



Dansk Selskab for
Rumfartsforskning

DR66 juli 2006

18. årgang

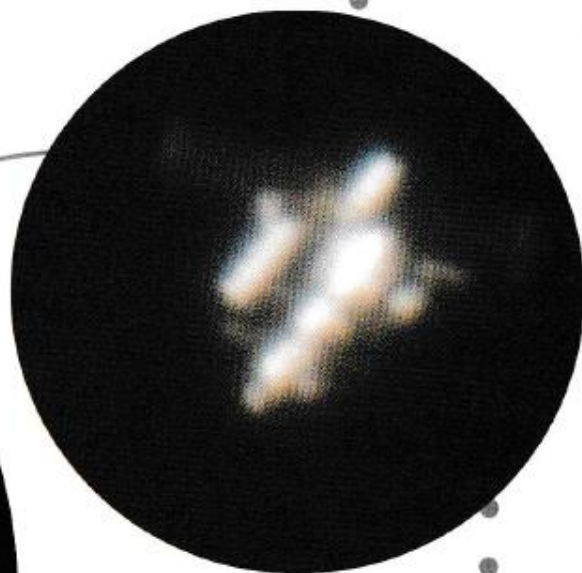
Dansk Rumfart



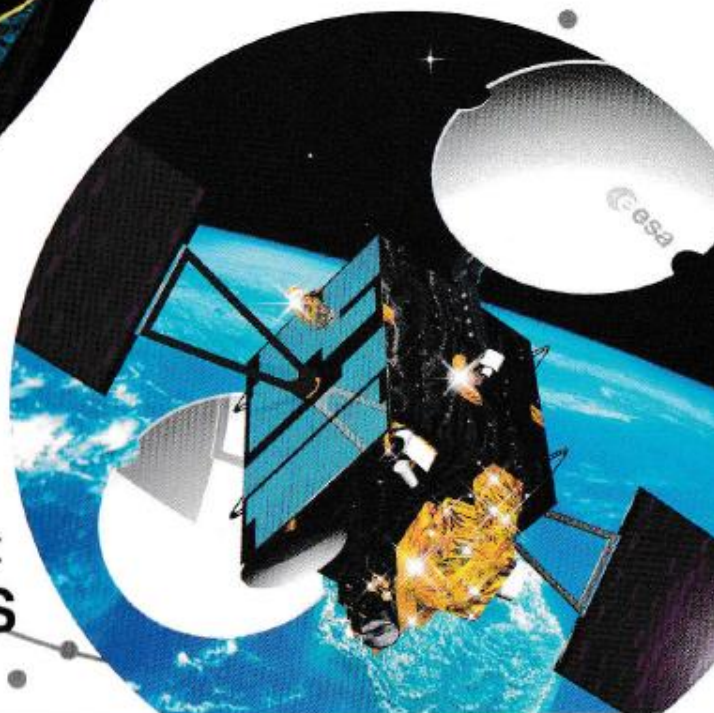
PLANCK

Spejle til -220°C

Danmarks engagement
i ARTES



Rum-
stationer



Indhold

Leder – Nyt formandsskab, samme selskab	2
Planck – Udvikling til nulpunktet	4
Danmark i rummet	9
Rumstationer – lidt historie	14
Værktøj til meteorologerne	18

Ny formandsskab – samme selskab

af Steen Eiler Jørgensen, formand, Dansk Selskab for Rumfartsforskning, e-mail: sej@rumfart.dk

Selskabets formand gennem de sidste fire år, Michael Lumholt, bekendtgjorde før dette års generalforsamling, at han havde besluttet sig for at træde tilbage. Michael har som formand, og tidligere som næstformand, lagt et meget stort arbejde i selskabets daglige drift, og også mange nye spændende tiltag har set dagens lys; ikke mindst den første danske rumfartsworkshop for studerende i 2004, som blev en stor succes. Jeg vil gerne på bestyrelsens vegne rette en stor tak til Michael Lumholt for hans mangeårige indsats i selskabet.

På generalforsamlingen blev den tidligere næstformand, undertegnede, valgt som ny formand. Som næstformand valgtes Thim Nørgaard Andersen, som har været medlem af bestyrelsen i flere år, og som har lagt – og fortsat lægger – et stort arbejde i selskabet, blandt meget andet som ansvarshavende redaktør for vores medlemsblad, Dansk Rumfart. Det er vores håb, at vi i bestyrelsen vil kunne videreføre det gode arbejde, der har været lagt de sidste mange år.

Vi vil fortsat fokusere på at afholde offentlige møder, hvor man kan møde professionelle

Redaktionelt

Udgiver: Dansk Selskab for Rumfartsforskning
Dansk Rumfart nummer 66, juli 2006
DeadLine til Dansk Rumfart nr. 67: 1. september 2006

Ansvarshavende redaktør

Thim Nørgaard Andersen
Parmagade 44, 3.tv,
2300 København S
Tlf. 32 84 56 37
e-mail: thim@rumfart.dk

Kontakt redaktionen

e-mail: redaktion@rumfart.dk

ISSN 0905-2410

Redaktion

Thim Nørgaard Andersen (ansvarshavende redaktør)

Forsiden

ISS set fra München under passage den 12. juni (foto: ESA).
Artemis-satellitten (illustration: ESA). Planck-satellitten
illustreret med lysvejens indfald på spejlene (illustration: ESA).

Bagsiden

MGS-2 (Meteosat 9) blev opsendt 21. december 2005 og har
sendt det første billede den 24. januar i år. (fotos: ESA).

Tryk

Prinfo Kolding

Layout

Marianne Dale

fra rumfartens verden. Vi overvejer at eksperimentere med nogle mere utraditionelle mødeformer, som måske i højere grad vil tage form af diskussionsmøder end foredrag. Det centrale er under alle omstændigheder, at vi får givet folk mulighed for at mødes med de mennesker, der arbejder med rumfart til daglig.

Vores medlemsblad, Dansk Rumfart, vil også fortsat være en af hjørnestenene i selskabet. Dansk Rumfart er den primære kommunikationskanal til medlemmerne, og ud over artikler af teknisk og aktuel karakter håber vi også at kunne byde på historiske, filosofiske og måske ligefrem debatskabende artikler.

Et tredje, vigtigt element i selskabet er vores website, *rumfart.dk*. Websitet indeholder

efterhånden flere hundrede faktasider, hvor man kan læse om alt fra Sputnik til Huygens. Vi vil i den kommende tid overveje, hvordan vi kan gøre *rumfart.dk* mere dynamisk – forslag fra medlemmerne er naturligvis altid velkomne!

Rumfarten er pt. inde i en spændende tid – Danmark har tilsluttet sig ESAs Aurora-program, NASA har planer om bemandede rejser til Månen igen, det nye satellit-navigationsystem, Galileo, kommer snart på vingerne, og private virksomheder konkurrerer om suborbitale flyvninger. Vi vil i Dansk Selskab for Rumfartsforskning følge udviklingen tæt, og gøre hvad vi kan, for at formidle rumfarten bedst muligt til vores medlemmer.

Velkommen til et spændende nyt rumfartsår!

E-mail-annoncering

Er du tilmeldt Selskabets mailliste, får du tilsendt en påmindelse før møder og foredrag. Vi sender dig også en besked, hvis et møde bliver aflyst eller flyttet.

The screenshot shows the website of the Danish Society for Space Research (Dansk Selskab for Rumfartsforskning). The page is titled 'Mailliste' (mailing list). It contains a form for registration, with fields for 'E-mail' and 'Navn' (name). There are also checkboxes for 'Tilmeld' (subscribe) and 'Afmeld' (unsubscribe). The page is in Danish and includes a navigation menu at the top with links like 'Hjem', 'Om Selskabet', 'Medlemservice', and 'Mailliste'.

Tilmelding til maillisten kan ske på Selskabets hjemmeside *rumfart.dk*, enten i panelet til venstre eller ved at vælge "Medlemservice" under "Om Selskabet" og herefter vælge "Mailliste".

ESA's PLANCK Satellit

af Hans Ulrik Nørgaard-Nielsen og Niels Christian Jessen, Danmarks Rumcenter

Den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling

Der er almindelig enighed blandt astrofysikere om, at Universet startede i en kæmpe eksplosion, Big Bang (BB), for 12 – 15 milliarder år siden. Det bedste bevis for denne begivenhed er den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling (KMB). KMB blev opdaget af Penzias og Wilson i 1965 og det fik de Nobel-prisen for i 1978.

Ved at studere KMB er det muligt at få helt unik information om de tidligste faser af Universets udvikling. Lige efter BB var temperaturen og stoftætheden i Universet naturligvis enorm, men efter nogle få minutter bestod Universet faktisk af ingredienser, som vi kender udmærket idag. I BB bliver der nemlig stort set kun dannet det simpleste grundstof, brint. Men pga. de enorme temperaturer (som jo er udtryk for partiklernes hastigheder) er brintatomerne delt op i positivt ladede protoner og negativt ladede elektroner. Derudover findes der en masse energi i form af lys. Nu er det sådan, at

lys ikke kan trænge igennem i sådan "suppe". Hver gang lysfotoner rammer en fri elektron, bliver de spredt i tilfældig retninger. Dette betyder, at Universet starter med at være fuldstændigt uigennemtrængeligt for lys.

