A. F., Farrell, W. M., Holmberg, M. K. G., Modolo, R., Persoon, A. M., Tseng, W. L., Ye, S.-Y. Ambipolar electrostatic field in negatively charged dusty plasma, *JOURNAL OF PLASMA PHYSICS*, 88, 2, 555880201, doi:10.1017/S0022377822000186, 2022.

Hasegawa, H., Denton, R. E., Nakamura, T. K. M., Genestreti, K. J., Phan, T. D., Nakamura, R., Hwang, K. -j., Ahmadi, N., Shi, Q. Q., Hesse, M., Burch, J. L., Webster, J. M., Torbert, R. B., Giles, B. L., Gershman, D. J., Russell, C. T., Strangeway, R. J., Wei, H. Y., Lindqvist, P. -A., **Khotyaintsev, Y. V.**, Ergun, R. E., Saito, Y. Magnetic Field Annihilation in a Magnetotail Electron Diffusion Region With Electron-Scale Magnetic Island, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 127, 7, e2022JA030408, doi:10.1029/2022JA030408, 2022.

He, J., Zhu, X., Luo, Q., Hou, C., Verscharen, D., Duan, D., Li, W., Zhao, J., Wang, T., **Graham, D. B.**, Zong, Q., & Yao, Z. Observations of Rapidly Growing Whistler Waves in Front of Space Plasma Shock due to Resonance Interaction between Fluctuating Electron Velocity Distributions and Electromagnetic Fields, *THE ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 941, 147, doi:10.3847/1538-4357/ac9ea9, 2022.

Holmström, M., Estimating ion escape from unmagnetized planets, *ANNALES GEOPHYSICAE*, 40, 1, 83, 89, doi:10.5194/angeo-40-83-2022, 2022.

Hu, Z., Ji, K., Chen, J., Deng, Y., Su, J., Bai, X., Liu, S., Guo, J., Liu, J., **Wintoft, P.** Calibration scheme for space-borne full-disk vector magnetograph under the influence of orbiter velocity, *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, 666, A93, doi:10.1051/0004-6361/202142920, 2022.

Iyemori, T., Aoyama, T., **Yokoyama, Y.** Global distribution of magnetic ripples and electron density fluctuations as observed by the Swarm satellites on the dayside and their relation to the rainfall estimated by the GSMaP, *EARTH PLANETS AND SPACE*, 74, 1, 38, doi:10.1186/s40623-022-01597-3, 2022

Iyemori, T., Yamada, A., Aoyama, T., Hozumi, K., **Yokoyama, Y.**, Odagi, Y., Sano, Y., Pangsapa, V., Jarupongsakul, T., Saito, A., Iguchi, M. Amplitude enhancement of short period GPS-TEC oscillations over rainfall area, *EARTH PLANETS AND SPACE*, 74, 1, 45, doi:10.1186/s40623-022-01604-7, 2022.

Johansson, F. L., **Vigren, E.**, Waite, J. H., Miller, K., **Eriksson, A.**, **Edberg, N. J. T.**, **Dreyer, J.** Implications from secondary emission from neutral impact on Cassini plasma and dust measurements, *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 515, 2, 2340, 2350, doi:10.1093/mnras/stac1856, 2022.

Johlander, A., Battarbee, M., Turc, L., Ganse, U., Pfau-Kempf, Y., Grandin, M., Suni, J., Tarvus, V., Bussov, M., Zhou, H., Alho, M., Dubart, M., George, H., Papadakis, K., Palmroth, M. Quasi-Parallel Shock Reformation Seen by Magnetospheric Multiscale and Ion-Kinetic Simulations, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 49, 2, e2021GL096335, doi:10.1029/2021GL096335, 2022.

Karlsson, T., Trollvik, H., Raptis, S., **Nilsson, H.**, and Madanian, H.: Solar wind magnetic holes can cross the bow shock and enter the magnetosheath, *ANNALES GEOPHYSICAE*, 40, 687-699, doi:10.5194/angeo-40-687-2022, 2022.

