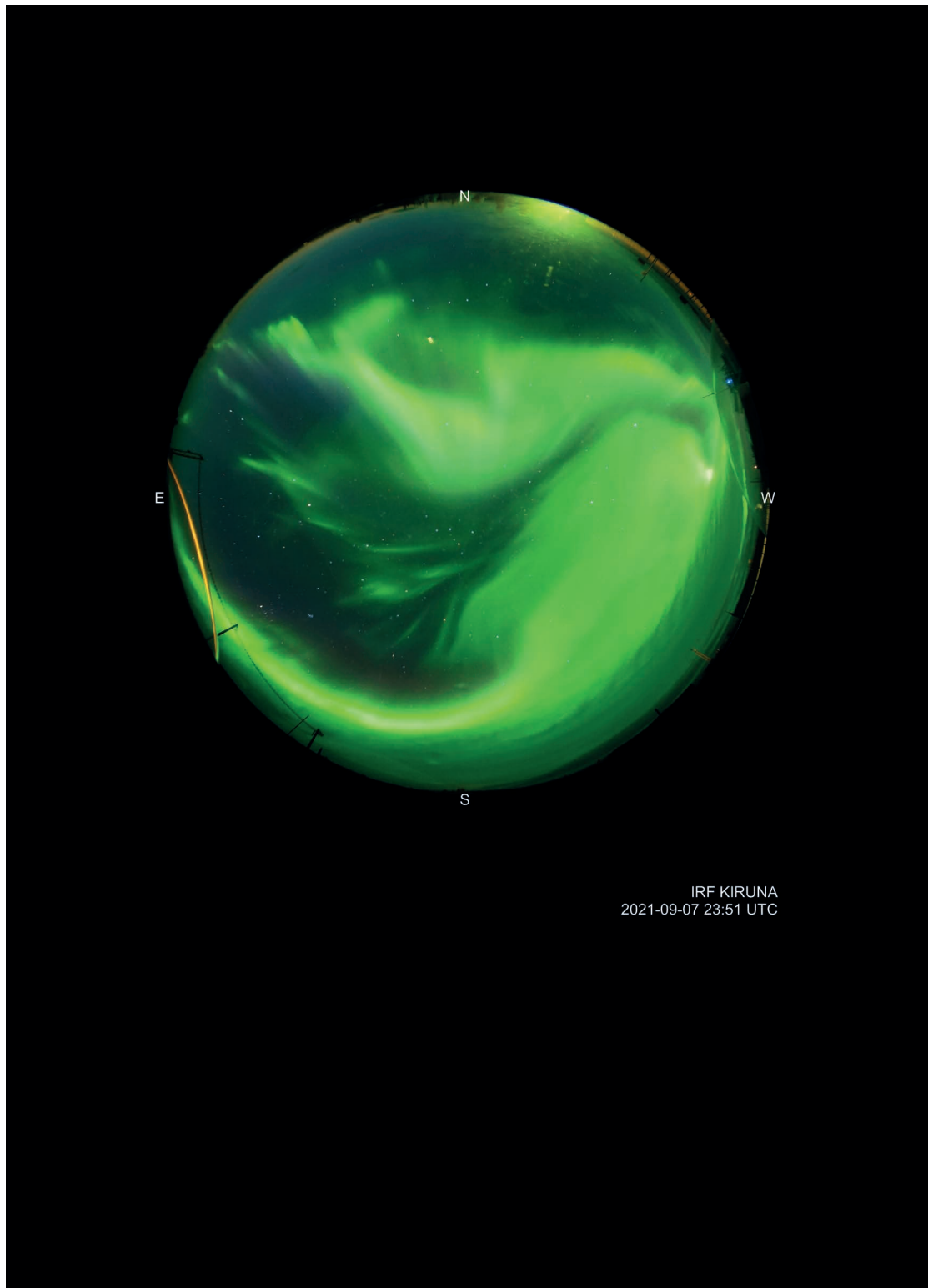




INSTITUTET FÖR RYMDFYSIK
Swedish Institute of Space Physics



INSTITUTET FÖR RYMDFYSIK
ÅRSREDOVISNING 2021

Årsredovisning 2021

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord	4
Året i korthet	6
Resultatredovisning	
1. Översikt	9
1.1. Resultatindikatorer	12
2. Forskning och utveckling	13
2.1 IRF:s forskningsprogram:	
Sol-, rymd- och atmosfärforskning	15
Solsystemets fysik och rymdteknik	19
Rymdplasmafysik	23
2.2 Publikationer och främjandet av forskning av hög kvalitet	26
2.3 Internationella forskningssamarbeten	29
3. Observatorieverksamhet	31
4. Medverkan i utbildning	34
5. Övriga mål och resultat	
5.1 Arbetet för mångfald och inkluderande och kompetensförsöring	36
5.2 Samverkan med näringsliv och samhälle	38
5.3 Informationsaktiviteter	40
Finansiell redovisning	
Sammanställning över väsentliga uppgifter	42
Resultaträkning	43
Balansräkning	44
Anslagsredovining	45
Tilläggsupplysningar	46
Noter	47
Bilagor	
Publikationer	50
Förkortningar	56
Beslut om årsredovining	58

Förord

AV OLLE NORBERG

Jag blev mycket glad och stolt då jag fick förtroendet att bli chef för Institutet för rymdfysik. Jag har arbetat 11 år vid institutet mellan 1989 och 2001 och även efter det varit ledamot i IRF:s styrelse och sedermera insynsråd. Under mina år som chef för Esrange Space Center respektive Rymdstyrelsen samt vicerektor på Luleå tekniska universitet så har jag haft många tillfällen att följa IRF under den resa som institutet och dess personal har gjort. IRF har trots sin storlek på drygt 100 medarbetare nått en nivå som få liknande forskningsinstitut i världen kan mäta sig med.

En av höjdpunkterna på senare tid är att IRF fått förtroendet att leda två av 10 forskargrupper i Europa som tillhandhåller instrument till ESA:s (European Space Agency) rymdprojekt JUICE till Jupiter och dess månar Ganymedes, Callisto och Europa. Forskare och ingenjörer vid IRF har under många år lagt ned mycket tid och energi på att ta fram instrument som ska klara den utmanande strålningsmiljön vid Jupiter. Det blir ett fantastiskt spännande projekt att följa som kommer att sträcka sig över lång tid, flera generationer kommer att kunna forska på det mätdata som JUICE ska leverera.

Nästa projekt efter JUICE som IRF ska delta i är ESA:s Comet Interceptor. Projektet innebär att rymdsonden sänds upp till en parkeringsbana tills en lämplig komet kommer in i mot solen, då startar en jakt för att på nära håll studera en ”ny” komet som sällan besöker solsystemets inre delar.

Mycket spännande har hänt under året trots pandemin, om detta kan man läsa vidare här

i årsredovisningen. Vi har bland annat fortsatt att utveckla tjänsten SpaceLab som omfattar IRF:s infrastruktur för att testa och kalibrera rymdinstrument och andra rymdsystem, både för IRF:s egna behov och för att möta det växande behov som finns för att testa rymdrelaterad hårdvara.

Under 2021 fick vi ett infrastrukturbidrag från Vetenskapsrådet som innebar ytterligare möjligheter till att utveckla både IRF SpaceLab och vår observatorieverksamhet. Syftet med observatorieverksamheten är att förse samhället med långa obrutna tidserier av mätdata. Denna verksamhet har pågått sedan 1950-talet, data från samtliga observatorieinstrument är tillgängliga i realtid. Med bidraget kommer vi kunna investera i nya kameror och filter, huvudsakligen för observationer av norrsken och atmosfären, men också för att beräkna banor för satelliter och rymdskrot och därmed kunna bidra till ökad kunskap om rymdlägesbilden.

Vi är stolta att vårt instrument ASAN som mäter neutrala partiklar ombord på mån bilen Yutu-2, en del av Chang’e 4-projektet från Kina, fortfarande fungerar utmärkt. Under tre år på månens baksida har instrumentet levererat intressanta mätdata om hur solvinden påverkar månens yta.

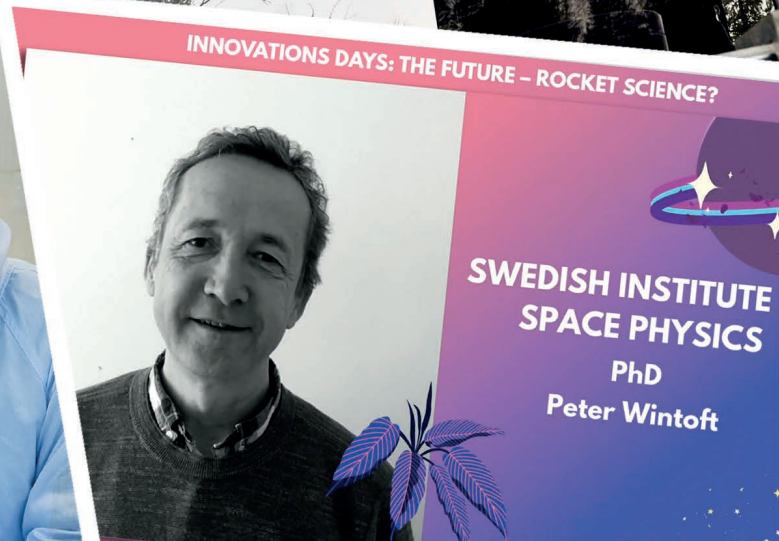
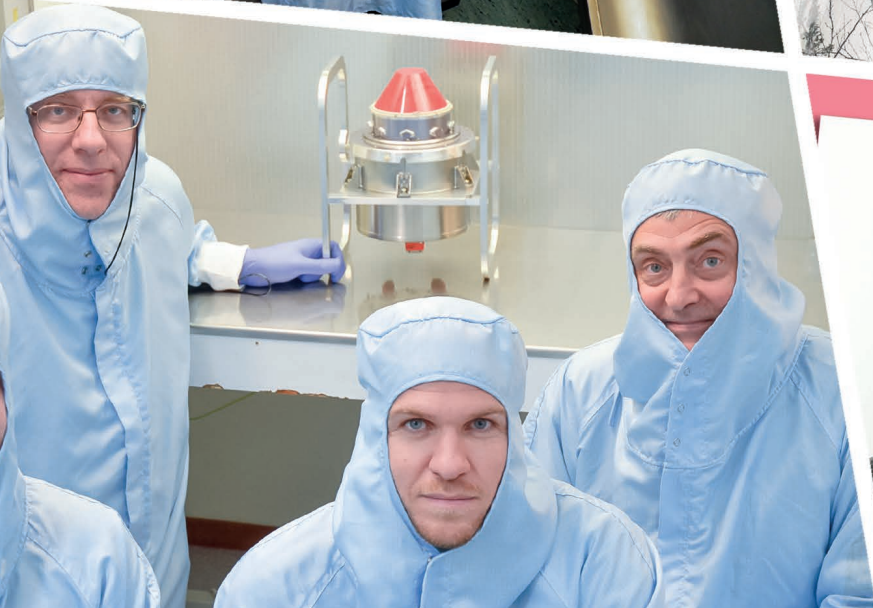
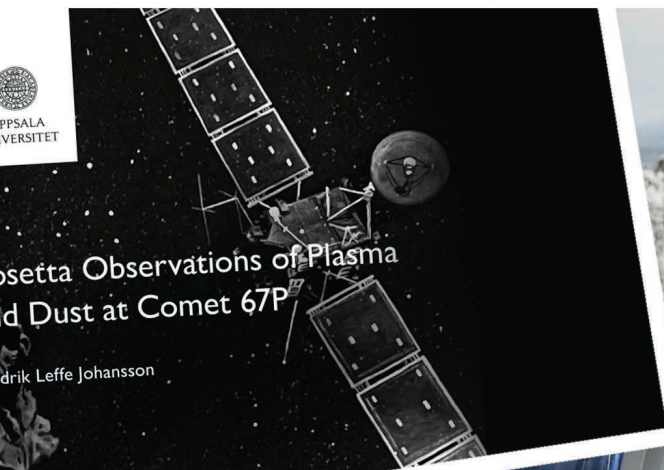
Min bedömning är att IRF trots utmaningarna med pandemin väl uppfyllt de ställda målen. Jag ser fram emot år 2022 som jag tror kommer att bli ännu ett utvecklande och spännande år för IRF. Välkommen att läsa mer i vår årsredovisning!

Olle Norberg
Generaldirektör, Institutet för rymdfysik



Bild 1. Olle Norberg, Generaldirektör, Institutet för rymdfysik.

Året i korthet



- Januari - Fredrik Leffe Johansson disputerar.
- Februari - Urban Brändström som är observatoriechef förklarar vad KAGO gör för en webnyhet.
- Mars - Testtjänster på IRF SpaceLab går live.
- April - ALIS_4D säsongsavslutning.
- Maj - JUICE presenteras i en Youtubesändning.
- Juni - Peter Wintoft medverkar i Innovation days.



Vetenskapsrådet



Juli - Anslag från vetenskapsrådet för KAGO och IRF SpaceLab.
Augusti - Lyckat ballongexperiment för studier av nattlysande moln.
September - Ambassadörer från Storbritannien och Indien på besök.
Oktober - Ny jonosond tas i bruk i Lycksele.
November - Sofia Bergman disputerar.
December - Norrskensalerts för garanterade norrsken går in i testfas.

Resultatredovisning



Bild 1.1. Stefan Karlsson en av IRF:s forskningsingenjörer granskar en prototyp i IRF:s renrum.

1. ÖVERSIKT



IRF är ett fristående statligt forskningsinstitut som bedriver forskning i rymd- och atmosfärfysik samt utvecklar nya mätmetoder, mätinstrument och annan forskningsutrustning. Genom bland annat unika satellitmätningar lär vi oss om de grundläggande fysikaliska processerna som är nödvändiga för att få en bättre förståelse för jorden. Rymdforskningen ger oss en ökad kunskap om universum, människans ursprung och om livet på jorden.

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

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

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

Vår satsning på atmosfärforskning ger en inblick i hur atmosfären fungerar och möjliggör de långa mätserier som behövs för att förstå långsiktiga konsekvenser av människans påverkan på klimatet. Observationer och långa dataserier är viktiga för att kunna upptäcka och förutsäga miljö- och klimatförändringar. Genom observatorieverksamheten fortsätter IRF att övervaka de geofysiska förhållandena i Arktis.

Vetenskapliga resultat presenteras i form av expertgranskade artiklar i tidskrifter och i samband med internationella konferenser. IRF arrangerar under normala verksamhetsår egna konferenser och arbetsmöten som bidrar till erfarenhetsutbyte med forskare runt om i världen. På grund av pandemin har större delen av denna verksamhet bedrivits via digitala kanaler.

Under året har IRF:s forskare publicerat artiklar inom de områden som är institutets inriktningar. De har bland annat berört Solar Orbiters första Venus-förbiflygning; observationer från radio- och plasmavåginstrumentet; pulserande norrskens- och mikroburstobservationer med markbaserade snabba norrskensbilder, Mars Express Special Flyby Operation med och utan närvaro av Phobos; länken mellan turbulens och plasmauppvärmning; jonosfäriskt plasma och mycket mer.

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

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

PRINCIPER FÖR RESULTATREDOVISNING

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

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

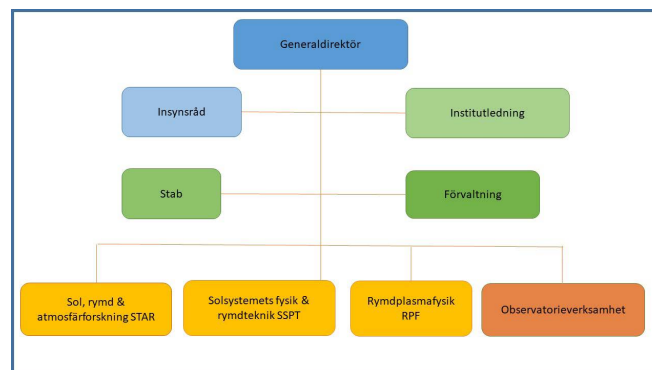


Bild 1.2. Presentationsbild av IRF:s organisation.



Bild 1.3. Hayley Williamson en av IRF:s postdoktorer. En Postdoc är en tidsbegränsad forskningstjänst för nydisputerade forskare.



Bild 1.4. Doktorsavhandling inför kommande spikning.

1.1. Resultatindikationer

IRF delar in verksamheten i tre olika typer av resultat-områden vilka även benämns som resultatindikatorer.

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

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

Intäkter	2019	2020	2021
Forskning	47 529	46 677	45 939
Observatorieverksamhet	7 531	7 309	8 708
Forskarutbildning	2 897	2 798	2 615
Grundutbildning	153	119	80
Intäkter av anslag 1)	58 110	56 903	57 342
Forskning	4 060	4 236	2 256
Observatorieverksamhet	349	297	218
Forskarutbildning	278	406	216
Grundutbildning	422	405	543
Intäkter av avgifter och andra ersättningar	5 109	5 344	3 233
Forskning	45 949	41 519	36 590
Observatorieverksamhet	770	970	1 333
Forskarutbildning	6 581	7 904	7 803
Grundutbildning	56	70	57
Intäkter av bidrag 2)	53 356	50 463	45 783
Finansiella intäkter	217	215	80
Summa intäkter	116 791	112 924	106 439

Kostnader	2019	2020	2021
Forskning	96 558	92 888	82 734
Observatorieverksamhet	8 555	8 576	10 259
Forskarutbildning	9 642	11 107	10 635
Grundutbildning	630	594	680
Summa kostnader	115 385	113 165	104 308
Verksamhetsutfall	1 406	-240	2 131

1) Ramanslag från staten

2) Från forskningsråd, EU, europeiska samarbetsorganisationer, stiftelser m.fl

Tabell 1.1.1. IRF:s intäkter och kostnader under 2019, 2020, 2021 (tkr i löpande priser).

Medverkan i utbildning, utbildningsinsatser på grundläggande, avancerad och forskarnivå (se avsnitt 4). IRF bedömer att verksamheten under året uppfyller de övergripande kraven i institutets instruktion och regleringsbrev väl. Detta trots att pågående pandemi påverkat möjligheterna till resor, möten och utbildnings-tillfällen.

	2019	2020	2021
Kiruna	60,4	57,9	64,8
Uppsala	30,2	32,8	32,5
Umeå	2,0	2,0	2,0
Lund	3,0	2,9	2,7
Total	95,6	95,6	103

Tabell 1.1.2 Antal årsarbetskrafter för åren 2019, 2020 och 2021.

PERSONAL: Vid slutet av år 2021 var följande engagerade på hel- eller deltid i forskningen på IRF:s fyra verksamhets-orter: 44 anställda disputerade forskare (exklusive 2 tjänstlediga) och 12 doktorander (2020: 42 och 13; 2019:39 och 11). Vid slutet av år 2021 hade IRF totalt 111 anställda var av 84 män och 27 kvinnor (2020: 108 anställda - 81 män och 27 kvinnor, 2019: 104 anställda - 78 män och 26 kvinnor). Av dessa tjänster var 26 tids-begränsade (13 i Kiruna och 13 i Uppsala) vid årets slut.

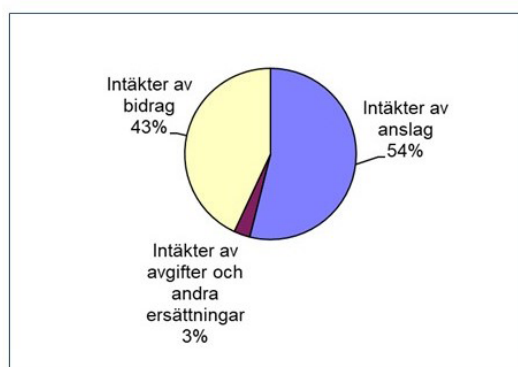


Bild 1.1.1. Verksamhetens intäkter för 2021 var 106 439.

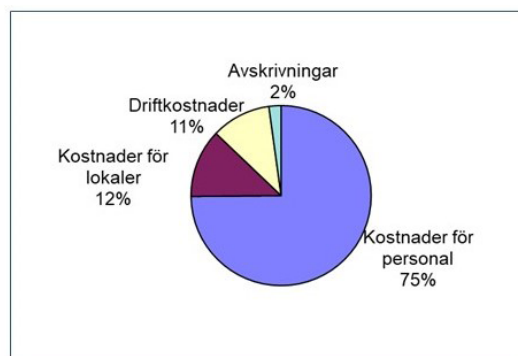


Bild 1.1.2. Verksamhetens kostnader för 2021 var 104 308 tkr.

2. FORSKNING OCH UTVECKLING

Under året har forskning och utveckling bedrivits inom IRF:s tre forskningsprogram som på olika sätt tar fram ny kunskap inom atmosfärfysik, rymdfysik och rymdteknik. Forskarna använder experimentella metoder och programområdena överlappar delvis varandra. Observatorieverksamheten har bland annat slutfört viktiga uppgraderingar men också fått lägga stort fokus på att reparera och byta ut utrustning som förstörts på grund av vädrets makter.

Forskningen inom atmosfärfysik fokuserar på dynamiska och kemiska processer i atmosfären vid höga latituder i både Arktis och på Antarktis. Kunskapen inom det området är viktig för att förstå bland annat klimatet och klimatförändringar. Under 2021 har fokus legat på att med hjälp av radarteknik, satelliter, lidar, kameror och diverse experiment genomföra observationer och studier av jordens polarområden, strukturer i rymdplasma, elektromagnetiska energiflöden, radiovågor och meteoriter.

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 studeras.

Med hjälp av nya resultat från simuleringar och detaljerade modeller av uppladdningseffekter på rymdfarkosten Rosetta konstruerade IRF nya fysikaliska modeller för att härleda plasmatäthet och jonhastigheter. Forskare vid IRF har även kunnat studera solvindens växelverkan med Mars måne Phobos.

	2019	2020	2021
Sol- rymd- och atmosfärforskning			
Ramanslag	11 576	10 424	11 139
Övriga intäkter	5 505	4 360	3 577
Summa kostnader	17 081	14 784	14 716
Solsystemets fysik och rymdteknik.			
Ramanslag	18 829	18 160	16 921
Övriga intäkter	17 475	14 607	14 877
Summa kostnader	36 304	32 767	31 798
Rymdplasmafysik.			
Ramanslag	16 230	18 139	17 878
Övriga intäkter	26 942	27 197	17 896
Summa kostnader	43 172	45 336	35 774
Observatorieverksamheten			
Ramanslag	7 431	7 309	8 708
Övriga intäkter	1 125	1 267	1 551
Summa kostnader	8 556	8 576	10 259
Grundutbildning			
Ramanslag	151	119	80
Övriga intäkter	479	475	600
Summa kostnader	630	594	680
Forskarutbildning			
Ramanslag	2 776	2 798	2 615
Övriga intäkter	6 866	8 309	8 020
Summa kostnader	9 642	11 107	10 635
Informationsaktiviteter			
Ramanslag	577	600	506
Övriga intäkter	331	346	277
Summa kostnader	908	946	783

Tabell 2.1. Finansiering av programkostnader och direkta kostnader 2019, 2020 och 2021. Nyckeltalet personalkostnader har använts vid fördelning av gemensamma kostnader (tkr i löpande priser).

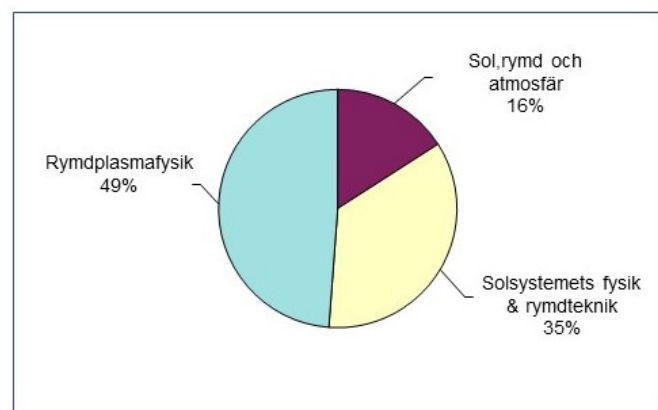


Bild 2.1. Fördelning av kostnader för forskning och utveckling mellan de tre forskningsprogrammen.

IRF är också med och designar och bygger instrument till bland annat ESA:s kommande rymdsond Comet Interceptor. IRF fortsätter att arbeta med tester, färdigställande av reservenheter, samt planering för körning av de instrument som ingår i ESA:s rymdsond JUICE till Jupiter. Utöver detta arbete pågår etableringen IRF SpaceLab, som är en testanläggning för både forskargrupper och industri.

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

2.1 IRF:s forskningsprogram

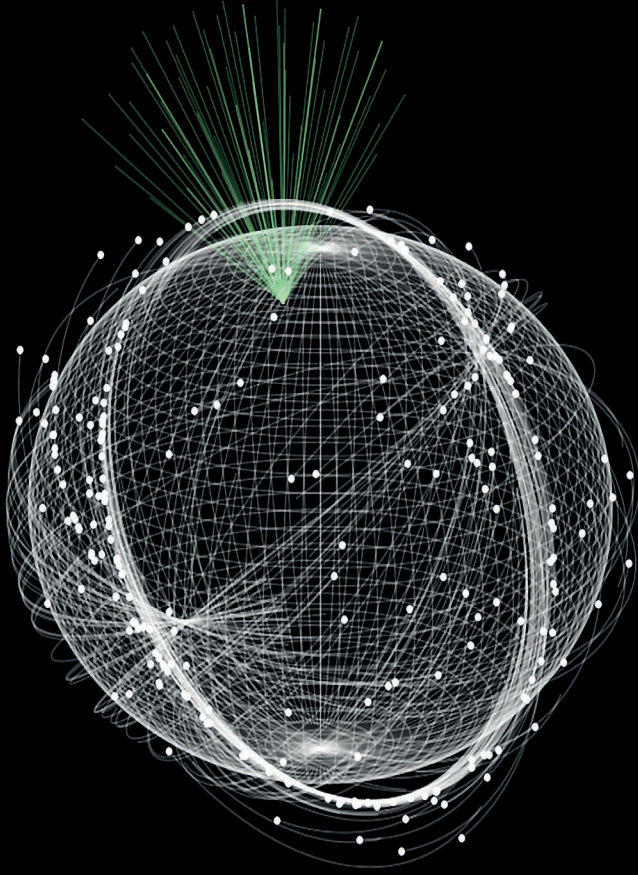


Bild 2.1.1. En liten del av allt rymdskrot som befinner sig i omloppsbana runt jorden som registreras i den gröna kon som är vårt FOV (Field Of View).

