



DANSK RUMFART

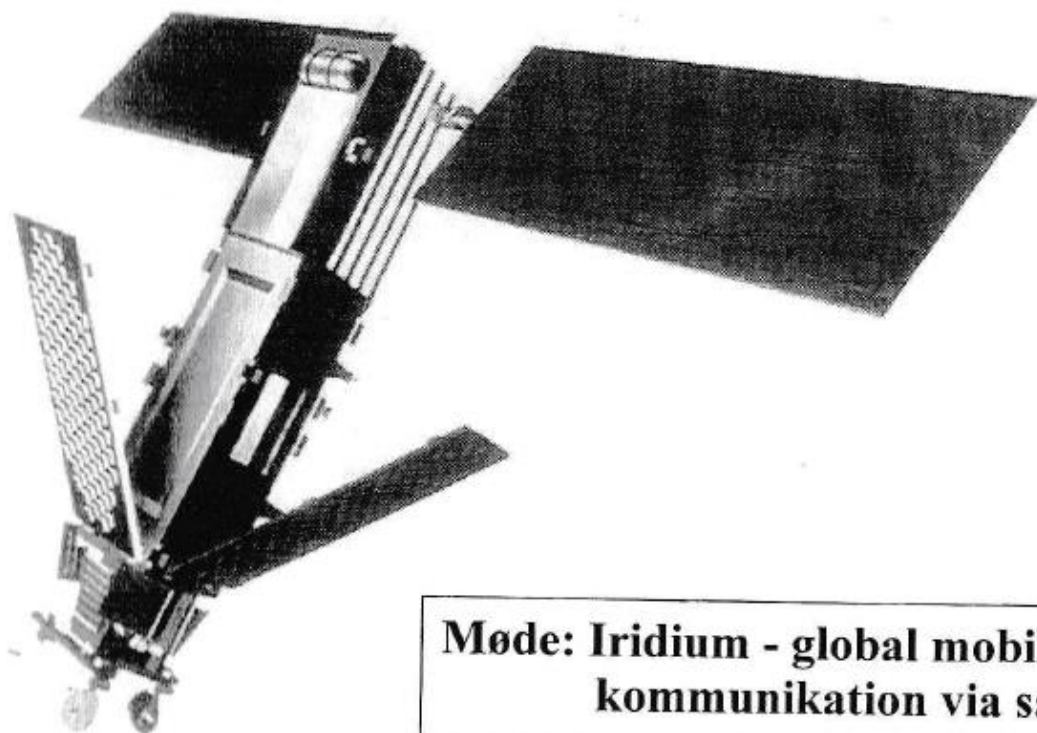
Nr. 36

1998

juli - september

Dansk Selskab for Rumfartsforskning

**Risø undersøger Mars'
atmosfære med Pathfinder**



**Møde: Iridium - global mobil-
kommunikation via satellit**

Det Danske Småsatellitprogram er nu igang

Af Per Lundahl Thomsen, Program Leder, Det Danske Småsatellitprogram
Dansk Rumforskningsinstitut

Startskuddet

Det Offentlige Forskningsråd for Rummet (OFR) formulerede i 1997 et studieprojekt "Danske SMO koncepter", hvor SMO står for "Small Mission Opportunities". Studiet skulle kortlægge de danske interesser for fremtidige mindre missioner. Studiet konkluderede på baggrund af den store interesse og på baggrund af de indkomne missions forslag, at der måtte være fundament for at etablere et småsatellitprogram i Danmark.

OFR arbejdede derefter igennem længere tid målrettet imod at få iværksat et sådant småsatellitprogram i dansk regi. Det foreløbige resultat af dette arbejde er således, at der i 1998 og frem til 2001 er afsat 50 mio. kr. på finansloven til at iværksætte et sådant program. Forskningsministeriet har herefter besluttet, at der af programmidlerne afsættes 18 mio. kr. til en dansk deltagelse i den argentinske Mission SAC-C. Til rådighed for nye småsatellitprojekter er der altså i alt ca. 30 mio. kr. og for det beløb forventer man at kunne iværksætte 1 eller 2 projekter i perioden 1999-2001.

Det såkaldte "Udvalg for Småsatellitprogrammet" nedsat af forskningsministeriet har således nyligt udsendt en Announcement of Opportunity (Indkaldelse af interesse-tilkendegivelse) for at sikre, at alle med gode ideer til nye spændende missioner har muligheden for at melde sig. Indkaldelsen kan læses på internettet (<http://www.forskraad.dk/opslag/>).

I de nærmeste måneder skal der udvalges en eller to efterfølger(e) til "Ørsted".

Koordineringen af de mange nye tiltag og projekter i forbindelse med etableringen af programmet varetages af Dansk Rumforsknings Institut.

Hvorfor?

Den teknologiske udvikling med miniaturisering af elektronik og mekanik har gjort det muligt at løse en række komplekse observationsopgaver fra rummet ved hjælp af småsatellitter. Ørsted-satellitten, der trods 7 år undervejs, stadig repræsenterer en teknologisk nyudvikling, har derfor også høstet både national og international anerkendelse. De særlige kendetegn ved satellitten er, at den er lille, billig i forhold til andre satellitter, og at den har et særdeles fokuseret videnskabeligt formål.

Formålet med programmet er at skabe forskningsmæssig og teknologisk fornyelse ved dansk deltagelse i fortsatte småsatellitprojekter og herved bevare og udbygge den danske styrkeposition internationalt. Forskningsrådene lægger i den forbindelse vægt på et bredt samarbejde mellem universiteter, sektorforskning og erhvervsliv. Det er ligeledes en forudsætning for realiseringen af programmet, at der samarbejdes internationalt om at føre projekterne ud i livet.

Ansøgningerne vil blive vurderet ud fra aspekter som forskningsmæssige landvindinger, teknologisk innovation, industrielle perspektiver og internationalt samarbejde. Behandlingen af projektforslagene vil afspejle prioriteringen i strategiplanen "Dansk Rumpolitik 1997", der er udarbejdet af OFR.

Redaktionelt:

Udgiver: Dansk Selskab for Rumfartsforskning
Dansk Rumfart nummer 36, juli-september, 1998
Deadline til nr. 37: 9/9-98.

