

A large, detailed image of the planet Mars occupies the left side of the cover. The planet's surface is shown in shades of orange, red, and brown, with visible craters and geological features. The atmosphere is thin and blue at the horizon.

**INSTITUTET FÖR RYMDFYSIK**  
Årsredovisning 2023



# Innehållsförteckning

FÖRORD.....	4
ÅRET I KORTHET.....	6
RESULTATREDOVISNING	
1. Översikt.....	11
1.1 Principer för resultatredovisning.....	12
1.2 Resultatindikatorer.....	13
2. Forskning och instrumentutveckling.....	17
2.1 IRF:s forskningsprogram.....	18
2.2 Publikationer och främjande av forskning med hög kvalitet.....	31
2.3 Internationella forskningssamarbeten.....	35
3. Kiruna atmosfär- och geofysiska observatorium.....	39
4. Medverkan i utbildning.....	45
5. Övriga mål och resultat.....	48
5.1 Arbete för jämställdhet, mångfald och kompetensförsörjning.....	49
5.2 Samverkan med näringsliv och samhälle.....	52
5.3 Informationsaktiviteter.....	55
FINANSIELL REDOVISNING	
Sammanställning över väsentliga uppgifter (tkr).....	58
Resultaträkning (tkr).....	59
Balansräkning (tkr).....	60
Anslagsredovisning (tkr).....	61
Tilläggsupplysningar.....	62
Noter.....	63
BILAGOR	
Bilaga 1 IRF Publikationslista 2023.....	66
Bilaga 2 Förkortningar och begreppsförklaringar.....	71
Bilaga 3 Beslut om årsredovisning.....	73

Redaktör/text: Magdalena Wäppling  
Text: Annelie Klint Nilsson, Layout/text: Martin Eriksson

Omslagsbild: Ett kollage av jorden och Mars i samband med att IRF gått vidare till Fas-A med M-MATISSE, avsedd för studier av Mars och Plasma Observatory, för studier av rymdmiljön kring jorden.

Institutet för rymdfysik. Box 812 SE-981 28. Kiruna. Tel. +46 (0)980-790 00. E-post: [irf@irf.se](mailto:irf@irf.se). [www.irf.se](http://www.irf.se)

# FÖRORD

Välkommen att läsa IRF:s årsredovisning för 2023!

IRF är en viktig aktör inom svensk rymdforskning. Vi har en unik kompetens som är avgörande för att medverka i mycket avancerade internationella rymdprojekt med instrumentering som vi själva utvecklar, bygger och levererar.

Den 23 mars sändes sondraketen BROR (Barium Release Optical and Radio rocket) upp från Esrange Space Center för att skapa ”moln” på åtta olika höjder i den övre delen av vår atmosfär, jonosfären. Det lyckade experimentet gör det möjligt att observera rörelserna hos de neutrala och laddade partiklarna vilket ger viktig information om det elektriska fältet och strömmar i rymden nära jorden.

Den 14 april sändes rymdsonden JUICE upp från Guyana Space Center och påbörjade sin över åtta år långa resa till Jupiter och dess isiga månar Ganymedes, Europa och Callisto. IRF har under nästan tio år förberett två instrument för JUICE, PEP för att mäta partiklar och RPWI för att mäta elektriska och magnetiska fält. Under våren och sommaren fälldes våra sensorbommar ut och vi kontrollerade att alla sensorer och all elektronik fungerar. Under resan kommer JUICE att flyga förbi jorden, månen och Venus ett antal gånger för att få den fart som behövs för att ta sig ut till Jupiter.

I november presenterade den europeiska rymdorganisationen ESA tre rymdprojekt som ska studeras vidare och IRF medverkar i arbetet med tänkbara instrument för två av dessa; M-MATISSE, avsedd för studier av Mars, och Plasma Observatory, avsedd för studier av rymdmiljön omkring jorden. Nu väntar ett treårigt arbete vad gäller fortsatta tekniska och vetenskapliga studier. Under 2026 tar ESA det slutliga beslutet om vilken rymdexpedition de avser att satsa på.

Under året har det nationella arbetet med att utreda framtida former för Sveriges egen rymdlägesbild fortsatt. IRF har under lång tid arbetat med dessa frågor och är involverade i arbetet vad gäller rymdväder och övervakning av rymdobjekt. Våra egna arbeten inom dessa områden ökar i omfattning, bland annat med nya resurser i form av projekt och personal.

Inom observatorieverksamheten har vi fortsatt att tillgängliggöra våra mätningar till forskare och andra intresserade världen över samtidigt som vi arbetat med att driftsätta nya instrument inom vårt nätverk av norrsenskameror, ALIS\_4D. Vi har nu exempelvis även en infraröd kamera som ger information om temperaturer och fenomen i mesopausen på cirka 87 kilometers höjd. För att validera ESA-satelliten EarthCares mätningar av exempelvis polarstratosfäriska moln har vi åter driftsatt IRF:s lidaranläggning.

Utvecklingen av IRF SpaceLab innebär en betydande ökning av vår förmåga att testa och kvalificera vetenskapliga instrument och annan utrustning för användning i rymden. Under året har vi bland annat driftsatt en ny vibrationsanläggning och fortsatt arbetet med att etablera en anläggning för strålningstester.

Vi har under 2023 fått en ny professor, Hans Nilsson, samt en ny doktor, Joshua Dreyer.

Slutligen, ett stort tack till alla medarbetare på IRF som bidragit till att göra vår verksamhet så framgångsrik.

Olle Norberg  
Generaldirektör, Institutet för rymdfysik





*Bild 1: Generaldirektör Olle Norberg*



# ÅRET I KORTHET



13 januari 2023 - Anna Kinberg Batra besökte Rymdcampus.



23 februari 2023 - Luleå Science Club ställde



7 mars 2023 - 14 EU-delegat

13 maj 2023 - Qi Zhang gav sitt licentiatseminarium i Kiruna.



22 juni 2023 - Utställning om JUICE i Kiruna stadshus.







...frågor till forskare under JUICE-turnén.



...besökte Rymdcampus.



14 april 2023 - Det blev en lyckad uppskjutning av JUICE.

7 november 2023 - Norrskensutbildning på IRF.



6 december 2023 - Jordi Boldú gav sitt licentiatseminarium i Uppsala.



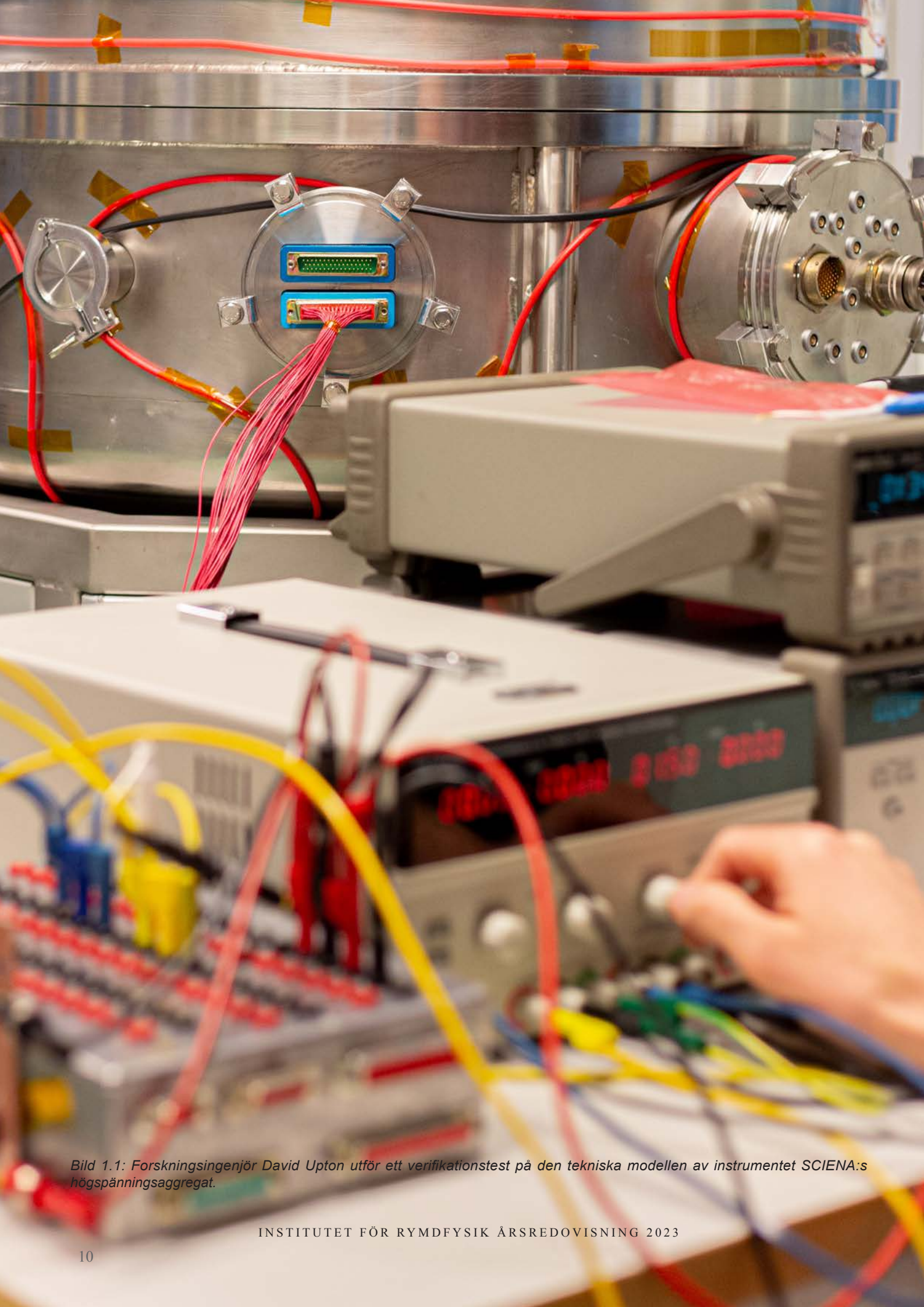


*Bild 10: Dr. Herbert Gunell, Umeå universitet, klargör en av sina frågor under Jordi Boldús licentiatseminarium i Uppsala.*



# RESULTATREDOVISNING





*Bild 1.1: Forskningsingenjör David Upton utför ett verifikationstest på den tekniska modellen av instrumentet SCIENA:s högspänningsaggregat.*



# 1. Översikt

Institutet för rymdfysik (IRF) är ett statligt forskningsinstitut som bedriver experimentell och teoretisk grundforskning samt forskarutbildning i rymdfysik, atmosfärfysik och rymdteknik. IRF har också nationellt ansvar för observatorieverksamhet inom rymdfysik.

IRF studerar de grundläggande fysikaliska processerna som är nödvändiga för att få en bättre förståelse för jorden. Detta möjliggörs med hjälp av mätningar från satelliter runt jorden och med mätinstrument på rymdsonder i omlopp runt planeter och himlakroppar i vårt solsystem. Forskningen ger oss en ökad kunskap om universum, jordens ursprung och om livet på jorden.

Den stimulerande och kreativa forskningsmiljön samt det väletablerade samarbetet med många internationella partners ger goda förutsättningar för ny forskning. IRF:s ständigt pågående utvecklingsarbete av mätinstrument och testanläggningar stärker möjligheterna till att göra nya upptäckter. Detta arbete ger också goda förutsättningar vad gäller spridningen till samhället av inspirerande ny kunskap inom det naturvetenskapliga och tekniska området.

Tack vare rymdsonder kan vi nå och studera de yttre delarna av solsystemet och just kunskapen om rymdmiljön blir allt viktigare eftersom samhället i hög grad är beroende av rymdteknik för en mängd olika tillämpningar. För att nå vetenskapliga resultat krävs ny teknik, personal med hög kompetens och många års erfarenhet

samt en väl utvecklad forskningsinfrastruktur som stödjer den pågående och framtida forskningen vilket IRF kan erbjuda.

IRF:s atmosfärforskning ger en bra bild över hur jordens atmosfär fungerar samt möjliggör de långa mätserier som behövs för att förstå långsiktiga konsekvenser av människans påverkan på klimatet. Observationer och långa dataserier är av största vikt för att utforska och förutsäga miljö- och klimatförändringar. Genom observatorieverksamheten fortsätter IRF att bevaka de geofysiska förhållandena i Arktis. Ett stort fokus läggs på utvidgningen av ALIS\_4D som är ett nätverk av mätstationer för avbildning av norrsken.

Expertgranskade artiklar innehållandes vetenskapliga resultat från de olika forskningsområdena publiceras kontinuerligt i tidskrifter och presenteras av forskarna vid internationella konferenser. IRF arrangerar även egna konferenser och arbetsmöten som bidrar till erfarenhetsutbyte med forskare världen över. Artiklarna har bland annat berört polära vintermesosfären, rymdväder, elektriska fält vid kometen 67P, observationer av Mars, Aeolus-vindar i Antarktis och svenska delen av Arktis.

Dessutom bidrar IRF:s forskare och doktorander med sin kompetens genom handledning av forskarstuderande på universitet samt till gymnasieelever i undervisning och projektarbeten.

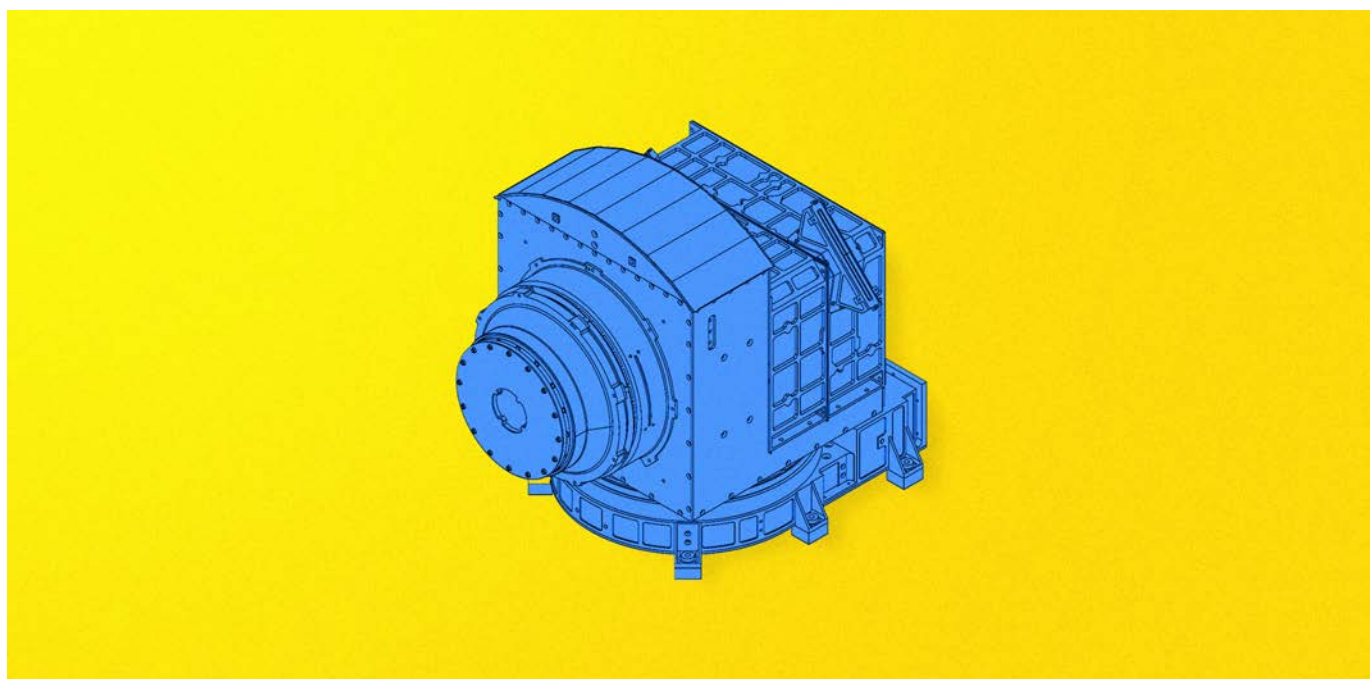


Bild 1.2: Rymdsonden Mars Express nådde en milstolpe under 2023 genom att fira 20 år sedan uppskjutningen den 2 juni 2003.



# 108

antalet medarbetare

# 26%

andelen kvinnor

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

## 1.1 Principer för resultatredovisning

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

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

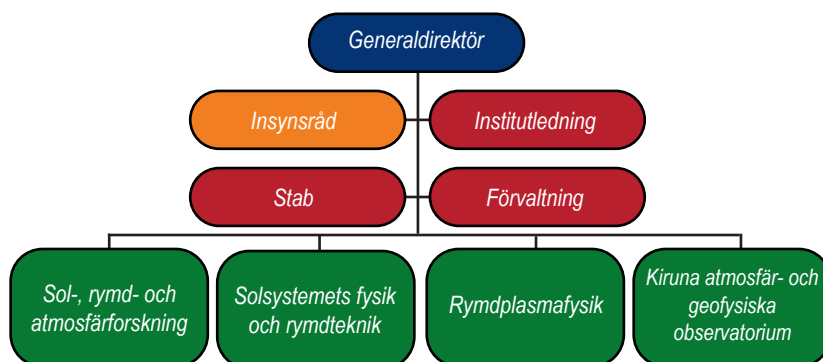


Bild 1.3: IRF:s organisationsschema.

## 1.2 Resultatindikatorer

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

*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 denna prestation redovisas även samverkan och informationsaktiviteter (för en detaljerad redovisning, se kapitel 2 och 5).

*Observatorieverksamhet* som 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, infraljudmikrofoner och spårgasmätningar i atmosfären (se kapitel 3).

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

IRF bedömer att verksamheten uppfyller de övergripande kraven i institutets instruktion och regleringsbrev.

Intäkter	2021	2022	2023
Forskning	45 939	52 425	52 483
Observatorieverksamhet	8 708	7 626	8 849
Forskarutbildning	2 615	2 464	1 934
Grundutbildning	80	161	147
<b>Intäkter av anslag</b> 1)	<b>57 342</b>	<b>62 676</b>	<b>63 412</b>
Forskning	2 256	2 482	3 320
Observatorieverksamhet	218	227	284
Forskarutbildning	216	232	198
Grundutbildning	543	562	551
<b>Intäkter av avgifter och andra ersättningar</b>	<b>3 233</b>	<b>3 503</b>	<b>4 353</b>
Forskning	36 590	46 090	43 023
Observatorieverksamhet	1 333	1 355	2 827
Forskarutbildning	7 803	7 421	6 858
Grundutbildning	57	122	167
<b>Intäkter av bidrag</b> 2)	<b>45 783</b>	<b>54 988</b>	<b>52 875</b>
Finansiella intäkter	80	641	2 416
<b>Summa intäkter</b>	<b>106 439</b>	<b>121 808</b>	<b>123 056</b>
<b>Kostnader</b>			
Forskning	82 734	99 415	101 657
Observatorieverksamhet	10 259	9 208	11 960
Forskarutbildning	10 635	10 117	8 990
Grundutbildning	680	845	866
<b>Summa kostnader</b>	<b>104 308</b>	<b>119 585</b>	<b>123 473</b>
Verksamhetsutfall	2 131	2 223	-417
1) Anslag från staten			
2) Från forskningsråd, EU, europeiska samarbetsorganisationer, stiftelser mfl.			

Tabell 1.1: IRF:s intäkter och kostnader under 2021, 2022 och 2023 (tkr i löpande priser).

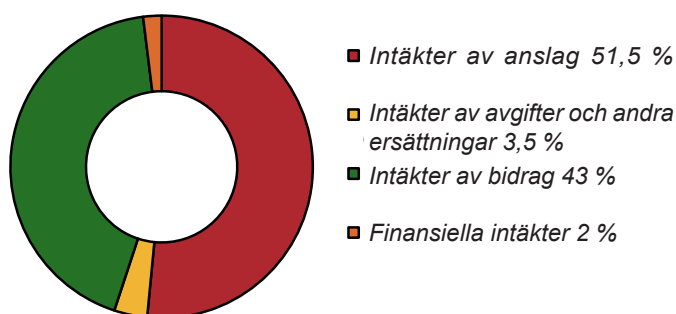


Bild 1.4: Verksamhetens intäkter var 123 056 tkr. för 2023, här fördelat procentuellt.

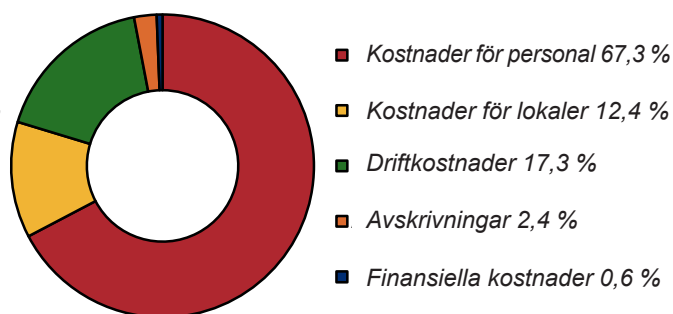


Bild 1.5: Verksamhetens kostnader var 123 473 tkr. för 2023, här fördelat procentuellt.



*Bild 1.6: Anisa Vlassova, ekonomiadministratör, efter professor Hans Nilssons professorsföreläsning.*



## Personal

Vid årets slut hade IRF totalt 108 anställda varav 80 män och 28 kvinnor. Av dessa tjänster var 22 tidsbegränsade (tolv i Kiruna, tio i Uppsala). (2022: 109 anställda - 82 män och 27 kvinnor, 2021: 111 anställda - 84 män och 27 kvinnor).

Vid slutet av 2023 var följande engagerade på hel- eller deltid i forskningen vid IRF:s fyra verksamhetsorter: 45 disputerade forskare (exklusive en tjänstledig) och elva doktorander (2022: 45 samt nio och 2021: 44 och 12).

	2021	2022	2023
Kiruna	64,8	60,4	60,3
Uppsala	32,5	37,7	33,8
Umeå	2,0	2,0	1,8
Lund	2,7	2,3	2,7
Total	103,0	102,4	98,6

Tabell 1.2: Antalet årsarbetskrafter för åren 2021, 2022 och 2023.



