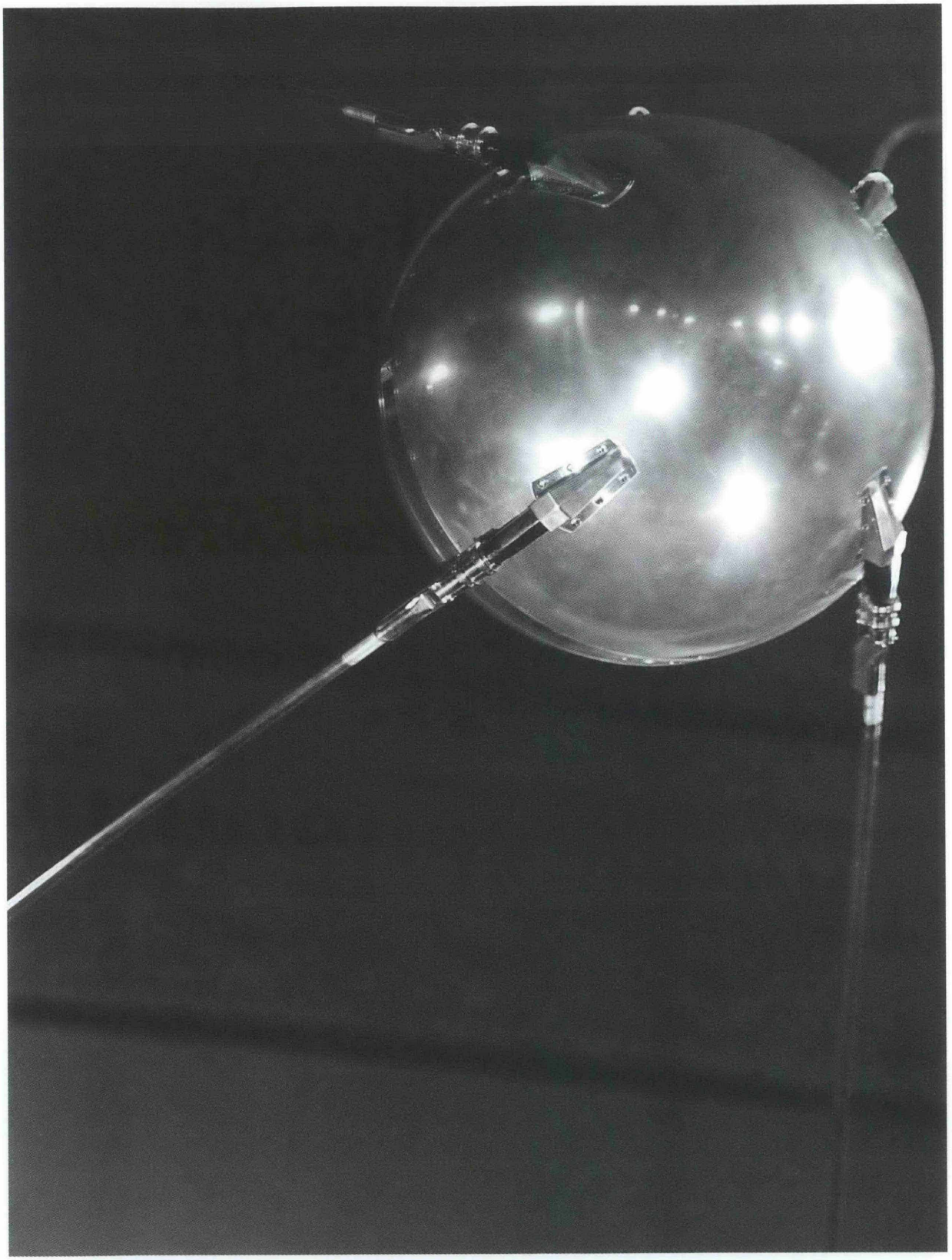
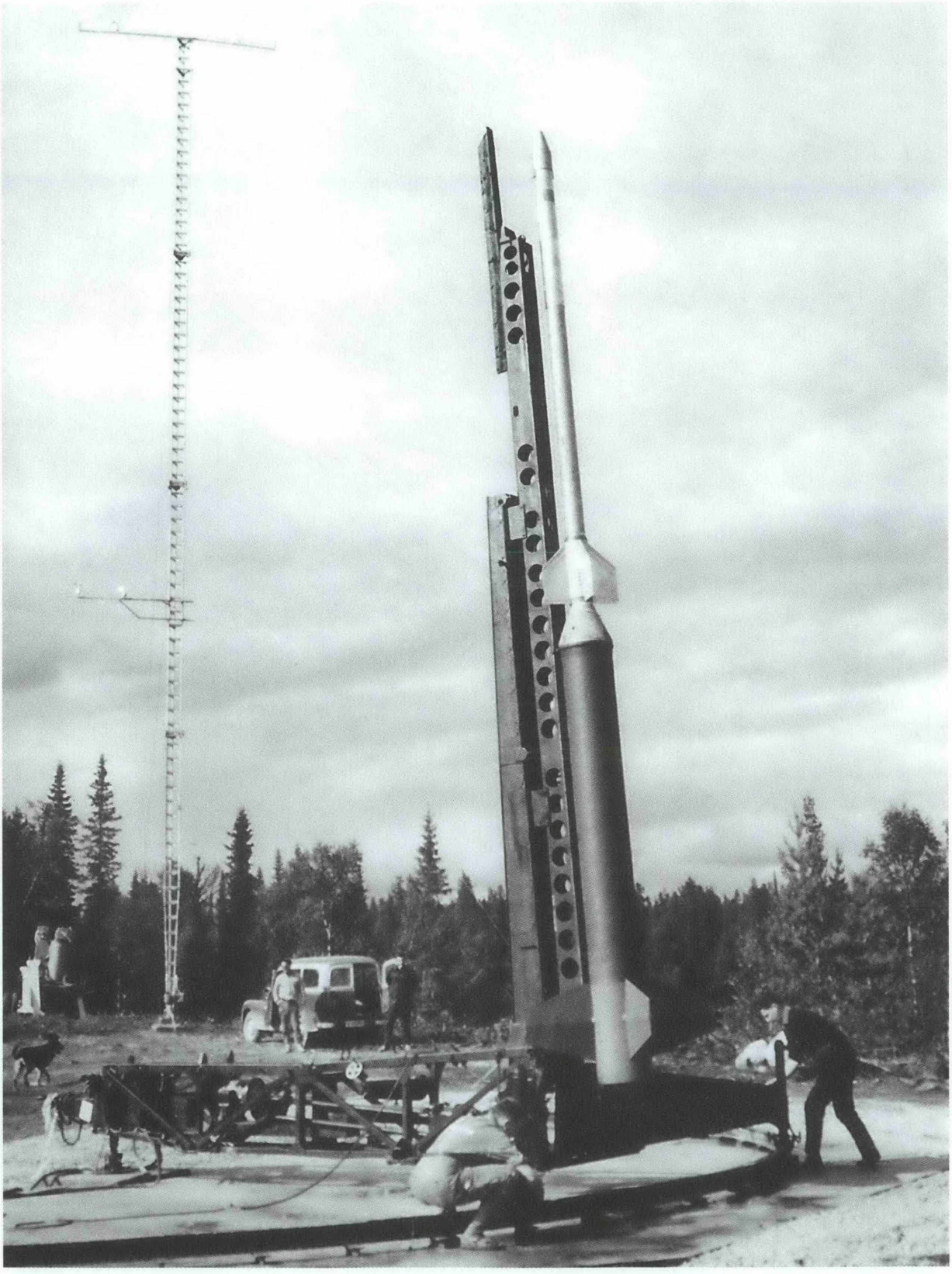




Rymdverksamhet i Sverige – snart ett halvsekel

Sven Grahn

SVENSK RYMDVERKSAMHET BÖRJADE 1959, två år efter Sputnik, och har haft tre viktiga drivkrafter; den starka svenska forskningstraditionen kring fenomen i rymden, Sveriges önskan att före EU-inträdet kunna delta i europeiska samarbetsprojekt utan att äventyra sin neutrala utrikespolitik och existensen av den avancerade industri inom flyg- och elektroniksektorn som skapades efter andra världskriget.

Den här artikeln försöker beskriva hur dessa drivkrafter skapat en svensk rymdforskning och rymdindustri som vunnit internationell respekt. Det är en berättelse om viktiga händelser, personer och företag och hur ett litet land kan göra sig gällande på det område som särskilt i början betraktades som "dyrt, onödigt och förbehållet stormakterna". Att en småstat som Sverige har sådana ambitioner inom naturvetenskap och teknik har troligen sina rötter i 1700-talet. I boken Linné och hans apostlar skriver Sverker Sörlin och Otto Fagerstedt:

"I eftervärldens ögon har Linnés projekt framstått som extra märkligt, eftersom det utgick från ett litet land i Europas utkant. Sverige hade under frihetstiden förlorat sin militära tyngd och även krympt geografiskt [...]. Det var inte bara Linnés ryktbarhet, utan även Sveriges nya roll som mindre betydande makt, som

< En Nike-Cajunraket görs klar för uppskjutning i Kronogård 1962. Hukande till vänster artikelförfattaren Sven Grahn, då 16 år gammal. Till höger Hans Hammargren. Foto: Eivor Lundström.