SOL-, RYMD-, OCH ATMOSFÄRSFORSKNING

Programchef: Dr Johan Kero

I IRF:s program Sol-, rymd- och atmosfärforskning (Solar Terrestrial and Atmospheric Research - STAR) studerar vi atmosfären i Arktis, vår närmiljö i rymden samt vilka effekter solens aktivitet har på jorden och dess atmosfär.

IRF studerar och kartlägger meteoriter och rymdskrot som kan leda till stor skada vid kollisioner med rymdfarkoster. Inom programmet studerar IRF även solvinden, joniserad gas från solkoronan och hur den påverkar jorden och då speciellt jonosfären och magnetosfären (de joniserade övre delarna av atmosfären och plasmaområdet nära jorden som kontrolleras av jordens magnetfält).

Inom programmet används ett lidarsystem för att studera arktiska ismoln som cirrusmoln och pärlemormoln på mellan 4 och 45 km höjd över marken. Ett lidarsystem sänder upp laserpulser som sedan plockas upp av ett teleskop för att studera ljuset som sprids tillbaka från fasta och flytande partiklar i molnen.

Sol-, rymd- och atmosfärforskning

Genom observationer med radarsystemen ESRAD utanför Kiruna och MARA på Antarktis har vi validerat ESA-satelliten Aeolus vindmätningar i jordens polarområden och fann en systematisk avvikelse över Antarktis som nu kan korrigeras. Vinddata från Aeolus används för att förbättra väderprognoser och klimatmodeller.

Vi har även vidareutvecklat radarmetoder för att bättre mäta in var och när meteoriter uppstår i atmosfären och meteoroidernas banor i solsystemet. Analys av tidigare radarmätningar med EISCAT och MAARSY i Norge har i kombination med simuleringar använts för att uppskatta radarmeteoriternas massa.

Vi har för första gången, med hjälp av lidar och kameror, kunnat karaktärisera uppkomstförhållandena för ett 600 km stort pärlemormoln som låg kvar över Kirunaregionen i flera timmar.

Projekt, kampanjer och experiment:

Under 2021 utfördes förberedande arbete för ett forskningsexperiment där IRF ska studera småskaliga strukturer och processer i norrsken med hjälp av en sondraketen som skjuts upp från Esrange under 2023. Experimentet var planerat till 2022 men är framflyttat på grund av en brand vid Esrange och pandemin och de restriktioner som varit gällande. Experimentet går ut på att åtta behållare med en blandning av metaller (liknade det som används i fyrverkerier) kommer att släppas från sondraketen på höjder mellan 120–180 kilometer och där skapa färgade moln. Huvudmålet för experimentet är att med det optiska kamerasystemet ALIS_4D och ett flertal observatorieinstrument, studera den fina strukturen och dynamiken i jonosfärens elektriska och magnetiska fält, genom att observera hur de metalliska molnen rör sig och ändrar form.

Den återkommande internationella kampanjen för observationer av vågrörelser och utbredning av nattlysande moln, NLC, ägde rum under juni till augusti 2021. Mätningar utfördes med automatiska kameror på ett dussintal platser på norra hemisfären. Vi deltog under augusti i det europeiska ballonginfrastrukturprojektet HEMERA. IRF:s kamerainstrument för NLC fanns ombord på en fransk sondballong som släpptes från Esrange. Bilder från kamerainstrumentet tagna på 33 km höjd i kombination med kampanjobservationer från marken med radarsystem, kameror och lidar medgav unika studier av vågrörelser och de förhållanden som råar när nattlysande moln bildas.

Vi undersöker hur energiutbrott på solen, så kallade soleruptioner, påverkar elektriska strömmar i jonosfären och i vilken utsträckning de ger upphov till kraftiga geomagnetiska störningar.

I ett närliggande projekt har vi utvecklat ett norrskensindex för Kirunaområdet. Under vinterhalvåret utvärderar vi projektet i syfte att tillhandahålla realtidsinformation om när norrsken är synligt på natthimlen, samt studerar hur järnmalmfyndigheter påverkar lokala variationer i magnetfältet. I november skedde ett flertal korona-massutkastningar och utbrott på solen som gav upphov till kraftiga störningar i jordens magnetfält och geomagnetiskt inducerade strömmar. IRF kunde under perioden med god tillförlitlighet förutsäga händelseutvecklingen och underrättade myndigheter och Svenska kraftnät om våra prognosresultat. Studier pågår för hur nuvarande prognosmodeller, för variationer av lokala magnetfältet vid jordytan, kan förbättras.

I november genomfördes även ett flertal radarkampanjer med EISCAT för att bidra till kartläggning av rymdskrot. Våra preliminära resultat visar på en betydande mängd nytt rymdskrot förknippat med att den uttjänta satelliten Kosmos-1408 förstördes av en missil från marken den 15 november inom ramen för ett anti-satellit-test. Resultatet har delgivits ESA:s avdelning för studier av rymdskrot.



Bild 2.1.2. Lyckad ballongkampanj i augusti 2021 - ballongburna kameror skickades upp från Esrange.

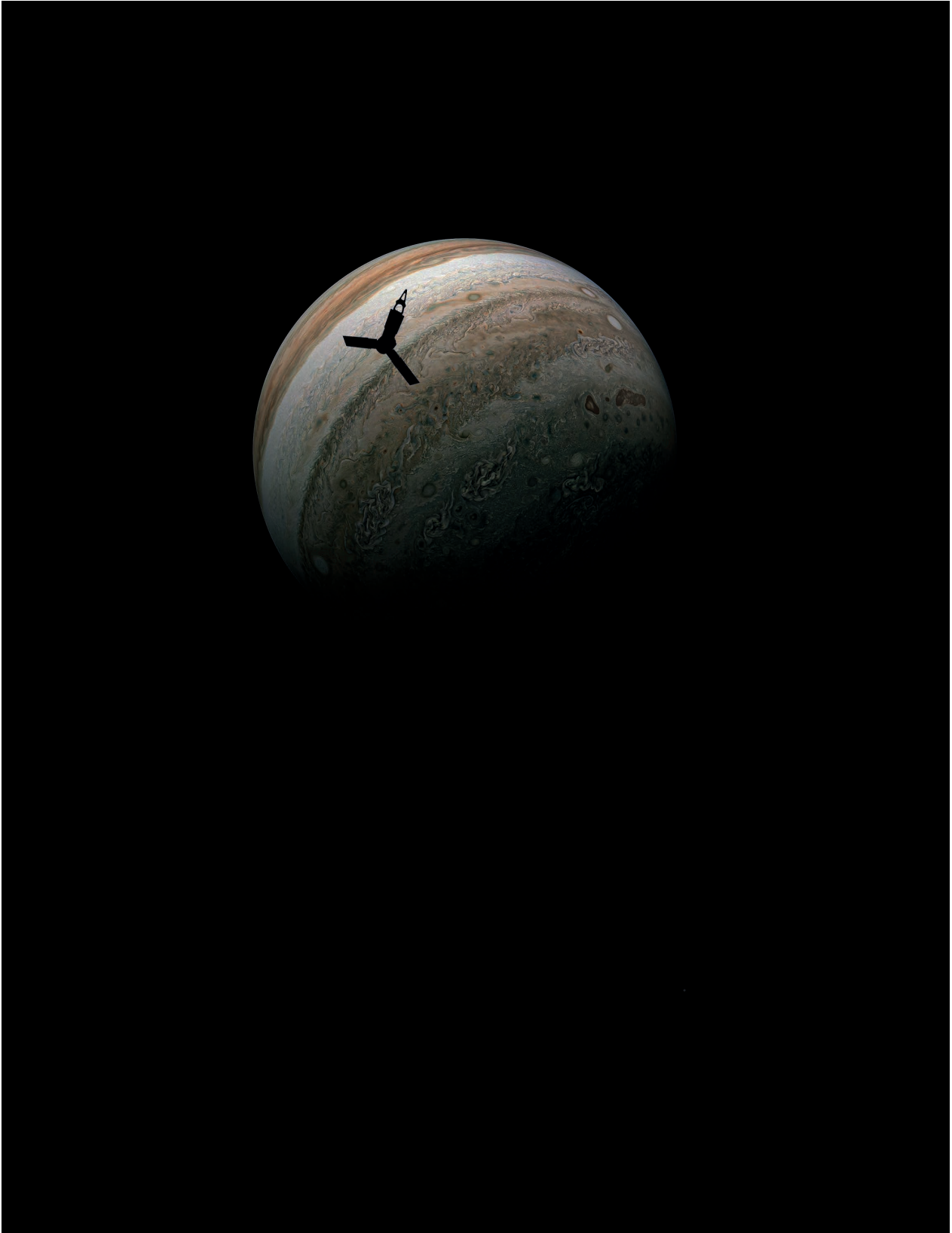


Bild 2.1.3. JUNO som kom fram till Jupiter 2016 med instrument utvecklade av IRF. Nästa år åker vi tillbaka med två instrument på JUICE för att utforska bland annat dess isiga månar. Bilden är ett kollage.

SOLSYSTEMETS FYSIK OCH RYMDTEKNIK

Programchef: prof. Stas Barabash

I forskningsprogrammet Solsystemets fysik och rymdteknik (Solar System Physics and Space Technology - SSPT) studeras solvindens växelverkan med olika himlakroppar i solsystemet. Solvinden är ett flöde av laddade partiklar från solen. Målet är att förstå hur kometer, månar, asteroider och planeter (inklusive jorden) växelverkar med rymdmiljön.

För att bedriva 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 instrumentutveckling utförs av IRF – design, tillverkning, kalibrering och drift av instrumenten.

Solsystemets fysik och rymdteknik

IRF:s instrument ASPERA-3 på ESA:s rymdsond Mars Express har studerat hur Mars sakta förlorar sin atmosfär till rymden och hur detta beror av solfläckscykeln. Eftersom Mars Express kretsar runt Mars i 18 år kan vi göra unika studier av variationer i flödena av joner och elektroner i rymdmiljön kring Mars över långa tidsperioder. Det är ungefär elva år mellan maximalt antal solfläckar, då solen och solvinden är som mest aktiv. Vi fann att förlusten av atmosfär är tre gånger större vid solfläcksmaximum, än vid minimum.

Eftersom Mars Express med jämna mellanrum flyger förbi nära Mars måne Phobos kan vi även studera hur den växelverkar med solvinden. IRF har tidigare observerat joner som skulle kunna komma från Phobos, men de skulle även kunna vara solvind reflekterad av rymdsonden själv. Därför utfördes ett experiment där sonden orienterades precis som vid en förbiflygning, men långt borta från Phobos. Inga joner observerades då och vi kan därför vara säkra på att tidigare observerade joner verkligen kommer från Phobos. Det är första gången detta fenomen observerats. Den europeiska rymdorganisationen ESA har beslutat att driften av Mars Express ska fortsätta till slutet av 2022, och ytterligare förlängningar är möjliga.

Vi har studerat jonflöden kring en komet med IRF:s instrument som fanns ombord på den europeiska rymdsonden Rosetta som var verksam fram till 2016. Vi har speciellt studerat flödena av joner med låg energi vilket är komplicerat eftersom rymdsonden är laddad och därigenom påverkar hur joner med låg energi rör sig i närheten av sonden. Genom detaljerade modeller av rymdsondens laddning har vi beräknat flödena av lågenergijoner mer detaljerat än någonsin tidigare.

Missioner/projekt:

IRF:s detektor för energirika neutrala atomer (ENA), ASAN, befinner sig på månens baksida ombord på den kinesiska mån bilen Yutu-2, en del av projektet Chang'e 4, efter en lyckad landning på månens yta 2019. Detta var den första landningen på månens baksida någonsin. ENA-detektorn samlar in mätdata med jämna mellanrum när mån bilen inte körs, och idag har mer än 95 timmar data samlats in. IRF deltar i den europeisk-japanska missionen BepiColombo som är på väg till Merkurius. BepiColombo-missionen består av två satelliter. IRF 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 ska utforska Merkurius och dess magnetosfär.

BepiColombo sändes upp i rymden år 2018 och går in i omloppsbana kring Merkurius år 2025. Under 2021 utfördes en förbiflygning av Venus och den första förbiflygningen av Merkurius. IRF utförde då mätningar med de egna instrumenten.

IRF leder ett konsortium bestående av 11 internationella forskargrupper med ansvar för plasmainstrumentet PEP (Particle Environment Package). PEP ingår i ESA:s jupitermission JUICE (JUperiter ICy moons Explorer) med planerad uppsändning år 2023 och ankomst till Jupiter år 2031. PEP är det största instrumentprojektet någonsin för IRF i Kiruna. Projektet sträcker sig över minst 20 år och missionen planeras slutföras efter tre år vid Jupiter. Instrumentet levererades under 2021 till Airbus. Arbetet handlar i nuläget om fortsatta tester, färdigställande av reservenheter, samt planering för körning av instrumentet.

ESA-mission Comet Interceptor ska genomföra de första flerpunktsmätningarna vid en komet. Missionen ska undersöka en komet som är ny i solsystemet. Planerad uppsändning är år 2029 och vårt bidrag är en detektor för joner och energirika neutrala atomer.

Den indiska rymdorganisationen ISRO planerar en sond till Venus. IRF ska bidra med en detektor som känner av energirika neutrala atomer, Venusian Neutrals Analyzer, VNA. Instrumentet kommer att vara en del av Venus Ionospheric and Solar Wind particle AnalySer (VISWAS) som utvecklas av Space Physics Laboratory i Indien. Med VNA fortsätter programmet forskningen om hur Venus växelverkar med solvinden, vilket startade med IRF:s instrument på Venus Express.



Bild 2.1.4. Angèle Pontoni undersöker JNA (Jovian Neutrals Analyzer).

IRF SpaceLab

Just nu pågår etableringen av IRF SpaceLab som är en nationell anläggning som ska kunna användas av både industri och forskargrupper. Vid IRF SpaceLab ska det finnas omfattande möjligheter att testa och kvalificera rymdrelaterad hårdvara i projekt där ballonger, raketer, satelliter och markbaserad mätteknik används för rymd- och atmosfärforskning. Anläggningen är i linje med regeringens nationella rymdstrategi, och kommer vara av betydelse för kommande satellituppskjutningar från Esrange utanför Kiruna.

I nuläget byggs ett antal delsystem upp, såsom skakmaskin, strålkälla, lagringstank samt vakuumsystem. Intresset för IRF SpaceLab är stort från både rymdindustrin och icke-kommersiella aktörer. IRF:s målsättning är att projektet ska resultera i en byggnad som också inrymmer arbets- och kontorsrum för nya företag som förväntas etablera sig i Kiruna då de vill nyttja IRF SpaceLabs testutrustning.

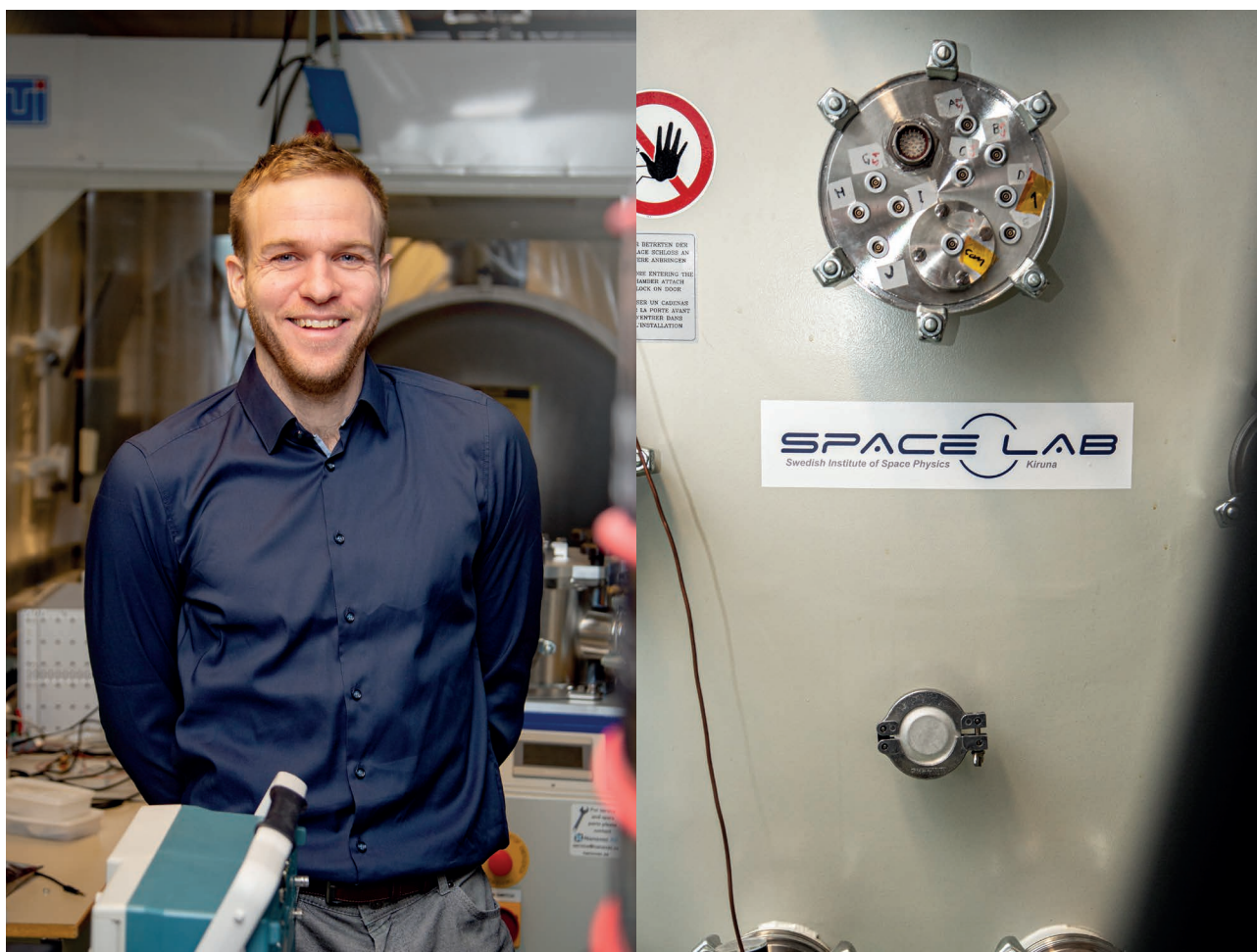


Bild 2.1.5. Máté Kerényi, forskningsingenjör, projektledare, IRF SpaceLab.

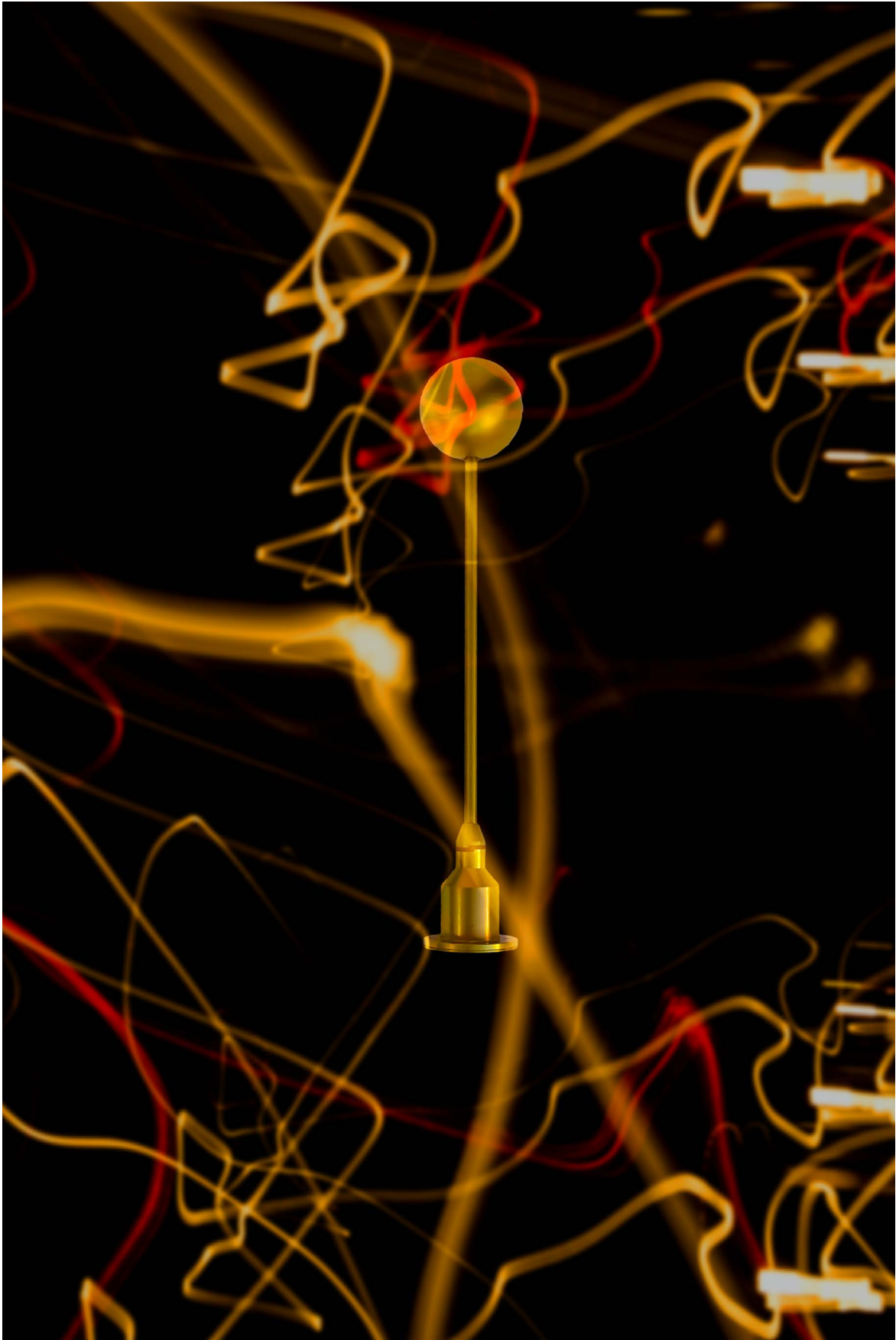


Bild 2.1.6. IRF Uppsala är världsledande med att utveckla langmuirsonder för att mäta plasma.

RYMDPLASMAFYSIK

Programchef: docent Yuri Khotyaintsev

Inom programmet Rymdplasmafysik (Space Plasma Physics - RPF) har vi specialiserat oss på mätningar av elektriska fält och plasmatäthet i rymden.

Mätningarna utförs med instrument ombord på olika rymdfarkoster. Instrumenten mäter också vågrörelser i dessa fält. Målet är att skapa förståelse för rymdplasma runt jorden och andra planeter genom att bygga fysikaliska modeller baserade på utförda mätningar. Modellerna ska också ge förståelse för motsvarande processer i områden där direkta mätningar är omöjliga eller mycket svåra att utföra t.ex. nära solen och andra stjärnor och i finstrukturen i fusionsplasma.

IRF ledde under perioden 2016-2021 ett projekt där en tillämpning av programmets grundforskning används för att förbättra rymdväderprognoser för Sverige och på det sättet öka skyddet av samhällskritisk infrastruktur.

Rymdplasmafysik

Under 2020 började Solar Orbiter (ESA och NASA) sin resa i en bana runt solen. IRF har levererat elektronik till ett instrument på Solar Orbiter. Under 2018 påbörjade BepiColombo (ESA och JAXA/Japan) sin resa mot Merkurius. Projektet inkluderar två satelliter där vi har levererat elektronik till ett instrument på MMO (Mercury Magnetospheric Orbiter). År 2017 avslutade NASA:s rymdfarkost Cassini en tretton år lång undersökning av Saturnus och dess omgivning. IRF levererade ett instrument som fanns ombord och har därefter studerat material från bland annat månarna Titan och Enceladus. Under 2016 avslutade ESA:s rymdfarkost Rosetta sin undersökning av kometen 67P/Churyomov-Gerasimenko. IRF har huvudansvaret för ett instrument som studerat material som blåser ut från kometen.

De tre satelliterna i projektet Swarm inom ESA:s jordobservationsprogram sköts upp 2013. IRF:s detektorer är en del av ett instrumentpaket som kartlägger plasma och strömmar i rymden, programmet har huvudansvar för instrumenten som mäter elektriska fält och vågor på ESA:s fyra Clustersatelliter som har flugit i formation i jordens magnetosfär sedan 2000. År 2015 sändes även NASA:s fyra MMS-satelliter upp och formationsflyger nu även de i jordens magnetosfär. Vi har även bidragit med kunskap under byggandet av ett av instrumenten på rymdfarkosten MAVEN (NASA) som sedan 2014 studerar hur solvinden påverkar atmosfären och jonosfären på Mars.

Vetenskapliga höjdpunkter under 2021:

Med hjälp av fyra MMS-satelliter i formationsflygning med avstånd på några få kilometer har vi studerat magnetisk omkoppling, vilket sker i små områden i rymden med en utsträckning på endast några tiotals km. Topologiförändringen leder till överföring av energi från magnetfält till partiklar över ett mycket större område som sträcker sig över många tusen kilometer.