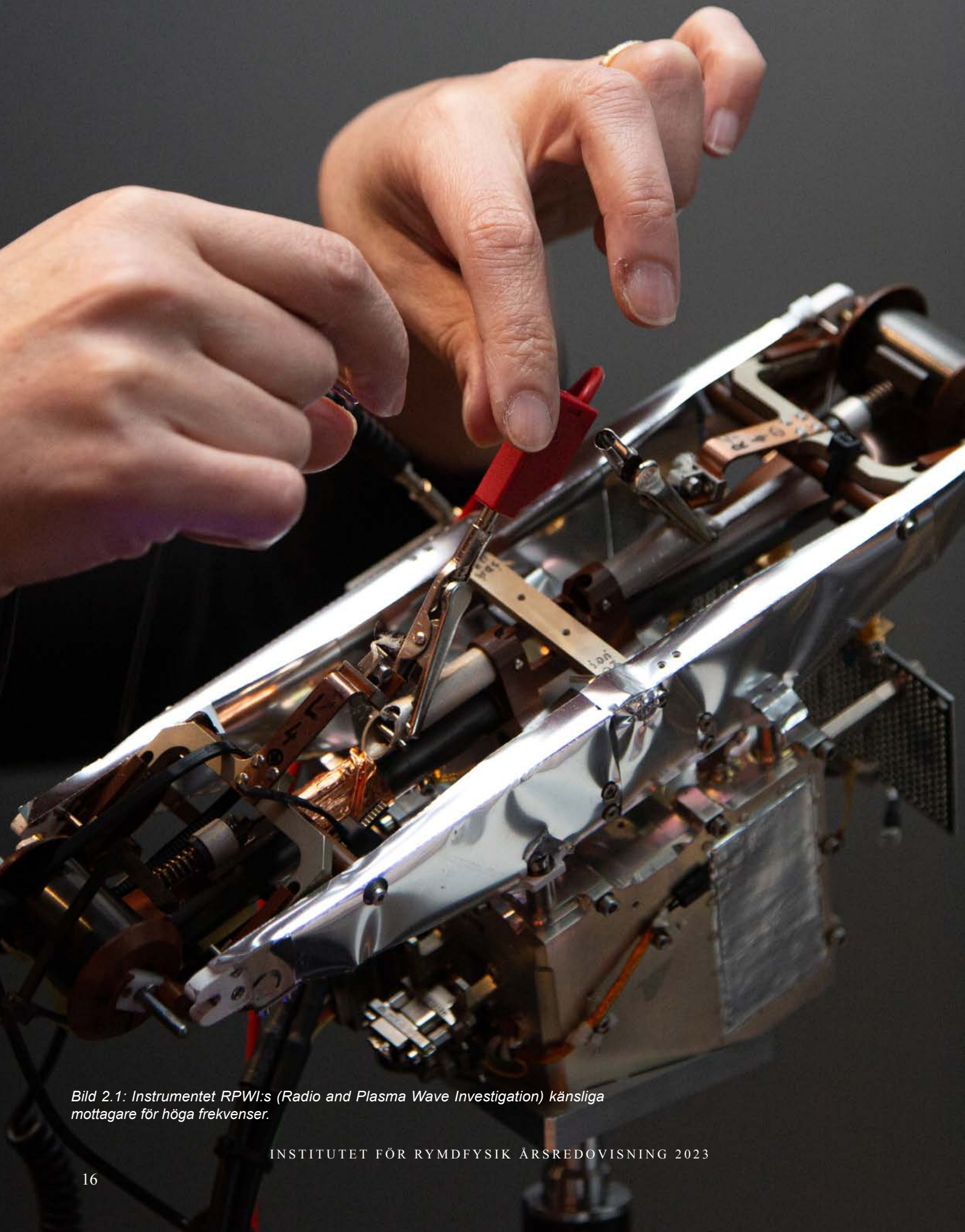
Bild 1.7: Rikard Ottemark, forskningsingenjör, Máté Kerényi, forskningsingenjör och Cecilia Flemström, personal- och förvaltningschef.

# 11

antalet doktorander

# 27%

andelen kvinnor



*Bild 2.1: Instrumentet RPWI:s (Radio and Plasma Wave Investigation) känsliga mottagare för höga frekvenser.*



## 2. Forskning och instrumentutveckling

IRF genomförde under 2023 både forskning och instrumentutveckling inom de tre forskningsprogrammen. Forskarna har fortsatt sitt arbete inom atmosfärfysik, rymdfysik och rymdteknik med hjälp experimentella metoder. Programområdena överlappar delvis varandra och ger goda möjligheter till samarbeten mellan programmen.

Institutet arbetar i huvudsak med grundforskning men med inslag av direkta tillämpningar. Ett exempel är rymdvädrets inverkan på satelliter runt jorden samt elektriska kraftsystem. Forskarna analyserar data från såväl markbaserade instrument som från mätinstrument ombord på rymdsonder i solsystemet. Även modelleringar, datorsimuleringar och teoretiska studier ligger till grund för forskarnas artiklar i vetenskapliga tidskrifter eller presentationer i samband med vetenskapliga konferenser.

Inom atmosfärfysik studeras dynamiska och kemiska processer i atmosfären vid höga latituder i både Arktis och på Antarktis. Forskningsområdet är viktigt för att exempelvis förstå vårt klimat samt klimatförändringar. Under 2023 genomfördes sondraketexperimentet BROR vilket gav tillgång till unikt data som visar fördelningen av elektriska fält i närheten av norrskensbågar. Vid dataanalysen kombineras ett flertal observationstekniker, radarsystem och optiska instrument.

Inom rymdplasmafysik ligger fokus på mätningar av elektriska fält och plasmatäthet i rymden. Under 2023 genomfördes bland annat en studie av markens elektriska fält med hjälp av magnetfältsmätningar från Finland och Estland samt markledningskartor från Sverige. Det pågår även studier av hur solstormar kan utgöra ett betydande hot mot jordens teknologi och hur detta kan påverka samhället och ekonomin genom störningar i till exempel elnätet.

Rymdteknik innefattar utveckling, design, byggande och testning av avancerade instrumentmätningar ombord på rymdsonder. IRF använder analysverktyg som gör det möjligt att skapa allmänna fysikaliska modeller för att studera solsystemets fysik. Ett exempel är ESA-projektet Comet Interceptor där IRF bidrar med en detektor för joner och energirika neutrala atomer, SCIENA (Solar wind Cometary Ions and Energetic Neutral Atoms). IRF medverkar även med instrument till den turkiska månsonden AYAP-1 med planerad uppskjutning 2026. Utvecklingen av IRF SpaceLab har fortsatt under 2023. Institutets målsättning är att IRF SpaceLab ska vara en bidragande faktor till att nya rymdföretag och aktörer etablerar sig i Kiruna och därmed kan nyttja IRF SpaceLab.

	2021	2022	2023
<b>Sol-,rymd- och atmosfärforskning</b>			
Anslag	11 139	13 199	12 411
Övriga intäkter	3 577	5 000	7 344
Summa programkostnader	14 716	18 199	19 755
<b>Solsystemets fysik och rymdteknik</b>			
Anslag	16 921	18 636	19 028
Övriga intäkter	14 877	22 055	20 357
Summa programkostnader	31 798	40 691	39 385
<b>Rymdplasmafysik</b>			
Anslag	17 878	20 590	21 044
Övriga intäkter	17 896	19 934	21 475
Summa programkostnader	35 774	40 524	49 251
<b>Observatorieverksamhet</b>			
Anslag	8 708	7 626	8 849
Övriga intäkter	1 551	1 582	3 111
Summa programkostnader	10 259	9 208	11 960
<b>Forskarutbildning</b>			
Anslag	2 615	2 464	1 934
Övriga intäkter	8 020	7 653	7 056
Summa programkostnader	10 635	10 117	8 990
<b>Grundutbildning</b>			
Anslag	80	161	147
Övriga intäkter	600	684	718
Summa programkostnader	680	845	865
<b>Informationsaktiviteter</b>			
Anslag	506	882	929
Övriga intäkter	277	460	825
Summa programkostnader	783	1 343	1 753

Tabell 2.1: Finansiering av programkostnader och direkta kostnader 2021, 2022 och 2023. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelningen av de gemensamma kostnaderna (tkr. i löpande priser).

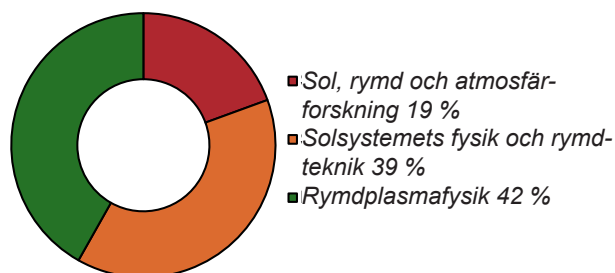


Bild 2.2: Procentuell fördelning av kostnader för forskning och instrumentutveckling mellan de tre forskningsprogrammen.



## 2.1 IRF:s forskningsprogram



*Bild 2.3: Klockan 19.23 den 23 mars 2023 sköts sondraketen BROR upp från rymdbasen Esrange Space Center med ett forskningsexperiment från IRF.*

*"Med hjälp av sondraketen BROR och data från radar och optiska system studerar vi norrskensprocesser och förhållanden i den jordnära rymden. Experimentet bidrar till en bättre förståelse av rymdväderfenomen som norrsken."*

*- Johan Kero -*

## Sol-, rymd- och atmosfärforskning

Inom forskningsprogrammet Sol-, rymd-, och atmosfärforskning studerar IRF atmosfären i Arktis, närmiljön i rymden samt vilka effekter som solens aktivitet har på jorden och dess atmosfär.

Forskningsprogrammet studerar och kartlägger meteoriter och rymdskrot vilka kan leda till stor skada vid kollisioner med till exempel rymdfarkoster. I jordens atmosfär infaller stoft samt gruspartiklar – meteoroider, men i den jordnära rymden finns även artificiella satelliter och rymdskrot. Dessa övervakas för att minska risken för kollisioner. Studier av dessa objekt bildar ett tvärvetenskapligt forskningsområde, från meteoriter till rymdlägesbild.

Programmet studerar även solvinden, joniserad gas från solkoronan och hur den påverkar jonosfären och magnetosfären, de joniserade övre delarna av atmosfären samt plasmaområdet nära jorden som kontrolleras av jordens magnetfält.

Med IRF:s nätverk av automatiska kameror genomförs internationella kampanjer för observationer av nattlysende moln (NLC). NLC är de högst belägna molnen i jordens atmosfär och förekommer i mesosfären. Bildandet av molnen sker sommartid då temperaturen är som lägst i mesosfären. De nattlysende molnen visar sig som stora vågstrukturer och består av mycket små iskristaller som har bildats runt stoftpartiklar.

i

### Visste du att...

Atmosfärens nedersta lager kallas troposfären och dess yttersta lager, som skiljer atmosfären från yttre rymden, kallas exosfären!

Övriga lager kallas:

stratosfären, mesosfären, termosfären samt jonosfären (som överlappar mesosfären, termosfären och exosfären).



Bild 2.4: Dr. Johan Kero som är chef för forskningsprogrammet Sol-, rymd- och atmosfärforskning under Rymdforum 2023.

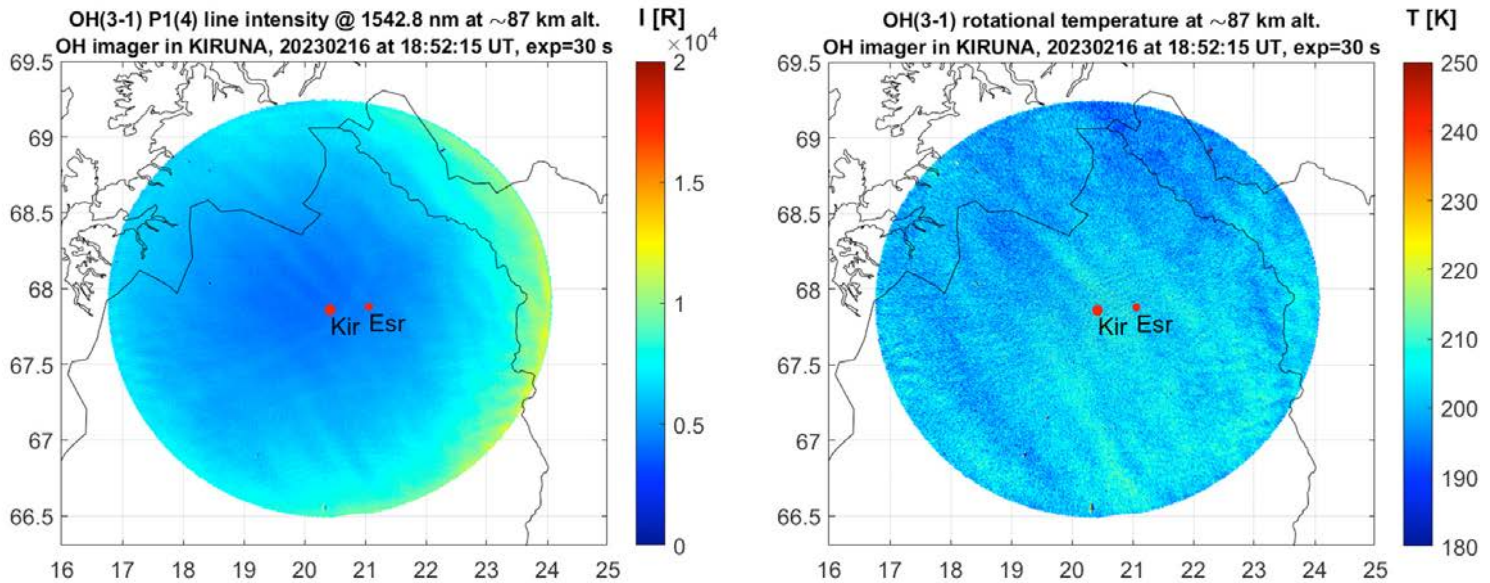


Bild 2.5: Infraröd ljusstyrka (vänster) och temperatur i atmosfärens mesopaus, som återfinns på cirka 87 km höjd (höger) registrerat med IRF:s nya kamerasystem.

## Händelser, resultat och utveckling inom programmet

### Rymdväder och norrsken

IRF deltar fortsatt i Space Weather Service Network (SWESNET) inom ESA och dess geomagnetiska expertservicecentrum G-ESC. IRF:s leveranser består av rymdväderprognoser i realtid från fem prognosmodeller som ger underlag till hur kraftiga geomagnetiska störningar som förväntas de närmsta timmarna i Europa. IRF:s norrskensindex ger ett mått på norrskensaktivitet i Kirunaområdet vilket är möjligt med realtidsanalys när norrsken detekteras med firmamentkameran. Norrskensindex har implementerats som en ny produkt inom SWESNET och används vid utvecklingen av IRF:s norrskensapp för mobiltelefoner. Appen lanseras under 2024.

Sondraketexperimentet BROR sköts upp från Esrange strax efter solnedgången den 23 mars. Bilder visar optiska emissioner från totalt åtta behållares spårämnen som släpptes på 130 – 230 kilometers höjd där solen fortfarande sken. Solljuset joniserade en del av spårämnena och med hjälp av data från flera kamerasystem skapades en rekonstruktion utifrån hur ljusskenet och spårämnena rörde sig under påverkan av geofysiska förhållanden. Ljusemissionerna från neutralt barium/strontium och joniserat barium möjliggör en visualisering och beräkning av hastighet för neutrala och laddade partiklar under norrskensförhållanden. Tack vare en slump rörde sig en norrskensbåge genom de lysande spårämnena vilket gav tillgång till unikt data som visar fördelningen

av elektriska fält i närheten av norrskensbågar. Det är en av många potentiella upptäckter från experimentet. I den pågående dataanalysen kombineras ett flertal observationstekniker, radarsystem och optiska instrument.

### Meteoror och spårning av rymdobjekt

Under en mätkampanj med Kyoto universitets MU-radar studerades meteorskuren Kvadrantiderna. I samband med radarmätningarna upptäcktes också en meteorskur med namnet January Zeta Leonids #1190.

EISCAT användes för radarkampanjer med syfte att bidra till kartläggningen av rymdskrot och meteorskuren Geminiderna. I september upptäcktes att radarekon från Starlinksatelliter dominerar antalet detekterade rymdobjekt på en banhöjd av 550 kilometer. Studierna ger en bättre förståelse av den jordnära rymdmiljön och bidrar till en kartläggning av den ökande mängden rymdobjekt.

IRF och Swedish Space Corporation (SSC) har i ett utvecklingsprojekt utvärderat IRF:s optiska kamernätverk ALIS\_4D. Vid pågående mätningar kunde objekt ner till cirka en kvadratmeter i låga jordbanor observeras och banbestämmas. I februari observerades en ljusstark meteor på 18 kilometers höjd ovan marken. Preliminära analyser visar att ett litet antal rymdstenar kan ha överlevt färden genom atmosfären. Det pågår en internationell



samarbetsstudie för att beskriva händelsen samt de eventuella meteoriternas nedslagsfält.

Diskussioner förs med ESA och de nordiska länderna om en förstudie av en nordisk radar, optimerad för baninmätningar av rymdobjekt. Projektet har konceptnamnet Nordic Space Tracking Radar (NOSTRA).

### Nattlysande moln och atmosfärdynamik

Observationer av nattlysande moln (NLC) genomfördes under juni – augusti. De första nattlysande molnen visade sig i mitten av juni, vilket var en fördröjning i aktiviteten som brukar starta tidigare på säsongen.

Mätningar med atmosfärsradarn ESRAD (byggd 1996 av IRF och SSC) avslutades i oktober. Tillsammans har ESRAD och systersystemet MARA (byggd av IRF på Antarktis 2007) varit ett radarpar för studier av polaratmosfärdynamik i jordens båda polarområden. ESRAD involverades under totalt 27 år i ballong- och raketkampanjer och bidrog med data till tre doktorsavhandlingar samt femtiotalet expertgranskade publikationer. Det sista projektet validerade vindar med instrument på satelliten Aeolus.

Vid IRF:s fältstation Knutstorp finns ett instrument för registrering av infrarött ljus på natthimlen. Instrumentet används för studier av hydroxyl och molekylärt syre på 80 - 100 kilometers höjd. Kartor med det infraröda ljusets intensitet och temperaturen i atmosfärens mesopaus medger nya typer av studier för atmosfäriska vågor. Temperaturobservationerna validerades under januari – mars med hjälp av lidarsystemet på Esrange i samarbete med Meteorologiska Institutionen vid Stockholm Universitet (MISU) samt data från satelliten AURO/MLS.

Sensorsystemet för infraljudmikrobarometrar, ANIHALA (Antarctic Infrasonic HAnd LAunch) förbereddes under året i samarbete med Sandialaboratoriet, USA. Systemet syftar till registreringar i stratosfären över Antarktis ombord på en NASA-ballong. Antarktis är relativt fri från artificiella ljudkällor och är en utforskad kontinent vad gäller naturligt infraljud. Försök att släppa ballongen genomfördes i december men ogynnsamma väderförhållanden fördröjde ballongsläppet.

### Spårgaser och lidarmätningar

IRF har inlett ett samarbete med den Arktiska forskarskolan vid Umeå Universitet för mätningar av stratosfäriska och mesosfäriska spårgaser samt framtagning av temperaturprofiler, ozonprofiler och UV-strålning över Arktis. Mätningarna baseras på observationer av spårgaser

i stratosfären och mesosfären som uppmätts med Kiruna Mikrovågs RAdiometern (KIMRA). Metoder utvecklas för att ta fram temperaturprofiler och sätta dem i sammanhang med ozonvariation och UV-strålning. Detta görs i samarbete med Abisko Naturvetenskapliga Station där effekten av variationerna studeras. Målet är att koppla ihop effekter som observeras på marken med skeenden längre upp i atmosfären. Parallellt med projektet har KIMRA uppdaterats med den senaste mottagartekniken vilket möjliggör upptäckter och studier av hur jordens magnetfält påverkar syremolekyler energifördelning (Zeeman-effekten).

IRF är medlem i valideringsteamet för ESA:s och japanska rymdorganisationen JAXA:s gemensamma satellitprojekt EarthCARE. Satelliten, som skjuts upp 2024, ska utforska moln, aerosoler och strålning. För att kunna genomföra valideringen har IRF:s lidarsystem renoverats med hjälp av en utbyteslaser.



Bild 2.6: Informationen från BROR bidrar med en pusselbit till forskningen som kan ge bättre rymdvädersprognoser i framtiden. Bildcred: SSC



*Bild 2.7: Den 3 juli 2023 driftsattes IRF:s instrument Particle Environment Package (PEP) framgångsrikt ombord på rymdsonden JUICE. Bildcred: ESA/JUICE/JMC.*

*"År 2023 var kulmen på nästan 20 års ansträngningar från programmets ingenjörer och forskare - JUICE blev uppskjuten och PEP slogs på! Det mest komplexa och kraftfulla paket som programmet någonsin byggt är på väg till Jupiter."*

*- Stas Barabash -*



## 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. Just nu har institutet fem mätinstrument i rymden som utvecklats inom forskningsprogrammet. Ett på väg till Jupiter, ett vid Mars, två på väg till Merkurius och ett på månens baksida.

i

**Visste du att...**

*Merkurius är den minsta och minst utforskade planeten i det inre solsystemet!*



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



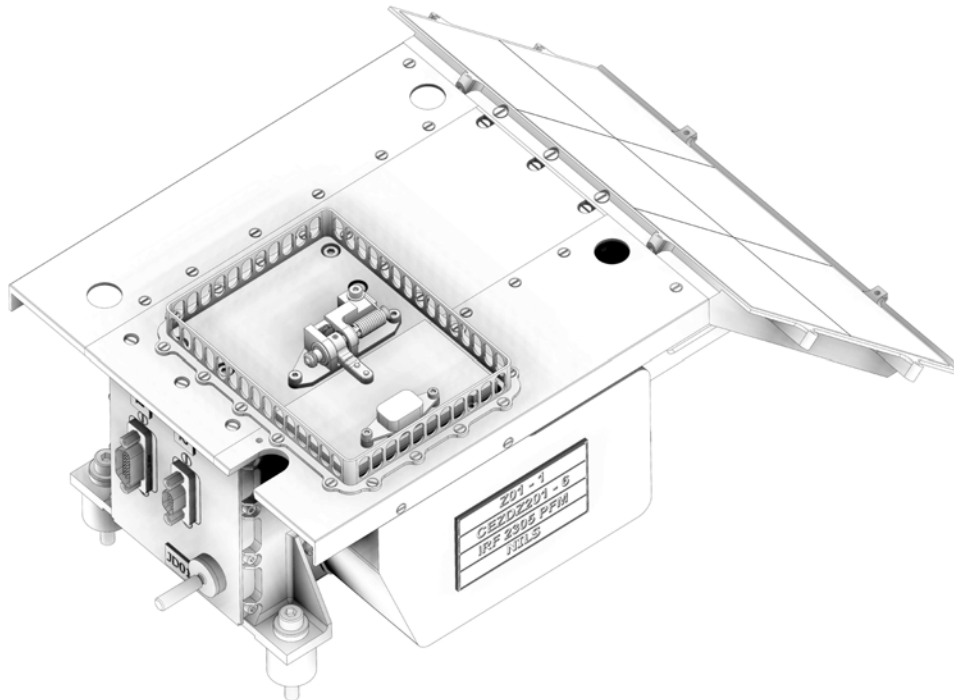


Bild 2.9: NILS blir det andra instrumentet från IRF som kommer att utföra mätningar på månens yta. Instrumentet kommer att finnas ombord på kinesiska Chang'e 6 med planerad uppskjutning 2024.

## Händelser, resultat och utveckling inom programmet

### Vetenskapliga höjdpunkter

Under 2023 har programmet arbetat med att färdigställa och utveckla instrument för framtida mätningar på månen och vid en komet.

IRF:s instrument ASPERA-3, ombord på rymdsonden Mars Express, har under mer än 20 år observerat rymdmiljön kring planeten Mars. Tack vare dess långa mätserie har forskare inom programmet för första gången observerat hur jonflödena förändras under en hel solfläckscykel. Detta ger en förståelse för hur Mars atmosfär förloras ut i rymden. Genom att kombinera observationer med datormodeller har IRF kunnat undersöka hur atmosfärsförlusten beror på förhållandena i solvinden. ESA har beslutat att Mars Express ska vara fortsatt aktiv fram till slutet av 2028, eventuellt längre.

IRF fortsätter att studera jonflödena kring kometen 67P med forskningsprogrammets instrument som fanns ombord på rymdsonden Rosetta. Under året var flödena av protoner från solvinden nära kometen i fokus för studierna och en ny metod för att uppskatta

elektriska fält nära kometen utvecklades.

Analys av datat från IRF:s instrument på Venus Express har fortsatt under året. Forskningen har fokus på asymmetrierna i flödena av protoner från solvinden vid Venus.

### Pågående rymdmissioner

IRF leder ett konsortium bestående av elva internationella forskargrupper med ansvar för ett partikelinstrument - PEP (Particle Environment Package). PEP ingår i ESA:s Jupiterprojekt JUICE (JUperiter ICy Moons Explorer) som sändes upp den 14 april, med planerad ankomst till Jupiter 2031. PEP är det hittills största instrumentprojektet för IRF. Projektet sträcker sig över minst 20 år och slutförs efter tre år vid Jupiter. Tester av PEP utfördes under sommaren och allt fungerar som planerat.