Ansvarshavende redaktør:

Thomas A. E. Andersen
Branddamsvej 179
DK-2860 Søborg
Tlf. 31 67 76 33, Fax 35 36 22 82
E-mail: dsr.formand@inet.uni2.dk

Redaktion:

Paul A. Bruun, Bjarne M. Johansen, Michael Lumholt

Forsiden:

Iridiumsatellit, som sammen med 65 magen til skal give global dækning til en ny type mobiltelefoner.
Lille illustration: Rumfærgen.

INDHOLD

Det Danske Småsatellitprogram	
- artikel af P. L. Thomsen	2
Pathfinders atmosfæriske målinger	
- artikel af S. E. Larsen og H. E. Jørgensen	7
Ny bog: Future Trends in Remote Sensing	11
Den Internationale Rumstation - verdens største puslespil	12
AXAF - NASAs næste røntgen-observatorium	13
Besøg på Dansk Rumforskningsinstitut	14
IRIDIUM - global mobilkommunikation via satellit	15

Hvad har vi at bygge videre på?

"Danske SMO Koncepter" studiet blev sat i værk i forbindelse med ESA's initiativ til at kigge på små "standard" satellitter. ESA satte sig for at undersøge mulighederne for at lave et "byggekodessystem", hvor man anvendte standard byggekoder til at lave platformdelen af satellitten og jordsegmentet. Det viste sig dog ved afslutningen af disse studier, at der ikke var den store tilslutning til denne mulighed i ESA's medlemslande. "Danske SMO Koncepter" studiet blev derfor drejet hen imod den mere nærværende mulighed for et dansk småsatellitprogram.

Den afsluttende rapport, blev færdig i december 1997, blev skrevet med udgangspunkt i 3 workshops der blev afholdt i løbet af 1997. Målsætningen med studiet var følgende:

- At gøre status for de ideer, der fandtes i Danmark for små satellitter herunder:
- At udfærdige en kort rapport over det videnskabelige indhold i de foreslåede missioner.
- At redegøre for hvorledes dansk industri havde mulighed for at udnytte de erfaringer, der er udviklet i forbindelse med tidligere rumfartsprojekter.

De tre uafhængige workshops bidrog hver for sig til den ovenfor nævnte målsætning. Tema for hver af de tre workshops var:

- WS 1:** Klarlæggelse af SMO konceptet og fremlæggelse af forslag til nye danske missioner.
- WS 2:** Klarlæggelse af dansk industris interesser og potentiale.
- WS 3:** Definition af potentielle danske videnskabelige missioner for små satellitter.

Resultatet af diskussionerne på disse workshops blev beskrevet i den afsluttende rapport. Rapporten som helhed søgte at dokumentere holdningerne i danske forskningskredse og i dansk industri til SMO konceptet samt fremlægge og beskrive mulige nationale missioner enten i lyset af et dansk mikrosatellit program eller set i lyset af SMO. (Hvis du skulle være interesseret i at læse denne rapport, kan den hentes på <http://apollo.dsri.dk/smaasatellit/> i PDF format)

Det væsentlige ved dette studie var naturligvis, at forskerne fik lejlighed til at fiske deres ideer frem af skufferne og få dem præsenteret. Flere brugte endog mange ressourcer på at få disse missionsforslag pudset af og fik lavet et særdeles godt stykke arbejde. Dette har som bekendt dannet det forløbige grundlag for småsatellitprogrammet. Det er naturligvis håbet, at der med Forskningsrådenes initiativ vil komme endnu flere gode forslag til programmet. Det efterfølgende beskriver ganske kortfattet de forskellige missionsforslag, der på nuværende tidspunkt danner grundlaget for småsatellitprogrammet.

SAC-C Magnetic Mapping Payload (MMP)

Som nævnt tidligere er der afsat 18 mio. kr. af småsatellitprogrammets midler til dansk deltagelse i det Argentinske Satellit Projekt SAC-C (Satélite de Aplicaciones Científicas - C). SAC-C MMP bliver således den første egentlige mission, der er underlagt småsatellitprogrammet. Den danske deltagelse i SAC-C vil være en direkte forlængelse af de videnskabelige undersøgelser i forbindelse med Ørsted satellitten og har derfor følgende videnskabelige formål: måling af magnetfelter, telemåling samt måling af temperatur og fugtighedsprofiler ned gennem atmosfæren. Danmark bidrager med udstyr til magnetometri, men får adgang til måledata fra alle tre områder.

De øvrige missionsforslag der blev foreslået på den tredje og så at sige konkluderende workshop, kunne kategoriseres i 3 videnskabelige grupper astronomi, atmosfære og magnetosfære.

Der er 8 konkrete forslag, som forhåbentlig bliver fulgt op af endnu flere spændende forslag i den næste måneds tid, er kort beskrevet i det efterfølgende.

Astronomi

MONS - Measuring Oscillations in Nearby Stars

Det eneste instrument om bord på MONS vil være et 30 cm teleskop med en CCD detektor. Det primære mål er at observere 25 stjerner i solens omegn. Hensigten er at måle små svingninger i lysstyrken samt lys- og farvevariationerne for hver af disse stjerner over en periode på en måneds tid. Ved hjælp af disse målinger kan man sige noget om den enkelte stjernes sammensætning, om bevægelser i stjernernes indre, om deres energi-spektrum og om eventuelle planeters bevægelser omkring

dem. I dag er solen den eneste stjerne, der har været undersøgt med denne specielle svingningsanalyse.

eXCALibur – establish X-ray Astronomy Reference Sources

Den næste generation af røntgenteleskoper vil have mulighed for at måle et bredt spektrum af tusindvis af strålingskilder i universet med en nøjagtighed bedre end 1 procent. Der er blot det problem, at den nuværende referencekilde (Krabbeågen), der i dag bliver brugt som udgangspunkt for målingerne, kun er kendt med en nøjagtighed på omkring 10 procent over 2 keV fotonenergi og omkring 50 procent under 2 keV fotonenergi. Det er derfor hensigten med eXCALibur, at dedikere missionen til at forbedre kendskabet til denne referencekilde helt ned til under 2 procents nøjagtighed. Et antal andre potentielle reference kilder vil også blive undersøgt. Det eneste instrument på dette missionsforslag er et såkaldt "pinhole" kamera med CdZnTe detektorer, der er under udvikling på Dansk Rumforskningsinstitut.

