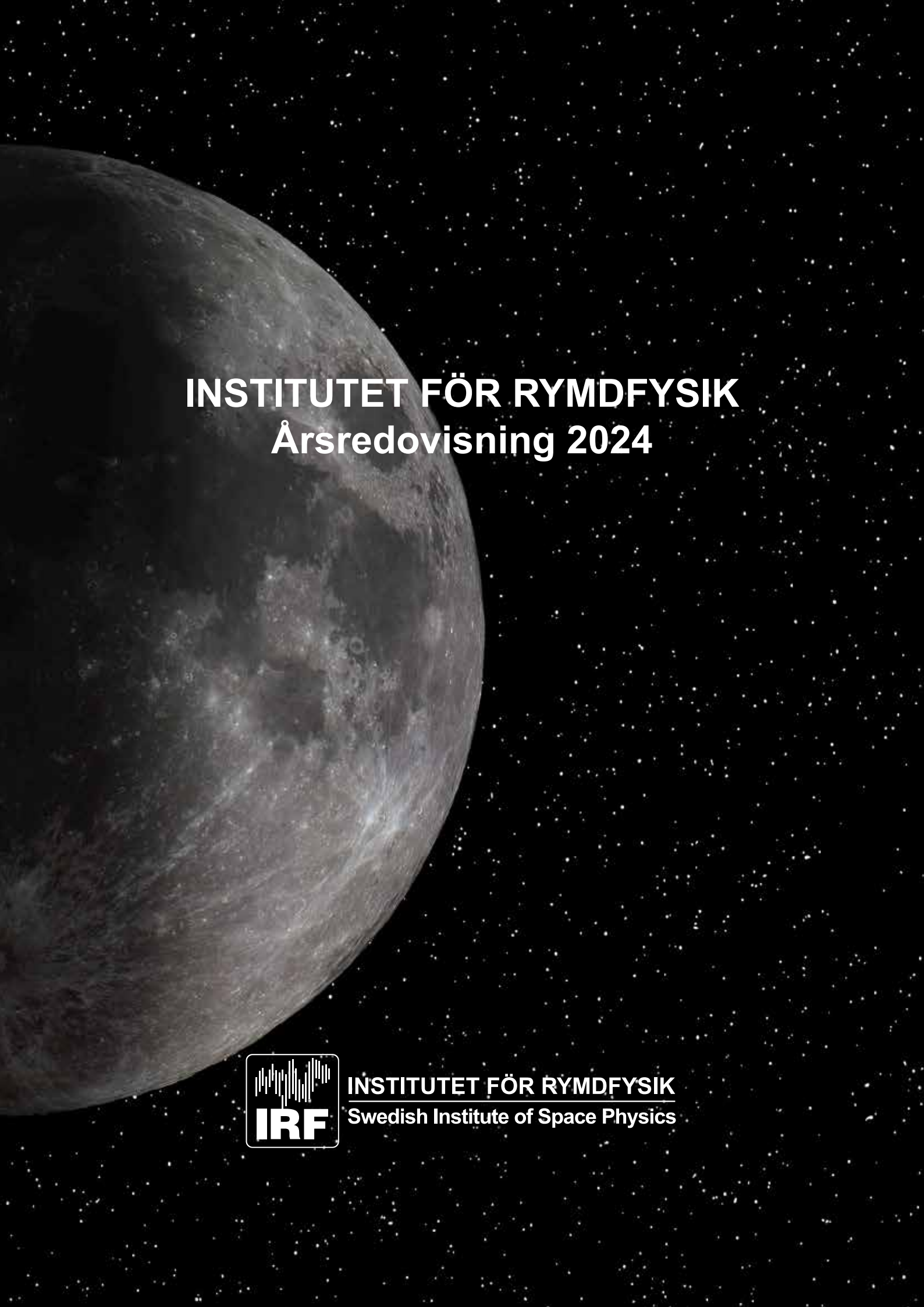




INSTITUTET FÖR RYMDFYSIK

Årsredovisning 2024



INSTITUTET FÖR RYMDFYSIK
Swedish Institute of Space Physics

Innehållsförteckning

FÖRORD.....	2
ÅRET I KORTHET.....	4
 RESULTATREDOVISNING	
1. Översikt.....	9
1.1 IRF:s uppdrag.....	10
1.2 Nytt i årsredovisningen.....	10
1.2.1 Bedömningskriterier.....	11
1.2.2 Resultatindikatorer.....	11
1.3 Principer för resultatredovisning.....	13
2. Resultatsammanfattning.....	15
2.1 Forskning och utveckling.....	15
2.2 Observatorieverksamhet.....	19
2.3 Medverkan i utbildning.....	19
2.4 Ekonomiskt utfall 2024.....	21
2.5 Sveriges utrikes-, säkerhets- och försvarspolitiska intressen.....	21
2.6 Redogörelse Informationssäkerhet.....	21
3. Forskning och instrumentutveckling.....	23
3.1 IRF:s forskningsprogram.....	24
3.2 Publikationer och främjande av forskning med hög kvalitet.....	37
3.2 Publikationer och främjande av forskning med hög kvalitet.....	37
3.3 Internationella forskningssamarbeten.....	41
4. Kiruna atmosfär- och geofysiska observatorium.....	45
5. Medverkan i utbildning.....	51
6. Övriga mål och resultat.....	54
6.1 Arbete för mångfald, inkluderande och kompetensförsörjning.....	55
6.2 Samverkan med näringsliv och samhälle.....	59
6.3 Kommunikation.....	61
 FINANSIELL REDOVISNING	
Sammanställning över väsentliga uppgifter (tkr).....	64
Resultaträkning (tkr).....	65
Balansräkning (tkr).....	66
Anslagsredovisning (tkr).....	67
Tilläggsupplysningar.....	68
Noter.....	69
 BILAGOR	
Bilaga 1 IRF Publikationslista 2024.....	72
Bilaga 2 Förkortningar och begreppsförklaringar.....	78
Bilaga 3 Beslut om årsredovisning.....	79

Redaktör/text: Magdalena Wäppling

Text: Annelie Klint Nilsson, Layout/text: Martin Eriksson, Layout: Daniel Díaz

Omslagsbild: Månen Foto taget av Fred Locklear/ CC BY-NC-SA 2.0 / Något ändrad från originalet

FÖRORD

av Olle Norberg

IRF har under 2024 fortsatt att vara en viktig och unik aktör inom svensk rymdforskning. Institutets medarbetare har möjliggjort IRF:s framgångar avseende medverkan i avancerade internationella rymdprojekt som bygger på att vi själva föreslår, utvecklar och tillverkar vetenskapliga instrument för att därefter nyttja vår kunskap om instrumenten i dataanalys och forskning.

En av årets höjdpunkter inträffade i juni då instrumentet Negative Ions at the Lunar Surface (NILS), som IRF tagit fram för ESA:s räkning, gjorde unika mätningar på månens baksida. NILS mätte för första gången någonsin negativa joner som skapas genom växelverkan mellan flödet av laddade partiklar från solen, solvinden, och månytan. Negativa joner är mycket kortlivade och måste därför mätas direkt vid ytan. Mätningarna bidrar till förståelsen av hur solvinden påverkar och förändrar månytan. Det var första gången som ESA hade ett instrument på månytan, något IRF kan vara extra stolta över att ha bidragit till.

ESA:s rymdsond Juice sändes upp 2023 och påbörjade sin över åtta år långa resa till Jupiter. IRF ansvarar för två av de tio instrumentpaketen ombord på Juice. Particle Environment Package (PEP) har i uppdrag att mäta partiklar och Radio & Plasma Wave Investigation (RPWI) att mäta elektriska och magnetiska fält. Under augusti 2024 gjorde Juice en förbiflygning av månen och jorden för att få den fart som behövs för att ta sig till Jupiter. Vi kunde då verifiera att våra instrument fungerar precis som de ska och vi fick mycket bra data från förbiflygningen.

IRF har under året påbörjat arbetet med faser av hårdvaruutveckling, så kallad fas A-studier, av nyttolaster för projekten Mars Magnetosphere ATmosphere Ionosphere and Space weather Science (M-MATISSE), för studier av Mars, och Plasma Observatory, för studier av jordens rymdmiljö. Eftersom det är få projekt som väljs ut att bli finansierade av ESA är det av stor vikt att skapa goda möjligheter för att projekten väljs. Under 2026 tar ESA det slutliga beslutet om vilken rymdmission som ska genomföras.

ESA-projektet Cluster har varit mycket viktigt för att studera jordens magnetosfär och dess växelverkan med solvinden. Projektet förslogs redan 1982, uppsändningen 1996 misslyckades och de fyra satelliterna med nyttolaster fick byggas på nytt för lyckad uppsändning sommaren 2000. IRF har ansvarat för instrumenten Electric Field and Wave experiment (EFW), med fyra stycken 50 meter

långa trådbommar på varje satellit. Projektet avslutades i september 2024 då den första Clustersatelliten Salsa återinträdde i atmosfären.

Jorden drabbades av en mycket kraftig geomagnetisk storm under helgen 10 – 12 maj, den kraftigaste på flera decennier och norrsken syntes långt närmare ekvatorn än vanligt. Skador och avbrott i elförsörjning var begränsade, medan användning av navigationssystem som t.ex. GPS försvårades eller omöjliggjordes på flera håll globalt. Stormen visar på vikten av att kunna ha prognoser och varningssystem på plats för sådana rymdväderhändelser. Under 2024 har IRF fortsatt dialogen med relevanta myndigheter om hur vi kan bidra med kunskap inom rymdväder och tillhandahålla prognoser och varningar. IRF har även påbörjat arbetet med att studera en framtida nordisk radar för inmätning av rymdobjekt, ett ESA-projekt i samarbete med norska och finska kollegor.

IRF:s observatorieverksamhet tillgängliggör våra mätningar till forskare världen över, samtidigt som vi under året har arbetat med att driftsätta nya instrument inom vårt nätverk av norrskenkameror, ALIS_4D, och att återfå full funktionalitet i våra tre jonosonder. Vi har även påbörjat driftsättning av ett nätverk av kameror för studier av meteoror.

IRF SpaceLab är vår forskningsinfrastruktur för att testa och kvalificera vetenskapliga instrument och annan utrustning för användning i rymden, en infrastruktur som vi även tillhandahåller för externa användare. Under året har vi bland annat driftsatt en anläggning för strålnings-tester i Kiruna.

Under 2024 har tre nya doktorer utexaminerats, Louis Richard, Ahmad Lalti, och Anja Möslinger. Samarbeten med Uppsala universitet, Umeå universitet och Luleå tekniska universitet är mycket viktiga för IRF, inte minst genom de studentkontakter det innebär och som är av stor betydelse för vår rekrytering.

Som generaldirektör för IRF är jag stolt över alla medarbetare som bidrar till verksamheten och våra resultat.

Välkommen att läsa vår årsredovisning för 2024.

Olle Norberg
Generaldirektör, Institutet för rymdfysik



Bild 1: IRF:s generaldirektör Olle Norberg.



Juice

Rymdsonden passerade månen och jorden i augusti. IRF:s instrument fungerar enligt plan.



M7 ESA

Fas A har inletts i arbetet med Plasma Observatory och M-Matisse.



Intermagnet

Magnetometern i Kiruna är nu med i internationellt program för observatorier.



Doktorer

Tre disputationer:
Anja Möslinger,
Louis Richard och
Ahmad Lalti.

Negativa joner på månens yta

Unik data från månen. IRF fortsätter samarbetet med ESA i rymdmissionen.

Atlantflygning

Ballong med IRF:s kameror ombord för nattlysande moln och infraljudsmätningar.

Meteorkameror

IRF driftsätter nätverket av meteorkameror.

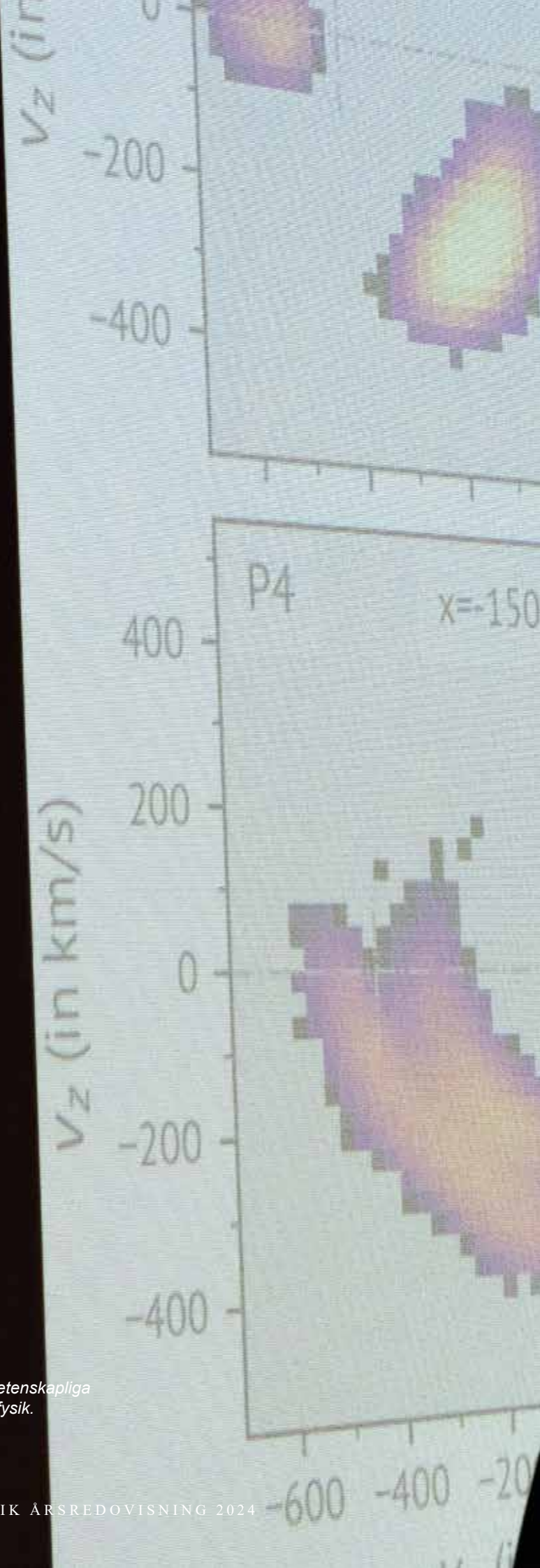
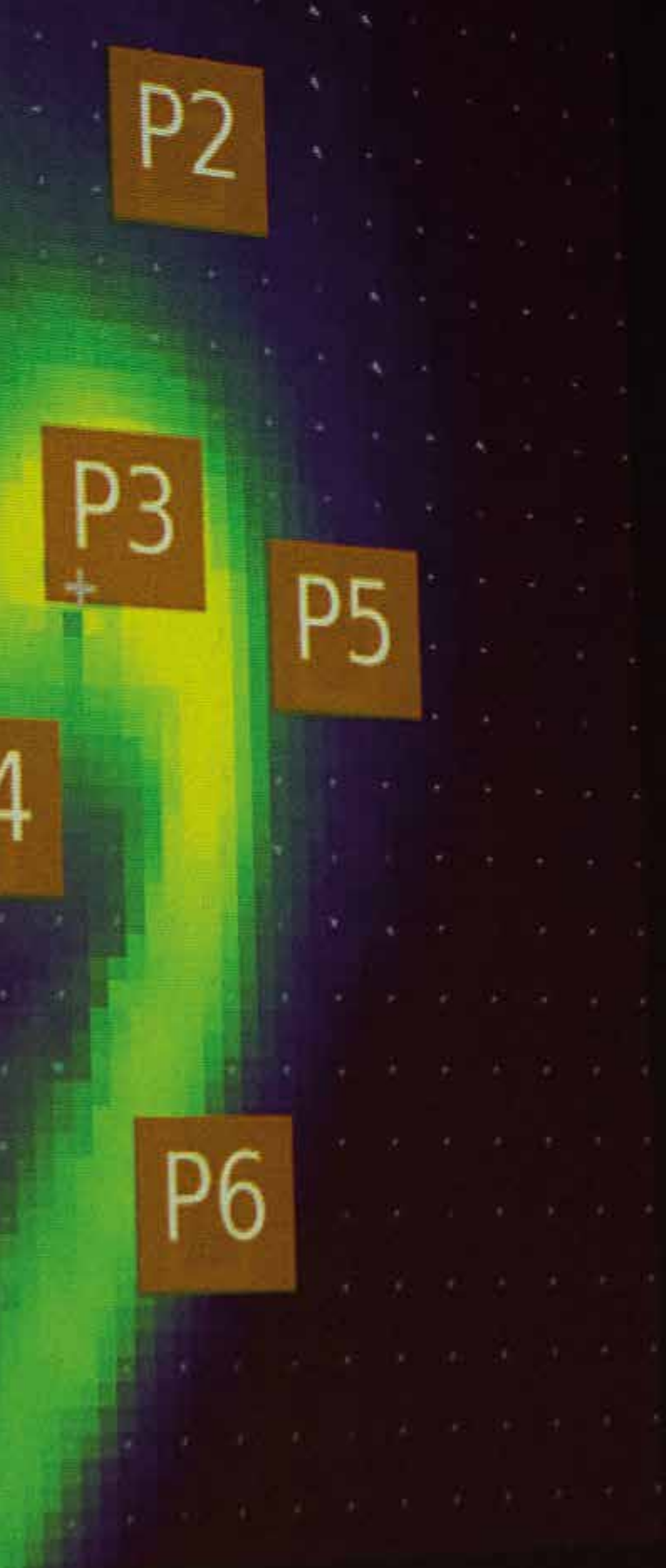


Bild 2: IIRF bedriver forskning och utvecklingsarbete av högsta vetenskapliga kvalitet samt mät- och registreringsverksamhet inom främst rymdfysik.

RESULTATREDOVISNING

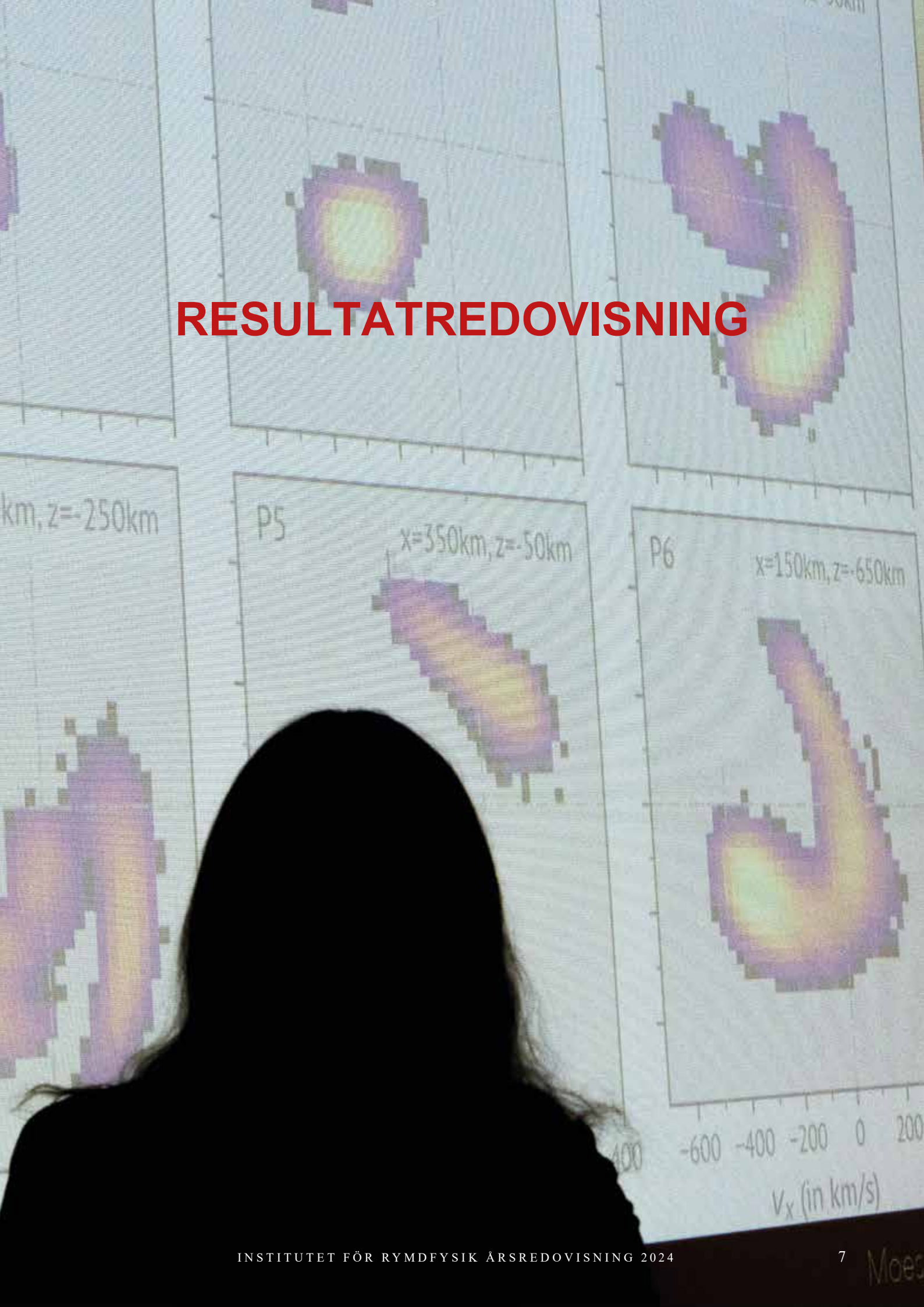


Bild 1.1: Docent Yoshifumi Futaana firade med tårta då ESA presenterade tre tänkbara blivande rymdexpeditioner. IRF leder nu arbetet med både M-MATISSE, ett instrument avsett för studier av Mars, och Plasma Observatory, ett instrument avsett för studier av rymdmiljön omkring jorden.



1. Översikt

Institutet för rymdfysik (IRF) är ett statligt forskningsinstitut med uppdrag att bedriva experimentell och teoretisk grundforskning inom rymdfysik, atmosfärfysik och rymdteknik, samt att erbjuda forskarutbildning inom dessa områden. IRF har också ett nationellt ansvar för observatorieverksamhet inom rymdfysik.

Genom mätningar från satelliter kring jorden och instrument på rymdsonder som färdas till planeter och andra himlakroppar i vårt solsystem, undersöker IRF grundläggande fysikaliska processer. Målet är att öka förståelsen för universum, jordens ursprung och livets förutsättningar på jorden. Rymdsonderna ger forskarna unika möjligheter att studera de yttre delarna av solsystemet, den kunskap som genereras om rymdmiljön blir allt mer betydelsefull, särskilt eftersom samhället är beroende av rymdteknik för en mängd olika tillämpningar.

IRF är engagerat i utvecklingen av avancerade mätinstrument och vår testverksamhet stärker möjligheterna till att göra nya upptäckter. Den dynamiska och kreativa forskningsmiljön, tillsammans med IRF:s väletablerade samarbeten med internationella partners, ger mycket goda förutsättningar för fortsatt framgångsrik forskning inom rymdfysik och rymdteknik. För att göra banbrytande vetenskapliga upptäckter krävs ny teknik, högt kvalificerad personal, lång erfarenhet och en välutvecklad forskningsinfrastruktur – något IRF är väl rustat att erbjuda.

Observationer och långsiktiga dataserier skapar förutsättningar för att förstå och förutsäga miljö- och klimatförändringar.

IRF:s atmosfärforskning bidrar till att belysa jordens atmosfär och tillhandahåller de långvariga mätserier som krävs för att förstå de långsiktiga effekterna av mänsklig påverkan på klimatet. Genom observatorieverksamheten fortsätter IRF att övervaka de geofysiska förhållandena i Arktis. Sju stationer inom ALIS_4D, som används för att avbilda norrsken, var i drift under 2024 och den åttonde stationen väntas snart etableras vilket gör ALIS_4D fullständigt.

IRF:s forskare publicerar kontinuerligt expertgranskade artiklar och presenterar sina resultat vid internationella konferenser. Dessutom arrangerar institutet egna konferenser och arbetsmöten för att främja erfarenhetsutbyte med forskare världen över. Ett exempel på en framstående studie är en oväntad upptäckt av växelverkan mellan Mars och solvinden, som publicerades i den välrenommerade tidskriften Nature.

Förutom den egna forskningen bidrar IRF också till utbildning genom att handleda doktorander samt att flertalet forskare och ingenjörer medverkar i undervisning och projektarbeten vid svenska universitet. IRF samarbetar långsiktigt med flera svenska universitet, bland annat med Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) inom dataanalys och utveckling av mätinstrument, samt med Umeå universitet inom rymdfysik. IRF är även en partner i High Performance Computing Center North, tillsammans med Luleå tekniska universitet (LTU), Mittuniversitetet och Sveriges lantbruksuniversitet. Mer om våra internationella forskningssamarbeten och samverkan med näringsliv och samhälle finns i avsnitt 3.3 och 6.2.



Bild 1.2: Sveriges utrikesminister Tobias Billström besökte IRF:s huvudkontor under året för att bekanta sig med verksamheten och ta del av institutets olika faciliteter.

111

personer anställda
vid årets slut

26%

kvinnor

1.1 IRF:s uppdrag

Institutet för rymdfysik har till uppgift att bedriva och främja forskning och utvecklingsarbete av högsta vetenskapliga kvalitet samt mät- och registreringsverksamhet inom främst ämnesområdet rymdfysik enligt förordning (2007:1163) med instruktion för Institutet för rymdfysik.

Myndigheten ska medverka vid utbildning på avancerad nivå eller forskarnivå som anordnas vid Uppsala universitet och Umeå universitet samt har även möjlighet att medverka vid utbildning vid andra universitet och högskolor.

Myndigheten ska även:

1. delta i internationella forskningssamarbeten
2. samverka med näringsliv och samhälle
3. ansvara för kommunikation om sin verksamhet
4. tillgängliggöra data från observatorieverksamheten

Myndigheten ska i sin verksamhet beakta Sveriges utrikes-, säkerhets- och försvarspolitiska intressen.

Utöver detta har IRF även ett särskilt uppdrag med redovisningskrav från Regleringsbrev 2024 - gällande Informationssäkerhet.

1.2 Nytt i årsredovisningen

I årsredovisningen för 2024 har IRF påbörjat arbetet för en tydligare resultatredovisning baserat på myndighetsinstruktionen. I resultatredovisningen bedöms verksamhetens resultat utifrån tydliga kriterier och fastställda resultatområden samt resultatindikatorer. Detta innebär att IRF utvecklat och förtydligat sin redovisning och resultatbedömning jämfört med tidigare år.

För att stärka analyserna och resultatbedömningarna av verksamheten kommer IRF att systematiskt och kontinuerligt att följa upp varje resultatindikator.

Under år 2025 kommer arbetet med att fastställa mätbara resultatindikatorer för kommunikationsaktiviteter och delar av observatorieverksamheten att prioriteras.

1.2.1 Bedömningskriterier

I slutet av verksamhetsåret 2024 bedömdes verksamhetens resultat utifrån två nivåer:

- Tillfredsställande
- Inte tillfredsställande

Bedömningen av verksamhetens resultat ska ses i relation till IRF:s ambitionsnivå och strävan att utföra ett kvalitativt arbete. ”Inte tillfredsställande” betyder att resultatet för närvarande inte uppfyller den eftersträvade nivån. De övergripande målen i instruktionen är långsiktiga, vilket innebär att IRF strävar mot att uppnå målen över en längre tidsperiod.

Inom varje resultatområde har indikatorer för de två nivåerna tagits fram baserat på områdets mål och prioriteringar. Resultatindikatorerna presenteras i avsnitt 1.2.2. Program och verksamhetsområden beskriver sina resultat i berörda kapitel utifrån fastställt uppdrag och i förekommande fall IRF:s målsättningar och resultatindikatorer. Därefter följer en analys och bedömning av verksamhetens resultat och utveckling.

Resultatsammanfattning och övergripande analys redogörs för i kapitel 2.

1.2.2 Resultatindikatorer

IRF delar in verksamheten i tre olika resultatområden och kopplat till resultatområdena har IRF fastställt ett antal mätbara resultatindikatorer. Här efter presenteras önskad lägsta nivå.

