

Rymdstyrelsens forskningsstrategi

Uppdrag U 2003/1005/F

Innehållsförteckning

1	Inledning	3
2	Internationellt samarbete	4
2.1	ESA	4
2.2	EU	6
2.3	Andra viktiga samarbetsparter	7
3	Nationella forsknings satelliter	8
4	Rymdstyrelsens roll som forskningsfinansiär	9
4.1	Programinnehåll och programarbete	9
4.2	Rådgivande struktur och kvalitetssäkring	9
4.3	Finansiering av nationell verksamhet	10
4.4	Samverkan med andra finansiärer	11
5	Rymdforskningens strukturella förutsättningar	12
5.1	Vetenskaplig förnyelse	12
5.2	Forskarsamfunden och deras utveckling	12
5.3	Starka forskningsmiljöer och huvudmannaskap	13
5.4	Återväxt och akademisk karriär	13
5.5	Jämställdhet	14
6	Samverkan med det övriga samhället	15
6.1	Forskningsinformation till allmänheten	15
6.2	Tjänster och tillämpningar av vikt för samhället	15
7	Projektstrategi	17
7.1	Pågående projekt	17
7.2	Planering för framtiden	17
8	Forskningsinnehåll och utvecklingstendenser	18
8.1	Livets och jordens ursprung	18
8.2	Universum och naturlagarna	19
8.3	Jorden – människans och rymdens påverkan	20
8.4	Forskning under tyngdlöshet	21
9	Anslagsfrågor	22
9.1	Äskanden	22
9.2	Konstruktion av anslaget 26:3	22

Bilaga 1: Ett nationellt satellitprogram – motiv, strategi och resursbehov

Bilaga 2: Sammanfattning av satellitprojektet STEAM

Sammanfattning

Rymdforskningen är idag en integrerad och omistlig del av naturvetenskaplig forskning som påverkar vår världsbild, hjälper oss att förstå och vårda jordens miljö och ger upphov till nya tekniska innovationer. Rymdforskning sträcker sig från kosmologi till människans fysiologi. Den synliggör också naturvetenskapliga frågeställningar på ett sätt som fångar allmänhetens och speciellt de ungas intresse.

Internationell samverkan är en nödvändighet för rymdforskningen. Det europeiska rymdorganet ESA är det viktigaste internationella samarbetsorganet för svensk rymdforskning. Rymdstyrelsen avser att

- verka för att Sverige inför kommande rådsbeslut stödjer en långsiktigt stabil resursnivå för ESA:s vetenskapsprogram, som i köpkraft räknat minst ligger på dagens nivå
- verka för att svenska forskare ges ökade möjligheter att delta i ESA:s vetenskapliga projekt med både instrument och dataanalys
- verka för att ESA-budgeten för forskning i tyngdlöshet medger en fortsatt sondraket-verksamhet på Esrange och adekvata experimenttillfällen i tyngdlöshet för svenska forskare
- medverka till att ESA:s jordobservationsprogram förser forskarsamfunden med relevanta data och att svenska forskares användning av data ökar, samt breddas till fler forskningsområden
- planera för ett deltagande i Aurora samt vid ett beslut eftersträva maximal synergi mellan rymdforskning och teknikutveckling samt samverkan med andra forskningsfinansiärer.

Rymdstyrelsen deltar i arbetet med att utforma EU:s ramprogram och verkar för att påvisa rymdobservationernas betydelse. Rymdstyrelsen avser att utnyttja de möjligheter och fördelar som kan ges av det framtida rymdsamarbetet mellan ESA och EU. Rymdstyrelsen anser emellertid att merparten av den rymdforskning som sker inom ESA även fortsatt bör vara ESA:s ansvarsområde.

Rymdstyrelsen stödjer bi- och multilaterala forskningsprojekt som kompletterar ESA-samarbetet eller fyller angelägna nationella forskningsbehov. Till denna kategori hör det nationella satellitprogrammet som är av stor strategisk betydelse för svensk forskning och teknisk utveckling. Rymdstyrelsen har prioriterat två nya forskningsinriktade satellitprojekt, STEAM för atmosfärsforskning och TechnoSat för teknik- och instrumentdemonstration. Rymdstyrelsen beräknar att det

- för att genomföra STEAM behövs i storleksordningen 30-40 mkr/år i ca 5 år, varav större delen i form av nya resurser från Utbildningsdepartementet
- för att genomföra TechnoSat behövs 10-20 mkr/år i ca 3 år.

En konkurrenskraftig svensk rymdforskning i internationell samverkan förutsätter en stark nationell bas, personellt och materiellt. Med tanke på rymdprojektens långa ledtider samt formella åtaganden gentemot internationella partners måste finansieringen vara stabil och uthållig. Det är viktigt att notera att i de forskningssatellitprojekt som drivs av ESA måste mätinstrumenten ombord på satelliterna såväl som analysen av vetenskapliga data från projekten i regel finansieras nationellt. Den nationella budgeten för rymdforskning har varit minskande sedan mitten av 90-talet. Under samma period har påslagen till universitet och högskolor ökat kraftigt. Samtidigt syns ett behov av att ge samhällsnyttiga verksamheter som utnyttjar eller stödjer rymdforskning (t.ex. monitorering av atmosfären och rymdväderprognoser) större uppmärksamhet och bättre förutsättningar att erhålla stöd. Ansvaret för detta faller på flera finansiärer. Rymdstyrelsen anser att:

- resurserna för nationell rymdforskning behöver öka med 10 mkr/år, bl.a. för att åter göra Esrange till en viktig bas för svenska atmosfärsexperiment samt till satsningar på framåtsyftande teknik- och instrumentutveckling
- det behövs en resursförstärkning på 4 mkr/år för rymdforskning med kopplingar till samhälleliga tjänster och produkter.

Rymdstyrelsen anser att antalet fasta forskartjänster tidigt i karriären och tjänster för experimentell verksamhet behöver öka. Bristen på sådana tjänster är sannolikt det enskilt största hindret för att göra naturvetenskaplig forskning attraktiv, inte minst för kvinnor. Rymdstyrelsen avser att:

- i ökad omfattning finansiera tjänster för doktorander, nyblivna doktorer (post-doc) och forskarassistenter om ökade resurser erhålls enligt ovan
- uppmana forskargrupper att då möjligt ge yngre forskare och kvinnor rollen som huvudmän.

I takt med rymdforskningens utveckling och breddning ökar behovet och nödvändigheten av samverkan med andra forskningsfinansiärer. Rymdstyrelsen avser därför att öka sina ansträngningar för att:

- informera relevanta finansiärer om tillgången till nya rymdbaserade system, och därigenom medverka till att nya forskningsmöjligheter uppmärksammas
- följa utvecklingen inom forskningen i syfte att identifiera nya sätt att använda rymdbaserade system – existerande och nya

Rymdstyrelsen begär att nästa forskningspolitiska proposition innehåller ett förslag om att dela upp anslaget 26:3 i tre separata anslag enligt den modell som redovisas i detta dokument.

1 Inledning

Rymdstyrelsen ansvarar för statligt finansierad FoU och teknikutveckling inom nationell och internationell rymdverksamhet samt för vissa industriella och samhällliga tillämpningar som baseras på rymdverksamhet. Myndighetens verksamhet omfattar allt från teknologiutveckling för att tillverka och operera rymdbaserade system, till forskares och andra användares nyttjande av resultaten. Rymdstyrelsen har således ett mycket brett ansvar inom sitt verksamhetsområde, vilket avspeglar sig i att myndigheten sorterar under Näringsdepartementet men har anslag även från Utbildningsdepartementet för rymdforskning. Föreliggande strategi avser primärt grundläggande rymdforskning. Rymdstyrelsen avser att senare även inge en strategi för näringspolitiskt betingad FoU till Näringsdepartementet. Tillsammans kommer dessa dokument att belysa den nära symbiosen mellan Rymdstyrelsens olika verksamhetsgrenar. Men eftersom den teknologiska och industriella infrastrukturen är en förutsättning för att grundläggande rymdforskning skall kunna bedrivas så berörs gränssnitten kortfattat även i föreliggande dokument.

Rymdstyrelsens ansvar för rymdforskning koncentreras till den del inom forskningsområdena astronomi, rymdplasmafysik, atmosfärfysik, jordobservation, fysiologi och materialfysik som kräver rymdbaserade instrument för observationer och experiment. I takt med teknikens utveckling (sensorer, databehandling etc.) och den ökande tillgången på satellitbaserade system har rymdforskningen utvecklats till en integrerad och omistlig del av naturvetenskaplig forskning och till ett verktyg för nya och viktiga tillämpningar. Detta medför ökade forskningsbehov, som kräver både mera resurser och större samverkan mellan olika forskningsfinansiärer.

Merparten av den verksamhet som avser grundforskning finansieras med anslag från Utbildningsdepartementet. I funktionen som forskningsfinansiär arbetar Rymdstyrelsen i allt väsentligt som övriga forskningsråd. Rymdforskningen omfattar många discipliner, är beroende av avancerad teknik och internationellt samarbete samt har nära kopplingar till industri och tillämpningar. En viktig del av Rymdstyrelsens strategi är att ta till vara de synergimöjligheter som bredden i verksamheten erbjuder. Att använda medel från både Näringsdepartementet och Utbildningsdepartementet för forskning ligger i linje med målsättningen att grundforskningens kunskapsbas skall ge underlag för teknisk utveckling, framtida tillämpningar och användarnytta.

Rymdforskning är beroende av en avancerad och kostsam infrastruktur. Det är därför nödvändigt för rymdnationer att samla sina intellektuella, tekniska och ekonomiska resurser för att kunna genomföra de stora projekten. ESA (European Space Agency) är det mellanstatliga organ som i Europa svarar för merparten av den nödvändiga infrastrukturen. ESA utgör en grundbult i den svenska rymdverksamheten och Sverige var en av grundarna vid starten 1975 (liksom även i ESA:s föregångare, ESRO). Behovet av omfattande infrastruktur och internationell samordning leder till långa ledtider och formaliserade åtaganden över många år, 5-20 år beroende på projekt. Detta faktum återspeglas i Rymdstyrelsens agerande och strategiska planering.

För att ett land skall kunna vara en aktiv och framgångsrik partner i samarbetet och dra nationell nytta av resultaten krävs en *stark och kompetent hemmabas*. För detta behövs ett långsiktigt stöd till konkurrenskraftiga forskargrupper medverkan i internationella projekt, men också riktade satsningar för att bygga upp den nationella kompetensen inom nya, prioriterade områden och för att komplettera det internationella programmet. Begreppet *nationellt forskningsprogram* avser i det följande den forskningsverksamhet som utförs av svenska aktörer, antingen inom ramen för ESA-programmet eller som en del av ett bi- eller multilateralt samarbete utanför ESA.

<p>Rymdstyrelsen skall främja internationellt konkurrenskraftig svensk rymdforskning genom att</p> <ul style="list-style-type: none">• aktivt delta i det internationella samarbetet, framförallt inom ramen för ESA• arbeta för en stark nationell kapacitet som bas för det internationella deltagandet• utnyttja de unika synergimöjligheter som medges genom rymdforskningens bredd och Rymdstyrelsens likaså breda ansvarsområde.
--

2 Internationellt samarbete

2.1 ESA

ESA har fyra programområden som på olika sätt stödjer grundforskning varav ett är obligatoriskt. Sverige deltar i tre av dessa program. Det obligatoriska *vetenskapsprogrammet* utgör en grundsten inom ESA. Programmet omfattar studier av jordens plasmaomgivning, solsystemet och universum i stort, inklusive fundamentalfysik. Bland frivilliga programområden med forskningsinriktning deltar Sverige i *EMIR/ELIPS*, som bl.a. stödjer forskning som är beroende av tyngdlöshet, och *EOEP* (Earth Observation Envelope Programme), som bl.a. inriktas mot grundläggande forskning rörande jord, hav och atmosfär. Ett fjärde, nytt program med inslag av grundforskning heter *Aurora* och inriktas mot studier av livsbetingelser utanför jorden och av fysiologiska förutsättningar för människor att vistas i den interplanetära rymden. Sverige har hittills valt att inte delta i *Aurora*, främst på grund av bristande resurser. Det vetenskapliga innehållet i ESA-programmen bestäms av inomvetenskapliga kriterier och/eller behov så som de identifieras och prioriteras av forskarsamfundet och ESA:s rådgivande kommittéer bestående av aktiva forskare. De formella programbesluten tas på delegatnivå och baseras på en sammanvägning av det vetenskapliga innehållet, tillgänglig budget och en strävan att uppnå rimlig balans mellan olika discipliner.

Betalningen till vetenskapsprogrammet är en del av medlemsavgiften till ESA och därmed en förutsättning för deltagande i övriga ESA-program. Vetenskapsprogrammet betalas via anslag från Utbildningsdepartementet medan EMIR/ELIPS och EOEP finansieras med anslag från Näringsdepartementet. *ESA finansierar gemensamma instrumentplattformar, uppsändning och drift men inte någon nationell forskningsverksamhet.*

Enligt ESA:s konvention skall minst 80% av ett lands bidrag till ESA återgå till respektive land i form av industribeställningar eller annan likvärdig nytthet. Ett optimalt industriellt utbyte förutsätter en aktiv växelverkan mellan berörda parter, dvs. ESA, industrin och Rymdstyrelsen.

Rymdstyrelsen kommer att

- fortsatt värna forskarsamfundens inflytande på ESA-programmens innehåll och en hög vetenskaplig kvalitet
- aktivt medverka till växelverkan mellan utförande parter (forskargrupper, forskningsinstitut, rymdindustri) för att maximera det svenska utbytet av medlemskapet i ESA.

2.1.1 ESA:s Vetenskapsprogram

Vetenskapsprogrammet ger astronomer, rymdplasmafysiker, planetologer och fysiker förutsättningar att bedriva frontlinjeforskning inom discipliner med stark utveckling och stor potential. De senaste åren har inneburit enastående framsteg inom en rad områden, och med morgondagens teknik kan flera av mänsklighetens ”stora frågor”, om livets ursprung och universums uppkomst och utveckling, komma närmare en lösning. Rymdforskningen har blivit ett omistligt och i flera fall dominerande inslag i dagens naturvetenskapliga forskning. Programmet bidrar också med grundläggande kunskap om hur solen påverkar både klimatet på jorden och den elektromagnetiska miljön på jorden och i områden där kommunikations- och vädersatelliter befinner sig.