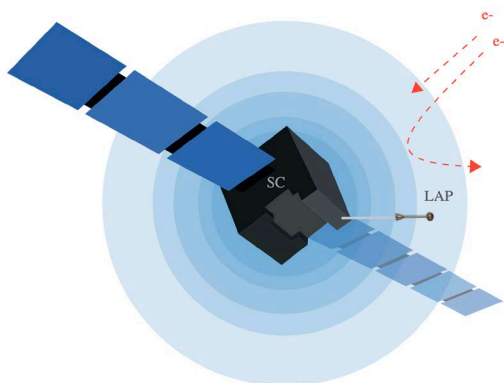


Bild 2.1.7. Skiss som visar effekten på elektrondensiteten vid Langmuir-probens (LAP) position från det elektrostatiska fältet från rymdskeppspotentialen som omsluter sensorn. (bild: från Johansson et al, 2021).

Rymdsonden Rosetta studerade kometen 67P i oöverträffad detalj i mer än två år, från augusti 2014 till september 2016. Från nya resultat från simuleringar av uppladdningen av Rosetta konstruerade vi nya modeller för att härleda plasmatäthet och jonhastigheter för hela kometmissionen, med upp till 200 gånger bättre tidsupplösning än tidigare. Vi fann, i motsats till vad man tidigare trott, att jonflödet konsekvent är mycket snabbare än den neutrala gasen under hela missionen, vilket ger ytterligare bevis för att jonerna frikopplas tidigt från de neutrala atomerna i närheten av kometen. Processen bakom denna observation är fortfarande oklar.

Plasma i jordens yttre magnetosfär och solvinden är i princip kollisionsfria. Detta betyder att partikelfördelningarna vanligtvis inte är i termodynamisk jämvikt och avviker avsevärt från jämviktsfördelningarna. Med hjälp av MMS-data har vi beräknat avvikelserna från en Maxwell-fördelning för tiotals miljoner observerade elektronfördelningar. En statistisk studie visar att avvikelserna i dessa fördelningar kan förstärkas av plasmaprocesser, såsom chocker, turbulens och magnetisk omkoppling.

Pågående projekt/missioner:

IRF deltar i Horisont 2020-projektet SHARP där chockobservationer i heliosfären jämförs med astrofysikaliska observationer där processerna inte kan studeras med samma noggrannhet som med satellitdata.

Programmet Rymdplasmafysik leder även ett konsortium som designar och bygger instrument till JUICE för att studera Jupiters isiga månar med planerad uppsändning 2023. Instrumentet RPWI har varit programmets stora projekt under flera år. Sista instrumentmodellen levererades under 2020. Under 2021 har vi planerat och designat instrument till ESA:s projekt Comet Interceptor, som ska studera en komet som aldrig tidigare varit i närheten av jorden. Den första modellen av instrumentet har utvecklats under 2021 och planerad uppsändning är 2028.



Bild 2.1.8. Satelliten Astrid, ett av IRF:s tidigare projekt.

2.2 Publikationer och främjande av forskning av hög kvalitet

Under 2021 har forskare från IRF publicerat sina forskningsresultat i 165 expertgranskade publikationer, 32 av dessa har varit som förstaförfattare. IRF:s forskare har också publicerat populärvetenskapliga artiklar och handledt 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 bild 2.2.1.

De senaste fem åren har institutets drygt 50 forskare och doktorander medverkat i ca 134 expertgranskade publikationer per år vilket ger ett snitt på nästan 2,7 publikationer per forskare och år. I snitt har IRF också ansvarat för drygt 2,5 doktorsavhandlingar per år under samma period.

Institutet för rymdfysik säkerställer kvaliteten av sin forskning genom att bland annat publicera resultat i expertgranskade tidskrifter, tillhandahålla unika mätdata och utveckla avancerade satellit- och markbaserade mätinstrument för vetenskapliga ändamål.

Institutets forskningsresultat presenteras också vid nationella och internationella konferenser och möten, ofta som inbjudna föredragare. I snitt deltar IRF:s forskare på drygt två konferenser vardera per år. På grund av rådande pandemi har möjligheten till resande begränsats.

Under 2021 deltog IRF:s forskare vid 124 konferenser, var av 17 av dessa tillfällen som inbjuden föredragare. 20 av konferenserna genomfördes i fysisk form och resterande skedde digitalt.

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

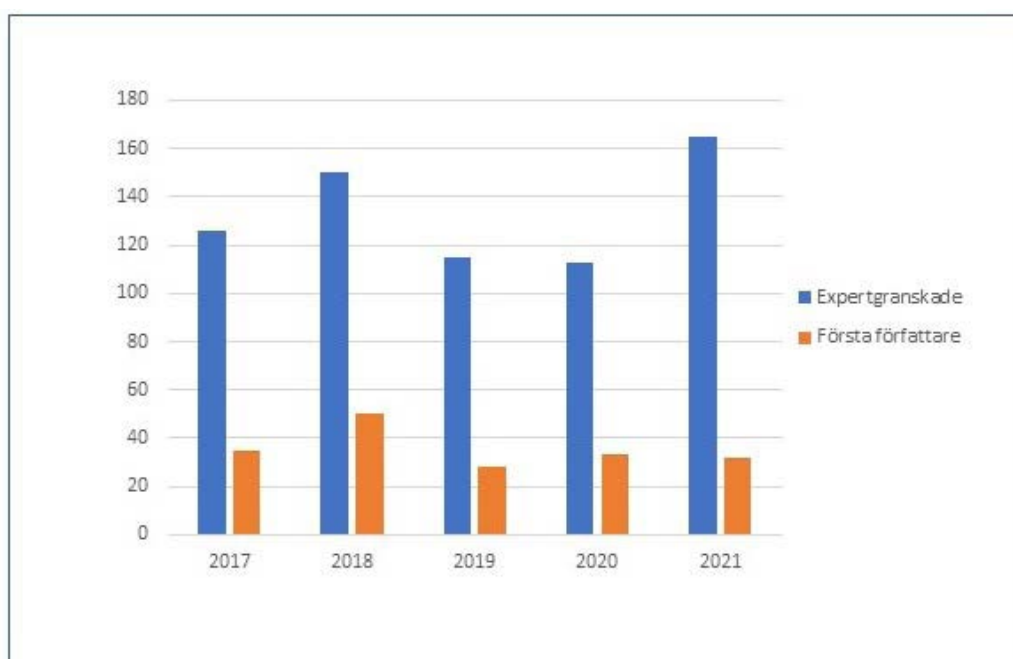


Bild 2.2.1. Expertgranskade artiklar under perioden 2017-2021.

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

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.

IRF har rekryterat doktorander, forskarasistenter och postdoktorer från flera olika länder. Bland annat från Australien, Belgien, Cypern, Frankrike, Grekland, Indien, Iran, Italien, Japan, Kanada, Kina, Ryssland, Serbien, Slovakien, Spanien, Storbritannien, Tyskland, Ukraina, Costa Rica, USA och Österrike. Under 2021 har även studenter från ECTACA, Frankrike, gjort projektarbeten vid IRF.

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

De som har disputerat under perioden 2011-2021 har fått postdoctjänster eller andra anställningar vid bland annat Helsingfors universitet i Finland, Universitetet i Bergen i Norge, rymdorganet DLR och geoforskningscentrum GFZ i Tyskland, Université Toulouse III, Paul Sabatier i Frankrike, Lancaster University och University College London i Storbritannien, University of California, University of Boulder och University of Iowa i USA, samt Tokyo University och Nagoya University i Japan. Andra får anställning vid olika forskningsorganisationer och universitet i Sverige, bland annat vid EISCAT Scientific Association, KTH, LTU, Skogforsk och Umeå universitet.



Bild 2.2.2. Doktoranden Sofia Bergman och handledaren Gabriella Stenberg Wieser vid avhandlingsspikning i Kiruna.

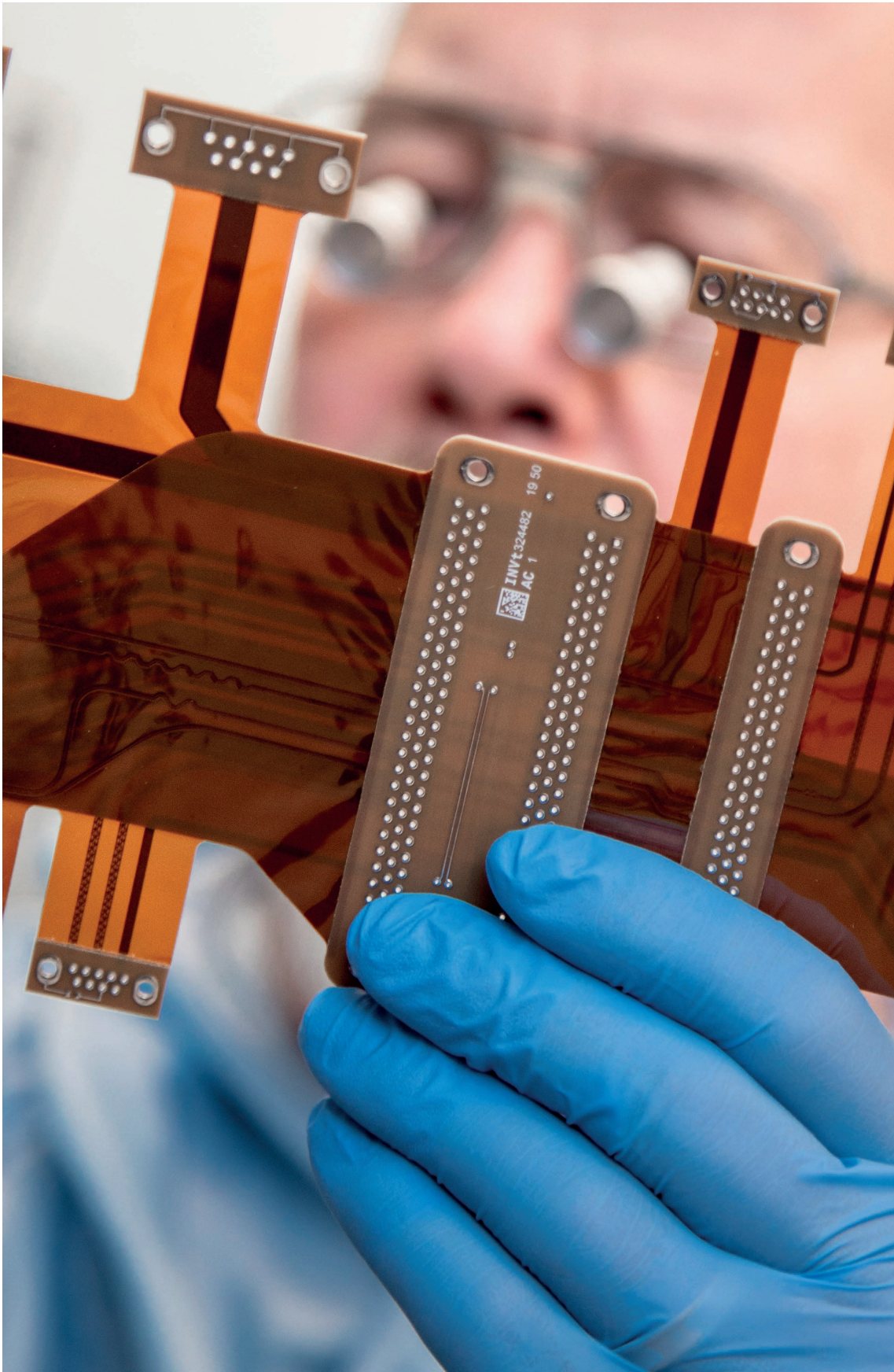


Bild. 2.3.1. Vesa Alatalo inspekterar sina senaste lödningar som måste hålla högsta kvaliteten för att klara av rymdens påfrestningar.

2.3 Internationella forskningssamarbeten

Rymdprojekt sträcker sig ofta över decennier, vilket ger stabila kontakter med de andra internationella forskargrupperna som ingår i projekten. IRF:s forskarprogram studerar bland annat Mars, Merkurius Venus, Jupiter, månen, exoplaneter och månar runt andra planeter i solsystemet och kometer. Dessa studier utförs tillsammans med forskare från Finland, Frankrike, Grekland, Indien, Irland, Italien, Japan, Kina, Schweiz, Storbritannien, Tyskland, Ungern, USA och Österrike m.fl. länder. Under det senaste året har IRF deltagit i framtagandet av satellitprojekt ledda av rymdorganisationer i Europa (ESA), Indien (ISRO) och Japan (JAXA). Det har rört bland annat JUICE, Comet Interceptor, ISRO:s Venus Orbiter.

IRF har bland annat ett infraljudnätverk som kompletterar det internationella nätverket IMS (International Monitoring System). Data används tillsammans med vindmätningar från IRF:s atmosfärradar ESRAD och meteorradar på Esrange inom det norska forskningsrådsprojektet MADEIRA. Samarbete med integrering av olika mättekniker för studier av atmosfärsdynamik sker med bland annat forskargrupper i Norge, Frankrike och Nederländerna.

Inom IRF:s optiska norrskensforskning sker betydande samarbeten främst med grupper från Belgien, Finland, Japan, Norge, Ryssland och Storbritannien. Forskning med EISCAT:s radaranläggningar sker naturligt som internationella samarbeten då samtida mätningar görs med instrument i Finland, Norge (inklusive Svalbard) och Sverige. Analysen av mätningarna genomförs ofta i samarbete med forskare från till exempel Japan. Tack vare att IRF tar hand om drift och underhåll av flera gästinstrument får mätdata användas från t.ex tyska instrument för mätningar av spårgaser som ozon och vattenånger i atmosfären på 30-80 km höjd.

IRF ingår i ESA:s geomagnetiska expertservicecentrum som leds av Danmarks Tekniske Universitet (DTU). Bland övriga samarbetspartner återfinns British Geological Survey, German Research Centre for Geosciences, Royal Observatory of Belgium; Finnish Meteorological Institute, Universidad de Alcalá, Spanien, och Universitetet i Bergen. IRF samarbetar också med forskargrupper i Indien för mätningar med atmosfärradarn MARA i Antarktis.

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

IRF leder en internationell grupp vid International Space Science Institute (ISSI) i Bern, Schweiz, för studier av metalljoner i övre atmosfären och magnetosfären. Vi har bidragit med instrument till bland annat ESA:s Swarmmission och de fyra satelliterna i NASA-projektet MMS i samarbete med forskare och ingenjörer i USA.

IRF ansvarar, tillsammans med franska forskare och ingenjörer, även för en del av ett instrument på ESA:s mission Solar Orbiter. IRF deltar i EU:s Horisont 2020-projektet SHARP och EPN.



Bild 2.3.2. Natlysende moln.

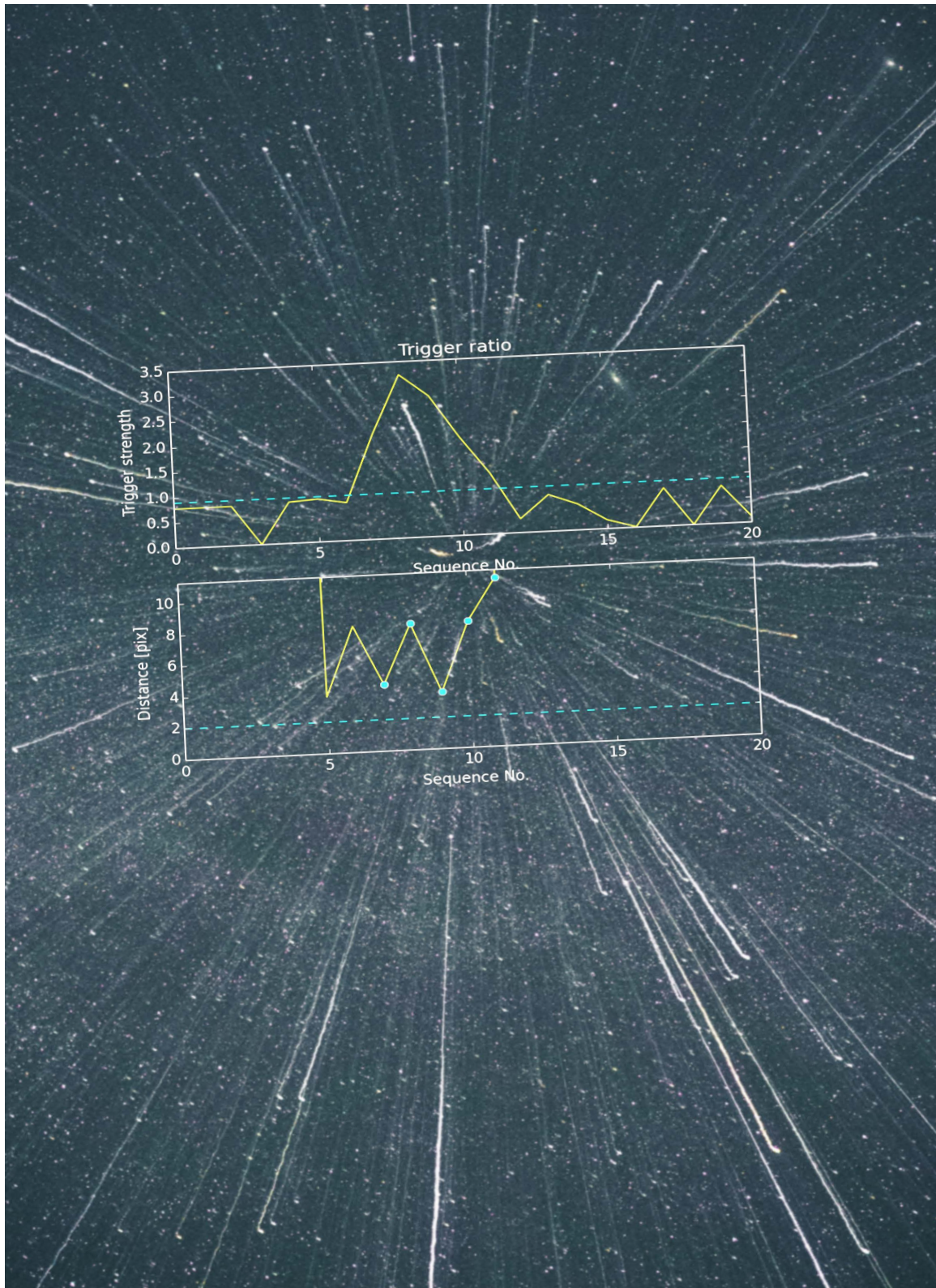


Bild 3.1. Grafen visar "gränsvärdet" som kan avgöra när ett stjärnfall registreras av en meteorkamera. Den horisontella streckade linjen är gränsvärdet, horisontella axeln är tid. När den gula tidserien överstiger gränsvärdet sparas en filmsekvens som vi hoppas innehåller en meteorregistrering.

3. OBSERVATORIEVERKSAMHETEN

Observatoriechef: Dr Urban Brändström

Inom IRF:s observatorieverksamhet (Kiruna Atmospheric and Geophysical Observatory - KAGO) bedriver vi långsiktig mät- och registreringsverksamhet. Huvudsyftet är att förse samhället med långa, obrutna tidsserier av mätdata. Denna verksamhet har pågått sedan 1950-talet. Ett annat viktigt syfte är att förse omvärlden med information om norrskensförekomst och magnetisk aktivitet. Registreringar från samtliga observatorieinstrument är tillgängliga i realtid via IRF:s observatoriewebbsidor. Rymdväder är också ett verksamhetsområde där samtida användning av realtidsdata från IRF är av stor betydelse. IRF har magnetiska observatorier i Kiruna, Lycksele samt en variometerstation i Tormestorp, nära Hässleholm.

IRF:s riometrar mäter kontinuerligt jonosfärens förmåga att absorbera radiovågor. Sådana mätningar har pågått sedan 1956. Data i digital form finns från december 1997.

Firmamentkameran i Kiruna avbildar himlavalvet när det är mörkt och ger information om bland annat norrskensförekomst. Webbsidan med data från firmamentkameran är tillsammans med magnetometersidan en av IRF:s mest besökta webbsidor.

ALIS_4D är ett samarbetsprojekt med Umeå universitet och är delfinansierat av Kempestiftelserna. Systemet ger snabb och kontinuerlig registrering samt tomografiliknande 3D-rekonstruktion av norrskensemissioner. Den femte stationen ägs och drivs av SSC/ESRANGE i samarbete med IRF.

IRF:s jonosonder mäter med hjälp av radiovågor elektronkoncentrationen i rymden närmast jorden, i den så kallade jonosfären. Elektronkoncentrationen mäts som funktion av höjden upp till dess maximum som under dagtid vanligen infaller på några tiotal mils höjd.

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.

Observatorieverksamhet

2021 var ett händelserikt år för IRF:s observatorieverksamhet. Vetenskapsrådet beviljade 11 mkr i infrastrukturbidrag för uppgradering av ALIS_4D med tre nya avbildande instrument, (två för synligt och ett för infrarött ljus). Ett flertal ovanligt kraftiga åskväder under slutet av sommaren drabbade vårt jonosfärsobservatorium Lycksele. Två av dessa oväder ledde till skador och avbrott i mätningarna. Skadorna reparerades så att mätningarna kunde återupptas relativt snabbt. Däremot ledde en kombination av åskskadorna i Lycksele och ovanligt många mulna nätter under 2021 till en senareläggning och omprioritering för starten av de kontinuerliga mätningar med ALIS_4D. Ett antal vetenskapliga kampanjer har trots detta kunnat genomföras som planerat.

Magnetometrar: Data har levererats till det globala nätverket SuperMAG, till World Data Center C2 for Geomagnetism i Kyoto, till nordiska nätverket IMAGE (International Monitor for Auroral Geomagnetic Effects) samt till ESA för att varna för geomagnetiskt inducerade strömmar. Informationen finns även presenterad på IRF:s webbsidor och har på så sätt tillgängliggjorts för allmänhet och andra intressenter. En omfattande uppgradering av magnetometerstationen i Kiruna har genomförts under 2021 vilket har bidragit till en stor förbättring av datakvaliteten, speciellt med avseende på baslinjens stabilitet över tid.

Riometrar: IRF:s riometrar är med i det internationella nätverket Global Riometer Array, GloRiA, och IRF levererar data till International Civil Aviation Organization i Frankrike. En bredbandspektrometer i Kiruna har besvärats av störningar från den intilliggande jonosonden och har därför inte kunnat leverera data i hela spektrat. IRF planerar därför en flytt av riometern till Tjautjas under år 2022. Riometern i Lycksele var det enda instrumentet där hårdvaran klarade åskvädet under sommaren 2021. En veckas data gick dock förlorad då hela observatoriebyggnaden var strömlös. UEC i Japan har uttryckt intresse att inkludera IRF:s riometrar i en kedja över Skandinavien. Arbeta och planering för att genomföra detta pågår.

Optiska mätningar: En firmamentkamera vid Abisko turiststation drivs i samarbete med universitetet i Hiroshima. I Kiruna och i Tjautjas finns två avbildande fyrkanalssystem för norrskensregistreringar, detta sker i samarbete med National Institute of Polar Research i Japan. I Tjautjas finns även en norrskenskamera (100 bilder/sekund) i samarbete med Institute for Space-Earth Environmental Research i Japan.

Sedan år 2015 utförs automatiska registreringar av meteorspår i Kiruna och Abisko i samarbete med

Uppsala universitet. IRF ansvarar även för jämförande mätningar (interkalibrering) av lågljuskällor, vilket sker vid de årliga optiska konferenserna. Detta arbete har dock begränsats under pandemiåren 2020/2021. Behovet av att digitalisera äldre registreringar av norrskensförekomster (1956-2004) har lyfts under 2021. ALIS_4D systemet för avbildande absolutmätningar av norrskensemissioner är i drift med fem stationer. Vetenskapsrådets medel för uppgradering av ALIS_4D avser främst att stärka ALIS_4D:s förmåga till nära samtidiga avancerade tredimensionella mätningar inom både rymd- och atmosfärfysik. Mycket av vår tid har lagts på tekniska förberedelser samt upphandling av utrustning för dessa uppgraderingar. Vi har även arbetat med förberedelser inför den kommande sondraketkampanjen BROR som planerats till september 2022 men nu framflyttat till mars 2023.

Jonosonder: Jonosondmätningar har under året gjorts från Kiruna och Lycksele. Data finns tillgängligt via IRF:s webbsidor. Jonosonden i Uppsala har varit ur funktion. År 2020 inleddes ett samarbete med universitetet i Tromsø, Norge för att utveckla nästa generations jonosond baserad på mjukvarudefinierad radio och öppen källkod. Under 2021 har en sådan jonosond byggts vid IRF och sedan satts i drift i Lycksele. Jonosonden ersatte den som förstördes under sommaren. Ytterligare en jonosond är under uppbyggnad och ska placeras i Uppsala när den nya antennen blir färdigställd. Planen är att detta ska färdigställas under första halvan av 2022. Vidare har IRF säkrat nödvändiga arrendeavtal rörande jonosonden i Uppsala vilket innebär att fortsatt verksamhet nu är säkrad till 2045.

Infraljudsmätningar: Infraljudregistreringarna i Lycksele stoppades av hårdvarufel på grund av sommarens åskväder den 26/7 och kunde återstartas genom utbyte av hårdvara den 17/8. I övrigt har mätningarna registrerats kontinuerligt.

Spårgasmätningar i atmosfären: Under 2021 har IRF genomfört en uppgradering av mikrovågsradiometern KIMRA vilket medfört att instrumentet ej använts för mätningar av ozon i atmosfären under en längre period. Uppgraderingen ska leda till högre datakvalitet, säkrare drift, mindre störningar och därmed säkra kontinuerliga mätningar av ozon. Under uppgraderingen av KIMRA har IRF genomfört kontinuerliga mätningar med mikrovågsradiometern MIRA 2 (ett gästinstrument från Karlsruhe Institute of Technology sedan 2012) som säkrat kontinuiteten i den långa tidsserien av ozonmätningarna vid IRF.

