

Sandra Lindström

Rymdverksamhet vid FOI



TOTALFÖRSVARETS FORSKNINGSINSTITUT

Systemteknik
172 90 Stockholm

FOI-R--0867--SE

Maj 2003

ISSN 1650-1942

Underlagsrapport

Sandra Lindström

Rymdverksamhet vid FOI

Systemteknik
172 90 Stockholm

R-serierapport (öppen rapport) levereras enligt lagen om pliktexemplar till alla universitetsbibliotek samt Kungl. Biblioteket. Dessutom levereras ett exemplar till Riksdagsbiblioteket.

Omslagsbild

Titel: Reflexionsnebulosa i Orion

"NGC 1999 är ett exempel på en reflexionsnebulosa. NGC 1999 befinner sig nära den kända nebulosan i stjärnbilden Orion, ungefär 1500 ljusår från Jorden, ett område i vår vintergalax där nya stjärnor bildas aktivt. Likt dimman runt en gatulampa så lyser en reflexionsnebulosa endast på grund av att ljuset från en inbäddad källa kastar ljus över dess stoft. Nebulosan själv sänder inte ut synligt ljus."

NASA center: Hubble Space Telescope Center

Sammanfattning

Denna rapport utgör en sammanfattning av en inventering av rymdverksamhet vid FOI. Syftet med denna sammanställning är att klargöra för FOIs uppdragsgivare vilka verksamhetsområden inom begreppet rymd där FOI har kunskap och kompetenser. En annan anledning är att upplysa medarbetare på FOI om vilka projekt som pågår så att dubbelarbete kan undvikas vilket förhoppningsvis också kan stärka samarbetet inom FOI på rymdområdet.

För att få en överblick av verksamheten inleds rapporten med FOIs historiska rymdverksamhet. Det konstateras att FOI, dåvarande FOA, har varit verksam inom området allt sedan den första artificiella satelliten Sputnik-1 sköts upp 1957. FOA har bland annat sysslat med satellitbanberäkningar, bildbehandling av satellitdata, studier av utnyttjande av satelliter vid verifikation av avtal och studier av hot mot satellitkommunikation. I rapporten listas rapporter och artiklar på området för den intresserade. Vid FFA startade den rymdrelaterade verksamheten 1967 och sedan dess har det bland annat utförts vindtunnelprov av farkoster eller delar av farkoster, utredning av en olyckshändelse med rymdflygplanet X-15, problemlösning kring vibrationer i raketerna och deltagande i projekt relaterade till rymdfarkoster.

Inventeringen av nuvarande rymdverksamhet (1995-2003) som skickades ut i form av ett frågeformulär till alla institutioner på FOI vände sig till alla som har jobbat eller jobbar med rymdrelaterade frågor såsom rymdfysik, satellitdata, satellitstruktur, länken mellan satellit och markstation, markstation och så vidare. Undersökningen visade att pågående rymdrelaterad verksamhet täcker in utveckling av framdrivningssystem och drivämnen, forskning kring lasertändsystem av explosivämnen för separationsanordningar, laserkommunikation, haveriutredning av Ariane 5-raketen, studier för Försvarsmakten relaterat till nyttan av satellitsystem i det nätverksbaserade försvaret, analys kring störning av navigeringssystem och studie av samverkande satelliter.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	3
1 Varför inventering av rymdverksamhet?.....	5
2 Tidigare rymdverksamhet vid FOI.....	6
2.1 Rymdanknuten verksamhet vid FOA/FOI	6
2.1.1 Verksamhetshistoria	7
2.1.2 Rapporter och artiklar i urval	8
2.2 Tidigare rymdverksamhet vid FFA	12
3 Sammanfattning av rymdinventering vid FOI.....	16
3.1 Högfrekvent miljö	19
3.2 Utrustning för luftdatamätning	19
3.3 Drivämnen till satelliter och raketer	20
3.4 Verksamhet relaterat till uppskjutningar	21
3.5 Retrokommunikation	22
3.6 Haveriutredning	24
3.7 Jonosfärmodifiering	24
3.8 Studie rymdrelaterade system och rymdtillämpningar för NBF	25
3.9 Störning av navigeringssystem	26
3.10 System av små samverkande satelliter	28
3.11 Arbetsgrupper och kompetensgrupper inom verksamhetsområdet rymd	29
4 Diskussion och analys	30

I Varför inventering av rymdverksamhet?

Denna rapport är sammanställd för att klargöra de olika rymdrelaterade områdena som FOI berör i sin verksamhet och forskning. Det finns i huvudsak två anledningar till denna inventering, dels att ta reda på vad FOI har för kunskaper och kompetenser på rymdområdet, dels att undvika att dubbelarbete och överlappning utförs i de olika FOI-projekten.

Först ges en överblick av tidigare rymdverksamhet vid FOI i avsnitt 2, här listas rymdrelaterade aktiviteter genom åren på FOA och FFA och det tas också upp några exempel på rapporter och artiklar som har skrivits på dessa områden.

Sedan följer en sammanfattning av pågående rymdrelaterade projekt på FOI i avsnitt 3. Denna sammanfattning baseras på det frågeformulär som skickades ut till alla institutionschefer på FOI i februari 2003 och lades ut på intranät i två veckor. Här har endast tagits med verksamhet som är aktuell, det vill säga om informationen bedömts höra till tidigare verksamhet så tas den upp i avsnitt 2 och om informationen har beskrivits som "förslag till kommande aktiviteter" så tas det inte upp här.

Till sist sammanfattas rapporten i avsnitt 4 "Diskussion och analys".

2 Tidigare rymdverksamhet vid FOI

Här tas upp tidigare rymdverksamhet på FOI. Avsnitten är uppdelade efter aktiviteter på FOA respektive FFA.

2.1 Rymdanknuten verksamhet vid FOA/FOI

FOAs rymdverksamhet startade genast efter uppskjutandet av Sputnik-1, med rapporter om satellitbanberäkningar. Detta ledde så småningom till ett datorprogram för satellitbanspår.

Som första forskningsinstitution i landet började FOA med datoriserad bildbehandling. Detta var 1972 efter uppskjutningen av Landsat-1¹ när digitala bilddata på magnetband blev tillgängliga. Som en följd av detta blev FOA involverad i nedrustnings- och verifikationsforskning där satellitbilder kunde utgöra ett medel att utföra övervakningen. Åren kring 1980, med början 1978, var FOA med i FN-studien om ISMA (International Satellite Monitoring Agency). Tio år senare, 1988 deltog FOA i en svensk studie för Utrikesdepartementet (UD) som handlade om en verifikations satellit.

Åren strax efter 1990 stödde FOA-experten UDs deltagande i FNs nedrustningskonferens i Genève om förhindrandet av en kapprustning i rymden. Det som studerades var möjligheterna att övervaka rymden, d.v.s. objekt i omloppsbana runt jorden och aktiviteter som sker där, med olika tekniska system. Redan åren före hade studier av rymdrättsaspekter påbörjats. I samband med allt detta insågs hotet med den stora, och ökande, mängden av rymdskrot i omloppsbanan runt jorden.

