

Rymdstyrelsens analys och underlag till regeringens forskningspolitik

Sammanfattning

Rymdstyrelsen redovisar här regeringsuppdraget med omvärldsanalys, forskningsläget inom myndighetens verksamhetsområde, sin roll som forskningsfinansiär, synergier mellan Rymdstyrelsens program och de europeiska rymdprogrammen inom Esa och EU, samt myndighetens bedömningar och förslag. Vi vill särskilt lyfta fram de omfattande förändringar som rymdverksamheten genomgår och som beskrivs i analysen. För att genomföra sitt uppdrag effektivt behöver Rymdstyrelsen därför delvis nya arbetssätt, verktyg och förstärkta resurser som sammanfattas nedan.

Rymdstyrelsen identifierar flera behov och möjligheter för att stärka förutsättningarna för svensk rymdforskning nationellt och internationellt i en föränderlig omvärld.

För att stärka förutsättningarna för svensk rymdforskning föreslår Rymdstyrelsen:

- att Rymdstyrelsens sakanslag ökas med 35 mnkr per år från 2017 för att möjliggöra ett nationellt program för innovativa forskningssatelliter till låg kostnad.
- att Rymdstyrelsens sakanslag ökas med 20 mnkr per år från 2017 för att upprätthålla och stärka svenska forskares möjlighet att bidra med instrument till internationella rymdprojekt.
- att Rymdstyrelsens sakanslag ökas med 15 mnkr per år från 2017 för att utöka de svenska forskningsmöjligheterna med raketer och ballonger från Esrange.
- att Rymdstyrelsens sakanslag ökas med 5 mnkr 2017, 10 mnkr 2018 och 15 mnkr per år från 2019 för att inrätta ett svenskt centrum för planetär utforskning.

För att öka utväxlingen av investerade medel i den europeiska rymdverksamheten till större samhällsnytta, föreslår Rymdstyrelsen:

- att Rymdstyrelsens förvaltningsanslag förstärks med 3 mnkr per år och sakanslag med 6 mnkr per år för att hantera de högprioriterade uppgifter som följer på driften av Copernicus (arkivering, hantering och förmedling av data).
- att Rymdstyrelsens förvaltningsanslag ökas med 1 mnkr per år för att förstärka myndighetens resurser för att kunna följa och aktivt delta i EU:s rymdverksamhet.

Vidare bör Rymdstyrelsens sakanslag öka med 15 mnkr per år från 2017 med syfte att:

- avsevärt öka satsningarna inom information och utbildning riktade mot lärare, skolor och ungdomar.
- erbjuda studenter nya program och utökade möjligheter till aktiviteter inriktade på små satelliter, ballonger och sondraketer.
- utöka kontakterna och samverkan med andra myndigheter.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Innehållsförteckning	2
1 Inledning	3
2 Bakgrundsanalys	3
2.1 Omvärldsanalys, nationella och internationella trender inom rymdområdet	3
2.2 Internationellt ledande forskning i Sverige	5
2.3 Esrange	8
2.4 Forskning som bidrar till samhällets utveckling	8
2.5 Forskning som bidrar till näringslivets konkurrenskraft	10
2.6 Gap inom den svenska forskningen på rymdområdet	10
3 Rymdstyrelsens roll som forskningsfinansiär	11
3.1 Öppna utlysningar och riktade satsningar	11
3.2 Anslagsförordningen	12
3.3 EU:s ramprogram och synergier med nationella satsningar	13
3.4 Esas program och synergier med nationella satsningar	14
4 Förslag	16
4.1 Stärkta förutsättningar för svensk rymdforskning nationellt och internationellt	16
4.2 Samhällsnytta från europeiska rymddata	19
4.3 Utbildning och kommunikation	20
5 Referenser	22

1 Inledning

Rymdstyrelsen svarar med denna skrivelse på regeringens uppdrag (U2015/1363/F) att inkomma med analys som ger underlag till regeringens forskningspolitik.

Analysen, underlaget och förslagen utgår från Rymdstyrelsens mandat, uppdrag och anslag som de ser ut i dag. De ökning av sakanslaget som föreslås syftar till att möjliggöra en fortsatt framskjuten position för svensk forskning inom rymdområdena, en större samhällsnyttig utväxling från investeringarna i rymdverksamheten och bättre utnyttjande av rymdverksamhetens möjligheter att inspirera till utbildning inom naturvetenskap och teknik samt kommunikation till allmänheten. Förslagen som innebär ökade förvaltningsanslag föräns av behov Rymdstyrelsen har i dag för att på ett effektivt sätt fullgöra myndighetens nuvarande uppgifter, och utgör alltså de högst prioriterade personalförstärkningar som Rymdstyrelsen identifierat.

Den nyligen levererade Rymdutredningen (En rymdstrategi för nytta och tillväxt, SOU 2015:75) föreslår ett kraftigt utökat ansvar för Rymdstyrelsen och en därmed nödvändig utökning av myndighetens personal. Rymdstyrelsen kommer att svara på regeringens kommande remiss om Rymdutredningen separat, och detta underlag berör därför inte Rymdutredningens förslag. I korthet ställer sig emellertid Rymdstyrelsen positiv till Rymdutredningens förslag att Rymdstyrelsen får en utökad och tydligare roll som expertmyndighet, för att verksamheten bland annat ska resultera i ökad samhällsnytta, och den föreslagna expansion av Rymdstyrelsen som då krävs.

2 Bakgrundsanalys

2.1 Omvärldsanalys, nationella och internationella trender inom rymdområdet

- **Ökad användning av rymdbaserade mätningar:** Satellitdata får allt större betydelse inom olika samhällstillämpningar både internationellt och nationellt. Inom miljöövervakning, klimatobservationer, säkerhet och katastrofhantering spelar jordobservationsdata en allt tydligare roll. Användningen ökar exempelvis för tillämpningar som berör viktiga områden som Arktis och Östersjön. I forskningsdiscipliner som astronomi, rymdfysik, atmosfärs-, miljö- och klimatforskning utgör rymdbaserade mätningar en nödvändig och integrerad del av forskningen. Dessutom används forskning och analyser av rymdbaserade mätningar som nödvändigt underlag för politiska beslut som rör globala utmaningar som miljö, klimatförändringar, naturresursanvändning och jordens framtid.
- **Större krav på nationellt samarbete:** Efterhand som användningen av satellitdata ökar berörs också allt fler myndigheter, forskningsfinansiärer, samhällsfunktioner och andra aktörer i Sverige. Behovet av samverkan dem emellan ökar därmed för att få god utväxling av gemensamma forskningsinsatser till exempel inom miljö- och klimatområdet. Behovet av ökad samverkan konstateras också i rymdutredningens betänkande.
- **Satelliter blir mindre, mer flexibla, billigare och fler:** Utvecklingen går mot satelliter som är mer flexibla och mindre och som därmed kan bli billigare. Fokus ligger till stor del på att utveckla mindre elektronikdelar med hjälp av miniatyrisering. Dessutom utvecklas standarder som ska göra det möjligt att bygga satelliterna betydligt snabbare. Från att ha tagit i storleksordningen år att bygga satelliter är det nu möjligt att göra det på några månader, och på sikt kanske till och med veckor. Detta leder både till att länder som tidigare inte haft tillgång till satelliter får det och till att det blir vanligare med stora konstellationer av många satelliter (megakonstellationer).
- **Megakonstellationer:** En ny trend är att det avsätts stora mängder privat kapital (OneWeb, SpaceX, Google) för att utveckla hela flottor av satelliter. Det är de första kommersiella insatserna att utnyttja mängder av små, billiga satelliter i stället för ett fåtal mycket stora. Av-

sikten är att till exempel ge världstäckande internetåtkomst och fler och tätare bilder av jorden. SpaceX talar om så många som 4000 satelliter och OneWeb planerar 900. Detta innebär en enorm förändring på den globala rymdmarknaden, bland annat eftersom beställarna använder leverantörer från hela världen. Det ger således aktörerna på rymdmarknaden helt nya möjligheter, samtidigt som det ställer helt andra krav på produktionsapparaten än tidigare. Det är i dagsläget svårt att bedöma hur svenska företag kommer att lyckas i sina ambitioner att positionera sig på denna marknad.

- **Tillväxten sker på den privata sidan:** Under den kommande tioårsperioden kan de statliga rymdsatsningarna inte förväntas öka i någon högre grad globalt sett. Däremot syns en tydlig ökning av privata satsningar inom rymdområdet, till exempel i form av de ovan nämnda megakonstellationerna.
- **Allt större datamängder:** Antalet aktiva satelliter och andra sensorer ökar kraftigt och de kommer att leverera nya data och tjänster om rymden såväl som jorden i en aldrig tidigare skådad omfattning. Dessutom går utvecklingen mot öppen datapolicy med allt mer fritt tillgängliga data. Det kommer att krävas ökade resurser för att processa, arkivera och förvalta data så att de kommer till maximal nytta för samhället och forskningen.
- **Säkerhetsarbete (Security) i fokus:** Med den ökande användningen följer också större fokus på säkerhetsarbete. SSA, *Space Situational Awareness*, är ett växande område.
- **EU:s engagemang i rymdverksamhet fortsätter att öka:** EU tar allt större plats som europeisk rymdaktör, främst inom tillämpningsprogrammen men även inom forskning. EU fokuserar på flaggskeppsprogrammen Copernicus och Galileo, som är under driftsättning. Galileo kommer att vara fullt utbyggt år 2020, Copernicus byggs upp gradvis med nya satelliter för jordobservation efter hand. Rymdområdet har även stor betydelse i Horisont 2020. Utforskning och SSA står också på EU:s agenda och väntas få ökande betydelse under den kommande tioårsperioden. Därtill är ett oberoende tillträde till rymden ett prioriterat område.
- **Esa har en fortsatt viktig roll för europeisk rymdforskning:** Esa täcker i princip alla relevanta forskningsfält och är en viktig förutsättning för europeisk rymdforskning. Budgeten för Esas vetenskapsprogram är liten i ett internationellt perspektiv, men trots det är forskningsresultaten betydande. Esas vetenskapliga satelliter befinner sig i den absoluta forskningsfronten och de håller god kvalitet och fungerar ofta längre än beräknat. Behovet av resurser för att förlänga driften kan komma att ställas mot kostnaden för nya satelliter. Även mängden data som samlas in ökar och kräver ökade resurser att omhänderta.
- **Fler internationella aktörer:** USA är den ledande rymdnationen följt av Ryssland och Kina. Ryssland gör stora satsningar på rymdsystem och budgeten väntas öka ytterligare. Under de senaste tio åren har Kina mer än tredubblat sitt satellitinnehav från 35 till över 100 satelliter och landet gör fortsatt stora satsningar. I dagsläget är det cirka 70 länder som har operativa satelliter. Ungefär hälften av länderna har skaffat sina satelliter under 2000-talet och av dessa har majoriteten tillkommit under de senaste fem åren.
- **Behovet av internationellt forskningssamarbete ökar:** Internationellt samarbete för att finansiellt och tekniskt klara stora projekt har ständigt karaktäriserat rymdforskningen och behovet av samarbete ökar i takt med att forskningsfälten utvecklas och rymdplattformarna blir allt mer avancerade. Det gäller att kraftsamla kring specifika stora projekt, men även planering och genomförande av mindre projekt kräver internationell koordinering.
- **Nasa siktar mot bemannad Marsutforskning i internationellt samarbete.** Nasa har nyligen presenterat en plan för sitt utforskningsprogram med målet att genomföra en bemannad färd till Mars till 2030. Nasa ser projektet som nästa stora internationella samarbete i rymden efter Internationella rymdstationen, och välkomnar samarbete med till exempel Esa.