öppnade dörrarna åt Linnélärjungarna. [...]. Detta skulle förmodligen aldrig ha varit möjligt om de representerat ett land med större anspråk som konkurrent till kolonialmakterna. [...]. Vi kan redan här – för mer än 250 år sedan – se de första rötterna till ett drag i Sverigebilden vi känner igen: småstaten med ambitioner som vetenskaplig stormakt."[1]

"BÄCKEBOTORPEDEN"

Sveriges första kontakt med rymdfart inträffade under andra världskriget då en tysk raket av typen V-2 slog ned i småländska Bäckebo den 13 juni 1944 efter att ha avfyrats från den tyska arméns provplats Peenemünde på östersjökusten. Just denna raket var ett misslyckat prov med ett radiostyrsystem för en luftvärnsrobot. Raketen nådde ungefär normal skottvidd ty sträckan till Kalmar är ungefär 35 mil, men i fel riktning. Raketen nådde 100 km höjd, precis på randen till rymden.

Vrakdelarna och svenska experters analys av dem sändes till Storbritannien. Radioutrustningen i det som kallats "Bäckebotorpeden" gjorde att man trodde att V-2:orna var radiostyrda och i Storbritannien förberedde man sig för att störa radiolänken. Men de flesta V-2:or som slog ned i England under världskrigets slutskede använde s.k. tröghetsnavigering som nu är vanlig i flygplan.

Wernher von Braun ledde utvecklingen av V-2 och togs över till USA efter kriget. Han arbetade bland annat åt NASA med att utveckla raketen som förde Neil Armstrong till månen.

Det är osäkert om "Bäckebotorpeden" påverkade den svenska satsningen på robotvapen efter kriget. Men den enklare V-1:an , ett obemannat jetflygplan som Tyskland satte in mot England i krigets slutskede gjorde ett stort intryck runt om i världen. Efter kriget startade många försök att förbättra V-1, även i Sverige. Industrin och myndigheter som flygförvaltningen och försvarets forskningsanstalt (FOA) etablerade snabbt stor förmåga att utveckla robotar, även raketdrivna.

SVENSKA INTERPLANETARISKA SÄLLSKAPET

Det var bland dessa robotingenjörer som den första seriösa svenska organisationen för rymdfart bildades. Till vardags arbetade dessa personer med militära



SVENSKA INTERPLANETARISKA SÄLLSKAPET

raketer men på fritiden drömde de om rymdfärder. Eldsjälen var civilingenjör Åke Hjertstrand (1916–1989) vid FOA. Det första internationella mötet mellan rymdfartsintresserade forskare och ingenjörer ägde rum i Paris den 30 september–2 oktober 1950 och kallas den första internationella astronautiska kongressen. Åke Hjertstrand deltog som svensk observatör. Vid återkomsten, den 16 oktober 1950, grundade han och tre likasinnade "Svenska Sällskapet för Rymdforskning".

Året därpå döptes föreningen om till Svenska Interplanetariska Sällskapet (SIS) och blev en av grundarna av Internationella Astronautiska Federationen. Sällskapets första offentliga möten hölls våren 1953 och SIS hade då 36 medlemmar. Vid mötet den 10 juni 1953 på Tekniska museets terrass genomförde ingenjören Gilbert Larsson "för första gången i Sverige" en demonstration av vätskeraketdrivmedel och provkörde en liten raketmotor som drevs med väteperoxid.

Det är roande att i sällskapets tidiga skrifter se termen "astronaut" som benämning på en rymdfartsentusiast. Det skulle snart finnas anledning att ändra detta. Sällskapets matriklar visar att medlemmarna var "stadgade" personer inom industri och myndigheter, främst med anknytning till försvaret och försvarsindustrin. Kända personer var med, bland annat Anders Franzén – han som hittade regalskeppet Vasa. Sällskapet hade som mest ungefär 400 medlemmar.

Efter Sputnik framstod sällskapet inte längre som en samling excentriker utan övergick till att bli en lobbygrupp för en svensk offentlig satsning på rymd-

teknik och en roll för svensk industri i det europeiska rymdsamarbetet. I slutet av sextiotalet var rymdfart "mainstream" och SIS behövdes inte längre för att popularisera "drömmen om rymden." Dessutom föreföll då Sveriges intresse för en livaktig rymdverksamhet vara litet. De som grundat sällskapet började också nå den övre medelåldern. Kanske var det dessa faktorer som gjorde att SIS uppgick i Flygtekniska Föreningen 1968. Ironiskt nog skulle ingen av dem som startade sällskapet spela någon aktiv roll i svensk rymdverksamhet.

RYMDKOMMITTÉN

De första lyckade initiativen till en blygsam, men ändå aktiv, svensk rymdverksamhet kom inte från raketentusiasterna i SIS utan från forskare inom geofysik och meteorologi.

Svenska geofysiker, särskilt de som var intresserade av jonosfären, magnetosfären och den övre atmosfären, hade naturligt nog reagerat med entusiasm på Sputnik och de amerikanska forskningssatelliterna. Geofysiken har gamla anor i Sverige ända sen 1700-talet då Anders Celsius studerade norrskenet. Efterkrigstidens intresse för geofysik resulterade i det internationella geofysiska året (IGY) mellan den 1 juli 1957 och den 31 december 1958. Under detta "år", sändes Sputnik-1 upp den 4 oktober 1957, dess amerikanska efterföljare Explorer den 1 februari 1958 och Kiruna Geofysiska Observatorium (KGO), med den unge docenten Bengt Hultqvist som chef, invigdes den 2 juli 1957.

De första satelliterna och månraketerna gav Västeuropas forskare en känsla av att ha hamnat på efterkälken. Tanken på en europeisk rymdorganisation togs därför upp vid det första mötet med den internationella rymdforskningskommittén COSPAR[2] i Nice i januari 1960 på förslag av den italienske fysikern Edoardo Amaldi. Gösta Funke, sekreterare i Naturvetenskapliga forskningsrådet (NFR), kände till Amaldis initiativ och agerade för att bilda en svensk rymdforskningskommitté.

I maj 1959 bildades "Svenska kommittén för rymdforskning" (SKR). I kommittén, vars ordförande var professorn i teoretisk fysik vid KTH Lamek Hulthén, ingick forskare[3] och generaldirektörer[4].

SKR diskuterade ett nationellt forskningsprogram, deltagande i internationellt rymdsamarbete och en framtida svensk raketbas för forskning om norr-

skenet och magnetosfären. Norrsken förekommer i en zon runt den magnetiska nordpolen. Eftersom denna zon går rakt över Kirunatrakten är en raketbas där perfekt placerad för denna forskning.

De raketer SKR hade i åtanke kallas ofta sondraketer, det vill säga. raketer som "sonderar" förhållandena där de färdas. Experimentförslag till SKR:s nationella forskningsprogram kom genast från Bengt Hultqvist i Kiruna och från Bert Bolin och Georg Witt vid Meteorologiska Institutionen vid Stockholms Universitet (MISU) som förslog raketförsök kring ett annat naturfenomen på höga latituder – nattlysande moln. Hannes Alfvén ordnade snabbt fem små raketer av typen Arcas från NASA.

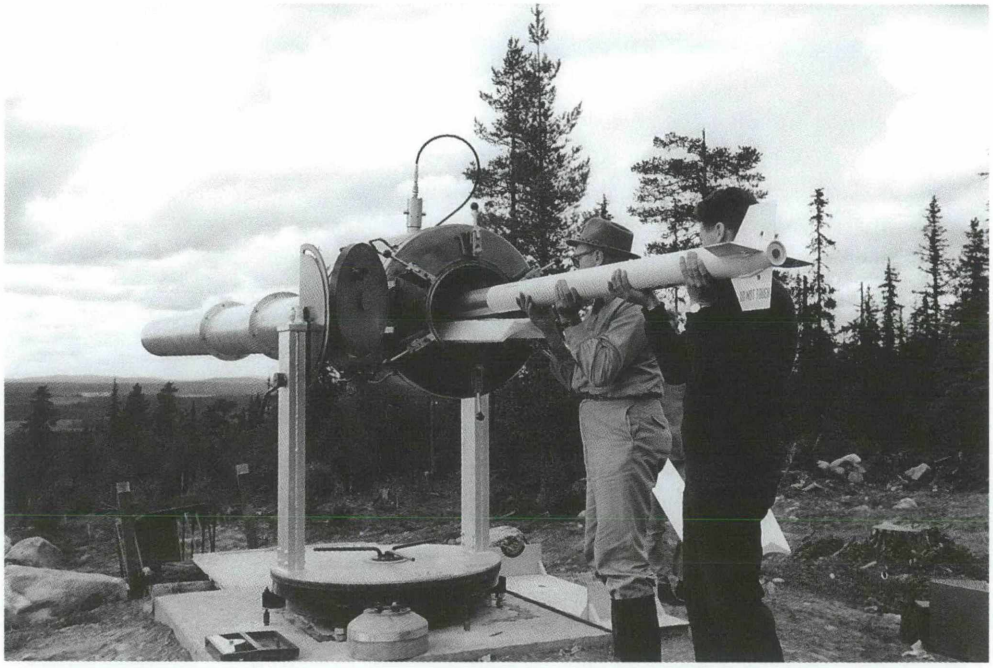
I Europa fanns liknande kommittéer. De samlades i Belgien i februari 1960. Svenskarna redovisade planer på uppskjutningar från Robotbyråns Försöksplats i Norrland (RFN) för att bygga upp en nationell förmåga före inträdet i en internationell organisation. RFN, beläget mellan Älvsbyn och Jokkmokk, var tänkt som en provisorisk lösning till dess en bas i Kiruna kunde färdigställas.

SKOTTET FRÅN NAUSTA 1961 – DEN FÖRSTA RYMDRAKETEN FRÅN SVERIGE

Den första raketkampanjen[5] sommaren 1961 föreslogs av MISU och gick ut på att undersöka förhållandena på 80 km-nivån där nattlysande moln finns. En Arcasraket skulle sända upp en sprängladdning omgiven av 300 g magnesiumoxidpulver (talk) och 60 g jod för att detonera på cirka 80 km höjd och bilda ett kilometerstort moln.