ESA:s vetenskapsprogram är i första hand ägnat att ge medlemsländernas forskare möjlighet att använda nationellt utvecklade instrument på gemensamma satellitplattformar och rymdsonder. *Mätinstrumenten och analysen av de data som kommer ut av projekten måste emellertid finansieras nationellt, utanför ESA:s programbudget. Detta, tillsammans med långa projektider (5-20 år), leder till motsvarande mångåriga finansiella åtaganden för Rymdstyrelsen.*

Resursnivån för vetenskapsprogrammet beslutas av ESA:s råd för en period av 5 år, där budgeten för de två sista åren är indikativ. Varje medlemsland bidrar med sin BNI-andel, som för Sveriges del för närvarande är 2,66 %. De tre senaste budgetbesluten har medfört en kraftigt reducerad

budget. Programmet har förlorat 20 % i köpkraft sedan 1995. Resursminskningen har hjälpligt hanterats genom effektivisering, senareläggningar och strykningar av beslutade projekt. Dessa möjligheter är nu helt uttömda och skadar programmet. Som jämförelse kan nämnas att NASA:s civila rymdforskningsbudget är ca 7 ggr större än ESA:s per capita räknat, och har dessutom ökat under de senaste åren.

Rymdstyrelsen anser att köpkraften hos ESA:s vetenskapsprogram inte kan tillåtas minska ytterligare och att ett fortsatt framgångsrikt deltagande i vetenskapsprogrammet kräver ökade resurser.

Rymdstyrelsen skall arbeta för att Sverige inför kommande rådsbeslut (2004/2005) verkar för en långsiktigt stabil resursnivå för ESA:s vetenskapsprogram, som i köpkraft räknat minst ligger på dagens nivå.

2.1.2 ESA:s program för forskning under tyngdlöshet och rymdstationsprogrammet

ESA:s program för studier och experiment i tyngdlöshet startade som ett utvecklings- och tillämpningsprogram, men det rena forskningsinslaget har med åren blivit dominerande. Det ingår således inte längre i planerna att bedriva regelrätt produktion i tyngdlöshet. Europeisk industri deltar dock i hög grad i ESA:s program ”Microgravity Applications Promotion” som förberedelse inför experiment ombord på den internationella rymdstationen (ISS). Detta har lett till ett flertal samarbetsprojekt mellan forskargrupper och industri, såväl i Sverige som internationellt.

Det senaste tyngdlöshetsprogrammet, ELIPS, kommer troligen att ha en budget de närmaste åren på ca en tiondel av det obligatoriska vetenskapsprogrammet. Det svenska bidraget till ELIPS är relativt sett stort, beroende på att programmet finansierar sondraketuppskjutningar vid Esrange. Programinnehållet baseras på förslag från forskare med åtföljande ”peer-review”. Ett fortsatt svenskt deltagande i ELIPS är en nödvändig förutsättning både för framtida experiment för svenska materialforskare och fysiologer och för ett fortsatt sondraketprogram på Esrange.

Genom ESA:s bidrag till den internationella rymdstationen ISS har europeiska forskare tillgång till forskningsmöjligheter på stationen, främst laboratorieutrustning som utnyttjar den tyngdlösa miljön. Tyvärr har ESA inom detta område frångått principen ”best science for Europe” och istället kvoterat forskningsanvändningen i proportion till bidragen från de deltagande länderna (utilisation return). Svensk forskning på ISS får därigenom 0,4 % av ESA:s totala utnyttjande av stationen.

Rymdstyrelsen kommer att verka för att

- ELIPS skall vara ett program som innefattar ett brett spektrum av experimentmöjligheter med så korta och pålitliga ledtider som möjligt
- ELIPS budget medger en fortsatt sondraketverksamhet på Esrange, förutsatt att den bedöms vara vetenskapligt konkurrenskraftig
- ELIPS fortsätter att utvecklas i riktning mot ett användarstyrt *forskningsprogram*.
- Sverige överväger en höjning av bidraget till ESA:s program för användning av ISS, om Sveriges nuvarande forskningskvot visar sig otillräcklig för svenska forskningsintressen.

2.1.3 Earth Explorer

Satellitdata är ett värdefullt verktyg för att förstå och övervaka globala klimat- och miljöförändringar. I ESA:s långsiktiga jordobservationsstrategi, ”Living planet”, ingår Earth Explorer som inriktas mot klimat- och miljöforskning. Earth Explorer finansieras genom det tidigare nämnda Earth Observation Envelope Programme. Earth Explorer omfattar ett antal satellitprojekt som skall tillgodose forskarnas behov av satellitdata för jord, hav, is, vegetation och atmosfär. När programmet i år gick in i sin andra fas minskade resurserna kraftigt. Sverige, som vanligen håller en hög profil i miljö- och klimatfrågor, tvingades gå in i programmet på lägsta tillåtna nivå på grund av resursbrist. Den låga budgeten kommer på lång sikt att leda till färre satelliter vilket kommer att minska möjligheten att testa jordobservation inom nya områden.

Svenska forskare har ett stort intresse för de data som snart börjar levereras inom Earth Explorer. Rymdstyrelsen arbetar genom sitt nationella program för att dessa forskare skall få möjlighet att använda data. Såväl forskning som kalibrerings- och valideringsaktiviteter med anknytning till ESA:s program måste finansieras genom Rymdstyrelsens nationella program. *Det ökade antal forskningstillfällen som uppkommer i och med de satelliter som inom kort kommer att börja sändas upp inom Earth Explorer motiverar en resursförstärkning för nationell verksamhet.*

Rymdstyrelsen avser att verka för att svenska forskares användning av satellitdata från ESA:s jordobservationsprogram ökar, och breddas till fler forskningsområden och forskargrupper.

2.1.4 Aurora

Aurora är ett program som inriktas mot studier av livsbetingelser utanför jorden och av fysiologiska förutsättningar för människor att vistas långa tider i den interplanetära rymden. Den långsiktiga planen omfattar landsättning av människor på planeten Mars (>2030). Aurora är ett program som styrs av människans nyfikenhet på det okända och som skall försöka komma närmare svaret på frågor om kosmiska livsbetingelser och om vi är ensamma i universum, frågeställningar som berör både naturvetare, humanister och samhällsvetare. Aurora har därför stark koppling till det framväxande, tvärvetenskapliga ämnesområdet astrobiologi (se 8.1.1). Programmet karaktäriseras också av tekniska innovationer av betydelse för både akademi, små- och medelstora företag och etablerad rymdindustri. För att kunna genomföra studierna på t.ex. Mars krävs tillgång till den mest avancerade tekniken. Aurora bygger i hög grad på nya tekniska möjligheter som ges av mikromekaniska system, robotteknik, avancerad IT-användning och nanoteknologi. Sverige har mycket goda förutsättningar att spela en viktig roll i detta arbete.

Aurora befinner sig sedan två år i en förberedande fas och väntar på ett nytt beslut vid nästa rådsmöte på ministernivå (2004/2005). Sverige är ett av fem länder som ännu inte deltar, på grund av främst bristande resurser men också tidigare osäkerheter kring den fortsatta utformningen. Rymdstyrelsen är dock övertygad om att programmets forsknings- och teknologiriiktning kommer att bli ett viktigt, innovativt inslag i ESA:s verksamhet. I avvaktan på ett formellt beslut om deltagande i Aurora stödjer Rymdstyrelsen forskning och teknologikutveckling som bedöms vara av betydelse för ett deltagande i programmet. Eftersom industrikonsortier redan håller på att bildas är det angeläget att den svenska teknologikutvecklingen kan bli ett bidrag till den överbryggningsfas som föreslås ESA:s råd redan i december 2003. Kostnaden på sikt för ett deltagande i Aurora är i dagsläget svår att uppskatta eftersom den beror på både total programvolym och svensk del i programmet. En rimlig bedömning är att kostnaden ligger mellan 10 och 30 mkr/år.

Rymdstyrelsen ställer sig bakom ESA:s planer för Aurora och avser att planera för ett deltagande samt vid ett beslut eftersträva:

- maximal synergi mellan teknikutveckling och rymdforskning
- konkret samverkan mellan akademi och små och medelstora högteknologiska företag
- samverkan med andra forskningsfinansiärer.

2.2 EU

2.2.1 EU/ESA

Den pågående diskussionen mellan ESA och EU är ett bevis för rymdverksamhetens ökade strategiska betydelse och kommer med stor säkerhet att leda fram till en konkret handlingsplan, en *vitbok*. Samtidigt har EU-konventet fört fram ett förslag om att föra in *rymd* som ett eget politikområde i EU:s framtida grundfördrag. Rymdstyrelsen gör dock redan nu bedömningen, att den rymdforskning som idag utförs inom ramen för ESA:s obligatoriska vetenskapsprogram och merparten av den som finansieras av programmen EOEP, ELIPS och Aurora kommer att vara –

och bör vara - ESA:s ansvarsområde även i fortsättningen. Däremot är det troligt – och rimligt - att EU kommer att ta ett ökat ansvar för t.ex. tillämpad jordobservation och tillämpad forskning utifrån EU:s behov, t.ex. med utnyttjande av den internationella rymdstationen (ISS).

2.2.2 EU:s sjätte ramprogram för forskning (FP6)

Rymden är ett nytt tematiskt prioriteringsområde inom ramprogrammet för forskning. Rymdstyrelsens FoU-samverkan har därmed fått en extra dimension, där myndigheten tilldelats ansvar dels inom programkommittéarbetet, dels i rollen som nationell kontaktpunkt tillsammans med EU/FoU rådet. Gällande arbetsprogram och utlysningar stödjer vare sig rymdforskning eller teknikutveckling i egentlig bemärkelse, utan syftar primärt till att utveckla nya tillämpningsområden för rymdteknik. Betoning ligger också på ändamålsenlig integration av satellitdata, t.ex. fjärranalys, med andra relevanta datakällor. På samtliga områden betonas att satsningarna skall göras i nära samverkan med ESA och verka komplementärt. Särskilt de för EU och ESA gemensamma projekten GMES (fjärranalys) och Galileo (satellitnavigering och positionering) har stor politisk betydelse som växande samarbetsområden mellan de båda organisationerna. Det är viktigt att de gemensamma projekten samverkar så att synergieffekter uppstår som underlättar genomförandet. Inriktningen på att utveckla tillämpningar har lett till delade meningar om i vilken grad inkomna projektförslag skall bedömas utifrån vad som räknas som god forskning eller utifrån förutsättningarna för operationell användning. Därmed inte sagt att det inte kan behövas mycket forskning för att en rymdbaserad tillämpning verkligen skall kunna svara mot olika samhällsbehov.

Eftersom EU:s gemensamma forskningscenter JRC får delta i ramprogrammet på samma villkor som forskningsinstitut, organisationer och företag i medlemsländerna, kan ramprogrammet komma att utgöra en gemensam plattform för framtida samarbete, t.ex. med JRC i deras utvecklingsarbete inom Global Monitoring for Environment and Security (GMES).

2.2.3 ERA-NET

Stöd till nätverksbildning är i princip något som gynnar rymdforskning, som till sin karaktär är internationell och vars behov förutsätter gemensamma och koordinerade insatser. Men rymdforskningen har sedan länge etablerat fungerande internationella nätverk och samverkansmönster, inom såväl som utom ESA. Stöd till nätverksbildningar via ERA-NET kan dock vara av värde när det gäller att etablera nya, tvärvetenskapliga forskningsområden.

Rymdstyrelsen avser att

- delta i utformningen av kommande ramprogram för forskning och speciellt påvisa rymdobservationers betydelse
- främja svensk medverkan i utvärderingskommittéerna för rymd i EU:s ramprogram för forskning och deltagande av små och medelstora företag i projekten
- maximalt utnyttja de möjligheter som kan ges av det framtida samarbetet mellan ESA och EU.

2.3 Andra viktiga samarbetsparter

Svensk rymdforskning omfattar även bi- och multilateral samverkan utanför ESA. Samarbetet kan ta sig många olika former och innefatta olika partnerländer, men främst Frankrike, Finland, Tyskland, Kanada, USA, Japan, Ryssland och Italien. Inom ESA och EU håller även länder som Kina på att utvecklas till viktiga samarbetspartners, vilket på sikt kan underlätta även bi- och multilateralt samarbete. *De bi- och multilaterala projekten motiveras av att de kompletterar ESA-programmet, ger ett påtagligt mervärde för de svenska forskargrupperna och förbereder för kommande projekt inom ESA.* Det nationella satellitprogrammet och jordobservationsprogrammet SPOT har i allra högsta grad varit beroende av den här typen av samarbete.

Rymdstyrelsen kommer även i framtiden stödja bi- och multilaterala forskningsprojekt, som kompletterar och befrämjar ESA-samarbetet och/eller fyller angelägna nationella behov.

3 Nationella forsknings satelliter

Rymdstyrelsen har under de senaste drygt 20 åren haft möjlighet att besluta om inte mindre än fem forsknings satelliter. Som framgår av Bilaga 1 har det vetenskapliga utbytet varit stort och internationellt uppmärksammat. Verksamheten har på ett övertygande sätt positionerat svenska forskare och svensk industri i det internationella samarbetet och satellitverksamheten har därmed också bidragit till att uppfylla viktiga delar av Rymdstyrelsens övergripande mål som forskning, teknisk utveckling och innovation. Samtliga projekt har genomförts tillsammans med en eller flera utländska partners och det vetenskapliga och tekniska innehållet har avsett att antingen förbereda eller väsentligt komplettera ESA-programmet. *Begreppet "nationellt satellitprogram" avspeglar således enbart att projekten har genomförts under svensk ledning, vilket å andra sidan har varit en del av framgångsreceptet.*

Den kompetens som Rymdbolaget utvecklat genom arbete i det nationella programmet, framförallt med Odin, var en viktig anledning till att Rymdbolaget anförtroddes huvudansvaret för ESA:s avancerade teknologisatellit SMART-1, som framgångsrikt sändes upp den 28 september 2003. Genom att använda kostnadseffektiva och innovativa metoder, har Rymdbolaget och svenska underleverantörer demonstrerat att det finns möjlighet att uppnå ökad kostnadseffektivitet även inom ramen för ESA-programmet. Det faktum att ett så relativt sett litet företag som Rymdbolaget lyckas genomföra ett så ambitiöst projekt som SMART-1 (total budget ca 1 miljard kronor) har också en vidare innebörd. I ett läge då den europeiska rymdindustrin genomgår en omstrukturering, som tros leda till ökad koncentration och eventuellt ett europeiskt monopol när det gäller leverantörer av större satellitprojekt, är det strategiskt viktigt att det i Europa också finns rymdföretag, som kan erbjuda konkurrens på marknaden för mindre forsknings- och teknikinriktade satelliter. Här kan Sverige och svenska företag spela en viktig roll.