Forskning och utveckling innefattar publicering av vetenskapliga resultat, datainsamling och drift av vetenskapliga instrument (tillverkning, testning och integrering) samt planering av nya mätinstrument och forskningsprojekt. Inom detta område redovisas även internationella samarbeten, samverkan och kommunikationsaktiviteter (för en detaljerad redovisning, se kapitel 3 och 6).

- Antal expertgranskade artiklar under året (medelvärde över tre år): 110 st.
- Antal expertgranskade artiklar med förstaförfattare (medelvärde över tre år): 30 st.
- Antal aktiva rymdinstrument* i rymden under året: 6 st.
- Antal rymdinstrument* under utveckling under året: 4 st.

* där IRF bidrar med hårdvara

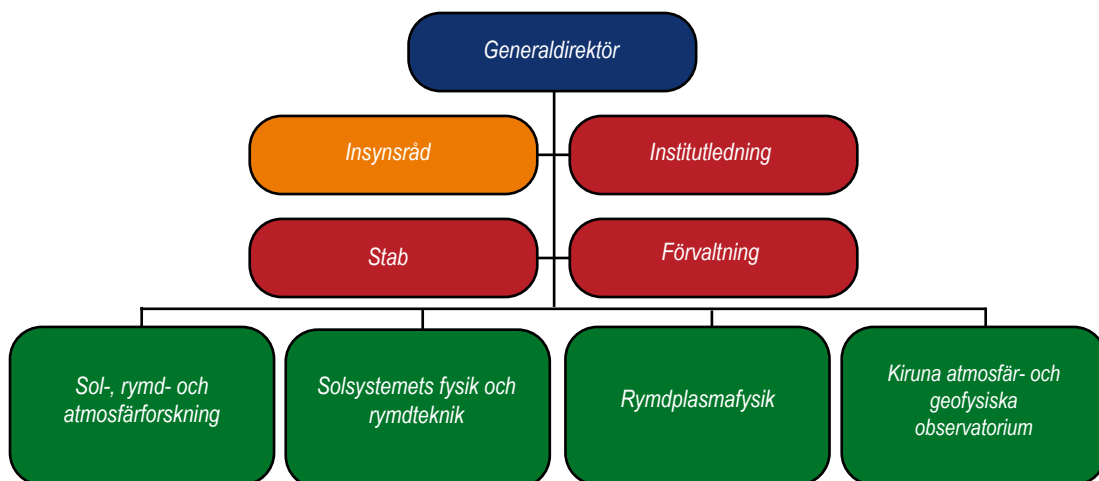


Bild 1.3: IRF:s organisationsschema.

10

doktorander

30%

kvinnor

Observatorieverksamhet, förser forskare och samhället med referensmätningar från marken samt information om solens påverkan på jordens närmiljö. I observatorieverksamheten ingår magnetometrar, riometrar, firmament- och meteorkameror, jonosonder, infraljudsmikrofoner samt mätningar av spårgaser i atmosfären (se kapitel 4).

- Andelen observatorieinstrument med obrutna tidsserier under året: 80 procent

Medverkan i utbildning, utbildningsinsatser på grundläggande, avancerad och forskarnivå (se kapitel 5).

- Antal disputationer under den senaste femårsperioden: 10 st.
- Antal examensarbeten på masternivå under den senaste femårsperioden: 50 st.
(projektarbeten på bachelornivå räknas som ett halvt examensarbete på masternivå)
- Antal seminarier under året: 50 st.

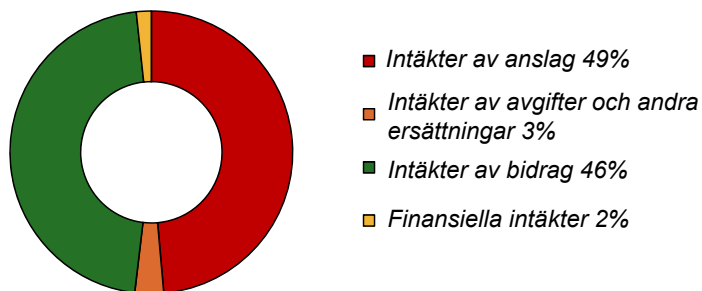


Bild 1.4: Verksamhetens intäkter för 2024 fördelade procentuellt.

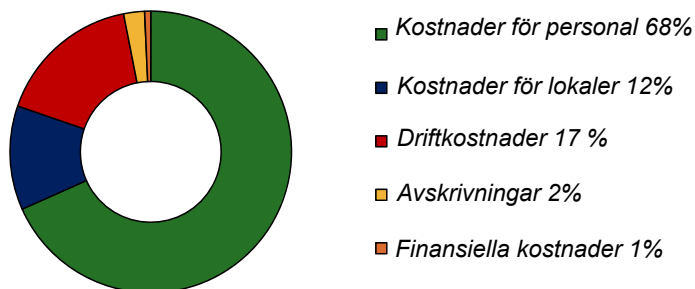


Bild 1.5: Verksamhetens kostnader för 2024 fördelade procentuellt.

1.3 Principer för resultatredovisning

I resultatredovisningen har personalkostnader använts som nyckeltal för att fördela gemensamma kostnader mellan programmen. Ramanslag och externa medel används för all typ av verksamhet 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.

I kapitel 2, Resultatsammanfattning, redogörs för den samlade resultatbedömningen av IRF:s verksamhet och den ekonomiska utvecklingen samt verksamhetens intäkter och kostnader under året.

Syftet med kapitlet är att ge en sammanfattande och överskådlig information om IRF:s resultat för verksamhetsåret 2024.

1.4 Översiktlig beskrivning av kapitelindelning

Kapitel 3-6 innehåller en fördjupad resultatredovisning som är indelad i fyra kapitel baserat på IRF:s instruktion och fastställda resultatindikatorer.

Kapitel 3: Forskning och instrumentutveckling
Kapitel 4: Kiruna atmosfär- och geofysiska observatorium.
Kapitel 5: Medverkan i utbildning.

Kapitel 6: Övriga mål och resultat – Arbete för mångfald, inkluderande och kompetensförsörjning, Samverkan med näringsliv och samhälle samt Kommunikationsaktiviteter.

Finansiell redovisning: innehåller information om IRF:s ekonomiska utfall för år 2024.

	2022	2023	2024
Kiruna	60,4	60,3	61,9
Uppsala	37,7	33,8	37,1
Umeå	2,0	1,8	2,0
Lund	2,3	2,7	2,9
Totalt	102,4	98,6	103,9

Tabell 1.1: Antal årsarbetskrafter för åren 2022, 2023 och 2024.

Intäkter	2022	2023	2024
Forskning	52 425	52 483	53 456
Observatorieverksamhet	7 626	8 849	8 012
Forskarutbildning	2 464	1 934	2 342
Grundutbildning	161	147	153
Intäkter av anslag 1)	62 676	63 412	63 963
Forskning	2 482	3 320	3 036
Observatorieverksamhet	227	284	280
Forskarutbildning	232	198	310
Grundutbildning	562	551	709
Intäkter av avgifter och andra ersättningar	3 503	4 353	4 336
Forskning	46 090	43 023	48 408
Observatorieverksamhet	1 355	2 827	2 845
Forskarutbildning	7 421	6 858	9 562
Grundutbildning	122	167	209
Intäkter av bidrag 2)	54 988	52 875	61 024
Finansiella intäkter	641	2 416	2 245
Summa intäkter	121 808	123 056	131 568
Kostnader			
Forskning	99 415	101 657	109 628
Observatorieverksamhet	9 208	11 960	11 137
Forskarutbildning	10 117	8 990	12 214
Grundutbildning	845	866	1 071
Summa kostnader	119 585	123 473	134 048
Verksamhetsutfall	2 223	-417	-2 481
1) Anslag från staten 2) Från forskningsråd, EU, europeiska samarbetsorganisationer, stiftelser mfl.			

Tabell 1.2: IRF:s intäkter och kostnader under 2022, 2023 och 2024 (tkr i löpande priser).

Personal: Vid slutet av år 2024 var följande engagerade på hel- eller deltid i forskningen på IRF:s fyra verksamhetsorter: 46 disputerade forskare och 10 doktorander. 2023: 44 och 11 och 2022: 45 och 9.

Vid årets slut hade IRF totalt 111 anställda varav 82 män och 29 kvinnor. Av dessa tjänster var 22 tidsbegränsade (10 i Kiruna, 12 i Uppsala). 2023: 108 anställda – 80 män och 28 kvinnor 2022: 109 anställda - 82 män och 27 kvinnor.



Bild 2.1 Docent Gabriella Stenberg Wieser under en föreläsning. Hos IRF är samarbetet inom organisationen, likaså med externa parter, av största vikt för att uppnå de bästa tänkbara resultaten.

2. Resultatsammanfattning

Resultatsammanfattning innefattar den samlade resultatbedömningen av IRF:s verksamhet för 2024. Resultatet analyseras och bedöms utifrån den sammantagna beskrivningen som rapporterats inom varje resultatområde och resultatindikator. IRF:s forskningsverksamhet är ofta långsiktig och ger sällan årliga och konkreta resultat som är mätbara och därför presenteras resultaten ofta över perioder på tre till fem år.

Här presenteras även eventuella återrapporteringskrav enligt fastställt regeringsuppdrag samt en sammanfattning och analys av den ekonomiska utvecklingen inom verksamheten under året.

2.1 Forskning och utveckling

- Antal expertgranskade artiklar under året (medelvärde över tre år): 101 st. - Inte tillfredsställande
- Antal expertgranskade artiklar med förstaförfattare (medelvärde över tre år): 35 st. - Tillfredsställande
- Antal aktiva mätinstrument* i rymden under året: 19 st. - Tillfredsställande
- Antal rymdinstrument* under utveckling under året: 6 st. - Tillfredsställande

* där IRF bidrar med hårdvara

(Se kapitel 1.2.2 Resultatindikatorer).

ANALYS: För programmet **Rymdplasmafysik** var året präglad av en stark produktion av vetenskapliga artiklar - med omkring 50 publikationer – i exempelvis tidskrifter som Physical Review Letters och Astrophysical

Journal. Fokus i forskningen var på kollisionsfria chockvågor i heliosfären, magnetisk omkoppling, planetära jonosfärer samt rymdväder där forskarna också hade framstående bidrag i internationella projekt som ESA:s FBURST och Wallenberg-finansierade XFLARE. Två doktorsavhandlingar försvarades och två nya doktorander rekryterades. Programmet säkrade även finansiering för två nya doktorandtjänster och fortsatt stöd för befintliga rymdprojekt.

Pågående rymdprojekt som BepiColombo och Juice fortsatte som planerat. Betydande framsteg noterades i hårdvaruutveckling för ESA:s projekt, inklusive Comet Interceptor, M-MATISSE, Plasma Observatory och ett nytt Langmuirprobinstrument (LP3). Totalt hade programmet sex mätinstrument i rymden och fem mätinstrument under utveckling under året. Sammantaget är resultaten för 2024 tillfredsställande.

Studentaktiviteter inkluderade bland annat handledning av sju examensarbeten och undervisning vid Uppsala universitet, där kursen Space Project återupptogs.

Inom programmet **Solsystemets fysik och rymdteknik** var 2024 ett mycket framgångsrikt år med betydande framsteg inom forskning, teknikutveckling och internationella samarbeten. Bland höjdpunkterna finns en publikation i Nature och flera referensgranskade artiklar. Programmet har varit involverat i viktiga rymduppdrag, inklusive upptäckten av negativa joner på månen, framgångsrika förbiflygningar av jorden, månen och Merkurius samt fortsatt instrumentutveckling för uppdrag som Comet Interceptor, AYAP-1 och Venus-orbiter.



Bild 2.2: Delar av IRF:s ledningsgrupp. Stas Barabash, Olle Norberg, Martin Eriksson, Johan Kero, Anna-Karin Ukonsaari, Cecilia Flemström och Urban Brändström.



Bild 2.3: Under 2024 hade IRF 19 stycken mätinstrument i rymden och sex stycken mätinstrument under utveckling. IRF-forskarna docent Jan-Erik Wahlund, Dr. Michiko Morooka och Dr. Jan Bergman i Uppsala är en del av teamet för de instrument som exempelvis är på väg till Merkurius och Jupiter.

Samarbeten med USA inleddes via Artemis-avtalet, och flera projekt, såsom ESA:s ESWEP-DAF och Small Missions for Moon Exploration, fick stöd för hårdvaruutveckling. IRF SpaceLab stärktes genom förvärvet av vakuumtanken ILENA och har fortsatt bidra till både interna och externa projekt.

Programmet hade sex aktiva mätinstrument i rymden, utvecklade fyra nya instrument och publicerade 23 referensgranskade artiklar, varav 12 med förstaförfattare.

Under året har programmet även stärkt forskarutbildning och samverkan genom studentprojekt, doktorandkurser och internationella workshops. År 2024 markerade en fortsatt positiv utveckling och många viktiga prestationer.

För programmet **Sol-, rymd-, och atmosfärforskning** var det också ett år med tillfredsställande prestationer, särskilt inom mätkampanjer via radarmätningar och ballongflygningar. En höjdpunkt var forskares upptäckt av ett tidigare okänt ”syskon” till ljusfenomenet Strong Thermal Emission Velocity Enhancement (STEVE). STEVE har en norrskensliknande form och framträder som ett ljusfenomen, söder om norrskensovalen, på jordens kvällssida. Det nya ljusfenomenet uppträder norr om norrskensovalen på jordens morgonsida. Denna upptäckt banar väg för nya insikter om atmosfäriska och magnetosfäriska processer.

Programmet fortsatte att utveckla befintliga och nya internationella och nationella samarbeten och forskarna deltog aktivt i konferenser och workshops. Flera ansökningar om forskningsmedel godkändes, men andra ansökningar till bland annat Vetenskapsrådet gav inte önskat resultat.

Antalet publicerade artiklar är lägre än förväntat, främst på grund av långa processer för dataanalys. Personalförluster på grund av långtidssjukskrivningar har lett till förseningar i utvecklingen av ALIS_4D. Trots dessa utmaningar bedöms årets resultat som överlag tillfredsställande.

Inom området **Publikationer och främjande av forskning med hög kvalitet** har utfallet av expertgranskade artiklar analyserats och en tydlig trend framträder. Under en längre tidsperiod, fram till 2018, ökade antalet publikationer stadigt. Därefter har en nedåtgående trend kunnat observeras, med en tillfällig topp under 2021. Denna variation är naturlig och kan förklaras av skiftande fokus inom forskningen. Vissa perioder har präglats av intensiv instrumentutveckling medan andra har dominerats av analys av data från aktiva instrument eller från tidigare avslutade projekt, vilket har lett till en ökad publiceringstakt.

19 st

instrument
i rymden

6 st

instrument
under utveckling

Den nuvarande nedgången i publikationer har flera orsaker, men den främsta bedömningen är att en längre period av stora utvecklingsprojekt har påverkat utfallen. Dessutom har många instrument som nyligen skickats ut i rymden ännu inte nått sina mål, vilket innebär att den omfattande datainsamlingen – och därmed publiceringstakten kommer att öka igen i framtiden. Antalet förstaförfattare är på en stabil nivå och bedömningen är att denna nivå bör kunna upprätthållas.

IRF har framgångsrikt uppfyllt sin ambition att främja forskarrörlighet genom att fortsätta att rekrytera sin personal från hela världen.

Samverkan med näringsliv och samhälle. IRF:s verksamhet visar på en stark koppling mellan forskning, industri och samhällsnytta inom rymdsektorn. Genom att utveckla avancerade mätinstrument och samarbeta med internationella rymdorganisationer och industriella aktörer positionerar IRF sig som en central aktör inom rymdforskningen.

IRF SpaceLab fungerar som en viktig resurs för både forskning och industri, vilket förstärker IRF:s roll inom rymdteknik. Genom initiativ som RIT-projektet och det kommande Space Sweden North visar IRF sitt engagemang för innovation och samverkan mellan akademi och näringsliv.

Norrskensbevakningen och rymdväderprognoserna har både vetenskaplig och kommersiell betydelse. Lanseringen av en mobilapp visar på IRF:s förmåga att omsätta forskning till praktisk nytta för både turism och beredskap. Samtidigt indikerar kontakterna med MSB och FMV att IRF:s expertis efterfrågas inom samhällsskydd och försvar. Projektet kring rymdlägesbild och en möjlig nordisk radar visar på en ökad strategisk inriktning mot rymdsäkerhet och övervakning av rymdskrot, vilket är en växande global utmaning.

Slutligen speglar IRF:s samverkan med branschorganisationer, akademi och kommuner en bred förankring i den svenska rymdnäringen. Engagemanget i utbildningsinsatser och dialogen med Kiruna kommun visar på en förståelse för både regional och nationell utveckling kopplad till rymdverksamhet.

Internationella forskningssamarbeten. IRF:s forskningsverksamhet präglas av långsiktiga och omfattande internationella samarbeten, vilket är en förutsättning för att bedriva framstående rymdforskning. Dessa samarbeten sträcker sig över flera decennier och omfattar både ledande rymdorganisationer som ESA, NASA, ISRO och JAXA

samt en rad akademiska och industriella aktörer globalt. Nya samarbeten med Turkiet och Indien breddar IRF:s internationella nätverk ytterligare.

Institutet har en ledande roll i två av tre slutkandidater för ESA:s nästa medelstora rymdprojekt, vilket understryker IRF:s vetenskapliga tyngd och konkurrenskraft. Samtidigt fortsätter IRF sitt mångåriga samarbete med EISCAT, vilket under 2024 genomgick en viktig omstrukturering. IRF:s forskningssamarbeten sträcker sig även till atmosfär- och meteorforskning, där institutet ansvarar för underhåll av internationella gästinstrument och bidrar med data till globala nätverk som INTERMAGNET.

Sammantaget visar IRF:s omfattande internationella samarbeten på en stark ställning inom den globala rymdforskningen. Genom att delta i strategiska program, utveckla avancerade instrument och aktivt medverka i forskarkonsortier bidrar IRF både till vetenskapliga framsteg och till att stärka Sveriges position inom den internationella rymdsektorn.

IRF:s bedömning är att **kommunikationsaktiviteterna** har utförts på en tillfredsställande nivå under året. IRF har speciellt jobbat med lokala insatser inriktade på framför allt skolor. Vidare har ett långsiktigt samarbete inletts med Rymdgymnasiet i Kiruna, där elever erbjuds möjlighet att tillbringa flera heldagar med seniora forskare för fördjupade studier inom relevanta ämnesområden.

Under 2025 kommer kommunikationsavdelningen att sammanställa data från pågående onlinekampanjer. Dessa ska sen ligga till grund för kommande mätbara resultatindikatorer.

BEDÖMNING: Den samantagna bedömningen är att resultatet avseende Forskning och utveckling är tillfredsställande. Verksamheten har genomförts framgångsrikt både inom vetenskaplig produktion, teknikutveckling och samarbeten. Både rymdinstrument under utveckling och i rymden överstiger den önskade nivån med god marginal. Den positiva trenderna i internationella forsknings- och utvecklingssamarbeten ger en stabil grund för framtida framsteg inom rymdforskningen. Att antalet expertgranskade artiklar inte uppnår önskad nivå bedöms bero på en period då instrumentutveckling har legat i fokus samt att Juice-projektet har varit högsta prioritet.

IRF visar på en stark balans mellan forskning, industriellt samarbete och samhällsnytta och bedömer att samverkan med näringsliv och samhälle bedrivs i enlighet med myndighetens instruktion.



Bild 2.4: IRF:s atmosfärforskare använder olika kameror och en optisk radar, en så kallad lidar, för studier av polaratmosfäriska moln under årets kallaste månader.

2.2 Observatorieverksamhet

• Antalet observatorieinstrument med obrutna tidsserier under året: 86 procent - Tillfredsställande. (Se kapitel 1.2.2 Resultatindikatorer).

ANALYS: Med reservation för underbemanningen inom observatorieverksamheten, samt en begränsad driftbudget, anses 2024 års resultat som tillfredsställande. För att fortsätta klara av att leverera obrutna tidsserier och göra de underhållsarbeten som krävs behöver verksamheten mer personal.

Det vetenskapliga programmeringsarbetet försenades under 2024 på grund av sjukfrånvaro (med svårighet att hitta ersättare av medarbetare med specialistkompetenser) och hög arbetsbelastning relaterad till utveckling och renovering av observatorieinstrument. Detta har lett till längre väntetider för ingenjörsarbeten, vilket i sin tur ökat risken för avbrott i mätserier. I slutändan bidrar detta till en begränsad tid för forskarna att arbeta med dataanalys och publicering. Trots detta har antalet instrument som IRF ansvarar för ökat från 42 till 55, spridda över 12 olika orter.

IRF:s bedömning är att kompetensförsörjning och överlappning vid pensionsavgångar blir avgörande för att säkerställa fortsatt hög kvalitet i verksamheten. Eftersom IRF har identifierat detta som en problematisk faktor, pågår arbete för att åtgärda bemanningen, men finansiering för nya tjänster är en central utmaning. För att uppnå obrutna tidsserier och genomföra nödvändigt underhåll krävs mer personella resurser.

BEDÖMNING: Trots utmaningar under året bedöms observatorieverksamheten resultat som mycket tillfredsställande.

2.3 Medverkan i utbildning

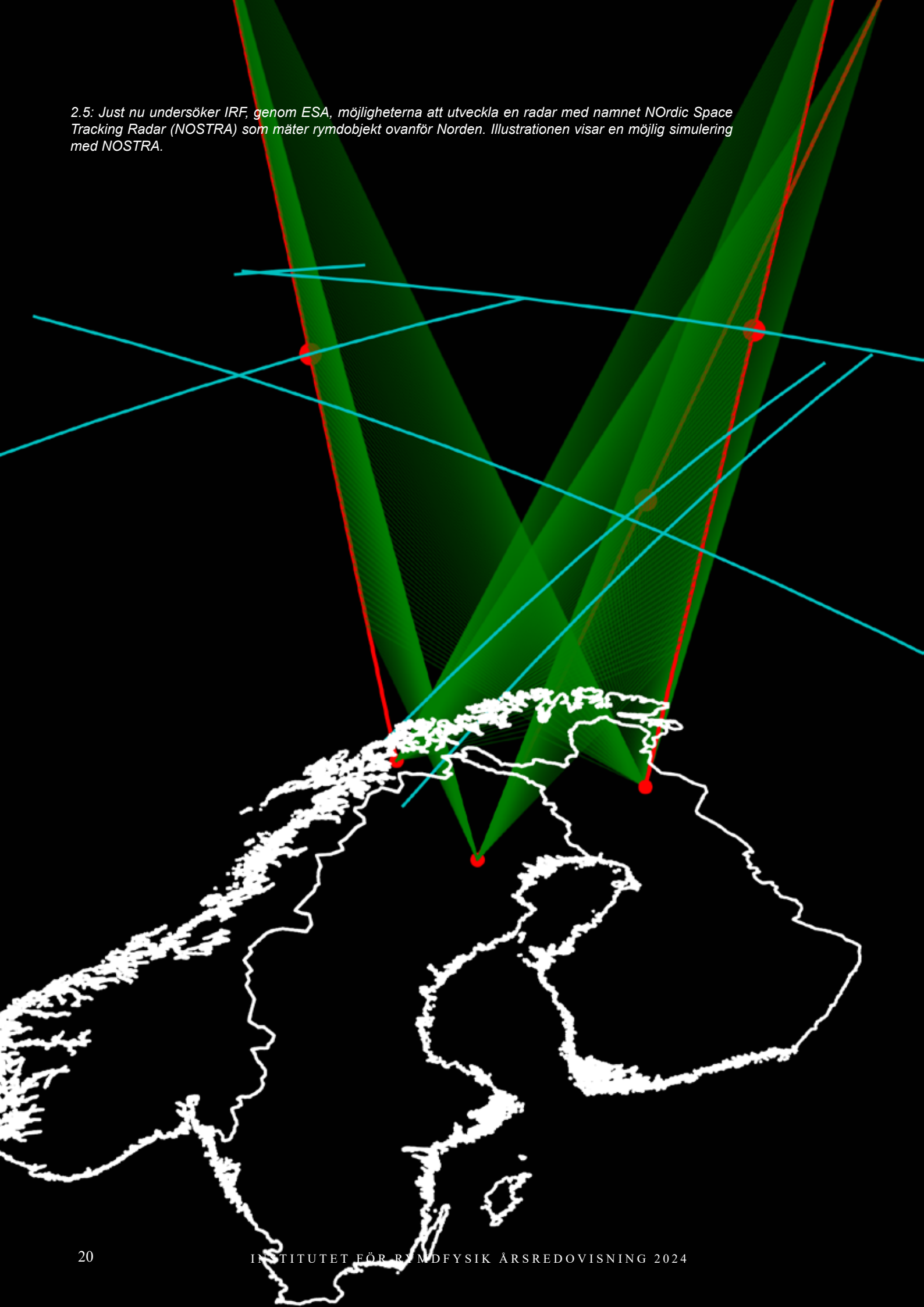
• Antal disputationer under senaste femårsperioden: 11 st - Tillfredsställande
 • Antal examensarbeten på mastersnivå under senaste femårsperioden: 44 st - Inte tillfredsställande
 • Antal seminarier under året: 68 st - Tillfredsställande
 (Se kapitel 1.2.2 Resultatindikatorer).

ANALYS: IRF har genomfört utbildningsinsatser enligt plan och upprätthållit en stabil nivå av doktorander. Antalet disputationer ligger i linje med förväntningarna och IRF bedömer att denna nivå är hållbar även framöver.

Pandemiåren 2020–2022 påverkade dock handledningen av examensarbeten på mastersnivå, främst på grund av begränsade möjligheter till denna typ av verksamhet under 2020. Under de efterföljande åren utvecklades alternativa lösningar men verksamheten var fortfarande begränsad. År 2023 hade handledningen av studenter återgått till normala nivåer, vilket möjliggjorde en återgång till planerad kapacitet.

BEDÖMNING: IRF:s utbildningsverksamhet har återgått till sin ursprungliga form efter några år med lite mindre verksamhet. Detta visar på att verksamheten är robust. Med detta som incitament är bedömningen att resultatet ligger på en tillfredsställande nivå.

2.5: Just nu undersöker IRF, genom ESA, möjligheterna att utveckla en radar med namnet NORDic Space Tracking Radar (NOSTRA) som mäter rymdobjekt ovanför Norden. Illustrationen visar en möjlig simulering med NOSTRA.



2.4 Ekonomiskt utfall 2024

IRF:s ekonomiska situation är stabil men utmanande. Ökningen av intäkter och kostnader beror på att IRF:s verksamheter använt mer av de tidigare oförbrukade bidragen. Detta eftersom en del projekt haft svårt med rekrytering samt att flera projekt är på väg att avslutas. Likviditeten är fortsatt god, men det negativa resultatet och minskningen av myndighetskapitalet visar att finansieringsbalansen kan bli ett problem när utgifterna fortsätter att öka.

För att säkerställa långsiktig hållbarhet behöver IRF öka sina intäkter ytterligare och arbeta aktivt med att minska kostnader. Det är viktigt att ta höjd för kommande utmaningar så som framtida rekryteringar på grund av pensionsavgångar, behovet av specialistkompetenser samt nya förhandlingar gällande hyresavtal med mera.

2.5 Sveriges utrikes-, säkerhets- och försvarspolitiska intressen

IRF ska i sin verksamhet beakta Sveriges utrikes-, säkerhets- och försvarspolitiska intressen. I en allt mer komplex och föränderlig omvärld blir det allt viktigare och därför är dessa intressen centrala frågor för IRF. Institutets verksamhet ska i sin helhet bedrivas i internationell samverkan. Under 2024 har ledningen för IRF diskuterat utredningen om en ansvarsfull internationalisering och även lämnat ett remissvar på delrapporten.

IRF levererade mätinstrumentet NILS till ESA för detektering av negativa joner på månens yta, ombord på månlandaren Chang'e 6. Inför detta hade IRF en dialog med Rymdstyrelsen och Inspektionen för strategiska produkter, ISP. ESA är i detta sammanhang ansvarig rymdorganisation och hanterar all kontakt med den kinesiska rymdstyrelsen. IRF agerar som leverantör till ESA, vilket möjliggör att svenska intressen kan bevakas genom Rymdstyrelsens, Utrikesdepartementets och andra myndigheters insyn och beslut i ESA:s kommittéer och råd. Vid eventuella framtida engagemang med instrumentering på kinesiska rymdfarkoster avser IRF att fortsatt bidra med instrumentering via ESA:s deltagande i sådana rymdprojekt.