Konsekvensen af BB er, at al ting bevæger sig væk fra hinanden. Det betyder, at temperaturen i Universet falder og dermed, at partiklernes hastigheder bliver mindre og mindre. Omkring 300.000 år efter BB er temperaturen i Universet faldet til ca. 3000 grader, og elektronernes hastigheder er nu så små, at de bliver indfanget af den elektriske tiltrækning fra protonerne. Dette sker næsten momentant, så lige pludselig forsvinder alle de frie elektroner (man siger brinten rekombinerer). Det betyder, at Universet skifter fra at være fuldstændig uigennemtrængeligt for lys til at være fuldstændig gennemsigtig for lys. Dette lys har siden helt upåvirket bevæget sig gennem Universet. Og det var det lys, som Penzias og Wilson, som de første, opdagede i 1965.

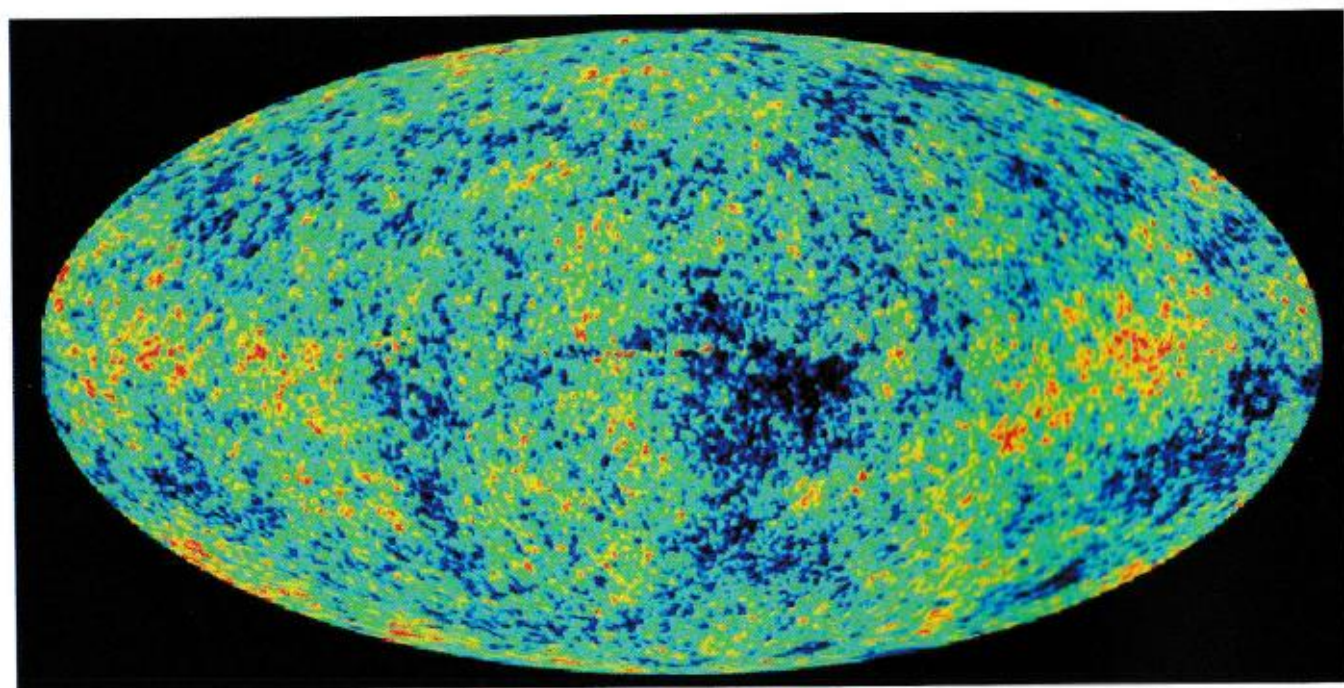


Fig. 1 Det bedste kort over den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling fra den amerikanske WMAP satellit (farveskalaen dækker + 200 milliontedele grad)

Universet har naturligvis ekspanderet lige siden BB. Derfor er KMB's temperatur nu ikke -3000 grader men kun ca. 3 grader fra det absolutte nulpunkt (-273.15°C) svarende til, at strålingen primært kan ses i millimeter-området.

Siden opdagelsen af KMB er den naturligvis blevet studeret med alle til rådighed stående midler. Penzias og Wilson fandt, at KMB havde samme intensitet, dvs. samme temperatur, i alle retninger på himlen. Men vi ved jo at der findes strukturer i Universet i vore dage (mælkevejssystemer, stjerner, f.eks. vores egen sol) så der må have været små forskelle i tætheden (og dermed i temperaturen) fra område til område i Universet, ellers var der aldrig blevet dannet noget. Universet ville være fortsat med at være en glødende sky med lavere og lavere temperatur. For at forklare strukturerne i vore dages Univers må temperaturforskellene have været af størrelsesordenen $1/100.000$ grad! (langt under Penzias og Wilson's målenøjagtighed)

Da ingen fysiske påvirkninger kan bevæge sig hurtigere end lysets hastighed, må områder i Universet, der har haft mulighed for fysisk at påvirke hinanden før rekombinationstidspunktet, være tættere på hinanden end ca. 300.000 lysår (1 lysår = den afstand lys tilbagelægger på et år). På himlen betyder det, at kun områder, der er mindre end ca. 1 grad fra hinanden, kan have været fysisk forbundne. For at studere de dominerende fysiske processer i Universet omkring rekombinationstidspunktet må ens kikkert derfor have en vinkelopløsningen væsentlig bedre end 1 grad.

ESA's PLANCK mission

Den seneste amerikanske KMB satellit, WMAP, scannede hele himlen i 2001 og har produceret kort over KMB betydelige bedre end, hvad man tidligere har haft (se Fig. 1). WMAP fungerer stadigvæk og Fig. 2 viser

hvad man forventer af den, hvis den fungerer i 8 år.

Det næste store spring fremad i studiet af KMB bliver ESA's PLANCK mission (Fig. 3). PLANCK forventes opsendt i 2008.

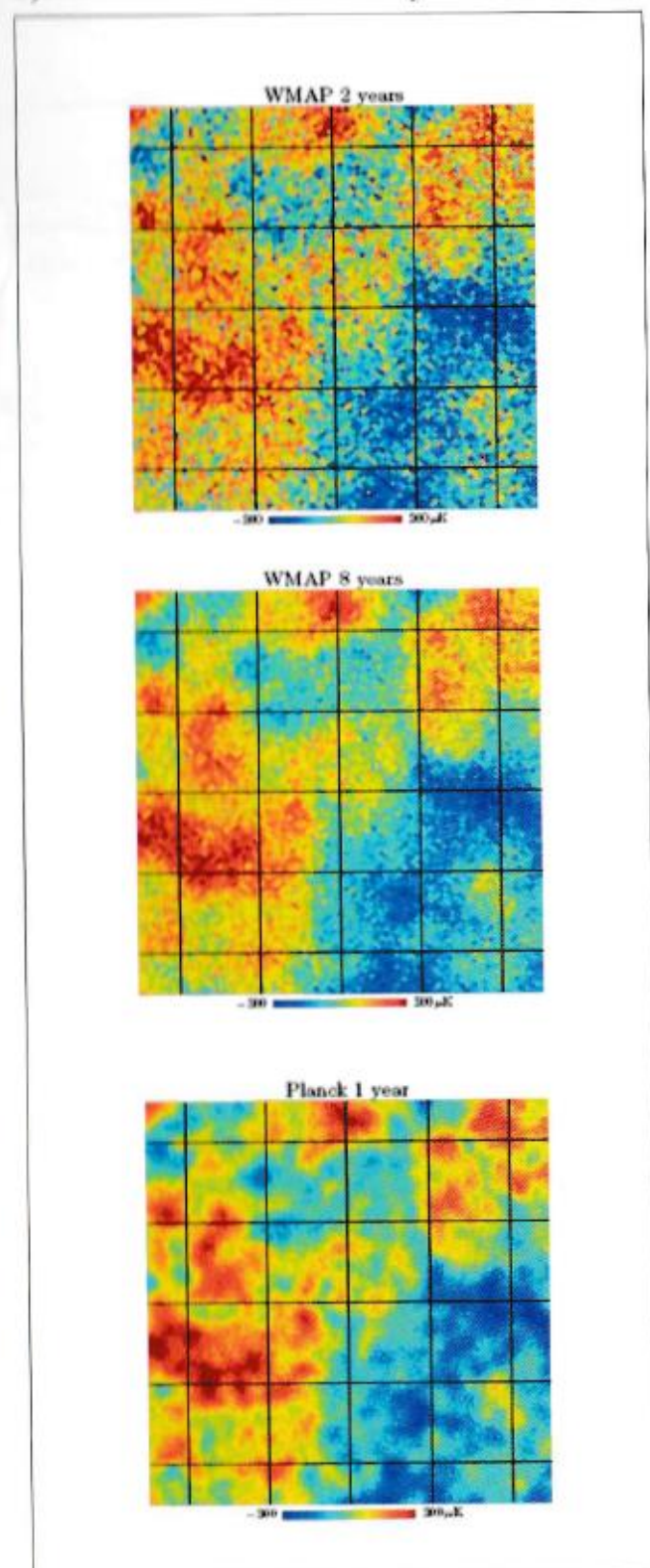


Fig 2 Figuren viser simuleringer i et område på 5×5 grader af, hvad der er opnået med WMAP på 2 år, kan forventes efter 8 år, og hvad PLANCK vil give os på 1 år

