



Årsredovisning 2019



Institutet för rymdfysik

Institutet för rymdfysik

Årsredovisning 2019

Innehåll

Förord	3
Resultatredovisning	
1. Översikt	4
2. Forskning och utveckling.....	7
2.1 IRF:s forskningsprogram:	
Sol-, rymd- och atmosfärforskning.....	8
Solsystemets fysik och rymdteknik	10
Rymdplasmafysik	12
2.2 Publikationer	15
2.3 Främjandet av forskning av hög kvalitet.....	16
2.4 Forskarrörlighet.....	17
2.5 Internationella forskningssamarbeten.....	18
3. Observatorieverksamhet.....	20
4. Medverkan i utbildning.....	22
5. Övriga mål och resultat	
5.1 Arbetet för att nå en jämnare könsfördelning.....	24
5.2 Samverkan med näringsliv och samhälle.....	25
5.3 Informationsaktiviteter.....	26
6. Kompetensförsörjning	28
Finansiell redovisning	
Sammanställning över väsentliga uppgifter.....	30
Resultaträkning.....	31
Balansräkning	32
Anslagsredovisning	33
Tilläggsupplysningar.....	34
Noter	35
Bilagor	
Publikationer	38
Beslut om årsredovisning.....	45
Förkortningar.....	46

Omslagsbilden:

IRF:s föreståndare Stas Barabash lämnade över reservexemplaret av vårt instrument ASAN till Tekniska museet vid en ceremoni i juni. ASAN utför mätningar på månens yta sedan den 3 januari 2019. (Bild: Annelie Klint Nilsson, IRF)

Redaktör: Rick McGregor

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

Förord

Institutet för rymdfysik, IRF, är ett statligt forskningsinstitut, som bedriver grundforskning i rymdfysik och atmosfärfysik. I riksdagens rymdstrategi från 2018 identifierades IRF ha en ledande roll för att Sverige ska fortsätta bedriva framstående rymdforskning av hög kvalitet i internationell jämförelse.

IRF bedriver också en omfattande markbaserad observatorieverksamhet som hade sin början i slutet av 1940-talet. IRF utvecklar aktivt sin forskning för att stödja forskningsorganisationen EISCAT:s 3D-projekt, den viktigaste satsningen på rymdområdet i Norden för att med radar metoder studera jordens övre atmosfär och jonosfär samt att bidra till studier av rymdväder.

IRF driver en stor mängd instrument som studerar olika delar av solsystemet. Vid slutet av 2019 var IRF huvudansvarigt för, eller hade bidragit till, 15 vetenskapliga mätinstrument som befinner sig i rymden: kring jorden och Mars, på baksidan av månen och på väg till Merkurius.

IRF fortsatte att utveckla och bygga två rymdinstrument, PEP (Particle Environment Package) och RPWI (Radio and Plasma Waves Instrument), för den europeiska rymdorganisation ESA:s rymdprojekt JUICE som ska flyga till Jupiter 2022. Personalens arbetsbelastning är hög för att säkerställa leveransen av flygmodeller av båda instrumenten i augusti 2020. JUICE-projektet är det största projektet i IRF:s historia. Det kommer inte bara att tillhandahålla unika mätningar för att förstå hur Jupiter, den största planeten i solsystemet, fungerar utan möjliggör också en betydande utveckling av IRF:s tekniska kapaciteter.

IRF har arbetat aktivt med förslag till nya rymdprojekt och rymdinstrument för att säkerställa att teknisk kompetens som utvecklats inom ramen för JUICE-projektet inte försvinner och för att IRF:s forskare ska ges möjlighet att utforska nya horisonter i rymden. Detta arbete börjar bära frukt! Projektet Comet Interceptor, som IRF tillsammans med ett stort europeiskt konsortium föreslog till ESA, valdes i 2019 ut för att genomföras. Comet Interceptor kommer att jaga ifatt och studera en komet eller annan interstellär himlakropp som ännu inte upptäckts. IRF kommer att bidra med sensorer för att undersöka hur sådana kroppar växelverkar med solvinden, laddade partiklar från solen.

IRF fortsätter också att utveckla sin tillämpade forskning, i första hand inom rymdväder, med målet att vara nationellt ledande på detta område.



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

Inte bara rymd! IRF fortsätter att utveckla sin markbaserade forskning. Efter en omfattande uppgradering har norrskensavbildningssystemet ALIS_4D tagit sina första bilder. ALIS_4D kommer att vara ett viktigt verktyg för ytterligare studier av norrsken och andra atmosfäriska fenomen i det polara området.

Efter många år i träda är IRF tillbaka med ballongverksamhet. I augusti 2019 sändes en ballong upp för registrering av nattlysande moln (NLC) från Esrange. Ytterligare minst två uppsändningar förväntas under 2020.

Ett av målen med IRF:s utveckling är att skapa en arbetsmiljö där alla trivs bra, en miljö där alla känner att de tillhör en och samma organisation. Allmänna IRF-sammankomster och IRF-dagar är en mycket viktig del av organisatorisk och social arbetsmiljöutveckling. För IRF-dagar 2019 samlades IRF:s personal för första gången på 7 år i Uppsala. Tvådagarsmötet blev en stor framgång med 83 deltagare (80% av IRF-personalen).

2019 var inte bara ett år med framsteg och utveckling utan också ett år med sorg och förlust. Professor emeritus Bengt Hultqvist, IRF:s grundare och dess föreståndare under de första 37 åren, avled under året. Bengt skapade en forskningsorganisation med en unik arbetskultur som vi kommer att försöka bibehålla och utveckla.

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

Stas Barabash
Föreståndare

Resultatredovisning

1. Översikt

Som ett fristående forskningsinstitut och statlig myndighet bedriver Institutet för rymdfysik, IRF, grundforskning och forskarutbildning i rymdfysik och atmosfärfysik. För att klara detta uppdrag utvecklar vi nya mätmetoder, mätinstrument och annan forskningsutrustning. Genom vår observatorieverksamhet övervakar vi också de geofysiska förhållandena i norra Skandinavien.

Grundforskning innebär nya upptäckter och ger inspiration till nya produkter och tjänster. Det 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.

Rymdforskning ger ökad kunskap om universum, vårt ursprung och våra livsbetingelser på jorden. Satelliter når de yttersta gränserna i vårt solsystem och studerar världar som till stora delar är annorlunda än vår egen jord. Unika satellitmätningar hjälper oss att förstå de grundläggande fysikaliska processerna som är nödvändiga för att bättre förstå vår egen planet.

Atmosfärforskning ger oss en inblick i hur atmosfären fungerar och tillåter oss att t.ex. studera konsekvenserna av människans påverkan på klimatet. Observationer och långa dataserier är viktiga för att kunna upptäcka och förutsäga miljö- och klimatförändringar.

Under året har institutets forskare och ingenjörer arbetat med en rad olika projekt för mätningar av atmosfären och rymden med hjälp av instrument på marken, ballonger och satelliter. Det dominerande arbetet för den tekniska personalen och ett flertal

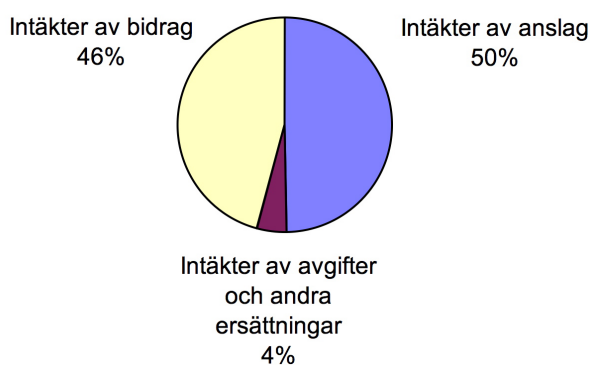


Fig. 1.1 Verksamhetens intäkter 2019 var 116 791 tkr.

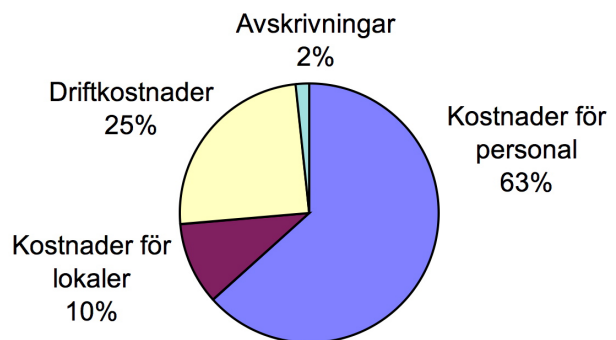


Fig. 1.2 Verksamhetens kostnader för 2019 var 115 385 tkr.

forskare de senaste åren har varit tillverkning och tester av mätinstrumenten till ESA:s kommande rymdsond till Jupiter.

Några av de forskningsområden som IRF:s forskare arbetar med är:

- 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 som förstaförfattare under året bl.a. publicerat resultat om:

- Plasmafysikprocesser studerade med satelliter som flyger i formation i jordens magnetosfär.
- Effekter av geomagnetiska stormar.
- Gränsskikt och energitransport i jordens magnetosfär.
- Fysikaliska processer kring kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko.
- Struktur och dynamik i Saturnus och dess månars plasmaomgivning.
- Solaktivitet observerad från rymdsond i närheten av komet.
- Radarobservationer av meteoror.
- Dynamik i Venus jonosfär och utflöde av syrejoner från dess atmosfär.
- Solvindens inverkan på förlustprocesser från jordens atmosfär.



Fig. 1.3 IRF:s institutsledning, från vänster: Rick McGregor, Mats André, Anna-Karin Ukonsaari, Urban Brändström, Stas Barabash, Hans Nilsson, Johan Kero och Cecilia Flemström. (Bild: Maria Wästle, IRF)

- Elektrontemperatur och energirika neutrala väteatomer vid planeten Mars.
- Effekter av radarmätningar i jonosfärer kring andra planeter.

IRF har en erfaren och kompetent personal samt en infrastruktur som stödjer forskningsprojekten på ett ändamålsenligt sätt. Den stimulerande och kreativa forskningsmiljön samt ett väletablerat samarbete med en mängd internationella partners ger goda förutsättningar för nya genombrott.

IRF bidrar med sin speciella 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.

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

IRF samverkar med flera svenska universitet:

- har 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;

Intäkter	2017	2018	2019
Forskning	48 046	44 848	47 529
Observatorieverksamhet	2 574	6 900	7 531
Forskarutbildning	2 747	3 093	2 897
Grundutbildning	460	430	153
Intäkter av anslag	1) 53 827	55 271	58 110
Forskning	4 960	6 203	4 060
Observatorieverksamhet	68	301	349
Forskarutbildning	259	430	278
Grundutbildning	776	591	422
Intäkter av avgifter och andra ersättningar	6 063	7 525	5 109
Forskning	31 086	42 028	45 949
Observatorieverksamhet	250	724	770
Forskarutbildning	7 395	7 596	6 581
Grundutbildning	206	97	56
Intäkter av bidrag	2) 38 937	50 445	53 356
Finansiella intäkter	62	133	217
Summa intäkter	98 889	113 374	116 791
Kostnader			
Forskning	85 184	91 933	96 558
Observatorieverksamhet	2 900	7 959	8 555
Forskarutbildning	10 434	11 168	9 642
Grundutbildning	1 446	1 123	630
Summa kostnader	99 964	112 183	115 385
Verksamhetsutfall	-1 075	1 191	1 406
1) Ramanslag från staten.			
2) Från forskningsråd, EU, europeiska samarbetsorganisationer, stiftelser m.fl.			
Tabell 1.1 IRF:s intäkter och kostnader under 2017, 2018 och 2019 (tkr i löpande priser).			

- medverkar i forskarskolan i rymdteknik vid LTU;
- tillsammans med bl.a. Stockholms universitet tar fram underlag 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.

Personal

Vid slutet av år 2019 var följande engagerade på hel- eller deltid i forskningen på IRF:s fyra verksamhetsorter: 39 anställda disputerade forskare (exklusive 2 tjänstlediga) och 11 doktorander (2018: 42 och 10; 2017: 39 och 14).

Totalt hade IRF vid årets slut:

2019: 104 anställda (78 män och 26 kvinnor)

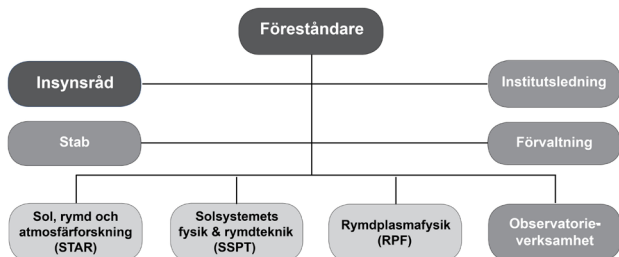
2018: 109 anställda (83 män och 26 kvinnor)

2017: 106 anställda (79 män och 27 kvinnor)

Av dessa tjänster (2019-12-31) var 22 tidsbegränsade (13 i Kiruna och 9 i Uppsala).

Antal årsarbetskrafter framgår av tabell 1.2.

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.

	2017	2018	2019
Kiruna	58,1	63,2	60,4
Uppsala	32,6	34,8	30,2
Umeå	2,0	2,0	2,0
Lund	3,0	2,7	3,0
Totalt	95,7	102,7	95,6

Tabell 1.2 Antal årsarbetskrafter vid IRF:s fyra verksamhetsorter och totalt 2017-2019.



Fig. 1.4 IRF:s insynsråd, från vänster: Stas Barabash, Mark Pearce, Anders Jörle, Maria Nilsson, Anja Taube, Anneli Sjögren och Olle Norberg. (Bild: Rick McGregor, IRF)

Prestationer

IRF delar in verksamheten i tre olika typer av prestationer:

1. *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).

2. *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).

3. *Medverkan i utbildning*: här redovisas utbildningsinsatser på grundläggande, avancerad och forskarnivå (se avsnitt 4).

IRF bedömer att verksamheten under året mycket väl uppfyller de övergripande kraven i institutets instruktion och regleringsbrev.

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. Observatorieverksamheten har under året fått en utökad del av ramanslaget för att stärka organisationen och uppgradera instrumenteringen.

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.

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.

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 vi studerar.

Huvuddelen av IRF:s verksamhet är 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

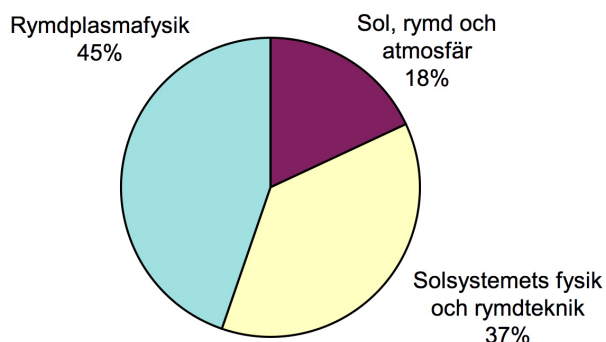


Fig. 2.1 Fördelning av kostnader för forskning och utveckling mellan de tre forskningsprogrammen 2019, totalt 96 558 tkr.

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.

Bengt Hultqvist (1927-2019) In Memoriam

Professor emeritus Bengt Hultqvist, IRF:s första föreståndare, avled under året. Efter studier och disputation vid Stockholms universitet utsågs han till föreståndare för att etablera Kiruna geofysiska observatorium, KGO (numera IRF), som invigdes 1957. Under hans 37-åriga

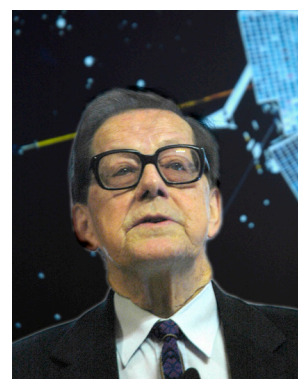


Fig. 2.2 Bengt Hultqvist. (Bild: Torbjörn Lövgren)

ledning av institutet, 1957-1994, utvecklades rymdverksamheten i Kiruna från sex personer till ca 450 verksamma (inkl. ett 100-tal studenter). Bengt Hultqvist medverkade i planeringen av det europeiska rymdforskningssamarbetet och var bl.a. ordförande i den kommitté som tog fram det första förslaget till ett europeiskt vetenskapligt rymdforskningsprogram. Engagemanget resulterade i att han fick möjlighet att föreslå att den europeiska sondraketbasen Esrange skulle placeras i Kiruna och att KGO fick tillfälle att medverka i den första europeiska satelliten ESRO-1, 1968. Denna medverkan öppnade vägen för det stora antal satellitexperiment som IRF deltagit i. Han var i olika funktioner med i det europeiska rymdsamarbetet fram till och även efter pensioneringen, bl.a. som direktör för det nya internationella rymdforskningsinstitutet ISSI (International Space Science Institute) i Bern, Schweiz, under 4 år och som generalsekreterare i International Association of Geomagnetism and Aeronomy.

2.1 IRF:s 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 solkronan, påverkar jorden, speciellt jonosfären och magnetosfären (de joniserade övre delarna av atmosfären och plasmaområdet nära jorden som kontrolleras av jordens magnetfält). Solaktiviteten orsakar bl.a. norrsken och kan påverka tekniska system i rymden och på jorden. Vi studerar även meteoror och rymdskrot som kan leda till stor skada vid kollisioner med rymdfarkoster och som därför är viktiga att kartlägga.

Anställda inom programmet finns i Kiruna, Umeå, Uppsala och Lund. Ett flertal har nära kopplingar till IRF:s observatorieverksamhet genom till exempel vetenskapligt ansvar för mätinstrument. Programmet 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.

Vi ansvarar även 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 är externt finansierade av den internationella organisationen EISCAT och bidrar till EISCAT_3D-projektet. IRF är värdinstitut för EISCAT:s mottagarstation i Sverige (fig. 2.1.2) och hyr ut lokaler till deras högkvarter. EISCAT_3D är ett radarsystem

	2017	2018	2019
Ramanslag	-	10 122	11 576
Övriga intäkter	-	5 272	5 505
Summa kostnader	-	15 394	17 081

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



Fig. 2.1.1 Ballongsläpp på Esrange Space Center den 16 augusti 2019 med instrument för att avbilda nattlysande moln och studera storskaliga vågrörelser i atmosfären. (Bild: Peter Dalin, IRF)

under konstruktion (2017-2021) som kommer att utgöra en central resurs i programmets framtida forskningsverksamhet.

Forskningen är indelad i följande tematiska och överlappande områden:

- Rymdväder och solforskning: hur solstormar uppkommer, vad som förklarar deras styrka och hur rymdvädet påverkar tekniska system på jorden och i rymden.
- Plasmafysikaliska processer i jordens jonosfär och magnetosfär: hur plasma reagerar på olika former av energiflöden, till exempel hur jordens atmosfär påverkas av extremt rymdväder, samt aktiva experiment och hur olika typer av norrskensstrukturer uppkommer.
- Infraljud, radar och meteoror: studier av meteoror samt andra rymd- och atmosfärfenomen som kan identifieras med radar eller infraljud.
- Atmosfärdynamik och arktiska höghöjds moln: nattlysande moln som förekommer sommartid i mesosfären (runt 85 kilometers höjd) samt pärlemormoln som förekommer vintertid i stratosfären (på 15-25 kilometers höjd).

Exempel på forskning under 2019:

De översta lagren av jordens atmosfär påverkas av både extrem ultraviolet strålning från solen

och energirika partiklar från rymden. Båda leder till att atomer och molekyler förlorar en eller flera elektroner och då blir elektriskt laddade partiklar, joner. Då joner är elektriskt laddade påverkas de av elektriska och magnetiska fält. Dessa fält kan accelerera jonerna till flykthastighet så att de kan lämna jorden och försvinna ut i rymden. Utflöde från jordens atmosfär till rymden har varit känt sedan länge, men det har funnits kvar många oklarheter.