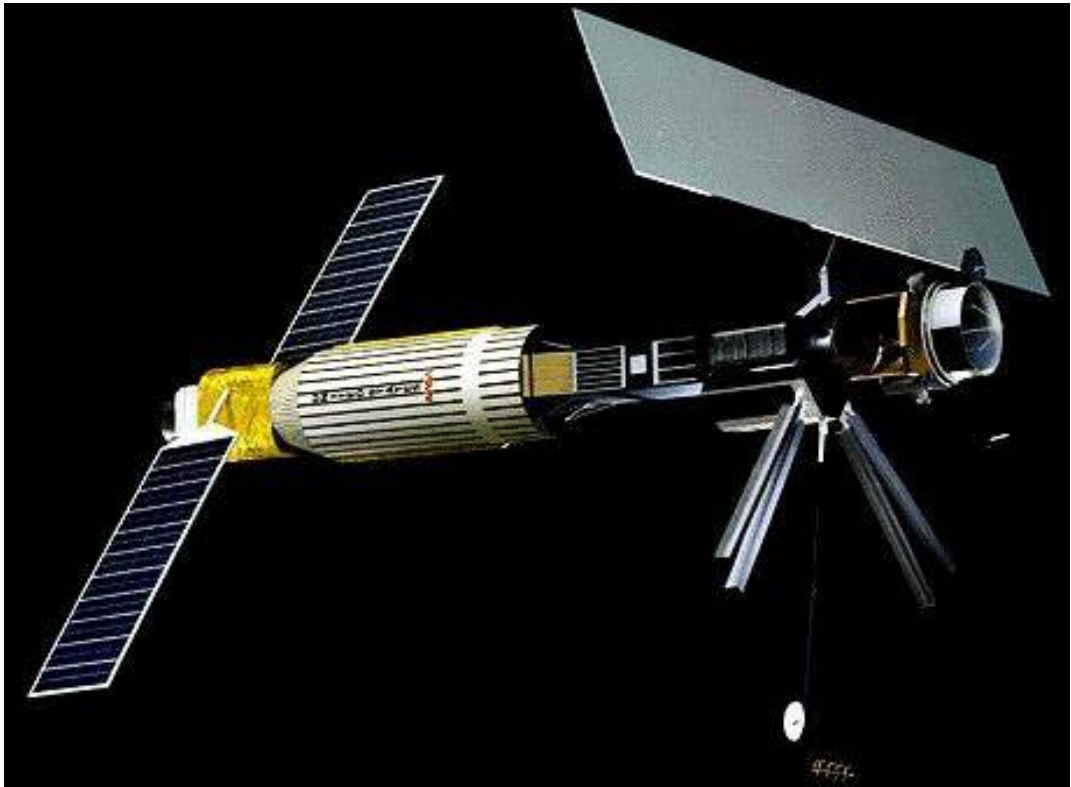
Omkring 1985 startade utvecklandet av en SAR-processor (Synthetic Aperture Radar) som testades på SEASAT-data, se Figur 1. I början av 1990-talet deltog FOA i BEERS (Baltic Experiment for ERS-1²) som syftade till att ta fram system för nära realtidsbehandling av bilddata från ERS-1 för isbrytare.

I mitten av 1990-talet gjordes en studie om störhot mot satellitkommunikation och mot slutet av 1990-talet gjordes tester av prestandan hos GPS- och GLONASS-mottagare³.

¹ Landsat-1 tillhör serien "Earth Resources Technology Satellite" (ERTS), den användes för fjärranalys och ägs av NASA, GSFC.

² ERS-1 står för European Remote Sensing Satellite, en fjärranalyssatellit som ägs av ESA.

³ GLONASS Global Orbiting Navigation Satellite System, den ryska motsvarigheten till GPS (Global Positioning System).



Figur 1. Seasat var den första satelliten med en SAR-sensor för fjärranalys, foto NASA JPL.

Undervisning för Militärhögskolan (MHS) har getts och ett par kurser har också tagits fram på FOA för just MHS. Begränsad utbildningsverksamhet har för övrigt också förekommit. För spridning av kunskap om militär rymdteknik har också många artiklar skrivits för tidskrifter med i första hand syfte att nå ut till officerare. I publikationen "Teknisk prognos" har dessutom rymdteknik förekommit regelbundet i olika skepnader. Dessutom har deltagande skett i många studier där rymdteknisk kunskap har efterfrågats.

2.1.1 Verksamhetshistoria

- 1957 - 1992: Allmän följning av rymdverksamhet, speciellt militär
- ca 1980: Satellitbanberäkningsprogram
- 1972 - 1992: Satellitbildbehandlingsforskning
- 1975: Studie om användning av spanings satelliter för FM
- 1978 - 1982: Studier om övervakningssatellit för FN
- ca 1985: SAR-forskning startar med utvecklandet av SAR-processor som testades på SEASAT-data
- 1986: Medverkan i studie av signalspanings satellit (SIS) för FM

- 1987 - 1988: Deltagande i studie av verifikationssatellit för UD (Tellus-studien)
- 1988: Medverkande i studie av brevduvesatellit (COMSENS-studien)
- 1990 - 1993: Medverkan i FNs nedrustningskonferens angående kapprustning i rymden
- 1992 - 1993: Medverkan i arbetsgrupp inför Kungliga krigsvetenskapsakademiens seminarium om satellitkommunikation för Försvaret
- Raketmotorer (attitydstyrningsmotorer) för Astrid-satelliten
- 1993 - 1994: Medverkan i framtagningen av FM grundsyn SATKOM (Satellitkommunikation)
- 1995 - 1997: Anordnande och hållande av kurser för MHS
- 1995 - 1999: Medverkan i Ag SATKOM

2.1.2 Rapporten och artiklar i urval

- 1959: Amerikanska rymdstyrelsens organisation och program för de närmaste 10 åren (FOA A 2064)
- 1966: Satellitspaning - del 1: Den konventionella fotospaningsteknikens möjligheter (FOA A 2442-274)
- 1971: Översikt av utvecklingen på spanings satellitområdet (FOA A 2545-M6, E1)
- 1973: Stormakternas vakande rymdögon (FOA B 2045-E1)
- 1976: Militära satelliter. Satelliten som observationsplattform (FOA B 30017-E1)
- 1977: Forest inventory and land use mapping by automatic classification of digital MSS-data from satellite and aircraft (FOA B 30023-E1)
- 1979: Metodstudie inom satellitmeteorologi (FOA D 30115-E1)
- 175 dygn i Saljut-6 och andra aktuella sovjetiska rymdhändelser (FOA C 30176-F4)
- 1980: Rymdstationen Saljut-6 under tiden 19 augusti 1979 - 30 juni 1980 (FOA C 30206-F4)
- 1981: Computer simulation of satellite imagery (FOA C 30212-E1,T3)
- Rymdstationen Saljut-6 under tiden 1 juli 1980 - 23 mars 1981 (FOA C 30218-F4)
- 1982: ASAT-studie (FOA 1-PM till UD)

- En studie av kryptering vid satellitkommunikation (FOA C 30300-E1)
- Turbidity mapping of Swedish coastal water from satellite data (FOA C 30311-E1)
- Kommunikation via satellit ger snabb, världsvid täckning (FOA-tidningen 1982:2:21-23)
- Satellitesystemen oundgängliga civilt och militärt och spelar en säkerhetspolitiskt viktig roll (FOA-tidningen 1982:2:11-15)
- Stor positionsnoggrannhet, hög tillgänglighet, väderberoende och god ekonomi kännetecknar satellitnavigeringssystemen (FOA-tidningen 1982:2:24-27)
- Svensk rymdverksamhet viktig del i europeisk satsning (FOA-tidningen 1982:2:08-10)
- Astronomiska summor satsas på rymdverksamhet (FOA-tidningen 1982:2:06-07)
- Forskning om vår egen jord, kommunikation och fjärranalys - tillämpningar av rymdtekniken (FOA-tidningen 1982:2:47-53)
- Lasern - rymdens vapen? (FOA-tidningen 1982:2:30-32)
- Rymdåldern - De första 25 åren (FOA-tidningen 1982:2:02-05)
- Rymdkolonisatorernas århundrade (FOA-tidningen 1982:2:70-75)
- Rymdtekniken del i hotbilden (FOA-tidningen 1982:2:67-69)
- Rymdtekniken en maktfaktor internationellt (FOA-tidningen 1982:2:63-67)
- Satellitesystemen oundgängliga civilt och militärt och spelar en säkerhetspolitiskt viktig roll (FOA-tidningen 1982:2:11-15)
- Utvecklingen inom rymdtekniken styrs av militära satsningar (FOA-tidningen 1982:2:38-45)
- 1983: Studie om försvarstillämpning av satelliter (Hemligt material)
- Studie om användning av satelliter i nedrustningssammanhang (Hemligt material)
- Bearbetning av bilddata från observationssatelliter (Hemligt material)
- Placering av militära sensorer i civila svenska satelliter (Hemligt material)
- 1984: Optiska sensorer i satelliter (FOA D 30313-E1)
- FOA framtidssyn: delområde rymdteknik (FOA A 30034-E1)

