



# Årsredovisning 2020



**Institutet för rymdfysik**



# Institutet för rymdfysik

## Årsredovisning 2020

### Innehåll

Förord .....	3
Året i korthet .....	5
<b>Resultatredovisning</b>	
1. Översikt .....	6
2. Forskning och utveckling .....	9
2.1 IRF:s forskningsprogram:	
Sol-, rymd- och atmosfärforskning .....	10
Solsystemets fysik och rymdteknik.....	12
Rymdplasmafysik.....	14
2.2 Publikationer .....	16
2.3 Främjandet av forskning av hög kvalitet.....	17
2.4 Forskarrörlighet.....	18
2.5 Internationella forskningssamarbeten.....	19
3. Observatorieverksamhet.....	22
4. Medverkan i utbildning .....	24
5. Övriga mål och resultat	
5.1 Arbetet för att nå en jämnare könsfördelning.....	26
5.2 Samverkan med näringsliv och samhälle .....	27
5.3 Informationsaktiviteter.....	28
6. Kompetensförsörjning .....	30
<b>Finansiell redovisning</b>	
Sammanställning över väsentliga uppgifter .....	32
Resultaträkning .....	33
Balansräkning .....	34
Anslagsredovisning.....	35
Tilläggsupplysningar .....	36
Noter .....	37
<b>Bilagor</b>	
Publikationer .....	40
Förkortningar .....	50
Beslut om årsredovisning .....	51

**Omslagsbild:** Solar Orbiter började under året sin resa i en bana runt solen. IRF bidrar till instrumentet Radio and Plasma Waves (RPW). (Illustration: ESA/AOES)

**Redaktör:** Magdalena Wäppling

Institutet för rymdfysik  
 Box 812  
 SE-981 28 Kiruna  
 SVERIGE  
 tel. +46-980-790 00  
 fax +46-980-790 50  
 e-post: irf@irf.se  
 www.irf.se



# Förord

Institutet för rymdfysik, IRF, är ett statligt forskningsinstitut som bedriver grundforskning i rymdfysik och atmosfärfysik. IRF driver en stor mängd instrument som studerar olika delar av solsystemet. Vid slutet av 2020 var IRF huvudansvarigt för, eller hade bidragit till, 16 vetenskapliga mätinstrument som befinner sig i rymden; kring jorden och Mars, på väg till Merkurius och på väg till solen på den nyligen uppskickade Solar Orbiter samt på månens baksida.

IRF bedriver också en markbaserad observatorieverksamhet som har sin början i slutet av 1940-talet. Sedan start har IRF gjort långsiktiga mätningar av geofysiska och atmosfäriska parametrar för att studera och skapa förståelse kring trender i vår miljö.

2020 - året som präglats av en pandemi. Trots de nödvändiga restriktionerna från Folkhälsomyndigheten har IRF lyckats ta sig igenom året med en relativt liten påverkan på verksamheten. Mot alla odds blev år 2020 mycket lyckat. Vi publicerade forskningsresultat i ungefär lika många artiklar som under 2019, våra duktiga doktorander fortsatte att disputera, tekniska grupper fortsatte att tillverka hårdvara och administrationen att förvalta vår verksamhet på ett effektivt sätt.

IRF har under året färdigställt och levererat två rymdinstrument, PEP (Particle Environment Package) och RPWI (Radio and Plasma Waves Instrument), för den europeiska rymdorganisationen ESA:s projekt JUICE som ska flyga till Jupiter 2022. Det är det största och mest krävande rymdprojektet i IRF:s historia och vår fantastiska personal har klarat detta. JUICE-projektet kommer inte bara att tillhandahålla unika mätningar för att förstå hur Jupiter fungerar utan möjliggör också en betydande utveckling av IRF:s tekniska kapacitet som ska användas i framtida rymdprojekt.

Under 2020 fortsatte arbetet med IRF:s bidrag till ESA:s projekt Comet Interceptor, planerad uppskjutning år 2028. Vi har också valts ut för att tillhandahålla ett instrument till en indisk satellit som ska sändas till Venus. En av de mest spännande händelserna för IRF:s framtid i rymden är NASA:s planering av nästa steg i projektet Trident. Man planerar att flyga förbi en gåtfull måne vid Neptunus under 2038. IRF ska tillhandahålla ett av nyckelinstrumenten för denna ”en gång i livet”-möjlighet. Om NASA väljer detta uppdrag kommer den svenska flaggan att nå solsystemets mest avlägsna planet. IRF fortsätter också att utveckla sin tillämpade forskning inom rymdväder, med målet att bygga ett rymdvädercentrum med nationellt ansvar för rymdväderforskning och prognoser.



*Fig. 1 IRF:s föreståndare, Stas Barabash  
(Foto: Annelie Klint Nilsson)*

Det är inte bara rymd – mycket händer nere på marken också! IRF utvecklar aktivt sin forskning för att stödja forskningsorganisationen EISCAT:s 3D-projekt. Projektet, att med radarmetoder studera jordens övre atmosfär och jonosfär, är den viktigaste satsningen på rymdområdet i Norden samt bidrar till studier av rymdväder. Det är ett av de viktigaste stödinstrumenten för vårt avancerade system för norrskensavbildning ALIS\_4D. Under 2020 har systemet varit i drift efter en omfattande uppgradering som ger en överlägsen prestanda.

Efter många år i träda och trots den pågående pandemin fortsätter IRF med sin ballong- och sondraketverksamhet. I augusti 2020 sändes tre ballonger, från SSC/Esrange, upp i formation för registrering av infraljud. Registreringen skedde både från naturliga och artificiella källor – det så kallade Mini-BOOSTER-projektet. Sondraketprojektet BROR som leds av IRF blev utvalt av Rymdstyrelsen för uppskjutning år 2023.

Ett av målen med IRF:s utveckling är att skapa en arbetsmiljö där alla trivs och känner att de tillhör en och samma organisation. Vi har nått en milstolpe i det arbetet. Medarbetarenkäten 2020 visade de bästa genomsnittsiffrorna sedan 2014. IRF:are trivs på IRF!

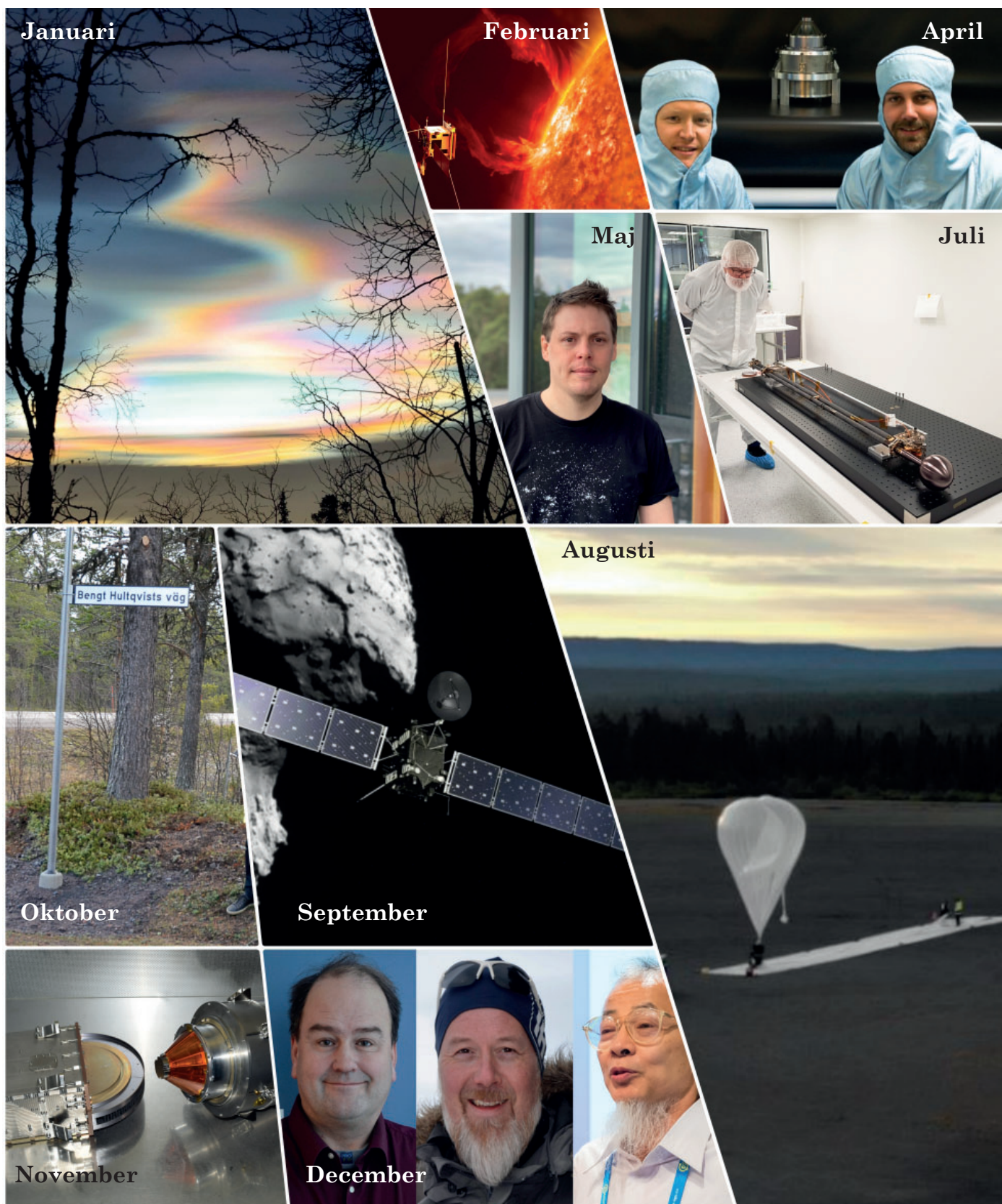
Vi har också fortsatt att satsa på institutets infrastruktur. Kirunakontoret har fått en reservkraftsgenerator som är en nödvändig anläggning för en organisation som bedriver 24/7 verksamhet. På Uppsalakontoret har personalen numera möjlighet att njuta av fler kontorsrum och kan socialisera sig i delvis ombyggda lokaler.

IRF fortsätter att vara ett världsledande forskningsinstitut, en attraktiv arbetsplats och en effektiv myndighet.

Stas Barabash  
Föreståndare



# Året i korthet...



NÅGRA AV ÅRETS HÄNDELSE I BILDER.

**Januari:** Pärlmormoln, **Februari:** Solar Orbiter som skjuts upp med destination solen, **April:** mekaniska tester av sensorn JDC som ska sändas till Jupiter, **Maj:** Zeldovich-medalj till Daniel Graham, **Juli:** Radio & Plasma Wave Investigation, RPWI, **Augusti:** mini-BOOSTER, ballongsläpp Esrange och sprängning, **September:** Rosetta - Norrsken vid komet, **Oktober:** Invigning av Bengt Hultqvists väg, **November:** IRF:s instrument PEP-Particle Environment Package, redo att ta plats på ESA:s Jupiterfarkost JUICE, **December:** Nit och redlighet - utmärkelse till IRF-anställda, från vänster Urban Brändström, Vesa Alatalo och Masatoshi Yamauchi (Foton: Annelie Klint Nilsson, Philipp Wittmann, Yuri Khotyaintsev, SSC, illustrationer: ESA /AOES)

# Resultatredovisning

## 1. Översikt

IRF är ett fristående statligt forskningsinstitut som bedriver grundforskning i rymdfysik och atmosfärfysik samt utvecklar nya mätmetoder, mätinstrument och annan forskningsutrustning. Grundforskning betyder i sammanhanget nya upptäckter som i sin tur ger inspiration till nya produkter och tjänster. Dessa produkter och tjänster skapar nytta för samhället och tillväxt i näringslivet både på kort och på lång sikt samt stimulerar till ett ökat intresse för naturvetenskap och teknik. Unika satellitmätningar hjälper oss att förstå de grundläggande fysikaliska processerna som är nödvändiga för att bättre förstå vår egen planet.

Rymdforskningen ger ökade kunskaper om universum, vårt ursprung och våra livsbetingelser på jorden. Med hjälp av satelliter kan vi nå de yttre delarna av vårt solsystem och studera världar som på många sätt är annorlunda än vår egen jord. IRF:s satsning på atmosfärforskning ger en inblick i hur atmosfären fungerar och möjliggör de långa mätserier som behövs för att förstå långsiktiga konsekvenser av människans påverkan på klimatet.

Observationer och långa dataserier är viktiga för att kunna upptäcka och förutsäga miljö- och klimatförändringar. Genom observatorieverksamheten fortsätter IRF att övervaka de geofysiska förhållandena i Arktis. IRF har en erfaren och kompetent personal samt en väl sammansatt infrastruktur som stödjer forskningsprojekten på ett ändamålsenligt sätt. Den stimulerande och kreativa forskningsmiljön och ett väletablerat samarbete med en mängd internationella partners ger goda förutsättningar för nya genombrott.

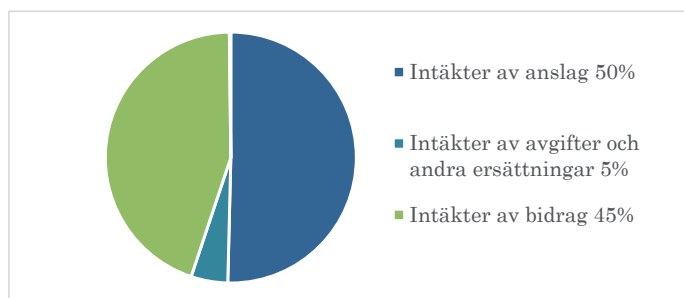


Fig. 1.1 Verksamhetens intäkter 2020 var 112 924 tkr

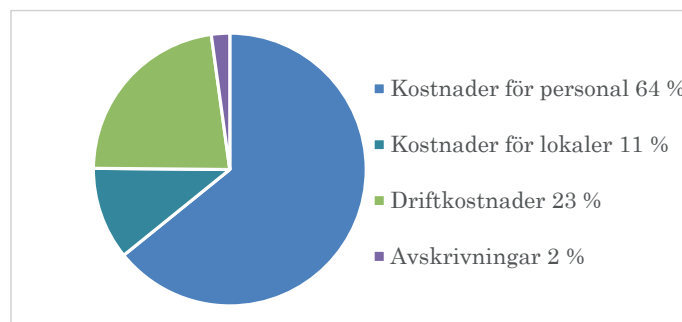


Fig. 1.2 Verksamhetens kostnader 2020 var 113 165 tkr

Nedan återfinns några av IRF:s forskningsområden:

- Atmosfär-, klimat- och norrskensprocesser i polarområdena.
- Processer för energiöverföring och acceleration av partiklar i rymdplasma.
- Turbulens och strukturbildning i rymden.
- Den dynamiska solen, dess magnetfält och plasmautflöde (solvinden).
- Vetenskapligt underlag till prognoser om rymdväder.
- Rymdplasmats växelverkan med solsystemets himlakroppar.

Vetenskapliga resultat sprids genom artiklar i expertgranskade tidskrifter och presentationer vid internationella konferenser. IRF arrangerar också egna konferenser och arbetsmöten som bidrar till erfarenhetsutbyte med forskare runt om i världen.

Forskare från IRF har under året publicerat resultat om:

- Radarobservationer av meteoror och processer i jordens övre atmosfär.
- Nattlysende moln och temperaturtrender i mesosfären.
- Geomagnetiskt inducerade strömmar.
- Gränsskikt och energitransport i jordens magnetosfär.
- Plasmafysikprocesser studerade med satelliter som flyger i formation i jordens magnetosfär.
- Solvindens växelverkan med planeten Merkurius.
- Dynamik i Venus jonosfär och utflöde av syrejoner från dess atmosfär.
- Processer i planeten Mars magnetfält.
- Fysikaliska processer kring en komet.
- Struktur och dynamik i Saturnus och dess månars plasmaomgivning.
- Inverkan från rymdfarkost och aktiva instrument på plasmamätningar.



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

Universitet ger stöd till doktorandtjänster och till vissa investeringar bidrar privata stiftelser som Kempestiftelserna. Dessutom får IRF medel från EU och det europeiska rymdorganet ESA genom att utföra forskningsuppdrag för deras räkning.

Grundforskningen och den tekniska utvecklingen vid IRF finansieras huvudsakligen med ramanslag från staten och forskningsbidrag från Rymdstyrelsen, Vetenskapsrådet och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB.

IRF samverkar med flera svenska universitet:

- ett långvarigt samarbete med KTH inom dataanalys och utveckling av mätinstrument,
- samarbetar inom rymdfysikområdet med Umeå universitet,
- är partner i High Performance Computing Center North tillsammans med Luleå tekniska universitet, LTU, Mittuniversitetet, Sveriges lantbruksuniversitet och Umeå universitet,
- medverkar i forskarskolan i rymdteknik vid LTU,
- IRF tar fram underlag, tillsammans med bl.a. Stockholms universitet, som sen levereras till MSB som ska kvalitetssäkra rymdväderprognoser.

Internationellt forskningssamarbete presenteras i mer detalj i avsnitt 2.5 och samverkan med näringsliv och samhälle i avsnitt 5.2.

<b>Intäkter</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Forskning	44 848	47 529	46 677
Observatorieverksamhet	6 900	7 531	7 309
Forskarutbildning	3 093	2 897	2 798
Grundutbildning	430	153	119
<b>Intäkter av anslag 1)</b>	<b>55 271</b>	<b>58 110</b>	<b>56 903</b>
Forskning	6 203	4 060	4 236
Observatorieverksamhet	301	349	297
Forskarutbildning	430	278	406
Grundutbildning	591	422	405
<b>Intäkter av avgifter och andra ersättningar</b>	<b>7 525</b>	<b>5 109</b>	<b>5 344</b>
Forskning	42 028	45 949	41 519
Observatorieverksamhet	724	770	970
Forskarutbildning	7 596	6 581	7 904
Grundutbildning	97	56	70
<b>Intäkter av bidrag 2)</b>	<b>50 445</b>	<b>53 356</b>	<b>50 463</b>
Finansiella intäkter	133	217	215
<b>Summa intäkter</b>	<b>113 374</b>	<b>116 791</b>	<b>112 924</b>
<b>Kostnader</b>			
Forskning	91 933	96 558	92 888
Observatorieverksamhet	7 959	8 555	8 576
Forskarutbildning	11 168	9 642	11 107
Grundutbildning	1 123	630	594
<b>Summa kostnader</b>	<b>112 183</b>	<b>115 385</b>	<b>113 165</b>
<b>Verksamhetsutfall</b>	<b>1 191</b>	<b>1 406</b>	<b>-240</b>
1) Ramanslag från staten			
2) Från forskningsråd, EU, europeiska samarbetorganisationer, stiftelser m.fl			

Tabell 1.1 IRF:s intäkter och kostnader under 2018, 2019, 2020 (tkr i löpande priser).

	2018	2019	2020
Kiruna	63,2	60,4	57,9
Uppsala	34,8	30,2	32,8
Umeå	2,0	2,0	2,0
Lund	2,7	3,0	2,9
<b>Totalt</b>	<b>102,7</b>	<b>95,6</b>	<b>95,6</b>

Tabell 1.2 Antal årsarbetskrafter vid IRF:s fyra verksamhetsorter och totalt 2018-2020

## RESULTATINDIKATORER

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

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

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

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

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



Fig. 1.3 Institutledningens - september 2020. Bakre raden från vänster: Johan Kero, Rick McGregor, Hans Nilsson, Yuri Khotyaintsev. Främre raden från vänster: Urban Brändström, Stas Barabash, Cecilia Flemström, Anna-Karin Ukonsaari. Mats André, inklipt bild (Foto: Maria Wästle och Susanne Höfner)



Fig. 1.4 IRF:s insynsråd tillsammans med några fackliga representanter. Bakre raden från vänster: Uwe Raffalski (SACO), Ann Persson Grivas, Anders Jörle, Mark Pearce, Stas Barabash (föreståndare), Olle Norberg. Främre raden från vänster: Anja Taube, Maria Nilsson, Magnus Oja (ST) (Foto: Annelie Klint Nilsson)

## PERSONAL

Vid slutet av år 2020 var följande engagerade på hel- eller deltid i forskningen på IRF:s fyra verksamhetsorter: 41 anställda disputerade forskare (exklusive 2 tjänstlediga) och 13 doktorander (2019: 39 och 11 ; 2018: 42 och 10).

Totalt hade IRF vid årets slut:

2020: 108 anställda (81 män och 27 kvinnor)

2019: 104 anställda (78 män och 26 kvinnor)

2018: 109 anställda (83 män och 26 kvinnor)

Av dessa tjänster (2020-12-31) var 24 tidsbegränsade (14 i Kiruna och 10 i Uppsala). Antal årsarbetskrafter framgår av tabell 1.2

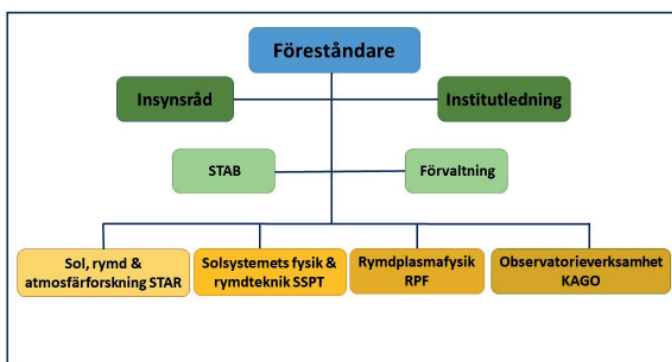


Fig. 1.5 IRF:s organisation

## PRINCIPER FÖR RESULTATREDOVISNING

I resultatredovisningen har personalkostnader använts som nyckeltal för fördelning av gemensamma kostnader mellan programmen. Ramanslag och externa medel används för alla typer av verksamhet inom IRF. Kostnader för forskning, undervisning och handledning har schablonberäknats eftersom det inte finns en tydlig gräns mellan olika prestationer. Detta ger enligt vår uppfattning ändå en rättvis bild av fördelningen mellan olika prestationer.

## 2. Forskning och utveckling

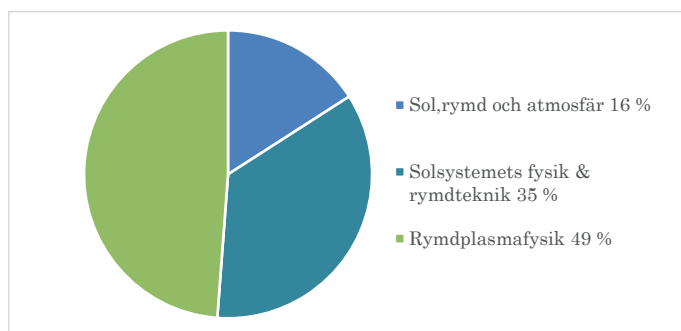
Under året har forskning och utveckling bedrivits inom tre forskningsprogram som på olika sätt tagit fram ny kunskap inom atmosfärfysik, rymdfysik och rymdteknik. Programmen använder olika experimentella metoder och överlappar delvis varandra. Vid observatorieverksamheten har man bland annat slutfört angelägen uppgradering av både magnetiska observatoriet i Kiruna och av datahanteringssystem.

Forskningen inom atmosfärfysik fokuserar på dynamiska och kemiska processer i atmosfären vid höga latituder i både Arktis och på Antarktis. Kunskapen inom det området är viktig för att förstå bland annat klimatet och klimatförändringar. Under 2020 har IRF bland annat studerat nattlyssande moln, ozonvariationer över Arktis och genomfört ballongflygningar för infraljudsmätningar.

Inom rymdfysik studeras plasmafysik, processer i jordens övre atmosfär och magnetosfär samt hur solvinden växelverkar med andra himlakroppar. Området inkluderar även tillämpningar som rör effekter av solaktivitet och prognoser av rymdväder. Studier har utförts på bland annat turbulens i plasma. Vidare är IRF med och designar och bygger instrument till JUICE (JUPiter ICy moons Explorer) och även med i planeringen och designen av instrument till Comet Interceptor och satelliten Daedalus.

Rymdteknik innefattar utveckling av avancerade mätinstrument för att samla in data och analysverktyg som gör det möjligt för oss att skapa allmänna fysikaliska modeller för de processer som studeras.

Under 2020 har IRF bland annat genomfört analyser av hur solvinden påverkar Venus och även varit delaktiga vid de första mätningarna på månens baksida.



**Fig. 2.1** Fördelning av kostnader för forskning och utveckling mellan de tre forskningsprogrammen.



**Fig. 2.2** Invigning av modellen Astrid-1 på IRF i Kiruna oktober 2020, från vänster: Anna Rathsmann och Stas Barabash (Bild: Annelie Klint Nilsson)

IRF:s forskningsverksamhet är till stor del kunskapsuppbyggande grundforskning men det finns även inslag av mer direkta tillämpningar. Till exempel studerar IRF rymdvädrets inverkan på satelliter och infrastruktur på jorden så som kraftnät och radarsystem.