- Kastinen, D.** From Meteors to Space Safety: Dynamical Models and Radar Measurements of Space Objects, Doctoral Thesis, Umeå University, Faculty of Science and Technology, Department of Physics. IRF Scientific Report ISSN 0284-1703, 315, Swedish Institute of Space Physics (IRF), Kiruna, Sweden, 2022.
- Kastinen, D., Kero, J.** High-altitude meteors detected by the interferometric MU radar, MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 517, 2, 3024, 3033, doi:10.1093/mnras/stac2791, 2022.
- Kastinen, D., Kero, J.** Radar analysis algorithm for determining meteor head echo parameter probability distributions, MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 517, 3, 3974, 3992, doi:10.1093/mnras/stac2727, 2022.
- Kastinen, D., Vierinen, J., Grydeland, T., and Kero, J.,** Using Radar Beam-Parks to Characterize the Kosmos-1408 Fragmentation Event, ACTA ASTRONAUTICA, 202, January, 341-359, doi:10.1016/j.actaastro.2022.10.021, 2022.
- Laiti, A., Khotyaintsev, Yu. V., Dimmock, A. P., Johlander, A., Graham, D. B., Olshevsky, V.,** A Database of MMS Bow Shock Crossings Compiled Using Machine Learning, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 127, 8, e2022JA030454, doi:10.1029/2022JA030454, 2022.
- Laiti, A., Khotyaintsev, Y. V., Graham, D. B., Vaivads, A., Steinvall, K.,** Russell, C. T. Whistler Waves in the Foot of Quasi-Perpendicular Supercritical Shocks, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 127, 5, e2021JA029969, doi:10.1029/2021JA029969, 2022.
- Lauster, B., Dörner, S., Enell, C.-F., Frieß, U., Gu, M., Pukite, J., **Raffalski, U.,** and Wagner, T.: Occurrence of polar stratospheric clouds as derived from ground-based zenith DOAS observations using the colour index, ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS, 22, 15925–15942, <https://doi.org/10.5194/acp-22-15925-2022>, 2022.
- Liu, C. M., Vaivads, A., **Khotyaintsev, Y. V.,** Fu, H. S., **Graham, D. B., Steinvall, K.,** Liu, Y. Y., Burch, J. L. Cross-scale Dynamics Driven by Plasma Jet Braking in Space, ASTROPHYSICAL JOURNAL, 926, 2, 198, doi:10.3847/1538-4357/ac4979, 2022.
- Lotekar, A. B.,** Vasko, I. Y., Phan, T., Bale, S. D., Bowen, T. A., Halekas, J., Artemyev, A., **Khotyaintsev, Y. V.,** Mozer, F. S. Kinetic-scale Current Sheets in Near-Sun Solar Wind: Properties, Scale-dependent Features and Reconnection Onset, ASTROPHYSICAL JOURNAL, 929, 1, 58, doi:10.3847/1538-4357/ac5bd9, 2022.
- Mouis, O., Bouquet, A., Langevin, Y., André, N., Boithias, H., Durry, G., Faye, F., Hartogh, P., Helbert, J., Iess, L., Kempf, S., Masters, A., Postberg, F., Renard, J.-B., Vernazza, P., Vorbürger, A., Wurz, P., Atkinson, D.H., **Barabash, S.,** Berthomier, M., Brucato, J., Cable, M., Carter, J., Cazaux, S., Coustenis, A., Danger, G., Dehant, V., Fornaro, T., Garnier, P., Gautier, T., Groussin, O., Hadid, L.Z., Ize, J.-C., Kolmasova, I., Lebreton, J.-P., Le Maistre, S., Lellouch, E., Lunine, J.J., Mandt, K.E., Martins, Z., Mimoun, D., Nenon, Q., Muñoz Caro, G. M., Rannou, P., Rauer, H., Schmitt-Kopplin, P., Schneeberger, A., Simons, M., Stephan, K., Van Hoolst, T., Vaverka, J., **Wieser, M.,** Wörner, L., Moonraker: Enceladus Multiple Flyby Mission, THE PLANETARY SCIENCE JOURNAL, 3, Issue 12, doi:10.3847/PSJ/ac9c03, 2022.
- Nilsson, H., Moeslinger, A., Williamson, H. N., Bergman, S., Gunell, H., Stenberg Wieser, G., Futaana, Y.,** Karlsson, T., Behar, E., **Holmström, M.** Upstream solar wind speed at comet 67P Reconstruction method, model comparison, and results, ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, 659, A18, doi:10.1051/0004-6361/202142867, 2022.
- Norgren, C., **Graham, D. B.,** Argall, M. R., **Steinval, K.,** Hesse, M., **Khotyaintsev, Y. V.,** Vaivads, A., Tenford, P., Gershman, D. J., Lindqvist, P.-A., Burch, J. L., Plaschke, F. Millisecond observations of nonlinear wave-electron interaction in electron phase space holes, PHYSICS OF PLASMAS, 29, 1, 012309, doi:10.1063/5.0073097, 2022.
- Odelstad, E.,** Karlsson, T., **Eriksson, A., Bergman, S., Stenberg Wieser, G.** Ion-Ion Cross-Field Instability of Lower Hybrid Waves in the Inner Coma of Comet 67P, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 127, 9, e2022JA030535 doi:10.1029/2022JA030535, 2022.