IRF deltar i BepiColombo som är en europeisk-japansk mission till Merkurius. Missionen består av två satelliter och IRF bidrar med instrumentet Energetic Neutrals Analyzer

(ENA) på den japanska rymdorganisationen JAXA:s Mercury Magnetospheric Orbiter samt med jondetektorn Miniature Ion Precipitation Analyzer (MIPA) ombord på ESA:s Mercury Planetary Orbiter.

Instrumenten ska utforska Merkurius och dess magnetosfär. BepiColombo placerar sig i omloppsbana kring Merkurius år 2025. Under året utfördes en förbiflygning av Merkurius och IRF genomförde vid tillfället mätningar med de egna instrumenten.

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. IRF:s instrument samlar in mätdata när mån bilen står stilla. Instrumentet fungerar fortfarande som planerat efter fem år.

### **Framtida rymdmissioner**

ESA-projektet Comet Interceptor syftar till att genomföra de första flerpunktsmätningarna vid en komet. En rymdsond ska undersöka en ny komet i solsystemet och är tänkt att skickas iväg under 2029. Forskningsprogrammet bidrar med en detektor för joner och energirika neutrala atomer, SCIENA (Solar wind Cometary Ions and Energetic Neutral Atoms) samt en bom för en plasmasond.

Den indiska rymdorganisationen ISRO planerar en sond till Venus. IRF har valts ut för att leverera en detektor av energirika neutrala atomer, Venusian Neutrals Analyzer (VNA). Instrumentet kommer att vara en del av Venus Ionospheric and Solar Wind particle AnalySer (VISWAS) som utvecklas av Space Physics Laboratory (SPL), Trivandrum, Indien. Med VNA fortsätter IRF utforskandet om hur Venus växelverkar med solvinden, vilket startades i samband med Venus Express-missionen. Uppsändning är planerad till 2025.

Programmet har levererat instrumentet Negative Ions on the Lunar Surface (NILS) till ESA för den kinesiska månlandaren Chang'e 6, med uppsändning 2024. Instrumentet är det första som byggts för att observera negativa joner.

Forskningsprogrammet medverkar i den turkiska månsonden AYAP-1 som är planerad för uppskjutning 2026. IRF:s bidrag är instrumentet Lunar Neutrals Telescope (LNT). Instrumentet ska bidra till kunskap om hur ämnen på månens yta varierar i olika områden på månen.

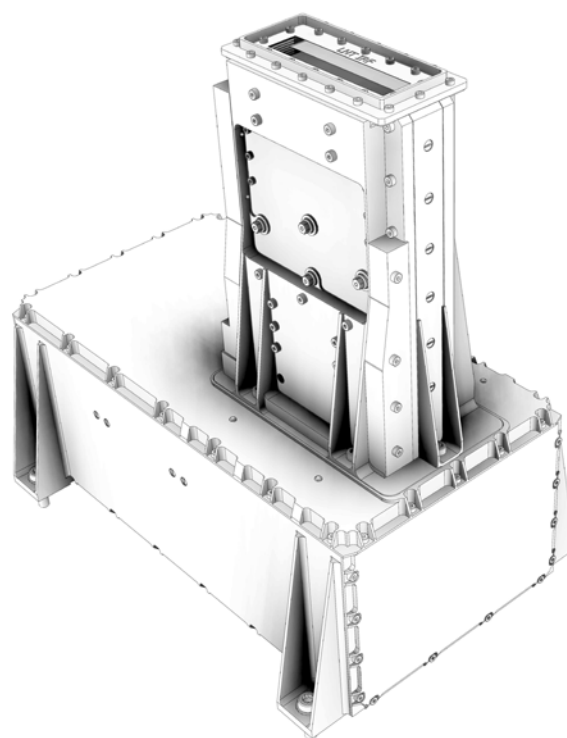
Det pågår ett kontinuerligt arbete inom programmet för att säkra deltagande i framtida hårdvaruprojekt. Exempelvis

deltar IRF i projektet Mars Magnetosphere Atmosphere Ionosphere and Surface Science (M-MATISSE) som valdes ut av ESA i november som en av tre kandidater för ESA:s nästa medium mission.

Programmet arrangerade en workshop i Björkliden för Lunar Plasma Interdisciplinary Network (LuPIN) med 26 deltagare från Europa, USA och Japan.

Utvecklingen av IRF SpaceLab, som är en anläggning för både forskning och industri, har fortsatt under 2023. IRF SpaceLab 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 är i linje med regeringens nationella rymdstrategi och kan vara av betydelse för kommande satellituppskjutningar från Esrange utanför Kiruna. Intresset är stort från rymdindustrin och icke-kommersiella aktörer. Institutets målsättning är att IRF SpaceLab ska vara en bidragande faktor till att nya rymdföretag och aktörer etablerar sig i Kiruna för att nyttja IRF SpaceLab.



*Bild 2.10: IRF-instrumentet LNT är nästa instrument i raden att utforska månen. Instrumentet är en del av Turkiets satsning på rymden med en sond till månen.*



*Bild 2.11: Dr. Jan Bergman lyssnar intensivt på seminariet "Probing the Solar Wind Evolution with Kinetic Waves."*

*"Forskningsprogrammet bidrar med instrument till två möjliga rymdexpeditioner, Plasma Observatory och M-Matisse. Den europeiska rymdorganisationen ESA presenterade förslagen i november."*

*- Yuri Khotyaintsev -*





## Rymdplasmafysik

Forskningsprogrammet Rymdplasmafysik har instrument i rymden som främst mäter elektriska och magnetiska fält samt plasmatätheten i den elektriskt laddade gasen, rymdplasma. Mätningar görs även av vågrörelserna i plasman samt i dess täthet. Rymdplasmats fysikaliska processer kan påverka miljontals av kilometer i rymden. Processerna startar när solvinden träffar jordens magnetfält.

Målet med forskningen är att skapa förståelse för rymdplasma runt jorden och andra planeter genom att bygga fysikaliska modeller baserade på mätningar ombord på rymdsonder. Modellerna ska bidra till förståelse för fysikaliska processer i områden där det är omöjligt att mäta på plats eller där mätningar är mycket svåra att utföra, exempelvis nära solen.

i

### Visste du att...

*Magnetisk omkoppling är en viktig plasmprocess som bland annat kopplar samman jordens magnetfält med solvinden och att omkopplingen slutligen leder till att exempelvis norrsken kan uppstå!*



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



Bild 2.13: Martin Berglund, forskningsingenjör, utför ett funktionstest på ett instrument till rymdsonden Comet Interceptor.

## Händelser, resultat och utveckling inom programmet

### Pågående och avslutade rymdmissioner

IRF deltar i flertalet pågående samt avslutade rymdmissioner och analyser av insamlad data sker kontinuerligt. Programmet leder bland annat arbetet med instrumentet RPWI (Radio and Plasma Waves Investigation) som ska mäta elektromagnetiska fält samt plasmatäthet ombord från rymdsonden JUICE. Rymdsonden sköts upp i april 2023 med syftet att studera Jupiters isiga månar.

Forskningsprogrammet ansvarar även för elektroniken till ett instrument ombord på Solar Orbiter som kretsar kring solen. Instrumentet mäter elektromagnetiska fält, plasmatäthet samt undersöker solvinden vid olika avstånd från solen.

IRF har levererat elektroniken till ett av instrumenten ombord på rymdsonden BepiColombos satelliter, Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO). Rymdsonden är på väg till Merkurius och instrumentet ska mäta elektriska fält samt undersöka magnetosfären och solvinden runt planeten.

Forskare inom programmet ansvarar för EFW-instrumenten (Electric Field and Waves) på ESA:s Clustersatelliter som sedan år 2000 formationsflyger i jordens magnetosfär och programmet bidrar även till de instrument som mäter elektriska fält ombord från Magnetospheric Multiscale-satelliterna (MMS), vilka formationsflyger i jordens magnetosfär.

IRF ansvarar även för flera detektorer till ett instrumentpaket

ombord på Swarm-satelliterna som är en del av ESA:s jordobservationsprogram. Instrumentpaketet kartlägger plasma och strömmar i rymden med syftet att ge en klar bild av det magnetfält som skapas i jordens inre samt för unik kunskap om små strukturer i rymden.

Forskarna inom programmet har även delat med sig av kunskap under byggprocessen av ett instrument ombord på NASA:s rymdfarkost Maven. Instrumentet studerar hur solvinden påverkar atmosfären och jonosfären på Mars.

Analys av mätdata från även avslutade rymdprojekt pågår. Rymdsonden Rosetta avslutade 2016 en två år lång undersökning av kometen 67P/Churyomov-Gerasimenko och forskningsprogrammet ansvarade för ett instrument som studerade det material som blåste ut från kometen.

Under 2017 avslutade rymdsonden Cassini en tretton år lång undersökning av Saturnus och dess omgivning och IRF levererade ett av instrumenten ombord. Efter dess avslutade uppdrag i rymden har studier gjorts av bland annat månarna Titan och Enceladus.

### Vetenskapliga höjdpunkter

Under 2023 har IRF genomfört en studie av markens elektriska fält med hjälp av magnetfältsmätningar från Finland och Estland samt markledningskartor från Sverige. Studien syftar till att förstå de tidsmässiga och rumsliga

variationerna i jordens elektriska fält, vilket är avgörande för att förhindra störningar i elnätet på grund av solstormar.

Solstormar kan utgöra ett hot mot jordens teknologi och kan påverka både samhället och ekonomin genom störningar i till exempel elnätet. En statistisk analys från åren 2000 - 2018 visar en högre sannolikhet för starkare dagliga maximala elektriska fältstyrkor i nordvästra Sverige. Trots detta inträffade de 15 mest intensiva händelserna i den centrala regionen. Märkbart är att 80 procent av rapporterade störningar i elnätet i Sverige under denna period var kopplade till händelser där de starkaste dagliga maximala elektriska fälten observerades vid 62.25° nord. Detta understryker behovet av en bättre förståelse för det lokala geoelektriska fältet och dess drivkrafter.

Med hjälp av data från NASA:s MMS-satelliter undersöker IRF jonfördelningar i plasmajetstrålar som genereras vid magnetisk omkoppling. I plasmajetstrålarna avviker joner från termodynamisk jämvikt mer än i det omgivande lugna plasmat. Trots observationer av magnetfälts-fluktuationer i samband med instabila jonfördelningar är de inte tillräckligt starka för att väsentligt sprida joner. IRF:s resultat tyder på att den primära processen som återför jonerna till jämvikt är relaterad till att jonbanor blir kaotiska när jonerna korsar strömskiktet.

Med hjälp av data från MMS-satelliterna, som regelbundet korsar den stationära bågchocken som bildas när solvinden stöter på jordens magnetfält, har IRF även undersökt hur elektroner värms upp vid plasmachocker. Chockvågor uppstår när plasma stöter på ett hinder och är en av de viktigaste mekanismerna för partikelacceleration i universum. Till skillnad från en chock framför ett snabbt flygplan kolliderar inte partiklarna i den tunna solvinden utan påverkar istället varandra med elektromagnetiska krafter. Plasman, som består av laddade joner och fria elektroner, värms upp av chockvågen genom interaktioner med elektromagnetiska fält. En nyckelparameter för elektronuppvärmning är tjockleken på det område där uppvärmningen äger rum och IRF:s studier visar att tjockleken på chocken är större än vad som tidigare rapporterats.

På grund av bristen på globala inre magnetfält på Mars och Venus påverkar och formar solvinden deras rymdplasmamiljöer. Med hjälp av observationer från de första två Venusflygningarna, med ESA:s rymd farkost Solar Orbiter, undersöks svansen av Venus magnetosfär. Genom att jämföra mätningar med en hybridmodell lyckades forskarna identifiera icke-stationära uttryck i

interaktionen mellan Venus och solvinden.

### Instrument på framtida rymdsonder

IRF planerar och designar ett instrument till ESA:s rymdsond Comet Interceptor som ska studera en ny komet som inte varit i närheten av jorden tidigare. Instrumentet kommer att studera material som blåser ut från kometen. Planerad uppsändning år 2029.

I november 2023 presenterade ESA tre kandidater för nästa tänkbara M-klassmissioner. IRF har en ledande roll i två av dessa: M-MATISSE och Plasma Observatory. Rymdexpeditionen Mars Magnetosphere ATmosphere Ionosphere and Space weather Science (M-MATISSE) består av två likadana rymdfarkoster, Henri och Marguerite, som ska studera den komplexa växelverkan mellan Mars atmosfär och rymdmiljön. IRF leder instrumentkonsortiet Combined Magnetic and Plasma Sensor Suite (COMPASS) ombord på M-MATISSE.

Rymdexpeditionen Plasma Observatory omfattar sju rymdfarkoster som ska bidra till att öka förståelsen av rymdmiljön närmast jorden. IRF leder konsortierna för instrumenten Electric Field Instrument (EFI) och Fields and Wave Processor (FWP). Båda instrumenten är tänkta att placeras ombord på huvudfarkosten "Mother". IRF ska även bidra med elektriska fältinstrument på de sex mindre rymdfarkosterna "Daughters".



Bild 2.14: Dr. Cecilia Norgren är en av Uppsala-kontorets fyra nyanställda under 2023.





Bild 2.15: Tester i labbet av langmuirsonden tillhörande instrumentet COMPLIMENT (Cometary Plasma Light Instrument).



## 2.2 Publikationer och främjande av forskning med hög kvalitet

Under 2023 har IRF-forskare publicerat forskningsresultat i 106 expertgranskade publikationer, varav 31 stycken som författare. Forskarna har även publicerat populärvetenskapliga artiklar och handlett universitetsstudering som har skrivit doktors- och licentiatavhandlingar samt magister- och examensarbeten. Publikationslistan för år 2023 finns i bilaga 1. Publiceringsstatistik för de senaste fem åren redovisas i bild 2.17.

De senaste fem åren har forskarna och doktoranderna medverkat till i snitt 120 expertgranskade publikationer årligen vilket motsvarar cirka 2,4 publikationer per forskare och år. IRF har även ansvarat för i snitt två doktorsavhandlingar per år under samma femårsperiod.

Genom att publicera resultat i expertgranskade tidskrifter, tillhandahålla unika mätdata och utveckla avancerade satellit- och markbaserade mätinstrument för vetenskapliga ändamål säkerställer institutet kvaliteten på sin forskning.

IRF:s forskningsresultat presenteras vid nationella och internationella konferenser och möten, ofta som inbjudna föreläsare. I snitt deltar IRF-forskare vid cirka tre konferenser vardera per år. Under 2023 deltog IRF:s forskare vid konferenser vid sammanlagt 149 tillfällen varav åtta av dessa skedde digitalt. Vid 23 av tillfällena deltog forskare från IRF som inbjudna föreläsare. Under 2022 var antalet konferenstillfällen 111 stycken, varav 24 digitala lösningar.

IRF:s forskare har under året även medverkat som deltagare eller ledamöter i bland annat Kungl. Vetenskapsakademien (KVA), Kungl. Vetenskaps societeten i Uppsala, Forskningskommittén för astrofysik och astrobiologi vid NORDITA, EISCAT Scientific Advisory Committee och High Performance Computing Center North (HPC2N). Forskarna har även medverkat i Women in space: Space physics (Frontiers), Svenska Rymdforskarens Samarbetsgrupp (SRS, beredningsgrupp som även



Bild. 2.16: Den 1 november 2023 spikade Joshua Dreyer sin doktorsavhandling "Diving Deep into Saturn's Equatorial Ionosphere with Cassini: Insights from the Grand Finale" i Uppsala.

utgör svensk COSPAR-kommitté), International Academy of Astronautics, Jämställdhet, mångfald och inkludering sektionen av Svenska Fysikföreningen, Vetenskaplig rådgivande nämnd för Institut för Atmosfärenphysik, Universität Rostock och Svenska nationalkommittén för radiovetenskap (SNRV).

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

IRF ser forskarrorlighet som något som bidrar till hög kvalitet och ar därför avgörande för IRF:s verksamhet och för rymdforskning i stort. IRF rekryterar forskare och doktorander från många olika länder och ser gärna att de egna doktoranderna medverkar i internationella projekt samt att de efter disputationen söker sig ut i världen eller åtminstone till andra organisationer i Sverige. Doktorander

vid IRF får möjlighet att leda mindre projekt, till exempel genom att samordna mätningar från flera instrument på en rymdsond. Doktoranderna besöker ofta andra forskningsinstitut utomlands och doktorander från andra länder besöker IRF i Sverige under sin doktorandtid.

IRF:s strävan efter att locka nya medarbetare från världens alla hörn har lett till att det idag finns 23 olika nationaliteter utspridda på de fyra verksamhetsorterna. De gästforskare som besöker IRF, eller institutets egna forskare som gör kortare eller längre besök hos andra forskargrupper, är viktiga komponenter för att främja en hög forskningskvalitet.

Institutet har rekryterat forskare, doktorander, forskningsingenjörer och postdoktorer från bland annat Argentina, Australien, Brasilien, Bulgarien, Storbritannien, Frankrike, Finland, Indien, Iran, Japan, Kina, Kroatien, Libanon, Polen, Ryssland, Schweiz, Syrien, Tyskland, Ungern, Ukraina, Costa Rica och USA.

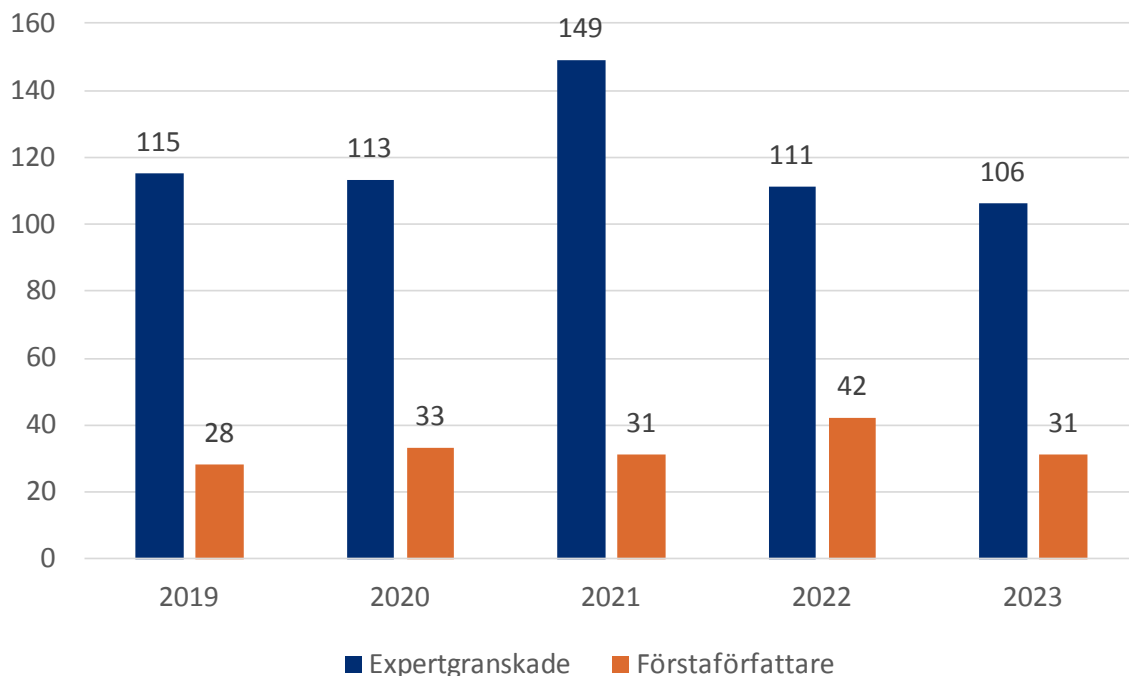


Bild 2.17: Antalet expertgranskade artiklar där IRF:s forskare medverkat under åren 2019 - 2023.



Bild 2.18: Docent Gabriella Stenberg Wieser på Teknikens Hus i Luleå under JUICE-turnén.



INSTITUTET FÖR RYMDFYSIK ÅRSREDOVNING 2023

juice



*Bild 2.19: I samband med Sveriges EU-ordförandeskap besökte fjorton EU-delegater Rymdcampus i maj 2023.*



## 2.3 Internationella forskningsarbeten

Rymdforskning och dess projekt sträcker sig ofta över decennier, vilket både kräver och resulterar i långvariga och stabila kontakter med etablerade internationella forskargrupper. IRF:s forskningsprogram studerar bland annat Mars, Merkurius Venus, Jupiter, Saturnus, månen, exoplaneter, månar runt andra planeter i solsystemet, kometer, rymdskrot och rymdväder. Utöver detta genomförs även ett långsiktigt arbete med långa obrutna mätningar från atmosfären genom Kiruna atmosfär- och geofysiska observatorium som är en enhet inom IRF där samarbeten med till exempel japanska forskningsgrupper har stor betydelse.

IRF deltar i stora rymdexpeditioner som leds av rymdorganisationer i Europa (ESA), USA (NASA), Indien (ISRO) och Japan (JAXA). Under 2023 har detta omfattat projekt och missioner som bland annat JUICE, Comet Interceptor, och ISRO:s Venus Orbiter.

IRF bidrar även med instrument på ESA:s Swarm-mission samt på de fyra amerikanska MMS-satelliterna i samarbete med forskare och ingenjörer i USA. Tillsammans med franska forskare och ingenjörer har IRF ansvar för en del

av ett instrument på ESA:s mission Solar Orbiter. Institutet deltar i EU:s Horisont 2020-projektet SHARP och EPN och under hösten arrangerade IRF dessutom en workshop, Lunar Plasma Interdisciplinary Network (LuPIN), med 26 deltagare från Europa, USA och Japan.

IRF har valts ut för att leverera instrumentet, Venusian Neutrals Analyzer (VNA), till Venus Ionospheric and Solar Wind particle AnalySer (VISWAS) som utvecklas av indiska Space Physics Laboratory (SPL).

Forskare vid IRF har inlett ett samarbete med ett flertal grupper i Europa, USA och Japan för att utveckla förslagen till ESA rörande M-MATISSE och Plasma Observatory.

Fler exempel på internationella samarbeten är IRF:s infraljudnätverk som kompletterar det internationella nätverket IMS (International Monitoring System). Data från infraljudnätverket används inom det norska forskningsrådsprojektet MADERIA tillsammans med tidigare utförda vindmätningar från IRF:s atmosfärradar ESRAD och meteorradarn på Esrange.



Bild 2.20: Dr. Philipp Wittmann åkte till Korou i mars 2023 för den sista rengöringen av instrumentpaketet PEP innan uppskjutning. Bildcred: ESA och Airbus





Bild 2.21: Nordic Observatory Meeting 10 genomfördes onsdagen den 29 november 2023.



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

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

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

Alcalá, Spanien, och Universitetet i Bergen, Norge.

IRF:s observatorieverksamhet har sen 90-talet haft ett aktivt och omfattande samarbete med Japan. Som en förlängning av detta har IRF tillsammans med en delegation från JAXA, Japan, haft dialoger om framtida samarbeten rörande optiska mätningar i samband med sondraketkampanjer.

Samarbeten sker också med forskargrupper i Indien för mätningar med atmosfärradarn MARA i Antarktis samt att nätverket av automatiska kameror för studier av nattlysande moln sker i samarbete med enskilda forskare från Danmark, Japan, Kanada, Kazakstan, Litauen, Ryssland och Storbritannien.

IRF ingår i Ground-Based and Additional Science (GBAS) som är en vetenskaplig arbetsgrupp med forskare och ingenjörer från Storbritannien, Kina, och Kanada. Samarbetet syftar till att flertalet europeiska länder och USA, genom missionen SMILE (ESA), ska undersöka hur jordens magnetosfär påverkas av solvinden.