Vi har med hjälp av modeller och mätningar visat att under perioder av hög solaktivitet, så kallade magnetiska stormar, ökar jonutflödet nästan 100 gånger jämfört med under lugna förhållanden. Magnetiska stormar är intressanta då vi tror att de kan likna förhållanden som rådde när solsystemet var ungt, för ungefär 4 miljarder år sedan. Jorden, Mars och Venus förlorar inte så mycket av sin atmosfär nu, men kanske såg det annorlunda ut för 4 miljarder år sedan? Våra studier av hur utflödet ökar under magnetiska stormar ger en inblick i hur mycket atmosfär en nybildad planet kan förlora.

Under en solcykel (ca elva år) kan antalet solfläckar variera kraftigt. Solfläckar är mörka områden på solen som uppstår när solens lokala magnetfält hindrar flödet av solens energi inifrån att nå solens yta just där. Ju aktivare solen är, desto fler fläckar finns på dess yta. Vi förutspår att kommande solcykel (25) inte blir särskilt aktiv, liksom föregående solcykel (24) som nådde sitt maximum 2014. Trots detta kan våldsamma utbrott från solen ändå uppstå. Solcykelprognosen syftar enbart till att ge en grov uppfattning om frekvensen av rymdväderstormar av alla slag, från radioavbrott till geomagnetiska stormar och solstrålningsstormar.

Vi utvecklar norrskensprognoser och undersöker inom det LTU-ledda tillväxtverksprojektet Rymd för Innovation och Tillväxt (2018-2021) hur IRF på bästa sätt ska tillgängliggöra expertkunskaper och observationer av norrsken och rymdväder för att nå ut med information, samt kartlägger de behov olika aktörer har inom exempelvis turistbranschen.

Nattlysande moln är tunna ismoln som uppstår kring jordens sommarpol på ungefär 85 kilometers höjd. Detta är det kallaste området på jorden. Den 16 augusti 2019 genomförde vi vårt andra experiment med kameror på sondballong, som medger unika studier av vågrörelser i de höjdområden molnen bildas (fig. 2.1.1). Programmet kommer under de närmaste åren att stärka samarbetet ytterligare med Esrange genom ett flertal ballongflygningar med olika nyttolaster.

Vi har definierat ett nytt fokusområde inom klimatforskning på hög latitud, det område som

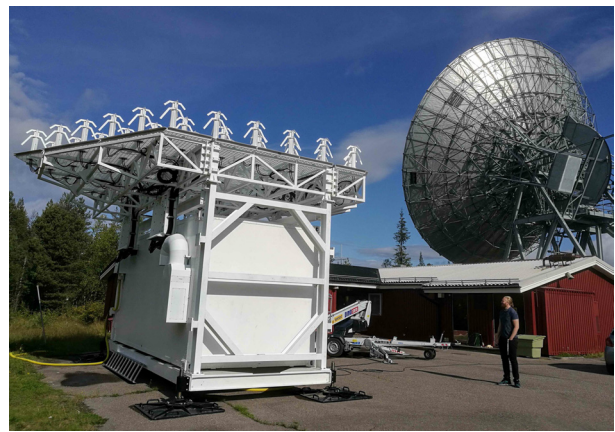


Fig. 2.1.2 Doktoranden Daniel Kastinen vid en prototyp av en EISCAT_3D-gruppantenn som installerades under sommaren vid EISCAT:s UHF-mottagare i Kiruna. (Bild: Johan Kero, IRF)

påverkas först och tydligast av klimatförändringar. Vår idé är att använda markbaserade fjärranalysmätningar som täcker ett större område och därmed utgör ett viktigt komplement till lokala punktmätningar och satellitobservationer. Vi har etablerat samarbete med internationella forskargrupper och ska genomföra en mätkampanj i Abisko. Detta ger oss möjligheter att jämföra våra mätningar med de som samlats in under lång tid och som fokuserar på lokala observationer av klimatdrivande gaser som koldioxid och metan.

Masatoshi Yamauchi tilldelades Julius Bartels-medaljen för sitt extraordinära arbete inom rymdfysik och planetvetenskap av European Geoscience Union, EGU, vid dess generalförsamling i Wien (se fig. 2.4.1 på sidan 17). Genom att studera solvindens växelverkan med planeter har hans forskning resulterat i en ökad förståelse av hur joner rör sig och accelereras i jordens magnetosfär och hur de försvinner från planeternas övre atmosfär. Dessa processer kan förändra atmosfärens sammansättning. Forskningsresultaten ger en bild av varför några planeter är bebodiga medan andra inte är det.

Programmet har under 2019 erhållit stöd från bl.a. Rymdstyrelsen, ESA, Kempestiftelserna, Tillväxtverket, samt universiteten i Umeå och Luleå. Sexton forskare har varit finansierade på del- eller heltid under 2019 (en professor, fyra docenter, nio andra seniora forskare och två doktorander). En doktorand i programmet disputerade under året. 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. Vi vill förstå hur kometer, månar, asteroider och planeter (inklusive jorden) växelverkar med rymdmiljön.

För att möjliggöra denna forskning utvecklar vi 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 vår forskning och instrumentutveckling samarbetar vi med ett stort antal forskargrupper i många länder.

Vid slutet av 2019 hade programmet fyra instrument i rymden, ett vid Mars, två på väg till Merkurius, och ett på månens baksida. Vi utvecklar instrument för framtida mätningar vid Jupiter, och arbetar även med att utveckla en infrastruktur för tester och kalibrering av instrument, SpaceLab.

Vetenskapliga höjdpunkter under 2019:

Kring en komet bildas ett område utan magnetiskt fält, en diamagnetisk hålighet. Med mätningar av jonflöden av vårt instrument ombord på den europeiska rymdsonden Rosetta som var verksam till 2016 har vi undersökt hur laddade partiklar rör sig kring, och i, denna hålighet.

Vi har med datormodeller studerat var solvinden kolliderar med Merkurius yta och hur det beror på magnetfältets riktning i solvinden. Detta har betydelse eftersom solvinden frigör partiklar från planetens yta. Något vi senare kommer att kunna mäta med våra instrument på BepiColombo i

	2017	2018	2019
Ramanslag	16 317	17 096	18 829
Övriga intäkter	12 625	16 461	17 475
Summa kostnader	28 942	33 557	36 304

Tabell 2.1.2 Finansiering av programkostnader 2017, 2018 och 2019 för forskningsområde Solsystemets fysik och rymdteknik. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelning av gemensamma kostnader (tkr i löpande priser).

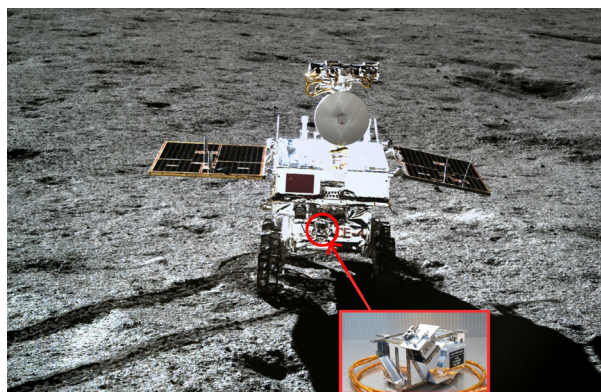


Fig. 2.1.3 Mån bilen Yutu-2 på månens yta. Bilden är tagen från landaren. Den röda cirkeln visar var vårt instrument ASAN sitter monterat. (Bild: CNSA/CLEP/IRF)

omloppsbana kring Merkurius, för att få veta den kemiska sammansättningen av Merkurius yta.

Vårt instrument ASPERA-3 ombord på satelliten Mars Express har observerat elektroner som accelererats av radarn på satelliten. Det är första gången som detta observeras vid en annan planet. Studierna av laddade partiklar som accelereras av en radar kan leda till en helt ny sorts instrument, med bättre noggrannhet. Vi har även observerat hur energirika neutrala väteatomer från Mars dagsida flödar ut från planeten mot solen, samt hur positionen för bogchocken, den vågfront som stoppar solvinden innan den når Mars, varierar med solaktiviteten. Vetenskapliga artiklar baserade på våra mätningar har uppmärksamats av AGU:s tidskrift *Eos* i separata nyhetsartiklar sex gånger under de tre senaste åren.

Vid Venus har vi studerat protoner som observerats av vårt instrument på Venus Express och upptäckt hur hastighet och flöden påverkas av elektromagnetiska vågor i rymdmiljön kring planeten.

Pågående missioner:

Instrumentet ASPERA-3 fungerar bra, efter mer än 16 år i bana kring Mars. Vi 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 förlängningar fram till åtminstone 2025 är möjliga.

Vi deltar i BepiColombo, en europeisk-japansk mission till Merkurius, ledd av ESA. BepiColombo-missionen består av två satelliter. Vi 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. Under den sju år långa resan till planeten, flyger BepiColombo förbi jorden, Venus och Merkurius, innan satelliterna år 2025 går in i omloppsbana runt planeten, som är den minsta och minst utforskade i det inre solsystemet. Efter uppsändningen har vi slagit på våra instrument och verifierat att de fungerar. Vi kommer att göra mätningar vid de förbiflygningar av jorden och Venus som sker under år 2020.

Vår ENA-detektor, Advanced Small Analyzer for Neutrals, ASAN, befinner sig på månens baksida ombord på kinesiska Change 4 efter en lyckad uppsändning 8 december 2018, och landning på månens yta den 3 januari 2019: den första landningen någonsin på månens baksida, och det andra svenska instrumentet på månens yta (det första var Hasselbladskamerorna som användes i Apollo-programmet).

ASAN har utvecklats och byggts i samarbete med det kinesiska nationella rymdforskningscentret NSSC. De första tre månadernas mätdata överlämnades vid en officiell ceremoni i Peking, 18 april 2019. Instrumentet undersöker hur strömmen av laddade partiklar från solen växelverkar med månytan. Det är monterat på en månbil som nu förflyttat sig på månen under mer än ett år (fig. 2.1.3). Det har möjliggjort mätningar på flera olika ställen av månytan och kan ge ledtrådar om var vattnet som finns på månen kommer ifrån.

Pågående projekt:

IRF leder ett konsortium bestående av 11 internationella forskargrupper med ansvar för ett plasmainstrument, Particle Environment Package, PEP, som 2013 utvaldes att ingå i ESA:s jupitermission JUICE (JUperiter ICy moons Explorer) med planerad uppsändning år 2022 och ankomst till Jupiter 2030. PEP är det största instrumentprojektet någonsin för IRF i Kiruna. Projektet sträcker sig över minst 20 år fram till det planerade slutet på missionen år 2033. En stor del av arbetet handlar i nuläget om montering och tester av instrumentet, inför leverans av det färdiga instrumentet till Airbus den 1 september, 2020 (fig. 2.1.4).

Framtida projekt:

Programmet arbetar kontinuerligt för att säkra deltagande i hårdvaruprojekt efter att instrumentet för JUICE är färdigt kring år 2021.

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

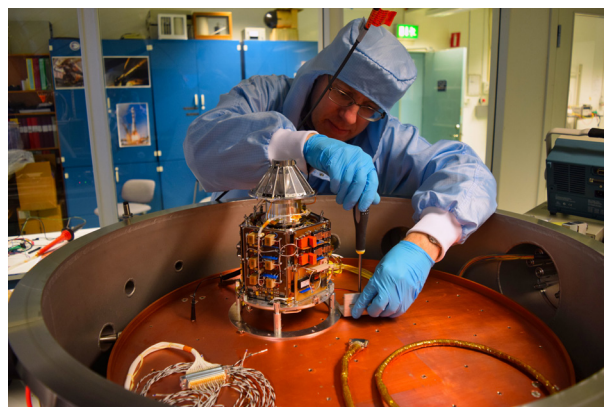


Fig. 2.1.4 Montering av sensorn JDC (Jovian Dynamics & Composition), en del av instrumentet PEP, i IRF:s termiska vaccumkammare. (Bild: Philipp Wittmann, IRF)

Vi har inbjudits att delta i de ryska missionerna Luna-Glob och Luna-Resurs. Uppsändning planeras till år 2023 och 2024 och vi skulle bidra med instrument för neutrala atomer i det ena och neutrala atomer och joner i det andra projektet.

Vi arbetar med att etablera SpaceLab, en nationell anläggning för både industri och forskargrupper med 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. Vi undersöker även med stöd av Ekonomistyrningsverket hur reglerna ser ut för att SpaceLab ska kunna användas av externa kunder. Vår 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 SpaceLabs testutrustning.

Under 2019 har programmet haft finansiering från bl.a. Rymdstyrelsen, Vetenskapsrådet, ESA och Forskarskolan i rymdteknik vid LTU. Nitton forskare har varit anställda på hel- eller deltid under 2019 (en professor, fyra docenter, tio andra seniora forskare och fyra doktorander). Även ingenjörer och programmerare samt gästforskare och emeriti har bidragit till programmet.

Rymdplasmafysik

Programchef: prof. Mats André

Programmet **Rymdplasmafysik** (*Space Plasma Physics*, RPF) utför mätningar med instrument ombord på rymdfarkoster. Vår 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 bygga fysikaliska modeller baserade på mätningar. Modellerna ger förståelse inte bara för rymdplasma runt jorden och andra planeter utan också 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. Som en tillämpning av programmet grundforskning leder vi sedan 2016 ett projekt för att förbättra rymdväderprognoser för Sverige för att öka skyddet av samhällskritisk infrastruktur.

Programmet har levererat elektronik till ett instrument ombord på den japanska satellit Mercury Magnetospheric Orbiter, nu även kallad Mio, som ingår i den kombinerade ESA- och JAXA-missionen BepiColombo till Merkurius. BepiColombo började sin resa under 2018. Instrumentet ska mäta elektriska fält och undersöka magnetosfären och solvinden runt Merkurius. Vi har även levererat elektronik till Solar Orbiter (ESA) som kommer att sändas upp under 2020.

ESA:s rymdfarkost Rosetta utförde en två år lång undersökning av kometen 67P/Churyomov-Gerasimenko och intensiv analys av mätningarna pågår fortfarande. Vi hade huvudansvar för ett instrument som studerat material som blåser ut från kometen. Vi analyserar också data som insamlades under den tretton år långa undersökning som NASA:s rymdfarkost Cassini utförde av Saturnus och dess omgivning. Vi levererade ett instrument som fanns ombord och som studerat material från bland annat månarna Titan och Enceladus.

	2017	2018	2019
Ramanslag	17 286	17 631	16 230
Övriga intäkter	17 805	25 350	26 942
Summa kostnader	35 091	42 981	43 172

Tabell 2.1.3 Finansiering av programkostnader 2017, 2018 och 2019 för forskningsområde Rymdplasmafysik. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelning av gemensamma kostnader (tkr i löpande priser).



Fig. 2.1.5 IRF studerar omgivningen av planeten Mars med mätningar från instrument ombord på NASA:s satellit MAVEN. (Bild: NASA)

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

Vi bidrog med detektorer på de tre satelliter i projektet Swarm inom ESA:s jordobservationsprogram som sköts upp 2013. Våra 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 kunskap om små strukturer i rymden. Vi har även bidragit med vår kunskap under byggandet av ett av instrumenten på rymdfarkosten MAVEN (NASA) som sedan 2014 studerar hur solvinden påverkar atmosfären och jonosfären på Mars (fig. 2.1.5).

Exempel på frågeställningar inom pågående forskning:

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 där kan påverka områden med en utsträckning på många miljoner kilometer. Dessa processer startar när solvinden träffar jordens magnetfält och finns också på många andra ställen i universum. Cluster och MMS gör detaljerade observationer av dessa små områden.

Varför lämnar atmosfären och jonosfären på jorden, Mars och Saturnusmånen Titan respektive himlakropp? Den frågan försöker vi lösa med hjälp av 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 väldigt låg gravitation och solens inverkan varierar mycket under kometens rörelse i sin bana. Jorden, däremot, har 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? Vi letar inte direkt efter liv men med till exempel mätningar från Cassini, och i framtiden JUICE, studerar vi var stora molekyler kan bildas runt olika planeter och månar.

Några vetenskapliga höjdpunkter:

En vind med laddade partiklar i överljudshastighet från solen träffar ständigt jordens magnetfält. En chockvåg bildas framför jorden och bromsar partiklarna. Till skillnad från en chock framför ett snabbt flygplan kolliderar inte partiklarna i den tunna solvinden, utan påverkar varandra med elektromagnetiska krafter. Den enorma chockvågen vid jorden sträcker sig över mer än hundratusen kilometer. Med hjälp av två Cluster-satelliter med avstånd på bara några enstaka kilometer har vi kunnat visa att denna chockvåg har finstruktur och att denna struktur ständigt ändrar sig. Vi har också förklarat vilka fysikaliska mekanismer som är viktiga. Liknande chockvågor finns kring andra planeter och kring stjärnor och rester av supernovor, men här kan processerna inte alls studeras med samma noggrannhet för att förstå hur de fungerar (fig. 2.1.6).

Med hjälp av fyra MMS-satelliter i formationsflygning med avstånd på några få kilometer har vi studerat hur icke-linjära strukturer med elektriska fält flyger förbi. Strukturerna kan överföra energi mellan elektroner och joner men det har tidigare inte varit möjligt att mäta deras storlek och hastighet. Vi har också visat hur magnetiska fält bildas i samband med dessa strukturer och hur dessa kan bidra till energioverföring.

Med mätningar från de sista varven på låg höjd innan farkosten Cassini som planerat kraschade in i Saturnus, har vi visat att planetens jonosfär inte bara består av positiva joner och negativa elektroner utan även innehåller stora mängder negativt laddade stoftkorn. Sådant laddat stoft finns också i Saturnus ringar och runt månen Titan. Detta har betydelse för hur material transporteras från ringarna till planetens närhet för att där kunna påverka kemiska reaktioner som bildar stora komplexa molekyler.

Instrument på framtida satelliter:

Programmet leder ett konsortium som designar och bygger instrument till JUICE, en ESA-farkost

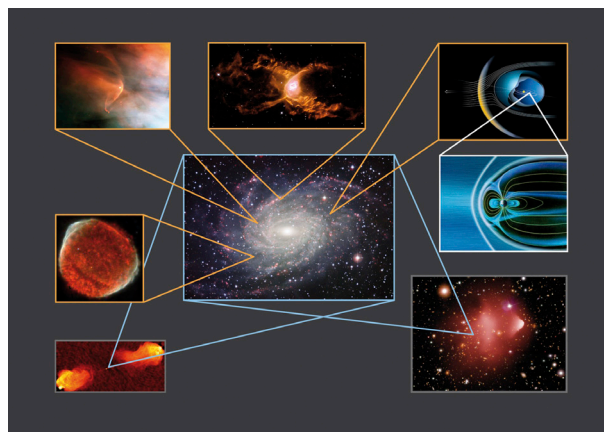


Fig. 2.1.6 Exempel på olika typer av chockvågor i rymden. Vi studerar chockvågor runt jorden och andra rymdobjekt för att förstå hur de bildas och vilka processer som uppstår i dem. (Bild: ESA)

för att studera Jupiters isiga månar (planerad uppsändning 2022). Detta har varit vårt stora byggprojekt under 2019.

Vi 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, med planerad uppsändning 2028.

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

Under 2019 har 25 forskare vid IRF Uppsala bidragit till programmet, inklusive en professor, fyra docenter, 13 andra disputerade forskare och sju doktorander. En doktorand disputerade under året. Forskningen har finansierats av bl a Rymdstyrelsen, Vetenskapsrådet, ESA, MSB och Uppsala universitet.

Forskningsprogrammen i siffror 2015-2019

Program	År	Forskare och doktorander		Övrig personal		Kost- nader totalt	Intäkter exkl ram- anslag	Antal publika- tioner	Första- författ- are	Antal doktors- examina
		*	*	*	*					
Sol-, rymd- och atmosfär- forskning, STAR	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	2019	14,4	4,5	15,3	1,0	36 304	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
	2015	15,6	2,5	12,1	0,0	25 098	9 178	34	14	1
Rymd- plasma- fysik, RPF	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
	2015	22,7	5,9	10,6	1,9	32 009	16 938	73	26	1
Polar- atmosfär- forskning, 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
	2015	5,3	2,0	0,8	0,3	8 526	1 583	8	4	0
Solär- terrester 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
	2015	8,0	0,4	2,8	0,0	13 596	5 552	20	4	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 2.1.4 Verksamma forskare (inkl doktorander), övrig personal, totala kostnader, externa intäkter, expertgranskade publikationer och doktorsexamina per forskningsprogram 2015-2019. Belopp i tkr (intäkter för doktorandtjänster ej inräknade).