- Orsini, S., Milillo, A., Lichtenegger, H., Varsani, A., **Barabash, S.,** Livi, S., De Angelis, E., Laky, G., **Nilsson, H.,** Phillips, M., Aronica, A., Kallio, E., Wurz, P., Alberti, T., Olivieri, A., Plainaki, C., Slavin, J., Dandouras, I., Raines, J., Benkhoff, J., Zender, J., Bertelier, J.-J., Dosa, M., Ho, G., Killen, R., McKenna-Lawlor, S., Torkar, K., Vaisberg, O., Allegrini, F., Daglis, I., Dong, C., Escoubet, P., Fatemi, S., Fraenz, M., Ivanovski, S., Krupp, N., Lammer, H., Leblanc, F., Mangano, V., Mura, A., Rispoli, R., Sarantos, M., Smith, T., **Wieser, M.,** Camozzi, F., Di Lellis, A., Fremuth, G., Giner, F., Gurnee, R., Hayes, J., Jeszenszky, H., Trantham, B., Balaz, J., Baumjohann, W., Cantatore, M., Delcourt, D., Delva, M., Desai, M., Fischer, H., Galli, A., Grande, M., **Holmström, M.,** Horvath, I., Hsieh, K.-C., Jarvinen, R., Johnson, R., Kazakov, A., Kecskemeti, K., Kruger, H., Kurbisch, C., Leblanc, F., Leichtfried, M., Mangraviti, E., Massetti, S., Moissenko, D., Moroni, M., Noschese, R., Nuccilli, F., Paschalidis, N., Ryno, J., Seki, K., Shestakov, A., Shuvalov, S., Sordini, R., Stenbeck, F., **Svensson, J.,** Szalai, S., Szego, K., Toubanc, D., Vertolli, N., Wallner, R. and Vorbürger, A. Inner southern magnetosphere observation of Mercury via SERENA ion sensors in BepiColombo mission, NATURE COMMUNICATIONS, 13, 7390, doi:10.1038/s41467-022-34988-x, 2022.
- Palmerio, E., Lee, C. O., Mays, M. L., Luhmann, J. G., Lario, D., Sanchez-Cano, B., Richardson, I. G., Vainio, R., Stevens, M. L., Cohen, C. M. S., Steinvall, K., Mostl, C., Weiss, A. J., Nieves-Chinchilla, T., Li, Y., Larson, D. E., Heyner, D., Bale, S. D., Galvin, A. B., **Holmström, M., Khotyaintsev, Y. V.,** Maksimovic, M., Mitrofanov, I. G. CMEs and SEPs During November-December 2020: A Challenge for Real-Time Space Weather Forecasting, SPACE WEATHER-THE INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH AND APPLICATIONS, 20, 5, e2021SW002993, doi:10.1029/2021SW002993, 2022.
- Palmerio, E., Lee, C. O., Richardson, I. G., Nieves-Chinchilla, T., Dos Santos, L. F. G., Gruesbeck, J. R., Nitta, N. V., Mays, M. L., Halekas, J. S., Zeitlin, C., Xu, S., **Holmström, M., Futaana, Y.,** Mulligan, T., Lynch, B. J., Luhmann, J. G. CME Evolution in the Structured Heliosphere and Effects at Earth and Mars During Solar Minimum, SPACE WEATHER-THE INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH AND APPLICATIONS, 20, 9, e2022SW003215, doi:10.1029/2022SW003215, 2022.
- Persson, M.,** Aizawa, S., André, N., **Barabash, S.,** Saito, Y., Harada, Y., Heyner, D., Orsini, S., Fedorov, A., Mazelle, C., **Futaana, Y.,** Hadid, L. Z., Volwerk, M., Collinson, G., Sanchez-Cano, B., Barthe, A., Penou, E., Yokota, S., Génot, V., Sauvaud, J. A., Delcourt, D., Fraenz, M., Modolo, R., Milillo, A., Auster, H.-U., Richter, I., Mieth, J. Z. D., Louarn, P., Owen, C. J., Horbury, T. S., Asamura, K., Matsuda, S., **Nilsson, H., Wieser, M.,** Alberti, T., Varsani, A., Mangano, V., Mura, A., Lichtenegger, H., Laky, G., Jeszenszky, H., Masunaga, K., Signoles, C., Rojo, M., and Murakami, G. BepiColombo mission confirms stagnation region of Venus and reveals its large extent, NATURE COMMUNICATIONS, 13, 7743, doi:10.1038/s41467-022-35061-3, 2022.
- Pertsev, N. N., Perminov, V., **Dalin, P.** Variations in Mesopause Region Characteristics: Space-Factor Effects, IZVESTIYA ATMOSPHERIC AND OCEANIC PHYSICS, 58, 4, 406, 41, doi:10.1134/S0001433822040119, 2022.
- Pontoni, A., Shimoyama, M., Futaana, Y.,** Fatemi, S., Poppe, A. R., **Wieser, M., Barabash, S.** Simulations of Energetic Neutral Atom Sputtering From Ganymede in Preparation for the JUICE Mission, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 127, 1, e2021JA029439, doi:10.1029/2021JA029439, 2022
- Raptis, S., Karlsson, T., Vaivads, A., Lindberg, M., **Johlander, A.,** Trollvik, H. On Magnetosheath Jet Kinetic Structure and Plasma Properties, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 49, 21, e2022GL100678, doi:10.1029/2022GL100678, 2022.
- Raptis, S., Karlsson, T., Vaivads, A., Pollock, C., Plaschke, F., **Johlander, A.,** Trollvik, H., Lindqvist, P.-A., Downstream high-speed plasma jet generation as a direct consequence of shock reformation, NATURE COMMUNICATIONS, 13, 1, 598, doi:10.1038/s41467-022-28110-4, 2022.
- Richard, L., Khotyaintsev, Y. V., Graham, D. B.,** Vaivads, A., Nikoukar, R., Cohen, I. J., Turner, D. L., Fuselier, S. A., Russell, C. T. Proton and Helium Ion Acceleration at Magnetotail Plasma Jets, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 127, 8, e2022JA030430, doi:10.1029/2022JA030430, 2022.
- Richard, L., Khotyaintsev, Y. V., Graham, D. B., & Russell, C. T.** Are Dipolarization Fronts a Typical Feature of Magnetotail Plasma Jets Fronts?, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 49, e2022GL101693, doi:10.1029/2022GL101693, 2022.
- Roberts, O. W., Alexandrova, O., **Sorriso-Valvo, L.,** Voeroes, Z., Nakamura, R., Fischer, D., Varsani, A., Escoubet, C. P., Volwerk, M., Canu, P., Lion, S., Yearby, K. Scale-Dependent Kurtosis of Magnetic Field Fluctuations in the Solar Wind: A Multi-Scale Study With Cluster 2003-2015, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 127, 9, e2021JA029483, doi:10.1029/2021JA029483, 2022.
- Rojas Mata, S., Stenberg Wieser, G., Futaana, Y.,** Bader, A., Persson, M., Fedorov, A., Zhang, T. Proton Temperature Anisotropies in the Venus Plasma Environment During Solar Minimum and Maximum, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 127, 1, e2021JA029611, doi:10.1029/2021JA029611, 2022.