Inom meteorforskning och atmosfärfysik samarbetar IRF med ett stort antal universitet och institut världen över.



Bild 2.22: En delegation från svenska och australienska flygvapnet besökte IRF den 31 augusti 2023. Från vänster: Generaldirektör Olle Norberg, Anders Tjulin (EISCAT), Operationschef RAAF John Haly (AUS), Rene Laufer (LTU), Överste Lisa Weston (AUS), Korpral Melissa Bertosa (AUS), Överste Lars Jäderblom och Överstelöjtnant (numera överste) Ella Carlsson.



*Bild 3.1: Till vänster är den gamla 78 meter höga masten till jonosonden i Lurbo, Uppsala, som snart kommer att rivas. Till höger är ersättningsmasten som restes i mars 2022 och sattes i bruk samma år.*





### **3. Kiruna atmosfär- och geofysiska observatorium**



*Bild 3.2: För att dessa färggranna polarstratosfäriska moln (i folkmun kallat pärlmormoln) ska kunna bildas måste temperaturen vara omkring minus 78 grader Celsius eller lägre.*

*"Merparten av forskarna som kommer att arbeta med data från IRF:s långsiktiga observationer är inte födda ännu. Tidsskalan är över 100 år men samtida vetenskapliga resultat är också viktiga exempelvis som kvalitetssäkring av datat."*

*- Urban Brändström -*



## Observatorieverksamheten

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

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

- Magnetometrar - registrerar det jordmagnetiska fältet (Kiruna, Lycksele, Tormestorp).
- Riometrar - mäter jonosfärens förmåga att absorbera radiovågor (Tjautjas, Lycksele).
- Firmamentkamera - avbildar himlavalvet och visar norrskensförekomst (Abisko, Kiruna, Tjautjas).
- ALIS\_4D - ett nätverk av mätstationer för avbildning av norrsken. Möjliggör 3D-rekonstruktion av norrskensemmissioner med hög rums- och tidsupplösning (Abisko, Silkkimuotka, Kiruna, Esrange, Tjautjas).
- Jonosonder - mäter elektronkoncentrationen i rymden närmast jorden, jonosfären, med hjälp av radiovågor från marken (Kiruna, Lycksele, Uppsala).
- Infraljudsstationer - mäter lågfrekventa akustiska vågor, under 10 Hertz, infraljud, vilka inte är hörbara för människor (Kiruna, Jämtön, Lycksele och Sodankylä, Finland).
- Millimeter-vågsradiometer - mäter spårgaser i atmosfären, exempelvis ozon (Kiruna).

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



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



## Händelser, resultat och utveckling inom observatorieverksamheten

### Magnetometrar

Under första kvartalet uppstod problem med variometerstationen i Tormestorp. Stationen var åter i drift den sista mars efter samarbete med Danmarks Tekniska Universitet (DTU). DTU utförde absolutmätningar för att verifiera baslinjenivåerna i Tormestorp i maj. Under samma period genomfördes även en utbildning av IRF:s personal i fältmässiga absolutmätningar.

Kiruna magnetiska observatorium drabbades av driftstörningar på grund av sommarens kraftiga åskväder. En modern skalärmagnetometer har anskaffats för att uppfylla internationella krav på tidsupplösning.

IRF deltog i det 52:a Nordiska geomagnetiska komparationsmötet i Sodankylä den 5-6 september.

IRF har ansökt om medlemskap i International Real-time Magnetic Observatory Network (INTERMAGNET). IRF uppfyller de högt ställda kraven på datakvalitet men INTERMAGNET avvaktar medlemskap med hänvisning till den geomagnetiska anomalin på grund av Kirunamalmen.

World Data Center, WDC, Kyoto genomför en digitalisering av mikrofilmer med gammal magnetometerdata som har arkiverats sedan 1957. Originaldatat finns i pappersformat i IRF:s centralarkiv i Kiruna.

Magnetometerdata levereras till det globala nätverket SuperMAG, till World Data Center C2 for Geomagnetism i Kyoto och Edinburgh, till nordiska nätverket IMAGE (International Monitor for Auroral Geomagnetic Effects) samt till ESA för rymdvädersinformation.

### Riometrar

IRF:s riometrar (en del av det internationella nätverket Global Riometer Array, GloRiA) levererar data till International Civil Aviation Organization, ICAO i Frankrike.

Bredbandsspektrometern i Tjautjas slogs ut av ett åskväder i slutet av juli och var åter i drift i mitten av augusti. Därefter levererades data utan avbrott fram till oktober då flera kortare driftstörningar uppstod. Sedan början av november råder totalt avbrott.

### Optiska registreringar

Firmamentkameran i Kiruna ger information om bland annat norrskensförekomst och i Tjautjas, nära Gällivare, finns två avbildande fyrkanalssystem för

norrskensregistreringar vilket sker i samarbete med National Institute of Polar Research i Japan. I Tjautjas finns även en norrskenskamera som tar hundra bilder per sekund. Kameran drivs i samarbete med Institute for Space-Earth Environmental Research i Japan. Sedan år 2015 utförs automatiska registreringar av meteorspår i Kiruna och Abisko i samarbete med Uppsala universitet. Nya kamera-system som ska ersätta de nuvarande och placeras ut på fler platser är under drifttagande. IRF ansvarar även för jämförande mätningar (interkalibrering) av lågljuskällor.

### ALIS\_4D

ALIS\_4D har varit i drift med fem stationer under 2023. Utvidgningen av ALIS\_4D (finansierat av Vetenskapsrådet) till totalt åtta mätstationer pågår och förväntas slutföras under åren 2025 - 2026. Två av de nya instrumenten är för synligt ljus och ett för infrarött. Instrumentet för infrarött ljus har tagits i bruk i Kiruna och fungerat väl.

Under hösten har IRF börjat använda ett AI-system (utvecklat av japanska samarbetspartners vid University of Electro-Communications, Tokyo) för att starta ALIS\_4D vid klart väder och norrskensförekomst samt för att stoppa mätningarna vid dåliga optiska förhållanden.

i

Visste du att...

*Kameran i Kiruna avsedd för infrarött ljus avbildar hydroxyl- och syrgasemissioner!*

*Datat visar temperaturen samt vågaktiviteten på 80-100 km höjd.*

På sikt kommer AI-systemets klassificering av norrskenformer att styra val av observationsprogram. Detta förväntas påskynda utvecklingen av automatisk interaktion mellan olika vetenskapliga infrastrukturer som ALIS\_4D, och EISCAT\_3D.

Uppskjutningen av sondraketen BROR blev årets höjdpunkt och ALIS\_4D fick data av hög kvalitet från samtliga fem stationer. Utöver emissionerna från barium och strontium erhöles mycket fina data från det kraftiga norrskenet från senare samma natt samt följande natt. Dessa data blir även referensdata för utprovning av de nya tomografi-rutiner som är under utveckling. ALIS\_4D har även deltagit i mätkampanjer med EISCAT för att studera artificiella radioinducerade optiska emissioner.

### Jonosonder

Mätningar har genomförts från Kiruna, Lycksele och Uppsala. Jonosonden i Kiruna skadades i samband med ett åsknedslag under sommaren och brist på reservdelar har bidragit till att det ej kunnat åtgärdats. Även mätningarna med jonosonden i Lycksele ligger nere sedan hösten på grund av behov av säkerhetsåtgärder som ska genomföras på mottagarantennens master. Detta sker 2024.

Arbetet med full driftsättning av den nya höga jonosondmasten i Uppsala (restes 2022) är i slutskedet. Jonosonden fungerar i dagsläget endast med lågfrekvensantennen. En ny kortare mast med högfrekvensantenn har beställts och ska byggas under 2024.

### Infraljudsmätningar

Infraljudsregistreringarna har pågått kontinuerligt under året.

### Spårgasmätningar i atmosfären

Uppgradering av mikrovågsradiometern KIMRA är snart slutförd och redan nu uppvisas stora förbättringar i såväl kvaliteten av mätningarna som ett utökat frekvensområde. Förbättringarna möjliggör nya observationsmål som exempelvis nya spårgasemissionslinjer i form av syre och andra ozonlinjer.

Ett nytt doktorandprojekt, i samarbete med Arktiska forskarskolan vid Umeå universitet och LTU, ska utveckla och etablera nya dataanalysmetoder som ska leda till tydlig information om ozonskiktet till allmänheten.



Bild 3.4: Daria Mikhaylova, forskningsingenjör, och Per Danielsson, forskningsingenjör, på fältarbete under installationen av en ny magnetometer.



*Bild 4.1: Professor Hans Nilsson strax efter hans professorsföreläsning "From Greenland to Comets."*





## 4. Medverkan i utbildning

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

### Utbildning på grundläggande nivå

Under 2023 återgick undervisningen till en normal form efter flera år med pandemibegränsningar. IRF har exempelvis hållit i kurser för rymdingenjörstudenter i samarbete med Avdelningen för rymdteknik inom Institutionen för system- och rymdteknik vid LTU. Studenterna studerar civilingenjörsprogrammet i rymdteknik och läser magisterutbildningarna Rymdfarkostdesign, Rymdvetenskap och rymdteknik samt SpaceMaster.

IRF:s forskare, doktorander och tekniska personal bidrar till kurselement inom olika specialområden, till exempel vetenskapliga mätningar från rymdsonder, laborationer med dataanalys samt norrskensstudier. De föreläser i kurserna Rymdinstrument och Rymdplasmafysik samt ansvarar för räkneövningar och laboratorieundervisning. Dessutom fungerar forskarna och ingenjörerna som rådgivare i rymd

teknik genom att engagera sig i studenternas raket-, ballong- och satellitprojekt.

IRF-forskare föreläser vid lärosäten samt vid sommarskolor i andra delar av världen och ett antal studenter utför sommararbeten på IRF vilket ger dem möjligheten att arbeta med rymdrelaterade projekt i en stimulerande forskningsmiljö. Studenter från olika universitet och högskolor i Sverige och utlandet genomför dessutom examensarbeten och kortare projekt vid institutets olika kontor. Under 2023 handledes exempelvis tretton examensarbeten i Uppsala och sex stycken i Kiruna.

Ytterligare ett exempel på samverkan är IRF:s kontakt med skolor på respektive verksamhetsort. Exempelvis har gymnasieelever från olika delar av landet besökt IRF:s olika verksamheter och genomfört projektarbeten med hjälp och handledning av IRF:s forskare.

Seminarier hålls kontinuerligt i både i Uppsala och Kiruna och formatet fortsätter att ske i fysisk form med möjligheten till digitalt deltagande. Seminarierna syftar till att hålla de egna kollegorna uppdaterade inom pågående forskningsprojekt och bidrar till möjligheten att presentera och



Bild 4.2: Joakim Peterson, forskningsingenjör, gav LTU:s studenter en föreläsning om att bygga rymdinstrument under eventet LiftOff. Eventet främjar kontakten mellan studenter och rymdindustrin.



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

diskutera nya idéer och frågeställningar i en större grupp. Seminarierna ger även IRF:s doktorander ett utmärkt tillfälle till att berätta om deras egna forskningsprojekt och på så sätt öva sig på presentationsteknik och diskussion.

Slutligen ger seminarierna en möjlighet för forskare utanför IRF att presentera sin forskning, berätta om pågående kampanjer eller introducera sina respektive forskningsinstitutioner.

Kurserna Rymdfysik (5 hp) och Elektromagnetisk fältteori (5 hp) har under året genomförts vid Uppsala universitet med forskare från IRF som kursansvariga. IRF har också genomfört en betydande del av kursen Planetsystemets fysik (5 hp) och kursen Space Resources (5hp) vilket motsvarar cirka 365 timmar.

Utöver detta medverkar IRF:s doktorander vid räkneövningar och laboratorieundervisning inom kurserna Elektromagnetisk fältteori, Mekanik I och II, Fluidmekanik och Teknisk termodynamik – vilket motsvarar cirka 570 timmar. IRF:s medverkan i utbildningar på grundläggande

nivå motsvarar sammantaget 935 timmar under 2023, vilket är något mindre än året innan (2022: 1239 tim, 2021: 1236 tim, 2020: 720 tim). Till detta kan också läggas handledning av examensarbeten som motsvarar 147 timmar.

#### Utbildning på forskarnivå

IRF-forskare var huvudhandledare för elva doktorander (fem i Kiruna och sex i Uppsala) under 2023 samt ansvarade för doktorandkurser vid Uppsala universitet och Umeå universitet. Institutet har en professor som är forskarutbildningsansvarig i rymd- och plasmafysik vid Uppsala universitet.

En IRF-doktorand disputerade under 2023 (2022: fem doktorander och 2021, 2020: två doktorander per år). Under de senaste fem åren har tio doktorsexamina avlagts med anknytning till IRF. Utöver det presenterades två licentiatavhandlingar under 2023.

Tiden för handledning av doktorander under 2023 uppskattas till 1185 timmar (2022: 1390 timmar, 2021: 1200 timmar, 2020: 1 185 timmar och 2019: 1 460 timmar).



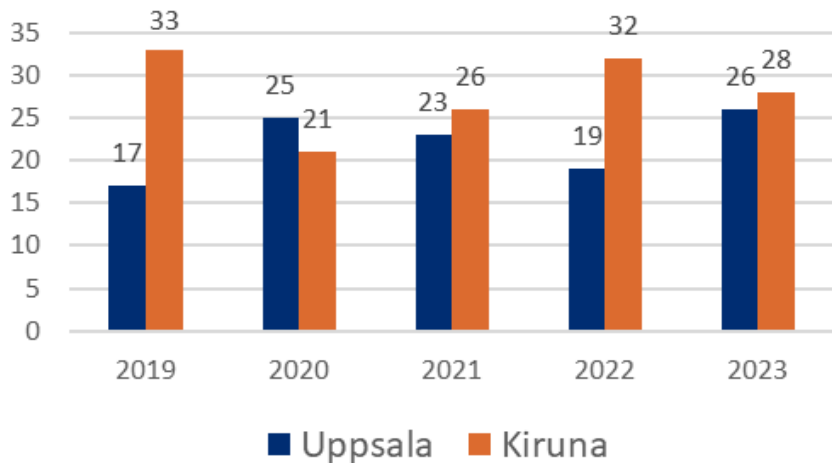


Bild 4.4: Antalet seminarier i Uppsala och Kiruna mellan åren 2019 - 2023.

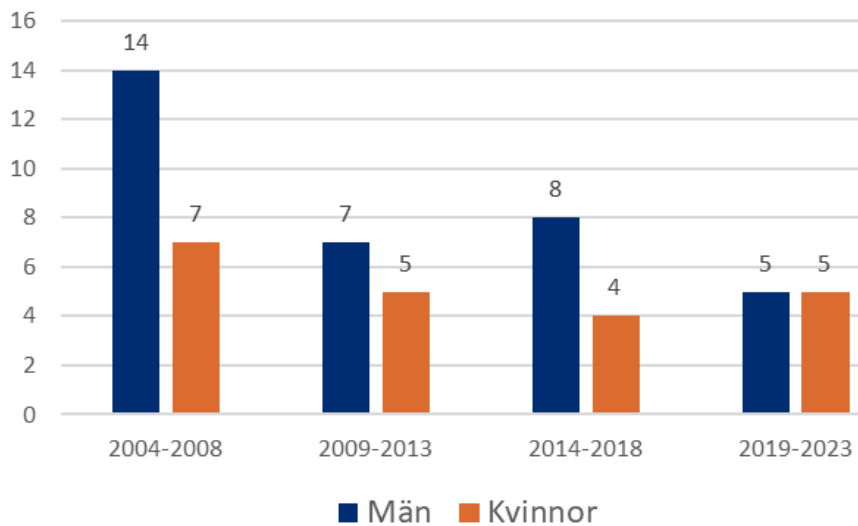


Bild 4.5: Antalet disputationer under femårsperioder mellan åren 2004 - 2023.

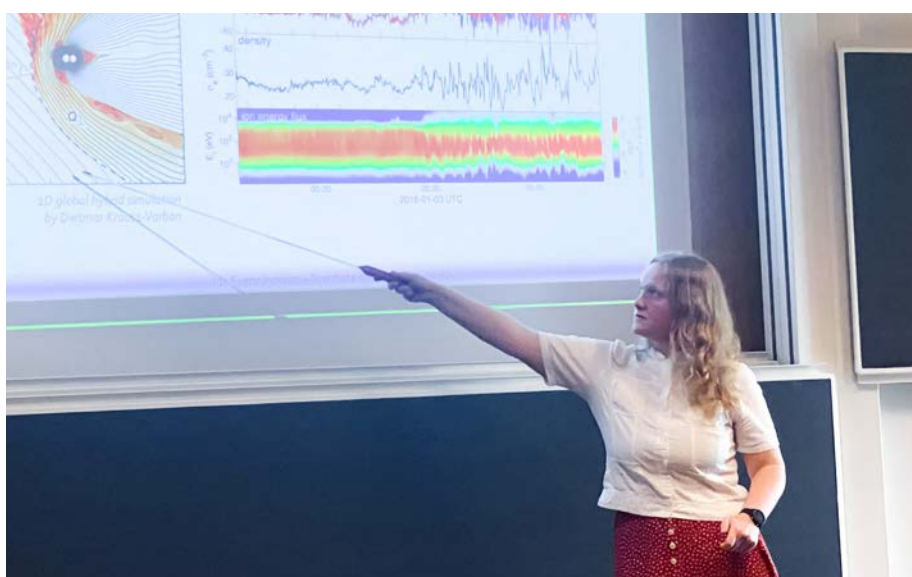


Bild 4.6: Ida Svenningsson under hennes licentiatseminarium "Electron heating and wave-particle interactions in turbulent space plasma" i Uppsala.

# 54

antalet seminarier

# 24%

andelen seminarier  
ledda av kvinnor



Bild 5.1: Vesa Alatalo från friskvårdsgruppen i Kiruna ger Elisabet Goth (EISCAT) förstapriset i den årligt återkommande löptävlingen EISCAT-loppet.



## 5. Övriga mål och resultat



## 5.1 Arbete för jämställdhet, mångfald och kompetensförsörjning

På IRF är mångfald ett ledord som genomsyrar hela verksamheten. Alla medarbetare ska inom ramen för sin anställning ha samma möjligheter, rättigheter och skyldigheter, oberoende av etnicitet, sexuell läggning, funktionsnedsättning, kön, religion och ålder. På IRF ska alla individer ha samma möjligheter till lika lön för arbete av lika värde och män och kvinnor ska ha samma möjligheter att kombinera arbets- och familjeliv. IRF:s målsättning är att uppnå en jämn fördelning mellan kvinnor och män i alla typer av 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 numera 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.

I den lönekartläggningen som utfördes år 2023 visade

resultatet 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, ingenjörer och programmerare och vi upplever en brist på välmeriterade och erfarna sökande. IRF ser även att det är viktigt med personal med hög kompetens och erfarenhet inom förvaltning och administration för att kunna hålla en god kvalitet på arbetet inom hela organisationen.

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



Bild 5.2: För många av Kirunas doktorander blir IRF-runt introduktionen till skidåkning. Umberto Rollero kom på plats 19 av 20 med en tid på 50 minuter och 19 sekunder.

förutsättningarna för att kunna genomföra redan beslutade forskningsprojekt. Ett viktigt syfte med planen är att säkra tillgången till nyckelpersoner. Det innebär exempelvis att IRF arbetar för att öka antalet seniora forskare för att säkra det framtida utökade behovet av kompetens.

För IRF är det också av stor vikt att behålla eller förbereda sig för att ersätta viktiga medarbetare inom alla verksamhetsgrenar. IRF har därför arbetat med att bygga upp en stor och bred kompetens inom alla delar: forskning, utveckling och konstruktion av vetenskapliga instrument, analys av data samt teori och datorsimuleringar vilket ses som ovanligt för en relativt liten forskningsorganisation. I augusti 2023 befordrades en av IRF:s forskare i Kiruna till professor i rymdfysik.

IRF:s arbete med mångfald har lett till en bred kompetens och en god förmåga till att dra nytta av nya erfarenheter. Arbetet med att göra IRF till en attraktiv arbetsplats genom uppföljning av utvecklingsmöjligheter, kompetensutveckling, löner, förmåner i form av till exempel friskvård och andra önskvärda anställningsvillkor är en ständigt pågående process.

IRF är delaktiga i Kirsam (lokal arbetsgivarsamarbete i Kiruna) som är ett nätverk där aktiviteter initieras för att stärka kompetensförsörjningen och för att möjliggöra gemensamma utbildningar för flera arbetsgivare.

IRF har påbörjat arbetet mot en digital omställning. Åtgärder för en utbyggnad av den digitala infrastrukturen pågår och under 2023 har en kartläggning och analys över nuvarande arbetssätt inletts. För att utvecklingen ska leda till en ändamålsenlig och effektiv förändring krävs fortsatta kunskaphöjande insatser.

Forskares och ingenjörers handledning av examensarbeten ger kontakter med motiverade studenter, detta hjälper universiteten med deras utbildningar och skapar förutsättningar för en framtida rekryteringsbas. Gästforskare med egen forskningsfinansiering bidrar också till verksamheten, detta gäller även vissa doktorander som handleds av forskare vid IRF men är anställda vid universitet i Sverige eller utomlands.

Väl fungerande internationella nätverk är en förutsättning inom IRF:s forskningsområde och 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 gångna året har varit tillräckliga för att utveckla och säkra kompetensen vid institutet, arbete måste dock fortsätta i samma takt för att säkerställa framtidens forskning.



Bild 5.3: IRF-medarbetarna Yuri Khotyaintsev, Masatoshi Yamauchi, Daria Mikhaylova, Csilla Szasz och Sebastian Rojas Mata.





Bild 5.4: Maria Wästle, ledningsadministratör, och Dan Ohlsson, forskningsingenjör, deltog i workshopen om digitaliseringsprocesser som hölls i Kiruna under november månad.

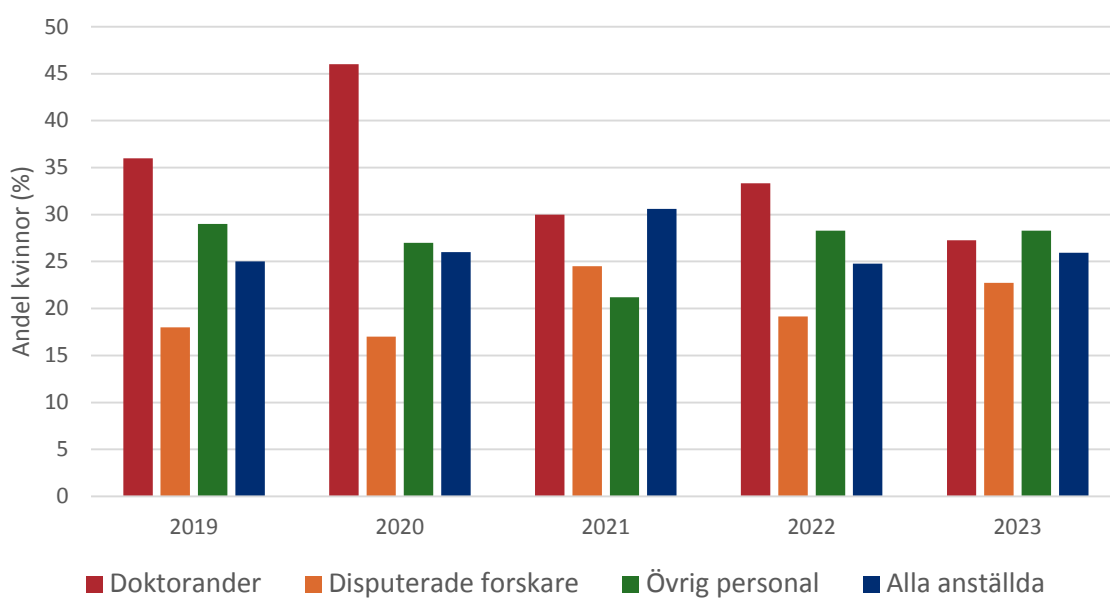


Bild 5.5: Andelen kvinnor per yrkeskategori åren 2019 - 2023.