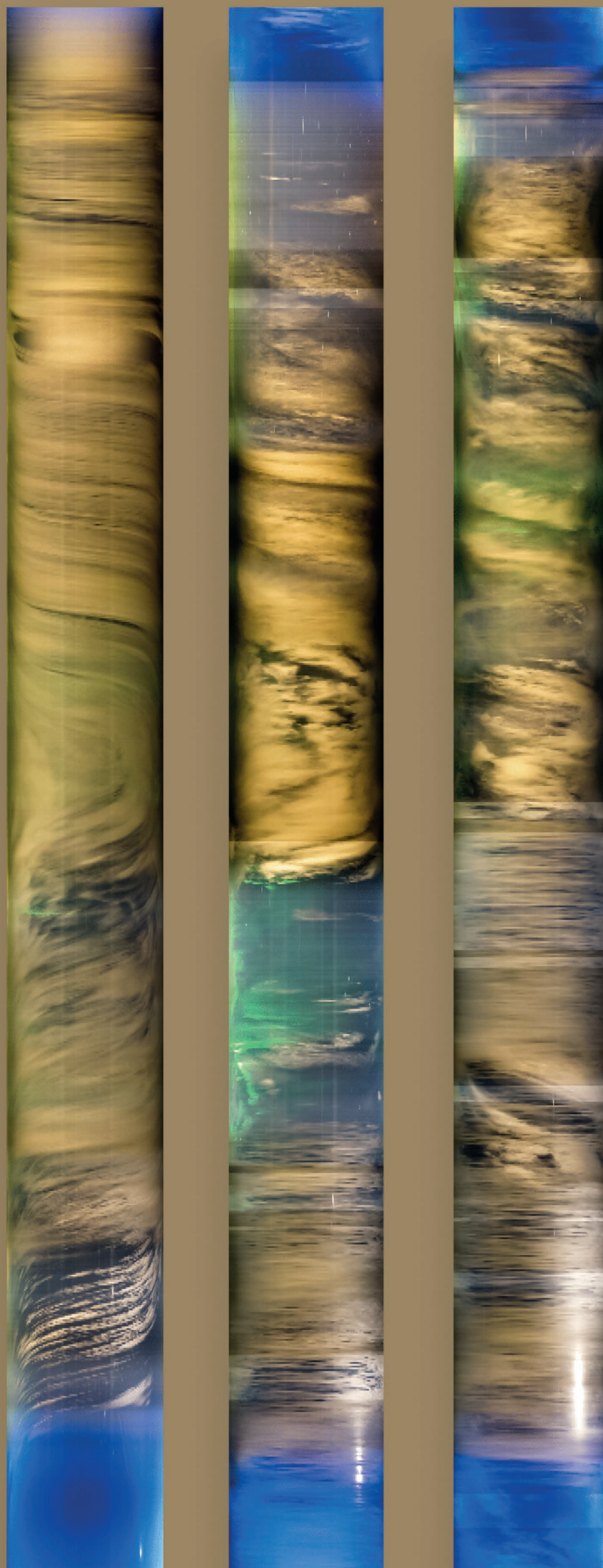


Bild 3.2. Kiruna Keogram mellan 2022-02-07 - 2022-02-09. Ett Keogram kan enkelt läsas som en grafisk presentation av himlens utseende över tid.

4. Medverkan i utbildning

IRF medverkar i universitetsutbildningarna framför allt vid Uppsala universitet, Umeå universitet och Luleå tekniska universitet. Ibland medverkar IRF även till utbildningar eller sommarskolor vid andra svenska universitet eller utomlands. Våra forskare tjänstgör som handledare och föreläsare vid doktorandutbildningar som utförs i Kiruna, Luleå, Umeå och Uppsala.

Utbildning på grundläggande nivå.

Under 2021 har större delen av undervisningen fortsatt ske på distans. Med hjälp av digitala lösningar har forskare och ingenjörer från IRF gett föreläsningar och kurser för rymdingenjörsstuderande i samarbete med Avdelningen för rymdteknik inom Institutionen för system- och rymdteknik vid LTU.

Studenterna läser civilingenjörsprogrammet i rymdteknik och magisterutbildningarna Rymdfarkostdesign, Rymdvetenskap och rymdteknik samt SpaceMaster. IRF har även handlett vid fyra examensarbeten under året. Forskare, doktorander och teknisk personal bidrar till kurselement inom sina specialområden, t.ex. vetenskapliga mätningar från satelliter, laborationer med analys av satellitdata och norrskensstudier. De föreläser i kurser som Rymdinstrument och Rymdplasmafysik samt ansvarar för räkneövningar och laboratorieundervisning vid Rymdcampus i Kiruna. Forskare och ingenjörer fungerar som rådgivare i rymdteknik genom bl.a. engagemang i studenternas raket-, ballong- och småsatellitprojekt.

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

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

Under år 2021 har två kurser genomförts vid Uppsala universitet med forskare från IRF som kursansvariga. Rymdfysik (5 hp) och Elektromagnetisk fältteori (5 hp) IRF har också gett en betydande del (ca 50%) av kursen Planetsystemets fysik (5 hp) vilket sammantaget är ca 420 timmar.

Utöver detta ansvarar IRF:s doktorander för räkneövningar och laboratorieundervisning i t.ex. elektromagnetisk fältteori, mekanik samt fluidmekanik. IRF:s medverkan i utbildningar på grundläggande nivå har under 2021 motsvarat 1236 timmar, vilket är mer än förra året (2020 - 720 timmar). Till detta kan också läggas handledning av examensarbeten som motsvarar 56 timmar. Anledningen till ökningen bedöms vara starkt kopplat till den pågående pandemin som påverkat möjligheten till undervisning i laborationssalar och dylikt.

Utbildning på forskarnivå.

Under 2021 var forskare vid IRF huvudhandledare för 12 doktorander (6 i Kiruna och 6 i Uppsala) och ansvarade för doktorandkurser vid Uppsala och Umeå universitet och inom ramen för forskarskolan i rymdteknik vid LTU. IRF har en representant i styrelsen för forskarskolan i rymdteknik och en professor från IRF har varit forskarutbildningsansvarig professor i rymd- och plasmafysik vid Uppsala universitet.

Två IRF-anknutna doktorander disputerade under 2021. Under 2020 och 2019 disputerade två doktorander per år. Under de senaste fem budgetåren har 13 doktors-examina avlagts med anknytning till IRF.

Utöver det har en licentiatavhandling och en docentföreläsning presenterats. Tiden för handledning av doktorander under 2021 uppskattas till 1390 timmar (1200 timmar 2020, 1 185 timmar 2019 och 1 460 timmar 2018 och 1 295 timmar 2017).

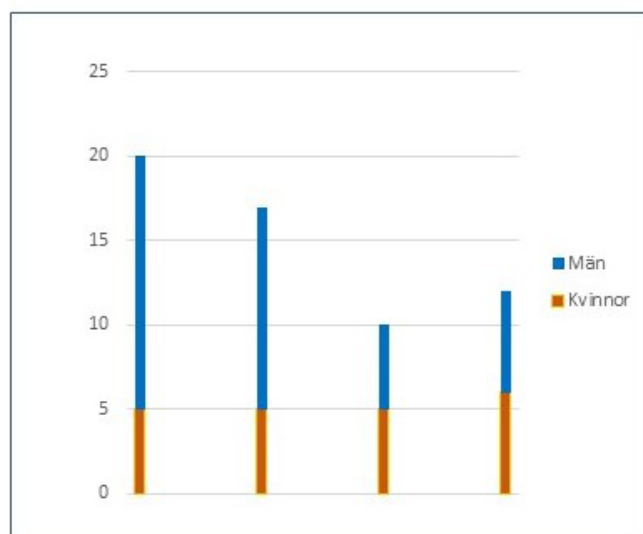


Bild 4.1. Antal doktorsexamina med anknytning till IRF under femårsperioder från 2002-2021.



Bild 4.2. Donerat konstverk från elev på Luossavaaraskolan som tolkade ämnet "rymdsporter".

5. Övriga mål och resultat

5.1 Arbetet för mångfald, inkludering och kompetensförsörjning

IRF:s mål i arbetet för mångfald är att medarbetare inom ramen för sin anställning ska ha samma möjligheter, rättigheter och skyldigheter, oavsett etnicitet, sexuell läggning, funktionsnedsättning, kön, religion och ålder.

Detta innebär att alla individer 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 arbeten 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, leds av personalchefen, som 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.

I lönekartläggningen som utfördes år 2021 visade resultatet att IRF inte har några osakliga löneskillnader bland medarbetare inom samma yrkeskategorier.

Det är dock 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 ingenjör- och forskartjänster. Det motsatta gäller för administrativa tjänster där det är svårare att locka kvalificerade män.

I den experimentella grundforskningen krävs välmeriterade forskare på hög internationell nivå, behov av erfarna tekniker, ingenjörer och programmerare är också helt avgörande. IRF behöver även ha personal med hög kompetens och erfarenhet inom förvaltningen för att kunna hålla en god kvalitet på arbetet inom hela organisationen.

För att tillgodose kompetensbehoven har IRF vidtagit en rad åtgärder. IRF:s målsättning är att forskarna ska kunna leda och ta ansvar för omfattande internationella vetenskapliga projekt som ofta innebär utveckling av avancerade mätinstrument.

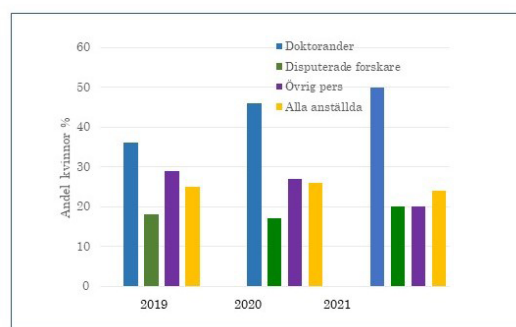


Bild 5.1.1 Andelen kvinnor i olika kategorier vid IRF 2019-2021.

Med hjälp av IRF:s kompetensförsörjningsplan skapas de grundläggande förutsättningarna för att IRF ska kunna genomföra redan beslutade forskningsprojekt. Ett viktigt syfte med planen är att säkra tillgången till nyckelpersoner. Det innebär bland annat att IRF arbetar för att öka antalet seniora forskare för att säkra det framtida utökade behovet av kompetens.

IRF har fortsatt med sitt arbete med att säkerställa IRF som en attraktiv arbetsplats genom uppföljning av utvecklingsmöjligheter, löner, förmåner i form av t.ex.

	2019	2020	2021
Antal anställda	104	108	111
-andel kvinnor (%)	25	25	24
Medelålder	44,0	43,9	43,8
-andel anställda med utländsk bakgrund (%)	46	45	45
Antal doktorander anställda av IRF	11	13	12
-andel kvinnor (%)	36	46	50
Antal anställda disputerade forskare*	41	43	46
-andel kvinnor (%)	17	16	20
* inkl. 2 tjänstlediga			

Tabell 5.1.1. Nyckeltal vid årets slut 2019, 2020 och 2021.

	Kvinnor	Män	
Ålder	Antal	Antal	Totalt
0-29	6(7)	9(10)	15(17)
30-39	5(4)	27(22)	32(26)
40-49	9 (9)	13(16)	22(25)
50-59	5(6)	26(23)	31(29)
60 <	2 (1)	9(10)	11(11)

Tabell 5.1.2. Åldersstruktur vid IRF vid årets slut 2021 (2020 inom parentes).

friskvård och andra önskvärda anställningsvillkor. Det har funnits möjlighet till kompetensutveckling även om de flesta utbildningar och kurser under året har genomförts via digitala konferenssystem. IRF:s aktiva arbete med mångfald har lett till en bredd inom institutet med nya erfarenheter och ny kompetens. Det är även av stor vikt att kunna behålla eller ersätta nyckelpersoner inom alla verksamhetsgrenar och IRF har därför arbetat med att bygga upp 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.

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

Samverkan med andra aktörer är också en viktig del i arbetet med att stärka kompetensen på kort och lång sikt. Att ha regelbundna möten med aktörer inom rymdindustrin samt att vara aktiv i föreningen Rymdforum Sverige är viktigt på en nationell nivå. IRF ingår också i Kirsam som är ett lokalt arbetsgivar-samarbete i Kiruna där aktiviteter initieras för att stärka kompetensförsörjningen.

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

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



Bild 5.1.2. Friskvårdsaktiviteter är något som alla kan delta i och är en viktig del i arbetet för att skapa gemenskap.



Bild 5.1.3. Spelarbyte under en match som spelades under årets P3-dag.



Bild 5.1.4. Carina Gunnillasson tar tiden på tävlande under Eiscatloppet.

5.2 Samverkan med näringsliv och samhälle

Under året har IRF haft god samverkan med näringsliv och samhälle, till stor del genom projektet RIT (Rymd för Innovation och Tillväxt). RIT som leds av LTU och delfinansieras av EU:s regionala utvecklingsfond startade 2015 och samlar många svenska rymdaktörer från både akademi och rymdindustri, samt samhälle såsom Kiruna och Luleå kommuner. Inom projektet har IRF varit verksamma inom framför allt två delprojekt, IRF SpaceLab och Norrskensvarningar. IRF SpaceLab är IRF:s forskningsinfrastruktur för test, validering och kalibrering av rymdinstrument och rymdsystem. Genom samverkan inom RIT kan IRF delfinansiera utveckling och nå ut till intressenter som vill använda denna typ av forskningsinfrastruktur. Till exempel deltog personal från IRF vid Space Tech Expo Europe i Bremen i november 2021, där flera deltagare i RIT hade en gemensam monter. I framtiden kommer IRF SpaceLab att nyttjas av svenska forskargrupper och kommersiella rymdföretag. IRF SpaceLab kommer att vara en värdefull resurs för SSC i samband med kommande satellitsuppskjutningar från Esrange. Under 2021 har IRF även fått ett bidrag från Vetenskapsrådet för att utveckla IRF SpaceLab.

IRF presenterar norrskensbilder och statistik om norrsken i Kiruna i realtid via institutets webbsidor, vilket underlättar för turistindustrin och andra användare som vill veta när de kan hoppas på att se norrsken. Under 2021 har IRF testat en ny tjänst som utvecklats inom RIT-projektet som innebär att intresserade privatpersoner och företag kan få meddelanden om aktivt norrsken i Kirunaområdet. Tjänsten planeras etableras och utvidgas efter en testperiod och kan om den faller väl ut etableras på andra platser än Kiruna. IRF bidrar också till utbildningen av norrskensguider för olika turistföretag i Kiruna. Dessutom erbjuder IRF norrskensforskning och andra ämnen som mer specialiserade studiebesök eller Technical Visits.

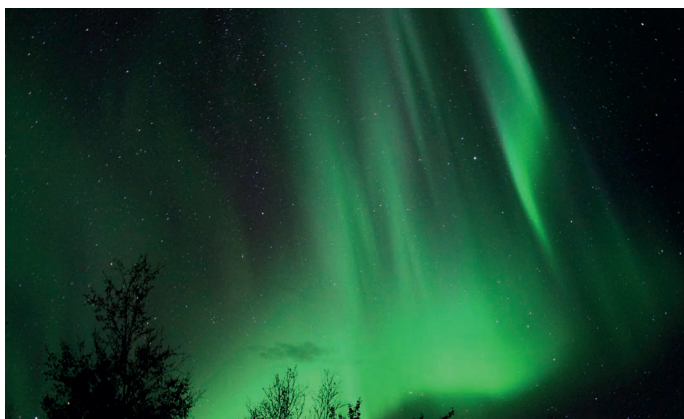


Bild 5.2.1 Norrsken utanför Kiruna.



Bild 5.2.2. Olle Person (LTU), Bertrand Bocquet (IRF) och Máté Kerény (IRF) på Space Tech Expo i Bremen.

Under drygt 25 år har IRF bedrivit forskning om rymdväder och utvecklat rymdvädersprognoser. Kunskap om rymdmiljön ökar alltjämt i betydelse för samhället. Under 2021 slutrapporterade IRF ett projekt som startade 2016 om extrema solstormar och skydd för samhällskritisk infrastruktur med finansiering från MSB, i samarbete med bl.a. Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) och Stockholms universitet. MSB vill kunna vara väl förberedda inför utbrott på solen eftersom dessa kan resultera i geomagnetiskt inducerade strömmar och därmed påverka bland annat elförsörjningen och andra kritiska system i samhället. IRF är ansvarig för det svenska regionala varningscentret för rymdväder. I egenskap av det ger IRF förvarningar om magnetiska störningar till olika nationella intressenter som till exempel Svenska kraftnät och Försvarsmakten så att de kan vidta lämpliga åtgärder. IRF ger också information om pågående händelseutvecklingar på solen.

Rymdlägesbild är ett begrepp som bland annat innebär att mäta in omloppsbanor för satelliter och rymdskrot. Rymdstyrelsen har finansierat ett teknikutvecklingsprojekt för IRF och SSC gällande optiska baninmätningar av rymdobjekt med ALIS_4D. Det första projektet har fallit väl ut och under 2021 blev det klart att Rymdstyrelsen även finansierar ett fortsättningsprojekt där IRF och SSC ska automatisera baninmätningar av rymdobjekt som detekteras av ALIS_4D.

IRF medverkar i den ideella branschföreningen Rymdforum Sverige som har ett 30-tal medlemsorganisationer, IRF:s generaldirektör är ordförande i föreningen. Rymdforum har till syfte att främja kunskap om rymdverksamhet i Sverige och att öka informationsflödet mellan olika aktörer inom rymdbranschen.

IRF samverkar i rymdrelaterade frågor med andra organisationer i Kiruna såsom EISCAT, LTU, SSC, LTU Business, Kiruna kommun och Rymdgymnasiet. Dialog med framför allt Kiruna kommun är viktig, inte minst för att diskutera problematik runt bostadssituationen i Kiruna. IRF har även haft en mångårig dialog angående cykelväg från Kiruna till Rymdcampus, under 2021 blev det klart att Trafikverket avsätter medel för detta. Samverkan består även i att informatörer från de olika rymdaktörerna i Kiruna ordnar gemensamma initiativ för att presentera rymdverksamheten för allmänheten. IRF har även ett pågående samarbete med LKAB angående infraljud från seismiska händelser orsakade av gruvaktivitet i Kirunaområdet.

IRF samarbetar med skolor på våra olika verksamhetsorter. Under ett vanligt år brukar ett flertal gymnasieelever från olika delar av landet besöka IRF:s olika verksamheter. Detta har påverkats mycket under 2021 då risken för smittspridning på grund av pågående pandemi hindrat besök i normal omfattning. Några gymnasieelever har dock genomfört projektarbeten med hjälp och handledning av IRF:s forskare. Under 2021 har detta arbete skett via mejl- och telefonkontakter.



Bild 5.2.3. Space Kiruna livesändning från IRF med medverkande från IRF, LTU och EISCAT som leddes av Molly Hennix, en student från Rymdgymnasiet i Kiruna.

5.3 Informationsaktiviteter

IRF har ett ansvar att sprida kunskap om den egna verksamhet och programmens forskningsresultat till den breda allmänheten. Vi informerar skolor, media, allmänheten och andra på olika sätt om vår forskning via våra digitala kanaler och våra forskare ger populärvetenskapliga föredrag.

Dessutom medverkar vi i utställningar, skickar ut pressmeddelanden om verksamheten och tar emot studiebesök från skolor och andra grupper. Forskare och andra anställda ger intervjuer, medverkar i radio- och TV-program samt skriver populärvetenskapliga artiklar.

IRF har under det gångna året, pandemin till trots, haft ett flertal mindre grupper som besökt institutet. Det har bland annat erbjudits föreläsningar och guidade turer av IRF:s lokaler. IRF har även medverkat på mässor och haft livesända panelsamtal med lokala rymdaktörer i Kiruna-regionen.

Norrskenet fortsätter vara det stora dragplåstret och IRF:s forskare intervjuas frekvent som experter i svensk press och media. IRF:s mest besökta webbsida är återigen firmamentkameran, som är placerad på taket i Kiruna och fångar norrskenet i realtid. IRF har därför börjat utveckla en notifikationstjänst för automatisk analys av bilden som notifierar sina användare de gånger det är norrsken med 100 procents sannolikhet. Utvecklingen av denna tjänst kommer att fortsätta under 2022

Under året har IRF haft besök av två utländska ambassadörer, en från Storbritanien och en från Indien, för att främja framtida samarbeten.

IRF:s hemsida w.w.w.irf.se har haft 105 438 besökare. IRF är även aktiv på sociala medier via Instagram (700 följare), Facebook (874 följare), Twitter (614 följare), Youtube (87 prenumeranter). IRF har även ett aktivt konto på LinkedIn med 1057 följare.

IRF-forskaren Gabriella Stenberg Wieser medverkade i sex avsnitt av SVT:s program ”Fråga Lund” och CMORE/TV4:s produktionsbolag var hos IRF i Kiruna under två dagar i juni för att filma scener till en stor dramaserie som kommer att sändas 2022.

IRF har medverkat i press och media under 2021 totalt 197 gånger:

- radioinslag : 26 gånger
- podcast: 1 gång
- tv-och webbsändningar: 26 gånger
- tidnings- och webbartiklar: 144 gånger



Bild 5.3.1. Foreign office minister, Amanda Milling på besök tillsammans med René Laufer från LTU under en guidad tur av Rymdcampus.



Bild 5.3.2. Indiens ambassadör Tanmaya Lal och Stas Barabash den 14 september 2021.

Finansiell redovisning

SAMMANSTÄLLNING ÖVER VÄSENTLIGA UPPGIFTER (tkr)

	2021	2020	2019	2018	2017
Låneram i Riksgäldskontoret					
Beviljad låneram	12 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Utnyttjad låneram	9 564	7 897	7 426	6 167	7 452
Räntekontokredit Riksgäldskontoret					
Beviljad	4 400	4 400	4 400	4 400	4 400
Utnyttjad	-	-	-	-	-
Räntekonto					
Ränteintäkter på räntekonto	-	-	-	-	-
Räntekostnader på räntekonto	-	1	84	207	200
Totala avgiftsintäkter som disponeras	3 233	5 344	5 109	7 525	6 063
Beräknat belopp i regleringsbrev	2 650	3 800	4 000	3 800	3 600
Anslagskredit					
Beviljad	1 718	1 713	1 685	1 662	1 633
Utnyttjad	154	46	223	259	147
Oförbrukade bidrag, externa bidrag	55 055	43 802	35 558	36 189	40 468
Intecknade	55 055	43 802	35 558	36 189	40 468
Anslagssparande	-	-	-	-	-
Intecknade	-	-	-	-	-
Personal					
Antal årsarbetskrafter	103	96	96	103	96
Medelantalet anställda	110	105	105	111	104
Driftkostnad per årsarbetskraft	991	1 154	1 179	1 067	1 019
Kapitalförändring (se not 15 i notavsnittet)					
Årets kapitalförändring	2 131	-240	1 406	1 191	-1 075
Balanserad kapitalförändring	1 665	1 905	499	1 012	2 087
Utgående myndighetskapital	3 796	1 665	1 905	2 203	1 012

RESULTATRÄKNING (tkr)

		2021	2020
Verksamhetens intäkter			
Intäkter av anslag	Not 1	57 342	56 903
Intäkter av avgifter och andra ersättningar	Not 2	3 233	5 344
Intäkter av bidrag	Not 3	45 783	50 462
Finansiella intäkter	Not 4	80	215
Summa		106 439	112 924
Verksamhetens kostnader			
Kostnader för personal	Not 5	-78 003	-72 407
Kostnader för lokaler		-12 799	-12 369
Övriga driftkostnader		-11 138	-25 589
Finansiella kostnader	Not 6	-103	-344
Avskrivningar och nedskrivningar		-2 266	-2 455
Summa		-104 308	-113 164
Verksamhetsutfall		2 131	-240
Årets kapitalförändring	Not 7	2 131	-240

BALANSRÄKNING (tkr)

		2021	2020
		2021-12-31	2020-12-31
Tillgångar			
<u>Immateriella anläggningstillgångar</u>			
Rättigheter och andra immateriella anläggningstillgångar	Not 8	124	366
Summa immateriella anläggningstillgångar		124	366
<u>Materiella anläggningstillgångar</u>			
Förbättringsutgifter på annans fastighet	Not 9	797	635
Maskiner, inventarier, installationer m.m	Not 10	8 666	6 654
Pågående nyanläggning	Not 11	544	976
Summa materiella anläggningstillgångar		10 007	8 265
<u>Kortfristiga fordringar</u>			
Kundfordringar		426	3 369
Fordringar hos andra myndigheter	Not 12	2 006	1 940
Summa kortfristiga fordringar		2 431	5 310
<u>Periodavgränsningsposter</u>	Not 13		
Förutbetalda kostnader		3 780	3 492
Upplupna bidragsintäkter		5 939	5 413
Summa periodavgränsningsposter		9 720	8 905
<u>Avräkning med statsverket</u>	Not 14	294	224
<u>Kassa och bank</u>			
Behållning räntekonto i Riksgäldskontoret		60 577	46 133
Summa kassa och bank		60 577	46 133
Summa tillgångar		83 153	69 203
<u>Kapital och skulder</u>			
<u>Myndighetskapital</u>	Not 15		
Balanserad kapitalförändring		1 665	1 905
Kapitalförändring enligt resultaträkningen		2 131	-240
Summa myndighetskapital		3 796	1 665
<u>Avsättningar</u>	Not 16	357	190
<u>Skulder</u>			
Lån i Riksgäldskontoret	Not 17	9 428	7 705
Kortfristiga skulder till andra myndigheter	Not 18	2 744	3 159
Leverantörsskulder		4 415	5 053
Övriga kortfristiga skulder	Not 19	1 496	1 369
Summa kortfristiga skulder		18 083	17 286
<u>Periodavgränsningsposter</u>	Not 20		
Upplupna kostnader		5 861	6 259
Oförbrukade bidrag		55 055	43 802
Summa periodavgränsningsposter		60 916	50 061
Summa kapital och skulder		83 153	69 202

ANSLAGSREDOVISNING (tkr)

<u>Anslag</u>	Ingående överförings- belopp	Årets tilldelning enligt regleringsbrev	Totalt disponibelt belopp	Utgifter	Utgående överförings- belopp
Utgiftsområde 16 3:6 ap.1 Institutet för rymdfysik (ramanslag)	-46	57 273	57 227	-57 381	-154
<u>Finansiella villkor</u>					
Utöver tilldelat belopp under anslagsposten 16 3:6 ap.1 disponerar Institutet för rymdfysik en anslagskredit om högst 1 718 tkr.					