- Rosenqvist, L., Fristedt, T., **Dimmock, A. P.,** Davidsson, P., Fridstrom, R., Hall, J. O., Hesslow, L., Kjall, J., Smirnov, M. Yu., Welling, D., **Wintoft, P.** Modeling of Geomagnetically Induced Currents in Sweden-Validation and Extreme Event Analysis, SPACE WEATHER-THE INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH AND APPLICATIONS, 20, 3, e2021SW002988, doi:10.1029/2021SW002988, 2022.
- Safargaleev, V., **Sergienko, T.,** Hosokawa, K., Oyama, S.-I., Ogawa, Y., Miyoshi, Y., Kurita, S., Fujii, R., Altitude of pulsating arcs as inferred from tomographic measurements, EARTH PLANETS AND SPACE, 74, 1, 31, doi:10.1186/s40623-022-01592-8, 2022.
- Schroeder, J. M., Egedal, J., **Cozzani, G., Khotyaintsev, Y. V.,** Daughton, W., Denton, R. E., Burch, J. L. 2D Reconstruction of Magnetotail Electron Diffusion Region Measured by MMS, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 49, 19, e2022GL100384, doi:10.1029/2022GL100384, 2022.
- Settino, A., **Khotyaintsev, Y. V., Graham, D. B.,** Perrone, D., Valentini, F. Characterizing Satellite Path Through Kelvin-Helmholtz Instability Using a Mixing Parameter, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 127, 2, e2021JA029758, doi:10.1029/2021JA029758, 2022.
- Shebanits, O., Wahlund, J. -E.,** Waite, J. H., Dougherty, M. K. Conductivities of Titan's Dusty Ionosphere, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 127, 2, e2021JA029910, doi:10.1029/2021JA029910, 2022.
- Shi, Z., Rong, Z. J., Fatemi, S., Slavin, J. A., Klinger, L., Dong, C., Wang, L., Zhong, J., Raines, J. M., **Holmström, M.,** Yuan, C. J., **Barabash, S.,** Wei, Y. An Eastward Current Encircling Mercury, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 49, 10, e2022GL098415, doi:10.1029/2022GL098415, 2022.
- Solodovnik, A.A., Leontyev, P.I., Sartin, S.A., Useinov, B.M., Alyoshin, D.V., and **Dalin, P.** Physical bases of meteor registration methods and the instrument complex of the NKU Observatory, INTERNATIONAL JOURNAL OF MATHEMATICS AND PHYSICS, 13, 2, doi.org/10.26577/ijmph.2022.v13.i2.04, 2022.
- Song, H., Park, J., **Buchert, S.,** Jin, Y., Chao, C. K., Lee, J., Yi, Y. A Small Peak in the Swarm-LP Plasma Density Data at the Dayside Dip Equator, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 127, 7, e2022JA030319, doi:10.1029/2022JA030319, 2022.
- Steinval, K.,** Electrostatic Plasma Waves Associated with Collisionless Magnetic Reconnection : Spacecraft Observations. Acta Universitatis Upsaliensis, 2022, <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-472803>.
- Steinval, K., Khotyaintsev, Y. V., Graham, D. B.** On the Applicability of Single-Spacecraft Interferometry Methods Using Electric Field Probes, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 127, 3, e2021JA030143, doi:10.1029/2021JA030143, 2022.
- Stergiopoulou, E.,** The Induced Magnetospheres and Magnetotails of Mars and Venus. Acta Universitatis Upsaliensis, 2022, <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-481218>.
- Stergiopoulou, K., Andrews, D. J., Edberg, N. J. T.,** Halekas, J., Lester, M., Sanchez-Cano, B., **Dimmock, A. P.,** Gruesbeck, J. R., A Two-Spacecraft Study of Mars' Induced Magnetosphere's Response to Upstream Conditions, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 127, 4, e2021JA030227, doi:10.1029/2021JA030227, 2022.
- Stober, G., Liu, A., Kozlovsky, A., Qiao, Z., Kuchar, A., Jacobi, C., Meek, C., Janches, D., Liu, G., Tsutsumi, M., Gulbrandsen, N., Nozawa, S., Lester, M., **Belova, E., Kero, J.,** Mitchell, N. Meteor radar vertical wind observation biases and mathematical debiasing strategies including the 3DVAR+DIV algorithm, ATMOSPHERIC MEASUREMENT TECHNIQUES, 15, 19, 5769, 5792, doi:10.5194/amt-15-5769-2022, 2022.
- Suzuki, H., Matsumoto, A., **Dalin, P.,** Nakamura, Y., Ishii, S., Sakanoi, K., Sakaguchi, K., Takada, T., Tsuda, Takuo T., Hozumi, Y. Capability of airline jets as an observation platform for noctilucent clouds at middle latitudes, PROGRESS IN EARTH AND PLANETARY SCIENCE, 9, 1, 11, doi:10.1186/s40645-022-00469-4, 2022.
- Svenningsson, I., Yordanova, E., Cozzani, G., Khotyaintsev, Y. V., André, M.** Kinetic Generation of Whistler Waves in the Turbulent Magnetosheath, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 49, 15, e2022GL099065, doi:10.1029/2022GL099065, 2022.
- Tamburini, F., Feleppa, F. & **Thidé, B.** Constraining the Generalized Uncertainty Principle with the light twisted by rotating black holes and M87*, PHYSICS LETTER B, 826, 136894, doi:10.1016/j.physletb.2022.136894, 2022.
- Tang, B. B., Li, W. Y., **Khotyaintsev, Y. V., Graham, D. B.,** Gao, C. H., Chen, Z. Z., Fu, H. S., Lu, Q. M., Wang, C., Burch, J. L. Fine Structures of the Electron Current Sheet in Magnetotail Guide-Field Reconnection, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 49, 9, e2021GL097573, doi:10.1029/2021GL097573, 2022.