- 1985: Digital signal processing for spaceborne synthetic aperture radar (FOA C 30381-E1)
- Satellit med radar kartlägger jordytan (FOA-tidningen 1985:1:02-05)
- An international and regional satellite monitoring agency (FOA B 30089-T3)
- 1986: Militära rymdsystem (Hemligt material)
- Rymdteknikens militära utveckling och dess konsekvenser för Sverige (FOA B 30100-3.3) (MILINF 86, session 09A1/B1, s. 35-42)
- Stjärnornas krig - Slagfält bland stjärnorna (Elteknik med aktuell elektronik, Nr 14 (1986) s 32-43)
- 1987: High Resolution Satellite Imagery Simulation (FOA C 30462-3.3,9.3)
- ISSA - Internationellt rymdövervakningsorgan (FOA D 30482-3.3)
- Framtida tillverkning i rymden? (FOA-tidningen 1987:2:24-28)
- Elektronisk spaning från rymden (FOA-tidningen 1987:3:15-16)
- 1988: Övervakning av rymden för uppmätning av satelliter och deras banparametrar (Hemligt material)
- Bekämpning av fasta mål med hjälp av satellitnavigeringsstöttade TN-styrda robotar (Hemligt material)
- Multinationell verifikationssatellit? (FOA C 10312-9.3) (FOA CH 10046-9.3 Avhemligad 1988-09-13 Dnr 88-4658/6)
- Minimum Number of Satellites for Periodic Coverage (FOA C 30511-9.4)
- Satellite verification in nuclear test ban monitoring (Ingår i: Nuclear test ban verification)
- 1989: Verification of Outer Space Treaties by an ISSA (FOA B 30139-9.4)
- Definition av avbildningsprestanda vid satellitövervakning, modeller och simuleringar (FOA C 30493-9.4)
- Teknik för fred och försvar (FOA D 30536-3)
- Re-entry hazards and Cosmos 1900 (FOA C 30535-9.4)
- Militär rymdteknik under stark utveckling: Geostationär satellit kan "se" en tredjedel av jordytan (FOA-tidningen, 1989:2/3:27-28)
- 1990: Satellite Imagery Detection of Preparations for Underground Nuclear Explosions (FOA C 30560-9.4)
- Militär och säkerhetspolitisk användning av rymdteknik (FOA C 30587-9.4)

- 1991: Space Weapons Monitoring (FOA B 30258-9.4)
Image Resolution and Information Acquisition (FOA C 30620-9.4)
- 1992: Monitoring Threats to Satellite Functions (FOA C 30647-9.4)
Prospects of Verifying Space Weapons Treaties (FOA B 30290-9.4)
Skrot i rymden - fara för satelliter (FOA B 30270-9.4) (Forskning och framsteg, nr 1, 1992, s. 4-9)
1993: Confidence-Building Measures as Means for Enhancing Space Security (FOA B 30325-9.4)
Rymdskrot. Ett hot mot rymdverksamheten (FOA B 30326-9.4)
Satellitnavigeringssystemet GPS (FOA C 20931-2.1)
Utvärdering av GPS för positionsbestämning (FOA D 30701-3.3)
- 1994: ST CORENA (Hemligt material)
Rymdteknik i Frankrike (Sveriges Tekniska Attacheer. Utlandsrapport Frankrike 9402)
Militär Satellitkommunikation - Rymdsegment och utvecklingstendenser (FOA B 30355-9.4)
- 1995: Rymdteknik och vårt framtida försvar (FOA-R--95-00097-9.4--SE)
System för upptäckt av ballistiska robotar (FOA-R--95-00168-9.4,3.3--SE)
Störhot mot satellitsamband (Hemligt material)
Störhot mot satellitkommunikation (FOA-R--95-00142-3.6--SE)
GPS: Global positioning system (FOA-D--95-00163-3.3--SE)
Satsning på rymdteknik (FOA-tidningen, 1995:1:23)
- 1996: Framtida militär rymdteknisk användning (FOA-R--96-00245-408,503,9.4--SE)
Simulering av interfererande signaler i direktsekvenssystem med inriktning mot GPS (FOA-R--96-00254-3.6--SE)
Internationell Rymdverksamhet - en studie av ESA:s verksamhet i ett globalt perspektiv (FOA-R--96-00241-1.2--SE)
- 1997: En experimentell jämförelse av standard differentiell GPS och en metod baserad på relativ GPS: statistiska mätningar av positionsnoggrannhet (FOA-R--97-00533-314--SE)
Nationen som byggde Sputnik har förlorat pengar, folk och kosmodromer (FOA-tidningen 1997:4:28-30)
- 1998: Prov med GPS/GLONASS (FOA-R--98-00957-616--SE)

- Kriget om navigationen - Fördelar och risker med GPS (FOA-tidningen 1998:5:20-22)
- 1999: Militära aspekter på satelliter integrerade i mobila datakommunikationsnät (FOA-R--99-01228-504--SE)
- 2000: Rymdvapen och åtgärder mot satelliter (FOA-R--00-01456-201--SE)
Framtida system för spaning från satellit (FOA-R--00-01463-201--SE)
Störning av navigeringssystem (FOA-R--00-01670-616--SE)
- 2001: Rymd och försvar (FOI-R--0188--SE) eller på engelska Space and defence (FOI-R--0765--SE)
Utnyttjande av satelliter för kommunikation i den nya krigföringen (FOI-R--0284--SE)
Utnyttjande av kommersiella fjärranalyssatelliter för DBA-ändamål (FOI-R--0172--SE)
Satellitbaserad radionavigering (FOI-D--0023--SE)
- 2002: Rymden är värd att försvara (Framsyn, 2002:1, 32-34)

2.2 Tidigare rymdverksamhet vid FFA

Rymdverksamheten vid det som tidigare var FFA går tillbaka till 1967 och projektet Jabiru som innebar vindtunnelprov i syfte att studera värmeöverföring i höga hastigheter. All rymdanknuten verksamhet vid FFA har berört atmosfären relaterat till rymdfärder och en stor del har varit vindtunnelprov av farkoster eller delar till farkoster.

Under 1968 genomfördes en utredning av en olyckshändelse med det amerikanska rymdflygplanet X-15 där X-15A-2 vid en fart av Mach 6.7 tappade en attrapp av en scramjetmotor⁴. Orsaken till olyckan visade sig vara de oerhört höga temperaturer som uppstod då två olika tryckvågor från scramjetmotorn och dess upphängning samverkade på ett destruktivt sätt.

Sedan 1970 har olika arbeten gjorts kring problem kopplade till vibrationer i bakkroppar på raket. Detta arbete har fortsatt fram till idag när arbetet i huvudsak avser Ariane 5 raket.

Under de senaste 15 åren har FFA deltagit i ett antal olika projekt som på olika sätt berör föreslagna rymdfarkoster. Det är t ex rymdfärjan Hermes (1987), det tyska två-stegsrymdskeppet Sänger (1991) och EXTV, ett av tolv europeiska koncept av ett rymdflygplan som skulle kunna både starta och landa för egen maskin. Av dessa olika europeiska projekt har dock inget realiserats.

⁴ Händelsen återges kortfattat i Levine, The Missile and Space Race, 1994.



Figur 2. Cassinisystemet, foto NASA JPL.

FFA har också arbetat med vindtunnelprov vid sex olika tillfällen på rymdfarkosten X-38 som var avsedd att användas som räddningsfarkost från den internationella rymdstationen, ISS. Dock avbröts även X-38-projektet innan det var färdigt.

Ett projekt med tydligt forskningsmål som FFA deltagit i är Cassini-Huygens-sonden, en sond som följer med rymdfarkosten Cassini, se Figur 2, på sin väg genom solsystemet. Huygenssonden skall landsättas på Saturnus måne Titan. FFAs arbete bestod i att i vindtunnel testa de egenskaper hos sonden som krävs för att inträda i Titans atmosfär som huvudsakligen består av kväve och metan⁵.

⁵ Uppgifterna om Titan är hämtade ur Lademann, Atlas över Universum, 1991.

FFAs uppgifter som försöksanstalt med kommersiella kunder i betydligt större utsträckning än FOA har inneburit att verksamheten vid FFA mer har haft karaktären av "prov och försök", se Tabell 1, till skillnad från FOAs mer forskningsinriktade verksamhet. FFAs verksamhet mot kommersiella kunder innebär också att det inte finns rapporter som beskriver resultaten av projekten tillgängliga i samma utsträckning som från FOA.