Förutom talkmolnets rörelser kunde polarisationen och andra optiska egenskaper hos det reflekterade solljuset från molnet observeras och jämföras med motsvarande egenskaper hos nattlysande moln. Joden skulle förångas och vid det låga trycket är dess ljusspektrum temperaturberoende och en grov temperaturmätning skulle göras genom att observera molnet från marken.

Nyttolasten[6] med sprängladdning och talk vägde 4,3 kg och byggdes av AB Bofors. Uppskjutningen skedde kl 2210 den 14 augusti 1961 i närheten av Nausta by i norra delen av RFN. Raketen steg till rätt höjd, men sprängladdningen utlöstes inte och man beslöt ställa in uppskjutningen av en andra raket. Trots denna malör hade Sverige tagit sitt första steg ut i rymden.



^ Bill Houston (till vänster) och Hans Hammargren laddar Arcasraketen i startröret vid pressvisningen i Nausta den 9 augusti 1961. Platsen är belägen vid 66° 24',88 N och 19° 16',60 Ö. Den 2,35 m långa raketen vägde 34 kg vid starten. Foto: Rolf Ericson.

NATTLYSANDE MOLN – SVENSK RYMDFORSKNINGS FÖRSTA TEMA

Nattlysande moln kan ses i Sverige under sommaren, en halv till en timme efter solens nedgång och före dess uppgång, det vill säga då solen står 5–10 grader under horisonten. På 1950-talet visste man att molnen finns på ungefär 80 km höjd. Man kände till ett temperaturminimum där, men inte hur temperaturen är kopplad till om nattlysande moln syns eller inte. Vattenånga kan transporteras till denna höjd, men det fordras också kondensationskärnor för att ge molnpartiklar.[7]

Nattlysande moln definierades som ett särpräglat naturfenomen då tysken Otto Jesse fotograferade dem 1882. Men de började inte studeras vid Stock-

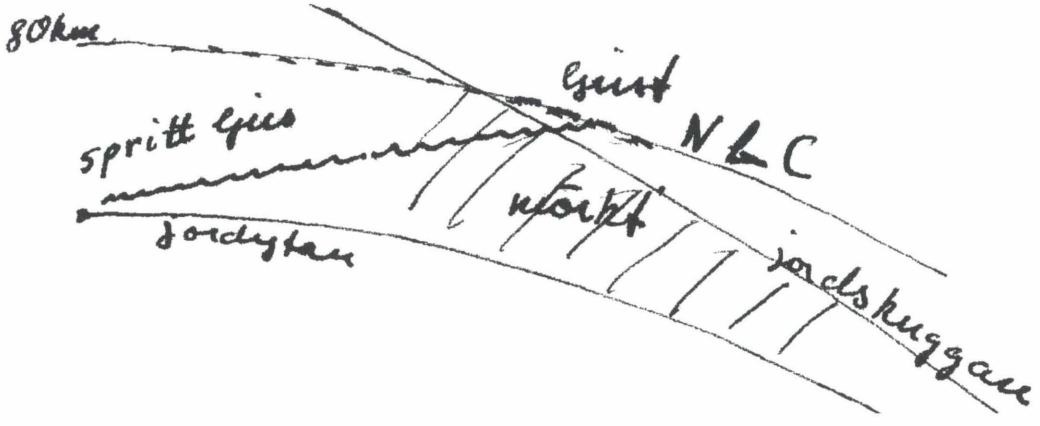
holms Högskola (Stockholms Universitet) förrän sommaren 1955 då professor Carl-Gustav Rossby (1898–1957) ledde en expedition till Östersund för att göra molnundersökningar med anknytning till konstgjort regn. Men de enda intressanta molnen under den vackra sommaren var de nattlysande! Expeditionen blev början på ett minst femtioårigt forskningstema vid MISU. Den unge forskaren Georg Witt (1930–) tog sig an uppgiften.

Markbaserade undersökningar har sina begränsningar, både när det gällde de nattlysande molnens egenskaper och temperatur och eventuella kondensationskärnor på 80 km höjd. Men med sondraketen blev nattlysande moln "forskningsbara", som en modern forskningsstrategisk term lyder.

KRONOGÅRD – SVENSK RYMDVERKSAMHETS VAGGA

Efter debaclet vid Nausta tog Rymdkommittén och MISU nya tag. Tillsammans med NASA och amerikanska flygvapnet lade man upp djärva planer på att ta reda på vad de nattlysande molnen egentligen består av och hur de bildas. Sommaren 1962 sändes fyra raketer av typ Nike-Cajun upp för att samla in partiklar

V Skiss av observationsgeometrin för nattlysande moln i brev från Georg Witt till Lars Rey den 30 december 1961.



från nattlysande moln. Startplatsen flyttades från Nausta till kronojägarbostället Kronogård strax utanför RFN:s skjutfältsgräns.

Flygvapnets geofysiska laboratorium utanför Boston tillhandahöll raketernas nyttolaster med insamlingsmekanism för molnpartiklarna. NASA levererade raketer, startramper och markstation för raketernas mätsignaler. Nyttolasterna innehöll också elektrondetektorer för Kiruna Geofysiska Observatoriums (KGO) räkning. Professor Sten von Friesen, för äldre läsare känd från tv-programmet "Fråga Lund", skickade med fotografisk film för att detektera kosmisk strålning. Rymdkommittén ansvarade för allt annat på den provisoriska lilla raketbasen: projektledning, fältarbeten, raketmontering, bärgning av nyttolasterna och inmätning av flygbanan med så kallade ljudmätteknik.

Av de raketer som avfyrades 7–31 augusti 1962 fungerade två bra och deras nyttolaster bärgades. De andra två slog ned utan att fallskärm eller "dykbromsar" löstes ut. I de bärgade nyttolasterna trodde man sig ha hittat några partiklar från nattlysande moln. Den överblivna Arcasraketen från 1961 sändes också upp – och fungerade bra, men talkmolnet såg inte ut som ett nattlysande moln, se bilden på sidan 18.

Redan 1961 diskuterade NASA och MISU att mäta temperaturen i atmosfären när nattlysande moln var synliga och när de inte syntes. Sommaren 1963 sändes därför nya raketer upp från Kronogård för att mäta temperaturen.

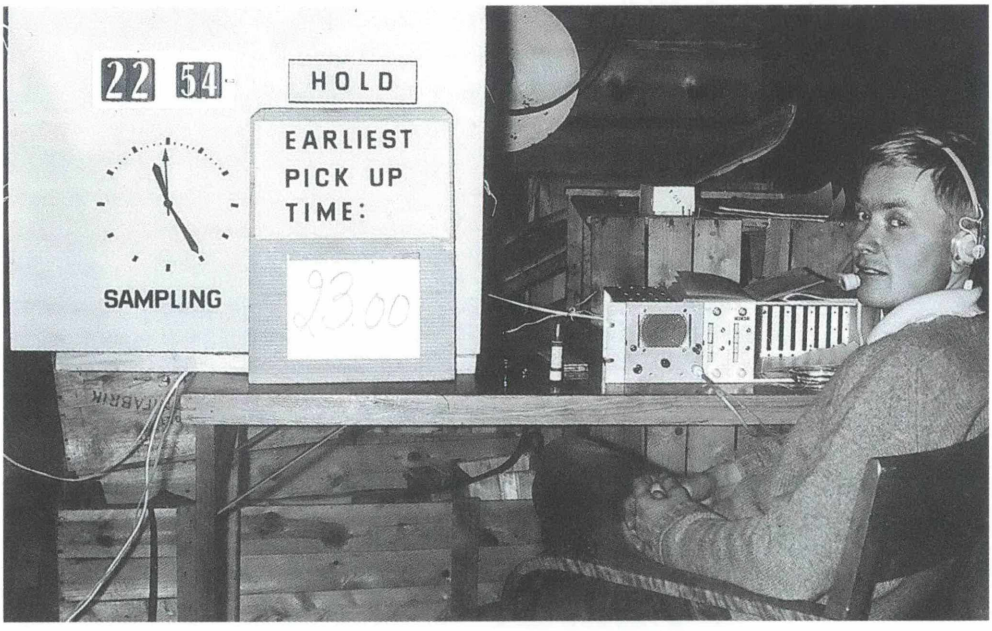
Man använde "ljudgranatmetoden" som bygger på att ljudhastigheten är proportionell mot den absoluta temperaturens kvadratrot.[8] Fyra Nike-Cajunraketer med vardera tolv sprängladdningar sändes upp 27 juli–7 augusti. På bestämda höjder under uppvägen sprängdes laddningarna. Då uppstod en ljusblixt, en ljudvåg och ett moln av gas och rök. Ljudets ankomsttider till marken registrerades av känsliga mikrofoner. Explosionens läge bestämdes när en fotocell i raketen detekterade ljusblixten samtidigt som en markstation bestämde raketens position med radiometoder. Genom att position och tid för explosionerna var kända kunde man bestämma såväl den genomsnittliga ljudhastigheten (och på så sätt temperaturen) som vindhastigheten mellan 45 och 95 kilometers höjd.

I november 1963 skickade MISU ut ett pressmeddelande om den gångna sommarens försök:

"[...] högre upp avtar temperaturen åter för att vid omkring 82 km nå ett minimum. Temperaturen har där i frånvaro av nattlysande moln befunnits vara −120°C [...]. I närvaro av nattlysande moln har dock temperaturen vid minimum varit −143°C. Detta torde vara det lägsta värde man någonsin har uppmätt i den fria naturen [...]."