- Telloni, D., Adhikari, L., Zank, G. P., Hadid, L. Z., Sanchez-Cano, B., **Sorriso-Valvo, L.**, Zhao, L., Panasenco, O., Shi, C., Velli, M., Susino, R., Verscharen, D., Milillo, A., Alberti, T., Narita, Y., Verdini, A., Grimani, C., Bruno, R., D'Amicis, R., Perrone, D., Marino, R., Carbone, F., Califano, F., Malara, F., Stawarz, J. E., Laker, R., Liberatore, A., Bale, S. D., Kasper, J. C., Heyner, D., de Wit, T. D., Goetz, K., Harvey, P. R., MacDowall, R. J., Malaspina, D. M., Pulupa, M., Case, A. W., Korreck, K. E., Larson, D., Livi, R., Stevens, M. L., Whittlesey, P., Auster, H.-U., Richter, I., Observation and Modeling of the Solar Wind Turbulence Evolution in the Sub-Mercury Inner Heliosphere, *ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS*, 938, 2, L8, doi:10.3847/2041-8213/ac9624, 2022.
- Telloni, D., Voerues, Z., **Yordanova, E.**, D'Amicis, R. Editorial: Magnetic Connectivity of the Earth and Planetary Environments to the Sun in Space Weather Studies, *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, 9, 853925, doi:10.3389/fspas.2022.853925, 2022.
- Telloni, D., Zank, G. P., **Sorriso-Valvo, L.**, D'Amicis, R., Panasenco, O., Susino, R., Bruno, R., Perrone, D., Adhikari, L., Liang, H., Nakanotani, M., Zhao, L., Hadid, L. Z., Sanchez-Cano, B., Verscharen, D., Velli, M., Grimani, C., Marino, R., Carbone, F., Mancuso, S., Biondo, R., Pagano, P., Reale, F., Bale, S. D., Kasper, J. C., Case, A. W., de Wit, T. D., Goetz, K., Harvey, P. R., Korreck, K. E., Larson, D., Livi, R., MacDowall, R. J., Malaspina, D. M., Pulupa, M., Stevens, M. L., Whittlesey, P., Romoli, M., Andretta, V., Da Deppo, V., Fineschi, S., Heinzel, P., Moses, J. D., Naletto, G., Nicolini, G., Spadaro, D., Stangalini, M., Teriaca, L., Capobianco, G., Capuano, G. E., Casini, C., Casti, M., Chioetto, P., Corso, A. J., De Leo, Y., Fabi, M., Frassati, F., Frassetto, F., Giordano, S., Guglielmino, S. L., Jerse, G., Landini, F., Liberatore, A., Magli, E., Massone, G., Messerotti, M., Pancrazzi, M., Pelizzo, M. G., Romano, P., Sasso, C., Schuhle, U., Slemer, A., Straus, T., Uslenghi, M., Volpicelli, C. A., Zangrilli, L., Zuppella, P., Abbo, L., Auchere, F., Cuadrado, R. A., Berlicki, A., Ciaravella, A., Lamy, P., Lanzafame, A., Malvezzi, M., Nicolosi, P., Nistico, G., Peter, H., Solanki, S. K., Strachan, L., Tsinganos, K., Ventura, R., Vial, J.-C., Woch, J., Zimbardo, G. Linking Small-scale Solar Wind Properties with Large-scale Coronal Source Regions through Joint Parker Solar Probe-Metis/Solar Orbiter Observations, *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 935, 2, 112, doi:10.3847/1538-4357/ac8103, 2022.
- Telloni, D., Zank, G. P., Stangalini, M., Downs, C., Liang, H., Nakanotani, M., Andretta, V., Antonucci, E., **Sorriso-Valvo, L.**, Adhikari, L., Zhao, L., Marino, R., Susino, R., Grimani, C., Fabi, M., D'Amicis, R., Perrone, D., Bruno, R., Carbone, F., Mancuso, S., Romoli, M., Da Deppo, V., Fineschi, S., Heinzel, P., Moses, J.D., Naletto, G., Nicolini, G., Spadaro, D., Teriaca, L., Frassati, F., Jerse, G., Landini, F., Pancrazzi, M., Russano, G., Sasso, C., Biondo, R., Burtovoi, A., Capuano, G. E., Casini, C., Casti, M., Chioetto, P., De Leo, Y., Giarrusso, M., Liberatore, A., Berghmans, D., Auchere, F., Cuadrado, R. A., Chitta, L. P., Harra, L., Kraaikamp, E., Long, D. M., Mandal, S., Parenti, S., Pelouze, G., Peter, H., Rodriguez, L., Schuehle, U., Schwanitz, C., Smith, P. J., Verbeeck, C., Zhukov, A. N. Observation of a Magnetic Switchback in the Solar Corona, *ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS*, 936, 2, L25, doi:10.3847/2041-8213/ac8104, 2022.
- Thidé, B.** & Tamburini, F. OAM radio - physical foundations and implementations in radio science and technology. in *Electromagnetic Vortices: Wave Phenomena and Engineering Applications* (eds. Jiang, Z. & Werner, D. H.) 33–95 (Wiley-IEEE Press, 2022).