Spacecraft elements

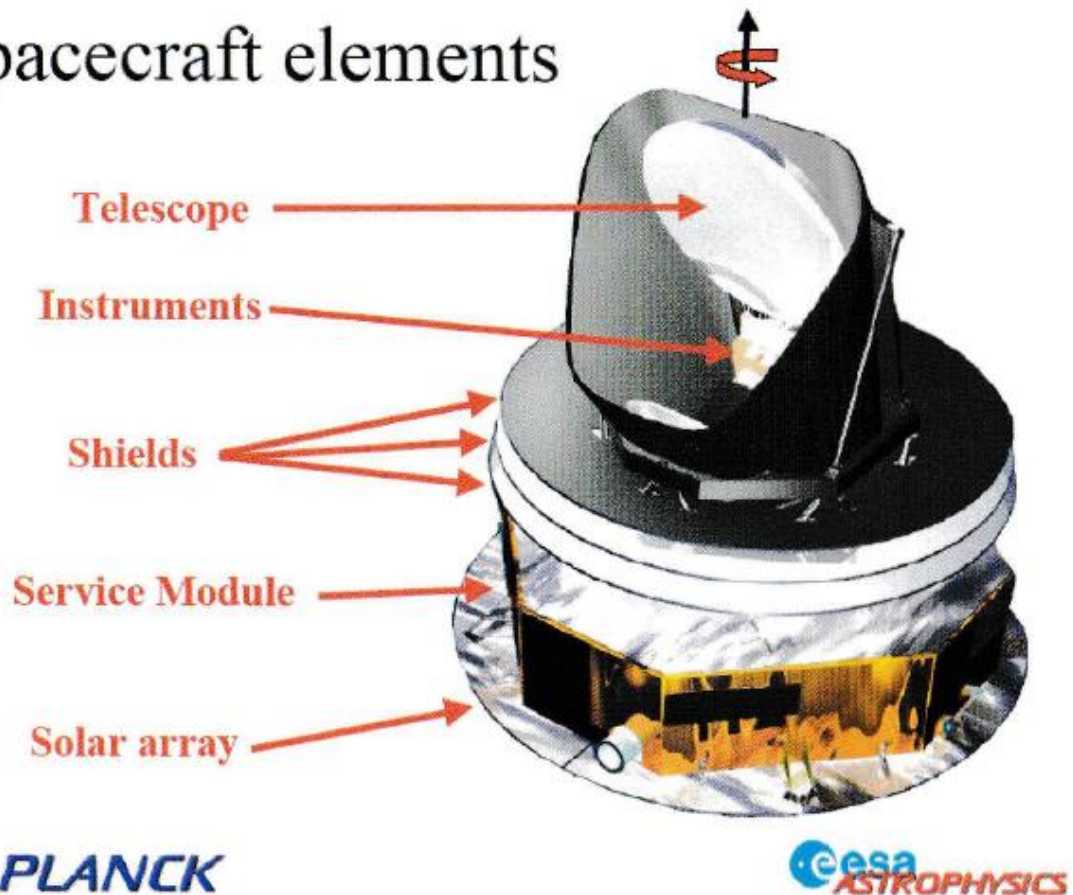


Fig.3 ESA's PLANCK satellit til studier af den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling. Opsendelse forventes i 2008.

Low Frequency Instrument

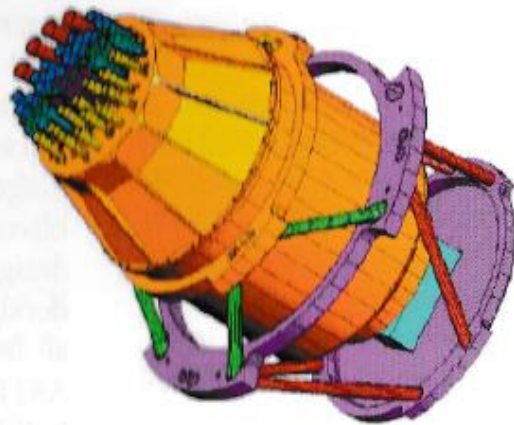
- Freq.: 30 -100 GHz
- Techn.: HEMT correlation receivers (56)
- Temp.: 20 K (Front-end), 300 K (Back-end)
- Ang. res.: 10' (100 GHz) to 33' (30 GHz)
- Temp. sens. (@100 GHz): $\sim 12 \mu\text{K}$
- PI: N. Mandolesi (CNR - Bologna)



Fig. 4 Low Frequency Instrument indholder radiometre til at dækker frekvensområdet 30 – 100 GHz.

High Frequency Instrument

- Freq.: 100 -850 GHz
- Techn.: spider-web bolometers (50)
- Temp.: 0.1 K
- Ang. res.: 9.2' (100 GHz) t 5' (850 GHz)
- Temp. sens. (@100 GHz): $\sim 5 \mu\text{K}$
- PI: J.L. Puget (IAS - Orsay)



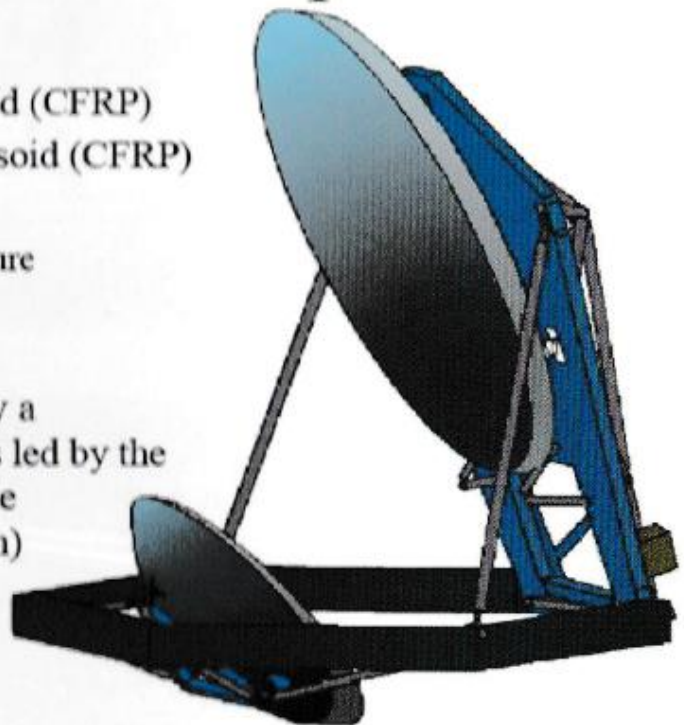
PLANCK

esa
ASTROPHYSICS

Fig. 5 High Frequency Instrument dækker frekvensområdet 100 – 850 GHz gennem måling af varmestråling.

Planck Telescope

- Primary: 1.50 x 1.89 m ellipsoid (CFRP)
- Secondary: 1.02 x 1.04 m ellipsoid (CFRP)
- System:
 - 1.5 m circular projected aperture
 - Total MWFE < 40 $\mu\text{m rms}$
 - Total $\varepsilon < 0.01$
- Reflectors will be developed by a Consortium of danish institutes led by the Danish Space Research Institute (PI: Dr. H.U. Norgaard-Nielsen)



PLANCK

esa
ASTROPHYSICS

Fig. 6 Planck Teleskopets primære og sekundære spejle i den ramme som holder begge spejle.

PLANCK er en såkaldt Principal Investigator (PI) mission, dvs. at de videnskabelige grupper, der leverer de videnskabelige instrumenter, har eksklusivrettigheder til de indsamlede data indtil de endelige kort bliver frigivet en gang i 2012.

PLANCK har to meget avancerede detektor-systemer: LFI (Low Frequency Instrument) som indeholder radiometre, der dækker frekvensområdet 30 – 100 GHz (Fig. 4) og HFI (High Frequency Instrument) som indeholder bolometre dækkende 100 – 850 GHz (Fig. 5). De to instrumenter har en italiensk (LFI) og en fransk (HFI) PI.

Det danske engagement i PLANCK

ESA besluttede tidligt at også leverandøren af spejlsystemet (Fig. 6) til PLANCK ville få PI-status. Da studiet af de tidligste faser af Universets udvikling er et højt prioriteret forskningsfelt i Danmark har Danmarks Rumcenter (DRC, tidligere Dansk

Rumforskningsinstitut) indgået en aftale med ESA om levering af dette system og har dermed samme PI-status som de to instrument-PI'er.

Sammen med ESA har DRC lavet en kontrakt med ASTRIUM, DE om produktion af disse spejle. For at sikre funktionaliteten ved de krævede lave temperaturer (spejlene skal fungere ved ca -220°C) og for at spare vægt bliver spejlene lavet i et avanceret kulfiber-design (Fig. 7). På baggrund af meget detaljerede beregninger og mange tests af forskellige emner har vi sammen med ASTRIUM, DE fundet en kombination af kulfiber og epoxy, så spejlene stort set ikke forandrer form, når de bliver kølet ned til disse lave temperaturer.

Spejlene er nu produceret. De gennemgår i øjeblikket et omfattende testprogram. Alt tyder på, at spejlene så rigeligt opfylder ESA's krav.

