

2010-07-15

**Effektutvärdering av Rymdstyrelsens
finansiering av teknikutveckling**
*Impact evaluation of the Swedish National Space
Board's funding of technology development*

Tomas Åström
Jakob Hellman
Faugert & Co Utvärdering AB

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Effekter på mottagare	1
Effekter på rymdindustrin	1
Effekter på användare	2
Reflexioner	2
Executive summary	4
Impacts on recipients	4
Impacts on space industry	4
Impacts on users	5
Reflections	5
1. Inledning	7
1.1 Utvärderingsuppdraget	7
1.2 Genomförande	7
1.3 Rapportens struktur	8
2. Rymdindustrin	9
2.1 Internationell rymdindustri	9
2.2 Europeisk rymdindustri	11
2.3 Svensk rymdindustri	14
2.4 De tre stora företagen	18
3. Rymdstyrelsens finansiering av teknikutveckling	21
3.1 Rymdstyrelsens uppdrag	21
3.2 Finansiering direkt från Rymdstyrelsen	23
3.3 Finansiering från Rymdstyrelsen via ESA	27
3.4 Den samlade bilden av Rymdstyrelsens finansiering av teknikutveckling	29
3.5 EUs ramprogram	33
4. Effekter på företagen	35
4.1 Effekter på de tre stora företagen	35
4.2 Effekter på mindre företag	41
4.3 Effekter på svensk rymdindustri	51
5. Samhällsekonomiska effekter	55
5.1 Effekter på användare av rymdteknik	56
5.2 Andra näringspolitiska effekter	58

6. Måluppfyllelse	60
7. Strategi och effektivitet	62
7.1 Rymdstyrelsens finansieringsstrategi	62
7.2 Rymdstyrelsens effektivitet	63
7.3 ESAs effektivitet	63
<hr/>	
8. Slutsatser och reflexioner	65
8.1 Effekter på mottagare	65
8.2 Effekter på rymdindustrin	65
8.3 Effekter på användare	70
8.4 Effektlogik	70
8.5 Reflexioner	71
<hr/>	
Bilaga A: Intervjupersoner och tolkningsseminariedeltagare	73
Bilaga B: Förkortningar	75
Bilaga C: Rymdstyrelsens finansiering av teknikutveckling 2000–2009	77
Bilaga D: Mindre företag	79
Bilaga E: Teknologimognadsnivå	81

Sammanfattning

Föreliggande rapport sammanfattar en effektutvärdering av Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering sedan år 2000. Utvärderingen har genomförts under perioden mars–juli 2010 och datainsamlingen har huvudsakligen bestått av litteraturstudier, analys av branschstatistik, analys av finansieringsflöden, 30-talet intervjuer och samtal – främst med representanter för mottagare av teknikutvecklingsfinansiering – samt ett tolkningsseminarium med sju representanter för rymdföretag och lika många representanter från Rymdstyrelsen.

Den svenska rymdindustrin består av tre relativt sett stora företag och drygt 20 mindre företag, varav merparten är mycket små.

Syftet med Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering är att leva upp till sina verksamhetsmål, vilka har formulerats lite olika genom åren. 2008 löd de:

- Hög internationell konkurrenskraft hos svenska företag
- Stärkt exploatering av de fördelar som Eorange innebär för svensk rymdverksamhet
- En omfattande och kvalificerad användning av rymdtekniska tillämpningar inom transport, kommunikation, jordobservation och forskning, särskilt om klimat och globala miljöförändringar
- En stark europeisk rymdverksamhet inklusive ett oberoende tillträde till rymden

Mot denna bakgrund finansierar Rymdstyrelsen svenskbaserade företags teknikutveckling genom fyra olika kanaler:

- Direkt till svenska företag, främst de största
- Genom Programmet för rymdtekniska tillämpningar (RyT), vilket vänder sig till mindre företag
- Genom Nationella fjärranalysprogrammets användardel (FA-A), som stöder samarbete mellan användare och utvecklare
- Via European Space Agency (ESA), vilken främjar det vetenskapliga och teknologiska rymdsamarbetet i Europa, till alla typer av aktörer inom rymdindustrin

Under perioden 2000–2009 har sammanlagt nära 5,2 miljarder kronor i teknikutvecklingsfinansiering utgått från Rymdstyrelsen: 3,7 miljarder kronor via ESA, 1,4 miljarder kronor som direktfinansiering, 85 miljoner kronor genom FA-A och 30 miljoner kronor genom RyT.

Effekter på mottagare

Utvärderingen visar att de positiva effekterna på mottagarna är omfattande. Företag av alla storlekar har byggt upp internationell konkurrenskraft och har nått betydande internationella försäljningsframgångar som inte hade varit möjliga utan Rymdstyrelsens finansiering. För de tre stora företagen har finansieringen varit avgörande, och i vissa fall en absolut förutsättning, för deras rymdverksamhet. För de mindre företagen har Rymdstyrelsens nationella program i många fall varit en förutsättning för företagens etablering och tillväxt, och den nationella finansieringen har för många av företagen utgjort en språngbräda för deltagande i ESA-program.

Effekter på rymdindustrin

Den långsiktiga omsättningstrenden för rymdindustrin under perioden 2000–2009 är neutral, vilket skulle kunna indikera att branschen i någon mening stagnerat och att de förändringar som sker över tid är i form av omfördelningar mellan företag. Detta

understryks också av att antalet anställda i princip varit konstant sedan 2000. Dessa observationer säger emellertid ytterst lite om konkurrenskraft och innovationsförmåga i branschen, och kanske mer om de protektionistiska dragen inom den internationella rymdindustrin som kraftigt försvårar export utöver *juste retour*. Eftersom Rymdstyrelsens anslag från Näringsdepartementet, med undantag för något enstaka år, i stort sett varit konstant i inflationsjusterade termer, och teknikutvecklingsfinansieringen därmed också varit det, så är det föga anmärkningsvärt att branschens omsättning uppvisar en neutral trend.

Antalet unika företag som mottagit teknikutvecklingsfinansiering har, efter en kraftig ökning fram till 2005, stabiliserats till knappt 20. Antalet företag som deltagit i ESA-projekt har ökat kraftigt från 2 till 23 under perioden 2000–2009, även om få av dem uppvisar ett återkommande deltagande under flera år. Det råder därför ingen tvekan om att Rymdstyrelsens strategiska satsningar på mindre företag starkt har bidragit till att förändra den svenska rymdindustristrukturen och därmed skapat en ökad pluralism.

Vi konstaterar att "avkastningen" på Rymdstyrelsens finansiering (kvoten mellan rymdrelaterad omsättning och mottagen teknikutvecklingsfinansiering) sedan 2004 i stort sett är densamma för de tre stora företagen (som kollektiv) och för de tio största mottagarna i kategorin mindre företag (som kollektiv): 230–240%. Detta skulle indikera att Rymdstyrelsens satsningar på de tio mindre företagen (som står för 8% av den svenska rymdindustrins omsättning) leder till lika hög "avkastning" som dess satsningar på de tre stora företagen (som står för 70% av rymdindustrins omsättning). Som jämförelse uppskattade en brittisk studie 2007 att "avkastningen" av det offentliga stödet till rymdindustrin i Storbritannien var 190–290%. Skillnaden mellan de tre stora företagen är dock påtaglig; "avkastningen" för RUAG Space (Sweden) är 340%, för Rymdbolaget 230% och för Volvo Aero Corporation 160%. Även bland de mindre företagen är skillnaderna stora och varierar mellan 100% och långt över 1000%. Det ska emellertid sägas att "avkastningen" är ett mycket trubbigt effektivitetsmått som inte bör användas utan att kompletteras med andra.

Rymdstyrelsens kontrafaktiska fråga, huruvida mer omfattande effekter rimligen skulle ha uppnåtts om myndighetens åtgärder för att gynna ett bredare företagsdeltagande i ESA *inte* hade genomförts, kan därmed inte besvaras så länge effekterna mäts i omsättning. Men det kan konstateras att de mindre företagen som kollektiv har en annan kundstruktur än de tre stora, vilket innebär att en bredare kundkrets inom och utom Sverige får tillgång till rymdteknik och rymdtekniska tillämpningar. Denna bredare kundkrets innebär också en högre andel kommersiell försäljning, även i dess strikta betydelse (till andra företag), än för de tre stora företagen som kollektiv.

Effekter på användare

Inom fjärranalysområdet finns flera framgångsrika exempel på användarnytta och i vissa fall kommersiella affärer. Intresset för och kunskapen om fjärranalys bland potentiella användare uppges ha ökat under hela 2000-talet, vilket har lett till en ny och mognare marknad.

Forskarsamfundet har fått tillgång till fjärranalysdata till sin forskning och har fått finansiering till konstruktion av vetenskapliga instrument. I flera fall är Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering en förutsättning för forskningen.

Reflexioner

Den strategiska förändring som Rymdstyrelsen genomförde runt sekelskiftet för att engagera fler företag i teknikutveckling inom rymdområdet har tvivelsutan varit mycket framgångsrik. Detta till trots finns några möjliga förbättringsområden och potentiella möjligheter att vidareutveckla den svenska rymdindustrin. Bland annat finns möjligheter att selektera mellan företag som genererar olika grad av "avkastning", att öka insatserna på de mindre företagen genom att utöka budgetarna för RyT och FA-A, samt att selektivt satsa på lovande företag, företagsidéer och produktidéer som hittills

inte utgjort fokus för Rymdstyrelsens insatser. Nästan alla intervjupersoner, särskilt bland de mindre företagen, argumenterar för att en lägre andel av Rymdstyrelsens medel borde gå via ESA. Man hänvisar till effektivitetsvinster, bättre möjligheter för mindre företag att medverka samt bättre förutsättningar för svenska aktörer att bygga vidare på svenska styrkeområden. Det ska dock påpekas att några intervjupersoner förespråkar att ESA-andelen borde bibehållas eller rentav ökas.

Rymdstyrelsens informella och pragmatiska arbetssätt lovordas av de allra flesta. Några av de mindre företagen upplever dock att myndigheten inte är så transparent i sina prioriteringar som de skulle önska och många intervjupersoner efterfrågar en ökad strategisk tydlighet från Rymdstyrelsen. Rymdstyrelsen borde bland annat tydligare klargöra vilka teknikområden som Sverige ska satsa på. Flera intervjupersoner menar vidare att Rymdstyrelsens agerande i ESA-sammanhang skulle kunna vara mer effektivt och mer målinriktat för att bättre ta tillvara svenska intressen.

Flera av dessa förslag skulle rimligen kräva ytterligare personella resurser i Rymdstyrelsen, varför det kan finnas anledning för Rymdstyrelsens uppdragsgivare att överväga att öka myndighetens förvaltningsanslag om ett eller flera av dessa genomförs.

Executive summary

This report summarises an impact evaluation of the Swedish National Space Board's (SNSB) funding of technology development since 2000. The evaluation was conducted between March and July 2010 and data collection has mainly consisted of literature studies, analyses of industry statistics, analyses of funding flows, around 30 interviews and conversations – mainly with representatives of the beneficiaries of technology development funding – and an interpretation seminar with seven representatives of the space industry and equally many representatives of the SNSB.

The Swedish space industry consists of three relatively large enterprises and over 20 smaller enterprises, most of which are very small.

The purpose of the SNSB's technology development funding is to live up to its mission statements, which have been formulated a bit differently over the years. In 2008 they were:

- High international competitiveness for Swedish enterprises
- Enhanced exploitation of the benefits that Esrange entails for Swedish space activities
- Extensive and qualified use of space technology applications in transportation, communications, earth observation and research, particularly on climate and global environmental change
- Strong European space activities, including independent access to space

Against this background, the SNSB funds Swedish-based enterprises' technology development through four different means:

- Directly to Swedish companies, mainly the largest
- Through the Programme for space technology applications (RyT), which is intended for smaller companies
- Through the National remote sensing programme's users section (FA-A), which supports cooperation between users and developers
- Through the European Space Agency (ESA), which promotes scientific and technological space cooperation in Europe, to all types of actors in space industry

During the years 2000–2009, the SNSB has invested a total of close to SEK5.2 billion in technology development: SEK3.7 billion through ESA, SEK1.4 billion in direct funding, SEK85 million through FA-A and SEK30 million through RyT.

Impacts on recipients

The evaluation shows that the positive impacts on recipients are considerable. Enterprises of all sizes have built international competitiveness and have achieved significant international sales that would not have been possible without funding from the SNSB. For the three large enterprises, funding has been instrumental, and in some cases an absolute prerequisite for their space activities. For the smaller enterprises the SNSB's national programmes have in many cases been a condition for the enterprises' establishment and growth, and for many of the enterprises the national funding has provided a springboard for participation in ESA programmes.

Impacts on space industry

The long-term turnover trend for the space industry during the period 2000–2009 is neutral, which could indicate that industry in some respect has stagnated and that the changes occurring over time is in the form of reallocations between enterprises. This is

underlined by the fact that the number of employees in principle has remained constant since 2000. However, these observations say very little about the competitiveness and innovativeness of industry, and perhaps more about the protectionist elements within the international space industry, which significantly impedes exports beyond *juste retour*. Since the SNSB's grants from the Ministry of Enterprise, Energy and Communications, with the exception of the odd year, more or less has been constant in inflation-adjusted terms, so has technology development funding, meaning that it is not surprising that industry's turnover shows a neutral trend.

The number of unique enterprises that have received technology development funding has, after a rapid increase until 2005, stabilised at just below 20. The number of enterprises that have participated in ESA projects has significantly increased from 2 to 23 in the period 2000–2009, although few of them have participated regularly over the years. There is therefore no doubt that the SNSB's strategic investments in smaller enterprises strongly have contributed to altering the Swedish space industry's structure, thus creating greater pluralism.

We note that the “return” on SNSB funding (the ratio of space-related turnover and received technology development funding) since 2004 is essentially the same for the three larger enterprises (as a group) and the ten largest recipients in the category of smaller enterprises (as a group): 230–240%. This would indicate that the SNSB's investments in the ten smaller enterprises (which account for 8% of the Swedish space industry's turnover) results in the same level of “return” as its investments in the three larger ones (accounting for 70% of the space industry's turnover). By comparison, a British study in 2007 estimated that the “return” of public support for the space industry in the UK was 190–290%. However, the difference in “return” between the three larger companies is significant; for RUAG Space (Sweden) it is 340%, for Swedish Space Corporation it is 230% and for Volvo Aero Corporation it is 160%. Differences are large also among the smaller enterprises; it varies between 100% and well over 1000%. However, it should be emphasised that the “return” is a very crude measure of efficiency that should not be used without being supplemented by others.

The SNSB's counterfactual question, whether greater impacts would reasonably have been achieved if its efforts to promote a wider business participation in ESA programmes had *not* been implemented, cannot be answered as long as impacts are measured in turnover. But it is apparent that the smaller enterprises collectively have a different customer structure than the big three, meaning that a wider customer base in Sweden and abroad get access to space technology and space applications. The broader customer base also means a higher proportion of commercial sales, even in its strict sense (to others companies), than for the big three enterprises collectively.

Impacts on users

In the field of remote sensing there are several successful examples of user benefits and in some cases commercial sales. The interest in and knowledge of remote sensing among potential users has allegedly increased throughout the past decade, which has led to a new and more mature market.

The scientific community has gained access to remote sensing data for its research and has received funding for construction of scientific instruments. In several cases, the SNSB's technology development funding is a prerequisite for the research.

Reflections

The strategic change that the SNSB introduced around the turn of the century to engage more enterprises in space-related technology development has undoubtedly been very successful. Despite this, there are some possible areas for improvement and potential opportunities to further develop the Swedish space industry. These options include to select between enterprises that generate different levels of “return”, to increase support to smaller enterprises by increasing the budgets for RyT and FA-A, and to selectively invest in promising enterprises, business ideas and product ideas that

have so far not been the focus of the SNSB's investments. Almost all interviewees, especially among the smaller enterprises, argue that a lower proportion of the SNSB's funds ought to go through ESA. They refer to efficiency gains, better opportunities for smaller enterprises to participate and better conditions for Swedish actors to build on Swedish areas of strength. However, it should be noted that some interviewees advocate that the share going through ESA should be maintained or even increased.

The SNSB's informal and pragmatic approach is commended by the majority of interviewees. Some of the smaller enterprises feel that the Agency is not as transparent in its prioritisations as they would like and many interviewees call for increased strategic clarity from the SNSB. Among other things, the SNSB should be more explicit in identifying which fields of technology that Sweden should pursue. Several interviewees believe that the SNSB's actions in the ESA context could be more efficient and more targeted in order to better promote Swedish interests.

Several of these proposals would likely require additional staff resources in the SNSB, so there may be reason for the SNSB's principal to consider increasing the Agency's management budget if one or more of them is to be implemented.

1. Inledning

1.1 Utvärderingsuppdraget

Syftet med föreliggande utvärdering är att skapa ett underlag för den strategiska inriktningen av Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering framgent. Utvärderingen ska söka besvara följande frågeställningar:

1. Vilka effekter av Rymdstyrelsens finansiering av teknikutveckling under 2000–2008 kan observeras:
 - i) I företag som mottagit teknikutvecklingsfinansiering?
 - ii) Inom den svenska rymdindustrin som helhet, med särskilt fokus på mindre företag som mottagit teknikutvecklingsfinansiering?
 - iii) Bland användare av den teknik som utvecklats medelst teknikutvecklingsfinansiering?¹
2. Har den ökade medverkan av mindre företag i industrikontrakt från European Space Agency (ESA), som resulterat av de åtgärder som Rymdstyrelsen införde 2000 för att vidga konkurrensen om ESAs utvecklingskontrakt i Sverige, genererat något samhällsekonomiskt eller annat mervärde? Särskilt ska utvärderingen om möjligt söka belysa om mer omfattande effekter rimligen skulle ha uppnåtts om Rymdstyrelsens åtgärder inte hade genomförts och det svenska SMF-deltagandet i ESA-projekt fortsatt ligga på en obetydlig nivå.

Uppdraget ska genom att besvara dessa frågeställningar söka belysa två förhållanden. Dels förhållandet mellan Rymdstyrelsens anslag och industrins omsättning samt förhållandet mellan ett användarfokus i fördelningen av teknikutvecklingsfinansiering kontra att enbart fokusera på teknikutvecklingen som sådan.

1.2 Genomförande

Faugert & Co Utvärdering AB har under perioden mars–juli 2010 genomfört det arbete som redovisas i denna utvärderingsrapport. Utvärderingen har genomförts av Jakob Hellman och Tomas Åström, där den senare agerat projektledare. Göran Melin har varit intern kvalitetssäkrare.

Datainsamlingen har bestått av:

- Litteraturstudier
- Analys av den branschstatistik som Rymdstyrelsen sammanställer baserat på en årlig enkät till svenskbaseade företag med rymdrelaterad verksamhet
- Analys av finansieringsflöden baserat på uppgifter som Rymdstyrelsen sammanställt på Faugert & Co:s begäran
- 25 intervjuer med representanter för:
 - Mottagare av teknikutvecklingsfinansiering, där urvalet av företag huvudsakligen gjorts efter de som erhållit störst anslag; de 13 största mottagarna i kategorin företag har intervjuats. Därtill har ytterligare sex företag som inte erhållit betydande teknikutvecklingsfinansiering intervjuats. Universitet och insti-

¹ Trots den synbarligen jämbördiga ställningen mellan effekter på mottagare av teknikutvecklingsfinansiering, rymdindustrin som helhet och användare, så har användarperspektivet på Rymdstyrelsens begäran givits en mer undanskymd roll än de andra.

tut som erhållit teknikutvecklingsfinansiering har, efter överenskommelse med Rymdstyrelsen, över huvud taget inte intervjuats

- Utvecklare av fjärranalystjänster (användare), där urvalet gjorts på Rymdstyrelsens rekommendation
- Forskare (användare), där urvalet gjorts på Rymdstyrelsens rekommendation. Det är viktigt att notera att intervjuerna med forskare *inte* haft som ambition att teckna en heltäckande bild av användarnytta ur forskares perspektiv, utan endast att generera ett fåtal (inte nödvändigtvis representativa) exempel på sådan användarnytta
- Otaliga samtal med ett antal representanter för Rymdstyrelsen
- Ett tolkningsseminarium på Rymdstyrelsen 2010-06-04 vid vilket Faugert & Co redovisade sina observationer och preliminära slutsatser för diskussion och återkoppling

Intervjupersoner och deltagare i tolkningsseminariet finns sammanställda i bilaga A.

1.3 Rapportens struktur

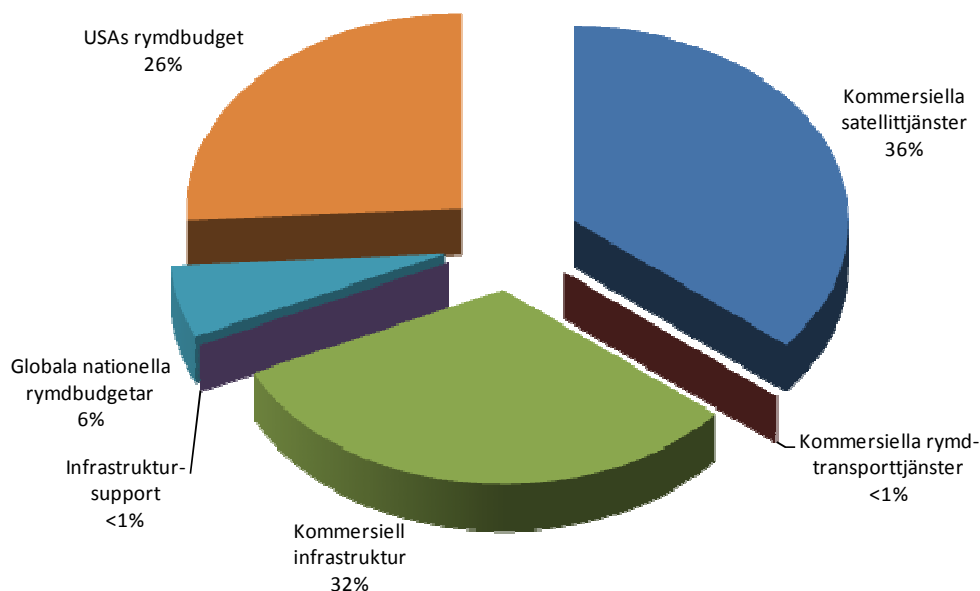
Denna rapport börjar – efter detta inledande kapitel – med en relativt utförlig beskrivning av rymdbranschen för att den ej initierade läsaren ska ges möjlighet att bättre förstå den svenska rymdindustrins roll i en starkt internationaliserad bransch (**kapitel 2**). **Kapitel 3** beskriver sedan teknikutvecklingsfinansieringens ursprung och dess mottagare, men söker också teckna en grundläggande bild av annan finansiering av rymdrelaterad forskning. **Kapitel 4** beskriver de effekter vi kunnat konstatera på företagen medan **kapitel 5** beskriver de samhällsekonomiska effekterna, varefter **kapitel 6** gör en sammanfattande bedömning av uppfyllelsen av Rymdstyrelsens verksamhetsmål. **Kapitel 7** redovisar intervjupersonernas syn på den strategi som Rymdstyrelsen använder sig av i prioritering och fördelning av teknikutvecklingsfinansiering, samt på det sätt på vilket myndigheten genomför sitt arbete i detta avseende. I det avslutande **kapitel 8** formulerar vi våra slutsatser och reflekterar kring dessa. Då rapporten innehåller en betydande mängd förkortningar har vi samlat dessa i bilaga B.

2. Rymdindustrin

I detta bakgrundskapitel ger vi en översiktlig introduktion till rymdbranschen, vilken emellertid inte gör några anspråk på att ge en heltäckande bild. Kapitlet är sannolikt alltför voluminöst för den redan insatte läsaren, men med tanke på att rymdbranschen som sådan har flera särdrag vid jämförelse med andra branscher, motiveras kapitlets omfång av intentionen att ge den ej insatte läsaren en möjlighet att förstå den svenska rymdindustrins särdrag och konkurrenssituation för att därmed bättre kunna förstå industrins drivkrafter och den roll som Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering spelar.

2.1 Internationell rymdindustri

Med en bred definition av rymdrelaterade näringsgrenar uppskattas världsmarknaden uppgå till 257 miljarder US-dollar (2008), men då ingår rymdrelaterade tjänster och tillämpningar och såväl offentliga som kommersiella marknader, se Figur 1².

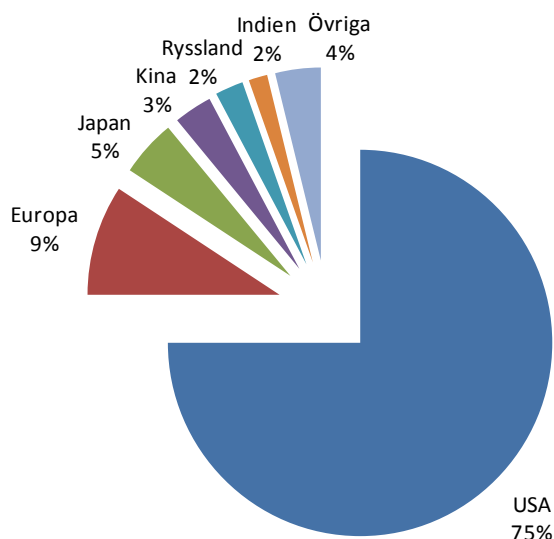


Figur 1 Världsmarknaden för rymdrelaterade näringsgrenar indelad i sektorer 2008.

Figur 1 visar att kommersiella tjänster och produkter dominerar internationellt sett, men rymdindustrin är likväl totalt sett mycket beroende av offentliga satsningar för att bekosta bland annat satellitinfrastruktur och de offentliga satsningarna utgör i praktiken en förutsättning för de kommersiella tjänsternas och produkternas existens. Världens sammanlagda offentliga rymdsatsningar har uppskattats till 62 miljarder US-dollar (2008), varav civila tillämpningar utgör 53% och försvars- och underrättelsetillämpningar resten. I den senare kategorin står USA för 95%. De offentliga rymdsatsningarnas geografiska ursprung framgår av Figur 2, vilken, förutom att visa på USAs

² "European Space Technology Master Plan 2009", European Space Agency, 2009.

massiva dominans, visar att Europa³ med satsningar om 5,7 miljarder US-dollar är en betydande aktör.⁴



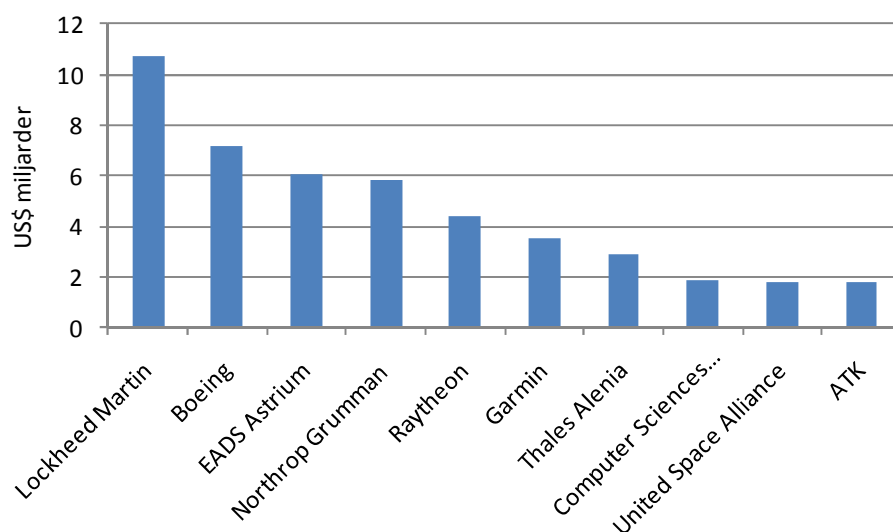
Figur 2 Offentliga rymdsatsningars geografiska ursprung 2008.

Internationellt sett dominerar ett fåtal multinationella företag rymdindustrin, varav de flesta är amerikanska, se Figur 3⁵. Denna koncentration till ett fåtal väldigt stora företag är resultatet av en pågående omstrukturering och internationalisering av rymdindustrin. De stora rymdnationernas företag har gått samman till ett mycket begränsat antal huvudleverantörer, och underleverantörer av specialiserade rymdtekniska produkter går samman i nya grupperingar. I denna giganternas kamp, hävdar sig de två europeiska koncerner EADS Astrium och Thales Alenia väl. EADS Astrium har verksamhet i Frankrike, Tyskland, Storbritannien, Spanien och Nederländerna. Thales Alenia Space verkar i Frankrike, Italien, Spanien, Belgien och USA.

³ "Europa" utgörs i detta sammanhang av en sammanslagning av satsningarna i Frankrike, Tyskland, Italien och Spanien; övriga europeiska nationers satsningar är vid en jämförelse försumbara.

⁴ "Space Policy Issues and Trends in 2008/2009", Report 18, May 2009, European Space Policy Institute (ESPI), Wien, Österrike.

⁵ "Top 50 Space Industry Manufacturing and Services", Space News International, Vol. 20, No. 31, August 3, 2009.



Figur 3 Omsättning 2008 för de 10 största företagen i rymdindustrin.

2.2 Europeisk rymdindustri⁶

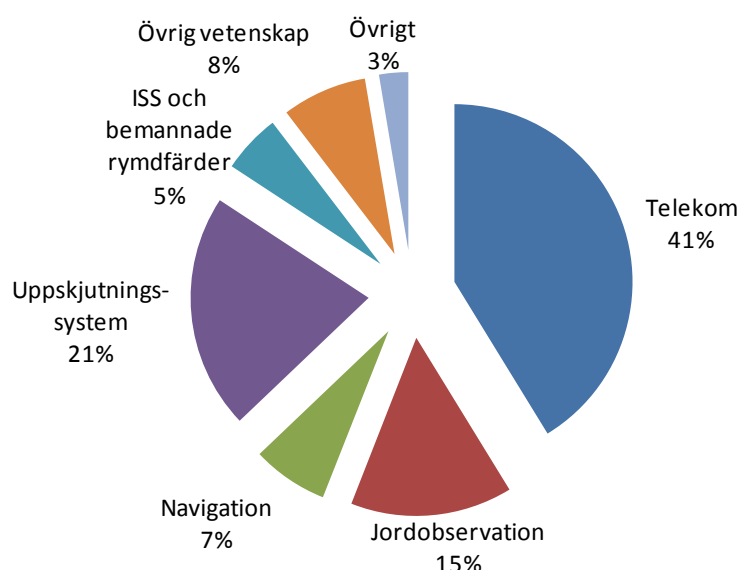
Eurospace är en organisation som verkar för att öka förståelsen för rymdindustrirelaterade frågeställningar och problem. Eurospaces medlemmar, vilka återfinns i 13 europeiska länder, täcker in alla rymdindustrisektorer och 90% av Europas⁷ rymdverksamhet i termer av både omsättning och antal anställda.⁸ Eurospace publicerar årligen branschstatistik som på europeisk nivå torde vara tillfyllest för att skapa en bild av Europas rymdindustri. Som framgår av Figur 4, domineras Europas rymdindustri av telekomsegmentet, följt av uppskjutningssystem och jordobservation⁹. Uppskjutningssystem betyder i detta fall i stor utsträckning det franskledda Arianeprogrammet (i vilket 10 nationer, inklusive Sverige, deltar), medan jordobservation exempelvis innefattar meteorologiska tjänster, miljöforskning, kartläggning och samhällsplanering, kontroll av skogsavverkning etc.

⁶ Data till figurerna i hela avsnitt 2.2 är hämtade från Eurospace facts and figures, August 2009.

⁷ Med "Europa" avses i de följande figurerna Belgien, Danmark, Finland, Frankrike, Irland, Italien, Luxemburg, Nederländerna, Norge, Portugal, Spanien, Schweiz, Storbritannien, Tyskland och Österrike.

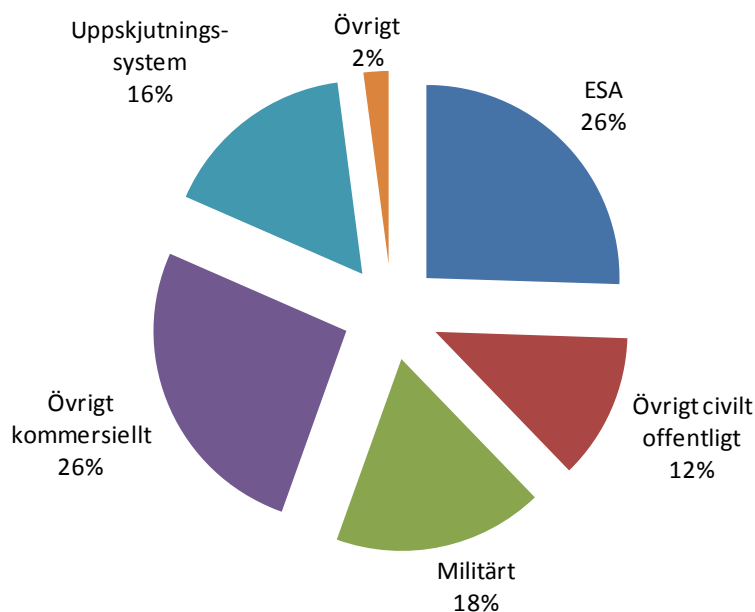
⁸ "The European Space Industry in 2008", ASD–Eurospace, Facts & figures, July 2009.

⁹ Eurospace facts and figures, August 2009.



Figur 4 Fördelning av europeisk rymdindustris omsättning på marknadssegment 2008.