Hittills har det nationella satellitprogrammet fokuserat på forskning och teknologiutveckling. Eftersom små forskningssatelliter är speciellt lämpliga för att introducera ny teknologi och prova ut nya mätmetoder fungerar de också som testbädd för framtida, operativa mätsystem för t.ex. civil övervakning av jordytan och atmosfären samt signalspaning från rymden.

Som framgår av Bilaga 1 har Rymdstyrelsens rådgivande kommittéer för forskning respektive fjärranalys utvärderat (genom internationell peer-review) och prioriterat projektförslag från användarsamfundet avseende forsknings- och teknikprojekt efter Odin. Det högst rankade minisatellitförslaget (ca 200 kg) är en fokuserad, men ambitiös forskningssatellit för atmosfärsstudier, STEAM. Projektet har starkt stöd i det internationella forskarsamfundet och är en vidareutveckling av den vetenskapliga och tekniska framgången med Odin. Projektet fyller ett erkänt, vetenskapligt gap i ESA-programmet. En satsning av detta slag kräver utökade resurser och som framgår av Bilaga 1 ligger den årliga kostnaden på ca 30-40 mkr under fem år, beroende på ambitionsnivå och utvecklingstakt.

Ett annat prioriterat projektförslag utgörs av en eller flera mikro- och nanosatelliter (ca 10 respektive 60 kg), som syftar till både nya vetenskapliga mätningar och teknikdemonstration, inklusive användning av mikromekaniska system och formationsflygning. Det strategiska syftet är att positionera svenska aktörer, bland forskarna i första hand rymdfysikerna, i kommande större ESA-projekt. Ett projekt av det här slaget kan genomföras med ett begränsat budgettillskott; kostnaden hos forskargrupperna uppskattas till 5 mkr/år medan övriga kostnader är i storleksordningen 10-20 mkr/år under 3-4 år.

Rymdstyrelsen tillmäter det nationella satellitprogrammet stor strategisk betydelse för forskning och teknisk utveckling och avser därför att:

- fortsätta ansträngningarna att finna lämpliga implementeringsformer för ett fortsatt satellitprogram, baserat på internationellt samarbete
- precisera det ökade budgetbehovet i kommande budgetunderlag.

4 Rymdstyrelsens roll som forskningsfinansiär

4.1 Programinnehåll och programarbete

Rymdstyrelsen är den huvudsakliga finansiären av svensk medverkan i rymdforskningsprojekt. Rymdstyrelsen ger stöd till forskningsprojekt inom astronomi, rymdfysik, atmosfärfysik, fjärranalys, fysiologi och materialfysik som utnyttjar eller förbereder utnyttjandet av data från instrument och utrustningar i rymden. I forskargruppernas ansvar ingår ofta konstruktion av de vetenskapliga instrumenten och deltagande i driften. Rymdstyrelsens ansvarsområde gentemot andra forskningsfinansiärer är därmed tydligt.

Det finns tre grundläggande motiv för stöd till medverkan i internationella rymdforskningsprojekt:

- medverkan i större projekt ökar det vetenskapliga utbytet och skapar starka, svenska forskargrupper med god internationell förankring
- svenska forskargrupper har vetenskaplig och teknisk kompetens som efterfrågas, en kompetens som byggts upp i mindre projekt eller som ett resultat av målmedvetna förstudier
- det internationella samarbetet bygger på solidaritet och även små länders bidrag behövs för att genomföra dagens rymdforskningsprojekt.

Programarbetet påverkas av att rymdforskning omfattar många discipliner, har starka kopplingar till internationella program, är beroende av avancerad teknik och kräver uthållig finansiering (ofta 5-20 år). Dessutom skall Rymdstyrelsens övriga verksamhet och kopplingen till samhällsbehov beaktas. Rymdstyrelsen har därför en i flera avseende unik roll att spela och bidrar till pluralism i systemet för forskningsfinansiering. Eftersom denna roll är förenad med en rad randvillkor, som bara delvis kan beslutas nationellt, måste Rymdstyrelsens arbetssätt anpassas därefter.

Rymdforskningens innehåll bestäms av inomvetenskapliga kriterier och behov så som de identifieras och prioriteras av de inblandade samfunden. Kvaliteten säkras genom ett peer-review-förfarande, som förutom kommittéledamöter (se nedan) utnyttjar inhemska och utländska experter. I lämpliga fall utnyttjas den vetenskapliga prioritering och kvalitetsgranskning som görs av ESA.

Instrumentmedverkan i ESA-projekt eller andra multilaterala projekt sker antingen efter urval i konkurrens eller som resultat av en unik teknisk/vetenskaplig kapacitet. För att Rymdstyrelsen skall finansiera vetenskapliga instrument krävs att projektet är vetenskapligt högt prioriterat och att forskargruppen har, eller bedöms kunna skaffa, den kompetens och kapacitet som behövs. Beslut om instrumentmedverkan måste samordnas med den nationella programplaneringen och bör tillvarata synergimöjligheter när det gäller teknisk utveckling och industrimedverkan. I ESA:s urvalsprocess för instrument medverkar forskare, representanter från ESA och nationella delegater.

4.2 Rådgivande struktur och kvalitetssäkring

Rymdstyrelsens vetenskapliga prioriterings-, budget- och programarbete görs med stöd av två kommittéer. Den ena är en renodlad forskningskommitté (SRAC, Space Research Advisory Committee), som behandlar Rymdstyrelsens nationellt finansierade forskningsprogram, med undantag för fjärranalysforskning som handhas av den andra kommittén, Fjärranalyskommittén (FAK). Rymdstyrelsens styrelse beslutar formellt om forskningsprogrammen.

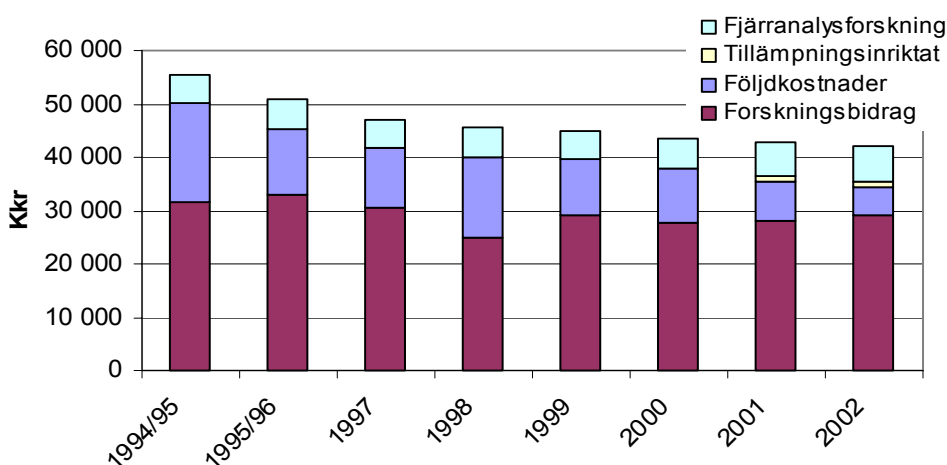
SRAC består av sju ledamöter, alla med hög vetenskaplig status och utan egna, direkta intressen i det svenska rymdprogrammet. Den internationella förankringen är god med fem av ledamöterna från andra länder än Sverige. För att säkerställa att SRAC, trots sin mycket oberoende ställning, är väl införstådd med de svenska forskningssamfundens förutsättningar och prioriteringar har Rymdstyrelsen inrättat inomvetenskapliga, rådgivande referensgrupper, vars ledamöter samtliga är aktiva rymdforskare. Dessa grupper deltar inte i det praktiska programarbetet.

FAK:s åtta ledamöter har en något annorlunda profil eftersom denna kommitté inte bara har forskning till uppdrag, utan även skall granska projekt som inriktas mot tillämpning och relevant teknikutveckling. Kommittén är därför sammansatt av såväl forskare med hög vetenskaplig status som fjärranalysanvändare med mycket stor erfarenhet av tekniken.

Som metod för kvalitetssäkring används internationella utvärderingar. De tre som har genomförts under senare år visade att Rymdstyrelsen har utvecklat en genomtänkt strategi för att hantera ett komplext program av internationellt hög vetenskaplig kvalitet. Plasmafysiken och astronomin utvärderades tillsammans med NFR/VR 1997 resp. 2001. Det vetenskapliga omdömet var genomgående mycket högt. Rymdstyrelsen ansågs dessutom ha en bra balans mellan internationell och nationell verksamhet. Däremot påtalades behovet av tydligare inomvetenskapliga, nationella strategier. Detta gällde i synnerhet astronomin, där Rymdstyrelsen och Vetenskapsrådet nu inlett ett arbete för att underlätta planeringen. Rymdstyrelsen genomförde en internationell utvärdering av fjärranalysprogrammet i egen regi 1999. Fjärranalysforskningen fick genomgående högt betyg.

4.3 Finansiering av nationell verksamhet

Utvecklingen av Rymdstyrelsens samlade, inflationskorrigerade budget för rymdrelaterad grundforskning, exkl. påslag, framgår av figur 4.1. Sedan mitten av 90-talet har nivån sjunkit i köpkraft samtidigt som påslagen till universitet och högskolor ökat från 12 % till 35 %. Sammantaget innebär det att bidragen till forskarna minskat med nästan 25 %. Till detta kommer att berörda fakulteter har fått mindre resurser att röra sig med. Eftersom en stor del av Rymdstyrelsens budget är uppbunden i långsiktiga åtaganden medför köpkraftsminskningen att möjligheten att finansiera nya projekt har minskat påtagligt. Detta har främst gått ut över stödet till raket- och ballongprojekt vid Esrange samt till framåtsyftande teknik- och instrumentutveckling. I figur 4.1 avspeglar sig detta i den minskande andelen följdkostnader. Att mängden data från pågående projekt samtidigt ökat och analysarbetet blivit mer tidsödande gör att det *varken är möjligt eller försvarbart att möta nya och ökade behov genom en ytterligare minskning av stödet till pågående forskning.*



Figur 4.1 Budget nationell rymdforskning, exkl. påslag (2002 års priser enligt konsumentprisindex)

Det går i praktiken inte att kompensera den minskade köpkraften i det nationella programmet genom att minska betalningarna till ESA. Vetenskapsprogrammets budget beslutas enhälligt av ESA:s råd. Betalningen till ELIPS bestäms i stora stycken av sondraketverksamheten vid Esrange, vars volym redan idag är marginell för att upprätthålla kompetens och infrastruktur. Slutligen, deltagandet i EOEP ligger redan idag på den lägsta tillåtna nivån (25 % av BNI-andel).

Rymdstyrelsens forskningsprogram har starka kopplingar till behovsstyrd forskning och samhälls-tillämpningar. Högt rankade projekt i dessa kategorier blir underfinansierade därför att de i dagens budgetläge har svårt att konkurrera om anslag på basis av inomvetenskaplig kvalitet. Projekt

avseende rymdväder (fysikaliska förhållanden i jordens plasmaomgivning och solvinden), vissa experiment i tyngdlöshet, monitorering av atmosfären, kalibrering och validering av mätningar från jordobservationssatelliter och teknik- och metodutveckling är exempel på aktiviteter som lätt faller mellan stolarna, hos Rymdstyrelsen såväl som hos andra finansiärer. *Rymdstyrelsen finner det angeläget att anslagsbeviljande departement uppmärksammar detta förhållande.*

Rymdstyrelsen skall arbeta för:

- ökade resurser för nationell rymdforskning, 10 mkr, bl.a. för att åter göra Esrange till en viktig bas för svenska atmosfärsexperiment samt till satsningar på framåtsyftande teknikutveckling
- resursförstärkning för forskning med kopplingar till samhälleliga tjänster och produkter, 4 mkr
- att en betydande del av denna förstärkning nyttjas för nya forskartjänster, företrädesvis forskarassistenter och doktorander.

4.4 Samverkan med andra finansiärer

Samverkan med andra forskningsfinansiärer har flera bevekelsegrunder. En övergripande sådan är att optimera användningen av de samlade resurserna genom att tillämpa en väl utvecklad koordinering som tar fasta på respektive finansiärs speciella inriktning och förmåga. En annan bevekelsegrund är att i diskutera hur nya, tillkommande forskningsmöjligheter skall kunna utnyttjas och finansieras. Ny teknik spelar en väsentlig roll för rymdforskningens utveckling och det ingår i Rymdstyrelsens ansvar att identifiera framtida behov och i mån av resurser ge relevant stöd. Eftersom behoven många gånger är så krävande att de bara kan tillfredsställas med hjälp av grundläggande teknisk forskning så är det angeläget att insatserna samplaneras med andra aktörer.

Ett aktuellt exempel på samverkan är Rymdstyrelsens medverkan i framtagningen av en rapport rörande framtida klimatforskning ("Klimatforskning – fördjupningsstudie 2003", Formas, september 2003). Det pågår även arbete för att tillsammans med Vetenskapsrådet inrätta en gemensam grupp med forskarrepresentanter med uppgift att bl.a. ta fram strategiska planer för framtida rymd- och markbaserad astronomiforskning. Rymdstyrelsen har även deltagit i Miljövårdsberedningens uppföljning av toppmötet i Johannesburg när det gäller forskningsinsatser för hållbar utveckling.