Detta mätvärde stod länge i Guinness Rekordbok! Sommaren 1964 sändes både partikelinsamlings- och ljudgranatraketer upp från Kronogård. Temperaturmätningarna med ljudgranaterna bekräftade resultaten från 1963 medan partikelinsamlingen var svårtolkad.

V Klas Änggård, sedermera vice vd i Rymdbolaget sköter nedräkningsklockan under Kronogård 64. En stor del av den svenska personalen var teknologer, gymnasister, men också personal från olika myndigheter, bland annat FOA. Foto: Rymdbolaget, 1964.



SVERIGE GÅR MED I EUROPEISKT RYMDSAMARBETE

Den 14 juni 1962 undertecknade Sverige och åtta andra europeiska länder avtalet om rymdsamarbetet ESRO – the European Space Research Organisation. Att Sverige var med redan från början i det europeiska rymdsamarbetet kan nog till stor del förklaras av svenska politikers vilja att delta i ett viktigt europeiskt projekt som inte påverkade Sveriges utrikespolitiska neutralitet. Under förhandlingarna om ESRO hade en raketbas i Kiruna diskuterats. I mars 1964 fattades beslutet och Esrange började byggas.

"ÖKENVANDRINGEN"

Försöken i Nausta och Kronogård finansierades av forskningsråden utan särskilda medel från i statsbudgeten. Satsningen på rymdforskning var således en "forskarintern" prioritering. Men Rymdkommittén ville skapa en permanent organisation för rymdforskning med en egen budget och hade också uppdraget att lägga fram ett förslag om detta. Kommittén föreslog 1964 en årlig budget på 50 miljoner kronor – lika mycket som alla forskningsråd tillsammans. Regeringen avslog förslaget efter massiv kritik från många remissinstanser. Svenska rymdforskare fick nu nöja sig med att inom snåla ekonomiska ramar genomföra sin forskning genom ESRO.

Forskningsanslagen fördelades av "Forskningsrådens Rymdnämnd" och deltagandet i ESRO sköttes av en kommitté i kanslihuset. Rymdfrågorna var en ren forskningsangelägenhet och därför utbildningsdepartementets ansvar. Det skulle dröja ännu några år innan tanken om rymdteknikens värde för utvecklingen av svensk industri fick fäste i kanslihuset. Att ett industridepartement skapades 1969 bidrog till att rymdverksamhet blev en industripolitisk angelägenhet.[9]

Trots att idén om en svensk rymdforskningsorganisation fallit kunde den grupp som lett Nausta- och Kronogårdsförsöken fortleva som expertorgan för rymdnämnden och ESRO-kommittén. Gruppen blev en del av Teleutredningar AB, finansierades med bidrag från industrier som Saab och Ericsson och kallades Rymdtekniska Gruppen (RTG). Den bestod av nio personer med Lars Rey som förste chef. Under perioden 1964–1968 arbetade RTG med planering av framtida svenska raketkampanjer och säkerhetsutredningar kring etableringen av Esrange. Men rymdnämnden hade inte råd med nya nationella rymdprojekt. Därför kallas perioden 1964–1968 för "ökenvandringen".

Svenska rymdforskare var nu hänvisade till europeiska projekt för sin forskning i rymden. Men så småningom kunde ändå det första blygsamma nationella rymdprojektet efter Kronogård genomföras. Uppsala Jonosfärobservatorium[10] (UJO) hade byggt tre instrumentlaster för mätningar i den lägre jonosfären. RTG sände upp den första med en Boosted-Arcasraket från Esrange i oktober 1968. Den gav bra data, men slog ned utanför skjutfältet. Nästa raket sköts därför från den norska basen Andøya.[11] Där misslyckades det första skottet och det andra visade att rakettypen var instabil och fick skjutförbud.

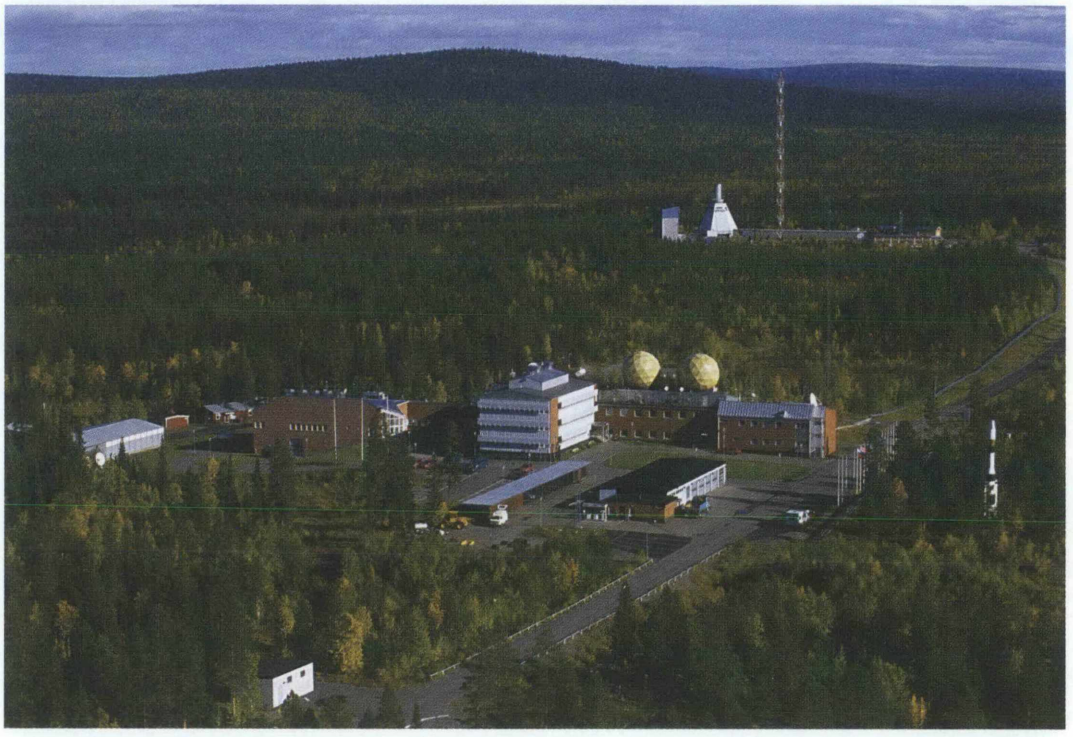
I början av 1969 genomfördes den andra svenska raketkampanjen från Esrange. På förslag från MISU och brittiska forskare sändes fyra ljudgranatraketer upp för att mäta vind och temperatur under den period då luftcirkulationen på hög höjd byter karaktär. "Twilightsonden" var fem små raketer som startade från Esrange under en och samma gryning i mars 1970 för att mäta hur elektrontätheten i jonosfären ändras när solen går upp. MISU och KGO stod bakom projektet.

Forskningsrådens rymdnämnd lyckades till sist, trots en pressad budget, starta det första större svenska nationella rymdprojektet – Norrskenssonden. Dess två raketer sändes upp från Esrange 1972 och 1973 med instrument från KGO, UJO och KTHs institution för plasmafysik. RTG ledde projektet och raketsonderna byggdes av Saab i Linköping. Denna arbetsfördelning skulle gälla i nästan tjugo år. Saab byggde de stora raketsonderna och det nybildade Rymdbolaget de små.

ESRANGE BLIR SVENSKT

När ESRO-fördraget skulle förlängas 1972 ville de stora länderna inrikta organisationen mot praktisk användning av rymdteknik och mindre mot ren rymdforskning, det vill säga forskning om och i rymden. ESRO beslöt därför upphöra med sondraketer. Svensk industris intresse för europeiskt rymdsamarbete ökade nu eftersom inriktningen mot praktiska rymdprojekt pekade mot kommersiella rymdsystem – en ny marknad för svensk industri. Industrin framförde sitt intresse till det nya industridepartementet. Samtidigt avgick forskningsrådens rymdnämnd i protest mot de njugga anslagen för nationella projekt.

Resultatet av denna krisartade process blev att Sverige fortsatte sitt engagemang i europeiskt rymdsamarbete, Esrange blev svenskt och drevs vidare av



Λ Raketbasen Esrange började byggas 1964. Huvudbyggnaderna i förgrunden. Foto: Rymdbolaget.

en mindre grupp länder. En myndighet, Rymdstyrelsen[12], bildades 1972 och dess förste chef blev expeditionschefen vid utbildningsdepartementet Jan Stiernstedt, en ämbetsman med en tydlig vision om svensk rymdverksamhet. Han efterträddes 1989 av den dynamiska astrofysikprofessorn Kerstin Fredga. Nuvarande generaldirektör är Per Tegnér.