Fig. 2.1.7 IRF:s anställda samlades i september för IRF-dagar på Gimo herrgård (Bild: IRF)

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 kan man vara säker på den vetenskapliga kvaliteten av sin forskning.

Under 2019 har forskare från IRF publicerat sina forskningsresultat i ca 115 expertgranskade publikationer (28 av dessa som förstaförfattare). IRF:s forskare har också publicerat populärvetenskapliga artiklar och handlett ett tiotal universitetsstuderande 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.

Sedan institutet grundades 1957 har IRF:s forskare varit förstaförfattare på drygt 25 artiklar i de viktiga vetenskapliga tidskrifterna *Nature* och *Science* och på 30 i den ledande fysiktidskriften *Physical Review Letters*. Under 2019 var forskare från IRF förstaförfattare av en artikel i *Science Advances* och en i *Physical Review Letters*, samt medförfattare av andra artiklar i *Physical Review Letters*. Vi eftersträvar både stor spridning och högt genomslag ("Impact Factor") i vårt val av tidskrifter, så vi försöker att publicera både i tidskrifter med fri tillgänglighet (Open Access) 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 projekten är i. Under perioder där många forskare är involverade i instrumentutveckling produceras färre publika-



Fig. 2.2.1 Bland IRF:s publikationer är doktorsavhandlingar viktiga bidrag till forskningen inom institutets ämnesområden. (Bild: Rick McGregor, IRF)

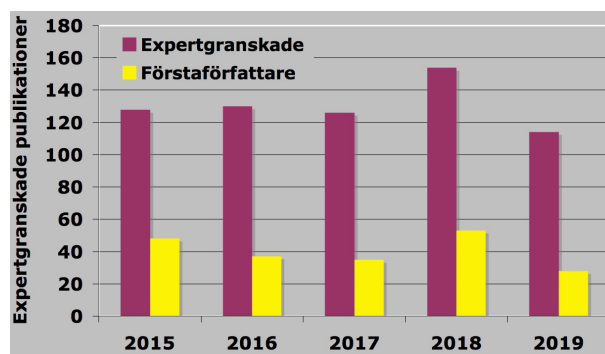


Fig. 2.2.2 Antalet expertgranskade artiklar som IRF:s forskare har medverkat i under åren 2015-2019, samt antal av dessa med IRF som förstaförfattare.

tioner. En tid efter att ett mätinstrument börjat leverera data eller i samband med att en mätperiod avslutats skrivs däremot normalt fler artiklar än genomsnittet. Att särskilt många artiklar publicerades 2018, t.ex., förklaras av att de använde data från de nyligen avslutade missionerna Rosetta och Cassini, missioner som IRF hade utvecklat flera olika instrument för.

Det stora antalet artiklar med IRF-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 ca 50 forskare och doktorander medverkat i ca 130 expertgranskade publikationer per år, ett snitt på drygt 2,5 publikationer per forskare och år. I snitt har IRF också ansvarat för drygt 2,5 doktorsavhandlingar per år under samma period.

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: genom att publicera resultat i expertgranskade tidskrifter, genom att tillhandahålla unika mätdata, samt genom att utveckla avancerade satellit- och markbaserade mätinstrument för vetenskapliga ändamål. Institutets forskningsresultat presenteras också vid nationella och internationella konferenser och möten, ofta som inbjudna föredrag. I snitt deltar IRF:s forskare på drygt två konferenser vardera per år (fig. 2.4.2). Under 2019 presenterade IRF:s forskare sin forskning sammanlagt ca 120 gånger på konferenser, drygt 25 av dem som inbjudna föredrag.

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

- Kungl. Vetenskapsakademien, bl.a. i Svenska nationalkommittén för astronomi, Svenska nationalkommittén för geofysik och Svenska nationalkommittén för radiovetenskap,
- Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien,
- Kungl. Krigsvetenskapsakademien,
- Kungl. Vetenskaps-Societeten i Uppsala,
- International Union of Radio Science,
- Rymdstyrelsen, styrelse,
- Svenska Rymdforskarens Samarbetsgrupps beredningsgrupp (utgör även svensk COSPAR-kommitté),
- KTH Rymdcenter, styrelseordförande,
- Institutet för solfysik, Stockholms universitet, styrelse,
- Föreningen Rymdforum Sverige, ordförande,
- Vetenskapsrådets rådgivande grupp B för forskningsinfrastruktur,
- EISCAT:s vetenskapliga kommitté, ordförande,
- International Academy of Astronauts, Section 1 - Basic Sciences, medlem,
- High Performance Computing Center North, styrelse,
- International Space Science Institute i Bern, gruppleddare och medlemmar,
- EGU Geosciences Instrumentation and Data Systems division, gruppleddare,
- Svenska Fysikersamfundet, Sektionen för Plasmafysik, ordförande; Sektionen Kvinnor i fysik, ordförande,
- Mars Upper Atmosphere Network, vetenskaplig kommitté.

Utmärkelser under 2019:

- European Geosciences Unions Julius Bartels-medalj för solär-terrester fysik 2019 tilldelades dr Masatoshi Yamauchi vid IRF (fig. 2.4.1).

- Den amerikanska rymdstyrelsen NASA tilldelade DREAM2 Center for Space Environments, ett forskningscentrum där IRF:s dr Shahab Fatemi medverkar, utmärkelsen RHG Exceptional Achievement for Science.

Forskare från IRF har deltagit och ibland varit sammankallande i vetenskapliga programkommittéer för ett flertal konferenser under 2019, t.ex. för Commission C (Radio-communication Systems and Signal Processing) session (Radar Systems), URSI Asia-Pacific Radio Science Conference, New Delhi, Indien; Europlanet workshop, Outer planet moon-magnetosphere interactions, Selfoss, Island; EGU GI 1.2 session (Geoscience processes related to Fukushima and Chernobyl nuclear accidents) och EGU PS 5.1 session (Space instrumentation, planetary landers and rovers), Wien, Österrike.

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), andra leder arbetet med instrumentpaket för pågående och framtida ESA- och NASA-missioner såsom Cluster, Mars Express, Swarm, MMS, BepiColombo, JUICE och Solar Orbiter och medverkar som partner i internationella EU-projekt.

2.4 Forskarrörlighet

Forskarrörlighet främjar forskning av hög kvalitet och är därför viktig för IRF:s verksamhet och för rymdforskning i stort. Forskare och doktorander rekryteras från många olika länder. Doktoranderna uppmuntras att medverka i internationella projekt samt att efter disputationen söka sig ut i världen eller åtminstone till andra organisationer i Sverige. Även studenter vid universitet och högskolor i Sverige och utomlands kan få möjlighet att medverka i forskningsprojekt vid IRF i samband med deras 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.

Vi rekryterar forskare och doktorander från många olika länder och ser gärna att våra doktorander medverkar i internationella projekt samt att de efter disputationen tar sig ut i världen eller åtminstone till andra organisationer i Sverige. Forskarrörlighet främjas bl.a. 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.

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



Fig. 2.4.1 Pristagaren av Julius Bartels-medalj 2019, Masatoshi Yamauchi, IRF, tillsammans med Olga Malandraki, bitr. president för divisionen solär-terrester fysik inom European Geoscience Union. (Bild: EGU/Foto Pfluegl)



Fig. 2.4.2 Gruppbild från det årliga Rymdplasmafysikmötet, som 2019 arrangerades i Uppsala och samlade rymdfysiker från olika universitet och forskningsinstitut i Sverige. (Bild: IRF)

Doktorander vid IRF har tillgång till spännande och unika mätdata. De får även möjlighet att leda mindre projekt, t.ex. genom att samordna mätningar från flera instrument på en satellit. De brukar 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 IRF.

Många av de som fått sin forskarutbildning vid IRF får jobb vid universitet och forskningsorganisationer utomlands. De som har disputerat under perioden 2010-2019 har haft postdoctjänster eller andra anställningar bl.a. vid 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, bl.a. vid EISCAT Scientific Association, KTH, Luleå tekniska universitet, Skogforsk och Umeå universitet.

Forskarrörlighet ingår som en naturlig del i internationellt framgångsrik forskning. Under 2019 hade IRF 52 anställda forskare (exkl. två tjänstlediga). Av dessa kom 26 från Sverige och 36 (ca 69%) från 19 andra länder.

2.5 Internationella forskningssamarbeten

Institutet ska delta i internationella forskningssamarbeten.

Internationella forskningsprojekt utgör en väsentlig del av IRF:s verksamhet. Samarbetet gäller t.ex. vetenskaplig analys, konstruktion och drift av mätinstrument samt utveckling av analysmjukvara. Samarbete är en förutsättning för att kunna klara stora och komplexa rymdprojekt som sträcker sig över långa tidskalor.

Programmet STAR har ett nära samarbete med grupper i Indien för mätningar med atmosfärradarn MARA i Antarktis. STAR driver också ett nätverk av automatiska kameror för att studera nattlysende moln i samarbete med forskare från Danmark, Japan, Kanada, Kazakstan, Litauen, Ryssland och Storbritannien.

IRF:s infraljudnätverk utgör ett 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 atmosfärdynamik sker med bl.a. grupper i Norge, Frankrike och Nederländerna. IRF förser Ursa Astronomical Association Fireball Working Group i Finland med atmosfärdata och levererar vinddata från ESRAD till den europeiska databasen EPROFILE.

IRF tar hand om flera gästinstrument och får därmed använda mätdata i utbyte mot underhåll av instrumenten. Exempel är två tyska instrument för mätningar av spårgaser i atmosfären, ett annat tyskt instrument som mäter vattenånga i atmosfären mellan 30 och 80 km höjd och en japansk OH-spektrograf som mäter infraröda emissioner för att studera temperaturen i höjdivervallet mellan 82 och 92 km höjd.

IRF ansvarar också för ett av 16 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.

Inom IRF:s optiska norrskenforskning sker omfattande samarbeten främst med grupper från Belgien, Finland, Japan, Norge, Ryssland och Storbritannien. Forskning med EISCAT:s radaranläggningar sker naturligt



Fig. 2.5.1 Flera forskare från IRF ingår i grupper för forskningssamarbete vid International Space Science Institute i Bern, Schweiz. (Bild: ISSI Bern)

som internationella samarbeten då samtida mätningar görs med instrument i Finland, Norge (inkl. Svalbard) och Sverige (se fig. 2.1.2). Analysen av mätningarna görs ofta tillsammans med t.ex. japanska forskare.

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. IRF har studerat bl.a. 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. Instrumenten på satelliterna Mars Express och Venus Express har involverat 30 forskare från ca 15 forskargrupper i ett tiotal länder.

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, RPWI, till ESA:s rymdfarkost JUICE som skickas upp 2022 för att studera Jupiter och dess isiga månar. Båda instrumentkonsortier består av drygt 100 forskare och ingenjörer från fler än 20 forskargrupper och organisationer i 13 europeiska länder, USA och Japan.



Fig. 2.5.2 Ett internationellt möte för att planera för den kommande ESA-missionen till en komet, Comet Interceptor, hölls under 2019 i Andalusia, Spanien. IRF:s Hans Nilsson, näst längst till vänster, är Topical Team-medlem för ESA:s process Voyage 2050, som tar fram underlag för missioner under tidsspännet 2035-2050. (Bild: Comet Interceptor team)

I nära samarbete med forskare och industri i Europa och Japan har de två programmen också utvecklat satellitinstrument för ESA:s och JAXA:s mission BepiColombo som skickades iväg mot Merkurius 2018. Programmen deltar också i internationell utveckling av projektet Comet Interceptor som beslutats av ESA och satelliten Daedalus, en av tre möjliga kandidater för en ny mission inom ESA:s jordobservationsprogram.

Inom ESA:s satellitprojekt Cluster leder RPF en grupp forskare från Europa och USA som är medansvariga för våra instrument. NASA-projektet Cassini, som gjorde mätningar i bana runt Saturnus fram till 2017, innebär också samarbete med grupper i Europa och USA. Vi har fortsatt täta kontakter både för analys av data och för gemensamma forskningsprojekt. IRF bidrar även till Cluster Active Archive, där bearbetade data finns tillgängliga för forskare från hela världen.

RPF har bidragit med instrument till de tre satelliterna som ingår i ESA:s Swarm-mission (i nära samarbete med ESA, samt med forskare och ingenjörer i Kanada). Tillsammans med forskare och ingenjörer i USA utvecklade RPF delar för de fyra satelliterna i NASA-projektet MMS som sändes upp 2015. MMS är nu i en intensiv fas för att analysera mätningarna. Programmet ansvarar även för en del av ett instrument på ESA:s mission Solar Orbiter, bl.a. i samarbete med franska forskare och ingenjörer.

IRF:s forskare deltar i ett flertal grupper vid International Space Science Institute i Bern (fig. 2.5.1) samt i en grupp för samarbete mellan ESA:s Mars Express och NASA:s marsmission MAVEN. De deltar också i ett antal ESA-projekt, bl.a. för att arkivera solvindparametrar vid Venus och Mars.

Som sammanfattning kan man konstatera att i princip all forskningsverksamhet vid IRF genomförs i form av internationella samarbeten – med universitet, institut, företag och andra organisationer.

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 fritt tillgängliga i realtid via IRF:s observatoriewebbsidor. Det vetenskapliga värdet av långa, kontinuerliga tidsserier är dock mycket viktigare än dagens intresse för data från ett visst instrument.

Magnetometrar

IRF har magnetometrar i Kiruna, Lycksele (i samarbete med Sveriges geologiska undersökning) samt Tormestorp nära Hässleholm (fig. 3.1). Data levereras till det globala nätverket SuperMAG och till World Data Center C2 for Geomagnetism i Kyoto, där de är tillgängliga för allmänheten. Data från Kirunamagnetometrarna är tillgängliga genom både World Data Center och IRF:s webbplats och ingår i nätverket IMAGE (International Monitor for Auroral Geomagnetic Effects). Vi levererar även data som används för att varna för geomagnetiskt inducerade strömmar.

Under året har omfattande förbättringsarbeten genomförts i Kiruna. En ny variometer har installerats och tagits i drift, och utrustning som kunde ge upphov till störningar har flyttats till ett nybyggt hus. Förbättringarna var nödvändiga för att nå upp till internationell standard.

Riometrar

IRF:s riometrar har mätt jonosfärens förmåga att absorbera radiovågor kontinuerligt sedan 1956. Data i digital form finns sedan 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. De två äldre riometrarna i Kiruna har i april 2019 tagits ur drift och ersatts av en ny bredbandsspektrometer. Tills vidare levereras riogram i det gamla formatet, medan det fullständiga spektrometerdatat arkiveras. Utvecklingsarbete för nya dataprodukter pågår i samarbete med Sodankylä geofysiska observatorium.



Fig. 3.1 Mätningar med magnetometrar är känsliga för störning, berättar skylten på vägen till IRF:s magnetometrar i Kiruna. (Bild: Annelie Klint Nilsson, IRF)

Optiska mätningar

Firmamentkameran i Kiruna avbildar himlavalvet när det är mörkt och ger information om bl.a. norrskensförekomst (fig. 3.2). Bilder från denna kamera är förmodligen IRF:s mest besökta webbsida. Det föreligger dock ett stort behov att digitalisera äldre registreringar (1956-2004) som är på film. Vid Abisko turiststation drivs en firmamentkamera i samarbete med universitetet i Hiroshima. Den har under året ersatts med en ny kamera.

I Kiruna samt Tjautjas finns sedan hösten 2017 två avbildande fyrkanalssystem för norrskensregistreringar i samarbete med National Institute of Polar Research, Japan. I Tjautjas finns därutöver en norrskenskamera som tar hundra bilder i sekunden, detta i samarbete med Institute for Space-Earth Environmental Research, Japan. Sedan början av 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.

Det nya ALIS_4D systemet för norrskensstudier har tagits i provdrift under hösten 2019. Projektet ersätter ett tidigare system med norrskenskameror, (ALIS), och möjliggör snabb och kontinuerlig registrering samt 3D-rekonstruktion av norrskensmissioner från fyra stationer. ALIS_4D är ett samarbetsprojekt med Umeå universitet och är delfinansierat av Kempefistelserna. Kontinuerliga observatoriemätningar påbörjas från hösten 2020.

Jonosonder

IRF:s jonosonder mäter med hjälp av radiovågor elektronkoncentrationen i rymden närmast jorden (jonosfären) som funktion av höjden upp till elektronkoncentrationens maximum. Detta maximum infaller under dagtid vanligen på några tiotal mils höjd. Mätningar har under året gjorts från Kiruna och Lycksele. Den nuvarande jonosonden i Uppsala är ur funktion. Bygglovsansökan har lämnats in för uppförande av en ny 78-m mast, då den befintliga masten är föråldrad. Vi väntar även alltjämt på en ny sändarantenn till jonosonden i Kiruna som på grund av den defekta sändarantennen tillsvidare sänder med reducerad effekt.

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.

Infraljudsdatat används i internationella samarbeten, bl.a. inom det norska forskningsrådsprojektet Middle Atmosphere Dynamics: Exploiting Infrasound Using a Multidisciplinary Approach at High Latitudes, MADEIRA (2018-2021) tillsammans med grupper från Nederländerna och Frankrike. Studierna inriktas främst mot atmosfärdynamik, karaktärisering av polara lågtryck och plötsliga uppvärmningar i stratosfären.

Under 2019 har IRF påbörjat ett samarbete med Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) angående utbredning och detektering av infraljud. FOI leder svensk medverkan i the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organisation (CTBTO) där infraljud tillsammans med seismiska, hydroakustiska samt radionukleära registreringar används för att övervaka kärnvapenprovsprängningar.

Spårgasmätningar i atmosfären

Ozonmätningarna med hjälp av mikrovågsradiometern KIMRA (Kiruna Millimeter wave

	2017	2018	2018
Ramanslag	2 574	6 900	7 431
Övriga intäkter	326	1 060	1 125
Summa kostnader	2 900	7 960	8 556

Tabell 3.1 Finansiering av kostnader 2017, 2018 och 2019 för observatorieverksamheten. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelning av gemensamma kostnader (tkr i löpande priser).

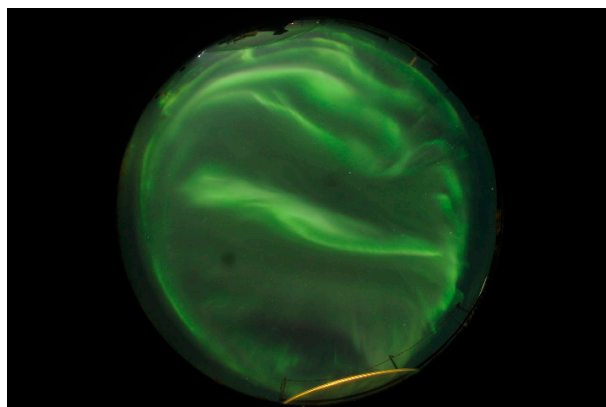


Fig. 3.2 IRF:s firmamentkamera i Kiruna tar en bild i minuten under de timmar som det är tillräckligt mörkt att avbilda norrsken. Den här bilden visar ett norrsken som täcker hela himlen 2019-02-28, kl. 18:40 UTC. (Bild: IRF)

RAdiometer) har pågått kontinuerligt under 2019. Utveckling av nya webbsidor för att underlätta tillgång till mätresultat pågår. Även MIRA2, ett gästinstrument från KIT, Karlsruhe Institute of Technology, har mätt ozon under hela året. Under året har den gamla kylanläggningen ersatts med en modern stirling-cooler för att minska antalet driftstörningar i dessa instrument. Även den tredje radiometern, ett gästinstrument från Max Planck-Institute for Solar System Research, har i princip utan avbrott mätt atmosfärens halt av vattenångor. Samtliga mätningar är viktiga för att förstå ozonskiktets utveckling och observationer av klimatförändringar i mellanatmosfären.