Under åren 1997-2002 drev Mistra programmet RESE, Remote Sensing for the Environment. Detta var ett viktigt tillskott för fjärranalysforskarna. I och med att programmet avslutades år 2003 är Rymdstyrelsen åter den enda finansiären av fjärranalysforskning. Programmet medförde dock ett ökat intresse för fjärranalys och några av de användare som deltog i programmet bekostar idag själva, eller tillsammans med Rymdstyrelsen, de behov de har av tillämpningsinriktad forskning.

Rymdstyrelsens forskningsprogram har under en lång rad av år åtnjutit stöd från Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse. Även om stiftelsestödet baseras på en egen, oberoende bedömning så kan medlens användning optimeras genom ett kontinuerligt informationsutbyte om programplanering.

Samverkan med universitet, högskolor och institut med verksamhet inom rymdforskningen är också av stor betydelse. Forskargrupper med ansvar för verksamheten i långsiktiga, internationella rymdprojekt är beroende av ett uthålligt stöd från sin egen organisation. Det faktum att den statliga fakultetsfinansieringen är otillräcklig samtidigt som de externa finansiärernas reala möjligheter att bidra har minskat underlättar inte samverkan, även om behovet av samverkan kan sägas ha ökat.

Rymdstyrelsen avser att utveckla samverkan med andra forskningsfinansiärer genom att

- informera relevanta finansiärer om tillgången till nya rymdbaserade system, och därigenom medverka till att nya forskningsmöjligheter både uppmärksammas och erhåller finansiering
- följa utvecklingen inom forskningen i syfte att identifiera nya sätt att använda rymdbaserade system – existerande och nya
- delta i eller ta initiativ till t.ex. gemensamma utredningar, utvärderingar och utlysningar
- intensifiera dialogen med universitet och högskolor.

5 Rymdforskningens strukturella förutsättningar

5.1 Vetenskaplig förnyelse

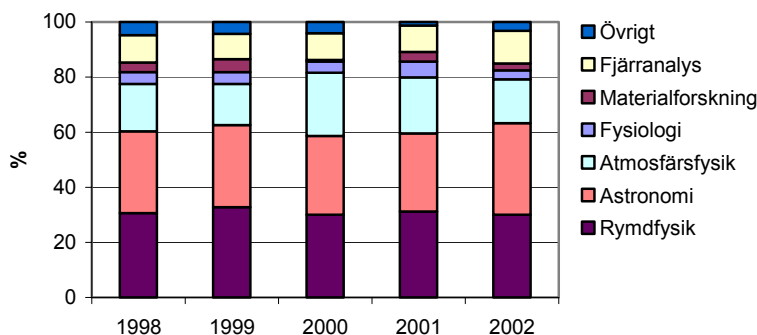
Rymdforskningen är inne i en period av snabb utveckling vad gäller både bredd, kvalitet och datamängd. Det är Rymdstyrelsens uppgift att uppmärksamma och stödja denna utveckling, men förnyelsearbetet påverkas av långsiktiga åtaganden och en krympande budget. En inomvetenskaplig förnyelse sker dock naturligt inom ramen för pågående projekt, eftersom ett långsiktigt projektdeltagande syftar till nya observationer med helt nya mätinstrument.

En del av förnyelsearbetet ligger i att stödja tvär- och mångvetenskapliga angreppssätt. Inom ESA är programmet Aurora ett exempel på mångvetenskap och Rymdstyrelsens ökade engagemang inom t.ex. astrobiologin anknyter till denna utveckling. Tvär- och mångvetenskap kan idealt uppmuntras utan nya medel, men erfarenheterna visar att en viss mängd såddpengar behövs för att seniora forskare skall ändra forskningsinriktning. Även om mång- och tvärvetenskapliga synsätt är attraktiva för doktorander och yngre forskare så behövs vetenskaplig ledning av seniora forskare.

För Rymdstyrelsen helt nya forskningsdiscipliner, som i dagsläget inte uppbär stöd hos andra forskningsfinansiärer, kan bara med svårighet införlivas i programmet – åtminstone på kort sikt - utan att nya resurser ställs till förfogande. I fall där disciplinerna finns representerade hos andra forskningsfinansiärer strävar Rymdstyrelsen efter samverkan. Klimatforskning är ett exempel på ett mångvetenskapligt forskningsområde som i ökande omfattning utnyttjar rymdobservationer och där andra forskningsfinansiärer har ett uttalat ansvar för finansiering av forskningsarbetet.

5.2 Forskarsamfunden och deras utveckling

Rymdforskning med stöd från Rymdstyrelsen bedrivs vid samtliga större universitet och högskolor, Institutet för Rymdfysik, Onsala Rymdobservatorium, Karolinska Institutet, SMHI och Ytkemiska institutet. Antalet direkt inblandade personer uppskattas till runt 200. Eftersom mängden data ökar och nya discipliner tillkommer samtidigt som analysarbetet blir allt mer krävande är antalet verksamma forskare för litet. Men det finns inte utrymme för ytterligare finansiering av tjänster inom ramen för Rymdstyrelsens nuvarande budget utan att gjorda åtaganden äventyras på ett oacceptabelt sätt. Det går heller inte att åstadkomma en selektiv förstärkning av ett nytt samfund på bekostnad av stödet till andra, eftersom alla samfund befinner sig i en vetenskaplig tillväxtfas och dessutom redan fått anpassa sig till en krympande budget. Att finansiera tjänster på bekostnad av nya projekt är en kortsiktig lösning som straffar sig på sikt eftersom rymdforskningens landvinningar i så hög grad är ett resultat av införandet av nya observationer och experiment.



Figur 5.1 Procentuell fördelning av forskningsanslag mellan olika forskningsdiscipliner.

Figur 5.1 visar hur Rymdstyrelsens nationella forskningsmedel fördelas på discipliner. Av naturliga skäl domineras forskningsprogrammet av rymdfysik och astronomi, dvs. de tyngsta disciplinerna i ESA:s vetenskapsprogram. Omfattningen på atmosfärforskningen varierar

påtagligt eftersom ökningarna uppkommer vid de tillfällen då det förekommer experiment på sondraketer. *En förstärkning av resurserna för atmosfärforskning finns med som ett konkret förslag i den rapport om klimatforskning, som nyligen lämnats in till Miljödepartementet av Formas.* De svenska forskargrupper som idag utför experiment i tyngdlöshet är i flera fall relativt små och det är därför viktigt att få fram grupper med större kritisk massa. Eftersom experiment i tyngdlöshet i allmänhet inte ensamma kan bära upp ett forskningsprogram bör forskargruppens verksamhet i betydande grad vara baserad på markbaserad forskning och teoretiska studier. En ökning av rymdbaserad forskning inom fysiologi och materialfysik kan också ha sin grund i nära kopplingar till användarnyttan och industriella tillämpningar.

5.3 Starka forskningsmiljöer och huvudmannaskap

För att vara en konkurrenskraftig part i ett internationellt rymdforskningsprojekt krävs en stark forskargrupp under ledning av en internationellt etablerad forskare. En sådan forskargrupp verkar nästan alltid i en stark forskningsmiljö som långsiktigt garanterar vetenskaplig bredd och förnyelse. *De yttre förhållandena och kraven leder emellertid till att det är en senior, etablerad forskare som är huvudman för anslaget i fråga, ett anslag som kan vara både relativt stort (några miljoner/år) och mångårigt.* Sammantaget innebär detta att Rymdstyrelsen stödjer starka forskningsmiljöer med vad som i andra sammanhang kallas ramanslag. Det som i detta avseende skiljer Rymdstyrelsen från t.ex. Vetenskapsrådet är att Rymdstyrelsens forskningsprogram har en relativt sett mycket större andel ”ramanslag”, ett förhållande dikterat av de krav som rymdprojekten ställer. Detta bör dock inte ses som ett problem utan som ett bidrag till en hälsosam pluralism i forskningsfinansieringssystemet. Det faktum att en senior forskare är huvudman innebär inte att forskargruppen som helhet är senior. I själva verket ges yngre forskare betydande och självständiga uppgifter inom ramen för projekten, uppgifter som dessutom nästan alltid innefattar direkt samverkan med utländska forskare och forskargrupper.

Rymdstyrelsen utreder för närvarande möjligheten att utforma några av de större anslagen som formella ramanslag (5 år). Med detta som bas kan vissa av de enskilda projekten lättare ha yngre forskare som huvudmän.

5.4 Återväxt och akademisk karriär

En demografisk studie som nyligen genomförts av ESF på ESA:s uppdrag visar att Sverige inte avviker markant från flertalet övriga länder i Europa när det gäller rymdforskning. Medelåldern på i Europa aktiva forskare och tekniker är drygt 40 år och nästan 40 % är under 36 år. *Den relativt sett höga medelåldern hos Rymdstyrelsens anslagsinnehavare, ca 50 år, avspeglar således inte åldersfördelningen i rymdforskarsamfundet som helhet.*

Det finns en risk att det inom kort kommer att råda allvarlig brist på kompetenta tekniker och experimentalister inom rymdforskningsområdet, eftersom många ”rymdpionjärer” går i pension. Detta problem är särskilt påtagligt i Sverige eftersom andelen teknisk personal är liten vid en internationell jämförelse och det akademiska karriärsystemet inte är anpassat för att premiera denna grupp. Den förväntade bristen på experimentalister är ett allvarligt problem, eftersom rymdforskningen på samma sätt som annan forskning i hög grad utvecklas som ett resultat av förmågan att beträda nya områden med ny teknik och nya metoder. Den som arbetar med att ta fram nya observations- och experimentmöjligheter når resultat och belöning först efter flera år. Detta gör att många forskare i den tidiga karriären tvekar att ge sig i kast med teknik- och instrumentutveckling. Det är därför angeläget att det skapas en tydligare akademisk karriärväg för yngre, ännu ej etablerade forskare, som är beredda att under ett antal år arbeta med att ta fram morgondagens instrument och mätmetoder.

ESF-studien visade framförallt på svårigheterna för unga forskare och tekniker att få fasta positioner. Medelåldern för personer med fasta positioner i Europa är 45 år och endast 20 % av

dem är under 36 år. Det är alltså snarare brist på resurser och ändamålsenliga akademiska karriärvägar än tillgång på potentiellt intresserade, som är det stora problemet. Bristen på fasta tjänster tillräckligt tidigt i karriären (före 40 års ålder) är sannolikt det enskilt största problemet för att göra naturvetenskaplig forskning attraktiv, inte minst för kvinnor. Den relativa bristen på fasta tjänster gör det inte lättare att bedriva långvariga rymdprojekt. *Ökat stöd till fakultetsfinansierade, fasta tjänster är därför mycket angeläget och skulle ge externa forskningsfinansiärer ökad möjlighet att leva upp till kraven på förnyelse.* Förslagen i ett nytt dokument från Europeiska kommissionen (18 juli 3003, COM(2003)436: Researchers in the European research area: one profession, multiple careers) ger stöd för liknande åtgärder.

Rymdstyrelsen har ingen speciell budget för tjänster. Cirka 60 % av den totala forskningsbudgeten används för löne-medel och finansieringen av doktorander och utbildnings- och meriteringstjänster har varit ökande de senaste åren. De tjänster som finansieras är ett viktigt led i projekt- och programplaneringen och typen av tjänst beror av de yttre omständigheterna och projektens behov.

5.5 Jämställdhet

Kvinnor är kraftigt underrepresenterade inom rymdforskningen. Detta är ingen unik situation, i stort sett samma läge råder inom flera av fysikområdets discipliner. För att öka andelen kvinnor krävs insatser på ett tidigt stadium i utbildningsgången. Det faktum att andelen kvinnor på landets två rymdgymnasieutbildningar är ökande och idag ligger över 50 % visar att det finns underlag för en förändring, om de rätta förutsättningarna finns. Vilka dessa är råder det delade meningar om, men ett ökat antal meriteringstjänster som kan leda till fasta anställningar skulle kunna resultera i en högre andel kvinnliga forskare. Ett begränsat nationellt postdoc-system, som inte förutsätter en längre vistelse utomlands, skulle också vara värt att pröva. Även män skulle förmodligen välkomna åtgärder av det här slaget, men det är troligt att det skulle gynna kvinnorna mest.

Enligt en undersökning genomförd av Högskoleverket uppfattar kvinnliga doktorander sin studietituation som mer utsatt än vad manliga doktorander gör. Det anses dessutom svårt att rekrytera kvinnliga doktorander till forskarmiljöer som domineras av män. Om dessa två uppfattningar avspeglar samma eller flera problem är svårt att säga. Ett litet antal kvinnliga doktorander skulle kunna fungera som "kondensationskärnor" för nya kvinnliga doktorander. Eftersom rymdforskningen är helt dominerad av män, kan öronmärkta doktorandstöd för kvinnor övervägas. Om en sådan öronmärkning ökar antalet kvinnliga doktorander över en kritisk nivå skulle tillströmningen av kvinnor kunna öka. Rymdstyrelsen vill dock påpeka att det i berörda forsknings-samfund inte går att finna en samstämmig syn på huruvida öronmärkta tjänster är det bästa sättet för att öka jämställdheten. Rymdstyrelsen kommer därför att fortsätta dialogen med berörda parter. En möjlig åtgärd skulle kunna vara att göra "site visits", enligt amerikansk modell, vid institutioner med rymdforskning för att sondera och utvärdera klimatet för kvinnor vid dessa institutioner.

Rymdstyrelsen avser att:

- fortsatt ge stöd till starka forskargrupper som i internationell och nationell konkurrens kvalificerat sig för medverkan i internationella rymdforskningsprojekt
- ställa krav på att de berörda forskargrupperna har eller eftersträvar en ändamålsenlig åldersfördelning och så jämn könsfördelning som omständigheterna medger
- företrädesvis finansiera tjänster för doktorander, nyblivna doktorer (post-doc) och forskarassistenter med avsikt att öka inslaget av yngre rymdforskare
- uppmana forskargrupper att där så är möjligt ge yngre forskare och kvinnor rollen som huvudmän.