Tabell 1. FFAs experimentella rymdverksamhet

År	Projekt	Beställare och samarbetspartner
1967	Jabiru	RAE, FFA
1968	X-15	FMV
1970-	Bakkroppar	FMV, FFA
1987-93	Hermes	Dassault
1987-89	Alex	Dassault
1990	Maxus	Rymdbolaget
1991	XSB3 (Vega)	BPD Difesa e Spazioi
1991-92	Sänger	MBB
1993-94	Cassini- Huygens	Aerospatiale, FFA
1993-95	Greta	Rymdbolaget, FFA
1993-97	7°-kon	Rymdbolaget, FFA
1994	Hygrosond	MISU, Rymdbolaget, FFA
1994-96	ARD	Aerospatiale, ESTEC, FFA
1996-99	Flow Separation Control External Expansion Nozzle	VAC, ESTEC (GSTP2), FFA
1997	CTV	Aerospatiale
1997	X-CRV (X-38)	ESTEC (GSTP 2)
1997	Ariane-5	ESTEC (GSTP 2)
1998-99	EXTV	ESTEC (GSTP 2)
1998	X-38	Dassault, ESA, NASA, FFA

År	Projekt	Beställare och samarbetspartner
1999	X-38	Dassault, ESA, NASA, FFA
2000-01	Generic Ariane-5 test I	ESTEC, CNES, SNECMA/SEP
2001-01	Dynamic Test of GSTP nozzle	EADS Launch Vehicles
2001	X-38	Dassault, ESA, NASA, FOI
2002	Generic Ariane-5 Test II	ESTEC, CNES, SNECMA/SEP
2003-	Hot Plumes Testing	FOI
2003	Generic Ariane-5 Test III Dynamic Test of GSTP nozzle.	ESTEC, CNES, SNECMA/SEP

3 Sammanfattning av rymdinventering vid FOI

Syftet med denna inventering var att skapa en bild över vad det finns för rymdrelaterad verksamhet på FOI. Inventeringen riktade sig till alla på FOI som har jobbat eller jobbar med rymdrelaterade frågor såsom rymdfysik, satellitdata, satellitsensorer/plattform, länk mellan satellit och markstation, marksegment etc.

I undersökningen frågades det efter:

1. Vilket FOI-projekt som berör den rymdrelaterade verksamheten.
2. Av vilken karaktär rymdverksamheten är - t.ex. analys av data/information, utredning, utveckling av hårdvara, utveckling av mjukvara etc.
3. Vem uppdragsgivaren är.
4. En kortfattat beskrivning av uppgiften såsom syfte, mål och eventuellt resultat.
5. Titel och sammanfattning på skrivet material i projektet.

Resultatet av de tre första frågorna är sammanställt i Tabell 2. Mer utförliga beskrivningar av projekten och i viss mån titlar på rapporter finns beskrivet i avsnitten 3.1 till 3.10. Innehållet i avsnitten varierar till följd av att mer eller mindre information om projekten har skickats ut från de olika institutionerna.

Tabell 2. Sammanställning av inventeringen "Rymdverksamhet på FOI 2003".

Kontakt	Projekt - År	Uppdragsgivare	Arbetets karaktär
Bengt Lundborg Ledningssystem	"HF – miljö" – 1999. (Avsnitt 3.1)	Försvarmakten	Studera vågutbredning i jonosfären genom teoriutveckling och mätverksamhet i internationella samarbeten.
Per Ohlin Flygteknik FFA	"Utrustning för luftdatamätning som piggyback på hygrosond (Esrangle)" - 1994-1995. (Avsnitt 3.2)	Rymdbolaget	Utveckling av hårdvara
Bengt Eiderfors Vapen och skydd	"Utveckling av framdrivningssystem fas II" - pågående verksamhet. Har sedan 1995 haft flertalet projekt med anknytning till rymdverksamhet. (Hemligt material)	Rymdbolaget (Esrangle)	Bl. a. framtagning av miljövänligt bränsle för satelliter, provningar av satellitmotorer och livslängdsprovningar av komponenter för raketmotorer m.m.
Niklas Wingborg Vapen och Skydd	Flertal projekt gällande drivämnen till satelliter och raketer men också forskning kring lasertändsystem av explosivämnen för tex. separationsanordningar till raketer - pågående verksamhet. (Avsnitt 3.3)	Försvarmakten, Rymdbolaget, Rymdstyrelsen och ESA/ESTEC	Ta fram och utveckla nya drivämnen till satelliter och raketer. Tillverkning av små raketmotorer till satelliten Astrid
Stefan Wallin Flygteknik FFA	Ett flertal projekt relaterat till uppskjutningar dvs. passagen genom atmosfären till/från omloppsbanan och för civila tillämpningar. Ingen pågående verksamhet, projekten ligger mellan 1990-2000. (Avsnitt 3.4)	ESA, Rymdstyrelsen och Volvo Aero	Beräkningar, mätningar, modellering och analys av begrepp relaterade till uppskjutningar

Kontakt	Projekt - År	Uppdragsgivare	Arbetets karaktär
Johan Öhgren Sensorteknik	"Retrokommunikation" och "Undervattens-kommunikation" - pågående verksamhet. (Avsnitt 3.5)	Framförallt Försvarmakten och FMV	Behandlar retrokommunikation med fri laserstråle genom luftrummet med olika slags modulatorer. Demonstratorer är under konstruktion och ska visas upp innan årsskiftet.
Anders Blom Flygteknik FFA	Haveriutredning av Ariane 5 raketerna samt lett Welding Task Force med översyn av defektproblem i munstycket till Vulcain-motorn - pågående verksamhet. (Avsnitt 3.6)	Arianespace	Analys av flight data, genomgång av dimensioneringsunderlag, studier av experimentella data och beräkningsmodeller. Översyn av produktionsprocess vid Snecma, Astrium och Volvo Aero
Peter Krylstedt Systemteknik	Del av andra projekt såsom "Icke akustiska metoder" och "Ledningsstödsystem" - under 2001-2002. "Icke linjär dynamik och olinjär signalbehandling" - 1997-2000. (Avsnitt 3.7)	Försvarmakten och FMV	Teoriutveckling, prediktering, modellering och experimentell verksamhet relaterat till jonofärmodifiering.
Lars Høstbeck Systemteknik	"Studie rymdrelaterade system" och "Rymdtillämpningar för NBF" - pågående verksamhet. (Avsnitt 3.8)	Försvarmakten och FMV	Kunskapsuppbyggande, utredande verksamhet för Försvarmakten
Bengt Boberg Systemteknik	"Störning av navigeringssystem" - har pågått sedan våren 1999. (Avsnitt 3.9)	Försvarmakten och FMV	Algoritm-utveckling
Ulf Ekblad Ledningssystem	"S4" (System av små samverkande satelliter) - 2002-2003. (Avsnitt 3.10)	FMV	Studie av området, möjlighetsanalys, framtagande av idéer och förslag till närmare studier av någon delmängd.
Leif Festin Ledningssystem	"SIS mot militära och civila kommunikations-system" - pågående verksamhet. (Hemligt material)	Försvarmakten	Studie av satellitkommunikations-system med avseende på risk att själv utsättas för signalspaning (SIS).

3.1 Högfrekvent miljö

Vid avdelningen för Ledningssystem har ett projekt behandlat HF (kortvåg) som möjliggör långräckviddig kommunikation utan att behöva någon infrastruktur för detta. Projektet "HF- miljö" undersökte kortvågskommunikation på höga latituder, framför allt problem kopplade till rymdvädret. Projektet byggde upp en unik databas över kortvågskanalens egenskaper på höga latituder, samt lämnade underlag till ny NATO-standard för störningståliga vågformer för kortvågskommunikation.

För bakgrundsinformation och försvarsnytta för projektet följer ett utdrag ur slutmemot FOA dnr 99-5621/L, 1999-12-21:

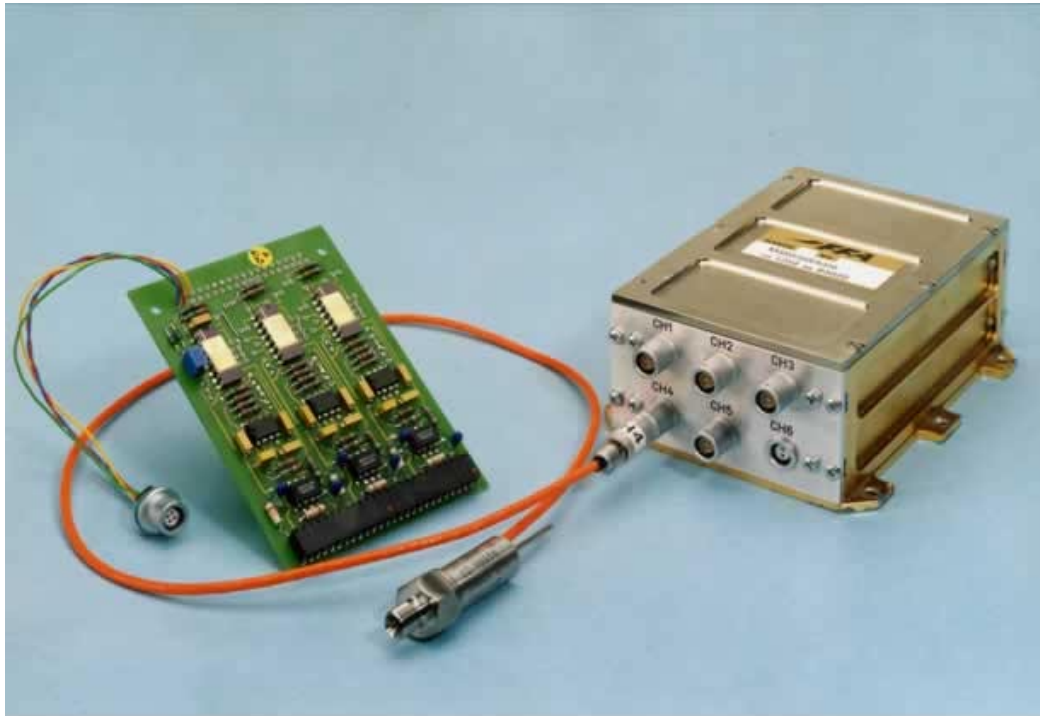
"Vågutbredning på HF (High Frequency, även benämnt kortvåg = 3–30 MHz) sker via reflektion i jonosfären till avstånd långt bortom horisonten. Jonosfären utgörs av skikt i höjdområdet 80 till 1000 km av delvis joniserad atmosfär – fria elektroner och joner som skapas främst av UV-strålningen i solljuset. Utbredningen sker med låga förluster och vågorna kan efter markreflektion åter reflekteras i jonosfären och därmed ge global täckning. HF är unikt genom att det erbjuder långräckviddigt samband utan mellanliggande infrastruktur som kablar, länkar eller satelliter. HF-kommunikation stödjer alltså scenarier där ledning sker i områden som man inte har kontroll över och är därigenom en viktig komponent i sambandet för underrättelseförband, marinen, räddningshelikoptrar och internationella insatsstyrkor.

Jonosfären är emellertid ett dynamiskt medium som uppvisar stora variationer – delvis förutsägbara – med det geografiska läget, tiden på året och dygnet samt läget i den elvaåriga solfläckscykeln. Ovanpå detta förekommer störda tillstånd utlösta av utbrott på solen som når oss via rymdvädret. På våra latituder uppträder dessutom nattetid uttunnningar och irregulariteter i jonisationen. Störningarna yttrar sig i ökad absorption, dispersion och Dopplerspridning av signalerna, samt mindre tillgängligt frekvensområde.

Av ovan nämnda orsaker har HF ibland problem med tillgängligheten och begränsas också av låg kapacitet jämfört med andra moderna kommunikationsnät. Tyngdpunkten på forskningsinsatserna inom projektet ligger därför på att kartlägga jonosfärkanalens egenskaper med syfte att kunna förbättra tillgängligheten, kapaciteten och robustheten för HF-system."

3.2 Utrustning för luftdatamätning

Ett projekt som FFA bidragit till är Hygrosond, ett samarbetsprojekt mellan MISU, Rymdbolaget och FFA. Sondens uppgift är att mäta innehåll av vattenånga i rymden. FFAs del bestod i konstruktion och prov av det luftdatasystem som mäter tryck, sann anfallsvinkel och temperatur upp till ca 100km höjd. Utrustningen var med på minst en uppskjutning men bärgades oskadd och finns kvar, se Figur 3.



Figur 3. Utrustning för luftdatamätning tillverkad på FOI – avdelningen för Flygteknik, FFA

3.3 Drivämnen till satelliter och raketer

Institutionen Energetiska material, tillhörande avdelningen Vapen och skydd, arbetar med nya drivämnen till raketer och satelliter vilket är något som ibland glöms bort när det gäller diskussioner rörande nya satelliter. Hydrazin är idag det absolut vanligaste drivämnet. Tyvärr är det giftigt, flyktigt, cancerogent och frätande. Det finns således en vilja att hitta något bättre. När det gäller livslängden på satelliten är den ofta begränsad av mängden drivmedel. 50% bättre drivmedel kan därför innebära 50% längre livstid och därmed mycket stora kostnadsbesparingar. Det är inte ovanligt att mängden drivämne i satelliten uppgår till hälften av satellitens vikt. Att försöka hitta bättre drivämnen är således av mycket stort intresse. Annan rymdrelaterad forskning på institutionen är lasertändsystem av explosivämnen. Sådana tändsystem är mycket intressanta i separationsanordningar till raketer.

När det gäller flytande drivämnen till satelliter har institutionen utvecklat ett drivämne som har 50% bättre prestanda än hydrazin och betydligt mindre farligt att hantera. Rymdstyrelsen och Volvo satsar nu tillsammans ca 20 miljoner för att kunna använda dessa.

När det gäller fasta drivämnen till raketer arbetar institutionen med en oxidator som heter ADN. ADN-baserade drivämnen ger bättre prestanda än de som används i dag och producerar ingen giftig eller frätande saltsyra vilket är fallet vid uppskjutning av rymdfärjan eller Ariane-raketen. Det har gjorts en studie i samarbete med Holland för att jämföra ADN med en annan oxidator (HNF). Detta arbete finansierades av ESA/ESTEC. Resultatet visade att ADN är att föredra framför HNF.

Nedan är en kort lista på rymdrelaterad verksamhet på institutionen Energetiska material de senaste åren. I slutet finns även en lista på några patent:

- Comparative study of the properties of ADN and HNF. FOA-R—00-01423-310—SE. June 2000. Niklas Wingborg (FOA) and Michel van Zelst (TNO), Scientific Report.
- ADN based liquid monopropellants. FOA-RH-99-00430-310. April 1999. Niklas Wingborg.
- ADN-BASED MONOPROPELLANTS-A GREEN PROPELLANT CANDIDATE, K. Anflo, T.A. Grönland, N. Wingborg. 4th Int. Green Propellant Space Propulsion Conference, ESA/ESTEC 20-22 June 2001.
- Development and testing of ADN-based monopropellants in small rocket engines
- K. Anflo, T. A. Gronland and N. Wingborg. AIAA Paper 2000-3162.. 36th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference and Exhibit, Huntsville, AL, July 16-19, 2000

Patent och patentapplikationer relevanta för framdrivning av satelliter där FOI är ensam uppfinnare eller uppfinnare tillsammans med andra:

- Dinitramide based liquid mono-propellants WO 0050363
- Liquid propellant US6254705
- Ammonium dinitramide based liquid monopropellants exhibiting improved combustion stability and storage life. PCT/SE/02/00988.
- Catalytic decomposition of ammonium dinitramide-based liquid monopropellants. PCT/SE/02/00992.

Niklas Wingborg på institutionen för Energetiska material sitter med i "International advisory committee" för konferensen 10-IWCP "In-Space Propulsion". Genom detta har han fått god kontakt med de nationella och internationella aktörerna inom detta område. Konferensen hålls i sommar i Italien och Niklas Wingborg kommer då att hålla ett föredrag med titeln "ADN-Based Monopropellants for Spacecraft Propulsion".

3.4 Verksamhet relaterat till uppskjutningar

På institutionen för beräkningsaerodynamik, under avdelningen för Flygteknik FFA, har ett flertal rymdrelaterade aktiviteter genomförts under de senaste tio åren. Nedan följer en lista på aktiviteter och projektledare/kontaktperson. Allt detta är relaterat till "launchers", dvs passagen genom atmosfären till/från omloppsbana och för civila tillämpningar:

- Räknat och mätt på pluggmunstycken för Volvo Aero Corporation (Patricia Moreno, examensarbete).

- Räknat och mätt på separerade traditionella munstycken, instationariteter, instabila moder för Volvo Aero Corporation (Momme Butenschön, Mattias Chevalier).
- Räknat och mätt på buffeting för Ariane 5 för ESA (Tor-Arne Grönland).
- Hypersoniska rymdflygplan, ESA-projekt, ram-motormodul, gaskinetik (Tor-Arne, Stefan Wallin, Jean-Luc Cambier).
- Turbulensmodellering för stötgränsskiktsinteraktion, ESA-projekt, mätningar på DLR Göttingen i Mach 5, analyserat hypersonikeffekter i turbulens (Stefan Wallin).
- Räknat och mätt transition i super (hyper?) soniska gränsskikt, koner, farkoster (Ardeshir Hanifi).
- Analyserat transitionsmekanismer i super/hypersonik (Ardeshir Hanifi)
- Räknat och mätt på strömning runt hypersonisk farkost (Greta) vid Mach 7.15. Roderkrafter (Stefan Wallin)
- Det finns en modul (GETRA) för att beräkna hur konkava ytor strålar mot varandra relaterat till upphettning av t.ex. fenor hos hypersoniska farkoster.
- Räknat och mätt aerodynamiskt underlag inom det transoniska området för CRV.
- Räknat på reentry av kapselliknande farkost, aerodynamisk stabilitet. (Peter Eliasson, Ola Hamnér)

3.5 Retrokommunikation

Projekten är inte rena rymdprojekt men ändå intressanta i sammanhanget. Kommunikation med laser mellan rymdfarkoster sker redan i dag och har många fördelar: Informationsöverföringen är närmast omöjlig att upptäcka beroende på den smala laserstrålen. Det finns heller ingen atmosfär som dämpar strålen, vilket ger praktiskt taget obegränsad räckvidd. Höga datahastigheter kan uppnås, potentiellt i storleksordningen 1 Gbit/s. Kommunikation kan också ske mellan markstation och rymdfarkost men inte lika enkelt, på grund av jordens atmosfär.