Fig. 2 giver et eksempel på, hvad vi forventer at



Fig. 7 PLANCK's primærspejl under aluminiseringskampagnen på Calar Alto Observatoriet, Spanien

opnå med PLANCK, sammenlignet med hvad der kan opnås med WMAP. Det er tydeligt, at med PLANCK bliver det muligt at studere KMB med hidtil uset følsomhed og detaljerigdom og dermed få meget bedre informationer om de dominerende fysiske processer i Universet omkring rekombinationsfasen. For at sikre en optimal udnyttelse af de videnskabelige muligheder med PLANCK har DRC og NBI dannet et konsortium kaldet DK-Planck.

Den videnskabelige forberedelse af PLANCK er naturligvis i fuld gang. Der er etableret en

række internationale arbejdsgrupper inden for de forskellige områder af PLANCK-science. Det centrale emne vil naturligvis også for danske forskere være studiet af KMB, men med den store forbedring i følsomhed vil danske astrofysikere også være med til at udnytte PLANCK-dataene til at få vigtige nye informationer f. eks om støvet og gassen i vores eget Mælkevejssystem og være med til at undersøge de mange nye objekter (galakser, radiokilder og kvasarer), som PLANCK uden tvivl vil opdage.

Danmark i Rummet

af forskningschef Charlotte Rønhof, Dansk Industri

»Danmark bør løfte sine investeringer i rumfart markant«. Sådan tillod jeg mig at indlede, da Forskningsstyrelsen, Danmarks Rumcenter og Dansk Industri åbnede konferencen "Danmark i Rummet" i Industriens Hus den 8. februar 2006.

Den velbesøgte konference blev afholdt for virksomheder og institutioner med interesse i at deltage i European Space Agency's (ESA) telekommunikations- og satellitnavigationsprogrammer ARTES og GNSS Evolution (Galileo).

På konferencen fortalte repræsentanter for danske virksomheder som Terma A/S og Gatehouse A/S om, hvordan de som henholdsvis en større og mindre virksomhed kan se muligheder i de europæiske rumprogrammer.

Det handler blandt andet om, at rumprojekterne er baseret på meget omhyggelige og omfattende kravspecifikationer, kvalitets-niveau og holdbarhed. Den teknologiudvikling, kompetenceopbygning og produktionsrutine, der følger med projekterne giver ofte et rigtig godt udgangspunkt for at udvikle høj-teknologiske varer og services til et bredere marked.

Konferencen understregede derfor også med

al tydelighed, at virksomhederne er meget interesseret i rumforskning – og flere kommer til. Og ligeså afgørende: Danmark har potentialerne inden for rumfart. Det må i hvert fald siges at være konklusionen fra direktøren for ESA's industrielle programmer, Mr. Giuseppe Viriglio, på konferencen. Han blev bakket op af flere andre nøglepersoner inden for europæisk rumfart, der holdt indlæg om de danske muligheder og perspektiver i de europæiske rumfartsprogrammer.

Det gælder ikke mindst på de to programområder, der var hovedtemaer på konferencen. Danmark har i de sidste ti år ikke prioriteret ARTES særlig højt, og har kun været med på et af delprogrammerne. Nu er der afsat flere midler til ARTES, hvilket betyder, at vi er med på fire af programmerne. Det er en markant styrkelse af virksomhedernes muligheder for at deltage i rumfartsprojekter. Indlæggene på konferencen fra ESA-repræsentanterne tydeliggjorde de konkrete muligheder.

Det samme gælder GNSS Evolution Programme. Galileo-projektet har haft en hård tilværelse i Danmark, og det har til tider været nødvendigt at mobilisere alle kræfter for at sikre den videre eksistens. Men med mange mellemregninger kan vi i hvert fald konkludere,

at danske virksomheder har tilkæmpet sig en god, fornuftig placering i de projekter, der er i gang, eller under opstart lige nu.

Jeg har god tro på, at mulighederne kan være endnu større i fremtiden. GNSS Evolution Programme giver blandt andet danske virksomheder mulighed for at bringe ny viden og gode ideer i spil, i videreudviklingen og driften af Galileo-systemet.

Der er forhåbentligt ikke længere ret mange, der kan være i tvivl om de store forretningsmæssige muligheder, der ligger inden for telekommunikation og satellitter på globalt plan. Det er et tog, der kører derudaf, og vi skal i Danmark gøre, hvad vi kan for at komme med og præge udviklingen.

Rumteknologien er jo et af de områder, der skaber de højteknologiske arbejdspladser, som står højt på den politiske dagsorden. Der udvikles ny højteknologisk viden – nye produkter, nye services – det gælder de egentlige rumteknologiske produkter, men også indirekte, via den teknologiudvikling som rumfartsinvesteringerne fører med sig.

Vi kan herudover gang på gang konstatere, at rummet virker som magnet på de unge – fra folkeskole til ph.d.er – det skal vi selvfølgelig udnytte til at styrke natur og teknik i uddannelsessystemet. Det understreger endnu en gang, at dansk rumfart på en række områder er en succes.

Selvom rumfart er i global vækst, så kræver rumprojekter store investeringer og en ofte

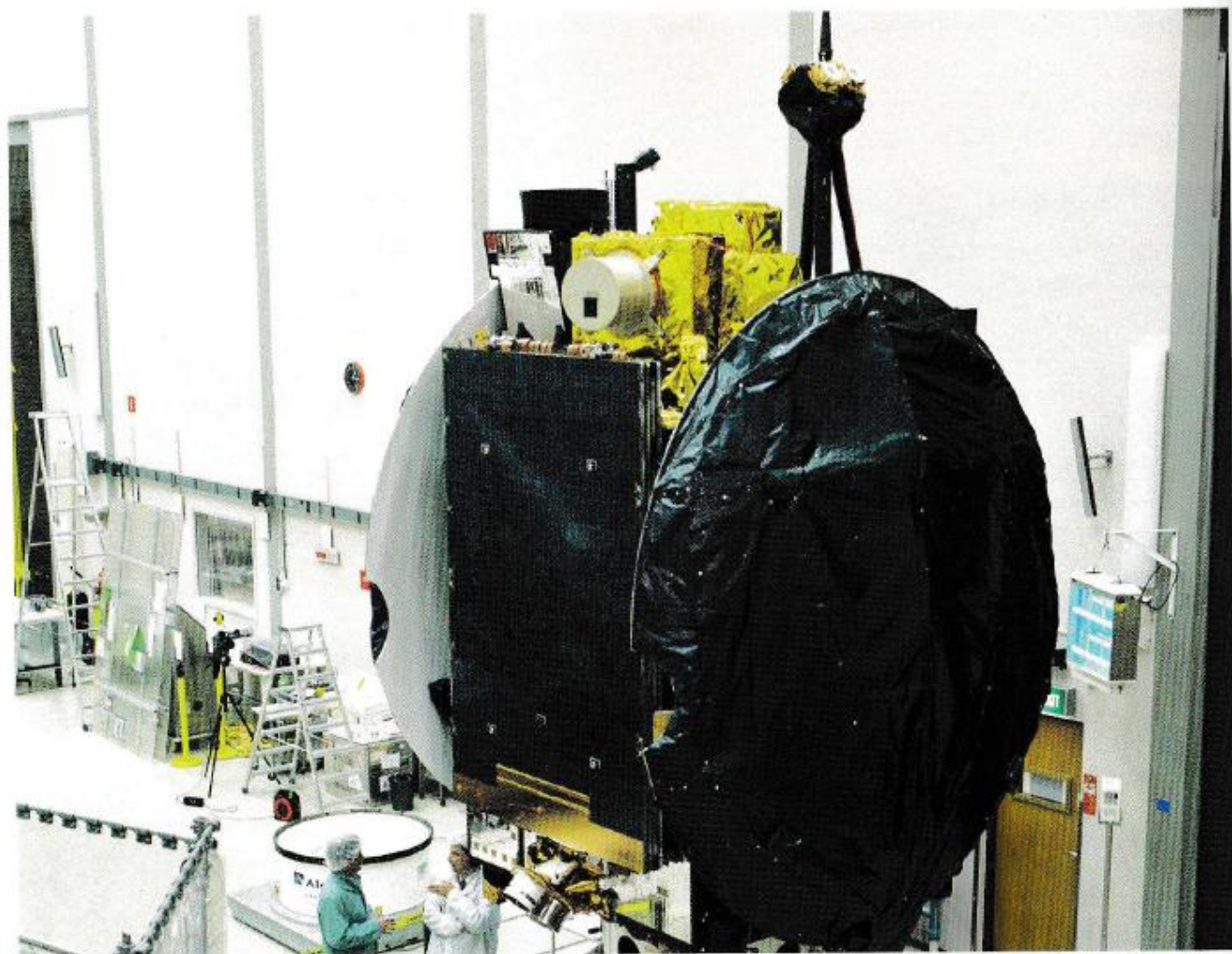


Fig 1 ARTEMIS-satellitten under forberedelse. ARTEMIS er en demonstrationssatellit som skal vise mulighederne for at kommunikere mellem satellitter (inter-satellite link), samt mulighederne for to-vejs-kommunikation og datatransmission mellem satellitter, en jordbaseret relæstation og en mobil enhed (en bil, lastbil, tog eller skib). ARTEMIS blev sendt i kredsløb 12. juli 2001. (Foto ESA).