6 Samverkan med det övriga samhället

6.1 Forskningsinformation till allmänheten

Ny kunskap om rymden och jorden tilldrar sig ett mycket stort intresse hos en bred allmänhet. Rymdstyrelsen har därför både skyldighet och intresse av att föra ut information i samhället och har under de senaste åren påtagligt ökat insatserna inom detta område, både i egen regi och i samverkan med andra. Eftersom informationsbehovet i praktiken är omöjligt att tillfredsställa, måste varje initiativ ha en specifik målgrupp och ett väldefinierat syfte. Rymdstyrelsen vill bidra till att forskningsresultat förs ut till allmänheten även om tilltron till forskares intresse och förmåga att själva informera om sin verksamhet är stark. Rymdstyrelsen samarbetar med flera informationsaktiva forskargrupper och samverkar med t.ex. museer, science centers och massmedier.

Rymdstyrelsen kommer att

- prioritera informationsinsatser som vänder sig till ungdomar i skolåldern
- stödja universitetsstudier som i sina examensarbeten behandlar rymdforskning
- ge stöd till forskarstuderandes medverkan i internationella forskarskolor etc.
- tydliggöra kraven på populärvetenskaplig rapportering inom ramen för medelstilldelning
- förbättra uppföljningen av forskares populärvetenskapliga rapportering.

6.2 Tjänster och tillämpningar av vikt för samhället

Rymdverksamhet har kommit att bli en viktig del av vårt samhälle och så naturlig i modern infrastruktur att den tas för given. Data från satelliter förbättrar väderleksprognoserna. Tack vare satelliter kan vi se direktsändningar i TV från andra sidan jordklotet. Satellitdata används för att bedriva miljöövervakning, navigera, kartera, studera klimatfrågor, övervaka naturkatastrofer och vid många andra tillfällen. Flera betydande innovationer har sitt ursprung i grundforskning och grundforskning är en långsiktig verksamhet, vars oberoende inte får undergrävas av politiska beslut.

6.2.1 Fjärranalys

Syftet med den fjärranalysforskning som Rymdstyrelsen finansierar är i första hand att uppnå forskningsresultat med potential att utmynna i operationella tillämpningar. Rymdstyrelsen stödjer även projekt som bygger på ett nära samarbete mellan användare och utvecklare med syftet att uppnå ökad användning av fjärranalys i Sverige. Tillämpningar som forskare tagit fram kan få stöd och utvecklas vidare mot operationalisering. Sveriges fjärranalysanvändare ligger idag långt fram, särskilt märks användning som rör skogsbruk hos Skogsstyrelsen, Riksskogstaxeringen och skogsbolag. Idag finns många aktuella frågor inom skogsbranschen, t.ex. naturvårdshänsyn och effektiv naturvård i skogsbruket där fjärranalys kan bli ett mycket viktigt verktyg framöver. Andra exempel på svenska fjärranalysanvändare är SMHI, Naturvårdsverket och länsstyrelserna.

Som tidigare nämnts har satellitdata idag stor betydelse för miljö- och klimatforskning. Tillgång på nya och gamla satellitdata är en förutsättning för att kunna följa trender på klimat- och miljöområdet. Det saknas dock en plan för hur satellitdata över Sverige skall arkiveras, katalogiseras, tillhandahållas och uppdateras. En sådan plan skulle säkra svenska forskares och myndigheters möjlighet att i framtiden följa förändringar i miljö och klimat över tiden. Vid årsskiftet 2002/2003 skickade Rymdstyrelsen, Lantmäteriet, Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen och SMHI en framställan till regeringen om en samlad politik för långsiktig satellitdataförsörjning och arkivering.

Rymdstyrelsen avser att

- i samarbete med andra myndigheter verka för att fjärranalysdata över Sverige arkiveras och tillhandahålls kontinuerligt, så att forskares och myndigheters behov kan tillgodoses
- fortsatt stärka kopplingen mellan forskning, utveckling och de potentiella användarna så att forskningsresultat kommer till nytta och praktisk användning.

6.2.2 Rymdforskningens roll för hållbar utveckling

Världstoppmötet i Johannesburg 2002 resulterade i en plan för hållbar utveckling som medför en rad åtaganden för Sverige och övriga deltagande stater. En stor del av planen har kopplingar till forskning eftersom arbetet med att åstadkomma en hållbar utveckling måste bygga på en vetenskaplig grund. Särkilt betonas att kunskaperna om vattencykeln, klimatförändringar, naturkatastrofer, riskbedömningar och markanvändningsförändringar behöver öka och att satellitdata bör kunna utnyttjas på ett effektivare sätt i forskningsarbetet. Planen betonar vikten av stärkt samordning mellan forskningen och globala observationssystem, där satellitdata utgör en bärande del. *Intensifierad forskning på området Global Change är en viktig pusselbit i arbetet för en hållbar utveckling. Där är jordobservation från satelliter ett oundgängligt verktyg.*

6.2.3 Skydd mot elektromagnetisk störning

Samhällets funktioner bygger i allt större utsträckning på elektriska apparater och system, både på marken och i rymden. Men elektroniken är känslig för elektromagnetiska störningar, både naturligt betingade och sådana som människan ger upphov till. Störningar orsakade av partikelströmmar från solen kan slå ut hela kraftsystem på marken och det var sannolikt detta som låg bakom det omfattande elavbrott som nyligen drabbade Sydsverige. Elkraftleverantörer och ansvariga för all slags satellitbaserad kommunikation är därför angelägna om att få tidiga varningar av händelser av det här slaget. Med dagens forskningssatelliter kan solen och rymdvädet, dvs. solvinden och dess växelverkan med jorden, studeras kontinuerligt och med stor detaljrikedom, vilket gör att forskarna kan få det faktaunderlag som behövs för att göra operationellt användbara prognoser. Forskning i syfte att öka säkerheten i störningsprognoserna bedrivs framförallt vid Institutet för Rymdfysik i Lund, som även fungerar som ett regionalt varningscenter i ett internationellt nätverk.

6.2.4 Satellitbaserad navigering och positionering - Galileo

Forskning och teknisk utveckling, inte minst IT-relaterad, syftande till samhällstillämpningar baserade på Galileo finns med som ett tematiskt område i sjätte ramprogrammet och kommer sannolikt att vara viktiga verksamhetsområden under överskådlig tid. Galileo-projektet kan på sikt utgöra en bra grund för nya avknopningsföretag.

6.2.5 Teknikutveckling

Rymdforskningens framgång bygger på avancerad teknikutveckling, i vissa fall helt ny och styrd av de aktuella forskningskraven och i andra fall en användning och anpassning av annan teknikutveckling. Rymdforskningsprojekt är ytterst lämpliga för att stimulera en växelverkan mellan akademiska institutioner och industrin. Denna växelverkan kan medverka till att nya, högteknologiska företag bildas och att svensk industri kan utveckla sin tekniska kompetens och därmed öka sin konkurrenskraft. Eftersom tekniken spelar en så central roll för rymdforskning bedriver ESA sedan länge, i samverkan med medlemsländerna, ett omfattande program för teknologiutveckling. Även i denna samverkan deltar tekniskt inriktade forskargrupper.

I rymdsammanhang talas ofta om spin-offs, dvs. kommersialiserbara produkter och tjänster som biresultat av teknologiutveckling föranledd av rymdprojekt. Det finns många värdefulla spin-offs och Rymdstyrelsen anser det angeläget att sådana möjligheter utnyttjas, men inte att de i sig är argument för nya rymdprojekt. I allmänhet är det nämligen oväntade resultat som får störst effekt. Det finns många exempel på hur rymdteknologi kan bidra med ny teknisk kunskap och skapa förutsättningar för nya företag. Istället för att här gå in på enskilda exempel hänvisas till kapitel 3 och Bilaga 1, som visar hur det nationella satellitprogrammet bidragit till denna utveckling.

6.2.6 Humankapital

Personer som deltar i rymdforskningsprojekt får en allsidig utbildning och erfarenhet. Förutom vetenskaplig och teknisk erfarenhet ger det erfarenhet av att arbeta i stora, internationella team och nätverk. Arbetsspråket är engelska och delar av verksamheten blir förlagd utanför Sverige. En forskarutbildning inom rymdforskning är därför en tillgång långt utanför den akademiska miljön.

7 Projektstrategi

7.1 Pågående projekt

Rymdstyrelsen har många fleråriga projektåtaganden, inom ramen för både ESA-programmet och multilaterala samarbeten. Rymdstyrelsens strategi för framtiden måste ta hänsyn till dessa åtaganden. Inom det nationella satellitprogrammet är Odin det projekt som kräver mest resurser. Oberoende av hur länge driften kan upprätthållas (sannolikt under hela 2004 och kanske längre) så kommer det vetenskapliga arbetet att pågå till ca 2008. Inom ESA är magnetosfärprojektet Cluster II och astronomiprojektet Integral inne i en aktiv observationsperiod som kommer att vara i flera år. I Cluster-projektet har Institutet för Rymdfysik i Uppsala huvudansvar för ett instrument och Alfvénlaboratoriet är värd för ett skandinaviskt datacenter.

Rymdstyrelsen har helt eller delat ansvar för instrumentmedverkan i en lång rad ESA-projekt som är i drift eller under konstruktion. Mars Express är på väg till Mars med ankomst vid jultid 2003. Kometsonden Rosetta sänds upp i början av 2004 men kommer inte fram till sitt slutmål förrän 2014 – dvs. efter 10 års färd! Cassini/Huygens startade sin färd till Saturnus/Titan 1997 och är framme i slutet av 2004. I juni 2005 sänds planetsonden Venus Express upp för en färd till Venus. På samtliga dessa sonder finns instrument från någon eller några av forskargrupperna vid Institutet för Rymdfysik, Alfvénlaboratoriet (KTH) och Astronomiska Observatoriet i Uppsala. Det astronomiska radioteleskopet Herschel har planerats i över 10 år, aktivt förberetts i ca 5 år, sänds upp runt 2007, har en nominell driftstid fram till 2011 och därefter följer flera års dataanalys. Forskargrupper vid Chalmers/Onsala bidrar med instrument och forskargrupper i Stockholm och Uppsala deltar. Det svenska deltagande i James Webb Space Telescope (efterföljare till Hubble-teleskopet) innebär ett åtagande till minst 2012 (uppsändning tidigast 2011) och därefter flera års vetenskapligt ansvar. Atmosfärforskare har ett sondraketprojekt med uppsändning från Esrange i början av 2005. Fysiologer och materialforskare har projekt på sondraketer och den Internationella Rymdstationen, projekt som inte kan avslutas förrän om ytterligare flera år. Till detta kan läggas vetenskapligt utnyttjande av en rad andra forskningssatelliter, samt vetenskapligt utnyttjande av data från både dataarkiv och satelliter i ”rutindrift”.

7.2 Planering för framtiden

Den långsiktiga planeringen måste utgå från den vetenskapliga utvecklingen som bestäms både av en inomdisciplinär utveckling och en påtaglig rörelse mot multivetenskap och syntesforskning. Rymdforskningens snabba utveckling gör det idag möjligt att tänka tematiskt och i termer av sammanhållna program som tillåter forskning kring breda och komplexa frågeställningar, ofta av tvärvetenskaplig eller mångdisciplinär art, som astrobiologi och klimatforskning.

Ett delvis nytt inslag i rymdforskningen är fundamental fysiken. För att experimentellt bekräfta eller förkasta den moderna fysikens teorier måste de extrema villkor som karakteriserade det mycket unga Universum och som är förknippade med ”exotiska” objekt som svarta hål utnyttjas. Svenska forskare är framgångsrikt verksamma inom flertalet ”framtidsområden” och deltar aktivt i den internationella planeringen och profileringen. *Rymdstyrelsen anser det angeläget att även yngre forskare ges goda möjligheter att delta i och påverka detta planeringsarbete.* För detta behövs inte bara mera resurser utan också bättre akademiska incitament för tvärvetenskap och ett akademiskt meriteringssystem, som kan hantera verksamhet med långa förberedelsestider.

Planeringen för framtida projekt måste ske parallellt med utveckling och drift av redan beslutade projekt. Rymdstyrelsen är fullt medveten om att prioritering är nödvändig men väljer avsiktligt att i denna strategi fokusera på vetenskapliga utvecklingstendenser snarare än på prioriteringar, eftersom internationella initiativ, tekniska möjligheter samt svenska förutsättningar i slutändan blir det som bestämmer det faktiska innehållet i det framtida programmet. I prioriteringsarbetet skall forskarsamfundet, rådgivande kommittéer och referensgrupper få spela en central roll.

8 Forskningsinnehåll och utvecklingstendenser

8.1 Livets och jordens ursprung

8.1.1 Astrobiologi – om livets kosmiska ursprung och förutsättningar

Astrobiologi är ett internationellt sett starkt växande mångvetenskapligt forskningsfält som behandlar kopplingen mellan liv och universum. Forskningsfältet finns manifesterat i Sverige som ett nationellt nätverk, SWAN (Swedish Astrobiology Network), associerat till European Astrobiology Network Association, EANA.

Bakgrunden till den snabba framväxten av forskningsområdet astrobiologi är att nya landvinningar gjorts inom astronomi, astrofysik, geologi, biologi, kemi, och paleontologi, något som gjort det möjligt att på vetenskapliga grunder börja utforska den långa process som ledde till uppkomsten av livet på Jorden, och möjligen, på annat håll i universum. Sådana frågeställningar har tidigare ofta hamnat utanför de traditionella forskningsområdena, men idag fungerar astrobiologi som en sammanbindande länk mellan redan existerande forskningsprogram; inom ESA är vetenskapsprogrammet, ELIPS och Aurora direkt berörda.

Samtidigt som ett astrobiologiskt perspektiv understödjer samverkan mellan klassiska rymd-discipliner som planetologi, astrofysik och rymdplasmafysik så är det viktigt att uppmärksamma och stimulera de beröringspunkter som finns med annan svensk, hittills icke rymdrelaterad specialverksamhet som t.ex. polarforskning avseende extrema miljöer och studier av livsbetingelser i heta källor på havsbottenarna. Härigenom kan nya ämnesområden dra nytta av och befrämja rymdforskningen och redan idag finansierar Rymdstyrelsen två doktorander inom dessa tillkommande discipliner, en med verksamhet vid Naturhistoriska Riksmuseet och en vid Stockholms Universitet, Institutionen för geologi och geokemi.