Övrigt

Ett nytt gästinstrument (NIRAS, en OH-spektrograf) installerades i augusti 2019. Spektrografen tillhör National Institute of Polar Research (Tokyo) och mäter infraröda emissioner som kommer från hydroxylmolekyler på 82 till 92 kilometers höjd.

Under 2019 har forskare inom KAGO deltagit i ett nordiskt observatoriemöte som syftar till ökat samarbete mellan bl.a. de nordiska länderna, samt i ett nordiskt komparations- och IMAGE-möte.

Under 2019 bidrog sex forskare och tio av den övriga personalen till KAGO:s observatorieverksamhet.

4. Medverkan i utbildning



Fig. 4.1 IRF bidrar med kompetens och personal till sommar- och vinterkurser som Umeå universitet arrangerar i Kiruna, t.ex. kursen Arktisk vetenskap, februari 2019. (Bild: Annelie Klint Nilsson, IRF)

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.

IRF medverkar i universitetsutbildningar på flera av sina verksamhetsorter. På Rymdcampus i Kiruna samarbetar IRF med Luleå tekniska universitet, LTU, och med Umeå universitet. I Uppsala bidrar IRF:s forskare och ingenjörer till utbildningar på grundläggande nivå som ges vid Uppsala universitet. Ibland bidrar 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.

	2017	2018	2019
Ramanslag	460	430	151
Övriga intäkter	986	693	479
Summa kostnader	1 446	1 123	630

Tabell 4.1 Finansiering av kostnader 2017, 2018 och 2019 för undervisning. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelning av gemensamma kostnader (tkr i löpande priser).

Utbildning på grundläggande nivå

Under 2019 har forskare och ingenjörer från IRF gett föreläsningar och kurser för rymdingenjörstudenter på Rymdcampus i Kiruna i samarbete med Avdelningen för rymdteknik inom Institutionen för system- och rymdteknik vid LTU. Studenterna läser civilingenjörsprogrammet i rymdteknik och magisterutbildningarna Rymdfarkostdesign, Rymdvetenskap och rymdteknik, och SpaceMaster.



Fig. 4.2 Under året disputerade Andreas Johlander på avhandlingen "Ion dynamics and structure of collisionless shocks in space". Här "spikar" han sin avhandling på Ångströmlaboratoriet i Uppsala. (Bild: Konrad Steinvall, IRF)

Forskare (inklusive doktorander) och teknisk personal bidrar till kurselement inom sina specialiteter, 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. De har också varit aktivt involverade i sommar- och vinterkurser som Umeå universitet har organiserat i Kiruna de senaste åren inom områden som bemannad rymdfart och arktisk vetenskap (se fig. 4.1).

Dessutom gör studenter (från olika universitet och högskolor i Sverige och utlandet) examensarbeten och kortare projekt vid institutets olika kontor. Ett antal studenter utför sommararbete på IRF, vilket ger dem möjlighet att arbeta med rymdrelaterade projekt i en stimulerande forskningsmiljö.

Vid Uppsala universitet har IRF haft ansvar för två kurser under 2019: Rymdfysik (5 hp) och Elektromagnetisk fältteori (5 hp). IRF har också bidragit (ca 50%) till kursen Planetsystemets fysik (5 hp). Dessutom ansvarar IRF:s doktorander för räkneövningar och laboratorieundervisning i t.ex. elektromagnetisk fältteori.

IRF:s forskare har utvecklat och hållit kurser på magisternivå och har handlett ett antal magisteravhandlingar vid Uppsala universitet och Luleå tekniska universitet (se listan i bilagan Publikationer på sidan 44). Forskare från IRF föreläser även vid lärosäten och på sommarskolor i andra delar av världen.

IRF:s medverkan i undervisning på utbildningar på grundläggande nivå 2019 motsvarar 986 timmar jämfört med 707 timmar år 2018 och 1 527 timmar 2017.

Utbildning på forskarnivå

Under 2019 var forskare vid IRF huvudhandledare för 13 doktorander (sex i Kiruna och sju i Uppsala) och ansvarade för doktorandkurser vid Uppsala och Umeå universitet och inom ramen

	2017	2018	2019
Ramanslag	2 747	3 093	2 776
Övriga intäkter	7 687	8 075	6 866
Summa kostnader	10 434	11 168	9 642

Tabell 4.2 Finansiering av kostnader 2017, 2018 och 2019 för forskarutbildning. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelning av gemensamma kostnader (tkr i löpande priser).



Fig. 4.3 Audrey Schillings, två från höger, disputerade i november på avhandlingen "How does O⁺ outflow vary with solar wind conditions?" Bilden togs i samband med disputationen på Rymdcampus och visar Audrey tillsammans med handledare, opponent och betygskommitté (Bild: Philipp Wittmann, IRF).

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.

Den första doktorsavhandlingen försvarades vid dåvarande Kiruna geofysiska observatorium (nuvarande IRF) år 1962. Sedan dess har drygt 100 doktorsavhandlingar (och 25 licentiatavhandlingar) producerats med IRF:s forskare som handledare. Två IRF-anknutna doktorander disputerade under 2019 (se figs 4.2 och 4.3). Fyra doktorander disputerade 2018 och tre år 2017. Under de fem senaste budgetåren har 13 doktorsexamina avlagts med anknytning till IRF. Under de senaste fyra femårsperioder har i snitt drygt 15 doktorander disputerat, eller drygt tre per år (fig. 4.4). Tiden för handledning av doktorander 2019 uppskattas till 1 185 timmar (1 460 timmar 2018 och 1 295 timmar 2017).

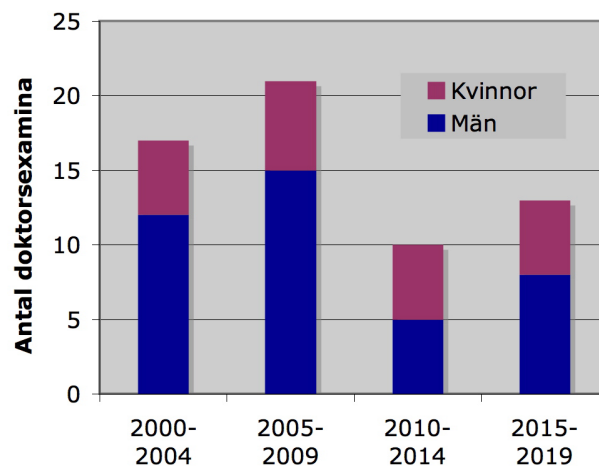


Fig. 4.4 Antal doktorsexamina med anknytning till IRF under femårsperioder från 2000 till 2019.

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 2019 har personalchefen deltagit i en utbildning via Jämställdhetsmyndigheten som riktar sig till ledare inom staten och som handlar om hur man jobbar med jämställdhetsintegrering. Syftet med utbildningen är att stödja de statliga

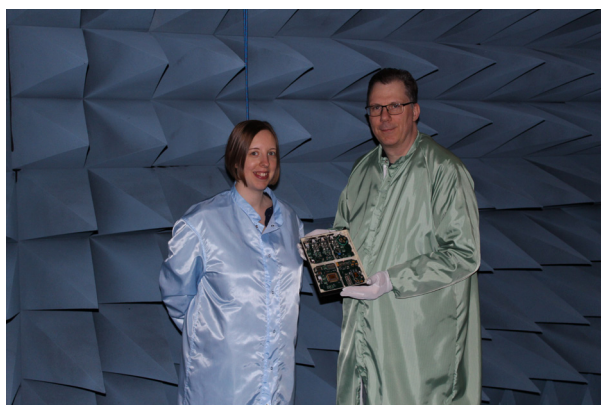


Fig. 5.1.2 Forskningsingenjörerna Vicki Cripps och Walter Puccio visar elektronik som testas för elektromagnetisk kompatibilitet i ett EMC-laboratorium i Uppsala inför rymdmissionen Solar Orbiter. (Bild: Martin Berglund, IRF)

myndigheterna i deras arbete med att nå regeringens jämställdhetspolitiska mål.

Den senaste lönekartläggningen genomfördes 2019 och resultatet visade 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, då det är lättare att hitta fler kvalificerade kvinnor.

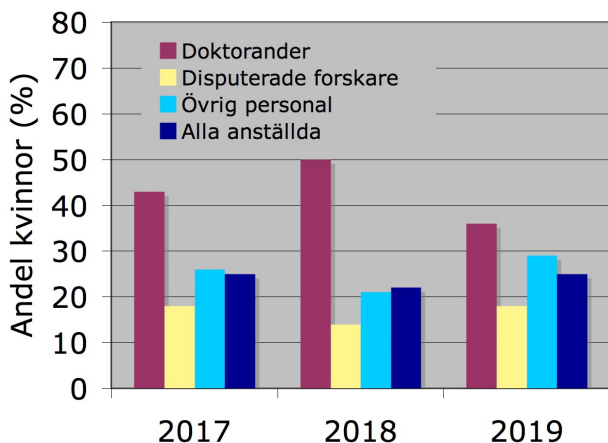


Fig. 5.1.1 Andel kvinnor i olika kategorier vid IRF 2017-2019 (i procent), exklusive tjänstlediga.

5.2 Samverkan med näringsliv och samhälle

Institutet ska samverka med näringsliv och samhälle.

Institutet har som ambition att använda våra kunskaper om rymden och om utveckling av mätinstrument för att vara en tillgänglig resurs till näringsliv och samhälle. Detta sker i aktiva kontakter med både näringsliv och beslutsfattare samt genom de många studiebesök som genomförs vid IRF i Kiruna och Uppsala i synnerhet. Journalister kontaktar ofta forskare vid IRF för att få underlag i samband med spektakulära rymdhändelser eller när vi informerar om nya resultat (se även avsnitt 5.3).

IRF presenterar norrskensbilder och statistik om norrsken i Kiruna i realtid via institutets webbsidor, vilket underlättar för turistbranschen och andra användare som vill veta när de kan hoppas på att se norrsken. IRF bidrar också till utbildningen av norrskensguider för olika turistföretag i Kiruna. Dessutom erbjuder IRF norrsken 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 och Stockholms universitet. MSB vill kunna vara väl förberedda inför utbrott på solen eftersom dessa kan resultera i geomagnetiskt inducerade strömmar och därmed påverka bl.a. elförsörjningen och system i samhället som är beroende av rymdteknik.

Det regionala varningscentret som IRF ansvarar för i Lund ger förvarningar om magnetiska störningar till kraftbolag så att de kan vidta lämpliga åtgärder. IRF bidrar därmed till ny kunskap som kan användas när man ska utveckla nya satellitprojekt; för att undvika/undersöka störningar på satelliter; eller för att skydda kraftindustrins infrastruktur från effekterna av rymdvädet.

IRF deltar i det LTU-ledda tillväxtverksprojektet Rymd för Innovation och Tillväxt, RIT2021, under perioden 2018-2021 (fig. 5.2.1). Inom projektet undersöker vi hur IRF ska nå ut med information om norrsken och rymdväder. Även utvecklingen av IRF:s test- och kalibreringsmöjligheter ingår i RIT2021-projektet. Den utökade testkapaciteten i ett framtida SpaceLab kan nyttjas av bl.a. svenska

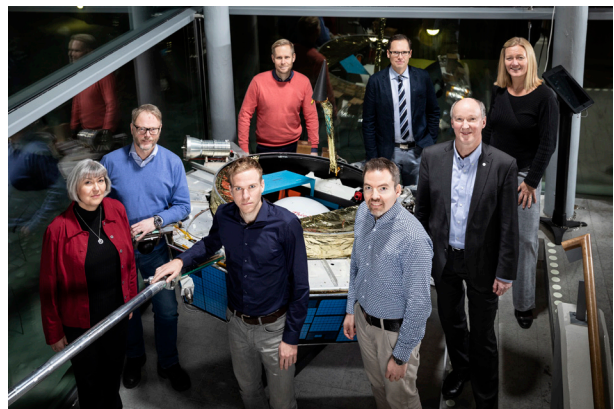


Fig. 5.2.1 Delar av projektledningen för tillväxtprojektet RIT 2021, som leds av LTU och där IRF deltar med två delprojekt. Längst fram står Mate Kerenyi och Johan Kero från IRF. (Bild: Fredric Alm)

forskargrupper och kommersiella rymdföretag för tester i rymdmiljö.

IRF samverkar med t.ex. rymdföretagen AAC Microtec i Uppsala; OHB Sweden i Stockholm; RUAG Space i Göteborg; SSC i Kiruna och Solna; och V-kvadrat i Stockholm; samt med Polskie Zakłady Lotnicze, PZL, i Polen och Reaktor Space Lab i Finland. Dessa samarbetsprojekt ger värdefull växelverkan mellan medarbetare vid IRF och deras motsvarigheter inom de kommersiella företagen.

IRF medverkar i den ideella föreningen Rymdforum Sverige, med ett 20-tal medlemsorganisationer, en förening som har till syfte att främja kunskap om rymdverksamhet i Sverige och att öka informationsflödet mellan olika aktörer i rymdbranschen. På ett mer lokalt plan samverkar IRF i rymdrelaterade frågor med andra organisationer i Kiruna såsom EISCAT, Kiruna kommun, LTU, Rymdgymnasiet och SSC.

Växelverkan mellan olika yrkeskategorier vid IRF och deras motsvarigheter inom näringsliv och övriga samhället ger värdefullt erfarenhetsutbyte, både vad gäller direkta produkter och vad gäller sätt att arbeta. IRF:s kreativa miljö och närhet till grundutbildningar genererar idéer som kan användas av andra organisationer till nya produkter eller tjänster.

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 t.ex. populärvetenskapliga föredrag och institutet lägger ut 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.

Antalet studiebesök på IRF visar att de är populära bland skolklasser och andra grupper (fig. 5.3.1). Sammanlagt har institutet tagit emot drygt 50 besök under året (ca 675 personer), de allra flesta vid huvudkontoret i Kiruna. Motsvarande siffror 2018 var 50 besök (ca 960 personer) och 2017 43 besök (ca 955 personer).

IRF skickade under 2019 drygt tio pressmeddelanden om sin verksamhet och publicerade drygt 20 andra nyheter på webbsidan. Pressmeddelandena publicerades på IRF:s webbsidor och skickades direkt till media, men publicerades även på sådana webbplatser som Mynewsdesk och Vetenskapsrådets presstjänst Expertsvar.

Media kontaktar institutet om norrsken och andra rymdfenomen, frågor som lett till ett antal intervjuer och reportage under året. Meteoroider kan ge upphov till ljusstarka ljusfenomen och buller som registreras med IRF:s infraljudnätverk. IRF kan här ganska snabbt lokalisera infallet och ge media information om dess läge och styrka. Norrskenet fortsätter att fascinera en bred

	2017	2018	2019
Ramanslag	792	1 223	577
Övriga intäkter	321	343	331
Summa kostnader	1 113	1 566	908

Tabell 5.3.1 Finansiering av direkta kostnader för IRF:s informationsaktiviteter 2017, 2018 och 2019 (tkr i löpande priser).



Fig. 5.3.1 IRF tar emot många studiebesök. I september besökte Matilda Ernkrans, minister för högre utbildning och forskning, Rymdcampus i Kiruna och visades runt i lokalerna av bl.a. IRF:s föreståndare, Stas Barabash (i mitten). Forskningsingenjören Stefan Karlsson visar upp reservmodellen av ett satellitinstrument som nu är på väg till Merkurius. (Bild: Rick McGregor, IRF)

allmänhet, och institutets norrskenforskare intervjuas regelbundet av massmedia.

Under året har IRF omnämnts i ca 170 svenska och ca 30 internationella tidnings- eller webbartiklar, en snitt på ca fyra gånger i veckan. Motsvarande siffror 2018 var 180 och 30 (2017: 100 och 40). Under 2019 var norrsken, månen, asteroider och rymdväder återkommande inslag i press och media. IRF:s verksamhet uppmärksammas också i samband med publiceringen av vetenskapliga artiklar, t.ex. när resultat från flersatellitmissionen Cluster publicerades i *Science Advances*.

Institutet har figurerat i ca 20 radio- eller podcastinslag och ca 20 tv- eller webb-tv-inslag, d.v.s. i snitt drygt ett inslag varannan vecka. Under 2018 var dessa siffror 15 och 10 (2017: 20

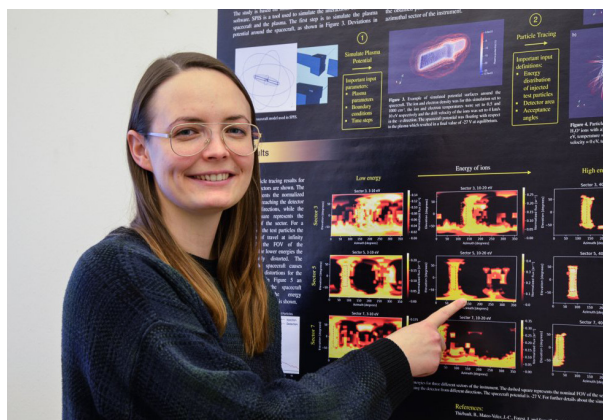


Fig. 5.3.2 IRF:s forskare och doktorander berättar om sin forskning i olika sammanhang. Här visar doktoranden Sofia Bergman några av sina forskningsresultat på en affisch presenterad vid en vetenskaplig konferens. (Bild: Annelie Klint Nilsson, IRF)



Fig. 5.3.3 Charles Lue och Annelie Klint Nilsson informerade om IRF:s verksamhet och vår pågående månforskning under Megahelg - Rymd som arrangerades på Tekniska museet i Stockholm i september. Reservexemplaret av vårt instrument ASAN lämnades över till Tekniska museet av IRF:s föreståndare Stas Barabash vid en ceremoni i juni (se omslagsbilden). ASAN utför mätningar på månens yta sedan den 3 januari 2019. (Bild: IRF)

och 20). Dessutom medverkade forskare Gabriella Stenberg Wieser i åtta avsnitt av tv-programmet *Fråga Lund*, som sändes i Sveriges Television under hösten 2019.

IRF bidrar till olika rymdrelaterade evenemang riktade mot allmänheten och IRF:s forskare, ingenjörer och doktorander håller populärvetenskapliga föredrag för allmänheten och andra grupper (fig. 5.3.2). Sammanlagt hölls drygt 40 föredrag eller arrangemang under 2019, t.ex. om Jupiter, kometer, Mars, månar i solsystemet och rymdväder (29 under 2018 och 35 under 2017).

IRF i både Kiruna och Uppsala ordnade evenemang i samband med Astronomins dag och natt i september. I Uppsala bidrog IRF dessutom till Kulturnatten på Gustavianum med en utställning och presentationer. 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 andra rymdarrangemang under året, bl.a. under World Space Week i oktober.

IRF samarbetar med skolor på sina verksamhetsorter. Ett flertal gymnasieelever från olika delar

av landet besöker IRF:s olika verksamheter samt gör projektarbeten med hjälp och handledning av våra forskare.

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 seminarieserie som arrangeras av astronomerna vid Uppsala universitet. Under året hölls ca 35 seminarier i Kiruna samt 17 seminarier och 18 andra vetenskapliga presentationer (inklusive en disputation, en docentföreläsning och två licentiatpresentationer) i Uppsala.

Som statligt forskningsinstitut anser IRF att det är viktigt att sprida kunskap om sin verksamhet och sina forskningsresultat till samhället. Därför satsar vi på att nå ut på många olika sätt med information till allmänheten och till särskilda målgrupper.

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 lägre än föregående år. Personalrörligheten har under 2019 varit något högre än tidigare år. En jämförelse mellan 31 december 2018 och 31 december 2019 visar att 10 personer (4 kvinnor och 6 män) påbörjat tjänster vid IRF och 15 slutat (4 kvinnor och 11 män). Detta innebär en ökad belastning på redan befintlig personal eftersom de nya behöver introduceras i arbetet samtidigt som institutet genomför projekt med snäva tidsgränser. Åldersstrukturen vid IRF redovisas i tabell 6.2 medan tabell 6.1 visar att medelåldern är något högre (44,0 år) än de senaste två åren (43,7 2018 och 43,3 2017).