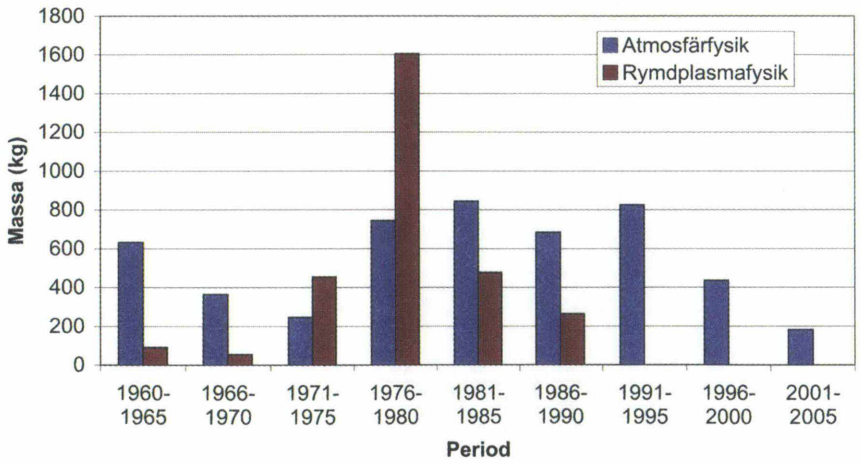
Rymdstyrelsen är en myndighet under näringsdepartementet Den har numera nästan 20 anställda, representerar Sverige i den europeiska rymdorganisationens beslutande organ och fungerar som ett forskningsråd för rymdforskare, det vill säga de som använder rymdfarkoster för sin forskning.[13]

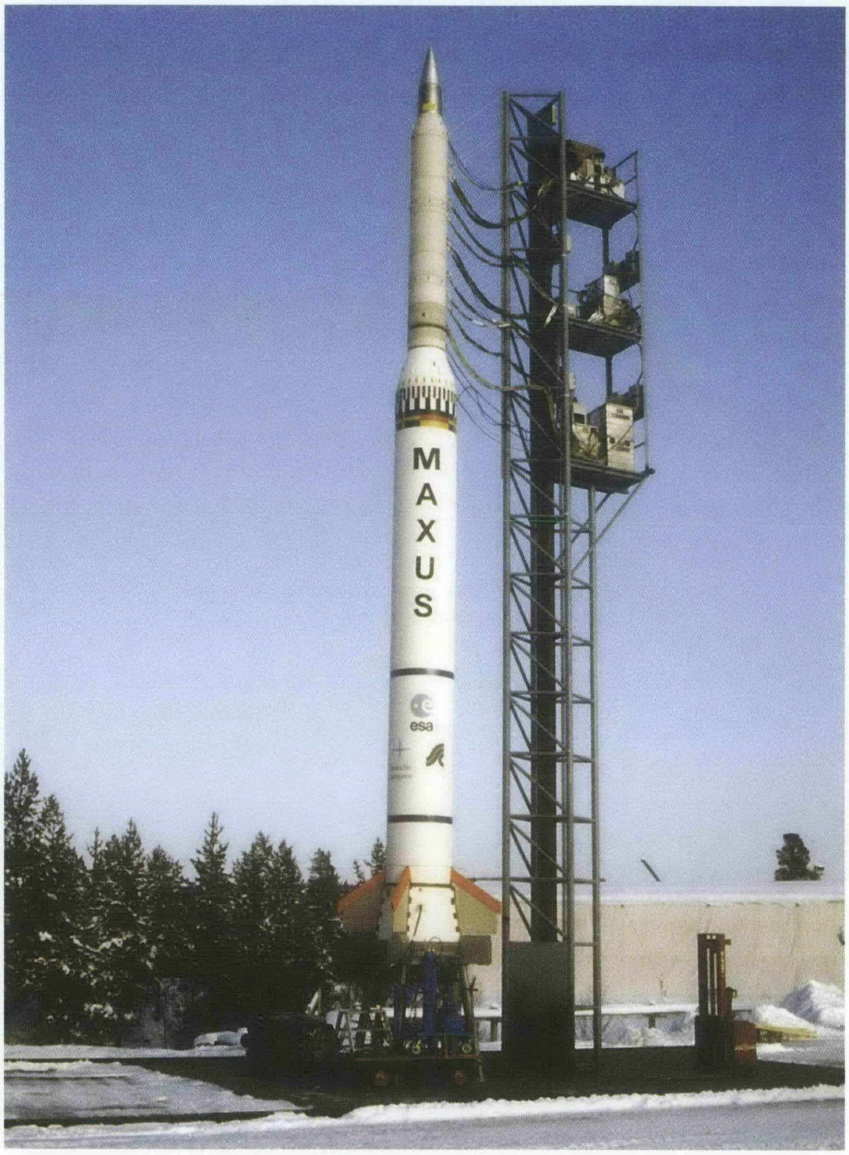
Samtidigt med den nya myndigheten inrättades ett statligt bolag, Rymdbolaget, för att bistå myndigheten med tekniska tjänster och för att driva Esrange. I bolaget ingick RTG i Solna och en försvenskad personalstyrka vid Esrange. Valet av organisationsform – en extremt liten myndighet (en anställd) och ett statligt bolag för att verkställa myndighetsbeslut berodde nog på att samarbetsavtalet om Esrange löpte på fem år och att en förlängning föreföll osäker.[14] På den tiden var det svårt att avveckla en myndighet, men inte ett bolag. Fredrik Engström, veteran från Nausta och Kronogård blev bolagets förste direktör, efter fjorton år efterträdd av Lennart Lübeck, också veteran från pionjäråren. Bolagets femte direktör, Lars Persson, tillträdde 2007.

SVENSK RYMDINDUSTRI ETABLERAS

I början av 1970-talet skulle det nya europeiska rymdsamarbetet (ESA[15]) besluta om nya program. USA erbjöd deltagande i de rymdprojekt som följde på den lyckade månlandningen. Det gällde det bemannade forskningslaboratoriet

Nyttolastmassa per forskningskategori i det svenska sondraketprogrammet




MAXUS
esa

Spacelab som skulle placeras i Rymdfärjans lastrum. ESA planerade bland annat satelliten OTS, för att lära europeisk industri bygga telesatelliter, vädersatelliten Meteosat och en egen europeisk satellitbärraket.

Under 1960-talet hade Europa utvecklat en egen satellitbärare, "Europa", ett projekt som Sverige inte deltog i. Men "Europa" fungerade aldrig. Det såg ut som om ESA och dess medlemsländer skulle få lita till amerikanska raketer för alla rymdprojekt. Men när några fransk-tyska telesatelliter skulle sändas upp med amerikanska raketer ställde USA som villkor att satelliterna inte användes kommersiellt. Då insåg ESA:s medlemsstater att man behövde en egen bärraket – det som skulle bli Ariane.

Spacelab var en engångsinsats och Rymdstyrelsen valde bort det till förmån för projekt som innebar serietillverkning i svensk industri. Motivet för att delta i ESA var inte främst rymdforskning utan möjligheterna till industriutveckling.

Saab fick uppdraget att leverera styrdatorn till Ariane och Volvo Flygmotor tillverkade raketens brännkammare. Sverige gick också med i Meteosat och OTS där Saab och Ericsson fick beställningar.

FORSKNING MED SONDRAKETER

När Esrange blev svenskt 1972 tog svensk forskning med sondraketer fart. Figuren Nyttolastmassa, sidan 31, visar hur de viktigaste disciplinerna utvecklades. Totalt har 5 000 kg instrument för atmosfärfysik och 3 000 kg instrument för rymdplasmafysik sänts upp.

För att kunna skjuta raketer högre än 300 km från Esrange lät Rymdbolaget Saab utveckla ett styrsystem, S-19, baserat på principen med nosroder. Systemet används även av NASA.

Sondraketprogrammet aktivaste period var 1976–1980 och dominerades då av rymdplasmafysik.[16] Sedan 1986 har inga svenska raketer för rymdplasmafysik sänts upp eftersom denna forskning flyttat över till satelliter och rymdsonder.[17] MISU använder fortfarande sondraketer för atmosfärforskning.

< Den 15 meter långa MAXUS-raketen för forskning i tyngdlöshet är den största raket som sänts upp från Esrange och den som nått högst (700 km) och burit störst last (800 kg). Foto: Rymdbolaget.

Forskning om inverkan av tyngdlöshet på fysikaliska och biologiska processer har också genomförts på Esrange. Sedan 1977 har Tyskland sänt upp ett fyrtiotal raketer för sådan forskning i sin Texus-serie. ESA har raketerna Maser och Maxus.

Maser har sänts upp tio gånger, ger sex minuters tyngdlöshet och levereras av Rymdbolaget. Maxus ger 13 minuter i tyngdlöshet, levereras av Rymdbolaget och det europeiska flygindustriföretaget EADS och använder en amerikansk raketmotor med fast bränsle och en styrautomat från Saab Space. Sju Maxus har sänts upp.

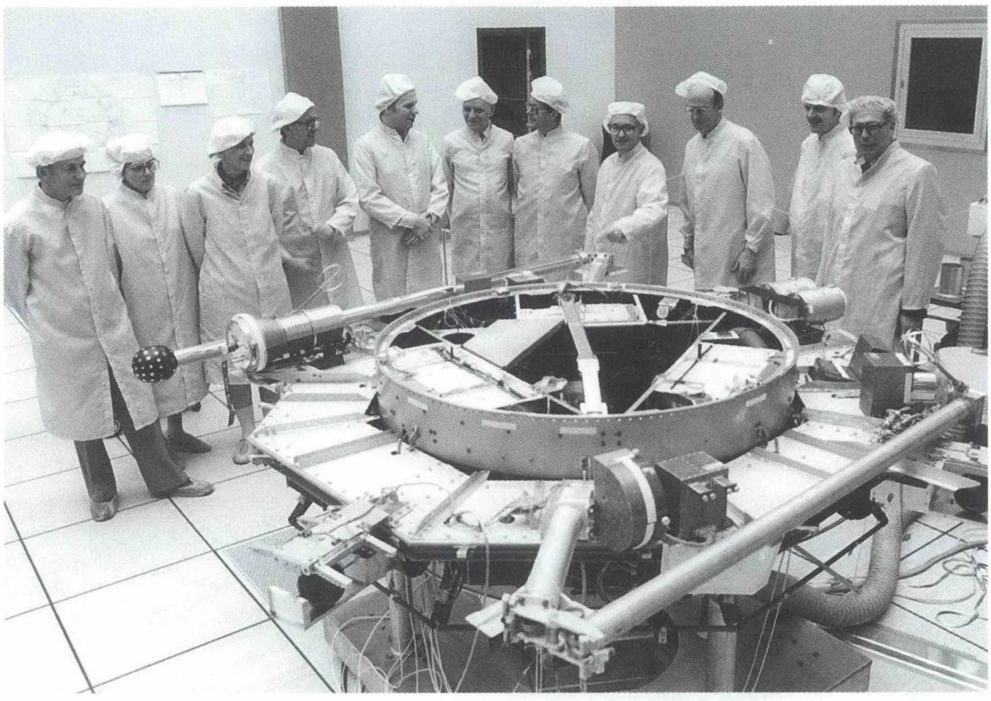
Raketnyttolaster för forskning i tyngdlöshet bärgas med fallskärm. För att återanvända instrument och spara pengar bärgas ofta även andra nyttolaster.