I de aktuella projekten finns tillgång till modulatorer med datahastigheter kring 1 Mbit/s. Begränsningar hittills har varit korta länkar (100 m) längs marken, men det finns inget hinder att avståndet ökas till några km. Projekten har specialiserats på en teknik som kallas "retrokommunikation" vilken skulle passa särskilt bra för vissa rymdfarkoster.

Tekniken innebär att det bara behövs en enda laser i en länk för att kommunicera åt båda hållen. I andra änden av länken finns i stället en retromodulator som påför data på laserstrålen och returnerar den till avsändaren. Retromodulatorens konstruktion kan göras liten och energisnål i förhållande till en laser, och den behöver inte heller någon stabilisering för att upprätthålla länken. En annan teknik som samtidigt studeras är att styra laserstrålen med en icke-mekanisk utrustning, vilket kommer att möjliggöra snabbare och bättre följning av retromodulatorens. Det är också tänkbart att laserstrålen kan delas upp för att skapa flera länkar samtidigt.

Här har kommunikation med laser beskrivits, men det finns förstås fler tillämpningar för laser i rymdsammanhang tex. målutpekning, avståndsmätning, 3-dimensionell avbildning, verkan mot sensorer med mera. Nedan följer en sammanfattning ur två rapporter på området retrokommunikation:

Utdrag ur Performance of MQW retromodulators, Doc. Number RC032, Status report WP C3.2:

"Characterization of reflective multiple quantum well (MQW) modulators with large and small pixel dimensions have been performed. Temporal response, contrast ratios and angular dependence have been studied experimentally. The report summarizes results on devices manufactured by ACREO. Contrast ratios up to 5-6 and a temporal response of the order of 500 kHz was observed for large pixel devices. Preliminary results using small pixel MQW modulators showed an optical response up to 4 MHz. Studies using a FLC retromodulator link have continued. Future planned work within work package WP C3 are discussed."

Utdrag ur Öhgren, Johan; Andreas Olsson; Zyra Stan: Utvärdering av vätskekristallmodulatorer och retroreflektorer för laserkommunikation till boj, FOI-R--0794—SE, FOI, 2003 (Underlagsrapport):

"Rapporten behandlar teknik för kommunikation med undervattenssystem via en boj på vattenytan. Kommunikationen sker på en retrolänk, där en fri laserstråle med våglängden 1,55 μm moduleras och retroreflekteras.

Utvecklingsarbetet sker genom tillverkning och utvärdering av delkomponenter, upprättande av testlänkar i inomhusmiljö och fälttest med laser mot boj.

Modulatorens konstruktion bygger på celler med ferroelektriska vätskekristaller (FLC). Cellerna tillverkas på FOI. Vätskekristallen används för att modulera polarisationstillståndet hos laserstrålen. Modulationshastigheten är för närvarande 20 kHz och modulationsdjupet 0,90. Drivkort med anpassade egenskaper har tillverkats.

Hur retroreflektorn rör sig har betydelse för möjligheten att upprätthålla länken. Därför har mätningar gjorts med vinklade reflektorer i inomhusmiljö, och fältprov har utförts med reflektorer på en boj i vattnet. Mätningar visar att reflekterad irradians är större än 50 % inom en vinkel på 20 grader till en retroreflektor. Det var möjligt att följa en boj ute på sjön med laser på 3,5 km avstånd. Länkbortfall uppstod endast undantagsvis och det gick inte att koppla till sjöstillståndets inverkan eller atmosfärsturbulens.

Testlänkar inomhus har kunnat överföra information på upp till 180 m. Kortare textmeddelanden överfördes snabbare än 1 kbit/s.”

3.6 Haveriutredning

Vid FFA har en uppgift varit att konstatera haveriorsaken för Ariane 5-raketen, se Figur 4, nuvarande arbete består av att omdimensionera Vulcain 2-motorn samt att säkra nästa uppskjutning med Vulcain 1-motorn.

Både haveriutredningen och Vulcain Nozzle Welding Task Force är hemligt material varav ingen ytterligare beskrivning följer. Fortsatt arbete kommer troligen att utföras åt både Arianespace och Volvo Aero.



Figur 4. En av uppskjutningarna med Ariane 5-raketen. Foto ESA.

3.7 Jonosfärmodifiering

Vid Systemteknik har jonosfärmodifiering studerats. De naturligt förekommande elektriska fälten under vattenytan i frekvensområdet ULF till VLF (under 30 kHz) härstammar till stor del från strömmar i jonosfären. Det är möjligt att modifiera dessa strömmar genom att använda markbaserade sändare i så kallade jonosfärupphettningsexperiment.

Sändaren sänder frekvenser i MHz-området och till detta läggs det på en amplitudmodulation i VLF-bandet. Denna amplitudmodulationsfrekvens medför att elektrontemperaturen modifieras lokalt i jonosfären och på detta sätt skapas en artificiell elektromagnetisk källa. De utsända elektromagnetiska vågorna från denna källa kan propagera genom atmosfären och detekteras på väldigt långa avstånd. Lyckade mätningar på marken av det elektriska fältet har utförts på avstånd av flera tusen kilometer från källan. Potentiellt användningsområde för detta fenomen är långdistanskommunikation till ubåtar i ELF/VLF-bandet eller för störning av elektromagnetiska bevakningssystem belägna under vattenytan. Intressanta frågeställningar här är om de elektriska fälten från en artificiell jonosfärskälla är möjliga att observera med elektrosensorsystem under vatten. En följdfråga är också under vilka förhållanden som detta skulle kunna ske.

3.8 Studie rymdrelaterade system och rymdtillämpningar för NBF

Två andra projekt vid Systemteknik har påbörjats för Försvarmakten. Fyra tydliga mål med Försvarmaktens rymdrelaterade forsknings- och utvecklingsverksamhet kan urskiljas på kort och medellång sikt:

1. Bygga upp kunskap kring rymdsystem för att stödja militära behov
2. Utforma en Försvarmaktens rymdstrategi som en del av en nationell rymdstrategi
3. Demonstrera nyttan av rymdrelaterade system för Försvarmakten
4. Integrera rymdrelaterade system i Försvarmaktens struktur

Det första målet förutsätts hanteras inom FoT-projektet Rymdtillämpningar för det nätverksbaserade försvaret, det andra målet skall hanteras inom Försvarmaktsstudien Rymdrelaterade system.

I projektet "Studie rymdrelaterade system" ska det tas fram underlag för en rymdpolicy för Försvarmakten. Rymdpolicyn kommer att grunda sig på en studierapport, handlingsplan och spelkort över rymdsystem. Fokus för arbetet under 2002 låg på att samla in information från myndigheter och industri.