IRF har en fastställd plan för kompetensförsörjning som utgör ett underlag för personalplanering

	2017	2018	2019
Antal anställda	106	109	104
- andel kvinnor (%)	25	24	25
Medelålder	43,3	43,7	44,0
Andel anställda med utländsk bakgrund (%)	38	41	46
Antal doktorander anställda av IRF	14	10	11
- andel kvinnor (%)	43	50	36
Antal anställda disputerade forskare*	41	44	41
- andel kvinnor (%)	17	13	17
* inkl. 2 tjänstlediga			

Tabell 6.1 Nyckeltal vid årets slut 2017, 2018 och 2019.

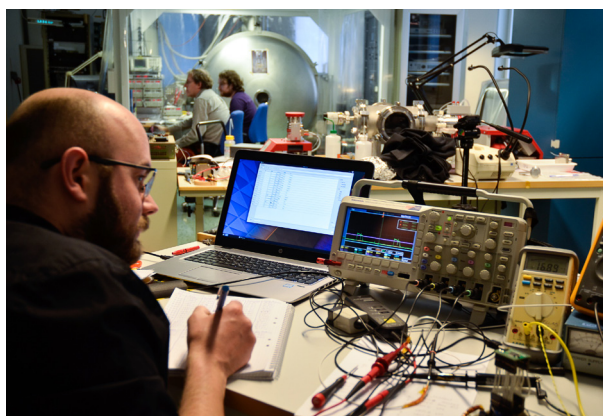


Fig. 6.1 Forskningsingenjören David Upton i IRF:s kalibreringslaboratorium. För att utveckla och bygga vetenskapliga mätinstrument som fungerar i rymden krävs välutbildad och kunnig personal. (Bild: Annelie Klint Nilsson, IRF)

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 2019 har vi 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 genom både interna och externa kurser och sammankomster (fig. 6.3). 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 viktigt 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.

Ålder	Kvinnor	Män	Totalt
	Antal	Antal	
0-29	5 (6)	10 (10)	15 (16)
30-39	7 (7)	22 (23)	29 (30)
40-49	9 (9)	17 (20)	26 (29)
50-59	4 (4)	21 (22)	25 (26)
60-67	1 (0)	8 (8)	9 (8)

Tabell 6.2 Åldersstruktur vid IRF vid årets slut 2019 (åldersstruktur 2018 inom parentes).

Som en del i kompetensförsörjningsarbetet har IRF satsat på ledarutveckling. Samtliga chefer har gått en grundläggande chefsutbildning. Flera chefer har deltagit i Arbetsgivarverkets utbildning "Chef i staten" eller andra kurser för chefer. Ingenjörer har bl.a. genomfört en grundkurs i CAD och simuleringsprogram för termiska analyser. En utbildning har genomförts för alla anställda på IRF i enlighet med uppdraget om att kompetensutveckla statligt anställda inom mänskliga rättigheter och i den statliga värdegrunden.

För att stärka den formella forskningskompetensen inom institutet har IRF börjat se över möjligheterna 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 detta vis skulle karriärvägar skapas för forskare och göra forskartjänster vid IRF attraktivare.

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. Tillsammans med LTU har IRF skapat förutsättningar för våra internationella medarbetare i Kiruna att gå en påbyggnadskurs i svenska.

Samarbete med universitet i Sverige och internationella forskargrupper är andra viktiga inslag för att kunna klara kompetensförsörjningen. Medverkan i forskarutbildning inom bl.a. Forskarskolan i rymdteknik vid LTU har genom åren bidragit på ett positivt sätt till forskarutbildningen vid IRF samt för att tillgodose det svenska samhället med kompetens även utanför rymdområdet.



Fig. 6.2 IRF har en varierad friskvård med många aktiviteter för personalen, t.ex. den årliga löptävlingen EISCAT-loppet, som 2019 vanns av Magnus Oja och Maike Neuland. (Bild: Annelie Klint Nilsson, IRF)



Fig. 6.3 I september samlades IRF:s personal på IRF-dagar på Gimo herrgård i Uppland. Med personal på fyra verksamhetsorter är det viktigt för sammanhållningen att träffas regelbundet på allmänna planeringsträffar. (Bild: Philipp Wittmann, IRF)

Forskare och ingenjörer vid IRF handleder examensarbeten och kommer på så sätt i kontakt med motiverade studenter, vilket i sin tur hjälper universiteten 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 forskare vid IRF men är anställda vid universitet i Sverige eller utomlands. Väl fungerande internationella nätverk är en förutsättning inom vårt forskningsområde och en stor del av personalen rekryteras från andra länder.

Arbetet med kompetensförsörjning är således mycket viktigt 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.

Finansiell redovisning

SAMMANSTÄLLNING ÖVER VÄSENTLIGA UPPGIFTER (tkr)

	2019	2018	2017	2016	2015
Låneram i Riksgäldskontoret					
Beviljad låneram	10 000	10 000	10 000	10 000	6 000
Utnyttjad låneram	7 426	6 167	7 452	7 013	4 284
Räntekontokredit Riksgäldskontoret					
Beviljad	4 400	4 400	4 400	4 400	4 400
Utnyttjad	-	-	-	-	-
Räntekonto					
Ränteintäkter på räntekonto	-	-	-	-	-
Räntekostnader på räntekonto	84	207	200	158	76
Totala avgiftsintäkter som disponeras	5 109	7 525	6 063	5 646	4 946
Beräknat belopp i regleringsbrev	4 000	3 800	3 600	3 450	6 150
Anslagskredit					
Beviljad	1 685	1 662	1 633	1 611	1 542
Utnyttjad	223	259	147	373	43
Oförbrukade bidrag, externa bidrag	35 558	36 189	40 468	34 477	25 488
Intecknade	35 558	36 189	40 468	34 477	25 488
Anslagssparande	-	-	-	-	-
Intecknade	-	-	-	-	-
Personal					
Antal årsarbetskrafter	96	103	96	94	95
Medelantalet anställda	105	111	104	102	102
Driftkostnad per årsarbetskraft	1 179	1 067	1 019	990	953
Kapitalförändring (se not 17 i notavsnittet)					
Årets kapitalförändring	1 406	1 191	-1 075	315	866
Balanserad kapitalförändring	499	1 012	2 087	1 772	906
Utgående myndighetskapital	1 905	2 203	1 012	2 087	1 772

RESULTATRÄKNING (tkr)

		2019	2018
Verksamhetens intäkter			
Intäkter av anslag	Not 1	58 110	55 271
Intäkter av avgifter och andra ersättningar	Not 2	5 109	7 525
Intäkter av bidrag	Not 3	53 356	50 445
Finansiella intäkter	Not 4	217	133
Summa		116 791	113 374
Verksamhetens kostnader			
Kostnader för personal	Not 5	-72 845	-74 422
Kostnader för lokaler		-11 949	-11 560
Övriga driftkostnader		-28 434	-23 908
Finansiella kostnader	Not 6	-189	-426
Avskrivningar och nedskrivningar		-1 968	-1 868
Summa		-115 385	-112 183
Verksamhetsutfall		1 406	1 191
Transfereringar	Not 7		
Medel som erhållits från myndigheter		-2 134	0
Lämnade bidrag		2 134	0
Summa		0	0
Årets kapitalförändring	Not 8	1 406	1 191

BALANSRÄKNING (tkr)

		2019	2018
		2019-12-31	2018-12-31
Tillgångar			
Immateriella anläggningstillgångar			
Rättigheter och andra immateriella anläggningstillgångar	Not 9	902	1 271
Summa immateriella anläggningstillgångar		902	1 271
Materiella anläggningstillgångar			
Förbättringsutgifter på annans fastighet	Not 10	729	610
Maskiner, inventarier, installationer m.m	Not 11	7 030	4 306
Pågående nyanläggning	Not 12	644	2 841
Summa materiella anläggningstillgångar		8 403	7 758
Kortfristiga fordringar			
Kundfordringar		7 040	696
Fordringar hos andra myndigheter	Not 13	336	1 937
Övriga kortfristiga fordringar	Not 14	255	34
Summa kortfristiga fordringar		7 631	2 667
Periodavgränsningsposter	Not 15		
Förutbetalda kostnader		3 403	3 668
Upplupna bidragsintäkter		7 488	5 296
Övriga upplupna intäkter		0	210
Summa periodavgränsningsposter		10 891	9 173
Avräkning med statsverket	Not 16	427	512
Kassa och bank			
Behållning räntekonto i Riksgäldskontoret		32 735	36 735
Summa kassa och bank		32 735	36 735
Summa tillgångar		60 989	58 116
Kapital och skulder			
Myndighetskapital	Not 17		
Balanserad kapitalförändring		499	1 012
Kapitalförändring enligt resultaträkningen		1 406	1 191
Summa myndighetskapital		1 905	2 203
Avsättningar	Not 18	315	548
Skulder			
Lån i Riksgäldskontoret	Not 19	7 426	6 167
Finansiell leasing	Not 20	218	290
Kortfristiga skulder till andra myndigheter	Not 21	3 034	2 784
Leverantörsskulder		5 110	3 569
Övriga kortfristiga skulder	Not 22	1 174	1 256
Summa kortfristiga skulder		16 961	14 066
Periodavgränsningsposter	Not 23		
Upplupna kostnader		6 250	5 111
Oförbrukade bidrag		35 558	36 189
Summa periodavgränsningsposter		41 807	41 300
Summa kapital och skulder		60 989	58 116

ANSLAGSREDOVISNING (tkr)

Anslag	Ingående överföringsbelopp	Årets tilldelning enligt regleringsbrev	Totalt disponibelt belopp	Utgifter	Utgående överföringsbelopp
Utgiftsområde 16 3:6 ap.1 Institutet för rymdfysik (ramanslag)	-259	56 188	55 929	-56 152	-223

Finansiella villkor

Utöver tilldelat belopp under anslagsposten 16 3:6 ap.1 disponerar Institutet för rymdfysik en anslagskredit om högst 1 685 tkr.

TILLÄGGSUPPLYSNINGAR

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

Tillämpade redovisningsprinciper

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

I enlighet med ESV:s föreskrifter till 10§ FBF tillämpar myndigheten brytdagen den 3 januari. Efter brytdagen har fakturor överstigande 20 tkr bokförts som period-avgränsningsposter.

Kostnadsmässig anslagsavräkning

Reglerna om kostnadsmässig anslagsavräkning enligt Anslagsförordning (2011:223) 12§ tillämpas. Semesterdagar som intjänats före år 2009 avräknas anslaget först vid uttaget enligt övergångsbestämmelsen. Utgående balans år 2018 var 253 tkr och har år 2019 minskat med 49 tkr. Utgående balans år 2019 är 204 tkr.

Upplysning om avvikelser från generella ekonomiska administrativa 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 prisbasbelopp redovisas som anläggningstillgång.

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

Följande avskrivningstider tillämpas:

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

Omsättningstillgångar

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

Skulder

Skulderna har tagits upp till nominellt belopp.

Offentlig upphandling

IRF har inte gjort någon upphandling som överstiger gällande tröskelvärden enligt Lag (2016:1145) om offentlig upphandling under 2019.

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).

Stanislav Barabash, föreståndare	1 072 613
- inget uppdrag	
Anders Fällström	0
- Länsstyrelsen Västernorrland, insynsrådet, ledamot	
Anders Jörle	4 604
- inget uppdrag	
Maria Nilsson	2 150
- inget uppdrag	
Olle Norberg	2 125
- SSC, styrelseledamot	
Mark Pearce	3 310
- inget uppdrag	
Anneli Sjögren	4 605
- inget uppdrag	
Anja Taube	1 950
- inget uppdrag	

Sjukfrånvaro

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

	2019	2018	2017
Total sjukfrånvaro i procent	%	%	%
av ordinarie arbetstid	1,0	1,5	0,9
- andel långtidsfrånvaro (> 60 dagar)	29,6	39,1	31,7
Kvinnors sjukfrånvaro	0,7	1,6	0,8
Mäns sjukfrånvaro	1,0	1,5	0,9
Sjukfrånvaro för åldersgruppen 29 eller yngre	0,8	0,7	0,2
Sjukfrånvaro för åldersgruppen 30-49	1,1	2,0	1,0
Sjukfrånvaro för åldersgruppen 50 eller äldre	0,8	1,1	0,8

Sjukfrånvaron för de olika åldersgrupperna redovisas i procent av tillgänglig arbetstid (avrundad till en decimal).

NOTER

Noter till resultaträkning (tkr)

	2019	2018
Not 1 Intäkter av anslag		
Summa intäkter av anslag	58 110	55 271
Ingående överföringsbelopp	-259	-147
UO 16 3:6 ap.1 Ramanslag	56 188	55 428
Intäkter som redovisats mot anslag	-56 152	-55 540
Utgående överföringsbelopp	-223	-259
Summa "Intäkter av anslag" (58 110 tkr) skiljer sig från summa "Utgifter" på anslaget utgiftsområde 16 3.6 ap.1 (56 152 tkr) i anslagsredovisningen. Skillnaden (1958 tkr) beror på minskning av semesterlöneskuld (-49tkr) som intjänats före 2009 (2018, -268 tkr). Även rättelse av en återbetalning (2018, 888tkr) samt intäkter av avgifter (2018, 1118 tkr) som felaktigt redovisades mot årets kapitalförändring. Dessa poster har belastats anslaget men inte bokförts som kostnad i resultaträkningen.	1 958	-268

Not 2 Intäkter enligt 4§ avgiftsförordningen och 6 kap 1§ kapitalförsörjningsförordningen		
Undervisning	408	845
Lokaler	939	948
varav icke statliga medel 541 tkr (budgetår 2018, 596 tkr)		
varav statliga medel för undervisningslokaler och aula 398 tkr (budgetår 2018, 352 tkr)		
Drift av EISCAT mottagarstation	2 085	2 070
Personalmatsal	692	647
Rådgivning och fastighetsskötsel	519	488
Offentlig resurssamordning	372	372
Studiebesök, föredrag, konferens mm	95	2 129
Summa	5 109	7 499
Vinst försäljning bil		26
Summa intäkter av avgifter och andra ersättningar	5 109	7 525

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	Ack/+/-		Intäkter	Kostnader	Ack/+/-
	ingående 2018	utgående 2019			
Undervisning	0	408	408	403	5
Lokaler	0	939	1 041	-102	-102
Drift av EISCAT mottagarstation	0	2 085	2 482	-397	-397
Personalmatsal	0	692	1 471	-779	-779
Summa	0	4 123	5 397	-1 274	-1 274

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 Intäkter av bidrag		
Rymdstyrelsen	28 833	36 494
Vetenskapsrådet	2 178	3 648
Luleå tekniska universitet för doktorandtjänster	1 675	942
Umeå universitet för doktorandtjänst	404	268
Arbetsförmedlingen	384	421
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)	4 827	4 417
European Space Agency (ESA)	13 381	2 605
European Union (EU)	554	536
Kempestiftelserna	411	167
Uppsala universitet	250	333
Kungl. Vetenskapsakademien	0	214
Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)	85	0
Kvarken/Vasa universitet	87	0
Länsstyrelsen i Norrbotten	0	325
Övriga	288	75
Summa intäkter av bidrag	53 356	50 445

Not 4 Finansiella intäkter		
Ränta på lån i Riksgäldskontoret	15	35
Övriga finansiella inäkter	202	98
Summa finansiella intäkter	217	133

Not 5 Kostnader för personal		
Lönekostnader exkl arbetsgivaravgifter, pensionspremier mm	47 301	49 319
varav arvode Insynsråd 17 tkr & övriga arvode 17 tkr		
Övriga kostnader för personal	25 544	25 103
Summa personalkostnader	72 845	74 422

Not 6 Finansiella kostnader		
Ränta på räntekonto i Riksgäldskontoret	84	207
Övriga finansiella kostnader	106	219
Summa finansiella kostnader	189	426

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

Not 8 Årets kapitalförändring				
	Ingående	Årets kapital-	Ingående	Årets kapital-
	2018	förändring 2018	2019	förändring 2019
Avgiftsbelagd verksamhet *	649	469	0	0
Bidragsfinansierad verksamhet *	363	722	499	1 406
Summa årets kapitalförändring	1 012	1 191	499	1 406

*Rättelse av avgiftsbelagd verksamhet (1118 tkr), en återbetalning (888 tkr) samt räntekostnader som felaktigt redovisades mot årets kapitalförändring 2018.

Noter till balansräkning (tkr)

	2019	2018
Not 9 Immateriella anläggningstillgångar		
Rättigheter och andra immateriella anläggningstillgångar		
Akkumulerat anskaffningsvärde	3 928	3 928
Under året tillkommande	154	0
Under året avgående	0	0
Summa Anskaffningsvärde	4 082	3 928
Akkumulerade avskrivningar	-2 657	-2 144
Årets avskrivningar	-523	-513
Årets avgående, avskrivningar	0	0
Summa ackumulerade avskrivningar	-3 179	-2 657
Utgående balans	902	1 271
Materiella anläggningstillgångar		
Not 10 Förbättringsutgifter på annans fastighet		
Akkumulerat anskaffningsvärde	3 636	3 606
Under året tillkommande	252	31
Summa Anskaffningsvärde	3 888	3 636
Akkumulerade avskrivningar	-3 026	-2 898
Årets avskrivningar	-133	-127
Summa ackumulerade avskrivningar	-3 159	-3 026
Utgående balans	729	610
Not 11 Maskiner, datorer, bilar samt övriga inventarier		
Akkumulerat anskaffningsvärde	41 847	43 405
Under året tillkommande	4 036	325
Under året avgående	-4 026	-1 884
Summa Anskaffningsvärde	41 856	41 847
Akkumulerade avskrivningar	-37 540	-38 196
Årets avskrivningar	-1 313	-1 227
Årets avgående, avskrivningar	4 026	1 884
Summa ackumulerade avskrivningar	-34 827	-37 540
Utgående balans	7 030	4 307
Finansiell leasing		
Akkumulerat anskaffningsvärde	240	365
Under året tillkommande	0	0
Årets avskrivning	-125	-125
Utgående balans	115	240
Not 12 Pågående nyanläggning		
Akkumulerat anskaffningsvärde	2 841	1 627
Under året tillkommande	0	
- ALIS 4 D		951
- Riometer		69
- Magnetometer		195
Överföring av tidigare års anskaffningsutgifter	-2 197	0
Pågående nyanläggning		
- 50% av Jonosond Kiruna (644tkr)	0	0
Utgående balans	644	2 841
Not 13 Kortfristiga fordringar andra myndigheter		
Mervärdesskattefordran	-141	1 371
Övriga fordringar andra myndigheter	478	566
Summa fordringar andra myndigheter	336	1 937
Not 14 Övriga kortfristiga fordringar		
Reseförskott	23	34
Kreditfaktura K2A	232	0
Summa övriga kortfristiga fordringar	255	34
Not 15 Periodavgränsningsposter		
Förutbetalda kostnader andra myndigheter	683	640
<i>varav lokaler 683 tkr (budgetår 2018, 640 tkr)</i>		
Förutbetalda kostnader övriga	2 720	3 029
<i>varav lokaler 2 217 tkr (budgetår 2018, 2 179 tkr)</i>		
Upplupna bidragsintäkter andra myndigheter		
Arbetsförmedlingen	33	32
Rymdstyrelsen	3 856	1 884
Luleå tekniska universitet	713	289
Upplupna bidragsintäkter övriga avser bidrag från		
European Space Agency (ESA)	2 800	1 697
European Union (EU)	0	1 394
Vasa Universitet/Kvarken	87	0
Upplupna intäkter		
Luleå tekniska universitet	0	189
EISCAT	0	21
Utgående balans	10 891	9 173
Not 16 Avräkning med statsverket		
Ingående balans	259	147
Redovisat mot anslag UO16 3:6 ap.1	56 152	55 540
Anslagsmedel som tillförts räntekonto	-56 188	-55 428
Fordringar/skulder avseende anslag i räntebärande flöde	223	259
Ingående saldo, fordran avseende semesterlöneskuld som inte har redovisats mot anslag	253	522
Redovisat mot anslag under året enligt undantagsregeln	-49	-268
Fordran avseende semesterlöneskuld	204	253
Utgående balans	427	512

Not 17 Myndighetskapital

Förändring av myndighetskapitalet	Balanserad	Balanserad	Ränteintäkter/	Kapital-	Summa
	kapitalförändring avgiftsfinansierad verksamhet	kapitalförändring bidragsfinansierad verksamhet	Räntekostnader	förändring enl resultat- räkningen	
Utgående balans 2018	575	567	-130	1 191	2 203
Rättelser*	-1 044	-962	302		-1 704
Ingående balans 2019	-469	-395	172	1 191	499
Föregående års kapitalförändring	469	894	-172	-1 191	0
Årets kapitalförändring				1 406	1 406
Summa årets förändring	469	894	-172	215	1 406
Utgående balans	0	499	0	1 406	1 905

*Rättelser beror på omföring mellan olika finansieringskällor efter fastställt bokslut för 2018 (74tkr) samt rättelse av avgiftsbelagd verksamhet (1118 tkr), en återbetalning (888 tkr) samt räntekostnader som felaktigt redovisades mot årets kapitalförändring 2018.