Forskarna analyserar data från såväl markbaserade som satellitburna mätinstrument. Även modellering och teoretiska studier ligger ofta till grund för de artiklar som publiceras i vetenskapliga tidskrifter eller de resultat som presenteras vid vetenskapliga konferenser.

Fördelningen av kostnaderna för forskning och utveckling mellan IRF:s tre forskningsprogram visas i fig. 2.1. Resten av detta kapitel innehåller en mer detaljerad beskrivning av vår forskningsverksamhet.

## 2.1 Forskningsprogram

### SOL-, RYMD-, OCH ATMOSFÄRFORSKNING

#### Programchef: dr Johan Kero

Programmet Sol-, rymd-, och atmosfärforskning (Solar Terrestrial and Atmospheric Research, STAR) studerar atmosfären i Arktis, vår närmiljö i rymden samt vilka effekter solens aktivitet har på jorden och dess atmosfär. Solvinden, joniserad gas från solkoronan, påverkar jorden och då speciellt jonosfären och magnetosfären (de joniserade övre delarna av atmosfären och plasmaområdet nära jorden som kontrolleras av jordens magnetfält). Solaktiviteten orsakar bland annat norrsken och kan påverka tekniska system i rymden och på jorden. STAR studerar och kartlägger även meteoriter och rymdskrot som kan leda till stor skada vid till exempel kollisioner med rymdfarkoster.

Programmet STAR har anställda i Kiruna, Umeå, Uppsala och Lund. Flera har nära kopplingar till IRF:s observatorieverksamhet genom till exempel vetenskapligt ansvar för mätinstrument.

STAR ansvarar för Sveriges rymdvädercentrum (Regional Warning Center, RWC) inom det globala nätverket International Space Environment Service, ISES, med huvudsäte i Boulder, Colorado, USA. ISES sammanfattar och ger regelbundna prognoser om solaktiviteten och dess eventuella risker för satelliter och jordbundna tekniska system.

STAR ingår även i ESA:s geomagnetiska expertservicecenter (G-ESC) och bidrar med rymdväderprognoser och relaterade produkter till ett 40-tal användare i Europa. Flertalet av produkterna är baserade på så kallad maskinlärning, som utgörs av avancerade algoritmer och neurala nätverk för att träna och utveckla olika typer av prognosmodeller med data från rymdsonder och geomagnetiska registreringar. Därutöver levereras också geomagnetiskt data från IRF:s magnetometrar och norrskenbilder från

Kiruna firmamentkamera i realtid till ESA.

Programmet ansvarar för ett automatiserat nätverk av kameror för nattlysande moln, en atmosfärlidar (laser-radar: ett optiskt mätinstrument för fjärranalys) och en atmosfärradar på Esrange Space Center (ESRAD). Två av programmets ingenjörer/programmerare var under året delvis externt finansierade av den internationella organisationen EISCAT och bidrog till EISCAT\_3D-projektet.

#### EXEMPEL PÅ FORSKNINGSSSTUDIER OCH -KAMPANJER UNDER 2020:

I samband med sondraketkampanjen SPIDER2 på Esrange genomfördes koordinerade radar-mätningar med EISCAT och optiska mätningar med ALIS\_4D för att studera variationer i jonosfärens elektriska strömmar under norrskenförhållanden. EISCAT-kampanjer genomfördes även för att studera hur magnetiserat plasma i jonosfären påverkas av energiflöden och bildar ordnade strukturer, vilket kan bidra till att förstå radiostrålning från plasma även kring andra planeter. Andra EISCAT-mätningar utfördes för att studera förhållandet mellan nattlysande moln (NLC) och radarekon från mesosfären. NLC är tunna ismoln som uppstår kring jordens sommarpol i mesosfären på ungefär 85 kilometers höjd. Detta är det kallaste området på jorden.

Programmets studier visar att antalet observerade NLC per sommarsäsong på norra halvklotet under perioden 1968-2018 varierat från år till år, men under dessa 50 år inte följt någon trend och därmed vare sig ökat eller minskat sett över tid. En närmare studie av perioden 2005-2020 visade att sommaren 2020 är exceptionell när det gäller såväl förekomsten av NLC som mängden vattenånga i det höjdområde där molnen bildas.

Under året byggdes ett nytt kamerainstrument för studier av nattlysande moln från en sondballong (se Fig 2.1.2). Ballongflygande kameror medger unika studier av vågrörelser i de höjdområden molnen bildas. Det fanns även planer för att släppa upp instrumentet med en fransk ballong från Esrange men på grund av pandemin har detta flyttats till år 2021.

Under augusti genomfördes en ballongkampanj där vi för första gången släppt upp tre stratosfärsballonger samtidigt från Esrange. Detta möjliggjorde formationsflygning med totalt sex stycken separata infraljudsensorer. Under flygningen



**Fig. 2.1.1** Johan Kero, Fredrik Rutqvist och Peje Nilsson vid en infraljudstation utanför Kiruna i augusti under ballongkampanjen mini-BOOSTER (Foto: Leif KG Persson, FOI)



**Fig 2.1.2** Det nybyggda instrumentet kallat SONC - Stratospheric Observations of Noctilucent Clouds (Foto: Peter Dalin)

samorganiserades tre explosioner på LKAB:s gruvområde i Mertainen utanför Kiruna för att skapa kända referenssignaler. Även ett flertal markbaserade sensorer installerades i närområdet av kampanjen. En unik studie om infraljudutbredning i atmosfären har därmed påbörjats.

Kirunas geografiska läge i Arktis medger goda möjligheter att studera ozonvariationer. Det finns totalt tre mikrovågsradiometrar för ozon i hela Arktis, varav två är installerade vid IRF i Kiruna. Under vintern 2019-2020 utvecklades en av de största ozonminskningarna över Arktis som hittills observerats. I en pågående vetenskaplig studie har STAR kunnat koppla den ovanliga ozonnedbrytningen till förekomsten av ismoln mellan cirka 18 och 30 km höjd i stratosfären. Dessa moln är sporadiska vinterfenomen över Kiruna men har under vintern 2019-2020 kunnat ses under en ovanligt lång period samt gett upphov till ozonminskningen i stratosfären. På grund av de vackra färgskiftningarna brukar de i dagligt tal benämnas pärlmormoln.

Genom analys av geomagnetiska variationer som registrerats med magnetometrar på olika latitud



**Fig. 2.1.3** Ismoln - även kallade nattlysande moln - på cirka 85 km höjd över Danmark den 9:e juli avbildade med ett av IRF:s kamerasystem för observationer av nattlysande moln (Foto: Peter Dalin)

	2018	2019	2020
Ramanslag	10 122	11 576	10 424
Övriga intäkter	5 272	5 505	4 360
<b>Summa kostnader</b>	<b>15 394</b>	<b>17 081</b>	<b>14 784</b>

**Tabell 2.1.1** Finansiering av programkostnader 2018, 2019 och 2020 för forskningsområde Sol- rymd- och atmosfärforskning. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelning av gemensamma kostnader (tkr i löpande priser)

på norra halvklotet och samtidiga radarmätningar med EISCAT har STAR upptäckt ett nytt fenomen i jonosfären.

Ett energiutbrott på solen, en så kallad soleruption, består av partikelstrålning och elektromagnetisk strålning som kan påverka elektriska strömmar i jonosfären. Det i sin tur kan ge upphov till kraftiga geomagnetiska störningar. STAR:s studier visar att soleruptioners effekt på hög latitud och störningarnas karaktär markant skiljer sig från effekterna som uppkommer på lägre latitud, vilket helt förbisetts i tidigare studier.

Med hjälp av simuleringar har vi undersökt tvetydigheter vid positionsbestämning av radarmål (applicerat på meteoriter) med gruppantennor och undersökt hur väl EISCAT\_3D kommer att kunna användas för att upptäcka och banbestämma jordinfångade asteroider, så kallade mini-månar. Två studier i syfte att förbättra förståelsen för processer som sker under meteoroiders atmosfärsinträde och att bestämma deras storlek och massa, har slutförts. Studierna grundade sig på observationer med radarsystemen EISCAT och MAARSY i Norge, samt Kyoto universitets radar MU och ett japanskt optiskt teleskop.

Programmet har erhållit stöd från bl.a. Rymdstyrelsen, ESA, Kempestiftelserna, Tillväxtverket, samt Umeå universitet. Sexton forskare har varit finansierade på del- eller heltid under 2020 (en professor, fyra docenter, tio andra seniora forskare och en doktorand). Även ingenjörer, programmerare och emeriti har bidragit till verksamheten.

# SOLSYSTEMETS FYSIK OCH RYMDTEKNIK

**Programchef: prof. Stas Barabash**

Forskningsprogrammet Solsystemets fysik och rymdteknik (Solar System Physics and Space Technology, SSPT) studerar solvindens växelverkan med olika himlakroppar i solsystemet. Solvinden är ett flöde av laddade partiklar från solen. Målet är att förstå hur kometer, månar, asteroider och planeter (inklusive jorden) växelverkar med rymdmiljön. För att möjliggöra denna forskning utvecklar SSPT instrument för satellitbaserade mätningar, vilket utgör en betydande del av programmets verksamhet. Instrumenten mäter flöden av partiklar: joner, elektroner och energirika neutrala atomer, ENA.

Alla led i instrumentutvecklingen utförs inom programmet, från design, tillverkning och kalibrering till drift av instrumenten. I forskning och instrumentutveckling samarbetar SSPT med ett stort antal forskargrupper i många länder. Vid slutet av år 2020 hade SSPT fyra instrument i rymden, ett vid Mars, två på väg till Merkurius, och ett på månens baksida. Programmet färdigställer instrument för framtida mätningar vid Jupiter och arbetar även med att utveckla en infrastruktur för tester och kalibrering av instrument vid IRF SpaceLab.

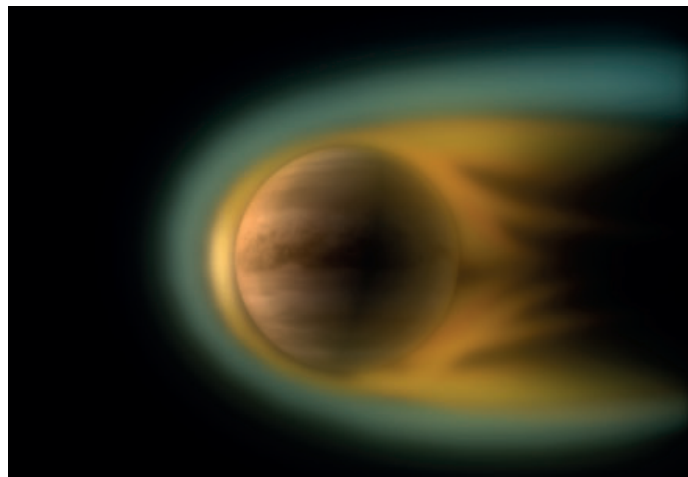
## VETENSKAPLIGA HÖJDPUNKTER ÅR 2020

SSPT har upptäckt att förvånande lite vatten har flytt till rymden från Venus. Upptäckten baseras på analyser av hur solvinden påverkar Venus atmosfär och bidrar till att partiklar flyr från atmosfären till rymden (fig. 2.1.4). Programmet har analyserat data från det egna instrumentet ASPERA-4 ombord på den europeiska rymdsonden Venus Express som var verksam fram till 2015.

De första mätningarna någonsin på månens yta av hur solvinden reflekteras som neutrala atomer har gjorts av SSPT:s instrument ASAN (Advanced Small Analyzer for Neutrals), på månens baksida. Genom dessa mätningar kan SSPT förstå hur solvinden växelverkar med ytan och hur månens tunna atmosfär skapas och varierar.

Med mätningar av jonflöden av vårt instrument ombord på den europeiska rymdsonden Rosetta, som var verksam till 2016, har IRF undersökt hur laddade partiklar rör sig i området närmast kometen. Ett område utan magnetiskt fält, en diamagnetisk hållighet. Genom detaljerade modeller av hur rymdsonden själv påverkar de joner som observeras har programmet kunnat studera joner med lägre energi än tidigare.

Vid Mars har SSPT med IRF:s instrument



*Fig. 2.1.4 Illustration av hur Venus växelverkar med solvinden. Delar av den övre atmosfären förloras ut i rymden (Illustration: C. Carreau, ESA).*

ASPERA-3, som finns ombord på satelliten Mars Express, fortsatt studierna av joner och elektroner som accelererats av radarn på satelliten. Det är första gången som detta observeras vid en annan planet. I samarbete med teamet bakom den italienska radarn har programmet provat ut nya sätt att köra radarn som har gett oss en bättre förståelse för de bakomliggande fysikaliska processerna.

## PÅGÅENDE MISSIONER

IRF:s ENA-detektor, ASAN, befinner sig på månens baksida ombord på den kinesiska mån bilen Yutu-2 (en del av Chang'e 4) efter en lyckad landning på månens yta år 2019. Det var den första landningen någonsin på månens baksida. Instrumentet samlar in mätdata när mån bilen inte körs, och har fungerat som planerat i mer än två år. Mjukvaran för detektorn uppdaterades i oktober 2020.

Instrumentet ASPERA-3 fungerar fortfarande bra (med mer än 17 år i bana kring Mars). Programmet mäter kontinuerligt flödena av joner och elektroner i rymdmiljön kring Mars. Den europeiska rymdorganisationen ESA har beslutat att driften av Mars Express ska fortsätta till 2022 och ytterligare förlängning om det är möjligt.

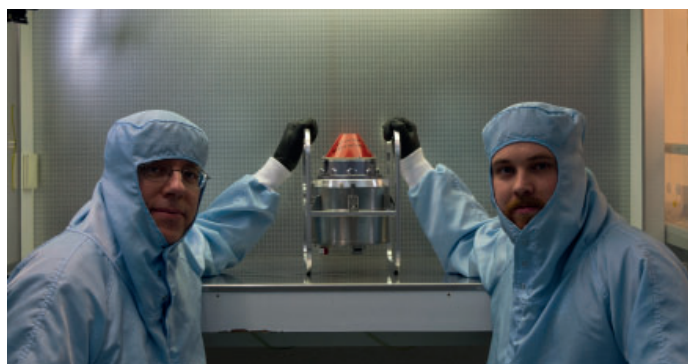
SSPT deltar i BepiColombo, en europeisk-japansk mission till Merkurius, den minsta och minst utforskade planeten i det inre solsystemet. Missionen består av två satelliter. SSPT bidrar med instrumentet ENA på den japanska rymdorganisationen JAXA:s Mercury Magnetospheric Orbiter samt med jondetektorn MIPA ombord på ESA:s Mercury Planetary Orbiter.

Instrumenten kommer att utforska Merkurius och dess magnetosfär. BepiColombo sändes upp i rymden år 2018 och går in i omloppsbana kring Merkurius år 2025. Under 2020 utfördes förbiflygningar av jorden och Venus och programmet genomförde mätningar med de egna instrumenten.

## PÅGÅENDE PROJEKT

IRF leder ett konsortium bestående av 11 internationella forskargrupper med ansvar för ett plasma-instrument - PEP (Particle Environment Package). PEP valdes 2013 ut för att ingå i ESA:s jupitermission JUICE (JUperiter ICy moons Explorer). Planerad uppsändning år 2022 och ankomst till Jupiter år 2030. PEP är det största instrumentprojektet någonsin för IRF i Kiruna.

Projektet sträcker sig över minst 20 år och missionen planeras att slutföras år 2033. En stor del av arbetet handlar i nuläget om montering och tester av instrumentet, inför leverans till Airbus. Delleveranser har skett under 2020 och fortsätter under 2021 (fig. 2.1.5). Programmet arbetar kontinuerligt för att säkra deltagande i hårdvaruprojekt när instrumentet för JUICE är färdigt efter år 2021.



**Fig. 2.1.5.** Martin Wieser och Philipp Wittmann med JDC, en del av PEP, levererad till Airbus under 2020. (Foto: Philipp Wittmann)

CometInterceptor är en ESA-mission som utvalts för vidare studier. Den ska undersöka en komet som är ny i solsystemet. Programmet kommer även att genomföra de första flerpunktsmätningarna vid en komet. Planerad uppsändning är år 2028 och SSPT bidrar med en detektor för joner och energirika neutrala atomer.

Den indiska rymdorganisationen ISRO planerar en sond till Venus med trolig uppsändning 2024. Programmet har av ISRO valts 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. Programmets leverans av instrument planeras till 2022. Med VNA fortsätter forskningen om hur Venus växelverkar med solvinden, vilket startade med IRF:s instrument på Venus Express.

Programmet ska medverka i de ryska missionerna Luna-Glob och Luna-Resurs. Uppsändning planeras till år 2024 och 2025. SSPT:s bidrag är ett instrument för neutrala atomer i det ena och neutrala atomer och joner i det andra projektet.

SSPT arbetar med att etablera IRF SpaceLab, som är en nationell anläggning för både industri och forskargrupper. I IRF SpaceLab finns omfattande möjligheter att testa och kvalificera rymdrelaterad hårdvara i projekt där ballonger, raketer, satelliter och markbaserad mätteknik används för rymd- och atmosfärforskning. En sådan anläggning är i linje med regeringens nationella rymdstrategi och kan vara av betydelse för kommande satellituppskjutningar från Esrange utanför Kiruna. I nuläget genomförs studier och behovsanalyser finansierade av Tillväxtverket och av EU. Intresset är stort från rymdindustrin och icke-kommersiella aktörer. SSPT:s förhoppning är att projektet resulterar i en byggnad som också inrymmer arbetsrum och kontorsrum för nya företag som förväntas etablera sig i Kiruna för att nyttja IRF SpaceLabs testutrustning.

Under 2020 har programmet haft finansiering från bl.a. Rymdstyrelsen, Vetenskapsrådet, ESA. 21 st. forskare har varit finansierade på hel- eller deltid under 2020 (en professor, fyra docenter, tio andra seniora forskare och sex doktorander). Även ingenjörer och programmerare samt gästforskare och emeriti har bidragit till programmet.

	2018	2019	2020
Ramanslag	17 096	18 829	18 160
Övriga intäkter	16 461	17 475	14 607
<b>Summa kostnader</b>	<b>33 557</b>	<b>36 304</b>	<b>32 767</b>

**Tabell 2.1.2** Finansiering av programkostnader 2018, 2019 och 2020 för forskningsområde Solsystemets fysik och rymdteknik. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelning av gemensamma kostnader (tkr i löpande priser)

# RYMDPLASMAFYSIK

## Programchef: docent Yuri Khotyaintsev

Programmet Rymdplasmafysik (Space Plasma Physics, RPF) utför mätningar med instrument ombord på rymdfarkoster. RPF:s specialitet är mätningar av elektriska fält och plasmatäthet i rymden. Vi mäter också vågrörelser i dessa fält och i tätheten.

Målet för programmet är att skapa förståelse för rymdplasma runt jorden och andra planeter genom att bygga fysikaliska modeller baserade på mätningar. Modellerna ska också ge förståelse för motsvarande processer i områden där direkta mätningar är omöjliga eller mycket svåra att utföra t.ex nära solen och andra stjärnor och i finstrukturen i fusionsplasma. IRF leder, sedan 2016, ett projekt där en tillämpning av programmets grundforskning används för att förbättra rymdväderprognoser för Sverige och på det sättet öka skyddet av samhällskritisk infrastruktur.

Under 2020 började Solar Orbiter (ESA och NASA) sin resa i en bana runt solen. IRF har levererat elektronik till ett instrument på Solar Orbiter. Instrumentet mäter elektromagnetiska fält samt plasmatäthet och undersöker solvinden vid olika avstånd från solen.

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

Under 2016 avslutade ESA:s rymdfarkost Rosetta en två år lång undersökning av kometen 67P/Churyomov-Gerasimenko. RPF har huvudansvar för ett instrument som studerat material som blåser ut från kometen.

Under 2017 avslutade NASA:s rymdfarkost Cassini en tretton år lång undersökning av Saturnus och dess omgivning. IRF levererade ett instrument som fanns

	2018	2019	2020
Ramanslag	17 631	16 230	18 139
Övriga intäkter	25 350	26 942	27 197
<b>Summa kostnader</b>	<b>42 981</b>	<b>43 172</b>	<b>45 336</b>

**Tabell 2.1.3** Finansiering av programkostnader 2018, 2019 och 2020 för forskningsområde Rymdplasmafysik. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelning av gemensamma kostnader (tkr i löpande priser)

ombord och har därefter studerat material från bland annat månarna Titan och Enceladus. Analyser av mätningarna från båda projekten pågår fortfarande.

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

De tre satelliterna i projektet Swarm inom ESA:s jordobservationsprogram sköts upp 2013. IRF:s detektorer är en del av ett instrumentpaket som kartlägger plasma och strömmar i rymden, både för att ge en klar bild av det magnetfält som skapas i jordens inre och för att ge en unik kunskap om små strukturer i rymden.

IRF har även bidragit med kunskap under byggandet av ett av instrumenten på rymdfarkosten MAVEN (NASA) som sedan 2014 studerar hur solvinden påverkar atmosfären och jonosfären på Mars.

### PÅGÅENDE PROJEKT:

*Hur fungerar fysiken i små områden där magnetfältets struktur förändras och där energi överförs från magnetfält till laddade partiklar?* För plasma i rymden kan områden på några kilometer betraktas som små och processer som kan påverka områden på många miljoner kilometer.



**Fig. 2.1.6** Katerina Stergiopoulou licentiatredovisning genomfördes via digitala kanaler på grund av rådande pandemi (Foto: Yuri Khotyaintsev)



Dessa processer finns i solvinden, jordens magnetosfär och finns på många andra ställen i universum. Solar Orbiter, Cluster och MMS gör detaljerade observationer av dessa små områden.

*Varför lämnar atmosfären och jonosfären på jorden, Mars och Saturnusmånen Titan respektive himlakropp? RPF använder mätningar från rymdfarkosterna Cluster, MMS, Mars Express, MAVEN och Cassini.*

*Hur utvecklas en komet och dess omgivning när kometen närmar sig solen och värms upp? Kometen har mycket låg gravitation och solens inverkan varierar mycket under kometens rörelse i sin bana. Detta kan jämföras med jorden med mycket större gravitation och nästan konstant avstånd till solen. När kan samma processer som observeras med Rosetta nära kometen också observeras med Cluster och MMS nära jorden?*

*Hur kan byggstenar till biologiskt liv bildas i vårt planetsystem? RPF letar inte direkt efter liv men med till exempel mätningar från Cassini och i framtiden JUICE, studeras var stora molekyler kan bildas runt olika planeter och månar.*

#### VETENSKAPLIGA HÖJDPUNKTER ÅR 2020

Med hjälp av fyra MMS-satelliter i formationsflygning med avstånd på några få kilometer kan elektrostatisk turbulens i plasma studeras. Turbulensen genereras av elektronstrålar i områden där magnetiskt fält ändrar sin topologi, så kallad magnetisk omkoppling. Programmet visar att turbulensen orsakar effektiv och snabb uppvärmning av elektronstrålar, dvs den kinetiska energin överförs till termisk energi.

Rymdfarkostens elektrostatiska potential är viktig för in situ plasmamätningar, eftersom det direkt påverkar energierna och banorna hos partiklarna som når detektorer ombord på rymdfarkosten. Rosetta har visat sig vara negativt laddat under större delen av kometuppdraget. Studierna visade starkt beroende av potential densiteten.

Programmet använde Spacecraft-Plasma Interaction System (SPIS) simuleringar och en analytisk vakuum-modell för att förklara de observerade relationerna. Detta ger viktig information om hur man i framtiden kan bygga rymdfarkoster som mindre påverkas av laddningsproblemet.

Med hjälp av data från Mars Express (MEX) och MAVEN undersöker IRF möjliga faktorer som påverkar plasmatransport från dagsidan och genom terminatorn av Mars. MEX observerade



**Fig. 2.1.7** IRF:s forskare Daniel Graham tilldelades en Zeldovich-medalj. Zeldovich-medaljerna ges till unga forskare som har visat spetskompetens och prestation inom sitt forskningsområde. (Foto: Yuri Khotyaintsev)

kall jonosfärisk plasma längs dess bana, i alla höjder och solens zenitvinklar och på varje bana när rymdfarkosten korsade terminatorn, även vid höga höjder. RPF drar slutsatsen att variationen i plasma som ses i svansen beror på en multifaktoriell transportprocess. Trots tillgången på högkvalitativa solvindmätningar kan man inte koppla variationerna till en specifik solvindsparameter (tex densitet, dynamiskt tryck, mm).