- **De tekniska och formella kraven på instrumentlevererande grupper ökar:** För att framgångsrikt kunna delta i internationella rymdforskningsprojekt måste kompetenser utvecklas och upprätthållas nationellt, helst i samspel mellan akademi och industri. Det krävs förmåga att utveckla ny och konkurrenskraftig teknik, ett systemkunnande, att kunna möta de rymdspecifika kraven samt att effektivt omsätta forskarnas vetenskapliga krav i kostnadseffektiva och säkra tekniska lösningar. Det finns därför också ett fortsatt behov av nationella program som ger flygmöjligheter på ballonger, sonderaketer och satelliter.
- **Nya krav på bärraketer:** De europeiska bärraketerna Ariane och Vega ger Europa ett oberoende tillträde till rymden. Utan en europeisk kapacitet kan Europa inte vara säker på att kunna sända upp satelliter, eller vilken kostnaden blir. Med den nya bärraketen Ariane 6 försöker Europa möta flera av de nya krav som ställs inom rymdverksamheten och konkurrera med andra aktörer på marknaden. Men även den ovan beskrivna teknikutvecklingen med miniatyrisering av satelliter och standardisering för att snabbare bygga satelliter kan leda till nya behov vad gäller bärraketer och uppsändningsplatser. Det finns ännu inte någon aktör som fokuserar på snabb uppsändning av små satelliter i polär bana. SSC (Rymdbolaget) utreder möjligheten att sända upp bärraketer för denna typ av satelliter från Esrange.
- **Rymd- och markbaserad infrastruktur används i kombination allt mer:** Inom jordobservation, astronomi och i allt större utsträckning även inom annan rymdforskning används ofta rymd- och markbaserad datainsamling och infrastruktur i kombination, vilket skapar utrymme för gemensamma satsningar på både instrument- och analysidan. Vetenskapsrådet utvecklar sin finansieringsform för forskningens infrastrukturer till att bli mer målinriktad och långsiktigt hållbar. Denna trend stämmer väl med Rymdstyrelsens syn på rymdforskningens infrastruktur, både i rymden och genom markinstallationer, och är lovande inför framtida projekt som kan stödja sig på infrastrukturella satsningar.
- **Esas rymdinkubatorverksamhet växer:** Flera europeiska länder har med hjälp av Esa byggt upp rymdinkubatorverksamhet och även Sverige arbetar med detta. Tre existerande inkubatorer i Sverige kommer att inbegripas i den svenska rymdinkubatorverksamheten. Målet är att inom denna verksamhet ge möjlighet för upp till åtta nya företag per år under den första femårsperioden. Satsningen passar väl ihop med den forskarskola i rymdteknik och innovation som etablerats av Luleå tekniska universitet.
- **Intresset hos allmänheten för rymd är ovanligt stort:** Kommunikationsarbetet i samband med att Esas rymdsond Rosetta kom fram till en komet och skickade ner landaren Philae till kometen blev ett tydligt trenderbrott. Esa lyckades utmärkt med sitt kommunikationsarbete och intresset i svensk media och hos allmänheten var oerhört högt, vilket inte har varit fallet tidigare. Kvällstidningarnas statistik visar att nyheter inom rymdsfären ger upphov till många ”klick” på deras webbplatser. Rymdstyrelsens skolmaterial riktat mot barn på låg- och mellanstadiet har tryckts upp i stora mängder under de senaste åren men tagit slut inom loppet av några dagar. Många lärare vittnar om att rymden är en utmärkt utgångspunkt för att öka barns och ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik.

2.2 Internationellt ledande forskning i Sverige

Rymdforskning är ett brett begrepp som inbegriper rymdfysik, astronomi, astrofysik, atmosfärsforskning och utforskning i rymden såväl som studier av fenomen utanför jordens omgivning. Forskningen sker huvudsakligen med hjälp av instrument på satelliter men också på sonderaketer, höghöjdsballonger och marken. Sverige bör som framstående forskningsnation rimligen satsa på utvalda delar inom rymdforskningen och bör prioritera nuvarande och framväxande styrkeområden.

Den svenska forskningen inom Rymdstyrelsens verksamhetsområde är internationellt konkurrenskraftig inom flera olika discipliner. Stora och breda rymdforskningsområden med svenska

forskare i ledande ställning inkluderar rymdfysik, astrofysik och atmosfärfysik. För jordobservation positionerar sig svenska forskare allt oftare på den internationella arenan med analyser och metodutveckling. Inom rymdfysiologi (hur exempelvis människokroppen reagerar på rymdmiljön, särskilt tyngdlöshet) finns flera internationellt framgångsrika forskargrupper. Rymdstyrelsen utvärderar återkommande de olika forskningsdisciplinerna. På senare tid har Rymdstyrelsen också låtit utföra effektutvärderingar av specifika forskningsprogram och tillämpningsprogram, samt av forskningsgruppernas deltagande med instrumentbidrag i internationella rymdprojekt inom rymdfysik.

En övergripande trend inom rymdforskningen är att vetenskapsgrenar inspirerar och korsbefruktar varandra och svenska forskare har lyckats positionera sig väl genom att följa trenden. Sedan början av 2000-talet har exempelvis rymdfysikforskningen breddats från att studera främst jordens magnetosfär och växelverkan med solvinden till att omfatta plasmafenomen även kring andra planeter i solsystemet. I dag ser vi hur även atmosfärfysikerna riktar alltmer uppmärksamhet mot andra atmosfärer i solsystemet.

Olika forskningsområden har olika primära behov för att uppnå eller bibehålla en ledande ställning. Gemensamt för samtliga är dock behovet av en stark grundfinansiering som möjliggör långsiktiga engagemang i stora rymdprojekt som ofta sträcker sig över mycket lång tid. Här hjälper ökade basanslag till universitetsforskningen och ökad basfinansiering till forskningsinstitut som till exempel IRF. Även ökad trygghet för de enskilda forskarna hjälper, till exempel genom tydligare karriärvägar.

Riskerna för en ledande grupp att tappa sin ställning ligger dels i att förutsättningarna för verksamheten eller dess utveckling försvinner, till exempel om antalet möjligheter att flyga instrument eller experiment på satelliter minskar eller om långsiktig basfinansiering för forskargrupperna uteblir. Ytterligare risker följer ur den ökade komplexiteten för dagens och framtidens stora rymdprojekt och rymdforskningsinstrument. Rymdstyrelsen ser idag tendenser till att svenska rymdforskningsgrupper underskattar de tekniska och administrativa kraven inom instrumentprojekt, vilket leder till brist på resurser senare i projektet för att slutföra det. Med ökande komplexitet på instrumentprojekten följer också brist på resurser hos Rymdstyrelsen för att tillräckligt bedöma, följa upp och tekniskt utvärdera instrumentprojekten.

2.2.1 *Astrofysik*

Det bedrivs framstående forskning inom astronomi och astrofysik i Sverige till exempel med rymdteleskopen Hubble, Herschel, Gaia och Fermi. Svenska astrofysiker har lång och gedigen erfarenhet av teknik och observationer inom radio, mikrovågor och IR. Detta har på senare år gett god utdelning. Inom astropartikelfysik har kompetens byggts upp inom tillverkning av detektorer för ballong- och satellitprojekt. Svensk markbunden astrofysik är också mycket framgångsrik, men faller utanför Rymdstyrelsens ansvarsområde.

För astrofysiken behöver möjligheterna stärkas för att delta i hårdvaruutveckling för stora rymdprojekt.

2.2.2 *Rymdfysik*

Inom rymdfysik håller svenska forskare världsledande positioner inom heliofysik, alltså solvindens växelverkan med planeter, månar, och kometer i solsystemet. Den svenska forskningen stammar ur en specialisering mot norrskenets processer och laddade partiklar i rymden. Svenska forskare deltar med forskningsinstrument på många internationella rymdprojekt, både kretsande kring jorden, andra planeter, och på Rosettasonden kring kometen Churyumov-Gerasimenko. Den svenska expertisen omfattar mätning av elektriska fält och energirika partiklar i rymden. Mätningarna av elektriska fält låter forskarna utröna hur plasmat kring jorden och i jonosfären beter sig. Mätningarna av energirika partiklar låter forskarna dra slutsatser om massflöden från och till atmosfärer kring jorden, Mars och Venus, och ökar förståelsen av dessa atmosfärers övre skikt.

För rymdfysiken har det varit av avgörande betydelse att under lång tid ha haft möjlighet att utveckla och flyga instrument på nationella och internationella rymdfarkoster. Även den stabila finansieringsform som Institutet för rymdfysik (IRF) erbjuder har stor betydelse.

Inom den kommande tioårsperioden kommer svenska forskare i rymdfysik att fortsätta medverka på stora rymdprojekt, med BepiColombo till Merkurius, Solar Orbiter som kommer att kretsas nära solen, och JUICE till Jupiters istäckta månar.