	2019	2018
Not 18 Avsättningar		
Ingående pensionsavsättning	429	0
Årets pensionskostnad	0	429
Årets pensionsutbetalning	-212	0
Summa pensionsavsättning	216	429
Övriga avsättningar		
Ingående avsättning Omställningsarbete	119	219
Årets förändring	-20	-100
Summa övriga avsättningar	99	119
Utgående balans	315	548
Not 19 Lån i Riksgäldskontoret		
Avser lån för investeringar i anläggningstillgångar		
Ingående balans	6 167	7 452
Nyupptagna lån	3 087	452
Årets amorteringar	-1 828	-1 737
Utgående balans	7 426	6 167
Låneram enligt regleringsbrev för 2019 är 10 000 tkr.		
Not 20 Finansiell leasing		
Ingående skuld	290	367
Årets nya skuld	0	0
Årets amortering	-72	-77
Summa Finansiell leasing	218	290
Not 21 Kortfristiga skulder till andra myndigheter		
Leverantörsskulder	715	574
Arbetsgivaravgifter	1 256	1 293
Utgående mervärdesskatt	971	824
Övrigt	92	94
Summa kortfristiga skulder till andra myndigheter	3 034	2 784
Not 22 Övriga kortfristiga skulder		
Avser personalens källskatt	1 174	1 256
Summa övriga kortfristiga skulder	1 174	1 256
Not 23 Periodavgränsningsposter		
Upplupna löneskulder inkl soc avg	167	134
Upplupna semesterlöneskulder inkl soc avg	4 649	4 471
Övriga upplupna kostnader andra myndigheter	411	220
Övriga upplupna kostnader, varav lokaler 140 tkr	759	191
Upplupna traktaments- och reseersättningar	264	94
Summa upplupna kostnader	6 250	5 111
Oförbrukade bidrag andra myndigheter avseende		
Rymdstyrelsen	18 933	22 744
Vetenskapsrådet	7 117	5 965
Umeå universitet	634	645
Luleå tekniska universitet	133	196
MSB	1 724	1 645
Uppsala universitet	18	14
Kungliga Tekniska Högskolan	340	0
Övriga	122	0
Summa oförbrukade bidrag andra myndigheter	29 022	31 209
<i>Medel som kommer att förbrukas (uppskattning från 2018 inom parentes)</i>		
<i>inom tre månader, 1 410 tkr (1 852 tkr)</i>		
<i>inom tre månader till ett år, 9 816 tkr (11 515 tkr)</i>		
<i>inom ett år till tre år, 12 690 tkr (11 552 tkr)</i>		
<i>efter mer än tre år, 5 106 tkr (6 290 tkr)</i>		
Oförbrukade bidrag icke statliga avseende		
European Space Agency (ESA)	5 337	3 391
European Union (EU)	0	121
Kempestiftelserna	1 198	1 339
Övriga	0	129
Summa oförbrukade bidrag icke statliga	6 536	4 980
Utgående balans oförbrukade bidrag	35 558	36 189
Utgående balans periodavgränsningsposter	41 807	41 300

Bilagor

IRF publikationer 2019

(samt publikationer från föregående år som inte listats i tidigare årsredovisningar)

Expertgranskade

- Akbari, H., L. Andersson, **D. J. Andrews**, D. Malaspina, M. Benna, R. Ergun, In Situ Electron Density From Active Sounding: The Influence of the Spacecraft Wake, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2019GL084121, 2019.
- Ala-Lahti, M., E. K. J. Kilpua, J. Soucek, T. I. Pulkkinen, **A. P. Dimmock**, Alfven Ion Cyclotron Waves in Sheath Regions Driven by Interplanetary Coronal Mass Ejections, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 6, 3893-3909, doi:10.1029/2019JA026579, 2019.
- Alberti, T., G. Consolini, V. Carbone, **E. Yordanova**, M. F. Marcucci, P. De Michelis, Multifractal and Chaotic Properties of Solar Wind at MHD and Kinetic Domains: An Empirical Mode Decomposition Approach, *Entropy*, 21, 3, 320, doi:10.3390/e21030320, 2019.
- Alho, M., C. S. Wedlund, **H. Nilsson**, E. Kallio, R. Jarvinen, T. I. Pulkkinen, Hybrid modeling of cometary plasma environments II. Remote-sensing of a cometary bow shock, *Astronomy & Astrophysics*, 630, A45, doi:10.1051/0004-6361/201834863, 2019.
- Alm, L., M. André, D. B. Graham, Yu. V. Khotyaintsev**, A. Vaivads, C. R. Chappell, J. Dargent, S. A. Fuselier, S. Haaland, B. Lavraud, W. Li, P. Tenfjord, S. Toledo-Redondo, S. K. Vines, MMS Observations of Multiscale Hall Physics in the Magnetotail, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2019GL084137, 2019.
- Andrews, D. J.**, S. W. H. Cowley, G. Provan, G. J. Hunt, **L. Z. Hadid, M. W. Morooka, J.-E. Wahlund**, The Structure of Planetary Period Oscillations in Saturn's Equatorial Magnetosphere: Results From the Cassini Mission, *J. Geophys. Res. Space Physics*, doi:10.1029/2019JA026804, 2019.
- Archer, W. E., B. Gallardo-Lacourt, G. W. Perry, J. P. St-Maurice, **S. C. Buchert**, E. S. Donovan, Steve: The Optical Signature of Intense Subauroral Ion Drifts, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 12, 6279-6286, doi:10.1029/2019GL082687, 2019.
- Bader, A., **G. Stenberg Wieser, M. André, M. Wieser, Y. Futaana, M. Persson, H. Nilsson**, T. L. Zhang, Proton Temperature Anisotropies in the Plasma Environment of Venus, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 5, 3312-3330, doi:10.1029/2019JA026619, 2019.
- Breuillard, H., P. Henri, L. Bucciardini, M. Volwerk, T. Karlsson, **A. Eriksson, F. Johansson, E. Odelstad**, I. Richter, C. Goetz, X. Vallieres, R. Hajra, Properties of the singing comet waves in the 67P/Churyumov-Gerasimenko plasma environment as observed by the Rosetta mission, *Astronomy & Astrophysics*, 630, A39, doi:10.1051/0004-6361/201834876, 2019.
- Brown, P., U. Auster, **J. E. S. Bergman, J. Fredriksson**, Y. Kasaba, M. Mansour, A. Pollinger, R. Baughen, **M. Berglund**, D. Hercik, H. Misawa, A. Retino, M. Bendyk, W. Magnes, B. Cecconi, M. K. Dougherty, G. Fischer, Meeting the Magnetic EMC Challenges for the In-Situ Field Measurements on the Juice Mission, *Proceedings of 2019 ESA Workshop on Aerospace EMC (Aerospace EMC)*, IEEE, doi: 10.23919/AeroEMC.2019.8788942, 2019.
- Burch, J. L., K. Dokgo, K. J. Hwang, R. B. Torbert, **D. B. Graham**, J. M. Webster, R. E. Ergun, B. L. Giles, R. C. Allen, L.-J. Chen, S. Wang, K. J. Genestreti, C. T. Russell, R. J. Strangeway, O. Le Contel, High-Frequency Wave Generation in Magnetotail Reconnection: Linear Dispersion Analysis, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 8, 4089-4097, doi:10.1029/2019GL082471, 2019.
- Chen, L. -J., S. Wang, M. Hesse, R. E. Ergun, T. Moore, B. Giles, N. Bessho, C. Russell, J. Burch, R. B. Torbert, K. J. Genestreti, W. Paterson, C. Pollock, B. Lavraud, O. Le Contel, R. Strangeway, **Yu. V. Khotyaintsev**, P. -A. Lindqvist, Electron Diffusion Regions in Magnetotail Reconnection Under Varying Guide Fields, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 12, 6230-6238, doi:10.1029/2019GL082393, 2019.
- Chen, Z. Z., H. S. Fu, C. M. Liu, T. Y. Wang, R. E. Ergun, G. Cozzani, S. Y. Huang, **Yu. V. Khotyaintsev**, O. Le Contel, B. L. Giles, J. L. Burch, Electron-Driven Dissipation in a Tailward Flow Burst, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 11, 5698-5706, doi:10.1029/2019GL082503, 2019.
- Cozzani, G., A. Retino, F. Califano, A. Alexandrova, O. Le Contel, **Yu. V. Khotyaintsev, A. Vaivads**, H. S. Fu, F. Catapano, H. Breuillard, N. Ahmadi, P.-A. Lindqvist, R. E. Ergun, R. B. Torbert, B. L. Giles, C. T. Russell, R. Nakamura, S. Fuseher, B. H. Mauk, T. Moore, J. L. Burch, In situ spacecraft observations of a structured electron diffusion region during magnetopause reconnection, *Phys. Rev. E*, 99, 4, 043204, doi:10.1103/PhysRevE.99.043204, 2019.
- Cravens, T. E., L. Moore, J. H. Jr. Waite, R. Perryman, M. Perry, **J.-E. Wahlund**, A. Persoon, W. S. Kurth, The Ion Composition of Saturn's Equatorial Ionosphere as Observed by Cassini, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 12, 6315-6321, doi:10.1029/2018GL077868, 2019.
- Cravens, T. E., **M. Morooka**, A. Renzaglia, L. Moore, J. H. Jr. Waite, R. Perryman, M. Perry, **J.-E. Wahlund**, A. Persoon, **L. Hadid**, Plasma Transport in Saturn's Low-Latitude Ionosphere: Cassini Data, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 6, 4881-4888, doi:10.1029/2018JA026344, 2019.
- Cui, J., Y.-T. Cao, X.-S. Wu, S.-S. Xu, R.V. Yelle, S. Stone, **E. Vigren, N. J. T. Edberg**, C.-L. Shen, F. He, Y. Wei, Evaluating Local Ionization Balance in the Nightside Martian Upper Atmosphere during MAVEN Deep Dip Campaigns, *Astrophys. J. Lett.*, 876, 1, L12, doi:10.3847/2041-8213/ab1b34, 2019.
- De Spiegeleer, A., M. Hamrin, H. Gunell, M. Volwerk, L. Andersson, T. Karlsson, T. Pitkanen, C. G. Mouikis, **H. Nilsson**, L. M. Kistler, Oscillatory flows in the magnetotail plasma sheet: Cluster observations of the distribution function, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 4, 2736-2754, doi: 10.1029/2018JA026116, 2019.
- De Spiegeleer, A., M. Hamrin, M. Volwerk, T. Karlsson, H. Gunell, G. S. Chong, T. Pitkanen, **H. Nilsson**, Oxygen Ion Flow Reversals in Earth's Magnetotail: A Cluster Statistical Study, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 11, 8928-8942, doi:10.1029/2019JA027054, 2019.
- Deca, J., P. Henri, A. Divin, **A. I. Eriksson**, M. Galand, A. Beth, K. Ostaszewski, M. Horanyi, Building a

- Weakly Outgassing Comet from a Generalized Ohm's Law, *Phys. Rev. Lett.*, 123, 5, 055101, doi:10.1103/PhysRevLett.123.055101, 2019.
- Dimmock, A. P.**, C. T. Russell, R. Z. Sagdeev, V. Krasnoselskikh, S. N. Walker, C. Carr, I. Dandouras, C. P. Escoubet, N. Ganushkina, M. Gedalin, **Y. V. Khotyaintsev**, H. Aryan, T. I. Pulkkinen, M. A. Balikhin, Direct evidence of nonstationary collisionless shocks in space plasmas, *Science Advances*, 5, 2, eaau9926, doi:10.1126/sciadv.aau9926, 2019.
- Dimmock, A. P.**, L. Rosenqvist, J.-O. Hall, A. Viljanen, **E. Yordanova**, I. Honkonen, **M. André**, **E. C. Sjöberg**, The GIC and Geomagnetic Response Over Fennoscandia to the 7-8 September 2017 Geomagnetic Storm, *Space Weather*, 17, 7, 989-1010, doi:10.1029/2018SW002132, 2019.
- Dokgo, K., K.-J. Hwang, J. L. Burch, E. Choi, P. H. Yoon, D. G. Sibeck, **D. B. Graham**, High-Frequency Wave Generation in Magnetotail Reconnection: Nonlinear Harmonics of Upper Hybrid Waves, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 14, 7873-7882, doi:10.1029/2019GL083361, 2019.
- Dwivedi, N. K., S. Kumar, P. Kovacs, **E. Yordanova**, M. Echim, R. P. Sharma, M. L. Khodachenko, Y. Sasunov, Implication of kinetic Alfvén waves to magnetic field turbulence, spectra: Earth's magnetosheath, *Astrophys. Space Sci.*, 364, 6, 101, doi:10.1007/s10509-019-3592-2, 2019.
- Edberg, N. J. T.**, **A. I. Eriksson**, **E. Vigrén**, **F. L. Johansson**, C. Goetz, **H. Nilsson**, N. Gilet, P. Henri, The Convective Electric Field Influence on the Cold Plasma and Diamagnetic Cavity of Comet 67P, *Astron. J.*, 158, 2, 71, doi:10.3847/1538-3881/ab2d28, 2019.
- Edberg, N. J. T.**, **F. L. Johansson**, **A. I. Eriksson**, **D. J. Andrews**, R. Hajra, P. Henri, C. S. Wedlund, M. Alho, E. Thiemann, Solar flares observed by Rosetta at comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, *Astronomy & Astrophysics*, 630, A49, doi:10.1051/0004-6361/201834834, 2019.
- Ergun, R. E., S. Hoilijoki, N. Ahmadi, S. J. Schwartz, F. D. Wilder, J. L. Burch, R. B. Torbert, P.-A. Lindqvist, **D. B. Graham**, R. J. Strangeway, O. Le Contel, J. C. Holmes, J. E. Stawarz, K. A. Goodrich, S. Eriksson, B. L. Giles, D. Gershman, L. J. Chen, Magnetic Reconnection in Three Dimensions: Observations of Electromagnetic Drift Waves in the Adjacent Current Sheet, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 12, 10104-10118, doi: 10.1029/2019JA027228, 2019.
- Fadanelli, S., B. Lavraud, F. Califano, C. Iacquey, Y. Vernisse, I. Kacem, E. Penou, D. J. Gershman, J. Dorelli, C. Pollock, B. L. Giles, L. A. Avanov, J. Burch, M. O. Chandler, V. N. Coffey, J. P. Eastwood, R. Ergun, C. J. Farrugia, S. A. Fuselier, V. N. Genot, E. Grigorenko, H. Hasegawa, **Yu. V. Khotyaintsev**, O. Le Contel, A. Marchaudon, T. E. Moore, R. Nakamura, W. R. Paterson, T. Phan, A. C. Rager, C. T. Russell, Y. Saito, J.-A. Sauvaud, C. Schiff, S. E. Smith, S. Toledo, Redondo, R. B. Torbert, S. Wang, S. Yokota, Four-Spacecraft Measurements of the Shape and Dimensionality of Magnetic Structures in the Near-Earth Plasma Environment, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 8, 6850-6868, doi:10.1029/2019JA026747, 2019.
- Fu, H. S., J. B. Cao, D. Cao, Z. Wang, **A. Vaivads**, **Y. V. Khotyaintsev**, J. L. Burch, S. Y. Huang, Evidence of Magnetic Nulls in Electron Diffusion Region, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 1, 48-54, doi:10.1029/2018GL080449, 2019.
- Fu, H. S., Y. Xu, **A. Vaivads**, **Y. V. Khotyaintsev**, Super-efficient Electron Acceleration by an Isolated Magnetic Reconnection, *Astrophys. J. Lett.*, 870, 2, L22, doi:10.3847/2041-8213/aafa75, 2019.
- Fuselier, S. A., J. Mukherjee, M. H. Denton, S. M. Petrinec, K. J. Trattner, S. Toledo-Redondo, **M. André**, N. Aunai, C. R. Chappell, A. Glocer, S. Haaland, M. Hesse, L. M. Kistler, B. Lavraud, W. Y. Li, T. E. Moore, **D. Graham**, P. Tenfjord, J. Dargent, S. K. Vines, R. J. Strangeway, J. L. Burch, High-density O⁺ in Earth's outer magnetosphere and its effect on dayside magnetopause magnetic reconnection, *J. Geophys. Res. Space Physics*, doi:10.1029/2019JA027396, 2019.
- Fuselier, S. A., K. J. Trattner, S. M. Petrinec, M. H. Denton, S. Toledo-Redondo, **M. André**, N. Aunai, C. R. Chappell, A. Glocer, S. E. Haaland, M. Hesse, L. M. Kistler, B. Lavraud, W. Li, T. E. Moore, **D. Graham**, **L. Alm**, P. Tenfjord, J. Dargent, S. K. Vines, K. Nykyri, J. L. Burch, R. J. Strangeway, Mass Loading the Earth's Dayside Magnetopause Boundary Layer and its Effect on Magnetic Reconnection, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 12, 6204-6213, doi:10.1029/2019GL082384, 2019.
- Galli, A., P. Wurz, H. Fichtner, **Y. Futaana**, **S. Barabash**, An Empirical Model of Energetic Neutral Atom Imaging of the Heliosphere and its Implications for Future Heliospheric Missions at Great Heliocentric Distances, *Astrophys. J.*, 886, 1, 70, doi:10.3847/1538-4357/ab4e94, 2019.
- Garrick-Bethell, I., A. R. Poppe, **S. Fatemi**, The Lunar Paleo-Magnetosphere: Implications for the Accumulation of Polar Volatile Deposits, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 11, 5778-5787, doi:10.1029/2019GL082548, 2019.
- Gingell, I., S. J. Schwartz, J. P. Eastwood, J. L. Burch, R. E. Ergun, S. Fuselier, D. J. Gershman, B. L. Giles, **Y. V. Khotyaintsev**, B. Lavraud, P.-A. Lindqvist, W. R. Paterson, T. D. Phan, C. T. Russell, J. E. Stawarz, R. J. Strangeway, R. B. Torbert, F. Wilder, Observations of Magnetic Reconnection in the Transition Region of Quasi-Parallel Shocks, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 3, 1177-1184, doi:10.1029/2018GL081804, 2019.
- Goetz, C., B. T. Tsurutani, P. Henri, M. Volwerk, **E. Behar**, **N. J. T. Edberg**, **A. I. Eriksson**, R. Goldstein, P. Mokashi, **H. Nilsson**, I. Richter, A. Wellbrock, K. H. Glassmeier, Unusually high magnetic fields in the coma of 67P/Churyumov-Gerasimenko during its high-activity phase, *Astronomy & Astrophysics*, 630, A38, doi:10.1051/0004-6361/201833544, 2019.
- Goldstein, R., J. L. Burch, K. Llera, P. Mokashi, **H. Nilsson**, K. Dokgo, **A. I. Eriksson**, **E. Odelstad**, I. Richter, Electron acceleration at comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, *Astronomy & Astrophysics*, 630, A40, doi:10.1051/0004-6361/201834701, 2019.
- Goodrich, K. A., R. Ergun, S. J. Schwartz, L. B. Wilson, **A. Johlander**, D. Newman, D. W. Frederick, H. Justin, J. Burch, R. Torbert, **Y. Khotyaintsev**, P.-A. Lindqvist, R. Strangeway, D. Gershman, B. Giles, Impulsively reflected ions: A plausible mechanism for ion acoustic wave growth in collisionless shocks, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 3, 1855-1865, doi:10.1029/2018JA026436, 2019.