#### INSTRUMENT PÅ FRAMTIDA SATELLITER

RPF leder ett konsortium som designar och bygger instrument till JUICE, en ESA-farkost för att studera Jupiters isiga månar (planerad uppsändning 2022). Detta har varit programmets stora byggprojekt under 2020.

RPF planerar och designar instrument till ESA:s projekt Comet Interceptor som ska studera en komet som aldrig tidigare varit i närheten av jorden. Projektet valdes ut under 2019, planerad uppsändning 2028.

RPF planerar och designar instrument för satelliten Daedalus som ska undersöka jordens jonosfär, en av tre möjliga kandidater inom ESA:s jordobservationsprogram. RPF deltar också aktivt i planeringen av nya projekt inom andra rymdorganisationer och tillsammans med andra enskilda länder.

## 2.2 Publikationer

Enligt IRF:s instruktion ska institutet bedriva forskning av högsta vetenskapliga kvalitet. Det viktigaste sättet för IRF att bidra till forskning inom sina ämnesområden är genom att publicera artiklar som är granskade av experter i vetenskapliga tidskrifter. Genom publicering i expertgranskade tidskrifter säkerställs den vetenskapliga kvaliteten på forskningen.

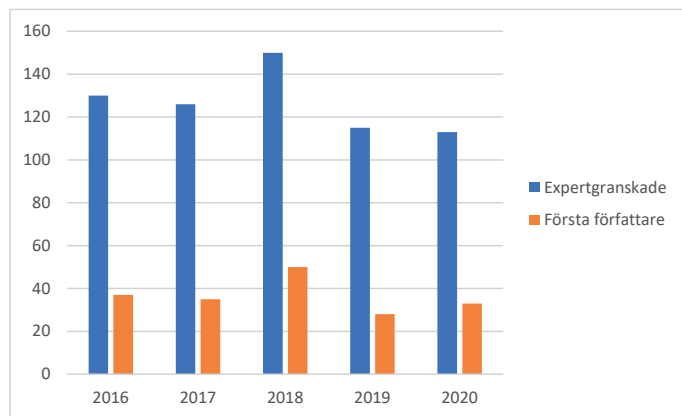
Under 2020 har forskare från IRF publicerat sina forskningsresultat i 113 expertgranskade publikationer (33 av dessa som förstaförfattare). IRF:s forskare har också publicerat populärvetenskapliga artiklar och handlett universitetsstudenter som har skrivit doktors-, licentiat- och magisteravhandlingar samt examensarbeten. Publikationslistan för året finns i bilaga 1. Publiceringsstatistik för de senaste fem åren redovisas i fig. 2.2.2.



**Fig. 2.2.1** I december 2020 spikade IRF:s doktorand Fredrik Leffe Johansson sin avhandling på väggen i Uppsala (Foto: Jenny Andersson).

Sedan institutet grundades 1957 har IRF:s forskare varit förstaförfattare på närmare 30 artiklar i de viktiga vetenskapliga tidskrifterna Nature and Science och på 31 i den ledande fysiktidskriften Physical Review Letters. IRF eftersträvar både stor spridning och högt genomslag ("Impact Factor") i sitt val av tidskrifter. Därför publiceras artiklar i både tidskrifter med fri tillgänglighet (Open Access) så som Nature Communications, och i de tidskrifter som av tradition värderas högst i våra ämnesområden.

Antalet expertgranskade publikationer, både som första- och medförfattare, varierar från år till år beroende på vilken fas IRF:s projekt är i. Under perioder där många forskare är involverade i instrumentutveckling produceras färre publikationer.



**Fig. 2.2.2** Expertgranskade artiklar

En tid efter att ett mätinstrument börjat leverera data eller i samband med att en mätperiod avslutats skrivs däremot fler artiklar än genomsnittet. Att särskilt många artiklar publicerades ett visst år kan förklaras av att det går att använda data från nyligen avslutade missioner som IRF hade utvecklat flera olika instrument för.

Det stora antalet artiklar med IRF:s forskare som medförfattare visar att det finns ett stort intresse bland andra forskare för de mätdata som IRF:s rymdinstrument levererar. Forskare från det institut eller den organisation som har utvecklat ett instrument brukar bjudas in som medförfattare till vetenskapliga artiklar som bygger på mätningar med instrumentet.

De senaste fem åren har institutets drygt 50 forskare och doktorander medverkat i ca 130 expertgranskade publikationer per år, ett snitt på ca 2,5 publikationer per forskare och år. I snitt har IRF också ansvarat för drygt 2,5 doktorsavhandlingar per år under samma period.



**Fig. 2.2.3** Doktoranden Moa Persson spikade sin doktorsavhandling i oktober 2020 och bidrog därmed med en publikation i ett av institutets ämnesområden (Foto: Annelie Klint Nilsson).

## 2.3 Främjandet av forskning av hög kvalitet

*Institutet ska bedriva och främja forskning och utvecklingsarbete av högsta vetenskapliga kvalitet.*

Institutet för rymdfysik säkerställer kvaliteten av sin forskning på flera olika sätt, bland annat genom att publicera resultat i expertgranskade tidskrifter, tillhandahålla unika mätdata och utveckla avancerade satellit- och markbaserade mätinstrument för vetenskapliga ändamål. Institutets forskningsresultat presenteras också vid nationella och internationella konferenser och möten, ofta som inbjudna föredragare.

I snitt deltar IRF:s forskare på drygt två konferenser vardera per år. Under normala år brukar det resultera i snitt 120 konferenser. På grund av rådande pandemi har möjligheten till resande begränsats. Under 2020 deltog IRF:s forskare vid 51 konferenser och presenterade sin forskning vid 10 av dessa tillfällen som inbjudna föredragare. 42 av konferanserna genomfördes i digital form och de övriga nio skedde innan april månad då resande fortfarande var genomförbart.

IRF:s forskare har under året medverkat som deltagare eller ledamöter i följande sammanhang:

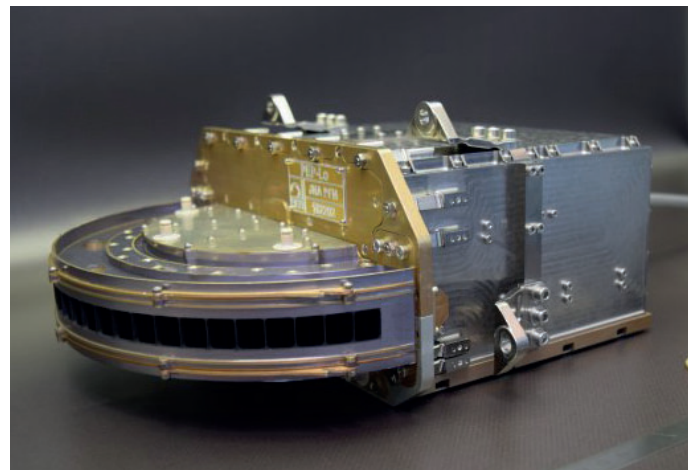
- Kungl. Vetenskapsakademien, KVA: Energiutskottet i bland annat Svenska nationalkommittén för astronomi och Svenska nationalkommittén för geofysik,
- Svenska nationalkommittén för radiovetenskap, ledamot och ordförande för sektion H,
- Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien,
- Kungliga Vetenskaps-Societeten i Uppsala
- International Union of Radio Science, URSI Kommission H,
- KTH Rymdcenters styrelse,
- Föreningen Rymdforum Sverige,
- Svenska Rymdforskarens Samarbetsgrupp (SRS beredningsgrupp utgör även svensk COSPAR-kommitté),
- Vetenskapsrådets rådgivande RÅG-B för forskningsinfrastruktur,
- EISCAT:s vetenskapliga kommitté (Scientific Advisory Committee),
- International Space Science Institute i Bern,
- Basic Sciences, International Academy of Astronauts,
- Svenska Fysikersamfundet: Sektionen kvinnor i fysik
- High Performance Computing Center North,
- EGU Geosciences Instrumentation and Data Systems division, Sub-Programme,
- Mars Upper Atmosphere Network, MUAN,
- IAGA nationell korrespondent,
- Expert Working Group on Astrophysics, ESA Directorate of Human and Robotic Exploration.

UTMÄRKELSER UNDER 2020:

- COSPAR/RAS Zeldovich-medalj 2020 tilldelades forskaren Daniel Graham,
- Europlanet Science Congress 2020 Outstanding Student Poster Award till doktorand Moa Persson,
- Lennanders stipendium 2020 (E. och K.G. Lennanders stipendiestiftelse) tilldelades doktorand Fredrik Leffe Johansson.

IRF:s forskare har också granskat forskningsansökningar för vetenskapsråden i Sverige och andra länder. De anlitas som sakkunniga för docenturer och vid tillsättning av tjänster och flera har haft uppdrag i betygsnämnder och som opponenter vid disputationer. De har dessutom haft uppdrag som redaktörer eller granskare för internationella tidskrifter och av böcker för vetenskapliga bokförlag.

Institutet har en ledande position inom internationell rymdforskning vilket visas av att forskare från IRF är inbjudna av ESA och NASA samt de ledande rymdorganisationerna i Indien, Japan, Kina och Ryssland att delta i deras satellitmissioner. Institutets forskningsprogram har spelat en avgörande roll i konsortier som vunnit ESA-kontrakt eller medverkar i satellitprojekt och de har lett planeringsgrupper för stora rymdprojekt inom t.ex. ESA. Forskare vid IRF har varit topical team member till ESA Voyage 2050 (där ESA tar fram underlag för vetenskapliga missioner 2035-2050), vissa andra leder arbetet med instrumentpaketet för pågående och framtida ESA- och NASA-missioner såsom Cluster, Mars Express, Swarm, MMS, Bepi-Colombo, JUICE och Solar Orbiter och medverkar som partner i internationella EU-projekt.



**Fig. 2.3.1** JNA är en partikelsensor som ingår i det IRF-ledda instrumentpaketet Particle Environment Package (PEP) för ESA:s rymdfarkost JUICE som ska undersöka Jupiter och dess isiga månar (Foto: Philipp Wittmann)

## 2.4 Forskarrörlighet

Forskarrörlighet bidrar till forskning av hög kvalitet och är därför viktig för IRF:s verksamhet och för rymdforskning i stort. IRF rekryterar forskare och doktorander från många olika länder och ser gärna att IRF:s doktorander medverkar i internationella projekt samt att de efter disputationen tar sig ut i världen eller åtminstone till andra organisationer i Sverige. Forskarrörlighet främjas bland annat genom gästforskartjänster eller korta vistelser vid institutet samt genom att institutets forskare gör kortare eller längre besök hos andra forskargrupper. Även studenter vid universitet och högskolor i Sverige och utomlands kan få möjlighet att medverka i forskningsprojekt vid IRF i samband med sina examensarbeten.

Gästforskare som kommer till institutet eller institutets egna forskare som gör kortare eller längre besök hos andra forskargrupper är också viktiga komponenter för att främja en hög forskningskvalitet. Under 2020 har vi bland annat haft en gästforskare från Polar Geophysical Institute, Ryssland inom STAR-programmet.

Under senare år har IRF rekryterat doktorander, forskarassistenter och postdoktorer från flera olika länder. Bland annat från Australien, Belgien, Cypern, Frankrike, Grekland, Indien, Iran, Italien, Japan, Kanada, Kina, Libanon, Mexiko, Ryssland, Serbien, Slovakien, Spanien, Storbritannien, Tyskland, Ukraina, Costa Rica, USA och Österrike.

Doktorander vid IRF har tillgång till unika mätdata och databaser. De får även möjlighet att leda

mindre projekt, till exempel genom att samordna mätningar från flera instrument på en satellit. Doktoranderna brukar, normala år, delta vid en till två konferenser per år och de har stor nytta av de internationella kontakter som IRF har byggt upp under sina drygt 60 år som forskningsinstitut. Doktorander genomför ofta delar av sin utbildning utomlands och doktorander från andra länder besöker även IRF i Sverige.

Många av de som fått sin forskarutbildning vid IRF får jobb vid universitet och forskningsorganisationer utomlands. De som har disputerat under perioden 2011-2020 har haft postdoc-tjänster eller andra anställningar vid bland annat Helsingfors universitet i Finland; Universitetet i Bergen i Norge; det tyska rymdorganet DLR och det tyska geoforskningscentrum GFZ i Tyskland; Université Toulouse III - Paul Sabatier i Frankrike; Lancaster University och University College London i Storbritannien; University of California, University of Boulder och University of Iowa i USA; samt Tokyo University och Nagoya University i Japan. Andra får anställning vid olika forskningsorganisationer och universitet i Sverige, bland annat vid EISCAT Scientific Association, KTH, LTU, Skogforsk och Umeå universitet.

Forskarrörlighet ingår som en naturlig del i internationellt framgångsrik forskning. Vid årets slut 2020 hade IRF 54 anställda disputerade forskare (exkl. 2 tjänstlediga) och doktorander. Av dessa kom 19 från Sverige och 35 (ca 65 %) från 17 andra länder.



Fig.2.4.1 Möte - Swedish Space Plasma Physics, i Stockholm (foto: IRF)

## 2.5 Internationella forskningssamarbeten

### *Institutet ska delta i internationella forskningssamarbeten.*

Internationella forskningsprojekt utgör en väsentlig del av IRF:s verksamhet. Samverkan skapar förutsättningen för att kunna genomföra stora och komplicerade rymdprojekt som sträcker sig över långa tidsperioder. Samarbeten berör bland annat vetenskapliga analyser, konstruktion och drift av mätinstrument i pågående projekt och utveckling av ny analysmjukvara mm. IRF:s infraljudnätverk är ett viktigt komplement till det internationella nätverket IMS (International Monitoring System).

Data används tillsammans med vindmätningar från IRF:s atmosfärradar ESRAD och meteorradarn på Esrange inom det norska forskningsrådsprojektet MADERIA. Samarbete med integrering av olika mättekniker för studier av atmosfärsdynamik sker med bland annat forskargrupper i Norge, Frankrike och Nederländerna. IRF förser även Ursa Astronomical Association Fireball Working Group i Finland med atmosfärdata och levererar vinddata från ESRAD till den europeiska databasen EPROFILE.

Inom IRF:s optiska norrskenskensforskning sker betydande samarbeten främst med grupper från Belgien, Finland, Japan, Norge, Ryssland och Storbritannien. Forskning med EISCAT:s radaranläggningar sker naturligt som internationella samarbeten då samtida mätningar görs med instrument i Finland, Norge (inklusive Svalbard) och Sverige. Analysen av mätningarna genomförs ofta i samarbete med forskare från till exempel Japan.

Tack vare att IRF tar hand om och underhåller flera gästinstrument får mätdata användas från t.ex två tyska instrument för mätningar av spårgaser i atmosfären samt ett tyskt instrument som mäter vattenånga i atmosfären på 30 – 80 km höjd.



**Fig 2.5.1** Delar av teamet som arbetar med utveckling av RPW/BIAS instrumentet, mjukvara, och vetenskapliga förberedelser av Solar Orbiter. Från vänster: Erik Johansson, Walter Puccio, Emiliya Yordanova, Yuri Khotyaintsev (Foto: Tanja Leonova)

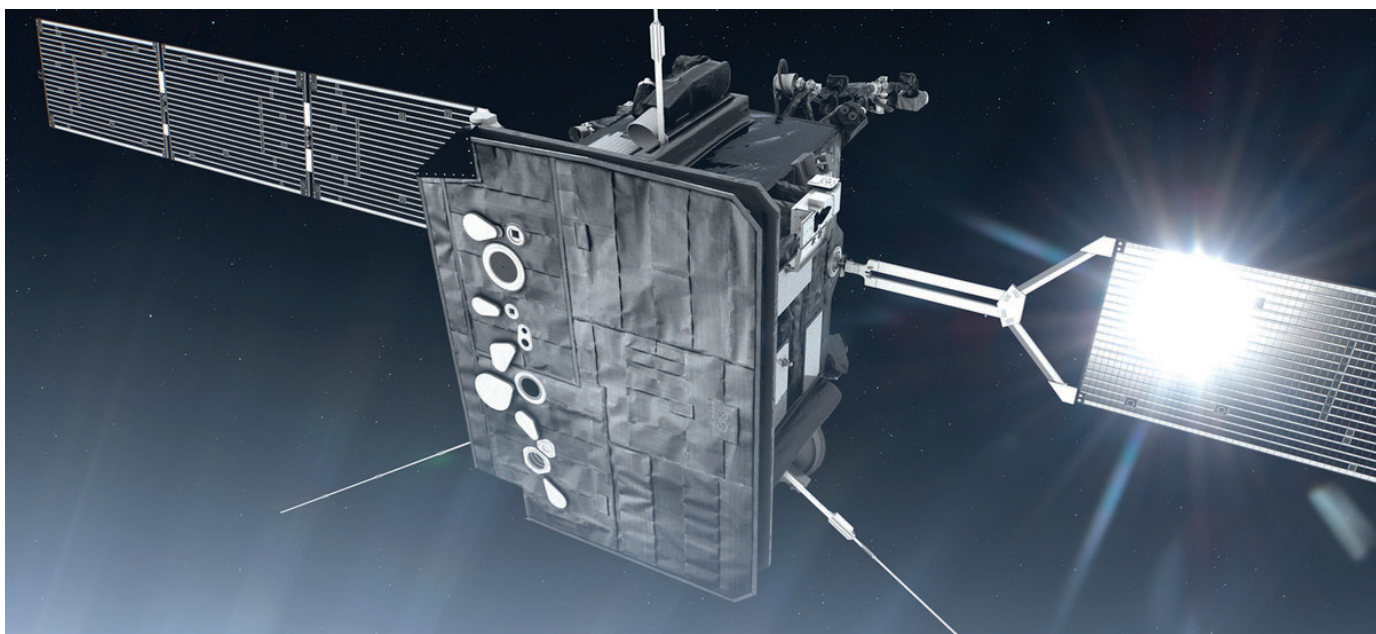
Detta gäller också en japansk OH-spektrograf som mäter infraröda emissioner för att studera temperaturen i höjdintervall mellan 82 - 92 km höjd. IRF ansvarar även för ett av 22 Regional Warning Centers inom det globala nätverket International Space Environment Service, ISES, med huvudsäte i Boulder, Colorado, USA. Nätverket ger regelbundna prognoser om solaktiviteten och dess eventuella risker för satelliter och jordbundna tekniska system. IRF bidrar också till Cluster Active Archive, där behandlade data finns tillgängliga för forskare från hela världen.

Programmet RPF har bidragit med instrument till de tre satelliterna som ingår i ESA:s Swarm-mission. Instrumenten är framtagna i nära samarbete med ESA och med forskare samt industri i Kanada. RPF utvecklade även delar för de fyra satelliterna i NASA-projektet MMS i samarbete med forskare och ingenjörer i USA. MMS är nu i en fas för att analysera mätningarna. Programmet ansvarar, tillsammans med franska forskare och ingenjörer, även för en del av ett instrument på ESA:s mission Solar Orbiter.

Inom ESA:s satellitprojekt Cluster leder programmet RPF en forskargrupp från Europa och USA som är medansvariga för IRF:s instrument. NASA-projektet Cassini, som gjorde mätningar i bana runt Saturnus fram till 2017, innebär också samarbete med grupper i Europa och USA. IRF har fortsatt täta kontakter både för analys av data och för gemensamma forskningsprojekt.

Under de senaste åren har forskningsprogrammet SSPT deltagit i satellitprojekt ledda av rymdorganisationer i Europa (ESA), Indien (ISRO), Japan (ISAS), Kina (NSSC), och Ryssland (Roskosmos). Satellitprojekt sträcker sig över decennier, vilket ger stabila kontakter med de andra internationella forskargrupperna som ingår i projekten. Programmet studerar bland annat Mars, Venus, månen, exoplaneter och månar runt andra planeter i solsystemet. Dessa studier har utförts tillsammans med forskare från Finland, Frankrike, Grekland, Indien, Irland, Italien, Japan, Kina, Schweiz, Storbritannien, Tyskland, Ungern, USA och Österrike.

Forskningsprogrammen SSPT och RPF leder var sin internationell forskargrupp i den fortsatta analysen av data från IRF:s två instrument på ESA:s kometmission Rosetta. De leder också stora internationella forskningskonsortier för att utveckla och bygga instrumenten Particle Environment Package, PEP, och Radio & Plasma Wave Investigation,



**Fig 2.5.2** Programmet RPF arbetar tillsammans med bland annat franska forskare och ingenjörer i ESA:s mission Solar Orbiter. (Illustration: ESA)

RPWI, till ESA:s rymdfarkost JUICE som skickas upp 2022 för att studera Jupiter och dess isiga månar. Båda instrumentkonsortierna består av drygt 100 forskare och ingenjörer från fler än 20 forskargrupper och organisationer i 13 europeiska länder, USA och Japan. I nära samarbete med forskare och industri i Europa och Japan har programmen SSPT och RPF utvecklat satellit-instrument för ESA:s och JAXA:s mission Bepi Colombo som skickades iväg mot Merkurius 2018. Programmen deltar även i internationell utveckling av projektet Comet Interceptor och satelliten Daedalus som är en kandidat för en ny mission inom ESA:s jordobservationsprogram.

Forskningsprogrammet STAR ingår i ESA:s geomagnetiska expertservicecentrum som för närvarande leds av Danmarks Tekniske Universitet (DTU). Bland övriga samarbetspartner återfinns British Geological Survey, UK; German Research Centre for Geosciences, Tyskland; Royal Observatory of Belgium; Finnish Meteorological Institute, Finland; Universidad de Alcalá, Spanien, Universitetet i Bergen, Norge.

Programmet har också ett nära samarbete med forskargrupper i Indien för mätningar med atmosfärradarn MARA i Antarktis. Programmet driver också ett nätverk av automatiska kameror för att studera nattlysande moln i samarbete med forskare från Danmark, Japan, Kanada, Kazakstan, Litauen, Ryssland och Storbritannien. STAR ingår även i Ground-Based and Additional Science (GBAS) som är en vetenskaplig arbetsgrupp inom SMILE, ESA:s mission som ska undersöka hur jordens magnetosfär påverkas av solvinden. Arbetsgruppen består av forskare och ingenjörer från Storbritannien, Kina, Kanada, flera europeiska länder och USA.

Inom meteorforskning och atmosfärfysik samarbetar STAR med bland annat National Institute for Polar Research, Kyoto universitet, University of Tokyo och Nihon University, Japan; Leibniz Institut für Atmosphärenphysik e.V. an der Universität Rostock, Tyskland; Universitetet i Tromsø, NORSAR och NORCE, Norge; Helsingfors universitet och Oulu universitet, Finland; University of Leicester, UK; University of Bern, Schweiz; Naval Post-graduate School, Sandia Research Laboratories och NASA Jet Propulsion Laboratories, USA; University of Western Ontario, Kanada.

IRF:s forskare deltar i ett flertal grupper vid International Space Science Institute i Bern samt i en grupp för samarbete mellan ESA:s Mars Express och NASA:s marsmission MAVEN. De deltar också i ett antal ESA-projekt bland annat för att arkivera solvindsparmetrar vid Venus och Mars. Sammanfattningsvis kan konstateras att i princip all forskningsverksamhet vid IRF genomförs i form av internationella samarbeten med universitet, institut, företag och andra organisationer.

**PRESENTATION AV FORSKNINGSPROGRAMMENS UTVECKLING I SIFFROR**  
**Gällande för perioden 2016-2020**

		Forskare och doktorander		Övrig personal		Kostnader totalt	Intäkter exkl ramanslag	Antal publikationer	Första-författare	Antal doktors-examina
<b>Program</b>	<b>År</b>	*		*						
Sol-, rymd- och atmosfärsforskning STAR	2020	9,7	1,1	2,9	0,1	14 784	4 360	18	9	0
	2019	11,5	2,1	3,6	0,1	17 081	5 505	10	4	1
	2018	11,6	2,3	3,8	0,1	15 394	5 272	29	14	0
Solsystemets fysik och rymdteknik SSPT	2020	14,4	5,6	15,6	0,5	32 767	14 607	23	10	1
	2019	14,4	4,5	15,3	1,0	36 204	17 475	25	5	0
	2018	16,6	4,0	14,6	0,5	33 557	16 461	47	18	1
	2017	15,0	3,3	12,6	0,0	28 942	12 625	44	16	1
	2016	13,7	3,0	13,4	0,0	27 329	10 661	38	9	2
Rymdplasma-fysik RPF	2020	20,7	4,0	9,9	1,3	45 336	27 197	79	14	0
	2019	17,6	3,4	10,4	0,9	43 172	26 942	84	19	1
	2018	22,2	5,0	10,8	0,8	42 981	25 350	93	21	3
	2017	20,4	4,9	10,8	0,7	35 091	17 805	81	15	2
	2016	22,6	5,8	10,5	1,7	35 035	18 463	94	25	0
Polaratmosfärforskning PAF	2017	4,5	1,5	0,4	0,3	7 328	1 186	3	1	0
	2016	5,3	1,5	0,4	0,3	7 326	1 231	4	1	0
Solärterrester fysik, STP	2017	8,3	1,2	4,0	0,0	13 823	5 523	15	3	0
	2016	8,3	1,2	2,9	0,0	12 904	4 262	6	2	0

\* varav kvinnor

**Notera:**

- Alla forskare/doktorander är inte anställda av IRF.
- Flera forskare och övrig personal är verksamma i fler än ett program.
- Antal verksamma forskare och övrig personal har omräknats till heltidsekvivalenter.
- Publikationer kan ha flera medförfattare från IRF och dessa författare kan tillhöra olika program.
- Två ingenjörer som gör uppdrag på heltid för EISCAT redovisas fr.o.m. 2017 under STP och från 2018 under STAR-programmet.
- Programmen Polaratmosfärforskning (PAF) och Solär-terrester fysik (STP) avslutades 2017-12-31 och större delen av verksamheten flyttades till STAR och en mindre del till observatorieverksamheten inom KAGO.