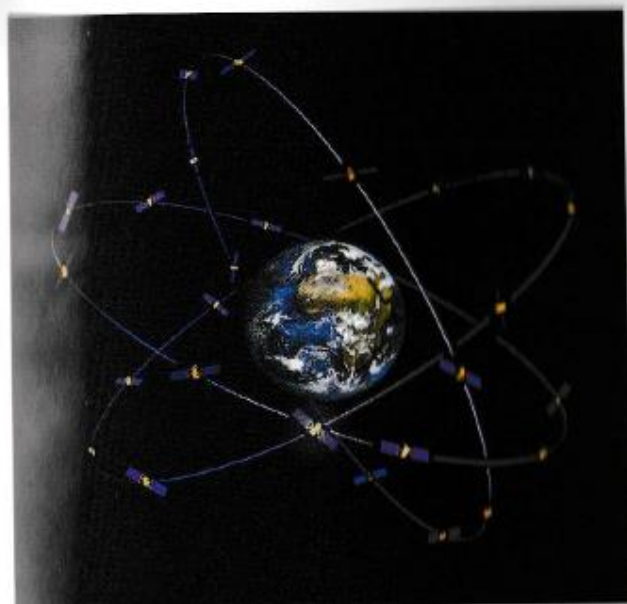


Fig. 2 Det europæiske Galileo-projekt vil i fremtiden udgøre et alternativ og et supplement til det amerikanske GPS for navigation. Nøjagtigheden på positionsbestemmelse vil blive større og der vil blive tilbudt andre tjenester til navigationsbrug. (Illustration: ESA).

meget lang tidshorizont. Længere end normalt for både virksomheder og politikere. Den politiske flyvehøjde inden for rumteknologi bliver derfor ofte ramt af tyngdekraften. Det holder ikke i længden.

Men vi kan også se tendenser til, at det går i den rigtige retning. Danmarks Rumcenter gør en synlig indsats for et øget samarbejde med virksomhederne.

Og sidste år fik vi etableret Dansk RumKon-sortium (DRK), der har sat sig for, at behovet for en national rumpolitik skal realiseres. Første meget vigtige skridt i den retning, var et ihærdigt arbejde med et oplæg til Videnskabsministeren, med prioritering af midlerne til ESA's valgfrie programmer.

En øvelse, det meget flot lykkedes at gennemføre i (næsten) enighed i DRK, og som ministeren realiserede på ESA's ministerrådskonference i december 2005.

Øvelsen betyder for det første, at de politiske trommer omkring rumfart har fået nye toner, og der er mere ørenlyd i dag, end for blot få år siden.

Jeg har i hvert fald personligt fået en optimistisk tro på, at det i løbet af de kommende år kan lykkes at bringe Danmark et niveau op på den europæiske rumfartsscene.

Det vil først og fremmest sige, at vi løfter vores ESA-medlemskab til samme niveau som de fleste andre medlemsstater, men måske også, at det lykkes at få igangsat et nationalt teknologiprogram på rumområdet. Det kan være et satellitprogram, hvor vi har nogle særlige kompetencer og potentialer.

Undskyld mig sproget, men det er altså for sølle, at et land som Danmark ikke kan tage et større økonomisk medansvar i den europæiske forening inden for rumfart. Og det er uværdigt, at vi ikke engang kan være med på det almindelige gennemsnitsniveau. Det skal vi have gjort noget ved, og jeg forventer at den politiske entusiasme omkring Mars og astronauter kan være med til at løfte rumfarten i Danmark inden for kort tid.

Så alt i alt er der god grund til optimisme på vegne af dansk rumfart – og det gælder især inden for to af vækstområderne, nemlig netop konferencens temaer telekommunikation og satellitnavigation. Der er masser af muligheder og fremtid på de områder, og der er masser af muligheder for, at "Danmark i Rummet" går lyse tider i møde.



Fig. 3 GSTB-V2/B er en forsøgssatellit som skal teste frekvensbånd, instrumenter og teknologier som vil være en del af Galileosatellitterne. Et af de kritiske instrumenter de atom-ure som skal installeres på alle Galileosatellitterne.

ARTES

For at fremme udviklingen af telekommunikation og finde nye anvendelsesområder har ESA oprettet et rammeprogram kaldet ARTES: *Advanced Research in Telecommunications Systems*. Under rammeprogrammet er der oprettet ni programlinier med egne finansielle regelsæt og retningslinier. De ni liner er:

Programudvikling (*Programme development*). Formålet med denne linie er at identificere og evaluere fremtidige muligheder og systemer inden for rum- og jordbaseret kommunikation.

Teknologi (*Technology*). Under Teknologilinien fokuseres der på at sikre sammenhæng mellem nye systemer og udviklingen af jordbaseret udstyr og udstyr til satellitterne.

Brugersegment (*User segment*). I Brugersegmentlinien arbejdes der med de områder af satellitkommunikation, som har direkte indflydelse på brugergruppen. Der fokuseres på hvordan brugergruppen får adgang til informationerne og inden for hvilke områder de kan finde anvendelse.

Interaktive multimedier (*Interactive multimedia*). Denne linie har fokus på at forestå et samarbejde med europæiske virksomheder for at udvikle og opsende topmoderne teknologi inden for interaktive multimedie-tjenester til brug på satellitsystemer, når markedet efterspørger disse.

Mobilitet (*Mobility*). I samarbejde med den Europæiske Union og europæisk industri arbejdes der med udformningen af fremtidens mobile satellitbaserede tjenester.

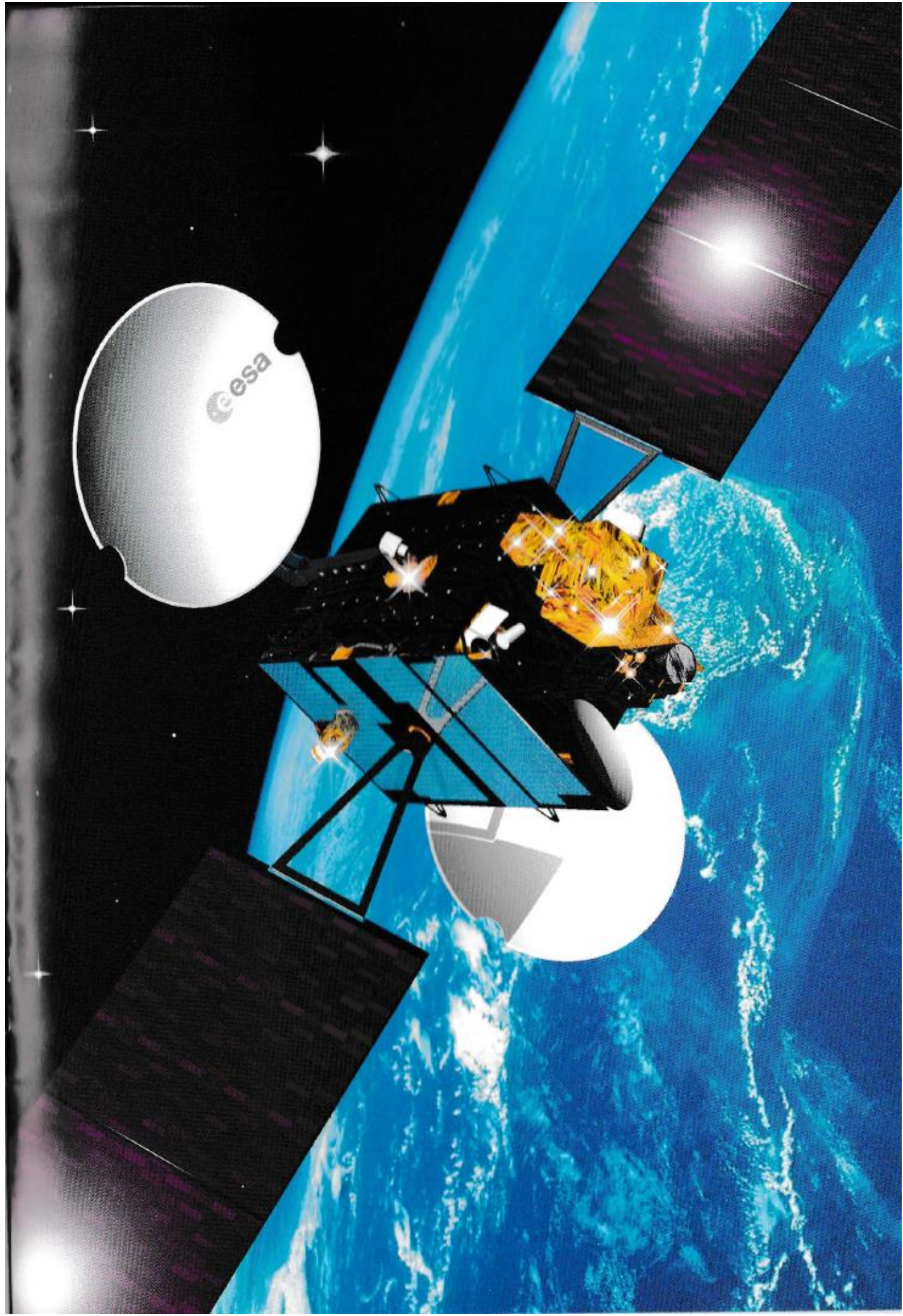
Fælles platform (*Large Platform Mission*). Denne linie involverer udviklingen af en fælles europæisk telekommunikationsplatform baseret på den sidste nye teknologi fra de ledende leverandører. Det er desuden målet at få samlet de ledende europæiske hoved- og underleverandører til at understøtte denne platform. Det vil på sigt give bedre konkurrencevilkår når der skal leveres udstyr til teleoperatørerne.