2.2.3 Atmosfärfysik

Svensk atmosfärforskning har tack vare sondraketer vid Esrange och den huvudsakligen svenska satelliten Odin fått en mycket stark internationell ställning i utforskandet av den mellersta atmosfärens kemi och dynamik. Nattlysende moln och den övre delen av mellanatmosfären är ett svenskt specialområde och det har byggts upp en gedigen kunskap om utnyttjandet av sondraketer och utveckling av mätinstrument för detta ändamål, liksom kompletterande mätningar med ballonger och laserinstrument från marken. Odins femton år långa mätserie av spår-gaser i olika skikt av atmosfären rörer internationell uppskattning och har stor bäring på frågor kring klimatförändringar. God kunskap har härmed byggts upp kring analys av mätningar av atmosfärsranden från satellit. I Sverige finns också betydande forskning om stratosfären, relaterad till bland annat väderprognoser, vilken dock i mindre utsträckning stöds av Rymdstyrelsen.

För atmosfärfysiken behövs tillgång till nationella instrumentplattformar som satelliter, höghöjdsballonger och sondraketer för att i första hand genomföra forskning av god kvalitet och i förlängningen i ökande grad kvalificera för medverkan på stora rymdprojekt. Odin har varit i bana i snart 15 år och levererar fortfarande viktiga atmosfärsdata för svenska och internationella forskare.

2.2.4 Rymdfysiologi

Under många år har svenska forskare bedrivit framgångsrik forskning inom området rymdfysiologi, dels med fokus på lungfunktionen i rymdmiljön på den internationella rymdstationen ISS, dels genom att studera hur kroppens muskler påverkas av vistelsen i tyngdlöshet. Under senare år har nya projekt initierats för studier av tyngdlöshetens påverkan på synen, ett forskningsområde som har identifierats som mycket angeläget av såväl Nasa som Esa. Den svenska fysiologiforskningen bedrivs på flera svenska universitet, vanligtvis i internationellt samarbete med ledande grupper såväl inom som utanför Europa.

Forskningen inom rymdfysiologi ökar förståelsen för kroppsfunktionerna även under normala omständigheter och bidrar därmed till medicinvetenskapen, till exempel för att utveckla monitorerings- och behandlingsmetoder för astma, eller hur man motverkar minskad muskelfunktion i samband med kroppens åldrande eller sjukdom.

För att svenska forskare ska kunna leda och genomföra forskningsexperiment i tyngdlöshet inom rymdfysiologin men även biologi- och materialforskning, är det svenska deltagandet i Esas forskningsprogram Elips (*European Programme for Life and Physical Sciences in Space*) avgörande.

2.2.5 Jordobservation

Jordobservation från satellit är ett kraftfullt verktyg med global täckning som bidrar med ingående analyser av tillstånd och utveckling av jordens hav, atmosfär och landmiljö. Forskningen bidrar på så sätt effektivt till lösningen av de stora samhällsutmaningarna och ett flertal av de nya mål som Förenta Nationerna har satt upp för hållbar utveckling. Den svenska jordobservationsforskningen är till stor del inriktad på metodutveckling för att förbättra tillförlitligheten och öka kvaliteten i analyserna av miljötillståndet. Forskargrupperna är spridda på flera lärosäten varav några har en lång tradition och där jordobservationsforskningen håller hög internationell

klass. Det internationella forskningssamarbetet sker främst kring data från Esas och EU:s satelliter. Svenska forskargrupper har bland annat deltagit i metodutvecklingen och rådgivande grupper avseende Esas jordobservationssatelliter.

Resultaten används för att övervaka efterlevnaden av internationella konventioner och avtal inom miljö- och klimatområdet och tjänar som beslutsunderlag för politiska beslut och stöd för genomförandet av olika politikområden.

2.3 Esrange

På Esrange bedrivs det huvudsakligen två verksamheter, nämligen drift av satelliter (kommersiell verksamhet) och uppsändning av sondraketer och ballonger för forskningsändamål. Esranges infrastruktur för uppsändning av ballonger och sondraketer är unik för Europa och erbjuder möjligheter för forskare och studenter inom olika forskningsfält såsom astrofysik, atmosfärforskning och forskning i tyngdlöshet samt olika teknologitester, som exempelvis landningstider för framtida Marsprojekt. Många av forskningsprojekten med uppsändning från Esrange genomförs av forskare från andra länder inom och utanför Europa. Basfinansieringen av den infrastruktur som används inom ballong- och sondraketverksamheten sker inom ramarna för EASP-avtalet (*Esrange Andøya Special Project Agreement*), tecknat av Sverige, Frankrike, Tyskland, Schweiz och Norge.

I slutet av 2012 beslutade Rymdstyrelsen att etablera ett nationellt ballong- och raketprogram med syfte i att erbjuda regelbundna ballong- och raketflygningar för svenska forskningsexperiment av hög vetenskaplig kvalitet samt för att främja användning av forskningsfaciliteterna på Esrange. Inom ramen för programmet genomförs regelbundna utlysningar för projekt som nyttjar ballonger och raketer från Esrange. Programmet har varit uppskattat av de svenska forskargrupperna och i dagsläget pågår två ballong- och tre raketprojekt, i samarbete med internationella forskare.

Esrange är en betydande nationell och europeisk facilitet för forskning, och det finns goda möjligheter att ytterligare stärka dess ställning såväl nationellt som internationellt. Detta kan göras dels genom att modernisera och effektivisera den existerande infrastrukturen för ballong- och raketverksamheten, dels genom nysatsningar som etablering av uppsändningsplats för små satelliter (1-100 kg) i omloppsbana.

Intresset för, och betydelsen av, små satelliter växer och antalet sådana uppsändningar ökar varje år. Dels används små satelliter för utbildningsändamål (till exempel Cubesats), dels kan man med modern teknik och genom att miniaturisera komponenterna bygga lättare och billigare instrument för rymdforskning och jordobservation

2.4 Forskning som bidrar till samhällets utveckling

Den forskning som finansieras av Rymdstyrelsen bidrar till samhällets utveckling. Rymdforskning i sin helhet bidrar till samhällets utveckling genom att leda till ökad kunskap om vår omgivning. Vissa forskningsområden som t.ex. forskning i tyngdlöshet har även en stor tillämpningspotential inom viktiga områden som hälsovård och medicin. Exempel på detta är studier av hur tyngdlöshet och miljön på rymdstationen påverkar astronauternas muskler, benvävnad eller lungfunktion i rymden. Materialforskning i tyngdlöshet som exempelvis forskning om metallsmältor har vanligtvis direkt koppling till olika industriella processer och kan därmed bidra till optimering av tillverknings- och bearbetningsmetoder inom industrin och därmed ökad konkurrenskraft. Rymdforskning har också visat sig kunna uppmuntra barn och ungdomar till naturvetenskaplig utbildning och vidare studier inom naturvetenskap och teknik.

Svensk jordobservationsforskning har hittills varit framgångsrik och rönt uppskattning även utanför Sverige. Flera svenska forskargrupper som stöds av Rymdstyrelsen bedriver högkvalita-

tiv, internationellt konkurrenskraftig forskning. Jordobservationsforskningen är i allmänhet tillämpad till sin natur, har oftast sin hemvist inom miljö- och klimatområdet och utförs i syfte att underlätta för slutanvändare, oavsett om det handlar om renodlade samhällsintressen, avancerade informationsprodukter eller något däremellan. Viktiga forskningsområden är exempelvis Östersjö- och Arktisregionen. Dessa såväl som andra områden inom jordobservationsforskning stöds inom Rymdstyrelsens fjärranalysprogram.

För att jordobservationsforskningens resultat ska komma till praktisk nytta i samhället är en stark koppling mellan forskning och tillämpning viktig. Vikten av att överföra forskningsresultat till praktiska tillämpningar betonas även inom Horisont 2020, där *Research and Innovation action* bland annat syftar till att visa att utveckling av en föreslagen tjänst är tekniskt genomförbar. Här förväntas forskarna demonstrera tjänsters tillämplighet genom *proof-of-concept* eller prototyper.

Svenska myndigheter ligger långt fram i utnyttjandet av data från jordobservationssatelliter och ett par av dem är mer eller mindre beroende av dessa, till exempel Skogsstyrelsen och Sjöfartsverket. Ett exempel på nyttan presenterades nyligen i en fallstudie av den europeiska branschorganisationen EARS (European Association of Remote Sensing Companies) där det ekonomiska värdet av satellitbildsanvändningen inom den svensk-finska gemensamma isbrytartjänsten i Östersjön uppgår till mellan 24 och 116 miljoner euro per år. Besparingen utgörs av sparat bränsle, tid, helikopteranvändning och osäkerheter i fartygsleveranser. En bidragande orsak till Sveriges framskjutna position är Rymdstyrelsens nationella fjärranalysprogram där både forskare och användare kan söka medel. Fjärranalysprogrammets användardel har varit ett av Rymdstyrelsens instrument för att stärka kopplingen mellan forskning och användning och därmed öka nyttan av forskningsresultaten på nationell nivå. I användardelen har forskare och utvecklare tillsammans med slutanvändare av den tänkta produkten eller tjänsten kunnat söka finansiering av tillämpningsnära forskning och utveckling. Rymdstyrelsen har dock beslutat att pausa programmet för att koncentrera resurserna på att få till stånd den nationella infrastruktur som krävs för att kunna tillhandahålla data som kommer från EU:s jordobservationsprogram Copernicus, och som kommer att underlätta både forskning och annan användning av jordobservationsdata.

Vi bedömer att den omfattande dataström som Copernicus kommer att tillhandahålla är ett sådant avgörande incitament för att industri och användare ska våga satsa på utveckling av nya fjärranalysbaserade metoder och avancerade informationsprodukter och tjänster. Det är därför det är så viktigt att få till stånd en väl fungerande infrastruktur för arkivering och spridning av data. Rymdstyrelsen har delvis av detta skäl också besvarat Vetenskapsrådets behovsinventering av ny forskningsinfrastruktur med förslaget att bygga ut och anpassa den nationella datahubb för jordobservationsdata av nationellt intresse som Rymdstyrelsen planerar till forskningens behov. Tillsammans med närmare samarbeten inom innovationssystemet, särskilt Vinnova, och en generell fri och öppen datapolicy för alla olika former av geodata finns goda förutsättningar att rymdverksamheten kan bidra till ökad tillväxt, innovation och samhällsnytta.