Ålder	Kvinnor	Män	Alla
< 29	4 (5)	6 (5)	10 (10)
30 -39	6 (4)	20 (25)	26 (29)
40-49	9 (8)	19 (16)	28 (24)
50-59	8 (8)	24 (27)	32 (35)
60 <	1 (2)	11 (9)	12 (11)

Tabell 5.1: Åldersstruktur fördelat på män och kvinnor vid IRF vid årets slut 2023 (2022 inom parentes).

## 5.2 Samverkan med näringsliv och samhälle

### JUICE-turné

Ett viktigt inslag under året var den turné som genomfördes för att informera om IRF:s medverkan ombord på rymdsonden JUICE som är på väg till Jupiter. En omfattande utställning togs fram och visades i Luleå, Umeå, Stockholm, Norrköping och Kiruna. Under JUICE-turnén medverkade flertalet forskare och ingenjörer från IRF med koppling till JUICE. Projektet finansierades av IRF och Rymdstyrelsen.

### IRF SpaceLab

Under året avslutades det åttaåriga projektet RIT (Rymd för Innovation och Tillväxt) där LTU varit huvudansvarig. Projektet var delfinansierat av EU:s regionala utvecklingsfond och samlade svenska rymdaktörer från akademi, industri samt samhälle såsom Kiruna och Luleå kommuner i samarbete med fyra science centers och Rymdstyrelsen. Inom projektet har IRF arbetat med bland annat IRF SpaceLab och att nå ut med information om norrsken och rymdväder.

IRF SpaceLab är en forskningsinfrastruktur för testning, validering och kalibrering av rymdinstrument och rymdsystem. Genom anslag från Vetenskapsrådet och delfinansiering via RIT har institutet under 2023 fortsatt

att nå ut till intressenter till exempel genom en gemensam monter (IRF och LTU) vid Space Tech Expo Europe i Bremen i november. I framtiden ska IRF SpaceLab kunna nyttjas av svenska forskargrupper och kommersiella rymdföretag. IRF SpaceLab kommer också att vara en värdefull resurs för SSC i samband med kommande satellituppskjutningar från Esrange.

### Norrskensapp

IRF presenterar norrskensbilder och statistik om norrsken i Kiruna i realtid via institutets webbsidor vilket underlättar för turistindustrin och andra användare som vill veta när de kan se norrsken. Under året har IRF fortsatt sitt arbete med en norrskensapp som utvecklats inom RIT-projektet. Appen ska ge realtidsinformation om norrsken i Kirunaområdet till privatpersoner och företag. Appen kommer att testas under början av 2024 och kan utvidgas till andra platser om en första lansering faller väl ut.

Under året har IRF även utbildat trettiotalet norrskensguider från turistföretag i Kirunaområdet och regionen. Vid studiebesök av större grupper är norrsken samt andra forskningsområden ofta efterfrågade.



Bild 5.6: Medverkande och besökare under JUICE-turnéns stopp på Tekniska museet i Stockholm.



## SWEDISH SPACE WEATHER CENTER

*Welcome to the Swedish Space Weather Centre at the Swedish Institute of Space Physics (IRF). Here you will find observations and forecasts from Sun to Earth. Each visualisation links to additional information and the web pages of the original data provider.*

Bild 5.7: [www.spaceweather.se](http://www.spaceweather.se) hade under 2023 - 1 394 429 visningar från 10 272 unika ip-adresser.

### Rymdprognoser och rymdlägebild

Under drygt 25 år har IRF bedrivit forskning om rymdväder och utvecklat rymdvädersprognoser. Kunskap om rymdmiljön ökar alltjämt i betydelse för samhället. Under 2022 etablerade MSB den centrala samverkansgruppen för rymdväder som inkluderar ett flertal myndigheter (MSB, IRF, Forsvarsmakten, Svenska kraftnät, FOI, LFV) och under 2023 har samverkan fortsatt.

Målet är att kunna vara väl förberedda inför utbrott på solen eftersom dessa kan resultera i geomagnetiskt inducerade strömmar och därmed påverka bland annat elförsörjningen och andra kritiska samhällssystem.

IRF samarbetar även med FOI avseende infraljudsregistreringar och är ansvarig för det svenska regionala varningscentret för rymdväder. I egenskap av det ger IRF förvarningar om magnetiska störningar till olika nationella intressenter som till exempel MSB, Svenska kraftnät och Forsvarsmakten. IRF ger dessutom information om pågående händelseutvecklingar på solen.

Rymdlägebild är ett begrepp som bland annat innebär att mäta in omloppsbanor för satelliter och rymdskrot. Rymdstyrelsen har finansierat ett teknikutvecklingsprojekt för IRF och SSC gällande optiska baninmätningar av rymdobjekt med ALIS\_4D. Projektet har fallit väl ut och avslutades under 2023.

### Rymdforum och rymdstrategin

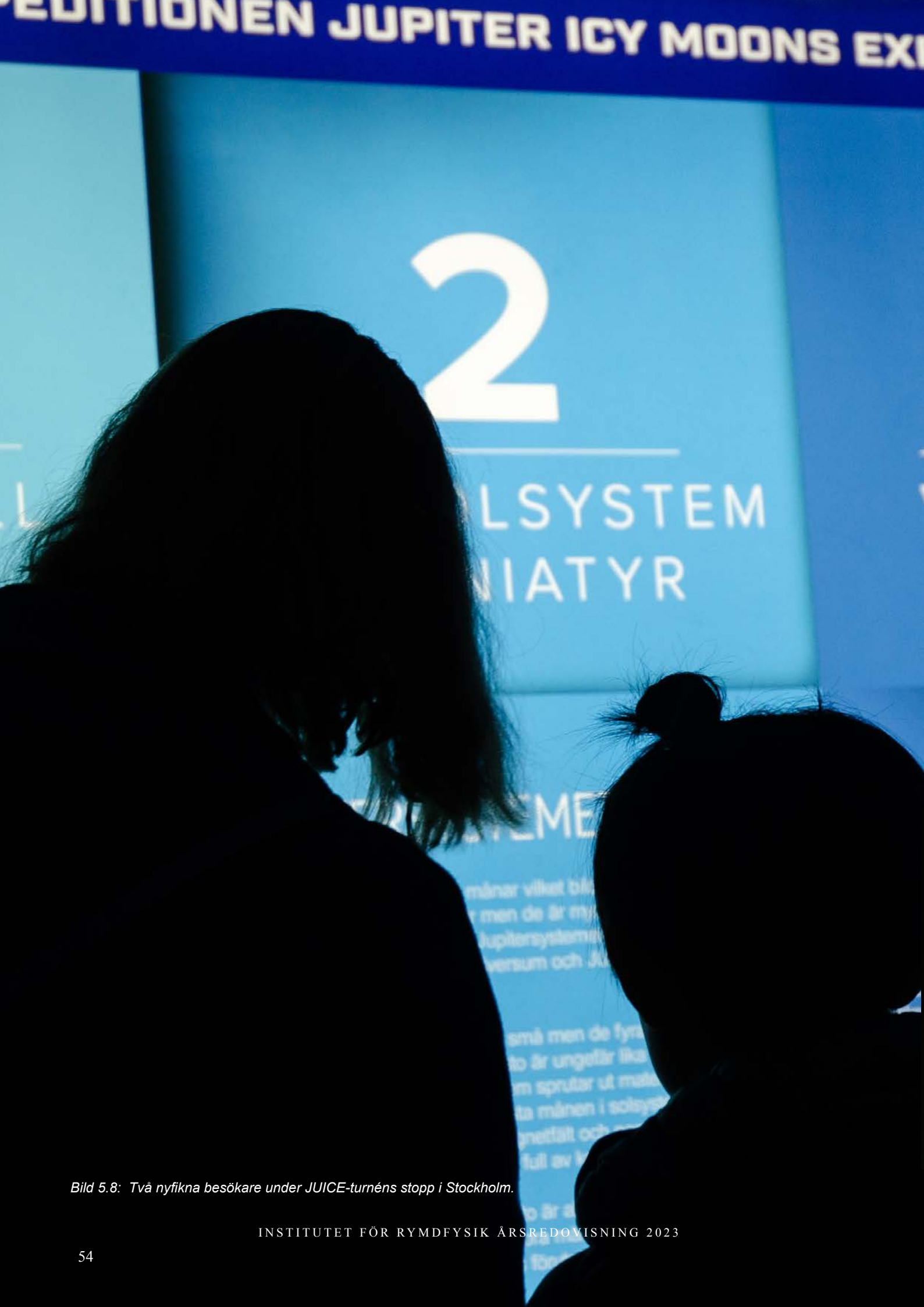
IRF medverkar i den ideella branschföreningen Rymdforum Sverige som har ett trettiotal medlemsorganisationer. Rymdforums syfte är att främja kunskap om rymdverksamhet i Sverige och att öka informationsflödet mellan de olika aktörerna inom rymdbranschen. Under året anordnades konferensen Rymdforum i Kiruna. LTU var huvudarrangör och IRF bidrog med att vara ordförande i programkommittén för konferensen.

Institutet har under de senaste åren även arbetat inom initiativet "Akademin, industrin och försvaret lyfter rymden". Tio organisationer har gemensamt tagit fram en handlingsplan som kan användas för att genomföra den svenska rymdstrategin som antagits av riksdagen.

### Lokala organisationer

IRF samverkar i rymdrelaterade frågor med andra organisationer i Kiruna såsom EISCAT, LTU, SSC, LTU Business, Kiruna kommun och Rymdgymnasiet. Dialogen med kommunen är viktig för att diskutera bland annat problematik runt bostadssituationen.

Samverkan består även i att kommunikatörer och andra professioner från de olika rymdaktörerna i Kiruna genomför informations- och kommunikationsinsatser för att presentera rymdverksamheten för allmänheten. IRF har dessutom ett pågående samarbete med LKAB om infraljud från seismiska händelser orsakade av gruvaktivitet i Kirunaområdet.



EDITIONEN JUPITER ICY MOONS EXI

2

SOLSYSTEM  
MIATYR

SOLSYSTEM

månar vilket blå  
r men de är my  
Jupitersystemet  
versum och Ju

små men de fyr  
to är ungefär lika  
m sprutar ut mate  
ta månen i solsystem  
gnettät och  
full av k

Bild 5.8: Två nyfikna besökare under JUICE-turnéns stopp i Stockholm.



## 5.3 Informationsaktiviteter

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

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

Forskare och andra anställda ger intervjuer, medverkar i radio- och TV-program samt skriver populärvetenskapliga artiklar. Våra forskare intervjuas frekvent som experter i svensk press och media.

IRF har under det gångna året haft 32 grupper på besök med cirka 490 personer. Vid besöken erbjuds ofta föreläsningar och guidade turer av IRF:s lokaler.

IRF:s mest besökta webbsida fortsätter att vara firmamentkameran som fångar norrskenet i realtid och är placerad på taket vid huvudkontoret i Kiruna. IRF:s hemsida [www.irf.se](http://www.irf.se) har haft 202 331 unika besökare under 2023.

IRF är även aktiv på sociala medier via Instagram (1195 följare), Facebook (1500 följare), Twitter (947 följare), Youtube (115 prenumeranter). IRF har även ett aktivt konto på LinkedIn med 2439 följare.

Uppsalakontoret har kontinuerligt deltagit i en rad olika kommunikationsaktiviteter, inklusive föreläsningar på bibliotek och folkhögskolor i regionen runt Uppsala och Stockholm. Genom att närvara och engagera sig i evenemang har våra forskare bidragit till att öka medvetenheten och intresset för inte bara rymdforskning, utan även för IRF som varumärke.

### JUICE-turné

IRF:s mest omfattande informations- och kommunikationsprojekt hittills är en utställning med fokus på vetenskap och hårdvara kopplat till rymdsonden JUICE. Utställningen byggdes och visades hos Teknikens Hus i Luleå, Curiosum science center i Umeå, Tekniska museet i Stockholm och Visualiseringscenter C i Norrköping. Projektet genomfördes av IRF i samarbete med science centren och Rymdstyrelsen.

Under turnén deltog flertalet IRF-forskare och ingenjörer som fick möta och samtala med nyfikna besökare. Totalt handlar det om tusentals besökare i alla åldrar vilket indikerar att intresset för rymden sträcker sig genom hela samhället.

Genomförandet av JUICE-turnén tydliggör inte bara IRF:s engagemang att berätta om den forskning som bedrivs utan visar också det breda intresset som samhället har för rymden. Turnén har bidragit till att öka medvetenheten om JUICE och IRF:s arbete och stärkt banden mellan institutet och allmänheten.



#### Statistik 2023

Pressmeddelanden: 13 stycken

Medverkan i pressen: 94 gånger

Radioinslag: 51 gånger

TV, webbsändningar och podcasts: 38 gånger

Tidnings- och webbartiklar: 94 gånger

Outreach - allmänheten: 35 events

Bild 5.9: Forskningsingenjör Ilona Benko förbereder RPWI vid JUICE-turnéns besök i Umeå.





Bild 11: Drönbild från IRF-runt 2023. Bildcred: Johan Svensson



# FINANSIELL REDOVISNING





## Sammanställning över väsentliga uppgifter (tkr)

	2023	2022	2021	2020	2019
<b>Låneram i Riksgäldskontoret</b>					
Beviljad låneram	24 000	24 000	12 000	10 000	10 000
Utnyttjad låneram	19 811	19 441	9 564	7 897	7 426
<b>Räntekontokredit Riksgäldskontoret</b>					
Beviljad	4 400	4 400	4 400	4 400	4 400
Utnyttjad	-	-	-	-	-
<b>Räntekonto</b>					
Ränteintäkter på räntekonto	2 416	459	-	-	-
Räntekostnader på räntekonto	768	98	-	1	84
<b>Totala avgiftsintäkter som disponeras</b>					
Beräknat belopp i regleringsbrev	4 353	3 503	3 233	5 344	5 109
	2 400	1 900	2 650	3 800	4 000
<b>Anslagskredit</b>					
Beviljad	1 899	1 885	1 718	1 713	1 685
Utnyttjad	227	110	154	46	223
<b>Oförbrukade bidrag, externa bidrag</b>					
Intecknade	53 738	55 833	55 055	43 802	35 558
	53 738	55 833	55 055	43 802	35 558
<b>Anslagssparande</b>					
Intecknade	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
<b>Personal</b>					
Antal årsarbetskrafter	99	102	103	96	96
Medelantalet anställda	105	110	110	105	105
<b>Driftkostnad per årsarbetskraft</b>					
	1 214	1 146	991	1 154	1 179
<b>Kapitalförändring (se not 15 i notavsnittet)</b>					
Årets kapitalförändring	-417	2 223	2 131	-240	1 406
Balanserad kapitalförändring	6 019	3 796	1 665	1 905	499
Utgående myndighetskapital	5 602	6 019	3 796	1 665	1 905



## Resultaträkning (tkr)

		2023	2022
<b>Verksamhetens intäkter</b>			
Intäkter av anslag	Not 1	63 412	62 676
Intäkter av avgifter och andra ersättningar	Not 2	4 353	3 503
Intäkter av bidrag	Not 3	52 875	54 988
Finansiella intäkter	Not 4	2 416	641
<b>Summa</b>		<b>123 056</b>	<b>121 808</b>
<b>Verksamhetens kostnader</b>			
Kostnader för personal	Not 5	-83 106	-82 946
Kostnader för lokaler		-15 295	-13 914
Övriga driftkostnader		-21 341	-20 477
Finansiella kostnader	Not 6	-768	-174
Avskrivningar och nedskrivningar		-2 964	-2 073
<b>Summa</b>		<b>-123 473</b>	<b>-119 585</b>
<b>Verksamhetsutfall</b>		<b>-417</b>	<b>2 223</b>
<b>Årets kapitalförändring</b>	Not 7	<b>-417</b>	<b>2 223</b>

# Balansräkning (tkr)

Tillgångar		2023-12-31	2022-12-31
<b>Immateriella anläggningstillgångar</b>			
Rättigheter och andra immateriella anläggningstillgångar	Not 8	114	173
<b>Summa immateriella anläggningstillgångar</b>		<b>114</b>	<b>173</b>
<b>Materiella anläggningstillgångar</b>			
Förbättringsutgifter på annans fastighet	Not 9	1 961	1 019
Maskiner, inventarier, installationer m.m	Not 10	14 948	7 769
Pågående nyanläggning	Not 11	3 309	11 019
<b>Summa materiella anläggningstillgångar</b>		<b>20 218</b>	<b>19 807</b>
<b>Kortfristiga fordringar</b>			
Kundfordringar		203	834
Fordringar hos andra myndigheter	Not 12	3 115	4 873
Övriga kortfristiga fordringar	Not 13	39	6
<b>Summa kortfristiga fordringar</b>		<b>3 356</b>	<b>5 713</b>
<b>Periodavgränsningsposter</b> Not 14			
Förutbetalda kostnader		4 065	3 719
Upplupna bidragsintäkter		3 543	5 829
Upplupna övriga intäkter		113	0
<b>Summa periodavgränsningsposter</b>		<b>7 722</b>	<b>9 548</b>
<b>Avräkning med statsverket</b>	Not 15	<b>227</b>	<b>125</b>
<b>Kassa och bank</b>			
Behållning räntekonto i Riksgäldskontoret		60 329	64 698
<b>Summa kassa och bank</b>		<b>60 329</b>	<b>64 698</b>
<b>Summa tillgångar</b>		<b>91 966</b>	<b>100 064</b>
<b>Kapital och skulder</b>			
<b>Myndighetskapital</b> Not 16			
Balanserad kapitalförändring		6 019	3 796
Kapitalförändring enligt resultaträkningen		-417	2 223
<b>Summa myndighetskapital</b>		<b>5 602</b>	<b>6 019</b>
<b>Avsättningar</b>	Not 17	<b>0</b>	<b>365</b>
<b>Skulder</b>			
Lån i Riksgäldskontoret	Not 18	19 811	19 358
Kortfristiga skulder till andra myndigheter	Not 19	3 111	5 369
Leverantörsskulder		1 872	5 816
Övriga kortfristiga skulder	Not 20	1 489	1 454
<b>Summa kortfristiga skulder</b>		<b>26 283</b>	<b>31 997</b>
<b>Periodavgränsningsposter</b> Not 21			
Upplupna kostnader		6 303	5 750
Oförbrukade bidrag		53 738	55 833
Övriga förutbetalda intäkter		40	101
<b>Summa periodavgränsningsposter</b>		<b>60 080</b>	<b>61 684</b>
<b>Summa kapital och skulder</b>		<b>91 966</b>	<b>100 064</b>



## Anslagsredovisning (tkr)

Anslag	Ingående överföringsbelopp	Årets tilldelning enligt regleringsbrev	Totalt disponibelt belopp	Utgifter	Utgående överföringsbelopp
<b>Utgiftsområde 16 3:6 ap.1 Institutet för rymdfysik (anslag)</b>					
	-110	63 310	63 200	-63 412	-212

### Finansiella villkor

Utöver tilldelat belopp under anslagsposten 16 3:6 ap.1 disponerar Institutet för rymdfysik en anslagskredit om högst 1 899 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 5 januari. Efter brytdagen har fakturor överstigande 20 tkr bokförts som periodavgränsningsposter.

## Kostnadsräkning

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

Semesterdagar som intjänats före år 2009 avräknas anslaget först vid uttaget enligt övergångsbestämmelsen. Utgående balans år 2022 var 15 tkr och har år 2023 minskat med 15 tkr. Utgående balans år 2023 är 0 tkr.

## Upplysning om avvikelser från generella ekonomiadministrativa regler

Enligt instruktionen får institutet ta ut avgifter för undervisning, lokaler, drift av personalmatsal och drift av mottagarstation European Incoherent Scatter (EISCAT) upp till full kostnadsräkning 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 2023.

## 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 - inget uppdrag	1 322 167
Anders Jörle (fram till 2025-12-31) - Goodfor AB, styrelsesuppleant - Vendor Management International AB, styrelsesuppleant	6 250
Maria Nilsson (fram till 2025-12-31) - inget uppdrag	6 250
Mark Pearce (fram till 2025-12-31) - inget uppdrag	3 750
Ella Carlsson (fram till 2025 -06-30) - Totalförsvarets forskningsinstitut, styrelseledamot - Rymdstyrelsen, styrelseledamot	6 250
Ann Persson Grivas (fram till 2025-12-31) - Luftfartsverket, styrelseledamot - SOS Alarm, styrelseledamot - Luleå Tekniska Universitet, styrelseledamot - Entry Point North AB, styrelseordförande - LFV Holding AB, styrelseordförande	3 750
Pär Weihed (fram till 2025-12-31) - 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	6 250

## Sjukfrånvaro

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

	2021	2022	2023
Total sjukfrånvaro i procent (%) av ordinarie arbetstid	1,1	1,3	2,3
Andel långtidsfrånvaro (>60 dagar)	51,0	20,4	53,2
Kvinnors sjukfrånvaro	1,2	1,6	5,5
Mäns sjukfrånvaro	1,0	1,2	1,3
Sjukfrånvaro för ålder 29 år eller yngre	0,1	1,2	1,6
Sjukfrånvaro för åldersgrupp 30 - 49 år	1,4	1,4	1,2
Sjukfrånvaro för åldersgrupp 50 år eller äldre	0,9	1,3	3,8
Sjukfrånvaron för de olika åldersgrupperna redovisas i procent (%) av tillgänglig arbetstid (avrundat till en decimal)			



# Noter

## Noter till resultaträkning (tkr)

	2023	2022
Not 1		
<b>Intäkter av anslag</b>		
<b>Summa intäkter av anslag</b>	<b>63 412</b>	<b>62 676</b>
Ingående överföringsbelopp	-110	-154
UO 16 3:6 ap.1 Ramanslag	63 310	62 845
Intäkter som redovisats mot anslag	-63 427	-62 801
<b>Utgående överföringsbelopp</b>	<b>-227</b>	<b>-110</b>
Summa "Intäkter av anslag" (63 412 tkr) skiljer sig från summa "Utgifter" på anslaget utgiftsområde 16 3.6 ap.1 (63 427 tkr) i anslagsredovisningen. Skillnaden (-15 tkr) beror på minskning av semester-löneskuld (-15tkr) som intjänats före 2009 (2022, -125 tkr). Denna post har belastats anslaget men inte bokförts som kostnad i resultaträkningen.	-15	-125

Not 2		
<b>Intäkter enligt 4§ avgiftsförordningen och 6 kap 1§ kapitalförsörjningsförordningen</b>		
Undervisning	531	542
Lokaler	1 302	1 085
varav icke statliga medel 1029 tkr (budgetår 2022, 772 tkr) varav statliga medel för undervisnings-lokaler och aula 272 tkr (budgetår 2022, 313 tkr)		
Drift av EISCAT mottagarstation	206	203
Personalmatsal	883	624
Rådgivning och fastighetsskötsel	508	397
Offentlig resurssamordning	351	357
Studiebesök, föredrag, konferens mm	571	295
<b>Summa intäkter av avgifter och andra ersättningar</b>	<b>4 353</b>	<b>3 503</b>

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 2023		Kostnader 2023		+/- 2023	
	Budget	Utfall	Budget	Utfall	Budget	Utfall
Undervisning	500	531	500	531	0	0
Lokaler	1300	1 302	1 300	2 024	0	-722
Drift av EISCAT mottagarstation	100	206	400	521	-300	-315
Personalmatsal	500	883	1 500	1 956	-1 000	-1 073
<b>Summa</b>	<b>2 400</b>	<b>2 922</b>	<b>3 700</b>	<b>5 032</b>	<b>-1 300</b>	<b>-2 110</b>