- Graham, D. B., Y. V. Khotyaintsev, C. Norgren, A. Vaivads, M. André, J. F. Drake, J. Egedal, M. Zhou, O. Le Contel, J. M. Webster, B. Lavraud, I. Kacem, V. Génot, C. Jacquey, A. C. Rager, D. J. Gershman, J. L. Burch, R. E. Ergun, Universality of lower hybrid waves at Earth's magnetopause, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 11, 8727-8760, doi: 10.1029/2019JA027155, 2019.**
- Gunell, H., J. Lindkvist, C. Goetz, **H. Nilsson, M. Hamrin**, Polarisation of a small-scale cometary plasma environment-Particle-in-cell modelling of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, *Astronomy & Astrophysics*, 631, A174, doi: 10.1051/0004-6361/201936004, 2019.
- Hadid, L. Z., M. W. Morooka, J.-E. Wahlund, A. M. Persoon, D. J. Andrews, O. Shebanits, W. S. Kurth, E. Vigren, N. J. T. Edberg, A. F. Nagy, A. I. Eriksson**, Saturn's Ionosphere: Electron Density Altitude Profiles and D-Ring Interaction from the Cassini Grand Finale, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 16, 9362-9369, doi:10.1029/2018GL078004, 2019.
- Hall, B. E. S., B. Sánchez-Cano, J.A. Wild, M. Lester, and **M. Holmström**, The Martian bow shock over solar cycle 23–24 as observed by the Mars Express mission, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 6, 4761-4772, doi: 10.1029/2018JA026404, 2019.
- Hamrin, M., H. Gunell, O. Goncharov, A. De Spiegeleer, S. Fuselier, J. Mukherjee, **A. Vaivads**, T. Pitkänen, R. B. Torbert, B. Giles, Can reconnection be triggered as a solar wind directional discontinuity crosses the bow shock? A case of asymmetric reconnection, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 11, 8507-8523, doi: 10.1029/2019JA027006, 2019.
- Hanson, E. L. M., O. V. Agapitov, F. S. Mozer, V. Krasnoselskikh, S. D. Bale, L. Avanov, **Yu. V. Khotyaintsev**, B. Giles, Cross-Shock Potential in Rippled Versus Planar Quasi-Perpendicular Shocks Observed by MMS, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 5, 2381-2389, doi:10.1029/2018GL080240, 2019.
- Hasegawa, H., R. E. Denton, R. Nakamura, K. J. Genestreti, T. K. M. Nakamura, K.-J. Hwang, T. D. Phan, R. B. Torbert, L. Burch, B. L. Giles, D. J. Gershman, C. T. Russell, R. J. Strangeway, P.-A. Lindqvist, **Y. V. Khotyaintsev**, R. E. Ergun, N. Kitamura, Y. Saito, Reconstruction of the Electron Diffusion Region of Magnetotail Reconnection seen by the MMS Spacecraft on 11 July 2017, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 1, 122-138, doi:10.1029/2018JA026051, 2019.
- Haviland, H. F., A. R. Poppe, **S. Fatemi**, G. T. Delory, I. de Pater, Time-Dependent Hybrid Plasma Simulations of Lunar Electromagnetic Induction in the Solar Wind, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 8, 4151-4160, doi:10.1029/2018GL080523, 2019.
- He, J., D. Duan, T. Wang, X. Zhu, W. Li, D. Verscharen, X. Wang, C. Tu, **Yu. V. Khotyaintsev**, G. Le, J. Burch, Direct Measurement of the Dissipation Rate Spectrum around Ion Kinetic Scales in Space Plasma Turbulence, *Astrophys. J.*, 880, 2, 121, doi:10.3847/1538-4357/ab2a79, 2019.
- Hoilijoki, S., U. Ganse, D. G. Sibeck, P. A. Cassak, L. Turc, M. Battarbee, R. C. Fear, X. Blanco-Cano, **A. P. Dimmock**, E. K. J. Kilpua, R. Jarvinen, L. Juusola, Y. Pfau-Kempf, M. Palmroth, Properties of Magnetic Reconnection and FTEs on the Dayside Magnetopause With and Without Positive IMF B-x Component During Southward IMF, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 6, 4037-4048, doi:10.1029/2019JA026821, 2019.
- Holmberg, M. K. G., N. Andre, P. Garnier, R. Modolo, L. Andersson, J. Halekas, C. Mazelle, M. Steckiewicz, V. Genot, A. Fedorov, **S. Barabash**, D. L. Mitchell, MAVEN and MEX Multi-instrument Study of the Dayside of the Martian Induced Magnetospheric Structure Revealed by Pressure Analyses, *J. Geophys. Res. Space Physics*, doi:10.1029/2019JA026954, 2019.
- Huang, S. Y., K. Jiang, Z. G. Yuan, M. Zhou, F. Sahraoui, H. S. Fu, X. H. Deng, **Y. V. Khotyaintsev**, X. D. Yu, L. H. He, D. Deng, C. J. Pollock, R. B. Torbert, J. L. Burch, Observations of Flux Ropes With Strong Energy Dissipation in the Magnetotail, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 2, 580-589, doi:10.1029/2018GL081099, 2019.
- Hwang, K.-J., E. Choi, K. Dokgo, J. L. Burch, D. G. Sibeck, B. L. Giles, M. L. Goldstein, W. R. Paterson, C. J. Pollock, Q. Q. Shi, H. Fu, H. Hasegawa, D. J. Gershman, **Yu. V. Khotyaintsev**, R. B. Torbert, R. E. Ergun, J. C. Dorelli, L. Avanov, C. T. Russell, R. J. Strangeway, Electron Vorticity Indicative of the Electron Diffusion Region of Magnetic Reconnection, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 12, 6287-6296, doi:10.1029/2019GL082710, 2019.
- Johansson, Fredrik Leffe**, *Observations of plasma and dust around comet 67P by Rosetta*, Uppsala: Department of Physics and Astronomy, Uppsala University, 2019. Licentiate thesis, 2019.
- Johlander, Andreas**, *Ion dynamics and structure of collisionless shocks in space*, Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis, 2019 (Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology; 1750). PhD thesis, 2019.
- Kero, J.**, M. D. Campbell-Brown, G. Stuber, J. L. Chau, J. D. Mathews, A. Pellinen-Wannberg, Radar Observation of Meteors, in Ryabova, G. O., D. J. Asher, M. D. Campbell-Brown (eds), *Meteoroids: Sources of Meteors on Earth and Beyond*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 65-89, 2019.
- Khotyaintsev, Y. V., D. B. Graham, C. Norgren, A. Vaivads**, Collisionless Magnetic Reconnection and Waves: Progress Review, *Front. Astron. Space Sci.*, 6, 70, doi:10.3389/fspas.2019.00070, 2019.
- Kilpua, E. K. J., D. Fontaine, C. Moissard, M. Ala-Lahti, E. Palmerio, **E. Yordanova**, S. W. Good, M. M. H. Kalliokoski, E. Lumme, A. Osmane, M. Palmroth, L. Turc, Solar Wind Properties and Geospace Impact of Coronal Mass Ejection-Driven Sheath Regions: Variation and Driver Dependence, *Space Weather*, 17, 8, 1257-1280, doi:10.1029/2019SW002217, 2019.
- Kilpua, E. K. J., S.W. Good, E. Palmerio, E. Asvestari, E. Lumme, M. Ala-Lahti, M. M. H. Kalliokoski, D. E. Morosan, J. Pomoell, D. J. Price, J. Magdalenic, S. Poedts, **Y. Futaana**, Multipoint Observations of the June 2012 Interacting Interplanetary Flux Ropes, *Front. Astron. Space Sci.*, 6, 50, doi:10.3389/fspas.2019.00050, 2019.
- Kislyakova, K. G., **M. Holmström**, P. Odert, H. Lammer, N. V. Erkaev, M. L. Khodachenko, I. F. Shaikhislamov, E. Dorfi, M. Guedel, Transit Lyman-alpha signatures of terrestrial planets in the habitable zones of M dwarfs, *Astronomy & Astrophysics*, 623, A131, doi:10.1051/0004-6361/201833941, 2019.
- Krasnoselskikh, V., **A. Voshchepynets**, M. Maksimovic,

- On the Efficiency of the Linear-mode Conversion for Generation of Solar Type III Radio Bursts, *Astrophys. J.*, 879, 1, 51, doi:10.3847/1538-4357/ab22bf, 2019.
- Kvammen, A., B. Gustavsson, **T. Sergienko**, **U. Brandstrom**, M. Rietveld, T. Rexer, J. Vierinen, The 3-Distribution of Artificial Aurora Induced by HF Radio Waves in the Ionosphere, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 4, 2992-3006, doi:10.1029/2018JA025988, 2019.
- Lakka, A., T. I. Pulkkinen, **A. P. Dimmock**, E. Kilpua, M. Ala-Lahti, I. Honkonen, M. Palmroth, O. Raukunen, GUMICS-4 analysis of interplanetary coronal mass ejection impact on Earth during low and typical Mach number solar winds, *Ann. Geophys.*, 37, 4, 561-579, doi:10.5194/angeo-37-561-2019, 2019.
- Lee, J. H., D. L. Turner, S. Toledo-Redondo, S. K. Vines, R. C. Allen, S. A. Fuselier, **Yu. V. Khotyaintsev**, I. J. Cohen, B. H. Mauk, C. T. Russell, C. J. Pollock, R. E. Ergun, P.-A. L. Lindqvist, J. L. Burch, MMS Measurements and Modeling of Peculiar Electromagnetic Ion Cyclotron Waves, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 21, 11622-11631, doi:10.1029/2019GL085182, 2019.
- Liu, C. M.**, **A. Vaivads**, **D. B. Graham**, **Yu. V. Khotyaintsev**, H. S. Fu, **A. Johlander**, **M. André**, B. L. Giles, Ion-Beam-Driven Intense Electrostatic Solitary Waves in Reconnection Jet, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2019GL085419, 2019.
- Lu, S. W., C. Wang, **W. Y. Li**, B. B. Tang, R. B. Torbert, B. L. Giles, C. T. Russell, J. L. Burch, J. P. McFadden, H. U. Auster, V. Angelopoulos, Prolonged Kelvin-Helmholtz Waves at Dawn and Dusk Flank Magnetopause: Simultaneous Observations by MMS and THEMIS, *Astrophys. J.*, 875, 1, 57, doi:10.3847/1538-4357/ab0e76, 2019.
- Mandt, K. E., **A. I. Eriksson**, A. Beth, M. Galand, **E. Vigrén**, Influence of collisions on ion dynamics in the inner comae of four comets, *Astronomy & Astrophysics*, 630, A48, doi:10.1051/0004-6361/201834828, 2019.
- Mann, I., T. Gunnarsdottir, I. Häggström, S. Eren, A. Tjulin, M. Myrvang, M. Rietveld, **P. Dalin**, D. Jozwicki, H. Trollvik, Radar studies of ionospheric dusty plasma phenomena, *Contributions to Plasma Physics*, 59, 6, SI, UNSP e201900005, doi:10.1002/ctpp.201900005, 2019.
- Martinez, A., F. Leblanc, J. Y. Chaufray, R. Modolo, N. Romanelli, S. Curry, J. Luhmann, R. Lillis, T. Hara, J. McFadden, J. Halekas, F. Eparvier, D. Larson, J. Connerney, Y. J. Ma, **M. Holmström**, O. Witasse, B. Jakosky, Variability of Precipitating Ion Fluxes During the September 2017 Event at Mars, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 1, 420-432, doi:10.1029/2018JA026123, 2019.
- Masunaga, K.**, **H. Nilsson**, **E. Behar**, **G. Stenberg Wieser**, **M. Wieser**, C. Goetz, Flow pattern of accelerated cometary ions inside and outside the diamagnetic cavity of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, *Astronomy & Astrophysics*, 630, A43, doi:10.1051/0004-6361/201935122, 2019.
- Masunaga, K.**, **Y. Futaana**, **M. Persson**, **S. Barabash**, T. L. Zhang, Z. J. Bong, A. Fedorov, Effects of the solar wind and the solar EUV flux on O⁺ escape rates from Venus, *Icarus*, 321, 379-387, doi:10.1016/j.icarus.2018.11.017, 2019.
- Morooka, M. W.**, **J.-E. Wahlund**, **L. Z. Hadid**, **A. I. Eriksson**, **N. J. T. Edberg**, **E. Vigrén**, **D. J. Andrews**, A. M. Persoon, W. S. Kurth, D. A. Gurnett, W. M. Farrell, J. H. Waite, R. S. Perryman, M. Perry, Saturn's Dusty Ionosphere, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 3, 1679-1697, doi:10.1029/2018JA026154, 2019.
- Myllys, M., P. Henri, M. Galand, K. L. Heritier, N. Gilet, R. Goldstein, **A. I. Eriksson**, **F. Johansson**, J. Deca, Plasma properties of suprathermal electrons near comet 67P/Churyumov-Gerasimenko with Rosetta, *Astronomy & Astrophysics*, 630, A42, doi:10.1051/0004-6361/201834964, 2019.
- Nemec, F., **D. J. Andrews**, D. D. Morgan, A. J. Kopf, D. A. Gurnett, Oblique Reflections of Mars Express MARSIS Radar Signals From Ionospheric Density Structures: Raytracing Analysis, *J. Geophys. Res. Planets*, 124, 5, 1177-1187, doi:10.1029/2018JE005891, 2019.
- Nemec, F., D. D. Morgan, A. J. Kopf, D. A. Gurnett, D. Pitonak, C. M. Fowler, **D. J. Andrews**, L. Andersson, Characterizing Average Electron Densities in the Martian Dayside Upper Ionosphere, *J. Geophys. Res. Planets*, 124, 1, 76-93, doi:10.1029/2018JE005849, 2019.
- Ohtani, S., J. W. Gjerloev, M. G. Johnsen, **M. Yamauchi**, **U. Brandstrom**, A. M. Lewis, Solar Illumination Dependence of the Auroral Electrojet Intensity: Interplay Between the Solar Zenith Angle and Dipole Tilt, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 8, 6636-6653, doi:10.1029/2019JA026707, 2019.
- Osmane, A., **A. P. Dimmock**, T. I. Pulkkinen, Jensen-Shannon Complexity and Permutation Entropy Analysis of Geomagnetic Auroral Currents, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 4, 2541-2551, doi:10.1029/2018JA026248, 2019.
- Persoon, A. M., W. S. Kurth, D. A. Gurnett, J. B. Groene, A. H. Sulaiman, J.-E. Wahlund, **M. W. Morooka**, **L. Z. Hadid**, A. F. Nagy, J. H. Waite Jr., T. E. Cravens, Electron density distributions in Saturn's ionosphere, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 6, 3061-3068, doi:10.1029/2018GL078020, 2019.
- Persson, M.**, **Y. Futaana**, **H. Nilsson**, **G. Stenberg Wieser**, M. Hamrin, A. Fedorov, T. L. Zhang, **S. Barabash**, Heavy Ion Flows in the Upper Ionosphere of the Venusian North Pole, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 6, 4597-4607, doi:10.1029/2018JA026271, 2019.
- Schillings, Audrey**, *How does O⁺ outflow vary with solar wind conditions?* Luleå: Luleå University of Technology, 2019. PhD thesis, 2019.
- Schillings, A.**, R. Slapak, **H. Nilsson**, **M. Yamauchi**, I. Dandouras, L.-G. Westerberg, Earth atmospheric loss through the plasma mantle and its dependence on solar wind parameters, *Earth, Planets and Space*, 71, 70, doi:10.1186/s40623-019-1048-0, 2019.
- Sergeev, V. A., S. V. Apatenkov, R. Nakamura, W. Baumjohann, **Yu. V. Khotyaintsev**, K. Kauristie, M. van de Kamp, J. L. Burch, R. E. Ergun, P.-A. Lindqvist, R. Torbert, C. T. Russell, B. L. Giles, Substorm-Related Near-Earth Reconnection Surge: Combining Telescopic and Microscopic Views, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 12, 6239-6247, doi:10.1029/2019GL083057, 2019.
- Sharma, P., **P. Dalin**, I. Mann, Towards a framework for noctilucent cloud analysis, *Remote Sensing*, 11, 23, 2743, doi:10.3390/rs11232743, 2019.
- Sitnov, M., J. Birn, B. Ferdousi, E. Gordeev, **Yu. V. Khotyaintsev**, V. Merkin, T. Motoba, A. Otto, E.