Figur 5 illustrerar att europeisk rymdindustri till stor del är institutionellt (offentligt) finansierad. Den civila och den militära institutionella finansieringen (ESA + Övrigt civilt offentligt + Militärt) uppgår tillsammans till 56%, medan den kommersiella andelen (Uppskjutningssystem¹⁰ + Övrigt kommersiellt) uppgår till 42% av marknaden.¹¹

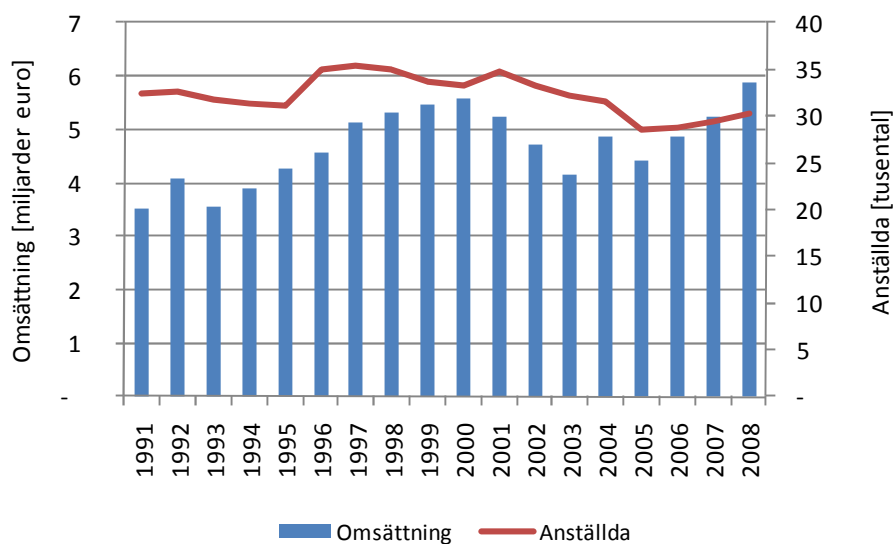


Figur 5 Fördelning av europeisk rymdindustris omsättning på kundkategorier 2008.

¹⁰ I statistiken från Eurospace kategoriseras uppskjutningssystem som kommersiell verksamhet, trots att en betydande del av verksamheten inom uppskjutningssystem är institutionellt finansierad. Således torde andelen institutionell finansiering egentligen vara något högre än vad som anges i denna statistik.

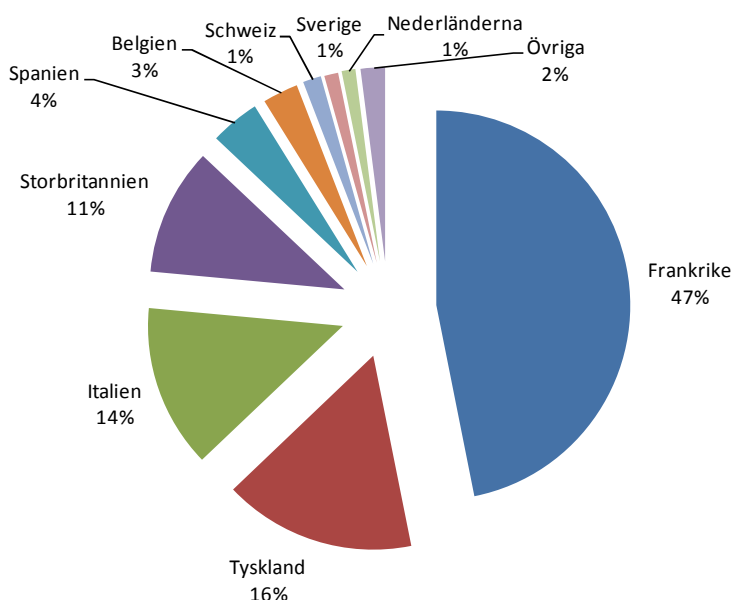
¹¹ Eurospace facts and figures, August 2009.

Europas rymdindustri hade 2008 tillsammans en omsättning av nära 6 miljarder euro och är med drygt 30 000 anställda en betydande arbetsgivare, se Figur 6. Med tanke på att denna statistik endast omfattar uppskattningsvis 90% av Europas rymdverksamhet (den andel som omfattas av Eurospaces statistik) utgör dessa uppgifter under-skattningar.



Figur 6 Omsättning och antal anställda inom europeisk rymdindustri.

Vilka är då Europas stora rymdnationer? Som tydligt framgår av Figur 7 är Frankrike med 47% av europeisk rymdindustris sammanlagda omsättning Europas helt dominerande nation, följt av Tyskland med 16%, Italien med 14% och Storbritannien med 11%. Sveriges andel är enligt denna statistik blygsamma 1,2% (vilket kan relateras till Sveriges bidrag till ESA om 2,64%, se vidare avsnitt 3.3).

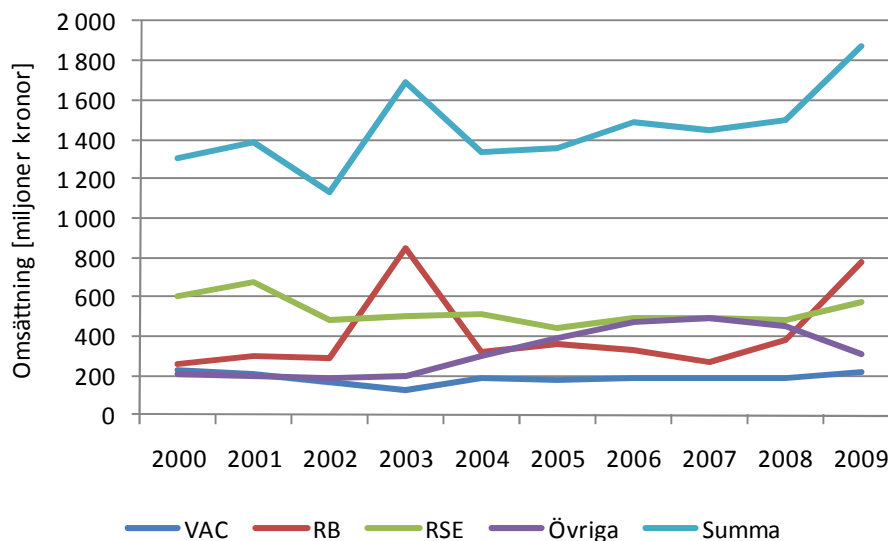


Figur 7 Omsättningsfördelning 2008 per nation inom europeisk rymdindustri. I kategorin Övriga ingår (i fallande storleksordning) Österrike, Norge, Danmark, Finland, Portugal, Irland och Luxembourg.

2.3 Svensk rymdindustri¹²

Eurospaces branschstatistik för Sverige är dessvärre inte särskilt heltäckande, eftersom den baseras på blott sex företag.¹³ Rymdstyrelsen samlar dock sedan 1998 genom en enkät årligen in uppgifter om den svenska rymdindustrin, bland annat som underlag för en årlig rapportering till Näringsdepartementet. Rymdstyrelsens statistik visar att de fyra aktiva företagen som ingår i Eurospaces uppgifter (jmf. fotnot 13) för Sverige endast står för 71% av omsättningen och 79% av de anställda i Sverige. Således är Eurospaces branschstatistik för Sverige av måttligt värde och vi nöjer oss med att konstatera att Sveriges andel av Europas omsättning borde vara cirka 1,6% (om andelen som visas i Figur 7 (1,2%) korrigeras för bortfallet) och att andelen av antalet anställda med samma logik borde vara cirka 2,5%.

Figur 8 visar omsättningen i den svenska rymdindustrin, med de tre största företagen, Rymdbolaget (RB), Volvo Aero Corporation (VAC) och RUAG Space (Sweden) (RSE), särredovisade. Det ska noteras att dessa uppgifter endast avser den del av företagens omsättning som är rymdrelaterad, vilket även gäller övriga uppgifter i Rymdstyrelsens statistik. Rymdbolagets ”topp” 2003 förklaras av att företaget då levererade satelliten SMART-1 till ESA samt av att företaget inte bokför intäkter förrän dess produkter slutlevereras. Ökningen för Rymdbolaget 2009 härrör från förvärvet av det amerikanska företaget Universal Space Network och det kan möjligen diskuteras om denna post skulle ha utelämnats eller i alla fall särredovisats i denna statistik som är avsedd att spegla rymdrelaterad omsättning i Sverige. Omsättningsökningen för Övriga under de första åren på 2000-talet kan förklaras av att antalet enkätsvar då mer än fördubblades, och att antalet svarande företag med rymdverksamhet legat relativt konstant på 21–27 företag först sedan 2004; ökningen fram till 2004 ska således inte tas alltför bokstavligt. Nedgången i omsättning för Övriga 2008 och 2009 är dock huvudsakligen reell och speglar lågkonjunktorens effekter, även om en mindre del också kan förklaras av att antalet enkätsvar minskade från 27 2007 till 22 2009.

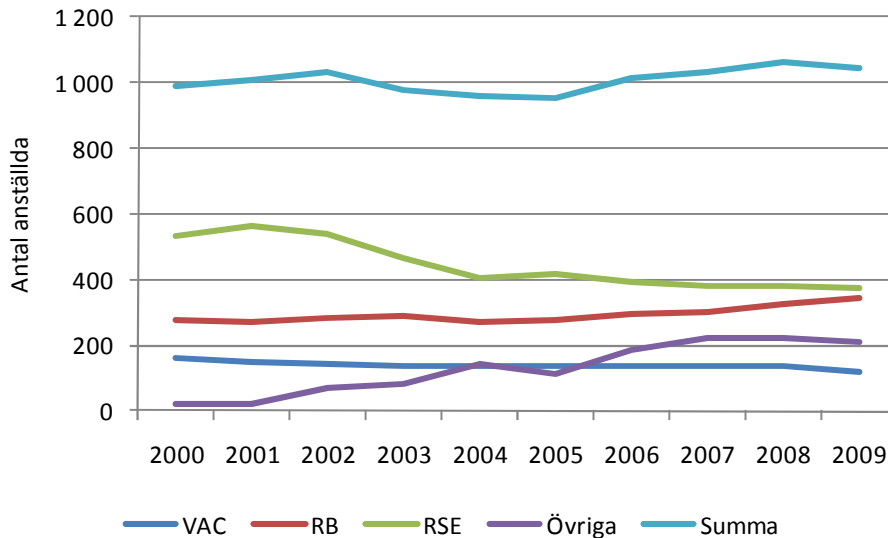


Figur 8 Omsättning i svensk rymdindustri. Uppgifterna avser endast den del av företagens omsättning som är rymdrelaterad.

¹² Data till figurerna i avsnitt 2.3 härrör från Rymdstyrelsens enkätbaserade branschstatistik.

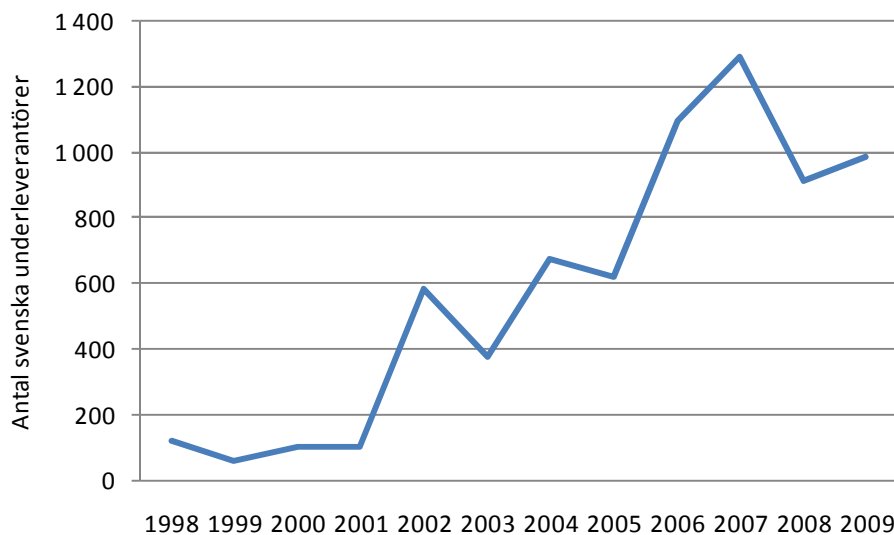
¹³ Enligt e-post från Pierre Lionnet på Eurospace 2009-12-11 ingår VAC, RB, RSE, Omnisys Instruments, Spectrogon och ACR, där de två sistnämnda enligt Rymdstyrelsen inte längre har någon rymdverksamhet.

Figur 9 visar antalet anställda (heltidsekvivalenter i Sverige) i den svenska rymdindustrin inte genomgått några större förändringar under perioden. Det totala anställda var 2009 1 043.



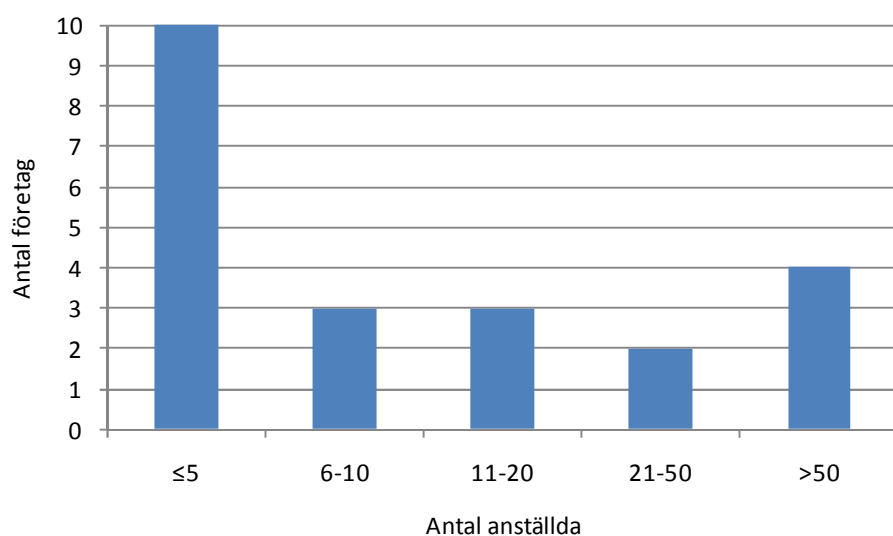
Figur 9 Antal anställda (heltidsekvivalenter) i svensk rymdindustri.

Den svenska rymdindustrin använder sig av ett betydande antal svenska underleverantörer, se Figur 10. Det är dock uppenbart att endast ett litet fåtal av dessa underleverantörer kan tillhöra rymdindustrin (det finns ju endast cirka 30 företag) utan det måste röra sig om underleverantörer av allehanda varor och tjänster, samtidigt som det också rimligen måste finnas ett avsevärt mått av dubbelräkning. Inte desto mindre är det intressant att se att antalet i vilket fall som helst förefaller öka, vilket kan ses som ett mått på spridningseffekter från rymdindustrin till – huvudsakligen – andra branscher.



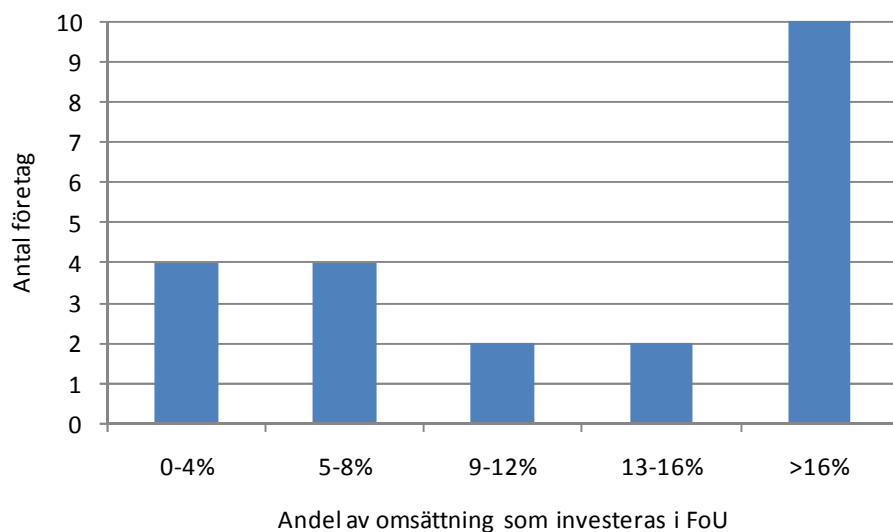
Figur 10 Antal anlitade svenska underleverantörer.

Hur ser då demografin för den svenska rymdindustrin ut? Figur 11 visar att merparten av den svenska rymdindustrins företag är mycket små.

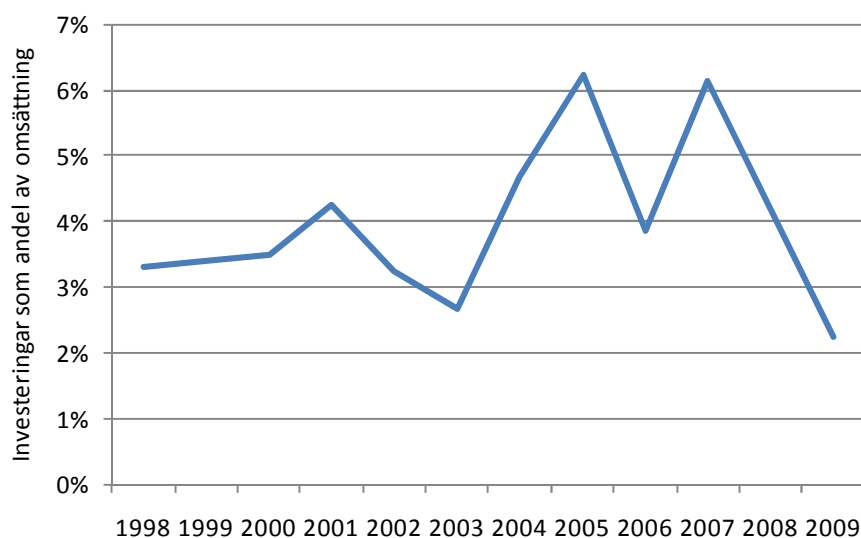


Figur 11 Storleksfördelning för företagen i den svenska rymdindustrin 2009.

Rymdstyrelsens statistik anger inte hur resultatutvecklingen i industrin ser ut, men som indirekta indikatorer på branschens lönsamhet och framtidstro kan det vara belysande att konstatera att investeringarna i FoU generellt sett är mycket höga (se Figur 12), samt att nivån på investeringar uppvisade en svag, men tydligt ökande underliggande trend innan lågkonjunkturen briserade (se Figur 13, där fallet från 2007 till 2009 till mindre del också kan förklaras av att antalet företagssvar sjönk från 27 till 22).

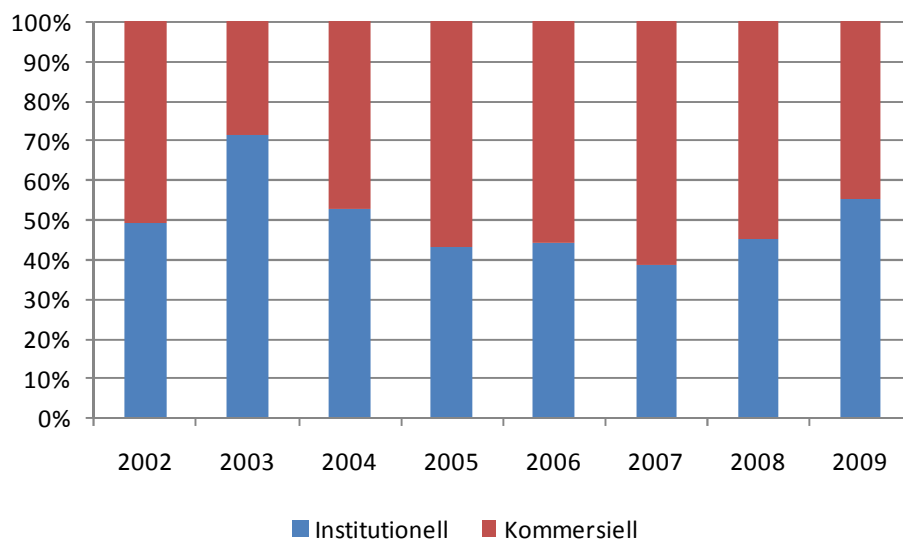


Figur 12 Den svenska rymdindustrins investeringar i FoU 2009.



Figur 13 Andel av omsättning som investeras i avskrivningsbara tillgångar.

Den svenska industrins omsättning är till 45% kommersiell (icke institutionellt finansierad), se Figur 14, i överensstämmelse med den europeiska industrins omsättning på 44% (jmf. Figur 5). Under några år före 2009 har den svenska industrins kommersiella omsättningsandel legat betydligt högre än för Europa, vilket Rymdstyrelsen tolkat som ett tecken på svensk industris internationella konkurrenskraft¹⁴, men den skillnaden förefaller alltså vara utjämnad i och med 2009 (om inte den europeiska statistiken för 2009, när den nu publiceras efter att denna rapport slutförts, också uppvisar en minskad kommersiell andel).



Figur 14 Fördelning av den svenska rymdindustrins omsättning på institutionellt och kommersiellt ursprung.

Sammanfattningsvis bestod den svenska rymdindustrin 2009 av tre i sammanhanget stora företag och minst 19 ytterligare företag, varav de flesta är mycket små. Den

¹⁴ "Industriell utveckling och struktur 2008", Rymdstyrelsen, 2009-04-15.

svenska rymdindustrins omsättning om knappt 1,9 miljarder kronor motsvarar nästan 0,07% av Sveriges bruttonationalprodukt (BNP).

2.4 De tre stora företagen¹⁵

Svensk rymdindustri präglas i många avseenden av dess tre största företag, varför dessa översiktligt beskrivs nedan.

RUAG Space AB (Sweden) (RSE) (tidigare Saab Space AB) är en del av den nybildade rymddivisionen inom den schweiziska teknikkoncernen RUAG AG. Rymddivisionen sysselsätter cirka 1 100 personer och har verksamhet i Sverige, Österrike och Schweiz. Verksamheten i Sverige är specialiserad på avancerad utrustning för satelliter och bärraketer såsom datorsystem, antenner, mikrovågselektronik och separationsystem. Verksamheten i Sverige omsatte 2009 572 miljoner kronor och sysselsätter 385 personer, fördelade på Göteborg (320) och Linköping (65).

RSE har varit aktivt inom rymdområdet sedan 1960-talet. Verksamheten i Göteborg har sin tyngdpunkt inom elektronikområdet och har utvecklats genom närheten till Chalmers tekniska högskola (CTH), medan verksamheten i Linköping, som är specialiserad på mekaniska system, har sitt ursprung i Saabs flygverksamhet. Företaget utvecklar produkter och tillverkar utrustning till den globala rymdmarknaden. RSE, alltså det svenska bolaget, har följande specialområden:

- Datorer och datahanteringssystem
- Antenner
- Mikrovågssystem
- Lasthållare och separationsmekanismer
- Satellitstrukturer
- Styrsystem för sondraketer

Cirka 60% av företagets projekt är helt kommersiellt finansierade, medan resten finansieras av ESA (se vidare avsnitt 3.3). Europamarknaden är betydande, men en stor del av kunderna återfinns i USA, Ryssland, Japan och Indien.

Svenska rymdaktiebolaget, alias **Rymdbolaget** och Swedish Space Corporation (SSC), grundades av regeringen 1972. Företaget ägs till 100% av svenska staten och ägandet förvaltas av Näringsdepartementet. Koncernen är organiserad i fem divisioner:

- Space Systems Division:
 - Kompletta satellitsystem
 - Delsystem till satelliter
- Science Services Division:
 - Sondraketsystem
 - Nyttolaster till sondraketer och ballonger
 - Uppsändning av sondraketer
 - Ballonguppsändning
- Aerospace Services Division:

¹⁵ Företagsbeskrivningarna baseras på information direkt från företagen, kompletterad med information från företagens hemsidor och årsredovisningar.

- Test av flygsystem
- Satellite Operations Division:
 - Satellitkontroll
 - Markstationstjänster
 - Teleporttjänster
- Airborne Systems:
 - Havsövervakningssystem

Rymdbolagets huvudkontor ligger i Solna och dess bas för uppskjutning av sondraketer och ballonger m.m., Esrange, i Kiruna. Rymdbolaget finns på ytterligare platser i landet och har också fem helägda dotterbolag med anläggningar i Sverige och utomlands.

De divisioner som främst är av intresse ur perspektivet teknikutvecklingsfinansiering är:

- Space Systems Division, som levererar kompletta satellitsystem och delsystem som styrsystem, framdrivningssystem, elektronik med tillhörande mjukvara och markkontrollsystem. Baserat på över tjugo års erfarenhet är divisionen internationellt känt för att bygga små, innovativa och kostnadseffektiva satelliter. Rymdbolaget har utvecklat och haft totalt tekniskt ansvar för sju forskningssatelliter. Rymdbolaget är huvudleverantör och har utvecklingsansvaret för tekniktestsatelliterna i Prismaprojektet, som 2010-06-15 sändes upp från Yasny i Rysslan. Syftet med Prismaprojektet är att demonstrera ny teknik för formationsflygning och nära samspel mellan rymdfarkoster. Rymdbolaget är huvudleverantör av Prisma och tekniken har framför allt utvecklats i Sverige, men även i Tyskland, Danmark och Frankrike. Projektet finansieras huvudsakligen av Rymdstyrelsen samt av de franska och tyska rymdstyrelserna.
- Science Services Division, vars verksamhet dels omfattar uppsändning av sondraketer och stratosfärballonger, dels utveckling av vetenskapliga nyttolaster för raket- och ballongtillämpningar. Under 2008 sändes fem raketer och fem stora stratosfärballonger upp från Esrange.

Koncernen som helhet omsatte 2008 669 miljoner kronor och hade 555 anställda, varav 224 miljoner kronor och 379 anställda i Sverige. Uppskattningsvis 95% av Rymdbolagets verksamhet är rymdrelaterad. Space Systems Division har ungefär 100 anställda och dess kunder utgörs till cirka 60% av Rymdstyrelsen, 30% av ESA och 10% av övriga kunder. Science Services Division har ungefär 50 anställda och dess kunder utgörs till cirka 35 % av Rymdstyrelsen, 35 % av ESA och 30 % övriga kunder som exempelvis NASA och japanska JAXA.

Två av Rymdbolagets dotterbolag är mottagare av teknikutvecklingsfinansiering:

- ECAPS i Solna som utvecklar ett miljövänligt framdrivningssystem för satelliter och levererar små styrraketer till Prismaprojektet. ECAPS har tolv anställda.
- NanoSpace i Uppsala som utvecklar mikromekaniska system baserade på MEMS-teknik¹⁶ för rymdindustrin. Nanospace levererar ett komplett miniatyriserat framdrivningssystem för testning i Prismaprojektet. NanoSpace har sex anställda.

Trots att ECAPS och NanoSpace är helägda dotterbolag till Rymdbolaget så hänförs de i denna rapport – och i Rymdstyrelsens statistik och uppgifter om teknikutvecklingsfinansiering – till kategorin ”mindre företag”.

¹⁶ Micro-electro-mechanical systems, mikroelektromekaniska system.

Volvo Aero Corporation (VAC) är ett helägt dotterbolag inom AB Volvo-koncernen. VAC utvecklar och säljer komponenter till flyg- och raketmotorer, men också reservdelar, service- och underhållstjänster samt funktionsförsäljningslösningar för flygmotorer. På rymdsidan är VAC Europas "Center of Excellence" inom raketmotorkomponenterna turbiner och munstycken. Inom denna specialisering säljer VAC teknikutveckling, produktutveckling samt serietillverkning och support, bland annat till det franskledda Arianeprogrammet.

VAC som helhet hade 2009 en omsättning av 7,8 miljarder kronor och antalet anställda var cirka 3 000. VAC är verksamt inom de tre områdena rymd, militärt flyg och civilt flyg; omsättningsfördelningen mellan områdena är 2%, 10% respektive 88%. Omsättningen för rymdverksamheten har de senaste åren varit cirka 200 miljoner kronor. VAC har ingen särskild rymddivision, men antalet timmar som läggs på rymdrelaterad verksamhet motsvarar ungefär 120 personer, även om fler än 500 individer arbetar inom rymdprojekt. Ungefär halva omsättningen för rymdverksamheten kommer från ESA, som regel genom underleverantörsavtal med ett annat företag, oftast franska Snecma. Den andra hälften utgörs av delvis kommersiella beställningar av seriehårdvara till Ariane 5 där kunden också är Snecma, men där ESA och Rymdstyrelsen också är delfinansierare. Andra kunder är främst EADS Astrium, Avio samt franska rymdstyrelsen CNES.

Dessa tre företag hade 2009, inom verksamheter som klassificeras som rymdverksamhet, tillsammans drygt 1,5 miljarder kronor i omsättning och drygt 800 anställda. Tillsammans står de således för 84% av den svenska rymdindustrins omsättning och 80% av dess anställda.

Den sammanlagda omsättningen var 2008 drygt 1 miljard kronor och merparten av ökningen till 2009 kan, som tidigare nämnts, hänföras till Rymdbolagets företagsförvärv i USA, vars närvaro i denna statistik måhända kan diskuteras. Tillsammans stod de tre företagen 2008 för 70% av den svenska rymdindustrins omsättning, vilket möjligen är en mer rättvisande procentsats än den som ovan angivits för 2009. (Det sammanlagda antalet anställda i de tre företagen är oförändrat mellan åren.)

3. Rymdstyrelsens finansiering av teknikutveckling

3.1 Rymdstyrelsens uppdrag

Under det tidiga 1970-talet hade den svenska rymdverksamheten genomgått en förändring från att framförallt ha varit en forskningsinriktad försöksverksamhet till en mer tillämpningsinriktad verksamhet av industripolitisk betydelse. I denna förändring bildades Rymdstyrelsen 1972, fram till 1992 under namnet Statens delegation för rymdverksamhet, med uppgift att svara för utformning och organisation av den svenska rymdverksamheten. Den lilla myndigheten var då i praktiken till stora delar representerad av Rymdbolaget som bildades samma år och som hade till uppgift att svara för beredande och verkställande funktioner. Beställare och utförare levde därför nära knutna till varandra, även om Rymdstyrelsen gradvis växte i storlek och anställda och därmed efterhand kunde ta över uppgifter från Rymdbolaget. En förändringsprocess startade 1998 då myndigheten fick en ny GD och betydande personalförändringar inleddes. Rymdbolaget fick släppa sin representation i ESAs kommittéer och Rymdstyrelsen avsåg sig även sin styrelsepost i Rymdbolaget. Efter en utökning av antalet anställda i myndigheten inleddes ett arbete för ökad transparens i anslagsprocesser, en mer diversifierad svensk rymdbransch och en tydligare strategisk överblick.

Enligt Rymdstyrelsens årsredovisning¹⁷ är dess uppgift i första hand att finansiera forskning och utveckling (FoU) inom rymdområdet, vilket görs såväl genom att finansiera svenskt deltagande i olika internationella projekt som genom fördelning av nationella forskningsmedel. I det senare fallet fungerar Rymdstyrelsen som ett traditionellt forskningsråd, vilket bortsett från en högst översiktlig beskrivning nedan är en verksamhet som faller utanför denna utvärderings fokus. Rymdstyrelsen bevakar också svenska intressen vid fördelningen av medel inom EUs ramprogram (RP). Rymdverksamhet är i allmänhet huvudsakligen internationell, eftersom det som regel krävs att flera länder samlar kunskap och resurser för att kunna genomföra krävande rymdprojekt. I sådana sammanhang är det Rymdstyrelsen som utgör den svenska kontakten och huvuddelen av myndighetens anslag kanaliseras via ESA. Det dagliga arbetet består främst i att utvärdera och på olika sätt följa nationella och internationella rymdprojekt och -samarbeten i vilka Rymdstyrelsen finansierar forskares, användares och företags deltagande.

Rymdstyrelsen har sedan 2000 aktivt verkat för att vidga konkurrensen om ESAs utvecklingskontrakt i Sverige och för att engagera fler företag, främst innovativa avknopningsföretag från universitet och högskola, inom teknikutveckling för rymdverksamhet. Rymdstyrelsens åtgärder för att uppnå detta har inkluderat:

- Att Rymdstyrelsen ökade Sveriges satsningar i två av ESAs program där det bedömdes finnas goda förutsättningar för mindre företag att medverka (Artes (telekommunikation), som har ett särskilt "start-up initiative", och GSTP (generell teknikutveckling), se vidare avsnitt 3.3).
- Att Rymdstyrelsen dels direkt uppmanade mindre företag att försöka delta i ESAs program och att Rymdstyrelsen i så fall skulle stödja dem och dels upplyste ESA om att myndigheten önskade att mindre svenska företag skulle ges industrikontrakt. Rymdstyrelsen förser också företagen med information om ESAs program.
- RyT-programmet (se vidare avsnitt 3.2.1) startades för att stödja kompetensutveckling inom mindre företag för att göra dem internationellt konkurrenskraftiga.

¹⁷ Rymdstyrelsens årsredovisning 2009.

1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Bidra till att öka/stärka konkurrenskraften i svensk rymdindustri						Stärkt konkurrenskraft hos svenska företag	Stärkt konkurrenskraft hos svenska företag med verksamhet som anknyter till rymdområdet			Hög internationell konkurrenskraft hos svenska företag	
Bidra till att öka/stärka den rymdanknutna näringsverksamheten i Kiruna-regionen						Stärkt exploatering av de fördelar som Esrange innebär för svensk rymdverksamhet					
Bidra till att öka/stärka användningen av rymdteknik inom för samhället viktiga områden						Ökad användning av rymdtekniska tillämpningar inom bl a transport, miljö och kommunikation			En omfattande och kvalificerad användning av rymdtekniska tillämpningar inom transport, kommunikation, jordobservation och forskning, särskilt om klimat och globala miljöförändringar.		
						Ett europeiskt oberoende tillträde till rymden			En stark europeisk rymdverksamhet inklusive ett oberoende tillträde till rymden		

Figur 15 Rymdstyrelsens verksamhetsmål för Näringsdepartementets anslag 1997–2008.