Med tanke på att den jordobservationsforskning som bedrivs i allmänhet är tillämpningsnära borde möjligheterna vara relativt goda att kommersialisera forskningsresultat i form av tjänster eller produkter i nya kunskapsintensiva småföretag, startade som avknoppningar från universitet och högskolor. Dock tycks incitamenten vara för dåliga för att detta ska ske i någon större utsträckning. Med bättre incitament skulle fler företag kunna startas och bidra till den ekonomiska tillväxten, fler samhällsnyttiga produkter och tjänster kommersialiseras och kunskapen om jordobservationens fördelar öka. I förlängningen skulle detta även kunna leda till att öka medvetandet om jordobservationsforskning och locka fler studenter och unga forskare till området.

2.5 Forskning som bidrar till näringslivets konkurrenskraft

Rymdstyrelsen lägger stort fokus på att främja samarbete mellan industri och akademi. Inom nationella program ges företag möjlighet att samarbeta med den svenska akademien i specifika projekt som adresserar identifierade problemställningar. Detta ger en möjlighet för företagen att behålla eller förbättra sin konkurrenskraft samtidigt som akademien ställs inför stimulerande utmaningar. I programmen delas kostnaderna lika mellan industri och akademi och Rymdstyrelsen finansierar akademins del. Sådana uppdrag utgör också en bra grund för framtida samarbeten och stärker kopplingen mellan näringsliv och akademi. Det säkerställer också att forskare har den kompetens som efterfrågas av industrin.

Rymdstyrelsens bidrag till både akademi och forskare leder många gånger till en kompetensuppbyggnad som direkt kan omsättas i innovativa produktutvecklingsprojekt som i sig inte stöds av Rymdstyrelsen, så kallade "*spin-off*-projekt". Några områden inom vilka man kunnat identifiera sådana projekt är medicin, IR-detektorer, industrigivare, temperaturövervakning och kontroll samt feltoleranta processorer.

Runt de tekniska högskolorna och universiteten i Göteborg och Uppsala har goda samarbeten etablerats mellan företag och akademi med Rymdstyrelsens stöd. I Göteborg gäller detta särskilt höghastighetselektronik där Chalmers är framstående i Europa. Rymdstyrelsen har där bidragit till flera avknopningsföretag som samtidigt är underleverantörer av spetsteknologi till rymdföretag. I Uppsala är det främst *Ångström Space Technology Center*, ÅSTC, på Uppsala universitet som genom sin verksamhet, som till stora delar finansierats av Rymdstyrelsen, har skapat ett antal företag inom området mikromekaniska och mikroelektroniska system. Dessa har etablerat sig som kunniga leverantörer till både svenska och utländska rymdföretag.

2.6 Gap inom den svenska forskningen på rymdområdet

Rymdstyrelsens verksamhet innebär ständigt prioriteringar mellan olika projekt av hög kvalitet inom olika forskningsfält.

Sverige har lång erfarenhet inom jordobservationsforskning, särskilt när det handlar om satelliter och metodutveckling. När det handlar om att använda tillgängliga satellitdata i forskning som i övrigt saknar rymdanknytning finns dock stort utrymme för förbättring. Det är anmärkningsvärt att svenska forskargrupper inte i högre grad har kunnat nyttja de landvinningar som gjorts inom jordobservation. Globalt sett är området inne i en mycket intressant utvecklingsfas. Tillgång till jordobservationsdata från rymden ökar kraftigt. Jordytan avbildas med allt tätare tidsintervall, med många slags sensorer och med allt större noggrannhet. Samtidigt tillgängliggörs allt mer data öppet och fritt. Därmed finns gynnsamma förutsättningar för forskningen och helt nya forskningsutmaningar kan adresseras, till exempel förändringar av vegetation eller isutbredning över tid. Rymdstyrelsen kan också konstatera att vår samverkan med övriga forskningsfinansiärer har varit alltför bristfällig och behöver förbättras.

Samhället har goda möjligheter att dra nytta av forskningsresultaten inom områden som jord- och skogsbruk, fysisk planering, miljöövervakning och katastrofhantering. På skogsområdet har Sverige både framgångsrik forskning och mycket väl utvecklad användning av jordobservation i samhället. Det finns ett nära samarbete mellan skogsvårdsmyndigheterna och jordobservationsbranschen om de tekniska lösningarna. På övriga områden finns det dock tydliga gap och om jordobservation användes mer i annan forskning skulle det också leda till att både potentiella och nuvarande svenska användare på sikt kunde dra större nytta av verktygen. Den ständigt ökande tillgången på öppen och fritt tillgänglig data från jordobservationssatelliter bör också rimligen medföra stora möjligheter att öka och bredda dataanvändningen och därmed samhällsnyttan av de stora investeringar som görs i rymdsystemen. Detta förutsätter dock en ändamålsenlig infrastruktur som kan hantera de stora datamängderna och tillgängliggöra data, produkter och tjänster för användare på ett bra sätt

Sveriges starka rymdindustri och internationellt framstående forskning bygger bland annat på en god tillgång till utmärkta rymdingenjörer och rymdtekniska forskare. Rymdteknikforskning har gett flera nya svenska företag under 2000-talet, och de rymdvetenskapliga instrumenten kräver teknik i den absoluta framkanten för att kvalificera till internationella rymdprojekt. Villkoren för fri forskning inom rymdteknik är emellertid ett återkommande problem för forskningsutförarna – framför allt möjligheten att finansiera långsiktiga forskningsprojekt inom rymdteknik. En riktad satsning på fri rymdteknikforskning, fokuserad på doktorandprojekt, skulle ge en högt kvalificerad framtida arbetsstyrka och ökade möjligheter till god växelverkan mellan rymdindustri och akademisk teknisk forskning. Rymdstyrelsen avser att omfördela medel inom sakanslaget för att möjliggöra detta.

Även andra forskningsområden såsom tillämpad materialforskning i tyngdlöshet behöver en särskild process för utvärdering och bidragsformer då grundforskningselementen i dessa är oftast mindre jämfört med projekt inom t.ex. rymdfysik eller astronomi. Mer tillämpade projektidéer har därmed svårt att konkurrera om medel inom Rymdstyrelsens forskningsprogram där projektens vetenskapliga kvalitet är en mycket viktig parameter. Samtidigt har dessa projekt ofta mycket god potential vad gäller överföringen av forskningsresultat till praktiska tillämpningar inom till exempel svensk industri. Rymdstyrelsen avser utreda lämpliga programstrukturer och utvärderingskriterier för att uppmuntra dessa initiativ.

3 Rymdstyrelsens roll som forskningsfinansiär

Rymdstyrelsen har till uppgift att finansiera och initiera forskning och utveckling inom rymdområdet och också att profilera Sverige som en kompetent och konkurrenskraftig partner i det europeiska rymdsamarbetet. Myndigheten finansierar därför svenskt deltagande i olika internationella projekt och fördelar också forsknings- och utvecklingsmedel nationellt. Verksamheten omfattar och utnyttjar på ett unikt sätt samverkan inom hela kedjan idé - utveckling – demonstration – användning. I många fall gör Rymdstyrelsen långa åtaganden, inte sällan på 10-20 år. Eftersom Rymdstyrelsen har ansvar för internationella, industriella och forskningsfrågor, så har myndigheten både överblick och god inblick i de projekt som pågår och de möjligheter som finns.

Rymdstyrelsen bör på tio års sikt vara en myndighet som har överblick över en än större del av den svenska rymdverksamheten. Myndigheten behöver fortsatt ha möjlighet till en långsiktig och stabil finansiering för omfattande och långa rymdprojekt. På tio års sikt bör den nationella samordningen av dataexploatering öka och därmed möjliggöra att data och forskningsresultat kommer fler forskare och användare till godo så att rymdverksamheten blir en ännu tydligare del av innovationssystemet. Övergripande samverkan mellan industri och akademi, t.ex. i nationella program ska stärka forskningens kvalitet och industrins konkurrenskraft. Därtill siktar Rymdstyrelsen på att öka medvetenheten om att rymdforskning, fjärranalysforskning och utforskning av vårt solsystem bidrar till de stora samhällsutmaningarna (*grand challenges*). Rymdforskning och utforskning av vårt solsystem och universum ska bidra till ny kunskap och innovation samt inspirera till ett ökat intresse för naturvetenskap och teknik.

3.1 Öppna utlysningar och riktade satsningar

Vad gäller stöd till forskning och teknikforskning agerar Rymdstyrelsen som ett forskningsråd. En allmän utlysning om forskningsmedel sker årligen och de inkomna ansökningarna granskas både av medlemmar i någon av de två till Rymdstyrelsen rådgivande kommittéerna och av oberoende externa experter. Inom den allmänna utlysningen tillämpas ett så kallat *bottom-up*-tillvägagångssätt, under en viktig förutsättning att det tilltänkta projektet är kopplat till rymdbaserad infrastruktur (satelliter, stratosfäriska ballonger eller sondraketer) eller använder data från en sådan infrastruktur. Det slutliga forskningsprogrammet fastställs efter genomförd utvärdering

och ranking av de inkomna ansökningarna och enligt de aktuella budgetramarna för rymdforskning och jordobservation.

Utöver Rymdstyrelsens öppna utlysningar har myndigheten genomfört några mindre utlysningar med fokus på speciella områden. Dessa utlysningar har varit relativt begränsade och det finns inte tillräckligt underlag för att kunna genomföra några statistiska analyser.

Rymdstyrelsen fick i slutet av 2005 tillsammans med Vinnova i uppdrag av regeringen att lämna förslag till inrättandet av ett nationellt rymdtekniskt forskningsprogram (NRFP). Det resulterande programmet kunde startas 2007 för att löpa under en fyraårsperiod. Ytterligare två utlysningar, vardera över fyra år, har gjorts efter detta och NRFP är nu inne på sin tredje omgång. Syftet med programmet är att stärka forskningssamverkan på det rymdtekniska området mellan näringsliv och forskningsinstitutioner vilket syftar på universitet, högskolor och forskningsinstitut. Forskningsprojekten ska främja relevans och kvalitet i forskningen samt bidra till industrins kunskapsutveckling och konkurrenskraft. Programmet ska leda till effektivare nyttiggöranden av forskningsresultaten, fördjupat samspel mellan olika forskningsinstitutioner samt klargöra möjligheterna till branschöverskridande forsknings- och utvecklingsprogram. Projekten är initierade av industrin och utförs tillsammans med en eller flera FoU-utförare i form av universitet, högskolor och forskningsinstitut. Industrin utgörs i det här fallet av de större svenska rymdföretagen. Utvärderingar och diskussioner med parter både från företag och FoU-utförare har visat på god utväxling av de medel Rymdstyrelsen satsar i programmet. Programmet har underlättat nya och mycket värdefulla samarbeten mellan företagen och FoU-utförare, och FoU-utförarnas forskning har blivit högst relevant för de deltagande företagen.

