



BEVINGAT

Flygtekniska föreningens tidskrift • Nr 4/2006

SVERIGES FÖRSTE ASTRONAUT

Den amerikanska rymdskytteln Discovery startade den 10 december kl 02.47, svensk tid, från Kennedy Space Center i Florida med den svenske astronauten Christer Fuglesang ombord.

En historisk händelse som har fått en enorm uppmärksamhet av svenska massmedia.

Christer Fuglesang är född i Stockholm 1957. Han studerade Teknisk fysik vid Kgl. Tekniska högskolan. År 1987 disputerade han i experimentell partikelfysik vid Stockholms universitet och blev docent 1991. Fuglesang antogs till ESA:s (European Space Agency) astronaututbildning år 1992. Han blev den förste europeiske astronauten med både rysk och amerikansk utbildning. Under åren 1993 till 1996 tränade Fuglesang vid den ryska Stjärnstad och har certifikat att föra befäl i den ryska rymdfarkosten Soyuz.. Han var också backup för ett sexmånaders uppdrag, Euromir 95, på rymdstationen Mir. År 1996 överfördes Christer Fuglesang av ESA till NASA:s Johnson Space Center Astronaut Office i Houston. Han avslutade sin formella astronaututbildning vid NASA i april 1998 med kompetens som NASA Mission Specialist för den amerikanska rymdfärjan. Fuglesang har därefter varit stationerad av ESA vid NASA:s Astronaut Office i Houston

Andra ESA-astronauter från Tyskland, Frankrike, Spanien och Belgien har givits prioritet av ESA eftersom dessa länder har betalat en extra avgift på 20 Mkr, vilket Sverige inte har gjort.

Därför har väntetiden inför den första flygningen blivit extra lång för Christer Fuglesang.

De svenska rymdanslagen har minskat under senare år vilket kanske kan förklara den svenska Rymdstyrelsens agerande. Omkring 1980 låg Sverige i nivå med Frankrike, relativt BNP medan vi nu har stagnerat till ca 60%. Satsningarna för över 25 år sedan på Viking och Tele-X satelliterna har starkt bidragit till en rad av framgångsrika projekt som t.ex Odin (se följande artikel) och att svensk rymdforskning och den svenska rymdindustrin har uppnått stora internationella framgångar. Det finns således en potential i Sverige för mera rymdverksamhet, som borde få ett bättre stöd av staten.



CHRISTER FUGLESANG

När Christer Fuglesang till slut gavs möjlighet att flyga med rymdskytteln har han gjort en fantastisk insats med att utföra flera mycket svåra uppdrag. Av NASA har han fått förtroendet att utföra några av de mest komplicerade uppgifterna hittills i uppbyggnaden av ISS och har utfört de två planerade rymdpromenaderna för att koppla ihop en ny byggdel med ISS och att koppla om rymdstationens elektriska system. Under vistelsen i rymden lades en tredje rymdpromenad in för Fuglesang, som tillsammans med Curbeam lyckades att veckla ihop solpanelerna på P6. De hade fastnat under ett tidigare försök att vika in dem mekaniskt inifrån stationen.

Beslutet att lägga till ytterligare en rymdpromenad förlänger uppdraget med en dag och Space Shuttle beräknas nu landa fredagen den 22 december.

Läs mer på ESAs och NASAs hemsidor:
www.esa.int/esaCP/Sweden.html samt www.nasa.gov.

Lars Anderson

Snart sex år i omloppsbanan:

Odin fortsätter att mäta himmel och jord

Den 5 december höll projektledaren för Odin, **Fredrik von Schéele**, ett föredrag i rubricerat ämne på Rymdbolaget i Solna för Flygtekniska föreningens medlemmar. Odin är ett av Sveriges avancerade och framgångsrika satellitprojekt, som Fredrik v. Schéele (Thulinmedaljör i silver 2006) beskriver i följande artikel:

Den svenska forskningssatelliten Odin fortsätter att producera unika mätningar, efter snart sex år - tredubbla livslängdsmålet - i omloppsbanan runt jorden. Odin är ett kombinerat observatorium för både astronomi och atmosfärforskning, där de båda disciplinerna delat ungefär lika på observationstiden. Satelliten kretsar på ca 600 km höjd i en cirkulär bana nära polerna och passerar varje varv - 15 per dygn - ekvatorn vid 18-tiden lokalt i norrgående riktning. Från den banan riktar Odin sig omväxlande mot celesta objekt i Vintergatan och mot atmosfären vid jordranden. Projektet är ett samarbete mellan Sverige, Frankrike, Kanada och Finland, med Sverige som initiativtagare och huvudfinansierare. Rymdbolaget har haft ansvaret för konstruktion, provning och uppsändning av Odin och sköter också driften, på uppdrag av Rymdstyrelsen och dess systerorganisationer och för forskarna i de fyra länderna. Nyligen har den europeiska rymdorganisationen ESA införlivat Odin i sitt jordobservationsprogram för att göra data tillgängliga för ännu fler europeiska forskare. Satelliten sköts upp 20 februari, 2001, med den ryska bärraketen START-1.