**Tabell 2.5.1** Verksamma forskare (inkl doktorander), övrig personal, totala kostnader, externa intäkter, expertgranskade publikationer och doktorsexamina per forskarprogram. Belopp i tkr (intäkter för doktorand-tjänster ej inräknade)

**ANALYS AV FORSKNING OCH UTVECKLING**

Året 2020 har varit annorlunda än tidigare år på grund av pågående pandemi och risken för smittspridning. Utmaningen att vara delaktig i stora internationella projekt har varit större just på grund av att resor inte har kunnat utföras på samma sätt. Trots detta har IRF lyckats med uppdraget att bedriva och främja forskning och utvecklingsarbete av högsta vetenskapliga kvalitet.

Samverkan har fått ske mer i digitalt format än under tidigare år. Leveranser av data och material har kunnat genomföras. IRF har genomfört forskning, utvecklat samarbeten på ett fortsatt tillfredsställande sätt tack vare hjälp av IRF:s tekniker och ingenjörer som utvecklat institutets digitala kanaler, som visat sig vara ett nödvändigt och viktigt verktyg.

# 3. Observatorieverksamhet

## Observatoriechef: dr Urban Brändström

Observatorieverksamheten vid IRF bedrivs inom Kiruna atmosfärs- och geofysiska observatorium (Kiruna Atmospheric and Geophysical Observatory, KAGO) och har som huvudsyfte att förse samhället med långa, obrutna tidsserier av mätdata (tidsskala 50-100 år). Denna mät- och registreringsverksamhet har pågått sedan 1950-talet. Ett annat viktigt syfte är att kunna förse skolor, allmänheten, m.fl. med information om bl.a. norrskensförekomst och magnetisk aktivitet. Registreringar från samtliga observatorieinstrument är tillgängliga i realtid via IRF:s observatoriewebsidor. Det vetenskapliga värdet av långa, kontinuerliga tidsserier är viktigare än dagens intresse för data från ett visst instrument.

### MAGNETOMETRAR

IRF har magnetiska observatorier i Kiruna, Lycksele (i samarbete med Sveriges Geologiska Undersökning) samt en variometerstation i Tormestorp, nära Hässleholm. Data levereras till det globala nätverket SuperMAG och till World Data Center C2 for Geomagnetism i Kyoto, till nordiska nätverket IMAGE (International Monitor for Auroral Geomagnetic Effects), samt till ESA för att varna för geomagnetiskt inducerade strömmar. Data finns tillgängliga via IRF:s webbsidor.

Under år 2020 har uppgraderingar av magnetiska observatoriet i Kiruna slutförts. Lantmäteriet har genomfört noggrann inmätning av geografiskt norr i båda variometerhusen. Därefter har den tidigare primära variometern flyttats och utgör nu sekundär variometer. En ny upphängd avancerad variometer som bl.a. möjliggör mätningar med högre tidsupplösning har installerats i dess ställe.

Datahanteringssystemen har också uppgraderats. Dessa uppgraderingar har genomförts för att möta nya internationella krav på geomagnetiska observatorier. Vid Tormestorp variometerstation, förekommer vissa problem med störningar från motorcykeltrafik. Arbete pågår med att avlysa området bättre. Trots pandemin fortsatte IRF att utveckla samarbetet med IMAGE-konsortiet genom att bl.a diskutera index för geomagnetiskt inducerade strömmar, m.m.

	2018	2019	2020
Ramanslag	6 900	7 431	7 309
Övriga intäkter	1 060	1 125	1 267
<b>Summa kostnader</b>	<b>7 960</b>	<b>8 556</b>	<b>8 576</b>

**Tabell 3.1** Finansiering av kostnader 2018, 2019 och 2020 för observatorieverksamheten. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelning av gemensamma kostnader (tkr i löpande priser)



**Fig. 3.2** Observatorieverksamheten måste ha redundans på hög nivå för att klara oavbrutna tidsserier. Fredrik Rutqvist underhåller en av IRF:s infraljudsmikrofoner i Lycksele (Fotomontage: Peje Nilsson)

### RIOMETRAR

IRF:s riometrar mäter kontinuerligt jonosfärens förmåga att absorbera radiovågor. Sådana mätningar har pågått sedan 1956. Data i digital form finns från december 1997. IRF:s riometrar är med i det internationella nätverket Global Riometer Array, GloRiA, och levererar data till International Civil Aviation Organization i Frankrike.

En bredbandsspektrometer (RFsRio1) är i drift i Kiruna sedan maj 2019. Den besväras dock av störningar från den intilliggande jonosonden och kan därför inte presentera data i hela spektrat. Undersökningar av ny placeringsplats för Kiruna-riometern pågår, under tiden presenteras data i det gamla formatet.

### OPTISKA MÄTNINGAR

Firmamentkameran i Kiruna avbildar himlavalvet när det är mörkt och ger information om bland annat norrskensförekomst. En ny känsligare kamera togs i drift under augusti månad 2020 (fig. 3.3). Webbsidan med data från firmamentkameran är en av IRF:s mest besökta webbsidor. Det finns ett behov av att digitalisera äldre registreringar (1956-2004) som idag endast finns på film. Finansiering för detta saknas.

Vid Abisko turiststation drivs en firmamentkamera i samarbete med universitetet i Hiroshima. I Kiruna samt Tjautjas finns sedan år 2017 två avbildande fyrkanalssystem för norrskensregistreringar i samarbete med National Institute of Polar Research, Japan. I Tjautjas finns även en norrskenskamera som tar hundra bilder i sekunden, detta i samarbete med Institute for Space-Earth Environmental Research, Japan.

Sedan år 2015 utförs automatiska registreringar av meteorspår i Kiruna och Abisko i samarbete med Uppsala universitet. IRF ansvarar även för



jämförande mätningar (interkalibrering) av lågljuskällor, vilket sker vid de årliga optiska konferenserna, pandemin har dock begränsat möjligheten till detta.

Det nya ALIS\_4D systemet för avbildande absolutmätningar av norrskenemissioner har tagits i full drift under året. Projektet ger snabb och kontinuerlig registrering samt tomografliknande 3D-rekonstruktion av norrskenemissioner från fem stationer. ALIS\_4D är ett samarbetsprojekt med Umeå universitet och är delfinansierat av Kempestiftelserna. Den femte stationen ägs och drivs av SSC/ESRANGE i samarbete med IRF. Under våren 2020 har ALIS\_4D bland annat mätt under en sondraketkampanj (SPIDER2) i samarbete med KTH, och ESRANGE. Intressanta data har även erhållits under hösten och är i dagsläget under analys.

### JONOSONDER

IRF:s jonosonder mäter med hjälp av radiovågor elektronkoncentrationen i rymden närmast jorden, i den så kallade jonosfären. Elektronkoncentrationen mäts som funktion av höjden upp till elektronkoncentrationens maximum som under dagtid vanligen infaller på några tiotal mils höjd. Mätningar har under året gjorts från Kiruna och Lycksele. Data finns tillgängligt via IRF:s webbsidor. Jonosonden i Uppsala är tyvärr ur funktion.

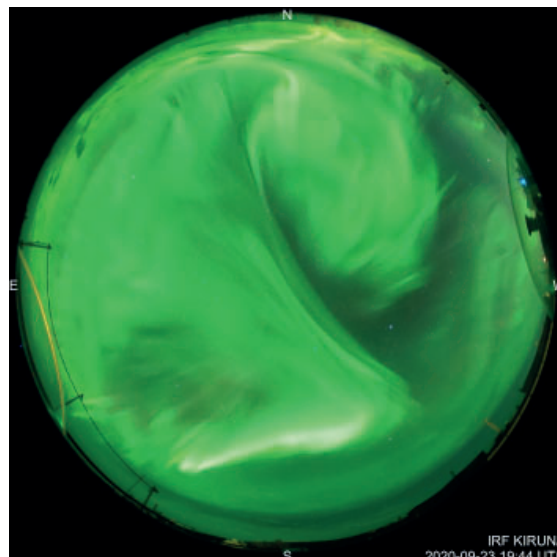
Under året har ett samarbete inletts med professor Juha Vierinen vid universitetet i Tromsø, Norge, som utvecklat en nästa generations jonosond. Hos IRF pågår uppbyggnaden av två sådana jonosonder för utplacering i Uppsala och Lycksele, planerat färdigställas år 2021.

Vidare har en ansökan om bygglov för uppförande av en ny 78-meters mast i Uppsala beviljats. Den nya masten ska ersätta den befintliga masten som bedöms vara föråldrad. Arrendeavtal med en av fastighetsägarna för fortsatt verksamhet i Uppsala är dock inte klart än.

### INFRALJUD

IRF:s fyra infraljudstationer mäter kontinuerligt lågfrekventa akustiska vågor, så kallat infraljud, som har frekvens lägre än 10 hertz och därmed inte är hörbart för människor. Mätningarna startade 1973. Data i digital form finns sedan 1994 (från Jämtön och Uppsala), 1995 (från Lycksele) och 1998 (från Kiruna). Stationen i Uppsala flyttades till Sodankylä 2006 och drivs i samarbete med SGO.

IRF medverkar i en studie av infraljud från jordbävningar med anledning av ett kraftigt skalv (momentmagnitud MW 4.2) på cirka en kilometers djup i LKAB:s underjordsgruva i Kiruna i maj. Skalvet är det största som någonsin uppmätts från en gruva i Sverige och unik även ur ett infraljudperspektiv då IRF:s närmaste mätstation är belägen



**Fig. 3.3** Firmamentkameran i Kiruna fotograferar hela himlavalvet varje minut. Bilden föreställer ett aktivt norrsken över Kiruna 2020-09-23; 19:44 UTC

på bara några få kilometers avstånd. Tillsammans med seismiska registreringar och infraljudregistreringar på längre avstånd medger händelsen goda möjligheter att karakterisera infraljudutbredning från jordbävningen.

Under 2020 har IRF tillsammans med Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) genomfört en tillfällig installation av infraljudmikrofoner och seismometrar för karakterisering av infraljud och seismisk vågutbredning i samband med referensexpllosioner på gruvområdet Mertainen utanför Kiruna under ballongkampanjen mini-BOOSTER. FOI leder svensk medverkan i the Comprehensive Nuclear Test-Ban Treaty Organisation (CTBTO) där infraljud tillsammans med seismiska, hydroakustiska samt radioukleära registreringar används för att övervaka kärnvapenprovsprängningar.

### SPÅRGASMÄTNINGAR I ATMOSFÄREN

Långa perioder med polara stratosfäriska moln (PSC) över Kiruna gjorde vintern 2019/20 mycket intressant för ozonmätningarna, då PSC är budbärare för pågående ozonnedbrytning. KIMRA och MIRA2 visar mer eller mindre oavbrutna mätserier som möjliggör studier över ozonminskningen över arktis. Kontinuiteten i ozonmätningarna fick dock några kortvariga avbrott under andra halvåret 2020 pga tekniska problem, bl.a. kondensvatten i mottagaren som fick pumpas bort under en veckolång period.

En uppgradering av KIMRA påbörjades under 2020. Uppgraderingen ska leda till mindre avbrott och tekniska problem. WASPAM, gästinstrument från Max Planck-Institute for Solar System Research, kunde genomföra mätningar av vattenånga under hela året. Dessa mätningar är viktiga för att förstå ozonskiktets utveckling och klimatförändringar i mellanatmosfären.

## 4. Medverkan i utbildning

*IRF ska medverka vid utbildning på avancerad nivå eller forskarnivå som anordnas vid Uppsala universitet och Umeå universitet och får medverka vid sådan utbildning vid andra universitet och högskolor.*



*Fig 4.1. Disputationstillfälle i Kiruna. Från vänster Yoshifumi Futaana, Moa Person och Uwe Raffalski (Foto Annelie Klint Nilsson)*

IRF medverkar i universitetsutbildningar på flera av sina verksamhetsorter. I Kiruna samarbetar IRF med både Luleå tekniska universitet och Umeå universitet och på Uppsala universitet bidrar IRF:s forskare och ingenjörer till utbildningar på grundläggande nivå. Ibland medverkar IRF även till utbildningar eller sommarskolor vid andra svenska universitet eller i utlandet. Forskare tjänstgör också som handledare och föreläsare vid doktorandutbildningar som utförs i Kiruna, Luleå, Umeå och Uppsala.

### UTBILDNING PÅ GRUNDLÄGGANDE NIVÅ

Under 2020 har undervisning till större delen fått ske på distans. Med hjälp av digitala lösningar har forskare och ingenjörer från IRF gett föreläsningar och kurser för rymdingenjörsstuderande i samarbete med Avdelningen för rymdteknik inom Institutionen för system- och rymdteknik vid LTU.

	2018	2019	2020
Ramanslag	430	151	119
Övriga intäkter	693	479	475
<b>Summa kostnader</b>	<b>1 123</b>	<b>630</b>	<b>594</b>

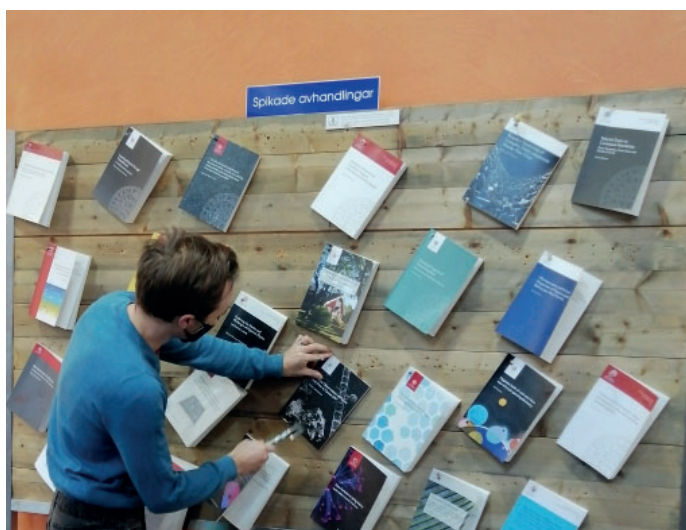
*Tabell 4.1 Finansiering av kostnader 2018, 2019 och 2020 för undervisning. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelning av gemensamma kostnader (tkr i löpande priser)*

Studenterna läser civilingenjörsprogrammet i rymdteknik och magisterutbildningarna Rymdfarkostdesign, Rymdvetenskap och rymdteknik, och SpaceMaster.

Forskare, doktorander och teknisk personal bidrar till kurselement inom sina specialområden, t.ex. vetenskapliga mätningar från satelliter, laborationer med analys av satellitdata och norrskensstudier. De föreläser i kurser som Rymdinstrument och Rymdplasmafysik samt ansvarar för räkneövningar och laboratorieundervisning vid Rymdcampus i Kiruna. Forskare och ingenjörer fungerar som rådgivare i rymdteknik genom bl.a. engagemang i studenternas raket-, ballong- och småsatellitprojekt.

Tidigare år har forskare och ingenjörer varit aktivt involverade i sommar- och vinterkurser (inom områden som bemannad rymdfart och arktisk vetenskap) som Umeå universitet har organiserat i Kiruna. Men på grund av pandemin har dessa kurser inte gått att genomföra på samma sätt utan har genomförts i olika digitala format.

Forskare från IRF brukar även föreläsa vid lärosäten och på sommarskolor i andra delar av världen men även detta har fått ske i digitala format där detta varit möjligt. Dessutom gör studenter, från olika universitet och högskolor i Sverige och utlandet, examensarbeten och kortare projekt vid



**Fig. 4.2** Fredrik Leffe Johansson spikade doktorsavhandlingen den 21 december 2020 (Bild: Jenny Andersson)

institutets olika kontor. Ett antal studenter utför sommararbete på IRF, vilket ger dem möjlighet att arbeta med rymdrelaterade projekt i en stimulerande forskningsmiljö.

Under år 2020 har två kurser genomförts vid Uppsala universitet med forskare från IRF som kursansvariga. Rymdfysik (5 hp) och Elektromagnetisk fältteori (5 hp) IRF har också gett en betydande del (ca 50%) av kursen Planetsystemets fysik (5 hp). Utöver detta ansvarar IRF:s doktorander för räkneövningar och laboratorieundervisning i t.ex. elektromagnetisk fältteori. IRF:s medverkan i undervisning på utbildningar på grundläggande nivå 2020 motsvarar ca 720 timmar vilket är något mindre än år 2019 (drygt 980 timmar). Anledningen till minskningen bedöms bero på pågående pandemi.

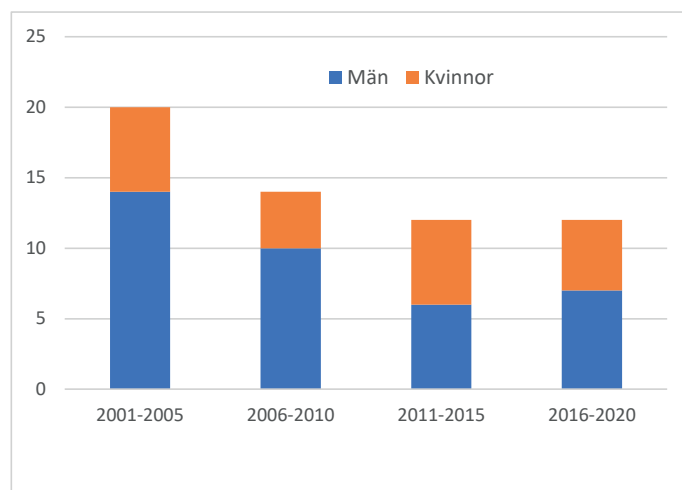
	2018	2019	2020
Ramanslag	3 039	2 776	2 798
Övriga intäkter	8 075	6 866	8 309
<b>Summa kostnader</b>	<b>11 168</b>	<b>9 642</b>	<b>11 107</b>

**Tabell 4.2** Finansiering av kostnader 2018, 2019 och 2020 för forskarutbildning. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelning av gemensamma kostnader (tkr i löpande priser)

## UTBILDNING PÅ FORSKARNIVÅ

Den första doktorsavhandlingen försvarades vid dåvarande Kiruna geofysiska observatorium (nuvarande IRF) år 1962. Sedan dess har drygt 100 doktorsavhandlingar och närmare 30 licentiatavhandlingar producerats med IRF:s forskare som handledare.

Under 2020 var forskare vid IRF huvudhandledare för 13 doktorander (sju i Kiruna och sex i Uppsala) och ansvarade för doktorandkurser vid Uppsala och Umeå universitet och inom ramen för forskarskolan i rymdteknik vid LTU. IRF har en representant i styrelsen för forskarskolan i rymdteknik och en professor från IRF är forskarutbildningsansvarig professor i rymd- och plasmafysik vid Uppsala universitet.



**Fig. 4.3** Antal doktorsexamina med anknytning till IRF under femårsperioder från 2001-2020.

En IRF-anknuten doktorand disputerade under 2020. Två doktorander disputerade 2019 och fyra 2018 och tre år 2017. Under de fem senaste budgetåren har 14 doktorsexamina avlagts med anknytning till IRF. Under de senaste fyra femårsperioder har snittet legat på drygt 15 doktorander disputerat, eller ca tre per år. Tiden för handledning av doktorander 2020 uppskattas till 1 200 timmar (1 185 timmar 2019 och 1 460 timmar 2018 och 1 295 timmar 2017).

# 5. Övriga mål och resultat

## 5.1 Arbetet för att nå en jämnare könsfördelning

IRF:s mål i arbetet för jämställdhet är bl.a. att medarbetare inom ramen för sin anställning ska ha samma möjligheter, rättigheter och skyldigheter, oavsett kön; att kvinnor och män ska ha lika lön för arbete av lika värde; och att män och kvinnor ska ha samma möjligheter att kombinera arbets- och familjeliv. Samtliga tjänster inom IRF ska utformas på ett sådant sätt att de är tilltalande för alla sökande oavsett kön.

IRF:s ambition är att främja en jämn fördelning mellan kvinnor och män i skilda typer av arbete och inom olika kategorier av arbetstagare. IRF:s arbetsplatser ska präglas av en positiv syn på föräldraskap och arbetsorganisationen ska fungera så att både kvinnor och män är representerade i förberedelser och beslutsprocesser.

Vid institutet finns en mångfaldsgrupp som leds av personalchefen och som bl.a. består av representanter för de fackliga organisationerna. Arbetet i gruppen syftar till att kontinuerligt arbeta förebyggande och främjande för att motverka diskriminering och arbeta för allas lika rättigheter och möjligheter.

Mångfaldsgruppen har också en viktig del i det utvärderande och uppföljande arbetet med jämställdhetsfrågor. De åtgärder som arbetas fram i det förebyggande arbetet utvärderas och revideras vid behov.

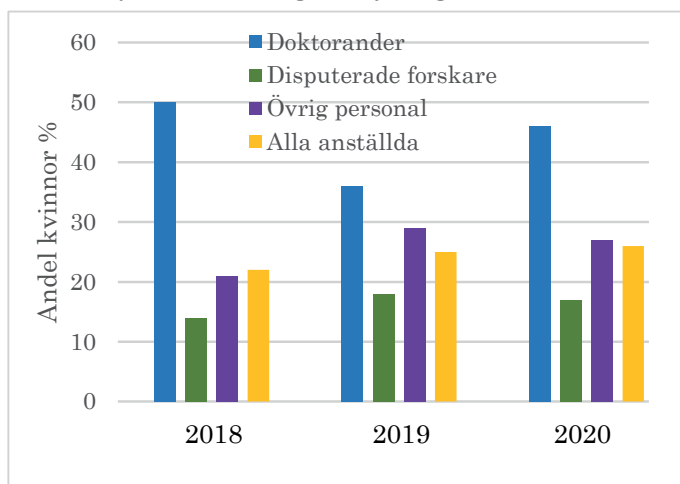
Under 2020 har beslut fattats om att alla chefer på IRF ska delta på Jämställdhetsmyndighetens utbildning som riktar sig till ledare inom staten och som handlar om hur man jobbar med jämställdhetsintegrering. Syftet med utbildningen är att stödja de statliga myndigheterna i deras



**Fig. 5.1.2** Kvalitetsingenjör Victoria Cripps inspekterar ett elektronikkort som är en del av JUICE/RPW instrumentet (Foto: Yuri Khotyaintsev)

arbete med att nå regeringens jämställdhetspolitiska mål. I den senaste lönekartläggningen, som genomfördes under år 2020, visade resultatet att IRF inte har några osakliga löneskillnader.

Det är en utmaning att nå en jämnare könsfördelning bland ingenjörer och disputerade forskare eftersom det fortfarande är många fler meriterade män än kvinnor som söker till ingenjörs- och forskartjänster. Det motsatta gäller för administrativa tjänster där det är enklare att hitta fler kvalificerade kvinnor.



**Fig. 5.1.1** Andelen kvinnor i olika kategorier vid IRF 2018-2020

## 5.2 Samverkan med näringsliv och samhälle

IRF presenterar norrskensbilder och statistik om norrsknen i Kiruna i realtid via institutets webbsidor, vilket underlättar för turistindustrin och andra användare som vill veta när de kan hoppas på att se norrsknen. IRF bidrar också till utbildningen av norrskensguider för olika turistföretag i Kiruna. Dessutom erbjuder IRF norrskensforskning och andra ämnen som mer specialiserade studiebesök eller Technical Visits.