Fler än 550 ballonger har också startat från Esrange, främst för atmosfärforskning och astronomi. Svenska ballonger med infrarödteleskop för att studera stjärnbildning sändes upp med början 1985. Största ballongen hittills, 1,2 miljoner kubikmeter, lyfte ett NASA-teleskop i juni 2005.

RYMDLYFTET – VIKING OCH TELE-X

Vid 1970-talets slut genomgick svensk industri en kris. Flera branscher, till exempel varvsnäringen, kollapsade. Även råvarunäringarna hade problem. Regeringen lät amerikanska konsulter föreslå vilka åtgärder som kunde vidtas för att vända utvecklingen. De föreslog bland annat en utvidgad satsning på rymdteknik. Industriminister Nils Åsling följde rådet och stod bakom en helhjärtad satsning på kommersiell rymdteknik, informellt benämnd "Rymdlyftet" av de närmast inblandade. Det första projektet i denna satsning, forsningssatelliten Viking, beslutades 1980. Idén bakom Viking var att lära svenska rymdföretag, främst Saab och Rymdbolaget att genomföra ett satellitprojekt. Förhoppningen var att dessa kunskaper skulle komma väl till pass för att realisera det nordiska tv-satellitsystem, Nordsat, som i olika omgångar utreddes under åren 1975–1988.

Viking sändes upp den 22 februari 1986 med en Arianeraket från Kourou i Franska Guyana. Ombord fanns instrument för att utforska norrskenet från bland annat Sverige, USA, Kanada. Saab Scania var huvudleverantör i samarbete med Boeing. Projektet leddes av Rymdbolaget som styrde satelliten från Esrange.



^ Sveriges första satellit, Viking, var spinnstabiliserad, vägde 286 kg och sändes upp i en bana mellan 822 och 13 500 km höjd. Foto: Å Andersson, Saab Space 1983.

Nästa projekt inom "rymdlyftet" var Tele-X, en satellit för direktsänd tv och datakommunikation som var tänkt som ett förberedande prov för den planerade nordiska tv-satelliten Nordsat.

Tele-X finansierades till 85 procent av Sverige och till 15 procent av Norge och byggdes av franska, tyska och svenska företag under ledning av franska Aerospatiale[18] i Cannes. Saab och Ericsson byggde cirka 30 procent av satelliten. Saab levererade satellitens skrov och omborddator och Ericsson ansvarade för antennsystemet. De stationer på marken som använde satelliten utvecklades av Ericsson och Elektrisk Bureau i Norge. Rymdbolaget ledde även denna

gång projektet och styrde satelliten från Esrange. Tele-X sändes upp med en Arianeraket från Kourou den 2 april 1989 och användes till 1998.[19] Tidiga användare var de första sändningarna från TV4 och Aftonbladets fjärrtryckning.

I maj 1988, året före uppsändningen av Tele-X, hade planerna på Nordsat skrinlagts så Tele-X blev en fullt operativ satellit i stället för blott ett tekniskt prov. Efter uppsändningen togs driften av Tele-X över av Nordiska Satellitaktiebolaget (NSAB) bland vars ägare Rymdbolaget fanns. Tele Danmark[20] och Teracom har också varit delägare. NSAB köpte fler satelliter för att bygga ut sin service, främst i Nord- och Östeuropa. Satelliten Sirius W köptes 1993 "i rymden" från ett konkursbo. Sirius 2 och Sirius 3 beställdes från Aerospatiale18 respektive Hughes[21] och sändes upp 1997 och 1998. Visionen om ett nordiskt

V Tele-X vägde 1100 kg (tomvikt) och var 19 meter mellan solpanelspetsarna. Bild: Saab Space.



telesatellitsystem kan sägas ha realiserats, men inte på det sätt som Nordsat-förespråkarna[22] hade tänkt sig. NSAB heter nu SES Sirius och ägs till 75 procent av Luxemburgbaserade SES[23] Astra och till 25 procent av Rymdbolaget.

NEDSTRÖMS MED FJÄRRANALYS

Att använda bilder av jorden tagna av civila satelliter för att inventera jordens resurser i form av främst vegetation blev möjligt 1972. USA sände då upp den första "jordresurssatelliten" Landsat-1 som kunde avbilda jorden i flera delar av ljusspektrum med en upplösning av 80 meter (i senare satelliter förbättrad till 30 meter). En kommersiell "nedströms"-industri inom rymdbranschen – försäljning av information baserad på satellitbilder – låg inom räckhåll. Rymdstyrelsen inrättade en fjärranalyskommitté 1973. Målet var inte forskning utan främst "vardagsanvändning" av fjärranalys, särskilt satellitbilder. Satsningen på fjärranalys gällde hela näringskedjan; satellit i rymden, mottagningsstation på marken, en organisation för att sälja bilder och bearbetad information, utveckling av bildanalysmetoder.

Under 1978 gick Sverige med i det franska jordobservationssatellitprojektet SPOT med ett bidrag på fyra procent av kostnaden. I gengäld fick Saab leverera utrustning till satelliterna och Rymdbolaget fick rätt att ta ner bilder i Kiruna och sälja dem till slutanvändare. Satellitbild (se nedan) fick också uppdrag från den franska rymdstyrelsen[24] att skicka styrkommandon, ta emot data om satellitens funktion och stora mängder bilddata – en viktig inkomstkälla. SPOT hade bättre upplösning (tio meter "svart-vitt") än Landsat och därför var användarintresset för SPOT stort. Redan 1978 byggdes en markstation för Landsat på Esrange. Kunden var ESA som byggde upp ett bildarkiv för studier av förändringar i till exempel beskogning, skördeutfall och miljöskador. Rymdbolaget bildade 1982 Satellitbild i Kiruna AB för fjärranalys i "industriell skala". Med Rymdstyrelsens stöd utvecklade Rymdbolagets teknikcentrum i Solna analysmetoder för satellitbilder som användes operativt, bland annat PC-systemet EBBA[25] – ett billigt användarverktyg för bearbetning av satellitbilder.

I början användes Landsatdata som bas för produkterna, men från 1986, då SPOT-1 sändes upp den 22 februari, fanns SPOT-bilder att tillgå. Satellitbild och franska SPOT Image var enda distributörer av SPOT-data. Satellitbild fick

en "flygande start" genom att vara först med att få fram bilder av den i april 1986 havererade kärnreaktorn i Tjernobyl.

Ett problem för kommersialiseringen av fjärranalys var att länder som hade råd att köpa satellitbildsprodukter inte behövde dem eftersom dessa länder var väl kartlagda medan fattiga länder som verkligen behövde informationen inte hade råd med den. Satellitbild genomförde många projekt i utvecklingsländer finansierade av Världsbanken och SIDA, till exempel kartläggningen av markanvändningen i Filippinerna med SPOT-data. Marknaden för satellitbildsprodukter var således inte riktigt kommersiell. Förhoppningen var att ökande upplösning hos civila satelliter skulle öppna nya marknader till exempel genom att satellitbilder skulle kunna konkurrera med flygfotografering. Men någon stor tillväxt i branschen har inte inträffat. År 2000 sålde Rymdbolaget all satellitbildsverksamhet till Metria.

Civila observationssatelliter är fortfarande i stor utsträckning en sorts allmän nyttighet på samma sätt som vägar och vattenledningar. Deras betydelse för forskning och övervakning av miljö och klimat är numera självklar. Många drivs som ett mellanting mellan forskningssatelliter och operativa system. De kommersiella satelliter som trots allt finns har ofta stora statliga kunder – underrättelseinhämtning "på entreprenad". Att ta emot data från satelliter och leverera dem till satellitägare är emellertid en tjänst som kan drivas kommersiellt. Sedan 1978 har många antenner satts upp vid Esrange och betjänat ett femtiotal satelliter. Rymdbolaget sköter också ESA:s markstation för observationssatelliter i Salmijärvi – 7 km från Esrange.

SVENSK RYMDINDUSTRI IDAG

Beslutet 1972 om en svensk rymdorganisation och deltagande i ESA innebar starten för utvecklingen av den rymdindustri som sysselsätter ungefär 1 000 personer i Sverige och 200 anställda vid dotterbolag i Europa. Saabs rymdverksamhet i Göteborg inriktade sig tidigt mot ombordelektroniksystem medan verksamheten i Linköping till en början gällde sondraketprojekt. Ericsson utvecklade delar till telesatelliters kommunikationsutrustning i Mölndal. Volvo Aero i Trollhättan fick en roll i produktionen av brännkammare till Arianeraketen.

Volvo Aero tillverkar fortfarande delar till brännkammare och pumpar till Ariane-

5-versionen. Dessa produkter, som hör till det man ofta kallar komponentnivån i ett rymdprojekt, tillverkas med avancerad teknik som tillförs företagets kärnverksamhet – leverans av delar till jetmotorer och underhåll av dessa. Volvo Aeros rymdverksamhet sysselsatte under 2006 ungefär 120 personer.