TILLÄGGSUPPLYSNINGAR UPPDATERAS

Alla belopp redovisas i tusentals kronor (tkr) om inget annat anges.
Summeringsdifferenser

kan förekomma på grund av avrundning

TILLÄMPADE REDOVISNINGSPRINCIPER

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

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

KOSTNADSMÄSSIG ANSLAGSAVSKRIVNING

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

Semesterdagar som intjänats före år 2009 avräknas anslaget först vid uttaget enligt övergångsbestämmelsen. Utgående balans år 2020 var 178 tkr och har år 2021 minskat med 38 tkr. Utgående balans år 2021 är 140 tkr

UPPLYSNING OM AVVIKELSER FRÅN GENERELLA EKONOMI-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 TILLÄMPATS

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

OMSÄTTNINGSTILLGÅNGAR

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

SKULDER

Skulderna har tagits upp till nominellt belopp.

OFFENTLIG UPPHANDLING

IRF har inte gjort någon upphandling som överstiger gällande tröskelvärden enligt LOU under 2021.

UPPGIFTER OM INSYNSRÅDET UPPDATERAS

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

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

Stas Barabash, föreståndare (t.o.m. 31/8-21) 723 157
- inget uppdrag

Olle Norberg, Generaldirektör (f.r.o.m. 1/9-2021) 427 409
- inget uppdrag

Olle Norberg - insynsråd 2 925
SSC, Arctic Business Incubator - styrelseledamot (avslutade uppdragen 31/8-2021)

Anders Jörle 3 900
- inget uppdrag

Ann Persson Grivas 2 925
- SOS Alarm i Sverige AB, Luftfartsverket - styrelseledamot, Entry Point North AB, Aviseq Critical Communication AB, LVF Holding AB, LVF Aviation Consulting AB - styrelseordförande, Luleå Tekniska universitet - vice ordförande

Anja Taube 3 900
- inget uppdrag

Maria Nilsson 3 900
- inget uppdrag

Mark Pearce 3 900
- inget uppdrag

SJUKFRÅNVARO

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

	2021	2020	2019
Total sjukfrånvaro i procent (%) av ordinarie arbetstid	1,05	1,4	1,0
Andel långtidsfrånvaro (> 60dagar)	51,0	37,8	29,6
Kvinnors sjukfrånvaro	1,2	1,4	0,7
Mäns sjukfrånvaro	1,02	1,4	1,0
Sjukfrånvaro för åldersgrupp 29 år eller yngre	0,1	0,4	0,8
Sjukfrånvaro för åldersgrupp 30-49	1,4	1,2	1,1
Sjukfrånvaro för åldersgrupp 50 eller äldre	0,9	2,0	0,8
Sjukfrånvaron för de olika åldersgrupperna redovisas i procent (%) av tillgänglig arbetstid /(avrundad till en decimal)			

Finansiell redovisning

Noter till balansräkning (tkr)

	2021	2020
Not 8		
Immateriella anläggningstillgångar		
Rättigheter och andra immateriella anläggningstillgångar		
Akkumulerat anskaffningsvärde	4 082	4 082
Under året tillkommande	30	0
Under året avgående	-1 095	0
Summa Anskaffningsvärde	3 016	4 082
Akkumulerade avskrivningar	-3 716	-3 179
Årets avskrivningar	-272	-536
Årets avgående, avskrivningar	1 095	0
Summa ackumulerade avskrivningar	-2 892	-3 716
Utgående balans	124	366
Materiella anläggningstillgångar		
Not 9		
Förbättringsutgifter på annans fastighet		
Akkumulerat anskaffningsvärde	3 952	3 888
Under året tillkommande	313	64
Summa Anskaffningsvärde	4 265	3 952
Akkumulerade avskrivningar	-3 317	-3 159
Årets avskrivningar	-152	-158
Summa ackumulerade avskrivningar	-3 469	-3 317
Utgående balans	797	635
Not 10		
Maskiner, datorer, bilar samt övriga inventarier		
Akkumulerat anskaffningsvärde	42 989	42 270
Under året tillkommande	3 463	1 133
Under året avgående	-67	-413
Summa Anskaffningsvärde	46 385	42 989
Akkumulerade avskrivningar	-36 335	-34 827
Årets avskrivningar	-1 451	-1 922
Årets avgående, avskrivningar	67	413
Summa ackumulerade avskrivningar	-37 719	-36 335
Utgående balans	8 666	6 654
Finansiell leasing		
Akkumulerat anskaffningsvärde	0	115
Under året tillkommande	0	0
Årets avskrivning	0	-115
Utgående balans	0	0
Not 11		
Pågående nyanläggning		
Akkumulerat anskaffningsvärde	976	644
Under året tillkommande		
- Nytt nätverk Kiruna	0	210
- TVAC	0	374
- Shaker	544	0
Överföring av tidigare års anskaffningsutgifter	-584	0
Pågående nyanläggning		
- Nedskrivning Jonosond Kiruna	-392	-252
Utgående balans	544	976
Not 12		
Kortfristiga fordringar andra myndigheter		
Mervärdesskattfordran	1 481	1 146
Övriga fordringar andra myndigheter	525	794
Summa fordringar andra myndigheter	2 006	1 940
Not 13		
Periodavgränsningsposter		
Förutbetalda kostnader andra myndigheter	779	684
<i>varav lokaler 779 tkr (budgetår 2020, 684 tkr)</i>		
Förutbetalda kostnader övriga	3 002	2 808
<i>varav lokaler 2 416 tkr (budgetår 2020, 2 280 tkr)</i>		
Upplupna bidragsintäkter andra myndigheter		
Arbetsförmedlingen	24	32
Rymdstyrelsen	1 645	3 052
Luleå tekniska universitet	1 185	975
Upplupna bidragsintäkter övriga avser bidrag från		
European Space Agency (ESA)	2 185	1 340
European Union (EU)	31	0
Vasa Universitet/Kvarken	531	13
SSC	289	0
Kempe	51	0
Utgående balans	9 720	8 905
Not 14		
Avräkning med statsverket		
Ingående balans	46	223
Redovisat mot anslag UO16 3:6 ap.1	57 381	56 929
Anslagsmedel som tillförts räntekonto	-57 273	-57 106
Fordringar/skulder avseende anslag i räntebärande flöde	154	46
Ingående saldo, fordran avseende semesterlöneskuld som inte har redovisats mot anslag	178	204
Redovisat mot anslag under året enligt undantagsregeln	-38	-26
Fordran avseende semesterlöneskuld	140	178
Utgående balans	294	224

Finansiell redovisning

Not 15 Myndighetskapital						
Förändring av myndighetskapitalet		Balanserad kapitalförändring avgiftsfinansierad verksamhet	Balanserad kapitalförändring bidragsfinansierad verksamhet	Ränteintäkter/ Räntekostnader	Kapitalförändring enl resultat-räkningen	Summa
Utgående balans 2020		0	1 905	0	-240	1 665
Rättelser			0		0	0
Ingående balans 2021		0	1 905	0	-240	1 665
Föregående års kapitalförändring		0	-240	0	240	0
Årets kapitalförändring					2 131	2 131
Summa årets förändring		0	-240	0	2 371	2 131
Utgående balans		0	1 665	0	2 131	3 796
				2021	2020	
Not 16	Avsättningar					
	Ingående pensionsavsättning			0	216	
	Årets pensionskostnad			151	0	
	Årets pensionsutbetalning			0	-216	
	Summa pensionsavsättning			151	0	
	Övriga avsättningar					
	Ingående avsättning Omställningsarbete			190	99	
	Årets förändring			16	91	
	Summa övriga avsättningar			206	190	
	Utgående balans			357	190	
Not 17	Lån i Riksgäldskontoret					
	Avser lån för investeringar i anläggningstillgångar					
	Ingående balans			7 705	7 426	
	Nyupptagna lån			3 806	2 425	
	Årets amorteringar			-2 083	-2 146	
	Utgående balans			9 428	7 705	
	Låneram enligt regleringsbrev för 2021 är 12 000 tkr.					
Not 18	Kortfristiga skulder till andra myndigheter					
	Leverantörsskulder			986	819	
	Arbetsgivaravgifter			1 439	1 285	
	Utgående mervärdesskatt			214	956	
	Övrigt			104	99	
	Summa kortfristiga skulder till andra myndigheter			2 744	3 159	
Not 19	Övriga kortfristiga skulder					
	Avser personalens källskatt			1 360	1 177	
	Avser finansiell leasing					
	Ingående skuld			192	218	
	Årets nya skuld			0	45	
	Årets amortering			-56	-71	
	Summa Finansiell leasing			136	192	
	Summa övriga kortfristiga skulder			1 496	1 369	
Not 20	Periodavgränsningsposter					
	Upplupna löneskulder inkl soc avg			242	466	
	Upplupna semesterlöneskulder inkl soc avg			5 405	5 577	
	Övriga upplupna kostnader andra myndigheter			190	190	
	Övriga upplupna kostnader, varav lokaler 0 tkr			0	26	
	Upplupna traktaments- och reseersättningar			24	0	
	Summa upplupna kostnader			5 861	6 259	
	Oförbrukade bidrag andra myndigheter avseende					
	Rymdstyrelsen			28 367	24 899	
	Vetenskapsrådet			11 338	6 154	
	Umeå universitet			505	570	
	Luleå tekniska universitet			235	83	
	MSB			1 366	2 249	
	Uppsala universitet			80	302	
	Kungliga Tekniska Högskolan			327	251	
	Övriga			617	366	
	Summa oförbrukade bidrag andra myndigheter			42 835	34 873	
	<i>Medel som kommer att förbrukas (uppskattning från 2020 inom parentes)</i>					
	<i>inom tre månader, 1 337 tkr (1 408 tkr)</i>					
	<i>inom tre månader till ett år, 13 568 tkr (13 417 tkr)</i>					
	<i>inom ett år till tre år, 21 638 tkr (14 257 tkr)</i>					
	<i>efter mer än tre år, 6 292 tkr (5 791 tkr)</i>					
	Oförbrukade bidrag icke statliga avseende					
	European Space Agency (ESA)			9 414	7 597	
	European Union (EU)			1 679	321	
	Kempstiftelserna			821	1 004	
	Övriga			306	7	
	Summa oförbrukade bidrag icke statliga			12 221	8 929	
	Utgående balans oförbrukade bidrag			55 055	43 802	
	Utgående balans periodavgränsningsposter			60 916	50 061	

IRF Publikationer 2021

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

- Aizawa, S., Griton, L. S., Fatemi, S., Exner, W., Deca, J., Pantellini, F., Yagi, M., Heyner, D., Genot, V., **Andre, M.**, Amaya, J., Murakami, G., Beigbeder, L., Gangloff, M., Bouchemit, M., Budnik, E., Usui, H. Cross-comparison of global simulation models applied to Mercury's dayside magnetosphere, *Planetary and Space Science*, 198, 105176, doi: 10.1016/j.pss.2021.105176, 2021.
- Ala-Lahiti, M., **Dimmock, A. P.**, Pulkkinen, T. I., Good, S. W., **Yordanova, E.**, Turc, L., & Kilpua, E. K. J., Transmission of an ICME Sheath into the Earth's Magnetosheath and the Occurrence of Traveling Foreshocks, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, e29896, doi: 10.1029/2021JA029896, 2021.
- Alho, M., Jarvinen, R., Simon Wedlund, C., **Nilsson, H.**, Kallio, E., Pulkkinen, T. I., Remote sensing of cometary bow shocks: modelled asymmetric outgassing and pickup ion observations, *Month. Not. R. Astron. Soc.*, 506, 4, 4735-4749, doi: 10.1093/mnras/stab1940, 2021.
- Allen, R. C., Cernuda, I., Pacheco, D., Berger, L., Xu, Z. G., Freiherr von Forstner, J. L., Rodríguez-Pacheco, J., Wimmer-Schweingruber, R. F., Ho, G. C., Mason, G. M., Vines, S. K., **Khotyaintsev, Y.**, Horbury, T., Maksimovic, M., Hadid, L. Z., Volwerk, M., **Dimmock, A. P.**, **Sorriso-Valvo, L.**, **Stergiopoulou, K.**, Andrews, G. B., Angelini, V., Bale, S. D., Boden, S., Böttcher, S. I., Chust, T., Eldrum, S., Espada, P. P., Espinosa Lara, F., Evans, V., Gómez-Herrero, R., Hayes, J. R., Hellin, A. M., Kollhof, A., Krasnoselskikh, V., Kretzschmar, M., Kühl, P., Kulkarni, S. R., Lees, W. J., Lorfèvre, E., Martin, C., O'Brien, H., Plettemeier, D., Polo, O. R., Prieto, M., Ravanbakhsh, A., Sánchez-Prieto, S., Schlemm, C. E., Seifert, H., Souček, J., Steller, M., Štverák, Š., Terasa, J. C., Trávníček, P., Tyagi, K., Vaivads, A., Vecchio, A., & Yedla, M., Energetic ions in the Venusian system: Insights from the first Solar Orbiter flyby, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A7, doi: 10.1051/0004-6361/1202140803, 2021.
- André, M.**, Toledo-Redondo, S., & Yau, A. W. Cold Ionospheric Ions in the Magnetosphere, *Magnetospheres in the Solar System*, 2, 219, doi: 10.1002/9781119815624.ch15, 2021.
- Andre, M.**, **Eriksson, A. I.**, **Khotyaintsev, Y. V.**, Toledo-Redondo, S., The Spacecraft Wake: Interference with Electric Field Observations and a Possibility to Detect Cold Ions, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 9, e2021JA029493, doi: 10.1029/2021JA029493, 2021.
- Aran, A., Pacheco, D., Laurenza, M., Wijzen, N., Lario, D., Benella, S., Richardson, I. G., Samara, E., Freiherr von Forstner, J. L., Sanahuja, B., Rodríguez, L., Balmaceda, L., Espinosa Lara, F., Gómez-Herrero, R., **Steinval, K.**, Vecchio, A., Krupar, V., Poedts, S., Allen, R. C., Andrews, G. B., Angelini, V., Berger, L., Berghmans, D., Boden, S., Böttcher, S. I., Carcaboso, F., Cernuda, I., De Marco, R., Eldrum, S., Evans, V., Fedorov, A., Hayes, J., Ho, G. C., Horbury, T. S., Janitzek, N. P., **Khotyaintsev, Y. V.**, Kollhof, A., Kühl, P., Kulkarni, S. R., Lees, W. J., Louarn, P., Magdalenic, J., Maksimovic, M., Malandraki, O., Martínez, A., Mason, G. M., Martin, C., O'Brien, H., Owen, C., Parra, P., Prieto Mateo, M., Ravanbakhsh, A., Rodríguez-Pacheco, J., Rodríguez Polo, O., Sánchez-Prieto, S., Schlemm, C. E., Seifert, H., Terasa, J. C., Tyagi, K., Verbeeck, C., Wimmer-Schweingruber, R. F., Xu, Z. G., Yedla, M. K., & Zhukov, A. N., Evidence for local particle acceleration in the first recurrent galactic cosmic ray depression observed by Solar Orbiter. The ion event on 19 June 2020, *Astronomy and Astrophysics*, 656, L10, doi: 10.1051/0004-6361/202140966, 2021.
- Bag, T.**, Li, Z., Rout, D., SABER Observation of Storm-Time Hemispheric Asymmetry in Nitric Oxide Radiative Emission, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 4, E2020ja028849, doi: 10.1029/2020JA028849, 2021.
- Belova, E.**, **Kirkwood, S.**, **Voelger, P.**, Chatterjee, S., Satheesan, K., Hagelin, S., Lindskog, M., & Körnich, H., Validation of Aeolus winds using ground-based radars in Antarctica and in northern Sweden, *Atmos. Meas. Tech.*, 14, 5415-5428, https://doi.org/10.5194/amt-14-5415-2021, 2021.
- Berčić, L., Verscharen, D., Owen, C. J., Colombari, L., Kretzschmar, M., Chust, T., Maksimovic, M., Katarina, D. O., Anekallu, C., Behar, E., Berthomier, M., Bruno, R., Fortunato, V., Kelly, C. W., **Khotyaintsev, Y. V.**, Lewis, G. R., Livi, S., Louarn, P., Mele, G., Nicolaou, G., Watson, G., & Wicks, R. T., Whistler instability driven by the sunward electron deficit in the solar wind. High-cadence Solar Orbiter observations, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A31, doi: 10.1051/0004-6361/202140970, 2021.
- Bergman, S.**, **Stenberg Wieser, G.**, **Wieser, M.**, **Johansson, F.L.**, **Vigren, E.**, **Nilsson, H.**, Nemeth, Z., **Eriksson, A.**, **Williamson, H.**, Ion bulk speeds and temperatures in the diamagnetic cavity of comet 67P from RPC-ICA measurements, *Month. Not. R. Astron. Soc.*, 503, 2, 2733-2745, doi: 10.1093/mnras/stab584, 2021.
- Bergman, S.**, **Stenberg Wieser, G.**, **Wieser, M.**, **Nilsson, H.**, **Vigren, E.**, Beth, A., Masunaga, K., **Eriksson, A.**, Flow directions of low-energy ions in and around the diamagnetic cavity of comet 67P, *Month. Not. R. Astron. Soc.* 507, 4, 4900-4913, doi: 10.1093/mnras/stab2470, 2021.
- Birn, J., Runov, A., & **Khotyaintsev, Y.**, Magnetotail Processes, *Magnetospheres in the Solar System*, 2, 245, doi: 10.1002/9781119815624.ch17, 2021.
- Blumenstock, T., et al incl **Raffalki, U.**, Rettinger, M., Robinson, J., Schneider, M., Servais, C., Smale, D., Stremme, W., Strong, K., Sussmann, R., Té, Y., and Velazco, V. A.: Characterization and potential for reducing optical resonances in Fourier transform infrared spectrometers of the Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC), *Atmos. Meas. Tech.*, 14, 1239-1252, doi:10.5194/amt-14-1239-2021, 2021
- Branduardi-Raymont, G., Berthomier, M., Bogdanova, Y. V., Carter, J. A., Collier, M., **Dimmock, A.**, Dunlop, M., Fear, R. C., Forsyth, C., Hubert, B., Kronberg, E. A., Laundal, K. M., Lester, M., Milan, S., Oksavik, K., Østgaard, N., Palmroth, M., Plaschke, F., Porter, F. S., Rae, I. J., Read, A., Samsonov, A. A., Sembay, S., Shprits, Y., Sibeck, D. G., Walsh, B., & Yamauchi, M., Exploring solar-terrestrial interactions via multiple imaging observers, *Experimental Astronomy*, doi: 10.1007/s10686-021-09784-y, 2021.
- Campbell-Brown M.D., Stober, G., Jacobi, C., **Kero, J.**, Kozlovsky, A., Lester, M., Radar observations of Draconid outbursts, *Month. Not. R. Astron. Soc.*, Volume 507, Issue 1, October 2021, Pages 852-857, doi: 10.1093/mnras/stab2174
- Carbone, F., **Sorriso-Valvo, L.**, **Khotyaintsev, Y. V.**, **Steinval, K.**, Vecchio, A., Telloni, D., **Yordanova, E.**, **Graham, D. B.**, **Edberg, N. J. T.**, **Eriksson, A. I.**, **Johansson, E. P. G.**, Váscquez, C. L., Maksimovic, M., Bruno, R., D'Amicis, R., Bale, S. D., Chust, T., Krasnoselskikh, V., Kretzschmar, M., Lorfèvre, E., Plettemeier, D., Souček, J., Steller, M., Štverák, Š., Trávníček, P., Vaivads, A., Horbury, T. S., O'Brien, H., Angelini, V., & Evans, V., Statistical study of electron density turbulence and ion-cyclotron waves in the inner heliosphere: Solar Orbiter observations, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A16, doi: 10.1051/0004-6361/202140931, 2021.
- Carbone, F., Telloni, D., Zank, G., **Sorriso-Valvo, L.**, Transition to turbulence in a five-mode Galerkin truncation of two-dimensional magnetohydrodynamics, *Physical Review E*, 104, 2, e25201, doi: 10.1103/PhysRevE.104.025201, 2021.
- Catapano, F., Retino, A., Zimbardo, G., Alexandrova, A., Cohen, I. J., Turner, D. L., Le Contel, O., **Cozzani, G.**, Perri, S., Greco, A., Breuillard, H., Delcourt, D., Mirioni, L., **Khotyaintsev, Y.**, Vaivads, A., Giles, B. L., Mauk, B. H., Fuselier, S. A., Torbert, R. B., Russell, C. T., Lindqvist, P. A., Ergun, R. E., Moore, T., Burch, J. L., In Situ Evidence of Ion Acceleration between Consecutive Reconnection Jet Fronts, *Astrophysical Journal*, 908, 1, doi: 10.3847/1538-4357/abe58a, 2021.
- Chatain, A., **Wahlund, J. E.**, **Shebanits, O.**, Hadid, L. Z., **Morooka, M.**, **Edberg, N. J. T.**, Guaitella, O., Carrasco, N. Re-Analysis of the Cassini RPWS/LP Data in Titan's Ionosphere: 2. Statistics on 57 Flybys, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 8, e2020JA028413, doi: 10.1029/2020JA028413, 2021.
- Chatain, A., **Wahlund, J.-E.**, **Shebanits, O.**, Hadid, L. Z., **Morooka, M.**, **Edberg, N. J. T.**, Guaitella, O., Carrasco, N., Re-Analysis of the Cassini RPWS/LP Data in Titan's Ionosphere: 1. Detection of Several Electron Populations, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 8, e2020JA028412, doi: 10.1029/2020JA028412, 2021.
- Chust, T., Kretzschmar, M., **Graham, D. B.**, Le Contel, O., Retino, A., Alexandrova, A., Berthomier, M., Hadid, L. Z., Sahraoui, F., Jeandet, A., Leroy, P., Pellion, J.-C., Bouzid, V., Katra, B., Pibere, R., **Khotyaintsev, Y. V.**, Vaivads, A., Krasnoselskikh, V., Souček, J., Santolik, O., Lorfèvre, E., Plettemeier, D., Steller, M., Štverák, Š., Trávníček, P., Vecchio, A., Maksimovic, M., Bale, S. D., Horbury, T. S., O'Brien, H., Evans, V., & Angelini, V., Observations of whistler mode waves by Solar Orbiter's RPW Low Frequency Receiver (LFR): In-flight performance and first results, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A17, doi: 10.1051/0004-6361/202140932, 2021.
- Cozzani, G.**, **Khotyaintsev, Y. V.**, **Graham, D. B.**, Egedal, J., **Andre, M.**, Vaivads, A., Alexandrova, A., Le Contel, O., Nakamura, R., Fuselier, S. A., Russell, C. T., Burch, J. L., Structure of a Perturbed Magnetic Reconnection Electron Diffusion Region in the Earth's Magnetotail, *Physical Review Letters*, 127, 21, e215101, doi: 10.1103/PhysRevLett.127.215101, 2021.
- Cozzani, G.**, **Khotyaintsev, Y. V.**, **Graham, D. B.**, Egedal, J., **Andre, M.**, Vaivads, A., Alexandrova, A., Le Contel, O., Nakamura, R., Fuselier, S. A., Russell, C. T., Burch, J. L., Structure of a Perturbed Magnetic Reconnection Electron Diffusion Region in the Earth's Magnetotail, 127, 215101, *Phys. Rev. Lett.*, https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.215101, 2021.
- D'Amicis, R., Bruno, R., Panasenco, O., Telloni, D., Perrone, D., Maruccci, M. F., Woodham, L., Velli, M., De Marco, R., Jagarlamudi, V., Coco, I., Owen, C., Louarn, P., Livi, S., Horbury, T., André, N., Angelini, V., Evans, V., Fedorov, A., Genot, V., Lavraud, B., Matteini, L., Müller, D., O'Brien, H., Pezzi, O., Rouillard, A. P., **Sorriso-Valvo, L.**, Tenerani, A., Verscharen, D., & Zouganelis, I., First Solar Orbiter observation of the Alfvénic slow wind and identification of its solar source, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A21, doi: 10.1051/0004-6361/202140938, 2021.
- Dimmock, A. P.**, Welling, D. T., Rosenqvist, L., Forsyth, C., Freeman, M. P., Rae, I. J., Viljanen, A., Vandegriff, E., Boynton, R. J., Balikhin, M. A., Yordanova, E., Modeling the Geomagnetic Response to the September 2017 Space Weather Event Over Fennoscandia Using the Space Weather Modeling Framework: Studying the Impacts of Spatial Resolution, *Space Weather: The International Journal of Research and Applications*, 19, 5, e2020SW002683, doi: 10.1051/0004-6361/2020SW002683, 2021.
- Joshua, D.**, Partamies, N., Whiter, D., G. Ellingsen, P., Baddeley, L., **Buchert, S. C.**, Characteristics of fragmented aurora-like emissions (FAEs) observed on Svalbard, *Ann. Geophys.* 39, 2, 277-288, doi: 10.5194/angeo-39-277-2021, 2021.
- Joshua, D.**, **Vigren, E.**, **Morooka, M.**, **Wahlund, J.-E.**, **Buchert, S. C.**, **Fredrik L. Johansson**, Jack Hunter Waite. Constraining the Positive Ion Composition in Saturn's Lower Ionosphere with the Effective Recombination Coefficient, *Planet. Sci. J.*, 2, 39, doi: 10.3847/PSJ/abd6e9, 2021.
- Echim, M., Chang, T., Kovacs, P., Wawrzaszek, A., **Yordanova, E.**, Narita, Y., Vörös, Z., Bruno, R., Macek, W., Mursula, K., & Consolini, G. Turbulence and Complexity of Magnetospheric Plasmas, *Magnetospheres in the Solar System*, 2, 67, doi: 10.1051/0004-6361/202140938, 2024, 2021.
- Belova, E.**, **Voelger, P.**, **Kirkwood, S.**, Hagelin, S., Lindskog, M., Körnich, H., Chatterjee, S., Satheesan, K., Validation of wind measurements of two MST radars in northern Sweden and in Antarctica, *Atmos. Meas. Tech.*, doi:10.5194/amt-14-1239-2021, 2021
- Fletcher, L. N., Helled, R., Roussos, E., Jones, G., Charnoz, S., André, N., **Andrews, D.**, Bannister, M., Bunce, E., Cavalié, T., Ferri, F., Fortney, J., Grassi, D., Griton, L., Hartogh, P., Hueso, R., Kaspi, Y., Lamy, L., Masters, A., Melin, H., Moses, J., Mousis, O., Nettleman, N., Plainaki, C., Schmidt, J., Simon, A., Tobie, G., Tortora, P., Tosi, F., & Turrini, D., Ice giant system exploration within ESA's Voyage 2050, *Experimental Astronomy*, doi: 10.1007/s10686-021-09759-z, 2021.
- Fadanelli, S., Lavraud, B., Califano, F., **Cozzani, G.**, Finelli, F., Sisti, M., Energy Conversions Associated with Magnetic Reconnection, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 1, e2020JA028333, doi: 10.1029/2020JA028333