Under drygt 20 år har IRF bedrivit forskning om rymdväder och utvecklat rymdvädersprognoser. Kunskap om rymdmiljön ökar alltjämt i betydelse för samhället. Sedan 2016 bedriver IRF ett projekt om extrema solstormar och skydd för samhällskritisk infrastruktur med finansiering från MSB, i samarbete med bl.a. Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) och Stockholms universitet. MSB vill kunna vara väl förberedda inför utbrott på solen eftersom dessa kan resultera i geomagnetiskt inducerade strömmar och därmed påverka bland annat elförsörjningen och system i samhället som är beroende av rymdteknik.

IRF är ansvarig för det regionala varningscentret i Lund. I egenskap av det ger IRF förvarningar om magnetiska störningar till olika nationella intressenter som till exempel Svenska Kraftnät och Försvarsmakten, så att de kan vidta lämpliga åtgärder. IRF ger också information om pågående händelseutvecklingar på solen.

IRF bidrar även till ny kunskap för att skydda kraftindustrins infrastruktur från effekterna av rymdvädret. IRF deltar i det LTU-ledda tillväxtverksprojektet Rymd för Innovation och Tillväxt, RIT2021, under perioden 2018-2021. Inom projektet arbetar IRF med hur vi ska nå ut med information om norrsknen och rymdväder.



*Fig 5.2.1 Space Kiruna består av rymdaktörer i Kiruna som samarbetar för ett europeiskt rymdcenter i världsklass (Illustration Space Kiruna)*



*Fig.5.2.2 Peje Nilsson och Fredrik Rutqvist förbereder nyttolaster till ballongprojektet mini-BOOSTER på Esrange Space Center i augusti. (Foto: Johan Kero)*

Under 2020 har IRF samarbetat med gruvindustri (LKAB), rymdindustri (SSC) och FOI inom ramen för infraljudballongexperimentet mini-BOOSTER. IRF samarbetar med LKAB även inom en studie av infraljud från jordbävningar med anledning av ett kraftigt skalv på cirka en kilometers djup i LKAB:s underjordsgruva i Kiruna i maj. IRF har ett långsiktigt samarbete med SSC gällande vindmätningar med radarsystemet ESRAD. Under 2020 har IRF även ett av Rymdstyrelsen finansierat teknikutvecklingsprojekt gällande optiska baninmätningar av satelliter med ALIS\_4D.

### SAMARBETE MED GRUND- OCH GYMNASIESKOLOR

IRF samarbetar med skolor på våra olika verksamhetsorter. Under ett vanligt år brukar ett flertal gymnasieelever från olika delar av landet besöka IRF:s olika verksamheter. Detta har förstås påverkats mycket i år då risken för smittspridning på grund av pågående pandemi hindrat besök i normal omfattning. Några gymnasieelever har dock genomfört projektarbeten med hjälp och handledning av IRF:s forskare. I år har detta arbete skett via mejl- och telefonkontakter.

## 5.3 Informationsaktiviteter

*Institutet ska ansvara för kommunikation om sin verksamhet.*

IRF informerar skolor, media, allmänheten och andra på olika sätt om vår forskning. Forskare ger till exempel populärvetenskapliga föredrag och institutet publicerar lättillgängligt material om sin forskning på sina webbsidor. Dessutom medverkar IRF i utställningar, skickar ut pressmeddelanden om sin verksamhet och tar emot studiebesök från skolor och andra grupper. Forskare och andra anställda ger intervjuer, medverkar i radio- och TV-program samt skriver populärvetenskapliga artiklar. IRF svarar på allmänhetens frågor om norrsken, atmosfären och annan rymd- och klimatrelaterad forskning via telefon och e-post. IRF sprider också kunskap om sin verksamhet via sociala medier, t.ex. Facebook, Instagram, LinkedIn, Twitter och YouTube. Kostnaderna för IRF:s informationsaktiviteter redovisas i tabell 5.3.1.

Studiebesök på IRF brukar vara populärt bland skolklasser och andra grupper (se fig. 5.3.1) men under pandemin har möjligheten till studiebesök helt avstannat. Fram till mars månad tog IRF emot 13 besök, ca 250 personer. Vilket motsvarar en fjärdedel av vanliga år (2018 - 50 besök, 965 personer, 2019 - 51 besök, 680 personer).

Under 2020 skickade IRF ut 13 pressmeddelanden om sin verksamhet och publicerades 25 stycken andra nyheter på webbsidan. Pressmeddelandena publicerades på IRF:s webbsidor och skickades även direkt till media. Pressmeddelandena publicerades även på sådana webbplatser som Mynewsdesk och Vetenskapsrådets presstjänst Expertsvar, samt i viss mån internationella presstjänster såsom AlphaGalileo, EurekAlert! och tyska IDW.



**Fig. 5.3.1** IRF tar emot många studiebesök. I januari tog Hans Nilsson hand om ett studiebesök av en grupp från Kiruna Lappland. (Foto:Annelie Klint Nilsson)



**Fig 5.3.2** Astronomins dag - från vänster: Christian Stadius Tekniska museet, Jan-Erik Wahlund, IRF, Linda Sandberg, Tekniska museet och Michiko Morooka, IRF. På bilden visas IRF:s reservmodell av Langmuirsonden från Cassini upp för första gången i Sverige (Foto: Annelie Klint Nilsson)

Media kontaktar institutet om norrsken, meteoror och andra rymdfenomen. Dessa kontakter leder ofta till ett antal intervjuer och reportage under året. Exempelvis om meteoroider som ger upphov till ljusstarka ljusfenomen och buller som registreras med IRF:s infraljudnätverk. IRF kan vid dessa tillfällen snabbt lokalisera infallet och ge media information om dess läge och styrka. Norrskenet fortsätter att fascinera den breda allmänheten och institutets norrskenforskare intervjuas därför regelbundet av massmedia.

Under året har IRF omnämnts mer än 300 gånger i svenska och internationella tidnings- eller webbartiklar, ett snitt på drygt 6 gånger i veckan. Under 2018-2019 var motsvarande siffra ca 200 gånger per år. Under 2020 var åter igen norrsken, men även rymdgrus och Venus återkommande inslag i press och media.

Institutet har figurerat även i ca 35 radio- eller podcastinslag och drygt 30 tv- eller webb-tv-inslag, d.v.s. i snitt mer än ett inslag per vecka. Dessutom medverkade IRF:s forskare Gabriella Stenberg Wieser i ett inslag i tv-programmet Fråga Lund, som sändes i Sveriges Television under hösten 2020. (Radio- och tv-inslag i siffror: 2020: 33 och 36 2019: 20 och 20, 2018: 15 och 10). IRF bidrar till olika rymdrelaterade evenemang riktade till allmänheten och IRF:s forskare, ingenjörer och doktorander håller populärvetenskapliga föredrag för allmänheten och andra grupper. Sammanlagt hölls, trots pandemin, ett tiotal föredrag under 2020, t.ex. om Jupiter, Saturnus, Mars, kometer och månar i sol-

	2018	2019	2020
Ramanslag	1 223	577	600
Övriga intäkter	343	331	346
<b>Summa kostnader</b>	<b>1 566</b>	<b>908</b>	<b>946</b>

**Tabell 5.3.1** Finansiering av direkta kostnader 2018, 2019 och 2020 för IRF:s informationsaktiviteter (tkr i löpande priser)

systemet vilket är en fjärdedel så många som under ett vanligt år. De flesta tillfällena genomfördes via videolänk eller annan digital lösning. (Populärvetenskapliga föredrag: 2020: 13, 2019: 40, 2018: 29).

Forskare från IRF i både Kiruna och Uppsala deltog i ett större webbsänt evenemang på Tekniska museet i samband med Astronomins dag och natt i september. IRF i Kiruna arrangerade aktiviteter tillsammans med de andra organisationerna på Rymdcampus (LTU och EISCAT) och övriga rymdaktörer i Kiruna (SSC Esrange och Rymdgymnasiet) i samband med rymdarrangemang under året, bl.a. ett webbsänt panelsamtal under World Space Week i oktober.

Institutet ordnar regelbundna seminarier i Kiruna och Uppsala där forskare kan informera varandra, studenter och även en intresserad allmänhet om sina senaste forskningsresultat. I Uppsala medverkar IRF:s rymdfysiker även i den seminarier-serie som arrangeras av astronomerna vid Uppsala universitet. Under året hölls ca 35 seminarier i Kiruna samt 23 seminarier och 18 andra vetenskapliga presentationer (inklusive en licentiatpresentationer) i Uppsala.

#### ANALYS AV INFORMATIONSAKTIVITETER

Som statligt forskningsinstitut har IRF ett ansvar att sprida kunskap om sin verksamhet och sina forskningsresultat till samhället. Därför satsar IRF på att nå ut på många olika sätt med information till allmänheten och till särskilda målgrupper. Detta avsnitt visar resultaten av dessa satsningar. Under år 2020 har intresset varit högre än vanligt och IRF har anlåtats som expertmyndighet. IRF:s forskare har fått kommentera rymdhändelser där institutet inte direkt var inblandat. IRF anser att det goda resultatet speglar de arbete som lagts ner för att göra IRF:s verksamhet synlig.



**Fig 5.3.3** Webbsänt panelsamtal under World Space week i oktober- bakre raden från vänster Olle Persson, LTU och Mats Tyni, SSC. Mittenraden: Lisa Quasthoff Holmström, Rymdgymnasiet. Nedre raden från vänster: Joakim Peterson, IRF, Johan Svensson, EISCAT och moderator Helena Sjöholm, SSC. (Foto: Annelie Klint Nilsson)

## 6. Kompetensförsörjning

*IRF ska redovisa de åtgärder som har vidtagits i syfte att säkerställa att kompetens finns för att fullgöra de uppgifter som framgår av myndighetens instruktion och regleringsbrev. I redovisningen ska det ingå en bedömning av hur de vidtagna åtgärderna sammantaget har bidragit till fullgörandet av dessa uppgifter.*

I den experimentella grundforskning som IRF utövar krävs välmeriterade forskare på hög internationell nivå. Det finns också ett behov av erfarna tekniker, ingenjörer och programmerare. För att tillgodose kompetensbehoven har IRF vidtagit en rad åtgärder under de senaste åren.

IRF:s målsättning är att forskarna ska kunna leda och ta ansvar för omfattande internationella vetenskapliga projekt som ofta innebär utveckling av avancerade mätinstrument. IRF behöver även ha personal med hög kompetens och erfarenhet inom förvaltningen för att kunna hålla en god kvalitet på arbetet inom hela organisationen.

Antalet forskare är något högre än föregående år. Personalrörligheten har under 2020 varit lägre än föregående år. En jämförelse mellan 31 december 2019 och 31 december 2020 visar att 11 personer (3 kvinnor och 8 män) påbörjat tjänster vid IRF och 7 slutat (2 kvinnor och 5 män). Åldersstrukturen vid IRF redovisas i tabell 6.2 medan tabell 6.1 bland annat visar att andelen kvinnliga doktorander är nära 50 procent igen och att medelåldern är något lägre än förra året.

IRF har en fastställd plan för kompetensförsörjning som utgör ett underlag för personalplanering och som skapar förutsättningar för att IRF ska kunna genomföra redan beslutade forskningsprojekt. Ett viktigt syfte med planen är att säkra tillgången på nyckelpersoner.

Under 2020 har IRF arbetat kontinuerligt med att säkerställa att IRF är en attraktiv arbetsplats genom uppföljning av utvecklingsmöjligheter, löner, förmåner i form av t.ex. friskvård och andra önskvärda anställningsvillkor.

Det har funnits möjlighet till kompetensutveckling även om de flesta utbildningar och kurser under året har genomförts via digitala konferenssystem. IRF arbetar dessutom aktivt med att mångfald ska vara en del i kompetensförsörjningen och ser detta som viktigt eftersom det tillför bl.a. nya erfarenheter och ny kompetens.

Det är även av stor vikt att kunna behålla eller ersätta nyckelpersoner inom alla verksamhetsgrenar. Institutet har därför arbetat med att bygga upp sin kompetens inom alla delar: forskning, utveckling och konstruktion av vetenskapliga instrument, analys av data samt teori och datorsimuleringar. Detta är ovanligt för en relativt liten forskningsorganisation.

Som en del i kompetensförsörjningsarbetet har IRF under några år satsat på ledarutveckling. Samtliga chefer har gått en grundläggande chefsutbildning. Utbildningar för chefer bygger ofta på erfarenhetsutbyte och det är vanligt att de bedrivs i internatform. Under 2020 har dessa utbildningar påverkats av pandemin vilket har inneburit att fortbildningstillfällen för chefer inte har kunnat genomföras i planerad omfattning.

För att stärka den formella forskningskompetensen inom institutet har IRF fortsatt arbetet med att möjliggöra för redan anställda forskare att kunna befordras till professor. Samma krav på vetenskaplig och pedagogisk skicklighet som gäller vid universiteten skulle även gälla vid IRF. På det viset skulle karriärvägar skapas för forskare och göra forskartjänster vid IRF attraktivare.

	2018	2019	2020
Antal anställda	109	104	108
-andel kvinnor (%)	24	25	25
Medelålder	43,7	44,0	43,9
-andel anställda med utländsk bakgrund (%)	41	46	45
Antal doktorander anställda av IRF	10	11	13
-andel kvinnor (%)	50	36	46
Antal anställda disputerade forskare*	44	41	43
-andel kvinnor (%)	13	17	16
* inkl. 2 tjänstlediga			

**Tabell 6.1** Nyckeltal vid årets slut 2018, 2019 och 2020



	Kvinnor	Män	
Ålder	Antal	Antal	Totalt
0-29	7 (5)	10 (10)	17 (15)
30-39	4 (7)	22 (22)	26 (29)
40-49	9 (9)	16 (17)	25 (26)
50-59	6 (4)	23 (21)	29 (25)
60 <	1 (1)	10 (8)	11 (9)

**Tabell 6.2** Åldersstruktur vid IRF vid årets slut 2020 (2019 inom parentes)

Samverkan med andra aktörer är viktigt för att kunna stärka kompetensen på kort och lång sikt. IRF genomför regelbundna möten med olika aktörer inom rymdindustrin samt är med i föreningen Rymdforum Sverige för samarbete på det nationella planet. IRF ingår också i Kirsam som är ett arbetsgivarsamarbete i Kiruna där aktiviteter initieras för att stärka kompetensförsörjningen. Under 2020 har alla planerade aktiviteter i Kirsam skjutits på framtiden med anledning av pandemin.

Samarbete med universitet i Sverige och internationella forskargrupper är andra viktiga inslag för att kunna klara kompetensförsörjningen. Forskare och ingenjörer vid IRF handleder examensarbeten och kommer på så sätt i kontakt med motiverade studenter, vilket i sin tur hjälper universitetet med deras utbildning samt skapar förutsättningar för en framtida rekryteringsbas.

Forskare som inte är anställda av IRF, t.ex. gästforskare med egen forskningsfinansiering, bidrar också till verksamheten på plats vid IRF. Detta gäller även vissa doktorander som handleds av



**Fig. 6.1** IRF:s kock Stefan Riekkola och Tomoko Futaana ser till att alla får i sig lunch i samband med det årliga EISCAT-loppet (Foto Carina Gunillasson)

forskare vid IRF men är anställda vid universitet i Sverige eller utomlands. Väl fungerande internationella nätverk är en förutsättning inom IRF:s forskningsområde och en stor del av personalen rekryteras från andra länder.

Arbetet med kompetensförsörjning är således mycket betydelsefullt för att IRF ska kunna fortsätta bedriva och främja forskning, utvecklingsarbete och observationer med hög kvalitet. IRF bedömer att de åtgärder som har vidtagits under året har varit tillräckliga för att utveckla och säkra kompetensen vid institutet.



**Fig 6.2** IRF-runt är institutets populära skidtävling och går av stapeln i slutet på mars varje år. (Foto Carina Gunillasson)

# Finansiell redovisning

## SAMMANSTÄLLNING ÖVER VÄSENTLIGA UPPGIFTER (tkr)

	2020	2019	2018	2017	2016
<b>Låneram i Riksgäldskontoret</b>					
Beviljad låneram	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Utnyttjad låneram	7 897	7 426	6 167	7 452	7 013
<b>Räntekontokredit Riksgäldskontoret</b>					
Beviljad	4 400	4 400	4 400	4 400	4 400
Utnyttjad	-	-	-	-	-
<b>Räntekonto</b>					
Ränteintäkter på räntekonto	-	-	-	-	-
Räntekostnader på räntekonto	1	84	207	200	158
<b>Totala avgiftsintäkter som disponeras</b>	<b>5 344</b>	<b>5 109</b>	<b>7 525</b>	<b>6 063</b>	<b>5 646</b>
Beräknat belopp i regleringsbrev	3 800	4 000	3 800	3 600	3 450
<b>Anslagskredit</b>					
Beviljad	1 713	1 685	1 662	1 633	1 611
Utnyttjad	46	223	259	147	373
<b>Oförbrukade bidrag, externa bidrag</b>	<b>43 802</b>	<b>35 558</b>	<b>36 189</b>	<b>40 468</b>	<b>34 477</b>
Intecknade	43 802	35 558	36 189	40 468	34 477
<b>Anslagssparande</b>					
Intecknade	-	-	-	-	-
<b>Personal</b>					
Antal årsarbetskrafter	96	96	103	96	94
Medelantalet anställda	105	105	111	104	102
<b>Driftkostnad per årsarbetskraft</b>	<b>1 154</b>	<b>1 179</b>	<b>1 067</b>	<b>1 019</b>	<b>990</b>
<b>Kapitalförändring</b> (se not 17 i notavsnittet)					
Årets kapitalförändring	1 905	1 406	1 191	-1 075	315
Balanserad kapitalförändring	-240	499	1 012	2 087	1 772
Utgående myndighetskapital	1 665	1 905	2 203	1 012	2 087

## RESULTATRÄKNING (tkr)

		2020	2019
<b>Verksamhetens intäkter</b>			
Intäkter av anslag	Not 1	56 903	58 110
Intäkter av avgifter och andra ersättningar	Not 2	5 344	5 109
Intäkter av bidrag	Not 3	50 462	53 356
Finansiella intäkter	Not 4	215	217
<b>Summa</b>		<b>112 924</b>	<b>116 791</b>
<b>Verksamhetens kostnader</b>			
Kostnader för personal	Not 5	-72 407	-72 845
Kostnader för lokaler		-12 369	-11 949
Övriga driftkostnader		-25 589	-28 434
Finansiella kostnader	Not 6	-344	-189
Avskrivningar och nedskrivningar		-2 455	-1 968
<b>Summa</b>		<b>-113 164</b>	<b>-115 385</b>
<b>Verksamhetsutfall</b>		<b>-240</b>	<b>1 406</b>
<b>Transfereringar</b>			
	Not 7		
Medel som erhållits från myndigheter		0	-2 134
Lämnade bidrag		0	2 134
<b>Summa</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Årets kapitalförändring</b>	Not 8	<b>-240</b>	<b>1 406</b>

## BALANSRÄKNING (tkr)

		2020	2019
		2020-12-31	2019-12-31
<b>Tillgångar</b>			
<b><u>Immateriella anläggningstillgångar</u></b>			
Rättigheter och andra immateriella anläggningstillgångar	Not 9	366	902
<b>Summa immateriella anläggningstillgångar</b>		<b>366</b>	<b>902</b>
<b><u>Materiella anläggningstillgångar</u></b>			
Förbättringsutgifter på annans fastighet	Not 10	635	729
Maskiner, inventarier, installationer m.m	Not 11	6 654	7 030
Pågående nyanläggning	Not 12	976	644
<b>Summa materiella anläggningstillgångar</b>		<b>8 265</b>	<b>8 403</b>
<b><u>Kortfristiga fordringar</u></b>			
Kundfordringar		3 369	7 040
Fordringar hos andra myndigheter	Not 13	1 940	336
Övriga kortfristiga fordringar	Not 14	0	255
<b>Summa kortfristiga fordringar</b>		<b>5 310</b>	<b>7 631</b>
<b><u>Periodavgränsningsposter</u></b>	Not 15		
Förutbetalda kostnader		3 492	3 403
Upplupna bidragsintäkter		5 413	7 488
Övriga upplupna intäkter		0	0
<b>Summa periodavgränsningsposter</b>		<b>8 905</b>	<b>10 891</b>
<b>Avräkning med statsverket</b>	Not 16	<b>224</b>	<b>427</b>
<b><u>Kassa och bank</u></b>			
Behållning räntekonto i Riksgäldskontoret		46 133	32 735
<b>Summa kassa och bank</b>		<b>46 133</b>	<b>32 735</b>
<b>Summa tillgångar</b>		<b>69 203</b>	<b>60 989</b>
<b><u>Kapital och skulder</u></b>			
<b>Myndighetskapital</b>	Not 17		
Balanserad kapitalförändring		1 905	499
Kapitalförändring enligt resultaträkningen		-240	1 406
<b>Summa myndighetskapital</b>		<b>1 665</b>	<b>1 905</b>
<b>Avsättningar</b>	Not 18	<b>190</b>	<b>315</b>
<b><u>Skulder</u></b>			
Lån i Riksgäldskontoret	Not 19	7 705	7 426
Kortfristiga skulder till andra myndigheter	Not 20	3 159	3 034
Leverantörsskulder		5 053	5 110
Övriga kortfristiga skulder	Not 21	1 369	1 392
<b>Summa kortfristiga skulder</b>		<b>17 286</b>	<b>16 961</b>
<b><u>Periodavgränsningsposter</u></b>	Not 22		
Upplupna kostnader		6 259	6 250
Oförbrukade bidrag		43 802	35 558
<b>Summa periodavgränsningsposter</b>		<b>50 061</b>	<b>41 807</b>
<b>Summa kapital och skulder</b>		<b>69 203</b>	<b>60 989</b>

## ANSLAGSREDOVISNING (tkr)

<u>Anslag</u>	Ingående överförings- belopp	Årets tilldelning enligt regleringsbrev	Totalt disponibelt belopp	Utgifter	Utgående överförings- belopp
Utgiftsområde 16 3:6 ap.1 Institutet för rymdfysik (ramanslag)	-223	57 106	56 883	-56 929	-46

**Finansiella villkor**  
Utöver tilldelat belopp under anslagsposten 16 3:6 ap.1 disponerar  
Institutet för rymdfysik en anslagskredit om högst 1 713 tkr.

## TILLÄGGSSUPPLYSNINGAR

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

### TILLÄMPADE REDOVISNINGSPRINCIPER

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

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

### KOSTNADSMÄSSIG ANSLAGSAVSKRIVNING

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 2019 var 204 tkr och har år 2020 minskat med 26 tkr. Utgående balans år 2020 är 178 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 kostnadstäckning och disponera intäkterna i verksamheter.

### VÄRDERING AV ANLÄGGNINGSTILLGÅNGAR

Anskaffningar som betraktas som fungerande enhet med en ekonomisk livslängd om minst tre år och ett anskaffningsvärde på minst ett halvt prisbelopp 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 TILLÄMPATS

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

### OMSÄTTNINGSTILLGÅNGAR

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

### SKULDER

Skulderna har tagits upp till nominellt belopp.

### OFFENTLIG UPPHANDLING

IRF har inte gjort någon upphandling som överstiger gällande tröskelvärden enligt LOU under 2020.