Forskning på hög nivå x 2

Odins atmosfärforskning är inriktad mot mekanismerna bakom uttunningen av ozonskiktet, kopplingen mellan övre och undre atmosfärsikt – den vertikala cirkulationen – samt vattenångans fördelning i övre atmosfären. För ozonskiktet är klorokemin särskilt intressant, d.v.s. ozonnedbrytning genom klor från utsläppta freoner. Odin är den enda satellit som kontinuerligt mätt kloroxid i ozonskiktet sedan 2001, samtidigt med andra ämnen, luftcirkulation och temperatur, nödvändiga för att kartlägga hela processen på global skala. Det är viktigt att fortsätta studera ozonskiktet för att se att Montrealprotokollet fått önskad effekt och att skiktet återhämtar sig. Men verkningarna är långsiktiga och de naturliga variationerna mycket stora. Så ju längre Odin mäter, desto bättre är det. Odin har visat att existerande atmosfärsmodeller ger en för snabb vertikal cirkulation och luftblandning, så kanske dröjer återhämtningen längre än väntat. Odin har också en unik förmåga att mäta vattenånga och dess fördelning i övre atmosfären, t.ex. i form av moln. Vattenånga är den viktigaste växthusgasen och moln den största osäkerheten i klimatmodellerna. Här mäter Odin bl.a. cirrusmoln på ca 8 km höjd, med inverkan på klimatet, för ögat osynliga tunna moln på drygt 15 km höjd, som visar hur mycket vatten som kommer upp i stratosfären, samt nattlysande moln på 80 km höjd, som kan visa om det blir kallare i högre luftskikt, i sin tur en effekt av uppvärmningen lägre ned. Nattlysande moln studerades i svensk rymdforskning redan på sextiotalet, då med



ODIN

sondraketer, och kan nu få sin förklaring som indikatorer på klimatutvecklingen.

Astronomin utnyttjar i ett tiotal teman att Odin har det känsligaste instrumentet i sitt slag i rymden, särskilt för mätningar av vattenånga och molekylärt syre. Ett huvudtema är stjärnbildningen i interstellära gas- och stoftmoln. Här har Odin kunnat observera både infallande gas vid en stjärnas tillblivelse – den av tyngdkraften orsakade sammandragningen – och utflöden från nya stjärnor. Odin har för första gången mätt syrgashalten i stjärnbildningsområden, 1000 gånger lägre än i de kemiska modellerna, och visat att

molekylärt syre inte spelar den roll man trott. Femton kometer har hittills studerats med Odin, som mätt utgasningshastighet och molekylinnehåll samt visat att förhållandet mellan vanliga vattenisotoper är detsamma som i haven på jorden. Kometerna bär på information om solsystemets födelse, och är kanske en förutsättning för liv genom att transportera vatten och andra molekyler till planeter. Observationer av äldre, expanderande stjärnor som gjorts av Odin tyder på förångning av omgivande kometer och småplaneter med höga halter av vatten och ammoniak. Odin har också mätt upp vattenhalten i Marsatmosfären, 1000 ggr lägre än i jordatmosfären. Spektralavsökningar har gett flera hundra nya signaler från både kända och nya molekyler, i våglängdsområden som inte kunnat observeras före Odin. Sökande efter signaler från tidiga molekyler i det unga universum, innan stjärnor bildades, pågår och det ryktas om en trolig observation – i så fall den första och av fundamental betydelse.

De svenska Odinforskarna finns vid Stockholms observatorium, Onsala rymdobservatorium, Chalmers institution för radio och rymdvetenskap och Meteorologiska institutionen vid Stockholms Universitet.