- Turc, L., Zhou, H., Tarvus, V., Ala-Lahti, M., Battarbee, M., Pfau-Kempf, Y., **Johlander, A.**, Ganse, U., Dubart, M., George, H., Grandin, M., Horaites, K., Tesema, F., Suni, J., Alho, M., Papadakis, K., Palmroth, M. A global view of Pc3 wave activity in near-Earth space: Results from hybrid-Vlasov simulations, *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, 9, 989369, doi:10.3389/fspas.2022.989369, 2022.
- Turc, L., Roberts, O. W., Verscharen, D., **Dimmock, A. P.**, Kajdić, P., Palmroth, M., Pfau-Kempf, Y., **Johlander, A.**, Dubart, M., Kilpua, E. K. J., Soucek, J., Takahashi, K., Takahashi, N., Battarbee, M., Ganse, U. Transmission of foreshock waves through Earth's bow shock. *NATURE PHYSICS*, doi:10.1038/s41567-022-01837-z, 2022.
- Vierinen, J., Aslaksen, T., Chau, J. L., Gritsevich, M., Gustavsson, B., **Kastinen, D.**, **Kero, J.**, Kozlovsky, A., Kvaerna, T., Midtskogen, S., Nasholm, S. P., Ulich, T., Vegum, K., Lester, M. Multi-instrument observations of the Pajala fireball: Origin, characteristics, and atmospheric implications, *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, 9, 1027750, doi:10.3389/fspas.2022.1027750, 2022.
- Vigren, E.**, Dieckmann, A., A New Result in Form of Finite Triple Sums for a Series from Ramanujan's Notebooks, *SYMMETRY-BASEL*, 14, 6, 1090, doi:10.3390/sym14061090, 2022.
- Vigren, E., Eriksson, A., Bergman, S.** On positively charged dust in the coma of comet 67P, *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 513, 1, 536, 540, doi:10.1093/mnras/stac869, 2022.
- Vigren, E., Dreyer, J., Eriksson, A. I., Johansson, F. L., Morooka, M., Wahlund, J.-E.** Empirical photochemical modeling of Saturn's ionization balance including grain charging. *Planetary Science Journal*, 3, 49, doi:10.3847/PSJ/ac4eee, 2022.
- Wang, R., Vasko, I. Y., Artemyev, A. V., Holley, L. C., Kamaletdinov, S. R., **Lotekar, A.**, Mozer, F. S., Multisatellite Observations of Ion Holes in the Earth's Plasma Sheet, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 49, 8, e2022GL097919, doi:10.1029/2022GL097919, 2022.
- Wang, S., Bessho, N., **Graham, D. B.**, Le Contel, O., Wilder, F. D., **Khotyaintsev, Y. V.**, Genestreti, K. J., Lavraud, B., Choi, S., Burch, J. L. Whistler Waves Associated With Electron Beams in Magnetopause Reconnection Diffusion Regions, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 127, 9, e2022JA030882, doi:10.1029/2022JA030882, 2022.
- Wang, S., Chen, L.-J., Bessho, N., Ng, J., Hesse, M., **Graham, D. B.**, Le Contel, O., Gershman, D., Giles, B. Lower-Hybrid Wave Structures and Interactions With Electrons Observed in Magnetotail Reconnection Diffusion Regions, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 127, 5, e2021JA030109, doi:10.1029/2021JA030109, 2022.
- Wang, X.-D.**, Klecker, B., Nicolaou, G., **Barabash, S., Wieser, M.**, Wurz, P., Galli, A., Cipriani, F., **Futaana, Y.** Neutralized solar energetic particles for SEP forecasting: Feasibility study of an innovative technique for space weather applications, *EARTH AND PLANETARY PHYSICS*, 6, 1, 42, 51, doi:10.26464/epp2022003, 2022.
- Werner, A. L. E.**, Leblanc, F., Chaufray, J. Y., Modolo, R., Aizawa, S., Hadid, L. Z., Baskevitch, C., Modeling the Impact of a Strong X-Class Solar Flare on the Planetary Ion Composition in Mercury's Magnetosphere, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 49, 3, e2021GL096614, doi:10.1029/2021GL096614, 2022.
- Williamson, H. N., Nilsson, H., Stenberg, Wieser G., Moeslinger, A.**, Goetz, C. Development of a cometosheath at comet 67P/Churyumov-Gerasimenko A case study comparison of Rosetta observations, *ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS*, 660, 103, doi:10.1051/0004-6361/202142461, 2022.