Under 2024 fick IRF även i uppdrag av ESA att, i samarbete med norska och finska organisationer, studera en möjlig radaranläggning för inmätning av rymdobjekt. Uppdraget innefattar att samla in underlag och synpunkter från civila och militära intressenter i de tre länderna.

IRF:s säkerhetsskyddsanalys uppdaterades i december 2023. Under 2024 genomförde institutets IT- och säkerhetsskyddschef en kurs i säkerhetsskydd. IRF har etablerat en

dialog med säkerhetspolisen och Länsstyrelsen i Norrbotten i frågor om säkerhetsskydd.

BEDÖMNING: IRF:s bedömning är att institutet beaktar Sveriges utrikes-, säkerhets- och försvarspolitiska intressen i enlighet med instruktionen.

2.6 Redogörelse Informations-säkerhet

IRF använder IT-resurser från flera olika leverantörer och nyttjar externa IT-tjänster som hanteras av olika aktörer. Samtidigt hanteras nästan all kärnverksamhet internt med egen utrustning och personal. Om en IT-incident skulle inträffa kan verksamheten tryggt återupptas inom rimlig tid tack vare flera lager av en säkerhetskopiering.

Utmaningen för IRF avseende informationssäkerhet avser balansen mellan en hög IT- och informationssäkerhet och en flexibel och tillåtande IT-miljö som möjliggör ett effektivt arbete. Stor tillit läggs på personalens egna förmåga att agera säkert.

En intern analys av informationssäkerheten under 2024 visar att IRF har brister i uppföljningen av säkerhetsarbetet. För att undanröja bristerna avser IRF att höja personalens kompetens i IT- och informationssäkerhet genom en internutbildning under 2025. Internutbildningen kommer även att innehålla incidenthanteringsövningar för ledning och stödfunktioner.

Uppföljningsaktiviteter för IRF:s IT-arbete:

- Förbättra processer för forskningsdata – en systematisk genomgång och förberedelse inför övergång till e-arkivering.
- Centralisering och åtkomstbegränsning – en översyn av systemåtkomst för att säkerställa att endast nödvändig behörighet ges som standard.

BEDÖMNING AV SÅRBARHET: Mot bakgrund av det förändrade omvärldsläget bedömer IRF att institutet inte står inför ett ökat hot. Verksamheten är i huvudsak öppen och tillgänglig och IRF bedömer att institutet inte är ett primärt mål för riktade attacker. Däremot kan IT-incidenter hos tjänsteleverantörer, likt den mot TietoEvry under 2024, leda till störningar inom verksamheten.

IRF är också medveten om den ökade aktiviteten i rymden närmast jorden och hur det kan påverka säkerhetsläget. Existerande och framtida samarbeten inom rymdsektorn kommer därför att analyseras och kontinuerligt följas upp ur ett säkerhetsperspektiv.

Bild 3.1: Kamerorna inom mätsystemet ALIS_4D ses över kontinuerligt av Dr. Urban Brändström som är optisk norrskenforskarare och institutets observatoriechef. Under året försåg han en av kamerorna med åtta filter för en ökad möjlighet att studera ytterligare en önskad våglängd/färg.



3. Forskning och instrumentutveckling

Under 2024 bedrev IRF forskning och instrumentutveckling inom områdena atmosfärfysik, rymdfysik och rymdteknik. Institutets verksamhet är huvudsakligen inriktad på grundforskning men innehåller också inslag av direkta tillämpningar. Ett exempel är studier av rymdvädrets påverkan på satelliter i omloppsbana kring jorden samt på elektriska kraftsystem här på jorden.

Forskningen omfattar analyser av data från både markbaserade instrument och mätinstrument ombord på rymdsonder i solsystemet. Modeller, datorsimuleringar och teoretiska studier utgör viktiga delar av arbetet som ligger till grund för forskarnas publikationer och presentationer vid internationella konferenser.

Inom atmosfärfysik fokuserar IRF på dynamiska och kemiska processer vid höga latituder i både Arktis och Antarktis, för att förstå klimat och klimatförändringar. Under året genomfördes flera kampanjer, med bland annat EISCAT, för att studera jonosfären, atmosfären och rymdlägesbild. IRF deltog även i ballongflygningen TRANSAT, arrangerad av Frankrikes rymdmyndighet CNES, från Esrange till norra Kanada. Ombord fanns IRF:s kamerainstrument för nattlysande moln (NLC), som lyckades samla in tusentals bilder.

Forskningen inom rymdfysik har fortsatt att fokusera på mätningar av elektriska fält och plasmatäthet i rymden. Med data från Magnetospheric Multiscale-satelliterna (MMS) har IRF fördjupat studierna av hur elektroner och joner värms upp vid plasmachocker. Dessutom har data från Solar Orbiter, BepiColombo och Parker Solar Probe använts för att analysera chockvågen som bildas när solvinden interagerar med Venus.

IRF:s arbete inom rymdteknik omfattar utveckling, design, konstruktion och testning av avancerade mätinstrument för rymdsonder. Analysverktyg används för att skapa fysikaliska modeller som bidrar till studier av solsystemets fysik. Exempel på projekt är ESA:s Comet Interceptor, där IRF utvecklar ett instrument för att mäta joner och energirika neutrala atomer, samt det turkiska månuppdraget AYAP-1, där IRF bidrar med instrument för analys av månens yta. IRF levererar även en detektor för energirika neutrala atomer, till det indiska Venus-uppdraget Solar Wind particle AnalySer (VISWAS).

Utvecklingen av IRF SpaceLab, en testanläggning riktad till forskning och industri, har fortsatt framgångsrikt. Anläggningen har förstärkts med en vakuumtänk från universitetet i Bern, vilken spelar en nyckelroll i studier av joners växelverkan med olika ytor.

	2022	2023	2024
Sol-,rymd- och atmosfärforskning			
Anslag	13 199	12 411	13 501
Övriga intäkter	5 000	7 344	8 444
Summa programkostnader	18 199	19 755	21 945
Solsystemets fysik och rymdteknik			
Anslag	18 636	19 028	19 469
Övriga intäkter	22 055	20 357	22 587
Summa programkostnader	40 691	39 385	42 056
Rymdplasmafysik			
Anslag	20 590	21 044	20 485
Övriga intäkter	19 934	21 475	25 075
Summa programkostnader	40 524	42 519	45 560
Observatorieverksamhet			
Anslag	7 626	8 849	8 012
Övriga intäkter	1 582	3 111	3 125
Summa programkostnader	9 208	11 960	11 137
Forskarutbildning			
Anslag	2 464	1 934	2 342
Övriga intäkter	7 653	7 056	9 872
Summa programkostnader	10 117	8 990	12 214
Grundutbildning			
Anslag	161	147	153
Övriga intäkter	684	718	918
Summa programkostnader	845	865	1 071
Informationsaktiviteter			
Anslag	882	929	1 115
Övriga intäkter	460	825	348
Summa programkostnader	1 343	1 753	1 462

Tabell 3.1: Finansiering av programkostnader och direkta kostnader 2022, 2023 och 2024. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelning av gemensamma kostnader (tkr i löpande priser).

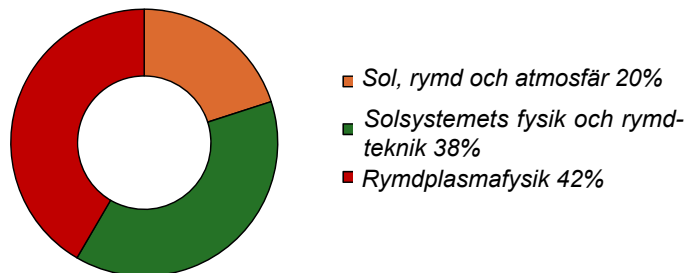


Bild 3.2: Procentuell fördelning av kostnader, för forskning och instrumentutveckling, mellan de tre forskningsprogrammen.

3.1 IRF:s forskningsprogram



Bild 3.3: Tusentals bilder av nattlysande moln samlades in av IRF:s kameror under den transatlantiska ballongflygningen i stratosfären som genomfördes i juni månad från Esrange till norra Kanada.

"Nedmonteringen av Kirunas ikoniska "öra mot rymden" markerade slutet på en era och övergången till en ny era med EISCAT_3D. Den gamla jätteantennen, tillsammans med radarstationerna i Norge och Finland, har bidragit till IRF:s forskning under fyra decennier."

- Johan Kero -





Sol-, rymd- och atmosfärforskning

Inom forskningsprogrammet studerar IRF atmosfären i Arktis, närmiljön i rymden samt vilka effekter som solens aktivitet har på jordens atmosfär och magnetosfär, det närområde i rymden, där jordens magnetfält har avgörande inflytande på rörelsen hos laddade partiklar.

Solens aktivitet är inte konstant utan varierar i cykler som varar i ungefär elva år. Under 2024 närmade sig solen sin mest aktiva period vilket innebär kraftiga soleruptioner och koronamassutkastningar. Detta innebär explosiva händelser på solen då mycket stora mängder partiklar kastas ut med solvinden. En del har varit jordriktade och gett upphov till geomagnetiska stormar, händelser som påverkar jordens magnetosfär och innebär kraftiga norrsken. Solens aktivitet har under året varit något högre än förväntat.

Material från rymden - stoft och gruspartiklar - så kallade meteoroider, infaller i jordens atmosfär och kan ses på himlen som stjärnfall – meteorer. Den jordnära rymden innehåller även satelliter och rymdskrot som ökar i en aldrig tidigare skådad takt i och med utbyggnaden av nya satellitkonstellationer. IRF bedriver forskning om både meteoroider och hur mycket rymdskrot som finns i omloppsbana runt jorden. Forskningsområdet är tvärvetenskapligt och sträcker sig från meteorer till övergripande rymdlägesbild, vilket utgör grunden till hållbart utnyttjande av rymdteknik.

Programmet leder även internationella kampanjer för att observera nattlysande moln (NLC). Molnen är de högst belägna i jordens atmosfär på sommaren när temperaturen där är som lägst. Molnen syns som stora vågstrukturer och består av mycket små iskristaller som bildas runt stoftpartiklar.



Bild 3.4: Dr. Johan Kero är chef för forskningsprogrammet Sol-, rymd- och atmosfärforskning.

i

Visste du att...

IRF har utvecklat en mobilapp som i realtid ger notiser om när norrsken är synligt för blotta ögat över Kirunaområdet?

Appen IRF Aurora Alert är kostnadsfri och tillgänglig för nedladdning via App Store och Google Play.



Bild 3.5: Under året påbörjade IRF en driftsättning av sex nya meteorkameror i den norra delen av landet för att öka möjligheterna till meteorstudier. Forskarna hoppas exempelvis på att finna meteoriter i norra Sverige och möjliggöra simultana mätningar mellan olika instrument i området.

Händelser, resultat och utveckling inom programmet

Vetenskapliga höjdpunkter: Mellan den 10-12 maj inträffade de kraftigaste geomagnetiska stormarna på flera decennier. Stormarna orsakades av en serie jordriktade koronamassutkastningar och soleruptioner. IRF följde utvecklingen i de aktiva områdena på solen och informerade regelbundet svenska aktörer om resultaten från aktuella rymdväderprognoser och bistod med analyser av händelseförloppet. IRF bidrog till att stödja bland annat Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) i deras arbete som beredskapsmyndighet med att skydda samhällets kritiska infrastruktur.

De geomagnetiska stormarna påverkade driften av elkraftnät men medförde inga omfattande negativa konsekvenser. Den mest anmärkningsvärda konsekvensen visade sig vara de kraftiga norrsken som kunde ses långt söderut på flera platser runt om i världen. Genom detaljerade kamerabilder av blått norrsken, insamlade av amatörfotografer i Japan, har forskare för första gången kunnat identifiera geomagnetiskt fältparallella norrskensstrukturer på sydliga breddgrader.

Forskare inom programmet har upptäckt ett tidigare okänt ”syskon” till ljusfenomenet Strong Thermal Emission Velocity Enhancement (STEVE) som har en norrskenliknande form som framträder som ett lilafärgat ljusfenomen söder om norrskensovalen på jordens kvällssida. Upptäckten av det nya ljusfenomenet gjordes med hjälp av firmamentkamerabilder från Ramfjordmoen i Norge och satellitdata från SWARM. Det nya ljusfenomenet uppträder norr om norrskensovalen och på jordens morgonsida.

Denna upptäckt öppnar upp för nya insikter om processer i jordens atmosfär och magnetosfär.

I slutet på juni genomförde Frankrikes myndighet för rymdfart (CNES) ballongflygningen TRANSAT som färdades på cirka 40 kilometers höjd i stratosfären från Esrange till norra Kanada. IRF:s kamerainstrument för nattlysande moln (NLC) fanns ombord och samlade in tusentals bilder. Bilderna visar att NLC förekom kontinuerligt i atmosfärens mesopaus (85 kilometers höjd) under hela flygningen. Resultaten har stor vetenskaplig betydelse och ger värdefulla insikter om temperatur och vattenånga i mesopausen. Ballongflygningen kompletterades med en omfattande kampanj av markbaserade instrument, inklusive lidarobservationer från Esrange, lidar och radar från Andøya Space samt EISCAT:s VHF-radar. De markbaserade observationerna bekräftade förekomsten av ispartiklar i mesopausen samtidigt som ballongen passerade över norra Skandinavien. Genom att kombinera data från ballongflygningen med markbaserade observationer ges möjlighet till studier av de rumsliga och tidsmässiga variationerna i molnen, både i stor skala och med mycket detaljerad upplösning.

Ytterligare en höjdpunkt handlade om de tunga molekyl- och metalljonerna som finns i jordens magnetosfär. Sedan 70-talet har tunga joner observerats i satellitdata, men tidigare studier har främst fokuserat på joner med ursprung i solvinden. Forskningsprogrammet har lett ett internationellt team för att kartlägga samtliga källor till dessa joner.

För att utvärdera de tunga jonernas möjliga ursprung granskade forskarna alla tillgängliga observationer från olika instrument och metoder samt använde resultat från modeller av den globala atmosfäriska cirkulationen. För att hantera studiens tvärvetenskapliga natur formades teamet med experter på en rad områden, exempelvis magnetosfären, jonosfären, atmosfärens dynamik och kemi, meteoror, rymdskrot, månen samt solvinden. Ett exempel på en central fråga som studien lyft fram är hur inflödet av rymdmaterial från återinträden av satelliter påverkar atmosfären.

Pågående projekt: IRF är medlem i valideringsteamet för lidarsystemet ATLID (Atmospheric Lidar) på ESA-satelliten Earth Cloud, Aerosol and Radiation Explorer (EarthCARE) som sköts upp i maj. Programmet ska studera cirrusmoln och polarstratosfäriska moln med IRF:s markbaserade lidarsystem i Kiruna och jämföra med data från ATLID när satelliten passerar över regionen.

Ett flertal kampanjer har genomförts med EISCAT för olika studier inom jonosfärfysik, atmosfärforskning och rymdlägesbild. IRF leder ett projekt, finansierat av ESA, för att utvärdera nordiska aktörers behov och krav för baninmätning och karakterisering av rymdobjekt. Genom simuleringar och jämförelser mellan olika typer av radar-system sammanställer forskarna en övergripande teknisk beskrivning för hur en ny nordisk radar som är optimerad för inmätningar av rymdobjekt, Nordic Space Tracking Radar (NOSTRA), skulle kunna realiseras.

Forskningsprogrammet utvecklar ett nytt meteor-kameranätverk som i internationell samverkan ska bidra till övervakning av meteoror och nya forskningsmöjligheter. Etablering av stationer i norra Sverige, samt utveckling av stationsmjukvara, har påbörjats med stöd från bland annat

Kungliga Vetenskapsakademien (KVA).

Uppgradering av IRF:s mikrovågsradiometer Kiruna Millimeter Wave Radiometer (KIMRA) har möjliggjort analyser av emissionslinjer från syremolekyler i mellanatmosfären. Mätningar visar tydligt den effekt som jordens magnetfält har på de magnetiska syremolekylerna. Emissionslinjerna delas upp inom magnetfältet, vilket kallas för Zeemaneffekten. Projektet har därmed tagit ett stort steg mot att kunna fastställa temperaturprofiler i mellanatmosfären, vilket är nästa mål i forskningen. Uppgraderingen av KIMRA har också möjliggjort kontinuerliga observationer, utöver ozon, av syrets förekomst i mellanatmosfären.

Forskningsprogrammet deltar i ett internationellt projekt finansierat av NATO Science for Peace and Security som syftar till att karakterisera vindförhållanden på gränsen till rymden, vid 100 kilometers höjd, över Andöya Space och Esrange Space Center med hjälp av ett nordiskt nätverk av meteorradarsystem. IRF har vetenskapligt ansvar för meteorradarn på Esrange som under året uppgraderats för att möjliggöra synkroniserade mätningar med andra system.

Sammanfattad bedömning: Programmet har under året genomfört flera framgångsrika kampanjer. Forskare har deltagit i internationella konferenser och samarbeten med andra forskningsaktörer och myndigheter. Ett antal nya projektidéer har genererat kvalitativa ansökningar om forskningsmedel, varav vissa har beviljats och andra har inte beviljats. Antalet publicerade artiklar var lägre än förväntat, främst på grund av tidskrävande dataanalys. Trots utmaningar, som påverkat delar av verksamheten, bedöms årets resultat som tillfredsställande.

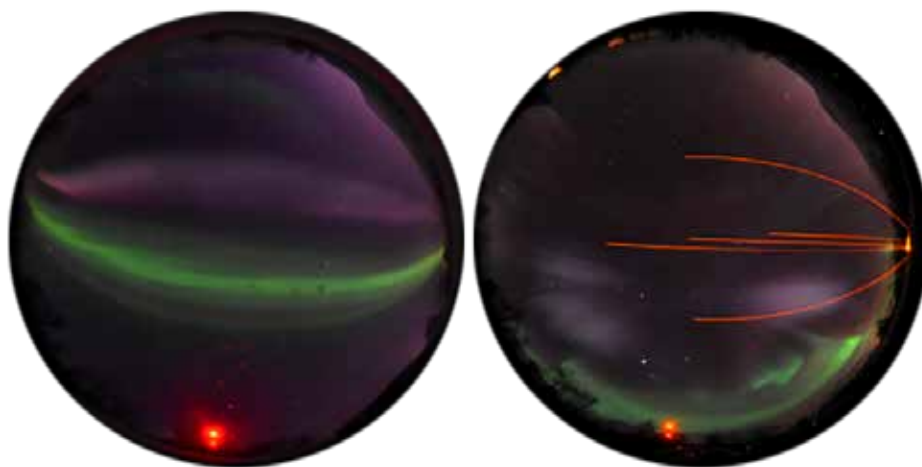


Bild 3.6: Ett tidigare okänt "syskon" till ljusfenomenet Strong Thermal Emission Velocity Enhancement (STEVE) har upptäckts av IRF-forskare. Medan STEVE syns söder om norrskensovalen och på jordens kvällssida uppträder det nya ljusfenomenet norr om norrskensovalen och på morgonsidan av jorden. Foto: Sota Nanjo

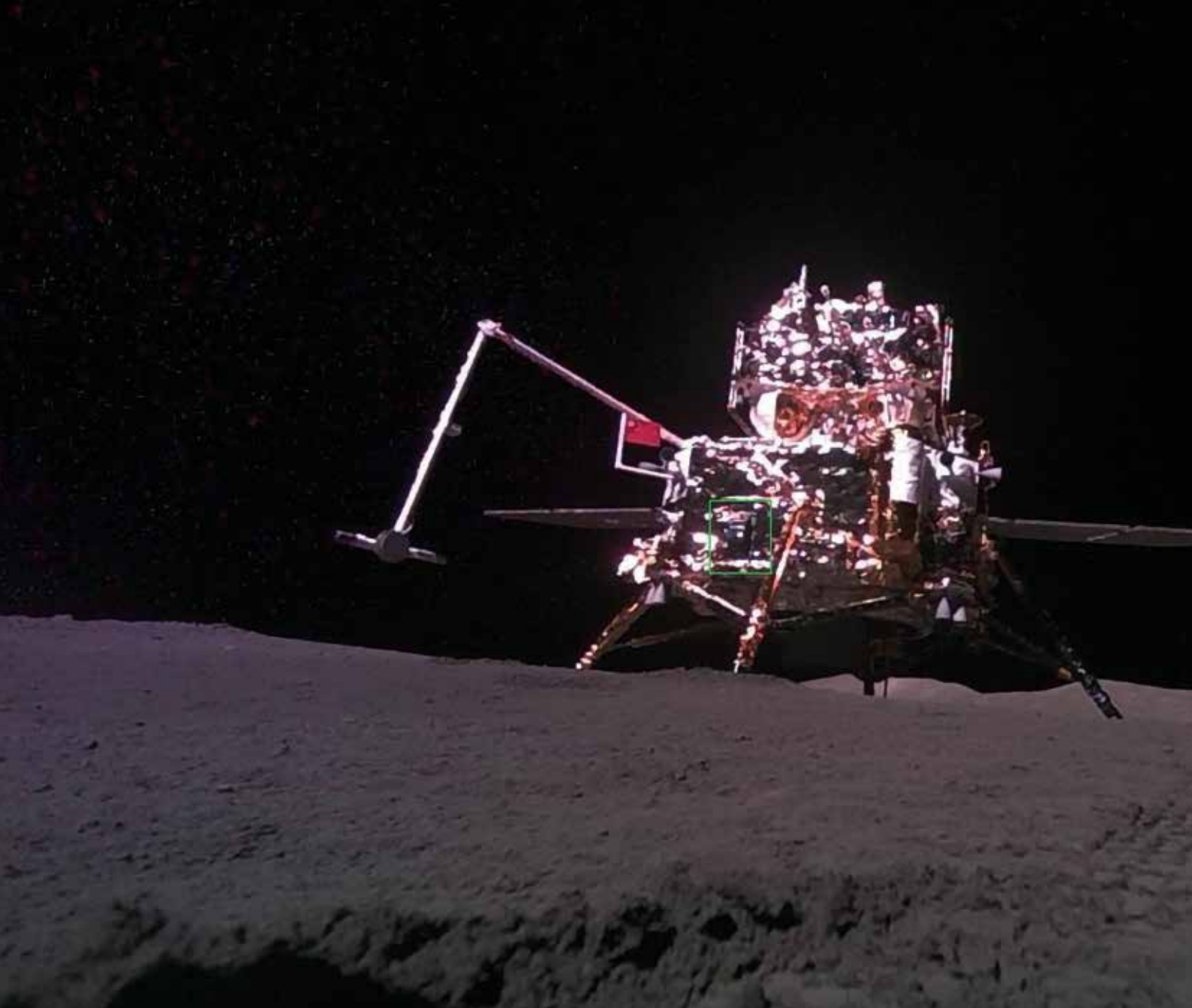


Bild 3.7: I början av juni upptäckte instrumentet Negative Ions at the Lunar Surface (NILS), ombord på Chang'e-6, negativa joner på månens yta. Instrumentet levererades av IRF till ESA inom ramen för ESA:s samarbete med Chinese National Space Administration (CNSA). Bild: CNSA/CLEP

"Den 2 juni 2024 uppmätte vi för första gången någonsin negativa joner på månens yta!"

- Stas Barabash -

i



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 utvecklas instrument för satellitbaserade mätningar. Instrumenten mäter flöden av partiklar: joner, elektroner och energirika neutrala atomer. Inom programmet utförs samtliga led i instrumentutvecklingen - från design, tillverkning, kalibrering till drift av instrumenten.

Inom forskningsprogrammet genomförs även utvecklingen av IRF SpaceLab, vilket är en infrastruktur för tester och kalibrering av rymdinstrument. IRF samarbetar med ett stort antal forskargrupper i många länder när det gäller forskning och instrumentutveckling.

i

Visste du att...

Mars hade oceaner av vatten för miljarder år sedan. Vattnet är nu borta och forskarna vet inte vart det tagit vägen.



Bild 3.8: Professor Stas Barabash är chef för forskningsprogrammet Solsystemets fysik och rymdteknik.



Bild 3.9: I augusti flög Juice, som första rymdsond någonsin, förbi månen och 1,5 dagar senare jorden, för att få gravitationsassistans på sin resa mot Jupiter. Förbiflygningarna innebär värdefulla instrumentkalibreringar för instrumentpaketet Particle Environment Package (PEP) som IRF ansvarar för. Bild: ESA/Juice/JMC

Händelser, resultat och utveckling inom programmet

Vetenskapliga höjdpunkter: Under 2024 har programmet arbetat med att färdigställa och utveckla instrument för framtida mätningar på månen och i omlopp runt Mars och Venus samt vid en komet.

En stor framgång under året för forskningsprogrammet var upptäckten av negativa joner på månens yta. Instrumentet Negative Ions at the Lunar Surface (NILS) utvecklades och byggdes av programmet för ESA inom ramen för ESA:s samarbete med Chinese National Space Administration (CNSA). NILS landade på månen i juni, ombord på den kinesiska landaren Chang'e-6, och blev därmed ESA:s första instrument någonsin på månens yta. NILS blev även det första dedikerade instrumentet någonsin att mäta negativa joner bortom jordens jonosfär.

Upptäckten av de negativa jonerna från solvindens interaktion med månen har en grundläggande betydelse för att bättre förstå sig på månen och andra atmosfärlösa kroppar i solsystemet. Framgångarna med NILS la grunden för IRF till fler samarbetsprojekt med ESA avseende landningar på månen med hjälp av amerikanska eller kinesiska rymdsonder.

Forskare inom programmet upptäckte att under vissa förhållanden kan den inducerade magnetosfären på Mars degenerera. En inducerad magnetosfär bildas när en planet saknar ett inre magnetfält och dess atmosfär växelverkar direkt med solvinden. Upptäckten presenterades i tidskriften Nature under oktober månad. Datormodeller samt observationer från IRF-instrumentet ASPERA-3 ombord på Mars Express låg bakom forskarnas upptäckt.

Under året flög Mars Express igenom de ekvatorssken

som finns vid Mars och ASPERA-3 lyckades observera de elektronflöden som ger upphov till skenet och UAE-sonden Hope tog bilder på skenet.

Jonflödena kring kometen 67P fortsätter att studeras med forskningsprogrammets instrument som fanns ombord på rymdsonden Rosetta. Fokus för studierna under 2024 var hur protonerna i solvinden växelverkar med joner från kometen.

Pågående rymdmissioner: Programmet deltar i flertalet pågående rymdmissioner. På den europeiska och japanska missionen till Merkurius, BepiColombo, bidrar forskningsprogrammet med två instrument. Energetic Neutrals Analyzer (ENA), ombord på BepiColombos japanska satellit Mercury Magnetospheric Orbiter, och jondetektorn Miniature Ion Precipitation Analyzer (MIPA), ombord på BepiColombos europeiska satellit Mercury Planetary Orbiter.

Instrumenten ska utforska Merkurius och dess magnetosfär. BepiColombos ankomst till Merkurius är försenad till 2026 på grund av problem med den elektriska framdrivningen. Under året utfördes två förbiflygningar av Merkurius och IRF genomförde mätningar med de egna instrumenten.

Inom det europeiska Jupiterprojekt Jupiter ICy Moons Explorer (Juice) leder forskare inom programmet ett konsortium bestående av elva internationella forskargrupper med ansvar för ett partikelinstrument, Particle Environment Package (PEP). Juice har en planerad ankomst till Jupiter 2031 och projektet sträcker sig över minst 20 år och slutförs efter tre år vid Jupiter.

I augusti gjordes mätningar med PEP under en unik förbiflygning av månen och ett dygn senare jorden för att få gravitationsassistans på den åtta år långa resan.

IRF:s ENA- detektor, Advanced Small Analyzer for Neutrals (ASAN), befinner sig sedan januari 2019 på månens baksida ombord på den kinesiska mån bilen Yutu-2. Mån bilen fanns ombord på rymdfarkosten Chang'e 4 som blev först med att landa på månens baksida. ENA-detektorn samlar fortsatt in mätdata när mån bilen står stilla.

ASPERA-3 är ett IRF-instrument ombord på rymdsonden Mars Express. Instrumentet har under 21 år observerat rymdmiljön kring planeten Mars. Mars Express kommer att vara fortsatt aktiv fram till slutet av 2028, eventuellt längre.