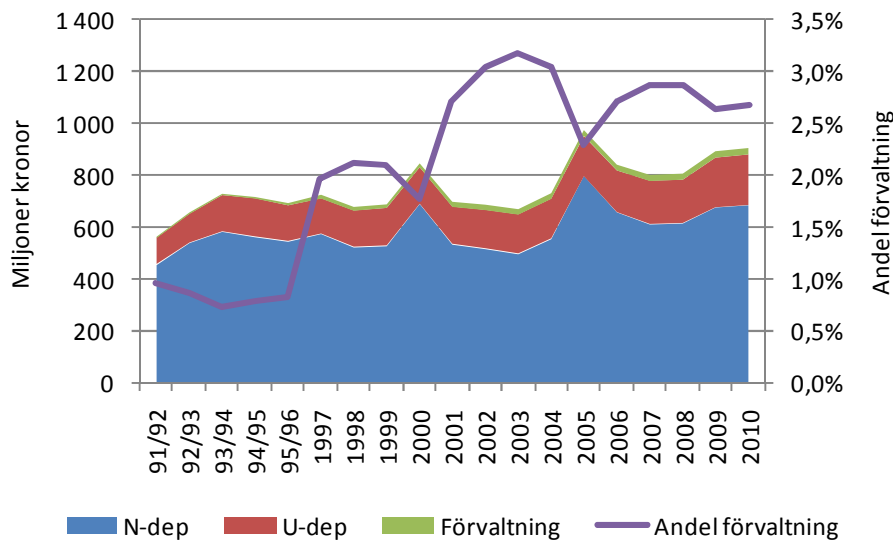
Rymdstyrelsens uppdrag för finansiering av teknikutveckling har fastställts i regleringsbrev från Näringsdepartementet. Ytterst är det målen i respektive regleringsbrev som är avgörande för Rymdstyrelsens beslut och prioriteringar. Figur 15 visar hur verksamhetsmålen för Näringsdepartementets anslag har utvecklats under åren 1997–2008. Tre mål har funnits under hela perioden, dock omformulerade efterhand; Konkurrenskraft i industrin, Användning av rymdteknik samt målen avseende Kirunaregionen som år 2003 blev ett mål om Esrange och som från 2009 kom att gälla hela Sverige. År 2003 tillkom också ett fjärde verksamhetsmål om ett oberoende europeiskt tillträde till rymden. Sedan 2009 har verksamhetsmålen lyfts ut ur regleringsbrev och återfinns i stället i annan form under rubriken ”uppgifter” i Förordning med instruktion för Rymdstyrelsen. Till skillnad från tidigare görs nu ingen skillnad mellan rymdverksamhet, rymdindustri och rymdforskning:

- Myndigheten ska verka för att rymdverksamhet och rymdforskning bidrar till kunskapssamhället och till industrins innovations- och konkurrenskraft samt tillfredsställer samhällets behov inom bland annat transport, kommunikation, miljö och klimat.
- Rymdstyrelsen ska verka för att Sverige bidrar till och drar nytta av det europeiska samarbetet inom rymdområdet.
- Rymdstyrelsen ska:
 - främja svensk rymdrelaterad industri och forskning samt övrig användning av rymdtekniska tillämpningar,
 - främja och stödja rymdforskning på högsta internationella nivå samt innovativ och högteknologisk förmåga hos stora, medelstora och små företag inom den rymdrelaterade industrin,
 - stödja insatser som ökar efterfrågan på svensk kompetens och svenska tjänster och produkter med anknytning till rymdverksamhet och rymdforskning,
 - ta till vara de fördelar som Sveriges geografiska läge innebär, och
 - verka för att samhällets behov av rymdrelaterad kunskaps- och teknikutveckling tillgodoses

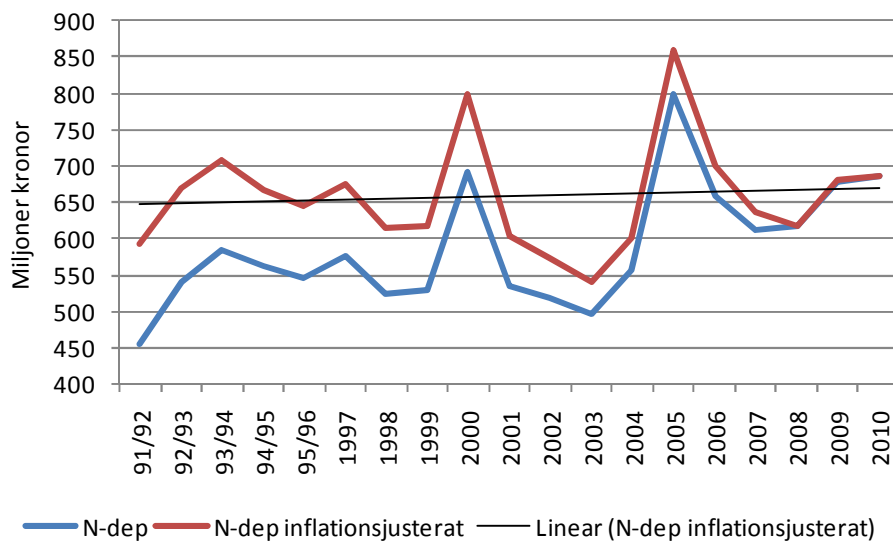
Mot bakgrund av regleringsbrev har Rymdstyrelsen under 2000-talet tagit fram flera strategier och policydokument. De strategiska dokument som hittills har producerats har inte varit samlade, utan uppdelade i Teknikutveckling och industrifrågor, Forskning och innovation (en första forskningsstrategi kom 2003) och Fjärranalys. 2007 publicerades Rymdstyrelsens strategi avseende teknikutveckling och industrifrågor för perioden 2008–2012.

3.2 Finansiering direkt från Rymdstyrelsen

Rymdstyrelsen får sitt anslag från både Utbildningsdepartementet och Näringsdepartementet, se Figur 16. I huvudsak finansierar förstnämnda anslag akademisk forskning, vilken alltså inte annat än väldigt ytligt berörs i denna rapport. Fokus ligger i stället på anslaget från Näringsdepartementet, vilket är det som utgör myndighetens ram för finansiering av teknikutveckling. Den skenbara långsiktiga ökningen i anslaget från Näringsdepartementet utgörs huvudsakligen av inflationsjustering, även om det också finns en (mycket) svag underliggande ökning av anslaget, se Figur 17. (Anslaget från Utbildningsdepartementet uppvisar en liknande, men starkare, underliggande ökning.)



Figur 16 Rymdstyrelsens anslag från Näringsdepartementet (N-dep), Utbildningsdepartementet (U-dep) och myndighetens förvaltningsanslag.¹⁸



Figur 17 Rymdstyrelsens anslag från Näringsdepartementet (N-dep). Inflationsjusteringen är gjord till 2010 års penningvärde.¹⁹

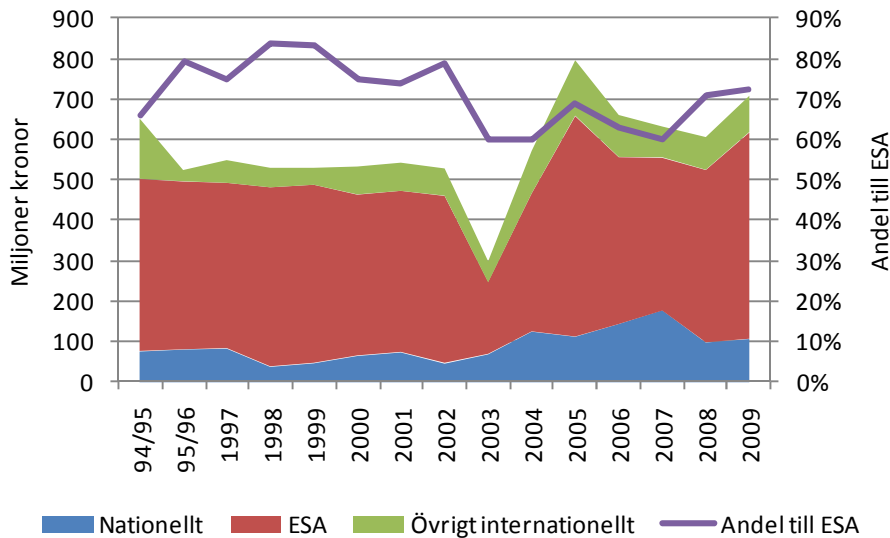
3.2.1 Finansiering av teknikutveckling

Som framgår av Figur 18 delar Rymdstyrelsen upp Näringsdepartementsanslaget i tre huvudsakliga delar. Merparten av "Nationellt" och hela "Övrigt internationellt" används för att finansiera angelägna större nationella teknikutvecklingsprojekt och internationella (ofta bilaterala) teknikutvecklingsprojekt utanför ESA. Dessa medel fördelas på grundval av olika projektförslags förutsättningar att stimulera förslagsställande företags teknikutveckling samt på hur pass väl de passar in i Rymdstyrelsens

¹⁸ För det 18 månader långa räkenskapsåret 1995/96 har anslagen multiplicerats med 2/3 för att approximera 12 månader.

¹⁹ Se fotnot 18.

strategi avseende teknikutveckling och industrifrågor²⁰. Merparten av anslagen som inte går via ESA har likväl på ett eller annat sätt en koppling till ESA-projekt. Restande del av posten "Nationellt" fördelas genom de två program som beskrivs i följande stycken.



Figur 18 Fördelningen av Rymdstyrelsens anslag från Näringsdepartementet.

Det Nationella fjärranalysprogrammet syftar till att öka användningen av fjärranalys men även till att uppmuntra framtagandet av nya produkter och tjänster baserade på satellitdata. Programmet ska stärka kopplingen mellan forskning, utveckling och tillämpning så att tidigare resultat kommer till nytta och praktisk användning. Det ska också bidra till att öka möjligheten för svenska intressenter att delta i internationella program. Programmet har två delar, forskningsdelen och användardelen, som riktar sig mot forskare, användare och företag. Användardelen stöder projekt som bygger på samarbete mellan användare och utvecklare och denna del – **Nationella fjärranalysprogrammets användardel (FA-A)** – utgör en komponent i Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering. Under 2009 beviljades 11 av 16 inkomna ansökningar motsvarande anslag om 7,8 miljoner kronor till myndigheter och företag, vilka förväntas medfinansiera projekten med egna insatser.²¹ Den lägsta graden av medfinansiering i ett användarprojekt är att användaren står för sin egen tid i projektet. För idéutvecklingsprojekt krävs en medfinansiering om 50%.

Programmet för rymdtekniska tillämpningar (RyT) vänder sig till mindre företag²² och syftar till att främja utveckling av rymdteknikbaserade tjänster och produkter inom områdena navigering, telekommunikation och jordobservation. Programmet finansierar projekt med upp till 2 miljoner kronor över som mest 18 månader och ställer krav på att företagen till minst 25% av den totala kostnaden själva medfinansierar projekten. Under 2009 beviljades 4 av 11 inkomna ansökningar motsvarande anslag om 5 miljoner kronor.²³

²⁰ Rymdstyrelsens strategi avseende teknikutveckling och industrifrågor för perioden 2008-2012.

²¹ Rymdstyrelsens årsredovisning 2009.

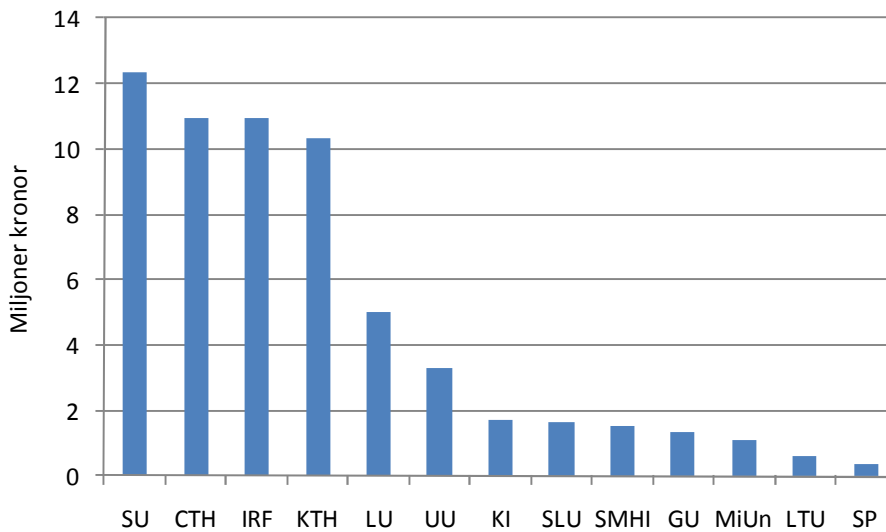
²² Rymdstyrelsen använder sig inte strikt av EUs definition av små och medelstora företag (SMF) (small and medium-sized enterprises, SME), utan av en i vissa avseenden striktare definition vars syfte är att utesluta deltagande av de tre stora företagen och deras dotterbolag.

²³ Rymdstyrelsens årsredovisning 2009.

3.2.2 Finansiering av forskning

Rymdstyrelsen bedriver tre forskningsprogram, vilkas verksamhet inte hänförs till teknikutveckling. Programmen dyker dock upp som en del i kontexten, varför de nedan mycket kort beskrivs.

Inom det **Nationella forskningsprogrammet** och inom det **Nationella fjärranalysprogrammets forskningsdel** bedrivs forskning av högsta vetenskapliga kvalitet, vilken huvudsakligen sker i internationell samverkan inom ramen för ESA. Dessa program har inga uppenbara kopplingar till teknikutveckling i den bemärkelse som avses i denna rapport, men de har kopplingar till en del av ESAs frivilliga program (se avsnitt 3.3). Figur 19 visar anslagsmottagarna i de båda programmen tillsammans; 2009 uppgick de totala anslagen till 61 miljoner kronor.²⁴

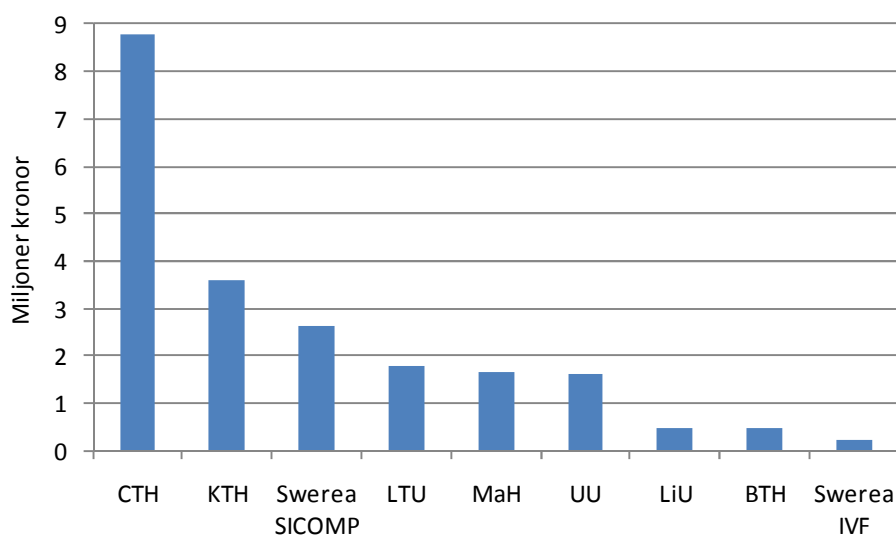


Figur 19 Mottagare av forskningsmedel från Rymdstyrelsen 2009 inom det Nationella forskningsprogrammet och det Nationella fjärranalysprogrammets forskningsdel. Akronymerna förklaras i bilaga B.

Sedan 2006 bedriver Rymdstyrelsen genom ett särskilt regeringsuppdrag ett **nationellt rymdtekniskt forskningsprogram (NRFP)** i vilket RSE, Rymdbolaget och VAC är industrins kontraktsparter. NRFP syftar till att stärka forskningssamverkan på det rymdtekniska området mellan näringsliv, universitet, högskolor och forskningsinstitut i avsikt att främja relevans och kvalitet i forskningen samt bidra till industrins kunskapsutveckling och konkurrenskraft. Den statliga finansieringen är 22 miljoner kronor för perioden 2006–2010 under förutsättning att industriparterna bidrar med lika mycket i form av naturinsatser (främst eget arbete) eller kontanta insatser. Den statliga finansieringen går via företagen till högskolor, universitet och forskningsinstitut. I och med att projekten berör rymdteknisk forskning har de i flera fall anknytning till den teknikutveckling som utgör fokus för föreliggande utvärdering, men finansieringen hänförs likväl inte till teknikutvecklingsfinansiering. Figur 20 visar mottagarna av de sammanlagda offentliga anslagen för hela programperioden (2006–2010).²⁵

²⁴ Rymdstyrelsens årsredovisning 2009.

²⁵ Tomas Åström, Tommy Jansson och Pauline Mattsson, "Halvtidsutvärdering av Nationellt rymdtekniskt forskningsprogram (NRFP)", Rymdstyrelsen, 2010.

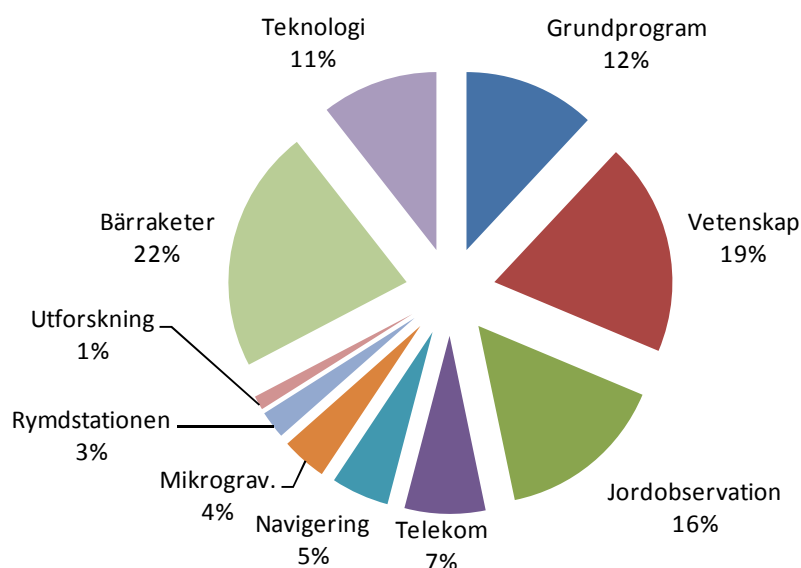


Figur 20 Mottagare av forskningsmedel från Rymdstyrelsen 2006–2010 genom NRFP forskningsdel. Akronymerna förklaras i bilaga B.

3.3 Finansiering från Rymdstyrelsen via ESA

European Space Agency (ESA), med huvudkontor i Paris, är en mellanstatlig organisation fokuserad på rymdforskning. ESAs syfte är att för uteslutande fredliga ändamål främja det vetenskapliga och teknologiska rymdsamarbetet i Europa genom att utarbeta och genomföra en långsiktig europeisk rymdpolitik, utarbeta europeiska program, samordna och integrera medlemsländernas rymdprogram och utarbeta en ändamålsenlig industripolicy. ESA har 18 medlemsländer, varav Sverige är ett, och organisationen har samarbetsavtal med ytterligare några länder. Alla medlemsländer är inte med i EU och alla EU-länder är inte medlemmar i ESA.

ESA bedriver sin verksamhet i programform och det finns två obligatoriska program, grund- respektive vetenskapsprogrammen, där länderna bidrar med en bestämd andel i förhållande till sin BNP (Sverige med 2,64% 2009–2011). Det finns också ett antal frivilliga tillämpningsprogram och Sverige deltar i ett antal av dessa. Sveriges finansiella bidrag till ESA återgår till Sverige i form av industriuppdrag, långsiktig kunskapsuppbyggnad och tillgång till internationella data och forskningsresultat. Eftersom ESA tillämpar *juste retour*-principen (även kallad georetur), innebär det att i de program som Sverige medverkar, så kan svenska aktörer, främst företag, räkna med att i stort sett få beställningar från ESA i motsvarande grad (minus drifts- och administrationskostnader om 10–20% beroende på program). I de allra flesta ESA-program ställs inga krav på medfinansiering, men det finns undantag där projekten bedöms ligga nära kommersialisering; exempelvis ställs det inom Artes-programmet (telekom) krav på medfinansiering från företagen. Av Rymdstyrelsens *totala* anslag gick 2009 73% direkt till ESA (jmf. Figur 18), vilka fördelades på obligatoriska program (grund- och vetenskapsprogrammen) och på frivilliga (övriga program) som framgår av Figur 21.

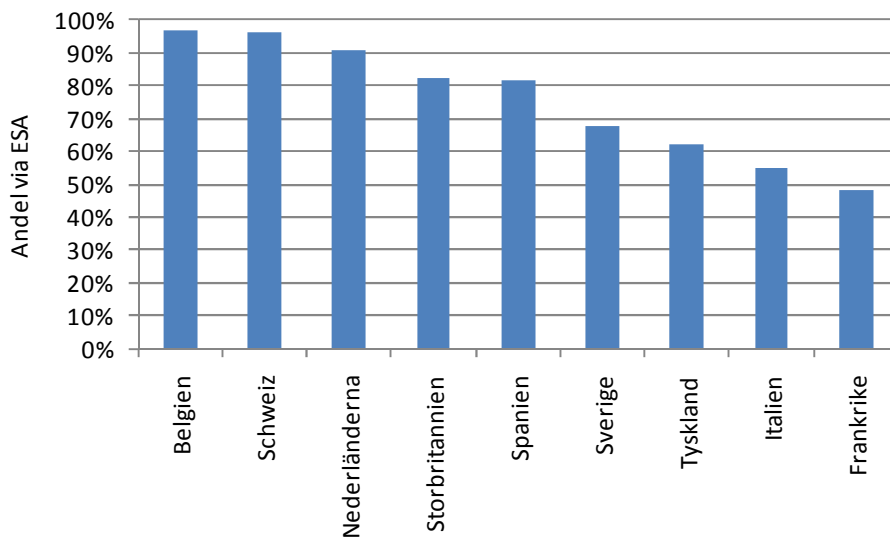


Figur 21 Fördelning av Sveriges bidrag till ESA 2009²⁶.

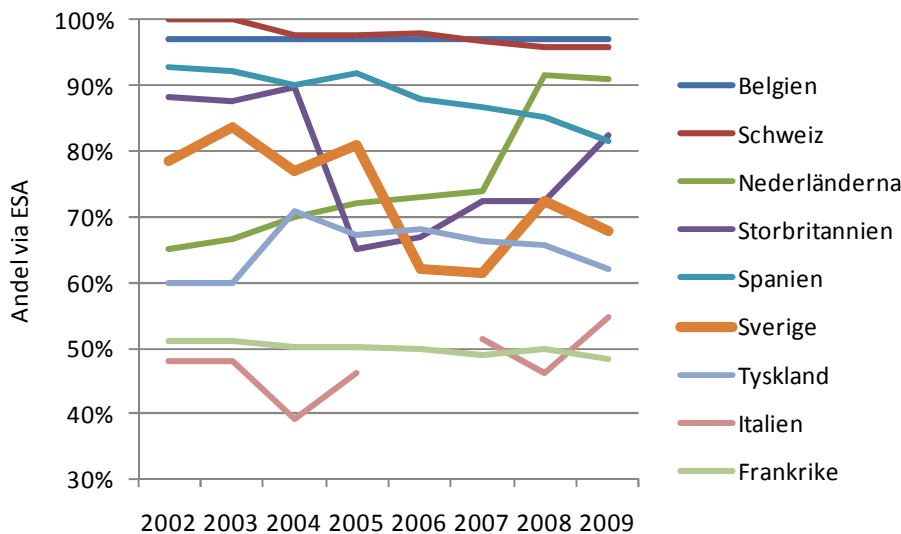
Figur 22 visar hur stor andel av olika nationers teknikutvecklingsfinansiering som länderna 2009 prognostiserade skulle gå via ESA.²⁷ De jämförda länderna är de som bidrar mer än 1% till hela Europas omsättning inom rymdområdet, se Figur 7. Figuren ger vid handen att Europas tre främsta rymdnationer alla relativt sett avsåg satsa mindre via ESA än Sverige, samtidigt som de relativt Sverige större rymdnationerna Storbritannien, Spanien, Belgien och Schweiz avsåg satsa mer via ESA. Figur 23 visar att Sveriges ESA-andel uppvisar en långsiktigt sjunkande trend och en nivå som inte helt överensstämmer med uppgifterna i Figur 18. Anledningen till dessa skillnader är att uppgifterna från ESA (Figur 22 och Figur 23) baseras på ländernas egna skattningar för innevarande år (vilka görs under våren–sommaren), medan uppgifterna i Figur 18 visar utfallet. Skillnader mellan prognos och utfall kan uppstå på grund av såväl senare uppkomna projektförörseningar som valutakursförändringar. Uppgifterna i Figur 22 och Figur 23 antas inte desto mindre vara tillfyllest för jämförelser mellan nationer.

²⁶ Rymdstyrelsens årsredovisning 2009.

²⁷ ESA-uppgifter tillhandahållna av Rymdstyrelsen.



Figur 22 Andel av respektive nations teknikutvecklingsfinansiering som 2009 slussades via ESA. Uppgifterna avser ländernas egna prognoser, ej faktiskt utfall.



Figur 23 Andel av respektive nations teknikutvecklingsfinansiering som slussats via ESA. Uppgifterna avser ländernas egna prognoser, ej faktiskt utfall. Ordningföljden i teckenförklaringen är densamma som procentsatserna för 2009.

3.4 Den samlade bilden av Rymdstyrelsens finansiering av teknikutveckling

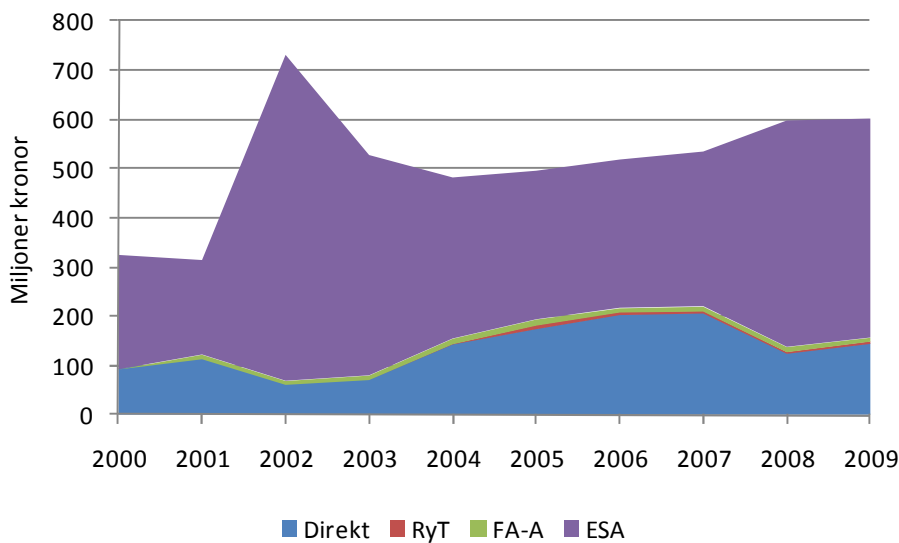
Den sammanlagda teknikutvecklingsfinansieringen från Rymdstyrelsen framgår av Figur 24.²⁸ Toppnoteringen från ESA 2002 förklaras av Rymdbolagets leverans av satelliten SMART-1, och denna finansiering kan egentligen sägas höra hemma 2000 och 2001, vilket skulle resultera i en jämnare ESA-finansiering över tid. Nedgången i

²⁸ Samtliga uppgifter kommer från Rymdstyrelsen.

Rymdstyrelsen direktfinansiering (nationella projekt och internationella projekt utanför ESA) 2002–2003 kan delvis förklaras av ett ”glapp” mellan de nationella satellitsystemen Odin och Prisma. Att sedan direktfinansieringen var så hög 2005–2008 förklaras främst av:

- Att ESA under denna period inte bedrev den utveckling av sandwichmunstycken till Arianeraketerna som var en svensk prioritet (med VAC som leverantör). Denna utveckling bedrevs under dessa år därför bilateralt mellan Sverige och Frankrike och direktfinansierat av Rymdstyrelsen och dess franska motsvarighet CNES (för att från 2008 fortsätta inom ramen för ESA).
- Rymdbolagets arbete med satellitsystemet Prisma.

Mot bakgrund av förklaringar som dessa, vill Rymdstyrelsen ”avdramatisera” vad som kan tyckas vara dramatiska förändringar över tid; det övergripande budskapet är att få plötsliga förändringar mellan år i realiteten ägt rum.



Figur 24 Den sammanlagda teknikutvecklingsfinansieringen från Rymdstyrelsen 2000–2009. ”Direkt” avser nationella projekt och internationella projekt utanför ESA.

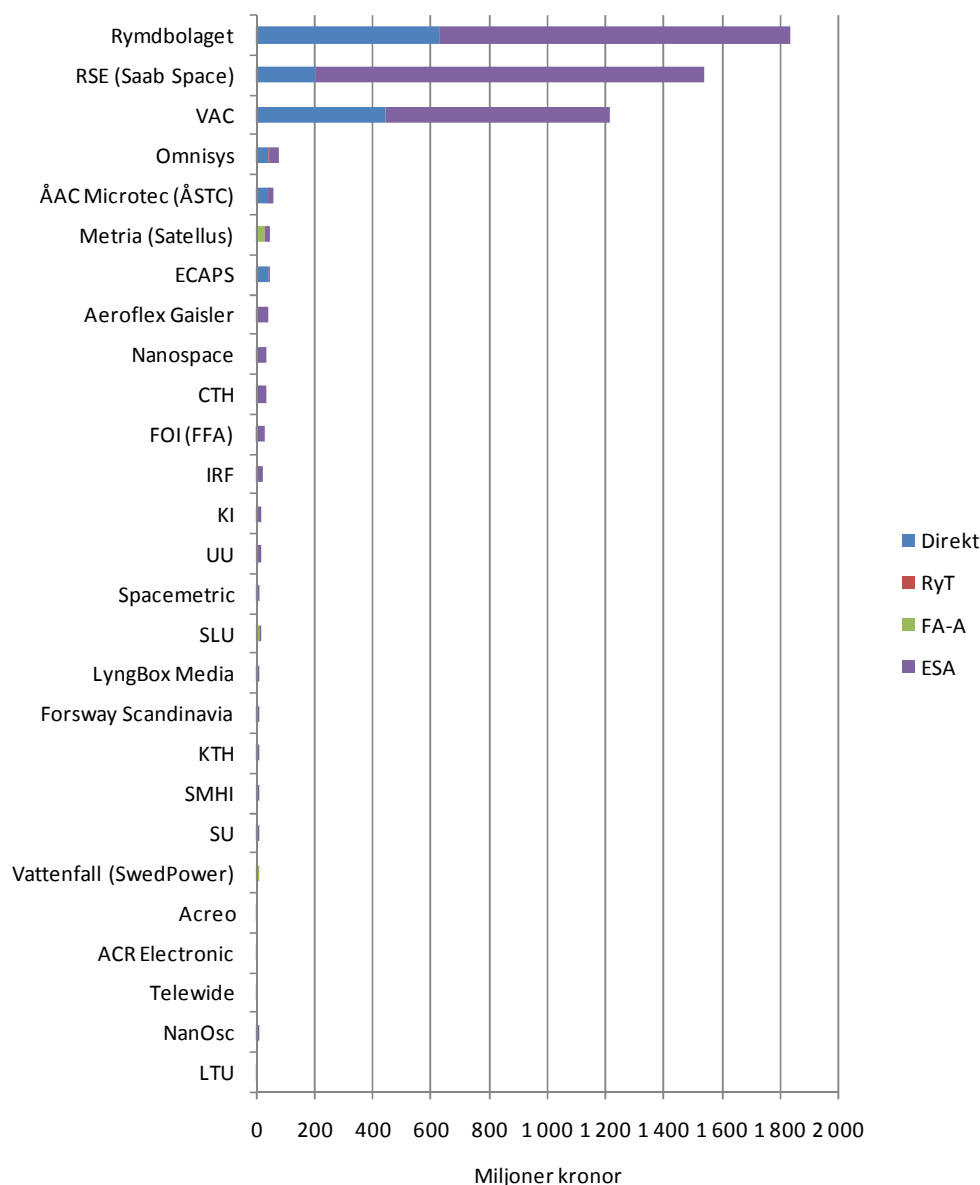
Under perioden 2000–2009 har sammanlagt nära 5,2 miljarder kronor i teknikutvecklingsfinansiering utgått från Rymdstyrelsen. Av dessa har 3,7 miljarder kronor gått via ESA, 1,4 miljarder kronor direkt, 85 miljoner kronor genom FA-A och 30 miljoner kronor genom RyT, se Tabell 1.

Tabell 1 Sammanfattning av Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering 2000–2009. Finansiering i miljoner kronor.