- Panov, P. Pritchett, F. Pucci, J. Raeder, A. Runov, V. Sergeev, M. Velli, X. Zhou, Explosive Magnetotail Activity, *Space Science Rev.*, 215, 4, UNSP 31, doi:10.1007/s11214-019-0599-5, 2019.
- Sorriso-Valvo, L., F. Catapano, A. Retino, O. Le Contel, D. Perrone, O. W. Roberts, J. T. Coburn, V. Panebianco, F. Valentini, S. Perri, A. Greco, F. Malara, V. Carbone, P. Veltri, O. Pezzi, F. Fraternali, F. Di Mare, R. Marino, B. Giles, T. E. Moore, C. T. Russell, R. B. Torbert, J. L. Burch, **Y. V. Khotyaintsev**, Turbulence-Driven Ion Beams in the Magnetospheric Kelvin-Helmholtz Instability, *Phys. Rev. Lett.*, 122, 3, 035102, doi:10.1103/PhysRevLett.122.035102, 2019.
- Sorriso-Valvo, L., G. De Vita, F. Fraternali, A. Gurchumelia, S. Perri, G. Nigro, F. Catapano, A. Retino, C. H. K. Chen, **E. Yordanova**, O. Pezzi, K. Chagazia, O. Kharshiladze, D. Kvaratskhelia, C. L. Vsconez, R. Marino, O. Le Contel, B. Giles, T. E. Moore, R. B. Torbert, J. L. Burch, Sign Singularity of the Local Energy Transfer in Space Plasma Turbulence, *Frontiers in Physics*, 7, 108, doi:10.3389/fphy.2019.00108, 2019.
- Steinval, Konrad**, *Multi-spacecraft studies of Electron Holes in Space Plasmas*, Uppsala: Department of Physics and Astronomy, Uppsala University, 2019. Licentiate thesis, 2019.
- Steinval, K., Y. V. Khotyaintsev, D. B. Graham, A. Vaivads**, P.-A. Lindqvist, C. T. Russell, J. L. Burch, Multispacecraft Analysis of Electron Holes, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 1, 55-63, doi:10.1029/2018GL080757, 2019.
- Steinval, K., Yu. V. Khotyaintsev, D. B. Graham, A. Vaivads, O. Le Contel, C. T. Russell**, Observations of Electromagnetic Electron Holes and Evidence of Cherenkov Whistler Emission, *Phys. Rev. Lett.*, 123, 25, 255101, doi:10.1103/PhysRevLett.123.255101, 2019.
- Tang, B. -B., **W. Y. Li, D. B. Graham, A. C. Rager, C. Wang, Yu. V. Khotyaintsev, B. Lavraud, H. Hasegawa, Y.-C. Zhang, L. Dai, B. L. Giles, J. C. Dorelli, C. T. Russell, P.-A. Lindqvist, R. E. Ergun, J. L. Burch**, Crescent-Shaped Electron Distributions at the Nonreconnecting Magnetopause: Magnetospheric Multiscale Observations, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 6, 3024-3032, doi:10.1029/2019GL082231, 2019.
- Toledo-Redondo, S., B. Lavraud, S. A. Fuselier, **M. André, Yu. V. Khotyaintsev, R. Nakamura, C. P. Escoubet, W. Y. Li, K. Torkar, F. Cipriani, A. C. Barrie, B. Giles, T. E. Moore, D. Gershman, P.-A. Lindqvist, R. E. Ergun, C. T. Russell, J. L. Burch**, Electrostatic Spacecraft Potential Structure and Wake Formation Effects for Characterization of Cold Ion Beams in the Earth's Magnetosphere, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 12, 10048-10062, doi:10.1029/2019JA027145, 2019.
- Trenchi, L., J. C. Coxon, R. C. Fear, J. P. Eastwood, M. W. Dunlop, K. J. Trattner, D. J. Gershman, **D. B. Graham, Yu Khotyaintsev, B. Lavraud**, Signatures of magnetic separatrices at the borders of a crater flux transfer event connected to an active X-line, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 11, 8600-8616, doi: 10.1029/2018JA026126, 2019.
- Vigren, E., J. Cui**, Electron Temperatures in the Dayside Ionosphere of Mars Derived from $O_2^{(+)}$ Chemistry, *Astrophys. J.*, 887, 2, 177, doi:10.3847/1538-4357/ab53db, 2019.
- Vigren, E., N. J. T. Edberg, A. I. Eriksson, M. Galand, P. Henri, F. L. Johansson, E. Odelstad, M. Rubin, X. Vallieres**, The Evolution of the Electron Number Density in the Coma of Comet 67P at the Location of Rosetta from 2015 November through 2016 March, *Astrophys. J.*, 881, 1, 6, doi:10.3847/1538-4357/ab29f7, 2019.
- Vigren, E., A. I. Eriksson**, On the ion-neutral coupling in cometary comae, *Month. Not. R. Astron. Soc.*, 482, 2, 1937-1941, doi:10.1093/mnras/sty2869, 2019.
- Volwerk, M., C. Goetz, **E. Behar, M. Delva, N. J. T. Edberg, A. I. Eriksson, P. Henri, K. Llera, H. Nilsson, I. Richter, G. Stenberg Wieser, K.-H. Glassmeier**, Dynamic field line draping at comet 67P/Churyumov-Gerasimenko during the Rosetta dayside excursion, *Astronomy & Astrophysics*, 630, A44, doi:10.1051/0004-6361/201935517, 2019.
- Vorburger, A., M. Pflieger, **J. Lindkvist, M. Holmstrom, H. Lammer, H. I. M. Lichtenegger, A. Galli, M. Rubin, P. Wurz**, Three-Dimensional Modeling of Callisto's Surface Sputtered Exosphere Environment, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 8, 7157-7169, doi:10.1029/2019JA026610, 2019.
- Vörös, Z., **E. Yordanova, D. B. Graham, Yu. V. Khotyaintsev, Y. Narita**, MMS Observations of Whistler and Lower Hybrid Drift Waves Associated with Magnetic Reconnection in the Turbulent Magnetosheath, *J. Geophys. Res. Space Physics*, doi:10.1029/2019JA027028, 2019.
- Vörös, Z., **E. Yordanova, Yu. V. Khotyaintsev, A. Varsani, Y. Narita**, Energy Conversion at Kinetic Scales in the Turbulent Magnetosheath, *Front. Astron. Space Sci.*, 6, 60, doi:10.3389/fspas.2019.00060, 2019.
- Voshchepynets, A., S. Barabash, M. Holmstrom, R. A. Frahm**, Active Experiments Beyond the Earth: Plasma Effects of Sounding Radar Operations in the Ionospheres of Venus, Mars, and the Jovian System, *Front. Astron. Space Sci.*, 6, 17, doi:10.3389/fspas.2019.00017, 2019.
- Wang, T., O. Alexandrova, D. Perrone, M. Dunlop, X. Dong, R. Bingham, **Y. V. Khotyaintsev, C. T. Russell, B. L. Giles, R. B. Torbert, R. E. Ergun, J. L. Burch**, Magnetospheric Multiscale Observation of Kinetic Signatures in the Alfvén Vortex, *Astrophys. J. Lett.*, 871, 2, L22, doi:10.3847/2041-8213/aafe0d, 2019.
- Wang, X.-D., S. Barabash, Y. Futaana, V. Shematovich, A. Galli, P. Wurz**, Energy Spectral Properties of Hydrogen Energetic Neutral Atoms Emitted from the Dayside Atmosphere of Mars, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 6, 4104-4113, doi:10.1029/2018JA026346, 2019.
- Wedlund, C. S., D. Bodewits, M. Alho, R. Hoekstra, **E. Behar, G. Gronoff, H. Gunell, H. Nilsson, E. Kallio, A. Beth**, Solar wind charge exchange in cometary atmospheres. I. Charge-changing and ionization cross sections for He and H particles in H_2O , *Astronomy & Astrophysics*, 630, A35, doi:10.1051/0004-6361/201834848, 2019.
- Wedlund, C. S., **E. Behar, E. Kallio, H. Nilsson, M. Alho, H. Gunell, D. Bodewits, A. Beth, G. Gronoff, R. Hoekstra**, Solar wind charge exchange in cometary atmospheres. II. Analytical model, *Astronomy & Astrophysics*, 630, A36, doi:10.1051/0004-6361/201834874, 2019.
- Wedlund, C. S., **E. Behar, H. Nilsson, M. Alho, E. Kallio, H. Gunell, D. Bodewits, K. Heritier**,

- M. Galand, A. Beth, M. Rubin, K. Altwegg, M. Volwerk, G. Gronoff, R. Hoekstra, Solar wind charge exchange in cometary atmospheres. III. Results from the Rosetta mission to comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, *Astronomy & Astrophysics*, 630, A37, doi:10.1051/0004-6361/201834881, 2019.
- Werner, A. L. E., **E. Yordanova**, **A. P. Dimmock**, M. Temmer, Modeling the Multiple CME Interaction Event on 6-9 September 2017 with WSA-ENLIL+Cone, *Space Weather*, 17, 2, 357-369, doi:10.1029/2018SW001993, 2019.
- Wu, X.-S., J. Cui, S. X. Xu, R. J. Lillis, R. V. Yelle, **N. J. T. Edberg**, **E. Vignen**, Z.-J. Rong, K. Fan, J.-P. Guo, Y.-T. Cao, F.-Y. Jiang, Y. Wei, D. L. Mitchell, The Morphology of the Topside Martian Ionosphere: Implications on Bulk Ion Flow, *J. Geophys. Res. Planets*, 124, 3, 734-751, doi:10.1029/2018JE005895, 2019.
- Yamauchi, M.**, Terrestrial ion escape and relevant circulation in space, *Ann. Geophys.*, 37, 6, 1197-1222, doi:10.5194/angeo-37-1197-2019, 2019.
- Zhang, L. Q., W. Baumjohann, L. Dai, **Yu. V. Khotyaintsev**, C. Wang, Measurements of the Vorticity in the Bursty Bulk Flows, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2019GL084597, 2019.
- Zhao, J. T. Wang, C. Sin, **D. B. Graham**, M. W. Dunlop, J. He, B. T. Tsurutani, D. Wu, Ion and Electron Dynamics in the Presence of Mirror, Electromagnetic Ion Cyclotron, and Whistler Waves, *Astrophys. J.*, 883, 2, 185, doi: 10.3847/1538-4357/ab3db1, 2019.
- Zhong, Z. H., X. H. Deng, M. Zhou, W. Q. Ma, R. X. Tang, **Y. V. Khotyaintsev**, B. L. Giles, C. T. Russell, J. L. Burch, Energy Conversion and Dissipation at Dipolarization Fronts: A Statistical Overview, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2019GL085409, 2019.
- Zhou, M., X. H. Deng, Z. H. Zhong, Y. Pang, R. X. Tang, M. El-Alaoui, R. J. Walker, C. T. Russell, G. Lapenta, R. J. Strangeway, R. B. Torbert, J. L. Burch, W. R. Paterson, B. L. Giles, **Y. V. Khotyaintsev**, R. E. Ergun, P. -A. Lindqvist, Observations of an Electron Diffusion Region in Symmetric Reconnection with Weak Guide Field, *Astrophys. J.*, 870, 1, 34, doi:10.3847/1538-4357/aaf16f, 2019.
- Zhou, M., J. Huang, H. Y. Man, X. H. Deng, Z. H. Zhong, C. T. Russell, W. R. Paterson, B. L. Giles, P.-A. Lindqvist, **Y. V. Khotyaintsev**, J. L. Burch, Electron-scale Vertical Current Sheets in a Bursty Bulk Flow in the Terrestrial Magnetotail, *Astrophys. J. Lett.*, 872, 2, L26, doi: 10.3847/2041-8213/ab0424, 2019.
- Zhou, M., H. Y. Man, Z. H. Zhong, X. H. Deng, Y. Pang, S. Y. Huang, **Yu. Khotyaintsev**, C. T. Russell, B. Giles, Sub-ion-scale Dynamics of the Ion Diffusion Region in the Magnetotail: MMS Observations, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 10, 7898-7911, doi:10.1029/2019JA026817, 2019.
- Zhou, X.-Z., Y. Xu, A. Runov, J. Liu, A. V. Artemyev, V. Angelopoulos, J. Birn, Z. Yao, **D.-X. Pan**, Q.-G. Zong, On the Origin of Perpendicular Ion Anisotropy Inside Dipolarizing Flux Bundles, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 124, 6, 4009-4021, doi:10.1029/2019JA026519, 2019.
- Øieroset, M., T. D. Phan, J. F. Drake, J. P. Eastwood, S. A. Fuselier, R. J. Strangeway, C. Haggerty, M. A. Shay, M. Oka, S. Wang, L.-J. Chen, I. Kacem, B. Lavraud, V. Angelopoulos, J. L. Burch, R. B. Torbert, R. E. Ergun, **Y. V. Khotyaintsev**, P. A. Lindqvist, D. J. Gershman, B. L. Giles, C. Pollock, T. E. Moore, C. T. Russell, Y. Saito, L. A. Avanov, W. Paterson, Reconnection With Magnetic Flux Pileup at the Interface of Converging Jets at the Magnetopause, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 4, 1937-1946, doi:10.1029/2018GL080994, 2019.

Övriga publikationer

- Carlsson, Ella**, Don't drink and drive! (Gästblogg), *Tidningen Curie*, 2019: <https://www.tidningencurie.se/gastbloggar/ellacarlsson/dont-drink-and-drive/>
- Carlsson, Ella**, Hur kan vi premiera kommunikation om forskning? (Gästblogg), *Tidningen Curie*, 2019: <https://www.tidningencurie.se/gastbloggar/ellacarlsson/hur-kan-vi-premiera-forskningskommunikation/>
- Carlsson, Ella**, Kraften från Star Wars och barndomens minnen (Gästblogg), *Tidningen Curie*, 2019: <https://www.tidningencurie.se/gastbloggar/ellacarlsson/kraften-fran-star-wars-och-barndomsminnen/>
- Dalin, P.**, N. Pertsev, V. Perminov, D. Efremov, V. Romejko, Looking at "Night-Shining" Clouds from the Stratosphere, *Eos*, 100, doi: 10.1029/2019EO118439, 2019.
- Kastinen, D.**, J. Vierinen, **J. Kero**, S. Hesselbach, C. Kebschull, T. Grydeland, D. Mackay, H. Krag, Next-generation Space Object Radar Tracking Simulator: SORTS++, *Proc. 1st NEO and Debris Detection Conference, Darmstadt, Germany, 22-24 January 2019*, ESA Space Safety Programme Office, 2019: <https://conference.sdo.esoc.esa.int/proceedings/neosst1/paper/465>
- Kero, J.**, **D. Kastinen**, J. Vierinen, T. Grydeland, C. J. Heinselman, J. Markkanen, A. Tjulin, EISCAT_3D: the next generation international atmosphere and geospace research radar, *Proc. 1st NEO and Debris Detection Conference, Darmstadt, Germany, 22-24 January 2019*, ESA Space Safety Programme Office, 2019: <https://conference.sdo.esoc.esa.int/proceedings/neosst1/paper/471>
- Lopez-Calle, I., **A. Sirin**, **H. Andersson**, **M. Kerenyi**, JJ. Gonzalez, C. Poivey, L. Bonora, E. Munoz, M. Dominguez, G. Fernandez, SEE Testing on PADI-X for JUICE 8-Channel Ultrafast Charge Pre-Amplifier ASIC, *2017 17th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS)*, IEEE, doi: 10.1109/RADECS.2017.8696133, 2019.
- Stenberg Wieser, Gabriella**, #5: Rosetta, ICA och jag, *Svenska astronomiska sällskapet 100 år*, 2019: <http://100.astronomiska.se/5-rosetta-ica-och-jag/>
- Stenberg Wieser, Gabriella**, #31: PRIMA, instrumentet som inte fick göra vetenskap, *Svenska astronomiska sällskapet 100 år*, 2019: <http://100.astronomiska.se/31-prima-instrumentet-som-inte-fick-gora-vetenskap/>
- Stenberg Wieser, Gabriella**, #40: Sverige gillar månen, *Svenska astronomiska sällskapet 100 år*, 2019: <http://100.astronomiska.se/40-sverige-gillar-manen/>
- Vierinen, J., **D. Kastinen**, J. Markkanen, T. Grydeland, **J. Kero**, A. Horstmann, S. Hesselbach, C. Kebschull, E. Røynestad, H. Krag, 2018 Beam-Park Observations of Space Debris with the EISCAT Radars, *Proc. 1st NEO and Debris Detection Conference, Darmstadt, Germany, 22-24 January 2019*, ESA Space Safety Programme Office, 2019: <https://conference.sdo.esoc.esa.int/proceedings/neosst1/paper/465>

esa.int/proceedings/neosst1/paper/480

Wieser, Martin, Gabriella Stenberg Wieser, Tillbaka till månen - för vetenskapen! *Populär astronomi*, 1, 30-35, 2019.

Yamauchi, Masatoshi, 11 populärvetenskapliga artiklar på japanska (om rymden, klimat och uppehållsrätt) i webbtidningen WEBRONZA (Asahi Shinbun): <https://webronza.asahi.com/science/articles/2019070100001.html>

Examensarbete (med handledning av IRF)

Dogurevich, Pavel, *Kinetic simulation of spherically symmetric collisionless plasma in the inner part of a cometary coma*, Uppsala University, Disciplinary Domain of Science and Technology, Physics, Department of Physics and Astronomy; Swedish Institute of Space Physics, 2019. Master Programme in Physics, 10 credits / 15 HE credits.

Edman, Jennifer, *Deriving characteristics of thin cirrus clouds from observations with the IRF lidar*, Luleå University of Technology, Department of Computer Science, Electrical and Space Engineering, 2019. Independent thesis Advanced level (Space Engineering, master's level), 20 credits / 30 HE credits.

Gupta, Shashikant, *Cometary ion dynamics with Rosetta Ion Composition Analyzer*, Luleå University

of Technology, Department of Computer Science, Electrical and Space Engineering, 2019. Independent thesis Advanced level (Space Engineering, master's level), 20 credits / 30 HE credits.

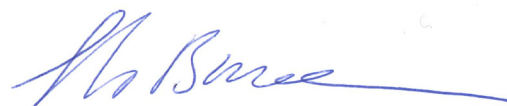
Skan, Moa, *Reconstructing ICMEs with the toroidal Grad-Shafranov method*, Uppsala University, Disciplinary Domain of Science and Technology, Physics; Swedish Institute of Space Physics, 2019. Independent thesis Advanced level (Master Programme in Engineering Physics), 20 credits / 30 HE credits.

Smith, Kellen, *Interpreting density enhancement of coronal mass ejections*, Uppsala University, Disciplinary Domain of Science and Technology, Physics, Department of Physics and Astronomy, Space Plasma Physics, 2019. Independent thesis Basic level (Bachelor Programme in Physics), 10 credits / 15 HE credits.

Zankov, Ivan. *Optimization of Cubesat-Compatible Plasma Ion Analyzer for Asteroid Composition Analysis*, Luleå University of Technology, Department of Computer Science, Electrical and Space Engineering, 2019. Independent thesis Advanced level (Space Engineering, master's level), 20 credits / 30 HE credits.

Beslut om Årsredovisning

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



Stas Barabash, föreståndare
Institutet för rymdfysik

Förkortningar

ALIS	Auroral Large Imaging System	KIT	Karlsruher Institut für Technologie
ALIS_4D	Projekt för att studera ljusfenomen, t.ex. norrsken, i den övre atmosfären	KTH	Kungliga Tekniska Högskolan
ASAN	Advanced Small Analyzer for Neutrals	KVA	Kungl. Vetenskapsakademien
ASPERA-3 och -4	Analysers of Space Plasmas and Energetic Atoms	Lidar	Light Detection and Ranging
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Frankrike	LTU	Luleå tekniska universitet
CNSA	China National Space Administration	MARA	Moveable Atmospheric Radar for Antarctica
COSPAR	Committee on Space Research	MAVEN	Mars Atmosphere and Volatile Evolution
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt	MIPA	Miniature Ion Precipitation Analyzer
DOAS	Differential Optical Absorption Spectroscopy	MIRA 2	Millimeter wave Radiometer 2
EFW	Electric Field and Waves	MMS	Magnetospheric Multiscale Mission
EGU	European Geosciences Union	MSB	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
EISCAT	European Incoherent SCATter Scientific Association	NCAOR	National Center for Atmospheric and Oceanic Research, Indien
EISCAT_3D	Ny generation av EISCAT:s inkoherentspridningsradar	NASA	National Aeronautics and Space Administration, USA
ENA	Energirika neutrala atomer	NIPR	National Institute of Polar Research, Japan
ESA	European Space Agency	NLC	Noctilucent clouds (nattlysande moln)
ESR	EISCAT Svalbard Radar	NSSC	National Space Science Center, Kina
ESRAD	Esrangle MST radar	PAF	Polaratmosfärforskningsprogrammet, IRF
ESV	Ekonomistyrningsverket	PEP	Particle Environment Package
EU	European Union	PMSE	Polarmesosfäriska sommarekon
FBF	Förordningen om myndigheters bokföring	PMWE	Polarmesosfäriska vinterekon
FMI	Meteorologiska institutet, Finland	PROGRESS	PRediction Of Geospace Radiation Environment and Solar wind parameterS
FTIR	Fourier Transform Infrared Spectroscopy	PSC	Polar stratospheric clouds (polarstratosfäriska moln)
FÅB	Förordningen om årsredovisning och budgetunderlag	Riometer	Relative Ionospheric Opacity meter
GloRiA	Global Riometer Array	RIT	Rymd för Innovation och Tillväxt
GNSS	Global Navigation Satellite System	RPF	Rymdplasmafysikprogrammet, IRF
HPC2N	High Performance Computing Center North	RPWI	Radio & Plasma Wave Investigation
ICA	Ion Composition Analyzer	RWC	Regional Warning Center
IMAGE	International Monitor för Auroral Geomagnetic Effects	SGO	Sodankylä geofysiska observatorium
IMS	International Monitoring System	SGU	Sveriges geologiska undersökning
IRF	Institutet för rymdfysik	SNSA	Rymdstyrelsen (Swedish National Space Agency)
ISAS	Institute of Space Astronautical Science	SSC	SSC (fd Swedish Space Corporation eller Rymdbolaget)
ISES	International Space Environment Service	SSPT	Solsystemets fysik och rymdteknik, IRF
ISRO	Indian Space Research Organisation	STAR	Sol-, rymd- och atmosfärforskning, IRF
ISSI	International Space Science Institute	STP	Solär-terrester fysik, IRF
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	UTC	Koordinerad universell tid
JDC	Jovian Dynamics & Composition	VIPIR	Vertical Incidence Pulsed Ionospheric Radar
JNA	Jovian Neutrals Analyzer	VR	Vetenskapsrådet
JUICE	JUpiter ICy moon Explorer		
KAGO	Kiruna Atmospheric and Geophysical Observatory, IRF		
KIMRA	Kiruna Millimeter Wave Radiometer		
Kirsam	Kirunaarbetsgivare i samverkan		



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

www.irf.se