Ett nytt satellitinstrument

Huvudinstrumentet på Odin är en mikrovågsradiometer (SubmilliMetre Radiometer, SMR), ett radioteleskop med en dubbelreflektorantenn och med aktivt kylda radiomottagare i fyra avstämbara frekvensband mellan 486 – 580 GHz och ett runt 119 GHz. Med SMR ser man spektrallinjer från energiövergångar i molekyler. Astronomer och atmosfärforskare är intresserade av delvis samma molekyler och övergångar - en förutsättning för att använda samma instrument och satellit. Före Odin fanns inte hela tekniken att flyga liten, avancerad mottagare som SMR i rymden, men utvecklingen hade påbörjats, bl.a. i svenska ballongprojekt för astronomi. Trots det var SMR närmast banbrytande, bl.a. ifråga om ytnoggrannhet hos antennen, miniaturisering av spektrometrar, användning av kommersiella komponenter och högfrekventa InP-transistorer. För atmosfärforskningen kompletteras SMR av en spektrograf (Optical Spectrograph and InfraRed Imaging System, OSIRIS) som mäter delvis andra ämnen samt aerosoler. OSIRIS använder våglängdsområdet 280-800 nm samt ett IR-band runt 1,27 mikron och mäter absorptionslinjer i spektret från spritt solljus och termisk emission (airglow) från atmosfären.

Liten satellit med hög peknoggrannhet

Odin väger 242 kg (inklusive 80 instrumentlast) och är 2 m hög och knappt 4 m bred med utfällda solpaneler.

Dessa genererar drygt 300 W effekt. Eftersom banan är solsynkron och ligger på terminatorn behöver panelerna inte roteras. En annan förenkling är att ingen egen framdrivning behövs eftersom bärraketerna direkt kunde sätta Odin i rätt bana. Däremot är peksystemet mycket avancerat. Hela satelliten kan pekats på två olika sätt, dels mot jordranden med svep genom jordatmosfären, dels genom långvarig stabil pekning mot celesta objekt. Pekmoderna kombineras i ett stjärnrelaterat system, där riktningsgivarna är stjärnsensorer, gyron, magnetometrar och solsensorer och styrdonen är reaktionshjul och magnetspolar. Noggrannheten är bättre än en båginut vid svepen och 15 bågsekunder vid stabil pekning.

Odin mäter kontinuerligt och data lagras i ett minne för att skickas ned varje gång markstationen på Esrange passerar, 10 ggr per dag. Datatakten på nedlänken är 700 kbps och drygt 300 MB data genereras per dag. Efter sortering och tidsmärkning skickas data och pekinformation till Paralleldatacentrum (PDC) vid KTH för lagring och distribution. Där kan forskarna via Internet hämta data och bearbeta dessa vidare i flera steg.

Rymdbolaget sköter daglig drift från Esrange medan långsiktig planering och analys görs i Solna.

Kostnadseffektiv utveckling i komplext projekt

Rymdbolaget konstruerade satelliten och dess delsystem, samt några apparater, främst omborddatoren. I övrigt upphandlade Rymdbolaget apparater och tjänster från nio länder, inklusive partnerländerna, genom 50 större kontrakt och många mindre beställningar. Större svenska underleverantörer var Omnisys Instruments, Saab Space och ACR Electronics. Odin var ett utvecklingstungt projekt där antalet nyutvecklade apparater var tre gånger så många som de redan existerande. Trots detta är det i internationell jämförelse ett mycket billigt projekt, ca 400 MSEK varav Sverige svarade för 250. Nycklar till denna kostnadseffektivitet var främst en liten mångkunnig projektgrupp, konkurrensupphandling, korta beslutsvägar till finansärer, forskare och deltagande industri, användning av existerande apparater och kommersiella komponenter där så var möjligt, samt ovan nämnda förenklingar i systemkonstruktionen.

Nyttan med Odinprojektet

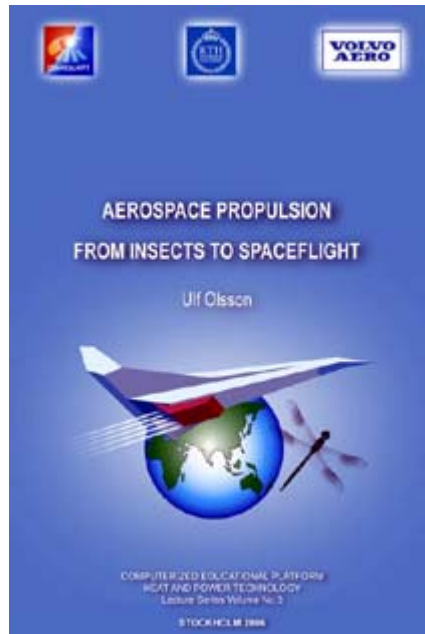
Den direkta nyttan av Odin har man givetvis genom resultaten inom atmosfärforskning och astronomi. Där har man uppnått mycket av det man ville och fler