	Direkt	RyT	FA-A	ESA	Totalt
Summa	1 402	30	85	3 673	5 189
Antal mottagare	7	13	28	59	
Genomsnittlig finansiering/mottagare	200	2,3	3,0	62	
Totalt antal unika mottagare					84

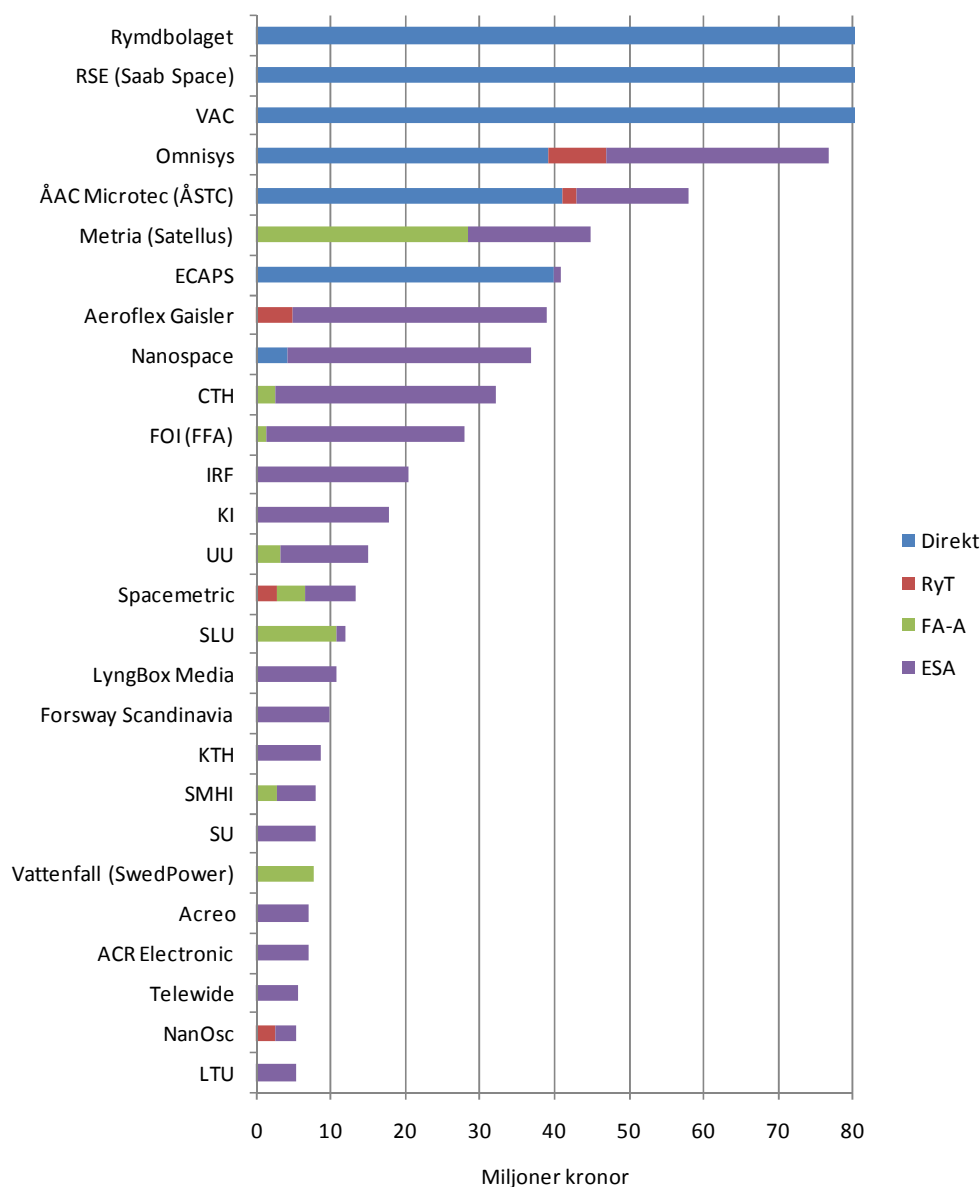
De organisationer som under 2000–2009 sammanlagt mottagit mer än 5 miljoner kronor i teknikutvecklingsfinansiering från Rymdstyrelsen finns sammanställda i Figur 25. Figur 26 visar exakt samma uppgifter som Figur 25, men med skalan förändrad för att åskådliggöra anslagen för mottagare av mindre belopp. En storlekssorterad

sammanställning av samtliga mottagare under perioden 2000–2009 återfinns i bilaga C.



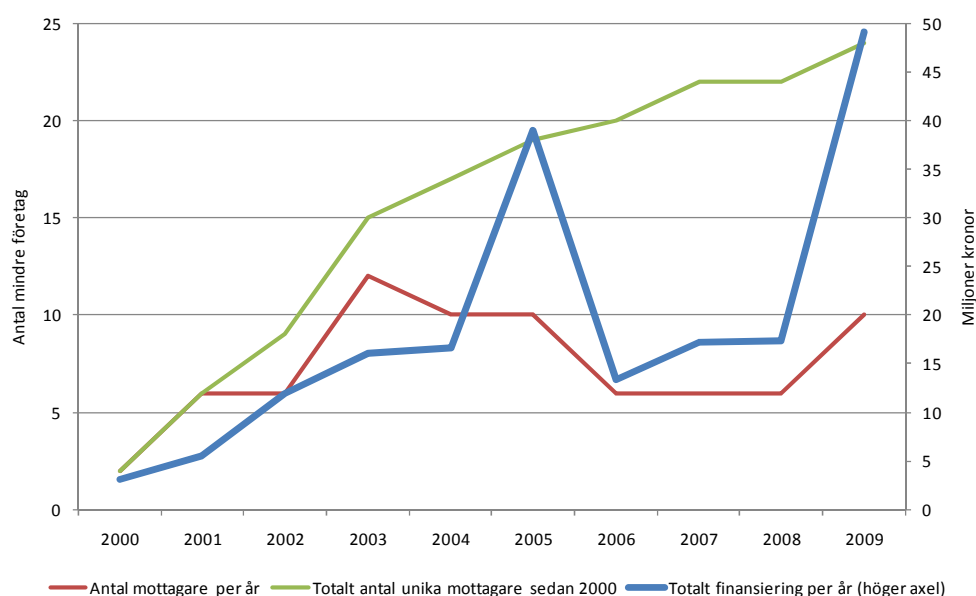
Figur 25 De organisationer som under 2000–2009 mottagit mer än 5 miljoner kronor i teknikutvecklingsfinansiering från Rymdstyrelsen. Akronymerna förklaras i bilaga B.

Som framgår av Figur 25 är det de tre stora företagen erhållit i särklass störst anslag under perioden 2000–2009. Tillsammans har de mottagit 88% av de totala anslagen, fördelat som 35% till Rymdbolaget, 30% till RSE och 23% till VAC. Ytterligare 81 organisationer har mottagit anslag. Flera av mottagarna är som synes UoH, institut, myndigheter m.m., men det är som tidigare nämnts inte denna utvärderings uppgift att studera effekterna av dessa delar av teknikutvecklingsfinansieringen. Det skulle dock mycket väl kunna vara belysande att separat studera effekterna även på dessa mottagare.

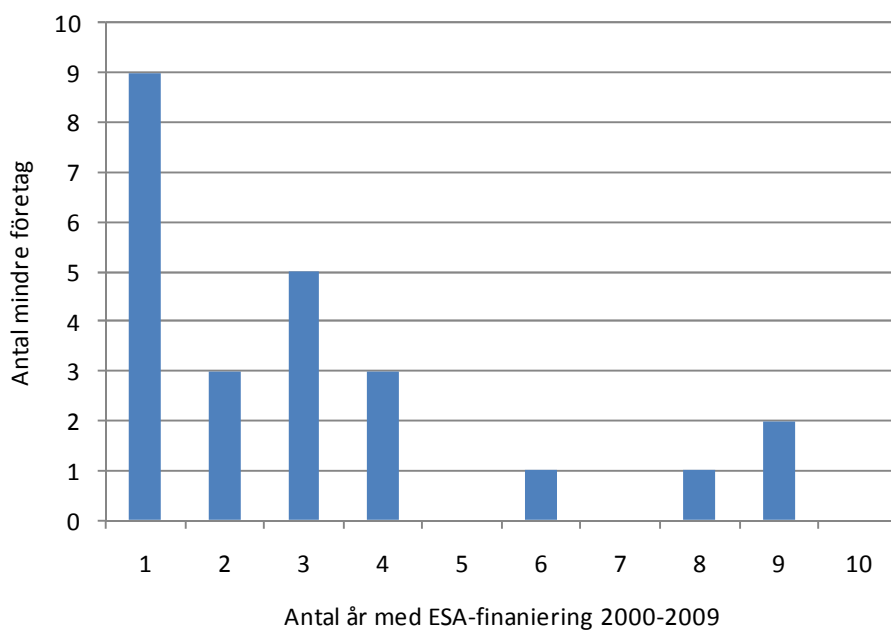


Figur 26 De organisationer som under 2000–2009 mottagit mer än 5 miljoner kronor i teknikutvecklingsfinansiering från Rymdstyrelsen. Figuren visar exakt samma data som i Figur 25, men med skalan förändrad.

Mot bakgrund av utvärderingsfrågan om ESA-deltagandet för ”mindre företag” (vilka finns namngivna i bilaga D) är det av intresse att särskilt studera detta. Figur 27 visar antalet mindre företag som ett visst år mottagit finansiering från ESA, liksom det ackumulerade antalet unika företag sedan 2000. Figuren visar också, på den högra axeln, den totala ESA-finansieringen per år. Som synes varierar finansieringen kraftigt på grund av två kontrakt i 10-miljonerklassen 2005, samt 2009 likaså två kontrakt i 10-miljonerklassen och ett i 20-miljonerklassen. Det kanske mest intressanta som går att utläsa ur denna figur är ändå att det varje år (med undantag för 2008) tillkommit nya ESA-deltagare i kategorin mindre företag. Figur 28 visar att majoriteten av de mindre företagen endast erhållit ESA-finansiering ett eller ett fåtal år. Det lilla fåtalet företag som återkommer är Aeroflex Gaisler (9 år), Ord & vetande (som ansvarar för ESAs svenska hemsida, 9 år), Omnisys (8 år) och Metria (Satellus) (6 år).



Figur 27 Mindre företags deltagande i ESA-projekt.

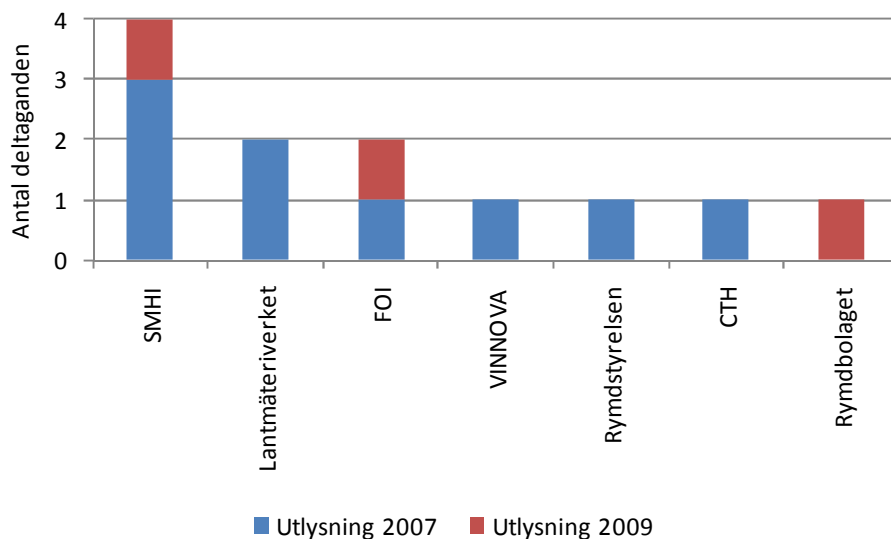


Figur 28 Antal företag som åtnjutit ESA-finansiering ett visst antal år under perioden 2000–2009.

3.5 EUs ramprogram

I EUs sjunde ramprogram (RP7), vilket löper 2007–2013, finns för första gången i ramprogrammets historia en särskild rymdprioritet som har en budget om cirka 15 miljarder kronor (1,43 miljarder euro). Av denna budget är en avsevärd del avsatt till Galileo- och GMES-projekten som ESA och EU tillsammans finansierar. Detta innebär att de ”fria” medlen att söka är betydligt mindre än den ovan angivna budgeten. Hittills finns 12 svenska deltaganden i 10 projekt inom RP7s rymdprioritet, nio från en utlysning 2007 och tre från 2009 års utlysning, se Figur 29. Anslagen från RP7 utgör inte del av de anslag som studeras i denna utvärdering eftersom de inte härrör från

Rymdstyrelsen, men en del av dem kan mycket väl tänkas finansiera teknikutveckling av liknande slag som utförs med Rymdstyrelsens anslag. Sammanlagt motsvarar dessa svenska deltaganden finansiering från EU om cirka 30 miljoner kronor (3,5 miljoner euro), men fördelningen på individuella svenska deltagare är inte tillgänglig. Totalt sett kan finansieringen från RP7s rymdprioritet möjligen ses som försumbar jämfört med Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering. Samtidigt kan RP7-finansieringen naturligtvis vara mycket betydelsefull för enskilda mottagare, särskilt de som fått små anslag från Rymdstyrelsen. Det ska också noteras att ett betydande antal av mottagarna av Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering också deltar i andra prioriteter inom RP7 än rymd (och i RP6), vilka projekt i många fall säkerligen behandlar teknikutveckling av relevans för projektdeltagarnas rymdverksamhet.



Figur 29 Antal svenska deltaganden inom RP7s rymdprioritet.

Intressant nog är både Rymdstyrelsen och VINNOVA mottagare av anslag inom RP7s rymdprioritet. Myndigheterna deltar i samma projekt, vilket syftar till att förbättra nationella informationsresurser för sökande och deltagare inom RP7s rymdprioritet.

4. Effekter på företagen

I detta kapitel beskriver vi exempel på de effekter som uppstått i de företag som själva mottagit teknikutvecklingsfinansiering såväl direkt från Rymdstyrelsen som via ESA. De indirekta effekterna, såsom teknikspridning till andra företag, avknoppningsföretag etc., beskrivs i avsnitt 5.2.

4.1 Effekter på de tre stora företagen

Gemensamt för de tre företagen är att teknikutvecklingsfinansieringen anses vara mycket viktig, och möjligen rentav verksamhetskritisk för rymdverksamheten, samt att den finansiering de erhåller direkt från Rymdstyrelsen fyller en annan funktion än den de erhåller från ESA. Skillnaderna mellan företagens syn är dock i flera avseenden påtagliga, varför dessa nedan beskrivs under varsin rubrik. Företagen är dock överens om att direktanslagen från Rymdstyrelsen är en förutsättning för att kunna ta hem attraktiva uppdrag från ESA, eftersom det i stort sett alltid är konkurrens om dessa. Inom de uppdrag som direktfinansieras av Rymdstyrelsen, vare sig de är nationella, bi- eller multilaterala, utvecklas som regel teknisk kompetens och tekniska lösningar på lägre TRL-nivåer²⁹, vilka resulterar i den konkurrenskraft som krävs för att få möjlighet att medverka i uppdrag på högre TRL-nivåer på europeiskt plan. (Det finns dock också exempel på teknikutveckling på låga TRL-nivåer inom ESA-projekt.) Utan möjlighet att bedriva nationellt finansierad teknikutveckling skulle förutsättningarna för att ta hem kvalificerade och i sin tur konkurrenskraftsutvecklande ESA-uppdrag inte vara lika goda. Väl genomförda ESA-uppdrag genererar å sin sida ytterligare tekniska kompetenser och bygger förtroende och varumärke som skapar möjligheter till både nya ESA-uppdrag och kommersiella leveranser. En representant för ett av de tre företagen berättar att ”det är nästan omöjligt att sälja något som ska flyga i rymden om man inte redan har ett mångårigt track record och prylar som flyger sedan många år, och dessutom har en god och nära relation till sina kunder. Teknikutveckling måste dessutom ske tillsammans med kunden. Det hjälper inte hur bra pryl man än tagit fram om inte kunden varit med under utvecklingen.” Företagen ser alltså att både finansieringen direkt från Rymdstyrelsen och den som går via ESA är viktiga, om än på lite olika sätt.

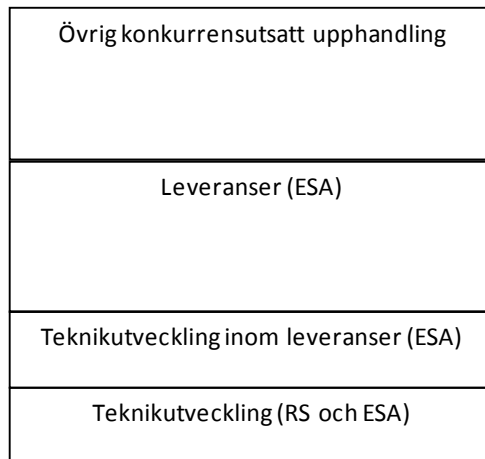
De tre företagen är överens om att den hittillsvarande nivån på Rymdstyrelsens finansiering är helt otillräcklig och tillväxtbegränsande. Dessutom påpekas att konkurrerande företag i en del andra viktiga konkurrentländer har högre andel offentlig finansiering, vilket innebär en tydlig konkurrensnackdel. En högre finansiering både på det nationella planet och för Sveriges bidrag till ESA skulle leda till höjd internationell konkurrenskraft och ökad kommersiell försäljning. Företagen gör alltså gällande att avkastningen på teknikutvecklingsfinansieringen är betydligt större än 1, även om någon kvantifiering av denna avkastning endast kan fastställas för enstaka exempel (detta har heller inte varit en uppgift för föreliggande utvärdering).

Det påpekas också att ESA-finansiering inte nödvändigtvis innebär teknikutveckling, eftersom en del uppdrag (eller delar av uppdrag) utgörs av vad som åtminstone från leverantörsperspektivet upplevs som ”serieleveranser”³⁰. Ur ett teknikutvecklingsperspektiv kan ett rymdföretags omsättning således principiellt sett illustreras som i Figur 30. I understa skiktet i figuren återfinns teknikutvecklingsfinansiering från Rymdstyrelsen direkt och via ESA. I ESA-uppdrag, vilka återfinns i de två mellersta fälten, kan alltså både teknikutveckling och leveranser utan teknikutvecklingsinnehåll förekom-

²⁹ Se Bilaga E för beskrivning av TRL-konceptet.

³⁰ Rymdstyrelsen talar hellre om ”institutionell upphandling”, men eftersom vi här beskriver företagens syn har vi valt att behålla deras terminologi.

ma. I det översta fältet återfinns ”kommersiella” leveranser som vunnits i konkurrens, och där kunden både kan utgöras av andra företag och av exempelvis Europeiska kommissionen.



Figur 30 Principiell illustration av ett rymdföretags omsättning ur ett teknikutvecklingsperspektiv.

4.1.1 RUAG Space

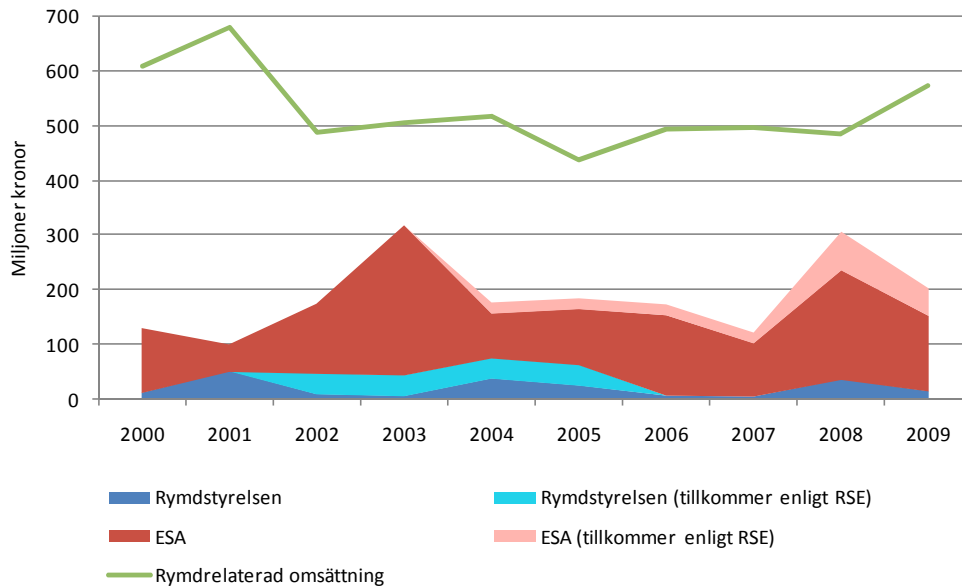
RSEs omsättning utgörs av leveranser av hårdvara för att bygga infrastruktur i rymden och företaget menar att detta gäller RSE i högre grad än andra svenska företag i rymdindustrin. Ungefär hälften av omsättningen utgörs av ”kommersiell” försäljning (citationstecknen är RSEs och indikerar att kunden ibland är offentlig, ofta i form av Europeiska kommissionen). Figur 31 illustrerar RSEs omsättning och teknikutvecklingsfinansiering från Rymdstyrelsen och ESA under åren 2000–2009. Som framgår av figuren menar RSE att finansieringsstatistiken från Rymdstyrelsen och ESA saknar några anslag, vilka illustreras med de ljusst färgade fälten. På basis av statistiken från Rymdstyrelsen och ESA är kvoten mellan rymdrelaterad omsättning och teknikutvecklingsfinansiering 29% för perioden 2000–2009, men om hänsyn tas till RSEs kompletteringar är den 36%³¹. Efter ett antal år med relativt konstant omsättning för den rymdrelaterade verksamheten, expanderar den sedan en tid tillbaka igen. RSE bekräftar att det finns en tydlig koppling mellan teknikutvecklingsfinansieringen och företagets rymdrelaterade omsättning, men med en fördröjning på ett antal år. Tidsperspektiven varierar dock, vilket illustreras av ett par exempel.

Rymdstyrelsen finansierade med cirka 100 miljoner kronor RSEs teknikutveckling av frekvensomvandlare till TV-satelliter³² under 2003–2004. Arbetet startade på TRL3 och efter 4 års teknikutveckling hade man nått TRL8, varefter produkten kommersialiserades 2007–2008; det tog alltså cirka 4 år innan finansieringen från Rymdstyrelsen ledde till kommersiell omsättning. Under det första året sålde RSE frekvensomvandlare för cirka 150 miljoner kronor och i sin affärsplan räknar företaget med att sälja frekvensomvandlare för drygt 100 miljoner kronor per år i flera år.

³¹ I de efterföljande analyserna använder vi oss av konsekvensskäl av finansieringsstatistiken från Rymdstyrelsen och ESA, vilken också ligger bakom Figur 24–Figur 26 samt bilaga C.

³² Dessa frekvensomvandlare tar emot en signal med en frekvens på 14 GHz från jorden och skickar tillbaka en signal på 12 GHz till jorden. Detta är en av få standardiserade produkter i TV-satelliter som annars alla är olika. En frekvensomvandlare är en ren hårdvarukomponent som väger 700 g och kostar cirka 1 miljon kronor per styck. Varje TV-satellit har i snitt 20 sådana och eftersom det skickas upp ungefär 20 TV-satelliter per år är världsmarknaden 400. RUAG levererar till alla västvärldens huvudleverantörer utom franska THALES som har egna frekvensomvandlare.

Även om exemplet med frekvensomvandlare sägs vara någotsånär representativt när det gäller tidsfördröjningen mellan teknikutvecklingsfinansiering och kommersiell omsättning, så kan det för komplexa nya system där teknikutvecklingen omfattar många parter, ex.vis ett nytt navigationssystem, ta uppemot 15 år att gå från TRL2 till TRL9. Samtidigt påpekas det att även om tidsperspektiv på upp till 15 år förekommer, så är betydligt kortare tidsfördröjningar (ner till ett år) mer vanliga, eftersom de är lättare att motivera affärsmässigt.



Figur 31 RSEs teknikutvecklingsfinansiering direkt från Rymdstyrelsen och via ESA samt företagets rymdrelaterade omsättning. De olika komponenterna av teknikutvecklingsfinansiering ligger "ovanpå" varandra (inte bakom).³³

Ett annat exempel där teknikutvecklingsfinansiering lett till betydande kommersiell omsättning utgörs av RSEs leveranser av centraldator, signalgenerator, digital mottagare, processor till krypteringsenheter, två sorters antenner samt launcherdispenser till Galileosatelliterna. Utvecklingen av dessa produkter har sin grund i några mindre anslag från RS och sedan cirka 100 miljoner kronor från ESA. Denna utveckling ledde till cirka 250 miljoner kronor i intäkt för RSE för leveranserna till de första 14 satelliterna i Galileosystemet och företaget räknar med att den totala kommersiella intäkten, inklusive leveransen av nästa omgång om 14 satelliter, blir 600–700 miljoner kronor. Kunden är i detta fall Europeiska kommissionen.

RSE har levererat samtliga datorer till Ariane-raketerna alltsedan första uppskjutningen 1979. Företaget levererade 156 datorer till Ariane 1–4 och levererar nu till Ariane 5 två datorer och 2–4 antenner per raket. Historiskt sett har finansieringen från ESA till Arianeprogrammet därför varit en avgörande förutsättning för att bygga upp företaget till dess nuvarande verksamhetsnivå. Datorprodukter och datorsystem till Arianeprogrammet och ett mycket stort antal satelliter, samt även till andra bärraketer (Vega), är affärer som har sitt ursprung i den första Arianedatorn. Idag är dock Arianeandelen så pass liten att den inte är av avgörande affärsmässig betydelse för företa-

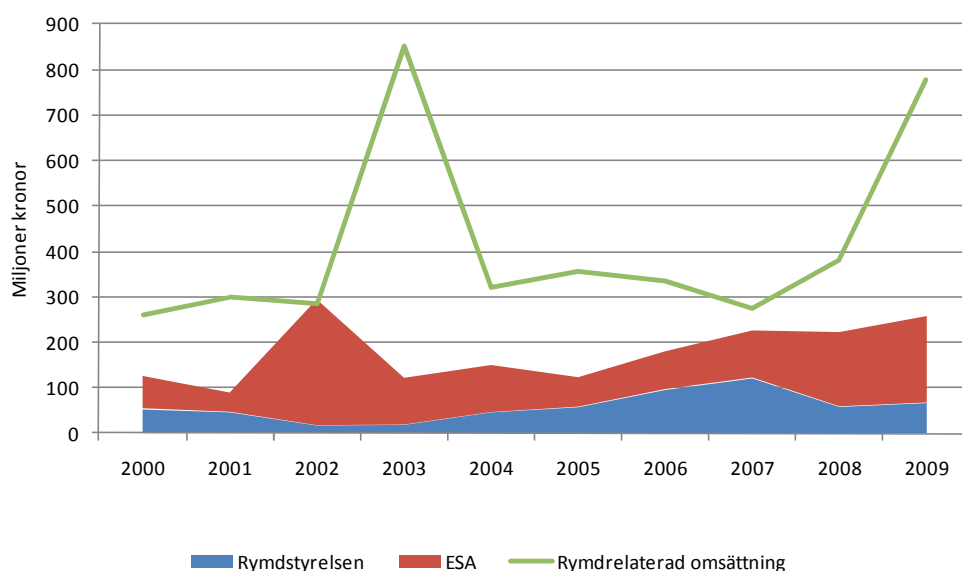
³³ Jämförelser mellan teknikutvecklingsfinansiering och rymdrelaterad omsättning bör göras med försiktighet och eftertanke, eftersom uppgifterna från Rymdstyrelsen och ESA utgår från deras respektive bokföringar, och det är av periodiserings- och bokföringstekniska skäl inte givet att mottagande företag intäktsfört finansieringen samma år som myndigheten bokfört sin utbetalning. Denna reservation gäller samtliga figurer i denna rapport som visar årsvisa jämförelser mellan teknikutvecklingsfinansiering och omsättning.

get.³⁴ RSE är med cirka 80% av världsmarknaden också världsledande leverantör av separationssystem och lasthållare som sitter i samtliga raketmodeller, men inte riktigt i alla individuella raketer. För att behålla denna marknadsposition är Arianeprogrammet viktigt som ”hemmamarknad”.³⁵

RSEs NRFP-projekt uppges vara hårt kopplade till företagets teknikutvecklingsbehov. Exempelvis har RSE inarbetat resultat från NRFP-projektet ”Advanced MMIC Functions” som bedrivits vid CTHs institution för Mikroteknologi och nanovetenskap (MC2) i en offert för vidare teknikutveckling inom ESAs Artes-program. För RSE uppdraget börjar det på TRL5,5 2011 (enligt plan). Går sedan den fortsatta utvecklingen bra, är man vid TRL8 efter två år och efter ytterligare knappt två år lyfter satelliten (TRL9).

4.1.2 Rymdbolaget

Figur 32 illustrerar att Rymdbolagets rymdrelaterade verksamhet är starkt beroende av teknikutvecklingsfinansiering från Rymdstyrelsen och ESA; under åren 2000–2009 utgjorde teknikutvecklingsfinansieringen 43% av företagets rymdrelaterade omsättning. För Space Systems Division står finansieringen från Rymdstyrelsen och ESA för cirka 98% av intäkterna och är därmed helt avgörande. Rymdbolagets ledning vill se en högre andel kommersiella affärer och sedan två år tillbaka arbetar man aktivt mot den kommersiella marknaden, men det har visat sig vara utmanande för denna typ av systemprodukter.



Figur 32 Rymdbolagets teknikutvecklingsfinansiering direkt från Rymdstyrelsen och via ESA samt företagets rymdrelaterade omsättning³⁶. De olika komponenterna av teknikutvecklingsfinansiering ligger ”ovanpå” varandra (inte bakom).³⁷

Rymdbolaget utvecklar och bygger små, kostnadseffektiva satellitsystem och har som ambition att vara huvudleverantör (”prime”) för små europeiska projekt. Under 1990-

³⁴ Anders Blom, ”Konsekvenser för Saab Space och Volvo Aero av minskade eller uteblivna svenska satsningar på Ariane-systemet”, En studie åt Rymdstyrelsen, 2007-08-15.

³⁵ Intervju med Peter Möller, RSE, inom ramen för utvärderingen av NRFP.

³⁶ ”Omsättningsspiken” 2003 härrör från leveransen av SMART-1. Rymdbolaget intäktsför inte sina projekt förrän det år de levereras. Den kraftiga uppgången 2009 förklaras av ett företagsförvärv i USA.

³⁷ Se fotnot 33.

talet utvecklade Rymdbolaget sin kompetens som systemleverantör genom att med finansiering från Rymdstyrelsen bygga en serie forskningssatelliter: Freja (1992), Astrid 1 (1995), Astrid 2 (1998) och Odin (2001). När man 2003 föreslog ytterligare en forskningssatellit (STEAM) förklarade dock Rymdstyrelsen att forskningssatelliter var ESAs uppgift, inte Rymdstyrelsens. Dessförinnan hade emellertid Rymdbolaget fått ESAs uppdrag att bygga SMART-1, en satellit som skulle demonstrera elektrisk framdrivning till månen. SMART-1 lyfte 2003 och genomförde framgångsrikt sitt uppdrag, vilket avslutades med en avsiktlig kraschlandning på månen och bevisade att Rymdbolaget klarade av att leda ett europeiskt satellitprojekt. Rymdbolaget har också demonstrerat sin förmåga att bygga instrument till forskningssatelliter (egna och andras), ofta på uppdrag av ESA, och bedriver inom ELIPS-programmet (European Life and Physical Sciences in Space) tyngdlöshetsforskning med sondraketerna MASER och MAXUS.

Eftersom Rymdstyrelsen förutsåg att allt mer teknikutveckling framgent skulle komma att ske genom ESA snarare än i nationella svenska satellitprojekt, skapades det nationella Prismaprojektet som en sorts överbryggningsprojekt så att Rymdbolaget skulle kunna sadla om från nationella/bilaterala projekt till europeiska. Prisma är en ren teknikdemonstrator som ska demonstrera autonom formationsflygning, men även gröna framdrivningssystem och småraketer för attitydkontroll levererade av Rymdbolagets dotterbolag ECAPS och NanoSpace. Prisma sköts 2010-06-15 framgångsrikt upp från Dombrovskiy Cosmodrome utanför Yasny i Ryssland.

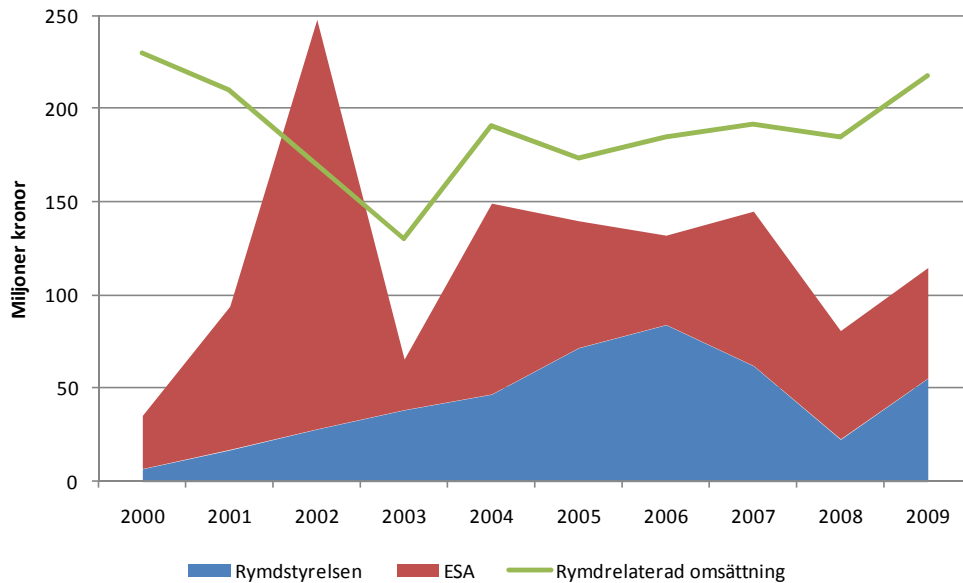
Rymdbolaget utsågs under senare delen av 2010-talet av ESA till huvudleverantör för satellitsystemet Proba-3. Detta skulle vara både teknikdemonstrator och vetenskaplig satellit, och ESAs första försök med formationsflygning. Det stupade dock på att Rymdstyrelsen inte kunde finansiera Rymdbolagets del i projektet (till en kostnad av 22 miljoner euro fördelad över fyra år). Detta beslut kom sommaren 2009 som en blyxt från klar himmel för Rymdbolaget och ledde till uppsägningar. Nu genomförs i stället Proba-3 med en spansk huvudleverantör och Rymdbolaget deltar i en mindre roll. Bakslaget med Proba-3 gör, tillsammans med allmän finanskris och ofördelaktig kursutveckling för euron, att Rymdbolaget nu har ekonomiska problem och företaget menar att ett snabbt agerande från Rymdstyrelsen är nödvändigt om inte den svenska industrin inom detta område helt ska försvinna ur landet.