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

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

Not 3		
<b>Intäkter av bidrag</b>		
Rymdstyrelsen	38 989	32 198
Vetenskapsrådet	5 879	6 577
Luleå tekniska universitet	1 227	1 763
Umeå universitet	514	158
Arbetsförmedlingen	351	383
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)	172	1 194
European Space Agency (ESA)	5 253	8 772
European Union (EU)	519	1 629
Kempestiftelserna	124	452
Uppsala universitet	325	381
Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)	489	322
Kvarken/Vasa universitet	-263	349
Övriga	-706	809
<b>Summa intäkter av bidrag</b>	<b>52 875</b>	<b>54 988</b>

Not 4		
<b>Finansiella intäkter</b>		
Ränteintäkter Riksgäldskontoret	2 266	459
Övriga finansiella intäkter	150	181
<b>Summa finansiella intäkter</b>	<b>2 416</b>	<b>641</b>

Not 5		
<b>Kostnader för personal</b>		
Lönekostnader exkl. arbetsgivaravgifter, pensionspremier m.m. varav arvode Insynsråd 32 tkr och övriga arvode 18 tkr.	54 377	54 301
Sociala avgifter	17 514	17 337
Övriga kostnader för personal	11 215	11 308
<b>Summa personalkostnader</b>	<b>83 106</b>	<b>82 946</b>

Not 6		
<b>Finansiella kostnader</b>		
Räntekostnader Riksgäldskontoret	669	98
Övriga finansiella kostnader	99	76
<b>Summa finansiella kostnader</b>	<b>768</b>	<b>174</b>

Not 7					
<b>Årets kapitalförändring</b>					
	Ingående	Årets kapital-	Ingående	Årets kapital-	
	2022	förändring 2022	2023	förändring 2023	
Avgiftsbelagd verksamhet	0	0	0	0	
Bidragsfinansierad verksamhet	3 796	2 223	6 019	-417	
<b>Summa årets kapitalförändring</b>	<b>3 796</b>	<b>2 223</b>	<b>6 019</b>	<b>-417</b>	

## Noter till balansräkning (tkr)

Not 8	<b>Immateriella anläggningstillgångar</b>		
	<b>Rättigheter och andra immateriella anläggningstillgångar</b>		
	Akkumulerat anskaffningsvärde	2 990	3 016
	Under året tillkommande	0	114
	Under året avgående	-307	-140
	<b>Summa Anskaffningsvärde</b>	<b>2 683</b>	<b>2 990</b>
	Akkumulerade avskrivningar	-2 817	-2 892
	Årets avskrivningar	-60	-65
	Årets avgående, avskrivningar	307	140
	<b>Summa ackumulerade avskrivningar</b>	<b>-2 570</b>	<b>-2 817</b>
	<b>Utgående balans</b>	<b>114</b>	<b>173</b>
	<b>Materiella anläggningstillgångar</b>		
Not 9	<b>Förbättringsutgifter på annans fastighet</b>		
	Akkumulerat anskaffningsvärde	4 673	4 265
	Under året tillkommande	1 314	408
	<b>Summa Anskaffningsvärde</b>	<b>5 987</b>	<b>4 673</b>
	Akkumulerade avskrivningar	-3 655	-3 469
	Årets avskrivningar	-371	-186
	<b>Summa ackumulerade avskrivningar</b>	<b>-4 026</b>	<b>-3 655</b>
	<b>Utgående balans</b>	<b>1 961</b>	<b>1 018</b>
Not 10	<b>Maskiner, datorer, bilar samt övriga inventarier</b>		
*	Akkumulerat anskaffningsvärde	46 651	46 385
	Under året tillkommande	9 712	925
	Under året avgående	-3 218	-245
	<b>Summa Anskaffningsvärde</b>	<b>53 145</b>	<b>47 065</b>
*	Akkumulerade avskrivningar	-38 883	-37 719
	Årets avskrivningar	-2 532	-1 823
	Årets avgående, avskrivningar	3 218	245
	<b>Summa ackumulerade avskrivningar</b>	<b>-38 198</b>	<b>-39 297</b>
	<b>Utgående balans</b>	<b>14 948</b>	<b>7 768</b>
	* IB 2023 överensstämmer inte stämmer med UB 2022 pga. gjorda korrigeringar med 414 tkr av tidigare års felbokföring.		
Not 11*	<b>Pågående nyanläggning</b>		
	Akkumulerat anskaffningsvärde	11 019	544 *
	Under året tillkommande	252	10 476
	Överföring av tidigare års anskaffningsutgifter	-7 962	0
	<b>Utgående balans</b>	<b>3 309</b>	<b>11 019</b>
	* 2022 års not är justerad med ny uppställning		
Not 12	<b>Kortfristiga fordringar andra myndigheter</b>		
	Mervärdesskattefordran	2 180	4 101
	Övriga fordringar andra myndigheter	934	772
	<b>Summa fordringar andra myndigheter</b>	<b>3 115</b>	<b>4 873</b>
Not 13	<b>Övriga kortfristiga fordringar</b>		
	Reseförskott	0	6
	Återbetalning ICA Bank	39	0
	<b>Summa övriga kortfristiga fordringar</b>	<b>39</b>	<b>6</b>
Not 14	<b>Periodavgränsningsposter</b>		
	Förtbetalda kostnader andra myndigheter varav lokaler 932 tkr (budgetår 2022, 841 tkr)	932	841
	Förtbetalda kostnader övriga varav lokaler 2771 tkr (budgetår 2022, 2 608 tkr)	3 133	2 878
	Upplupna bidragsintäkter andra myndigheter		
	Arbetsförmedlingen	30	32
	Umeå universitet	202	0
	Rymdstyrelsen	100	449
	Luleå tekniska universitet	1 157	1 355
	Vetenskapsrådet	919	1 118
	Upplupna bidragsintäkter övriga avser bidrag från		
	European Space Agency (ESA)	648	1 027
	European Union (EU)	488	76
	Vasa Universitet/Kvarken	0	849
	SSC	0	922
	Upplupna intäkter - övriga		
	EISCAT	1	0
	Telia Sverige AB	113	0
	<b>Utgående balans</b>	<b>7 722</b>	<b>9 548</b>
Not 15	<b>Avräkning med statsverket</b>		
	Ingående balans	110	154
	Redovisat mot anslag UO16 3:6 ap.1	63 427	62 801
	Anslagsmedel som tillförts räntekonto	-63 310	-62 845
	<b>Fordringar/skulder avseende anslag i räntebärande flöde</b>	<b>227</b>	<b>110</b>
	Ingående saldo, fordran avseende semesterlöneskuld som inte har redovisats mot anslag	15	140
	Redovisat mot anslag under året enligt undantagsregeln	-15	-125
	<b>Fordran avseende semesterlöneskuld</b>	<b>0</b>	<b>15</b>
	<b>Utgående balans</b>	<b>227</b>	<b>125</b>



## Noter till balansräkning (tkr)

### Not 16 Myndighetskapital

Förändring av myndighetskapitalet	Balanserad kapitalförändring avgiftsfinansierad verksamhet	Balanserad kapitalförändring bidragsfinansierad verksamhet	Ränteintäkter/ Räntekostnader	Kapitalförändring enl resultat-räkningen	Summa
Utgående balans 2022	0	3 796	0	2 223	<b>6 019</b>
Rättelser		0		0	<b>0</b>
Ingående balans 2023	0	3 796	0	2 223	6 019
Föregående års kapitalförändring	0	2 223	0	-2 223	<b>0</b>
Årets kapitalförändring				-417	<b>-417</b>
Summa årets förändring	0	2 223	0	-2 640	-417
<b>Utgående balans</b>	<b>0</b>	<b>6 019</b>	<b>0</b>	<b>-417</b>	<b>5 602</b>

### Not 17 Avsättningar

Ingående pensionsavsättning		103	151
Årets pensionskostnad			
Årets pensionsutbetalning		-103	-48
<b>Summa pensionsavsättning</b>		<b>0</b>	<b>103</b>
Övriga avsättningar			
Ingående avsättning Omställningsarbete		262	206
Årets förändring		-262	56
<b>Summa övriga avsättningar</b>		<b>0</b>	<b>262</b>
<b>Utgående balans</b>		<b>0</b>	<b>365</b>

### Not 18 Lån i Riksgäldskontoret

Avser lån för investeringar i anläggningstillgångar			
Ingående balans		19 358	9 428
Nyupptagna lån		3 318	11 841
Årets amorteringar		-2 865	-1 911
<b>Utgående balans</b>		<b>19 811</b>	<b>19 358</b>
Låneram enligt regleringsbrev för 2023 är 24 000 tkr.			

### Not 19 Kortfristiga skulder till andra myndigheter

Leverantörsskulder		960	923
Arbetsgivaravgifter		1 607	1 446
Utgående mervärdesskatt		433	2 894
Övrigt		111	106
<b>Summa kortfristiga skulder till andra myndigheter</b>		<b>3 111</b>	<b>5 369</b>

### Not 20 Övriga kortfristiga skulder

<b>Avser personalens källskatt</b>		1 489	1 371
<b>Avser finansiell leasing</b>			
Ingående skuld		83	136
Årets nya skuld		0	0
Årets amortering		-83	-53
<b>Summa Finansiell leasing</b>		<b>0</b>	<b>83</b>
<b>Summa övriga kortfristiga skulder</b>		<b>1 489</b>	<b>1 454</b>

### Not 21 Periodavgränsningsposter

Upplupna löneskulder inkl. soc. avg.		103	79
Upplupna semesterlöneskulder inkl. soc. avg.		5 496	5 234
Övriga upplupna kostnader andra myndigheter		274	274
Övriga upplupna kostnader, varav lokaler 0 tkr		231	93
Upplupna traktaments- och reseersättningar		199	70
<b>Summa upplupna kostnader</b>		<b>6 303</b>	<b>5 750</b>

#### Oförbrukade bidrag andra myndigheter avseende

Rymdstyrelsen	23 111	26 500
Vetenskapsrådet	13 593	16 481
Umeå universitet	376	443
Luleå tekniska universitet	129	339
MSB	0	172
Uppsala universitet	304	202
Kungliga Tekniska Högskolan	25	350
Övriga	1 782	1 090
<b>Summa oförbrukade bidrag andra myndigheter</b>	<b>39 321</b>	<b>45 577</b>

Medel som kommer att förbrukas (uppskattning från 2022 inom parentes) inom tre månader, 332 tkr (480 tkr) inom tre månader till ett år, 12652 tkr (10 300 tkr) inom ett år till tre år, 14380 tkr (22 497 tkr) efter mer än tre år, 11 957 tkr (12 300 tkr).

#### Oförbrukade bidrag icke statliga avseende

European Space Agency (ESA)	12 724	8 699
European Union (EU)	453	560
Kempestiftelserna	521	623
Övriga	718	373
<b>Summa oförbrukade bidrag icke statliga</b>	<b>14 416</b>	<b>10 255</b>
<b>Utgående balans oförbrukade bidrag</b>	<b>53 737</b>	<b>55 833</b>

Övriga förutbetalda intäkter andra myndigheter	40	80
Övriga förutbetalda intäkter - övriga	0	21
<b>Summa övriga förutbetalda intäkter</b>	<b>40</b>	<b>101</b>

<b>Utgående balans periodavgränsningsposter</b>	<b>60 080</b>	<b>61 684</b>
---	---------------	---------------

## Bilaga 1

### IRF Publikationslista 2023

Kan innehålla publikationer från föregående år som inte listats i tidigare års årsredovisning

- Aizawa, S., Harada, Y., André, N., Saito, Y., **Barabash, S.**, Delcourt, D., Sauvaud, J.A., Barthe, A., Fedorov, A., Penou, E., Yokota, S., Miyake, W., Persson, M., Nénou, Q., Rojo, M., **Futaana, Y.**, Asamura, K., **Shimoyama, M.**, Hadid, L.Z., Fontaine, D., Katra, B., Fraenz, M., Krupp, N., Matsuda, S., Murakami, G., Direct evidence of substorm-related impulsive injections of electrons at Mercury, *NATURE COMMUNICATIONS*, 2041-1723, 14, 1, doi:10.1038/s41467-023-39565-4, 2023
- Alberti, T., Sun, W., Varsani, A., Heyner, D., Orsini, S., Milillo, A., Slavín, J. A., Raines, J. M., Aronica, A., Auster, H. -U., **Barabash, S.**, De Angelis, E., Dandouras, I., Jarvinen, R., Jeszenszky, H., Kallio, E., Kazakov, A., Laky, G., Livi, S., Mangano, V., Massetti, S., Moroni, M., Mura, A., Noschese, R., Plainaki, C., Plaschke, F., Richter, I., Rispoli, R., Sordini, R., Wurz, P., High-energy particle enhancements in the solar wind upstream Mercury during the first BepiColombo flyby: SERENA/PICAM and MPO-MAG observations, *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, 0004-6361, 1432-0746, 669, A35, doi:10.1051/0004-6361/202244662, 2023
- Alqeq, S.W., Le Contel, O., Canu, P., Retinò, A., Chust, T., Mirioni, L., Chuvatin, A., Nakamura, R., Ahmadi, N., Wilder, F.D., Gershman, D.J., **Khotyaintsev, Yu.V.**, Lindqvist, P.A., Ergun, R.E., Burch, J.L., Torbert, R.B., Fuselier, S.A., Russell, C.T., Wei, H.Y., Strangeway, R.J., Bromund, K.R., Fischer, D., Giles, B.L., Saito, Y., Two Classes of Equatorial Magnetotail Dipolarization Fronts Observed by Magnetospheric Multiscale Mission: A Statistical Overview, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 10, e2023JA031738, doi:10.1029/2023JA031738, 2023
- Andrews, D.J.**, **Stergiopoulou, K.**, Andersson, L., **Eriksson, A.I.E.**, Ergun, R.E.E., Pilinski, M., Electron Densities and Temperatures in the Martian Ionosphere: MAVEN LPW Observations of Control by Crustal Fields, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 2, e2022JA031027, doi:10.1029/2022JA031027, 2023
- Aol, S., **Buchert, S.C.**, Jurua, E., **Sorriso-Valvo, L.**, Spectral properties of sub-kilometer-scale equatorial irregularities as seen by the Swarm satellites, *ADVANCES IN SPACE RESEARCH*, 0273-1177, 1879-1948, 72, 3, 741, 752, doi:10.1016/j.asr.2022.07.059, 2023
- Baloukaidis, D., Sarris, T., Tourgaidis, S., Pirnaris, P., Aikio, A., Virtanen, I., **Buchert, S.** & Papadakis, K., A comparative assessment of the distribution of Joule heating in altitude as estimated in TIE-GCM and EISCAT over one solar cycle. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 128, e2023JA031526, doi:10.1029/2023JA031526, 2023
- Behar, E.**, Henri, P., Interaction between the turbulent solar wind and a planetary magnetosphere: A 2D comet example, *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, 0004-6361, 1432-0746, 671, A144, doi:10.1051/0004-6361/202244455, 2023
- Belova, E.**, Barabash, V., Godin, O.A., **Kero, J.**, Näsholm, S.P., Vorobeva, E., Le Pichon, A., High-speed echoes in the polar winter mesosphere: Infrasound as a probable cause, *ADVANCES IN SPACE RESEARCH*, 0273-1177, 1879-1948, 72, 8, 3181, 3201, doi:10.1016/j.asr.2023.07.010, 2023
- Bochet, M., Bergman, S., Holmberg, M. K. G., **Wieser, M.**, **Stenberg Wieser, G.**, **Wittmann, P.**, Gourinat, Y., Imhof, C., **Barabash, S.**, Perturbations of JUICE/JDC Ion Measurements Caused by Spacecraft Charging in the Jovian Magnetosphere and the Ionosphere of Ganymede, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 9, e2023JA031377, doi:10.1029/2023JA031377, 2023
- Boldu, J.J., **Graham, D.B.**, **Morooka, M.**, **Andre, M.**, **Khotyaintsev, Yu.V.**, Karlsson, T., Soucek, J., Pisa, D., Maksimovic, M., Langmuir waves associated with magnetic holes in the solar wind, *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, 0004-6361, 1432-0746, 674, A220, doi:10.1051/0004-6361/2023446100, 2023
- Borderes-Motta, G.**, de Haro-Pizarroso, G., Li, G.Q., Yu, H.Z., Zhu, Z.H., Sarego, G., Colombatti, G., Lorenzini, E.C., McTernan, J.K., Gilchrist, B.E., Bilén, S.G., Kawamoto, S., Ohkawa, Y., Sánchez-Arriaga, G., Cross-verification and benchmarking analysis of electrodynamic tether simulators *ACTA ASTRONAUTICA*, 0094-5765, 1879-2030, 208, 381, 388, doi:10.1016/j.actaastro.2023.04.015, 2023
- Burne, S., Bertucci, C., Sergis, N., Morales, L.F., Achilleos, N., Sánchez-Cano, B., Collado-Vega, Y., Dasso, S., **Edberg, N.J.T.**, Kurth, B.S., Space Weather in the Saturn-Titan System, *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 0004-637X, 1538-4357, 948, 1, 37, doi:10.3847/1538-4357/acc738, 2023
- Collinson, G.A., Frahm, R.A., Glocer, A., Daldorff, L., Thiemann, E., Kang, S.-B., Gronoff, G., **Futaana, Y.**, and Zhang, T., A survey of strong electric potential drops in the ionosphere of Venus. *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 50(18):e2023GL104989, doi:10.1029/2023GL104989, 2023
- Collinson, G. A., Hietala, H., Plaschke, F., Karlsson, T., Wilson III, L. B., Archer, M., Battarbee, M., Blanco-Cano, X., Bertucci, C., Long, D., Opher, M., Sergis, N., Gasque, C., Liu, T., Raptis, S., Burne, S., Frahm, R., Zhang, T., and **Futaana, Y.**, Shocklets and short large amplitude magnetic structures (slams) in the high Mach foreshock of Venus, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 50(18):e2023GL104610, doi:10.1029/2023GL104610, 2023.
- Cozzani, G., **Khotyaintsev, Yu.V.**, **Graham, D.B.**, **Andre, M.**, Direct Observations of Electron Firehose Fluctuations in the Magnetic Reconnection Outflow, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 5, e2022JA031128, doi:10.1029/2022JA031128, 2023
- Chiappetta, F., **Yordanova, E.**, Vörös, Z., Lepreti, F., Carbone, V., Energy Conversion through a Fluctuation-Dissipation Relation at Kinetic Scales in the Earth's Magnetosheath, *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 0004-637X, 1538-4357, 957, 2, 98, doi: 10.3847/1538-4357/acfa2, 2023
- Dalin, P.**, Suzuki, H., Pertsev, N., Perminov, V., Shevchuk, N., Tsimerinov, E., Zalcik, M., Brausch, J., McEwan, T., McEachran, I., Connors, M., Schofield, I., Dubietis, A., Cernis, K., Zadorozhny, A., Solodovnik, A., Lifatova, D., Gronne, J., Hansen, O., Andersen, H., Melnikov, D., Manevich, A., Gusev, N., Romejko, V., The strong activity of noctilucent clouds at middle latitudes in 2020, *POLAR SCIENCE*, 1873-9652, 1876-4428, 35, 100920, doi:10.1016/j.polar.2022.100920, 2023
- Dandouras, I., Taylor, M.G.G.T., De Keyser, J., **Futaana, Y.**, Bamford, R.A., Branduardi-Raymont, G., Chaufray, J.Y., Constantinescu, D., De Angelis, E., Devoto, P., Eastwood, J., Echim, M., Garnier, P., Grison, B., Hercik, D., Lammer, H., Laurens, A., Leblanc, F., Milillo, A., Nakamura, R., Prech, L., Roussos, E., Stverák, S., Forest, J., Trouche, A., Hess, S.L.G., Mateo-Vélez, J.C., Carpenter, J., Winter, J., Space plasma physics science opportunities for the lunar orbital platform – Gateway, *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, 2296-987X, 10, 1120302, doi:10.3389/fspas.2023.1120302, 2023
- Dawkins, E.C.M., Stober, G., Janches, D., Carrillo-Sanchez, J.D., Lieberman, R.S., Jacobi, C., Moffat-Griffin, T., Mitchell, N.J., Cobbett, N., Batista, P.P., Andrioli, V.F., Buriti, R.A., Murphy, D.J., **Kero, J.**, Gulbrandsen, N., Tsutsumi, M., Kozlovsky, A., Kim, J. H., Lee, C., Lester, M., Solar Cycle and Long-Term Trends in the Observed Peak of the Meteor Altitude Distributions by Meteor Radars, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 0094-8276, 1944-8007, 50, 2, doi:10.1029/2022GL101953, 2023
- Dimmock, A. P.**, Gedalin, M., **Lalti, A.**, Trotta, D., **Khotyaintsev, Y. V.**, **Graham, D. B.**, **Johlander, A.**, Vainio, R., Blanco-Cano, X., Kajdič, P., Owen, C. J., & Wimmer-Schweingruber, R. F., Backstreaming ions at a high Mach number interplanetary shock. Solar Orbiter measurements during the nominal mission phase. *Astronomy and Astrophysics*, 679, A106, doi:10.1051/0004-6361/202347006, 2023.
- Dresing, N., Rodriguez-Garcia, L., Jebaraj, I.C., Warmuth, A., Wallace, S., Balmaceda, L., Podladchikova, T. Strauss, R. D., Kouloumvakos, A., Palmroos, C., Krupar, V., Gieseler, J., Xu, Z., Mitchell, J.G., Cohen, C.M.S., de Nolfo, G.A., Palmerio, E., Carcaboso, F., Kilpua, E.K.J., Trotta, D., Auster, U., Asvestari, E., da Silva, D., Droge, W., Getachew, T., Gomez-Herrero, R., Grande, M., Heyner, D., **Holmström, M.**, Huovelin, J., Kartavykh, Y., Laurenza, M., Lee, C.O., Mason, G., Maksimovic, M., Mieth, J., Murakami, G., Oleynik, P., Pinto, M., Pulupa, M., Richter, I., Rodriguez-Pacheco, J., Sanchez-Cano, B., Schuller, F., Ueno, H., Vainio, R., Vecchio, A., Veronig, A.M., Wijsen, N., The 17 April 2021 widespread solar energetic particle event, *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, 0004-6361, 1432-0746, 674, A105, doi: 10.1051/0004-6361/202345938, 2023
- Burne, S., Bertucci, C., Sergis, N., Morales, L.F., Achilleos, N., Sánchez-Cano, B., Collado-Vega, Y., Dasso, S., **Edberg, N.J.T.**, Kurth, B.S.,