### 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)

Stas Barabash, föreståndare	1 070 984
- inget uppdrag	
Anders Jörle	4 140
- inget uppdrag	
Ann Persson Grivas	2 925
SOSA Alarm i Sverige AB, Luftfartsverket - styrelseledamot, Entry Point North AB, Aviseq Critical Communication AB, LVF Holding AB, LVF Aviation Consulting AB - styrelseordförande,	
Luleå Tekniska universitet - vice ordförande	
Anja Taube	2 925
Sametinget - kanslichef	
Anneli Sjögren	1 200
- inget uppdrag	
Maria Nilsson	3 900
- inget uppdrag	
Olle Norberg	3 900
SSC, Arctic Business Incubator - styrelseledamot	
Mark Pearce	975
- inget uppdrag	

### SJUKFRÅNVARO

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

	2020	2019	2018
Total sjukfrånvaro i procent (%) av ordinarie arbetstid	1,4	1,0	1,5
Andel långtidsfrånvaro (> 60 dagar)	37,8	29,6	39,1
Kvinnors sjukfrånvaro	1,4	0,7	1,6
Mäns sjukfrånvaro	1,4	1,0	1,5
Sjukfrånvaro för åldersgrupp 29 år eller yngre	0,4	0,8	0,7
Sjukfrånvaro för åldersgrupp 30-49	1,2	1,1	2,0
Sjukfrånvaro för åldersgrupp 50 eller äldre	2,0	0,8	1,1
Sjukfrånvaron för de olika åldersgrupperna redovisas i procent (%) av tillgänglig arbetstid (avrundad till en decimal)			

## NOTER

### Noter till resultaträkning (tkr)

	2020	2019
Not 1 <b>Intäkter av anslag</b>		
<b>Summa intäkter av anslag</b>	<b>56 903</b>	<b>58 110</b>
Ingående överföringsbelopp	-223	-259
UO 16 3:6 ap.1 Ramanslag	57 106	56 188
Intäkter som redovisats mot anslag	-56 929	-56 152
<b>Utgående överföringsbelopp</b>	<b>-46</b>	<b>-223</b>
Summa "Intäkter av anslag" (56 903 tkr) skiljer sig från summa "Utgifter" på anslaget utgiftsområde 16 3:6 ap.1 (56 929 tkr) i anslagsredovisningen. Skillnaden (-26 tkr) beror på minskning av semesterlöneskuld (-26 tkr) som intjänats före 2009 (2019, -49 tkr). Denna post har belastats anslaget men inte bokförts som kostnad i resultaträkningen.		
	-26	1 958

Not 2 <b>Intäkter enligt 4§ avgiftsförordningen och 6 kap 1§ kapitalförsörjningsförordningen</b>		
Undervisning	383	408
Lokaler	2 019	939
varav icke statliga medel 1 665 tkr (budgetår 2019, 541 tkr)		
varav statliga medel för undervisningslokaler och aula 354 tkr (budgetår 2019, 398 tkr)		
Drift av EISCAT mottagarstation	1 644	2 085
Personalmatsal	422	692
Rådgivning och fastighetsskötsel	427	519
Offentlig resurssamordning	377	372
Studiebesök, föredrag, konferens mm	70	95
<b>Summa</b>	<b>5 341</b>	<b>5 109</b>
Vinst försäljning bil	3	0
<b>Summa intäkter av avgifter och andra ersättningar</b>	<b>5 344</b>	<b>5 109</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 2020		Kostnader 2020		+/- 2020	
	Budget	Utfall	Budget	Utfall	Budget	Utfall
Undervisning	400	383	400	383	0	0
Lokaler	900	2 019	1 000	2 120	-100	-101
Drift av EISCAT mottagarstation	1 800	1 644	2 100	1 959	-300	-315
Personalmatsal	700	422	1 500	1 345	-800	-923
<b>Summa</b>	<b>3 800</b>	<b>4 468</b>	<b>5 000</b>	<b>5 807</b>	<b>-1 200</b>	<b>-1 339</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	27 297	28 833
Vetenskapsrådet	3 613	2 178
Luleå tekniska universitet	1 537	1 675
Umeå universitet	353	404
Arbetsförmedlingen	375	384
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)	4 099	4 827
European Space Agency (ESA)	12 082	13 381
European Union (EU)	200	554
Kempestiftelserna	195	411
Uppsala universitet	254	250
Kungl. Vetenskapsakademien		0
Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)	259	85
Kvarken/Vasa universitet	14	87
Länsstyrelsen i Norrbotten		0
Övriga	183	288
<b>Summa intäkter av bidrag</b>	<b>50 462</b>	<b>53 356</b>

Not 4 <b>Finansiella intäkter</b>		
Ränta på lån i Riksgäldskontoret	0	15
Övriga finansiella intäkter	215	202
<b>Summa finansiella intäkter</b>	<b>215</b>	<b>217</b>

Not 5 <b>Kostnader för personal</b>		
Lönekostnader exkl arbetsgivaravgifter, pensionspremier mm	48 404	47 301
varav arvode Insynsråd 21 tkr & övriga arvode 11 tkr		
Övriga kostnader för personal	24 004	25 544
<b>Summa personalkostnader</b>	<b>72 407</b>	<b>72 845</b>

Not 6 <b>Finansiella kostnader</b>		
Ränta på räntekonto i Riksgäldskontoret	1	84
Övriga finansiella kostnader	298	106
<b>Summa finansiella kostnader</b>	<b>299</b>	<b>189</b>

Not 7 <b>Transfereringar</b>		
Medel erhållits från Rymdstyrelsen	0	-2 134
Lämnade bidrag till Umeå universitet (byte av förvaltande organ)	0	2 134
<b>Summa transfereringar</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Not 8 <b>Årets kapitalförändring</b>				
	Ingående 2019	Årets kapitalförändring 2019	Ingående 2020	Årets kapitalförändring 2020
Avgiftsbelagd verksamhet	0	0	0	0
Bidragsfinansierad verksamhet	499	1 406	1 905	-240
<b>Summa årets kapitalförändring</b>	<b>499</b>	<b>1 406</b>	<b>1 905</b>	<b>-240</b>

	2020	2019
<b>9 Immateriella anläggningstillgångar</b>		
<b>Rättigheter och andra immateriella anläggningstillgångar</b>		
Akkumulerat anskaffningsvärde	4 082	3 928
Under året tillkommande	0	154
Under året avgående	0	0
<b>Summa Anskaffningsvärde</b>	<b>4 082</b>	<b>4 082</b>
Akkumulerade avskrivningar	-3 179	-2 657
Årets avskrivningar	-536	-523
Årets avgående, avskrivningar	0	0
<b>Summa ackumulerade avskrivningar</b>	<b>-3 716</b>	<b>-3 179</b>
<b>Utgående balans</b>	<b>366</b>	<b>902</b>
<b>Materiella anläggningstillgångar</b>		
<b>10 Förbättringsutgifter på annans fastighet</b>		
Akkumulerat anskaffningsvärde	3 888	3 636
Under året tillkommande	64	252
<b>Summa Anskaffningsvärde</b>	<b>3 952</b>	<b>3 888</b>
Akkumulerade avskrivningar	-3 159	-3 026
Årets avskrivningar	-158	-133
<b>Summa ackumulerade avskrivningar</b>	<b>-3 317</b>	<b>-3 159</b>
<b>Utgående balans</b>	<b>635</b>	<b>729</b>
<b>11 Maskiner, datorer, bilar samt övriga inventarier</b>		
Akkumulerat anskaffningsvärde	41 856	41 847
Under året tillkommande	1 133	4 036
Under året avgående	-413	-4 026
<b>Summa Anskaffningsvärde</b>	<b>42 575</b>	<b>41 856</b>
Akkumulerade avskrivningar	-34 827	-37 540
Årets avskrivningar	-1 508	-1 313
Årets avgående, avskrivningar	413	4 026
<b>Summa ackumulerade avskrivningar</b>	<b>-35 921</b>	<b>-34 827</b>
<b>Utgående balans</b>	<b>6 654</b>	<b>7 030</b>
<b>Finansiell leasing</b>		
Akkumulerat anskaffningsvärde	115	240
Under året tillkommande	0	0
Årets avskrivning	-115	-125
<b>Utgående balans</b>	<b>0</b>	<b>115</b>
<b>12 Pågående nyanläggning</b>		
Akkumulerat anskaffningsvärde	644	2 841
Under året tillkommande		0
- Nytt nätverk Kiruna	210	
- TVAC	374	
Överföring av tidigare års anskaffningsutgifter	0	-2 197
Pågående nyanläggning		
- 50% av Jonosond Kiruna (644tkr)		0
- Nedskrivning Jonosond Kiruna	-252	0
<b>Utgående balans</b>	<b>976</b>	<b>644</b>
<b>13 Kortfristiga fordringar andra myndigheter</b>		
Mervärdesskattfordran	1 146	-141
Övriga fordringar andra myndigheter	794	478
<b>Summa fordringar andra myndigheter</b>	<b>1 940</b>	<b>336</b>
<b>14 Övriga kortfristiga fordringar</b>		
Reseförskott	0	23
Kreditfaktura K2A	0	232
<b>Summa övriga kortfristiga fordringar</b>	<b>0</b>	<b>255</b>
<b>15 Periodavgränsningsposter</b>		
Förutbetalda kostnader andra myndigheter	684	683
<i>varav lokaler 684 tkr (budgetår 2019, 683 tkr)</i>		
Förutbetalda kostnader övriga	2 808	2 720
<i>varav lokaler 2 280 tkr (budgetår 2019, 2 217 tkr)</i>		
Upplupna bidragsintäkter andra myndigheter		
Arbetsförmedlingen	32	33
Rymdstyrelsen	3 052	3 856
Luleå tekniska universitet	975	713
Upplupna bidragsintäkter övriga avser bidrag från		
European Space Agency (ESA)	1 340	2 800
Vasa Universitet/Kvarken	13	87
<b>Utgående balans</b>	<b>8 905</b>	<b>10 891</b>
<b>16 Avräkning med statsverket</b>		
Ingående balans	223	259
Redovisat mot anslag UO16 3:6 ap.1	56 929	56 152
Anslagsmedel som tillförts räntekonto	-57 106	-56 188
<b>Fordringar/skulder avseende anslag i räntebärande flöde</b>	<b>46</b>	<b>223</b>
Ingående saldo, fordran avseende semesterlöneskuld som inte har redovisats mot anslag	204	253
Redovisat mot anslag under året enligt undantagsregeln	-26	-49
<b>Fordran avseende semesterlöneskuld</b>	<b>178</b>	<b>204</b>
<b>Utgående balans</b>	<b>224</b>	<b>427</b>



Not 17 **Myndighetskaptal**

<b>Förändring av myndighetskaptalet</b>	Balanserad kapitalförändring avgiftsfinansierad verksamhet	Balanserad kapitalförändring bidragsfinansierad verksamhet	Ränteintäkter/ Räntekostnader	Kapitalförändring enl resultat-räkningen	<b>Summa</b>
Utgående balans 2019	0	499	0	1 406	<b>1 905</b>
Rättelser		0		0	<b>0</b>
Ingående balans 2020	0	499	0	1 406	1 905
Föregående års kapitalförändring	0	1 406	0	-1 406	<b>0</b>
Årets kapitalförändring				-240	<b>-240</b>
Summa årets förändring	0	1 406	0	-1 646	-240
<b>Utgående balans</b>	<b>0</b>	<b>1 905</b>	<b>0</b>	<b>-240</b>	<b>1 665</b>

**2020 2019**

Not 18 **Avsättningar**

Ingående pensionsavsättning	216	429
Årets pensionskostnad	0	0
Årets pensionsutbetalning	-216	-212
<b>Summa pensionsavsättning</b>	<b>0</b>	<b>216</b>
Övriga avsättningar		
Ingående avsättning Omställningsarbete	99	119
Årets förändring	91	-20
<b>Summa övriga avsättningar</b>	<b>190</b>	<b>99</b>
<b>Utgående balans</b>	<b>190</b>	<b>315</b>

Not 19 **Lån i Riksgäldskontoret**

Avser lån för investeringar i anläggningstillgångar		
Ingående balans	7 426	6 167
Nyupptagna lån	2 425	3 087
Årets amorteringar	-2 146	-1 828
<b>Utgående balans</b>	<b>7 705</b>	<b>7 426</b>

Låneram enligt regleringsbrev för 2020 är 10 000 tkr.

Not 20 **Kortfristiga skulder till andra myndigheter**

Leverantörsskulder	819	715
Arbetsgivaravgifter	1 285	1 256
Utgående mervärdesskatt	956	971
Övrigt	99	92
<b>Summa kortfristiga skulder till andra myndigheter</b>	<b>3 159</b>	<b>3 034</b>

Not 21 **Övriga kortfristiga skulder**

Avser personalens källskatt	1 177	1 174
Avser finansiell leasing		
Ingående skuld	218	290
Årets nya skuld	45	0
Årets amortering	-71	-72
<b>Summa Finansiell leasing</b>	<b>192</b>	<b>218</b>
<b>Summa övriga kortfristiga skulder</b>	<b>1 369</b>	<b>1 392</b>

Not 22 **Periodavgränsningsposter**

Upplupna löneskulder inkl soc avg	466	167
Upplupna semesterlöneskulder inkl soc avg	5 577	4 649
Övriga upplupna kostnader andra myndigheter	190	411
Övriga upplupna kostnader, varav lokaler 0 tkr	26	759
Upplupna traktaments- och reseersättningar	0	264
<b>Summa upplupna kostnader</b>	<b>6 259</b>	<b>6 250</b>

**Oförbrukade bidrag andra myndigheter avseende**

Rymdstyrelsen	24 899	18 933
Vetenskapsrådet	6 154	7 117
Umeå universitet	570	634
Luleå tekniska universitet	83	133
MSB	2 249	1 724
Uppsala universitet	302	18
Kungliga Tekniska Högskolan	251	340
Övriga	366	122
<b>Summa oförbrukade bidrag andra myndigheter</b>	<b>34 873</b>	<b>29 022</b>

*Medel som kommer att förbrukas (uppskattning från 2019 inom parentes)*

*inom tre månader, 1 408 tkr (1 410 tkr)*  
*inom tre månader till ett år, 13 417 tkr (9 816 tkr)*  
*inom ett år till tre år, 14 257 tkr (12 690 tkr)*  
*efter mer än tre år, 5 791 tkr (5 106 tkr)*

**Oförbrukade bidrag icke statliga avseende**

European Space Agency (ESA)	7 597	5 337
European Union (EU)	321	0
Kempestiftelserna	1 004	1 198
Övriga	7	0
<b>Summa oförbrukade bidrag icke statliga</b>	<b>8 929</b>	<b>6 536</b>
<b>Utgående balans oförbrukade bidrag</b>	<b>43 802</b>	<b>35 558</b>
<b>Utgående balans periodavgränsningsposter</b>	<b>50 061</b>	<b>41 807</b>

## Expertgranskade

- Alexandrova, A., Retinò, A., Divin, A., Matteini, L., Le Contel, O., Breuillard, H., Catapano, F., **Cozzani, G.**, Zaitsev, I., & Deca, J., In situ evidence of firehose instability in multiple reconnection, arXiv, e-prints, arXiv:2004.08280, 2020.
- Aol, S., **Buchert, S.**, Jurua, E., Ionospheric irregularities and scintillations: a direct comparison of in situ density observations with ground-based L-band receivers, *Earth Planets and Space*, 72, 1, 164, doi: 10.1186/s40623-020-01294-z, 2020.
- Aol, S., **Buchert, S.**, Jurua, E., Milla, M., Simultaneous ground-based and in situ Swarm observations of equatorial F-region irregularities over Jicamarca, *Annales Geophysicae*, 38, 5, 1063-1080, doi: 10.5194/angeo-38-1063-2020, 2020.
- Aol, S., **Buchert, S.**, Jurua, E., Traits of sub-kilometre F-region irregularities as seen with the Swarm satellites, *Annales Geophysicae*, 38, 1, 243-261, doi: 10.5194/angeo-38-243-2020, 2020.
- Bader, A., Badman, S. V., Ray, L. C., Paranicas, C. P., Lorch, C. T. S., Clark, G., **Andre, M.**, Mitchell, D. G., Constable, D. A., Kinrade, J., Hunt, G. J., Pryor, W., Energetic Particle Signatures Above Saturn's Aurorae, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 1, e2019JA027403, doi: 10.1029/2019JA027403, 2020.
- Barabash, S., Voshchepynets, A., Holmstrom, M., Frahm, R. A., Nilsson, H., Andrews, D., Kopf, A., Winningham, J. D.**, Observations of Souder Accelerated Electrons by Mars Express, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 1, e2019JA027206, doi: 10.1029/2019JA027206, 2020.
- Bergman, S., Wieser, G., Stenberg, G., Wieser, M., Johansson, F. L., Eriksson, A.**, The Influence of Spacecraft Charging on Low-Energy Ion Measurements Made by RPC-ICA on Rosetta, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 1, e2019JA027478, doi: 10.1029/2019JA027478, 2020.
- Bergman, S., Wieser, G., Stenberg, G., Wieser, M., Johansson, F. L., Eriksson, A.**, The Influence of Varying Spacecraft Potentials and Debye Lengths on In Situ Low-Energy Ion Measurements, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 4, e2020JA027870, doi: 10.1029/2020JA027870, 2020.
- Blanc, M., Prieto-Ballesteros, O., André, N., Gomez-Elvira, J., Jones, G., Sterken, V., Desprats, W., Gurvits, L. I., Khurana, K., Balmino, G., Blöcker, A., Broquet, R., Bunce, E., Cavel, C., Choblet, G., Colins, G., Coradini, M., Cooper, J., Dirkx, D., Fontaine, D., Garnier, P., Gaudin, D., Hartogh, P., Hussmann, H., Genova, A., Iess, L., Jäggi, A., Kempf, S., Krupp, N., Lara, L., Lasue, J., Lainey, V., Leblanc, F., Lebreton, J.-P., Longobardo, A., Lorenz, R., Martins, P., Martins, Z., Marty, J.-C., Masters, A., Mimoun, D., Palumba, E., Parro, V., Regnier, P., Saur, J., Schutte, A., Sittler, E. C., Spohn, T., Srama, R., Stephan, K., Szegő, K., Tosi, F., Vance, S., Wagner, R., Van Hoolst, T., Volwerk, M., **Wahlund, J.-E.**, Westall, F., & Wurz, P., Joint Europa Mission (JEM): a multi-scale study of Europa to characterize its habitability and search for extant life, *Planetary and Space Science*, 193, 104960, doi: 10.1016/j.pss.2020.104960, 2020.
- Boynton, R. J., Aryan, H., **Dimmock, A. P.**, & Balikhin, M. A., System Identification of Local Time Electron Fluencies at Geostationary Orbit, *Journal of Geophysical Research (Space Physics)*, 125, e28262, doi: 10.1029/2020JA028262, 2020.
- Buchert, S. C.**, Entangled dynamos and Joule heating in the Earth's ionosphere, *Annales Geophysicae*, 38, 1019, doi: 10.5194/angeo-38-1019-2020, 2020.
- Chen, L.-J., Wang, S., Le Contel, O., Rager, A., Hesse, M., Drake, J., Dorelli, J., Ng, J., Bessho, N., **Graham, D.**, Wilson, Lynn B. III., Moore, T., Giles, B., Paterson, W., Lavraud, B., Genestreti, K., Nakamura, R., **Khotyaintsev, Y. V.**, Ergun, R. E., Torbert, R. B., Burch, J., Pollock, C., Russell, C. T., Lindqvist, P.-A., Avannov, L., Lower-Hybrid Drift Waves Driving Electron Nongyrotropic Heating and Vortical Flows in a Magnetic Reconnection Layer, *Phys. Rev. Lett.*, 125, 2, 025103, doi: 10.1103/PhysRevLett.125.025103, 2020.
- Collinson, G., Sibeck, D., Omid, N., Frahm, R., Zhang, T., Mitchell, D., Halekas, J., Espley, J., **Futaana, Y.**, Jakosky, B., Foreshock Cavities at Venus and Mars, *J. Geophys. Res.*

- Space Physics*, 125, 8, doi:10.1029/2020JA028023, 2020.
- Dai, L., Wang, C., Cai, Z., Gonzalez, W., Hesse, M., Escoubet, P., Tai P., Vasyliunas, V., Lu, Q., Li, L., Kong, L., Dunlop, M., Nakamura, R., He, J., Fu, H., Zhou, M., Huang, S., Wang, R., **Khotyaintsev, Y., Graham, D.**, Retino, A., Zelenyi, L., Grigorenko, E. E., Runov, A., Angelopoulos, V., Kepko, L., Hwang, K.-J., Zhang, Y., AME: A Cross-Scale Constellation of CubeSats to Explore Magnetic Reconnection in the Solar-Terrestrial Relation, *Frontiers in Phys.*, 8, 89, doi: 10.3389/fphy.2020.00089, 2020.
- Dalin, P.**, A critical review of the paper 'The earliest datable noctilucent cloud observation (Parma, Italy, AD 1840)', *Holocene*, 30, 8, 1220-1221, 0959683620913925, doi: 10.1177/0959683620913925, 2020.
- Dalin, P.**, Pertsev, N., Perminov, V., Efremov, D., Romejko, V., Stratospheric observations of noctilucent clouds: a new approach in studying middle- and large-scale mesospheric dynamics, *Annales Geophysicae*, 38, 1, 61-71, doi: 10.5194/angeo-38-61-2020, 2020.
- Dalin, P.**, Perminov, V., Pertsev, N., Romejko, V., Updated Long-Term Trends in Mesopause Temperature, Airglow Emissions, and Noctilucent Clouds, *J. of Geophys. Res.-Atmospheres*, 125, 5, e2019JD030814, doi: 10.1029/2019JD030814, 2020.
- Dandouras, I., Blanc, M., Fossati, L., Gerasimov, M., Guenther, E. W., Kislyakova, K. G., Lammer, H., Lin, Y., Marty, B., Mazelle, C., Rugheimer, S., Scherf, M., Sotin, C., Spross, L., Tachibana, S., Wurz, P., **Yamauchi, M.**, Future Missions Related to the Determination of the Elemental and Isotopic Composition of Earth, Moon and the Terrestrial Planets, *Space Science Rev.*, 216, 8, 121, doi: 10.1007/s11214-020-00736-0, 2020.
- Deca, J., Hemingway, D. J., **Divin, A., Lue, C.**, Poppe, A. R., Garrick-Bethell, I., Lembege, B., Horanyi, M., Simulating the Reiner Gamma Swirl: The Long-Term Effect of Solar Wind Standoff, *J. of Geophys. Res.-Planets*, 125, 5, e2019JE006219, doi: 10.1029/2019JE006219, 2020.
- Dimmock, A. P.**, Rosenqvist, L., Welling, D. T., Viljanen, A., Honkonen, I., Boynton, R. J., **Yordanova, E.**, On the Regional Variability of dB/dt and Its Significance to GIC, *Space Weather-the international journal of research and applications*, 18, 8, e2020SW002497, doi: 10.1029/2020SW002497, 2020.
- Dimmock, A. P.**, Hietala, H., Zou, Y., Compiling Magnetosheath Statistical Data Sets Under Specific Solar Wind Conditions: Lessons Learnt From the Dayside Kinetic Southward IMF GEM Challenge, *Earth and Space Science*, 7, 6, UNSP e2020EA001095, doi: 10.1029/2020EA001095, 2020.
- Divin, A.**, Deca, J., **Eriksson, A.**, Henri, P., Lapenta, G., Olshevsky, V., Markidis, S., A Fully Kinetic Perspective of Electron Acceleration around a Weakly Outgassing Comet, *Astrophys. J. Lett.*, 889, 2, L33, doi: 10.3847/2041-8213/ab6662, 2020.
- Dokgo, K., Hwang, K.-J., Burch, J. L., Yoon, P. H., **Graham, D. B.**, Li, W., High-Frequency Waves Driven by Agyrotropic Electrons Near the Electron Diffusion Region, *Geophys. Res. Lett.*, 47, 5, e2020GL087111, doi: 10.1029/2020GL087111, 2020.
- Dokgo, K., Hwang, K. -J., Burch, J. L., Yoon, P. H., **Graham, D. B.**, Li, W., The Effects of Upper-Hybrid Waves on Energy Dissipation in the Electron Diffusion Region, *Geophys. Res. Lett.*, 47, 19, e2020GL089778, doi: 10.1029/2020GL089778, 2020.
- Dragovic, S., **Yamauchi, M.**, Aoyama, M., Kajino, M., Petrovic, J., Cujic, M., Dragovic, R., Dordevic, M., Bor, J., Synthesis of studies on significant atmospheric electrical effects of major nuclear accidents in Chernobyl and Fukushima, *Science of the Total Environment*, 733, 139271, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139271, 2020.
- Dreyer, J., Vigren, E., Morooka, M., Wahlund, J.-E., Buchert, S., Johansson, F. L. & Waite, J. H.**, Constraining the Positive Ion Composition in Saturn's Lower Ionosphere with the Effective Recombination Coefficient, *The Planetary Science Journal*, accepted on 24-Dec-2020, no DOI yet
- Eriksson, E., Vaivads, A., Alm, L., Graham, D. B., Khotyaintsev, Y. V., Andre, M.**, Electron Acceleration in a Magnetotail Reconnection Outflow Region Using Magnetospheric MultiScale Data, *Geophys. Res. Lett.*, 47, 1, e2019GL085080, doi: 10.1029/2019GL085080, 2020.
- Escoubet, C. P., Hwang, K.-J., Toledo-Redondo, S., Turc, L., Haaland, S. E., Aunai, N., Dargent, J., Eastwood, J. P., Fear, R. C., Fu, H., Genestreti, K. J., **Graham, D. B., Khotyaintsev, Y. V.**, Lapenta, G., Lavraud, B., Norgren, C., Sibeck, D. G., Varsani, A., Berchem, J., Dimmock, A. P., Paschmann, G., Dunlop, M., Bogdanova, Y. V., Roberts, O., Laakso, H., Masson, A., Taylor, M. G. G. T.,