Saabkoncernen satte rymdverksamheten på bolag 1983 i Saab Space. Det var en konsekvens av rymdprojektens mer kommersiella inriktning och även förhoppningen att Saabs stora roll i det då nystartade telesatellitprojektet Tele-X skulle leda till omfattande leveranser till kommersiella telesatelliter. Varken Ericsson eller Volvo valde att bolagisera sin rymdverksamhet. Rymdprojekt sågs bland annat som en källa till avancerad teknik som kunde tillämpas i dessa företags huvudsakliga produktsegment.

Nittiotalet innebar ett kraftigt uppsving för kommersiella rymdprojekt, särskilt satelliter för direktsänd tv. Det är en viktig bakgrund till att Ericssons rymdverksamhet slogs ihop med Saab Space 1992. Bolaget fick namnet Saab Ericsson Space. Ericsson Microwave blev delägare. När Saab nyligen köpte Ericsson Microwave återtog bolaget namnet Saab Space. Bolaget inriktar sig på "apparatnivån" i rymdprojekt och har som affärsidé att vara en oberoende underleverantör till flera huvudleverantörer. Bolaget levererar omborddatorer och datahanteringssystem till bärraketer och satelliter och mikrovågselektronik till telesatelliter. I Linköping tillverkas system för separation av satelliter från bärraketer och även skrov till rymdfarkoster. Saab Space har över 500 anställda och äger Austrian Aerospace.

Rymdbolaget startade med en liten grupp ingenjörer från RTG i Solna och ungefär trettio anställda vid Esrange. Verksamheten hade då tre delar; rådgivning åt Rymdstyrelsen, ledning av nationella sondraketprojekt och driften av Esrange. I slutet av 1970-talet började Esrange också ta emot data från satelliter, skicka kommandon till och styra dem. Tjugofem år senare sysselsätter denna verksamhet huvuddelen av personalen där. Verksamheten i Solna växte vid 1970-talets slut från att genomföra sondraketprojekt till att också leda satellitprojekten Viking och Tele-X. Från 1988 har bolagets teknikcentrum i Solna också utvecklat små satelliter. Därigenom har Rymdbolaget, till skillnad från andra stora svenska rymdföretag, en stor verksamhet på "systemnivån" i rymdprojekt. Bolaget har inte längre några myndighetsuppgifter.

Men Rymdbolaget har också satsat på "nedströmsaffärer", det vill säga användningen av rymdsystem. Verksamheten kring fjärranalys har redan beskrivits liksom engagemanget i telesatellitoperatören SES-Sirius. Rymdbolaget äger ett tyskt bolag för driftstöd till satelliter och två svenska utvecklingsbolag kring satellitframdrivning och mikromekanik. Rymdbolaget har över 400 anställda.

SATELLITPROJEKTEN FREJA, ASTRID, MUNIN, ODIN

Nästa projekt efter Viking för svenska rymdplasmaforskare var tänkt att bli ESA:s Clustersatelliter, men det skulle dröja till långt in på 1990-talet.[26] För att "fylla luckan" startades Sveriges tredje satellitprojekt, FREJA, som också gällde norrskensforskning. Det genomfördes i samarbete med Tyskland och Kanada med en mycket ansträngd budget. Rymdbolaget utarbetade därför en metod att utveckla satelliter med en mycket liten organisation. Tolv personer hos Rymdbolaget och FFV Aerotech i Arboga ansvarade för konstruktion, sammansättning och provning. Därför kostade FREJA cirka 100 miljoner kronor jämfört med 230 miljoner för Viking. FREJA sändes upp från Kina den 6 oktober 1992.

Därefter följde tre små satelliter för att prova nya instrument för rymdplasmafysik. Rymdbolaget byggde Astrid-1 och Astrid-2 som vägde ungefär 30 kg och sändes upp med ryska raketer 1995 och 1998. Institutet för Rymdfysik i Kiruna byggde 6-kilossatelliten Munin, som sändes upp från USA år 2000.

De effektiva utvecklingsmetoderna från FREJA användes också för Sveriges mest avancerade forskningssatellit, Odin. Den sändes upp den 20 februari 2001 med uppgift att undersöka ozonlagrets kemi och hur stjärnor bildas. Båda disciplinerna använder ett radioteleskop för frekvenser nära 500 GHz. Satelliten kan riktas mot himlen med stor noggrannhet – bättre än 10 bågsekunder. Odin sändes upp från Ryssland och finansierades av Sverige, Frankrike, Kanada och Finland.

Rymdbolaget var huvudleverantör och utvecklade den centrala elektronikenheten. Teleskopets reflektor, som avviker från ideal form med mindre än 20 µm,

> Raketen Långa Marschen 2C med Freja startklar i Gobiöknen. Artikelförfattaren tillsammans med den kinesiska projektledaren Wang Fuzhu. Freja var spinnstabiliserad, vägde 214 kg och fungerade 1471 dagar. Foto: Rymdbolaget 1992.


CZ-2C
中國航天
CZ-2C
96 8 26



^ Odinsatelliten och delar av projektteamet i monteringshallen vid den ryska raketbasen Svobodnyj inför uppskjutningen med raketen Start-1. Odin väger 242 kg och går i en bana på 600 km höjd. Projektet startade 1990. Foto: Rymdbolaget.

utvecklades av Saab Space som också monterade och provade satelliten samt skrev programvaran för lägesstyrning[27]. OmniSys Instruments i Göteborg utvecklade bland annat autokorrelationsspektrometern, radioteleskopets hjärta. ACR i Trosa levererade bland annat satellitens skrov.

Odin är fortfarande i juli 2007 i drift. Modeller för hur stjärnor bildas har reviderats tack vare data från Odin. Ozonmätningarna är unika och satelliten har kartlagt moln i stratosfären av betydelse för klimatet.

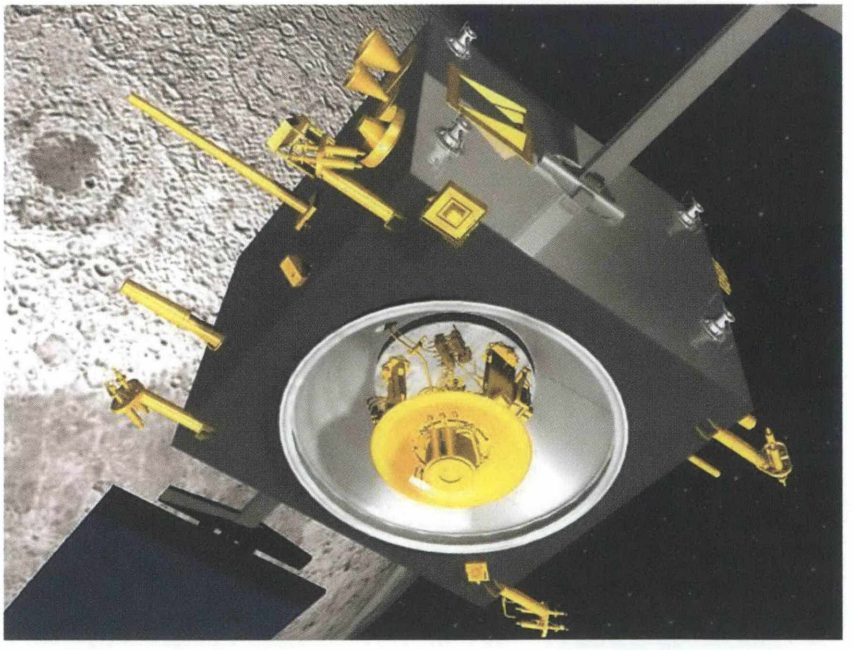
MÅNSONDEN SMART-1, MÄSTARPROV FÖR SVENSK RYMDINDUSTRI

I mitten av 1990-talet ville ESA bygga en liten farkost, SMART-1, för att prova en elektrisk raketmotor för färder till andra himlakroppar. En sådan motor acce-

lererar elektriskt laddad gas med hjälp av elektriska och magnetiska fält. Energi för att accelerera gasen levereras från solpaneler. Endast drivgasen xenon behöver medföras. Dragkraften är mycket låg (70 mN) men eftersom energin kommer från solen är tekniken extremt effektiv. Därför är den intressant för rymdsonder till planeter som det kräver mycket energi att nå.[28]

Med Viking, Freja, Astrid och Odin utvecklade svensk rymdindustri förmågan att bygga rymdsystem mycket billigare än med traditionella ledningsmetoder. Denna förmåga intresserade ESA som ville pröva en egen variant av NASA:s lågkostnadsfilosofi "Faster, Better, Cheaper".[29] I mars 1997 föreslog därför ESA Rymdstyrelsen att svensk rymdindustri skulle få ansvaret för SMART-1.

V Den elektriska raketmotorn drev SMART-1 till månen. Farkostens inriktning i rymden mättes med stjärnkameror och gyron och styrdes med svänghjul. SMART-1 hade en hög grad av autonomi vilket minskade personalkostnaderna vid ESA:s driftcentral i Darmstadt. Bild: Rymdbolaget.