- Dreyer, J., Vignen, E., Johansson, F.L.,** Waite, J.H., Utilizing Helium Ion Chemistry to Derive Mixing Ratios of Heavier Neutral Species in Saturn's Equatorial Ionosphere, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 6, e2023JA031488, doi:10.1029/2023JA031488, 2023
- Farrell, W. M., Halekas, J. S., Horányi, M., Killen, R. M., Grava, C., Szalay, J. R., Benna, M., Clark, P. E., Collier, M. R., Colaprete, A., Deca, J., Elphic, R. C., Fatemi, S., **Futaana, Y., Holmström, M.** Hurley, D. M., Kramer, G. Y., Mahaffy, P. R., Nishino, M. N., Noble, S. K., Saito, Y., Poppe, A. R., Retherford, K. D., Wang, X., Yokota, S., The Dust, Atmosphere, and Plasma at the Moon, *REVIEWS IN MINERALOGY AND GEOCHEMISTRY*, 89, 1, doi:10.2138/rmg.2023.89.13, 2023
- Fletcher, L.N., Cavalié, T., Grassi, D., Hueso, R., Lara, L.M., Kaspi, Y., Galanti, E., Greathouse, T.K., Molyneux, P.M., Galand, M., Vallat, C., Witasse, O., Lorente, R., Hartogh, P., Poulet, F., Langevin, Y., Palumbo, P., Gladstone, G.R., Retherford, K.D., Dougherty, M.K., **Wahlund, J.E., Barabash, S.,** Iess, L., Bruzzone, L., Hussmann, H., Gurvits, L.L., Santolik, O., Kolmasova, I., Fischer, G., Müller-Wodarg, I., Piccioni, G., Fouchet, T., Gérard, J.C., Sánchez-Lavega, A., Irwin, P.G.J., Grodent, D., Altieri, F., Mura, A., Drossart, P., Kammer, J., Giles, R., Cazaux, S., Jones, G., Smimova, M., Lellouch, E., Medvedev, A.S., Moreno, R., Rezac, L., Coustenis, A., Costa, M., Jupiter Science Enabled by ESA's Jupiter Icy Moons Explorer, *SPACE SCIENCE REVIEWS*, 0038-6308, 1572-9672, 219, 7, 53, doi:10.1007/s11214-023-00996-6, 2023
- Gao, C.-H., Tang, B.-B., Guo, X.-C., Li, W.Y., **Khotyaintsev, Yu.V., Graham, D.B.,** Turner, D.L., Yang, Z. W., Wang, C., Agyrotropic Electron Distributions in the Terrestrial Foreshock Transients, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 0094-8276, 1944-8007, 50, 4, e2022GL102235, doi:10.1029/2022GL102235, 2023
- Gavrilov, N., Popov, A., **Dalin, P.,** Perminov, V., Pertsev, N., Medvedeva, I., Ammosov, P., Gavrielyeva, G., Koltovskoi, I. Multiyear variations of time-correlated mesoscale OH temperature perturbations near the mesopause at Maymaga, Tory and Zvenigorod. *ADVANCES IN SPACE RESEARCH*, doi.org/10.1016/j.asr.2023.05.049, 2023
- Gedalin, M., **Dimmock, A.P.,** Russell, C.T., Pogorelov, N.V., Roytershteyn, V., Role of the overshoot in the shock self-organization, *JOURNAL OF PLASMA PHYSICS*, MMS, Science Team NASA, 0022-3778, 1469-7807, 89, 2, 905890201, doi:10.1017/S0022377823000090, 2023
- Giuliatti Winter, S. M., Madeira, G., Ribeiro, T., Winter, O. C., Barbosa, G. O., **Borderes-Motta, G.** The stability around Chariklo and the confinement of its rings, *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, 0004-6361, 1432-0746, 679, A62, doi:10.1051/0004-6361/202345864, 2023
- Goetz, C., Scharré, L., Wedlund, C.S., **Moeslinger, A., Nilsson, H., Odelstad, E.,** Taylor, M.G.G.T., Volwerk, M., Solar Wind Protons in the Diamagnetic Cavity at Comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 4, e2022JA031249, doi:10.1029/2022JA031249
- Graham, D.B., Khotyaintsev, Yu.V., André, M.,** Langmuir and Upper Hybrid Waves in Earth's Magnetotail, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 10, e2023JA031900, doi:10.1029/2023JA031900, 2023
- Gunell, H., Hamrin, M., Nesbit-Östman, S., Krämer, E., **Nilsson, H.,** Magnetosheath jets at Mars, *SCIENCE ADVANCES*, 2375-2548, 9, 22, doi:10.1126/sciadv.adg5703, 2023
- Gunnarsdottir, T.L., Poggenpohl, A., Mann, I., Mahmoudian, A., **Dalin, P.,** Haeggstroem, I., Rietveld, M., Modulation of polar mesospheric summer echoes (PMSEs) with high-frequency heating during low solar illumination, *ANNALES GEOPHYSICAE*, 0992-7689, 1432-0576, 41, 1, 93, 114, doi:10.5194/angeo-41-93-2023
- Günzkofer, F., Pokhotelov, D., Stober, G., Mann, I., Vadas, S. L., Becker, E., Tjulin, A., Kozlovsky, A., Tsutsumi, M., Nozawa, S., Lester, M., **Belova, E., Kero, J.,** Mitchell, N. J., and C. Borries, C. 'Inferring Neutral Winds in the Ionospheric Transition Region from Atmospheric-Gravity-Wave Traveling-Ionospheric-Disturbance (AGW-TID) Observations with the EISCAT VHF Radar and the Nordic Meteor Radar Cluster'. *ANNALES GEOPHYSICAE* 41, no. 2 (2023): 409–28. doi.org/10.5194/angeo-41-409-2023
- Hartinger, M., Engebretson, M., Lu, G., Connors, M., McGranaghan Rigler, J., Shi, X., Weygand, J., Schultz, A., Kim H., Salzano, M., Ngwira, C., Smith, A., Derr, J., Öztürk, D., Coyle, S., **Dimmock, Turner, D.,** Chi, P., Global Networks of Ground-Based Magnetron Enable Cutting-Edge Heliophysics Research, Education, and Space Weather Operations. *Bulletin of the AAS*, 55(3), doi:10.3847/25c2feb.abafe08b, 2023.
- Hosokawa, K., Oyama, S. -I., Ogawa, Y., Miyoshi, Y., Kurita, S., Teramoto, M., Nozawa, S., Kawabata, T., Kawamura, Y., Tanaka M., Miyaoka, H., Kataoka, R., Shiokawa, K., **Brändström, U.,** Turunen, E., Raita, T., Johnsen, M. G., Hall, C., Hampton, D., Eb Y., Kasahara, Y., Matsuda, S., Shinohara, I., Fujii, R., A Ground-Instrument Suite for Integrated High-Time Resolution Measurement Pulsating Aurora With Arase, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 8, e2023JA031527, doi:10.1029/2023JA031527, 2023
- Huybrighs, H. L. F., Bloeker, A., Roussos, E., van Buchem, C., **Futaana, Y.,** Holmberg, M. K. G., Goetz, C., Witasse, O., Europa's Perturbed Fields and Induced Dipole Affect Energy Proton Depletions During Distant Alfvén Wing Flybys, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 9, e2023JA031420, doi:10.1029/2023JA031420, 2023
- Jeberaj, I. C., Dresing, N., Krasnoselskikh, V., Agapitov, O. V., Gie J., Trotta, D., Wijsen, N., Larosa, A., Kouloumvakos, A., Palmroth, **Dimmock, A.,** Kolhoff, A., Köhl, P., Fleth, S., Fedeli, A., Valkila Lario, D., **Khotyaintsev, Y. V.,** & Vainio, R., Relativistic electron beams accelerated by an interplanetary shock. *Astronomy and Astrophysics*, 680, L7, doi:10.1051/0004-6361/202348120, 2023.
- Johlander, A., Khotyaintsev, Yu.V., Dimmock, A.P., Graham, D Lalti, A.,** Electron Heating Scales in Collisionless Shocks Measured by MMS, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 0094-8276, 19-8007, 50, 5, e2022GL100400, doi:10.1029/2022GL100400, 2023
- Juusola, L., Viljanen, A., **Dimmock, A.P.,** Kellinsalmi, M., Schillnig, Weygand, J.M., Drivers of rapid geomagnetic variations at high latitudes, *ANNALES GEOPHYSICAE*, 0992-7689, 1432-0576, 41, 37, doi:10.5194/angeo-41-13-2023
- Kim, K., Edberg, N.J.T.,** Shebanits, O., **Wahlund, J.E., Vignen, E Bertucci, C.,** On Current Sheets and Associated Density Spikes in Titan's Ionosphere as Seen From Cassini, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 3, doi:10.1029/2022JA031118, 2023
- Kirkwood, S., Belova, E., Voelger, P.,** Chatterjee, S., and Satheesa Extended validation of Aeolus winds with wind-profiling radars in Antarctica and Arctic Sweden. *ATMOSPHERIC MEASUREMENT TECHNIQUES*, 16 (18), 4215–4227, doi.org/10.5194/amt-16-4215-2023, 2023
- Krasnoselskikh, V., Tsurutani, B.T., de Wit, T.D., Walker, S., Balikhin, M., Balat-Pichelin, M., Velli, M., Bale, S.D., Maksimovic, M., Agapitov, O., Baumjohann, W., Berthomier, M., Bruno, R., Cramer, S.R., de Pontieu, B., Menees, D.D., Eastwood, J., Erdélyi, R., Erkaev, I., Fedun, V., Ganushkina, N., Greco, A., Harra, L., Henri, P., Horbury, T., Hudson, H., Kasper, J., **Khotyaintsev, Yu.V.,** Kretschmar, M., Krucker, S., Kucharek, H., Langevin, Y., Lavraev, B., Lebreton, J.P., Lepri, S., Liemohn, M., Louarn, P., Moebius, F., Mozer, F., Nemecek, Z., Panasenco, O., Retino, A., Safrankova, J., Scudder, J., Servidio, S., **Sorriso-Valvo, L.,** Soucek, J., Szabo, A., Vaivads, A., Vekstein, G., Vörös, Z., Zaqarashvili, T., Zimbardo, L., Fedorov, A., ICARUS: in-situ studies of the solar corona beyond the Solar Probe and Solar Orbiter, *EXPERIMENTAL ASTRONOMY*, 0922-6435, 1572-9508, 54, 2-3, 277, 315, doi:10.1007/s10686-020-09878-1, 2022
- Krämer, E., Hamrin, M., Gunell, H., Karlsson, T., **Steinvall, K.,** Goncharov, O., **André, M.,** Waves in Magnetosheath Jets: Classification and the Search for Generation Mechanisms Using Multi-Burst Mode Data, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 7, e2023JA031621, doi:10.1029/2023JA031621, 2023
- Lalti, A., Khotyaintsev, Yu.V., Graham, D.B.,** Short-Wavelength Electrostatic Wave Measurement Using MMS Spacecraft, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 4, e2022JA031150, doi:10.1029/2022JA031150

- Lamy, L., Prangé, P., **Morooka, M.**, Kurth, W. S., & Taubenschuss, U., The peak frequency source of Saturn's kilometric radiation, *Planetary, Solar and Heliospheric Radio Emissions IX*, 103102, doi:10.25546/103102, 2023.
- Janabere, V., Dimmock, A. P.**, Rosenqvist, L., Juusola, L., Viljanen, A., Johlander, A., & Odelstad, E., Analysis of the Geoelectric Field in Sweden Over Solar Cycles 23 and 24: Spatial and Temporal Variability During Strong GIC Events, *Space Weather*, 21, e2023SW003588, doi:10.1029/2023SW003588, 2023.
- Leblanc, F., Roth, L., Chaufray, J.Y., Modolo, R., Galand, M., Ivchenko, N., Carnielli, G., Baskevitch, C., Oza, A., **Werner, A.L.E.**, Ganymede's atmosphere as constrained by HST/STIS observations, *ICARUS*, 0019-1035, 1090-2643, 399, 115557, doi:10.1016/j.icarus.2023.115557, 2023
- Leyser, T. B., Sergienko, T., Brändström, U.**, Gustavsson, B. and Rietveld, M. T., On mechanisms for hf pump-enhanced optical emissions at 557.7 and 630.0 nm from atomic oxygen in the high-latitude F-region ionosphere. *Ann. Geophys.*, 41:589–600, 2023. doi:10.5194/angeo-41-589-2023
- Li, T.K., Li, W.Y., Tang, B.B., **Khotyaintsev, Yu.V., Graham, D.B.**, Ardakani, A., Burch, J.L., Gershman, D.J., Lavraud, B., Russell, C.T., Lu, Q.M., Guo, X.C., Wang, C., Kelvin-Helmholtz Waves and Magnetic Reconnection at the Earth's Magnetopause Under Southward Interplanetary Magnetic Field, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 0094-8276, 1944-8007, 50, 20, e2023GL105539, doi:10.1029/2023GL105539, 2023
- Marino, R., & **Sorriso-Valvo, L.**, Scaling laws for the energy transfer in space plasma turbulence, *Physics Reports*, 1006, 1, doi:10.1016/j.physrep.2022.12.001, 2023.
- Márquez Rodríguez, R., **Sorriso-Valvo, L., & Yordanova, E.**, Turbulence, Intermittency, and Cross-Scale Energy Transfer in an Interplanetary Coronal Mass Ejection, *Solar Physics*, 298, 54, doi:10.1007/s11207-023-02146-1, 2023.
- Moeslinger, A., Nilsson, H., Stenberg Wieser, G.**, Gunell, H., Goetz, C., Indirect Observations of Electric Fields at Comet 67P, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 9, e2023JA031746, doi:10.1029/2023JA031746, 2023
- Moeslinger, A., Stenberg Wieser, G., Nilsson, H., Gunell, H., Williamson, H.N., LLera, K., Odelstad, E., Richter, I.**, Solar Wind Protons Forming Partial Ring Distributions at Comet 67P, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 2, e2022JA031082, doi:10.1029/2022JA031082, 2023
- Moraes, R.A., **Borderes-Motta, G.**, Winter, O.C., Mourao, D.C., The dynamics of co-orbital giant exomoons - applications for the Kepler-1625 b and Kepler-1708 b satellite systems, *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 0035-8711, 1365-2966, 520, 2, 2163, 2177, doi:10.1093/mnras/stad314, 2023
- Nilsson, H., Zhang, Q., Stenberg Wieser, G., Holmström, M., Barabash, S., Futaana, Y., Fedorov, A., Persson, M., Wieser, M.**, Solar cycle variation of ion escape from Mars, *ICARUS*, 0019-1035, 1090-2643, 393, 114610, doi:10.1016/j.icarus.2021.114610, 2023
- Oka, M., Birn, J., Egedal, J., Guo, F., Ergun, R. E., Turner, D. L., **Khotyaintsev, Y.**, Hwang, K.-J., Cohen, I. J., & Drake, J. F., Particle Acceleration by Magnetic Reconnection in Geospace, *Space Science Reviews*, 219, 75, doi:10.1007/s11214-023-01011-8, 2023.
- Oliveira Machado, R., Valvano, G., Winter, O.C., Sfair, R., **Borderes-Motta, G.** The dynamical structure of a hypothetical disc of particles around the asteroid 99942 Apophis, *THE EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL SPECIAL TOPICS*, 1951-6355, 1951-6401, doi:10.1140/epjs/s11734-023-01038-6, 2023
- Pellinen-Wannberg, A.** Even a Blind Chicken Sometimes Finds a Grain of Corn - In My Case in Space. *Perspectives of Earth and Space Scientists*, volume 4, issue 1, e2022CN000176, doi:10.1029/2022CN000176, 2023
- Pertsev, N., **Dalin, P.**, Perminov, V. The 27.3-day oscillation in the lunar tidal theory and in atmospheric data. *JOURNAL OF ATMOSPHERIC AND SOLAR-TERRRESTRIAL PHYSICS*, 242, 106002, doi.org/10.1016/j.jastp.2022.106002, 2023
- Poduval, B., McPherron, R.L., Walker, R., Himes, M.D., Pitman, K.M., Azari, A.R., Shneider, C., Tiwari, A.K., Kapali, S., Bruno, G., Georgoulis, M.K., Verkhoglyadova, O., Borovsky, J.E., Lapenta, G., Liu, J., Alberti, T., **Wintoft, P.**, Wing, S., AI-ready data in space science and solar physics: problems, mitigation and action plan, *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, 2296-987X, 10, 1203598, doi:10.3389/fspas.2023.1203598, 2023
- Poduval, B., Pitman, K.M., Verkhoglyadova, O., **Wintoft, P.**, Editorial: Applications of statistical methods and machine learning in the space sciences, *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, 2296-987X, 10, 1163530, doi:10.3389/fspas.2023.1163530, 2023
- Richard, L., Khotyaintsev, Y. V., Graham, D. B.**, Vaivads, A., Gershman, D. J., & Russell, C. T., Fast Ion Isotropization by Current Sheet Scattering in Magnetic Reconnection Jets, *Physical Review Letters*, 131, 115201, doi:10.1103/PhysRevLett.131.115201, 2023.
- Robert, E., Barthelemy, M., Cessateur, G., Woelfflé, A., Lamy, H., Bouriat, S., Johnsen, M.G., **Brändström, U.** and Biree, L. Reconstruction of electron precipitation spectra at the top of the upper atmosphere using 427.8 nm auroral images. *Journal of Space Weather and Space Climate*, 13:30, 2023. doi:10.1051/swsc/2023028.
- Rodríguez, R.M., **Sorriso-Valvo, L., Yordanova, E.**, Turbulence, Intermittency, and Cross-Scale Energy Transfer in an, Interplanetary Coronal Mass Ejection, *SOLAR PHYSICS*, 0038-0938, 1573-093X, 298, 4, 54, doi:10.1007/s11207-023-02146-1, 2023
- Rojas Mata, S., Stenberg Wieser, G., Futaana, Y.**, Zhang, T.L., Proton Plasma Asymmetries Between Venus' Quasi-Perpendicular and Quasi-Parallel Magnetosheaths, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 6, e2022JA031149, doi:10.1029/2022JA031149, 2023
- Rojó, M., **Persson, M.**, Sauvaud, J.-A., Aizawa, S., Nicolaou, G., Penou, E., Barthe, A., André, N., Mazelle, C., Fedorov, A., Yokota, S., Saito, Y., Heyner, D., Richter, I., Auster, U., Schmid, D., Fischer, D., Horbury, T., Owen, C.J., Maksimovic, M., **Khotyaintsev, Y.**, Louarn, P., & Murakami, G. Electron moments derived from the Mercury Electron Analyzer during the cruise phase of BepiColombo, *Astronomy & Astrophysics*, doi:10.1051/0004-6361/202347843, 2023.
- Sánchez-Cano, B., Witasse, O., Knutsen, E.W., Meggi, D., Viet, S., Lester, M., Wimmer-Schweingruber, R.F., Pinto, M., Moissl, R., Benkhoff, J., Oppennoorth, H., Auster, U., de Brujine, J., Collins, P., De Marchi, G., Fischer, D., **Futaana, Y.**, Godfrey, J., Heyner, D., **Holmstrom, M.**, Johnstone, A., Joyce, S., Lakey, D., Martinez, S., Milligan, D., Montagnon, E., Müller, D., Livi, S.A., Prusti, T., Raines, J., Richter, I., Schmid, D., Schmitz, P., Svedhem, H., Taylor, M.G.G.T., Tremolizzo, E., Titov, D., Wilson, C., Wood, S., Zender, J., Solar Energetic Particle Events Detected in the Housekeeping Data of the European Space Agency's Spacecraft Flotilla in the Solar System, *SPACE WEATHER-THE INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH AND APPLICATIONS*, 1542-7390, 21, 8, e2023SW003540, doi:10.1029/2023SW003540, 2023
- Sarris, T., Palmroth, M., Aikio, A., **Buchert, S.C.**, Clemmons, J., Clilverd, M., Dandouras, I., Doornbos, E., Goodwin, L.V., Grandin, M., Heelis, R., Ivchenko, N., Moretto-Jorgensen, T., Kervalishvili, G., Knudsen, D., Liu, H.L., Lu, G., Malaspina, D.M., Marghitsu, O., Maute, A., Miloch, W.J., Olsen, N., Pfaff, R., Stolle, C., Talaat, E., Thayer, J., Tourgaidis, S., Verronen, P.T., **Yamauchi, M.**, Plasma-neutral interactions in the lower thermosphere-ionosphere: The need for *in situ* measurements to address focused questions, *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, 2296-987X, 9, 1063190, doi:10.3389/fspas.2022.1063190, 2023
- Sarris, T., Tourgaidis, S., Pirnaris, P., Baloukidis, D., Papadakis, K., Psychalas, C., **Buchert, S.C.**, Doornbos, E., Clilverd, M.A., Verronen, P.T., Malaspina, D., Ahmadi, N., Dandouras, I., Kotova, A., Miloch, W.J., Knudsen, D., Olsen, N., Marghitsu, O., Matsuo, T., Lu, G., Marchaudon, A., Hoffmann, A., Lajas, D., Stromme, A., Taylor, M., Aikio, A., Palmroth, M., Heelis, R., Ivchenko, N., Stolle, C., Kervalishvili, G., Moretto-Jorgensen, T., Pfaff, R., Siemes, C., Visser, P., van den Ijssel, J., Liu, H.L., Sandberg, I., Papadimitriou, C., Vogt, J., Blagau, A., Stachlys, N., Daedalus MASE (mission assessment through simulation exercise): A toolset for analysis of *in situ* missions and for processing global circulation model outputs in the lower thermosphere-ionosphere, *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, 2296-987X, 9, 1048318, doi:10.3389/fspas.2022.1048318, 2023