Sedan 2011 utlyses årligen även ett program med liknande upplägg för små och medelstora företag. Även detta har visat sig vara betydelsefullt för både FoU-utförare och företagen och skapa kontaktytor och samarbeten mellan akademi och industri.

Rymdforskningen är starkt dominerad av män. Av de huvudsökande i Rymdstyrelsens öppna utlysningar är omkring 20 % kvinnor sett över de senaste åren. Vi ser inga tecken på att de kvinnor som söker medel missgynnas i utvärdering och tilldelning av medel. Rymdstyrelsen bedömer att en starkt bidragande orsak till snedfördelningen är de otrygga anställningsförhållandena under den tidiga forskarkarriären. Rymdstyrelsen avser att fortsätta arbeta för att öka det kvinnliga deltagandet i rymdforskningen.

3.2 Anslagsförordningen

Rymdstyrelsen bedömer att det inte finns någon anledning till fler åtgärder för att ytterligare förtydliga kopplingen mellan utbetalade medel och den utförda verksamheten i forskningsprojekten.

Rymdstyrelsen fördelar statligt stöd till rymdforskning i enlighet med sin instruktion och Ekonomistyrningsverkets riktlinjer. Det innebär att Rymdstyrelsens forskningsbidrag betalas ut i tolfte delar månatligen under kontraktstiden. Rymdstyrelsen stämmer av forskningsprojektens framåtskridande, inklusive i vilken takt de utdelade medlen förbrukas, en gång om året. Projekten slutrapporteras också både med avseende på uppnådda resultat och ekonomisk redovisning.

Rymdstyrelsen noterar att de flesta forskningsprojekt förbrukar sina medel med en eftersläpning som varierar från ett par månader till några kvartal. I de fall större förseningar förekommer, beror det vanligen på projekt som kräver nyanställningar, där en öppen utlysning av en tjänst naturligt medför en längre startsträcka innan forskningsmedlen förbrukas. I ett fåtal fall finns andra skäl för större förseningar, som hanteras i samråd med kontraktstagaren.

Sammantaget är det Rymdstyrelsens uppfattning att de fördelade forskningsmedlen utbetalas i nära anslutning till att bidragen ska användas av mottagaren. Under alla omständigheter utgör

medlen redan intecknade tillgångar för anslagsmottagaren, eftersom de är förpliktigade att använda dem i enlighet med den beviljade ansökan.

Vetenskapsrådet har utfört en mer detaljerad analys för bidragsfinansieringen på lärosätena i sin helhet, och diskuterar där medlens nivå och flöde. De finner att bidragsmedel i genomsnitt omsätts på tio månader i det svenska forskningssystemet, och att omsättningstakten varit oförändrad under åtminstone tio år. Vidare konstateras att oförbrukade medel redovisas som en skuld som motsvarar en tillgång hos Riksgälden och således kan användas för avbetalningar på statskulden. Vetenskapsrådet förtydligar att lärosätenas förmåga att omsätta forskningsmedel är god, och att flödet av forskningsmedel genom systemet fungerar väl.

3.3 EU:s ramprogram och synergier med nationella satsningar

EU:s ramprogram innehåller rymdteman sedan sjätte ramprogrammet, och rymdinslaget syns främst i Horisont 2020 Rymd, Copernicusprogrammet och GNSS-programmen Galileo och EGNOS (GNSS står för *Global Navigation Satellite System*). EU-kommissionen har även etablerat ett stödramverk för rymdövervakning (*Space Surveillance and Tracking*, SST). Dessutom bidrar rymdelement till olika tvärvetenskapliga åtgärder för att möta samhällsutmaningar, till exempel inom klimat och miljö. Svenska rymdaktörer deltar också i programteman inom teknikutveckling och innovation utan att rymdkopplingen ligger i fokus.

I sjätte och sjunde ramprogrammet var det svenska deltagandet inom tema rymd lägre än önskvärt. Inom respektive ramprogram rymdtema tilldelades svenska rymdaktörer 2,4 % (FP6) och 2,2 % (FP7) av de tillgängliga medlen. Rymdstyrelsens utredning av de främsta hindren för deltagande gav svar som aktörernas brist på internationellt nätverk, brist på egna resurser för medfinansiering, låg beviljandegrad och låg kunskap om att rymd omfattades av EU:s ramprogram. Dessutom uppfattades den svenska påverkan av programmen som svag.

Inför Horisont 2020 har Rymdstyrelsen tillsammans med Vetenskapsrådet och Vinnova ökat sina insatser för informationsspridning, bidragsmöjligheter och påverkan av arbetsprogrammen. Detta har gjorts genom programkommittéarbete, referensgruppskonsultationer, planeringsbidrag till sökanden, förberedande projektbidrag för att underlätta positionering och nationella kontaktpersoner. Efter första utlysningen i Horisont 2020 är den svenska tilldelningen omkring 3,4 % av de tillgängliga medlen. Preliminära resultat från 2015 års utlysning visar att det svenska utfallet försämrats under året. Det är för tidigt att dra några slutsatser om varför, men nämnas kan att det europeiska söktrycket i programmets rymddel nära nog fördubblats från 2014 till 2015. Inför 2016 och 2017 bedömer Rymdstyrelsen att Sverige genom ett aktivt referensgruppsarbete, konsultationer och programkommittéarbete har fått tydligare gehör för sina ståndpunkter och inspel till arbetsprogrammet än tidigare. Rymdstyrelsen skulle ytterligare kunna verka för svenska intressen genom större deltagande i så kallade *like-minded*-grupperingar, något som i dag inte rymms inom Rymdstyrelsens anslag.

Rymdstyrelsen möjliggör genom ett av sina nationella program, Programmet för rymdtekniska tillämpningar (RyT), för svenska aktörer att få finansiering för forskningsnära teknikutveckling för att positionera sig inför kommande EU-utlysningar. Rymdstyrelsen erbjuder även forskare på universitet och högskolor ett planeringsbidrag för att stödja ansökningsarbetet till Horisont 2020. Rymdstyrelsens övriga nationella program är emellertid främst inriktade på positionering och stöd inför Esas och andra internationella rymdprojekt samt de stora flaggskeppsprogrammen Galileo och Copernicus, medan kopplingen mellan målen i Horisont 2020 Rymd och Rymdstyrelsens övriga verksamhet är svagare. Rymdstyrelsen behöver utreda problemen djupare innan lämpliga åtgärder kan vidtas.

3.4 Esas program och synergier med nationella satsningar

Sverige är sedan starten 1975 medlem i Esa. Därigenom kan svenska forskare delta i projekt och få ta del av data som annars skulle vara omöjligt med tanke på de mycket höga kostnaderna förknippade med forskning i och från rymden. Som medlem ska Sverige bidra till Esas obligatoriska program (vetenskapsprogrammet och grundprogrammet) motsvarande vår andel av medlemsländernas BNP, idag c:a 2,8 %. Därutöver erbjuder Esa sina medlemsländer att delta i ett antal frivilliga program, många med koppling till forskning, t.ex. jordobservation, bemannad rymdfart, rymdens utforskning och sondraketer för tyngdlöshetsforskning. Även de mera tillämpningsnära programmen kan indirekt bidra till forskningsmöjligheter. Exempel på detta är navigeringsprogrammets satelliter som möjliggör forskningsmätningar av signalerna från rymden genom atmosfären och bäraketprogrammet som ger Europa ett oberoende tillträde till rymden, d.v.s. förmåga att placera alla sorts satelliter i bana runt jorden eller skicka sonder mot solsystemets övriga planeter i vetenskapligt syfte.

Esa är en mellanstatlig samarbetsorganisation. En viktig skillnad mellan Esa och EU är att varje land har en röst, den är inte proportionell mot landets bidrag. Esas konvention stipulerar att de pengar som ett land bidrar med, såväl till det obligatoriska som till de frivilliga programmen, ska ges tillbaka i form av uppdrag till landets rymdaktörer. Ett villkor är naturligtvis att landet har aktörer som har den kompetens som Esa efterfrågar. Ur ett rent ekonomiskt perspektiv är det därför av högsta vikt att Sverige har kompetenta aktörer som kan göra anspråk på de svenska bidragen. Detta gäller speciellt i det obligatoriska vetenskapsprogrammet där storleken på bidraget inte kan styras. Ett land kan välja att inte delta i de frivilliga programmen men får då heller inte tillgång till dess resultat.

Genom att delta i de frivilliga programmen ges också länderna möjligheten att i dialog med Esa påverka och lämna förslag till dess utformning. Därigenom har Rymdstyrelsen möjlighet att ta tillvara specifika svenska intressen från såväl forskare som samhälle och industri.

De nationella satsningarna lever i symbios med Esas program. De svenska nationella satsningarna riktas dels till forskarna för att de via Esa direkt ska kunna bidra till samhällsnytta och dels till teknikutveckling inom svensk rymdindustri för att de ska kunna delta i projektarbetet.

Av det svenska bidraget till Esa användes under perioden 2005-2014 29 % inom de obligatoriska programmen och 71 % inom de frivilliga programmen.

3.4.1 Vetenskapsprogrammet

Inom vetenskapsprogrammet betalar Esa för utvecklingen av satelliten, uppsändningen och driften. Nyttolasten, i detta fall satellitens vetenskapliga instrument, ska medlemsländerna dock bidra med utanför Esas budget. Sverige har en lång, framgångsrik historia, grundad av den handfull nationella vetenskapliga satelliter som sköts upp under 80- och 90-talen, främst inriktade mot atmosfärsforskning och rymdfysik. Denna ligger till grund för en framskjuten svensk position som leverantörer av vetenskapliga instrument till Esa vilket i sin tur är basen för fortsatt högkvalitativ svensk forskning inom området. Rymdstyrelsens satsningar inom atmosfärsforskning och rymdfysik går hand i hand med nationella intressen inom klimat och miljö.