"I kredsløb"-demonstrationer (*In-orbit demonstrations*). Dette program vil sikre europæisk og canadisk industri muligheden for at afprøve nyudviklet udstyr og komponenter i kredsløb. Det vil sikre en hurtigere blåstempling af udstyr og tjenester, som herved hurtigere vil kunne anvendes på satellitter.

Satellit-til-satellit forbindelser (*Inter-satellite links*). Linien har til formål at sikre at flere satellitter kan kommunikere indbyrdes så de fremstår som én enhed. Det vil øge effektiviteten og udnyttelsen af satellitterne samt dækningsgraden på jordoverfladen.

På rumfart.dk er der links til sider hos ESA, hvor man kan læse mere om ARTES-programmerne.

Højre side: Illustration af ARTEMIS-satellitten i kredsløb. (Illustration: ESA).



Rumstationers historie og idé

af Finn Willadsen, Dansk Selskab for Rumfartforskning, email: finn@rumfart.dk

Ideen om at bygge en rumstation stammer fra før den første satellitopsendelse, ja før den første raket drevet af flydende brændstof. Ideen kan spores helt tilbage til 1800-tallet. Flere af rumfartens pionerer havde planer om store rumstationer, blandt andet Werner Von Braun. Ideen med en rumstation var dengang at den skulle fungere som et logistisk støttepunkt i bane om Jorden. Rumstationen skulle først og fremmest muliggøre optankning af rumskibe på vej fra Jorden og videre til Månen, Mars eller andre rejsemål i solsystemet. Forskning i mikrogravitet spillede en absolut underordnet rolle.

Første generation rumstationer

Den første rumstation var Salyut 1, der blev opsendt den 19. april 1971 fra det daværende Sovjetunionen med en Protonraket. Den

første besætning ombord på Soyuz 10 måtte opgive at komme ombord på rumstationen Salyut 1, og Soyuz måtte lande igen. Soyuz 11 blev opsendt som efterfølger, og det lykkedes denne gang at komme ombord på rumstationen Salyut 1. Kosmonauterne opholdt sig ombord på Salyut 1 i 3 uger; desværre blev de dræbt på vej ned gennem atmosfæren. En defekt ventil havde lukket luften ud på af deres Soyuz-kapsel så de blev kvalt.

En række rumstationer, Saljut 1, Saljut 2, Saljut 3, Saljut 4 og Skylab, kan betegnes som første-generations-rumstationer. De kunne fungere som base for længerevarende ophold på flere uger; men de kunne ikke modtage nye forsyninger. De var alle udstyret med en tilkoblingsport, hvor et bemandet fartøj kunne koble sig til. Det tilkoblede fartøj blev så brugt til hjemreisen, og det fungerede samtidig som



Fig. 1 Skylab, som rumstationen så ud mod slutningen af dens æra.

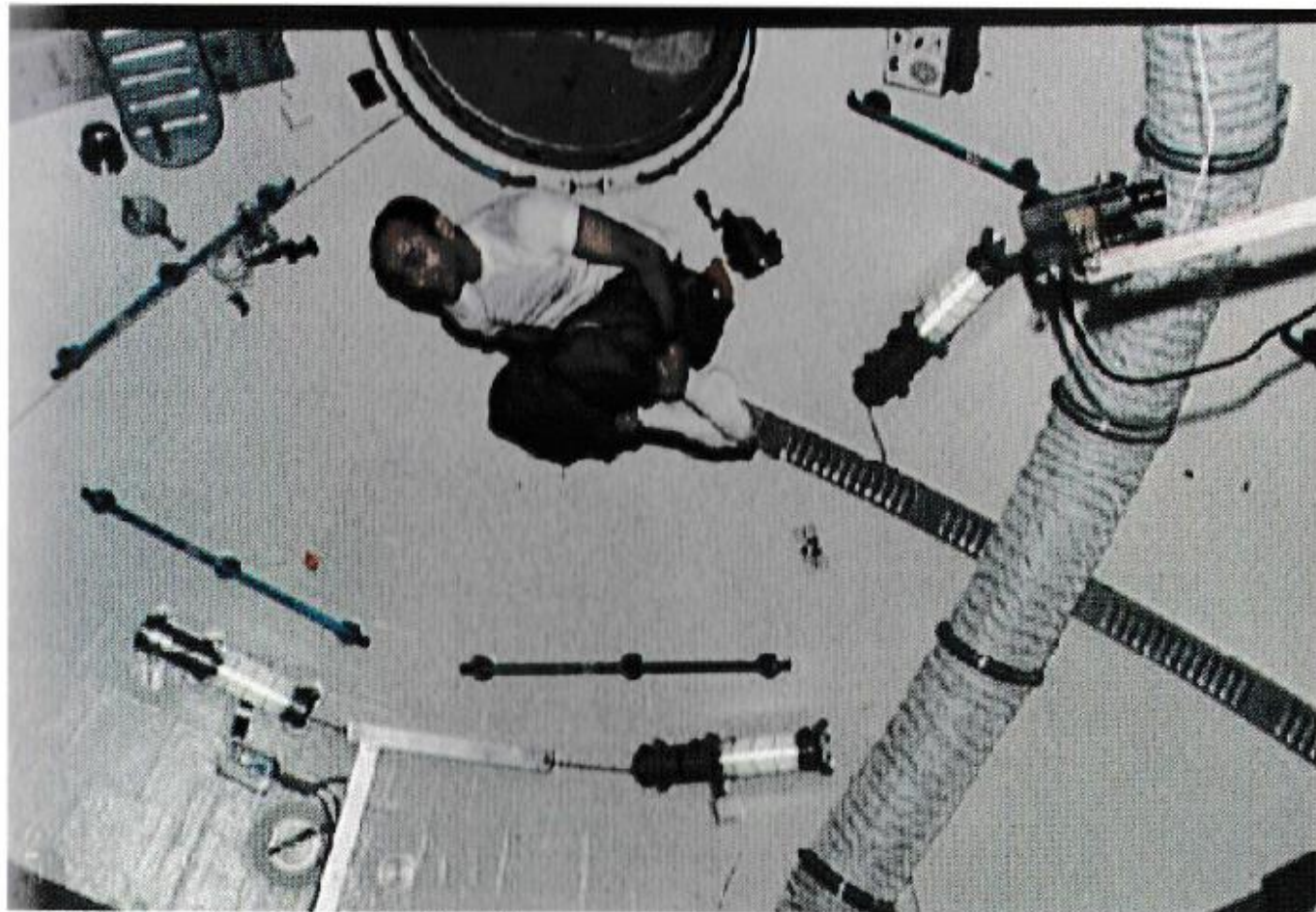


Fig. 2 Skylab havde et relativt stort indre volumen i forhold til andre rumstationer. Her ses lidt af de forhold som astronauterne havde til rådighed.

redningsbåd i tilfælde af alvorlige problemer.

Blandt disse første-generations-rumstationer indtager Skylab en særstilling. Skylab vejede 77 tons mens alle Saljut-stationer vejede mindre end de cirka 20 tons, som Proton-raketterne maksimalt kunne løfte. Skylab blev opsendt den 14. maj 1973 og modtog 3 vellykkede besøg i løbet af 1973 og 1974. I 1973 havde Sovjetunionen opsendt officielt to rumstationer (i virkeligheden tre; men en faldt ned inden den fik navn af rumstation). Den første, Salyut 1, havde haft et vellykket besøg. Den anden var faldet ned, inden det første hold kosmonauter ankom til den.

Først den 24. juni 1974 fik Sovjetunionen opsendt Saljut 3. Saljut 3 blev forsøgt besøgt af kosmonauter tre gange, hvoraf det lykkedes to gange. En af gangene mislykkedes sammenkoblingen med rumstationen, og kosmonauterne måtte lande igen med uforrettet sag.

Anden generation og den sovjetiske dominans

NASA virkede godt nok suveræn indenfor bemandet rumfart i 1974! Men så begyndte konsekvenserne af satsningen på rumfærgen at gøre sig gældende. Indenfor bemandet rumfart blev alt satset på rumfærgen. Apollo-kaplerne og Saturnraketterne blev skrottet og planer om en ny rumstation blev udskudt.

Sovjetunionen fortsatte med Saljut 4, der blev den sidste første-generations-rumstation. Den fik to vellykkede bemandede besøg. Dette blev efterfulgt af en automatisk sammenkobling med en ubemandet kapsel.

Saljut 4 blev efterfulgt af Saljut 5, der blev den første af andengenerations-rumstationer. Saljut 5 havde to tilkoblingsporte. Dette åbnede en række nye muligheder. Saljut 5 blev efterfulgt af yderligere to andengenerations-rumstationer Saljut 6 og Saljut 7. Med to tilkoblingsporte var det ikke blot muligt at

sende forsyninger op til en bemandet rumstation, det blev også muligt at lade en bemandet rumstation få besøg af andre astronauter. Andengenerations-rumstationerne åbnede muligheden for at opholde sig i rummet i årevis.

Muliggørelsen af langtidsstudier

Den 20. januar 1986 opsendte Sovjetunionen rumstationen MIR. MIR må betegnes som en tredjegenerations-rumstation. Her findes ikke blot et pålideligt system til at sende astronauter til rumstationen og få dem ned igen, der findes også et pålideligt system til forsyning af rumstationen med diverse nye forsyninger såsom luft, vand, mad og brændstof. Derudover er der mulighed for udbygning af rumstationen med nye moduler.