Rymdstyrelsen avser att ta till vara den utvecklingspotential som finns på området astrobiologi för att både stödja angelägen forskning och attrahera nya generationer till naturvetenskaplig forskning.

8.1.2 Jordlika planeter kring främmande stjärnor

De senaste åren har observationstekniken gjort det möjligt att upptäcka exoplaneter, dvs. planeter i banor runt främmande stjärnor. Därför är frågan om hur planetsystem uppkommer och utvecklas ett aktivt och växande forskningsfält. Än så länge är det bara Jupiterliknande planeter som detekterats. För att kunna bedöma förutsättningarna för biologiskt liv i andra solsystem är det nödvändigt att detektera *jordlika* planeter och söka efter signaturer från syre och vatten i deras atmosfärer.

De framtida ESA-satelliterna Gaia och Eddington, har kapacitet att detektera jordlika planeter. För att detaljstudera deras atmosfärer krävs dock rymdburna interferometrar, som arbetar i infraröda våglängder, där stjärnans ljus inte är lika starkt i jämförelse med planeternas. ESA-projektet Darwin är ett sådant framtidsprojekt. Eftersom tekniken är utmanande och kostsam är det troligt att ansträngningarna kommer att ske i ett globalt samarbete. Studierna av Darwin samordnas därför med studier av ”Terrestrial Planet Finder”, ett projekt med liknande inriktning som leds av NASA.

Svenska astronomer spelar centrala, internationella roller för definitionen och utvecklingen av både Gaia (Lund) och Darwin (Stockholm). Med sikte på de framtida möjligheterna för svenska astronomer och astrobiologer stödjer Rymdstyrelsen redan idag dessa ansträngningar.

8.1.3 Planeter – skillnader och likheter

Jämförande planetologi har blivit ett allt viktigare verktyg för att förstå jorden som planet och att se dess utveckling i belysning av hur olika livsbetingelser de jordliknande planeterna uppvisar. Till forskningsområdet räknas även studier av asteroider och kometer, som ger detaljerad information om processerna bakom planetsystemets uppkomst.

Den klassiska rymdplasmafysiken, en gång utvecklad i laboratoriet och först använd för studier av norrsken, jordens övre atmosfär och plasmaomgivning, används idag i allt större utsträckning som ett kraftfullt verktyg för att studera motsvarande omgivningar kring andra solsystemsobjekt samt deras växelverkan med solvinden.

Forskare vid Institutet för rymdfysik och vid Alfvénlaboratoriet (KTH) har varit banbrytande i utvecklingen av instrumentteknik för uppmätning av rymdplasmaegenskaper. De svenska forsknings satelliterna har således varit av avgörande betydelse för kompetensutvecklingen. Denna spetskompetens kommer att utnyttjas och utvecklas inom ramen för ESA (i första hand Merkuriusprojektet BepiColombo), det nationella satellitprogrammet eller andra multilaterala samarbeten.

8.2 Universum och naturlagarna

8.2.1 Struktur och utveckling

En väsentlig del av den framtida astronomin handlar om universums struktur och utveckling på skalor alltifrån solsystem till galaxer och galaxhopar. Forskningens bredd gör att resultaten inte bara har ett inomvetenskapligt värde utan också direkt bäring på en rad andra astronomiska frågeställningar. Svenska astronomer har specialiserat sig på studier av det interstellära mediet, stjärnutveckling, stjärnatmosfärer och galaxutveckling. Flertalet av ESA:s astronomiprojekt kan på olika sätt användas för dessa studier. Astrometriprojektet Gaia spelar en central roll för studier av Vintergatans struktur. Rymdstyrelsen har ett ansvar för att dessa studier ges ett relevant stöd.

8.2.2 Kosmologi

Rymdobservationer spelar en helt avgörande roll för att öka kunskapen om Universums ursprung och utveckling. Observationer av den kosmologiska bakgrundsstrålningen med NASA-satelliterna COBE och WMAP samt supernovaobservationer med Hubble Space Telescope har åldersbestämt universum och tagit fram starka indicier för existensen av s.k. vakuumenergi. ESA-satelliten Planck (2007) kommer att förfinas mätningarna av den kosmologiska bakgrundsstrålningen och det finns svenska intressen i ett amerikanskt projekt för studier av ännu mera avlägsna supernovor. Med astrometriprojektet Gaia kan noggrannheten i den kosmologiska avståndsskalan förbättras. Rymdstyrelsens stöd till kosmologiskt inriktad rymdforskning är idag litet, men kan komma att öka som ett resultat av områdets vetenskapliga aktualitet.

8.2.3 Fysik demonstreras i rymden

Oberoende av hur mycket som satsas på jordiska laboratoriefaciliteter för att förstå materiens innersta natur så kommer sannolikt naturen alltid att kunna bjuda på mer extrema förhållanden. Exempel är temperaturer och tryck i solens inre, neutronstjärnor och svarta hål, tidsskalor och vakuum för utomjordisk kemi i den interstellära rymden, strålning med enorma partikelenergi, bredden av elektromagnetiska plasmamiljöer, gravitationsvågor för att inte tala om universums födelse. Observationer från rymdplattformar är därför i många fall vårt enda sätt att nå ny grundläggande fysikalisk kunskap om naturlagarna. Svenska astronomer och fysiker deltar i internationella projekt (ESA och multilateralt) för dels röntgen- och gammastrålning, dels högenergetisk, kosmisk partikelstrålning. Rymdstyrelsen har under en längre tid bidragit till finansieringen av denna verksamhet. Det långsiktiga stödet kommer att ta fasta på forskarsamfundets prioriteringar och de ekonomiska möjligheterna att få till stånd konkreta projekt.

Svenska rymdfysiker får i naturens plasmalaboratorium kring jorden möjlighet att studera processer som inte låter sig återskapas i laboratoriet eller i datorn, och av vikt för människans strävan efter nya energislager, t.ex. fusionsenergi. Dessa studier har under lång tid varit en central del av svensk rymdforskning. Studier i tyngdlöshet av dammiga plasman är ett delvis nytt forskningsfält, som utvidgar de plasmafysikaliska teorierna.

8.3 Jorden – människans och rymdens påverkan

8.3.1 Klimatet

De processer som styr jordens klimat är ofullständigt kända. Likaså är kunskapen ofullständig om naturlig variation och återkopplingsmekanismer. Därför behövs grundläggande studier av hela området från solen till havsbotten. Klimatforskning är också av betydelse för den internationella klimatpolitiken. Tidsskalorna är sådana att forskningsstödet måste vara uthålligt. Satellitbaserade mätningar spelar en allt större roll för klimatforskningen och både ESA:s program och det nationella satellitprogrammet fyller viktiga och centrala funktioner. Atmosfärsmätningar från flygplan, ballonger och sondraketer kompletterar mätningar från satellit. Genom att utnyttja Esrange som uppsändningsplats är det möjligt att göra specifika studier i polarområdet, som behövs som input för vidareutveckling till globala klimatmodeller.

Rymdstyrelsen har i samråd med andra forskningsfinansiärer definierat sin roll som klimatforskningsfinansiär ("Klimatforskning – fördjupningsstudie 2003", Formas, september 2003). Rymdstyrelsen ser som sin naturliga uppgift att fokusera på den klimatrelaterade forskning som specifikt berör de övre luftlagren (höjder >8 km), jonosfären, solvinden och solaktivitet. Även om klimatforskningen är internationell till sin karaktär är det naturligt att Sverige utnyttjar sitt läge på höga latituder. Partiklars och aerosolers inverkan på molnbildning och kemiska processer har av atmosfärforskarna identifierats som speciellt viktiga frågeställningar, likaså behovet av global modellering. Sammantaget innebär detta att bidraget till klimatforskningen integreras på ett effektivt sätt med den forskning som redan nu bedrivs inom ramen för Rymdstyrelsens forskningsprogram. Huvudansvaret för analys av klimatrelaterad satellitdata rörande vegetation, mark och hav faller naturligt hos andra forskningsfinansiärer som Vetenskapsrådet, Formas etc. Däremot är det rimligt att Rymdstyrelsen har ett fortsatt ansvar för satellitbaserad data vad gäller teknisk och vetenskaplig metodutveckling samt ett delat ansvar för lagring och distribution av rymddata.

8.3.2 Solens varierande inflytande

Solen är vår närmaste stjärna och förutsättningen för ett tjänligt klimat på jorden. Förutom solens uppenbara effekter på jordens klimat genom direkt solstrålning finns indikationer på mer subtila processer som påverkar klimatet på olika tidsskalor. Genom energetisk strålning och partikelvind påverkar solen starkt jordens plasmaomgivning och den elektromagnetiska miljön på jordytan. Kosmisk partikelstrålning, kondensationskärnor och molnbildning på olika nivåer i jordens atmosfär är andra föreslagna mekanismer som kan påverka klimatet. Norrskenet, en synlig effekt av växelverkan mellan solvind och jordens övre atmosfär, har länge varit en nordisk forsknings-specialitet, sporrade av ren forskarnyfikenhet, men av direkt betydelse för att bättre förstå flera av de ovan nämnda processerna och effekterna. En allsidig förståelse av de ingående processerna kräver därför ökade insatser och samarbete med andra forskningsfinansiärer.

Grundläggande studier av solen som utnyttjar satellitdata är i dagsläget få i Sverige. De studier som görs är i hög grad inriktade mot avancerad metodutveckling och rymdväderstormars kort-siktiga inverkan på människan och hennes tekniska system (se 6.2.3). Med den framtida ESA-satelliten Solar Orbiter ökar forskningsmöjligheterna. En ökad samverkan mellan solforskare och rymdfysiker är angelägen.

8.3.3 Att övervaka tillståndet på jorden från rymden

Forskning om tillståndet på jorden med hjälp av fjärranalys har stor potential. Satelliter är ett unikt verktyg för att övervaka och förstå jordens miljö och klimat. Svensk fjärranalysforskning är till största delen tillämpningsorienterad och samordningen mellan forskning och tillämpning förbättras hela tiden och allt fler forskningsresultat kommer till praktisk användning. Ett sådant exempel är fjärranalysforskning baserad på optiska data, där Sverige ligger långt fram. Forskningen har gett upphov till ett antal operationella tillämpningar bland svenska myndigheter. Utvecklingen fortsätter dock inom detta område, bl.a. genom att allt mer högupplösta data blir tillgängliga.

Inom radarfjärranalys har Sverige varit mycket framgångsrik på forskningssidan. Det har dock inte medfört någon stor operativ användning av radarfjärranalys. Användarna har ofta haft bristande kännedom om vad radar kan erbjuda, men låg tillgänglighet av relevanta satellitdata har också inverkat. För närvarande gör ESA och flera länder olika satellitsatsningar inom radar. En annan viktig händelse inom radar är att ett nytt lågt frekvensband nyligen har gjorts tillgängligt, vilket ger nya möjligheter för satellitbaserad radar av betydelse för bl.a. skogskartering och oceanografi. Såväl ESA som NASA satsar nu på teknik- och tillämpningsstudier inför ett eventuellt framtida rymdsystem. Rymdstyrelsen avser att arbeta för ökad användning av radardata samt att se över möjligheten att utveckla Sveriges forskningsprofil inom radar och då särskilt lågfrekvensradar.

Ett annat fjärranalysområde som kan komma att bli stort framöver är satellitburen laser. I år skickade NASA upp en lasersatellit (GLAS) för bl.a. mätning av höjden på polarisarna. Det finns idag dock ingen svensk forskning inom detta område.

Det finns även ett antal aktuella flygburna (dvs. ej rymdbaserade) fjärranalystekniker som ligger utanför Rymdstyrelsens verksamhetsområde som är värda att notera. En intressant teknik är flygburen laserscanning där Sverige tidigare har legat långt fram, men nu är det ofta svårt för svenska forskare att få medel för denna typ av forskning. Inom långvägig flygburen SAR finns det unika svenska systemet CARABAS som är mycket intressant för t.ex. skogstillämpningar. Flygburna system med digitala sensorer kan antas öka i betydelse, framförallt när användning av förarlösa flygplan (UAV) får sitt genombrott. *Hemmavisten för forskning inom dessa typer av flygburen fjärranalysteknik bör klargöras*. Rymdstyrelsen kan idag endast stödja flygplansbaserade projekt som har en koppling till rymdbaserad plattform i nära tid, dvs. det måste vara aktuellt att använda sensorerna från rymden i en nära framtid.

8.4 Forskning under tyngdlöshet

8.4.1 Medicinsk kunskap från rymden

Den svenska rymdfysiologin befinner sig i ett spänningsfält mellan ren grundforskning till nytta för den allmänna kunskapsuppbyggnaden om människans fysiologi, och en tillämpad inriktning i syfte att underlätta astronauters vistelse i rymden. Till detta kommer en nyare aspekt, nämligen kommersiella jordbundna applikationer. Verksamheten är beroende av bemannad rymdfart, vilket inte varit ett prioriterat område för Sverige. Av främst industriella skäl deltar dock Sverige i ESA:s rymdstationsprogram och svenska forskare har därmed möjligheter att få utnyttja viss del av resurserna på den internationella rymdstationen ISS för forskning. Rymdstyrelsen avser att medverka till att internationellt konkurrenskraftiga forskargrupper kan utnyttja ISS för fysiologisk forskning. Rymdfysiologin är ett forskningsområde som i praktiken är helt beroende av ISS och har stor potential att engagera människor i naturvetenskaplig forskning.

8.4.2 Vill industrin lära i rymden?

Svenska materialforskare som utnyttjar tyngdlös miljö för forskningsexperiment är generellt mer tillämpningsinriktade än övriga svenska rymdforskare. Svensk industri deltar i flera forskningsprojekt, både på nationell bas och genom ESA:s program ”Microgravity Applications Promotion”. Eftersom information direkt riktad till svensk industri inte har givit något resultat avser Rymdstyrelsen istället att låta industrin och forskarsamfundet själva utveckla samarbete efter behov.

De svenska forskargrupper som idag utför experiment i tyngdlöshet är i flera fall relativt små. Rymdstyrelsen kommer därför att prioritera forskargrupper som med stöd av pågående, markbaserad forskning bedöms ha tillräcklig kapacitet att även genomföra experiment i tyngdlöshet. Denna strävan är i samklang med ESA:s satsning på större vetenskapliga konsortier.