μ -BALLERINA – Search for X-ray Transients

μ -BALLERINA har til formål at spore og måle på de såkaldte "gamma ray bursts" eller gamma-glimt, der i dag kun er kendt og undersøgt i meget begrænset omfang. Man ved, at der fra tid til anden rundt om i universet pludselig bliver udsendt store doser af gammastråling, men man ved ikke hvad der forårsager disse pulser eller hvor de kommer fra. Missionen vil blive udstyret med et system af Gamma-detektorer, som sporer pulserne. I det øjeblik en sådan puls bliver opdaget, skal satellitten vende sig rundt og sigte mod kilden med et røntgenteleskop. Teleskopet skal så måle sammensætning, varighed, intensitet osv. af pulserne. Ud over selv at måle på pulserne, skal satellitten også hurtigt meddele jorden pulsens beliggenhed, således at man hurtigt har mulighed for at sigte andre mere avancerede teleskoper imod kilden, inden kilden dør ud igen.

Atmosfære

AXO – The Atmospheric X-ray Observatory

Missionen sigter imod at belyse sammenhængen imellem den øvre atmosfære og selve rummet. Specielt røntgenudstråling i forbindelse med tordenaktivitet. Disse skal muligvis ses i relation til det nyligt opdagede fænomen af opadgående lyn eller udladninger

også kaldet "red sprites" og "blue jets". Derudover er det målsætningen at studere processer i forbindelse med nordlysfænomenet så som accelerationen af ladede partikler og selve dannelsen af nordlys. Instrumenterne om bord på denne mission vil inkludere et røntgen-kamera til måling af intensiteten, placeringen og tiden for røntgen-kilder i atmosfæren, optiske kameraer til bestemmelse af torden- og nordlysaktiviteten, partikelspektrometre til måling af elektronernes energiniveauer, et vektormagnetometer til måling af elektriske strømme samt en avanceret GPS-modtager, der kan måle profiler af temperatur og fugtighed igennem atmosfæren.

CLIMEX – Atmospheric Profiling Mission

CLIMEX er ikke bare et forslag om en enkelt satellit, men et forslag om en konstellation af hele 6 små satellitter, placeret i to forskellige baneplaner. Satellitterne er nøjagtigt ens og de indeholder kun et enkelt instrument: en avanceret GPS modtager. Konstellationen af GPS satellitter giver mulighed for globalt at måle temperatur, tryk og fugtighedsprofiler ned igennem atmosfæren. I dag måles dette ved hjælp af spredte ballonopsendelser. Ved hjælp af denne nye "satellit teknik" har man mulighed for at mangedoble mængde af denne data, specielt over havet, hvor man i dag stort set ingen målinger har. Denne øgede mængde af data forventes at give et væsentligt bidrag til forståelsen af vores globale klima og kan forhåbentligt også hjælpe vores meteorologer til at give os noget bedre vejr ! Ud fra de beskrevne atmosfæreprofiler vil man også være i stand til at måle elektrontætheden i ionosfæren. Man håber på den måde at spore energiudvekslinger imellem ionosfæren og den øvre atmosfære.

FACE-IT – field aligned current experiment

FACE-IT missionen har til formål at udforske feltrettede strømme i magnetosfæren ved brug af et nyt type instrument, et såkaldt "Faraday Current Meter". Dette vil give mulighed for at måle finmaskede strukturer i magnetosfærens strømmønster. Videnskabsfolkene er særdeles interesseret i at bestemme de direkte geometriske relationer, fordeling og styrke af disse feltrettede strømme, idet disse udgør det vigtigste forbindelsesled i energioverførslen mellem solvinden, magnetosfæren og ionosfæren. Til dato er dette kun målt med magnetometre, der indirekte estimerer strømtætheden og således ikke giver en særlig

god opløsning. Målingerne forventes at få stor indflydelse på vor forståelse af relationerne imellem ionosfærens strømsystem og processerne i magnetosfæren. På denne måde håber man, at kunne udbygge eller måske helt revidere forståelsen for Jordens ioniserede øvre atmosfære og dens påvirkninger fra solvinden

Geomagnetisme

De sidste to forslag til nye missioner ligger inden for det område, man kan kalde rumfysik eller måske lidt mere sigende geomagnetisme

GRADSAT - A Geomagnetic Gradient Field Mission

Dette missionsforslag sigter imod global kortlægning af magnetfeltet, i princippet ligesom Ørsted-satellitten, men målrettet imod måling af feltet, der hidrører fra Jordens skorpe samt måling af magnetfeltets gradienter. Ørsted kommer i en bane, der er for høj til detaljeret at kunne foretage denne kortlægning. Man har ikke heller i Ørsted mulighed for detaljeret at undersøge feltets gradienter (kun i de tilfælde hvor Ørsted overflyver jordbaserede instrumenter). Man forsøger i dette forslag at få disse dimensioner med ved at foreslå to ens små satellitter bundet sammen med en 20 km lang line i en lav bane, pegende som et pendul væk fra Jordens centrum. Konstellationen vil over en relativt kort periode "synke" yderligere ind imod jorden og i det øjeblik, at konstellationen er sunket så langt ned imod jorden, at der er fare for at satellitterne styrter ned (grundet den svage luftmodstand) klipper man den ene satellit fra (man går derefter glip af gradient målingerne) og fortsætter i en periode missionen med fokus på jordskorpens felt med kun en af de to satellitter. Instrumenteringen af de to satellitter er ens og er en avanceret videreudvikling af instrumenterne, der i dag er bygget til Ørsted-satellitten

Multiprobe geomagnetic field mission

Multiprope missionen er som GRADSAT en magnetfelts-mission og der er også allerede taget initiativ til eventuelt at kombinere de to missionsforslag. Målsætningen med denne mission er som før at kortlægge magnetfeltet, men her er det ønsket, at alle bidrag fra jorden og indflydelsen fra magnetosfæren skal undersøges. Dvs bidrag til feltet fra jordens indre, fra jordens skorpe og indvirkningen af felter og fra partikel flux fra planeter, solen og fra andre dele af universet. Man har i dette forslag forudset, at der er behov for en konstellation af satellitter eller

rettere to sæt af satellitter hver i deres eget baneplan. Hvert sæt skal bestå af en moder satellit og en datter satellit der så er separeret med 100 km's mellemrum. Ved hjælp af de missioner der i dag er igang (Ørsted, CHAMP og SAC-C) har man ikke mulighed for at undersøge variationerne og dynamikken i ionosfærens strømmønstre, men med en konstellation af satellitter vil dette også blive muligt. Denne dimension er specielt interessant i polare områder, hvor disse variationer er særdeles udprægede.