Genom att förstå sammansättningen hos solsystemets andra planeter och himlakroppar, och i förekommande fall atmosfärer, kan ytterligare slutsatser dras om jordens utveckling och klimat. Även här är svenska forskare framgångsrika och svenska instrument har levererat, och levererar, data från solsystemets alla hörn. Ett aktuellt exempel på detta är rymdsonden Rosetta som under 2014-2015 för första gången utfört mycket uppmärksam och detaljerad undersökningar av en kometkärna. De högupplösta bilderna är tagna genom svensktillverkade filter som ger forskare detaljerad kunskap om kometytans sammansättning. Rymdfysiker i Sverige har utvecklat och byggt två vetenskapliga instrument på Rosetta som mäter egenskaperna hos de partiklar som strömmar ut från kometen och deras interaktion med solvinden.

Forskare i Sverige har också medverkat inför flera rymdteleskop som revolutionerat den astronomiska forskningen. Ett exempel är rymdteleskopet Herschel, där svenska detektorer bidragit till förståelsen av de områden i rymden där nya stjärnor och planetsystem uppstår. Ett annat exempel är avancerad svensk utveckling av algoritmer och mjukvara för att Esas projekt Gaia, som är helt avgörande för kartläggningen av Vintergatan.

På den senaste beslutade stora vetenskapliga satelliten, JUICE (*Jupiter Icy Moon Explorer*), ansvarar svenska forskare för två av de tio instrumenten och har stort engagemang i ett tredje. JUICE ska besöka tre av Jupiters månar med planerad uppsändning 2022.

3.4.2 Jordobservationsprogrammet

Esas jordobservationsprogram omfattar både vetenskapliga satelliter och satelliter som är till intresse för olika samhällstillämpningar. Till skillnad från i vetenskapsprogrammet finansierar Esa även instrumenten. Forskningssatelliter utvecklas inom en satsning som kallas *Earth Explorers*. Inom denna satsning har Esa byggt satelliter för att studera till exempel isutbredningen, världshaven och atmosfären. Bland de projekt som är under utveckling just nu märks bland annat satelliten *Biomass* som ska bidra med kunskap om kolets kretslopp och betydelsen för klimatiförändringarna. Forskare från Chalmers är aktiva i projektet.

Programmet Copernicus, ett nära samarbete mellan Esa och EU, är avsett att för lång tid säkra flödet av jordobservationsdata för en rad olika tjänster och tillämpningar på miljö- och säkerhetsområdet. I Copernicus utvecklar Esa den första generationen av fem olika satelliter och EU står för uppsändning och drift. Avsikten är att för framtiden säkerställa tillgången till data. Långa tidsserier ger möjlighet till intressanta forskningsprojekt till exempel om hur klimatet på jorden utvecklas och hur vår miljö påverkas av detta. Tjänsteutveckling med data från Copernicus satelliter är på stark frammarsch och kräver kontinuitet i dataförsörjningen för att användarna ska våga lita till sådana nya analysverktyg. Sverige har en stark tradition av att prova ny teknik och som stark IT-nation bör vi kunna öka insatserna inom datautnyttjandet och tjänstesektorn och för att höja utväxlingen av Rymdstyrelsens satsningar och på så sätt öka samhällsnyttan och förbättra marknadspotentialen.

Ett annat exempel är de meteorologiska satelliterna där Esa samarbetar med Eumetsat på i stort samma premisser som med EU. I Eumetsat företräder SMHI de svenska intressena.

3.4.3 Bäraraketprogrammet

De europeiska bäraraketerna Ariane och Vega ger ett oberoende tillträde till rymden. Sverige är en relativt liten deltagare i Esas bäraraketprogram men den svenska andelen utgör en stor del av Sveriges bidrag till Esa. Svensk industri levererar vitala komponenter som munstycken, turbiner och styrdatorer till bäraraketer. Högskolan i väst är engagerad inom olika produktionsmetoder bland annat inom svetsning och additiv tillverkning, som bygger på 3D-skrivarteknik.

3.4.4 Teknikutveckling

För att industrin ska kunna delta i Esas projekt måste den vara konkurrenskraftig och kunna tillhandahålla den teknik som efterfrågas. Svensk teknikutveckling för svenska och internationella projekt utförs oftast via det nationella RyT-programmet (programmet för rymdtekniska tillämpningar) och det ansökningsbaserade nationella teknikutvecklingsprogrammet.

En annan möjlighet till förberedande teknikutveckling finns i Esas grundläggande teknikutvecklingsprogram TRP och GSTP. Här definierar Esa det framtida teknikutvecklingsbehovet baserat på kraven från de tilltänkta projekten. Planeringen är mycket långsiktig och löper tiotals år in i framtiden.

4 Förslag

4.1 Stärkta förutsättningar för svensk rymdforskning nationellt och internationellt

4.1.1 Förslag

Rymdstyrelsen identifierar flera behov och möjligheter för att stärka förutsättningarna för svensk rymdforskning nationellt och internationellt i en föränderlig omvärld. För att genomföra sitt uppdrag effektivt behöver Rymdstyrelsen därför delvis nya arbetssätt, verktyg och förstärkta resurser.

Rymdstyrelsen föreslår:

- Att Rymdstyrelsens sakanslag ökas med 35 mnkr per år från 2017 för att möjliggöra ett nationellt program för innovativa forskningssatelliter till låg kostnad.
- Att Rymdstyrelsens sakanslag ökas med 20 mnkr per år från 2017 för att upprätthålla och stärka svenska forskares möjlighet att bidra med instrument till internationella rymdprojekt.
- Att Rymdstyrelsens sakanslag ökas med 15 mnkr per år från 2017 för att utöka de svenska forskningsmöjligheterna med raketer och ballonger från Esrange.
- Att Rymdstyrelsens sakanslag ökas med 5 mnkr 2017, 10 mnkr 2018 och 15 mnkr per år från 2019 för att inrätta ett svenskt centrum för planetär utforskning.

4.1.2 Ett nationellt program för innovativa forskningssatelliter till låg kostnad

Ett nationellt satellitprogram för forskning är avgörande för att bibehålla den framskjutna position svenska rymdforskare har inom flera discipliner, och för att möjliggöra för fler forskare att kvalificera sig för framtida internationella rymdprojekt. Programmet kommer även att stödja forskningsrådets gemensamma satsning på nationella forskningsagendor inom tvärvetenskapliga forskningsområden, genom att satellitprojekten kommer till nytta för att svara mot sådana forskningsutmaningar (se Analys och förslag till regeringens forsknings- och innovationsproposition – Tvärsektoriella strategiska forskningssatsningar).

Rymdstyrelsen har finansierat ett antal studier angående möjligheterna för svensk rymdindustri att utveckla och bygga en liten och relativt billig satellitplattform som kan användas till satellitinstrument med olika vetenskapliga inriktningar. Tanken är att skapa ett svenskt program som ca vart tredje år skickar upp en vetenskaplig satellit som uppfyller de två huvudkraven som är meriterande, vetenskapligt utbyte och låg kostnad. Studierna har lett till att Rymdstyrelsen nu finansierar ett pilotprojekt för att demonstrera konceptet. Pilotprojektet inleddes i början av 2015. *Mesospheric Airglow/Aerosol Tomography and Spectroscopy* (MATS) kommer att genomföra atmosfärsforskning i mesosfären för att bättre förstå hur denna region påverkar globala och lokala klimatfenomen. Satelliten är planerad att sändas upp andra halvan av 2018 och ha en livslängd på minst två år.

Ett program av kostnadseffektiva forskningssatelliter av mindre storlek ligger rätt i tiden då tekniken börjar mogna samtidigt som marknaden växer oerhört snabbt. Teknikutvecklingen inom det pilotprojekt som Rymdstyrelsen hittills har finansierat, har lett till att Sverige nu skulle kunna sälla sig till den exklusiva skara som har ett eget nationellt satellitprogram. Detta brukar vara förbehållet större länder med stora nationella aktörer och resurser. Detta har heller inte gått obemärkt förbi ute i Europa där både Esa och andra nationella rymdmyndigheter nyfikenhet följer projektets status. Ett lyckat projekt kommer att stärka Sveriges framträdande roll inom teknikutveckling i allmänhet och inom elektronikminiaturisering i synnerhet.

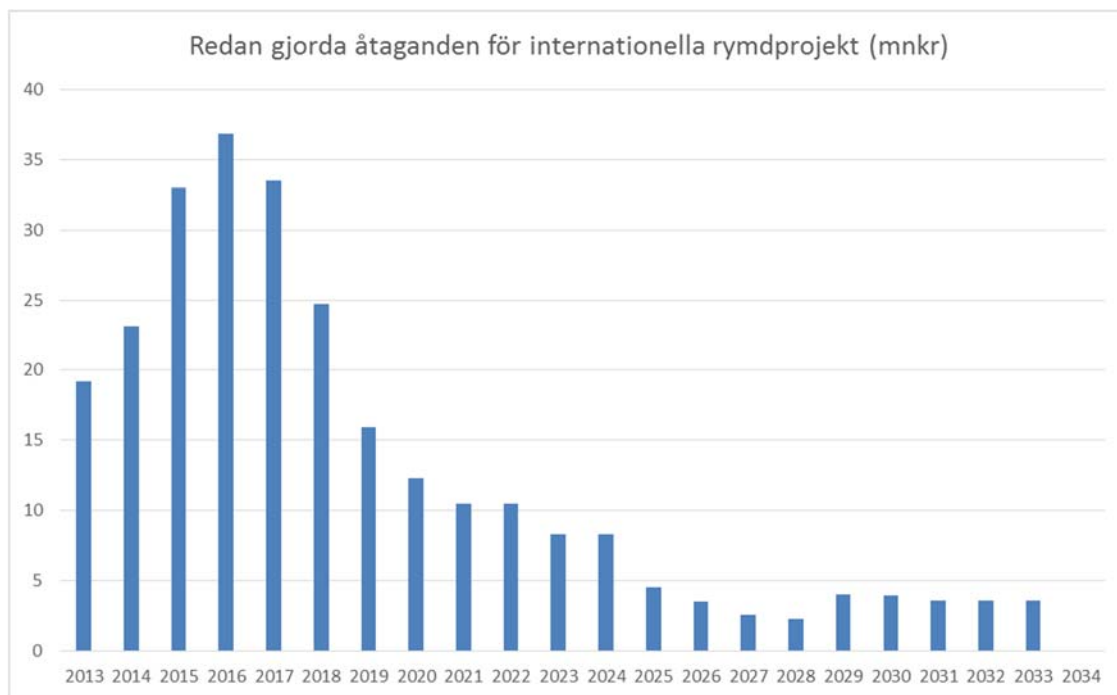
För att etablera ett långsiktigt stabilt nationellt program utan att prioritera bort andra viktiga teknikområden behövs en förstärkning av sakanslaget. Ett kontinuerligt och väl fungerande sa-

tellitprogram kräver 35 mnkr per år. Detta täcker då allt från utveckling, konstruktion, uppsändning och drift. Det är i sammanhanget en synnerligen modest summa om man jämför med likvärdiga vetenskapliga satelliter. Det är också delvis därför programmet uppmärksammas av Esa och andra länder – kostnadseffektiviteten är mycket hög. Detta åstadkoms genom effektiva och små projektgrupper samt strömlinjeformad utveckling och testning av satelliten. Det kräver dock att satellitprojekten avlöser varandra så att rymdindustrins kompetens och personal kan bibehållas.