- Fischer, G., Panchenko, M., Macher, W., Kasaba, Y., Misawa, H., Tokarz, M., Misiewski, L., Cecconi, B., **Bergman, J.**, & **Wahlund, J.-E.**; Calibration of the JUICE RWI Antennas by Numerical Simulation, *Radio Science*, 56, e07309, doi: 10.1029/2021RS007309, 2021
- Gao, C.-H., Tang, B.-B., Li, W. Y., Wang, C., **Khotyaintsev, Y. V.**, **Graham, D. B.**, Gershman, D. J., Rager, A. C., Giles, B. L., Lindqvist, P.-A., Ergun, R. E., Russell, C. T., & Burch, J. L., Effect of the Electric Field on the Agrotropic Electron Distributions, *Geophys. Res. Lett.*, 48, e91437, doi: 10.1029/2020GL091437, 2021.
- Gao, J. W., Rong, Z. J., Persson, M., **Stenberg, G.**, **Zhang, Y. C.**, Klinger, L., **Wang, X. D.**, Liu, D., Wei, Y., **Barabash, S.**, **Futaana, Y.**, In Situ Observations of the Ion Diffusion Region in the Venusian Magnetotail, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 1, e2020JA028547, doi: 10.1029/2020JA028547, 2021.
- Gedalin, M., Russell, C. T., & **Dimmock, A. P.**, Shock Mach Number Estimates Using Incomplete Measurements, *J. Geophys. Res. Space Physics* 126, e29519, doi: 10.1029/2021JA029519, 2021.
- Giono, G.; Ivchenko, N.; **Sergienko, T.**, **Brändström, U.**, Multi-Point Measurements of the Plasma Properties Inside an Aurora from the SPIDER Sounding Rocket, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 7, e2021JA029204, doi: 10.1029/2021JA029204, 2021.
- Graham, D. B., Khotyaintsev, Y. V., Vaivads, A., **Ederberg, N. J. T.**, **Eriksson, A. I.**, **Johansson, E. P. G.**, **Sorriso-Valvo, L.**, Maksimovic, M., Souček, J., Piša, D., Bale, S. D., Chust, T., Kretzschmar, M., Krasnoselskikh, V., Lorfèvre, E., Plettemeier, D., Steller, M., Štverák, Š., Trávníček, P., Vecchio, A., Horbury, T. S., O'Brien, H., Evans, V., & Angelini, V., Kinetic electrostatic waves and their association with current structures in the solar wind, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A23, doi: 10.1051/0004-6361/202140943, 2021.
- Gunell, H., Goetz, C., **Odelstad, E.**, Beth, A., Hamrin, M., Henri, P., **Johansson, F. L.**, **Nilsson, H.**, & **Stenberg Wieser, G.**, Ion acoustic waves near a comet nucleus: Rosetta observations at comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, *Ann. Geophys.*, 39, 53, doi: 10.5194/angeo-39-53-2021, 2021.
- Guzzi, G., **Settino, A.**, Valentini, F., Malara, F., Exact hybrid-kinetic equilibria for magnetized plasmas with shearing flows, *J. of Plasma Physics*, 645, A147, doi: 10.1051/0004-6361/202039656, 2021.
- Goetz, C., Gunell, H., Volwerk, M., Beth, A., **Eriksson, A.**, Galand, M., Henri, P., **Nilsson, H.**, Wedlund, C. S., Alho, M., Andersson, L., Andre, N., De Keyser, J., Deca, J., Ge, Y., Glassmeier, K. H., Hajra, R., Karlsson, T., Kasahara, S., **Vigren, E.**, Cometary plasma science: Open science questions for future space missions. *Experimental Astronomy*, doi: 10.1007/s10686-021-09783-z, 2021.
- Goetz, C., Gunell, H., Johansson, F., Llera, K., **Nilsson, H.**, Glassmeier, K.-H., Taylor, M. G. G. T., Warm protons at comet 67P/Churyumov-Gerasimenko – implications for the infant bow shock, *Ann. Geophys.*, 39, 379-396, doi: 10.5194/angeo-39-379-2021, 2021.
- Hadid, L. Z., **Ederberg, N. J. T.**, Chust, T., Piša, D., **Dimmock, A. P.**, **Morooka, M. W.**, Maksimovic, M., **Khotyaintsev, Y. V.**, Souček, J., Kretzschmar, M., Vecchio, A., Le Contel, O., Retno, A., Allen, R. C., Volwerk, M., Fowler, C. M., **Sorriso-Valvo, L.**, Karlsson, T., Santolik, O., Kolmašová, I., Sahraoui, F., Stergiopoulou, K., Moussas, X., Issautier, K., Dewey, R. M., Klein Wolf, M., Malandraki, O. E., Kontar, E. P., Howes, G. G., Bale, S. D., Horbury, T. S., Martinović, M., Vaivads, A., Krasnoselskikh, V., Lorfèvre, E., Plettemeier, D., Steller, M., Štverák, Š., Trávníček, P., O'Brien, H., Evans, V., Angelini, V., Velli, M. C., & Zouganelis, I., Solar Orbiter's first Venus flyby: Observations from the Radio and Plasma Wave instrument, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A18, doi: 10.1051/0004-6361/202140934, 2021.
- Hadid, L. Z., Génot, V., Aizawa, S., Miñilo, A., Zender, J., Murakami, G., Benkhof, J., Zouganelis, I., Alberti, T., André, N., Bebesi, Z., Califano, F., **Dimmock, A. P.**, Dosa, M., Escoubet, C. P., Griton, L., Ho, G. C., Horbury, T. S., Iwai, K., Janvier, M., Kilpua, E., Lavraud, B., Madar, A., Miyoshi, Y., Müller, D., Pinto, R. F., Rouillard, A. P., Raines, J. M., Raouafi, N., Sahraoui, F., Sánchez-Cano, B., Shiota, D., Vainio, R., & Walsh, A., BepiColombo's cruise phase: unique opportunity for synergistic observations, *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 8, 154, doi: 10.3389/fspas.2021.718024, 2021.
- Hansel, P. J., Wilder, F. D., Malaspina, D. M., Ergun, R. E., Ahmadi, N., Holmes, J. C., Goodrich, K. A., Fuselier, S., Giles, B., Russell, C. T., Torbert, R., Strangeway, R., **Khotyaintsev, Y.**, Lindqvist, P.-A., & Burch, J., Mapping MMS Observations of Solitary Waves in Earth's Magnetic Field, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, e29389, doi: 10.1029/2021JA029389, 2021.
- Hernández, C. S., **Sorriso-Valvo, L.**, Bandyopadhyay, R., Chasapis, A., Vásconez, C. L., Marino, R., & Pezzi, O., Impact of Switchbacks on Turbulent Cascade and Energy Transfer Rate in the Inner Heliosphere, *The Astrophysical Journal*, 922, L11, doi: 10.3847/2041-8213/ac36d1, 2021.
- Holmberg, M. K. G., Cipriani, F., **Nilsson, T.**, Hess, S., Huybrighs, H. L. F., Hadid, L. Z., Deprez, G., Wilson, R. J., **Morooka, M. W.**, Felici, M., Cassini-Plasma Interaction Simulations Revealing the Cassini Ion Wake Characteristics: Implications for In-Situ Data Analyses and Ion Temperature Estimates, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 8, e2020JA029026, doi: 10.1029/2020JA029026, 2021.
- Huybrighs, H. L. F., Roussos, E., Blocker, A., Krupp, N., **Futaana, Y.**, **Barabash, S.**, Hadid, L. Z., Holmberg, M. K. G., Witasse, O., Reply to Comment on An Active Plume Eruption on Europa During Galileo Flyby E26 as Indicated by Energetic Proton Depletions, *Geophys. Res. Lett.*, 48, 18, e2021GL095240, doi: 10.1029/2021GL095240, 2021.
- Hwang, K.-J., Dokgo, K., Choi, E., Burch, J. L., Sibeck, D. G., Giles, B. L., Norgren, C., Nakamura, T. K. M., **Graham, D. B.**, **Khotyaintsev, Y.**, Shi, Q. Q., Gershman, D. J., Pollock, C. J., Ergun, R. E., Torbert, R. B., Russell, C. T., & Strangeway, R. J., Bifurcated current sheet observed on the boundary of Kelvin-Helmholtz vortices, *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 8, 201, doi: 10.3389/fspas.2021.782924, 2021.
- Hwang, K.-J., Burch, J. L., Russell, C. T., Choi, E., Dokgo, K., Fear, R. C., Fuselier, S. A., Petrinec, S. M., Sibeck, D. G., Hasegawa, H., Fu, H., Øieroset, M., Escoubet, C. P., Giles, B. L., **Khotyaintsev, Y.**, **Graham, D. B.**, Gershman, D. J., Pollock, C. J., Ergun, R. E., Torbert, R. B., & Broll, J., Microscale Processes Determining Macroscale Evolution of Magnetic Flux Tubes along Earth's Magnetopause, *The Astrophysical Journal*, 914, 26, doi: 10.3847/1538-4357/abf8b1, 2021.
- Johansson, F. L.**, **Eriksson, A. I.**, **Vigren, E.**, Bucciantini, L., Henri, P., **Nilsson, H.**, **Bergman, S.**, **Ederberg, N. J. T.**, **Stenberg Wieser, G.**, **Odelstad, E.** Plasma densities, flow, and solar EUV flux at comet 67P: A cross-calibration approach, *Astronomy & Astrophysics*, 653, A128, doi: 10.1051/0004-6361/202039959, 2021.
- Johlander, A.**, Battarbee, M.; Vaivads, A.; Turc, L.; Pfau-Kempf, Y.; Ganse, U.; Grandin, M.; Dubart, M.; **Khotyaintsev, Yu. V.**; Caprioli, D.; Haggerty, C.; Schwartz, S. J.; Giles, B. L.; Palmroth, M. Ion Acceleration Efficiency at the Earth's Bow Shock: Observations and Simulation Results, *Astrophysical Journal*, 914, 2, 82, doi: 10.3847/1538-4357/abfabc, 2021.
- Johnson, R. E., Woodson, A. K., Tian, L., Tucker, O. J., and **Williamson, H. N.**, Temperature extraction from spacecraft density profiles in the presence of wave activity. *Icarus*, 357, 114257, doi: 10.1016/j.icarus.2020.114257, 15 March 2021
- Kajdić, P., Pfau-Kempf, Y., Turc, L., **Dimmock, A. P.**, Palmroth, M., Takahashi, K., Kilpua, E., Souček, J., Takahashi, N., Preisser, L., Blanco-Cano, X., Trotta, D., & Burgess, D., ULF Wave Transmission Across Collisionless Shocks: 2.5D Local Hybrid Simulations, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, e29283, doi: 10.1029/2021JA029283, 2021.
- Kajdić, P., Sánchez-Cano, B., Neves-Ribeiro, L., Witasse, O., Bernal, G. C., Rojas-Castillo, D., **Nilsson, H.**, Fedorov, A. Interaction of space weather phenomena with Mars plasma environment during solar minimum 23/24, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, e2020JA028442, doi: 10.1029/2020JA028442, 2021.
- Kamaletdinov, S. R., Hutchinson, I. H., Vasko, I. Y., Artemyev, A. V., **Lotekar, A.**, Mozer, F., Spacecraft Observations and Theoretical Understanding of Slow Electron Holes, *Phys. Rev. Lett.*, 127, 16, 165101, doi: 10.1103/PhysRevLett.127.165101, 2021.
- Karlsson, T., Heyner, D., Volwerk, M., **Morooka, M.**, Plaschke, F., Goetz, C., & Hadid, L., Magnetic Holes in the Solar Wind and Magnetosheath Near Mercury, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, e28961, doi: 10.1029/2020JA028961, 2021.
- Karlsson, T., Raptis, S., Trollvik, H., **Nilsson, H.**, Classifying the Magnetosheath Behind the Quasi-Parallel and Quasi-Perpendicular Bow Shock by Local Measurements, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 9, e2021JA029269, doi: 10.1029/2021JA029269, 2021.
- Kastinen, D.**, **Kero, J.**, Kozlovsky, A., Lester, M., Resolving the ambiguous direction of arrival of weak meteor radar trail echoes, 14, 5, 3583-3596, *Atmos. Meas. Tech.*, doi: 10.5194/amt-14-3583-2021, 2021
- Kawamura, M., Sakanoi, T., Fukizawa, M., Miyoshi, Y., Hosokawa, K., Tsuchiya, F., Katoh, Y., Ogawa, Y., Asamura, K., Saito, S., Spence, H., Johnson, A., Oyama, S., **Brändström, U.**, Simultaneous Pulsating Aurora and Microburst Observations with Ground-Based Fast Auroral Imagers and CubeSat FIREBIRD-II, *Geophys. Res. Lett.*, 48, 18, e2021GL094494, doi: 10.1029/2021GL094494, 2021.
- Khotyaintsev, Yu. V.**, **Graham, D. B.**, Vaivads, A., **Steinvalk, K.**, **Ederberg, N. J. T.**, Eriksson, A. I., Johansson, E. P. G., **Sorriso-Valvo, L.**, Maksimovic, M., Bale, S. D., Chust, T., Krasnoselskikh, V., Kretzschmar, M., Lorfèvre, E., Plettemeier, D., Souček, J., Steller, M., Štverák, Š., P. Trávníček, P., A. Vecchio, A., Horbury, T. S., O'Brien, H., Evans, V., Angelini, V., Density fluctuations associated with turbulence and waves: First observations by Solar Orbiter, 656, A19, 13, *Astronomy & Astrophysics*, doi: 10.1051/0004-6361/202140936, 2021.
- Kilpua, E. K. J., Good, S. W., Ala-Lahti, M., Osmane, A., Fontaine, D., Hadid, L., Janvier, M., Yordanova, E. Statistical Analysis of Magnetic Field Fluctuations in Coronal Mass Ejection-Driven Sheath Regions, *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 7, 610278, doi: 10.3389/fspas.2020.610278, 2021.
- Kim, H., Shiokawa, K., Park, J., Miyoshi, Y., Miyashita, Y., Stolle, C., Connor, H., Kim, H. J., **Buchert, S.**, Kwon, H.-J., Nakamura, S., Nakamura, K., Oyama, S.-I., Otsuka, Y., Nagatsuma, T., Sakaguchi, K., Isolated Proton Aurora Driven by EMIC Pc1 Wave: PWING, Swarm, and NOAA POES Multi-Instrument Observations, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 48, 18, e2021GL095090, doi: 10.1029/2021GL095090, 2021.
- Kim, H., Shiokawa, K., Park, J., Miyoshi, Y., Stolle, C., & **Buchert, S.**, Statistical Analysis of Pc1 Wave Ducting Deduced From Swarm Satellites, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, e29016, doi: 10.1029/2020JA029016, 2021.
- Kollhoff, A., Kouloumvakos, A., Lario, D., Dresing, N., Gómez-Herrero, R., Rodríguez-García, L., Malandraki, O. E., Richardson, I. G., Posner, A., Klein, K.-L., Pacheco, D., Klassen, A., Heber, B., Cohen, C. M. S., Laitinen, T., Cernuda, I., Dalla, S., Espinosa Lara, F., Vainio, R., Köberle, M., Kühl, R., Xu, Z. G., Berger, L., Eldrum, S., Brüdern, M., Laurena, M., Kilpua, E. J., Aran, A., Rouillard, A. P., Bučik, R., Wijsen, N., Pomoell, J., Wimmer-Schweingruber, R. F., Martin, C., Böttcher, S. I., Freiherr von Forstner, J. L., Terasa, J.-C., Boden, S., Kulkarni, S. R., Ravanbakhsh, A., Yedla, M., Janitzek, N., Rodríguez-Pacheco, J., Prieto Mateo, M., Sánchez Prieto, S., Parra Espada, P., Rodríguez Polo, O., Martínez Hellín, A., Carcaboso, F., Mason, G. M., Ho, G. C., Allen, R. C., Bruce Andrews, G., Schlemm, C. E., Seifert, H., Tyagi, K., Lees, W. J., Hayes, J., Bale, S. D., Krupar, V., Horbury, T. S., Angelini, V., Evans, V., O'Brien, H., Maksimovic, M., **Khotyaintsev, Y. V.**, Vecchio, A., **Steinvalk, K.**, & Asvestari, E., The first widespread solar energetic particle event observed by Solar Orbiter on 2020 November 29, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A20, doi: 10.1051/0004-6361/202140937, 2021.
- Kozlovsky, A., Shalimov, S., Lester, M., & **Belova, E.** Polar mesosphere summer echoes and possible signatures of pulsating aurora detected by the meteor radar. *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, e2020JA028855, doi:10.1029/2020JA028855, 2021