Og hvad så?

Institutionerne bag de 8 nuværende missionsforslag har erfaring inden for instrumenteringssiden og inden for de respektive videnskabelige emner, men der er en række områder inden for platformteknologien og missionsanalyse, hvor institutionernes erfaringsgrundlag ikke er helt tilstrækkeligt. Eventuelle nye forslag, der kommer ind på foranledning af den før omtalte indkaldelse af "interesse-tilkendegivelse", vil sandsynligvis også mangle et sådant erfaringsgrundlag.

Det er vigtigt, for at udvælge et eller flere af disse projekter til videre studier i 1999, så der skabes et solidt fundament for udvælgelsen, ikke bare inden for instrumentteknologi og videnskab, men også på platformssiden. Det er specielt vigtigt, at de krav, der fra forslagsstillerens side stilles til satellitplatformen, og som bliver brugt til definition af instrumentlasten, er i overensstemmelse med, hvad der er realistisk at gennemføre.

Dansk Rumforskningsinstitut har i den forbindelse formuleret 7 generelle studier, der er udbudt i licitation af OFR. Disse forslag skal medvirke til at missionsforslagene kan nå et tilstrækkeligt detaljeringniveau af platformen.

Hvad sker der

Småsatellitprogrammet vil i 1998 koncentrere sig om koordinering af, deltagelse i og gennemførelse af et antal studier og projektforslag:

- Færdiggørelse af den danske del af SAC-C satellitten.
- Støtte til uddybning af de 8 specifikke projektforslag fra DSMK Studiet inden for områderne astronomi, rum/geofysik og atmosfærefysik samt støtte til eventuelle nye missionsforslag på foranledning af den nyligt udsendte Announcement of Opportunity.

- 7 generelle studier inden for områderne opsendelsesmuligheder, attitudekontrol-systemer, fremdriftssystemer, miniaturisering af GPS modtagere, kommercielle småsatellit-platforme og subsystemer, telemetri via globale telefonnetværk og elektroniske komponenter.
- Støtte til Forskningsrådene om definition af en udvælgelsesprocedure samt fremgangsmåde for de fremtidige satellitprojekter i dansk regi.
- Identificere alle interessenter i forbindelse med småsatellitprogrammet samt at karakterisere institutioner, organisationer og enkeltpersoner, deres interesser og motivation for deltagelse i programmet herunder deres videnskabelige, industrielle og politiske objektiver.

Det er endvidere målsætningen, at programmet skal opnå en høj grad af "papirløst" niveau og med så god en integration af partnerne som muligt, selv om enkeltpersoner eller organisationer er spredt over et større geografisk område. Dette vil blive understøttet ved indførelse af ny teknologi i form af bl.a.:

- Elektronisk håndtering af dokumenter og specifikationer i databaser med adgang fra Internettet.
- Videokonferencer.

For at opnå en sådan målsætning er man også nødt til at vurdere følgende:

- Minimere antallet af dokumenter til det absolut nødvendige.
- Tilpasse kvalitetsniveauerne på komponenter og på andet hardware i øvrigt, så man opnår høj sandsynlighed for projekternes succes og holder prisen inden for acceptable rammer.
- Minimere krav til design verifikation og test mm.

Med hensyn til de finansielle aspekter synes det umiddelbart, at der ikke inden for den nuværende bevilling er mulighed for at gennemføre et komplet nyt satellitprojekt. Det er derfor også nødvendigt for programgruppen at identificere muligheder for tilskud til programmet fra anden side.

Et andet vigtigt punkt, der skal sikres, er industriens fortsatte interesse i småsatellitprogrammet. For at opnå dette skal

Redaktionelt

Efter redaktionens afslutning er der sket enkelte ændringer til artiklens indhold. **GRADSAT** og **Multiprobe geomagnetic field mission** er lagt sammen under det nye navn, **SWARM**.

Et nyt forslag er kommet til, MSME (Mars Surface Magnetic Exploration), der er et ca. 60 kg tungt modul til ESAs store Mars Express mission.

industrien i en vis udstrækning have indflydelse på hvilke initiativer, der skal underlægges småsatellitprogrammet.

Fremtiden

Det alt overskyggende mål for os, der er involveret i definitionen og i driften af småsatellitprogrammet, er naturligvis, at der inden for de næste par år bliver sat endnu en lille dansk satellit i verden. En efterfølger til Ørsted-satellitten, som man i Danmark kan samle al den ekspertise og entusiasme omkring, der er nødvendig for at det overhovedet er muligt at gennemføre et sådant projekt.

Desuden er det også essentielt, at fremtiden for småsatellitprogrammet bliver sikret. Dvs. at programmet får mulighed for at fortsætte ud over den nuværende berammede periode på 4 år. Det er derfor utroligt vigtigt hele tiden at have nye relevante projekter i støbeskeen. Projekter, der løbende kan medvirke til at øge det teknologiske og videnskabelige udbytte af de nødvendige investeringer og som derfor bidrager til velviljen for programmet.

I år 2000 vil forskningsministeriet, ved hjælp af anerkendte eksperter i udlandet, foretage en evaluering af de hidtidige erfaringer med programmet, for derved at undersøge grundlaget for en eventuel fortsættelse. Det er mit håb, at man ved denne lejlighed finder, at investeringerne viser sig givtige i en sådan grad, at man ikke bare ønsker at fortsætte programmet, men at man tilmed ønsker at udvide det. For at dette skal kunne lade sig gøre, er det absolut nødvendigt med en **aktiv** opbakning til programmet fra **alle**, der har interesse i at deltage i denne spændende udfordring. ■