- Kajdič, P., Carr, C., Dandouras, I., Fazakerley, A., Nakamura, R., Burch, J. L., Giles, B. L., Pollock, C., Russell, C. T., & Torbert, R. B., Cluster and MMS simultaneous observations of magnetosheath high speed jets and their impact on the magnetopause, *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 6, 78, doi:10.3389/fspas.2019.00078, 2020.
- Fatemi, S.**, Poppe, A. R., **Barabash, S.**, Hybrid Simulations of Solar Wind Proton Precipitation to the Surface of Mercury, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 4, e2019JA027706, doi: 10.1029/2019JA027706, 2020.
- Fadanelli, S., Lavraud, B., Califano, F., **Cozzani, G.**, Finelli, F., & Sisti, M., Energy conversions associated with magnetic reconnection, *Journal of Geophysical Research (Space Physics)*, 125, e2020JA028333, doi:10.1029/2020JA028333, 2020.
- Fletcher, L. N., Helled, R., Roussos, E., Jones, G., Charnoz, S., Andre, N., **Andrews, D.**, Bannister, M., Bunce, E., Cavalie, T., Ferri, F., Fortney, J., Grassi, D., Griton, L., Hartogh, P., Hueso, R., Kaspi, Y., Lamy, L., Masters, A., Melin, H., Moses, J., Mousis, O., Nettleman, N., Plainaki, C., Schmidt, J., Simon, A., Tobie, G., Tortora, P., Tosi, F., Turrini, D., Ice Giant Systems: The scientific potential of orbital missions to Uranus and Neptune, *Planetary and Space Science*, 191, 105030, doi: 10.1016/j.pss.2020.105030, 2020.
- Fu, H. S., Chen, F., Chen, Z. Z., Xu, Y., Wang, Z., Liu, Y. Y., Liu, C. M., **Khotyaintsev, Y. V.**, Ergun, R. E., Giles, B. L., Burch, J. L., First Measurements of Electrons and Waves inside an Electrostatic Solitary Wave, *Phys. Rev. Lett.*, 124, 9, 095101, doi: 10.1103/PhysRevLett.124.095101, 2020.
- Galand, M., Feldman, P. D., Bockelee-Morvan, D., Biver, N., Cheng, Y. -C., Rinaldi, G., Rubin, M., Altwegg, K., Deca, J., Beth, A., Stephenson, P., Heritier, K. L., Henri, P., Parker, J. Wm., Carr, C., **Eriksson, A. I.**, Burch, J., Far-ultraviolet aurora identified at comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, *Nature Astronomy*, 4, 11, doi: 10.1038/s41550-020-1171-7, 2020.
- Gao, J. W., Rong, Z. J., **Persson, M.**, **Stenberg, G.**, Zhang, Y. C., Klinger, L., **Wang X.D.**, Liu, D., Wei, Y., **Barabash, S.**, **Futaana, Y.**, (2021), In situ observations of the ion diffusion region in the Venusian magnetotail, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 1, e2020JA028547, doi: 10.1029/2020JA028547, 2020.
- Gilet, N., Henri, P., Wattieaux, G., Traore, N., **Eriksson, A. I.**, Vallieres, X., More, J., Randriamboarison, O., **Odelstad, E.**, **Johansson, F. L.**, Rubin, M., Observations of a mix of cold and warm electrons by RPC-MIP at 67P/Churyumov-Gerasimenko, *Astronomy & Astrophysics*, 640, A110, doi: 10.1051/0004-6361/201937056, 2020.
- Gingell, I., Schwartz, S. J., Eastwood, J. P., Stawarz, J. E., Burch, J. L., Ergun, R. E., Fuselier, S. A., Gershman, D. J., Giles, B. L., **Khotyaintsev, Y. V.**, Lavraud, B., Lindqvist, P. -A., Paterson, W. R., Phan, T. D., Russell, C. T., Strangeway, R. J., Torbert, R. B., Wilder, F., Statistics of Reconnecting Current Sheets in the Transition Region of Earth's Bow Shock, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 1, e2019JA027119, doi: 10.1029/2019JA027119, 2020.
- Gunell, H.; Götz, C., Odelstad, E., Beth, A., Hamrin, M., Henri, P., **Johansson, F. L.**, Nilsson, H. & Stenberg Wieser, G., Ion acoustic waves near a comet nucleus: Rosetta observations at comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, *Ann. Geophys. Discuss.*, doi:10.5194/angeo-2020-59, 2020.
- Guzzi, G., **Settino, A.**, Valentini, F., & Malara, F., Exact hybrid-kinetic equilibria for magnetized plasmas with shearing flows, *Astronomy & Astrophysics*, doi:10.1051/0004-6361/202039656, 2020.
- Habarulema, J. B., Katamzi-Joseph, Z. T., Burešová, D., Nndanganeni, R., Matamba, T., Tshisaphungo, M., **Buchert, S.**, Kosch, M., Lotz, S., Cilliers, P., & Mahrous, A., Ionospheric Response at Conjugate Locations During the 7-8 September 2017 Geomagnetic Storm Over the Europe-African Longitude Sector, *Journal of Geophysical Research (Space Physics)*, 125, e28307, doi:10.1029/2020JA028307, 2020.
- Han, Q.-Q., Fraenz, M., Wei, Y., Dubinin, E., Cui, J., Chai, L.-H., Rong, Z.-J., Wan, W.-X., **Futaana, Y.**, EUV-dependence of Venusian dayside ionopause altitude: VEX and PVO observations, *Earth and Planetary Physics*, 4, 1, 73-81, doi: 10.26464/epp2020011, 2020
- Hanson, E. L. M., Agapitov, O. V., Vasko, I. Y., Mozer, F. S., Krasnoselskikh, V., Bale, S. D., Avanov, L., **Khotyaintsev, Y.**, & Giles, B., Shock Drift Acceleration of Ions in an

- Interplanetary Shock Observed by MMS, *The Astrophysical Journal*, 891, L26, doi:10.3847/2041-8213/ab7761, 2020.
- Hasegawa, H., Nakamura, T. K. M., Gershman, D. J., Nariyuki, Y., Vinas, A. F., Giles, B. L., Lavraud, B., Russell, C. T., **Khotyaintsev, Y. V.**, Ergun, R. E., Saito, Y., Generation of Turbulence in Kelvin-Helmholtz Vortices at the Earth's Magnetopause: Magnetospheric Multiscale Observations, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 3, e2019JA027595, doi: 10.1029/2019JA027595, 2020.
- Hietala, H., **Dimmock, A. P.**, Zou, Y., Garcia-Sage, K., The Challenges and Rewards of Running a Geospace Environment Modeling Challenge, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 3, e2019JA027642, doi: 10.1029/2019JA027642, 2020.
- Huybrighs, H. L. F., Roussos, E., Blocker, A., Krupp, N., **Futaana, Y.**, **Barabash, S.**, Hadid, L. Z., Holmberg, M. K. G., Lomax, O., Witasse, O., An Active Plume Eruption on Europa During Galileo Flyby E26 as Indicated by Energetic Proton Depletions, *Geophys. Res. Lett.*, 47, 10, e2020GL087806, doi: 10.1029/2020GL087806, 2020.
- Hwang, K.-J., Dokgo, K., Choi, E., Burch, J. L., Sibeck, D. G., Giles, B. L., Hasegawa, H., Fu, H. S., Liu, Y., Wang, Z., Nakamura, T. K. M., Ma, X., Fear, R. C., **Khotyaintsev, Y.**, **Graham, D. B.**, Shi, Q. Q., Escoubet, C. P., Gershman, D. J., Paterson, W. R., Pollock, C. J., Ergun, R. E., Torbert, R. B., Dorelli, J. C., Avanov, L., Russell, C. T., Strangeway, R. J., Magnetic Reconnection Inside a Flux Rope Induced by Kelvin-Helmholtz Vortices, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 4, e2019JA027665, doi: 10.1029/2019JA027665, 2020.
- Hwang, K. -J., Nishimura, Y., Coster, A. J., Gillies, R. G., Fear, R. C., Fuselier, S. A., Petrinc, S. M., Burch, J. L., Dokgo, K., Sibeck, D. G., Giles, B. L., Russell, C. T., Strangeway, R. J., Gershman, D. J., Pollock, C. J., **Khotyaintsev, Y.**, Torbert, R. B., Ergun, R. E., Moen, J. I., Clausen, L. B., Sequential Observations of Flux Transfer Events, Poleward-Moving Auroral Forms, and Polar Cap Patches, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 6, e2019JA027674, doi: 10.1029/2019JA027674, 2020.
- Jamjareegulgarn, P., Supnithi, P., Kenpankho, P., Wichaipanich, N., **Nayak, C.**, Improving the modeling of bottomside thickness parameters over midlatitudes and high latitudes, *Advances in Space Res.*, 65, 3, 909-932, doi: 10.1016/j.asr.2019.10.026, 2020.
- Johansson, F.L.**, Rosetta Observations of Plasma and Dust at Comet 67P, ISSN 1651-6214.ISBN978-91-513-1070-1,urn:nbn:se :uu:diva-425953, 2020.
- Johansson, F. L.**, **Eriksson, A. I.**, Gilet, N., Henri, P., Wattieaux, G., Taylor, M. G. G. T., Imhof, C., Cipriani, F., A charging model for the Rosetta spacecraft, *Astronomy & Astrophysics*, 642, A43, doi: 10.1051/0004-6361/202038592, 2020.
- Karlsson, T. Kasaba, Y., **Wahlund, J. -E.**, Henri, P., Bylander, L., **Puccio, W.**, **Jansson, S. -E.**, **Ählen, L.**, Kallio, E., Kojima, H., Kumamoto, A., Lappalainen, K., Lybekk, B., Ishisaka, K., **Eriksson, A.**, **Morooka, M.**, The MEFISTO and WPT Electric Field Sensors of the Plasma Wave Investigation on the BepiColombo Mio Spacecraft Measurements of Low and High Frequency Electric Fields at Mercury, *Space Science Rev.*, 216, 8, 132, doi: 10.1007/s11214-020-00760-0, 2020.
- Kasaba, Y., Takashima, T., Matsuda, S., Eguchi, S., Endo, M., Miyabara, T., Taeda, M., Kuroda, Y., Kasahara, Y., Imachi, T., Kojima, H., Yagitani, S., Moncuquet, M., **Wahlund, J.-E.**, Kumamoto, A., Matsuoka, A., Baumjohann, W., Yokota, S., Asamura, K., Saito, Y., Delcourt, D., Hirahara, M., Barabash, S., Andre, N., Kobayashi, M., Yoshikawa, I., Murakami, G., & Hayakawa, H., Mission Data Processor Aboard the BepiColombo Mio Spacecraft: Design and Scientific Operation Concept, *Space Science Reviews*, 216, 34, doi:10.1007/s11214-020-00658-x, 2020.
- Kasaba, Y., Kojima, H., Moncuquet, M., **Wahlund, J.-E.**, Yagitani, S., Sahraoui, F., Henri, P., Karlsson, T., Kasahara, Y., Kumamoto, A., Ishisaka, K., Issautier, K., Wattieaux, G., Imachi, T., Matsuda, S., Lichtenberger, J., Usui, H., Plasma Wave Investigation (PWI) Aboard BepiColombo Mio on the Trip to the First Measurement of Electric Fields, Electromagnetic Waves, and Radio Waves Around Mercury, *Space Science Rev.*, 216, 4, 65, doi: 10.1007/s11214-020-00692-9, 2020.
- Kastinen, D.**, **Kero, J.**, Probabilistic analysis of ambiguities in radar echo direction of arrival from meteors, *Atmospheric Measurement Techniques*, 13, 12, 6813-6835, doi: 10.5194/amt-13-6813-2020, 2020.
- Kastinen, D.**, Tveito, T., Vierinen, J., Granvik, M., Radar observability of near-Earth objects using EISCAT 3D, *Annales Geophysicae*, 38, 4, 861-879, doi: 10.5194/angeo-38-861-2020, 2020.

- Kastinen, D.**, The use of particle distributions in Solar system small body dynamics, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 492, 2, 1566-1578, doi: 10.1093/mnras/stz3432, 2020.
- Kilpua, E. K. J., Fontaine, D., Good, S. W., Ala-Lahti, M., Osmane, A., Palmerio, E., **Yordanova, E.**, Moissard, C., **Hadid, L. Z.**, Janvier, M., Magnetic field fluctuation properties of coronal mass ejection-driven sheath regions in the near-Earth solar wind, *Annales Geophysicae*, 38, 5, 999-1017, doi: 10.5194/angeo-38-999-2020, 2020.
- Kim, H., Shiokawa, K., Park, J., Miyoshi, Y., Miyashita, Y., Stolle, C., Kim, K.-H., Matzka, J., **Buchert, S.**, Fromm, T., Hwang, J., Ionospheric Plasma Density Oscillation Related to EMIC Pc1 Waves, *Geophys. Res. Lett.*, 47, 15, e2020GL089000, doi: 10.1029/2020GL089000, 2020.
- Kislyakova, K. G., Johnstone, C. P., Scherf, M., **Holmstrom, M.**, Alexeev, I. I., Lammer, H., Khodachenko, M. L., Guedel, M., Evolution of the Earth's Polar Outflow From Mid-Archean to Present, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 8, e2020JA027837, doi: 10.1029/2020JA027837, 2020.
- Khotyaintsev, Y. V., Graham, D. B., Steinvall, K., Alm, L., Vaivads, A., Johlander, A., Norgren, C., Li, W., Divin, A., Fu, H. S., Hwang, K.-J., Burch, J. L., Ahmadi, N., Le Contel, O., Gershman, D. J., Russell, C. T., & Torbert, R. B.**, Electron Heating by Debye-Scale Turbulence in Guide-Field Reconnection, *Physical Review Letters*, 124, 045101, doi:10.1103/PhysRevLett.124.045101, 2020.
- Kilpua, E. K. J., Fontaine, D., Good, S. W., Ala-Lahti, M., Osmane, A., Palmerio, E., **Yordanova, E.**, Moissard, C., Hadid, L. Z., & Janvier, M., Magnetic field fluctuation properties of coronal mass ejection-driven sheath regions in the near-Earth solar wind, *Annales Geophysicae*, 38, 999, doi:10.5194/angeo-38-999-2020, 2020.
- Kim, H., Shiokawa, K., Park, J., Miyoshi, Y., Miyashita, Y., Stolle, C., Kim, K.-H., Matzka, J., **Buchert, S.**, Fromm, T., & Hwang, J., Ionospheric Plasma Density Oscillation Related to EMIC Pc1 Waves, *Geophysical Research Letters*, 47, e89000, doi:10.1029/2020GL089000, 2020.
- Krcelic, P., Haaland, S., Maes, L., Slapak, R., **Schillings, A.**, Estimating the fate of oxygen ion outflow from the high-altitude cusp, *Annales Geophysicae*, 38, 2, 491-505, doi: 10.5194/angeo-38-491-2020, 2020.
- Leyser, T. B., Gustavsson, B., Rexer, T., Rietveld, M. T.**, Electron heating by HF pumping of high-latitude ionospheric F-region plasma near magnetic zenith, *Annales Geophysicae*, 38, 2, 297-307, doi: 10.5194/angeo-38-297-2020, 2020.
- Lalti, A., Khotyaintsev, Y., Graham, D. B., Vaivads, A., Steinvall, K., & Russell, C. T.**, Source of Whistler Precursor Waves At Quasi-Perpendicular Super-Critical Shocks, *arXiv e-prints*, arXiv:2011.10593, 2020.
- Li, W. Y., **Graham, D. B., Khotyaintsev, Yu. V., Vaivads, A., Andre, M., Min, K., Liu, K., Tang, B. B., Wang, C., Fujimoto, K., Norgren, C., Toledo-Redondo, S., Lindqvist, P. -A., Ergun, R. E., Torbert, R. B., Rager, A. C., Dorelli, J. C., Gershman, D. J. Giles, B. L., Lavraud, B., Plaschke, F., Magnes, W., Le Contel, O., Russell, C. T., Burch, J. L.**, Electron Bernstein waves driven by electron crescents near the electron diffusion region, *Nature Communications*, 11, 1141, doi: 10.1038/s41467-019-13920-w, 2020.
- Lotekar, A., Vasko, I. Y., Mozer, F. S., Hutchinson, I., Artemyev, A. V., Bale, S. D., Bonnell, J. W., Ergun, R., Giles, B., **Khotyaintsev, Y. V., Lindqvist, P.-A., Russell, C. T., & Strangeway, R.**, Multisatellite MMS Analysis of Electron Holes in the Earth's Magnetotail: Origin, Properties, Velocity Gap, and Transverse Instability, *Journal of Geophysical Research (Space Physics)*, 125, e28066, doi:10.1029/2020JA028066, 2020.
- Madanian, H., Burch, J. L., **Eriksson, A. I., Cravens, T. E., Galand, M., Vignen, E., Goldstein, R., Nemeth, Z., Mokashi, P., Richter, I., Rubin, M.**, Electron dynamics near diamagnetic regions of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, *Planetary and Space Science*, 187, 104924, doi: 10.1016/j.pss.2020.104924, 2020.
- Maksimovic, M., Bale, S. D., Chust, T., **Khotyaintsev, Y., Krasnoselskikh, V., Kretzschmar, M., Plettemeier, D., Rucker, H. O., Soucek, J., Steller, M., Stverak, S., Travnicek, P., Vaivads, A., Chaintreuil, S., Dekkali, M., Alexandrova, O., Astier, P. -A., Barbary, G., Berard, D., Bonnin, X., Boughedada, K., Cecconi, B., Chapron, F., Chariet, M., Collin, C., de Conchy, Y., Dias, D., Gueguen, L., Lamy, L., Leray, V., Lion, S., Malac-Allain, L. R., Matteini, L., Nguyen, Q. N., Pantellini, F., Parisot, J., Plasson, P., Thijs, S., Vecchio, A., Fratter, I., Bellouard, E., Lorfèvre, E., Danto, P., Julien, S., Guilhem, E., Fiachetti, C., Sanisidro, J.**

- Laffaye, C., Gonzalez, F., Pontet, B., Queruel, N., Jannet, G., Fergeau, P., Brochot, J. -Y., Cassam-Chenai, G., de Wit, T. Dutok., Timofeeva, M., Vincent, T., Agrapart, C., Delory, G. T., Turin, P., Jeandet, A., Leroy, P., Pellion, J. -C., Bouzid, V., Katra, B., Piberne, R., Recart, W., Santolik, O., Kolmasova, I., Krupar, V., Kruparova, O., Pisa, D., Uhlir, L., Lan, R., Base, J., **Ählen, L., Andre, M., Bylander, L., Cripps, V., Cully, C., Eriksson, A., Jansson, S. -E., Johansson, E. P. G., Karlsson, T., Puccio, W., Brinek, J., Oettacher, H., Panchenko, M., Berthomier, M., Goetz, K., Hellinger, P., Horbury, T. S., Issautier, K., Kontar, E., Krucker, S., Le Contel, O., Louarn, P., Martinovic, M., Owen, C. J., Retino, A., Rodriguez-Pacheco, J., Sahraoui, F., Wimmer-Schweingruber, R. F., Zaslavsky, A., Zouganelis, I., The Solar Orbiter Radio and Plasma Waves (RPW) instrument, *Astronomy & Astrophysics*, 642, A12, doi: 10.1051/0004-6361/201936214, 2020.**
- Man, H. Y., Zhou, M., Yi, Y. Y., Zhong, Z. H., Tian, A. M., Deng, X. H., **Khotyaintsev, Y.**, Russell, C. T., Giles, B. L., Observations of Electron-Only Magnetic Reconnection Associated With Macroscopic Magnetic Flux Ropes, *Geophys. Res. Lett.*, 47, 19, e2020GL089659, doi: 10.1029/2020GL089659, 2020.
- Milillo, A., Fujimoto, M., Murakami, G., Benkhoff, J., Zender, J., Aizawa, S., Dosa, M., Griton, L., Heyner, D., Ho, G., Imber, S. M. Jia., Karlsson, T., Killen, R. M., Laurenza, M., Lindsay, S. T., McKenna-Lawlor, S., Mura, A., Raines, J. M., Rothery, D. A., Andre, N., Baumjohann, W., Berezhnoy, A., Bourdin, P. A., Bunce, E. J., Califano, F., Deca, J., de la Fuente, S., Dong, C., Grava, C., **Fatemi, S.**, Henri, P., Ivanovski, S. L., Jackson, B. V., James, M., Kallio, E., Kasaba, Y., Kilpua, E., Kobayashi, M., Langlais, B., Leblanc, F., Lhotka, C., Mangano, V., Martindale, A., Massetti, S., Masters, A., **Morooka, M.**, Narita, Y., Oliveira, J. S., Odstrcil, D., Orsini, S., Pelizzo, M. G., Plainaki, C., Plaschke, F. Sahraoui., Seki, K., Slavin, J. A., Vainio, R., Wurz, P., **Barabash, S.**, Carr, C. M., Delcourt, D., Glassmeier, K.-H., Grande, M., Hirahara, M., Huovelin, J., Korabely, O., Kojima, H., Lichtenegger, H., Livi, S., Matsuoka, A., Moissl, R., Moncuquet, M., Muinonen, K., Quemerais, E., Saito, Y., Yagitani, S., Yoshikawa, I., **Wahlund, J.-E.**, Investigating Mercury's Environment with the Two-Spacecraft BepiColombo Mission, *Space Science Rev.*, 216, 5, 93, doi: 10.1007/s11214-020-00712-8, 2020.
- Murakami, G., Hayakawa, H., Ogawa, H., Matsuda, S., Seki, T., Kasaba, Y., Saito, Y., Yoshikawa, I., Kobayashi, M., Baumjohann, W., Matsuoka, A., Kojima, H., Yagitani, S., Moncuquet, M., **Wahlund, J.-E.**, Delcourt, D., Hirahara, M., **Barabash, S.**, Korabely, O., Fujimoto, M., Mio-First Comprehensive Exploration of Mercury's Space Environment: Mission Overview, *Space Science Rev.*, 216, 7, 113, doi: 10.1007/s11214-020-00733-3, 2020.
- Nilsson, H., Williamson, H., Bergman, S., Wieser, G. Stenberg., Wieser, M., Behar, E., Eriksson, A. I., Johansson, F. L.**, Richter, I., Goetz, C., Average cometary ion flow pattern in the vicinity of comet 67P from moment data, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 498, 4, 5263- 5272, doi: 10.1093/mnras/staa2613, 2020.
- Nixon, C. A., Abshire, J., Ashton, A., Barnes, J. W., Carrasco, N., Choukroun, M., Coustenis, A., Couston, L.-A., **Edberg, N.**, Gagnon, A., Hofgartner, J. D., Iess, L., Le Mouélic, S., Lopes, R., Lora, J., Lorenz, R. D., Luspai-Kuti, A., Malaska, M., Mandt, K., Mastrogiuseppe, M., Mazarico, E., Neveu, M., Perron, T., Radebaugh, J., Rodriguez, S., Salama, F., Schoenfeld, A., Soderblom, J. M., Solomonidou, A., Snowden, D., Sun, X., Teanby, N., Tobie, G., Trainer, M. G., Tucker, O. J., Turtle, E. P., Vinatier, S., Vuitton, V., & Zhang, X., The Science Case for a Titan Flagship-class Orbiter with Probes, *arXiv e-prints*, arXiv:2008.05680, 2020.
- Norgren, C., Hesse, M., **Graham, D. B., Khotyaintsev, Yu. V.**, Tenfjord, P., Vaivads, A., **Steinvall, K.**, Xu, Y., Gershman, D. J., Lindqvist, P.-A., Plaschke, F., Burch, J. L., Electron Acceleration and Thermalization at Magnetotail Separatrices, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 4, e2019JA027440, doi: 10.1029/2019JA027440, 2020.
- Odelstad, E., Eriksson, A. I., André, M., Graham, D. B., Karlsson, T., Vaivads, A., Vigren, E., Goetz, C., Nilsson, H., Henri, P., Stenberg-Wieser, G.**, Plasma density and magnetic field fluctuations in the ion gyro-frequency range near the diamagnetic cavity of comet 67P, *J. of Geophys. Res. Space Physics*, 125, e2020JA028592, <https://doi.org/10.1029/2020JA028592>, 2020.
- Odert, P. N.V. Erkaev, K.G. Kislyakova, H. Lammer, A.V. Mezentsev, V.A. Ivanov, L. Fossati, M. Leitzinger, D. Kubyschkina, and **M. Holmström**, Modeling the Ly $\alpha$  transit absorption of the hot Jupiter HD 189733b,