Framtida rymdmissioner: ESA-projektet Comet Interceptor syftar till att genomföra de första flerpunktsmätningarna vid en komet och planeras att skickas iväg från jorden 2029 för att jaga ifatt och studera en ny komet i solsystemet. IRF bidrar med en detektor för joner och energirika neutrala atomer, även kallad Solar wind Cometary Ions and Energetic Neutral Atoms (SCIENA) samt en bom avsedd för en plasmasond.

Den indiska rymdorganisationen ISRO planerar att sända en sond till Venus. IRF har valts ut för att leverera en detektor av energirika neutrala atomer, Venusian Neutrals Analyzer (VNA). Detektorn är en del av Venus Ionospheric and Solar Wind particle AnalySer (VISWAS) som utvecklas av Space Physics Laboratory (SPL), Trivandrum, Indien. Uppsändning är planerad till 2027.

IRF medverkar i den turkiska månsonden AYAP-1 som är planerad att skickas iväg 2026. Instrumentet Lunar Neutrals Telescope (LNT) byggs av IRF för att bidra till kunskap om hur ämnen på månens yta varierar i olika områden på månen.

Det pågår ett kontinuerligt arbete för att säkra deltagande i framtida hårdvaruprojekt, exempelvis i projektet Mars Magnetosphere ATmosphere Ionosphere and Space-weather ScienceE (M-MATISSE) som valts ut av ESA som en av tre kandidater för ESA:s nästa medium mission. Under året pågick utvecklingen av en ny jondetektor för missionen.

Programmet arrangerade en workshop i Storforsen, Norrbotten, för Lunar Plasma Interdisciplinary Network (LuPIN) med 30 deltagare från Europa, USA och Japan.

Utvecklingen av IRF SpaceLab, som är en anläggning för både forskning och industri, har fortsatt under 2024. Anläggningen erbjuder omfattande möjligheter att testa och kvalificera rymdrelaterad hårdvara i projekt där ballonger, raketer, satelliter och markbaserad mätteknik används. I nuläget byggs ett antal delsystem upp, såsom skakmaskin, strålkälla, lagringstank, samt vakuumsystem. IRF SpaceLab ligger i linje med regeringens nationella rymdstrategi och kan vara av betydelse för kommande satellituppskjutningar från Esrange. Målsättning är att IRF SpaceLab ska vara en bidragande faktor till att nya rymdföretag och aktörer etablerar sig i Kiruna.

Sammanfattad bedömning: Forskningsprogrammets år har varit framgångsrikt med fem aktiva mätinstrument i rymden, viktiga förbiflygningar och bland annat en publicering i Nature. Utöver detta har förstaförfattarpublikeringarna ökat. Samarbetet med USA genom Artemis-avtalet stärker den internationella närvaron. Den tekniska utvecklingen, ESA-finansierade projekt och instrument för framtida uppdrag pågår enligt programmets planering. IRF SpaceLab har utökats med vakuumtanken ILENA, vilket stärker instrumentutvecklingen. Med vetenskapliga framsteg, samarbeten och tekniska framsteg har programmet levererat ett tillfredsställande resultat.



Bild 3.10: Deltagare på LUPIN 2 i Storforsen. En konferens som anordnades av IRF under hösten 2024.

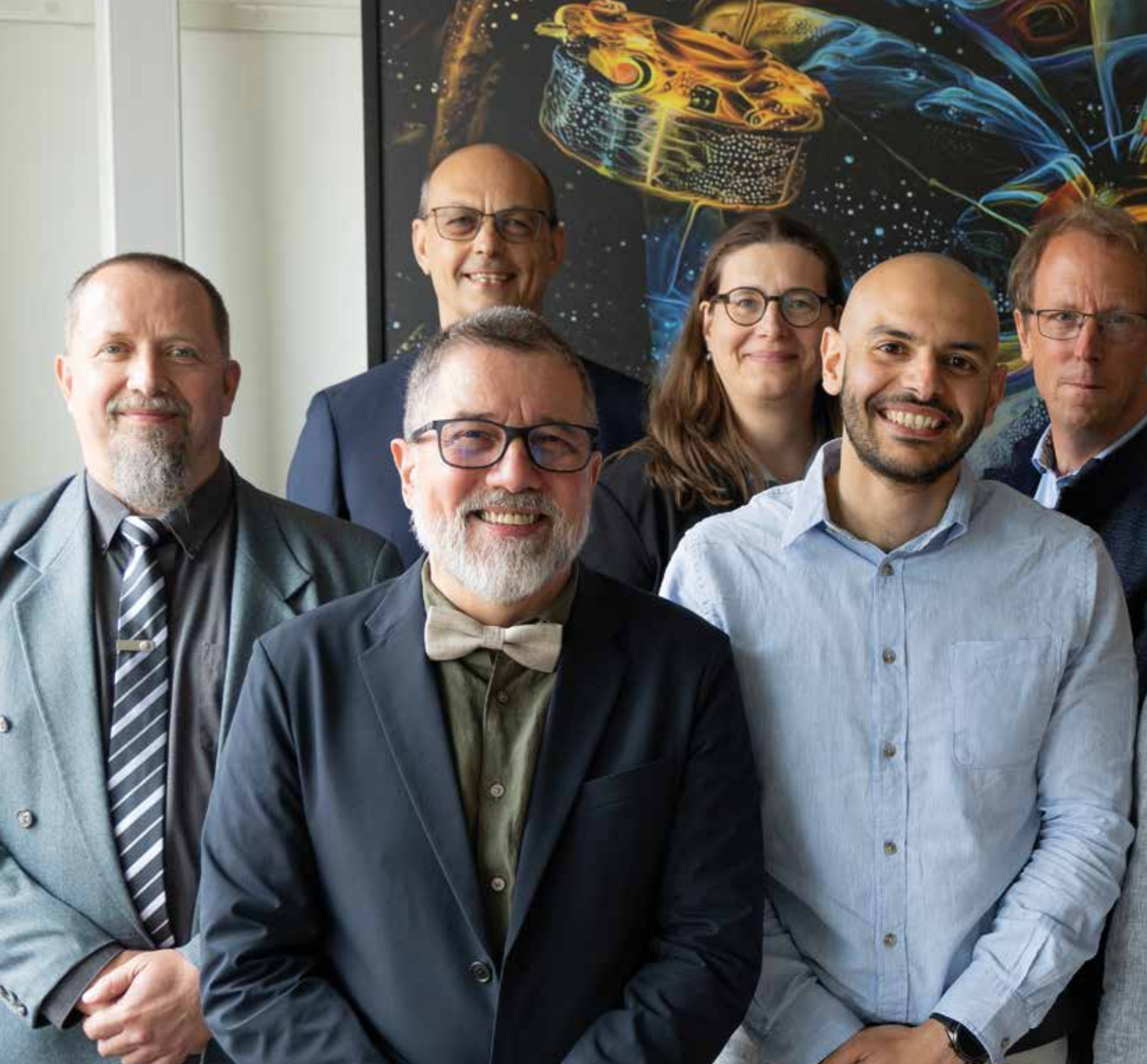


Bild 3.11: Under våren disputerade Ahmad Lalti (i mitten) med forskning om en av universums mest effektiva partikelacceleratorer – kollisionsfria chocker. Forskningen bygger på analyser av data från Magnetospheric Multiscale (MMS)-satelliterna. Opponent var Dr. Christian Mazelle (till vänster om Ahmad) från Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie, Frankrike.

"Chockvågor skickas kontinuerligt ut av solen i området kring solen som omger planeterna, men är det så att det finns permanenta chockvågor runt alla planeter i solsystemet? Sådana chockvågor var årets huvudfokus för forskningsprogrammet."

i

- Yuri Khotyaintsev -



Rymdplasmafysik

Programmet Rymdplasmafysik studerar plasma i rymden, en elektrisk laddad gas som utgör 99 procent av den synliga materien i universum. Programmet utför mätningar med instrument som är placerade ombord på rymdsonder. Instrumenten mäter elektriska och magnetiska fält, plasmatathet samt vågrörelser i fälten och i plasmatatheten. Programmet har för närvarande instrument på flera rymdfarkoster i omloppsbanor runt jorden, en i bana runt solen, samt på rymdsonder som är på väg till Merkurius och Jupiter. Programmet utvecklar också instrument för framtida rymdfarkoster med syftet att studera plasmaprocesser runt jorden och Mars samt för studier av en ny komet.

Forskningsprogrammet studerar grundläggande plasmaprocesser såsom magnetisk omkoppling, chockvågor och turbulens, samt hur plasma interagerar med himlakroppar i solsystemet. Forskningen syftar till att skapa en förståelse för rymdplasma runt jorden och andra planeter vilket möjliggörs genom att forskarna bygger fysikaliska modeller baserat på mätningar som utförs med IRF:s instrument. Modellerna bidrar till en förståelse för de områden i rymden där direkta mätningar är omöjliga eller mycket svåra att utföra, exempelvis i närheten av solen och andra stjärnor och i finstrukturen i fusionsplasma.

Programmets forskning bidrar även till att förbättra rymdväderprognoserna för Sverige vilket i sin tur innebär att skyddet av samhällskritisk infrastruktur kan stärkas. Vi fokuserar bland annat på geomagnetiska inducerade elektriska strömmar och deras påverkan på det svenska elkraftnätet.



Bild 3.12: Professor Yuri Khotyaintsev är chef för forskningsprogrammet Rymdplasmafysik.

i

Visste du att...

Till skillnad från i atmosfären runt omkring oss, där en molekyl kolliderar med andra molekyler en miljard gånger per sekund, är kollisioner i den interplanetära rymden ytterst sällsynta.

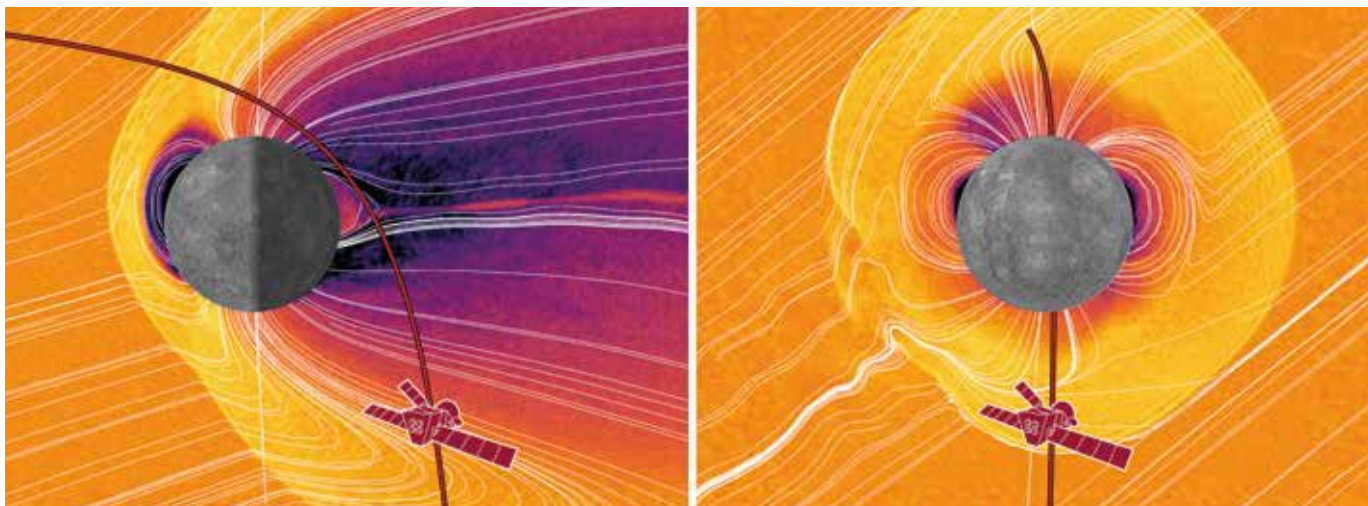


Bild 3.13: Under hösten genomförde den europeiska och japanska rymdsonden BepiColombo en fjärde förbiflygning av Merkurius för att minska dess hastighet och ändra riktning i rymden. Forskningsprogrammet är tillsammans med KTH ansvarig för ett instrument ombord på BepiColombo som kommer att mäta elektriska fält kring Merkurius. Illustrationer: Willi Exner – ESA & TU Braunschweig.

Händelser, resultat och utveckling inom programmet

Programmet leder konsortiet för instrumentet Radio and Plasma Waves Investigation (RPWI) ombord på ESA:s rymdsond Juice som är på väg för att studera Jupiters isiga månar. Instrumentet fungerar enligt plan och mäter elektromagnetiska fält och plasmatäthet. För närvarande pågår fortsatta tester och utveckling av mjukvara till RPWI.

Forskningsprogrammet har under året fortsatt sina mätningar ombord från ESA:s och NASA:s rymdsond Solar Orbiter som befinner sig i omlopp runt solen på olika avstånd. IRF är delaktiga i elektroniken till ett instrument som mäter elektromagnetiska fält och plasmatäthet samt undersöker solvinden. Under kommande period kommer omloppsbanan för Solar Orbiter att ändras för att observera solens poler.

IRF är delaktiga i ett instrument som är på väg till Merkurius ombord på BepiColombos rymdsond Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO). Instrumentet kommer att mäta elektriska fält och ska undersöka Merkurius magnetosfär. Mätningarna påbörjas under 2026.

Forskarna arbetar kontinuerligt med analys av data från olika rymdprojekt som inte längre är aktiva. Exempelvis rymdsonden Rosetta, med instrument från IRF, som studerade plasmaomgivningen runt kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko samt från rymdsonden Cassini och det IRF-instrument som gjorde mätningar i Saturnus övre atmosfär och runt månarna Titan och Enceladus. Forskningsprogrammet analyserar dessutom data från IRF:s instrument Electric Field and Waves (EFW) ombord på ESA:s Cluster-satelliter som var aktiva mellan 2000 - 2024.

Mätningarna från NASA:s MMS-satelliter har fortsatt som planerat under året. De fyra satelliterna formationsflyger i jordens magnetosfär och mäter elektriska fält med IRF:s instrument. Även ESA:s Swarm-satelliter använder IRF:s detektorer för att kartlägga plasma och strömmar i rymden med syftet att förstå jordens magnetfält och små strukturer i rymden.

Pågående forskning, analyser och undersökningar innefattar bland annat: fysiken i små magnetiska områden där energi överförs till laddade partiklar samt chockvågors funktion i kollisionsfritt plasma och dess partikel-acceleration. Atmosfärisk och jonosfärisk förlust från jorden, Mars och månen Titan samt forskning om kometers utveckling nära solen är exempel på pågående forskning inom forskningsprogrammet.

Vetenskapliga höjdpunkter: Chockvågor uppstår varje gång ett överljudsmedium, som exempelvis rymdplasma, stöter på ett hinder. Plasman, som består av laddade joner och fria elektroner, värms upp av chockvågen genom interaktioner med elektromagnetiska fält. Med hjälp av data från de fyra Magnetospheric Multiscale-satelliterna (MMS) undersökte programmet hur elektroner och joner värms upp vid plasmachocker och hur plasmauppvärmning sker nedströms från chocker.

Programmet använde Solar Orbiter för att undersöka vågor som är viktiga för partikeluppvärmning vid interplanetära chocker. Dessutom har Solar Orbiter, BepiColombo och Parker Solar Probe använts för att undersöka omfattningen av chocken som bildas vid solvindens interaktion med Venus.

Under året lyckades forskare inom programmet spåra effekten av oönskade geomagnetiska inducerade elektriska strömmar (GIC) i stora markbaserade ledare till en tydlig struktur inuti en interplanetär koronamassutkastning. En incident med en svensk krafttransformator användes för att avgöra om den var relaterad till GIC.

Solstormar utgör ett betydande hot mot jordens teknologi och påverkar samhället och ekonomin genom störningar i elnätet. Vid solutbrott släpps ibland stora mängder plasma ut som färdas i den interplanetära rymden. När ett utkast når jorden interagerar det med jordens närmiljö genom att deformera och komprimera jordens magnetfält. Magnetisk omkoppling i rymden innebär en betydande omstrukturering av magnetfält vilket ger explosiva omvandlingar av magnetisk energi till kinetisk energi. Omkopplingen producerar snabba plasmastrålar som undersöks av IRF med hjälp av data från NASA:s Magnetospheric Multiscale-satelliter genom bland annat XFLARE-projektet (eXtreme plasma flares), och i FBURST-projektet (Field-aligned currents in the ionosphere and Burstybulk flows in magnetotail) där kopplingen mellan de snabba plasmastrålar som finns i jordens magnetosfär till processer i jonosfären samt geomagnetiska inducerade elektriska strömmar (GIC) är huvudfokussamt.

Instrument på framtida rymdsonder: Programmet utvecklar ett instrument till ESA:s rymdsond Comet Interceptor som ska studera en ny komet som aldrig tidigare varit i närheten av solen. Instrumentet är under tillverkning och kommer att studera material som blåser ut från kometen.

Programmet har en ledande roll i ESA:s kommande rymdmissioner Mars Magnetosphere ATmosphere Ionosphere and Space weather Science (M-MATISSE) och Plasma

Observatory. M-MATISSE kommer att studera den komplexa växelverkan mellan Mars atmosfär och dess rymdmiljö med hjälp av två rymdfarkoster med identisk instrumentering. Programmet leder instrumentkonsortiet Combined Magnetic and Plasma Sensor Suite (COMPASS) ombord på M-MATISSE.

Rymdmissionen Plasma Observatory omfattar sju rymdfarkoster som syftar till att få en ökad kunskap om rymdmiljön närmast jorden. Programmet leder konsortierna för instrumenten Electric Field Instrument (EFI) och Fields and Wave Processor (FWP). Båda instrumenten är tänkta till huvudfarkosten. IRF kommer även att bidra till de elektriska fältinstrumenten på de sex mindre rymdfarkosterna.

I framtiden hoppas forskningsprogrammet kunna testa en prototyp av en miniatyriserad Langmuirsond (LP3). Instrumentet är under utveckling och kommer att vara komplett med både sonder och elektronik och ska uppfylla ESA:s kriterium för hårdvara. Detta innebär att instrumentet efter projektets avslut ska räknas som redo för produktion av flyghårdvara. Prototypen ska utformas så att den är kompatibel och kan kommunicera med en cubesat eller mikrosatellit. Målet är att hitta en möjlighet att testa instrumentet i en framtida rymdmission.

Sammanfattad bedömning: Forskningsprogrammet har haft ett produktivt år med cirka 50 publikationer och framgångsrika samarbeten inom XFLARE- och FBURST-projekten. Viktiga forskningsområden inkluderar kollisionss-fria chockvågor, magnetisk omkoppling och rymdväder. Programmet har fortsatt stödja rymduppdrag genom dataleveranser och kalibrering. Hårdvaruutvecklingen för ESA:s Comet Interceptor samt nya projekt som M-MATISSE och Plasma Observatory följer plan. Sammantaget är resultaten tillfredsställande.



Bild 3.14: Som postdoktor bidrar Moa Persson (till vänster) och doktoranden Ida Svenningsson till framsteg och forskningsresultat inom forskningsprogrammet Rymdplasmafysik som består av drygt 40 medarbetare.

Bild 3.15:IRF:s forskningsresultat publiceras i olika vetenskapliga tidskrifter och forskarna publicerar populärvetenskapliga artiklar och handleder universitetsstuderanden.



3.2 Publikationer och främjande av forskning med hög kvalitet

Under 2024 har IRF-forskare publicerat forskningsresultat i 87 expertgranskade publikationer, varav 32 stycken som förstaförfattare. Forskarna har även publicerat populärvetenskapliga artiklar och handlett universitetsstuderande som har skrivit doktors- och licentiatavhandlingar samt magister- och examensarbeten. Publikationslistan för år 2024 finns i bilaga 1. Publiceringsstatistik för de senaste tre åren redovisas i bild 3.17.

I snitt deltar IRF-forskare vid drygt tre konferenser vardera per år. Under 2024 deltog institutets forskare i konferenser vid sammanlagt 150 tillfällen, 14 av dessa genom digitalt deltagande. Vid 18 av tillfällena deltog forskarna som inbjudna föredragare. Under 2023 var antalet konferens-tillfällen 149 stycken, åtta av dessa genom digitala lösningar, och vid 23 av tillfällena deltog forskarna som inbjudna föredragare.

IRF:s forskare har under året även medverkat som deltagare eller ledamöter i bland annat Kungl. Vetenskapsakademien,

European Geosciences Union (EGU), ESA Space Weather Working Team samt Svenska Nationalkommittén för Geofysik. Forskarna har även medverkat i Women in space, Space physics (Frontiers) och Institutet för solfysik. Utöver detta har forskare även medverkat i betygsnämnder i samband med disputationer vid Uppsala Universitet och vid IRF i Kiruna och Uppsala. Vissa forskare har dessutom utfört uppdrag som granskare för flertalet vetenskapliga tidskrifter, bland annat Journal of Geophysical Research och Geophysical Researcher Letters hos Earth, Planets and Space och Springer Nature.

IRF ser forskarrörlighet som en central faktor för att upprätthålla hög kvalitet inom både den egna verksamheten och rymdforskningen i stort. Därför rekryterar institutet forskare och doktorander från många olika länder och uppmuntrar sina doktorander att delta i internationella projekt. Efter disputationerna ser IRF gärna att de söker sig vidare, antingen till andra organisationer i Sverige eller internationellt.

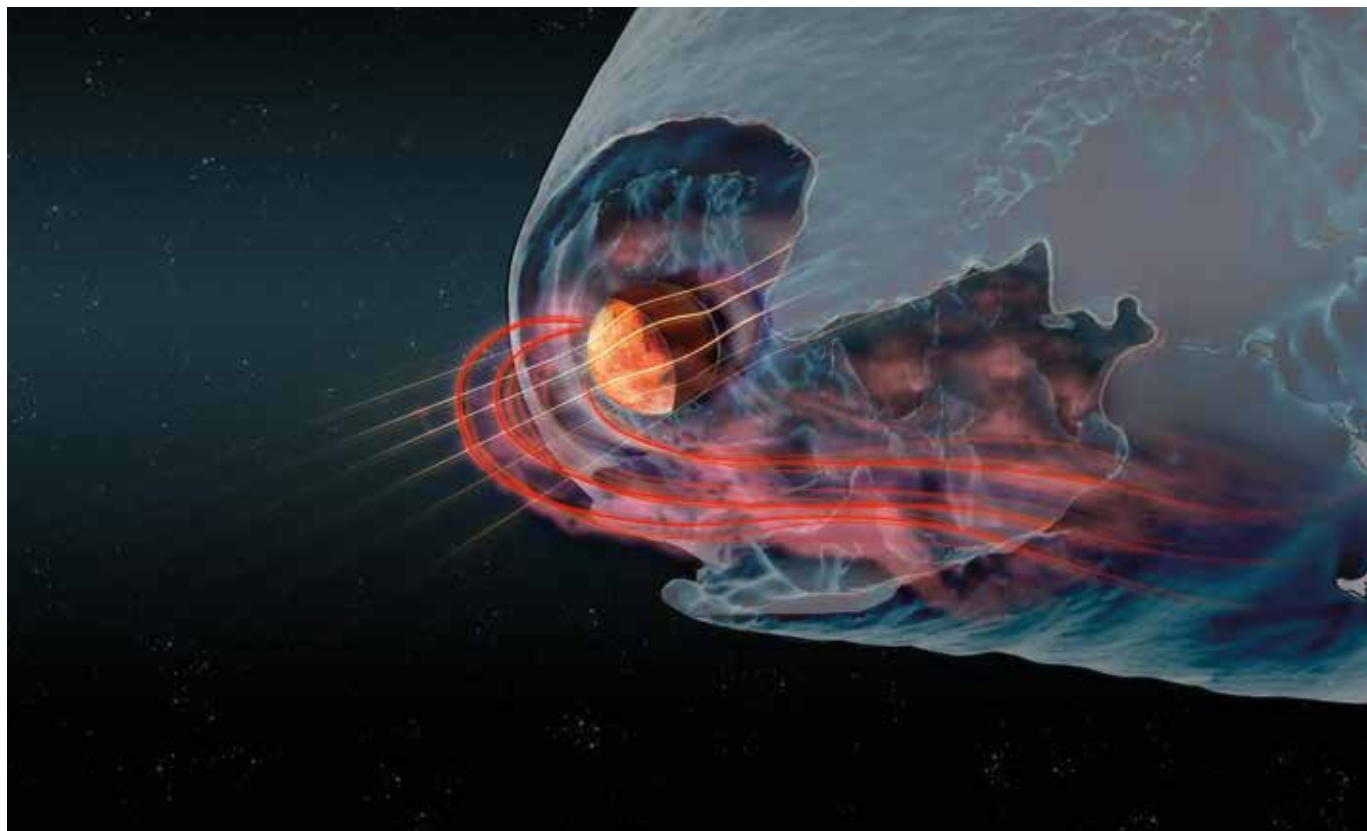


Bild 3.16: IRF-forskare var under året förstaförfattare i en studie som publicerades i den välrenommerade tidskriften Nature. Studien beskriver ett nytt sätt för hur Mars växelverkar med solvinden. Illustrationen synliggör hur solvinden flyter längs de vita linjerna och att de atmosfäriska partiklarna går förlorade till rymden längs de röda linjerna. Illustration: IRF

Doktorander vid IRF ges möjlighet att leda mindre projekt, exempelvis genom att samordna mätningar från flera instrument på en rymdsond. De besöker ofta andra forskningsinstitut utomlands, samtidigt som doktorander från andra länder kommer till IRF under sin forskarutbildning.

IRF:s satsning på att attrahera forskare från hela världen har resulterat i en arbetsplats med 21 olika nationaliteter fördelade på fyra verksamhetsorter. Institutets forskare, doktorander, forskningsingenjörer och postdoktorer kommer från bland annat Argentina, Australien, USA, Brasilien, Indien, Iran, Colombia, Japan, Kina, Bulgarien, Storbritannien, Frankrike, Finland, Grekland, Italien, Kroatien, Ryssland, Schweiz, Tyskland, Ungern och Ukraina. Gästforskare som besöker IRF, liksom institutets egna forskare som gör kortare eller längre forskningsutbyten vid andra institutioner, är viktiga inslag för att stärka och utveckla forskningskvaliteten.

Sammanfattande bedömning: Årets resultat landar på medelvärdet 101,3 expertgranskade artiklar vilket bedöms som inte tillfredsställande. Antal förstaförfattare landar på ett medelvärde om 35 stycken vilket bedöms som tillfredsställande.

Slutsatsen är att den lägre nivån av antal publikationer speglar en naturlig variation kopplad till vilken fas de olika programmens arbeten befinner sig i. Under 2023 och 2024 har institutets verksamhet präglats av ett flertal projekt i studie- och hårdvarufaser som krävt stort engagemang av forskare. Detta har resulterat i färre möjligheter till publikationer.

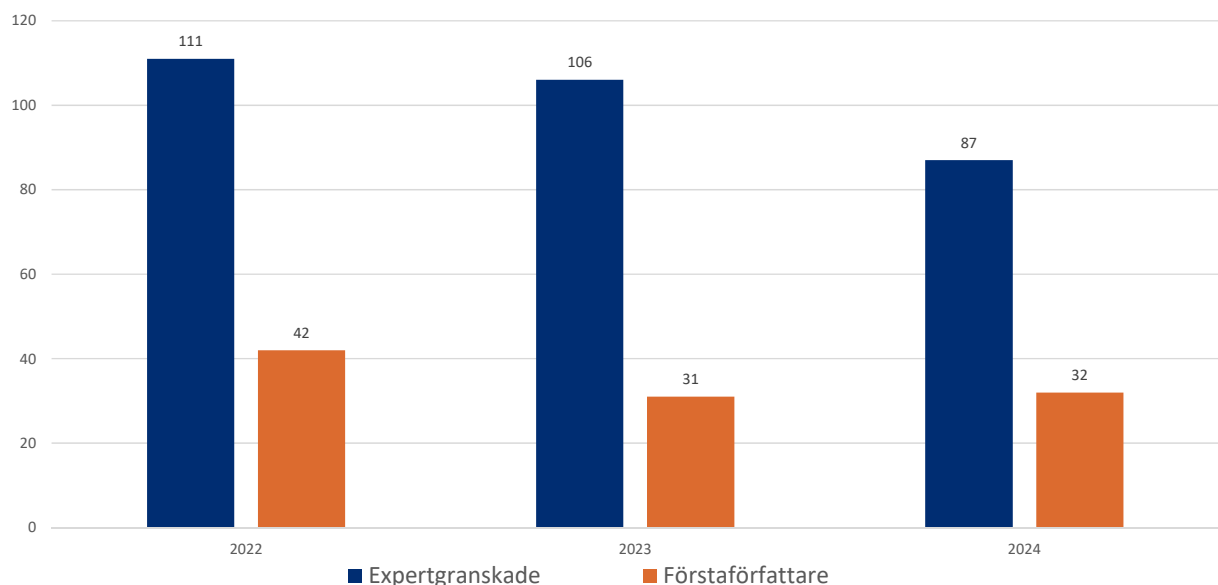


Bild 3.17: Antalet expertgranskade artiklar där IRF:s forskare medverkat under perioden 2022-2024.

