



Utbildningsdepartementet  
103 33 STOCKHOLM

2015-11-02  
Kiruna  
Dnr. 1.1-229/15

## **Rymden och jorden: grundforskning för kunskapssamhället**

Inspel till regeringens forskningsproposition för 2017 - 2026  
från Institutet för rymdfysik, IRF

### **INLEDNING OCH BAKGRUND**

*IRF som fristående forskningsinstitut bedriver grundforskning i rymdfysik, atmosfärfysik och utvecklar nya mätmetoder, mätinstrument, och annan forskningsutrustning. Grundforskning medför nya upptäckter och ökad kunskap samt ger inspiration till nya produkter och tjänster. Den ger nytta för samhället och tillväxt i näringslivet både på kort och på lång sikt samt stimulerar till ett ökat intresse för naturvetenskap och teknik.*

Rymdforskning ger ökad kunskap om universum, vårt ursprung och våra livsbetingelser på jorden. Satelliter når de yttersta gränserna i vårt solsystem och studerar världar som är mycket annorlunda från vår jord. De gör unika observationer som hjälper oss att förstå de grundläggande fysikaliska processerna. Det i sin tur behövs för att bättre förstå vår egen planet. IRF bidrar med mätinstrument i flera projekt som förväntas ge viktig ny kunskap om rymdmiljön vid jorden, Mars, Venus, Merkurius, månen, Jupiter, Saturnus och kometer.

Observationer och långa tidsserier av data är viktiga för att kunna upptäcka och förutsäga miljö- och klimatförändringar. Nya analysmetoder och kraftfullare datorer har ökat kunskapen om de bakomliggande processerna till förändringarna. Fortfarande finns det dock många frågor kvar att svara på när det gäller förståelsen av hur olika processer i atmosfären bidrar. IRF bidrar med forskning kring processer i den polara atmosfären genom observationer och analys av data med fokus på Arktis och Antarktis.

För att genomföra satellitobservationer vid andra planeter, analysera stora mängder av data, genomföra fältmätningar under extrema polarförhållanden krävs utveckling av ny teknik, ny kompetens, ny teknisk kunskap och högkvalificerad teknisk personal. Det i sin tur stimulerar teknikutveckling, ökar intresset för naturvetenskap och teknik samt kräver utveckling av nya utbildningar.

## IRF SOM NATIONELL RESURS I RYMDFORSKNING

*Vi föreslår att IRF tar ett större ansvar för nationell samordning inom rymdområdet i samarbete med Rymdstyrelsen, rymdutbildning på doktorandnivå, utveckling av nationell rymdinfrastruktur samt fortsätter att utnyttja sitt geografiska läge för att bedriva markbaserad atmosfärs- och rymdforskning.*

Att svensk rymdforskning håller högsta internationella klass och att det är viktigt med fristående forskningsinstitut bevisades när ESA år 2013 beslutade att IRF får ansvar för två forskningsinstrument ombord på rymdsonden JUICE (JUperiter ICy moons Explorer) med uppsändning 2022. Detta är en mycket stor framgång för IRF och svensk rymdverksamhet. Kontinuitet, kompetensutveckling och investering i uppgraderade testsystem är viktiga komponenter för framgång i detta projekt och för att kunna skapa spridningseffekter till övriga samhället.

Rosetta, en stor europeisk mission som studerar kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko, är ett annat exempel på IRFs internationella framgångar i rymdforskning. Under 2014 nådde Rosetta sin destination och påbörjade, som en konstgjord satellit till kometen, för första gången i historien studier genom att följa den i banan runt solen. ESA placerade också en liten landare på ytan. IRF medverkar med instrument ombord på Rosetta och har fått stor uppmärksamhet i forskarvärlden och i media.

JUICE, Rosetta och de flesta andra projekt som IRF arbetar med sträcker sig över mycket långa tidsskalor. Nära samarbete med och finansiering från Rymdstyrelsen är därför mycket viktigt för rymdforskningen.

IRF tillhandahåller kvalificerad forskningsinfrastruktur, har erfaren teknisk personal, leder internationella samarbeten som sträcker sig över långa tidsperioder, samt bedriver mät- och registreringsverksamhet, d v s insamling av långa tidsserier av data.

IRF arbetar i nära samarbete med organisationer i Europa, USA och flera länder i Asien. IRF har därigenom ett nätverk som också kommer till nytta för andra aktörer inom rymdområdet. IRF bidrar också till nationell samverkan som syftar till att behålla och stärka Sveriges internationellt slagkraftiga rymdfysik-, rymdteknik- och atmosfärfysikforskning.