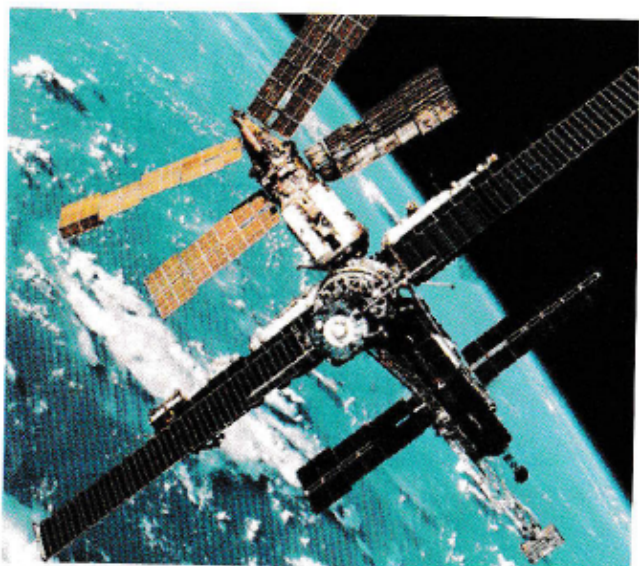


Fig. 3 MIR er til dato den rumstation som har eksisteret i længst tid. Her set fra Discovery under STS-63 på vej væk fra MIR i 1998.

Med tredjegenerations-rumstationer er det blevet muligt at studere langtidsvirkninger af vægtløshed både på mennesker og forskellige fysiske og biologiske forsøg. Sovjetunionens udvikling af denne mulighed betød da også at mange i vesten allerede i 1980'erne planlagde at bygge en permanent bemandet rumstation. Der blev brugt mange penge på denne vision med navnet "Spacestation Freedom". Der blev dog aldrig opsendt nogen moduler til Spacestation Freedom.

Den Internationale Rumstation

Sandheden var, at Vesten ikke havde den teknologiske basis for en permanent bemandet rumstation, idet man ikke havde et tilstrækkeligt pålideligt opsendelsessystem for astronauter. Derudover manglede Vesten et system til at sende nye forsyninger til en rumstation.

For at få adgang til en permanent bemandet rumstation har NASA, ESA og Rusland bygget ISS – Den Internationale Rumstation. Det er ingen overdrivelse at sige at Rusland har manglet finansiering. Til gengæld bygger centrale dele af ISS på sovjetisk teknologi. Udskiftningen af besætningerne og opsendelse af forsyninger er stadig helt afhængig af de russiske Soyuz-raketter, men ESA er i færd med at udvikle et system til forsyning af ISS.

ISS er således en tredjegenerations-rumstation. ISS er en permanent bemandet rumstation med udbygningsmuligheder og en velfungerende forsyningstjeneste. Dette muliggør længerevarende ophold i rummet. Men var det den oprindelige vision for en rumstation?

Visioner for fremtiden

En af visionerne med rumstationer var udforskningen af virkningerne af vægtløshed; men det var ikke den vigtigste. Før opsendelsen af de første rumstationer var hovedfunktionen for en rumstation at fungere som tankstation for rumskibe på vej til Månen eller længere ud i solsystemet. Denne vision er tydeligvis ikke blevet til virkelighed. Hvad mangler der?

Grunden til at de hidtidige rumstationer ikke har kunnet indfri denne vision, er at kapaciteten for forsyninger har været for lille. Forsyningen ved hjælp af ubemandede Soyuz-raketter er begrænset af Soyuz-raketternes maksimale løftekapacitet på 7 tons. Hvis fremtidige forsyningsraketter vil kunne løfte f.eks. 100 tons vil situationen være helt anderledes.

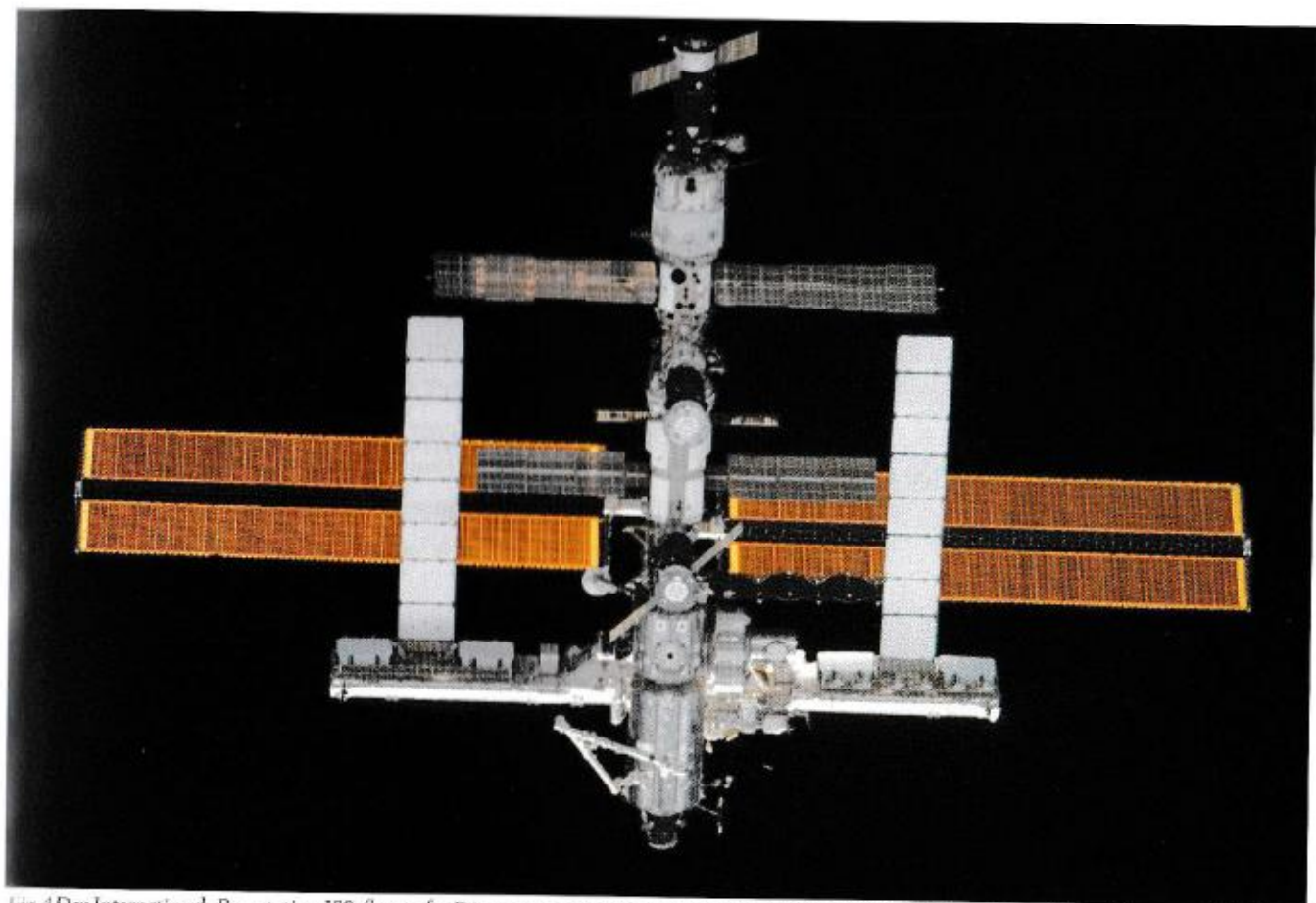


Fig. 4 Den Internationale Rumstation, ISS, (her set fra Discovery på STS121.) startede sin tilværelse i november 1998 med opsendelsen af Zarya-modulet (Zarya betyder 'solopgang' på russisk) fra Baikonur rumcentret. ISS har gennemlevet forskellige nedskæringer, og forventningerne i dag er, at den vil stå helt færdig i 2009 eller 2010. Fra 2010 vil ISS kun blive betjent af russiske og europæiske rumfartøjer, da amerikanerne stopper al aktivitet med rumfærgerne fra 2010. (foto: NASA)

Et andet problem er så, hvor vigtigt det er at få brændstoffet transporteret til en rumstation. Brændstoffet skal jo i alle tilfælde løftes op i lav bane om Jorden. Hvis man kun skal foretage en enkelt eller få rejser, til f.eks. Månen eller Mars, gør det næppe den store forskel. Men hvis man skal foretage mange rejser vil behovet for brændstof variere en hel del mellem forskellige rejser. I så fald kan det være en fordel at kunne sende brændstoffet op med en serie af standarddrakter.

Denne vision synes dog at ligge et stykke ude i fremtiden.



Fig. 5 Den Internationale Rumstation set fra Jordens overfladen. Billedet er taget af astronomer ved observatoriet i München om morgenen den 12. juni i år.

Værktøj til meteorologerne

- Er der udsigt til mere præcise vejrudsigter?

af Thim Nørgaard Andersen, Dansk Selskab for Rumfartforskning, email:thim@rumfart.dk

Når tv-meteorologer fortæller om de kommende dages vejr og guider os igennem bevægelserne for højtryk, lavtryk, regn- og snebyger, og fortæller hvornår på dagen vi kan forvente at skulle tage solbriller frem, så har den nye generation af meteorologiske satellitter gjort deres arbejde forud for disse forudsigelser.