Bild 3.18: Ingenjörerna Martin Berglund och Walter Puccio förbereder EMC-kammaren vid Ängströmlaboratoriet i Uppsala.

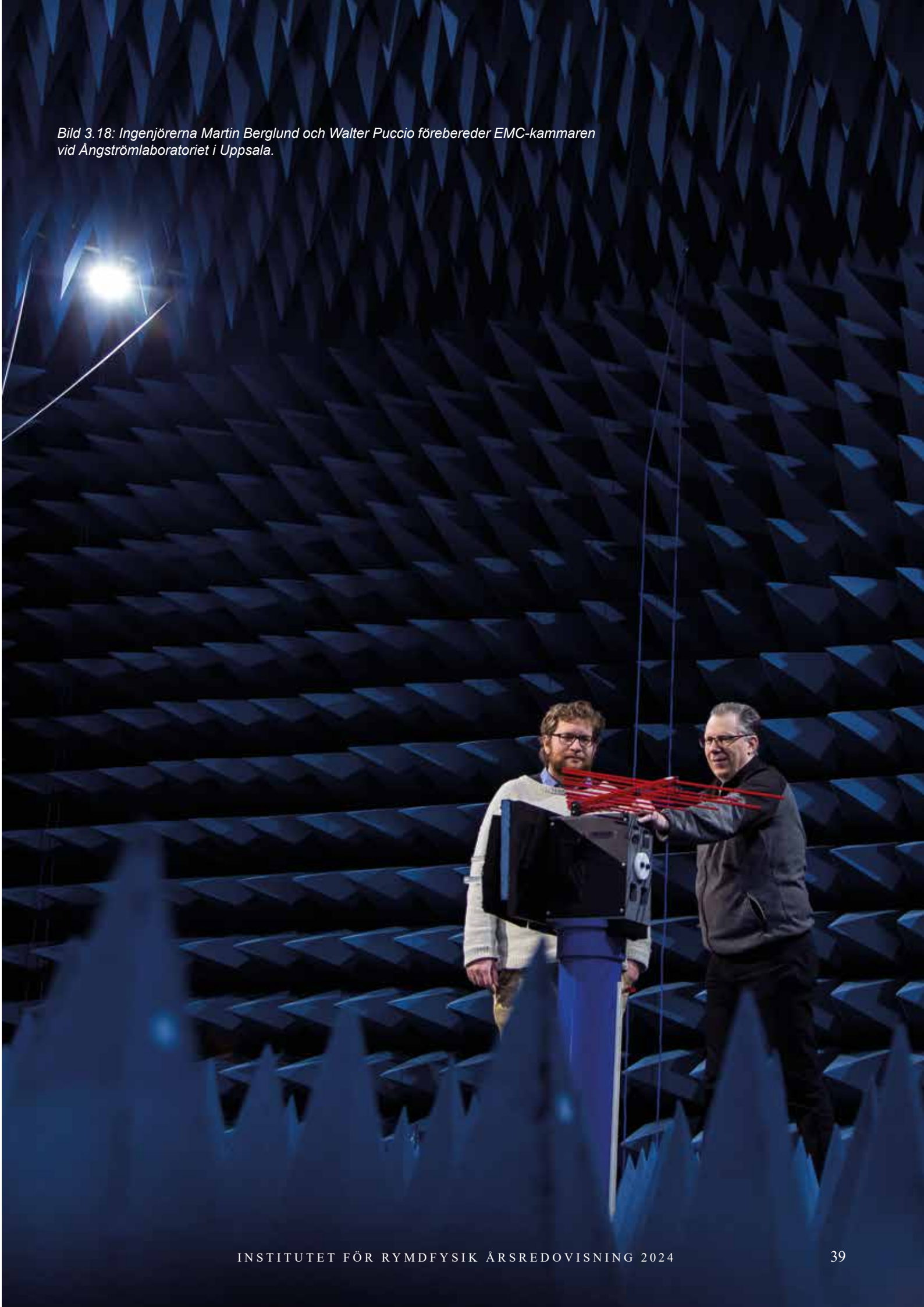




Bild 3.19: IRF:s medarbetare kommer från olika delar av världen och institutet har pågående internationella samarbeten med fler än 50 forskargrupper i bland annat Europa, USA, Indien och Japan.

3.3 Internationella forskningssamarbeten

Rymdforskningsprojekt sträcker sig ofta över decennier, vilket både kräver och resulterar i långvariga och stabila samarbeten med etablerade internationella forskargrupper. IRF:s tre forskningsprogram omfattar studier av jorden, Merkurius, Venus, Mars, Jupiter, Saturnus, månen, månar runt andra planeter i solsystemet, exoplaneter, kometer, asteroider, rymdskrot och rymdväder.

IRF bidrar till flera stora rymdmissioner i samarbete med ledande rymdorganisationer i Europa (ESA), USA (NASA), Indien (ISRO) och Japan (JAXA). Under 2024 har detta omfattat arbeten med ESA:s Comet Interceptor och ISRO:s Venus Orbiter Mission. Samarbetet med Turkiet, inom ramen för den första turkiska rymdsonden till månen, fortsätter framgångsrikt och i februari 2024 levererade IRF en elektrisk modell av vårt instrument.

ESA förblir den viktigaste aktören för IRF:s deltagande i stora rymdprojekt men även NASA spelar en avgörande roll tack vare omfattningen av dess rymdforskningsprogram. NASA:s Artemis-program, som Sverige anslöt sig till under 2024, inkluderar ett stort antal deltagande länder och är särskilt betydelsefullt för IRF. Internationell utforskning av månen kommer att vara ett centralt tema under de närmaste decennierna, även för IRF. Under året fördjupade IRF sin samverkan med amerikanska forskningsinstitutioner,

särskilt inom ramen för Artemis. De främsta amerikanska samarbetspartnerna är John Hopkins University / Applied Physics Laboratory (JHU/APL) och Southwest Research Institute (SwRI). IRF och SwRI lämnade under året ett gemensamt experimentförslag till NASA om en månlandare.

I november 2023 presenterade ESA tre kandidater för nästa medelstora rymdprojekt med planerad uppskjutning 2037. IRF har en ledande roll i två av dem, M-MATISSE och Plasma Observatory. För genomförandet av fas A-studierna samarbetar IRF med forskargrupper i Europa, USA och Japan.

Den internationella forskningsorganisationen EISCAT har under cirka 50 år varit en mycket viktig partner för IRF. Institutet har spelat en central roll för EISCAT:s tillkomst och är värdinstitut för organisationens huvudkontor. EISCAT:s värdländer Sverige, Norge och Finland har under 2024 verkat för att organisationen ska övergå från en ideell förening till ett aktiebolag som ägs av de tre länderna från och med 2025. EISCAT:s forskningsinfrastruktur är en mycket viktig katalysator till långsiktiga internationella forskningssamarbeten och används frekvent av forskare vid IRF. Institutets egna observatorieinstrument som till exempel ALIS_4D är viktiga komplement till radarmätningar med EISCAT.



Bild 3.20: I början av juni kunde det europeiska teamet bakom mätinstrumentet Negative Ions at the Lunar Surface (NILS) avläsa rådata från NILS och konstatera att negativa joner för första gången uppmätts på månens yta. Från vänster i bild: Dr. Martin Wieser, IRF, Neil Melville, ESA, och professor Stas Barabash, IRF. Foto: ESA

Bild 3.21: IRF både designar, utvecklar och bygger sina egna mätinstrument för observationer ombord på satelliter i omlopp runt jorden och på rymdsonder runt planeter och himlakroppar i solsystemet.



Inom meteorforskning och atmosfärfysik samarbetar IRF med många internationella universitet och institut. IRF ansvarar för underhåll av flera gästinstrument från internationella forskare, vilket möjliggör tillgång till mätdata från exempelvis två tyska instrument för spårgasmätningar i atmosfären samt ett tyskt instrument som mäter vattenånga i atmosfären.

Under 2024 antogs Kiruna magnetiska observatorium som medlem i INTERMAGNET (the International Real-time Magnetic Observatory Network), en del av Världsdatasystemet (WDS) som stöds av FN.

IRF har även bidragit med understödjande mätningar med ALIS_4D i samband med NASA:s uppskjutning av två sondraketer från Andøya Space i november för studier av jordens övre atmosfär.

Institutet deltar också i planeringen av ett experiment på

rymdstationen ISS för observationer av elektrisk aktivitet i åskmoln och nattlyssande moln. Experimentet kommer att genomföras med hjälp av det nya kamerasystemet TOTEM som Danmarks tekniska universitet ansvarar för. Experimentet inkluderar 21 forskare från elva länder.

Under 2024 genomförde en forskargrupp, under ledning av IRF, studier av metalljoner och tunga molekylära joner i jordens magnetosfär. Gruppen inkluderade forskare från Schweiz, Frankrike, Storbritannien, Kanada, Japan, USA, Norge och Tyskland.

Sammanfattad bedömning: Totalt sett uppskattas IRF:s aktiva samarbeten omfatta över 50 forskargrupper i bland annat Europa, USA, Indien och Japan. IRF:s bedömning är i och med detta att institutets internationella forskningssamarbeten bedrivs i enlighet med myndighetens instruktion.

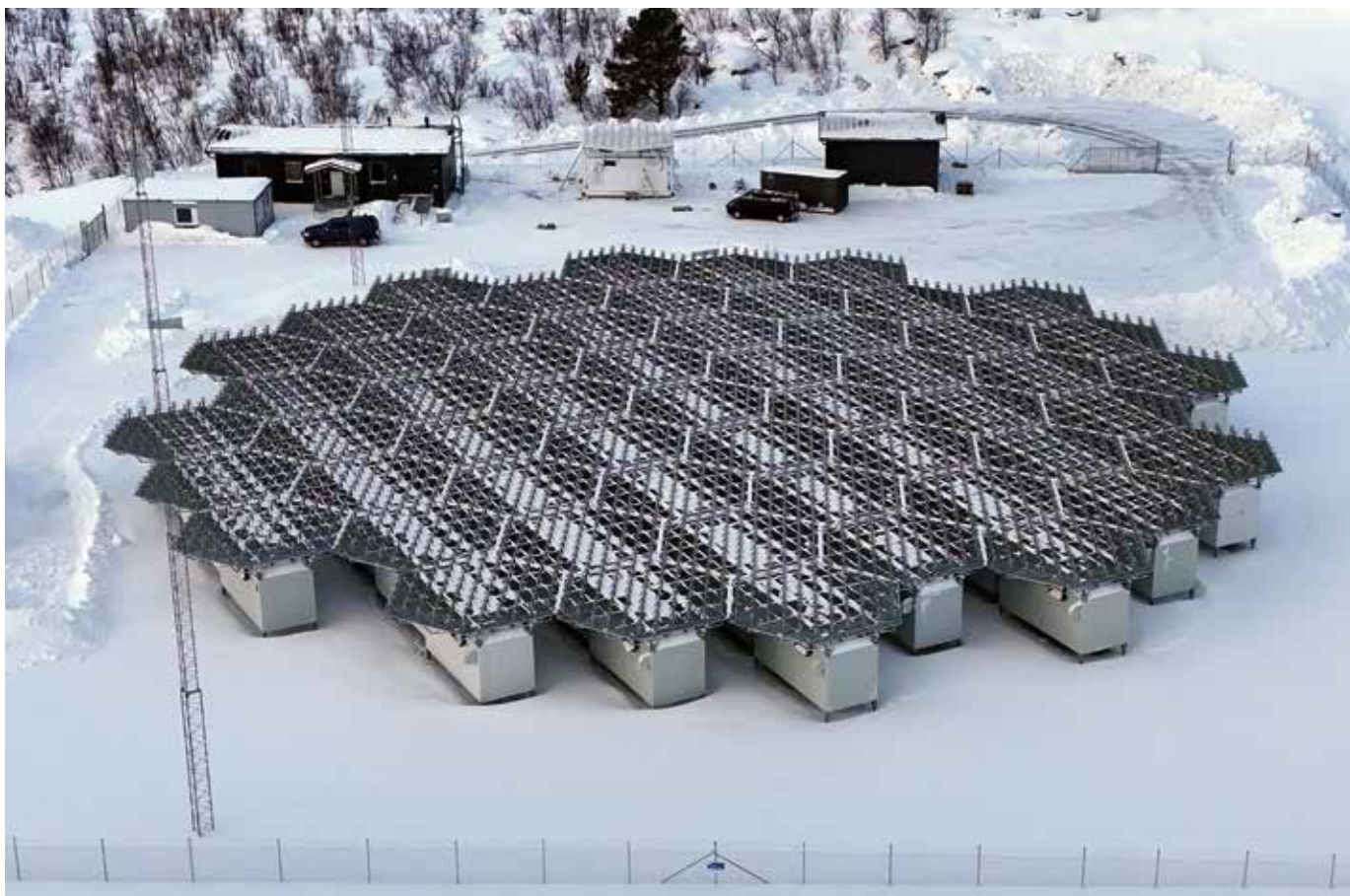


Bild 3.22: Det nya radarsystemet EISCAT_3D är tänkt att resultera i mätningar med flerfaldigt högre rums- och tidsupplösning och samtidiga observationer över stora volymer. Radarsystemet kommer att användas frekvent av forskare vid IRF. Bild: EISCAT

Bild 4.1: Observatorieverksamhetens mätstationer för avancerade norrskensstudier, ALIS_4D, kan även användas som mätstationer för IRF:s nya meteorkameror. I oktober installerades en av meteorkamerorna vid mätstationen i Abisko.



4. Kiruna atmosfär- och geofysiska observatorium





Bild 4.2: Solens aktivitet under 2024 resulterade i många och kraftiga norrsken. I maj drabbades exempelvis jorden av den kraftigaste geomagnetiska stormen på flera decennier och norrsken syntes närmare ekvatorn än vanligt. För att studera norrsken använder sig IRF av en kamera som avbildar hela himlavalvet och kamerorna inom ALIS_4D.

"Jag gläds särskilt åt Kiruna magnetiska observatoriums medlemskap i nätverket International Real-time Magnetic Observatory Network och att ALIS_4D utökats med en sjunde station och att bredbandsspektrometern i Lycksele är igång. "

- Urban Brändström -





Observatorieverksamheten

IRF:s observatorieverksamhet, Kiruna Atmosfär- och Geofysiska Observatorium, utför långsiktiga registreringar inom rymd- och atmosfärfysik. Observatorieinstrumenten är placerade över hela landet från Abisko, norr om Kiruna, till Tormestorp utanför Hässleholm i söder.

IRF har i uppdrag att förse forskare och allmänheten med information om bland annat norrskensförekomst och variationer i jordens magnetfält. Data från registreringarna är även av stor betydelse vid framtagandet av rymdväderprognoser.

- Magnetometrar - registrerar det jordmagnetiska fältet (Kiruna, Lycksele, Tormestorp).
- Riometrar - mäter jonosfärens förmåga att absorbera kosmiskt radiobrus (Tjautjas, Lycksele).
- Firmamentkamera - avbildar himlavalvet och visar främst norrskensförekomst (Abisko, Kiruna, Tjautjas).
- ALIS_4D - ett nätverk av mätstationer för avbildning av norrsken i specifika emissioner "färger". Möjliggör 3D-rekonstruktion av norrsken med hög rums- och tidsupplösning (Abisko, Silkkimuotka, Nikkaluokta, Kiruna, Esrange och Tjautjas).
- Jonosonder - mäter elektronkoncentrationen i rymden närmast jorden, jonosfären, med hjälp av radiovågor från marken (Kiruna, Lycksele, Uppsala).
- Infraljudsstationer - mäter lågfrekventa akustiska vågor (infraljud), under 10 Hertz, inte hörbara för människor (Kiruna, Jämtön, Lycksele och Sodankylä, Finland).
- Millimetervågsradiometer - mäter spårgaser i atmosfären, exempelvis ozon (Kiruna).

Institutets mest besökta webbsidor är de med data från firmamentkameran och magnetometern. Samtliga registreringar finns tillgängliga i nära realtid.



Bild 4.3: Dr. Urban Brändström är observatoriechef samt optisk norrskenforskare vid IRF.

Händelser, resultat och utveckling inom observatorieverksamheten

Magnetometrar: Data från Kiruna magnetiska observatorium har tilldelats två Data Object Identifier (DOI-nummer) som används för dataciteringar från NASA's SPASE metadata working team (SMWT). Kiruna-magnetometern anger data per sekund och per minut.

IRF:s primära DI-flux teodolit kan med precision mäta vinklar och magnetfält och används för att mäta magnetfältets baslinje vid magnetiska absolutmätningar. DI-fluxteodoliten har varit på service och omkalibrering hos tillverkaren. En ny portabel skalärmagnetometer, vilken mäter den totala styrkan hos det jordmagnetiska fältet utan bestämd riktning, har köpts in. Instrumentet används vid magnetiska absolutmätningar i Tormestorp och vid Esrange. Instrumentet har även använts till att kartlägga magnetiska anomalier, så kallade avvikelser, i området kring det magnetiska observatoriet i Kiruna. Mätningarna visar på minst avvikelser kring variometerhuset vilket indikerar att platsen valts med stor omsorg i slutet av 1940-talet.

Kraftiga geomagnetiska stormar (fem på en femgradig skala) inträffade den 10-12 maj och den 12 augusti vilket data från magnetometern i Kiruna tydligt visar.

Riometrar: IRF:s två riometrar (del av Global Riometer Array, GloRiA) levererar data till International Civil Aviation Organization, ICAO i Frankrike. Riometern i Tjautjas är åter i drift och har levererat data sedan i början av året. Ytterligare ett likadant instrument driftsattes i Lycksele under sommaren och levererar data sedan dess. Samtliga av IRF:s riometrar är därmed moderniserade.

Optiska registreringar: Firmamentkameran i Kiruna har levererat data enligt plan, med avbrott för ljusa nätter mellan den 1 maj och 12 augusti. Kameran levererar data till IRF:s norrskensapp samt ett norrskensidentifieringssystem baserat på maskininlärning (AI) som utvecklats inom av IRF:s forskningsprogram Sol-, rymd- och atmosfärforskning.

ALIS_4D: Sju stationer inom ALIS_4D, inklusive den infraröda kameran, har varit igång under 2024. Under hösten öppnades en station i Nikkaluokta och nu återstår endast etableringen av en åttonde station i Karesuvanto. Samtliga sju stationer har kalibrerats och fått nya interferensfilter. Två av kamerorna uppgraderades från sex till åtta stycken filter vilket innebär en ökad flexibilitet i valet av vilken våglängd/färg som ska studeras.

Meteorkameror av typen Allsky-7 har installerats vid stationerna för ALIS_4D i Abisko och i Kiruna. Övriga stationer kommer att förses med meteorkameror under 2025. Utöver meteorstudier är förhoppningen att meteorkamerorna

ska kunna användas till att styra ALIS_4D-stationerna via ett maskininlärningssystem (AI). Stationerna ska per automatik avstå från att leverera data när det är dåliga observationsförhållanden för exempelvis norrsken. I dagsläget används maskininlärningssystemet enbart för att styra ALIS_4D baserat på en automatiserad analys av data från firmamentkameran i Kiruna.

Under året har ALIS_4D använts i vetenskapliga mätkampanjer, exempelvis i februari när "EISCAT Heating facility" och ALIS_4D samkörde sina mätningar som bidrag till studier av artificiella radio-inducerade optiska emissioner (RIOE). Ett ("heating") genomfördes den 5-16 februari och ett annat exempel är en kampanj för studier av snabba variationer i norrskenet i samarbete med Universitetet i Tromsø.

Den infraröda OH-kameran i Kiruna driftsattes i september och dataanalyser genomförs kontinuerligt.

Infraljudsmätningar: Infraljudsregistreringarna har genomförts kontinuerligt vid IRF:s fyra stationer. Under året har ett samarbete inletts med Uppsala universitet för mätningar av infraljud i närheten av vindkraftverk och vindkraftsparker. Mätningarna kommer att genomföras för att få ökad kunskap om hur höga ljudnivåer dessa ger upphov till samt för att se vilken utbredning infraljudet har. Numeriska modeller för infraljudutbredning som utvecklas av universitetet och IRF tillhandahåller mätutrustning för ett antal mätkampanjer.

Jonosonder: Kiruna fick en ny jonosond under 2024. Innan dess var det avbrott i mätningarna sedan sommaren 2023. Antennmasterna i Lycksele kommer att bytas av arbetsmiljöskäl men det har inte kunnat utföras under året. Mätningar från Uppsala har gått att genomföra via en lågfrekvensantenn. En ny kortare mast för högfrekvensantennen i Uppsala har levererats och installeras under 2025.

Spårgasmätningar i atmosfären: Den omfattande uppgradering av mikrovågsradiometern KIMRA har avslutats. Uppgraderingen har resulterat i att emissions-linjerna av ozon mäts med bättre noggrannhet och att nya frekvensområden har lagts till i de kontinuerliga mätningarna.

Regelbundna mätningar genomförs av syre i mellan-atmosfären och hur den påverkas av jordens magnetfält. Det första resultatet från mätningarna visar ett sammanhang mellan jordens magnetfält och atmosfärens syremolekyler vilket leder till en uppdelning av spektrumets emissionslinje.



Bild 4.4: Inom observatorieverksamheten används en DI-fluxteodolit för att mäta magnetfältets baslinje vid magnetiska absolutmätningar.

Digitisering: Ett arbete har inletts med att undersöka förutsättningarna för digitisering av äldre data i observatoriearkiven avseende film och pappersregistreringar. I grova drag omfattar det data från 1950-2004. Att påbörja en digitisering av filmregistreringarna bedöms som mest brådskande följt av pappersregistreringarna. Digitiseringen påbörjas under 2025.

Utöver detta har äldre mikrofilmer av magnetiska registreringar som levererats från IRF till World Data Center i Kyoto har digitiserats. Digitiseringarna tillgängliggörs under 2025. Datat omfattar åren 1961-1989 med undantag för 1980, 1983 och 1986.

Sammanfattad bedömning: Under året ökade antalet observatorieinstrument som IRF ansvarar för från 42 till 55, spridda över flera orter. Hög arbetsbelastning har försenat vetenskapligt programmeringsarbete, vilket skapat längre väntetider för ingenjörsarbeten och ökat risken för avbrott i mätserier. Underbemanning begränsar också forskarnas arbete med dataanalys och i slutändan möjligheten till vetenskapliga publiceringar. Bristen på personalresurser ses som en allvarlig risk. Trots dessa utmaningar bedöms resultatet som tillfredsställande.

i

Visste du att...

Kiruna magnetiska observatorium övervakar och delar data om jordens magnetfält varje minut inom det globala nätverket INTERMAGNET. Nätverket tillhör den FN-stödda organisationen World Data System.



Bild 5.1: IRF-doktoranden Anja Möslinger på väg att spika sin avhandling.

5. Medverkan i utbildning

IRF har ett aktivt engagemang i universitetsutbildningar främst vid Uppsala och Umeå universitet. Forskarna fungerar även som handledare och föreläsare vid doktorandutbildningar i Kiruna, Luleå, Umeå och Uppsala. Dessutom bidrar IRF till utbildningar vid andra svenska universitet samt även utomlands.

Utbildning på grundläggande och avancerad nivå:

Under 2024 samarbetade IRF med LTU:s Avdelning för rymdteknik vid Institutionen för system- och rymdteknik avseende kurser för rymdingenjörsstudenter. Studenterna läser civilingenjörsprogrammet i rymdteknik och magisterutbildningarna Rymdfarkostdesign, Rymdvetenskap och rymdteknik samt SpaceMaster.

Forskarna, doktoranderna och ingenjörerna vid IRF bidrar till kurselement inom specialområden som vetenskapliga mätningar från rymdsonder, laborationer med dataanalys och studier av norrsken. De undervisar i kurser som Rymdinstrument och Rymdplasmafysik samt ansvarar för räkneövningar och laborationer. Dessutom fungerar IRF:s forskare och ingenjörer som rådgivare inom rymdteknik och engagerar sig i studenternas raket-, ballong- och satellitprojekt.

IRF:s internationella engagemang omfattar föreläsningar vid universitet utomlands och institutet erbjuder även

sommararbeten för studenter. Dessa arbeten ger studenterna möjligheter att delta i rymdrelaterade projekt och uppleva en stimulerande forskningsmiljö.

Studenter från svenska och internationella universitet genomför regelbundet examensarbeten och projekt vid IRF. Under 2024 handledes exempelvis 17 examensarbeten i Uppsala och Kiruna.

Samverkan med skolor: IRF värnar om och har kontakt med grund- och gymnasieskolor på sina verksamhetsorter. Gymnasieelever från hela Sverige har besökt IRF och genomfört projektarbeten med stöd från institutets forskare.

Seminarier: Vetenskapliga seminarier hålls kontinuerligt av IRF i Uppsala och Kiruna. Dessa utförs i fysiskt format med möjlighet till digitalt deltagande. Seminarierna syftar till att hålla IRF:s medarbetare uppdaterade om pågående forskningsprojekt och att ge doktorander möjlighet att öva presentationsteknik och diskutera sina forskningsprojekt. De ger även forskarna möjligheten att presentera och diskutera nya idéer och frågeställningar. Seminarierna fungerar också som en plattform för forskare utanför IRF när det gäller att presentera sin forskning, dela erfarenheter från aktuella kampanjer och introducera sina forskningsinstitutioner.



Bild 5.2: IRF-doktoranden Romain Canu-Blot under sin licentiatpresentation i Kiruna, december 2024. Romain presenterade en analys av de mätningar av negativa joner som instrumentet NILS uppmätt på månytan.



Bild 5.3: Elever från Rymdgymnasiet besöker IRF årligen för att bekanta sig med institutets verksamhet och få möjlighet att prata forskning och rymdteknik med institutets medarbetare. Bland annat tittar eleverna närmare på de kanalplattor, även kallade detektorer, som används i IRF:s mätinstrument.

Utbildning grundläggande nivå: Under 2024 har IRF-forskare medverkat i flertalet kurser vid Uppsala universitet. Kurserna är Electromagnetic field theory (5 hp), Rymdfysik, VL, AD, AE (5hp), Rymdprojekt (10hp), Mechanics (5hp), Astrophysics I (5hp), Teknisk Termodynamik (5hp), Observational astrophysics I (5hp) och Exploring Solar System Resources (5hp). Utöver detta har doktorander medverkat vid räkneövningar och laboratorieundervisning motsvarande 357 timmar. I Kiruna har forskare även medverkat i LTU:s doktorandkurs Rymdfysik.

IRF:s medverkan i utbildningar på grundläggande nivå motsvarar sammantaget 960 timmar under 2024 (2023: 935 timmar, 2022: 1239 timmar, 2021: 1236 timmar). Utöver detta tillkommer även handledning av examensarbeten som motsvarar 571 timmar.

Utbildning på forskarnivå : IRF-forskare var huvudhandledare för 13 doktorander (fem i Kiruna och åtta

i Uppsala) under 2024. Tre disputationer genomfördes under året och i dagsläget kvarstår det fyra doktorander i Kiruna och sex doktorander i Uppsala. Under året ansvarade forskarna även för doktorandkurser vid Uppsala universitet och LTU.

Tiden för handledning av doktorander under 2024 motsvarar 1350 timmar (2023: 1185 timmar, 2022: 1390 timmar, 2021: 1200 timmar och 2020: 1185 timmar).

Sammanfattad bedömning: Efter en grundlig analys av utfallet av fastställda resultatindikatorer är slutsatsen att den passerade femårsperioden påverkats negativ på grund av begränsningar under pandemiåren 2020-2022. Resultatet under de senaste två åren har återgått till normala nivåer. Bedömningen blir därför att resultatet är tillfredsställande.