IRF:s kompetens används i samband med utbildningar på grundnivå, avancerad nivå och forskarnivå. Ett förslag skulle kunna vara att ge IRF i uppdrag att samordna nationella utbildningar på doktorandnivå inom rymdvetenskaper i formen av en nationell forskarskola. Detta leder i så fall till en bättre samverkan mellan internationella rymdforskningsprojekt och annan verksamhet vid svenska lärosäten.

Näringsverksamhet med kopplingar till rymd ökar i omfattning och inom nya områden. Inom till exempel turism- och besöksindustri, så finns det behov av stöd från rymdkompetent personal. Med ökade resurser skulle IRF kunna bidra mer till norrskensprognoser, förvarning om solstormar samt information om meteoriter och andra fenomen på himlen. Som nämnts ovan ger mer resurser också bättre samordning och utbyte mellan olika forskningsdiscipliner.

Inspiration från rymdforskningsprojekt kan också leda till att ny näringsverksamhet etableras

om utbytet med entreprenörer stärks. Några av våra samarbetspartners inom norrskensturism har till exempel fått uppmärksammade utmärkelser och kunnat expandera sin verksamhet kraftigt under senaste åren.

Därför vill IRF:

- ta ett större ansvar för nationell samordning inom rymdområdet i samarbete med Rymdstyrelsen,
- ta ett initiativ för att samordna nationella utbildningar på doktorandnivå i planetforskning i formen av en nationell forskarskola i planetär utforskning,
- vidareutveckla den existerande infrastrukturen till en nationell resurs för att framställa och testa vetenskapliga rymdinstrument,
- utnyttja sitt geografiska läge och bli ett ledande centrum för markbaserad norrskenforskning och atmosfärforskning i norra Europa,
- möjliggöra att innovativa idéer får genomslag inom näringsliv och utbildning,
- bli välkänd för sina insatser i populär vetenskap och PR-verksamhet.

## **FÖRSLAG TILL FÖRSTÄRKNING AV SVENSK RYMDFORSKNING**

### **Centrum för planetär utforskning**

*Vi föreslår att IRF får i uppdrag att leda ett centrum för planetär utforskning som ska samla, utveckla och samordna nationella initiativ i planetologi och ge ett ökat kunskapsutbyte mellan svenska forskargrupper samt etablera en nationell forskarskola i planetär utforskning och arbeta aktivt med media för att utveckla intresse för naturkunskap och teknik.*

Planetär forskning och utforskning innefattar vetenskapen om solsystemet och innebär att utforska planeter (inklusive jorden), månar och andra objekt i solsystemet. Det är ett tvärvetenskapligt område inklusive till exempel, astronomi, geologi, atmosfärvetenskap, rymdfysik och astrobiologi och behandlar objekt i olika storlekar från mikrometeoroider till gasjättar som Jupiter och Saturnus. Utforskning av rymden har pekats ut som fokusfält för Europeiska unionen. Flera länder utanför EU har ambitiösa planetforskningsprogram.

Sverige har en väl etablerad forskning inom planetologi. Det finns en bred erfarenhet både inom akademi och industri genom deltagande i planetära projekt som leds av ESA, NASA, Ryssland och Japan. Det är en lämplig tid att integrera planetforskning i Sverige, så att vi på ett effektivt sätt kan ta del av den världsomfattande verksamheten inom detta område. Vi ska försätta arbeta för att etablera centrum för planetär utforskning (Planetary Exploration Centre, PEC). PEC är ett distribuerat nätverk med en huvudsamordnare och forskningscentrum. PEC kommer att samla, utveckla och samordna nationella initiativ i planetologi och ger ett ökat kunskapsutbyte mellan svenska forskargrupper. PEC kommer att upprätta nationella samarbeten som gör det lättare att reagera på, för att delta i och dra nytta av internationella initiativ. PEC kommer att bidra till ökat samarbete mellan rymdindustrin och forskargrupper som leder till nya innovativa idéer. PEC kommer också att anordna nationella och internationella möten och workshops samt bedriva egen forskning inom planetologi i en aktiv internationell forskningsmiljö. Vi föreslår att PEC också spelar en viktig roll i forskarutbildning genom etablering av en nationell forskarskola i planetär utforskning. PEC kommer att arbeta aktivt med media och använda den stora potential som planetär forskning ger för att inspirera pojkar och flickor att utveckla intresse för naturkunskap och teknik.

## **Rymden nära jorden**

*Vi föreslår att IRF ska fortsätta att göra avancerade mätningar i rymden nära jorden.*

Rymden nära jorden ger en unik möjlighet att på plats studera processer som pågår i hela universum. Flera grupper av satelliter i formationsflygning studerar nu hur energi från solvinden accelererar partiklar till höga energier och hur stora strömsystem bildas i rymden. Naturlagarna är desamma överallt. Vi kan allt bättre förstå hur universum fungerar genom att jämföra detaljerade mätningar på plats gjorda av satelliter nära jorden med andra mätningar gjorda över mycket större avstånd.