4.1.3 Instrumentengagemang för internationella rymdprojekt

En kärnverksamhet inom Rymdstyrelsens forskningsprogram är stöd till svenska forskare som deltar i alla faser av internationella rymdprojekt, i enlighet med instruktionen att främja och stödja rymdforskning på högsta internationella nivå. Den vetenskapliga kvaliteten på resultaten från sådana projekt är mycket hög och instrumentprojekten har varit betydelsefulla för utvecklingen av forskargruppernas internationella renommé. Gruppernas erfarenheter av instrumentprojekt och deras internationella nätverk är helt avgörande för att ge dem centrala roller i nya instrumentprojekt. Rymdstyrelsens finansiering är i sin tur nödvändig för gruppernas möjligheter att kunna medverka i instrumentprojekt, och myndigheten är också en mycket viktig finansierare av forskning baserad på data från instrumenten.

Kraven på instrumentbidrag ökar alltmer, och ligger på gränsen av vad Rymdstyrelsen kan klara av med nuvarande finansiering. I dag ligger kostnaden på cirka 35 miljoner kronor per år (se figur nedan) och med nuvarande finansiering kan myndigheten inte fortsätta med ambitionen att låta svenska forskargrupper ta huvudansvaret för instrument på internationella prestigeprojekt. För detta krävs ett tillskott om 20 miljoner kronor per år.



Rymdstyrelsens redan gjorda åtaganden för svensk medverkan och bidrag till internationella rymdprojekt. Nivån har ökat från kring 20 mnkr till kring 35 mnkr, till följd av ökade svenska framgångar och ökade krav på instrumentleverantörer.

Svenska forskare besitter unik kunskap och erfarenhet som bidrar till goda forskningsresultat från stora internationella projekt. Under de senaste tre decennierna har svenska forskargrupper

erhållit stöd från Rymdstyrelsen för att delta i ett tjugotal internationella rymdforskningsprojekt. Som exempel kan nämnas rymdsonden Rosetta där de svenska framgångarna bygger på åtaganden som gjordes för tjugo år sedan. De åtaganden Rymdstyrelsen gör i instrumentutveckling nu ligger till grund för framtidens forskning. Ett exempel på detta är ett åtagande gentemot Esa där forskare vid IRF har huvudansvaret för två instrument till rymdsonden JUICE som om femton år ska genomföra en vetenskaplig kartläggning av fenomen bland Jupiters månar. Esa har en budget för JUICE på cirka 1 miljard euro.

Rymdstyrelsen ger även stöd för tidigt engagemang i internationella konsortier som föreslår nya rymdprojekt. När Esas forskningsprogram gör utlysningar har svenska forskare möjlighet att leda arbetet med att ta fram sådana förslag, och kan då även erhålla industriellt stöd finansierat av Rymdstyrelsen för att bättre kunna värdera vad som är möjligt inom Esas ramar. Rymdstyrelsen stöder också slutfasen då forskarna drar vetenskaplig nytta av de gjorda investeringarna. Trots att data så småningom släpps fria för alla att nyttja, så är det en stor fördel att inom forskargrupperna ha en djup kunskap om instrumentens konstruktion och att själva ha deltagit i driften av dem i rymden. Utöver det vetenskapliga utbytet ger deltagandet också en teknisk kunskap och erfarenhet som är till godo för både nya vetenskapliga utmaningar och möjligheter till *spin-off*. I en del projekt är svensk industri direkt inblandad i tillverkningen och får erfarenheter på den absoluta forskningsfronten.

4.1.4 Förstärkning av raket- och ballongprogram för svensk rymdforskning

Rymdstyrelsen bedriver sedan 2013 ett nationellt program för forskningsprojekt som utnyttjar ballonger och raketer från Esrange. Endast ett fåtal mindre projekt har kunnat finansieras inom programmet.

Höghöjdsballonger erbjuder utmärkt kostnadseffektiva möjligheter till vetenskapliga mätningar inom flera olika forskningsfält, till exempel atmosfärforskning och astrofysik. I synnerhet kan ballonger användas för att pröva nya mätmetoder och instrument innan de skickas upp med satellit. På så vis möjliggörs de första vetenskapliga mätningarna till låg kostnad, och forskargrupperna och företagen bakom instrumenten positionerar sig väl inför framtida rymdprojekt som möjliggör mätningar under längre tid.

Med hjälp av sondraketer får forskare tillgång till tyngdlöshetsexperiment med en varaktighet på flera minuter vilket är tillräckligt för många experiment och betydligt billigare jämfört med satelliter eller rymdstationer. Dessutom är sondraketer den enda typen av farkost som kan nå höjder mellan ballongernas högsta höjd och satelliternas lägsta. Mätningar i de skikten har stor betydelse för förståelsen för klimatet, atmosfären, rymdfysiken och rymdvädet.

Esrange som bas för ballong- och raketuppsändningar utgör en attraktiv resurs i internationella samarbeten, både inom Esa och med andra internationella aktörer. För att motsvara förväntningarna som en modern forskningsanläggning behöver anläggningen uppgraderas, till exempel med bättre laboratoriefaciliteter och övrig infrastruktur.

Sammantaget utgör ett utökat och modernt forskningsprogram baserat på flygningar med ballonger och raketer ett utmärkt verktyg för svenska forskare att bedriva forskning med högsta kvalitet, både nationellt och i internationella samarbeten. Programmet behöver tillföras medel för att kunna erbjuda fler forskningsmöjligheter samt för att ytterligare stärka Esranges position som en svensk och europeisk rymdbas. Rymdstyrelsen söker därför en budgetförstärkning om 15 mnkr årligen för forskning som utnyttjar ballonger och raketer från Esrange (10 mnkr), samt uppgradering av den existerande infrastrukturen för att möta de nya behoven för forskning (5 mnkr).

4.1.5 Centrum för planetär utforskning

Rymdstyrelsen bedömer att svensk forskning kan nå en världsledande ställning inom planetär utforskning genom att bättre tillvarata den samlade expertis som utvecklats inom olika forskningssamfund och genom mer disciplinöverskridande samarbeten och synergier i utnyttjandet av resurser och teknisk kompetens.

En sådan satsning skulle ge möjlighet för svenska forskare att medverka i framkanten av kommande stora rymdprojekt, till exempel utforskning av Mars eller andra planeter. Nasas upptäckt av flytande vatten på Mars yta föregicks av indikationer från forskare vid Luleå tekniska universitet, och den nya amerikanska inriktningen på en bemannad färd till Mars (rymdprogrammet *Journey to Mars*) visar på forskningsfältets stora internationella potential, både vetenskapligt och tekniskt. Svenska forskare visar också framfötterna genom sin omfattande medverkan i Esas kommande utforskning av Merkurius och Jupiters månar, pågående utforskningen av kometen Churyumov-Gerasimenko med Esas rymdfarkost Rosetta och tidigare av Mars och Venus atmosfärer med Mars och Venus Express.

Utforskningen av planetsystemet har emellertid till stor del utvecklats längs parallella spår i Sverige, nämligen (1) astronomisk forskning, (2) geologiskt och biologiskt skolade forskare som expanderar mot planetär geologi och astrobiologi, (3) rymdfysik samt (4) atmosfärfysik. Det har dock hittills varit relativt begränsat med fruktbärande samarbeten mellan de grupper som är aktiva inom dessa forskningsområden. Forskningen och resurser i form av exempelvis teknisk kompetens, testanläggningar och laboratorier är spridda över flera lärosäten och institut. På flera ställen i Sverige finns enskilda forskningsgrupper som var för sig bedriver utmärkt forskning inom de olika disciplinerna, till exempel på IRF, Kungliga tekniska högskolan, Chalmers, Luleå tekniska universitet, Stockholms universitet och Uppsala universitet, men det saknas resurser för att samutnyttja kompetens och anläggningar, bedriva tvärvetenskaplig forskning och vidareutveckla faciliteter i tvärvetenskaplig riktning. En centrumbildning skulle optimera de befintliga nationella tillgångarna och vidareutveckla dem som nationella resurser, samt stödja tvärdisciplinära samarbeten inom planetär utforskning. Centrumbildningen skulle därmed underlätta svenska forskares möjligheter att samarbeta nationellt och positionera sig internationellt i forskningssamarbeten och framtida deltagande i utforskningen av solsystemet.

Svenska forskargrupper som bedriver utforskning av planetsystemet har dessutom goda möjligheter att inspirera människor i alla åldrar. Detta framgår av det stora intresset för Rosetta och dess landare Philae. Ett centrum för planetär utforskning bör därför även ges i uppdrag att i samverkan med Rymdstyrelsen och andra aktörer verka för ett ökat intresse för naturvetenskap och teknik, särskilt bland unga.

Rymdstyrelsen kan opartiskt överblicka de berörda svenska aktörerna och de befintliga resurserna, och därför bör myndigheten ges i uppgift att initiera och finansiera etableringen av ett centrum för planetär utforskning.

4.2 Samhällsnytta från europeiska rymddata

4.2.1 Förslag

Rymdstyrelsen ser behov av nya resurser för att öka utväxlingen av investerade medel i den europeiska rymdverksamheten för att uppnå större samhällsnytta. Rymdstyrelsen föreslår:

- att Rymdstyrelsens förvaltningsanslag förstärks med 3 mnkr per år och sakanslag med 6 mnkr per år för att hantera de högprioriterade uppgifter som följer på driften av Copernicus (arkivering, hantering och förmedling av data).
- att Rymdstyrelsens förvaltningsanslag ökas med 1 mnkr per år för att förstärka myndighetens resurser för att kunna följa och aktivt delta i EU:s rymdverksamhet.