Pathfinders Atmosfæriske Målinger

Søren E. Larsen og Hans E. Jørgensen, Afd. Vind energi og Atmosfære Fysik, Risø

Indledning

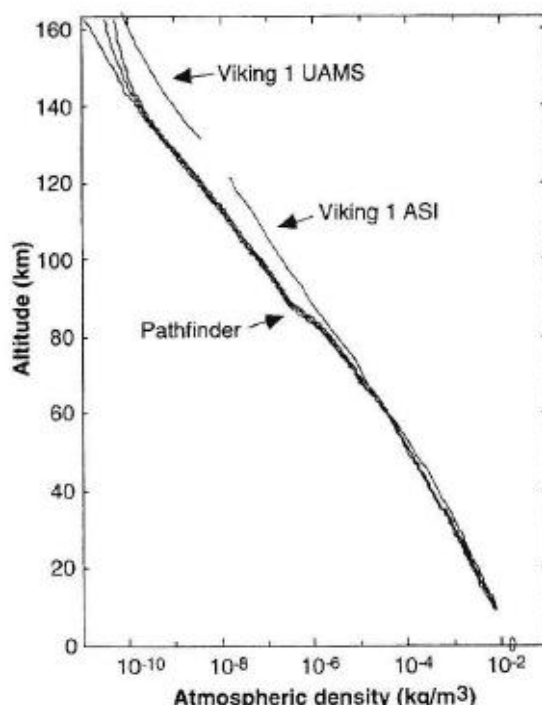
Pathfinder landede i Ares Vallis nær Mars' ækvator d. 4 juli 1997. Den var den første af en række "low cost, quick discovery" missioner som NASA stiller store forhåbninger til. Pathfinder var designet primært til at demonstrere landingskonceptet og til at fungere i ca. 1 måned, med roveren "Sojourner" i kun en uge. Alligevel fungerede missionen i ca. 3 måneder efter landingen i hvilken periode den styrede roveren ud over landskabet i et spor på i alt ca. 100 meters længde, samt hjemsendte data fra en serie videnskabelige og teknologiske måleprogrammer. I alt sendtes 2.3 Gbits data, heriblandt 16500 billeder taget fra landeren og 500 fra roveren, 16 kemiske analyser af jordbunden og ca. 8.5 millioner meteorologiske data, dvs. målinger af temperatur, tryk, vindhastigheder og retning. Som mange af læserne har opdaget var missionen også noget af et publicity projekt med 566 millioner Internet "hits" registreret den første måned efter landingen.

NASA havde fra et stort antal ansøgere udvalgt et videnskabeligt team til at udføre det indledende arbejde med fortolkning af de indsamlede data. En måske vigtigere opgave var at bistå med operationelt at fortolke situationen i den første periode efter landingen, og herefter med at planlægge og udfører målingerne under hensyntagen til udviklingen på landingsstedet, hvorfor der hele tiden skete ændringer i prioriteringen på grund af både tekniske og videnskabelige problemstillinger, der ændrede sig i løbet af missionen.

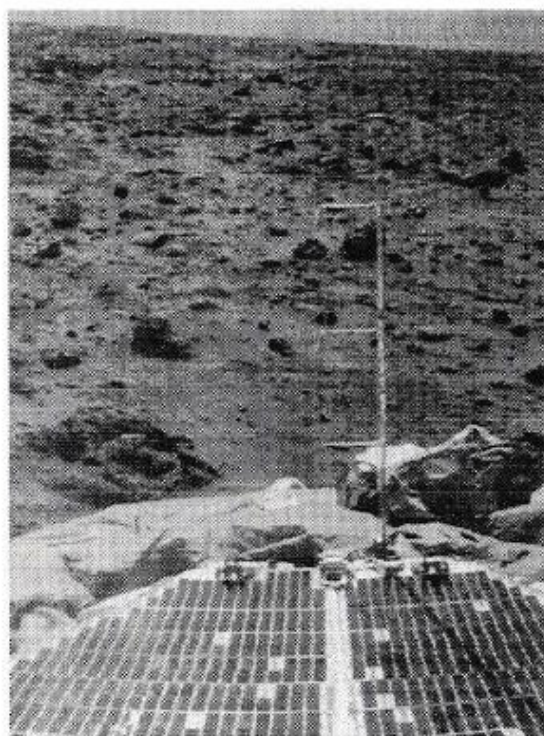
Forfatterne deltog i Pathfinder missionen som deltagere i ASI/MET (Atmospheric Structure Investigation/Meteorology) gruppen, der stod for arbejdet med at beskrive de atmosfæriske forhold ud fra målinger af acceleration, tryk og temperatur på vejen ned gennem atmosfæren samt ud fra mere konventionelle meteorologiske målinger fra den meteorologisk station på landeren. Da NASA ikke finansierede udlændinge i projektet er vor deltagelse finansieret af De Danske Forskningsråd.

Strukturen af Mars' Atmosfære

For et rumskib under indflyvning er den atmosfæriske tæthed direkte relateret til den aerodynamiske deceleration, hastigheden relativt til atmosfæren og de aerodynamiske karakteristika af rumskibet. Decelerationen blev målt direkte af et antal fintmærkende accellerometre, hastigheden blev herefter bestemt ved integration af bevægelsesligningerne med de aerodynamiske karakteristika af Pathfinder sonden bestemt ved måling og modellering før opsendelsen.



Figur 1. Tæthedsprofil af Mars' atmosfære målt af Pathfinder på vej mod landing, sammenlignet med tilsvarende målinger fra Viking 1 på en nordligere position i 1972. Bemærk at luftens vægtylde ved overfladen kun er en hundreddel af hvad den er på Jorden, se ref. 1.



Figur 2. Billede af Mars landskabet set mod SØ, med "kronbladsoverflade", meteorologimast, sammenkrøllede luftposer. Overfladen af kronbladene er beklædt med solceller.

Figur 1 viser tætheden af Mars atmosfæren som set af Pathfinder. Til sammenligning er vist resultaterne fra Viking missionerne i halvfjerdsene. Det ses at dataene er meget ens med en tendens til ringere tæthed i Pathfinder dataene i den øvre atmosfære. Fra den atmosfæriske tæthed kan man komme videre til temperature, hvis man også har målt tryk og kender atmosfærens sammensætning.

Overflademeteorologiske målinger.

Ved landingen foldede de tre "kronblade" omkring landeren sig ud til omtrent vandret niveau oven på de sammenkrøllede luftposer. Den meteorologiske mast blev frigjort fra sin hvileposition ved et par sprængladninger og rejste sig til sin fulde højde over Mars overfladen på ca. 140 cm, hvoraf de 40 cm udgjordes af "kronbladene"s niveau oven på luftposerne. I figur 2 ser man meteorologimasten mod SØ i det yderste hjørne af et "kronblad".