4.1.3 Volvo Aero

VAC utvecklar teknik för utveckling och tillverkning av brännkammare, munstycken och turbiner, framför allt till Arianeprogrammet. Företaget har utvecklat tekniker för lasersvetsning, svetssimulering och termisk sprutning som uppges vara helt kritiska för Arianeprogrammet. Figur 33 jämför den teknikutvecklingsfinansiering företaget erhållit med dess omsättning. VAC menar dock att den finansiering företaget erhållit via ESA är avsevärt lägre än vad som anges i uppgifterna från ESA (och därmed i figuren); VACs uppgift för den sammanlagda finansieringen från Rymdstyrelsen och ESA för perioden 2000–2009 är 1 094 miljoner kronor medan uppgifterna från Rymdstyrelsen gör gällande att det är fråga om 1 205 miljoner kronor, en skillnad på 111 miljoner kronor (9% lägre enligt VAC). På basis av statistiken från Rymdstyrelsen och ESA är kvoten mellan rymdrelaterad omsättning och teknikutvecklingsfinansiering 64% för perioden 2000–2009, men med VACs uppgifter är den 58%³⁸. Som framgår är variationerna över tid stora och det bör återigen noteras att sådana jämförelser för enstaka år inte är meningsfulla. VAC självt hänvisar bland annat till effekterna av Arianehavariet i december 2002, vilket mycket negativt påverkade företagets kommersiella försäljning under flera år. Företaget understryker inte desto mindre att hela dess rymdverksamhet och den teknik man byggt upp är totalt beroende av finansiering från

³⁸ Se fotnot 31.

Rymdstyrelsen och ESA. VAC menar dock att den teknikutvecklingsfinansiering företaget erhållit har förvaltats väl, vilket illustreras med några exempel.



Figur 33 VACs teknikutvecklingsfinansiering direkt från Rymdstyrelsen och via ESA samt företagets rymdrelaterade omsättning. De olika komponenterna av teknikutvecklingsfinansiering ligger ”ovanpå” varandra (inte bakom).³⁹ Som framgår av texten, menar VAC att finansieringen från ESA över perioden är 9% lägre än vad som anges i figuren.

Med finansiering om 135 miljoner kronor från ESA genomförde VAC produktionsutveckling av brännkammare och munstycke (vilka utgör en sammanhängande enhet) till motorerna Viking 4 och 5 i raketerna Ariane 1–4. Denna utveckling skedde i två steg, det första 1974–1979 och det andra i mitten av 1990-talet. Varje Arianeraket innehöll upp till nio brännkammare-/munstyckenheter från VAC och företaget levererade under perioden 1978–2003 1 150 enheter till ett leveransvärde av 1,25 miljarder kronor, alltså drygt 9 gånger så mycket som teknikutvecklingsfinansieringen företaget en gång mottog från ESA.

Till motorerna Viking 4 och 5 var det det franska företaget Snecma som utvecklat de enheter som VAC sedermera gjorde produktionsutvecklingen för och därefter tillverkade. Till Ariane 5 och dess motorer Vulcain 1 och 2 tog VAC även på sig ansvaret för produktutvecklingen av de detaljer man sedan skulle tillverka, ett betydligt mer komplicerat aktivt kylt munstycke samt två turbiner, vilket därmed innebar ett viktigt steg uppåt i värdekedjan. Även denna utveckling har finansierats av ESA och VACs serieleveranser påbörjades 1996. Ett haveri för Ariane 5 i juli 1996 (”världens dyraste programmeringsfel”) gjorde dock att leveranserna avstannade, och de återupptogs inte försiktigt förrän 1998 och i högre takt under 2000. Ett nytt haveri i december 2002 ledde till ytterligare avbrott i VACs leveranser, men leveransvärdet har till och med 2009 överstigit ESA-finansieringen med 20%. VAC kalkylerar med att serieleveranserna till Ariane 5 ska fortgå i upp till 20 år, vilket i så fall skulle resultera i ett leveransvärde 3,5 gånger så stort som den ursprungliga ESA-finansieringen (inklusive det som redan levererats). Dessa exempel illustrerar att de fullständiga effekterna av investeringar i Arianeprogrammet framträder över långa tidsperioder.

³⁹ Se fotnot 33.

I början av 2000-talet initierades inom ESA ett projekt för nästa generation munstycken, vilken VAC vann med sin sandwichteknologi som tidigare utvecklats och demonstrerats inom bilaterala projekt med det tyska institutet för flyg- och rymdforskning DLR. Detta utvecklingsarbete avbröts i och med Arianehaveriet 2002, men återupptogs sedermera som ett bilateralt svensk-franskt projekt 2005 (för att sedan överföras till ESA 2008). Rymdstyrelsen finansierade då med cirka 200 miljoner kronor VACs utvecklingsarbete under åren 2000–2009 (men en mindre del redan 1996–2000). Kring årsskiftet 2009–10 genomfördes framgångsrikt fullständiga prov av munstycket. VACs sandwichmunstycke är nu aktuellt i samtliga tre möjliga fortsatta utvecklingsalternativ: som del i den vidareutvecklade motorn Vulcain 2+, i en ny motor till Ariane 6 eller i en helt ny generation motorer med ännu högre dragkraft ("high-thrust engine"). VAC ser i samtliga dessa fall, efter utveckling och kvalificering, en mångårig serieleverans av munstycken framför sig, motsvarande den man nu är mitt i för Vulcain-motorn. VAC undersöker för tillfället med hjälp av Rymdstyrelsen även vidare export av företagets sandwichmunstycken utanför Europa. Aktivt stöd av en nationell rymdmyndighet eller ESA sägs närmast vara en förutsättning för exportframgångar utanför Europa.

VAC menar dock att rymdverksamhetens betydelse för företaget är betydligt större än de 2% av hela VACs omsättning som den formellt utgör, eftersom de interna synergier och spridningseffekterna är så pass stora. VAC uppger vidare att rymdverksamheten står för cirka 25% av företagets FoU inom TRL 1–6. Särskilt på låga TRL-nivåer (TRL2–4) är teknikutvecklingen i stor utsträckning gemensam för rymd och flyg. Några exempel på teknikspridning från och till rymdverksamheten:

- De tekniker för lasersvetsning, svetssimulering och materialdeposition som utvecklats inom VAC och som använts och vidareutvecklats inom rymdverksamheten är nu av avgörande betydelse även för VACs breda deltagande i RP7s Clean Sky som handlar om utveckling av "gröna" civila flygmotorer.
- De konstruktionsmetoder och tekniker som utvecklats för sandwichmunstyckena är nu attraktiva för civila flygmotorprojekt.
- Den flödessimuleringsteknik som utvecklats för sandwichmunstyckena har använts för vidareutveckling av motorn till Gripen och motorn till det militära obemannade flygplanet (UAV) Neuron.⁴⁰
- Tekniken för termisk sprutning av termiska barriärskikt på raketmunstyckets insida har använts av andra bolag inom Volvo-koncernen.⁴¹
- NRFP-projekt har bidragit till att stärka VACs samarbete med svenska UoH och institut. Ett exempel är projektet "Probabilistisk design och multidimensionell optimering för raketmotorkomponenter" där företaget tillsammans med Wingquist-laboratoriet på CTH anpassat och vidareutvecklat forskning som gjorts för fordonsindustrin till rymdtillämpningar. Projektet har stärkt företagets förmåga att utveckla produkter som är robustare ur tillverknings- och prestandahänseende. De metoder och verktyg som utvecklats inom projektet har även tillämpats på civila utvecklingsprojekt och forskningen inom området fortsätter parallellt tillsammans med CTH inom det nationella flygtekniska forskningsprogrammet (NFFP) och i andra nationella satsningar.

4.2 Effekter på mindre företag

Utöver de tre stora och etablerade rymdföretagen har det i Sverige under 2000-talet vuxit fram ett antal mindre företag. De flesta av dessa är högteknologiska nischföretag

⁴⁰ Anders Blom, op. cit.

⁴¹ Anders Blom, op. cit.

som riktar sig direkt till rymdindustrin, medan en del andra framförallt vänder sig mot marknader utanför rymdindustrin. Gemensamt för i princip samtliga av dessa är att de har gott internationellt renommé, oavsett om de redan har nått en kommersiell marknad eller befinner sig i tidigare faser av i sin teknikutveckling. Viktigt att framhålla är att inte alla mindre företag, se bilaga D, uppfyller de formella kraven i EU:s definition på SMF⁴². Exempelvis är ECAPS och Nanospace helägda dotterbolag till Rymdbolaget, vilket skulle exkludera dem baserat på den formella definitionen, men här tillämpar vi alltså efter samråd med Rymdstyrelsen en bredare definition.

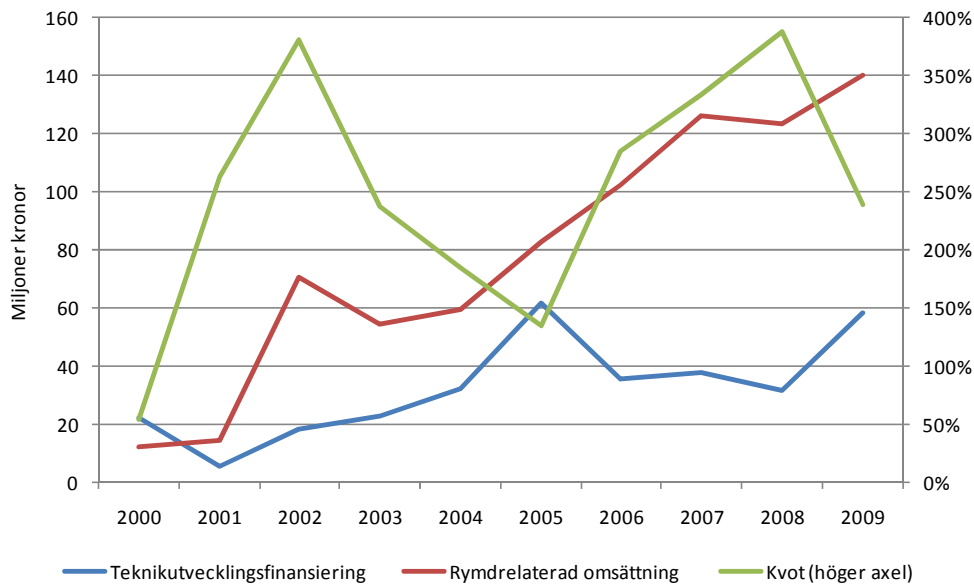
Vi har inom ramen för utvärderingen gjort intervjuer med representanter för 16 mindre företag inom rymdindustrin. Det innebär inte att vi har täckt in samtliga svenska bolag som på ett eller annat sätt agerar inom rymdindustrin, men vi har täckt in de tio företag som näst efter de tre stora har erhållit mest finansiering från Rymdstyrelsen, samt ytterligare sex företag som erhållit än mindre eller ingen finansiering alls från Rymdstyrelsen. De 16 företagen sträckte sig 2009 storleksmässigt från 1 till 62 anställda, där det största företaget bland dessa omsatte över 100 miljoner kronor i sin rymdverksamhet. Företagen representerar en rad olika teknikområden; digital elektronik, mikrovågselektronik, grönt bränsle, mikromekaniska system, förädling av fjärranalysdata etc. Eftersom företagen skiljer sig åt både erfarenhetsmässigt och innehållsmässigt så har vi valt att senare i kapitlet göra en uppdelning av företagen i fem grupper när vi diskuterar effekter av Rymdstyrelsens finansiering av teknikutveckling; ”Redan etablerade”, ”Stor potential”, ”Nykomlingar”, ”Telekombolag” och ”Fjärranalysutvecklare”. Det bör påpekas att några företag skulle kunna placeras i flera grupper, exempelvis är både Rockwell Collins Sweden och Metria definitivt ”redan etablerade”, men vi har för enkelhetens skull (och med tanke på speciella omständigheter i marknadsförutsättningarna) beskrivit dem under ”telekombolag” respektive ”fjärranalysutvecklare”. Det ska också påpekas att grupperingarna – och inte minst gruppernas namn – inte ska tas alltför allvarligt, utan de är i första hand ett sätt att strukturera och begränsa de kommande beskrivningarna.

Däremot finns det ett antal resultat från vår empiri som förtjänar att diskuteras på en övergripande nivå. Merparten av de undersökta mindre företagen har en stor andel teknikutvecklingsfinansiering i sin omsättning. Som mest har ett företag erhållit 77 miljoner kronor under perioden 2000–2009 och ett antal företag har än så länge överhuvudtaget ingen omsättning utanför Rymdstyrelsen och ESA. Medelvärdet för teknikutvecklingsfinansiering som andel av företagets rymdrelaterade omsättning är 41% för hela perioden. Figur 34 visar utvecklingen av den sammanlagda teknikutvecklingsfinansieringen samt den sammanlagda rymdrelaterade omsättningen för de tio största mottagarna bland de mindre företagen⁴³. Att teknikutvecklingsfinansieringen år 2000 är högre än omsättningen beror på en engångsutbetalning från Rymdstyrelsen till ett av företagen för ett projekt som sedan pågick under flera år.⁴⁴ Kvoten mellan omsättning och teknikutvecklingsfinansiering varierar mycket för att mellan 2005 och 2008 öka kraftigt, vilken trend dock bröts under 2009. Denna kvot kan försiktigtvis tolkas som ett slags ”avkastning” på Rymdstyrelsens finansiering. För hela perioden är kvoten 240%, vilket betyder att företagen genererat en omsättning om 1,4 krona till andra kunder för varje krona från Rymdstyrelsen.

⁴² Ett företag som sysselsätter färre än 250 personer och vars årsomsättning inte överstiger 50 miljoner euro eller vars balansomsättning inte överstiger 43 miljoner euro per år.

⁴³ Aeroflex Gaisler, ECAPS, Forsway Scandinavia, LyngBox Media, Metria (Satellus), Nanospace, Omnisys, Spacemetric, Vattenfall (SwedPower) och ÅAC Microtec (ÅSTC).

⁴⁴ Som påpekats tidigare i denna rapport så löper teknikutvecklingsprojekt ofta över flera år efter (och ibland t.o.m. innan) själva utbetalningen sker. Därför kan uppgifterna för enskilda år te sig missvisande och alla trender bör tolkas med försiktighet.



Figur 34 Sammanlagd teknikutvecklingsfinansiering och omsättning, samt kvoten mellan omsättning och teknikutvecklingsfinansiering, för de tio största mottagarna i kategorin mindre företag.

På grundval av dessa uppgifter förefaller det kanske inte så förvånande att de flesta intervjuade företagsrepresentanter menar att teknikutvecklingsfinansieringen har varit och fortfarande är direkt avgörande för deras företags utveckling. Omdömena sträcker sig från att finansieringen "har skyndat på utvecklingen" till att den är "skälet till att vi existerar". Det som företagen i regel framhåller är den speciella karaktären på just rymdindustrin. Långa utvecklingstider kräver förutseende, långsiktiga och uthålliga investeringar i teknikutveckling. Den normala riskkapitalmarknaden är i princip otillgänglig för dessa företag, då den inte har tålamod för kraven i föregående mening.⁴⁵ Dessutom konkurrerar företagen med utländska företag som själva erhåller offentligt stöd, vilket nästan förutsätter motsvarande behandling av den egna nationella myndigheten.

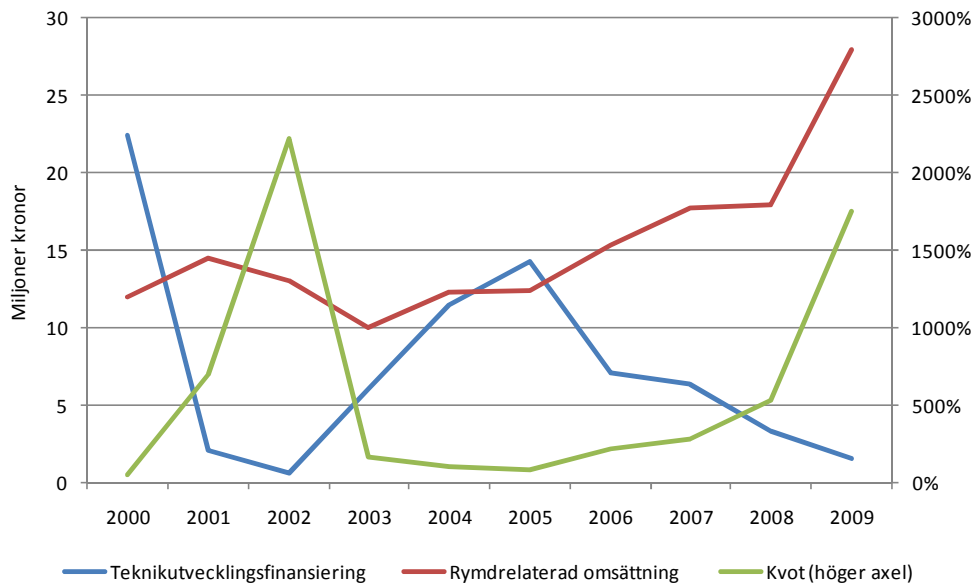
Finansieringen har sammanfattningsvis möjliggjort avancerad teknikutveckling som i sin tur har lett till ökad försäljning, ökad konkurrenskraft och växande företag. En respondent uttrycker det i klartext: "Vi säljer nu på bred front produkter som rakt av bygger på teknologi vi utvecklat med Rymdstyrelsens finansiering." En annan respondent menar att fördröjningen mellan teknikutvecklingsfinansiering och kommersiell försäljning är 5–10 år, vilket delvis kan göra det svårt att bedöma de långsiktiga effekterna förrän långt efteråt. Storleken på teknikutvecklingsfinansieringen förefaller i stort sett ha motsvarat företagets behov. Flera företag anser att de har lämnat ett beroende av teknikutvecklingsfinansiering från Rymdstyrelsen bakom sig, medan andra menar att de först kommer att göra det på sikt. Den stora majoriteten av företagen förutser dock att teknikutvecklingsfinansiering kommer att ha stor betydelse för dem också i framtiden, även om beroendet kommer att minska. Med andra ord; endast ett fåtal ser en framtid där det är möjligt att klara sig helt utan Rymdstyrelsen och ESA.

Nedan följer två exempel på hur finansierings- och omsättningsutvecklingen kan se ut för enskilda företag. De två fallen är utvalda eftersom de visar hur Rymdstyrelsens finansiering på längre sikt har visat sig vara strategiskt riktig. Dessa exempel kan ses

⁴⁵ Ett viktigt undantag utgörs av de mer kommersiellt orienterade företag som verkar inom telekomsektorn; exempelvis har både Rockwell Collins Sweden (tidigare Swe-Dish Satellite System) och Lyngbox Media lyckats säkra kapital på andra sätt än från Rymdstyrelsen.

som ”läroboksexempel”, eftersom båda företagen inledningsvis har erhållit omfattande finansiering, men i takt med att omsättningen har tagit fart har företagen efter hand minskat sitt beroende på Rymdstyrelsens finansiering. Båda företagen har nått internationella framgångar och båda uppger Rymdstyrelsens och ESAs finansiering som själva förutsättningen för företagens gynnsamma utveckling.

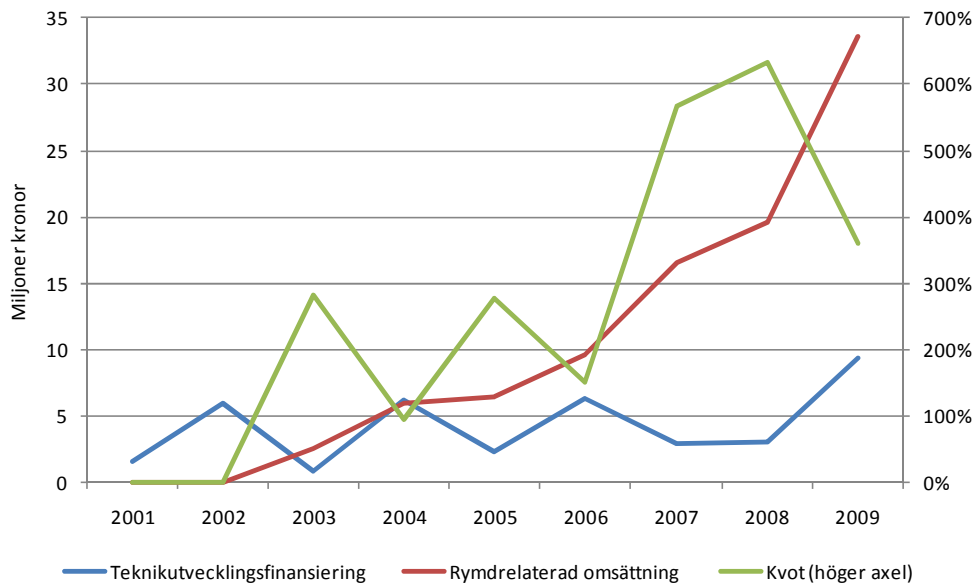
Figur 35 visar att ”Företag X” år 2000 fick en stor utbetalning för ett projekt som sträckte sig över flera år, varför åren 2000–2003 kanske egentligen borde uppvisa en jämnare finansieringsutveckling⁴⁶. Sedan 2005 har omsättningen efterhand ökat, medan beroendet på Rymdstyrelsens finansiering snabbt minskat, vilket resulterat i en imponerande utveckling för ”avkastningen” på Rymdstyrelsens finansiering: 1750% för 2009, 203% för hela perioden.



Figur 35 Teknikutvecklingsfinansiering och omsättning, samt kvoten mellan omsättning och teknikutvecklingsfinansiering, för ”Företag X”.

”Företag Y” i Figur 36 uppvisar en ”hackig” finansieringsutveckling beroende på ett antal större utbetalningar från ESA gällande projekt som sträckt sig över flera år, men uppvisar som synes en imponerande omsättningsutveckling. Efter ett par års ökning sjönk ”avkastningen” på Rymdstyrelsens finansiering 2009 till 360% på grund av ytterligare en stor utbetalning från ESA; för hela perioden är ”avkastningen” 240%.

⁴⁶ Som flera gånger tidigare påpekats i denna rapport, är det viktigt att inse stirra sig blind på relationen mellan finansiering och omsättning för enskilda år, utan att främst se till långsiktiga trender.



Figur 36 Teknikutvecklingsfinansiering och omsättning, samt kvoten mellan omsättning och teknikutvecklingsfinansiering, för "Företag Y".

Fem av de 16 företagen har i mångt och mycket kunnat grundas tack vare teknikutvecklingsfinansiering; ECAPS, NanoSpace, AAC Microtec, Aeroflex Gaisler och Nan-Osc, de fyra sistnämnda tack vare finansiering via ESA. Enligt Flyg- och rymdstrategin från 2005⁴⁷ så har även Swe-Dish (numera Rockwell Collins Sweden), Metria, Space-metric och Omnisys Instruments uppstått i nära koppling till statliga satsningar, vilket därmed skulle innebära att en majoritet av de intervjuade företagen har statliga stöd att tacka för sina framgångar och, i några fall, existenser.

Som tidigare har diskuterats, så skiljer sig finansieringen åt för de nationellt finansierade projekten (som ofta är bilaterala eller multilaterala i realiteten) jämfört med de som genomförs inom ramen för ESA. De mindre företagen framhåller särskilt de olika kraven och förutsättningarna för finansiering. Där ESA ställer väldigt tydliga krav är Rymdstyrelsen i de nationella projekten betydligt öppnare och mer tillåtande. På det sättet fungerar ESA enligt företagen mer som en traditionell "kund". En del av respondenterna föredrar attityden som Rymdstyrelsen står för, medan någon enstaka menar att Rymdstyrelsens "generella påse" kan bli mer effektiv. Majoriteten ser dock de båda finansieringsmöjligheterna som komplementära i teknikutvecklingskedjan. De nationella projekten är många gånger den enda möjliga vägen in i ESA för ett litet företag. Det kan handla om nödvändig teknikutveckling, flygerfarenhet och det PR-värde som ett nationellt projekt kan utgöra för ett litet företag. Om inte den tidiga utvecklingen kan göras på nationell nivå, upplever många små företag också att de kan få problem med immaterialrätten till sin teknik och sina innovationer, eftersom ESA i de flesta program har fri nyttjanderätt.

En klar majoritet av de mindre företagen föredrar generellt sett de nationella projekten och ställer sig kritiska till förutsättningarna och kraven i ESA-projekten. Den administrativa bördan, den politiska styrningen och andra effektivitetsproblem ligger bakom att dessa pengar i regel anses ha sämre verkningsgrad. (Detta resonemang utvecklas vidare i avsnitt 7.3.) Dessa erfarenheter kan till del ligga bakom det faktum att det är få mindre företag som återkommande deltar i ESA-projekt (jmf. Figur 28).

⁴⁷ "Flyg- och rymdindustrin – en del av Innovativa Sverige", N5003 eller 2005N2004/3333/NL, 2005-01-14

4.2.1 Redan etablerade

Gemensamt för de tre företag som vi lagt i kategorin ”redan etablerade” företag är att de alla har verkat under större delen av 2000-talet och sammanlagt under perioden 2000–2009 haft en finansiering från Rymdstyrelsen på mellan 40–50% av omsättningen. Samtliga har deltagit i RyT-programmet i flera omgångar och även vunnit en rad betydande ESA-uppdrag. De första verksamhetsåren har dessa företag haft en omfattande andel teknikutvecklingsfinansiering, men trenden är tydlig; i betydligt större utsträckning nu än tidigare så står företagen ”på egna ben” och har rönt försäljningsframgångar utanför Rymdstyrelsen och ESA. Sett till åren 2007–2009 har andelen teknikutvecklingsfinansiering sjunkit till 20–25% av omsättningen och alla tre företag har upplevt internationella kommersiella framgångar och omsättningsutvecklingen är mycket positiv.

- **Omnisys Instruments** från Göteborg arbetar huvudsakligen inom två produktområden: kraftsystem till satelliter samt radiometrar för astronomi och atmosfärforskning. 20-tal anställda.
- **Aeroflex Gaisler** (tidigare Gaisler Research), också från Göteborg, levererar processorer till omborddatorer på satelliter. Processorkärnan LEON sitter även i en rad olika applikationer utanför rymdindustrin. 10-tal anställda.
- **Spacemetric** i Sollentuna utvecklar och säljer lösningar för hantering och bearbetning av bilder inom området jordobservation från satellit eller flygplan. För detta ändamål har man byggt upp en egen serverlösning, kallad ”Keystone Image Server”. Cirka 5 anställda.

Omnisys Instruments knoppades av från CTH i början av 1990-talet men uppstod i realiteten kommersiellt först flera år senare genom att man fick i uppdrag att planera och bygga ett instrument, en så kallad radiometer, till forskningssatelliten Odin. Efter stora framgångar med Odin har denna radiometer sedermera även flugit med satelliterna TELIS och SMART. Parallellt med detta bidrog Omnisys i början av 2000-talet med kraftsystemet PCDU till den svensksbyggda ESA-satelliten SMART-1. Nu levererar man kraftsystemet till den svenska teknikdemonstratorn Prisma och ser därigenom till att systemen och instrumenten på Prisma får elektricitet. Genom dessa nationella projekt, vilka delvis har bekostats av Rymdstyrelsen, har Omnisys fått värdefull flygerfarenhet och nått ut på ett annat sätt än annars hade varit möjligt. Företaget bedömer samtliga nationella projekt som mycket framgångsrika och ”i klartext har vi slutit kommersiella kontrakt som innehåller den teknik vi utvecklade med hjälp av medel från Rymdstyrelsen”. Genom finansiering genom RyT kunde Omnisys också vidareutveckla radiometrarna, även om det var en i sammanhanget liten summa. Däremot har det ESA-relaterade engagemanget inom exempelvis programmen Artes, GMES och GSTP inte fått samma påtagliga effekter för företaget som de nationella projekten.

Aeroflex Gaisler bildades som en avknoppning från ESA, men har även kopplingar till Saab Space. Arbetet med huvudprodukten, processorn LEON baserad på SPARC-arkitektur, hade börjat redan vid ESAs forskningscentrum ESTEC (i form av LEON2), men vidareutvecklades inom ramen för dåvarande Gaisler Research (man har arbetat fram LEON3 och precis lanserat LEON4 med ännu bättre prestanda). Företaget tillverkar ingen hårdvara, utan själva produkterna säljs av andra företag. Finansieringen från Rymdstyrelsen, via ESA-program samt inom ramen för RyT, har framförallt använts till utvecklingen av LEON3 och LEON4, exempelvis för att bättre möta kraven som ställs på GPS- och Galileosatellitmottagare. Den tekniska utvecklingen hade enligt företaget stagnerat utan Rymdstyrelsens finansiering, framförallt via ESA. Att ha ESA som kund har också inneburit en viktig kvalitetsstämpel när företaget har arbetat med försäljning. Gaisler Research blev 2008 uppköpta av Amerikanska bolaget Aeroflex, en ledande leverantör av högteknologiska mätinstrument och mikroelektroniska lösningar. Gaislers processor LEON har ett fortsatt och tydligt stöd av ESA, och är en av organisationens standardprocessorer för framtiden. Företaget har även nått stora framgångar utanför rymdindustrin och processorkärnan används av ett stort antal

kommersiella företag, som bland annat använder den i bilar, trådlösa nätverk och mobiltelefoner.

Spacemetric utvecklades inledningsvis runt millennieskiftet i nära samarbete med den del av Rymdbolaget som sedermera blev Metria. Idén var att förbättra de tekniska verktygen för hantering av satellitbilder och man fick tidigt chansen att modernisera en arbetsstationsprodukt inom ett ”call for ideas” i Fjärranalysprogrammet. Även om det inte blev den kommersiella framgång som man hade hoppats på, så hjälpte finansieringen företaget att arbeta vidare. Efter att ha tagit fram en bildserver åt ESA (MUIS2WMS), kunde Spacemetric under 2004 utveckla dess efterträdare KEYSTONE, delvis med finansiering från RyT. KEYSTONE, som sedermera har blivit Spacemetrics huvudnummer, är ett system för automatisk registrering av satellitdata till ortofoton. Systemet möjliggör bland annat studium av data från satelliter innan de laddas ner till marken, så att man exempelvis kan välja molnfria foton, och har utgjort basen i stora försäljningsframgångar, till sist inklusive ett ordentligt genombrott på den svenska marknaden. Genom finansiering från Rymdstyrelsen kunde Spacemetric utveckla KEYSTONE från grunden och på rätt sätt, och det blev en ”turbo som gjorde att vi kom över en tekniktröskel”. Det företaget har levererat till ESA har i stort sett byggts på kompetens som man redan hade; ”vi insåg att teknikerna vi utvecklat kunde utgöra grund för något generiskt”. Genom ESA-finansieringen har Spacemetric utvecklats vidare genom att det har genererat en ny idé som företaget sedan kunnat vidareutveckla med hjälp av direktfinansiering från Rymdstyrelsen, och därefter kunnat exploatera i ESA-projekt.

4.2.2 Stor potential

Ytterligare tre företag ligger långt framme i den tekniska utvecklingen och har ett starkt internationellt renommé, men har fortfarande inte riktigt kommit igång med försäljningen utanför Rymdstyrelsens finansiering. Andelen teknikutvecklingsfinansiering pendlar hittills mellan 40 och 90% av omsättningen. Två av företagen är dotterbolag till Rymdbolaget, vilket också har understött bolagen genom betydande koncernbidrag under utvecklingstiden.

- **ÅAC Microtec** knoppades av från Ångströmlaboratoriet vid Uppsala universitet (UU) och erbjuder nu produkter och tjänster för robusta inbäddade system baserade på framstående packningsteknik. 15-tal anställda.
- **NanoSpace** verkar i Uppsala Science Park och utvecklar mikroelektromekaniska system för rymdfarkoster. Helägt dotterbolag till Rymdbolaget. 6 anställda.
- **ECAPS** i Solna bildades av VAC och Rymdbolaget men är nu ett helägt dotterbolag till Rymdbolaget. Företaget utvecklar och tillverkar miljövänliga framdrivningssystem och siktar på ett eget raketmotorsystem baserat på ett nytt miljövänligt bränsle. 12 anställda.

ÅAC Microtec har arbetat vidare med den forskning om multifunktionella mikromekaniska system som bedrevs vid Ångströmlaboratoriet. UU hade då kontrakt från ESA som vid avknoppningen kunde lyftas över i företaget. Rymdstyrelsen har sedan starten finansierat utvecklingen av modulerna för INNOVATOR, ett miniatyriserat styrsystem för satelliter avsett för den tyska satellitbyggaren OHB-System. Dessutom har ÅAC fått finansiering för att tillsammans med RSE bygga ett massminne till ESA-satelliter. Ytterligare ett projekt inom RyT har syftat till att miniatyrisera en så kallad mjukvaruradio, vilket är något som anses ha stor potential bland militära användare. Grunden i utvecklingen hos företaget är att få tekniskt stabila och kostnadseffektiva lösningar genom modulering och små, lätta komponenter och den tekniska utvecklingen hade inte gått att driva utan Rymdstyrelsens finansiering. Företaget har de senaste åren nått stora försäljningsframgångar även bortom Rymdstyrelsen och ESA, bland annat är NASA och US Air Force kunder. Det mesta tyder på att företaget inom kort borde finna sig i gruppen ”redan etablerade” företag. ÅAC har även som ambition att få igång

industrisidan av företaget än mer och öka andelen kommersiell omsättningen markant under de kommande åren.

NanoSpace är ytterligare ett företag som har bildats baserat på verksamhet som tidigare bedrivits inom ramen för Ångström Space Technology Center (ÅSTC). Precis som för AAC Microtec så fanns kontrakt mellan ESA och UU som tillsammans med flera patent följde med i avyttringen då det blev ett helägt dotterbolag till Rymdbolaget. Basen i företagets verksamhet är avancerad mikrosystemteknik, MEMS, och den nationella finansieringen från Rymdstyrelsen har framförallt handlat om Prismaprojektet i olika faser, där NanoSpace har bidragit med konstruktion och tillverkning av mikromotorer. Genom Prisma har NanoSpace framförallt fått värdefull marknadsföringshjälp som har lett till ESA-uppdrag vari avgörande teknisk utveckling har kunnat genomföras. Den stora kunden har också varit ESA⁴⁸, där beställningar bland annat har innefattat utveckling av en tankmätare för satelliter, flödeskontroll av xenongas till jonmotorer samt mikromotorer. Även om NanoSpace ligger i tätposition i Europa när det gäller själva MEMS-tekniken så har man än så länge framförallt ESA och Rymdstyrelsen som kunder (de står för nästan hela omsättningen). Företagets nuvarande bedömning är att det kan ta åtminstone fem år till för att få fram produkter färdiga för försäljning till rymdindustrin.