- Wimmer-Schweingruber, R. F., André, N., **Barabash, S.**, Brandt, P. C., Horbury, T.S, Benoit Lavraud, L.L., McNutt, R.L. Jr., Provornikova, E. A., Quémerais, E., Wicks, R., **Wieser, M.**, Wurz, P. STELLA—Potential European contributions to a NASA-led interstellar probe, *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, vol. 9, doi:10.3389/fspas.2022.1063849, 2022.
- Xiong, C., Jiang, H., Yan, R., Luehr, H., Stolle, C., Yin, F., Smirnov, A., Piersanti, M., Liu, Y., Wan, X., Diego, P., Zhima, Z., Shen, X., Foerster, M., **Buchert, S.**, Bilitza, D., Solar Flux Influence on the In-Situ Plasma Density at Topside Ionosphere Measured by Swarm Satellites, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 127, 5, e2022JA030275, doi:10.1029/2022JA030275, 2022.
- Yamauchi, M.**, De Keyser, J., Parks, G., Oyama, S.-I., Wurz, P., Abe, T., Beth, A., Daglis, I. A., Dandouras, I., Dunlop, M., Henri, P., Ivchenko, N., Kallio, E., Kucharek, H., Liu, Y. C.-M., Mann, I., Marghitsu, O., Nicolaou, G., Rong, Z., Sakanoi, T., Saur, J., **Shimoyama, M.**, Taguchi, S., Tian, F., Tsuda, T., Tsurutani, B., Turner, D., Ulich, T., Yau, A., Yoshikawa, I. Plasma-neutral gas interactions in various space environments: Assessment beyond simplified approximations as a Voyage 2050 theme, *EXPERIMENTAL ASTRONOMY*, doi:10.1007/s10686-022-09846-9, 2022.
- Zhang, C., Futaana, Y., Nilsson, H.**, Rong, Z. J., Persson, M., Klinger, L., **Wang, X. D. Stenberg, Wieser G., Barabash, S.**, Dong, C. F., **Holmstrom, M.**, Soobiah, Y., Wei, Y., Mars-Ward Ion Flows in the Martian Magnetotail: Mars Express, Observations, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 49, 21, e2022GL100691, doi:10.1029/2022GL100691, 2022.
- Zhang, C.**, Rong, Z., Klinger, L., **Nilsson, H.**, Shi, Z., He, F., Gao, J., Li, X., **Futaana, Y.**, Ramstad, R., **Wang, X., Holmström, M., Barabash, S.**, Fan, K., Wei, Y. Three-Dimensional Configuration of Induced Magnetic Fields Around Mars, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-PLANETS*, 127, 8, e2022JE007334, doi:10.1029/2022JE007334, 2022.
- Zhang, L. Q., Wang, C., Dai, L., Baumjohann, W., Burch, James L., **Khotyaintsev, Y. V.**, Wang, J. Y. Turbulent current sheet frozen in bursty bulk flow: observation and model, *SCIENTIFIC REPORTS*, 12, 1, 15547, doi:10.1038/s41598-022-19266-6, 2022.
- Zhang, L. Q., Wang, C., Dai, L., Baumjohann, W., Lui, A. T. Y., Burch, J. L., **Khotyaintsev, Y. V.**, Ren, Y. Vorticity Within Bursty Bulk Flows: Convective Versus Kinetic, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 127, 3, e2020JA028934, doi:10.1029/2020JA028934, 2022.
- Zhong, Z. H., Zhou, M., Liu, Y.-H., Deng, X. H., Tang, R. X., **Graham, D. B.**, Song, L. J., Man, H. Y., Pang, Y., **Khotyaintsev, Y. V.** Stacked Electron Diffusion Regions and Electron Kelvin-Helmholtz Vortices within the Ion Diffusion Region of Collisionless Magnetic Reconnection, *ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS*, 926, 2, L27, doi:10.3847/2041-8213/ac4dee, 2022.
- Zhong, Z. H., Zhou, M. **Graham, D. B. Khotyaintsev, Y. V.**, Wu, Y. F., Le Contel, O., Li, H. M., Tao, X., Tang, R. X., Deng, X. H. Evidence for Whistler Waves Propagating Into the Electron Diffusion Region of Collisionless Magnetic Reconnection, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 49, 7, e2021GL097387, doi:10.1029/2021GL097387, 2022.
- Zhou, H., Turc, L., Pfau-Kempf, Y., Battarbee, M., Tarvus, V., Dubart, M., George, H., **Cozzani, G.**, Grandin, M., Ganse, U., Alho, M., **Johlander, A.**, Suni, J., Bussov, M., Papadakis, K., Horaites, K., Zaitsev, I., Tesema, F., Gordeev, E., Palmroth, M., Magnetospheric responses to solar wind Pc5 density fluctuations: Results from 2D hybrid Vlasov simulation. *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, 9, 984918, doi:10.3389/fspas.2022.984918, 2022.