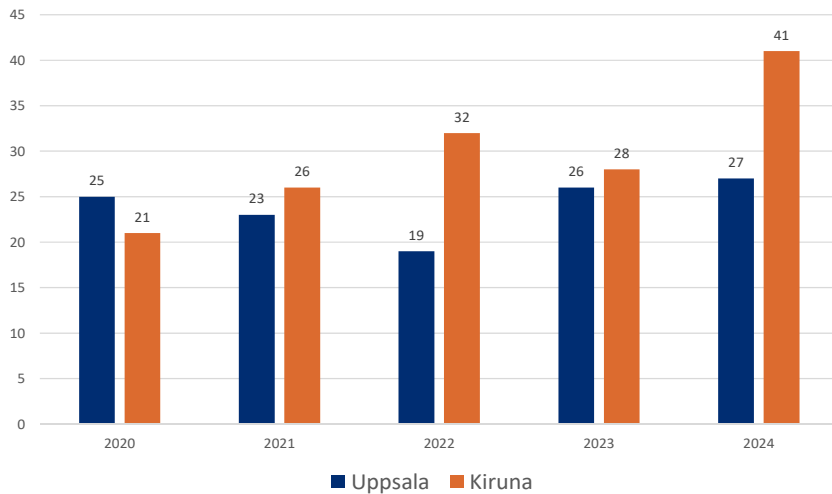


Bild 5.4: Antalet seminarier i Uppsala och Kiruna under 2024.

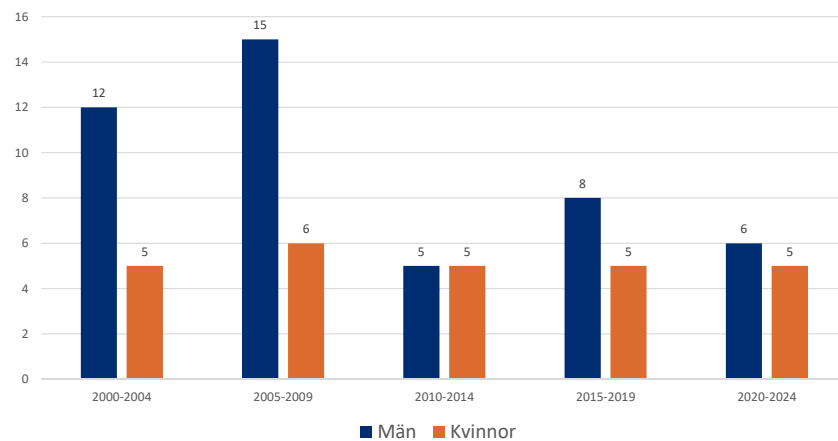


Bild 5.5: Antalet doktorsexamina under femårsperioder mellan åren 2000-2024.



Bild 5.6: Magnus Oja, forskningsingenjör, monterar ett elevexperiment på IRF:s shaker som är en del av testanläggningen IRF SpaceLab.

68
utförda
seminarier

22%
seminarier
leddes av kvinnor

6. Övriga mål och resultat



Bild 6.1: Maria Wästle, ledningsadministratör, sköter tidtagningen under IRF:s årliga skidtävling IRF Runt.

6.1 Arbete för mångfald, inkluderande och kompetensförsörjning

Hos IRF är mångfald ett ledord som genomsyrar 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. Hos IRF ska alla individer ha samma möjligheter till lika lön för arbete av lika värde och män och kvinnor ska ha samma möjligheter att kombinera arbete och familjeliv.

IRF:s målsättning är att uppnå en jämn fördelning mellan kvinnor och män i alla slags yrkesroller och kategorier av arbetstagare samt att öka andelen kvinnliga forskare.

IRF har beslutat att jämställdhets- och mångfaldsfrågor ska vara en integrerad del av den dagliga verksamheten. Jämställdhetsaspekter beaktas av IRF:s chefer i alla beslutfattande forum och i de vardagliga arbetsledande besluten och är även en stående punkt på dagordningen vid arbetsmiljökommitté-, informations- och samverkansmöten samt institutsledningsmöten.

Resultatet av lönekartläggningen för 2024 visade att det inte finns några osakliga löneskillnader mellan kvinnor och män.

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 och ingenjörer och institutet upplever en brist på välmeriterade och erfarna sökande. För att kunna hålla en god kvalitet på arbetet inom hela organisationen ser IRF även att det är viktigt med hög kompetens och erfarenhet inom förvaltning och administration.

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 strategisk kompetensförsörjning skapas de grundläggande förutsättningarna för att kunna genomföra redan beslutade forskningsprojekt.



Bild 6.2: IRF anordnar flertalet olika friskvårdsaktiviteter för sina medarbetare. Varje höst genomförs exempelvis EISCAT-loppet tillsammans med kollegorna på EISCAT. Hösten 2024 stod Elisabet Goth och Máté Kerényi som vinnare i dam- respektive herrklassen.

21

olika nationaliteter
finns representerade

44%

av medarbetarna kommer
från andra länder

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

IRF:s arbete med mångfald har lett till en bred kompetens och en god förmåga när det avser att dra nytta av nya erfarenheter. IRF arbetar kontinuerligt för en att vara en attraktiv arbetsplats som erbjuder utvecklingsmöjligheter, kompetensutveckling, rättvisa löner, förmåner i form av friskvård samt andra önskvärda anställningsvillkor.

Forskares och ingenjörers handledning av examensarbeten ger kontakter med motiverade studenter, vilket bidrar till universitetens utbildningar och skapar förutsättningar för en framtida rekryteringsbas.

	2022	2023	2024
Antal anställda	109	108	111
- Andelen kvinnor (%)	25	26	26
Medelålder	45,2	48,3	45,1
- Andelen anställda med utländsk bakgrund (%)	43	46	44
Antalet doktorander anställda av IRF	9	11	10
- Andelen kvinnor (%)	33	27	30
Antalet anställda disputerade forskare	47	44	46
- Andelen kvinnor (%)	19	23	24

Tabell 6.1: Nyckeltal vid årets slut 2022,2023 och 2024.

Ålder	Kvinnor	Män	Alla
< 29	5(4)	10(6)	15(10)
30 - 39	6(6)	18(20)	24(26)
40 - 49	7(9)	21(19)	28(28)
50-59	10(8)	22(24)	32(32)
60 <	1(1)	11(11)	12(12)

Tabell 6.2: Åldersstruktur fördelat på män och kvinnor vid IRF vid årets slut 2024 (2023 inom parentes).

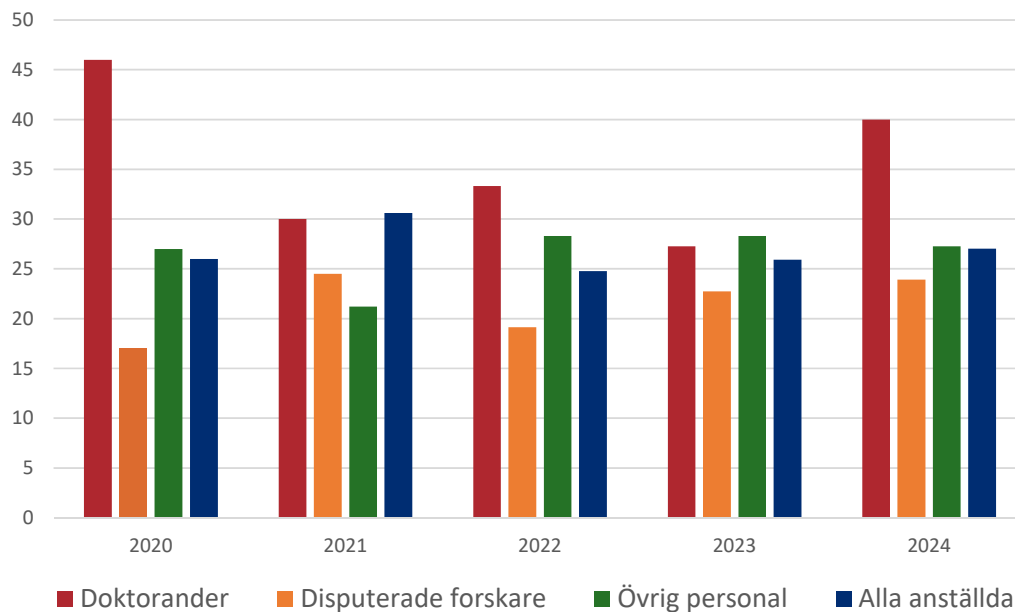


Bild 6.3: Andelen kvinnor per yrkeskategori.

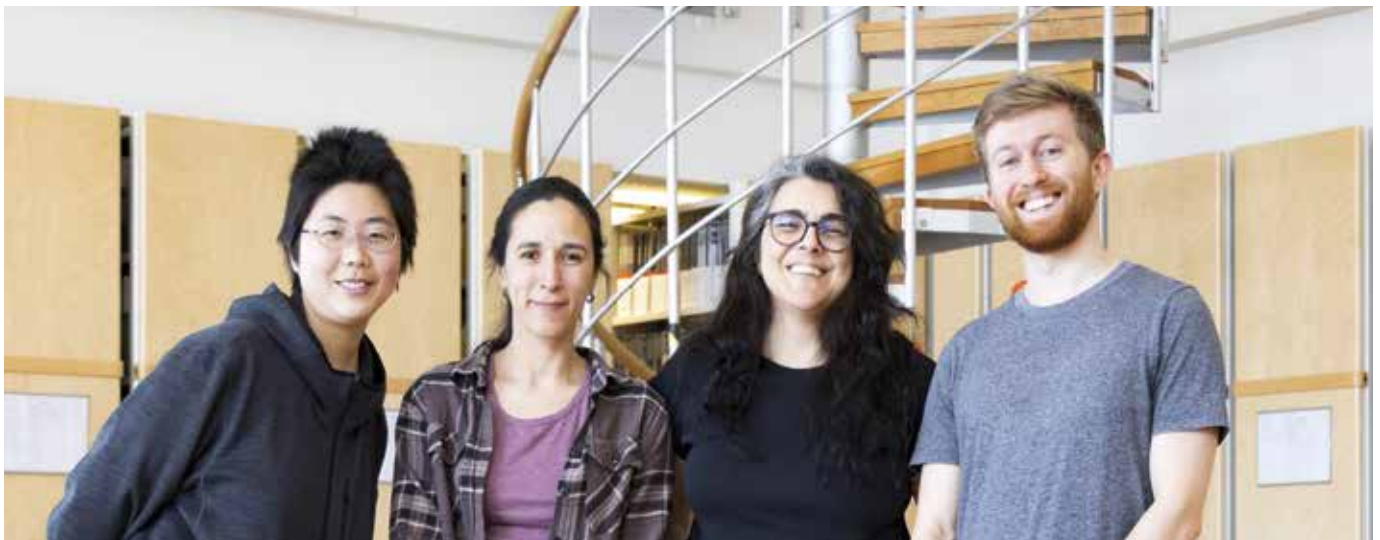


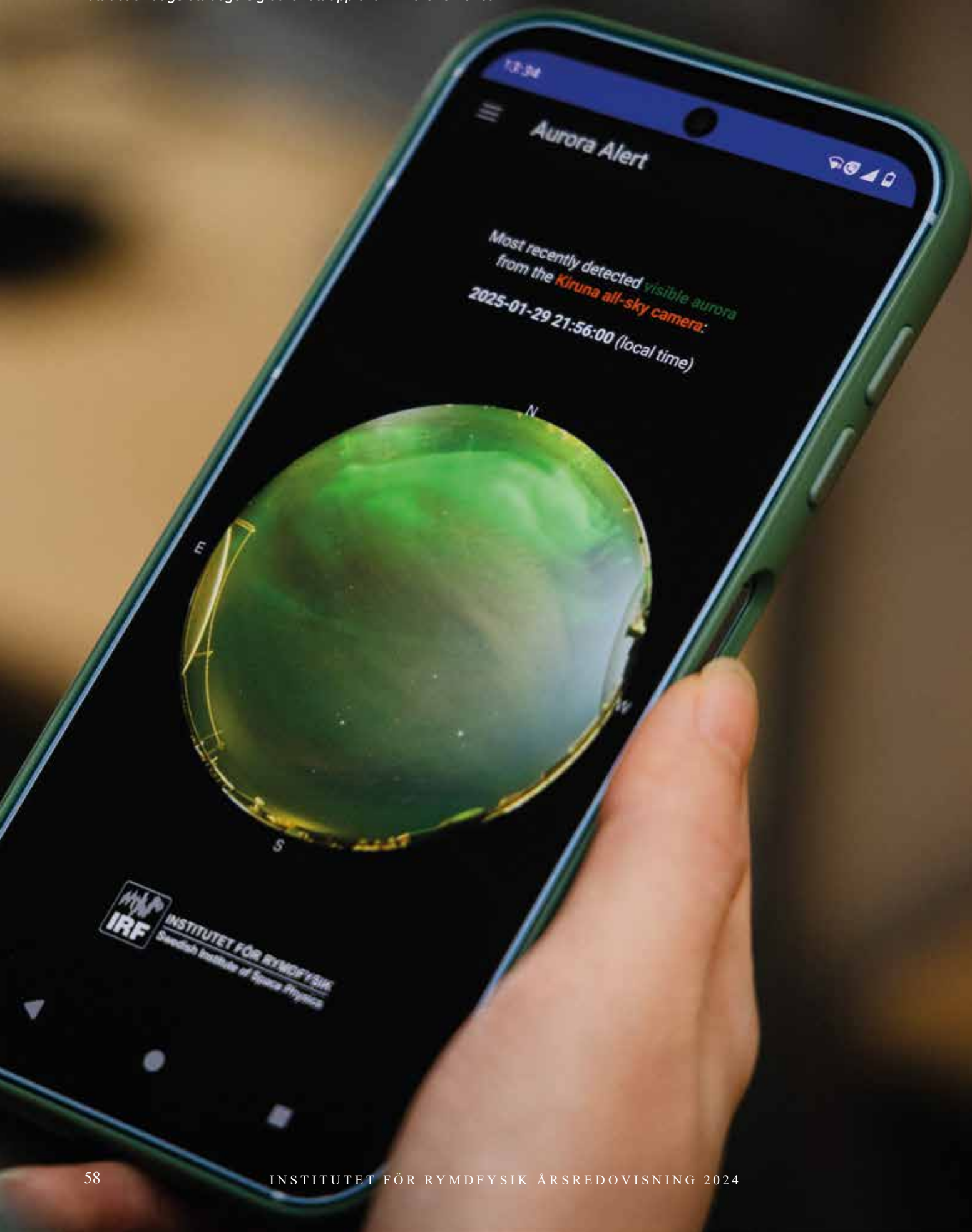
Bild 6.4: Välkomna till IRF. Nyanställda vid IRF får en introduktion om verksamheten för att bekanta sig med de olika forskningsområdena. Under året välkomnade IRF postdoktorerna Mengmeng Wang, Vanina Lanabere, Sabrina Tigik och doktoranden Jack White.

Gästforskare med egen forskningsfinansiering bidrar också till verksamheten vilket även gäller vissa doktorander som handleds av forskare vid IRF men som är anställda vid universitet i Sverige eller utomlands.

Väl fungerande internationella nätverk är en förutsättning inom IRF:s forskningsområde och är 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 2024 har varit tillräckliga för att utveckla och säkra kompetensen vid institutet. För att säkerställa framtidens forskning vid IRF måste arbetet med att säkra kompetensförsörjningen fortsätta i samma takt.

Bild 6.5: IRF Aurora Alert är IRF:s norrskensapp som möjliggör för allmänheten och turister att få notifikationer i mobiltelefonen när det är norrsken över Kiruna och dess närområde. Notifikationerna levereras i realtid och indikerar att det är dags att bege sig ut för att uppleva himlafenomenet.



6.2 Samverkan med näringsliv och samhälle

IRF utvecklar avancerade mätinstrument som används på en stor mängd rymdfarkoster från organisationer som ESA, NASA, JAXA och ISRO. Detta innebär en långsiktig och kontinuerlig samverkan med de rymdindustriföretag som levererar rymdfarkosterna. Med anledning av detta har IRF:s forskare och ingenjörer väl etablerade kontaktnät med aktörer som Airbus, Thales och OHB.

Under 2024 inledde IRF ett samarbete med de norska rymdföretagen Integrated Detector Electronics och Kongsberg Defence & Aerospace. Samarbetet resulterade i ett gemensamt förslag till ESA om en plasmamonitor för det europeiska navigationssystemet Galileo. Tyvärr valde ESA att avsluta upphandlingen av plasmamonitörer för Galileo men IRF har en välfungerande dialog med de norska rymdföretagen för liknande projekt i framtiden.

IRF SpaceLab - en resurs för forskning och industri: IRF SpaceLab är institutets forskningsinfrastruktur för test, validering och kalibrering av rymdinstrument samt rymdsystem. Forskningsinfrastrukturen är tillgänglig för forskargrupper och rymdföretag och kommer att vara av stor betydelse för SSC i samband med kommande satellituppskjutningar från Esrange.

Samarbete inom innovation och tillväxt: Under åren 2015 - 2023 deltog IRF i projektet RIT (Rymd för Innovation och Tillväxt) där LTU var huvudansvarig. Projektet, som delfinansieras av EU:s regionala utvecklingsfond, samlade svenska rymdaktörer från både akademien och rymdindustrin. Inom projektet bidrog IRF med IRF SpaceLab samt att nå ut med information om norrsken och rymdväder. Under 2024 ansökte LTU, IRF och LTU Business om ett nytt projekt, ”Space Sweden North” som syftar till att vidareutveckla det arbete och de erfarenheter som byggts upp under RIT. Projektet har godkänts och startar 2025.

Norrskensobservationer och rymdväderprognoser: IRF presenterar norrskensbilder och statistik om norrsken från Kiruna i realtid på institutets webbsidor, vilket är särskilt värdefullt för turismnäringen och andra användare som vill veta när det är norrsken på himlen som är synligt för blotta ögat. Under 2024 lanserade IRF en mobilapp för iPhone och Android, vilken ger realtidsinformation till app-användaren om det är aktivt norrsken i Kirunaområdet. Om appen faller väl ut kan funktionen vidareutvecklas och utökas till fler platser än Kiruna.

Före, under och efter den mycket kraftiga geomagnetiska storm som inträffade 10 – 12 maj höll IRF kontakt med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB),

Svenska kraftnät och Försvarmakten för att informera om IRF:s tolkning av händelseutvecklingen på solen och prognoser för rymdväderhändelser.

IRF:s prognosmodeller för rymdväder publiceras på www.spaceweather.se och ESA:s rymdväderportal. Under 2024 blev IRF tillfrågade av MSB om möjligheten att använda dessa prognoser inom MSB:s varningssystem WIS. IRF arbetar nu vidare med, på uppdrag av MSB, att ta fram en plan avseende en utveckling av IRF:s förmåga att distribuera automatiserade rymdvädervarningar. Försvarets materielverk (FMV) har även kontaktat IRF för att formulera ett liknande uppdrag gällande rymdväder för Försvarmaktens räkning.

Rymdlägesbild: Begreppet rymdlägesbild omfattar bland annat att mäta in omloppsbanor för satelliter och rymdskrot. Under 2024 startade IRF ett ESA-finansierat projekt för att studera möjligheten att etablera en nordisk radar för inmätning av rymdobjekt. IRF leder förstudien i samarbete med med norska och finska organisationer. En viktig del av projektet är att ha en dialog med intressenterna i de nordiska länderna för att utreda deras behov av inmätning av rymdobjekt.

Samverkan inom svensk rymdindustri: IRF medverkar i den ideella branschföreningen Rymdforum Sverige som samlar ett 30-tal medlemsorganisationer. Rymdforum arbetar för främjandet av kunskap om rymdverksamhet i Sverige och för att öka informationsflödet mellan olika aktörer inom rymdbranschen.

IRF har även deltagit i initiativet Akademien, industrin och försvaret lyfter rymden, där tio organisationer gemensamt tagit fram en handlingsplan för att implementera den svenska rymdstrategin som antagits av Riksdagen.

IRF samverkar i rymdrelaterade frågor med andra organisationer i Kiruna, såsom EISCAT, LTU, SSC, LTU Business, Kiruna kommun och Rymdgymnasiet. En dialog med särskilt Kiruna kommun är viktig för att diskutera problematik runt bostadssituationen i Kiruna.

Institutet arbetar även aktivt 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-forskare.

IRF bedömer att samverkan med näringsliv och samhälle bedrivs i enlighet med myndighetens instruktion.

Att förklara det oförklarbara

Henrik Widegren, Jessica Abbott,
Gabriella Stenberg Wieser
Programledare: Thomas von Heijne

ARRANGÖR:

RYMDSTYRELSEN



Bild 6.6: Hur förklarar man det som i många fall kan verka oförklarbart? Bokmässan 2024 hade temat Sápmi och Rymden och IRF-forskaren docent Gabriella Stenberg Wieser (i mitten) medverkade i seminariet "Att förklara det oförklarbara" som arrangerades av Rymdstyrelsen.

6.3 Kommunikation

IRF har i uppdrag att sprida kunskap om sin forskning och verksamhet till samhället i stort. För att stärka och effektivisera detta arbete har IRF under året uppdaterat sin kommunikationsstrategi, med särskilt fokus på att nå ut till barn, unga, lärare, media och beslutsfattare.

Genom digitala kanaler, medverkan i media, populärvetenskapliga föreläsningar samt deltagande i evenemang (ofta i samarbete med andra rymdaktörer) gör IRF forskningen tillgänglig till en bred publik. Pressmeddelanden, studiebesök och intervjuer i radio, TV och tidningar är viktiga delar av vår kommunikation. Våra forskare och medarbetare bidrar regelbundet med populärvetenskapliga artiklar och deltar ofta som experter i svenska medier.

En av årets höjdpunkter är IRF:s medverkan under två separata seminarier under Bokmässan 2024. Seminarierna är tillgängliga via Utbildningsradion som dokumenterade dem på plats.

Vid IRF:s kontor i Uppsala har en rad kommunikationsaktiviteter genomförts, bland annat föreläsningar på museer omkring Uppsala och Stockholm. Genom närvaro på evenemang som jobbmässor har IRF:s forskare och ingenjörer bidragit till att öka intresset för rymdforskning och stärka IRF som varumärke.

Under 2024 har IRF tagit emot 41 grupper (892 individer) på studiebesök vid huvudkontoret i Kiruna. Besöken

inkluderar ofta föreläsningar och guidade visningar av IRF:s lokaler.

IRF är aktiv på flera sociala medier. Nedan redovisas antalet följare för respektive konto vid årets slut.

- Instagram: 1 375
- Facebook: 1 800
- YouTube: 147
- LinkedIn: 3 048

Övrig statistik:

- 54 tidningsartiklar
- 17 TV- och webbsändningar
- 31 radioinslag
- 6 pressmeddelanden
- 10 aktiviteter inom outreach

Sammanfattad bedömning: IRF bedömer att vi har kommunicerat och nått ut med information om den forskning som bedrivs på en tillfredsställande nivå.

Kommunikationsenheten kommer under 2025 att samla in detaljerad statistik från pågående onlinekampanjer. Denna statistik kommer att vara grunden för resultatindikatorer inför kommande år.



Bild 6.7: Flertalet av pressbesöken vid IRF under 2024 kom att resultera i rapportering i olika medier om norrsken och meteoror. IRF-forskaren Dr. Daniel Kastinen intervjuades bland annat av TV4 om nyttan med meteorforskning och vad IRF:s nya meteorkameror innebär för hans forskning.



Bild 3: SSC veteraner på besök

FINANSIELL REDOVISNING



Sammanställning över väsentliga uppgifter (tkr)

	2024	2023	2022	2021	2020
Låneram i Riksgäldskontoret					
Beviljad låneram	24 000	24 000	24 000	12 000	10 000
Utnyttjad låneram	18 830	19 811	19 441	9 564	7 897
Räntekontokredit Riksgäldskontoret					
Beviljad	4 400	4 400	4 400	4 400	4 400
Utnyttjad	-	-	-	-	-
Räntekonto					
Ränteintäkter på räntekonto	2 081	2 416	459 -	-	
Räntekostnader på räntekonto	707	768	98 -		1
Totala avgiftsintäkter som disponeras					
Beräknat belopp i regleringsbrev	2 650	2 400	1 900	2 650	3 800
Anslagskredit					
Beviljad	1 906	1 899	1 885	1 718	1 713
Utnyttjad	637	227	110	154	46
Oförbrukade bidrag, externa bidrag					
Intecknade	50 045	53 738	55 833	55 055	43 802
Anslagssparande					
Intecknade	-	-	-	-	-
Personal					
Antal årsarbetskrafter	104	99	102	103	96
Medelantalet anställda	108	105	110	110	105
Driftkostnad per årsarbetskraft					
	1 250	1 214	1 146	991	1 154
Kapitalförändring (se not 16 i notavsnittet)					
Årets kapitalförändring	-2 481	-417	2 223	2 131	-240
Balanserad kapitalförändring	5 602	6 019	3 796	1 665	1 905
Utgående myndighetskapital	3 121	5 602	6 019	3 796	1 665

Resultaträkning (tkr)

		2024	2023
Verksamhetens intäkter			
Intäkter av anslag	Not 1	63 963	63 412
Intäkter av avgifter och andra ersättningar	Not 2	4 336	4 353
Intäkter av bidrag	Not 3	61 024	52 875
Finansiella intäkter	Not 4	2 245	2 416
Summa		131 568	123 056
Verksamhetens kostnader			
Kostnader för personal	Not 5	-91 590	-83 106
Kostnader för lokaler		-16 036	-15 295
Övriga driftkostnader		-22 277	-21 341
Finansiella kostnader	Not 6	-934	-768
Avskrivningar och nedskrivningar		-3 212	-2 964
Summa		-134 049	-123 473
Verksamhetsutfall			
		-2 481	-417
Årets kapitalförändring	Not 7	-2 481	-417

Balansräkning (tkr)

		2024	2023
		2024-12-31	2023-12-31
Tillgångar			
Immateriella anläggningstillgångar			
Rättigheter och andra immateriella anläggningstillgångar	Not 8	65	114
Summa immateriella anläggningstillgångar		65	114
Materiella anläggningstillgångar			
Förbättringsutgifter på annans fastighet	Not 9	1 812	1 961
Maskiner, inventarier, installationer m.m	Not 10	17 372	14 948
Pågående nyanläggning	Not 11	0	3 309
Summa materiella anläggningstillgångar		19 184	20 218
Kortfristiga fordringar			
Kundfordringar		473	203
Fordringar hos andra myndigheter	Not 12	2 868	3 115
Övriga kortfristiga fordringar	Not 13	0	39
Summa kortfristiga fordringar		3 341	3 356
Periodavgränsningsposter	Not 14		
Förutbetalda kostnader		4 206	4 065
Upplupna bidragsintäkter		1 506	3 543
Upplupna övriga intäkter		0	113
Summa periodavgränsningsposter		5 713	7 722
Avräkning med statsverket	Not 15	637	227
Kassa och bank			
Behållning räntekonto i Riksgäldskontoret		58 584	60 329
Summa kassa och bank		58 584	60 329
Summa tillgångar		87 524	91 966
Kapital och skulder			
Myndighetskapital	Not 16		
Balanserad kapitalförändring		5 602	6 019
Kapitalförändring enligt resultaträkningen		-2 481	-417
Summa myndighetskapital		3 121	5 602
Avsättningar	Not 17	103	0
Skulder			
Lån i Riksgäldskontoret	Not 18	18 830	19 811
Kortfristiga skulder till andra myndigheter	Not 19	2 786	3 111
Leverantörsskulder		4 896	1 872
Övriga kortfristiga skulder	Not 20	1 401	1 489
Summa kortfristiga skulder		27 913	26 283
Periodavgränsningsposter	Not 21		
Upplupna kostnader		6 342	6 303
Oförbrukade bidrag		50 045	53 738
Övriga förutbetalda intäkter		0	40
Summa periodavgränsningsposter		56 387	60 080
Summa kapital och skulder		87 524	91 966

Anslagsredovisning (tkr)

Anslag	Ingående överförings- belopp	Årets tilldelning enligt regleringsbrev	Totalt disponibelt belopp	Utgifter	Utgående överförings- belopp
Utgiftsområde 16 3:6 ap.1 Institutet för rymdfysik (ramanslag)	-227	63 553	63 326	-63 963	-637

Finansiella villkor

Utöver tilldelat belopp under anslagsposten 16 3:6 ap.1 disponerar Institutet för rymdfysik en anslagskredit om högst 1 906 tkr.