Ett annat av Rymdbolagets helägda dotterbolag är ECAPS, som arbetar med att ersätta de traditionella raketbränslena, som ofta är förorenande eller starkt giftiga, genom att utveckla en ny typ av ”grönt” bränsle. Hela det nya systemet ska dessutom förenkla bränslehantering och ge mer effekt för pengarna. VAC var fram till 2006 delägare och Rymdbolaget har genom åren skjutit till en hel del pengar genom koncernbidrag. Därutöver har dock Rymdstyrelsens roll varit avgörande, både genom att finansiera den förstudie som låg till grund för bildandet och genom att lägga tidiga beställningar på HPGP-ramdrivningssystem (High Performance Green Propulsion). Rymdstyrelsens medel, till viss del även via ESA-kontrakt, har i korthet handlat om att utveckla och kvalificera bränslet, utveckla katalysatorn, och utveckla motorn för satellittillämpningar. Genom att leverera framdrivningssystem till Prisma får ECAPS även en viktig första provflygning. Företaget har fortfarande kvalificering kvar att göra innan den kommersiella försäljningen kan komma igång på allvar, men man för redan en dialog med de stora leverantörerna av små och medelstora satelliter i Europa och USA.

4.2.3 Nykomlingarna

Under de senaste åren har det dykt upp en rad småföretag som har vunnit projekt inom RyT och som tidigare inte har arbetat med rymdindustrin i särskilt stor utsträckning. Nedan presenteras fyra företag ur denna grupp, vilken också innehåller fler namn. Eftersom företagen ännu inte har kommit igång med sin kommersiella försäljning inom rymdområdet så står Rymdstyrelsen i dagsläget för hela den rymdrelaterade omsättningen.

- **NanOsc** är en avknoppning från KTH som arbetar med att kommersialisera en ny oscillator baserad på nanoteknologi och spintronik – den så kallade spintroniska tunnlingsoscillatorn.
- **Meeq** är ett företag i Västerås inom mätning av position och orientering, som utvecklar ett mätsystem som i förlängningen förenklar och säkrar dockningar i rymden.
- **Gotmic** är ett spin-off från CTH specialiserat på mikrovågskretsar med funktionsområde för exempelvis vädersatelliter.

⁴⁸ Näst efter Aeroflex Gaisler är NanoSpace det mest framgångsrika av de ”mindre företagen” när det gäller att få ESA-uppdrag (i absoluta termer).

- **MultusMEMS** är ett Uppsalaföretag som just nu utvecklar en väldigt liten strömbrytare som kan användas i satelliter för att spara vikt, volym och energi.

Företaget NanOsc fick kontrakt inom ramen för ESAs "Start-up Initiative" inom ramen för Artesprogrammet, vilket tillsammans med finansiering från VINNOVA var en avgörande del i en framgångsrik knoppning från KTH till ett kommersiellt företag. I två olika RyT-projekt har företaget sedan utvecklat ett nytt koncept för oscillatorer baserat på nanoteknologi och spinntronic, med tillämpningsområde inom satellitkommunikation, mobiltelefoner och fordonsradar. Resultatet är ett växande företag där stöden tillsammans har fungerat som en katalysator för teknisk utveckling.

Meeq lyckades i RyT-programmet anpassa sin viktigaste teknologi (PosEye) för rymdbruk och verifiera dess prestanda. Dessutom gav projektdeltagandet effekter i form av förbättrade interna processer, i och med att företaget fick trycket på sig att dokumentera verksamheten. Meeq deltar också i ett av Rymdbolagets NRFP-projekt.

Gotmic och MultusMEMS har deltagit i RyT under 2009 och det är därför för tidigt att tala om tydliga effekter av finansieringen. De båda företagen uttrycker dock stor förhoppning om att projekten kommer att leda fram till produkter som är efterfrågade av rymdindustrin.

4.2.4 Telekombolagen

Som regel får företag i rymdindustrin ofta att stödja sig på institutionella (offentliga) kunder, men inom telekommunikationsområdet är kommersiell försäljning mer vanligt förekommande. Teknikutvecklingsprojekten inom Artes, ESAs övergripande program för telekommunikation, beskrivs som relativt marknadsnära. Den naturliga kopplingen till kommersiell försäljning innebär också att steget till riskkapital inte är lika långt som för andra företag, även om det fortfarande kan vara problematiskt. Företagen under denna rubrik arbetar bland annat med att utnyttja rymdbaserad infrastruktur för bredbandskommunikation. Internt i gruppen spretar företagen i karaktär och relation till Rymdstyrelsen. Från att endast ha en bråkdel eller ingen del av verksamheten finansierad av Rymdstyrelsen, vilket är fallet för Rockwell Collins Sweden och OverHorizon, har Forsway Scandinavia och framförallt Lyngbox Media varit betydligt närmare sammankopplade med Rymdstyrelsen genom sina engagemang i ESA-projekt.

- **Lyngbox Media** grundades i Linköping för att utveckla och marknadsföra Lyngbox – en avancerad satellit-TV-mottagare för HDTV.
- **Forsway Scandinavia** är ett Skövdebaserat produktutvecklingsföretag med huvudkompetens inom digital TV, IPTV och satellitkommunikation.
- **Rockwell Collins Sweden** (tidigare Swe-Dish Satellite System) arbetar inom mobil satellitkommunikation.
- **OverHorizon** är en satellitoperatör som kombinerar fasta system med satellittelefoner.

Forsway Scandinavia, som även är delägare i Lyngbox Media, är en spin-off till i Sverige nedlagda Nokia Home Communications, och utvecklar ett kostnadseffektivt satellitmodem för internet som huvudprodukt. Produkterna möjliggör tillgång till internet på landsbygden där annan infrastruktur är otillräcklig. Företaget fick tidig finansiering för utveckling av produkten genom ESAs "Start-up Initiative" inom ramen för Artesprogrammet, vilket gjorde att företaget kunde "hänga med i tekniken" (DVB S2). Ett nytt projekt inom Artes vanns 2009, vilket förhoppningsvis kommer att leda till en nyare och bredare produktportfölj. Forsway har redan en viss kommersiell kundbas i form av operatörer, vilka även deltar aktivt i ESA-projekten. Företaget är fortfarande i en teknisk utvecklingsfas, men fokus på framförallt utomeuropeiska marknader ökar hela tiden.

Lyngbox Media kunde med hjälp av projekt inom Artes, ”trigga igång” ett samarbete med några andra svenska företag (bland annat Forsway) som resulterat i en digitalbox som via en internetdatabas automatiskt ställer in kanalerna på satellit-TV-mottagare, oberoende av var i världen den befinner sig. Företaget har än så länge större delen av sin omsättning finansierad genom ESA-kontrakt, men Industrifonden har också investerat i Lyngbox. Verksamheten är direkt inriktad mot konsumenter.

Rockwell Collins Sweden startades i början av 1990-talet av personer från Rymdbolaget under namnet Swe-Dish Satellite Systems. Det är det överlägset största bolaget i kategorin ”mindre företag” och det utmärker sig även genom att ha nått stora försäljningsframgångar med endast mycket lite finansiering från Rymdstyrelsen (ett projekt i RyT). Man har i stället lyckats knyta till sig riskkapitalister som Nordic Wireless, 3i Group och Litorina Kapital. Företaget, som har specialiserat sig på mobila terminaler för bredbandig satellitkommunikation, har hittat kunder bland ledande TV- och mediebolag samt försvarsorganisationer. All verksamhet var i princip redan internationell då företaget köptes av amerikanska Rockwell Collins, ett stort bolag som tillhandahåller satellitrelaterade kommunikationstjänster till framförallt myndigheter och flygplanstillverkare.

OverHorizon, som delvis grundades av samma personer som Swe-Dish Satellite Systems, befinner sig fortfarande i en förkommersiell fas, även om företaget har ett samarbetsavtal med det amerikanska försvaret. Erbjudandet handlar om en operatörs-tjänst via satellit som möjliggör mobil bredbandskommunikation. Jämfört med marknadens nuvarande lösningar innebär tjänsten att satellitterminaler på marken blir mindre och billigare. Rymdbolaget har en liten ägarandel i OverHorizon. Även om behov finns och företaget har fört samtal med ESA om deltagande i Artes så har man hittills inte erhållit någon finansiering varken från ESA eller direkt från Rymdstyrelsen (man fick exempelvis avslag på en ansökan till RyT).

4.2.5 Fjärranalysutvecklarna

Företagen i denna kategori skiljer sig från de andra genom att de arbetar ”nedströms” med hantering och förädling av satellitdata. Fjärranalysutvecklarna tar framförallt fram produkter och tjänster inom geografisk information, inte sällan målgruppsanpassat på beställning från myndigheter eller andra offentliga aktörer. Företagen verkar även utanför rymdområdet och är i jämförelse med många av de tidigare nämnda företagen i relativt liten utsträckning beroende av Rymdstyrelsen, som inte desto mindre har varit och är en viktig finansiär inom fjärranalysområdet (mellan 15 och 30% av omsättningen). Efter att Rymdbolaget avyttrade sitt dotterbolag Satellus till Lantmäteriet i början av 2000-talet och Rymdstyrelsen startade sin användardel inom Fjärranalysprogrammet, så har flera utvecklare av satellitdata etablerats i näringslivet utöver en del UoH som levererar liknande tjänster (SLU är framträdande). Marknaden för tjänsterna har stärkts under de senaste åren, men Rymdstyrelsen anser fortfarande att branschen är ofullständigt utvecklad ”eftersom offentliga medel behövs för att tillgode offentliga behov”⁴⁹.

- **Metria** utgör Lantmäteriets uppdragsproduktion och har bland annat specialiserat sig på fjärranalys för att ta fram kundanpassad information genom att kombinera satellitdata med andra datakällor. 30-tal anställda.
- **Vattenfall Power Consultant** (tidigare SwedPower) i Räcksta (Stockholm) har experter inom fjärranalys och erbjuder konsulttjänster inom bland annat GIS (geographic information systems), kartering och hydraulisk modellering.

Lantmäteriet, genom sin uppdragsdivision Metria, tog i början av 2000-talet över den fjärranalysverksamhet som tidigare bedrevs inom Rymdbolagets dotterbolag Satellus. Metria, som sedan dess har varit den svenska dominanten inom förädling av fjärrana-

⁴⁹ Översiktlig omvärldsanalys för Rymdstyrelsens fjärranalysverksamhet tidshorisont 2007–2010.

lysdata, arbetar på marknadsmässiga villkor mot framförallt svenska myndigheter inom tre affärsområden: Miljö och fjärranalys, Skogsbruk och fjärranalys samt Säkerhet och fjärranalys. I en rad målgruppsanpassade projekt inom FA-A har Metria samarbetat med olika användargrupper inom samtliga sina affärsområden. Eftersom marknaden har varit omogen under längre tid har finansieringen varit mycket viktig för att företaget ska våga investera i en produktutveckling som bara potentiellt kan bli en icke-subventionerad beställning på längre sikt. Många myndigheter har velat utreda ordentligt, vilket inneburit att det tagit lång tid att komma fram till beställning, och just metodutvecklingen har användarna sällan velat bekosta själva. Utöver den nationella finansieringen, har Metria tillsammans med olika användargrupper deltagit i GMES-projekt finansierade av ESA och EU. Samarbetet inom ESA har hjälpt till att ta fram standarder och har varit värdefullt genom möjligheten att samarbeta med andra företag i Europa. Kontrakten från ESA har dock minskat under de senaste åren och istället har EU blivit allt viktigare som aktör. Metria bedömer att marknaden för dess tjänster har mognat ordentligt under 2000-talet och ser framför sig fler beställningar från såväl offentliga som privata kunder.

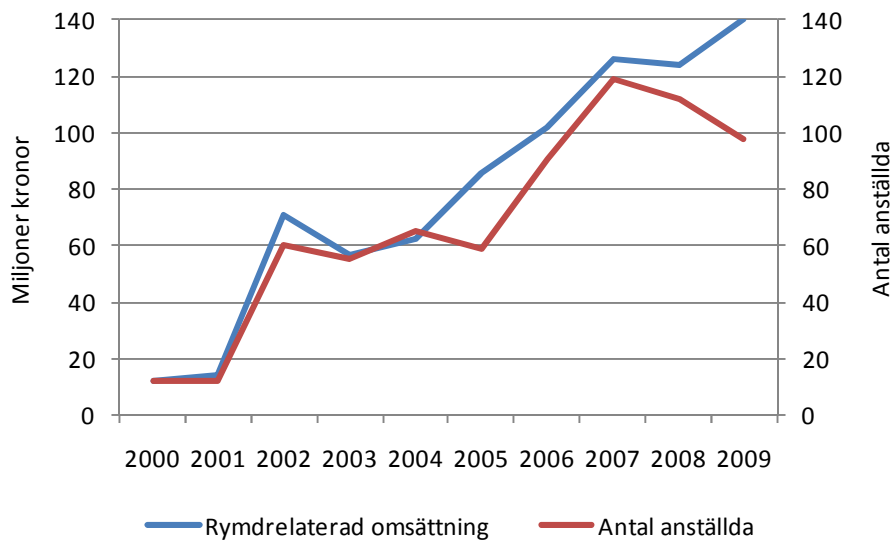
Vattenfall Power Consultant har en avdelning inom vattenkraft med experter inom GIS/fjärranalys. Företaget har precis fått ett ESA-kontrakt, men i övrigt har man endast erhållit finansiering inom ramen för FA-A. Projekten har ofta handlat om att utarbeta nya metoder och koncept för att ta fram och förbättra information, samt utgjort indata till olika modeller. Ett gott exempel är satellitbaserad övervakning av våtmarker (finansierat 2002–2003) som senare ledde till ett ramavtal med Naturvårdsverket. Övervakning av vattenkvalitet är ett annat lyckat projekt (finansierat 2006–2007), där Vattenfall Power Consultant utvecklat en webportal som nu flera aktörer sponsrar. Sammanslaget har avdelningen tack vare finansieringen kunnat skapa arbetstillfällen och har vidareutvecklat verksamheten.

4.3 Effekter på svensk rymdindustri

I de föregående två avsnitten i detta kapitel har vi beskrivit effekterna av Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering under 2000-talet på de tre stora företagen och på 16 mindre företag. Sammanslaget ger det en god bild av vilken betydelse finansieringen har haft för företagen i den svenska rymdindustrin. Genom att skjuta till pengar i nationellt finansierade projekt och framförallt till ESA, har Rymdstyrelsen möjliggjort etablering av nya företag och har stärkt såväl dessa nya som redan etablerade företags konkurrenskraft. Bristen på riskkapital i branschen, de långa utvecklingstiderna för teknikerna samt utländska konkurrenter som åtnjuter offentligt stöd är de tre huvudskälen som företagen för fram som argument för att Rymdstyrelsens finansiering är nödvändig.

Rymdindustrin karakteriseras av hög innovationsgrad och Rymdstyrelsens finansiering har starkt bidragit till att utveckla kommersialiserbara produkter och tjänster. Bland företag av alla storlekar har Rymdstyrelsen gjort ett betydande antal lyckade satsningar på utveckling av ny spjutspetsteknik och nya produkter. Som framgår av föregående avsnitt så finns en rad framgångsexempel där finansieringen enligt företagens själva har fallit mycket väl ut. Samtidigt kan det konstateras att de mindre företagens bidrag i dessa avseenden i absoluta termer helt överskuggas av de tre stora företagens, eftersom dessa står för 70% av den svenska rymdindustrins omsättning.

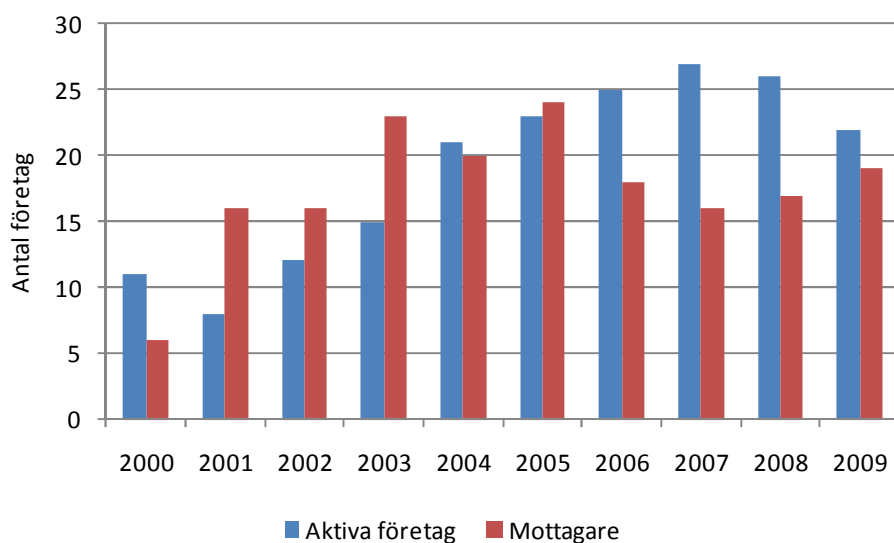
Rymdindustrin är en högteknologisk bransch med högt kunskapsinnehåll som framförallt sysselsätter högutbildade tekniker, akademiker och forskare. Figur 37 visar omsättning och antal anställda för de tio största mottagarna av teknikutvecklingsfinansiering i kategorin "mindre företag". Fram till dess lågkonjunkturen slog till 2009 var kopplingen mellan omsättning och antalet anställda tydlig och uppvisade endast små variationer mellan åren; över hela perioden motsvarar varje anställd en omsättning om 1,2 miljoner kronor (i 2009 års penningvärde). För de tre stora företagen motsvarar varje anställd en omsättning om 1,2–1,4 miljoner kronor under perioden (i 2009 års penningvärde). Således uppvisar företagen, oavsett storlek, över tid en tydlig koppling mellan omsättning och antalet anställda.



Figur 37 Antal anställda och rymdrelaterad omsättning för de tio största mottagarna av teknikutvecklingsfinansiering i kategorin ”mindre företag”.

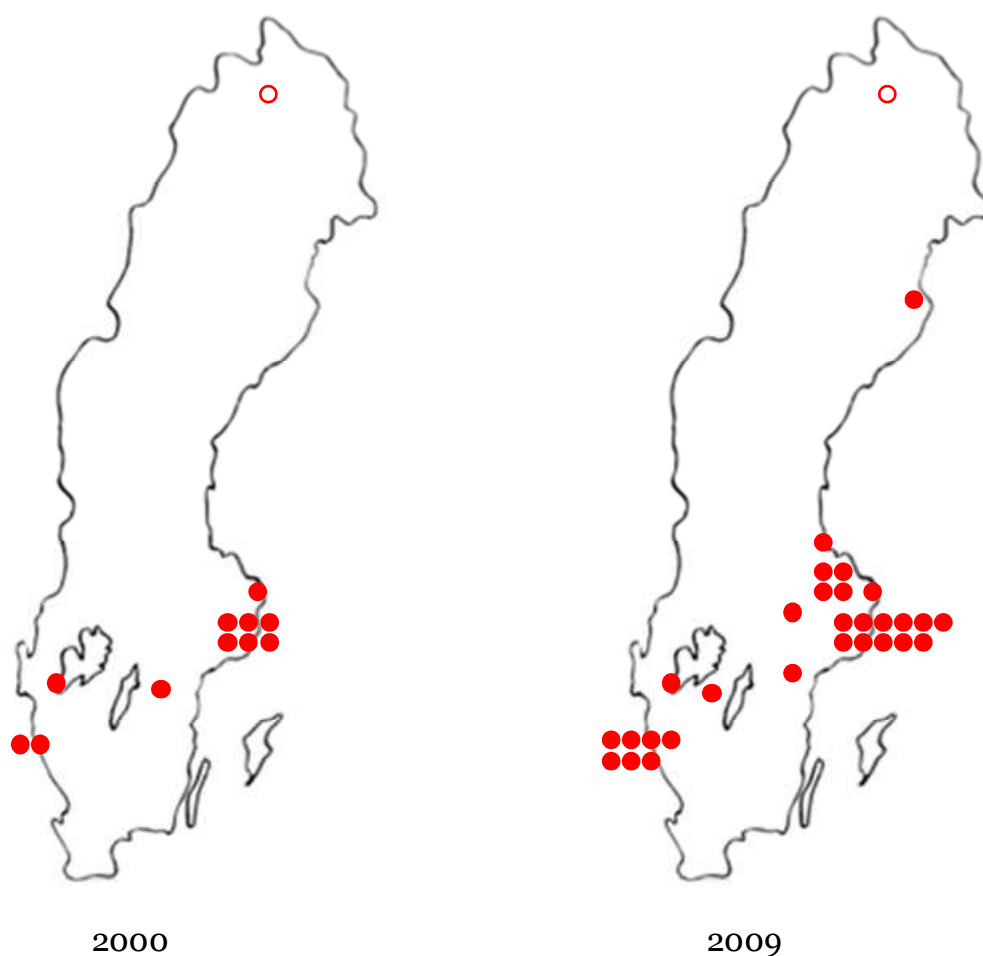
Enligt våra respondenter så har de nationella teknikutvecklingsprojekten höjt den tekniska kompetensen och stärkt förutsättningarna för svenska företag att ta hem kvalificerade och i sin tur konkurrenskraftsutvecklande ESA-uppdrag. För de mindre företagen har detta även skett genom den marknadsföringseffekt som de nationella projekten inneburit. Insikten om att det ofta är svårt för ett litet företag att ta sig över tröskeln och få ett ESA-uppdrag, var drivkraften till RyT-programmet som specifikt riktar sig till små företag. Även om samtliga RyT-deltagare som vi har talat med menar att projekten har varit viktiga, så har summorna generellt sett varit för små för att betyda så mycket på längre sikt. Rymdverksamheten i Sverige är i allt väsentligt internationell och fokuserad på det europeiska rymdsamarbetet, men trots det framkommer en rad kritiska synpunkter på verkningssgraden i ESA-projekten, framförallt från de mindre företagen.

Den svenska rymdindustrin har under 2000-talet diversifierats och innehåller nu betydligt fler mindre företag än tidigare. Många av dem har gått vidare med teknik och specialiteter som de tre stora företagen har valt att släppa. I åtminstone fem fall har finansiering från Rymdstyrelsen, direkt eller via ESA, varit en förutsättning för lyckade avknoppningar från UoH, andra företag eller direkt från ESA. Rymdstyrelsen har aktivt försökt stödja mindre företag i Sverige, både genom införandet av RyT-programmet samt genom sitt agerande inom ESA. Medan teknikutvecklingsfinansieringen på 1990-talet framförallt var en angelägenhet för de tre stora företagen, har 2000-talet sett en utökad skara företag som vill och kan delta. Som framgår av Figur 38 så har antalet unika företag som ett givet år mottagit teknikutvecklingsfinansiering inte ökat konsekvent under perioden. Efter en kraftig ökning fram till 2005 så minskade antalet 2005–2007 för att sedan dess återigen uppvisa en ökande trend. En möjlig tolkning är att efter den kraftiga ökningen i början av perioden, så har antalet företag någotsånär stabiliserats till knappt 20. Samtidigt visar en jämförelse med Rymdstyrelsens branschstatistik (jmf. Figur 38) att det faktiska antalet företag med rymdaktivitet sedan 2006 uppvisar en annan utveckling än antalet som mottagit teknikutvecklingsfinansiering. En möjlig förklaring till denna utveckling skulle kunna vara att det nu är möjligt att etablera nya företag inom rymdindustrin (eller för existerande företag att diversifiera till rymd) även utan stöd från Rymdstyrelsen. En annan möjlig förklaring att Rymdstyrelsens resurser inte räcker till och att detta i sig är tillväxtbegränsande. I vilket fall står det klart att Rymdstyrelsens strategiska satsningar på mindre företag starkt har bidragit till att förändra den svenska industristrukturen och därmed skapat en större pluralism.



Figur 38 Antal unika företag som mottagit teknikutvecklingsfinansiering samt antal företag med rymdaktivitet enligt Rymdstyrelsens branschstatistik.

Figur 39 visar också att industrin numera är jämnare spridd över landet (även om det möjligen fanns fler företag år 2000 än de som då förekom i Rymdstyrelsens statistik). Att den högra kartbilden innehåller fler cirklar än 22 (jmf. Figur 38) förklaras av att vi i denna även tagit med företag som inte svarat på enkäten 2009 (men väl 2008).



Figur 39 Svenska rymdföretag enligt Rymdstyrelsens branschstatistik år 2000 och 2009. Varje fylld cirkel motsvarar ett företag och dessa har i förekommande fall – med ett undantag – placerats i huvudkontoret. Undantaget görs för Kiruna (med en ofylld cirkel), mot bakgrund av det stora antalet anställda på Esrange (cirka 170).

5. Samhällsekonomiska effekter

Rymdteknikens betydelse för det moderna samhället är obestridlig, men i många fall relativt okänd för allmänheten. I sin årsredovisning skriver Rymdstyrelsen⁵⁰:

Rymdteknik är en viktig del av vår vardag. Väderprognoser tas fram med hjälp av satellitdata. TV direktsänder nyheter och underhållning från hela världen med hjälp av telekommunikation. Många segelbåtar och bilar är utrustade med mottagare för satellitnavigering. Jordobservation från satellit används i miljö- och klimatforskning. Satellitdata utgör också viktigt beslutsunderlag för miljöåtgärder. Detta är bara några exempel på hur användning av rymdteknik ökar.

I ett antal av de intervjuer vi genomfört så påpekas att rymdbranschen inte är som andra branscher. Trots att rymdindustrin högst förenklat i stort sett går ut på att producera rymdfarkoster som i de flesta fall ska flyga och kommunicera i många år, så påpekar våra intervjupersoner att det vore fel att dra paralleller till andra branscher som producerar olika slags farkoster. Denna argumentation utmynnar som regel i att det vore omöjligt att bedriva rymdverksamhet på rent kommersiella grunder, såsom (i alla fall i teorin) sker i fordons-, flyg-, tåg- och fartygsbranscherna. Beskrivningarna av rymdindustrin på internationell (avsnitt 2.1) och europeisk (avsnitt 2.2) nivå visar att behovet av offentlig finansiering är ett internationellt faktum och att om nu Sverige särskiljer från sin omvärld i detta avseende så är det genom att graden av offentlig finansiering är lite lägre (i alla fall före lågkonjunktursens 2009; jmf. Figur 14).

De flesta intervjupersoner återkommer till svårigheten att i rymdsammanhang attrahera kommersiella kunder, i alla fall på strikt kommersiella grunder. Här ska det också noteras att det som i rymdsammanhang kallas kommersiell försäljning oftast är fråga om försäljning till offentliga kunder, om än åtminstone till del på en konkurrensutsatt marknad. Exempelvis upphandlas system som Galileo och GMES (i konkurrens) av ESA och Europeiska kommissionen, vilka ju till fullo får sina anslag från offentliga källor i medlemsländerna. De strikt kommersiella kunderna, företag, är således tämligen få och representerar endast en mindre del av branschens omsättning, oftast inom telekomsektorn. Ett flertal intervjupersoner påpekar dock att, även om dylika observationer förvisso är korrekta, så är de inte helt relevanta. Många av företagen ser sig som infrastrukturbyggare, eller som del i ett ”rymdens vägverk”, som en intervjuperson uttrycker sig. De serieleveranser som omnämns tidigare i denna rapport ses som rent infrastrukturbyggande. Få förväntar sig ju att vägar, järnvägar, flygplatser och hamnar ska byggas och drivas på strikt kommersiella grunder, så varför ha sådana förväntningar på rymdinfrastrukturen? Rymdindustrin bygger, driver och använder samhällskritisk infrastruktur som i de flesta fall inte skulle ha existerat om det inte vore för den offentliga finansieringen. Således finansierar Rymdstyrelsen ”utveckling av produkter och tjänster med syfte att underlätta, förbilliga och öka användningen av rymdtekniska tillämpningar”⁵¹ för att kompensera för detta ”market failure”.

Det kan möjligen ifrågasättas om Sverige verkligen måste delta i det europeiska rymdsamarbetet för att få tillgång till satellitinfrastrukturen. Räcker det inte med att behålla beställarkompetens och köpa tjänster på kommersiell basis? Här argumenterar såväl Rymdstyrelsen som flera industriföreträdare längs fyra olika linjer:

- Satellitinfrastrukturen är ett gemensamt, främst europeiskt, åtagande av solidarisk karaktär och således av ett liknande slag som medlemskapet i EU.

⁵⁰ Rymdstyrelsens årsredovisning 2009.

⁵¹ Rymdstyrelsens årsredovisning 2009.

- ESA-projekt är som regel upplagda så att en nation *de facto* måste vara aktiv deltagare (finansier) för att få ta del av all information som systemen levererar.
- Teknikutveckling för rymdändamål kan, rätt använd, komplettera teknikutveckling inom andra sektorer/branscher.
- Närvaron av en vital rymdindustri är en förutsättning för framgångsrik svensk rymdrelaterad forskning och båda genererar ”spill overs” i form av teknikspridning inom näringslivet och inom den högre utbildningen.

5.1 Effekter på användare av rymdteknik

Ett av de viktigaste syftena med finansiering av teknikutveckling inom rymdsektorn är att sprida användningen av rymdbaserade tjänster och ett av Rymdstyrelsens verksamhetsmål (jmf. avsnitt 3.1) är inriktat på just användningen av rymdteknik. Rymdtekniken kommer på olika sätt till användning bland exempelvis myndigheter och forskarsamfundet. Vi har här inte för avsikt att ge en heltäckande bild av dessa effekter då det inte har efterfrågats i vårt uppdrag, utan endast att ge några illustrerande exempel. Vår empiri räcker således inte till för att bedöma huruvida synergierna mellan teknikutveckling och användning har maximerats, utan de följande beskrivningarna ska snarare ses som kortfattade ”fallstudier” eller exempel på hur finansieringen av teknikutveckling har påverkat svenska användare.

5.1.1 Myndigheter

Rymdstyrelsen har sedan 2000 drivit Fjärranalysprogrammets användardel (FA-A) som finansierat projekt där användare av satellitdata samarbetat med utvecklare av fjärranalysmetoder. Det är framförallt den offentliga tjänstesektorn, genom olika myndigheter, som har utgjort användargruppen och i det följande ger vi exempel på hur sådana aktörer har påverkats. Efter det första stora användningsområdet för fjärranalys, meteorologi, har även skogs- och jordbruk tillkommit. Andra exempel är att EU-stöden till jordbruk i vissa fall administreras av länsstyrelserna baserat på fjärranalysdata och att Sjöfartsverket karterar havsisen på Östersjön. SMHI har utöver deltagande i FA-A även mottagit finansiering via ESA och deltar i fyra projekt inom RP7s rymdprioritet (jmf. Figur 29).

Skogsstyrelsen ledande användare av fjärranalys

Skogsstyrelsen var väldigt tidigt aktiv inom fjärranalys och har blivit en av Europas största användare av fjärranalysbaserade metoder. Myndigheten använder fjärranalys bland annat för uppföljning av avverkningsanmälningar och säger sig nu ”inte kunna leva utan satellitbilder”. Under stormen Gudrun januari 2005 blev värdet av regelbundna satellitdata påtagligt för en stor del av intressenterna såsom forskare och försäkringsbolag.

Genom FA-A och även GMES har Skogsstyrelsen fått medel av Rymdstyrelsen som bland annat har resulterat i regelbundna databeställningar och ny programvara som är helt implementerad i verksamheten. I projekten har Skogsstyrelsen ofta arbetat i nära samverkan med Metria.

Generellt sett har många projekt i FA-A beskrivits som väldigt lyckade av både utvecklare och användare. Resultaten implementeras många gånger i användarnas verksamheter och leder i vissa fall till rent kommersiella beställningar, i något fall även till ramavtal med myndigheter (Vattenfall Power Consultant och Naturvårdsverket). Intresset för och kunskapen om fjärranalys har ökat under hela 2000-talet bland potentiella användare (inte minst med Google Earth som bidragande faktor), vilket har lett till en ny och mognare marknad. Nu börjar användarna komma med egna idéer där det tidigare mer handlade om uppsökande verksamhet för utvecklarna, vilket har lett till att användarnas engagemang i projekten har ökat.

Än så länge har marknaden för satellitdatautveckling inte kommit ifrån användarnas ”subventionsförväntningar”, d.v.s. att myndigheter inte är villiga att betala kostnaden

fullt ut, men potentialen sägs finnas där. Antalet unika myndigheter som har stått som huvudsökande för projekt inom FA-A har heller inte ökat nämnvärt mellan 2001 och 2009.

Satsningarna från Rymdstyrelsens sida har sammantaget på flera håll lett till en mer kostnadseffektiv samhällsnyttig förvaltning genom nyskapande användning av rymdteknik.

5.1.2 Forskarsamfundet

Nationell rymdforskning är en drivkraft för den forskningsintensiva rymdindustrin och teknikutvecklingen ger ofta spridningseffekter till akademien. Rymdforskning finns generellt i nära samverkan med avancerad teknikutveckling inom industrin. I Rymdstyrelsens strategi för forskning och innovation⁵² lyfter man fram klimat- och miljösatelliter samt ballonger och sondraketer på Esrange som två områden där det är särskilt eftersträvanvärt att koppla ihop anslagen från Näringsdepartementet och Utbildningsdepartementet. Därför ger vi nedan ett exempel från vardera område, där finansiering av teknikutveckling har haft betydelse för forskare. Det betyder naturligtvis inte att vi täcker in samtliga effekter bland forskningen inom dessa områden.

Klimatforskning vid CTH

När det svenska satelliten Odin sändes upp 2001, var syftet uppbyggnad av industriell kompetens men också stärkandet av förstklassig forskning. En professor i global miljöteknik vid CTH var djupt involverad i utformandet av satelliten och resultaten har använts för att förstå processer i den globala atmosfären och har lett till flera viktiga publikationer. Dessutom blev Odin en "port in" i europeiska projekt för forskargruppen och man kunde tack vare den erfarenheten medverka i PREMIER (PRocess Exploration Mission through Measurements of Infrared and millimeter wave Emitted Radiation) som är en kandidat till ESAs nya Earth Explorer Core Mission. Omnisys Instruments och Rymdbolaget innehar också nyckelroller för utformningen av vetenskapliga instrument.