Övriga avhandlingar, publikationer och examensarbeten

Danielsson, P. Nowcasting the IRF Auroral Index with Recurrent Neural Networks. Master thesis, Luleå Tekniska Universitet, Institutionen för system- och rymdteknik, Rymdteknik. DiVA, id: diva2:1697498.

Kero, J., Kastinen, D. Skräp på hög nivå, Fysikaktuellt, nr 2, maj, 26–28, 2022.

Totalt expertgranskade: 111

Antal första författare: 42

Totalt övriga avhandlingar: 4

Förkortningar

ALIS_4D	Auroral Large Imaging System, Projekt för att studera ljusfenomen, t.ex. norrsken, i den övre atmosfären	KIMRA	Kiruna Millimeter Wave Radiometer
ASAN	Advanced Small Analyzer for Neutrals	Kirsam	Kirunaarbetsgivare i samverkan
ASPERA-3 & 4	Analysers of Space Plasmas and Energetic Atoms	KTH	Kungliga Tekniska Högskolan
AYAP-1	Turkisk månsönd	KVA	Kungl. Vetenskapsakademien
Chang'e 4 & 6	Rymdsönd och rymdfarkost som är del av kinesisk rymdprogram	Lidar	Light Detection and Ranging
COMPLIMENT	Cometary Plasma Light INSTRUMENT	LNT	Lunar Neutrals Telescope
COSPAR	Committee on Space Research	LVF	Luffartsverket
dB/dt	Hur jordens magnetfält varierar över tid	LKAB	Luossavaara Kirunavaara Aktieföretag
DTU	Danmarks Tekniske Universitet	LOU	Lagen om offentlig upphandling
DOAS	Differential Optical Absorption Spectroscopy	LTU	Luleå tekniska universitet
EFW	Electric Field and Waves	MADERIA	Norskt forskningsrådprojekt
EGU	European Geosciences Union	MARA	Moveable Atmospheric Radar for Antarctica
EISCAT	European Incoherent SCATter Scientific Association	MATS	Mesospheric Airglow/Aerosol Tomography and Spectroscopy
EISCAT_3D	Ny generation av EISCAT:s inkoherentspridningsradar	MAVEN	Mars Atmosphere and Volatile Evolution
ENA	Energeriska neutrala atomer	MIPA	Miniature Ion Precipitation Analyzer
EPN –	Eu:s Horisont 2020-projektet	MMO	Mercury Magnetospheric Orbiter
ESA	European Space Agency	MMS	Magnetospheric Multiscale Mission
ESR	EISCAT Svalbard Radar	MU	Kyoto universitets radar
ESRAD	Esrangle MST radar	NASA	National Aeronautics and Space Administration, USA
ESV	Ekonomistyrningsverket	NCAOR	National Center for Atmospheric and Oceanic Research, Indien
EU	European Union	NILS	Negative Ions on the Lunar Surface
FBF	Förordningen om myndigheters bokföring	PEP	Particle Environment Package
FOI	Totalförsvarets forskningsinstitut	RIT	Rymd för Innovation och Tillväxt
FÄB	Förordningen om årsredovisning och budgetunderlag	RPF	Rymdplasmafysikprogrammet, IRF
GBAS	Ground-Based and Additional Science	PRWI	Radio & Plasma Wave Investigation
G-ESC	ESA:s geomagnetiska expertservicecenter	SCIENA	Solar wind Cometary Ions and Energetic Neutral Atoms
Ghz	Giga Hertz	SHARP	Eu:s Horisont 2020-projektet
GloRIA	Global Radiometer Array	SMILE	Solar wind Magnetosphere Ionosphere Link Explorer
GNSS	Global Navigation Satellite System	SNSA	Rymdstyrelsen (Swedish National Space Agency)
HPC2N	High Performance Computing Center North	SNRV	Svenska nationalkommittén för radiovetenskap
ICAO	International Civil Aviation Organization	SPIS	Spacecraft-Plasma Interaction System
IMAGE	International Monitor för Auroral Geomagnetic Effects	SPL	Space Physics Laboratory
IMS	International Monitoring System	SRS	Svenska Rymdforskarens Samarbetsgrupp
IRF	Institutet för rymdfysik	SSC	Swedish Space Corporation, Esrange
ISES	International Space Environment Service	SSPT	Solsystemets fysik och rymdteknik, IRF
ISRO	Indian Space Research Organisation	STAR	Sol-, rymd- och atmosfärforskning, IRF
ISSI	International Space Science Institute	SVT	Sveriges television
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	SWESNET	Space Weather Service Network
JDC	Jovian Dynamics & Composition	tkr	Tusen kronor
JNA	Jovian Neutrals Analyzer	UHF	Ultra high frequency
JUICE	Jupiter ICy moon Explorer	VD	Verkställande direktör
KAGO	Kiruna Atmospheric and Geophysical Observatory, IRF	VISWAS	Venus Ionospheric and Solar Wind particle AnalySer
		VNA	Venusian Neutrals Analyzer
		VR	Vetenskapsrådet

Beslut om årsredovisning



Kiruna 2023-02-21
Dnr: 1.3 - 30/23

Beslut om Årsredovisning

Jag intygar att årsredovisningen ger en rättvisande bild av verksamhetens resultat samt av kostnader, intäkter och myndighetens ekonomiska ställning.

Olle Norberg,
Generaldirektör, Institutet för rymdfysik

Institutet för rymdfysik
Box 812, SE-981 28 Kiruna
Tel: +46-980-790 00
irf@irf.se

www.irf.se