Tilläggsupplysningar

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

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 3 januari. Efter brytdagen har fakturor överstigande 20 tkr bokförts som periodavgränsningsposter.

Kostnadsmässig anslagsavräkning

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

Upplysning om avvikelser från generella ekonomiadministrativa regler

Enligt instruktionen får institutet ta ut avgifter för undervisning, lokaler, drift av personalmatsal och drift av, drift av forskningsinfrastruktur och 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 m.m.	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 2024.

Uppgifter om insynsrådet

Uppgifter om insynsrådet enligt 7 kap 2§ Förordningen (2000:605) om årsredovisning och budgetunderlag.

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

Olle Norberg, generaldirektör	1 380 559
- inget uppdrag	
Anders Jörle (fram till 2025-12-31)	5 000
- Goodfor AB, styrelsesuppleant	
- Vendor Management International AB, styrelsesuppleant	
Maria Nilsson (fram till 2025-12-31)	5 000
- inget uppdrag	
Mark Pearce (fram till 2025-12-31)	2 500
- Kungliga Vetenskapsakademien, ledamot.	
- Kungliga Vetenskapsakademien, Nobelkommitté för fysik	
- Göran Gustafsson Stiftelse (UU/KTH), styrelseledamot	
Ella Carlsson (fram till 2024-11-30)	3 750
- Totalförsvarets forskningsinstitut, styrelseledamot	
- Rymdstyrelsen, styrelseledamot	
Ann Persson Grivas (fram till 2025-12-31)	3 750
- Luftfartsverket, styrelseledamot	
- SOS Alarm, styrelseledamot	
- Luleå Tekniska Universitet, styrelseledamot	
- Entry Point North AB, styrelseordförande	
- LFV Holding AB, styrelseordförande	
Pär Weihed (fram till 2025-12-31)	2 500
- Science City Skellefteå AB, styrelseledamot	
- Botnia Expl Holding AB, styrelseledamot/ordförande	
- Botnia Exploration AB, styrelseledamot	
- 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	2023	2024
Total sjukfrånvaro i procent (%) av ordinarie arbetstid	1,3	2,3	1,5
Andel långtidsfrånvaro (>60 dagar)	20,4	53,2	63,6
Kvinnors sjukfrånvaro	1,6	5,5	0,4
Mäns sjukfrånvaro	1,2	1,3	1,8
Sjukfrånvaro för ålder 29 år eller yngre	1,2	1,6	0,7
Sjukfrånvaro för åldersgrupp 30 - 49 år	1,4	1,2	2,7
Sjukfrånvaro för åldersgrupp 50 år eller äldre	1,3	3,8	0,3
Sjukfrånvaron för de olika åldersgrupperna redovisas i procent (%) av tillgänglig arbetstid (avrundat till en decimal)			

Noter

Noter till resultaträkning (tkr)

	2024	2023
Not 1 Intäkter av anslag		
Summa intäkter av anslag	63 963	63 412
Ingående överföringsbelopp	-227	-110
UO 16 3:6 ap.1 Ramanslag	63 553	63 310
Intäkter som redovisats mot anslag	-63 963	-63 427
Utgående överföringsbelopp	-637	-227
Minskning av semesterlöneskuld som intjänats före 2009	0	-15

Not 2 Intäkter enligt 4§ avgiftsförordningen och 6 kap 1§ kapitalförsörjningsförordningen		
Undervisning	681	531
Lokaler	1 402	1 302
varav icke statliga medel 1111 tkr (budgetår 2023, 1029 tkr) varav statliga medel för undervisningslokaler och aula 291 tkr (budgetår 2023, 272 tkr)		
Drift av EISCAT mottagarstation	65	206
Personalmatsal	894	883
Drift forskningsinfrastruktur	126	0
Rådgivning och fastighetsskötsel	538	508
Offentlig resurssamordning	199	351
Studiebesök, föredrag, konferens mm	432	571
Summa intäkter av avgifter och andra ersättningar	4 336	4 353

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 2024		Kostnader 2024		+/- 2024	
	Budget	Utfall	Budget	Utfall	Budget	Utfall
Undervisning	700	681	700	681	0	0
Lokaler	1300	1 402	1 400	1 817	-100	-415
Drift av EISCAT mottagarstation	50	65	350	380	-300	-315
Personalmatsal	500	894	1 500	2 060	-1 000	-1 166
Drift av forskningsinfrastruktur	100	126	100	178	0	-52
Summa	2 650	3 167	4 050	5 116	-1 400	-1 896

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 hyr ut forskningsinfrastruktur till externa forskningsinstitut, universitet och företag. IRF har varit värd sedan 1975 för och svensk huvudanvändare av EISCAT mottagarstation. Från och med 2025 upphör EISCAT Scientific Association och EISCAT AB bildas. EISCAT sa upp avtal med IRF rörande EISCAT mottagarstation under 2024.

Not 3 Intäkter av bidrag		
Rymdstyrelsen	36 293	38 989
Vetenskapsrådet	5 477	5 879
Luleå tekniska universitet	-53	1 227
Umeå universitet	930	514
Arbetsförmedlingen	356	351
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)	223	172
European Space Agency (ESA)	13 627	5 253
European Union (EU)	364	519
Kempestiftelserna	102	124
Uppsala universitet	592	325
Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)	5	489
Kvarken/Vasa universitet	30	-263
Övriga	3 077	-706
Summa intäkter av bidrag	61 024	52 875

Not 4 Finansiella intäkter		
Ränteutgifter Riksgäldskontoret	2 081	2 266
Övriga finansiella intäkter	165	150
Summa finansiella intäkter	2 245	2 416

Not 5 Kostnader för personal		
Lönkostnader exkl arbetsgivaravgifter, pensionspremier mm	58 341	54 377
varav arvode Insynsråd 23 tkr & övriga arvode 10 tkr		
Sociala avgifter	19 097	17 514
Övriga kostnader för personal	14 152	11 215
Summa personalkostnader	91 590	83 106

Not 6 Finansiella kostnader		
Räntekostnader Riksgäldskontoret	707	669
Övriga finansiella kostnader	227	99
Summa finansiella kostnader	934	768

Not 7 Årets kapitalförändring				
	Ingående 2023	Årets kapitalförändring 2023	Ingående 2024	Årets kapitalförändring 2024
Avgiftsbelagd verksamhet	0	0	0	0
Bidragsfinansierad verksamhet	6 019	-417	5 602	-2 481
Summa årets kapitalförändring	6 019	-417	5 602	-2 481

Noter till balansräkning (tkr)

	2024	2023
Not 8		
Immateriella anläggningstillgångar		
Rättigheter och andra immateriella anläggningstillgångar		
Akkumulerat anskaffningsvärde	2 683	2 990
Under året tillkommande	0	0
Under året avgående	-35	-307
Summa Anskaffningsvärde	2 648	2 683
Akkumulerade avskrivningar	-2 570	-2 817
Årets avskrivningar	-48	-60
Årets avgående, avskrivningar	35	307
Summa ackumulerade avskrivningar	-2 583	-2 570
Utgående balans	65	114
Materiella anläggningstillgångar		
Not 9		
Förbättringsutgifter på annans fastighet		
Akkumulerat anskaffningsvärde	5 987	4 673
Under året tillkommande	223	1 314
Summa Anskaffningsvärde	6 210	5 987
Akkumulerade avskrivningar	-4 026	-3 655
Årets avskrivningar	-373	-371
Summa ackumulerade avskrivningar	-4 398	-4 026
Utgående balans	1 812	1 961
Not 10		
Maskiner, datorer, bilar samt övriga inventarier		
Akkumulerat anskaffningsvärde	52 756	46 651
Under året tillkommande	5 215	9 712
* Under året avgående	-940	-3 607
Summa Anskaffningsvärde	57 031	52 756
Akkumulerade avskrivningar	37 808	-38 883
Årets avskrivningar	-2 791	-2 532
* Årets avgående, avskrivningar	940	3 607
Summa ackumulerade avskrivningar	-39 659	-37 808
Utgående balans	17 372	14 948
* Belopp för avgående 2023 har korrigerats		
Not 11		
Pågående nyanläggning		
Akkumulerat anskaffningsvärde	3 309	11 019
Under året tillkommande	0	252
Överföring av tidigare års anskaffningsutgifter	-3 309	-7 962
Utgående balans	0	3 309
Not 12		
Kortfristiga fordringar andra myndigheter		
Mervärdesskattfordran	1 782	2 180
Övriga fordringar andra myndigheter	1 086	934
Summa fordringar andra myndigheter	2 868	3 115
Not 13		
Övriga kortfristiga fordringar		
Återbetalning ICA Bank	0	39
Summa övriga kortfristiga fordringar	0	39
Not 14		
Periodavgränsningsposter		
Förutbetalda kostnader andra myndigheter varav	1 010	932
<i>lokaler 950 tkr (budgetår 2023, 932 tkr)</i>		
Förutbetalda kostnader övriga varav lokaler	3 196	3 133
<i>2 812 tkr (budgetår 2023, 2 771 tkr)</i>		
Upplupna bidragsintäkter andra myndigheter		
Arbetsförmedlingen	30	30
Umeå universitet	431	202
Rymdstyrelsen	50	100
Luleå tekniska universitet	0	1 157
Vetenskapsrådet	47	919
Upplupna bidragsintäkter övriga avser bidrag från		
European Space Agency (ESA)	879	648
European Union (EU)	70	488
Upplupna intäkter - övriga		
EISCAT	0	1
Telia Sverige AB	0	113
Utgående balans	5 713	7 722
Not 15		
Avräkning med statsverket		
Ingående balans	227	110
Redovisat mot anslag UO16 3:6 ap.1	63 963	63 427
Anslagsmedel som tillförts räntekonto	-63 553	-63 310
Fordringar/skulder avseende anslag i räntebärande flöde	637	227
Ingående saldo, fordran avseende semesterlöneskuld som inte har redovisats mot anslag	0	15
Redovisat mot anslag under året enligt undantagsregeln	0	-15
Fordran avseende semesterlöneskuld	0	0
Utgående balans	637	227

Noter till balansräkning (tkr)

Not 16 Myndighetskaptal

Förändring av myndighetskaptal	Balanserad kapitalförändring avgiftsfinansierad verksamhet	Balanserad kapitalförändring bidragsfinansierad verksamhet	Ränteintäkter/ Räntekostnader	Kapitalförändring enl resultaträkningen	Summa
Utgående balans 2023	0	6 019	0	-417	5 602
Rättelser		0		0	0
Ingående balans 2024	0	6 019	0	-417	5 602
Föregående års kapitalförändring	0	-417	0	417	0
Årets kapitalförändring				-2 481	-2 481
Summa årets förändring	0	-417	0	-2 064	-2 481
Utgående balans	0	5 602	0	-2 481	3 121

Not 17 Avsättningar

Ingående pensionsavsättning	0	103
Årets pensionskostnad	22	0
Årets pensionsutbetalning	0	-103
Summa pensionsavsättning	22	0
Övriga avsättningar		
Ingående avsättning Omställningsarbete	0	262
Årets förändring	81	-262
Summa övriga avsättningar	81	0
Utgående balans	103	0

Not 18 Lån i Riksgäldskontoret

Avser lån för investeringar i anläggningstillgångar		
Ingående balans	19 811	19 358
Nyupptagna lån	2 128	3 318
Årets amorteringar	-3 110	-2 865
Utgående balans	18 830	19 811
Låneram enligt regleringsbrev för 2024 är 24 000 tkr.		

Not 19 Kortfristiga skulder till andra myndigheter

Leverantörsskulder	726	960
Arbetsgivaravgifter	1 594	1 607
Utgående mervärdesskatt	466	433
Övrigt	0	111
Summa kortfristiga skulder till andra myndigheter	2 786	3 111

Not 20 Övriga kortfristiga skulder

Avser personalens källskatt	1 374	1 489
Övrigt	27	0
Summa övriga kortfristiga skulder	1 401	1 489

Not 21 Periodavgränsningsposter

Upplupna löneskulder inkl soc avg	98	103
Upplupna semesterlöneskulder inkl soc avg	5 862	5 496
Övriga upplupna kostnader andra myndigheter	186	274
Övriga upplupna kostnader, varav lokaler 0 tkr	93	231
Upplupna traktaments- och reseersättningar	104	199
Summa upplupna kostnader	6 342	6 303

Oförbrukade bidrag andra myndigheter avseende

Rymdstyrelsen	19 910	23 111
Vetenskapsrådet	11 673	13 593
Umeå universitet	312	376
Luleå tekniska universitet	154	129
MSB	77	0
Uppsala universitet	0	304
Kungliga Tekniska Högskolan	20	25
Övriga	113	1 782
Summa oförbrukade bidrag andra myndigheter	32 259	39 321

Medel som kommer att förbrukas (uppskattnings från 2023 inom parentes) inom tre månader, 338 tkr (332 tkr) inom tre månader till ett år, 10 340 tkr (12 652 tkr) inom ett år till tre år, 12 745 tkr (14 380 tkr) efter mer än tre år, 8 835 tkr (11 957 tkr)

Oförbrukade bidrag icke statliga avseende

European Space Agency (ESA)	16 847	12 724
European Union (EU)	438	453
Kempestiftelserna	418	521
Övriga	82	718
Summa oförbrukade bidrag icke statliga	17 786	14 416
Utgående balans oförbrukade bidrag	50 045	53 737

Övriga förutbetalda intäkter andra myndigheter	0	40
Summa övriga förutbetalda intäkter	0	40

Utgående balans periodavgränsningsposter	56 387	60 080
---	---------------	---------------

IRF Publikationslista 2024

- Aol, S., Habyarimana, V., Mungufeni, P., **Buchert, S. C.**, & Habarulema, J. B., Ground and Space-based response of the ionosphere during the geomagnetic storm of 02-06 November 2021 over the low-latitudes across different longitudes, *Advances in Space Research*, 73, 3014, doi:10.1016/j.asr.2023.12.032, 2024.
- Apostolos A. C., **Gritsevich, M.**, 'Feasibility of Meteor Surveying from a Venus Orbiter', *ICARUS* 417 (15 July 2024). <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2024.116116>
- Bergman, S., Kasahara, S., and **Stenberg Wieser, G.**, 'Spacecraft potential effects on low-energy ion measurements to be made by probe B1 of Comet Interceptor', *RAS TECHNIQUES AND INSTRUMENTS*, 3, 1, 333–346, 2024. <https://doi.org/10.1093/rasti/rzae021>
- Boldú, J. J., Graham, D. B., Morooka, M., André, M., Khotyaintsev, Y. V., Dimmock, A.**, Piša, D., Souček, J., Maksimovic, M., Louarn, P., Fedorov, A., Nicolaou, G., & Owen, C., Ion-Acoustic Waves Associated With Interplanetary Shocks, *Geophysical Research Letters*, 51, e2024GL109956, doi:10.1029/2024GL109956, 2024.
- Brunello, A., Anese, G., **Borderes-Motta, G.**, Valmorbidia, A., Sánchez-Arriaga, G., Lorenzini, E. C., 'Optimal Design and Current Control Strategies of an Electrodynamical Tape for ISS Station-keeping', *ACTA ASTRONAUTICA* 223, (18 July 2024): 621-629. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2024.07.024>
- Cai, L., Aikio, A., Oyama, S., Ivchenko, N., Vanhamäki, H., Virtanen, I., **Buchert, S.**, Mekuriaw, M. L., & Zhang, Y., Effect of Polar Cap Patches on the High-Latitude Upper Thermospheric Winds, *Journal of Geophysical Research (Space Physics)*, 129, e2024JA032819, doi:10.1029/2024JA032819, 2024.
- Canu-Blot, R., Wieser, M., Stenberg Wieser, G.**, 'Upper Limit of the Solar Wind Protons Backscattering Efficiency from Comet 67P/Churyumov-Gerasimenko', *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS* 683 (28 March 2024). <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202348684>
- Cao, X., Chu, X., Hsu, H.-W., Cao, H., Sun, W., Liuzzo, L., Halekas, J., Paty, C., Chu, F., Agiwal, O., Blum, L., Cray, F., Cohen, I. J., Delamere, P., Hofstadter, M., Hospodarsky, G., John, C., Kollmann, P., Kronberg, E., Kurth, W., Lamy, L., Lin, D., Li, W., Ma, X., Malaspina, D., **Morooka, M.**, Nordheim, T., Postberg, F., Poppe, A., Richard, C., Ruhunusiri, S., Soderlund, K., O'Donoghue, J., & Plaschke, F., Science return of probing magnetospheric systems of ice giants, *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 11, 1203705, doi:10.3389/fspas.2024.1203705, 2024.
- Carter, J. A., Dunlop, M., Forsyth, C., Oksavik, K., Donovan, E., Kavanagh, A., Milan, S.E., **Sergienko, T. I., Dimmock, A. P.**, et al., 'Ground-Based and Additional Science Support for SMILE'. *EARTH AND PLANETARY PHYSICS* 8, no. 1 (January 2024): 275–98. <https://doi.org/10.26464/epp2023055>
- Chen, L.-J., Gershman, D., Burkholder, B., Chen, Y., Sarantos, M., Jian, L., Drake, J., **Graham, D. B.**, et al., 'Earth's Alfvén Wings Driven by the April 2023 Coronal Mass Ejection', *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS* 51, no. 14 (28 July 2024). <https://doi.org/10.1029/2024GL108894>
- Colomban, L., Kretzschmar, M., Krasnoselkikh, V., Agapitov, O. V., Froment, C., Maksimovic, M., Berthomier, M., **Khotyaintsev, Yu. V., Graham, D. B.**, Bale, S., 'Quantifying the Diffusion of Suprathermal Electrons by Whistler Waves between 0.2 and 1 AU with Solar Orbiter and Parker Solar Probe', *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS* 684 (16 April 2024). <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202347489>
- Dalin, P., Brändström, U., Kero, J., Voelger, P.**, Nishiyama, T., Trondsen, T., Wyatt, D., Unick, C., Perminov, V., Pertsev, N., et al., 'A novel infrared imager for studies of hydroxyl and oxygen nightglow emissions in the mesopause above northern Scandinavia', *ATMOSPHERIC MEASUREMENT TECHNIQUES*, 17(5):1561–1576, <https://doi.org/10.5194/amt-17-1561-2024>, 2024.
- De Keyser, J., **Edberg, N. J. T.**, Henri, P., Auster, H. -U., Galand, M., Rubin, M., **Nilsson, H.**, et al., 'In Situ Plasma and Neutral Gas Observation Time Windows during a Comet Flyby: Application to the Comet Interceptor Mission', *PLANETARY AND SPACE SCIENCE* 244 (May 2024). <https://doi.org/10.1016/j.pss.2024.105878>
- Dimmock, A. P., V. Lanabere, A.** Johlander, L. Rosenqvist, E. Yordanova, **S. Buchert, S.** Molenkamp, J. Sétreus, Investigating the Trip of a Transformer in Sweden During the 24 April 2023 Storm, *Space weather Space Weather*, 22, e2024SW003948. <https://doi.org/10.1029/2024SW003948>, 2024.
- Dumbovic, M., Kramaric, L., **Benko, I.**, Heber, B., Vrsnak, B., 'A New Method of Measuring Forbush Decreases', *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS* 683 (15 March 2024). <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202346969>
- Edberg, N. J. T., Andrews, D. J., Boldú, J. J., Dimmock, A. P., Khotyaintsev, Y. V., Kim, K., Persson, M.**, Auster, U., Constantinescu, D., Heyner, D., Mieth, J., Richter, I., Curry, S. M., Hadid, L. Z., Pisa, D., Sorriso-Valvo, L., Lester, M., Sánchez-Cano, B., Stergiopoulou, K., Romanelli, N., Fischer, D., Schmid, D., & Volwerk, M., Extent of the Magnetotail of Venus From the Solar Orbiter, Parker Solar Probe and BepiColombo Flybys, *Journal of Geophysical Research (Space Physics)*, 129, e2024JA032603, doi:10.1029/2024JA032603, 2024.
- Edberg, N. J. T., Eriksson, A. I., Vignen, E., Nilsson, H.**, Gunell, H., Goetz, C., Richter, I., Henri, P., De Keyser, J., 'Scale Size of Cometary Bow Shocks', *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS* 682 (1 February 2024). <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202346566>
- Fowler, C. M., Ledvina, S., Chaston, C. C., **Persson, M.**, Ramstad, R., Luhmann, J., 'Pioneer Venus Orbiter Observations of Solar Wind Driven Magnetosonic Waves Interacting With the Dayside Venusian Ionosphere', *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS* 51, no. 12 (28 June 2024). <https://doi.org/10.1029/2024GL109613>

- Futaana, Y.**, Kallio, E., Knuuttila, O., Nyman, L., **Shimoyama, M.**, and **Barabash, S.**, 'The LimPa mission: a small mission proposal to characterize the enigmatic lunar dust exosphere', *EARTH, PLANETS AND SPACE*, 76(1), 160, doi:10.1186/s40623-024-02106-4, 2024. <https://earth-planets-space.springeropen.com/articles/10.1186/s40623-024-02106-4>
- González-Galindo, F., Gerard, J.-C., Soret, L., Chaufray, J.-Y., Fedorova, A., **Holmström, M.**, Lefevre, F., Lopez-Valverde, M. A., Montmessin, F., 'Airglow and Aurora in the Martian Atmosphere: Contributions by the Mars Express and ExoMars TGO Missions', *SPACE SCIENCE REVIEWS* 220, no. 4 (June 2024). <https://doi.org/10.1007/s11214-024-01077-y>
- Ganushkina, N. Y., van de Kamp, M., Hoppe, T., Dubyagin, S., Gedalin, M., **Dimmock, A. P.**, **Lalti, A.**, **Khotyaintsev, Yu. V.**, **Graham, D. B.**, et al., 'SHARP Shock Database', *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS* 129, no. 7 (July 2024). <https://doi.org/10.1029/2024JA032625>
- Gao, J. W., Li, S., Mittelholz, A., Rong, Z., **Persson, M.**, Shi, Z., Lu, H., et al., 'Two Distinct Current Systems in the Ionosphere of Mars,' *NATURE COMMUNICATIONS* 15, no. 1 (9 November 2024): 9704–9704. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-54073-9>
- Gao, J. W., Rong, Z., **Zhang, Q.**, Mittelholz, A., Zhang, C., Wei, Y. 'Influence of Upstream Solar Wind on Magnetic Field Distribution in the Martian Nightside Ionosphere'. *EARTH AND PLANETARY PHYSICS* 8, no. 5 (September 2024): 728–41. <https://doi.org/10.26464/epp2024052>
- Gavrilov, N. M., Popov, A. A., **Dalin, P. A.**, Perminov, V. I., Pertsev, N. N., Medvedeva, I. V., Ammosov, P. P., Gavril'yeva, G. A., Koltovskoi, I. I., 'Multiyear Variations of Time-Correlated Mesoscale OH Temperature Perturbations near the Mesopause at Maymaga, Tory and Zvenigorod', *ADVANCES IN SPACE RESEARCH* 73, no. 7 (1 April 2024): 3408–22. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2023.05.049>
- Graham, D. B.**, **Khotyaintsev, Yu. V.**, **Dimmock, A. P.**, **Lalti, A.**, Boldu, J. J., **Tigik, S. F.**, Fuselier, S. A., 'Ion Dynamics Across a Low Mach Number Bow Shock', *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS* 129, no. 4 (April 2024). <https://doi.org/10.1029/2023JA032296>
- Gritsevich, M.**, Jarmo Moilanen, J., Visuri, J., Meier, M. M. M., Maden, C., Oberst, J., Heinlein, D. et al., 'The Fireball of November 24, 1970, as the Most Probable Source of the Ischgl Meteorite', *METEORITICS & PLANETARY SCIENCE* 59, no. 7 (July 2024): 1658–91. <https://doi.org/10.1111/maps.14173>
- Hadid, L. Z., Delcourt, D., Saito, Y., Fränz, M., Yokota, S., Fiethe, B., Verdeil, C., Katra, B., Leblanc, F., Fischer, H., **Persson, M.**, Aizawa, S., André, N., Harada, Y., Fedorov, A., Fontaine, D., Krupp, N., Michalik, H., Berthelier, J.-J., Krüger, H., Murakami, G., Matsuda, S., Heyner, D., Auster, H.-U., Richter, I., Mieth, J. Z. D., Schmid, D., & Fischer, D., BepiColombo observations of cold oxygen and carbon ions in the flank of the induced magnetosphere of Venus, *Nature Astronomy*, 8, 716, doi:10.1038/s41550-024-02247-2, 2024.
- Harada, Y., Saito, Y., Hadid, L. Z., Delcourt, D., Aizawa, S., Rojo, M., André, N., **Persson, M.**, Fraenz, M., Yokota, S., Fedorov, A., Miyake, W., Penou, E., Barthe, A., Sauvaud, J.-A., Katra, B., Matsuda, S., & Murakami, G., Deep Entry of Low-Energy Ions Into Mercury's Magnetosphere: BepiColombo Mio's Third Flyby Observations, *Journal of Geophysical Research (Space Physics)*, 129, e2024JA032751, doi:10.1029/2024JA032751, 2024.
- Harada, Y., Fujiwara, Y., Lillis, R. J., Deighan, J., Nakagawa, H., Sanchez-Cano, B., Lester, M., **Futaana, Y.**, **Holmström, M.**, Frahm, R. A., 'Discrete Aurora and the Nightside Ionosphere of Mars: An EMM-MEX Conjunction of FUV Imaging, Ionospheric Radar Sounding, and Suprathermal Electron Measurements', *EARTH PLANETS AND SPACE* 76, no. 1 (6 May 2024). <https://doi.org/10.1186/s40623-024-02010-x>
- Hasegawa, H., M. Argall, R., Aunai, N., Bandyopadhyay, R., Bessho, N., Cohen, I. J., Denton, R. E., **Graham, D. B.**, **Khotyaintsev, Yu. V.**, Ket al., 'Advanced Methods for Analyzing In-Situ Observations of Magnetic Reconnection', *SPACE SCIENCE REVIEWS* 220, no. 6 (September 2024). <https://doi.org/10.1007/s11214-024-01095-w>
- Holmberg, M. K. G., Jackman, C. M., Taylor, M. G. G. T., Witasse, O., **Wahlund, J.-E.**, Barabash, S., Michotte de Welle, B., Huybrighs, H. L. F., Imhof, C., Cipriani, F., Déprez, G., & Altobelli, N., Surface Charging of the Jupiter Icy Moons Explorer (JUICE) Spacecraft in the Solar Wind at 1 AU, *Journal of Geophysical Research (Space Physics)*, 129, e2023JA032137, doi:10.1029/2023JA032137, 2024.
- Holmström, M.**, Lester, M., Sanchez-Cano, B., 'Future Opportunities in Solar System Plasma Science through ESA's Exploration Programme', *NPJ MICROGRAVITY* 10, no. 1 (14 March 2024). <https://doi.org/10.1038/s41526-024-00373-9>
- Jones, G. H., Snodgrass, C., Tubiana, C., Kupperts, M., Kawakita, H., Lara, L. M., Agarwal, J., **Edberg, N. J. T.**, **Nilsson, H.**, **Berglund, M.**, **Cripps, V.**, **Eriksson, A. I.**, **Fredriksson, J.**, **Petersson, J.**, **Puccio, W.**, **Wang, X.-D.**, **Wieser, M.**, et al., 'The Comet Interceptor Mission', *SPACE SCIENCE REVIEWS* 220, no. 1 (February 2024). <https://doi.org/10.1007/s11214-023-01035-0>
- Jung, J., Connor, H., **Dimmock, A.**, Sembay, S., Read, A., & Soucek, J., Mshpy23: a user-friendly, parameterized model of magnetosheath conditions, *Earth and Planetary Physics*, 8, 89, doi:10.26464/epp2023065, 2024.
- Katrougkalou, M. C., **Persson, M.**, Aizawa, S., André, N., Modolo, R., Jariel, E., Kullen, A., & Karlsson, T., Venusian ion escape under extreme conditions: A dynamic pressure and temperature simulation study, *Astronomy and Astrophysics*, 691, A206, doi:10.1051/0004-6361/202449326, 2024.