- Shahsavani, S., **Borderes-Motta, G.**, Sánchez-Aniaga, G., Optimal Design Algorithms for Bare Electrodynamical Tethers in the Active Mode, *JOURNAL OF PROPULSION AND POWER*, 0748-4658, 1533-3876, 39, 3, 404, 415, doi:10.2514/1.B38978, 2023
- Shimoyama, M.**, **Karlsson, S.**, **Barabash, S.**, **Wieser, M.**, Yagliglu, B., IEEE, Lunar Neutrals Telescope Onboard the First Turkish Lunar Mission, 2023 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON RECENT ADVANCES IN AIR AND SPACE TECHNOLOGIES, RAST CT 10th International Conference on Recent Advances in Air and Space Technologies (RAST), Istanbul, TURKEY, NDU Turkish AF Acad, AIAA, AESS, IEEE Geoscience & Remote Sensing Soc, ISPRS, Univ Space Engn Consortium Global, Bayker, Rokestan, ALP Aviat, Aselsan, Bites, Havelsan, EHSIM, MIA Teknoloji, TEI, Turksat, Minist Natl Def Turkey, Turkish AF, Turkish Natl Def Univ, Turkish AF Acad, ISBN 979-8-3503-2302-3 doi:10.1109/RAST57548.2023.10197892, 2023
- Signoles, C., Persson, M., **Futaana, Y.**, Aizawa, S., Andre, N., Bergman, S., Fedorov, A., Lindwall, V., Martinez, N., Mazelle, C., **Rojas Mata, S.**, Wolff, A., Zhang, T. L., Influence of Solar Wind Variations on the Shapes of Venus' Plasma Boundaries Based on Venus Express Observations, *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 0004-637X, 1538-4357, 954, 1, 95, doi:10.3847/1538-4357/ace7b1, 2023
- Song, H., Park, J., Jin, Y.Q., Otsuka, Y., **Buchert, S.C.**, Lee, J., Yi, Y., Tandem Observations of Night time Mid-Latitude Topside Ionospheric Perturbations, *SPACE WEATHER-THE INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH AND APPLICATIONS*, 1542-7390, 21, 2, e2022SW003312, doi:10.1029/2022SW003312, 2023
- Sorriso-Valvo, L.**, Chen, C.H.K., Retino, A., Verscharen, D., Editorial: New challenges in space plasma physics: Open questions and future mission concepts, *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, 2296-987X, 9, 1130728, doi:10.3389/fspas.2022.1130728, 2023
- Sorriso-Valvo, L.**, Marino, R., Foldes, R., Leveque, E., D'Amicis, R., Bruno, R., Telloni, D., **Yordanova, E.**, Helios 2 observations of solar wind turbulence decay in the inner heliosphere, *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, 0004-6361, 1432-0746, 672, A13, doi:10.1051/0004-6361/202244889, 2023
- Stephenson, P., Beth, A., Deca, J., Galand, M., Goetz, C., Henri, P., Heritier, K., Lewis, Z., **Moelsing, A.**, **Nilsson, H.**, Rubin, M., The source of electrons at comet 67P, *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 0035-8711, 1365-2966, 525, 4, 5041, 5065, doi:10.1093/mnras/stad2168, 2023
- Stergiopoulou, K.**, Jarvinen, R., **Andrews, D.J.**, **Edberg, N.J.T.**, **Dimmock, A.P.**, Kallio, E., Persson, M., **Khotyaintsev, Yu.V.**, Solar Orbiter Data-Model Comparison in Venus' Induced Magnetotail, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 2, e2022JA031023, doi:10.1029/2022JA031023, 2023
- Stober, G., Liu, A.L., Kozlovsky, A., Qiao, Z.S., Krochin, W., Shi, G.C., **Kero, J.**, Tsutsumi, M., Gulbrandsen, N., Nozawa, S., Lester, M., Baumgarten, K., **Belova, E.**, Mitchell, N., Identifying gravity waves launched by the Hunga Tonga-Hunga Ha'apai volcanic eruption in mesosphere/lower-thermosphere winds derived from CONDOR and the Nordic Meteor Radar Cluster, *ANNALES GEOPHYSICAE*, 0992-7689, 1432-0576, 41, 1, 197, 208, doi:10.5194/angeo-41-197-2023
- Telloni, D., Antonucci, E., Adhikari, L., Zank, G.P., Giordano, S., Vai, M., Zhao, L.-L., Andretta, V., Burtovoi, A., Capuano, G.E., Da Deppo, V., De Leo, Y., Fineschi, S., Grimani, C., Heinzl, P., Jerse, G., Landini, F., Liberatore, A., Moses, J.D., Naletto, G., Nicolini, G., Pancrazzi, M., Romoli, M., Russano, G., Sasso, C., Slemmer, A., Spadaro, D., Stangalini, M., Susino, R., Teriaca, L., Uslenghi, M., **Sorriso-Valvo, L.**, Marino, R., Perrone, D., D'Amicis, R., Bruno, R., First polar observations of the fast solar wind with the Metis – Solar Orbiter coronagraph: Role of 2D turbulence energy dissipation in the wind acceleration, *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, 0004-6361, 1432-0746, 670, L18, doi:10.1051/0004-6361/202245759, 2023
- Telloni, D., Zank, G.P., Adhikari, L., Zhao, L.L., Susino, R., Antonucci, E., Fineschi, S., Stangalini, M., Grimani, C., **Sorriso-Valvo, L.**, Verscharen, D., Marino, R., Giordano, S., D'Amicis, R., Perrone, D., Carbone, F., Liberatore, A., Bruno, R., Zimbaro, G., Romoli, M., Andretta, V., Da Deppo, V., Heinzl, P., Moses, J.D., Naletto, G., Nicolini, G., Spadaro, D., Teriaca, L., Burtovoi, A., De Leo, Y., Jerse, G., Landini, F., Pancrazzi, M., Sasso, C., Slemmer, A., Does Turbulence along the Coronal Current Sheet Drive Ion Cyclotron Waves? *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 0004-637X, 1538-4357, 944, 2, 227, doi:10.3847/1538-4357/acb693, 2023
- Tian, L.C., Johnson, R.E., Tucker, O.J., Woodson, A.K., **Williamson, H.N.**, Mogan, S.R.C., Molecular Kinetic Simulations of Transient and Steady Wave Propagation into a Planet's Exosphere, *ATMOSPHERE*, 2073-4433, 14, 3, 441, doi:10.3390/atmos14030441, 2023
- Tian, Z.C., Zhou, M., Man, H.Y., Zhong, Z.H., Deng, X.H., Gershman, D.J., **Khotyaintsev, Yu.V.**, Russell, C. T., Simultaneous Observation of the Inner and Outer Electron Diffusion Region in Reconnection with Large Guide Field, *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 0004-637X, 1538-4357, 957, 1, 42, doi:10.3847/1538-4357/ac9f4, 2023
- Torkar, K., Nakamura, R., Roberts, O. W., Jeszenszky, H., Lindqvist, P.-A., **Khotyaintsev, Y.**, Giles, B. L., & Barrie, A. C., Active Spacecraft Potential Control in the MMS Mission: Results From Six Years in Orbit, *IEEE Transactions on Plasma Science*, 51, 2461, doi:10.1109/TPS.2023.3268414, 2023.
- Trotta, D., Horbury, T.S., Lario, D., Vainio, R., Dresing, N., **Dimmock, A.P.**, Giacalone, J., Hietala, H., Wimmer-Schweingruber, R.F., Berger, L., Yang, L., Irregular Proton Injection to High Energies at Interplanetary Shocks, *ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS*, 2041-8205, 2041-8213, 957, 2, L13, doi:10.3847/2041-8213/ad03f6, 2023
- Turc, L., Roberts, O. W., Verscharen, D., Dimmock, A. P., Kajdić, P., Palmroth, M., Pfau-Kempf, Y., **Johlander, A.**, Dubart, M., Kilpua, E. K. J., Soucek, J., Takahashi, K., Takahashi, N., Battarbee, M., & Ganse, U., Transmission of foreshock waves through Earth's bow shock, *Nature Physics*, 19, 78, doi:10.1038/s41567-022-01837-z, 2023.
- Valvano, G., Oliveira, R. Machado., Winter, O.C., Sfair, R., **Borderes-Motta, G.**, (130) Elektra Delta - on the stability of the new third moonlet, *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY* 0035-8711, 1365-2966, 522, 4, 6196, 6202, doi:10.1093/mnras/stad1322, 2023
- van Caspel, W.E., Espy, P., Hibbins, R., Stober, G., Brown, P., Jacobi, C., **Kero, J.**, A Case Study of the Solar and Lunar Semidiurnal Tide Response to the 2013 Sudden Stratospheric Warm, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS*, 2169-9380, 2169-9402, 128, 9, e2023JA031680, doi:10.1029/2023JA031680, 2023
- Vignen, E.**, Wait Till You See Them All Together, *AMERICAN MATHEMATICAL MONTHLY*, 0002-9890, 1930-0972, 130, 9, 868, urn:nbn:se:uu:diva-515655 (URN)001084489900022, 2023
- Vignen, E.**, **Eriksson, A.I.E.**, **Edberg, N.J.T.**, Snodgrass, C., A potential aid in the target selection for the comet interceptor mission, *PLANETARY AND SPACE SCIENCE*, 0032-0633, 1873-5088, 237, 105765, doi:10.1016/j.pss.2023.105765, 2023
- Voelger, P.**, **Dalin, P.**, Statistical analysis of observations of polar stratospheric clouds with a lidar in Kiruna, northern Sweden, *ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS*, 1680-7316, 1680-7324, 23, 9, 5551, 5565, doi:10.5194/acp-23-5551-2023
- Volwerk, M., Simon Wedlund, C., Mautner, D., **Rojas Mata, S.**, **Stenberg Wieser, G.**, **Futaana, Y.**, Mazelle, C., Rojas-Castillo, D., Bertucci, C., and Delva, M., Statistical distribution of mirror-mode-like structures in the magnetosheaths of unmagnetized planets – Part 2: Venus as observed by the Venus Express spacecraft, *ANNALES GEOPHYSICAE*, 41(2):389–408, doi:10.5194/angeo-41-389-2023
- Vörös, Z., Roberts, O.W., **Yordanova, E.**, **Sorriso-Valvo, L.**, Nakamura, R., Narita, Y., Schmid, D., Plaschke, F., Kis, A., How to improve our understanding of solar wind-magnetosphere interactions on the basis of the statistical evaluation of the energy budget in the magnetosheath?, *FRONTIERS IN ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES*, 2296-987X, 10, 1163139, doi:10.3389/fspas.2023.1163139, 2023
- Wang, H.-W., Tang, B.-B., Li, W.Y., Zhang, Y.-C., **Graham, D.B.**, **Khotyaintsev, Yu.V.**, Gao, C.-H., Guo, X.-C., Wang, C., Electron Dynamics in the Electron Current Sheet During Strong Guide-Field Reconnection, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 0094-8276, 1944-8007, 50, 10, e2023GL103046, doi:10.1029/2023GL103046, 2023

- Wang, X.-D.,** Fatemi, S., Nilsson, H., Futaana, Y., Holmstroem, M., Barabash, S., Solar wind interaction with Mars: electric field morphology and source terms, MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 0035-8711, 1365-2966, 521, 3, 3607, doi:10.1093/mnras/stad247, 2023
- Wang, S., **Graham, D.B.,** An, X., Li, L., Zong, Q.G., Zhou, X.Z., Li, W.Y., Liu, Z.Y., Electrostatic Waves Around a Magnetopause Reconnection Secondary Electron Diffusion Region Modulated by Whistler and Lower-Hybrid Waves, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 0094-8276, 1944-8007, 50, 18, e2023GL104905, doi:10.1029/2023GL104905, 2023
- Wedlund, C.S., Volwerk, M., Mazelle, C., **Rojas Mata, S., Wieser, G. Stenberg, Futaana, Y.,** Halekas, J., Rojas-Castillo, D., Bertucci, C., Espley, J., Statistical distribution of mirror-mode-like structures in the magnetosheaths of unmagnetized planets - Part 1: Mars as observed by the MAVEN spacecraft, ANNALES GEOPHYSICAE, 0992-7689, 1432-0576, 41, 1, 225, 251, doi:10.5194/angeo-41-225-2023, 2023
- Xie, L., Zhang, A., Li, L., Wang, H., Shi, Q., Zhang, J., Wang, W., **Wieser, M.,** Zhang, Y., Kong, L., Feng, Y., Zhou, B., Wang, J., Chang'E-4 Energetic Neutral Atom Observation Reveals New Features about the Solar Wind-Moon Interaction (in Chinese). CHINESE JOURNAL OF SPACE SCIENCE, 2022, 42(1): 11-24, 2022. doi:10.11728/cjss2022.01.20220113, 2022
- Xu, Q., Xu, X.J., Zuo, P.B., **Futaana, Y.,** Chang, Q., Gu, H., Solar Control of the Pickup Ion Plume in the Dayside Magnetosheath of Venus, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 0094-8276, 1944-8007, 50, 4, e2022GL102401, doi:10.1029/2022GL102401, 2023
- Xu, S., Frahm, R. A., Ma, Y., Luhmann, J. G., Mitchell, D. L., & **Persson, M.,** Statistical Mapping of Magnetic Topology at Venus, Journal of Geophysical Research (Space Physics), 128, e2023JA032133, doi:10.1029/2023JA032133, 2023.
- Xystouris, G., Arridge, C.S., **Morooka, M.M., Wahlund, J.E.,** Estimating the optical depth of Saturn's main rings using the Cassini Langmuir Probe, MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 0035-8711, 1365-2966, 526, 4, 5839, 5860, doi:10.1093/mnras/stad2793, 2023
- Yamauchi, M., Brändström, U.,** Auroral alert version 1.0: two-step automatic detection of sudden aurora intensification from all-sky JPEG images, GEOSCIENTIFIC INSTRUMENTATION METHODS AND DATA SYSTEMS, 2193-0856, 2193-0864, 12, 1, 71, 90, doi:10.5194/gi-12-71-2023
- Zhang, C., Nilsson, H., Ebihara, Y., **Yamauchi, M.,** Persson, M., Rong, Z.J., Zhong, J., Dong, C.F., Chen, Y.X., Zhou, X.Z., Sun, Y.X., Harada, Y., Halekas, J., Xu, S.S., **Futaana, Y.,** Shi, Z., Yuan, C.J., Yun, X.T., Fu, S., Gao, J.W., **Holmström, M.,** Wei, Y., **Barabash, S.,** Detection of magnetospheric ion drift patterns at Mars, NATURE COMMUNICATIONS, 2041-1723, 14, 1, 6866, doi:10.1038/s41467-023-42630-7, 2023
- Zhang, Q., Holmström, M., Wang, X.-D.,** Effects of ion composition on escape and morphology on Mars, ANNALES GEOPHYSICAE, 41, 375–388, doi:10.5194/egusphere-2023-461, 2023.
- Zhang, Q., Holmström, M., Wang, X.D., Nilsson, H., Barabash, S.,** The Influence of Solar Irradiation and Solar Wind Conditions on Heavy Ion Escape from Mars, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 2169-9380, 2169-9402, 128, 10, e2023JA031828, doi:10.1029/2023JA031828, 2023
- Zhang, Z., Desai, R.T., **Shebanits, O.,** Johansson, F.L., Miyake, Y., Usui, H., Simulating Secondary Electron and Ion Emission from the Cassini Spacecraft in Saturn's Ionosphere, PLANETARY SCIENCE JOURNAL, 2632-3338, 4, 6, 105, doi:10.3847/PSJ/acd844, 2023
- Zhong, Z. H., Lei, G.Y., Zhou, M., Zhang, M., Tang, R.X., **Graham, D.B.,** Pang, Y., Deng, X.H., **Khotyaintsev, Yu.V.,** Observations of Dynamical Flux Ropes and Active Multiple X-Line Reconnection at Earth's Magnetopause, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS, 2169-9380, 2169-9402, 128, 3, e2022JA031091, doi:10.1029/2022JA031091, 2023

#### POPULÄRVETENSKAPLIGA PUBLIKATIONER

- Brändström, U.** Norrskén i flera dimensioner. Fysikaktuell, (4):12–13, [https://www.fysikersamfundet.se/wp-content/uploads/FA-4-2023\\_webb.pdf](https://www.fysikersamfundet.se/wp-content/uploads/FA-4-2023_webb.pdf), 2023
- Kero, J.,** Observation des météores par radar, Les Cahiers Clairaut - Bulletin du Comité de Liaison Enseignants et Astronomes, pp.28-32, No. 182, juin, 2023
- Kero, J. Szasz, C.,** Nakamura, T., **Kastinen, D.,** The MU radar as a meteor head echo observatory, in Jenniskens, P., Atlas of Earth's Meteor Showers, Elsevier, kapitlet "The MU radar as a meteor head echo observatory" pp. 42-43, doi:10.1016/B978-0-323-88447-1.00012-0, 2023
- Stenberg Wieser, G., Karlsson, S., Oja, M., Wieser, M.,** Utmaningar för Kirunas instrumentbyggare. Unikt instrument ska mäta laddade partiklar, POPULÄR ASTRONOMI, 1, <https://www.popularastronomi.se/nummer-1-mars-2023/>, 2023
- Stenberg Wieser, G., Canu-Blot, R., Wieser, M.,** Det oöverbärliga måndammet. POPULÄR ASTRONOMI, 3, IRF:s dnr: 5.3-75/23

#### AVHANDLINGAR OCH EXAMENSARBETEN

- Dreyer, Joshua.,** Diving Deep into Saturn's Equatorial Ionosphere with Cassini, PhD thesis, Uppsala universitet, 2023, ISSN 1651-6214, ISBN 978-91-513-1910-0 2023
- Pietikäinen, P.,** Evaluation of the auroral large imaging system for automatic space debris detection, Master thesis, Luleå tekniska universitet, <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ltu:diva-101585>, 2023
- Richard, Louis.,** Energy Conversion and Particle Acceleration at Turbulent Plasma Jet Front, , PhD thesis, Uppsala universitet, 2023, ISSN 1651-6214, ISBN 978-91-513-1974-2, 2023
- Zhang, Q.,** Ion escape from Mars, Licentiate thesis, Umeå Universitet och Institutet för rymdfysik, Kiruna. Diva2:1755523, 2023

**Expertgranskade publikationer:** 106 st varav förstaförfattare: 31 st

**Övriga:** Populärvetenskapliga publikationer: 5 st, Avhandlingar och examensarbeten: 4 st



## Förkortningar och begreppsförklaringar

### Förkortningar

ALIS_4D	Auroral Large Imaging System. System för att studera ljusfenomen, t.ex. norrsken, i den övre atmosfären	Kirsam	Kiruna-arbetsgivare i samverkan
ASPERA-3 & 4	Analyzer of Space Plasmas and Energetic Atoms	KTH	Kungliga Tekniska högskolan
AYAP-1	Turkisk månsond	KVA	Kungl. Vetenskapsakademien
BROR	Barium Release Optical and Radio rocket	Lidar	Light Detection and Ranging
Chang'e 4 & 6	Rymdfarkoster som är del av det kinesiska rymdprogrammet	LNT	Lunar Neutrals Telescope
COSPAR	Committee on Space Research	LVF	Luftfartsverket
DTU	Danmarks Tekniske Universitet	LKAB	Luossavaara Kirunavaara Aktiebolag
EFW	Electric Field and Waves	LOU	Lagen om offentlig upphandling
EISCAT	European Incoherent SCATter Scientific Association	LTU	Luleå tekniska universitet
EISCAT_3D	Ny generation av EISCAT:s inkoherentspridningsradar	MADERIA	Norskt forskningsrådprojekt
ENA	Energirika neutrala atomer	MARA	Moveable Atmospheric Radar for Antarctica
EPN	Eu:s Horisont 2020-projekt	MATS	Mesospheric Airglow/Aerosol Tomography and Spectroscopy
ESA	European Space Agency	MAVEN	Mars Atmosphere and Volatile Evolution
ESR	EISCAT Svalbard Radar	MIPA	Miniature Ion Precipitation Analyzer
ESRAD	Estrange MST radar	MMO	Mercury Magnetospheric Orbiter
ESV	Ekonomistyrningsverket	MMS	Magnetospheric Multiscale Mission
EU	European Union	MU	Radarn vid Kyoto-universitetet
FBF	Förordningen om myndigheters bokföring	NASA	National Aeronautics and Space Administration, USA
FOI	Totalförsvarets forskningsinstitut	NCAOR	National Center for Atmospheric and Oceanic Research, Indien
FÅB	Förordningen om årsredovisning och budgetunderlag	NILS	Negative Ions on the Lunar Surface
GBAS	Ground-Based and Additional Science	NOSTRA	Nordic Space Tracking Radar
G-ESC	ESA:s geomagnetiska expertservicecenter	PEP	Particle Environment Package
Ghz	Giga Hertz	RIT	Rymd för Innovation och Tillväxt
GloRiA	Global Riometer Array	RPWI	Radio & Plasma Wave Investigation
GNSS	Global Navigation Satellite System	SCIENA	Solar wind Cometary Ions and Energetic Neutral Atoms
HPC2N	High Performance Computing Center North	SHARP	Eu:s Horisont 2020-projekt
ICAO	International Civil Aviation Organization	SMILE	Solar wind Magnetosphere Ionosphere Link Explorer
IMAGE	International Monitor för Auroral Geomagnetic Effects	SNSA	Rymdstyrelsen (Swedish National Space Agency)
IMS	International Monitoring System	SNRV	Svenska nationalkommittén för radiovetenskap
INTERMAGNET	International Real-time Magnetic Observatory Network - det globala nätverket av observatorier som övervakar jordens magnetfält	SPIS	Spacecraft-Plasma Interaction System
IRF	Institutet för rymdfysik	SPL	Space Physics Laboratory
ISES	International Space Environment Service	SRS	Svenska Rymdforskarens Samarbetsgrupp
ISRO	Indian Space Research Organisation	SSC	Swedish Space Corporation, Estrange
ISSI	International Space Science Institute	SVT	Sveriges television
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	SWESNET	Space Weather Service Network
JDC	Jovian Dynamics & Composition analyzer	tkr	tusen kronor
JNA	Jovian Neutrals Analyzer	UHF	Ultra high frequency
JUICE	JUperiter ICy Moons Explorer	VISWAS	Venus Ionospheric and Solar Wind particle AnalySer
KAGO	Kiruna Atmosfärs- och Geofysiska Observatorium	VNA	Venusian Neutrals Analyzer
KIMRA	Kiruna Millimeter Wave Radiometer	VR	Vetenskapsrådet

### Begrepp

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



## Beslut om årsredovisning



**INSTITUTET FÖR RYMDFYSIK**  
Swedish Institute of Space Physics

Kiruna 2024-02-22

Dnr: 1.3 – 7/24

### Beslut om Årsredovisning

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

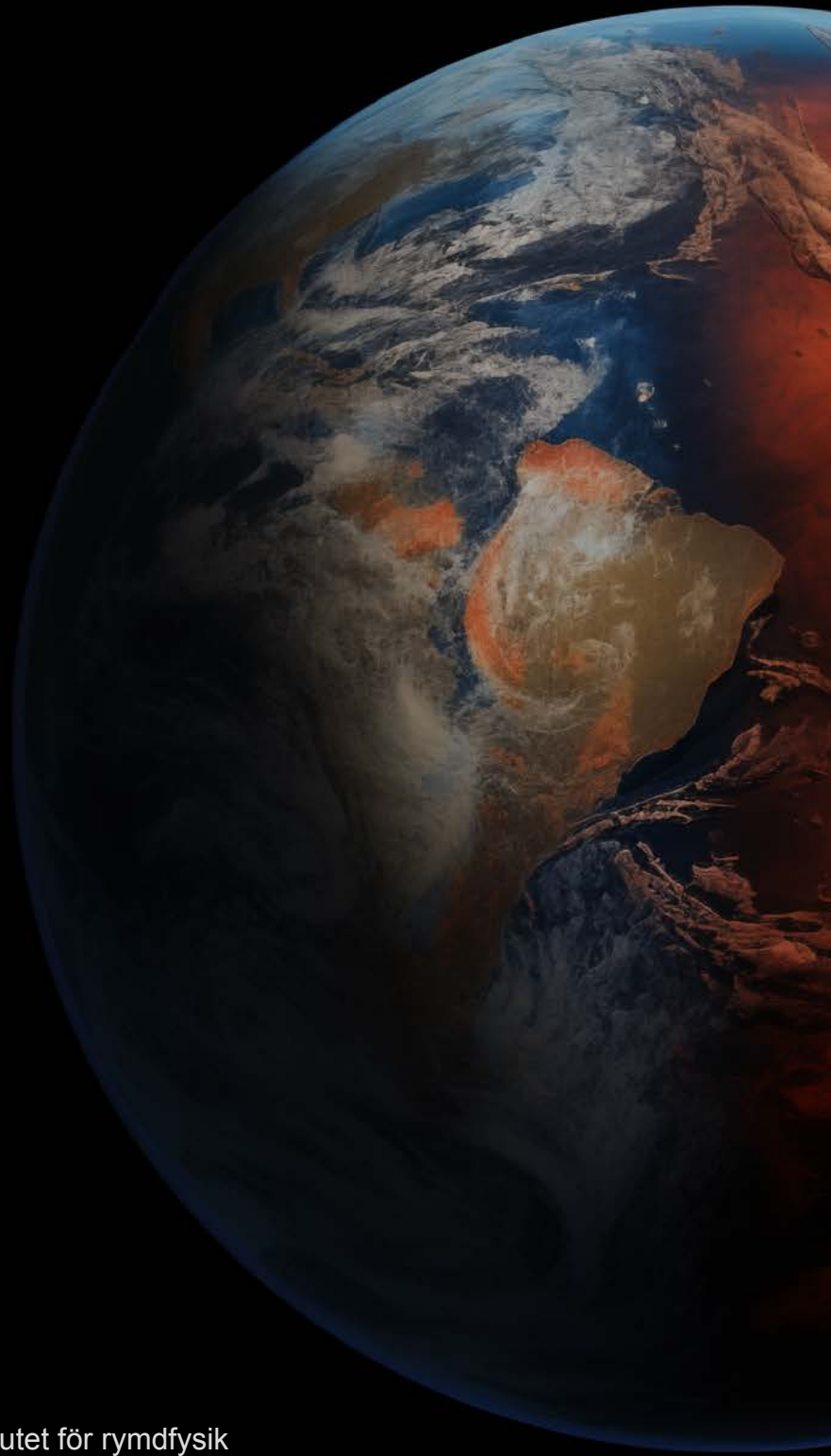
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Olle Norberg', is written over a light blue horizontal line.

Olle Norberg,  
Generaldirektör, Institutet för rymdfysik









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

**[www.irf.se](http://www.irf.se)**