- Astronomy & Astrophysics*, Volume 638, A49, doi: 10.1051/0004-6361/201834814, 2020.
- Ohsawa, R., Hirota, A., Morita, K., Abe, S., **Kastinen, D.**, **Kero, J.**, **Szasz, C.**, Fujiwara, Y., Nakamura, T., Nishimura, K., Sako, S., Watanabe, J.-I., Aoki, T., Arima, N., Arimatsu, K., Doi, M., Ichiki, M., Ikeda, S., Ita, Y., Kasuga, T., Kobayashi, N., Kokubo, M., Konishi, M., Maehara, H., Miyata, T., Mori, Y., Morii, M., Morokuma, T., Motohara, K., Nakada, Y., Okumura, S.-I., Sarugaku, Y., Sato, M., Shigeyama, T., Soyano, T., Takahashi, H., Tanaka, M., Tarusawa, K.-I., Tominaga, N., Urakawa, S., Usui, F., Yamashita, T., Yoshikawa, M., Relationship between radar cross section and optical magnitude based on radar and optical simultaneous observations of faint meteors, *Planetary and Space Science*, 194, 105011, doi: 10.1016/j.pss.2020.105011, 2020.
- Ogawa, Y., Tanaka, Y., Kadokura, A., Hosokawa, K., Ebihara, Y., Motoba, T., Gustavsson, B., **Brändström, U.**, Sato, Y., Oyama, S., Ozaki, M., Raita, T., Sigernes, F., Nozawa, S., Shiokawa, K., Kosch, M., Kauristie, K., Hall, C., Suzuki, S., Miyoshi, Y., Gerrard, A., Miyaoka, H., Fujii, R., Development of low-cost multi-wavelength imager system for studies of aurora and airglow, *Polar Science*, 23, 100501, doi: 10.1016/j.polar.2019.100501, 2020.
- Olshevsky, V., Pontin, D. I., Williams, B., Parnell, C. E., Fu, H. S., Liu, Y., Yao, S., **Khotyaintsev, Y. V.**, A comparison of methods for finding magnetic nulls in simulations and in situ observations of space plasmas, *Astronomy & Astrophysics*, 644, A150, doi: 10.1051/0004-6361/202039182, 2020.
- Perri, S., Perrone, D., **Yordanova, E.**, Sorriso-Valvo, L., Paterson, W. R., Gershman, D. J., Giles, B. L., Pollock, C. J., Dorelli, J. C., Avanov, L. A., Lavraud, B., Saito, Y., Nakamura, R., Fischer, D., Baumjohann, W., Plaschke, F., Narita, Y., Magnes, W., Russell, C. T., Strangeway, R. J., Le Contel, O., **Khotyaintsev, Y.**, Valentini, F., On the deviation from Maxwellian of the ion velocity distribution functions in the turbulent magnetosheath, *J. of Plasma Physics*, 86, 1, 905860108, doi:10.1017/S0022377820000021, 2020.
- Persoon, A. M., Kurth, W. S., Gurnett, D. A., Groene, J. B., Smith, H. T., Perry, M. E., **Morooka, M. W.**, Ye, S., Evidence of Electron Density Enhancements in the Post-Apoapsis Sector of Enceladus' Orbit, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 6, e2019JA027768, doi: 10.1029/2019JA027768, 2020.
- Persson, M.** "Escape to space or return to Venus: Ion flow measured by Venus Express", ISBN: 978-91-7855-379-2 (digital) ISBN: 978-91-7855-378-5 (tryckt), IRF Scientific Report 311, ISSN 0284-170, 2020.
- Persson, M.**, **Futaana, Y.**, Ramstad, R., Masunaga, K., **Nilsson, H.**, Hamrin, M., Fedorov, A., **Barabash, S.**, The Venusian Atmospheric Oxygen Ion Escape: Extrapolation to the Early Solar System, *J. of Geophys. Res.-Planets*, 125, 3, e2019JE006336, doi: 10.1029/2019JE006336, 2020.
- Price, L., Swisdak, M., Drake, J. F., **Graham, D. B.**, Turbulence and Transport During Guide Field Reconnection at the Magnetopause, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 4, e2019JA027498, doi: 10.1029/2019JA027498, 2020.
- Roberts, O. W., Nakamura, R., Torkar, K., Narita, Y., Holmes, J. C., Voeroes, Z., Lhotka, C., Escoubet, C. P., **Graham, D. B.**, Gershman, D. J., **Khotyaintsev, Y.**, Lindqvist, P.-A., Sub-ion Scale Compressive Turbulence in the Solar Wind: MMS Spacecraft Potential Observations, *Astrophys. J. Supplement series*, 250, 2, 35, doi: 10.3847/1538-4365/abb45d, 2020.
- Sánchez-Cano, Beatriz, Clara Narvaez, Mark Lester, Michael Mendillo, Majd Mayyasi, **Mats Holmstrom**, Jasper Halekas, Laila Andersson, Christopher M. Fowler, James P. McFadden, Sofija Durward, Mars' ionopause: A matter of pressures, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 9, 2020.
- Sanchez-Cano, B., Lester, M., Witasse, O., Morgan, D. D., Opgenoorth, H., **Andrews, D. J.**, Brelvi, P.-L., Cowley, Stanley W. H., Kopf, A. J., Leblanc, F., Espley, J. R., Cardesin-Moinelo, A., Mars' Ionospheric Interaction With Comet C/2013 A1 Siding Spring's Coma at Their Closest Approach as Seen by Mars Express, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 1, e2019JA027344, doi:10.1029/2019JA027344, 2020.
- Sarris, T. E., Talaat, E. R., Palmroth, M., Dandouras, I., Armandillo, E., Kervalishvili, G., **Buchert, S.**, Tourgaidis, S., Malaspina, D. M., Jaynes, A. N., Paschalidis, N., Sample, J., Halekas, J., Doornbos, E., Lappas, V., Jorgensen, T. M., Stolle, C., Clilverd, M., Wu, Q., Sandberg, I., Pirnaris, P., Aikio, A., Daedalus: a low-flying spacecraft for in situ exploration of the lower thermosphere-ionosphere, *Geoscientific Instrumentation*



- Methods and Data Systems*, 9, 1, 153-191, doi: 10.5194/gi-9-153-2020, 2020.
- Schillings, A.**, Gunell, H., **Nilsson, H.**, De Spiegeleer, A., Ebihara, Y., Westerberg, L. G., **Yamauchi, M.**, Slapak, R., The fate of O<sup>+</sup> ions observed in the plasma mantle: particle tracing modelling and cluster observations, *Annales Geophysicae*, 38, 3, 645-656, doi: 10.5194/angeo-38-645-2020, 2020.
- Shevchuk, N., Pertsev, N., **Dalin, P.**, Perminov, V., Wave-induced variations in noctilucent cloud brightness: model and experimental studies, *J. of Atmospheric and Solar-Terrestrial Phys.*, 203, 105257, doi: 10.1016/j.jastp.2020.105257, 2020.
- Shebanits, O., **Hadid, L. Z.**, Cao, H., **Morooka, M. W.**, Hunt, G. J., Dougherty, M. K., **Wahlund, J.-E.**, Waite, J. H. Jr., Muller-Wodarg, I., Saturn's near-equatorial ionospheric conductivities from in situ measurements, *Scientific Reports*, 10, 1, 7932, doi: 10.1038/s41598-020-64787-7, 2020.
- Solodovnik, A. A., Leontyev, P. I., **Dalin, P.**, Studies of the influence of tropospheric factors on the formation of noctilucent clouds by a cartographic method, *J. of Atmospheric and Solar-Terrestrial Phys.*, 200, 105224, ERhttps://doi.org/10.1016/j.jastp.2020.105224
- Stergiopoulou, K.**, **Andrews, D. J.**, **Edberg, N. J. T.**, Halekas, J., Kopf, A., Lester, M., Opgenoorth, H. J., & Sánchez-Cano, B., Mars Express Observations of Cold Plasma Structures in the Martian Magnetotail, *Journal of Geophysical Research (Space Physics)*, 125, e28056, doi:10.1029/2020JA028056, 2020.
- Takahashi, K., Turc, L., Kilpua, E., Takahashi, N., **Dimmock, A. P.**, Kajdic, P., Palmroth, M., Pfau-Kempf, Y., Soucek, Y., Motoba, T., Hartinger, M. D., Artemyev, A., Singer, H., Ganse, U., Battarbee, M., Propagation of Ultralow-Frequency Waves From the Ion Foreshock Into the Magnetosphere During the Passage of a Magnetic Cloud, *Journal of Geophysical Research (Space Physics)*, doi:10.1029/2020JA028474, 2020 (in press).
- Tamburini, F., **Thide, B.**, Della V. M., Measurement of the spin of the M87 black hole from its observed twisted light, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 492, 1, L22-L27, doi: 10.1093/mnrasl/slz176, 2020.
- Tang, B.-B., Li, W. Y., **Graham, D. B.**, Wang, C., **Khotyaintsev, Yu, V.**, Le, A., Giles, B. L., Lindqvist, P.-A., Ergun, R. E., Burch, J. L., Lower Hybrid Waves at the Magnetosheath Separatrix Region, *Geophys. Res. Lett.*, 47, 20, e2020GL089880, doi: 10.1029/2020GL089880, 2020.
- Tang, B.-B., Li, W. Y., Le, A., **Graham, D. B.**, Wu, Y.-F., Wang, C., **Khotyaintsev, Y. V.**, Egedal, J., Tao, X., Gershman, D. J., Giles, B. L., Lindqvist, P.-A., Ergun, R. E., Russell, C. T., Burch, J. L., Electron Mixing and Isotropization in the Exhaust of Asymmetric Magnetic Reconnection With a Guide Field, *Geophys. Res. Lett.*, 47, 14, e2020GL087159, doi: 10.1029/2020GL087159, 2020.
- Tereshchenko, E. D., Cherniakov, S. M., Yurik, R. Yu., Rietveld, M. T., **Häggström, I.**, Total Electron Content Measurements in the Ionosphere Disturbed by High-Power High-Frequency Waves by the Methods of Incoherent Scattering of Radio Waves and Radio Sounding by Glonass Satellite Signal, *Radiophysics and Quantum Electronics*, 62, 10, 667-676, doi: 10.1007/s11141-020-10012-4, 2020.
- Tu, Q., Hase, F., Blumenstock, T., Kivi, R., Heikkinen, P., Sha, M. K., **Raffalski, U.**, Landgraf, J., Lorente, A., Borsdorff, T., Chen, H., Dietrich, F., Chen, J., Intercomparison of atmospheric CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> abundances on regional scales in boreal areas using Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) analysis, Collaborative Carbon Column Observing Network (COCCON) spectrometers, and Sentinel-5 Precursor satellite observations, *Atmospheric Measurement techniques*, 13, 9, 4751- 4771, doi: 10.5194/amt-13-4751-2020, 2020.
- Turc, L., Taryus, V., **Dimmock, A. P.**, Battarbee, M., Ganse, U., **Johlander, A.**, Grandin, M., Pfau-Kempf, Y., Dubart, M., Palmroth, M., Asymmetries in the Earth's dayside magnetosheath: results from global hybrid-Vlasov simulations, *Annales Geophysicae*, 38, 5, 1045-1062, doi: 10.5194/angeo-38-1045-2020, 2020.
- Upton, D. W.**, Haigh, R. P., Mather, P. J., Lazaridis, P. I., Mistry, K. K., Zaharis, Z. D., Tachtatzis, C., Atkinson, R. C., Gated Pipelined Folding ADC-Based Low Power Sensor for Large-Scale Radiometric Partial Discharge Monitoring, *IEEE Sensors J.*, 20, 14, 7826-7836, doi:10.1109/JSEN.2020.2982576, 2020.
- Vigren, E.**, Dieckmann, A., Simple Solutions of Lattice Sums for Electric Fields Due to Infinitely Many Parallel Line Charges, *Symmetry-Basel*, 12, 6, 1040, doi: 10.3390/sym12061040, 2020.
- Wedlund, C. S., **Behar, E.**, **Nilsson, H.**, Alho, M., Kallio, E., Gunell, H., Bodewits, D., Heritier, K., Galand, M., Beth, A., Rubin, M.,

- Altwegg, K., Volwerk, M., Gronoff, G., Hoekstra, R., Solar wind charge exchange in cometary atmospheres: III. Results from the Rosetta mission to comet 67P/Churyumov-Gerasimenko (vol 630, A37, 2019), *Astronomy & Astrophysics*, 640, C3, doi: 10.1051/0004-6361/201834881e, 2020.
- Wieser, M., Barabash, S., Wang, X.-D.,** Grigoriev, A., Zhang, A., Wang, C., Wang, W., The Advanced Small Analyzer for Neutrals (ASAN) on the Chang'E-4 Rover Yutu-2, *Space Science Rev.*, 216, 4, 73, doi: 10.1007/s11214-020-00691-w, 2020.
- Williamson, H. N., Nilsson, H., Wieser, G. Stenberg., Eriksson, A. I.,** Richter, I., Goetz, C., Momentum and Pressure Balance of a Comet Ionosphere, *Geophys. Res. Lett.*, 47, 15, e2020GL088666, doi: 10.1029/2020GL088666, 2020.
- Yamauchi, M.,** Johnsen, M. G., Enell, C. –F., Tjulin, A., Willer, A., Sormakov, D. A. High-latitude crochet: solar-flare-induced magnetic disturbance independent from low-latitude crochet, *Annales Geophysicae*, 38, 6, 1159-1170, doi: 10.5194/angeo-38-1159-2020, 2020.
- Yordanova, E.,** Voros, Z., Raptis, S., Karlsson, T., Current Sheet Statistics in the Magnetosheath, *Front. in Astronomy and Space Sciences*, 7, 2, doi: 10.3389/fspas.2020.00002, 2020.
- Zhang, L. Q., Baumjohann, W., **Khotyaintsev, Yu. V.,** Burch, J. L., Webster, J., Wang, J. Y., Wang, C., Dai, L., Zhang, C. Y., BBF Deceleration Down-Tail of X <-15 R-E From MMS Observation, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 125, 2, e2019JA026837, doi: 10.1029/2019JA026837, 2020.
- Zhang, A., **Wieser, M.,** Wang, C., **Barabash, S.,** Wang, W., **Wang, X.,** Zou, Y., Li, L., Cao, J., **Kalla, L.,** Dai, L., **Svensson, J.,** Kong, L., **Oja, M.,** Liu, B., **Alatalo, V.,** Zhang, Y., **Talonen, J.,** Sun, Y., **Emanuelsson, M.,** Xue, C., Wang, L., Wang, F., Liu, W., Emission of energetic neutral atoms measured on the lunar surface by Chang' E-4, *Planetary and Space Science*, 189, 104970, doi: 10.1016/j.pss.2020.104970, 2020.
- Zhao, J., Wang, T., **Graham, D. B.,** He, J., Liu, W., Dunlop, M. W., Wu, D., Identification of the Nature of Electromagnetic Waves near the Proton-cyclotron Frequency in Solar-terrestrial Plasmas, *Astrophys. J.*, 890, 1, 17, doi: 10.3847/1538-4357/ab672f, 2020.
- Zhong, Z. H., Zhou, M., Tang, R. X., Deng, X. H., **Khotyaintsev, Y. V.,** Giles, B. L., Paterson, W. R., Pang, Y., Man, H. Y., Russell, C. T., Burch, J. L., Extension of the Electron Diffusion Region in a Guide Field Magnetic Reconnection at Magnetopause, *Astrophys. J. Lett.*, 892, 1, L5, doi: 10.3847/2041-8213/ab7b7c, 2020.
- Zhong, Z. H., Zhou, M., Tang, R. X., Deng, X. H., Turner, D. L., Cohen, I. J., Pang, Y., Man, H. Y., Russell, C. T., Giles, B., Paterson, W. R., **Khotyaintsev, Y.,** Burch, J. L., Direct Evidence for Electron Acceleration Within Ion-Scale Flux Rope, *Geophys. Res. Lett.*, 47, 1, e2019GL085141, doi: 10.1029/2019GL085141, 2020.
- Zouganelis, I., De Groof, A., Walsh, A. P., Williams, D. R., Muller, D., St Cyr, O. C., Auchere, F., Berghmans, D., Fludra, A., Horbury, T. S., Howard, R. A., Krucker, S., Maksimovic, M., Owen, C. J., Rodriguez-Pacheco, J., Romoli, M., Solanki, S. K., Watson, C., Sanchez, L., Lefort, J., Osuna, P., Gilbert, H. R., Nieves-Chinchilla, T., Abbo, L., Alexandrova, O., Anastasiadis, A., Andretta, V., Antonucci, E., Appourchaux, T., Aran, A., Arge, C. N., Aulanier, G., Baker, D., Bale, S. D., Battaglia, M., Bellot Rubio, L., Bemporad, A., Berthomier, M., Bocchialini, K., Bonnin, X., Brun, A. S., Bruno, R., Buchlin, E., Buechner, J., Bucik, R., Carcaboso, F., Carr, R., Carrasco-Blazquez, I., Cecconi, B., Cernuda Cangas, I., Chen, C. H. K., Chitta, L. P., Chust, T., Dalmasse, K., D'Amicis, R., Da Deppo, V., De Marco, R., Dolei, S., Dolla, L., de Wit, T. Dudok., van Driel-Gesztelyi, L., Eastwood, J. P., Espinosa Lara, F., Etesi, L., Fedorov, A., Felix-Redondo, F., Fineschi, S., Fleck, B., Fontaine, D., Fox, N. J., Gandorfer, A., Genot, V., Georgoulis, M. K., Gissot, S., Giunta, A., Gizon, L., Gomez-Herrero, R., Gontikakis, C., Graham, G., Green, L., Grundy, T., Haberreiter, M., Harra, L. K., Hassler, D. M., Hirzberger, J., Ho, G. C., Hurford, G., Innes, D., Issautier, K., James, A. W., Janitzek, N., Janvier, M., Jeffrey, N., Jenkins, J., **Khotyaintsev, Y.,** et al., The Solar Orbiter Science Activity Plan: Translating solar and heliospheric physics questions into action, *Astronomy & Astrophysics*, 642, A3, doi: 10.1051/0004-6361/202038445, 2020.

## Övriga publikationer

- Perminov, V., N. Pertsev, **P. Dalin**, Y. Zheleznov, Changes in molecular oxygen and hydroxyl airglow of the mesosphere and lower thermosphere as observed at Zvenigorod in 2000-2019. *Proceedings of the International society for optics and photonics (SPIE), 11560, the 26th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics, Atmospheric Physics, 115608U, 2020*: <https://doi.org/10.1117/12.2575633>.
- Eriksson, Anders**, Så ger planeter fart åt rymdsond, *Forskning & Framsteg*, 11/2020, s. 65.
- Stenberg Wieser, Gabriella**, Himlen alltid svart från månen: Hur ser solen ut från månen? *Forskning & Framsteg*, 8/2020, s.
- Yamauchi, Masatoshi**, 8 stycken populärvetenskapliga artiklar på japanska (om rymden, satelliter och geofysik) i webbtidningen *WEBBRONZA (Asahi Shinbun)*: <https://webronza.asahi.com/authors/2013013000002.html>

## Examensarbeten

- Nordström, Per**, "Anomalous Meteor Head Echoes Detected by the MU Radar", Master Thesis, Luleå University of Technology, Department of Computer Science, Electrical and Space Engineering, Space Technology, 30HE credits, urn:nbn:se:ltu:diva-79101, 2020
- Möslinger, Anja**, Particle Trajectory Simulations for SCIENA-N: Conversion Surface Design for an ENA Sensor Head

# Förkortningar

ALIS	Auroral Large Imaging System	KVA	Kungl. Vetenskapsakademien
ALIS_4D	Projekt för att studera ljusfenomen, t.ex. norrsken, i den övre atmosfären	Lidar	Light Detection and Ranging
ASAN	Advanced Small Analyzer for Neutrals	LFV	Luftfartsverket
ASPERA(-3 och -4)	Analys of Space Plasmas and Energetic Atoms	LKAB	Luossavaara Kirunavaara Aktiebolag
BROR	Barium Release Optical and Radio rocket experiment	LOU	Lagen om offentlig upphandling
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Frankrike	LTU	Luleå tekniska universitet
CNSA	China National Space Administration	MAARSY	Radarsystemen i Norge
COSPAR	Committee on Space Research	MARA	Moveable Atmospheric Radar for Antarctica
CTBTO	Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organisation	MAVEN	Mars Atmosphere and Volatile Evolution
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt	MEX	Mars Express
DTU	Danmarks Tekniske Universitet	MIPA	Miniature Ion Precipitation Analyzer
DOAS	Differential Optical Absorption Spectroscopy	MIRA 2	Millimeter wave Radiometer 2
EFW	Electric Field and Waves	MMO	Mercury Magnetospheric Orbiter
EGU	European Geosciences Union	MMS	Magnetospheric Multiscale Mission
EISCAT	European inkoherent SCATter Scientific Association	MSB	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
EISCAT_3D	Ny generation av EISCAT:s in koherent spridningsradar	MU	Kyoto universitets radar
ENA	Energirika neutrala atomer	MUAN	Mars Upper Atmosphere Network,
ESA	European Space Agency	NCAOR	National Center for Atmospheric and Oceanic Research, Indien
ESR	EISCAT Svalbard Radar	NASA	National Aeronautics and Space Administration, USA
ESRAD	Esrangle MST radar	NIPR	National Institute of Polar Research, Japan
ESV	Ekonomistyrningsverket	NLC	Noctilucent clouds (nattlysande moln)
EU	European Union	NORCE	Norwegian Research Center AS
FBF	Förordningen om myndigheters bokföring	NORSAR	Norwegian Seismic Array
FMI	Meteorologiska institutet, Finland	NSSC	National Space Science Center, Kina
FOI	Totalförsvarets forskningsinstitut	PAF	Polaratmosfärforskningsprogrammet, IRF
FTIR	Fourier Transform Infrared Spectroscopy	PEP	Particle Environment Package
FÅB	Förordningen om årsredovisning och budgetunderlag	PMSE	Polarmesosfäriska sommarekon
GBAS	Ground-Based and Additional Science	PMWE	Polarmesosfäriska vinterekon
G-ESC	ESA:s geomagnetiska expertservicecenter	PROGRESS	PRediction Of Geospace Radiation Environment and Solar wind parameter
GFZ	Tyska geoforskningscentrum	PSC	Polar stratospheric clouds
GloRiA	Global Riometer Array	RRIO	Riometer Relative Ionospheric Opacity meter
GNSS	Global Navigation Satellite System	RIT	Rymd för Innovation och Tillväxt
HPC2N	High Performance Computing Center North	RPF	Rymdplasmafysikprogrammet, IRF
IAGA	International Association of Geomagnetism and Aeronomy	RPW	Radio and Plasma Waves
ICA	Ion Composition Analyzer	RPWI	Radio & Plasma Wave Investigation
IMAGE	International Monitor för Auroral Geomagnetic Effects	RWC	Regional Warning Center
IMS	International Monitoring System	SACO	Sveriges akademikers centralorganisation
IRF	Institutet för rymdfysik	SGO	Sodankylä geofysiska observatorium
ISAS	Institute of Space Astronautical Science	SGU	Sveriges geologiska undersökning
ISES	International Space Environment Service	SMILE	Solar wind Magnetosphere Ionosphere Link Explorer
ISRO	Indian Space Research Organisation	SNSA	Rymdstyrelsen (Swedish National Space Agency)
ISSI	International Space Science Institute	SPIS	Spacecraft-Plasma Interaction System
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	SPL	Space Physics Laboratory
JDC	Jovian Dynamics & Composition	SRS	Svenska Rymdforskarens Samarbetsgrupp
JNA	Jovian Neutrals Analyzer	SSC	Swedish Space Corporation fd Rymdbolaget
JUICE	JUperiter ICy moon Explorer	SSPT	Solsystemets fysik och rymdteknik, IRF
KAGO	Kiruna Atmospheric and Geophysical Observatory	ST	Fackförbund för statsanställda
KIMRA	Kiruna Millimeter Wave Radiometer	STAR	Sol-, rymd- och atmosfärforskning, IRF
Kirsam	Kirunaarbetsgivare i samverkan	STP	Solär-terrester fysik, IRF
KIT	Karlsruher Institut für Technologie	tkr	Tusen kronor
KTH	Kungliga Tekniska Högskolan	UTC	Koordinerad universell tid
		VIPIR	Vertical Incidence Pulsed Ionospheric Radar
		VISWAS	Venus Ionospheric and Solar Wind particle AnalySer
		VNA	Venusian Neutrals Analyzer
		VR	Vetenskapsrådet

## Beslut om Årsredovisning

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



Institutet för rymdfysik







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

Swedish Institute of Space Physics  
Box 812, SE- 981 28 Kiruna, SWEDEN  
tel. +46-980-790 00, fax +46-980-790 50, e-post: [irf@irf.se](mailto:irf@irf.se)

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