- Khoo, L. Y., Sanchez-Cano, B., Lee, C. O., Rodriguez-Garcia, L., Kouloumvakos, A., Palmerio, E., Carcaboso, F., **Holmström, M.**, et al., 'Multispacecraft Observations of a Widespread Solar Energetic Particle Event on 2022 February 15-16', *ASTROPHYSICAL JOURNAL* 963, no. 2 (1 March 2024). <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ad167f>
- Khotyaintsev, Y. V., Graham, D. B., & Johlander, A.**, Ion Reflection by a Rippled Perpendicular Shock, *Physical Review Letters*, 133, 215201, doi:10.1103/PhysRevLett.133.215201, 2024.
- Kim, K., Edberg, N. J. T., Wahlund, J.-E., & Vigren, E.**, Alfvén Wing-Like Structures in Titan's Magnetotail During T122-T126 Flybys, *Journal of Geophysical Research (Space Physics)*, 129, e2023JA032265, doi:10.1029/2023JA032265, 2024
- Lalti, A., Khotyaintsev, Y. V., & Graham, D. B.**, Adiabatic and non-adiabatic electron heating at quasi-perpendicular collisionless shocks, *Gephys. Res. Lett.*, 51 (24), e2024GL112547, doi:10.1029/2024GL112547, 2024.
- Laanabere, V., Dimmock, A. P., Rosenqvist, L., Viljanen, A., Juusola, L., & Johlander, A.**, Characterizing the distribution of extreme geoelectric field events in Sweden, *Journal of Space Weather and Space Climate*, 14, 22, doi:10.1051/swsc/2024025, 2024.
- Ma, X., Delamere, P., Nykyri, K., Otto, A., Eriksson, S., Chai, L., Burkholder, B., **Dimmock, A. P.**, Liou, Y.-L., Kavosi, S., 'Density and Magnetic Field Asymmetric Kelvin-Helmholtz Instability', *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS* 129, no. 3 (March 2024). <https://doi.org/10.1029/2023JA032234>
- Moeslinger, A., Gunell, H., Nilsson, H., Fatemi, S., Stenberg Wieser, G.**, 'Explaining the evolution of ion velocity distributions at a low activity comet', *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH: SPACE PHYSICS*, 129, e2024JA032757, 2024. <https://doi.org/10.1029/2024JA032757>
- Nanjo, S., Hofstra, G. A., Shiokawa, K., Shinbori, A., Nozawa, S., Hosokawa, K.**, 'Post-Midnight Purple Arc and Patches Appeared on the High Latitude Part of the Auroral Oval: Dawnside Counterpart of STEVE?', *EARTH PLANETS AND SPACE* 76, no. 1 (9 April 2024). <https://doi.org/10.1186/s40623-024-01995-9>
- Nanjo, S., Shiokawa, K.**, 'Spatial structures of blue low-latitude aurora observed from Japan during the extreme geomagnetic storm of May 2024', *EARTH PLANETS SPACE* 76, 156 (2024). <https://doi.org/10.1186/s40623-024-02090-9>
- Nishiyama, T., Kagitani, M., Furutachi, S., Iwasa, Y., Ogawa, Y., Tsuda, T. T., **Dalin, P. A.**, Tsuchiya, F., Nozawa, S., Sigernes, F., 'The First Simultaneous Spectroscopic and Monochromatic Imaging Observations of Short-Wavelength Infrared Aurora of N2+ Meinel (0,0) Band at 1.1 Mm with Incoherent Scatter Radar', *EARTH PLANETS AND SPACE* 76, no. 1 (15 February 2024). <https://doi.org/10.1186/s40623-024-01969-x>
- Perminov, V. I., Pertsev, N. N., **Dalin, P. A.**, Semenov, V. A., Sukhodoev, V. A., Zhelezov, Yu. A., Orekhov, M. D., 'Long-Term Temperature Trend in the Mesopause Region from Observations of Hydroxyl Airglow in Zvenigorod', *GEOMAGNETISM AND AERONOMY* 64, no. 1 (February 2024): 84–93. <https://doi.org/10.1134/S001679322360090X>
- Perri, S., **Yordanova E.** and Pizzarini C., Editorial: Women in science: astronomy and space sciences, *Front. Astron. Space Sci.*, 11:1378816, doi: 10.3389/fspas.2024.1378816, 2024.
- Persson, M., Vigren, E.**, 'Bridging Model-Data Discrepancies in Mars' Dayside Ionosphere: Exploring Varying Reaction Rate Coefficients', *ASTROPHYSICAL JOURNAL* 970, no. 2 (1 August 2024). <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ad596a>
- Pertsev, N. N., **Dalin, P. A.**, Perminov, V. I., Gusev, N. K., Tsimerinov, E. Yu., Solodovnik, A. A., Zadorozhny, A. M., Korotyshkin, D. V., Bordonskiy, G. S., 'Analysis of Noctilucent Cloud Fields According to Ground-Based Network and Airborne Photography Data', *IZVESTIYA ATMOSPHERIC AND OCEANIC PHYSICS* 60, no. 2 (April 2024): 187–94. <https://doi.org/10.1134/S0001433824700191>
- Peter, K., Sanchez-Cano, B., Nemec, F., Gonzalez-Galindo, F., Kopf, A. J., Lester, M., Patzold, M., Regan, C. E., **Holmstrom, M.**, 'The Ionosphere of Mars After 20 Years of Mars Express Contributions', *SPACE SCIENCE REVIEWS* 220, no. 4 (June 2024). <https://doi.org/10.1007/s11214-024-01078-x>
- Raptis, S., **Lalti, A.**, Lindberg, M. et al. Revealing an unexpectedly low electron injection threshold via reinforced shock acceleration. *Nature Communications* 16, 488, . <https://doi.org/10.1038/s41467-024-55641-9>,
- Regan, C. E., Coates, A. J., Lester, M., Wellbrock, A., Jones, G. J., Sanchez-Cano, B., Garnier, P., Haythornthwaite, R. P., Meggi, D., Frahm, R. A., **Holmström, M.**, 'Effects of the 2007 Martian Global Dust Storm on Boundary Positions in the Induced Magnetosphere', *PLANETARY SCIENCE JOURNAL* 5, no. 6 (1 June 2024). <https://doi.org/10.3847/PSJ/ad4116>
- Richard, L., Sorriso-Valvo, L., Yordanova, E., Graham, D. B., Khotyaintsev Yu. V.**, 'Turbulence in Magnetic Reconnection Jets from Injection to Sub-Ion Scales', *PHYSICAL REVIEW LETTERS* 132, no. 10 (4 March 2024). <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.132.105201>
- Rojo, M., Andre, N., Aizawa, S., Sauvaud, J. -A., Saito, Y., Harada, Y., Fedorov, A., Persson, M.**, et al., 'Structure and Dynamics of the Hermean Magnetosphere Revealed by Electron Observations from the Mercury Electron Analyzer after the First Three Mercury Flybys of BepiColombo', *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS* 687 (17 July 2024). <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202449450>
- Rojo, M., Persson, M., Sauvaud, J.-A., Aizawa, S., Nicolaou, G., Penou, E., Barthe, A.**, et al., 'Electron Moments Derived from the Mercury Electron Analyzer during the Cruise Phase of BepiColombo', *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS* 683 (11 March 2024). <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202347843>

- Rojas Mata, S., Stenberg Wieser, G., Zhang, T., and Futaana, Y., 'Proton plasma asymmetries between the convective-electric-field hemispheres of Venus' dayside magnetosheath', *ANNALES GEOPHYSICAE*, 42 (2), 419–429, <https://doi.org/10.5194/angeo-42-419-2024>, 2024.
- Safargaleev, V. V., Sergienko, T. I., Kotikov, A. L., Safargaleev, A. V., 'Scenario for the Formation of Vortexlike Structures in a Presubstorm Arc, Taking into Account Changes in the Arc Height during Its Evolution', *GEOMAGNETISM AND AERONOMY* 64, no. 1 (February 2024): 61–76. <https://doi.org/10.1134/S0016793223600832>
- Settino, A., Nakamura, R., Blasl, K. A., Graham, D. B., Nakamura, T. K. M., Roberts, O. W., Vörös, Z., Panov, E. V., Simon Wedlund, C., Schmid, D., Hosner, M., Volwerk, M., & Khotyaintsev, Y. V., Plasma Mixing During Active Kelvin-Helmholtz Instability Under Different IMF Orientations, *Journal of Geophysical Research (Space Physics)*, 129, e2024JA032513, doi:10.1029/2024JA032513, 2024.
- Sergienko, T., Yokoyama Y., Brändström U., Yamauchi M., and Tjulin A., 'Ionospheric fireworks illuminate auroral science', *EOS*, 105, 28 February 2024 <https://doi.org/10.1029/2024EO240083>
- Sharon, A., Habyarimana, V., Mungufeni, P., Buchert, S. C., Habarulema, J. B., 'Ground and Space-Based Response of the Ionosphere during the Geomagnetic Storm of 02-06 November 2021 over the Low-Latitudes across Different Longitudes', *ADVANCES IN SPACE RESEARCH* 73, no. 6 (15 March 2024): 3014–32. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2023.12.032>
- Stenberg Wieser, G., André, M., Nilsson, H., Edberg, N., Persson, M., Rojas Mata, S., Mihalikova, M., Gunell, H., Bader, A., Futaana, Y., 'Estimating the Possible Ion Heating Caused by Alfvén Waves at Venus', *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH: SPACE PHYSICS*, 129(12), e2024JA032865, <https://doi.org/10.1029/2024JA032865>, 2024.
- Stober, G., Vadas, S. L., Becker, E., Liu, A., Kozlovsky, A., Janches, D., Qiao, Z., Krochin, W., Shi, G., Yi, W., Zeng, J., Brown, P., Vida, D., Hindley, N., Jacobi, C., Murphy, D., Buriti, R., Andrioli, V., Batista, P., Marino, J., Palo, S., Thorsen, D., Tsutsumi, M., Gulbrandsen, N., Nozawa, S., Lester, M., Baumgarten, K., Kero, J., Belova, E., Mitchell, N., Moffat-Griffin, T., and Li, N.: Gravity waves generated by the Hunga Tonga–Hunga Ha'apai volcanic eruption and their global propagation in the mesosphere/lower thermosphere observed by meteor radars and modeled with the High-Altitude general Mechanistic Circulation Model, *Atmos. Chem. Phys.*, 24, 4851–4873, <https://doi.org/10.5194/acp-24-4851-2024>.
- Stumpo, M., Benella, S., Di Bartolomeo, P. P., Sorriso-Valvo, L., Alberti, T., 'Anisotropy of Magnetohydrodynamic and Kinetic Scale Fluctuations through Correlation Tensor in Solar Wind at 0.8 Au', *FRactal and Fractional* 8, no. 6 (June 2024). <https://doi.org/10.3390/fractalfract8060358>
- Svenningsson, I., Yordanova, E., Khotyaintsev, Yu. V., Andre, M., Cozzani, G., Steinvall, K., 'Whistler Waves in the Quasi-Parallel and Quasi-Perpendicular Magnetosheath', *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS* 129, no. 6 (June 2024). <https://doi.org/10.1029/2024JA032661>
- Tanaka, Y., Ogawa, Y., Kadokura, A., Aso, T., Gustavsson, B., Brändström, U., Sergienko, T. I., Ueno, G., Saita, S., 'Application of Generalized Aurora Computed Tomography to the EISCAT 3D Project', *ANNALES GEOPHYSICAE* 42, no. 1 (29 May 2024): 179–90. <https://doi.org/10.5194/angeo-42-179-2024>
- Toledo-Redondo, S., J. Lee, H., Vines, S. K., Albert, I. F., Andre, M., Castilla, A., Dargent, J. P., Graham, D. B., Khotyaintsev, Yu. V., Norgren, C., et al., 'Statistical Observations of Proton-Band Electromagnetic Ion Cyclotron Waves in the Outer Magnetosphere: Full Wavevector Determination', *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS* 129, no. 5 (May 2024). <https://doi.org/10.1029/2024JA032516>
- Telloni D., L. Sorriso-Valvo, G. P. Zank, M. Velli, V. Andretta, D. Perrone, R. Marino, F. Carbone, A. Vecchio, L. Adhikari, L. Zhao, S. Guastavino, F. Camattari, C. Shi, N. Sioulas, Z. Huang, M. Romoli, E. Antonucci, V. Da Deppo, S. Fineschi, C. Grimaldi, P. Heinzel, J. D. Moses, G. Naleto, G. Nicolini, D. Spadaro, M. Stangalini, L. Teriaca, M. Uslenghi, L. Abbo, F. Auchère, R. Aznar Cuadrado, A. Berlicki, R. Bruno, A. Burtovoi, G. Capobianco, C. Casini, M. Casti, P. Chioetto, A. J. Corso, R. D'Amicis, Y. De Leo, M. Fabi, F. Frassati, F. Frassetto, S. Giordano, S. L. Guglielmino, G. Jerse, F. Landini, A. Liberatore, E. Magli, G. Massone, Giuseppe Nisticò, M. Pancrazzi, M. G. Pelizzo, H. Peter, C. Plainaki, L. Poletto, F. Reale, P. Romano, G. Russano, C. Sasso, U. Schuhl, S. K. Solanki, L. Strachan, Th. Straus, R. Susino, R. Ventura, C. A. Volpicelli, J. Woch, L. Zangrilli, G. Zimbardo, and P. Zuppella, Metis Observation of the Onset of Fully Developed Turbulence in the Solar Corona, *The Astrophysical Journal Letters*, 973, L48, doi:10.3847/2041-8213/ad5a8c, 2024.
- Tosi, F., Roatsch, T., Galli, A., Hauber, E., Lucchetti, A., Molyneux, P., Stephan, K., Barabash, S., Wahlund, J.-E., et al., 'Characterization of the Surfaces and Near-Surface Atmospheres of Ganymede, Europa and Callisto by JUICE', *SPACE SCIENCE REVIEWS* 220, no. 5 (August 2024). <https://doi.org/10.1007/s11214-024-01089-8>
- Trotta, D., Dimmock, A. P., Blanco-Cano, X., Forsyth, R. J., Hietala, H., Fargette, N., Larosa, A., Yordanova, E., et al., 'Observation of a Fully-Formed Forward-Reverse Shock Pair Due to the Interaction between Two Coronal Mass Ejections at 0.5 Au', *ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS* 971, no. 2 (1 August 2024). <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ad68fa>

- Trotta, D., Larosa, A., Nicolaou, G., Horbury, T. S., Matteini, L., Hietala, H., Blanco-Cano, X., **Khotyaintsev, Yu. V.**, et al., 'Properties of an Interplanetary Shock Observed at 0.07 and 0.7 Au by Parker Solar Probe and Solar Orbiter', *ASTROPHYSICAL JOURNAL* 962, no. 2 (1 February 2024). <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ad187d>
- Turquet, A., Brissaud, Q., Alvizuri, C., Naesholm, S. P., Le Pichon, A., **Kero, J.**, 'Retrieving Seismic Source Characteristics Using Seismic and Infrasound Data: The 2020 ML 4.1 Kiruna Minequake, Sweden', *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS* 51, no. 12 (28 June 2024). <https://doi.org/10.1029/2024GL109276>
- Valvano, G., Sfair, R., Winter, O. C., Machado-Oliveira, R., **Boreres-Motta, G.**, 'Apophis: May a Meteor Activity Happen on Earth after the 2029 Closest Approach?', *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY* 531, no. 1 (13 May 2024): 1585–91. <https://doi.org/10.1093/mnras/stae1181>
- Van Hoolst, T., Tobie, G., Vallat, C., Altobelli, N., Bruzzone, L., Cao, H., Dirkx, D., **Bergman, J.**, **Futaana, Y.**, **Puccio, W.**, **Barabash, S.**, **Wahlund, J. -E.**, et al., 'Geophysical Characterization of the Interiors of Ganymede, Callisto and Europa by ESA's Jupiter ICy Moons Explorer', *SPACE SCIENCE REVIEWS* 220, no. 5 (August 2024). <https://doi.org/10.1007/s11214-024-01085-y>
- Vandegriff, E. M., Welling, D. T., Mukhopadhyay, A., **Dimmock, A. P.**, Morley, S. K., Lopez, R. E., 'Exploring Localized Geomagnetic Disturbances in Global MHD: Physics and Numerics', *SPACE WEATHER-THE INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH AND APPLICATIONS* 22, no. 4 (April 2024). <https://doi.org/10.1029/2023SW003799>
- Wang, X. -D.**, **Fatemi, S.**, **Holmström, M.**, **Nilsson, H.**, **Futaana, Y.**, **Barabash, S.**, 'Martian Global Current Systems and Related Solar Wind Energy Transfer: Hybrid Simulation under Nominal Conditions', *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY* 527, no. 4 (February 2024): 12232–42. <https://doi.org/10.1093/mnras/stad3486>
- Wieser, M.**, **Williamson, H.**, **Stenberg Wieser, G.**, **Barabash, S.**, **Zhang, A.**, **Wang, C.**, **Wang, W.**, 'Energy Spectra of Energetic Neutral Hydrogen Backscattered and Sputtered from the Lunar Regolith by the Solar Wind', *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS* 684 (16 April 2024). <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202348876>
- Williamson, H.N.**, **Johansson, A.**, **Canu-Blot, R.**, **Stenberg Wieser, G.**, **Nilsson, H.**, **Johansson, F.L.**, **Moeslinger, A.**, 'Cometary ion drift energy and temperature at comet 67P/Churyumov-Gerasimeko', *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, Volume 533, Issue 2, Pages 1442–1452. <https://doi.org/10.1093/mnras/stae1883>
- Xin, C., Chu, X., Hsu, H.-W., Cao, Hao C., Sun, W. J., Liuzzo, L., Halekas, J., **Morooka, M.**, et al., 'Science Return of Probing Magnetospheric Systems of Ice Giants', *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES* 11 (13 March 2024) <https://doi.org/10.3389/fspas.2024.1203705>
- Xu, S., Mitchell, D. L., Whittlesey, P., Rahmati, A., Livi, R., Larson, D., Luhmann, J. G., **Persson, M.**, et al., 'Closed Magnetic Topology in the Venusian Magnetotail and Ion Escape at Venus', *NATURE COMMUNICATIONS* 15, no. 1 (18 July 2024). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-50480-0>
- Yamauchi M. (2024)**, Christon S., Dandouras I., Haaland, S., **Kastinen D.**, Kistler L.M., Mann I., Nozawa S., Plane J.M.C., Saito Y., Schulz L., Watanabe S., Wurz P., Yau A.W., 'Heavy molecular and metallic ions in the magnetosphere', *SPACE SCIENCE REVIEWS*, 220, 82, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11214-024-01114-w3b-48>
- Yokoyama, Y.**, Taguchi, S., 'The Nature of the Mesoscale Field-Aligned Currents in the Auroral Oval for Positive IMF BZ: More Frequent Occurrence in the Dawnside Sector than in the Duskside Sector', *JOURNAL OF SPACE WEATHER AND SPACE CLIMATE* 14 (28 May 2024). <https://doi.org/10.1051/swsc/2024013>
- Yordanova, E.**, Temmer, M., Dumbovic, M., Scolini, C., Paouris, E., Werner, A. L. E., **Dimmock, A. P.**, **Sorriso-Valvo, L.**, 'Refined Modeling of Geoeffective Fast Halo CMEs During Solar Cycle 24', *SPACE WEATHER-THE INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH AND APPLICATIONS* 22, no. 1 (January 2024). <https://doi.org/10.1029/2023SW003497>
- Zalcik, M., and **Dalin, P.**, 'The noctiluculent cloud observing program of Michael Noble', *THE JOURNAL OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY OF CANADA*, 118, 3, 114-117, 2024. <https://www.rasc.ca/jrasc-june-2024>
- Zhang, C., Rong, Z., Li, X., Fraenz, M., **Nilsson, H.**, Jarvinen, R., **Persson, M.**, **Futaana, Y.**, Dong, C., **Yamauchi, M.**, Gao, J., Zhou, Y., Wang, L., Shi, Z., Wei, Y., He, F., **Holmström, M.**, **Barabash, S.**, 'The Energetic Oxygen Ion Beams in the Martian Magnetotail Current Sheets: Hints From the Comparisons Between Two Types of Current Sheets', *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS* 51, no. 5 (16 March 2024). <https://doi.org/10.1029/2023GL107190>
- Zhang, C., Zhou, H., Dong, C., Harada, Y., **Yamauchi, M.**, Xu, S., **Nilsson, H.**, et al., 'Source of Drift-Dispersed Electrons in Martian Crustal Magnetic Fields', *ASTROPHYSICAL JOURNAL* 972, no. 2 (1 September 2024). <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ad64d5>
- Zhang, Q.**, **Barabash, S.**, **Holmström, M.**, **Wang, X. -D.**, **Futaana, Y.**, Fowler, C. M., Ramstad, R., **Nilsson, H.**, 'Mars's Induced Magnetosphere Can Degenerate', *NATURE* 634, no. 8035 (24 October 2024). <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07959-z>
- Zhong, T., Xie, L., Zhang, A., Guo, X., Li, L., Wang, W., **Wieser, M.**, et al., 'Dependences of Energetic Neutral Atoms Energy on the Solar Wind Energy and Solar Zenith Angle Observed by the Chang'E-4 Rover', *ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS* 960, no. 1 (1 January 2024). <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ad1687>

AVHANDLINGAR OCH EXAMENSARBETEN

- Canu-Blot, R.**, Negative ions in the plasma environment of the Moon: observing small signals related to plasma-surface interaction, Licentiate thesis, Umeå universitet och Institutet för rymdfysik, Kiruna. [diva2:1914491](#), 2024
- Kim K.**, Dynamics of Titan's ionosphere and plasma interactions as observed by Cassini
- Lalti, A.**, Electrostatic turbulence and electron heating in collisionless shocks, PhD thesis, Swedish Institute of Space Physics, Uppsala: Uppsala University, 2024. ISBN: 978-91-513-2097-7
- Lonie, C.**, RAIN: ReseArch Infrastructure Network: A communication network for sending messages between research infrastructure in the Nordics, Master thesis, Luleå tekniska universitet, <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ltu:diva-110023>, 2024
- Moeslinger, A.**, Physics at sub-ion-gyroradius scales near low-activity comets, Doctoral thesis, Umeå universitet och Institutet för rymdfysik, Kiruna. [diva2:1906393](#), 2024

POPULÄRVETENSKAPLIGA PUBLIKATIONER

- André, M., Stenberg Wieser, G.**, Banbrytande europeisk satellitformation. Cluster avvecklas efter 24 år i rymden, Populär astronomi, nummer 3, september, 2024
- Kastinen, D., Kero, J.**, A new radar meteor head echo analysis algorithm and its application on MU radar high-altitude meteor detections, Proceedings of the International Meteor Conference, Redu, Belgium, August 31 – September 3, 2023, pp. 16-17, International Meteor Organization, ISBN 978-2-87355-036-3, 2024
- Kero, J., Kastinen, D., Gritsevich, M.**, The EISCAT 3D atmosphere and geospace radar: current status and science outlook for meteors, WGN, Journal of the International Meteor Organization, vol. 52, no. 4-5, p. 103-109, 2024 ISSN 1016-3115 <https://portal.issn.org/resource/ISSN/1016-3115>
- Kero, J., Kastinen, D., Jenniskens, P., Abe, S., Nakamura, T.**, MU radar head echo observations of the January zeta-Leonids, Proceedings of the International Meteor Conference, Redu, Belgium, August 31 – September 3, 2023, pp. 18-23, International Meteor Organization, ISBN 978-2-87355-036-3, 2024
- Stenberg Wieser, G., Wieser, M., Wittmann, P.**, Paranoia partikelmätare, Fysikaktuell, nummer 1, februari, 2024 http://www.fysikersamfundet.se/wp-content/uploads/FA-1-2024_webb.pdf
- Stenberg Wieser, G., Nilsson, H., Barabash, S.**, Skyddar magnetfältet jordens atmosfär?, Populär astronomi, nummer 2, juni, 2024.

Expertgranskade: 87 st varav förstaförfattare: 32 st.

Övriga: Populärvetenskapliga publikationer 6 st, avhandlingar och examensarbeten: 5 st.

Bilaga 2

Förkortningar och begreppsförklaringar

Förkortningar

ALIS_4D	Auroral Large Imaging System, Projekt för att studera ljusfenomen, t.ex. norrsken, i den övre atmosfären
ASPERA-3	Analys of Space Plasmas and Energetic Atoms
ATLID	Atmospheric Lidar
AYAP-1	Turkisk månsond
Chang'e 4 & 6	Rymdsond och rymdfarkost som är del av kinesisk rymdprogram
CNES	Frankrikes myndighet för rymdfart
CNSA	Chinese National Space Administration
COMPASS	Combined Magnetic and Plasma Sensor Suite
Dr.	Doktor
EarthCARE	Earth Cloud, Aerosol and Radiation Explorer
EFI	Electric Field Instrument
EFW	Electric Field and Waves
EGU	European Geosciences Union
EISCAT	European Incoherent SCATter Scientific Association
EISCAT_3D	Ny generation av EISCAT:s inkoherentspridningsradar
ENA	Energirika neutrala atomer
ESA	European Space Agency
ESV	Ekonomistyrningsverket
EU	European Union
FBURST	Field-aligned currents in the ionosphere and Burstybulk flows in magnetotail
FBF	Förordningen om myndigheters bokföring
FMV	Försvarets materielverk
FWP	Fields and Wave Processor
FOI	Totalförsvarets forskningsinstitut
FÄB	Förordningen om årsredovisning och budgetunderlag
GIC	geomagnetiska inducerade elektriska strömmar
GloRIA	Global Radiometer Array
ICAO	International Civil Aviation Organization
ILENA	IRF:s vakuumtank
INTERMAGNET	International Real-time Magnetic Observatory Network - det globala nätverket av observatorier som övervakar jordens magnetfält
IRF	Institutet för rymdfysik
ISRO	Indian Space Research Organisation
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency
JNA	Jovian Neutrals Analyzer
JUICE	JUpiter ICy moon Explorer
KAGO	Kiruna Atmospheric and Geophysical Observatory, IRF
KIMRA	Kiruna Millimeter Wave Radiometer
KTH	Kungliga Tekniska Högskolan
KVA	Kungl. Vetenskapsakademien
Lidar	Light Detection and Ranging
JMC	
LNT	Lunar Neutrals Telescope
LFV	Luftfartsverket

LOU	Lagen om offentlig upphandling
LP3	Langmuirprobinstrument
LTU	Luleå tekniska universitet
LUPIN	Lunar Plasma Interdisciplinary Network
M-MATISSE	Mars Magnetosphere ATmosphere Ionosphere and Space weather Science
MIPA	Miniature Ion Precipitation Analyzer
MMO	Mercury Magnetospheric Orbiter
MMS	Magnetospheric Multiscale Mission
MSB	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
NASA	National Aeronautics and Space Administration, USA
NILS	Negative Ions on the Lunar Surface
NLC	nattlysande moln
NOSTRA	Nordic Space Tracking Radar
PEP	Particle Environment Package
RIT	Rymd för Innovation och Tillväxt
RIOE	radio-inducerade optiska emissioner
RPF	Rymdplasmafysikprogrammet, IRF
RPWI	Radio & Plasma Wave Investigation
SCIENA	Solar wind Cometary Ions and Energetic Neutral Atoms
SHARP	Eu:s Horisont 2020-projektet
SMILE	Solar wind Magnetosphere Ionosphere Link Explorer
SPL	Space Physics Laboratory
SSC	Swedish Space Corporation, Esrange
SSPT	Solsystemets fysik och rymdteknik, IRF
STAR	Sol-, rymd- och atmosfärforskning, IRF
STEVE	Strong Thermal Emission Velocity Enhancement
SVT	Sveriges television
tkr	Tusen kronor
TOTEM	KAMerasystem
TRANSAT	transatlantiska ballongflygningsmission
VD	Verkställande direktör
VISWAS	Venus Ionospheric and Solar Wind particle AnalySer
VNA	Venusian Neutrals Analyzer
WDS	Världsdatasystemet
XFLARE	eXtreme plasma flares

Begrepp

Rymdsond	en obemannad rymdfarkost som styrs från en kontrollstation på jorden och som samlar in information som används i forskning eller av vetenskapsmän.
Satellit	ett föremål i rymden som rör sig runt – eller kretsar kring – ett annat föremål i rymden.

Beslut om årsredovisning



INSTITUTET FÖR RYMDFYSIK
Swedish Institute of Space Physics

Kiruna 2025-02-20
Dnr: 1.3 – 41/25

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-(0)980-790 00
E-post: irf@irf.se
www.irf.se