Finansiering av teknikutveckling har haft betydelse för forskarsamfundet både genom användningen av fjärranalysdata i forskning samt stöd till framtagande av vetenskapliga instrument. Forskare har dessutom i intervjuer bland annat framhållit att industrins tekniska svårigheter ger inspel till FoU vid UoH och institut och att såväl svensk rymdindustris egen teknikutveckling som importerad ny teknologi ökar möjligheterna för svenska forskare att få leda internationella projekt.

Forskning inom partikelfysik vid KTH

En forskargrupp i partikel- och astropartikelfysik vid KTH har deltagit i två stora forskningsprojekt tillsammans med Rymdbolaget, PAMELA och PoGOLite. Rymdbolaget stod, med finansiering från Rymdstyrelsen, för mekanisk design, expert hjälp och utvecklingskostnader. PoGOLite har letts från KTH och är ett ballongburet experiment från Esrange som mäter polariserad gammastrålning. Tack vare den svenska teknikutvecklingen genom Rymdbolaget har forskargruppen lyckats bli internationell projektledare och Sverige har hamnat på världskartan i astropartikelfysik. Forskningen har fått fram resultat som ger nya sätt att avbilda universum och har ökat kunskapen om mörk materia-antipartiklar i rymden.

Genom Rymdbolagets arbete har många forskare fått satellitdata och forskningsresultat från Rymdbolagets satelliter och från experimentella instrument företaget byggt åt dem (oftast med finansiering från ESA). Resultat från experiment genomförda i rymden, ex.vis ombord på Rymdbolagets satelliter och från experimentella instrument Rymdbolaget byggt, har varit till stor nytta – i flera fall en förutsättning för forskning-

⁵² Rymdstyrelsens strategi för forskning och innovation, 2007-12-20.

en. En del av de tekniska svårigheter som RSE möter i sina uppdrag återförs som inspel till forskningsprojekt som bedrivs inom centrumbildningar där RSE deltar, bland annat GigaHertz Center (mikrovågsteknik) och CHASE (antennar), båda VinnExcellence Centres vid CTH. VAC framhåller betydande och systematiska synergier mellan företagets flyg- och rymdverksamheter och pekar på företagets omfattande FoU-samverkan med svenska UoH och institut, vilken gynnar innovation och teknologispredning.

5.2 Andra näringspolitiska effekter

I detta avsnitt beskriver vi hur finansiering av teknikutveckling har lett till effekter utanför det direkt berörda företagen. Detta gäller såväl effekter på andra företag inom rymdindustrin som effekter på företag i andra branscher. Det senare innefattar också spridning av och rymdteknologi och metoder. Till sist berör vi också effekterna av Esrange.

Mobilitet av kvalificerad personal är en viktig näringspolitisk effekt och flera exempel nämns. RSE berättar att flera individer efter att ha lämnat Saab Space har gått till ledande befattningar inom såväl stora som små företag, ex.vis Saab AB, Ericsson och Gaisler Research. Liksom för RSE, har personal från Rymdbolaget byggt upp andra företag, exempelvis Swe-Dish och Spacemetric. Det finns två rena spin-off-företag från Rymdbolaget, ECAPS och NanoSpace, och som framgår på annan plats i denna rapport är båda företagen aktiva inom såväl nationella projekt som inom ESA. Omnisys och RSE (då Saab Space) har genomfört teknikutveckling åt Rymdbolaget, och det senare företaget genomförde också integrationen (sammansättningen) av Rymdbolagets satelliter Odin och SMART-1. Satellus såldes av Rymdbolaget till Metria och har där vidareutvecklats. Det finns några exempel på teknikspridning från VACs rymdverksamhet till andra branscher. Exempelvis har teknikerna för lasersvetsning, svetsmodellering och materialdeponering genom teknikparken Innovatum i Trollhättan och dess Produktionstekniska centrum (PTC) spridits till Saab Automobile. Det finns också ett antal spin off-företag som har startats av tidigare anställda i VAC⁵³, men dessa har främst sitt ursprung i flygverksamheten.

Det finns som ovan nämnts flera exempel på företag som etablerats som avknoppningar från UoH, bland andra Omnisys Instruments och Gotmic (från CTH), AAC Microtec och NanoSpace (från UU) samt NanOsc (från KTH).

Exempel på teknikspridning från de mindre företagen hittar vi bland annat hos Nanospace, vars mikromekanik har lett till förbättring av röntgenbilder hos tandläkaren genom företaget Scint-X. AAC Microtec har utvecklat tekniken för att göra robusta lågresistiva kiselvior, marknadsförda under varumärket XIVIA(R), som en av världens största tillverkare av mikrosystem, Silex Microsystems, har licensierat. AAC Microtec ser även andra delar av framförallt tillverkningsindustrin som befintliga eller potentiella kunder. Aeroflex Gaisler har ett stort antal exempel på applikationer utanför rymdområdet som använder processorn LEON; motorstyrning i bilar, GPS-mottagare, mobiltelefoner etc. Därutöver finns ett par potentiella områden som ännu inte har lett till affärer, men där tydligt intresse för tekniken har uppvisats. Exempel från Omnisys Instruments är användning inom säkerhets- och medicinteknik och Nanospace har även patenterat en säkerhetsventil för gasflaskor. Utöver detta har NanOsc uttryckt förhoppningar om att företagets teknik kommer att kunna användas inom säkerhet och observation. I den mån man kan tala om teknikspridning så har även fjärranalysutvecklarna hittat användningsområden utanför satellitdata.

Generellt sett framkommer betydelsen av att man inom rymd är tvungen att dra tekniken "till sin spets" (på grund av de extrema förutsättningarna), vilket är värdefullt i andra tillämpningar, eftersom de hårda kraven driver fram nytänkande. Såväl RSE som VAC påpekar också att deras höga kvalitetskrav gör att underleverantörerna mås-

⁵³ Anders Blom, op. cit.

te utvecklas, vilket rimligen höjer deras konkurrenskraft. Det har även framförts i intervjuer att rymdteknik kan vara en affärsmässig dörröppnare då många är fascinerade av detta – ”ett skyltfönster” för andra marknader.

De flesta av företagen som behandlas i denna rapport har egna underleverantörer (samtidigt som de flesta själva fungerar som underleverantörer, till svenska eller internationella företag), se Figur 10. Bland dessa återfinns rena rymdföretag, och då är de i många fall beskrivna i denna rapport, samt företag med rymd som en liten del av verksamheten. Framförallt de tre stora företagen, men även övriga, har en mängd underleverantörer som man bidrar till sysselsättning hos.

Ett av Rymdstyrelsens mål är att stärka Esranges position genom att exploatera fördelarna av det nordliga läget. Esrange erbjuder såväl nedtagning av satellitdata som infrastruktur för uppsändning av sondraketer och ballonger. Rymdstyrelsen finansierar utvecklingen genom engagemang inom ESA och ELIPS-programmet och står tillsammans med Tyskland, Frankrike, Schweiz och Norge för en del av infrastrukturkostnaden. ELIPS-programmet innebär regelbunden uppskjutning av sondraketer under kontrakt med Rymdbolaget.

Det är endast ett fåtal av våra intervjupersoner som uttryckligen har berört Esrange, men de som har gjort det understryker anläggningens unika karaktär med ett unikt geografiskt läge. Företrädare för Rymdbolaget menar att den internationella efterfrågan har varit stark under de senaste åren och att anläggningen därmed är internationellt konkurrenskraftig. Även om internationella forskare är aktiva, så tyder en del på att Esrange är underutnyttjat av svenska forskare. Huruvida det begränsade intresset beror på deras okunskap, på att de forskar inom ”fel” områden eller på att sondraketer och ballonger inte passar den forskning som bedrivs, är svårt att avgöra. Åsikter har även framkommit om att ballongplattformen i högre grad skulle kunna utgöra ett sätt att utvärdera ny teknisk instrumentering, som sedan kanske kan användas på satelliter. Ett forskningsprojekt som kommer att bidra till exploatering av Esrange och som redan har bidragit till teknikutveckling i Rymdbolaget och stärkt forskning på KTH är PoGOLite, en ballonguppskjutning av ett instrument som ska mäta extremt energirika processer i universum.

På Esrange sker även mottagning av data från satellitserien SPOT, vilken har finansierats av Rymdstyrelsen, Frankrike och Belgien. SPOT-satelliterna har betytt mycket för svenska användare inom exempelvis skog och hav, vilket återspeglas i avsnittet ”myndigheter”. Problemet är snarare att efterfrågan på data från dessa satelliter är för stor i relation till deras kapacitet, och intressenter understryker vikten av kontinuerlig tillgång till data. SPOT har även varit en av de viktigaste förutsättningarna, tillsammans med uppdrag från ESA, för att Rymdbolaget idag har en position inom området markstationstjänster.

6. Måluppfyllelse

Mot bakgrund av konstaterade och prognostiserade effekter görs nedan en bedömning mot Rymdstyrelsens verksamhetsmål för Näringsdepartementets anslag. Vi utgår från formuleringen av de fyra målen för 2008, se Figur 15, eftersom de bäst beskriver målbilden under perioden 2000–2008, för vilken Rymdstyrelsen i första hand efterfrågat effekterna av sin finansiering av teknikutveckling.

Hög internationell konkurrenskraft hos svenska företag

Många företag, såväl de tre stora som ett antal mindre, har nått stora internationella försäljningsframgångar som inte hade varit möjliga utan Rymdstyrelsens finansiering av teknikutveckling. För de tre stora företagen har Rymdstyrelsens direktfinansiering och den via ESA varit avgörande för deras internationella framgångar, och åtminstone för Rymdbolaget och VAC är denna finansiering en absolut förutsättning för företagens verksamhet inom rymdområdet. För de mindre företagen har framförallt programmen RyT och FA-A varit viktiga språngbrädor till deltagande i ESA-projekt; för ett fåtal mindre företag har också direktfinansiering från Rymdstyrelsen varit avgörande. För de företag som deltagit i ESA-projekt har dessa i många fall ytterligare stärkt företagens konkurrenskraft, vilket i flera fall resulterat i serieleveranser.

I och med att dessa internationella försäljningsframgångar knappast hade kommit till stånd om inte företagen haft hög internationell konkurrenskraft, pekar vår empiri på att detta verksamhetsmål uppfyllts.

Stärkt exploatering av de fördelar som Esrange innebär för svensk rymdverksamhet

Fokus för denna utvärdering har legat på mottagare av teknikutvecklingsfinansiering och vi har således endast fått enstaka synpunkter om Esrange. Rymdstyrelsen bidrar tillsammans med Tyskland, Frankrike och Schweiz till cirka hälften av basfinansieringen av ballong- och sondraketsverksamheten på Esrange, medan resterande del kommer från ESA-program och externa kunder. Enligt Rymdbolaget har finansieringen inom ELIPS-programmet mycket stor betydelse för sondraketsverksamheten på Esrange. För tillfället är beläggningstrenden för Esrange positiv. Vår empiri indikerar att Esrange till viss del är underutnyttjat av svenska forskare.

Mot bakgrund av denna utvärderings fokus räcker vår empiri inte till för att bedöma huruvida Rymdstyrelsens finansiering stärker exploateringen av Esranges fördelar.

En omfattande och kvalificerad användning av rymdtekniska tillämpningar inom transport, kommunikation, jordobservation och forskning, särskilt om klimat och globala miljöförändringar

Denna utvärdering har främst fokuserat mottagare av teknikutvecklingsfinansiering och har endast översiktligt behandlat användarperspektivet. Inte desto mindre framkommer att Rymdstyrelsens finansiering varit av stor betydelse för det allt bredare användandet av fjärranalystjänster, d.v.s. jordobservation. Vi har sett några exempel på användning av rymdtekniska tillämpningar inom forskningen och har dessutom hört flera utsagor från företagsrepresentanter om ytterligare exempel, och eftersom vi bara genomfört ”stickprov” i forskarvärlden finns all anledning att anta att användningen inom forskarsamfundet är utbredd. Vi har dock inga indicier på att användandet skulle vara särskilt stort inom områdena klimat och globala miljöförändringar (men inte heller på motsatsen). Inom kommunikationsområdet finns i vår empiri endast ett fåtal direkta exempel på användning (och då främst inte med svenska användare) och inom transportområdet har vi inte fått några direkta exempel. Däremot finns ett antal indirekta vittnesbörd om betydelsen av Rymdstyrelsens finansiering av teknikutveckling för användningen inom transport- och kommunikationsområdena. Flera svenska företag, men främst RSE och VAC, ger kritiska bidrag till Arianesystemet som används för att skjuta upp de satelliter som används för transport- och kommunikationstillämpningar. RSE ger också viktiga bidrag till Galileosystemet och till TV-satelliter.

Mot bakgrund av denna utvärderings fokus räcker vår empiri inte till för att slutgiltigt bedöma uppfyllandegraden av detta verksamhetsmål. Den empiri vi är i besittning av pekar dock på att uppfyllelsen sannolikt är god inom jordobservation och forskning, medan uppfyllelsen inom transport och kommunikation förefaller mindre uppenbar (vilket emellertid mycket väl kan bero på ausaknad av adekvat empiri).

En stark europeisk rymdverksamhet inklusive ett oberoende tillträde till rymden

Vår empiri innehåller flera exempel på bidrag i detta avseende. Som nämndes för föregående verksamhetsmål bidrar svenska företag, främst RSE och VAC, med kritiska delar till Arianesystemet som används för att skjuta upp satelliter oberoende av uppskjutningsleverantörer i andra delar av världen. RSE ger också viktiga bidrag till Galileo- och GMES-systemen, vilket även flera mindre företag gör. Galileosystemet är kanske ett av de tydligaste exemplen på europeiskt oberoende, eftersom det så tydligt syftar till att komma från beroendet av det amerikanska GPS-systemet. Genom dessa insatser bidrar Sverige till en stark och vital europeisk rymdverksamhet samt ett oberoende tillträde till rymden.

I och med att dessa bidrag till europeiska system knappast hade kommit till stånd utan Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering, pekar vår empiri på att detta verksamhetsmål uppfyllts.

7. Strategi och effektivitet

7.1 Rymdstyrelsens finansieringsstrategi

Rymdstyrelsens finansieringsstrategi baseras på dess strategi för teknikutveckling och industrifrågor⁵⁴ som sammanfattar ”kriterier för beslut om projekt inom verksamhetsområden under Näringsdepartementets anslag”. Strategin utgår från internationella omvärldsfaktorer med fokus på Sveriges plats i den europeiska rymdindustrin och diskuterar sedan avvägningarna vid fördelningen av Rymdstyrelsens medel. Bland annat fastslås att fördelningen mellan ESA och nationellt också fortsättningsvis ska vara omkring 80/20 och att Rymdstyrelsen vill se ett fortsatt högt och helst ökat svenskt deltagande i ESAs jordobservations- och telekomprogram.

Flera intervjupersoner känner igen retoriken kring att Rymdstyrelsen ska ha förändrat sitt fokus på teknikutveckling till förmån för ett tydligare användarperspektiv, men argumenterar för att fokus på användarperspektivet inte är något nytt. En hypotes som framförs är att detta kanske mer är fråga om Rymdstyrelsens sätt att internt motivera sin inriktning. En intervjuperson argumenterar för att om användare syftar på allmänheten är det bara jordobservation som uppfyller det. Inom telekom är det fråga om en kommersiell marknad, så då handlar det om industristöd; och inom navigation argumenterar intervjupersonen att Galileosystemet mest är av militär nytta för att säkra oberoende tillgång till rymden; privatpersoner kan lika gärna använda GPS-systemet.

I allmänhet är intervjupersonernas synpunkter på Rymdstyrelsens finansieringsstrategi inte oväntat tydliga partsinlagor. Flera mindre företag betraktar Rymdstyrelsens satsningar på de tre stora företagen som ineffektivt användande av ändliga resurser, ett företag vill gärna se stora och kontinuerliga satsningar på satellitprogram, ett annat vill se minst lika stora och kontinuerliga satsningar på raketmotorprogram etc. En återkommande, men alls icke allmängiltig, ståndpunkt är att Rymdstyrelsens satsningar borde fokuseras på projekt (och företag) som rimligen så småningom kan förväntas generera kommersiella försäljningsframgångar. Flera intervjupersoner argumenterar för att Rymdstyrelsen borde fokusera på sådant som syftar till uppenbar samhällsnytta och några påpekar att man då bör utgå från svenska styrkeområden i stället för att försöka bygga upp nya. Det är således minst sagt utmanande att finna mer generella synpunkter om Rymdstyrelsens finansieringsstrategi.

Våra intervjuer innehåller flera utsagor om att FA-A och RyT är bra program som fyller viktiga funktioner, samtidigt som det påpekas att dessa program egentligen har alltför små budgetar. RyT fyller en viktig funktion för att ge mindre företag möjlighet att bygga upp kompetens och teknik för att kunna konkurrera såväl inom ESA som på kommersiella marknader, men RyTs begränsade resurser sägs sällan räcka till för att uppnå dessa ambitiösa målsättningar. FA-A motiverar utvecklare och användare att samarbeta med varandra, och med ökad insikt i vad fjärranalysdata kan användas till så blir användare allt mer aktiva där utvecklare tidigare ibland haft svårt att intressera användare (en förskjutning från ”technology push” till ”pull”). Ser man till Rymdstyrelsens hela finansieringspalett inom rymdteknik, utgör NRFP ytterligare en viktig komponent som ger främst de tre stora företagen, men genom Rymdbolaget också ECAPS och NanoSpace samt i ett projekt Meeq, en närmare koppling till FoU-utförare.⁵⁵

Inte desto mindre finns det en ståndpunkt som så gott som samtliga intervjupersoner ansluter sig till och den handlar om andelen av Rymdstyrelsens finansiering som går

⁵⁴ Rymdstyrelsens strategi avseende teknikutveckling och industrifrågor för perioden 2008–2012.

⁵⁵ Tomas Åström, Tommy Jansson och Pauline Mattsson, ”Halvtidsutvärdering av Nationellt rymdtekniskt forskningsprogram (NRFP)”, Rymdstyrelsen, 2010.

via ESA. I denna fråga råder närmast konsensus om att för hög andel går till ESA – även om det för ordningens skull ska sägas att några intervjupersoner förordar en bibehållen eller rentav ökad andel till ESA. Ingen intervjuperson argumenterar mot att Sverige ska delta i ESA ("det är där de viktiga besluten fattas och där man kan lansera teknik"), men de allra flesta påpekar att deltagandet borde omfatta en lägre procentats av Rymdstyrelsens budget än idag. Det främsta argumentet för en sådan förändring är att resursutnyttjandet i nationella (eller bi- och multilaterala) projekt är betydligt mer effektivt och behäftat med mindre risk för förseningar, ger bättre möjligheter för mindre företag att delta samt undviker (eller i alla fall reducerar) kohandeln mellan nationer om vem som ska få göra vad. Synpunkten om effektivitet syftar inte bara på de administrativa kostnaderna i ESA-projekt, utan även på om jämförelsen görs krona för krona. En annan väsentlig aspekt sägs vara att i nationella projekt blir "matchningen" mellan projekt och leverantör bättre. Det påpekas också att Sveriges andel som går till ESA är större än för många andra länder; Figur 22 och Figur 23 visar att sanningshalten i detta påstående helt beror på vilka länder som används som jämförelseobjekt.

Det råder närapå konsensus om ytterligare två finansieringsstrategiska aspekter, vilka dock ligger utanför Rymdstyrelsens mandat. En politisk förankring och nationell strategi för Sveriges rymdaktiviteter efterlyses, liksom en ökad budget till Rymdstyrelsen.

7.2 Rymdstyrelsens effektivitet

Företagen är i allt väsentligt mycket nöjda med sina relationer till Rymdstyrelsen, och myndigheten och dess personal får lovord för sin lyhördhet och pragmatiska inställning. Framförallt de stora företagen, men även flera av de mindre, beskriver en kontinuerlig dialog med myndigheten där företagens strategier stöts, blöts och förankras. På motsvarande vis berättar flera intervjupersoner att deras synpunkter relativt väl tas tillvara i Rymdstyrelsens eget strategiarbete.

I och med den kontinuerliga dialogen så är "manegen krattad" när företagen inkommer med förslag på ett teknikutvecklingsprojekt, och Rymdstyrelsens beslutsgång uppfattas som tydlig, effektiv och pragmatisk. Det framkommer dock någon åsikt om att Rymdstyrelsen kunde bli en mer professionell beställare och ställa tydligare krav på mottagarna av teknikutvecklingsfinansiering. Företagen berömmar också Rymdstyrelsens strävan att förbättra och effektivisera sitt arbete, samtidigt som det noteras att myndighetens tekniska kompetens inte alltid räcker till. Det påpekas emellertid att det inte är så konstigt med de knappa personella resurser man har till sitt förfogande; myndigheten anses allmänt göra ett så bra jobb som kan förväntas och den får en eloge för att i vissa fall inhämta extern teknisk kompetens, ex.vis från sin franska motsvarighet CNES. Ett par intervjupersoner undrar dock retoriskt hur Rymdstyrelsen ska kunna göra objektiva val och prioriteringar med de knappa resurser man har.

Det framkommer i många intervjuer att förhoppningarna på Rymdstyrelsens relativt nytillträdde generaldirektör är höga, särskilt då de flesta intervjupersoner upplever att hans företrädare ägnade sig åt ett visionslöst förvaltarskap.

Även i relationerna till ESA får Rymdstyrelsen beröm för sitt arbete och det faktum att man så tydligt strävar efter att bli bättre, och flera intervjupersoner berättar om det stöd de fått i sina ESA-ambitioner. Det berättas också om att Rymdstyrelsen på senare tid stött företag i deras exportsträvanden (utanför Europa). Samtidigt visas det förståelse för att myndighetens knappa personella resurser gör det svårt att fullt ut försvara svenska intressen.

7.3 ESAs effektivitet

Alla intervjupersoner förefaller, som ovan nämnts, se fördelarna och nödvändigheten med ESA-projekt, men så gott som alla kritiserar ESA för dess ineffektivitet. Å andra sidan påpekar flera intervjupersoner att ineffektivitet är något som närmast är en naturlag när det rör sig om internationella organisationer; det måste få ta tid när många kulturer och länder ska enas. Det berättas att från beslut vid ministermöten, vilka hålls vart tredje år, tar det minst nio månader till projektstart, ibland flera år. Först ska ett

förfrågningsunderlag fastställas, sedan ska offerter tas in och beslut fattas. Det noteras att det heller inte är lätt för små nationer som Sverige att göra sin röst hörd, särskilt om man som Rymdstyrelsen har knappa personella resurser.

Flera intervjupersoner ondgör sig över principen för *juste retour*, eftersom man menar att den gynnar mindre konkurrenskraftiga aktörer på bekostnad av de mer kompetenta (svenska). Några av de mindre företagen ser svårigheter med immaterialrättsliga frågor inom ESA-projekt och menar att även om man utvecklat sin teknik nationellt, så finns det risker med att exponera sin kompetens och teknik i ESA-projekt. De stora företagen menar dock att ESAs nyttjanderätt inte utgör något immaterialrättsligt problem för dem.

Inte helt oväntat är de större företagen mer positivt inställda till ESA än de mindre, vilka har mindre erfarenhet, mindre personella resurser och mindre tålamod – på såväl det personliga som det företagsekonomiska planet. De större företagen är helt enkelt mer luttrade och finns som regel också högre upp i värdekedjan, varför de enklare finner sig till rätta i ESA-sammanhang. Det faktum att många av de mindre företagen inte är så flitigt återkommande i ESA-projekt (jmf. Figur 28) kan förvisso till del bero på att de visat sig inte ”platsa” på den europeiska arenan, men representanter för såväl stora som mindre företag föreslår att en annan, eller i alla fall komplementär, förklaringsmodell kan vara att de väljer att inte delta mer än nödvändigt, avskräckta av tidigare erfarenheter. Det finns flera utsagor som tyder på att den senare förklaringen mycket väl skulle kunna vara korrekt.

8. Slutsatser och reflexioner

8.1 Effekter på mottagare

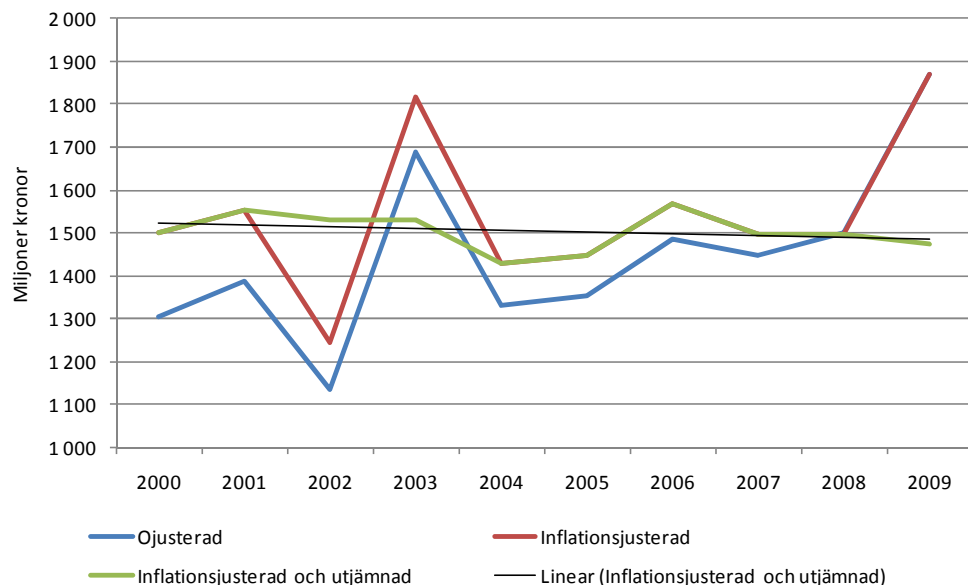
Denna utvärdering visar att de positiva effekterna av Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering på mottagarna är omfattande. Företag av alla storlekar har byggt upp internationell konkurrenskraft och har nått betydande internationella försäljningsframgångar som inte hade varit möjliga utan Rymdstyrelsens finansiering. Såväl för stora som för mindre företag har vi presenterat enskilda exempel på försäljningsframgångar som mångfalt överstigit Rymdstyrelsens ursprungliga finansiering. För de tre stora företagen har finansieringen varit avgörande, och i vissa fall en absolut förutsättning, för deras rymdverksamhet. För de mindre företagen har Rymdstyrelsens nationella program i många fall varit en förutsättning för företagets etablering och tillväxt, och den nationella finansieringen har för många av företagen utgjort en språngbräda till deltagande i ESA-projekt, vari de i de flesta fall framgångsrikt deltagit. Medan de tre stora företagen inte uppvisar någon tydlig omsättningstillväxt för rymdverksamheten under perioden 2000–2009, skulle deras respektive omsättningar säkerligen inte ha kunnat upprätthållas på en relativt stabil nivå utan finansiering från Rymdstyrelsen. Många av de mindre företagen har däremot markant ökat sin omsättning och flera av dem har blivit konkurrenskraftiga inom ESA.

Mot bakgrund av att den strikt kommersiella bärigheten (i form av privata kunder) inom den internationella rymdindustrin är svag, är det ofrånkomligt att också den svenska rymdindustrin som kollektiv är starkt beroende av offentlig finansiering. Att flera företag har ett starkt beroende av Rymdstyrelsefinansiering ska också ses i ljuset av att det är svårt för företag i rymdindustrin att uppbåda riskkapital och att de långa utvecklingstiderna kräver en tålmodig finansiär. Beroendet varierar dock betydligt mellan företag och mellan företags olika utvecklingsfaser. Bland de tre stora företagen utmärker sig VAC som mycket starkt beroende av Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering, medan RSE har ett betydligt lägre beroende; Rymdbolaget ligger däremellan. Bland de mindre företagen är variationerna än större; spannet går från 100%-igt beroende under en uppstartsfas till 0% i några fall. Några företag har bildats och utvecklats mer eller mindre helt med Rymdstyrelsefinansiering, men har med tiden lyckats öka sin omsättning samtidigt som anslagen från Rymdstyrelsen sjunkit; dessa företag kan betraktas som ”läroboksexempel”, samtidigt som det ska noteras att de utgör en minoritet av de studerade företagen. Å andra sidan finns ett antal mer nystartade företag som kan tänkas ha goda förutsättningar att bli läroboksexempel om några år. Utan att ha för avsikt att nerklasa de större företagens framgångar, kan vi konstatera att Rymdstyrelsen bland de mindre företagen har gjort flera lyckade satsningar på utveckling av ny spjutspetsteknik och nya produkter. Vi kan emellertid konstatera att de mindre företagens bidrag i dessa avseenden volymmässigt (i absoluta termer) helt överskuggas av de tre stora företagen, vars existens också torde utgöra en förutsättning för att många av de mindre företagen har kunnat utvecklas positivt.

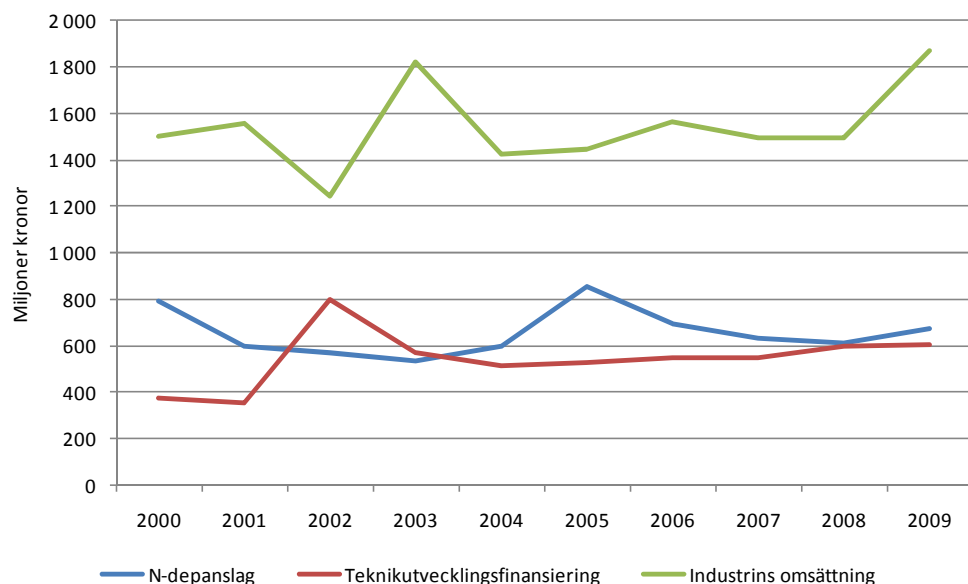
8.2 Effekter på rymdindustrin

Effekterna av Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering på den svenska rymdindustrin som helhet kompliceras bland annat av Rymdbolagets ”omsättningsspik” 2003 (och den onaturligt låga omsättningen 2002, som uppges vara kopplad till sagda ”spik”, jmf. Figur 8) och av att dess amerikanska förvärv finns med i 2009 års omsättningsuppgifter. Om man jämnar ut dessa båda ”störningar” och justerar branschens omsättning till 2009 års penningvärde så är den långsiktiga omsättningstrenden i praktiken helt neutral, se Figur 40 (vars figurtext förklarar hur utjämnningen gjorts). Detta skulle i så fall kunna indikera att branschen i någon mening stagnerat och att de förändringar som sker över tid är i form av omfördelningar mellan företag. Detta understryks också av att antalet anställda i princip varit konstant sedan 2000 (jmf. Figur 9). Dessa observationer säger emellertid ytterst lite om konkurrenskraft och innova-

tionsförmåga i branschen, och kanske mer om de protektionistiska inslagen i den internationella rymdbranschen som kraftigt försvårar export utöver *juste retour*.



Figur 40 Svensk rymdindustris omsättning. Utjämnningen har gjorts så att medelvärdet av de inflationsjusterade omsättningarna 2002 och 2003 har använts för båda dessa år och för 2009 har Rymdbolagets omsättningsökning mellan 2008 och 2009 subtraherats från den totala omsättningen. Trendlinjen avser den inflationsjusterade och utjämnade omsättningen.

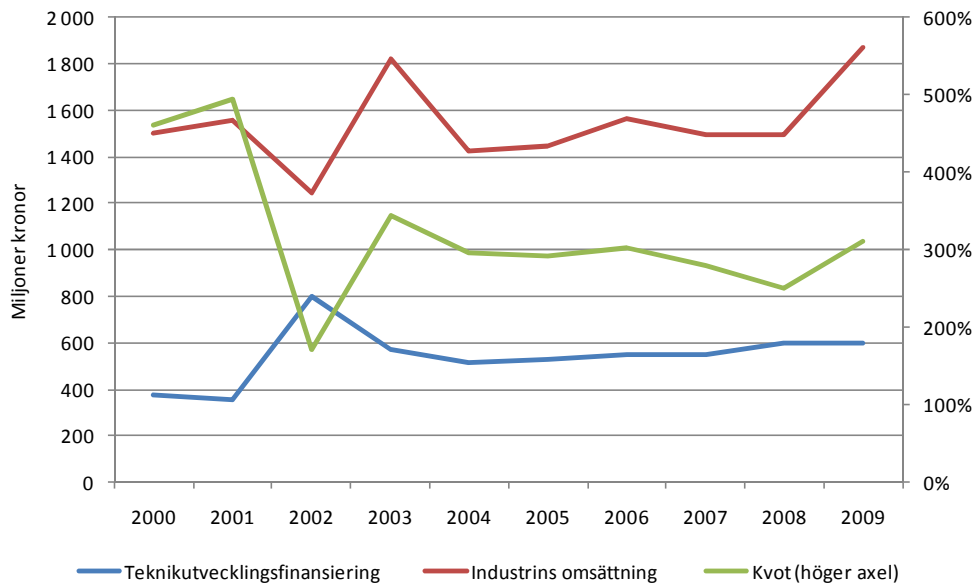


Figur 41 Rymdstyrelsens anslag från näringsdepartementet, den utgående teknikutvecklingsfinansieringen och branschen omsättning. Samtliga uppgifter är inflationsjusterade.