Framtida nationella satsningar inom området skall avse medverkan i konkurrensutsatta flygtillfällen inom ESA-programmet.

9 Anslagsfrågor

9.1 Äskanden

Konkreta äskanden med motiveringar återfinns på de ställen i dokumentet där sakfrågorna berörs.

9.2 Konstruktion av anslaget 26:3

Rymdstyrelsen har under en lång rad av år påtalat problemen med den rådande konstruktionen av anslaget 26:3 från Utbildningsdepartementet. Anslaget är avsett att bekosta (1) Sveriges deltagande i den europeiska rymdorganisationens (ESA) vetenskapliga program, (2) svensk andel av grundfinansiering av Esrange enligt särskilt avtal med andra länder (EASP, Esrange Andöya Special Project), (3) en mindre ersättning till vissa samebyar och till samefonden med anledning av verksamheten vid Esrange och (4) projektstöd till svenska rymdforskare. Tanken bakom sammanslagningen av anslagen för nationell och internationell verksamhet var att inom ramen för en given budget ge Rymdstyrelsen möjlighet att väga de olika verksamheterna mot varandra. I Rymdstyrelsens fall är detta i praktiken inte möjligt. ESA-betalningen bestäms *enhälligt* av ESA:s råd för en 5-årsperiod, där beslutet för de tre första åren ligger fast men är indikativt för de följande två. *Sverige kan, som litet land i en internationell gemenskap, inte ensamt bryta denna konsensus.* EASP-avtalet, som avser driften av Esrange och Andöya, förhandlas fram i en helt annan konstellation och med helt andra förutsättningar. Det nyligen ingångna avtalet gäller för 2004 och 2005, därefter är det avsikten att ett nytt, 5-årigt avtal skall slutas. Det finns alltså inga som helst sakliga kopplingar mellan EASP-avtalet och det som avser betalningen till ESA:s vetenskapsprogram. Eftersom dessa två avtalsbundna betalningar motsvarar i det närmaste 70% av anslaget 26:3 blir den resterande delen, ca 30%, ytterst känslig för variationer i de övriga två. Det faktum att både ESA- och EASP-betalningen görs i Euro tillför ytterligare en osäkerhet.

Rymdstyrelsen inser att den nationella budgeten för rymdforskning kan både vinna och förlora med den nuvarande konstruktionen, men Rymdstyrelsen anser det inte vara rimligt att en långsiktig verksamhet som rymdforskningen tillåts vara beroende av en variabel ”restbudget”, vars storlek myndigheten i praktiken inte kan påverka inom den givna anslagsramen.

Rymdstyrelsen begär därför att nästa forskningspolitiska proposition innehåller ett förslag om att dela upp anslaget 26:3 i tre separata anslag som avser:

1. ESA:s vetenskapsprogram
2. Betalning enligt EASP-avtalet (+ viss ersättning till samebyar)
3. Nationell rymdforskning

Genom en sådan uppdelning kan storleken på varje anslag diskuteras på sina rätta grundvalar.

Ett nationellt satellitprogram – motiv, strategi och resursbehov

1 Inledning och syfte

Rymdstyrelsen har under de senaste drygt 20 åren haft möjlighet att besluta om utveckling och drift av fem forsknings satelliter. Det vetenskapliga utbytet har varit stort och den tekniska kompetens som svensk industri byggt upp är omfattande och i flera avseenden unik. Satellitverksamheten har också positionerat Sverige internationellt, vilket är betydelsefullt för ett litet land.

De nationella satelliterna har på ett väsentligt och kostnadseffektivt sätt bidragit till att uppfylla viktiga delar av Rymdstyrelsens mål inom forskning, teknisk utveckling och industriell tillväxt och konkurrenskraft. Med hänsyn till denna måluppfyllelse och ett ökande intresset hos användarna så är en fortsättning av det nationella satellitprogrammet en strategiskt viktig angelägenhet, för att såväl möta användarsamfundens behov som säkra och utveckla den industriella basen.

Rymdstyrelsen har hittills finansierat programmet inom ramen för ordinarie budget samt med betydande bidrag från partnerländer och Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse. Rymdstyrelsens nuvarande budget lämnar emellertid inte utrymme för nya nationella satellitinitiativ, speciellt inte i Odinklass (Odin i omloppsbanan sedan februari 2001). Detta är den ekonomiska bakgrunden till att Rymdstyrelsen i tidigare budgetunderlag äskat nya resurser för det nationella satellitprogrammet.

Denna bilaga kompletterar Rymdstyrelsens forskningsstrategi med en mer utförlig diskussion och redovisning av bakgrund, motiv och förutsättningar för ett långsiktigt, nationellt satellitprogram.

2 Övergripande motiv

Inom ramen för Rymdstyrelsens övergripande mål har det styrande motivet varit att ge ny kunskap inom områden där svenska forskare spelat en framträdande, internationell roll. Motivet har varit starkt kopplat till insikten att det behövs ett nationellt program för ett framgångsrikt deltagande i ESA-programmet. Det nationella programmet medverkar till att skapa internationellt konkurrenskraftiga forskargrupper, ge utrymme för att utveckla ny instrument- och satellit teknik och inte minst till att ge morgondagens rymdforskare erfarenhet av internationell forskningssamverkan.

Satellitprogrammets utmanande tekniska krav har lett till innovativa insatser, som skapar konkurrensfördelar för etablerad industri och grogrund för nya företagsbildningar inom högteknologiska nischer. Även små högteknologiska företag har därmed getts möjlighet att demonstrera nya instrument och teknologier samt visa att de kan leva upp till höga kvalitetskrav.

Projektkostnaderna har kunnat hållas på relativt och internationellt sett mycket låga nivåer tack vare att berörd industri har utvecklat innovativa och kostnadseffektiva metoder, växelverkat med berörda forskargrupper samt varit föregångare när det gäller att effektivisera systemansvaret för avancerade forsknings satelliter. Sverige har uppmärksammats internationellt för dessa bedrifter.

3 Sammanfattning av det genomförda programmet

3.1 Viking till Odin

Sveriges forsknings satelliter hittills är Viking (1986-87), Freja (1992-96), Astrid 1 (1995), Astrid 2 (1998-1999) och Odin (2001-...). De fyra första avsåg studier av jordens jonosfär och magnetosfär, medan Odin avser två ”nya” discipliner, astronomi och atmosfärs fysik/klimatologi. För Viking delade Rymdbolaget och Saab Ericksson Space på projektledningen, medan Rymdbolaget har haft huvudansvaret för de övriga forsknings satelliterna.

¹ Uppdaterad och något modifierad version av bilaga till Rymdstyrelsens budgetunderlag 2002 avseende perioden 2003-2005

I samtliga fall har projekten tillkommit i ett internationellt samarbete. I en del fall (Viking, Astrid 1 och Astrid 2) har samarbetet bestått i att utländska partners har bidragit med mätinstrument medan det i fallen Freja och Odin handlat om fullskaliga samarbetsprojekt. I Freja bidrog Tyskland med ca 25 % av projektkostnaden och i Odin svarar Frankrike, Kanada och Finland för tillsammans ca 45 % av kostnaderna. Den nationella kvalitetsgranskningen får på så sätt en tydlig internationell bekräftelse.

Viking kom till som ett resultat av den rymdsatsning som gjordes i slutet av 70-talet för att ge svenska företag den erfarenhet och kompetens som ansågs behövas för att kunna ta huvudansvar för framtida telekommunikationssatelliter. Instrumenteringen kunde i stor utsträckning bygga på den teknik som tidigare tagits fram för sondraketer och ballonger. Resultatet av denna satsning, med Tele-X i förgrunden, har spelat en avgörande roll för satellitprogrammets tillkomst och utveckling, och indirekt för tillkomsten av det framgångsrika företaget NSAB (Nordic Satellite AB). Detta visar hur nödvändigt det är att bedöma rymdverksamheten i ett långsiktigt perspektiv.

Freja, Astrid 1 och Astrid 2 byggde vidare på både de vetenskapliga och tekniska resultaten från Viking. Det vetenskapliga utbytet per satsad krona kunde påtagligt öka genom att utveckla en funktionell lågkostnadsteknik och effektiva projektledningsfunktioner. Endast tack vare dessa erfarenheter har det varit möjligt att förverkliga Odin, som bygger på en lång rad nyutvecklade instrument och plattformssystem inom teknikområden som är så gott som oprövade i rymdsammanhang. Odin är dessutom unik såtillvida att huvudinstrumentet, en nyutvecklad radiometer, används av både atmosfärforskare och astronomer, som delar på observationstiden.

3.2 Vetenskapliga resultat

Vetenskapligt har programmet hittills infriat de högt ställda förväntningarna. Till dags dato har projekten Viking, Freja, Astrid 1 och Astrid 2 resulterat i mer än 400 publikationer i internationella tidskriftsserier. Uppskattningsvis 23 svenska doktorer har i olika grad baserat sina avhandlingar på data från satelliterna. De svenska forskargrupper som deltagit i projekten (från Institutet för Rymdfysik och Alfvénlaboratoriet) har stärkt sin internationella position och är etablerade och åtråvärda samarbetspartners i internationella projekt. Vetenskapliga instrument liknande dem som utvecklats för de nationella satelliterna flyger nu på många internationella satelliter och interplanetära sonder.

Odin har efter drygt två och ett halvt år i omloppsbana bevisat att även denna satsning infriar de högt ställda förväntningarna. Satelliten ger med sina atmosfärsobservationer underlag för att studera och följa upp aktuella frågor kring klimatet som t.ex. ozonnedbrytning och växthuseffekt. Odin bidrar därmed, tillsammans med den europeiska miljösatelliten Envisat, till att ge ESA och Europa en tydlig roll i den globala klimatforskningen.

Odins mätningar av vattenånga på hög höjd i atmosfären och av den globala fördelningen av klormonoxid i alla relevanta höjdintervall är unika i sitt slag och av central betydelse för att förstå de ingående processerna. De astronomiska mätningarna är av samma höga kvalitet och värde och Odinprojektet kommer att göra svenska astronomer synnerligen väl förberedda att utnyttja resultaten från ESA:s Herschelprojekt, med uppsändning runt 2007/8.

Odinresultat från båda disciplinerna har rapporterats på en rad internationella konferenser och en jämn ström av studier publiceras nu i internationella, refererade tidsskrifter. I maj 2003 ägnades hela Letters Section av den ledande europeiska tidsskriften *Astronomy&Astrophysics* åt Odinresultat, sammanlagt 11 artiklar.

Driften av Odin är beslutad och finansierad fram t.o.m. april 2004. De berörda rymdstyrelserna har för avsikt att fortsätta driften under hela 2005, förutsatt att instrumenten fortsatt fungerar bra och att de ekonomiska förutsättningarna finns.

3.3 Tekniska och industriella bedrifter och erfarenheter

De tekniska resultaten och erfarenheterna återfinns hos både forskargrupper och industri, och handlar om allt från komponent- och instrumentutveckling till systemkunnande. Eftersom resultaten och erfarenheterna inte så lätt låter sig sammanfattas i publikationer redovisas de med viss utförlighet nedan.

Viking, Freja, Astrid 1 och Astrid 2 gav framförallt Rymdbolaget de grundläggande erfarenheter som behövs för att leda och utveckla satellitprojekt. Rymdfysikgrupperna uppnådde samtidigt en långt driven expertkunskap när det gäller att förse satelliter och rymdsonder med små och lätta, mycket kapabla mätinstrument för diagnostik av rymdplasma.

Odinprojektet innebar helt nya utmaningar på plattformssidan vad gäller framförallt stabilisering, attitydkontroll och drift. På instrumentsidan har projektet utgått från kunnandet hos svenska radio-astronomer och en mycket avancerad radiometer har utvecklats för frekvensområden (flera hundra GHz) som tidigare varit för höga att nå med ”flygbar” teknologi.

I samtliga projekt har ett informellt och nära samarbete mellan industri och forskargrupper varit en viktig förutsättning för att flygkvalificera teknologier och instrument vid forskningsfronten.

Odens radiometer har byggts under ledning av Rymdbolaget tillsammans med Chalmers, Omnisys Instruments AB, Saab Ericsson Space AB, ACR Electronic AB, Celsius Tech Electronics m.fl.

Omnisys Instruments AB är ett högteknologiskt företag inom elektronik- och mikrovågsområdet, som vuxit upp med Odin som den viktigaste drivkraften. Företaget har idag 12 anställda.

Saab Ericsson Space AB har bl.a. svarat för den slutliga sammansättningen av Odin och av utvecklingen av de extremt yttoggranna, kolfiberbaserade reflektorerna till teleskopet. De tekniska erfarenheterna från framtagningen av Odinreflektorerna kan användas för tillverkning av antennytor för telekomsatelliter. Det rymdorienterade högteknologiföretaget ACR Electronics AB har tillverkat teleskopstrukturen (även denna i en kolfiberkomposit) och ett stort antal mekaniska mekanismer. Företaget har därefter inom ramen för Ångström Space Technology Centre inriktat sig på att utveckla nano- och mikroteknologier för rymdbruk.

Rymdbolaget har också haft ansvaret för utvecklandet av ett antal projektkritiska plattformssystem. Till det viktigaste av dessa hör det avancerade attitydkontrollsystemet, som förmår att både rikta in hela satelliten mot i förväg bestämda mål (astronomi) och få teleskopets antennlob att svepa genom jordatmosfären med känd hastighet och riktning. Saab Ericsson Space AB har bidragit med mjukvara och processor till systemet.

Rymdbolaget har som huvudleverantör fått unika erfarenhet av att leda ett komplext satellitprojekt med en mängd nyutvecklade instrument och delsystem, som tillkommit med bidrag från industrier och forskargrupper från de fyra deltagarländerna (och även andra). Dessa erfarenheter kan ligga till grund för nya, framtida kostnadseffektiva satsningar inom en rad användningsområden.