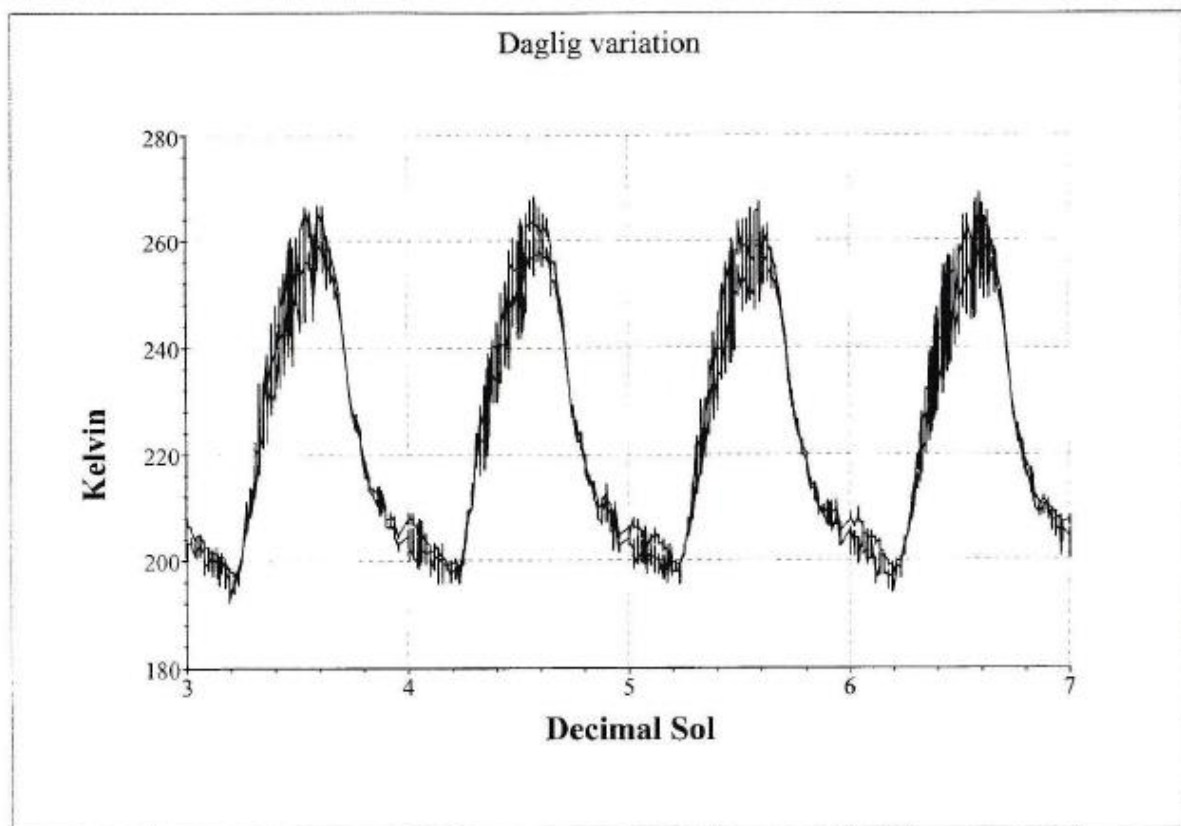
Meteorologimasten var udstyret med "thermocouple" temperaturmålere i tre højder og med et af varmtråds-anemometer i toppen, der muliggjorde bestemmelse af vindhastighed og

vind-retning. Målernes tidskonstant var af størrelsesordenen et sekund, hvorfor ikke alene middelværdier men også turbulens kunne måles. Opsamlingsraten varierede gennem missionen således at relativt langsomme målinger, der fulgte de daglige variationer skiftede med målinger med et sekunds sampling, der tillod bestemmelse af turbulensstrukturen. Ud over de anførte målinger blev også lufttryk og overfladetemperaturen målt.

Målestationen på figur 2 er naturligvis fascinerende, men som meteorologisk målestation er den ikke førsteklasses, dels fordi målehøjderne er så lave at lokale forstyrrelser kan være betydningsfulde, dels fordi den er placeret alt for tæt på resten af landeren, og derfor udsat for strømningsforstyrrelser fra landeren selv. For fortolkning af dataene har det derfor været nødvendigt at vurdere disse strømningsforstyrrelser. Hertil kunne vi anvende præcist de samme programmer, som vi normalt anvender i forbindelse med vindenergiundersøgelser på jorden. Målingerne viser karakteristiske døgnperiodiske temperatur og tryk variationer, der mindede meget om hvad der blev målt i Viking missionerne. I Figur 3 er vist 4 typiske døgn temperatur variationer i toppen og bunden af masten. Daglige tryk variationer udviser karakteristiske stærke halvdags svingninger, der karakteriserer tidevandseffekter (tidluft) i atmosfæren, på grund af solens opvarmning af atmosfæren. Trykminimum blev rapporteret 20 Marsdøgn (Sols) efter landingen og svarer til maksimum vinter udstrækning af det sydlige polare CO₂-is dække. Vejsystemer bevægede sig hen over landeren igennem hele målesystemet og fortolkes som været domineret af østgående barokline bølger. Temperatur variabiliteten var domineret af døgnperioden med et maksimum omkring 263 K kl 1400 og et minimum omkring 197 K lige før solopgang.

Karakteristisk er den meget store variabilitet af temperaturen, specielt om formiddagen. Op til 20 K karakteriserede både de turbulente fluktuationer og forskellen i middeltemperatur over en meters højde. Vindhastighed og retning udviste en karakteristisk daglige variation, blæsende op ad den dominerende terrænhældning om dagen, og nedad om natten, drevet af de vekslende opvarmninger og afkølinger.

En af vore opgaver har været at undersøge strukturen af sammenhængen mellem middelværdier og turbulens. Eksempel herpå vises i Figur 4, hvor vi har testet den



Figur 3. Fire typiske døgn temperatur variationer i top og bund af meteorologimasten. Bundtemperaturen er højest om dagen og lavest om natten svarende til overfladen opvarmning og afkøling af atmosfæren.