Den 21. december 2005 blev den anden satellit i MSG-serien (Meteosat Second Generation) sendt op (fig. 3 på bagsiden). I daglig tale kaldet enten MSG-2 eller Meteosat 9. Det første billede fra satellitten blev taget den 25. januar i år, men satellitten vil først gå i operationel drift den 1. august (fig. 2 på bagsiden).

Det er den fælles-europæiske meteorologiske organisation, *Eumetsat*, som sammen med ESA har stået for udviklingen af den nye serie af meteorologiske satellitter. I alt skal der frem til 2018 opsendes 4 satellitter hvoraf de to første er opsendt. Satellitterne opsendes fra Kourou i Fransk Guiana med en Ariane 5 raket.

Den nye serie af meteorologiske satellitter skal i højere grad kunne hjælpe med mere præcise forudsigelser af vejret. Med udnyttelsen af den fortsatte udvikling af udstyr til måling af atmosfærens bevægelser og påvirkningen på hav og land kan en højere præcision opnås.

Udstyret

Det primære udstyr er et radiometer som tager billeder af Jorden hvert 15. min, hvor vi tidligere har modtaget billeder hvert 30. min. Radiometeret kan se i 12 forskellige bølgelængdebånd som strækker sig fra det synlige område til infrarøde område. Disse 12 forskellige bølgelængdebånd giver information fra forskellige højder: Fra den højtliggende

atmosfære over skyer i den nedre del til Jordens overflade. Ved samtidig at fokusere på hver af de dele af atmosfæren og Jordens overflade som giver information i de 12 forskellige bånd fås meget detaljerede informationer som tilsammen giver et billede af vejrets udvikling i mere detaljeret form end vi tidligere har haft adgang til. Instrumentet kaldes SEVIRI (*Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager*).

Til de fortsatte studier af klimaets forandring og udvikling er MSG-satellitten udstyret med endnu et radiometer kaldet GERB (*Geostationary Earth Radiation Budget*). Denne gang et mere bredspektret radiometer som måler og registrerer varmeudstrålingen fra Jorden hvert 6. min.

Jordens termiske udstråling er en balance mellem den stråling som modtages fra Solen, den solstråling som bliver reflekteret og spredt i atmosfæren og endelig Jordens egen udstråling fra overfladen. Det er denne blandede udstråling GERB skal separere, hvilket også har været udfordringen da instrumentet skulle udvikles.

Search and Rescue

Som en ny del er MSG-satellitterne også udstyret med en S&R transponder. S&R – *Search and Rescue* – er blevet en vigtig del af MSG-satellitternes funktion. Transponderen modtager ved 406 MHz og satellitterne er kædet sammen med andre satellitter i et internationalt redningsnetværk udviklet af Canada, Frankrig, USA og Rusland.

Normalt vil et skib være udstyret med en S&R transponder og når der udsendes nødråb vil MSG-satellitterne registrere dette, lokalisere hvor signalet kommer fra og sende besked til nærmeste myndighed.



Dansk Selskab for Rumfartsforskning

Foreningen for alle med interesse i rumfarten og dens anvendelser.

Selskabet har som hovedformål at udbrede kendskabet til danske rumfarts-aktiviteter. Dette søges først og fremmest opnået ved:

- Afholdelse af *offentlige møder*, hvor danske rumfartsprofessionelle fortæller om deres arbejde med rumfartsteknologi eller de mangeartede anvendelser af rumfarten.
- Udgivelse af bladet *Dansk Rumfart*. Bladet udkommer mindst en gang pr. kvartal, og indeholder – udover beskrivelser af Selskabets arrangementer – en række artikler om fortrinsvis danske rumfartsprojekter.
- Drift af hjemmeside *rumfart.dk* på Internettet. Hjemmesiden indeholder information om Selskabet og dets aktiviteter, nyheder om rumfartsprojekter med dansk deltagelse, masser af faktasider med baggrundsinformation om rumfart samt en lang række links til andre rumfartsrelevante hjemmesider.

Herudover afholder Selskabet firmabesøg og udarbejder plancheudstillinger, der turnerer rundt til skoler og biblioteker i hele landet.

Som medlem får man tilsendt bladet *Dansk Rumfart*, med fokus på danske rumfartsaktiviteter. Desuden får man det norske blad *Romfart*, der udkommer fire gange årligt. Dette blad er mere orienteret mod den internationale rumfart, f.eks. med udførlige beskrivelser af de amerikanske rumfærgemissioner.

Årskontingenter er: Ordinært medlem: 300 kr., studerende: 175 kr., unge under 18 år: 60 kr. Bestil girokort via menupunktet "Bliv medlem" på *rumfart.dk*.

Kontaktpersoner

Formand: Steen Eiler Jørgensen, tlf. 44 48 30 07, e-mail: sej@rumfart.dk

Næstformand: Thim Nørgaard Andersen, tlf. 32 84 56 37, e-mail: thim@rumfart.dk

Sekretær: Bjarne M. Johansen, tlf. 35 84 08 55, e-mail: bjarne@rumfart.dk

Returneres ved varig adresseændring

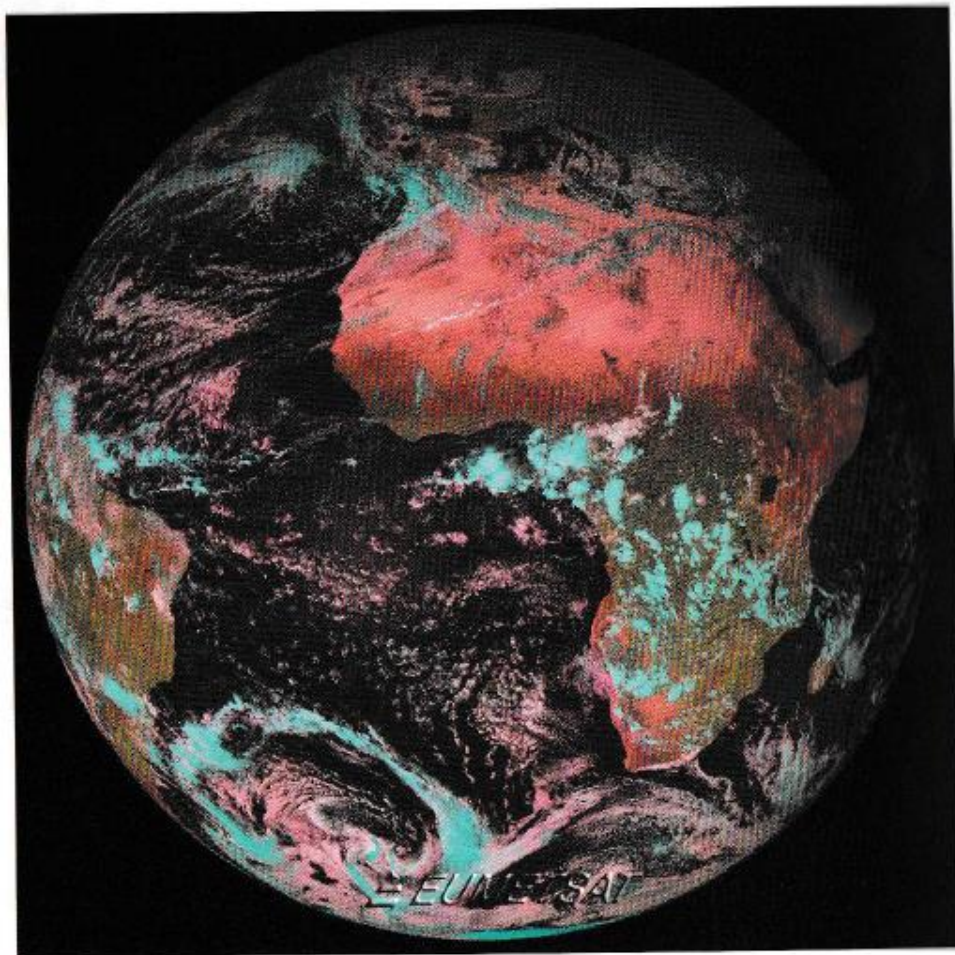


Fig. 1 Første billede sendt tilbage af MSG-2 den 25. januar i år. Farverne er falske da billedet er sammensat af de forskellige bølglængdebånd fra radiometeret.

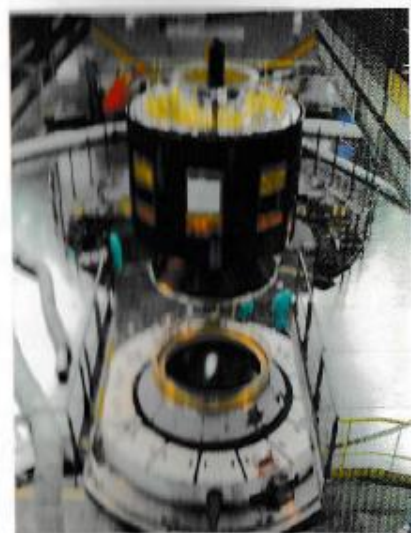


Fig. 2 MSG-2 under installationen på Ariane 3-raketten



Fig. 3 Opsendelsen setes fra Kourou i Fransk Guiana den 21. december 2005