- Kretzschmar, M., Chust, T., Krasnoselskikh, V., **Graham, D.**, Colombari, L., Maksimovic, M., **Khotyaintsev, Y. V.**, Souček, J., **Steinvalk, K.**, Santolik, O., Jannet, G., Brochet, J.-Y., Le Contel, O., Vecchio, A., Bonnin, X., Bale, S. D., Froment, C., Larosa, A., Bergerard-Timof eeva, M., Fergeau, P., Lorfèvre, E., Plettemeier, D., Steller, M., Štverák, Š., Trávníček, P., Vaivads, A., Horbury, T. S., O'Brien, H., Evans, V., Angelini, V., Owen, C. J., & Louarn, P., Whistler waves observed by Solar Orbiter/RPW between 0.5 AU and 1 AU, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A24, doi: 10.1051/0004-6361/202140945, 2021
- Lee, J. H., Turner, D. L., Vines, S. K., Allen, R. C., Toledo-Redondo, S., Bingham, S. T., Fuseller, S. A., Cohen, I. J., Starkey, M. J., Graham, D. B., **Khotyaintsev, Y. V.**, Mauk, B. H., Pollock, C. J., Ergun, R. E., Lindqvist, P.-A., Torbert, R. B., Burch, J. L., Application of Cold and Hot Plasma Composition Measurements to Investigate Impacts on Dusk-Side Electromagnetic Ion Cyclotron Waves, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 1, e2020JA02865, doi: 10.1029/2020JA028650, 2021.
- Leysler, Thomas B.** Deterministic Chaos in Ionospheric Plasma Pumped by Radio Waves, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 48, 12, e2021GL093892, doi: 10.1029/2021GL093892
- Li, K., **André, M.**, **Eriksson, A.**, Wei, Y., Cui, J., & Haaland, S., High-latitude cold ion outflow inferred from the Cluster wake observations in the magnetotail lobes and the polar cap region, *Frontiers in Physics*, 9, 620, doi: 10.3389/fphy.2021.743316, 2021.
- Li, W.-Y., **Khotyaintsev, Yu. V.**, Tang, B.-B., **Graham, D. B.**, Norgren, C., Vaivads, A., **André, M.**, Le, A., Egedal, J., Dokgo, K., Fujimoto, K., He, J.-S., Burch, J. L., Lindqvist, P.-A., Ergun, R. E., Torbert, R. B., Le Contel, O., Gershman, D. J., Giles, B. L., Lavraud, B., Fuseller, S., Plaschke, F., Russell, C. T., Guo, X.-C., Lu, Q.-M., Wang, C., Upper-Hybrid Waves Driven by Meandering Electrons Around Magnetic Reconnection X Line, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 48, 16, e2021GL093164, doi: 10.1029/2021GL093164, 2021.
- Li, Y.-X., Li, W.-Y., Tang, B.-B., Norgren, C., He, J.-S., Wang, C., Zong, Q.-G., Toledo-Redondo, S., **André, M.**, Chappell, C., Dargent, J., Fuseller, S. A., Glozer, A., **Graham, D. B.**, Haaland, S., Kistler, L., Lavraud, B., Moore, T. E., Tenfjord, P., Vines, S. K., & Burch, J., Quantification of cold-ion beams in a magnetic reconnection jet, *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 8, 193, doi: 10.3389/fspas.2021.745264, 2021.
- Lillis, R. J., Mitchell, D., Montabone, L., Heavens, N., Harrison, T., Stuurman, C., Guzewicz, S., England, S., Withers, P., Chaffin, M., Curry, S., Ao, C., Matousek, S., Barba, N., Woolley, R., Smith, I., Osinski, G. R., Kleinböhl, A., Tampari, L., Mischna, M., Kass, D., Smith, M., Wolff, M., Kahre, M., Spiga, A., Forget, F., Cantor, B., Deighan, J., Brecht, A., Bougher, S., Fowler, C. M., **Andrews, D.**, Patzold, M., Peter, K., Tellmann, S., Lester, M., Sánchez-Cano, B., Luhmann, J., Leblanc, F., Halekas, J., Brain, D., Fang, X., Espley, J., Opgenoorth, H., Vaisberg, O., Hinson, D., Asmar, S., Vander Hook, J., Karatekin, O., Barjaya, A., & Tripathi, A., MOSAIC: A Satellite Constellation to Enable Groundbreaking Mars Climate System Science and Prepare for Human Exploration, *The Planetary Science Journal*, 2, 211, doi: 10.3847/PSJ/ac0538, 2021.
- Louarn, P., Fedorov, A., Prech, L., Owen, C. J., Bruno, R., Livi, S., Lavraud, B., Rouillard, A. P., Génom, V., André, N., Fruit, G., Réville, V., Kieokaew, R., Plotnikov, I., Penou, E., Barthe, A., Khataria, D., Berthomer, M., D'Amicis, R., **Sorriso-Valvo, L.**, Allegri, F., Raines, J., Verscharen, D., Fortunato, V., Mele, G., Horbury, T. S., O'Brien, H., Evans, V., Angelini, V., Maksimovic, M., Kasper, J. C., & Bale, S. D., Multiscale views of an Alfvénic slow solar wind: 3D velocity distribution functions observed by the Proton-Alpha Sensor of Solar Orbiter, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A36, doi: 10.1051/0004-6361/202141095, 2021.
- Liuzzo, L., Paty, C., Cochrane, C., Nordheim, T., Luspay-Kuti, A., Castillo-Rogez, J., Mandt, K., Mitchell, K. L., **Holmström, M.**, Addison, P., Simon, S., Poppe, A. R., Vance, S. D., Prockter, I., Triton's Variable Interaction with Neptune's Magnetospheric Plasma, *J. Geophys. Res. Space Physics*, v. 126, 11, 2021, doi: 10.1029/2021JA029740
- Maksimovic, M., Bale, S. D., Chust, T., **Khotyaintsev, Y.**, Krasnoselskikh, V., Kretzschmar, M., Plettemeier, D., Rucker, H. O., Souček, J., Steller, M., Štverák, Š., Trávníček, P., Vaivads, A., Chaintreuil, S., Dekkali, M., Alexandrova, O., Astier, P.-A., Barbary, G., Bérard, D., Bonnin, X., Boughedada, K., Cecconi, B., Chapon, F., Charier, M., Collin, C., de Conchy, Y., Dias, D., Guéguen, L., Lamy, L., Leray, V., Lion, S., Malac-Allain, L. R., Matteini, L., Nguyen, Q. N., Pantellini, F., Parisot, J., Plasson, P., Thijs, S., Vecchio, A., Fratter, I., Bellouard, E., Lorfèvre, E., Danto, P., Julien, S., Guilhem, E., Fiachetti, C., Sanisidro, J., Laffaye, C., Gonzalez, F., Pontet, B., Quéruel, N., Jannet, G., Fergeau, P., Brochet, J.-Y., Cassam-Chenai, G., Dudok de Wit, T., Timof eeva, M., Vincent, T., Agravart, C., Delory, G. T., Turin, P., Jeandet, A., Leroy, P., Pellion, J.-C., Bouzid, V., Katra, B., Piberne, R., Recart, W., Santolik, O., Kolmašová, I., Krupař, V., Krupařová, O., Piša, D., Uhlíř, L., Lán, R., Baše, J., **Ahlén, L.**, **André, M.**, Bylander, L., **Cripps, V.**, **Cully, C.**, **Eriksson, A.**, **Jansson, S.-E.**, **Johansson, E. P. G.**, Karlsson, T., **Puccio, W.**, Břínek, J., Ötacher, H., Panchenko, M., Berthomer, M., Goetz, K., Hellingner, P., Horbury, T. S., Issautier, K., Kontar, E., Krucker, S., Le Contel, O., Louarn, P., Martinović, M., Owen, C. J., Retino, A., Rodríguez-Pacheco, J., Sahráoui, F., Wimmer-Schweingruber, R. F., Zaslavsky, A., & Zouganelis, I., The Solar Orbiter Radio and Plasma Waves (RPW) instrument (Corrigendum), *Astronomy and Astrophysics*, 654, C2, doi: 10.1051/0004-6361/201936214e, 2021.
- Maksimovic, M., Souček, J., Chust, T., **Khotyaintsev, Y.**, Kretzschmar, M., Bonnin, X., Vecchio, A., Alexandrova, O., Bale, S. D., Bérard, D., Brochet, J.-Y., **Edberg, N. J. T.**, Eriksson, A., Hadid, L. Z., Johansson, E. P. G., Karlsson, T., Katra, B., Krasnoselskikh, V., Krupař, V., Lion, S., Lorfèvre, E., Matteini, L., Nguyen, Q. N., Piša, D., Piberne, R., Plettemeier, D., Rucker, H. O., Santolik, O., Steinvalk, K., Steller, M., Štverák, Š., Trávníček, P., Vaivads, A., Zaslavsky, A., Chaintreuil, S., Dekkali, M., Astier, P.-A., Barbary, G., Boughedada, K., Cecconi, B., Chapon, F., Collin, C., Dias, D., Guéguen, L., Lamy, L., Leray, V., Malac-Allain, L. R., Pantellini, F., Parisot, J., Plasson, P., Thijs, S., Fratter, I., Bellouard, E., Danto, P., Julien, S., Guilhem, E., Fiachetti, C., Sanisidro, J., Laffaye, C., Gonzalez, F., Pontet, B., Quéruel, N., Jannet, G., Fergeau, P., Dudok de Wit, T., Vincent, T., Agravart, C., Pragout, J., Bergerard-Timof eeva, M., Delory, G. T., Turin, P., Jeandet, A., Leroy, P., Pellion, J.-C., Bouzid, V., Recart, W., Kolmašová, I., Krupařová, O., Uhlíř, L., Lán, R., Baše, J., **Ahlén, L.**, **André, M.**, Bylander, L., **Cripps, V.**, **Cully, C.**, **Jansson, S.-E.**, **Ouccio, W.**, Břínek, J., Ötacher, H., Angelini, V., Berthomer, M., Evans, V., Goetz, K., Hellingner, P., Horbury, T. S., Issautier, K., Kontar, E., Le Contel, O., Louarn, P., Martinović, M., Müller, D., O'Brien, H., Owen, C. J., Retino, A., Rodríguez-Pacheco, J., Sahráoui, F., Sanchez, L., Walsh, A. P., Wimmer-Schweingruber, R. F., & Zouganelis, I., First observations and performance of the
- RPW instrument on board the Solar Orbiter mission, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A41, doi: 10.1051/0004-6361/202141271, 2021.
- Mangano, V., Dosa, M., Franz, M., Millio, A., Oliveira, J. S., Lee, Y. J., McKenna-Lawlor, S., Grassi, D., Heyner, D., Kozlyev, A. S., Peron, R., Helbert, J., Besse, S., de la Fuente, S. M. E., Zender, J., Volwerk, M., Chaufray, J.-Y., Slavin, J. A., Krueger, H., Maturilli, A., Cornet, T., Iwai, K., Miyoshi, Y., Lucente, M., Masetti, S., Schmidt, C. A., Dong, C., Quarati, F., Hirai, T., Varsani, A., Belyaev, D., Zhong, J., Kilpua, E. K. J., Jackson, B. V., Odstroil, D., Plaschke, F., Vainio, R., Jarvinen, R., Ivanovski, S. L., Madar, A., Erdos, G., Plainaki, C., Alberti, T., Aizawa, S., Benkhoff, J., Murakami, G., Quemerai, E., Hiesinger, H., Mitrofanov, I. G., Less, L., Santoli, F., Orsini, S., Lichtenegger, H., Laky, G., **Barabash, S.**, Moissl, R., Huvelin, J., Kasaba, Y., Saito, Y., Kobayashi, M., Baumjohann, W., BepiColombo Science Investigations During Cruise and Flybys at the Earth, Venus and Mercury, *Space Science Rev.*, 217, 1, 23, doi: 10.1007/s11214-021-00797-9, 2021.
- Matteini, L., Laker, R., Horbury, T., Woodham, L., Bale, S. D., Stawarz, J. E., Woolley, T., **Steinvalk, K.**, Jones, G. H., Grant, S. R., Afghan, Q., Galand, M., O'Brien, H., Evans, V., Angelini, V., Maksimovic, M., Chust, T., **Khotyaintsev, Y.**, Krasnoselskikh, V., Kretzschmar, M., Lorfèvre, E., Plettemeier, D., Souček, J., Steller, M., Štverák, Š., Trávníček, P., Vaivads, A., Vecchio, A., Wimmer-Schweingruber, R. F., Ho, G. C., Gómez-Herrero, R., Rodríguez-Pacheco, J., Louarn, P., Fedorov, A., Owen, C. J., Bruno, R., Livi, S., Zouganelis, I., & Müller, D., Solar Orbiter's encounter with the tail of comet C/2019 Y4 (ATLAS): Magnetic field draping and cometary pickup ion waves, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A39, doi: 10.1051/0004-6361/202141229, 2021.
- Matthias, V., Stober, G., Kozlovsky, A., Lester, M., **Belova, E.**, **Kero, J.**, Vertical Structure of the Arctic Spring Transition in the Middle Atmosphere, *J. Geophys. Res. Atmospheres*, 126, 10, e2020JD034353, doi: 10.1029/2020JD034353, 2021.
- Matsui, H., Torbert, R. B., Spence, H. E., Argall, M. R., Cohen, I. J., Cooper, M. B., Ergun, R. E., Farrugia, C. J., Fennell, J. F., Fuseller, S. A., Gkioulidou, M., **Khotyaintsev, Y. V.**, Lindqvist, P.-A., Matsuoka, A., Russell, C. T., Shoji, M., Strangeway, R. J., Turner, D. L., Vaith, H., & Wygant, J. R., A Multi Instrument Study of a Dipolarization Event in the Inner Magnetosphere, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, e29294, doi: 10.1029/2021JA029294, 2021.
- Myllys, M., Henri, P., Vallieres, X., Gilet, N., **Nilsson, H.**, Palmerio, E., Turc, L., Wellbrock, A., Goldstein, R., Witasse, O., Electric field measurements at the plasma frequency around comet 67P by RPC-MIP on board Rosetta, *Astronomy & Astrophysics*, 652, A73, doi: 10.1051/0004-6361/201936633, 2021.
- Nakamura, R., Baumjohann, W., Nakamura, T. K. M., Panov, E. V., Schmid, D., Varsani, A., Apatenkov, S., Sergeev, V. A., Birn, J., Nagai, T., Gabrielse, C., **André, M.**, Burch, J. L., Carr, C., Dandouras, I. S., Escoubert, C. P., Fazakerley, A. N., Giles, B. L., Le Contel, O., Russell, C. T., & Torbert, R. B., Thin Current Sheet Behind the Dipolarization Front, *J. Geophys. Res. Space Physics*, e29518, doi: 10.1029/2021JA029518, 2021.
- Nikolaeva, V., Gordeev, E., **Sergienko, T.**, Makarova, L., Kotikov, A., AIM-E: E-Region Auroral Ionosphere Model, *Atmosphere*, 12, 6, 748, doi: 10.3390/atmos12060748, 2021.
- Nilsson, H.**, **Behar, E.**, Burch, J. L., Carr, C. M., **Eriksson, A. I.**, Glassmeier, K.-H., Henri, P., Galand, M., Goetz, C., Gunell, H., Karlsson, T., Birth of a Magnetosphere, In *Magnetospheres in the Solar System* (eds R. Maggiolo, N. André, H. Hasegawa, D. T. Welling, Y. Zhang and L. J. Paxton), doi: 10.1002/9781119815624.ch27, 2021.
- Nilsson, H.**, **Zhang, Qi.**, **Stenberg Wieser, G.**, **Holmström, M.**, **Barabash, S.**, **Futaana, Y.**, Fedorov, A., Persson, M., **Wieser, M.**, Solar cycle variation of ion escape from Mars, *Icarus*, 114610, doi: 10.1016/j.icarus.2021.114610, 2021.
- Nishiyama, T., Taguchi, M., Suzuki, H., **Dalin, P.**, Ogawa, Y., **Brändström, U.**, Sakanai, T., Temporal evolutions of N2+Meinel (1,2) band near 1.5 μm associated with aurora breakup and their effects on mesopause temperature estimations from OH Meinel (3,1) band, *Earth Planets and Space*, 73, 1, 30, doi: 10.1186/s40623-021-01360-0, 2021.
- Olshesky, V., **Khotyaintsev, Y. V.**, Laiti, A., Divin, A., Delzanno, G. L., Anderzén, S., Herman, P., Chien, S. W. D., Avanon, L., **Dimmock, A. P.**, & Markidis, S., Automated Classification of Plasma Regions Using 3D Particle Energy Distributions, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, e29620, doi: 10.1029/2021JA029620, 2021.
- Orsini, S., Livi, S. A., Lichtenegger, H., **Barabash, S.**, Millio, A., De Angelis, E., Phillips, M., Laky, G., Wieser, M., Olivieri, A., Plainaki, C., Ho, G., Killen, R. M., Slavin, J. A., Wurz, P., Berthelier, J.-J., Dandouras, I., Kallio, E., McKenna-Lawlor, S., Szalai, S., et al., SERENA: Particle Instrument Suite for Determining the Sun-Mercury Interaction from BepiColombo, *Space Science Reviews*, Volume 217, Issue 2, article id.30, 2021. DOI:10.1007/s11214-021-00809-8
- Palmerio, E., Kilpua, E. K. J., Witasse, O., Barnes, D., Sanchez-Cano, B., Weiss, A. J., Nieves-Chinchilla, T., Mostl, C., Jian, L. K., Mierla, M., Zhukov, A. N., Guo, J., Rodriguez, L., Lowrance, P. J., Isavnin, A., Turc, L., **Futaana, Y.**, **Holmström, M.**, CME Magnetic Structure and IMF Preconditioning Affecting SEP Transport, *Space Weather-The International Journal of Research and Applications*, 19, 4, e2020SW002654, doi: 10.1029/2020SW002654, 2021.
- Palmroth, M., Grandin, M., Sarris, T., Doornbos, E., Tourgaidis, S., Aikio, A., **Buchert, S.**, Clilverd, M. A., Dandouras, I., Heelis, R., Hofmann, A., Ivchenko, N., Kervalishvili, G., Knudsen, D. J., Kotova, A., Liu, H.-L., Malaspina, D. M., March, G., Marchaudon, A., Marghutu, O., Matsuo, T., Miloch, W. J., Moretto-Jørgensen, T., Mpaloukidis, D., Olsen, N., Papadakis, K., Pfaff, R., Pinaris, P., Siemes, C., Stolle, C., Suni, J., van den IJssel, J., Veronren, P. T., Visser, P., & Yamauchi, M., Lower-thermosphere-ionosphere (LTI) quantities: current status of measuring techniques and models, *Ann. Geophys.*, 39, 189, doi: 10.5194/angeo-39-189-2021, 2021.
- Perminov, V. I., N. N. Pertsev, P. Dalin, Yu. A. Zhelezov, V. A. Sukhodeev, and M. D. Orekhov., Seasonal and long-term changes in the intensity of O2(b1Σ) and OH(X2Π) in the mesopause region, *Geomagn. Aeron.*, 61, 4, 589-599, https://doi.org/10.1134/S0016793221040113, 2021.

- Perri, S., **Sorriso-Valvo, L.**, Tenerani, A., & Hellinger, P., Editorial: Advances in Space Plasma Turbulence: Theory and Observations, *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 8, 203, doi: 10.3389/fspas.2021.801868, 2021.
- Perri, S., Perrone, D., Roberts, O., Settino, A., **Yordanova, E.**, **Sorriso-Valvo, L.**, Veltri, P., & Valentini, F., Nature of Electrostatic Fluctuations in the Terrestrial Magnetosheath, *The Astrophys. J.*, 919, 75, doi: 10.3847/1538-4357/ac13a2, 2021.
- Persson, M.**, **Futaana, Y.**, Ramstad, R., **Schillings, A.**, Masunaga, K., Nilsson, H., et al. Global Venus-Solar wind coupling and oxygen ion escape, *Geophys. Res. Lett.*, e2020GL091213, doi: 10.1029/2020GL091213, 2021.
- Pertsev, N. N.; **Dalin, P. A.**; Perminov, V. I. Lunar Tides in the Mesopause Region Obtained from Summer Temperature of the Hydroxyl Emission Layer, *Geomagnetism and Aeronomy*, 61, 2, 259-265, doi: 10.1134/S0016793221020109, 2021.
- Pezzi, O., Liang, H., Juno, J. L., Cassak, P. A., Vásconez, C. L., **Sorriso-Valvo, L.**, Perrone, D., Servidio, S., Roytershteyn, V., TenBarge, J. M., & Matthaeus, W. H., Dissipation measures in weakly collisional plasmas, *Month. Not. R. Astron. Soc.*, 505, 4857, doi: 10.1093/mnras/stab1516, 2021.
- Piša, D., Souček, J., Santolik, O., Hanzelka, M., Nicolaou, G., Maksimovic, M., Bale, S. D., Chust, T., **Khotyaintsev, Y.**, Krasnoselskikh, V., Kretzschmar, M., Lorfèvre, E., Plettemeier, D., Steller, M., Štverák, Š., Trávníček, P., Vaivads, A., Vecchio, A., Horbury, T., O'Brien, H., Evans, V., Angelini, V., Owen, C. J., & Louarn, P., First-year ion-acoustic wave observations in the solar wind by the RPW/TDS instrument on board Solar Orbiter, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A14, doi: 10.1051/0004-6361/202140928, 2021.
- Pontoni, M. S., **Futaana Y.**, Fatemi S., Poppe A. R., **Wieser M.**, **Barabash S.**, Simulations of Energetic Neutral Atom Sputtering From Ganymede in Preparation for the JUICE Mission, 126, 11, *J. Geophys. Res. Planets*, doi:10.1002/essoar.10506799.2, 2021
- Pukite, J., Borger, C., Dörner, S., Gu, M., Frieß, U., Meier, A. C., Enell, C.-F., **Raffalski, U.**, Richter, A., and Wagner, T.: Retrieval algorithm for OCIO from TROPOMI (TROPOspheric Monitoring Instrument) by differential optical absorption spectroscopy, *Atmos. Meas. Tech.*, 14, 7595-7625, doi: 10.5194/amt-14-7595-2021, 2021.
- Quijia, P., Fraternali, F., Stawarz, J. E., Vásconez, C. L., Perri, S., Marino, R., **Yordanova, E.**, & **Sorriso-Valvo, L.**, Comparing turbulence in a Kelvin-Helmholtz instability region across the terrestrial magnetopause, *Month. Not. R. Astron. Soc.*, 503, 4815, doi: 10.1093/mnras/stab319, 2021.
- Quijia, P., Fraternali, F., Stawarz, J. E., Vásconez, C. L., Perri, S., Marino, R., **Yordanova, E.**, & **Sorriso-Valvo, L.**, Erratum: Comparing turbulence in a Kelvin-Helmholtz instability region across the terrestrial magnetopause, *Month. Not. R. Astron. Soc.*, 503, 4828, doi: 10.1093/mnras/stab847, 2021.
- Ramstad, R., **Barabash, S.**, Do Intrinsic Magnetic Fields Protect Planetary Atmospheres from Stellar Winds? Lessons from Ion Measurements at Mars, Venus, and Earth, *Space Science Rev.*, 217, 2, 36, doi: 10.1007/s11214-021-00791-1, 2021
- Rasca, A. P., **Fatemi, S.**, Farrell, W. M., Poppe, A. R., Zheng, Y. A., Double Disturbed Lunar Plasma Wake, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 2, e2020JA028789, doi: 10.1029/2020JA028789, 2021.
- Retinò, A., **Khotyaintsev, Y.**, Le Contel, O., Marcucci, M. F., Plaschke, F., Vaivads, A., Angelopoulos, V., Blasi, P., Burch, J., De Keyser, J., Dunlop, M., Dai, L., Eastwood, J., Fu, H., Haaland, S., Hoshino, M., **Johlander, A.**, Kepko, L., Kucharek, H., Lapenta, G., Lavraud, B., Malandraki, O., Matthaeus, W., McWilliams, K., Petrukovich, A., Pinçon, J.-L., Saito, Y., **Sorriso-Valvo, L.**, Vainio, R., & Wimmer-Schweingruber, R., Particle energization in space plasmas: towards a multi-point, multi-scale plasma observatory, *Experimental Astronomy*, doi: 10.1007/s10686-021-09797-7, 2021.
- Rexer, T., **Leyser, T.**, Gustavsson, B., Rietveld, M., Conditions for Topside Ion Line Enhancements, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 7, e2021JA029379, doi: 10.1029/2021JA029379, 2021.
- Richard, L.**, **Khotyaintsev, Yu. V.**, **Graham, D. B.**, Sitnov, M. I.; Le Contel, O., Lindqvist, P.-A., Observations of Short-Period Ion-Scale Current Sheet Flapping; *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 8, e2021JA029152, doi: 10.1029/2021JA029152
- Roatsch, T., Stephan, K., Tosi, F., Matz, K.-D., Kersten, E., Wagner, R., Molyneux, P., Palumbo, P., Poulet, F., Hussmann, H., **Barabash, S.**, Bruzzone, L., Dougherty, M., Gladstone, R., Gurvits, L. I., Hartogh, P., Iess, L., **Wahlund, J.-E.**, Wurz, P., Wilasse, O., Grasset, O., Altobelli, N., Carter, J., Cavalié, T., D'Aversa, E., Della Corte, V., Filacchione, G., Galli, A., Galluzzi, V., Gwinner, K., Hauber, E., Jaumann, R., Krohn, K., Langevin, Y., Lucchetti, A., Migliorini, A., Piccioni, G., Solomonidou, A., Stark, A., Tobie, G., Tubiana, C., Vallat, C., van Hoolst, T., & The Juice S/W Team, Regions of interest on Ganymede's and Callisto's surfaces as potential targets for ESA's JUICE mission, *Planetary and Space Science*, 208, 105324; doi: 10.1016/j.pss.2021.105324, 2021
- Rong, Z. J., Wei, Y., Klinger, L., **Yamauchi, M.**, Xu, W. Y., Kong, D. L., et al. (2021). A new technique to diagnose the geomagnetic field based on a single circular current loop model. *J. Geophys. Res.: Solid Earth*, 126, e2021JB022778, doi:10.1029/2021JB022778, 2021
- Sánchez-Cano, B., Lester, M., **Andrews, D. J.**, Oppenorth, H., Lillis, R., Leblanc, F., Fowler, C. M., Fang, X., Vaisberg, O., Mayyasi, M., Holmberg, M., Guo, J., Hamrin, M., Mazelle, C., Peter, K., Pätzold, M., **Stergioupolou, K.**, Goetz, C., Ermakov, V. N., Shuvalov, S., Wild, J. A., Bliely, P.-L., Mendillo, M., Bertucci, C., Cartacci, M., Orosei, R., Chu, F., Kopf, A. J., Girazian, Z., & Roman, M. T., Mars' plasma system. Scientific potential of coordinated multipoint missions: "The next generation", *Experimental Astronomy*, doi: 10.1007/s10686-021-09790-0, 2021.
- Saito Y, Delcourt D, Hirahara M, **Barabash, S.**, **Wieser, M.**, **Futaana, Y.**, **Shimoyama, M.**, **Andersson, H.**, **Karlsson, S.** & **Holmström, M.**, et al., Pre-flight Calibration and Near-Earth Commissioning Results of the Mercury Plasma Particle Experiment (MPPE) Onboard MMO (Mio), *Space Science Rev.*, 217, doi: 10.1007/s11214-021-00839-2, 2021.
- Schult, C., **Kero, J.**, Stober, G., and Brown, P., 'Dual Frequency Measurements of Meteor Head Echoes Simultaneous y Detected with the MAARSY and EISCAT Radar Systems'. *Icarus* 355 (February 2021): 114137. <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2020.114137>.
- Sergeev, V. A., Apatenkov, S. V., Nakamura, R., Plaschke, F., Baumjohann, W., Panov, E., V. Kubyshkin, I., V., **Khotyaintsev, Y.**, Burch, J. L., Giles, B. L., Russell, C. T., Torbert, R. B. MMS Observations of Reconnection Separatrix Region in the Magnetotail at Different Distances from the Active Neutral X-Line, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 2, e2020JA028694, doi: 10.1029/2020JA028694, 2021.
- Settino, A., Perrone, D., **Khotyaintsev, Yu. V.**, **Graham, D. B.**, Valentini, F. Kinetic Features for the Identification of Kelvin-Helmholtz Vortices in In Situ Observations, *Astrophysical J.*, 912, 2, 154, doi: 10.3847/1538-4357/abf1f5, 2021.
- Solodovnik, A., Leontyev, P., **Dalin, P.**, Takenov, B. and Alyoshin, D. Seasonal evolution and interseasonal changes in polar mesospheric clouds at high latitudes in the Southern Hemisphere. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 226, 105787, doi.org/10.1016/j.jastp.2021.105787, 2021.
- Sorriso-Valvo, L.**, **Yordanova, E.**, **Dimmock, A. P.**, & Telsoni, D., Turbulent Cascade and Energy Transfer Rate in a Solar Coronal Mass Ejection, *The Astrophys. J.*, 919, L30, doi: 10.3847/2041-8213/ac26c5, 2021.
- Soucek, J., Piša, D., Kolmasova, I., Uhlir, L., Lan, R., Santolik, O., Krupar, V., Kruparova, O., Baše, J., Maksimovic, M., Bale, S. D., Chust, T., **Khotyaintsev, Y. V.**, Krasnoselskikh, V., Kretzschmar, M., Lorfèvre, E., Plettemeier, D., Steller, M., Štverák, Š., Vaivads, A., Vecchio, A., Bérard, D., & Bonnin, X., Solar Orbiter Radio and Plasma Waves - Time Domain Sampler: In-flight performance and first results, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A5, doi: 10.1051/0004-6361/202140948, 2021
- Steinval, K.**, **Khotyaintsev, Y. V.**, **Cozzani, G.**, Vaivads, A., **Yordanova, E.**, A. Eriksson, I. A., **Edberg, N. J. T.**, Maksimovic, M., Bale, S. D., Chust, T., Krasnoselskikh, V., Kretzschmar, M., Lorfèvre, E., Plettemeier, D., Souček, J., Steller, M., Štverák, S., Vecchio, A., Horbury, T. S., O'Brien, H., Evans, V., Fedorov, A., Louarn, P., Génot, V., André, N., Lavraud, B., Rouillard A.P., and Owen, C. J., Solar wind current sheets and deHof fmann-Teller analysis, *Astronomy & Astrophysics*, A9, 656, 1-7, doi: 10.1051/0004-6361/202140855, 2021.
- Steinval, K.**, **Khotyaintsev, Y. V.**, **Graham, D. B.**, Vaivads, A., **André, M.**, & Russell, C. T. Large Amplitude Electrostatic Proton Plasma Frequency Waves in the Magnetospheric Separatrix and Outflow Regions During Magnetic Reconnection, *Geophys. Res. Lett.*, 48, e90286, doi: 10.1029/2020GL090286, 2021.
- Stober, G., Belova, E., Kero, J. et al.: Atmospheric tomography using the Nordic Meteor Radar Cluster and Chilean Observation Network De Meteor Radars: network details and 3DVAR retrieval, *Atmos. Meas. Tech.*, 14, 6509–6532, <https://doi.org/10.5194/amt-14-6509-2021>, 2021
- Stober, G., Kuchar, A., Pokhotelov, D., Liu, H., Liu, H.-L., Schmidt, H., Jacobi, C., Baumgarten, K., Brown, P., Janches, D., Murphy, D., Kozlovsky, A., Lester, M., Belova, E., Kero, J., and Mitchell, N.: Interhemispheric differences of mesosphere-lower thermosphere winds and tides investigated from three whole-atmosphere models and meteor radar observations, *Atmos. Chem. Phys.*, 21, 13855–13902, <https://doi.org/10.5194/acp-21-13855-2021>, 2021
- Boris Strel'nikov, Tristan Staszak, Ralph Latteck, Toralf Renkwitz, Irina Strel'nikova, Franz-Josef Lübdan, Gerd Baumgarten, Jens Fiedler, Jorge L. Chau, Joan Stude, Markus Rapp, Martin Friedrich, Jörg Gumbel, Jonas Hedin, **Evgenia Belova**, Marcus Höschen-Eggers, Gabriel Giono, Igor Hörner, Stefan Löhle, Martin Eberhart, Stefanos Fasoulas: Sounding rocket project "PMWE" for investigation of polar mesosphere winter echoes, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 18, doi:10.1016/j.jastp.2021.105596, 2021.
- Sulaiman, A. H., Achilleos, N., Bertucci, C., Coates, A., Dougherty, M., Hadid, L., Holmberg, M., Hsu, H.-W., Kimura, T., Kurth, W., Gall, A. L., McKeivitt, J., **Morooka, M.**, Murakami, G., Regoli, L., Roussos, E., Saur, J., Shebanits, O., Solomonidou, A., **Wahlund, J.-E.**, & Waite, J. H., Enceladus and Titan: emerging worlds of the Solar System, *Experimental Astronomy*, doi: 10.1007/s10686-021-09810-z, 2021.
- Takahashi, K., Turc, L., Kilpua, E., Takahashi, N., **Dimmock, A.**, Kajdic, P., Palmroth, M., Pfau-Kempf, Y., Soucek, J., Motoba, T., Hartinger, M. D., Artemyev, A., Singer, H., Ganse, U., Battarbee, M., Propagation of Ultralow-Frequency Waves from the Ion Foreshock into the Magnetosphere During the Passage of a Magnetic Cloud, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 2, e2020JA028474, doi: 10.1029/2020JA028474, 2021.
- Tamburini, F., **Thide, B.**, Licata, I., Bouchard, F., Kanmi, E., Majorana bosonic quasiparticles from twisted photons in free space, *Phys. Rev. A*, 103, 3, 33505, doi: 10.1103/PhysRevA.103.033505, 2021.
- Tarnecki, L. K.; Marshall, R. A.; Stober, G.; **Kero, J.** Meteoroid Mass Estimation Based on Single-Frequency Radar Cross Section Measurements, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 9, e2021JA029525, doi: 10.1029/2021JA029525, 2021.
- Tang, B. B., Li, W. Y., Wang, C., **Khotyaintsev, Y. V.**, **Graham, D. B.**, Zhang, Q. H., Sun, T. R., Li, H., Wang, X. Y., Trattner, K. J., Giles, B. L., Lindqvist, P. A., Ergun, R. E., & Burch, J. L., Secondary magnetic reconnection at Earth's flank magnetopause, *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 8, 179, doi: 10.3389/fspas.2021.740560, 2021.
- Telsoni, D., Andretta, V., Antonucci, E., Bemporad, A., Capuano, G. E., Fineschi, S., Giordano, S., Habbal, S., Perrone, D., Pinto, R. F., **Sorriso-Valvo, L.**, Spadaro, D., Susino, R., Woodham, L. D., Zank, G. P., Romoli, M., Bale, S. D., Kasper, J. C., Auchère, F., Bruno, R., Capobianco, G., Case, A. W., Casini, C., Casti, M., Chioetto, P., Corso, A. J., Da Deppo, V., De Leo, Y., Dudok de Wit, T., Frassati, F., Frassetto, F., Goetz, K., Guglielmino, S. L., Harvey, P. R., Heinzl, P., Jerse, G., Korreck, K. E., Landini, F., Larson, D., Liberatore, A., Livi, R., MacDowall, R. J., Magli, E., Malaspina, D. M., Massone, G., Messerotti, M., Moses, J. D.,