Vi bor på en planet omgiven av processer i rymden. Detta rymdväder kan direkt påverka oss. Partiklar med hög energi kan förstöra satelliter medan naturliga strömsystem kan rubba både eldistribution på marken och andra elsystem som vi ser som självklara i vår vardag. Genom att förstå rymden nära jorden kan vi konstruera säkrare system, och ge bättre förvarningar.

## **Atmosfären och rymden - långsiktig övervakning och kunskapsförstärkning**

*Vi föreslår att IRF ska fortsätta utnyttja sitt geografiska läge och bli ett ledande centrum för markbaserad norrskensforskning och atmosfärforskning i norra Europa. IRF ska förstärka satsningar på studier av rymdens växelverkan med den polara atmosfären och ska fortsätta kontinuerliga, långsiktiga mätningar av den polara atmosfären, en unik och viktig del av jordens klimatsystem.*

Jordens atmosfär påverkas av många faktorer. En av de viktigaste förändringar under de senaste decennierna är det globala samhällets utsläpp av växthusgaser och andra föroreningar. Samtidigt påverkas atmosfären även av naturliga fluktuationer i utbytet av energi och materia mellan atmosfären och jordens yta, och mellan atmosfären och rymden.

Kunskap om utbytet mellan atmosfären och den jordnära rymden ('Geospace') har ökat mycket under senare år tack vare stora tekniska framsteg i mätteknik från både markbaserade och rymdbaserade plattformar, men mycket återstår att undersöka. Inte minst, behöver observationer fortsätta över långa tidsperioder (många tiotals år) för att täcka samma tidsskalor som variationer i vår viktigaste energikälla - solen. Samtidigt behöver flera processer, som kopplar förändringar i rymden till förändringar längre ner i atmosfären, identifieras och beskrivas i fysikaliska termer.

De polara områdena utgör ett naturligt laboratorium där många av dessa processer kan övervakas och studeras. IRF genomför långsiktiga observationer av ett antal dynamiska, elektrodynamiska och kemiska processer i atmosfären och den jordnära rymden med hjälp av bl. a. moderna mikrovågs-, radar- och optiska instrument (de flesta i Kirunaområdet, men även med radar i Antarktis). IRF:s egna observationer kombineras med mätningar från internationella program, t.ex. genom organisationen EISCAT, där Sverige medverkar sedan 80-talet, och som planerar ett nytt, mycket avancerat radarsystem för studier av atmosfärsprocesser i norra Skandinavien som ska tas i bruk om ca 5 år. Denna markbaserade infrastruktur i polarområdena, kopplat till den expertis som använder komplementära observationer från rymden och som finns inom IRF, bör kunna utnyttjas bättre i utvecklingen av nästa generations klimat- och jordsystem modeller, där atmosfärens övre skikt och även rymdens roll bör tas med.

IRF kan ytterligare bidra till forskning av hög och direkt samhällsrelevans genom en förstärkt satsning på studier av rymdens växelverkan med den polara atmosfären. Det är viktigt i detta sammanhang att ha resurser för att kunna göra kontinuerliga, långsiktiga mätningar och att kunna inlämna flera av dessa mätserier i korsvaliderade internationella arkiv. Det är viktigt även att ha resurser till dataanalys och utveckling av förbättringar som kan inkluderas i internationella modeller. Den polara atmosfären är unik, en viktig del av klimatsystemet och källan till de bästa långsiktiga klimatarkiven (i polarisen), och vårt bästa laboratorium för att studera rymdens inflytande på jordens atmosfär.

### **SpaceLab som nationell resurs för rymdteknik utveckling**

*Vi föreslår att SpaceLab ett kluster av laboratorie- och datoranläggningar för att simulera miljöförhållanden på och runt olika objekt i solsystemet ska etableras.*

IRF föreslår att etablera Spacelab för att till fullo utnyttja den kompetens som finns vid IRF för vidareutveckling av rymdteknik i Sverige. Spacelab kommer att bli en nationell infrastruktur tillägnad simulering av rymdmiljö och att bestå av ett kluster av laboratorie- och datoranläggningar för att simulera miljöförhållanden på och runt olika objekt i solsystemet. Spacelab kommer att stödja utvecklingen både av instrument för mätningar i rymden och av ombordsystem på satelliter. Anläggningarna i Spacelab kommer också att användas för att studera de fysikaliska processer som utformar dessa miljöer. Ingen liknande infrastruktur finns i Sverige.

Spacelab är en nationell infrastruktur och kommer att vara öppet för nationella och internationella forskargrupper, kommersiella företag och enskilda forskare. Spacelab kommer också att användas som ett verktyg för forskning och högre utbildning.