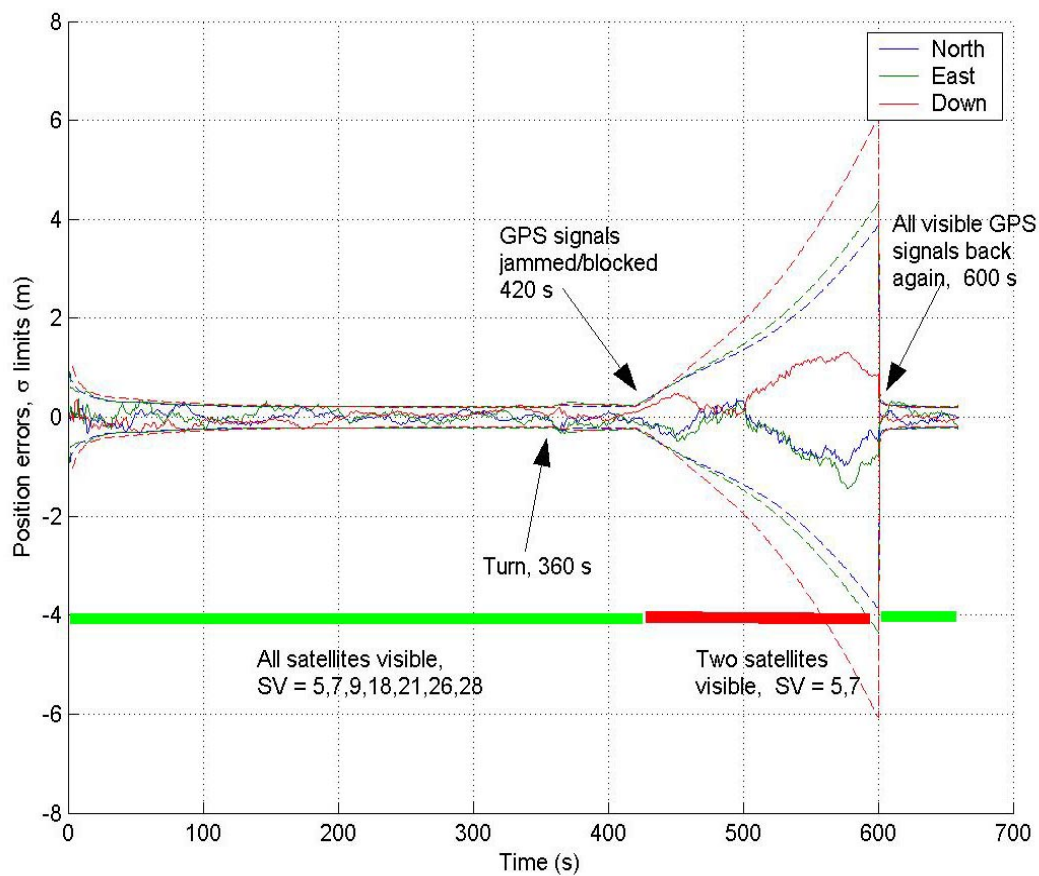
Projektet "Rymdtillämpningar för NBF" kommer i mycket stor utsträckning att handla om att hitta kompetens, bygga upp kunskap och utbilda berörda aktörer och befattningshavare. Projektet skall ha en tydlig kunskapsuppbyggande karaktär. Stor vikt skall läggas vid att bygga upp nätverk nationellt och internationellt samt vid att bygga upp kunskaper kring rymbaserade system för Försvarmaktens behov. Projektet är tänkt att delas i tre huvuddelar:

- Militär rymdstrategi
- Rymdsystem för internationella operationer
- Rymdväder och jonosfärmodifiering

3.9 Störning av navigeringssystem

I projektet "Störning av navigeringssystem" studeras hur precisionen degraderas för dagens och morgondagens navigeringssystem på grund av störning och hur en inverkan av denna störning motverkas. Målet är att ta fram simuleringsmodeller och algoritmer för systemvärderingar av multisensornavigeringssystem med avseende på störfasthet och robusthet.

För att kunna värdera robustheten hos ett navigeringssystem krävs en god förståelse och analys av sambanden mellan de olika ingående modellernas parametrar framför allt när systemet utsätts för kombinationer av yttre avsiktlig störning, parametervariation hos systemet, osäkerhet i mätningar och hög dynamisk påkänning.



Figur 5. Estimeringsfel i position, med Kalmanfilter-skattad⁶ kovarians. Positionsfelet ökar något efter första svängen till 3dm (1σ) och efter störningen har positionsfelet växt till 6m (1σ).

⁶ Ett Kalmanfilter ger den teoretiskt minsta variansen på estimeringsfelet

Projektets kompetens medför att Försvarmakten kan genomföra simuleringar och systemvärderingar inom området "multisensornavigeringssystem och deras störkänslighet". De flesta försvarsmakter (även den svenska) integrerar idag GNSS⁷ i sina vapenplattformar. Dessa integrationsmetoder sekretessbeläggs oftast av företag och försvarsmakter. Genom en ökad kunskap om hur störning av GNSS påverkar precisionen hos navigeringssystemet och dess plattform som helhet, ökar möjligheterna att utveckla hotbildsanalyser som visar hur störning bör sättas in samt hur egna robusta navigeringssystem bör utformas.

Projektets fortsatta inriktning fram till slutåret 2003 kommer i huvudsak att behandla:

- Anpassningar av de olika modelldelkomponenterna, GPS/INS⁸/gruppantenn, som ingår i simuleringsmiljön.
- Fortsatt utformning och utprovning av lämpligt störscenario.
- Utvärdera analysera och validera resultat från simuleringar med det totala systemet. Dessa analyser styr eventuella modifieringar.
- Modellering av GPS-mottagarens störningskänslighet. Hur realistiskt blir det slutgiltiga systemet med den antagna GPS-mottagaren?

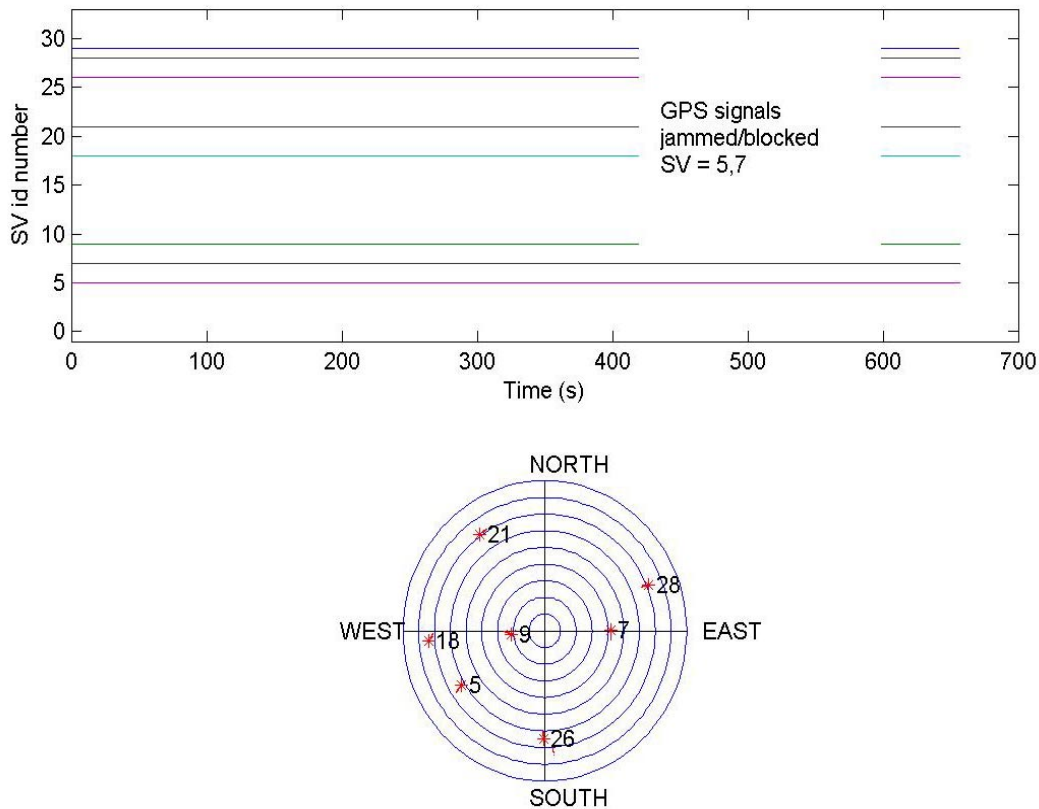
Det är strategiskt viktigt i militära sammanhang att kunna skilja på avsiktlig störning (jamming/spoofing) och naturligt förekommande systemfel. En möjlig och naturlig fortsättning på detta projekt är att detektera, identifiera och hantera fel som uppkommer i navigeringssystemet (t.ex. GPS flervägsutbredning eller bias i gyro- eller accelerometersignaler). Navigeringsalgoritmerna levererar som biprodukt mätresidualer (mätningar – predikterad mätning) med tillhörande felkovarians som kan användas för att upptäcka fel.

I Figur 5 och Figur 6 ses ett exempel på effekten av en 180 s lång störning av ett tätt kopplat Kalmanfilter med DGPS-korrekationer⁹ i en nära omgivning av referensstation. Inga fasmätningar används men däremot pseudoavstånd. I Figur 5 motsvarar grönt intervall att alla synliga satellitsignaler används och rött intervall att 5 av 7 satelliter är utstörda.