4.2.2 Skälen till förslagen

Utväxlingen av Sveriges stora investeringar i EU:s rymdverksamhet behöver förbättras genom större engagemang i användningen av data från Copernicus och Galileo. Det som främst krävs är en betydande insats för att tillse att alla de data som levereras från Copernicus kan komma till maximal nytta i samhället. För att kunna tillgängliggöra den kraftigt ökade mängden satellitdata, med öppen och fri datapolicy för nya forskningsutmaningar, krävs utveckling av en dedikerad infrastruktur. Ett projekt av den omfattningen kräver dessutom utökade personalresurser på Rymdstyrelsen för att hantera projektet och driften av infrastrukturen.

Därutöver krävs ytterligare insatser för att användningen av data från Copernicus i samhället ska bli större. År 2012 utvärderade Rymdstyrelsen det nationella program som bland annat syftar till att stödja och uppmuntra forskning av hög kvalitet och stärka kopplingen mellan operationalisering och användning av forskningsresultaten så att dessa kommer samhället till nytta. Utvärderarna betonade vikten av att forskningsresultat kommer till nytta i bärkraftiga tjänster och produkter. De tjänster och produkter som Copernicus kan ge upphov till är i många fall kopplade till miljö- och klimatövervakning och kan väntas få ett stort värde för samhället. Forskningen kan dra stor nytta av data på global nivå medan slutanvändarna tillgodoser både nationella och regionala såväl som globala behov. Exempel på regionala behov kan gälla Östersjö- eller Arktisregionen.

Rymdstyrelsen ser vidare behov av insatser för att underlätta för nya företag att knopras av från universitet och högskolor så att forskningsresultat inom området omsätts i tjänster och produkter. En annan förhoppning är att fler forskare fortsätter sina karriärer ute i användarorganisationerna för att på det sättet öka medvetenheten och kunskapen om jordobservationens fördelar i det övriga samhället. Rymdstyrelsen instämmer således med forskningsrådets gemensamma analys att rörligheten för personal mellan akademien och olika samhällssektorer behöver främjas. Detta är av särskild vikt för att stärka samarbetet mellan forskningen och användarorganisationer för att användare i större utsträckning ska ges möjlighet att definiera sina behov av forskningsresultat och teknisk utveckling och för att stärka kopplingen till användningen av forskningsresultaten så att dessa kommer till praktisk nytta i samhället.

Rymdstyrelsen är en liten myndighet med endast 18 anställda. Arbetsbördan har ökat avsevärt i takt med att rymdens betydelse ökat i samhället. I synnerhet EU:s mandat för rymdfrågor har medfört att Rymdstyrelsen i dag bemannar ett tiotal fler europeiska kommittéer än vad myndigheten gjorde i början på 2000-talet. Rymdstyrelsen deltar i EU:s kommittéer för Galileo, Copernicus och SST (*Space Surveillance and Tracking*). Myndigheten bevakar också svenska intressen i Horisont 2020, tema rymd. Det finns för lite tid för att kommunicera relevant information från EU-programmen såväl med allmänheten som med andra berörda myndigheter. Med ytterligare personal skulle Rymdstyrelsen genom ett ökat engagemang och större fördjupning i EU:s verksamhet kunna bidra till att ge Sverige ökade möjligheter att dra nytta av EU:s satsningar på rymdområdet, inom såväl Galileo, Copernicus, SST och Horisont 2020.

4.3 Utbildning och kommunikation

4.3.1 Förslag

Rymdstyrelsens sakanslag bör öka med 15 mnkr per år från 2017 med syfte att:

- avsevärt öka satsningarna inom information och utbildning riktade mot lärare, skolor och ungdomar.
- erbjuda studenter nya program och utökade möjligheter till aktiviteter inriktade på små satelliter, ballonger och sondraketer.
- utöka kontakterna och samverkan med andra myndigheter.

4.3.2 Skälet för förslaget

Enligt instruktionen ska Rymdstyrelsen främja informationsverksamhet på rymd- och jordobservationsområdet och också verka för ett ökat intresse för naturvetenskap och teknik, särskilt bland unga. Rymdstyrelsen har valt att fokusera kommunikationssatsningarna på ungdomar och skolor. Bland aktiviteterna märks en webbsatsning (Rymdkanalen), skolmaterial om rymden samt skolturnéer med den svenske astronauten Christer Fuglesang. Satsningarna har fått stort genomslag och det visar tydligt att rymdtemat har förmågan att fånga barns och ungas intresse. Rymden som specifikt fokus för att förmedla mer generell kunskap inom naturvetenskap och teknik är således en framgångsrik modell.

Rymdstyrelsen ser följaktligen stor potential i kommunikationsverksamheten på flera olika nivåer, men det finns ingen möjlighet att öka kommunikationsaktiviteterna utan att det skulle inverka menligt på den övriga verksamheten och därmed på myndighetens möjlighet att fullgöra sina övriga uppgifter. Särskilda insatser kan riktas för att locka kvinnor till tekniska och naturvetenskapliga ämnen, och i förlängningen rymdverksamheten.

Efterfrågan på skolmaterial om rymden är mycket stor. Inför skolstarten hösten 2014 gick det åt 14 000 exemplar av skolmaterialet ”Vi rymmer till rymden” för mellanstadiet på tre dagar. Totalt har detta material tryckts och delats ut i 150 000 exemplar. Under våren 2015 publicerade Rymdstyrelsen ett skolmaterial som riktar sig mot lågstadiet, ”Leia och björndjuren – en upptäcktsresa i rymden”. De 50 000 exemplar som trycktes upp tog slut på mindre än en vecka. Intresset hos lärarna för att använda rymden i undervisningen är således stort. Rymdstyrelsen har gjort vissa satsningar på lärarfortbildning i samråd med Skolverket och samarbetar med andra nordiska länder under ledning av Esa. Denna verksamhet är populär bland lärare, men det behövs mer resurser för att Sverige ska kunna dra full nytta av dessa aktiviteter. Esas nästa satsning på området görs i en treårsperiod som startar 2017.

Rymdstyrelsen stödjer även aktiviteter som riktar sig mot studenter och detta är ett område där insatserna skulle kunna öka betydligt. Sveriges starka rymdindustri och internationellt framstående forskare bygger bland annat på en god tillgång till utmärkta rymdingenjörer och rymdtekniska forskare, och ökad kvalitet i rymdutbildningen är en förutsättning för god återväxt. Rymdstyrelsen arbetar bland annat för att förmedla och underlätta svenska studenters deltagande i sommarskolor och kurser. Rymdstyrelsen satsar även på studentprogrammet Rexus/Bexus, i vilket studenter får bygga och sända upp egna experiment med sondraketer och stratosfärballonger från Esrange. Över 570 europeiska studenter har deltagit i programmet som har fått mycket goda vitsord. Med ett utökat program skulle fler svenska studenter kunna delta. Under de senaste åren har Cubesatstandarden (ett kostnadseffektivt sätt att bygga extremt små satelliter, främst i utbildningssyfte eller teknikdemonstration) slagit igenom internationellt. Svenska företag är långt framme på området i dag. En satsning på ett nationellt stöd till Cubesatverksamhet inom grundutbildningen för system- och rymdingenjörer skulle ge en god erfarenhet och teknisk kompetens som det finns stort behov av.

Satsningar på studentaktiviteter kan entusiasmera och locka studenter till högre teknisk utbildning. Det ger också förutsättningar för välutbildade svenska systemingenjörer, inte bara på rymdområdet. Esrange är som tidigare nämnts en betydande facilitet både nationellt och internationellt och det är naturligt att dra nytta av detta även för studentverksamhet.

Med en ökad informationsinsats mot de myndigheter och organisationer som använder rymdteknik skulle de statliga satsningarna på rymdområdet kunna ge betydligt bättre genomslag. Rymdstyrelsen ser därför ett tydligt behov av att intensifiera kontakterna med andra berörda myndigheter på lokal, regional och nationell nivå för att sprida kunskap om hur data och tjänster kan användas inom olika samhällstillämpningar och ge konkret vägledning om hur de kan få tillgång till dem.

5 Referenser

- European Association of Remote Sensing Companies (EARSC), 2015, Copernicus Sentinels' Products Economic Value: A Case Study of Winter Navigation in the Baltic
- Faugert & Co Utvärdering AB, 2010, Effektutvärdering av Rymdstyrelsens finansiering av teknikutveckling
- Faugert & Co Utvärdering AB, 2012, Effektutvärdering av Rymdstyrelsens nationella fjärranalysprogram
- Faugerth & Co Utvärdering AB, 2015, Effektutvärdering av stora rymdforskningsprojekt i plasmafysik
- Naturvetenskapliga forskningsrådet, 2000, International Evaluation of Astronomy and Astrophysics
- Riksrevisionen, 2013, Svensk rymdverksamhet – en strategisk tillgång?, RIR 2013:1
- Rymdstyrelsen, 2006, Evaluation of the User Part of the Swedish National Remote Sensing Programme
- Rymdstyrelsen, 2008, International Evaluation of Swedish Space Physiology
- Rymdstyrelsen, 2010, International Evaluation of SNSB's Earth Observation Research Programme 2005-2010
- Rymdstyrelsen, 2012, Kartläggning av svenskt deltagande inom tema rymd i EU:s sjätte och sjunde ramprogram
- Rymdstyrelsen, 2013, Innovative, Low Cost Satellites Mission Feasibility Report (Public summary)
- Rymdstyrelsen, 2014, Sentinel – Collaborative Ground segment Sweden. User needs – coverage, products and services
- Rymdstyrelsen, 2014, Sentinel Collaborative Ground Segment Sweden. Technical requirements
- Statens offentliga utredningar, 2015, En rymdstrategi för nytta och tillväxt, SOU 2015:75
- Vetenskapsrådet, 2004, International Evaluation of Meteorologi
- Vetenskapsrådet, 2015, Förslag till nationella riktlinjer för öppen tillgång till vetenskaplig information
- Vetenskapsrådet, 2015, Kopplingen mellan bidrag och utförd forskning, bilaga 1, VR, PM, dnr 5.1-2015-5652
- Vetenskapsrådet, 2015, Analys och förslag till regeringens forsknings- och innovationsproposition. Redovisning av regeringsuppdrag (U2015/1362/F) – gemensam analys från Energimyndigheten, Formas, Forte, Rymdstyrelsen, Vetenskapsrådet och VINNOVA