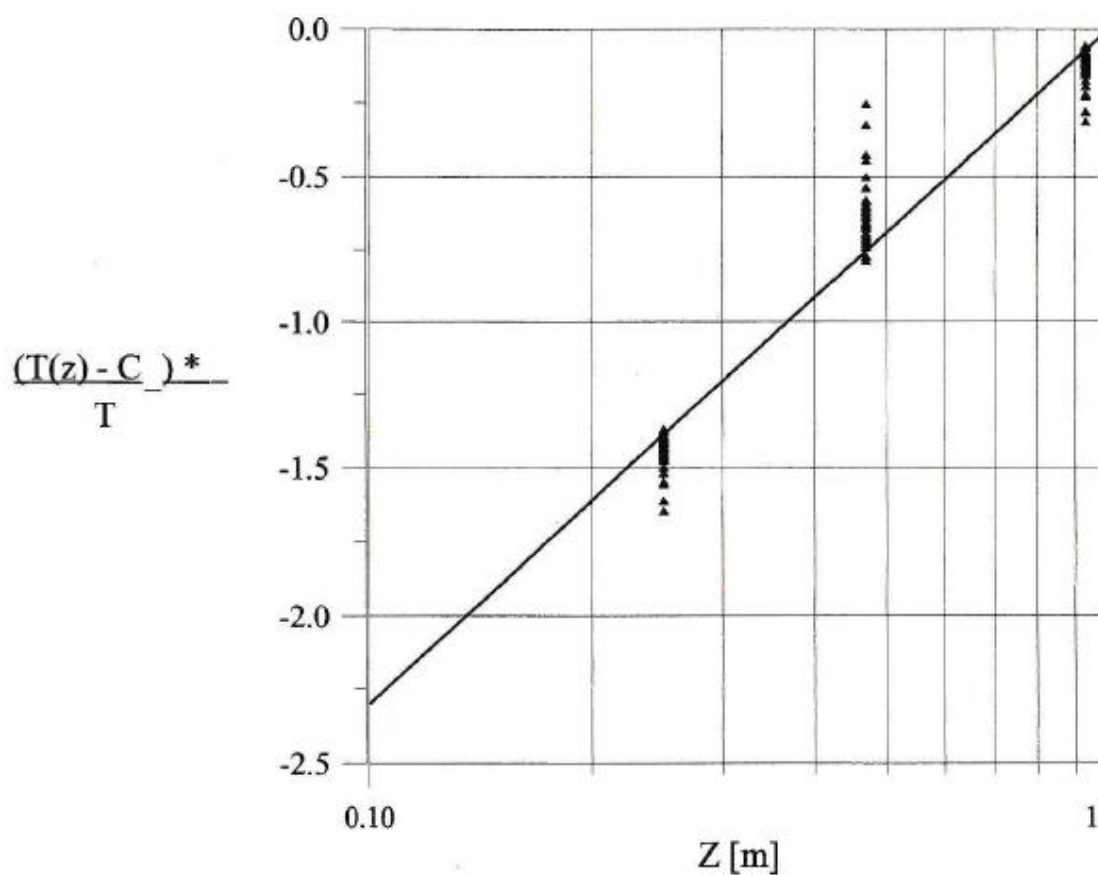
logaritmiske højdevariation af temperaturen over terræn for et stort antal halvtimer i dagstimerne.

Vindhastigheden

Forsøgene på at måle vindhastighed og vindretning har indtil videre lidt under et noget idiotisk uheld. Som beskrevet i introduktionen var Pathfinder "low cost", hvor der egentlig ikke var tænkt på mange videnskabelige målinger. Da disse alligevel kom ind i projektet var det også "low cost" og dertil under stort tidspres. Dette er undskyldningen for at de kalibreringer der blev udført på vindhastighedssystemet før opsendelsen var mangelfulde, og da vi efter landingen anvendte dem til bestemmelse af hastigheden gav de negative hastigheder. For at komme ud af kalamitetten har NASA nu bevilget penge til en mere omhyggelig kalibrering af en søsterinstrumentering, således at vi sidst på året forhåbentlig vil være i stand til at bestemme vindhastigheden således at det bliver muligt at foretage en mere fyldestgørende analyse af dataene.

Diskussion

Analyse af atmosfæriske data fra Pathfinder viser i det store hele det samme billede som de tidligere Viking data: At Mars atmosfære stort set opfører sig som Jordens, både med hensyn til storskala bevægelse og med hensyn til de mindste turbulente fluktuationer tæt ved overflade. Dette til trods for at tætheden af Mars' atmosfære kun er en hundreddel af Jordens, sammensætningen forskellig, og en række parametre som tyngdekraft og temperatur også er signifikant forskellige. Hvis det lykkes at få kalibreret hastighedssensoren vil Pathfinder datasættet ligeledes kunne blive mere nyttigt for videre meteorologiske studier end Viking dataene blev, grundet mere hensigtsmæssig sammensætning af dataene. De to datasæt er når alt kommer til alt de eneste atmosfæriske data, der ikke er fra Jorden, og som derfor kan anvendes til vurdering af generaliteten af de opstillede atmosfæriske modeller og atmosfæriske parameteriseringer. ■



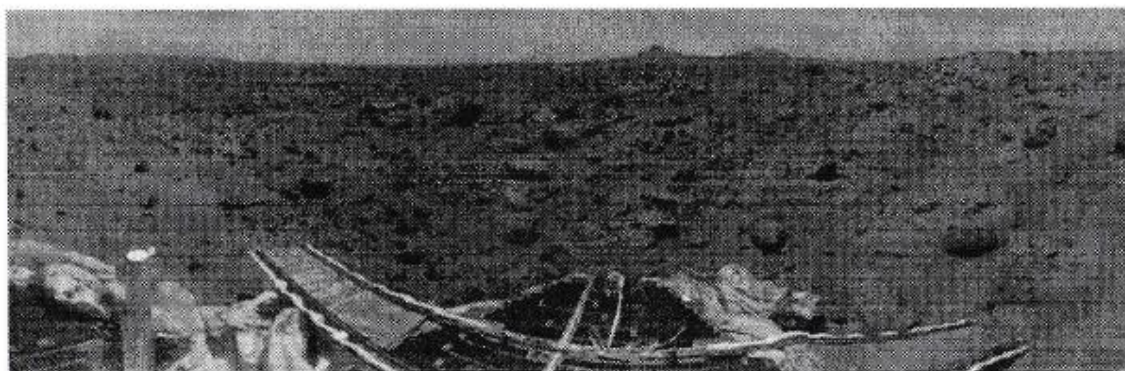
Figur 4. Højdevariationen af middeltemperaturen fra Pathfinder for et stort antal halvtimesperioder, normaliseret og skaleret efter "teorien". Nogle afvigelser mellem teori og målinger ses. Det skyldes primært at kun en simplificeret teori er anvendt.

Referenceliste

Science, Reports: Mars Pathfinder. 5 Dec 1997, vol 278, 1734- 1773.

Web-sider af interesse :

<http://www-k-12.atmos.washington.edu/k12/>
<http://mars.jpl.nasa.gov/default.html>



Carl Sagan Memorial Station - udsigt fra Mars Pathfinder.