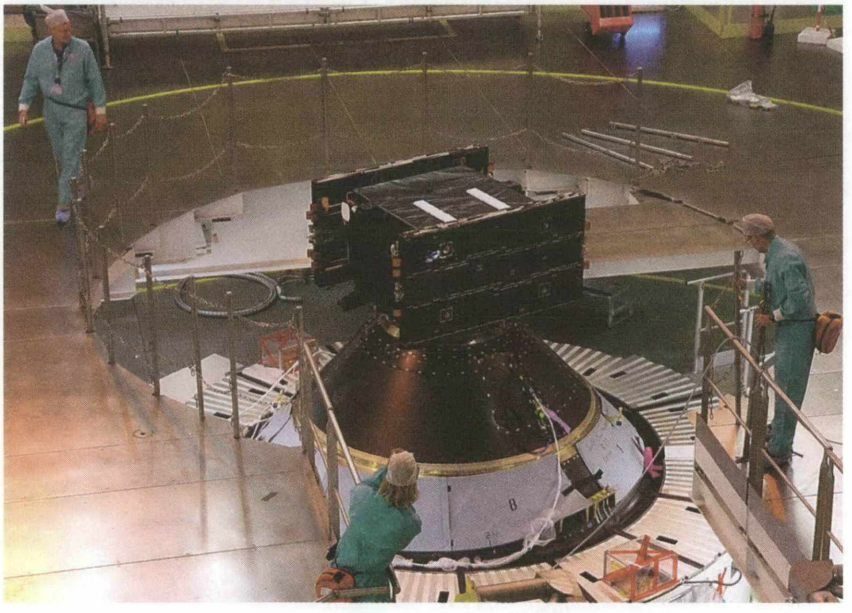


Rymdbolaget fick huvudansvaret för projektet och 1998 bestämde ESA att en färd till månen skulle räcka för att prova tekniken.

Rymdbolagets projektteam, som störst 75 personer, konstruerade också farkostens centrala elektronikenhet och programvaror för lägesstyrning och felhantering. Saab Space levererade antenner och de termiska filtar som reglerade farkostens temperatur, tillverkade viss elektronik och kablaget. Företaget monterade ihop farkosten i Linköping och genomförde provningsprogrammet. OmniSys utvecklade elkraftsystemet.

SMART-1 sändes upp från Kourou den 28 september 2003.[30] Det gick åt 65 kg xenon för att ge det hastighetstillskott på 12 600 km/h som tog farkosten från en bana runt jorden till en bana runt månen.[31] SMART-1 kom fram till månen den 15 november 2004. Med 17 kg xenon sänktes banan för att passa under-

V Europas första månsond SMART-1, 367 kg tung, monteras på Ariane-5 i Kourou. Solpanelerna (här ihopvikta) genererade 2 kilowatt. SMART-1 var ett mästarprov för svensk rymdindustri. Foto: Rymdbolaget.



sökning av månen med digitalkamera och spektrometrar för infrarött ljus och röntgenstrålning. Jordens och solens dragningskraft fick till slut SMART-1 att slå ned på månen – i Förträfflighetens Sjö klockan 0742 svensk sommartid den 3 september 2006. Ett teleskop på Hawaii observerade nedslaget som troligen skapade en tio meters krater i måndammet.

Svensk rymdverksamhet hade kommit långt – hela vägen till månen på de 45 år som gått sedan den lilla raketen från Nausta! Som om inte denna framgång var bekräftelse nog på att den svenska rymdsatsningen varit lyckad sändes den förste svenska astronauten, Christer Fuglesang, ut i rymden ombord på den amerikanska rymdfärjan Discovery på morgonen den 10 december 2006 – Nobeldagen. Men det är en annan historia.

NOTER

1 Sverker Sörlin & Otto Fagerstedt, *Linné och hans apostlar*. Stockholm: Natur och kultur/Fakta etc., 2004, s 42.
2 Committee on Space Research.
3 Forskarintressena representerades av Hannes Alfvén, Olof Rydbeck (skapare av Råö rymdobservatorium), Nicolai Herlofson (professor i Elektronfysik vid KTH), Bertil Lindblad (professor i astronomi i Lund), Bert Bolin (professor i meteorologi vid Stockholms Universitet). Sekreterare var docent Ernst-Åke Brunberg, en medarbetare till Hannes Alfvén. Bengt Hultqvist vid Kiruna Geofysiska Observatorium i Kiruna var ständigt adjungerad. På 1950-talet var Hannes Alfvén en nytänd stjärna på forskarhimlen som gav kosmologi och rymdplasmafysik den teoretiska bas som senare gav honom Nobelpriset.
4 Nils-Henrik Lundquist (generaldirektör för FOA, Försvarets Forskningsanstalt) och Håkan Sterky (generaldirektör för Televerket).
5 "Kampanj" är en term som betyder en serie uppsändningar av forskningsraketer för ett särskilt forskningsprojekt.
6 Nyttolasten är den del av ett raketekipage som inte har med dess framdrivning att göra men som däremot utför det nyttiga arbete som är ändamålet med uppskjutningen. Nyttolasten innehåller t.ex. forskningsinstrument och stödutrustning för instrumentlasten som fallskärm och radiosändare.
7 Partiklarna är ca 0,1 µm stora.
8 Mäts i K (Kelvin) från absoluta nollpunkten vid −273,15° C.
9 Vid den här tiden infördes termen rymdverksamhet som samlingsterm för rymdforskning, rymdteknik och praktisk användning av rymdsystem.
10 Vid denna tid en del av FOA, senare en del av Institutet för Rymdfysik.
11 Vid norska atlantkusten vid 69° 04' N, 15° 32' Ö.
12 Ursprungligen statens delegation för rymdverksamhet. Omdöpt till Rymdstyrelsen i början av 1990-talet. Kallas i fortsättningen för Rymdstyrelsen.
13 Astronomer som använder teleskop i rymden får anslag från Rymdstyrelsen, men inte de som använder teleskop på marken.
14 Avtalet har förlängts under 35 år.
15 Europas rymdsamarbete döptes om till ESA – European Space Agency.
16 Institutet för rymdfysik i Uppsala och Kiruna samt KTHs avdelning för rymdplasmafysik stod för instrumentbygge och publicering av resultat. På den tiden hette verksamheten i Uppsala Uppsala Jonosfärobservatorium (UJO) och Kirunadelen Kiruna Geofysiska Institut (KGI).
17 En rymdfarkost som färdas till en annan himlakropp.
18 Numera Thales Alenia Space.
19 Detta var 50 procent längre livslängd än i kravspecifikationen.
20 Numera TDC.
21 Fullständigt namn Hughes Space & Communications. Sedan år 2000 Boeing Satellite Systems.

22 Nordsat var tänkt som ett gemensamt ägt system för att utväxla existerande public service-tv mellan Sverige, Norge, Danmark och Finland.
23 Société Européene de Satellites.
24 CNES, Centre National d'Etudes Spatiale.
25 EBBA = Enkel BildBearbetningsApparat.
26 De fyra Clustersatelliterna förstördes 1996 då raketen havererade. Nya satelliter sändes upp lyckosamt 2000.
27 Systemet för styrning av rymdfarkostens inriktning i förhållande till stjärnhimlen eller jorden. På engelska kallas det för "attitude control" och använder gyron sol-, jord- och stjärnsensorer för att bestämma farkostens inriktning. För att styra inriktningen används små raketmunstycken eller svänghjul vars rotationshastighet kan varieras och då vrider sig rymdfarkosten i motsatt riktning mot det ökande eller minskande varvtalet.
28 Till exempel Merkurius, den planet som ligger närmast solen.
29 NASA:s chef Dan Goldin införde denna policy 1994 för att få ned höga kostnader för rymdforskningsprojekt.
30 Starten skedde den 27 september 2003 kl 2314 UT, UT= Världstid, tidigare Greenwich Mean Time, GMT = Svensk tid –1 timme. I Sverige var det redan den 28 september.
31 Begynnelsebanan var en så kallad geostationär transferbana. En bana med topphöjden på geostationär höjd, den höjd där en satellit har 24 timmars omloppstid och förefaller stå stilla i förhållande till jorden om banan ligger rakt över ekvatorn. SMART-1:s begynnelsebana hade en lägsta höjd på 671 km och en högsta på 35827 km och lutade 6,8 grader mot ekvatorsplanet.

REFERENSER

Svensk politik kring rymdfrågorna under perioden fram till 1972 finns utförligt redovisad i Jan Stiernstedts bok *Sverige i rymden. Svensk rymdverksamhet 1959–1972*. Solna: Rymdstyrelsen, 1997.

Utvecklingen av svensk rymdindustri i början av 1970-talet behandlas i den historiebok författad av Stefan Zenker som Rymdbolaget gav ut vid sitt 25-årsjubileum, *Space is our place. SSC 1972–1997. A personal memoir on the occassion of the 25th anniversary of Swedish Space Corporation*. Solna: Swedish Space corp., 1997. Zenkers bok är också den hittills mest kompletta historien om svensk fjärranalys.

De mycket invecklade turerna kring projekten Nordsat och Tele-X finns mycket ingående beskrivna i Nina Wormbs doktorsavhandling *Vem älskade Tele-X? Konflikter om satelliter i Norden 1974–1989*. Hedemora: Gidlund, 2003. En kortversion av avhandlingen finns i Nina Wormbs artikel Satellit-tv – innan vi hade den, se *Dædalus 2006*.

De detaljerade tekniska uppgifterna om raketförsöken i Nausta och Kronogård såväl som senare raket- och satellitprojekt kommer direkt från Rymdbolagets dokumentarkiv och från Sven Grahns och Claes-Göran Borgs bok *The sky is not the limit. SSC and the Swedish space effort*. Stockholm: Svenska rymdaktiebolaget, 1983. Boken skrevs inför Rymdbolagets tioårsjubileum 1982.

Uppgifterna om Svenska Interplanetariska Sällskapet är hämtade från en artikel av Åke Hjertstrand i tidskriften *Astronautik* 1958 som finns i Tekniska museets bibliotek.