- Naletto, G., Nicolini, G., Nisticò, G., Panasenco, O., Pancrazzi, M., Pelizzo, M. G., Pulupa, M., Reale, F., Romano, P., Sasso, C., Schühle, U., Stangalini, M., Stevens, M. L., Strachan, L., Straus, T., Teriaca, L., Usleghi, M., Velli, M., Verscharen, D., Volpicelli, C. A., Whittlesey, P., Zangrilli, L., Zimbardo, G., & Zuppella, P., Exploring the Solar Wind from Its Source on the Corona into the Inner Heliosphere during the First Solar Orbiter-Parker Solar Probe Quadrature, *The Astrophys. J.*, 920, L14, doi: 10.3847/2041-8213/ac282f, 2021.
- Telloni, D., D'Amicis, R., Bruno, R., Perrone, D., **Sorriso-Valvo, L.**, Raghav, A. N., & Choraghe, K., Alfvénicity-related Long Recovery Phases of Geomagnetic Storms: A Space Weather Perspective, *The Astrophys. J.*, 916, 64, doi: 10.3847/1538-4357/ac071f, 2021.
- Telloni, D., **Sorriso-Valvo, L.**, Woodham, L. D., Panasenco, O., Velli, M., Carbone, F., Zank, G. P., Bruno, R., Perrone, D., Nakanotani, M., Shi, C., D'Amicis, R., De Marco, R., Jagarlamudi, V. K., **Steinval, K.**, Marino, R., Adhikari, L., Zhao, L., Liang, H., Tenerani, A., Laker, R., Horbury, T. S., Bale, S. D., Pulupa, M., Malaspina, D. M., MacDowall, R. J., Goetz, K., de Wit, T. D., Harvey, P. R., Kasper, J. C., Korreck, K. E., Larson, D., Case, A. W., Stevens, M. L., Whittlesey, P., Livi, R., Owen, C. J., Livi, S., Louarn, P., Antonucci, E., Romoli, M., O'Brien, H., Evans, V., Angelini, V., Evolution of Solar Wind Turbulence from 0.1 to 1 au during the First Parker Solar Probe-Solar Orbiter Radial Alignment, *Astrophys. J. Lett.*, 912, 2, L21, doi: 10.3847/2041-8213/abf7d1, 2021.
- Telloni, D., Scolini, C., Möstl, C., Zank, G. P., Zhao, L.-L., Weiss, A. J., Reiss, M. A., Laker, R., Perrone, D., **Khotyaintsev, Y.**, **Steinval, K.**, **Sorriso-Valvo, L.**, Horbury, T. S., Wimmer-Schweingruber, R. F., Bruno, R., D'Amicis, R., De Marco, R., Jagarlamudi, V. K., Carbone, F., Marino, R., Stangalini, M., Nakanotani, M., Adhikari, L., Liang, H., Woodham, L. D., Davies, E. E., Hietala, H., Perri, S., Gómez-Herrero, R., Rodríguez-Pacheco, J., Antonucci, E., Romoli, M., Fineschi, S., Maksimovic, M., Souček, J., Chust, T., Kretzschmar, M., Vecchio, A., Müller, D., Zouganelis, I., Winslow, R. M., Giordano, S., Mancuso, S., Susino, R., Ivanovski, S. L., Messerotti, M., O'Brien, H., Evans, V., & Angelini, V., Study of two interacting interplanetary coronal mass ejections encountered by Solar Orbiter during its first perihelion passage. Observations and modeling, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A5, doi: 10.1051/0004-6361/202140648, 2021.
- Tkachenko, A., Krasnoselskikh, V., **Voshchepynets, A.**, Harmonic Radio Emission in Randomly Inhomogeneous Plasma, *Astrophysical J.*, 908, 2, 126, doi: 10.3847/1538-4357/abd2bd, 2021.
- Toledo-Redondo, S., **André, M.**, Aunai, N., Chappell, C. R., Dargent, J., Fuselier, S. A., Glocer, A., **Graham, D. B.**, Haaland, S., Hesse, M., Kistler, L. M., Lavraud, B., Li, W., Moore, T. E., Tenfjord, P., & Vines, S. K., Impacts of Ionospheric Ions on Magnetic Reconnection and Earth's Magnetosphere Dynamics, *Reviews of Geophysics*, e00707, doi: 10.1029/2020RG000707, 2021.
- Toledo-Redondo, S., Lee, J. H., Vines, S. K., Turner, D. L., Allen, R. C., André, M., Boardsen, S. A., Burch, J. L., Denton, R. E., Fu, H. S., Fuselier, S. A., Gershman, D. J., Giles, B., **Graham, D. B.**, Kitamura, N., **Khotyaintsev, Y. V.**, Lavraud, B., Le Contel, O., Li, W. Y., Moore, T. E., Navarro, E. A., Porti, J., Salinas, A., & Vinas, A., Kinetic Interaction of Cold and Hot Protons With an Oblique EMIC Wave Near the Dayside Reconnecting Magnetopause, *Geophys. Res. Lett.*, 48, e92376, doi: 10.1029/2021GL092376, 2021.
- Toledo-Redondo, S., Hwang, K.-J., Escoubert, C. P., Lavraud, B., Fornieles, J., Aunai, N., Fear, R. C., Dargent, J., Fu, H. S., Fuselier, S. A., Genestreti, K. J., **Khotyaintsev, Y. V.**, Li, W. Y., Norgren, C., & Phan, T. D., Solar Wind–Magnetosphere Coupling During Radial Interplanetary Magnetic Field Conditions: Simultaneous Multi-Point Observations, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, e29506, doi: 10.1029/2021JA029506, 2021.
- Tu, Q., Hase, F., Blumenstock, T., Schneider, M., Schneider, A., Kivi, R., Heikkinen, P., Ertl, B., Diekmann, C., Khosravi, F., Sommer, M., Borsdorff, T., and **Raffalski, U.**, Intercomparison of arctic KH20 observations from three ground-based Fourier transform infrared networks and application for satellite validation, *Atmos. Meas. Tech.*, 14, 1993–2011, doi: 10.5194/amt-14-1993-2021, 2021.
- Upton, D.W.**, Mistry, K. K., Mather, P. J., Zaharis, Z. D., Atkinson, R. C., Tachtatzis, C., Lazaridis, P. I., A Review of Techniques for RSS-Based Radiometric Partial Discharge Localization, *Sensors*, 21, 3, 909, doi: 10.3390/s21030909, 2021.
- Vaivads, A., **Khotyaintsev, Yu. V.**, Retino, A., Fu, H. S., Kronberg, E. A., Daly, P. W., Cluster Observations of Energetic Electron Acceleration Within Earthward Reconnection Jet and Associated Magnetic Flux Rope, 126, 8, e2021JA029545, *J. Geophys. Res.*, doi: 10.1029/2021JA029545, 2021.
- Vasconez, C. L., Perrone, D., Marino, R., Lavedra, D., Valentini, F., Servidio, S., Mininni, P., **Sorriso-Valvo, L.**, Local and global properties of energy transfer in models of plasma turbulence, *J. of Plasma Physics*, 87, 1, e2020JA028650, doi: 10.1029/2020JA028650, 2021.
- Vecchio, A., Maksimovic, M., Krupar, V., Bonnin, X., Zaslavsky, A., Astier, P. L., Dekkali, M., Ceconi, B., Bale, S. D., Chust, T., Guilhem, E., **Khotyaintsev, Y. V.**, Krasnoselskikh, V., Kretzschmar, M., Lorfèvre, E., Plettemeier, D., Souček, J., Steller, M., Štverák, S., Trávníček, P., & Vaivads, A., Solar Orbiter/RPW antenna calibration in the radio domain and its application to type III burst observations, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A33, doi: 10.1051/0004-6361/202140988, 2021.
- Verscharen, D., Stansby, D., Finley, A. J., Owen, C. J., Horbury, T., Maksimovic, M., Velli, M., Bale, S. D., Louarn, P., Fedorov, A., Bruno, R., Livi, S., **Khotyaintsev, Y. V.**, Vecchio, A., Lewis, G. R., Anekallu, C., Kelly, C. W., Watson, G., Kataria, D. O., O'Brien, H., Evans, V., Angelini, V., Solar Orbiter SWA, M., & RPW Teams, The angular-momentum flux in the solar wind observed during Solar Orbiter's first orbit, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A28, doi: 10.1051/0004-6361/202140956, 2021.
- Verscharen, D., Wicks, R. T., Alexandrova, O., Bruno, R., Burgess, D., Chen, C. H. K., D'Amicis, R., De Keyser, J., de Wit, T. D., Franci, L., He, J., Henri, P., Kasahara, S., **Khotyaintsev, Y.**, Klein, K. G., Lavraud, B., Maruca, B. A., Maksimovic, M., Plaschke, F., Poedts, S., Reynolds, C. S., Roberts, O., Srahaoui, F., Saito, S., Salem, C. S., Saur, J., Servidio, S., Stawarz, J. E., Štverák, S., & Told, D., A Case for Electron-Astrophysics, *Experimental Astronomy*, doi: 10.1007/s10686-021-09761-5, 2021.
- Vigren, E.**, Asymptotics of a recursive sequence, *American Mathematical Monthly*, 128, 862, doi: 10.1080/00029890.2021.1964307, 2021.
- Vigren, E., Eriksson, A. I., Johansson, F. L., Marschall, R., Morooka, M., & Rubin, M.**, A Case for a Small to Negligible Influence of Dust Charging on the Ionization Balance in the Coma of Comet 67P, *The Planetary Science Journal*, 2, 156, doi: 10.3847/PSJ/ac134f, 2021.
- Voelger, P.; Dalin, P.**; A Case Study of a Quasistationary, Very Long Polar Stratospheric Cloud Layer Edge, 99, 2, 497-504, *J. Meteorol. Soc. JPN.*, doi: 10.2151/jmsj.2021-025, 2021.
- Voerens, Z., Varsani, A., **Yordanova, E.**, Sasunov, Y. L., Roberts, O. W., Kis, A., Nakamura, R., Narita, Y., Magnetic Reconnection Within the Boundary Layer of a Magnetic Cloud in the Solar Wind, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 9, e2021JA029415, doi: 10.1029/2021JA029415, 2021.
- Volwerk, M., Horbury, T. S., Woodham, L. D., Bale, S. D., Simon Wedlund, C., Schmid, D., Allen, R. C., Angelini, V., Baumjohann, W., Berger, L., **Edberg, N. J. T.**, Evans, V., Hadid, L. Z., Ho, G. C., **Khotyaintsev, Y. V.**, Magnes, W., Maksimovic, M., O'Brien, H., Steller, M. B., Rodríguez-Pacheco, J., & Wimmer-Scheingruber, R. F., Solar Orbiter's first Venus flyby. MAG observations of structures and waves associated with the induced Venusian magnetosphere, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A11, doi: 10.1051/0004-6361/202140910, 2021.
- Volwerk, M., Sánchez-Cano, B., Heyner, D., Aizawa, S., André, N., Varsani, A., Mieth, J., Orsini, S., Baumjohann, W., Fischer, D., **Futaana, Y.**, Harrison, R., Jeszenszky, H., Kazumasa, I., Laky, G., Lichtenegger, H., Millio, A., Miyoshi, Y., Nakamura, R., Plaschke, F., Richter, I., **Rojas Mata, S.**, Saito, Y., Schmid, D., Shiota, D., and Simon Wedlund, C.: Venus's induced magnetosphere during active solar wind conditions at BepiColombo's Venus 1 flyby, *Ann. Geophys.*, 39, 811–831, doi:10.5194/angeo-39-811-2021, 2021
- Wang, R., Vasko, I. Y., Mozer, F. S., Bale, S. D., Kuzichev, I. V., Artemyev, A. V., **Steinval, K.**, Ergun, R., Giles, B., **Khotyaintsev, Y.**, Lindqvist, P.-A., Russell, C. T., Strangeway, R. Electrostatic Solitary Waves in the Earth's Bow Shock: Nature, Properties, Lifetimes, and Origin, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 126, 7, e2021JA029357, doi: 10.1029/2021JA029357, 2021.
- Whiter, D. K., Sundberg, H., Lanchester, B. S., **Dreyer, J.**, Partamies, N., Ivchenko, N., Zaccaria Di Fraia, M., Oliver, R., Serpell-Stevens, A., Shaw-Diaz, T., & Brauersreuther, T., Fine-scale dynamics of fragmented aurora-like emissions, *Ann. Geophys.*, 39, 975, doi: 10.5194/angeo-39-975-2021, 2021.
- Wintoft, P. and Wik, M.**, "Exploring three recurrent neural network architectures for geomagnetic predictions", *Front. Astron. Space Sci.*, 8:664483, May 2021. doi:10.3389/fspas.2021.664483
- Xie, L., Li, L., Zhang, A., Zhang, Y., Cao, J., **Wieser, M.**, Zhang, X., **Wang, J.**, Zhou, B., Feng, Y., Kong, L., Li, Y., Wang, F., Inside a Lunar Mini-Magnetosphere: First Energetic Neutral Atom Measurements on the Lunar Surface, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 48, 14, e2021GL09394, doi: 10.1029/2021GL093943, 2021.
- Yau, A. W., Abe, T., **André, M.**, Howarth, A. D., & Peterson, W. K., Ionospheric Ion Acceleration and Transport, *Magnetospheres in the Solar System*, 2,207, doi: 10.1002/9781119815624.ch14, 2021.
- Yordanova, E.**, Vörös, Z., **Sorriso-Valvo, L.**, **Dimmock, A. P.**, & Kilpua, E., A Possible Link between Turbulence and Plasma Heating, *The Astrophys. J.*, 921, 65, doi: 10.3847/1538-4357/ac1942, 2021.
- Yordanova, E.**, Vörös, Z., **Sorriso-Valvo, L.**, **Dimmock, A. P.**, Kilpua, E., Erratum: "A Possible Link between Turbulence and Plasma Heating" (2021, pJ, 921, 65), *The Astrophys. J.*, 923,282, doi: 10.3847/1538-4357/ac4012, 2021.
- Futaana, Y., Holmström, M.**, Fedorov, A., **Barabash, S.**, Does Phobos reflect solar wind protons? Mars Express special flyby operations with and without the presence of Phobos, 126,11, *J. Geophys. Res. Planets*, doi: 10.1029/2021JE006969, 2021.
- Zaitsev, I., Divin, A., Semenov, V., Kubyshkin, I., Korovinskiy, D., Deca, J., **Khotyaintsev, Yu.**, Markidis, S. Cold ion energization at separatrices during magnetic reconnection, *Physics of Plasmas*, 28, 3, 32104, doi: 10.1063/5.0008118
- Zalcik, M.S., and **P. Dalin**: Detection threshold of noctilucent clouds and its effect on season sighting totals. *The Journal of The Royal Astronomical Society of Canada*, 115, 4, 160-165, 2021.
- Zaslavsky, A., Mann, I., Soucek, J., Czechowski, A., Piša, D., Vaverka, J., Meyer-Vernet, N., Maksimovic, M., Lorfèvre, E., Issautier, K., Rackovic Babic, K., Bale, S. D., Morooka, M., Vecchio, A., Chust, T., **Khotyaintsev, Y.**, Krasnoselskikh, V., Kretzschmar, M., Plettemeier, D., Steller, M., Štverák, Š., Trávníček, P., & Vaivads, A., First dust measurements with the Solar Orbiter Radio and Plasma Wave instrument, *Astronomy and Astrophysics*, 656, A30, doi: 10.5194/angeo-39-975-2021, 2021.
- Zhang, Z., Desai, R. T., Miyake, Y., Usui, H., **Shebanits, O.**, Particle-in-cell simulations of the Cassini spacecraft's interaction with Saturn's ionosphere during the Grand Finale, *Month. Not. R. Astron. Soc.*, 504, 964, doi: 10.3847/2041-8213/ac3a7d, 2021.
- Zhang, C., Rong, Z., **Nilsson, H.**, Klinger, L., Xu, S., **Futaana, Y.**, Wei, Y., Zhong, J., Fränz, M., Li, K., Zhang, H., Fan, K., Wang, L., **Holmström, M.**, Ge, Y., and Cui, J., MAVEN Observations of Periodic Low-altitude Plasma Clouds at Mars, *The Astrophys. J. Lett.*, 922, 2, doi: 10.3847/2041-8213/ac3a7d, 2021.
- Zhong, Z. H., **Graham, D. B.**, **Khotyaintsev, Yu. V.**, Zhou, M., Le Contel, O., Tang, R. X., Deng, X. H. Whistler and Broadband Electrostatic Waves in the Multiple X-Line Reconnection at the Magnetopause, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 48, 4, e2020GL09132, doi: 10.1029/2020GL091320, 2021.

Zhong, Z. H., Zhou, M., Deng, X. H., Song, L. J., **Graham, D. B.**, Tang, R. X., Man, H. Y., Pang, Y., **Khotyaintsev, Y. V.**, Giles, B. L., Three-Dimensional Electron-Scale Magnetic Reconnection in Earth's Magnetosphere, *Geophys. Res. Lett.*, 48, e0946, doi: 10.1029/2020GL090946, 2021.

Zhou, M., Man, H. Y., Deng, X. H., Pang, Y., Khotyaintsev, Y., Lapenta, G., Yi, Y. Y., Zhong, Z. H., Ma, W. Q., Observations of Secondary Magnetic Reconnection in the Turbulent Reconnection Outflow, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 48, 4, e2020GL091215, doi: 10.1029/2020GL091215, 2021.

Øieroset, M., Phan, T. D., Ergun, R., Ahmadi, N., Genestreti, K., Drake, J. F., Liu, Y.-H., Haggerty, C., Eastwood, J. P., Shay, M. A., Pyakurel, P. S., Haaland, S., Oka, M., Goodbred, M., Eriksson, S., Burch, J. L., Torbert, R. B., **Khotyaintsev, Y.**, Russell, C. T., Strangeway, R. J., Gershman, D. J., Giles, B. L., Spatial evolution of magnetic reconnection diffusion region structures with distance from the X-line, *Physics of Plasmas*, 28, 122901, doi: 10.1063/5.0072182, 2021.

Avhandlingar och examensarbeten

Bergman, S., Low-energy ions around comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, PhD thesis., Umeå Universitet 2021,

Dreyer, J. The composition of Saturn's equatorial ionosphere, Licentiate thesis, Uppsala Universitet

Richard L. Energy Conversion and Particle Acceleration at Turbulent Plasma Jet Fronts, Licentiate thesis, Uppsala Universitet

Olsson, V. Definition och utvärdering av ett system för mätning av lokala geomagnetiska variationer, Autonoma stationer för magnetiska mätningar, Master's Programme, Aerospace Engineering, School of Electrical Engineering and Computer Science

Ouahioue, N. Čerenkov emission of whistler waves by electron holes, Independent thesis Advanced level Master degree of Master, Uppsala University, Disciplinary Domain of Science and Technology, Physics, Department of Physics and Astronomy

Pal, K., Analysis of magnetic field and electron density fluctuations in the sheaths of CMEs. Observations by Solar Orbiter, Independent thesis, Uppsala University, Department of Physics and Astronomy

Suneson O. Spatial Variability in the Ionosphere and GNSS Signal Delays in the L-band: A Direct Comparison of In-Situ Satellite- and SWEPOS-Data, Bachelor degree, Uppsala Universitet

Förkortningar

ALIS	Auroral Large Imaging System	MADEIRA	Norskt forskningsprojekt
ALIS_4D	Projekt för att studera ljusfenomen, t.ex. norrsken, i den övre atmosfären	MARA	Moveable Atmospheric Radar for Antarctica
ASAN	Advanced Small Analyzer for Neutrals	MAVEN	Mars Atmosphere and Volatile Evolution
ASPERA-3 och -4	Analys of Space Plasmas and Energetic Atoms	MEX	Mars Express
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Frankrike	MIPA	Miniature Ion Precipitation Analyzer
Changé 4	En del av den andra fasen i Kinesiska Lunar Exploration Program	MIRA 2	Millimeter wave Radiometer 2
COSPAR	Committee on Space Research	MMO	Mercury Magnetospheric Orbiter
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt	MMS	Magnetospheric Multiscale Mission
DTU	Danmarks Tekniske Universitet	MSB	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
EFW	Electric Field and Waves	MU	Kyoto universitets radar
EGU	European Geosciences Union	MUAN	Mars Upper Atmosphere Network,
EISCAT	European Incoherent SCATter Scientific Association	NASA	National Aeronautics and Space Administration, USA
EISCAT_3D	Ny generation av EISCAT:s inkoherentspridningsradar	NIPR	National Institute of Polar Research, Japan
ENA	Energirika neutrala atomer	NLC	Noctilucent clouds (nattlysande moln)
EPROFILE	Europasik databas	NORCE	Norwegian Research Center AS
ESA	European Space Agency	NORSAR	Norwegian Seismic Array
ESR	EISCAT Svalbard Radar	PAF	Polaratmosfärforskningsprogrammet, IRF
ESRAD	Esrang MST radar	PEP	Particle Environment Package
ESV	Ekonomistyrningsverket	PSC er	Polar stratospheric clouds (polarstratosfäriska moln)
EU	European Union	RFsRio1	Riometer Relative Ionospheric Opacity meter
FBF	Förordningen om myndigheters bokföring	RIT	Bredbandsspektrometer
FOI	Totalförsvarets forskningsinstitut	RPF	Rymd för Innovation och Tillväxt
FÅB	Förordningen om årsredovisning och budgetunderlag	RPW	Rymdplasmafysikprogrammet, IRF
GBAS	Ground-Based and Additional Science	RWC	Radio and Plasma Waves
GFZ	Tysk geoforskningscentrum	RÅG-B	Regional Warning Center
GloRIA	Global Riometer Array	SCIENA	Vetenskapsrådets rådgivande för forskarinfrastruktur
HPC2N	High Performance Computing Center North	SHARP	En detektor för joner och energirika neutrala atomer
IAGA	International Association of Geomagnetism and Aeronomy	SGO	EU:s H2020-projekt
ICA	Ion Composition Analyzer	SMILE	Sodankylä geofysiska observatorium
IMAGE	International Monitor för Auroral Geomagnetic Effects	SPL	Solar wind Magnetosphere Ionosphere Link Explorer
IMS	International Monitoring System	SRS	Space Physics Laboratory
IRF	Institutet för rymdfysik	SSC	Svenska Rymdforskarens Samarbetsgrupp
ISRO	Indian Space Research Organisation	SSPT	Swedish Space Corporation, Rymdbolaget
ISSI	International Space Science Institute	STAR	Solsystemets fysik och rymdteknik, IRF
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	STP	Sol-, rymd- och atmosfärforskning, IRF
JUICE	JUper ICy moon Explorer	SuperMAG	Solär-terrester fysik, IRF
KAGO	Kiruna Atmospheric and Geophysical Observatory, IRF	SVT	Globalt nätverk - magnetometer
KIMRA	Kiruna Millimeter Wave Radiometer	tkr	Sveriges television
Kirsam	Kirunaarbetsgivare i samverkan	UEC	tusen kronor
KIT	Karlsruher Institut für Technologie	UK	The University Of Electro-Communications -Tokyo
KTH	Kungliga Tekniska Högskolan	URSI	United Kingdom
KVA	Kungl. Vetenskapsakademien Lidar Light Detection and Ranging	VISWAS	International Union of Radio Science
LKAB	Luossavaara Kirunavaara Aktiebolag	VNA	Venus Ionospheric and Solar Wind particle AnalySer
LOU	Lagen om offentlig upphandling	VR	Venusian Neutrals Analyzer
LTU	Luleå tekniska universitet	Yutu-2	Vetenskapsrådet
			Kinesisk månbil



INSTITUTET FÖR RYMDFYSIK
Swedish Institute of Space Physics

Kiruna 2022-02-22
Dnr: 1.3 - 32/22

Beslut om Årsredovisning

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

A handwritten signature in blue ink that reads 'Olle Norberg'.

Olle Norberg,
Generaldirektör, Institutet för rymdfysik

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

www.irf.se