resultat kan väntas. Hittills har över hundra artiklar publicerats i vetenskapliga tidskrifter, flest inom atmosfärforskning, och ett tjugotal licentiat- och doktorsavhandlingar skrivits. Mer indirekt nytta finns också. Forskningsverktyg och metoder har vidareutvecklats vid svenska forskargrupper. Svensk rymdindustri tog ett tekniksprång med radiometer och peksystem och fick erfarenhet av att leda svåra, flernationella utvecklingsprojekt. Samarbetet mellan Rymdstyrelse, företag och forskare be- fäste en svensk modell för kostnadseffektiva, avancerade rymdprojekt.

Odins framtid

Odins nyttolast och satellit fungerar fortfarande väl. Banan har drivit något ifrån den ideala och höjden sjunker med några kilometer per år. Men idag finns inget uppenbart tekniskt hinder för flera års fortsatta observationer. Ekonomiskt kommer ESA att bidra till kostnaderna för datanedtagningen från nästa år. Vetenskapligt är det intressant att mäta i atmosfären så länge som möjligt. Odindata kommer att användas i flera EU-projekt under kommande år. Odins mätningar har använts och kommer att användas som referens för nya satelliter. Nyligen har det kommit en förfrågan från forskare vid NASA om att använda Odin för observationer av eventuellt vatten när deras LCROSS rammar månen med 9 km i sekunden under 2008. När det gäller astronomin kommer ESA:s stora satellit Herschel inom ett par år att göra ännu känsligare mätningar. Odins astronomiska forskning, som också tjänar som förberedelse för Herschel, är då sannolikt avslutade och fokus flyttat till jordatmosfären.

Fredrik von Schéele



Ulf Olsson, Thulinmedaljör i guld 2006 och f.d. Teknisk Direktör vid Volvo Aero, har utkommit med en bok med titeln **Aerospace Propulsion - From Insects to Spaceflights**.

-Jag använder mig ofta av exempel från naturen, säger Ulf, det är något som folk känner till och kan relatera till. Många kanske inte känner till att en flygplansvinge t ex är en kopia av en fågelvinge. En fågel måste flaxa med vingarna hela tiden för att hålla sig i luften men ju större vingar desto jobbigare blir det att flaxa. Genom det sätt en fågelvinge är skapt på, dvs böjd på ovasidan och rundad på undersidan, lyfts vingen istället upp och fågeln behöver inte flaxa så mycket. En flygplansvinge ser likadan ut men eftersom den inte kan flaxa behöver man något som flyttar den framåt, så den kan hålla sig flygande och då kom man på propellern, berättar Ulf.

Boken är egentligen en lärobok, baserad på den kurs i allmän jetmotorlära som Ulf håller för nytexaminerade civilingenjörer på Volvo Aero.

Under rubriken, "Historical notes" finns hänvisningar till var man kan läsa om historiska personer och händelser som har påverkat utvecklingen av flyget. T ex att propellern är en gammal uppfinning från 1100-talet med ursprung från vingarna till väderkvarnen.

För den som är intresserad finns boken, som är på engelska (732 sidor) att ladda ned som pdf-fil på adressen http://www.volvo.com/volvoaero/global/en-gb/newsmedia/publications/ulf_olsson.htm

FTFs Hemsida på Internet

www.flygtekniskaforeningen.org

BEVINGAT finns också på Hemsidan under rubriken "FTFs Tidskrift" och kan laddas ned fr.o.m nr 4 1996.

BEVINGAT

utkommer med 4 nr/år och distribueras till FTFs medlemmar

Redaktör och ansvarig utgivare

Lars Anderson
Kammakargatan 52
111 60 Stockholm
Tel. 08-791 84 91
E-post: lars-e.anderson@telia.com

Lokalredaktörer

Mattias Mårtensson, Göteborg
031-735 00 00

Lars-Åke Holm, Linköping
013-18 00 00

Bengt Bengtsson, Malmö
046-29 19 08

Ulf Olsson, Trollhättan
0520-940 00

Manuskript adresseras till redaktör eller lokalredaktörer. Manusstopp för nästa nummer: den 1 februari.