## **FÖRSLAG TILL ÖKAD ANVÄNDNING AV RYMDFORSKNING I SAMHÄLLET**

### **Inspirerade av rymden**

*Vi föreslår att mera dedikerade resurser ska satsas för att sprida kunskap av rymden och miljön för att entusiasmera dagens unga och inspirera dem och attrahera fler flickor och pojkar till naturvetenskapliga utbildningar*

Fler kvinnor och män i Sverige måste behärska naturvetenskap och teknik. Rymden är en unikt bra ingång – vi bör utnyttja kraften i att rymden kan locka barn och ungdomar. Alla ska inte bli rymdforskare. Men alla har rätt att bli fascinerade och alla ska ha möjligheten att lära sig förstå svåra och komplexa sammanhang. Rymden fascinerar många, särskilt ungdomar. Människans nyfikenhet är grunden för olika typer av upptäckter, som har gett oss värdefulla insikter i allt från universums uppkomst till mer praktisk tillämpbar kunskap om villkor i extrema miljöer.

Rymdutredningen som lades fram i september 2015 slog fast att forskning är en viktig drivkraft för rymdverksamhet och att kunskap om rymdforskning och dess resultat kan bidra till att attrahera både flickor och pojkar till att söka tekniska och naturvetenskapliga utbildningar på gymnasie- och universitetsnivå. I debattartiklar framhåller rymdministern vikten av rymden som inspiration på olika plan för människor, inte minst barn och ungdomar, vilket kan leda till ett ökat intresse för teknik och naturvetenskap.

Med mera dedikerade resurser kan IRF satsa mer på att sprida kunskap från spännande observationer av andra planeter och studier av norrsknen samt andra fascinerande fenomen i atmosfären för att entusiasmera dagens unga och därmed rekrytera en kommande generationen av forskare.

### **Jämställdhet**

*Vi föreslår mer satsningar för att skapa flera positiva förebilder av kvinnliga forskare.*

De forskningsområden där IRF är verksam, rymdfysik och geofysik, är mansdominerade. Det behövs satsningar för att kunna visa upp kvinnliga förebilder, fler möjligheter till fasta tjänster, resurser till information om könsneutrala arbetssätt och en genomgång av hur resursfördelning sker för att kunna rekrytera och behålla kvinnor inom forskningen. Detta stärks också av resultat från genusforskning som visar på en strukturell förfördelning av kvinnor när det gäller forskningsfinansiering generellt. De senaste årens fokus på “excellenta” eller “starka” forskningsmiljöer har framförallt gynnat män enligt de studier som gjorts.

Fler positiva förebilder, inom områden med skev könsfördelning som till exempel rymdfysik och geofysik, skulle uppmuntra fler kvinnor att söka sig till dessa ämnesområden. De får bekräftat att de kan lyckas, deras status i forskargrupperna höjs och det är mer sannolikt att de stannar kvar. Detta ökar antalet positiva förebilder som kan locka nästa generations kvinnliga forskare till forskningsområdet.

### **SAMMANFATTNING**

IRF som fristående forskningsinstitut bedriver grundforskning i rymdfysik, atmosfärfysik och utvecklar nya mätmetoder, mätinstrument, och annan forskningsutrustning. Grundforskning är integrerad och nödvändig del av kunskapssamhället. Den medför nya upptäckter och ökad kunskap samt ger inspiration till nya produkter och tjänster.

Vi föreslår att IRF tar ett större ansvar för nationell samordning inom rymdområdet i samarbete med Rymdstyrelsen, rymdutbildning på doktorandnivå, utveckling av nationell rymdinfrastruktur.

Vi föreslår att IRF får i uppdrag att leda ett centrum för planetär utforskning som ska samla, utveckla och samordna nationella initiativ i planetologi och ge ett ökat kunskapsutbyte mellan svenska forskargrupper samt etablera en nationell forskarskola i planetär utforskning.

IRF ska förstärka satsningar på studier av rymdens växelverkan med den polara atmosfären och ska fortsätta kontinuerliga, långsiktiga mätningar av den polara atmosfären, en unik och viktig del av jordens klimatsystem.

Vi föreslår att SpaceLab ett kluster av laboratorie- och datoranläggningar för att simulera miljöförhållanden på och runt olika objekt i solsystemet ska etableras.

Vi föreslår att mera dedikerade resurser ska satsas för att sprida kunskap av rymden och miljön för att entusiasmera dagens unga och inspirera dem och attrahera fler flickor och pojkar till naturvetenskapliga utbildningar.

Vi föreslår mer satsningar för att skapa flera positiva förebilder av kvinnliga forskare.