Ett konkret bevis på Rymdbolagets systemkunnande var ESA:s beslut att utse Rymdbolaget till huvudleverantör för ESA:s första teknikdemonstrator, SMART-1, som framgångsrikt sändes upp i september 2003 och nu är på väg mot månen. Projektet syftar till att i första hand prova ut en ny jonmotor för interplanetära färder och har en total budget på ca 1 miljard kronor. Flera delsystem, bl.a. attitydkontrollsystemet, bygger på direkta erfarenheter från Odin. Omnisys Instruments AB har som underleverantör fått en viktig roll för design och utveckling av kraftsystemet ombord.

Tack vare SMART-1 får Rymdbolaget och underleverantörer som Omnisys Instruments AB erfarenhet av att arbeta tillsammans med en internationell, mycket professionell beställarorganisation med högt ställda krav på prestanda och kvalitet. Detta är nödvändigt för att nå framgång i den internationella konkurrensen om utvecklingskontrakt.

4 Nationella satellitprogram i ett internationellt perspektiv

Med samma motiv som de svenska har flera andra europeiska länder egna satellitprogram vid sidan om ESA-programmet. Bland dessa länder finns Frankrike, Italien, Spanien, Danmark och Tyskland. Länder utanför Europa med småsatellitprogram är t.ex. USA, Japan och Kanada.

I Europa är det ”rymdnationen” Frankrike som har det mest omfattande programmet, men om man utgår från vad som hittills uppnåtts ligger Sverige mycket långt framme. I själva verket har Sverige med sitt speciella sätt att arbeta, karaktäriserat av platta ledningsstrukturer, korta beslutsvägar och ett nära samarbete mellan etablerad industri, innovationsföretag och forskargrupper på ett kostnadseffektivt sätt lyckats uppnå resultat som imponerar långt utanför Sverige. Andra länders intresse av att delta i de svenska projekten med både instrument och reda pengar är ett bevis för detta - förutom att de vetenskapliga motiven varit internationellt slagkraftiga. Odin är ett mycket tydligt bevis på det internationella intresset, där två viktiga rymdnationer med egna småsatellitprogram, Frankrike och Kanada, tillsammans satsat nästan 200 miljoner kronor.

I september 2001 tog Rymdstyrelsen initiativet till en internationell konferens i Stockholm för att diskutera behovet av och formerna för hur de nationella programmen i Europa skulle kunna samordnas bättre både sinsemellan och med ESA-programmet. Konferensen slog fast betydelsen av de nationella programmen som komplement till ESA-programmet och i februari 2002 tog ESA:s vetenskapliga programstyrelse beslut om formella procedurer för en bättre samordning och samplanering av de olika programmen. ESA-engagemanget kommer att ytterligare skärpa kvalitetskravet, vetenskapligt och tekniskt.

Stockholmskonferensen visade också att många länder ser nationella satellitprogram som en strategisk satsning inom ramen för en nationell rymdpolitik, precis som fallet var i Sverige i slutet av 70-talet, när besluten om Tele-X och Viking togs. Samtidigt utgör de nationella programmen både stöd för och komplement till ESA-programmet. Resultatet av den ”idéinventering” som Rymdstyrelsen initierade visar att det även idag finns ett behov av strategisk innebörd (se nedan).

5 Det framtida satellitprogrammet

5.1 ”Call for Ideas”

För att kartlägga det framtida användarbehovet av ett nationellt satellitprogram skickade Rymdstyrelsen i september 2001 ut en begäran om förslag på prioriterade projekt och användningsområden till en lång rad presumtiva intressenter. Sammanlagt 36 svar togs emot innan svarstiden gick ut den 16 november 2001.

Forsknings- och teknikutvecklingsaspekter dominerar i förslagen. Bland förslagsställarna finns inte bara forskare utan i flertalet fall också industrirepresentanter, som ofta uppträder tillsammans på kompletta förslag. Bland myndigheter som inkommit med förslag och synpunkter finns Försvarmakten, FOI och SMHI. Många av förslagen bygger som väntat på internationellt samarbete, främst med ESA men även med de franska och kanadensiska motsvarigheterna till Rymdstyrelsen, CNES respektive CSA samt NASA.

Försvarmaktens intresse för rymdsektorn bottnar i den omdaning av det svenska försvaret som nu pågår. I planerna ingår att före 2005 ha demonstrerat system och teknologier, för att utifrån dessa erfarenheter ta fram operativa system innan 2010.

En del projekt är av den omfattningen att de i realiteten förutsätter ett starkt engagemang från framför allt ESA med innebörden att det svenska bidraget i sådana fall skulle behöva inskränka sig till mätinstrument eller plattformssystem men med bibehållet högt teknikinnehåll.

Flera projektförslag avser innovativa och tekniskt utmanande instrument- och plattformsidéer, som skulle passa väl in i ett nationellt satellitprogram och utgöra en viktig del i ett nationellt, rymd-

inriktat teknologiprogram. Främsta exemplen finns inom nano- och mikroteknologi och inom den mest avancerade formen av elektronisk komponenttillverkning. De aktuella teknologierna är brett användbara och på stark frammarsch. De tilltänkta rymdtillämpningarna kan således spela en viktig roll som nyskapande kravställare.

Det finns också projektförslag som förutsätter flera satelliter i formationsflygning. Förslagen har vetenskapliga motiv, men tekniken kan i framtiden få en allt större betydelse för rymdbaserad kommunikation och positionering.

5.2 Utvärdering av inkomna förslag

Rymdstyrelsen valde i samråd med sina rådgivande kommittéer under 2002 ut ett begränsat antal projektförslag för vidare studier, inkl. vetenskaplig peer-review i relevanta fall. Urvalet gjordes genom att väga samman ett flertal aspekter, i första hand projektinnehåll, syften, relevans, kvalitet och kostnad. Rymdbolaget assisterade med vissa tekniska utredningar för att i första hand uppskatta kostnader och teknisk genomförbarhet vad gäller uppsändning och operativa krav.

Studierna av de utvalda projekten presenterades i februari 2003. På basis av dessa resultat och tidigare skriftligt material och överväganden formulerade forskningskommittén (SRAC, Space Research Advisory Committee) en rekommendation² ur vilken här följer ett utdrag:

STEAM³ (Stratosphere-Troposphere Exchange And climate Monitor)

SNSB⁴ should promote and put forward STEAM as the primary candidate for the next Swedish-led research satellite project. SNSB should explore available funding sources and seek to ascertain international support, both through multilateral cooperation and in the context of the ESA EOPP⁵ programme.

In making this recommendation SRAC wants to emphasise the need to further identify the Swedish community that would be either directly involved in the mission or directly benefit from the obtained results. The outcome of this activity should preferably be in the form of moral commitments from individual scientists and organisations. From a scientific point of view the level or nature of the Swedish/SNSB involvement in the mission should reflect the national interests.

In parallel, appropriate measures should also be taken to address the identified need for a more solid plan for the data reduction and modelling.

SRAC is not in a position to judge to what extent and in what areas more preparatory technical work is needed.

Technology demonstrations (using the TechnoSat “concept”)

SRAC is of the opinion that miniaturisation of future space craft and instruments is very important, and that Sweden has the potential to play a world-leading role. Further involvement and support from ESA in the development at Ångström Space Technology Center (ÅSTC) is important. In order to effectively arrive at flight-ready products and mission scenarios efforts should be made to foster a good collaboration between all involved national partners (ÅSTC, SSC, Omnisys Instruments AB, institutes etc).

² Comments and recommendations made by SRAC concerning the Swedish satellite programme, 11 March 2003 (Dnr 51/03)

³ STEAM är ett projektförslag med Prof. D. Murtagh (Chalmers) som svensk ledare. Flera utländska forskargrupper medverkar, inkl. Odingrupporna. En vetenskaplig och teknisk sammanfattning återfinns i Bilaga 2.

⁴ Swedish National Space Board (Rymdstyrelsen)

⁵ Earth Observation Preparatory Programme

Assuming that SNSB is prepared to financially support the above activities at a reasonable level, the involved parties should be requested to present a joint, realistic road-map, addressing both the technological and scientific aspects. SRAC wants to emphasise that by pursuing the “technology route” there is a good possibility to involve several scientific disciplines, notably the space physics community (appropriate elements of Auroral Quartet, Saga and AIM) but also part of the aeronomy and astronomy communities (Saga – planetary atmospheres; Darwin – exoplanets).

SRAC recommends that a technology test satellite should have concrete science goals. Thus, the directives of the above exercise should be such that the scientific opportunities (and financial consequences) can be assessed. Once the prerequisites are better known SNSB could consider issuing an Announcement of Opportunity for scientific experiments that could be performed on small test satellites.

SRAC recommends that the above activities are started without delay. Since much of the information is already available in one form or the other it should be possible to come to more concrete proposals very soon.

5.3 Fortsatt arbete och resursbehov

Rymdstyrelsen har övertygats om det vetenskapliga värdet av satellitprojektet STEAM, konstaterat att det vetenskapligt dessutom utgör ett viktigt komplement till det nuvarande ESA-programmet samt att det bygger på en internationellt sett framåtsyftande, teknisk vidareutveckling av Odin. En sammanfattning av den vetenskapliga målsättningen framgår av Bilaga 2. Förutom svenska forskargrupper har projektet stöd av forskargrupper i Frankrike, Kanada, Finland och Tyskland.

Från de kostnadsuppskattningar som gjorts konstaterar Rymdstyrelsen att STEAM visserligen är billigare än Odin men likväl förenad med så stora kostnader att ytterligare, direkta projektinsatser från myndighetens sida inte kan påbörjas utan en budgetförstärkning. Ett rymdstyrelsefinansierat, pågående arbete vid Omnisys Instruments med att utveckla ett nytt mikrovågsinstrument är dock utformat för att både passa för STEAM och ligga i linje med den teknikutveckling som har stöd inom ESA:s jordobservationsprogram.

För att förverkliga STEAM som ett internationellt samarbetsprojekt liknande Odin behöver Rymdstyrelsen en resursförstärkning på 30-40 mkr/år i ca 5 år. Denna förstärkning motiveras till väsentliga delar av det uttalade forsknings- och användarbehovet.

Vad gäller satellitprojektet TechnoSat har inte bara användaraspekten vägts in utan även möjligheten att integrera det i ett nytt, rymdriktat teknologiprogram samt få projektet att fungera som ett medel att ytterligare positionera svenskt industri- och teknologikunnande i Europa (och därmed ESA). Med dessa utgångspunkter och vissa tekniska och ekonomiska randvillkor gav Rymdstyrelsen både Rymdbolaget och ÅSTC i uppdrag att var för sig göra en fördjupningsstudie, som tillsammans skulle kunna ge underlag för den fortsatta planeringen. Parallellt har forskarsamfundet studerat ett höggradigt integrerat instrumentpaket för studier av jordens plasmaomgivning och övre atmosfär. Syftet är att både flygkvalificera instrumentet för framtida ESA/NASA-projekt och göra vetenskapliga mätningar. Rymdstyrelsens forskningskommitté är redan i färd med att vetenskapligt och tekniskt utvärdera det vetenskapliga instrumentpaketet.

De tekniska studierna redovisades för Rymdstyrelsen i oktober. Innan utgången av 2003 kommer Rymdstyrelsen att besluta om, på vilket sätt och under vilka förutsättningar TechnoSat kan gå vidare. Även i fallet TechnoSat är det frågan om ett internationellt samarbete, som både syftar till en internationell positionering av svenska aktörer och till att hålla nere Rymdstyrelsens kostnader. Med en 3-årig utvecklingstid, dvs. uppsändning under andra halvan av 2006, beräknas kostnaden för Rymdstyrelsen bli ca 10 – 20 mkr/år. Till detta kommer kostnaden för de vetenskapliga instrumenten, ca 3 mkr/år, som belastar forskningsbudgeten.

Sammanfattning av satellitprojektet STEAM

The proposed satellite project "Stratosphere-Troposphere Exchange And climate Monitor" (STEAM) is dedicated to the investigation of chemical, dynamical, and radiative processes in the upper troposphere and lower stratosphere (UT/LS) altitude range and their links with the Earth climate and Stratosphere evolution. The main objective is to provide vertically and horizontally resolved information on the global distributions of UT/LS key species such as water vapour (H₂O), ozone (O₃), and carbon monoxide (CO), and global fields of O₃, H₂O and halogen compounds responsible for the O₃ destruction like chlorine monoxide (ClO) in the stratosphere.

The UT/LS region plays an important role in the Earth's climate system. Changes in the composition of H₂O and O₃ have for example a direct impact on the balance of absorbed and emitted radiation. Radiative, chemical and dynamical processes are controlled by complex feedback mechanisms. Despite its importance for the Earth climate system, there is still a lack of accurate, height-resolved data in the UT/LS. Confronting 3D climate and chemical-transport models with STEAM observations will improve our knowledge on this critical atmospheric region. Furthermore it is of a vital importance to monitor on a global scale the evolution of the Stratosphere beyond 2007 in order to quantify the expected decline of halogen compounds and check whether the ozone layer is starting recovering.

STEAM consists of a microwave limb-sounding instrument operating in the 320-360 GHz range to sound the UT/LS and in the 485-505 GHz range to sound the Stratosphere. Using a unique technique for sounding the Earth atmosphere's limb from 5 to 28 km by employing 8 simultaneous measurements, STEAM will produce a global dataset of UT/LS key species such as H₂O, O₃, and CO with both a good vertical (1.5-2.5 km) and a good horizontal resolution (30-50 km). The mm-band instrument will be coupled to an optical instrument, which is under study, in order to measure aerosol and clouds. The sub-mm band instrument will detect O₃, ClO, N₂O and H₂O from 15 to 40 km.

Radiative aspects will in particular be addressed by the measurements of H₂O, O₃, and N₂O. Well resolved STEAM data of H₂O, O₃, CO, N₂O, and CH₃Cl in the UT/LS will allow to study dynamical processes such as stratosphere-troposphere exchange or transport between high-, middle- and low-latitudes. Chemical aspects cover both the upper troposphere (O₃ budget, biomass burning, aircraft impact) and the lower stratosphere (ozone evolution) and will be investigated using the global dataset of H₂O, O₃, CO, N₂O, HNO₃, HCN, and CH₃CN provided by STEAM.

⁶ Utdrag ur Executive Summary Svensk Principal Investigator: Prof. Donal Murtagh, Chalmers