Vi har tidigare konstaterat att branschen är starkt beroende av Rymdstyrelsens finansiering och det kan därför vara betydande att betrakta relationen mellan denna och branschen omsättning. Figur 41 jämför dessa uppgifter, liksom utvecklingen i Rymdstyrelsens anslag från Näringsdepartementet. Vi kan konstatera att över tid ligger tek-

teknikutvecklingsfinansieringen som sig bör under anslaget från Näringsdepartementet; för hela perioden är kvoten mellan de två 83%, där skillnaden upp till 100% till övervägande del torde kunna förklaras av ESAs operationella och administrativa kostnader. Figuren visar också – om man bortser från de lite svårtolkade uppgifterna före 2004 – en snarlik trend för teknikutvecklingsfinansieringen och för branschens omsättning. Eftersom Rymdstyrelsens anslag från Näringsdepartementet, med undantag för något enstaka år, i stort sett varit konstant i inflationsjusterade termer (jmf. Figur 17), och teknikutvecklingsfinansieringen därmed i stort sett också varit det, så är det föga förvånande att branschens omsättning uppvisar den neutrala trend som Figur 40 illustrerar.

Figur 42 jämför teknikutvecklingsfinansieringen med industrins omsättning och – kanske mest intressant – kvoten mellan omsättning och teknikutvecklingsfinansiering. Sett till perioden från och med 2004, så är kvoten relativt konstant och för perioden 2004–2009 är den 290%, vilket skulle indikera att varje krona från Rymdstyrelsen leder till ytterligare omsättning om 1,9 kronor från andra källor. Dock är denna siffra delvis missvisande, eftersom den bygger på det implicita antagandet att alla företags hela rymdrelaterade omsättning på ett eller annat sätt stimulerats av Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering. Även för en del av de företag som mottagit omfattande finansiering från Rymdstyrelsen kan det säkert finnas delar av omsättningen som inte kan "tillskrivas" Rymdstyrelsens finansiering. Det finns särskilt ett företag som mer än andra så att säga stör bilden, och det är det fjärde största: Rockwell Collins Sweden (f.d. Swe-Dish Satellite Systems). Detta företag står för 8% av branschens totala omsättning och har endast mottagit 2 miljoner kronor 2006 genom RyT, vilket anslag näppeligen är ursprung till hela företaget omsättning. Alltså kan vi sluta oss till att siffran 290% utgör en överskattning av den faktiska "avkastningen".



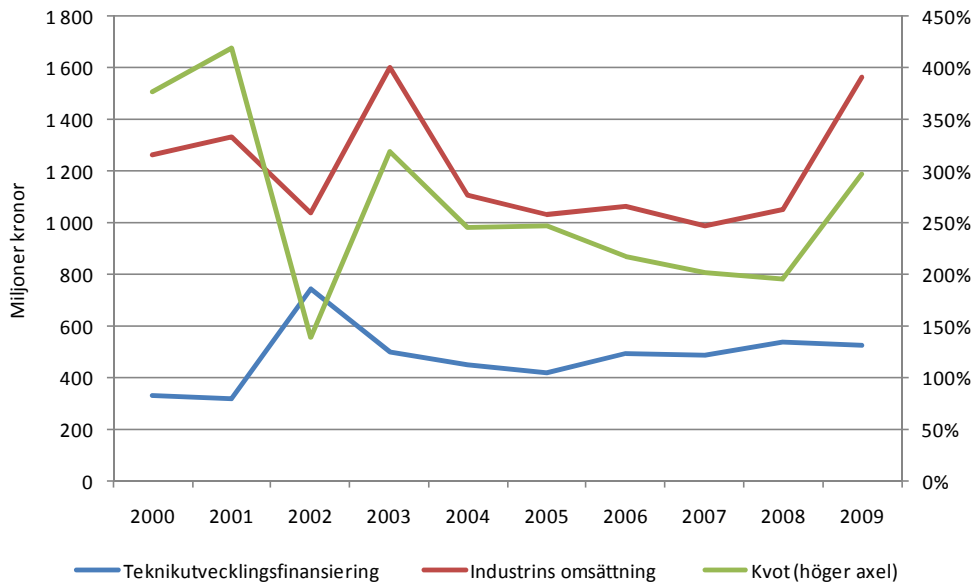
Figur 42 Teknikutvecklingsfinansiering och omsättning, samt kvoten mellan omsättning och teknikutvecklingsfinansiering, för hela rymdindustrin. Samtliga uppgifter är inflationsjusterade.

En brittisk studie uppskattade 2007 att "avkastningen" av det offentliga stödet till rymdindustrin i Storbritannien var 190–290%. Den brittiska studien baserade sina

slutsatser på 16 ekonometriska fallstudier i tillägg till att räkna som vi nu gjort.⁵⁶ Eftersom denna utvärdering inte använt sig av samma ambitiösa metoder som den brittiska studien och vi heller inte har gjort någon jämförelse av finansieringsinstrumenten mellan länderna, bör varje jämförelse med den brittiska studien göras med försiktighet.

I vilket fall som helst råder det ingen tvekan om att Rymdstyrelsen medverkat till att den svenska rymdindustrin under 2000-talet diversifierats och nu innehåller betydligt fler företag än på 1990-talet då teknikutvecklingsfinansieringen framförallt var en angelägenhet för de tre stora företagen. Figur 38 illustrerar att antalet unika företag som mottagit teknikutvecklingsfinansiering, efter en kraftig ökning fram till 2005, stabiliserats till knappt 20. Samtidigt visar en jämförelse med Rymdstyrelsens branschstatistik (jmf. Figur 38) att det faktiska antalet företag med rymdaktivitet sedan 2006 uppvisar en annan utveckling än antalet som mottagit teknikutvecklingsfinansiering. En möjlig förklaring till denna utveckling skulle kunna vara att det är möjligt att etablera nya företag inom rymdindustrin (eller för existerande företag att diversifiera till rymd) även utan stöd från Rymdstyrelsen. En annan möjlig förklaring är att Rymdstyrelsens resurser inte räcker till och att detta i sig är tillväxtbegränsande. Figur 27 visar att antalet företag som deltagit i ESA-projekt ökat kraftigt från 2 till 23 under perioden 2000–2009, även om Figur 28 visar att få av dem uppvisat någon kontinuitet i sitt deltagande. I vilket fall står det klart att Rymdstyrelsens strategiska satsningar på mindre företag starkt har bidragit till att förändra den svenska rymdindustristrukturen och därmed skapat en större pluralism.

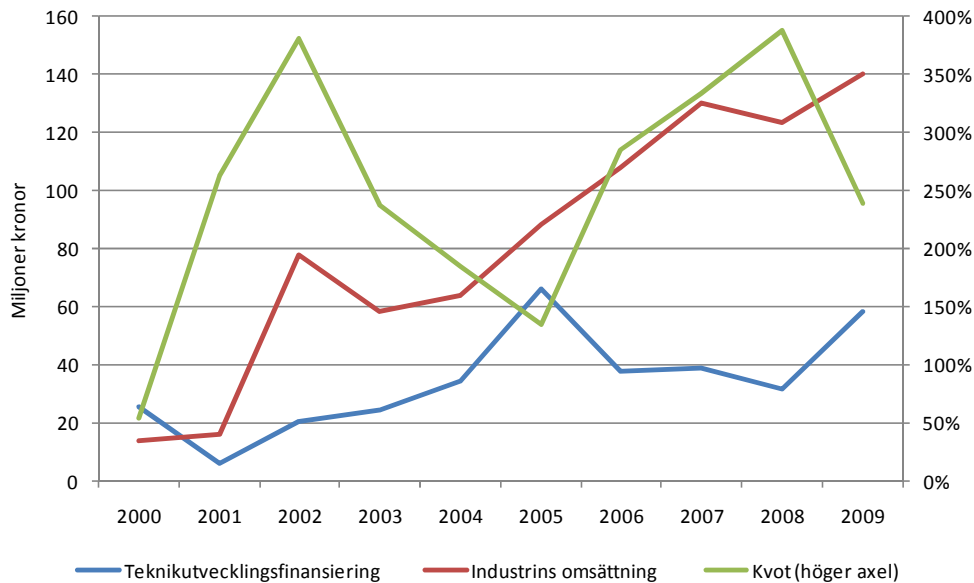
Den kontrafaktiska frågan om mer omfattande effekter rimligen skulle ha uppnåtts om Rymdstyrelsens åtgärder för att gynna ett bredare företagsdeltagande i ESA *in te* hade genomförts, är naturligtvis omöjlig att med säkerhet besvara. Som underlag kan vi dock studera motsvarigheterna till Figur 42, men nu med företagspopulationen uppdelad i de tre stora företagen (Figur 43) och i de tio största mottagarna i kategorin mindre företag (Figur 44).



Figur 43 Teknikutvecklingsfinansiering och omsättning, samt kvoten mellan omsättning och teknikutvecklingsfinansiering, för de tre stora företagen. Samtliga uppgifter är inflationsjusterade.

⁵⁶ John Clark et al., "Evaluation of the Economic Case for BNSC's Funding of Civil Space Programmes", Technopolis Ltd. and Sagentia, March 2007.

Om vi på samma sätt som tidigare (och av samma skäl) inskränker oss till att studera utvecklingen från och med 2004, finner vi att "avkastningen" för de stora företagen är 230% och för de tio största mottagarna i kategorin mindre företag 240%. Detta skulle indikera att Rymdstyrelsens satsningar på de tio mindre företagen leder till lika hög "avkastning" som dess satsningar på de tre stora företagen. Eftersom omsättningen per anställd i stort sett är densamma för de mindre företagen (1,2 miljoner kronor/år/anställd) som för de tre stora (1,2–1,4 miljoner kronor/år/anställd), så blir således antalet arbetstillfällen per teknikutvecklingskrona lika stort vare sig den läggs på de tre stora företagen eller på de tio mindre.



Figur 44 Teknikutvecklingsfinansiering och omsättning, samt kvoten mellan omsättning och teknikutvecklingsfinansiering, för de tio största mottagarna i kategorin mindre företag (jmf. bilaga D). Samtliga uppgifter är inflationsjusterade (i motsats till Figur 34).

Skillnaden mellan de tre stora företagen är dock påtaglig; RSEs "avkastning" är 340%⁵⁷, Rymdbolagets 230% och VACs 160%⁵⁸. Även bland de mindre företagen är skillnaderna stora, se exempelvis "Företag X" i Figur 35.

Några varningens ord inför tolkningen av dessa procentsatser torde vara på sin plats:

- Kvoten mellan omsättning och teknikutvecklingsfinansiering är ett mycket trubbigt effektivitetsmått som inte tar någon hänsyn till:
 - Hur företagen genererar sin omsättning
 - Om del av företagets omsättning genererats utan något bidrag från Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering.

Uppgifterna om "avkastning" bör därför endast användas som en av flera möjliga indikatorer på effektivitet och de ska tolkas med stor försiktighet.

⁵⁷ 280% om hänsyn tas till de korrigeringar som RSE vill göra gällande (jmf. avsnitt 4.1.1). Som tidigare nämnts, så använder vi oss dock i analyserna konsekvent av finansieringsstatistiken från Rymdstyrelsen och ESA.

⁵⁸ 170% om hänsyn tas till de korrigeringar som VAC vill göra gällande (jmf. avsnitt 4.1.3). Som tidigare nämnts, så använder vi oss dock i analyserna konsekvent av finansieringsstatistiken från Rymdstyrelsen och ESA.

- Många av de mindre företagen är direkt eller indirekt beroende av de tre stora företagens existens som kunder och samarbetspartners. Utan den stabilitet som de tre företagen ger den svenska rymdindustrin skulle sannolikt del av de affärsmässiga förutsättningarna för andra företag försvinna.
- Det finns säkerligen en gräns för hur mycket teknikutvecklingsfinansiering som de mindre företagen skulle kunna förränta i motsvarande grad som de hittills gjort; rimligen skulle avkastningen sjunka om mycket mer teknikutvecklingsfinansiering plötsligt kanaliserades till de mindre företagen. Sådan "absorptionsförmåga" torde ta tid att bygga upp.

En högst sannolikt korrekt slutsats av jämförelserna ovan är inte desto mindre att Rymdstyrelsens kontrafaktiska fråga (huruvida mer omfattande effekter rimligen skulle ha uppnåtts om myndighetens åtgärder för att gynna ett bredare företagsdeltagande i ESA inte hade genomförts) inte kan besvaras, så länge effekterna mäts i omsättning och antal anställda. Men det kan konstateras att de mindre företagen som kollektiv har en annan kundstruktur än de tre stora, vilket innebär att en bredare kundkrets inom och utom Sverige får tillgång till rymdteknik och rymdtekniska tillämpningar. Denna bredare kundkrets innebär också en högre andel kommersiell försäljning, även i dess strikta betydelse (till andra företag), än för de tre stora företagen som kollektiv.

8.3 Effekter på användare

Denna utvärdering har haft i uppdrag att endast översiktligt studera effekterna på användare (till förmån för betydligt mer grundligt studium av effekterna på mottagarna av teknikutvecklingsfinansiering), varför de effekter vi kunnat konstatera inte kan sägas vara heltäckande, och sannolikt heller inte helt representativa. Användarperspektivet skulle naturligtvis kunna belysas grundligt i en särskild studie som specifikt fokuseras på detta.

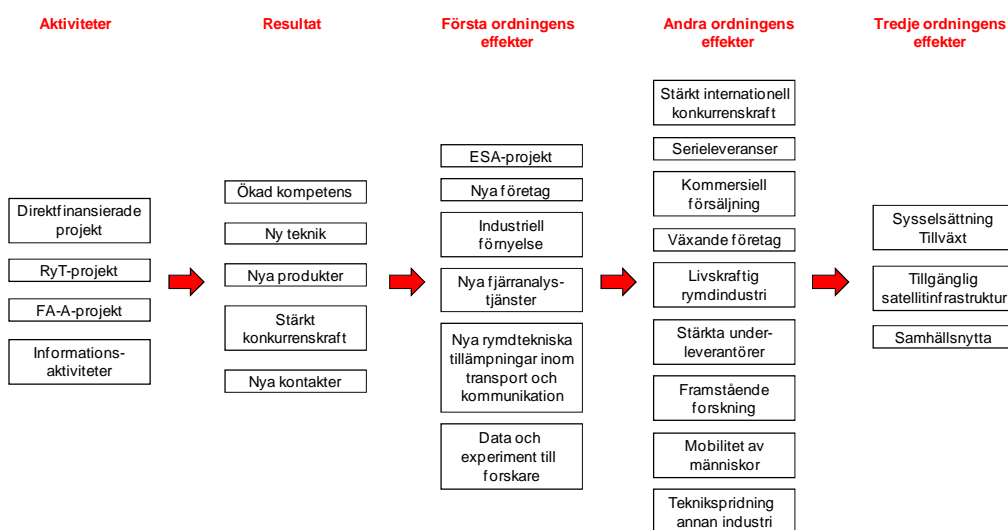
Inom fjärranalysområdet finns flera framgångsrika exempel på användarnytta och i vissa fall på kommersiella affärer. Intresset för och kunskapen om fjärranalys bland potentiella användare uppges ha ökat under hela 2000-talet, vilket har lett till en ny och mognare marknad. Fortfarande är ändå få kunder beredda att betala den fulla kostnaden och "subventionsförväntan" lever kvar.

Forskarsamfundet har fått tillgång till fjärranalysdata till sin forskning och har fått finansiering till konstruktion av vetenskapliga instrument. I flera fall är Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering en förutsättning för forskningen. Industrins tekniska svårigheter ger från tid till annan inspel till nya forskningsprojekt vid UoH och institut och svensk rymdindustris teknikutveckling ökar möjligheterna för svenska forskare att få leda internationella projekt.

En del av föreliggande uppdrag gick ut på att försöka belysa förhållandet mellan ett användarfokus i fördelningen av teknikutvecklingsfinansiering kontra att enbart fokusera på teknikutvecklingen som sådan. Även om detta förhållande tagits upp i intervjuerna, så ger den empiri som framkommit inte tillräckligt underlag för att på ett heltäckande sätt belysa detta förhållande.

8.4 Effektlögik

I Figur 45 gör vi ett försök att grafiskt illustrera det sätt på vilket Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering gradvis leder till effekter. Denna figur avser alltså inte tillföra någon ny information i förhållande till det som ovan beskrivits, utan ska snarare ses som ett sätt att försöka sammanfatta och strukturera empirin och slutsatserna av densamma. Effektlögiken ska "läsas" från vänster till höger och det kan här vara på sin plats att påminna om att tidsfördröjningen mellan projekt (aktiviteter) och serieleveranser (andra ordningens effekter) enligt våra intervjupersoner varierar från något enstaka år och upp till kanske 15 år.



Figur 45 Effektlogik för Rymdstyrelsens teknikutvecklingsfinansiering.⁵⁹

8.5 Reflexioner

Den strategiska förändring som Rymdstyrelsen genomförde runt sekelskiftet för att engagera fler företag i teknikutveckling inom rymdområdet har tvivelsutan varit mycket framgångsrik. Den svenska rymdindustrin karakteriseras tio år senare av en påtaglig pluralism och ett betydande antal innovativa och vitala företag har etablerats, varav flera nu uppvisar en imponerande tillväxt och ett gradvist minskat beroende av finansiering från Rymdstyrelsen. Parallellt har de tre stora företagen i stort sett kunnat bibehålla sina rymdrelaterade verksamheter. Samtidigt har branschen som helhet inte vuxit under perioden, vilket torde bero på att kopplingen mellan Näringsdepartementets närmast oförändrade anslag till Rymdstyrelsen (och därmed myndighetens finansiering av teknikutveckling) och branschens omsättning är tämligen direkt. Det är uppenbart att "avkastningen" på Rymdstyrelsens finansiering varierar mellan företag, så ett möjligt sätt att stimulera branschen som helhet att växa vore att kanalisera mer teknikutvecklingsfinansiering till de företag som har visat sig mer framgångsrika i detta avseende, men samtidigt våga satsa på nya aktörer som kan bli framtida "läroboksexempel". Underlag till sådana läroboksexempel kan naturligtvis också rymmas inom existerande företag i form av idéer till framtida försäljningsframgångar. Delvis mot denna bakgrund försökte Rymdstyrelsen både 2005 och 2008 reducera eller avsluta det svenska deltagandet i ESAs Bäraraketsprogram och i bilaterala projekt med anknötning till Arianeprogrammet. Båda försöken misslyckades och ESA påpekar att möjligheten att dra ned på det svenska engagemanget är begränsat på grund av tidigare gjorda åtaganden och att om så likväl bleve aktuellt skulle behöva ske över en period om minst fem år för att inte negativt påverka hela Arianeprogrammet⁶⁰. Således förefaller Rymdstyrelsens handlingsfrihet i detta avseende vara begränsad om inte Näringsdepartementet kan förmås öka anslaget till Rymdstyrelsen. Det ska emellertid återigen understrykas att "avkastningen" bara är ett av flera kriterier som bör användas för framtida prioriteringar.

Rymdstyrelsens instrument RyT och FA-A förefaller vara effektiva, men många menar att särskilt RyT ger så pass små anslag att de ändå har ringa effekt. RyT-projekt ses som regel endast som mindre bidrag till en utvecklingsprocess och RyT-anslag har

⁵⁹ "ESA-projekt" är förvisso också en "aktivitet", men har ändå placerats längre till höger eftersom merparten av företagen vittnar om att de i nationella projekt byggt upp kompetens som gjort det möjligt att hävda sig på den europeiska arenan.

⁶⁰ Brev till Rymdstyrelsens GD Per Tegnér från ESAs uppskjutningschef Antonio Fabrizi, 2008-04-08.

endast i undantagsfall lett till ESA-projekt. Det kan således finnas anledning att överväga att öka både programbudgeten och de enskilda projektens budget, särskilt när myndigheten nu så pass framgångsrikt stimulerat bildandet av flera nya företag och det nationella behovet rimligen måste öka med tiden. Det påpekas att det också behövs fortsatta insatser för att stimulera bredare användning av fjärranalysdata, samtidigt som kontinuerlig datatillgång framhålls som mycket viktigt för att kunna skapa attraktiva kunderbudanden. Bristen på kontinuerlig datatillgång upplevs idag som ett problem och det framförs att detta borde prioriteras framför nya idéer för att inte riskera att avskräcka kommersiella kunder som kräver tillförlitlighet.

Det finns några företag i branschen som inte erhållit någon teknikutvecklingsfinansiering alls från Rymdstyrelsen, eller förhållandevis små belopp, och några av dem förefaller ändå ha utvecklats framgångsrikt. Det är ofrånkomligt att undra om de kunde ha utvecklats än bättre om de hade åtnjutit Rymdstyrelsens finansiella stöd (vilket föreslagits i intervjuer), liksom om potentiellt livskraftiga företag eller företagsidéer gått i graven i brist på Rymdstyrelsens stöd. Som tidigare nämnts, påpekar ett flertal intervjupersoner att bristen på (i de flesta fall avsaknaden av) riskkapital är tillväxtbegränsande och om nu inte heller Rymdstyrelsen kan stödja sådana företag, kan man misstänka att möjligheter gått om intet. Måhända finns i detta slags företag och företagsidéer en latent potential till tillväxt för rymdindustrin.

Nästan alla intervjupersoner skulle vilja att en lägre andel av Rymdstyrelsens medel gick via ESA, samtidigt som ingen på allvar föreslår att Sverige inte alls ska medverka i ESA och några anser att andelen borde förbli konstant eller öka. Särskilt bland de mindre företagen är erfarenheterna av ESA-deltagande negativa och i flera fall rent avskräckande. Som argument för ett reducerat svenskt ESA-deltagande hänvisas till effektivitetsvinster, bättre möjligheter för mindre företag att medverka samt bättre förutsättningar för svenska aktörer att bygga vidare på svenska styrkeområden (d.v.s. att komma ifrån, eller åtminstone reducera, kohandeln mellan länder om vem som ska få göra vad). Det kan således finnas anledning för Rymdstyrelsen att överväga att minska det svenska engagemanget inom ESA till förmån för nationella (och bi- eller multilaterala) satsningar, i synnerhet om myndigheten vill fortsätta stimulera fram- och tillväxt av nya företag.

Rymdstyrelsens informella och pragmatiska arbetssätt lovordas av de allra flesta och ses som något som bör fortsätta. Några av de mindre företagen upplever dock att myndigheten inte är så transparent i sina prioriteringar som de skulle önska, och de befarar att nykomlingar i branschen riskerar att förfördelas. Många intervjupersoner efterfrågar en ökad strategisk tydlighet av Rymdstyrelsen och upplever att en del av myndighetens handlande historiskt sett burit drag av *ad hoc*-prioriteringar. Rymdstyrelsen borde bland annat tydligare klargöra vilka teknikområden som Sverige ska satsa på; att dessa bör bygga på områden där Sverige redan har komparativa fördelar tas för givet. Rymdstyrelsen får dessutom gärna vara tydligare i sin kravställning gentemot dem som myndigheten finansierar. Flera intervjupersoner menar vidare att Rymdstyrelsens agerande i ESA-sammanhang skulle kunna vara mer effektivt och mer målinriktat för att bättre ta tillvara svenska intressen, men inser att det skulle kräva ytterligare personella resurser. Rymdstyrelsen borde mer proaktivt driva svenska intressen i stället för att foga sig i vad de stora aktörerna inom ESA vill.

Flera av förslagen ovan skulle säkerligen kräva ytterligare personella resurser i Rymdstyrelsen, varför det kan finnas anledning för Rymdstyrelsens uppdragsgivare att överväga att öka myndighetens förvaltningsanslag (jmf. Figur 16) om ett eller flera av dessa genomförs.

Bilaga A: Intervjupersoner och tolkningsseminariedeltagare

Intervjupersoner

Folke Brundin	Marknadschef, RSE
Per Danielsson	VD, Aeroflex Gaisler
Leif Eriksson	Forskarassistent, Radio- och rymdvetenskap, CTH
Mattias Ferndahl	Teknisk chef, Gotmic
Tobias Forsell	VD, Forsway Scandinavia (tidigare VD, Lyngbox Media)
Jan G. Fäger	VD, Meeq
Tor-Arne Grönland	VD Nanospace
Martin Kores	VD, Omnisys Instruments
Bengt Larsson	Affärsutvecklingschef, Space Systems, Rymdbolaget
Thorwald Larsson	Handläggare industriärenden, Rymdstyrelsen
Markus Lehto	VD, MultusMEMS
Robert Lundin	Handläggare industri och fjärranalys, Rymdstyrelsen
Mats Magnell	VD, ÅAC Microtec
Donal Murtagh	Professor, Global miljömätteknik, CTH
Ulf Palmnäs	Vice president, Business development and strategy, VAC
Mark Pearce	Forskningsledare, partikel- och astropartikelfysik, KTH
Anders Persson	GIS/Fjärranalysexpert, Geografisk Information, Skogsstyrelsen
Johan Persson	Styrelseordförande, Nanosc
Mathias Persson	VD, ECAPS
Lennart Poromaa	Divisionschef, Science Services, Rymdbolaget
Ian Spence	Managing Director, Spacemetric
Mikael Stern	Divisionschef, Satellite Operations, Rymdbolaget
Per Wahlberg	VD, OverHorizon (medgrundare av Swe-Dish Satellite Systems)
Kjell Wester	Manager Hydrology and GIS, Vattenfall Power Consultant
Erik Willén	Enhetschef, Metria

Tolkningsseminariedeltagare

Folke Brundin	Marknadschef, RSE
Stefan Hjort	Government relations, VAC
Martin Kores	VD, Omnisys Instruments
Helén Körling	Handläggare ekonomi, Rymdstyrelsen
Thorwald Larsson	Handläggare industriärenden, Rymdstyrelsen
Robert Lundin	Handläggare industri och fjärranalys, Rymdstyrelsen
Mats Magnell	VD, ÅAC Microtec
Per Magnusson	Handläggare forskning, Rymdstyrelsen
Christer Nilsson	Handläggare industriärenden, Rymdstyrelsen
Hasse Nilsson	Marknadschef, VAC
Maria Nilsson	Handläggare internationella frågor, Rymdstyrelsen
Olle Norberg	GD, Rymdstyrelsen
Gierth Olsson	Divisionschef, Space Systems, Rymdbolaget
Erik Willén	Enhetschef, Metria

Bilaga B: Förkortningar

BNP	Bruttonationalprodukt
BTH	Blekinge tekniska högskola
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) (Frankrikes Rymdstyrelse)
CTH	Chalmers tekniska högskola
DLR	Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt
ESA	European Space Agency
FA-A	Nationella fjärranalysprogrammets användardel
FFA	Flygtekniska försöksanstalten
FOI	Totalförsvarets forskningsinstitut
FoU	Forskning och utveckling
GIS	Geographic information systems
GU	Göteborgs universitet
HPGP	High Performance Green Propulsion
IRF	Institutet för rymdfysik
ISS	International Space Station
JAXA	Japan Space Exploration Agency
KI	Karolinska institutet
KTH	Kungl tekniska högskolan
LiU	Linköpings universitet
LTU	Luleå tekniska universitet
LU	Lunds universitet
MaH	Malmö högskola
MC2	CTHs institution för Mikroteknologi och nanovetenskap
MEMS	Micro-electro-mechanical systems, mikroelektromekaniska system
MiUn	Mittuniversitetet
MMIC	Monolithic Microwave Integrated Circuit
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NFFP	Nationellt flygtekniskt forskningsprogram
NRFP	Nationellt rymdtekniskt forskningsprogram
RP	EUs ramprogram för forskning och teknisk utveckling
RyT	Rymdstyrelsen Program för rymdtekniska tillämpningar
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
SMF	Small and medium-sized enterprises
SMF	Små och medelstora företag

SMHI	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
SP	SP Sveriges tekniska forskningsinstitut
SU	Stockholms universitet
TRL	Technology Readiness Level
UoH	Universitet och högskola
UU	Uppsala universitet
VAC	Volvo Aero Corporation
VINNOVA	Verket för innovationssystem
ÅSTC	Ångström Space Technology Centre

Bilaga C: Rymdstyrelsens finansiering av teknikutveckling 2000–2009

Belopp i miljoner kronor	Direkt	RyT	FA-A	ESA	Summa
Rymdbolaget	629,972			1 206,252	1 836,224
RSE (Saab Space)	205,990			1 335,288	1 541,278
VAC	441,708			771,763	1 213,472
Omnisys	39,133	7,790		29,763	76,687
ÅAC Microtec (ÅSTC)	40,980	2,000		14,948	57,928
Metria (Satellus)			28,428	16,474	44,902
ECAPS	39,878			0,884	40,762
Aeroflex Gaisler		4,875		33,972	38,847
Nanospace	4,099			32,745	36,844
CTH			2,552	29,618	32,169
FOI (FFA)			1,300	26,702	28,002
IRF				20,461	20,461
KI				17,893	17,893
UU			3,138	11,943	15,081
Spacemetric		2,685	3,850	6,831	13,366
SLU			10,694	1,114	11,808
LyngBox Media				10,747	10,747
Forsway Scandinavia				9,853	9,853
KTH				8,535	8,535
SMHI			2,700	5,319	8,019
SU				7,857	7,857
Vattenfall (SwedPower)			7,660		7,660
Acreo				6,904	6,904
ACR Electronic				6,878	6,878
Telewide				5,505	5,505
NanOsc		2,500		2,774	5,274
LTU				5,271	5,271
Skogsstyrelsen			4,763		4,763
LU				4,604	4,604
OM&M			4,023		4,023
IRNova		1,444		2,305	3,749
Wasa Millimeter Wave		0,860		2,035	2,895
Eiscat Scientific Association				2,872	2,872
Carmenta			1,300	1,460	2,760
Onsala			2,758		2,758
Polymer Kompositer				2,738	2,738
Nordnav		2,500		0,223	2,723
YoYo Technology				2,638	2,638
Crawford Hafa Megadoor				2,491	2,491
Swerea IVF				2,456	2,456

No Picnic Industrial Designers				2,295	2,295
Ord & Vetande				2,101	2,101
Fiskeriverket			2,060		2,060
Rockwell Collins Sweden (Swe-Dish)		2,000			2,000
Space Composite 57N				1,989	1,989
CNS Systems				1,951	1,951
Swedavia				1,877	1,877
Cefalo				1,704	1,704
Sweco			1,637		1,637
YKI				1,621	1,621
Carmenta				1,460	1,460
Syntune				1,077	1,077
Gotmic		1,056			1,056
SKI			1,045		1,045
Meeq		1,000			1,000
MultusMems		1,000			1,000
SGI			0,974		0,974
SCB			0,965		0,965
SUNET				0,908	0,908
SVO			0,900		0,900
Dianthus			0,871		0,871
Ghn - Gatorhole				0,853	0,853
SP				0,802	0,802
Mindark Pe				0,731	0,731
Strömbeck Consulting			0,612		0,612
27M Technologies				0,594	0,594
Ekologigruppen			0,560		0,560
Kontura				0,472	0,472
Revisor				0,467	0,467
Foran Remote Sensing			0,465		0,465
Kanthal				0,431	0,431
Jordbruksverket			0,420		0,420
Lst Jämtland			0,400		0,400
Lst Dalarna			0,360		0,360
ICS		0,300			0,300
Habinc Digital Design				0,297	0,297
Imego				0,296	0,296
RAÄ			0,240		0,240
ProEngCo				0,227	0,227
Enea				0,224	0,224
Lantmäteriverket			0,200		0,200
Skogsvårdsstyrelsen			0,150		0,150
Ia Diagona				0,149	0,149
Inca				0,020	0,020
Summa	1 401,761	30,010	85,024	3 672,663	5 189,458

Bilaga D: Mindre företag

De företag som Rymdstyrelsen betraktar som ”mindre företag” är de nedan uppräknade.

För de företag som markerats med + avses endast de delar av respektive företag som är aktiva inom satellitbaserad fjärranalys.

De med asterix markerade företagen har inte mottagit ESA-finansiering.

De företag som markerats med † är de tio största mottagarna av teknikutvecklingsfinansiering i kategorin mindre företag.

ACR Electronic	Nanospace [†]
Aeroflex Gaisler [†]	Nordnav
Carmenta	Omnisys [†]
Dianthus*	Ord & Vetande
ECAPS [†]	Polymer Kompositer
Ekologigruppen*	Revisor
Foran Remote Sensing*	Rockwell Collins (Swe-Dish)*
Forsway Scandinavia [†]	Space Composite 57N
Gotmic*	Spacemetric [†]
Habinc Digital Design	Strömbeck Consulting*
ICS*	Sweco ^{+*}
IRNova	Syntune
LyngBox Media [†]	Telewide
Meeq*	Wasa Millimeter Wave
Metria (Satellus) ^{††}	Vattenfall (SwedPower) ^{++†}
Mindark Pe	YoYo Technology
MultusMems*	ÅAC Microtec (ÅSTC) [†]
NanOsc	

Bilaga E: Teknologimognadsnivå

Teknologimognadsnivå – svensk version TRL (Technology Readiness Level)

Syfte		Vad görs i denna fas?
Verifierad produktanvändning	9	Produkt används med framgång.
Produktutveckling	8	Produkt färdigutvecklad och fullt kvalificerad för användning genom provning och demonstration.
	7	Prototyp demonstreras på systemnivå i verklig tillämpningsmiljö.
Teknisk verifiering, demonstration	6	Prototyp på delsystem-/systemnivå demonstreras i relevant miljö.
	5	Enkel prototyp, ofta på komponent- eller delsystemnivå, valideras i relevant miljö.
Tillämpad forskning	4	Enkel prototyp, ofta på komponent- eller delsystemnivå, valideras i laboratoriemiljö.
	3	Kritisk funktion och/eller karakteristik i koncept/tillämpning visas genom analys och experiment.
	2	Tekniskt koncept och/eller tillämpning formuleras.
Grundforskning	1	Grundläggande principer formuleras.

Bild reproducerad med benäget tillstånd från Bengt-Olof Elfström och Ulf Högman, VAC (den senare också industridoktorand på CTH).

Faugert & Co Utvärdering AB
Grevgatan 15, 1 tr
114 53 Stockholm
Sweden
T +46 8 55 11 81 11
F +46 8 55 11 81 01
E tomas.astrom@faugert.se
www.faugert.se
www.technopolis-group.com