⁷ GNSS Global Navigation Satellite System

⁸ INS Inertial Navigation System

⁹ DGPS Differentiell GPS



Figur 6. Satellitkonstellation. Övre figuren visar synliga satelliter (SV Satellite Visible) under simuleringen. Undre figuren visar en "skyplot" av de synliga satelliter sett från banans startpunkt. Simuleringen gjord för GPS-vecka 167, 45200 sek in i veckan.

3.10 System av små samverkande satelliter

Detta är ett nystartat projekt som ska beskriva vad små samverkande satelliter kan användas till vid militära tillämpningar. Intressanta frågeställningar är fördelar och nackdelar med att använda sig av system av små samverkande satelliter i förhållande till enstaka stora satelliter. Vilka begränsningar det finns med dessa system och vilka kostnadsfördelarna är med dessa system. Det viktiga är inte att det är små satelliter utan att satelliterna samverkar eller att data från fler satelliter integreras. Projektet behandlar inte samverkande system såsom navigationssystem typ GPS och telefonsystem typ Iridium och Globalstar utan projektet ska ge en översikt av tekniker och metoder som skulle kunna användas för i huvudsak SAR, SIS och optisk spaning samt en kort beskrivning av några av de satellitsystem som planeras just nu.

3.11 Arbetsgrupper och kompetensgrupper inom verksamhetsområdet rymd

FOI har sedan juni 2002 medverkat i Ag Rymd vars uppdrag är att skapa underlag för hur Försvarmakten skall kunna nyttja rymdbaserade system inom det nätverksbaserade försvaret. I arbetsgruppen deltar både industri med representanter från Rymdbolaget, Saab Ericsson Space och Volvo Aero och myndigheter såsom Försvarmakten, FMV och FOI. Arbetsgruppens uppgifter är att medverka till grova riktlinjer för hur Försvarmaktens rymdpolicy kan komma att formuleras och att medverka till att ge en bild av tekniska/taktiska möjligheter med rymdrelaterade system.

Under 2003 sammanställs kompetensgruppen Kommunikationssystemvärdering. Kompetensgruppen syftar till att utveckla FOIs kommunikationskompetens vad gäller förmågan att värdera olika kommunikationssystemslösningar på en nivå över grundläggande teknik. Det nätverksbaserade försvaret ställer nya krav på nya värderingsmetoder inom området kommunikation. I ett inledningsskede är det speciellt viktigt att ny lämplig värderingsmetodik tas fram. Kompetensgruppen skall kunna driva egna projekt lika väl som delta i olika projekt där kommunikationssystem därav också satellitkommunikationssystem utgör en viktig komponent. Kompetensgruppledare är Björn Johansson, FOI-Ledningssystem.

4 Diskussion och analys

Historiskt sett så har FOA varit verksamt i många rymdrelaterade studier, utredningar och säkerhetspolitiska frågor medan FFA har stått för den mer praktiska verksamheten med tester och försök. På FOI har studierna av rymdrelaterade system fortsatt men det har också tillkommit utveckling av både mjukvara och hårdvara för rymdtillämpningar. Det har också tillkommit studier av rymdsystemens omgivning och omgivningens påverkan på systemen. Rymdverksamheten på FOI har inte varit och är inte bara beroende av Försvarmakten och FMV utan ett antal projekt drivs i nära samarbeten med industrin och andra myndigheter både nationellt och internationellt.

Det verkar inte som om det funnits en tanke bakom den övergripande rymdverksamheten på FOI, den verksamhet som har pågått har till stor del fötts på naturlig väg ur andra projekt på FOI men det har aldrig funnits någon sammanhängande kärnverksamhet med en bakomliggande plan eller strategi. Så länge Försvarmakten har en ambitionsnivå där de köper och nyttjar enstaka rymdrelaterade tjänster för speciella behov istället för att satsa på egna rymdrelaterade system så finns det kanske inte heller någon mening med att bryta ut begreppet rymd ur den övriga verksamheten och skapa ett eget område.

Det anas dock ett intresse från Försvarmakten att öka engagemanget i att nyttja rymdbaserade tjänster och detta skulle självklart påverka all rymdverksamhet på FOI. Det har lagts ut studier på hur rymdtjänster kan användas, dess fördelar och nackdelar, vilka rymdsystem som kan vara intressanta och mycket mer. På mässan CIMI 03¹⁰ så ska satellittjänster för första gången demonstreras i form av nedtagning, behandling och presentation av satellitbilder i nära realtid. Detta har sin bakgrund i Ag Rymds verksamhet. I augusti utförs övningen Sammarin 03¹¹ där satellitspaning ska demonstreras ytterligare. Dessa demonstrationer kommer att bli minst lika viktiga som erfarenheter från samövningar, t.ex. mellan Sverige och USA, där Försvarmakten insett att de internationella insatsstyrkorna har ett stort behov av satellitkommunikation. Detta är i alla fall ett första steg i att demonstrera användarnyttan av rymdverksamhet för Försvarmakten.

¹⁰ CIMI 03 – Mässa för civil och militär beredskap. <http://www.cimi2003.com>

¹¹ Sammarin 03 – En marin övning som genomförs av Försvarmakten.
<http://www.marinen.mil.se>

Utgivare Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI Systemteknik 172 90 Stockholm	Rapportnummer, ISRN FOI-R--0867--SE	Klassificering Underlagsrapport
	Forskningsområde 7. Farkoster	
	Månad, år Maj 2003	Projektnummer E6056
	Verksamhetsgren 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
	Delområde 71 Obemannade farkoster (FoT 17)	
Författare/redaktör Sandra Lindström	Projektledare Lars Höstbeck	
	Godkänd av Monica Dahlén	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning Försvarmakten	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig Mattias Waldenvik	
Rapportens titel Rymdverksamhet vid FOI		
Sammanfattning (högst 200 ord) <p>Denna rapport utgör en sammanfattning av en inventering av rymdverksamhet vid FOI. Syftet med denna sammanställning är att klargöra för FOIs uppdragsgivare vilka verksamhetsområden inom begreppet rymd där FOI har kunskap och kompetenser. En annan anledning är att upplysa medarbetare på FOI om vilka projekt som pågår så att dubbelarbete kan undvikas vilket förhoppningsvis också kan stärka samarbetet inom FOI på rymdområdet.</p> <p>Inventeringen av nuvarande rymdverksamhet (1995-2003) som skickades ut i form av ett frågeformulär till alla institutioner på FOI vände sig till alla som har jobbat eller jobbar med rymdrelaterade frågor såsom rymdfysik, satellitdata, satellitstruktur, länken mellan satellit och markstation, markstation och så vidare. Undersökningen visade att pågående rymdrelaterad verksamhet täcker in utveckling av framdrivningssystem och drivämnen, forskning kring lasertändsystem av explosivämnen för separationsanordningar, laserkommunikation, haveriutredning av Ariane 5-raketen, studier för Försvarmakten relaterat till nyttan av satellitsystem i det nätverksbaserade försvaret, analys kring störning av navigeringssystem och studie av samverkande satelliter.</p>		
Nyckelord rymd, inventering, verksamhet, satellit, GPS, uppskjutning		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 32 s.	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency Systems Technology SE-172 90 Stockholm	Report number, ISRN FOI-R--0867--SE	Report type Base data report
	Programme Areas 7. Vehicles	
	Month year May 2003	Project no. E6056
	General Research Areas 5. Commissioned Research	
	Subcategories 71 Unmanned Vehicles	
Author/s (editor/s) Sandra Lindström	Project manager Lars Höstbeck	
	Approved by Monica Dahlén	
	Sponsoring agency The Swedish Armed Forces	
	Scientifically and technically responsible Mattias Waldenvik	
Report title (In translation) Space activities at the Swedish Defence Research Agency		
Abstract (not more than 200 words) <p>This report is a summary of an inventory of space activities at the Swedish Defence Research Agency (FOI). The objective of this review is to show FOI's employers in what areas FOI has knowledge and capabilities within the concept of space. Another reason is to inform co-workers at FOI about the present projects to avoid duplication of work and hopefully also to strengthen the cooperation within the area of space research at FOI.</p> <p>The questionnaire concerning the present space activities (1995-2003) that was sent to all departments at FOI addressed anybody who has worked or are working with space related issues as space physics, satellite data, the satellite structure, telemetry or command, the ground station and so on. The survey showed that present space related activities cover the development of propulsion systems and propellant, research about laser ignition systems, laser communication, accident investigation of the launch rocket Ariane-5, studies for the Swedish Armed Forces related to the use of satellite systems in the Network Based Defence, analysis of interference in navigation systems and study of formation flying satellites.</p>		
Keywords space, inventory, activities, satellite, GPS, launch		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 32 p.	