✎ E-mail info-service til medlemmer ✎

Som en service til vores medlemmer og ansatte i medlems-firmaer/institutioner tilbyder vi nu en "e-mail informationsservice". Vi vil oprette en e-mail database, som vi vil benytte ved aflysninger eller ændringer af arrangementer i DSR (det sker heldigvis sjældent).

Databasen vil kun være tilgængelig for DSRs administration og vil kun blive benyttet i disse specielle tilfælde. Registerér din e-mail adresse på vores Web-sider under "Medlemsservice" (adressen er: www.rumfart.dk/protected/email.html) eller send en e-mail med subject "e-mail info-service" til dsr@forening.dk.

Ny bog: "Future Trends in Remote Sensing"

Anmeldt af Bjarne M. Johansen,
Dansk Selskab for Rumfartsforskning

I juni 1997 blev der på Danmarks Tekniske Universitet afholdt et symposium arrangeret af European Association og Remote Sensing Laboratories, (EARSeL), som har eksisteret i 20 år. Titlen på symposiet var "Future Trends in Remote Sensing", og dermed en anledning til at kigge tilbage og ikke mindst frem på udviklingen indenfor jordobservation i Europa.

Efter symposiet blev en mængde indlæg samlet til denne bog af professor Preben Gudmandsen, DTU. Hvert indlæg har referencelister som er en hjælp ved yderligere studier.

De forskellige indlæg er med sort/hvide figurer, grafer og fotos, som både uddyber, fremmer og krydrer forståelsen af teksten.

Sidst i bogen er der deltagerliste med navne og forskningsinstitutioner. Der er her nævnt 19 danske. Desuden er der et forfatter-index. Bagest i bogen er der 17 sider med farveplancher.

"Future Trends in Remote Sensing" giver et godt informativt indblik i mange forskellige fagdisipliner og deres status netop nu indenfor jordobservation. Bogen kan bruges som separat læsning og som udgangspunkt for yderligere søgning af information inden for et emne. Danske forskere har bidraget med spændende og gode indlæg, men det kan jo ikke undre, da danske forskningsinstitutioner og firmaer til daglig udfører opgaver af høj kvalitet indenfor jordobservation/remote sensing.



Yderligere faktuelle oplysninger om bogen hos Preben Gudmandsen, DTU, Bygn. 348, 2800 Lyngby. e-mail: pg@emi.dtu.dk

FUTURE TRENDS IN REMOTE SENSING
Proceedings of the 17th. EARSeL Symposium
on Future Trends in Remote Sensing
Lyngby/Denmark/17-19 June 1997.
Redigeret af Preben Gudmandsen,
A.A.Balkma/Rotterdam/Brookfield/1998
496 sider, ISBN 90 5410933-5(ib.)

Faggrupperne for **Almen rumfart** og **Bemandet rumfart** og **mikrogravitetsforskning** under **Dansk Selskab for Rumfartsforskning** afholder i samarbejde med **Ungdommens Naturvidenskabelige Forening** og **Tycho Brahe Planetarium** offentligt møde med titlen

Den Internationale Rumstation

- verdens største puslespil

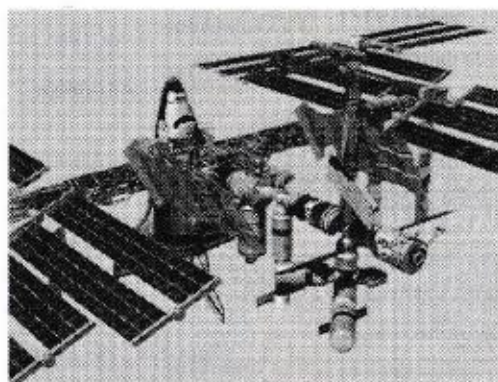
Med oplæg ved:

Civilingeniør **Thomas A. E. Andersen**, DAMEC Research A/S

Tid:	Torsdag den 3. september 1998 klokken 19.30
Sted:	H. C. Ørsted Institutet, auditorium 2 (hjørnet af Universitetsparken og Nørre Allé i København)

Den 20. november i år påbegyndes samlingen af verdens største puslespil, den internationale rumstation. Rumstationen har siden sin undfangelse levet en omtumlet og til tider livstruet tilværelse på den internationale rumfartscene. Nu, over 10 år efter ideens undfangelse, bliver rumstationen en realitet.

Konstruktionen af menneskehedens hidtil største base i universet, 400 ton udstyr, opsendt på mere end 44 flyvninger med fire forskellige raketter, skal til at begynde. 110 ton er allerede færdige.



Det første modul kaldet Zarya der skal opsendes 20. november, er færdigt og klar til opsendelse i Kazakhstan. Herudover er næste del - et samkoblingsmodul kaldet Unity - også færdigt og venter ligeledes på opsendelse på Kennedy-rumcenteret. Efter Zarya og Unity følger det russiske servicemodul, som bliver tilkoblet i april 1999. Det er her de forskellige astronaut-besætninger skal leve og arbejde i løbet af de næste fem år, indtil det amerikanske beboelsesmodul bliver tilkoblet. Med ankomsten af servicemodulet er rumstationen klar til at modtage sin første besætning.

De fire første besætninger til rumstationen er allerede udpeget. På den første mission flyver de tre veteraner amerikaneren William B. Shepherd og russerne Sergei K. Krikalev og Yuri Gidzenko. Holder tidsplanen, skal besætningen sendes op til rumstationen med en Soyuz-raket i juli 1999 og tilbringe cirka 165 dage ombord. Når stationen står fuldt udbygget i år 2004, vil den være 88,4 meter lang og have 1225 kubikmeter arbejds- og beboelsesrum til de syv astronauter. Dens solpaneler, med en spændvidde på 110 meter, vil levere 73 kW til drift og eksperimenter. Hele stationen vil have kostet mere end 250 milliarder kroner.

På mødet vil civilingeniør Thomas A. E. Andersen fortælle om rumstationens historie, opbygning, hvad de forskellige dele består af og hvordan hele puslespillet skal samles. Endvidere vil der gives eksempler på de forskelle som opstår når to rumfartskulturer mødes efter 25 års kold-krigs-adskillelse.

Yderligere oplysninger hos faggruppekoordinator
Bjarne M. Johansen, tlf. 35 84 08 55, E-mail: bjarne_m_johansen@online.pol.dk
Gratis adgang. Alle er velkomne.

Faggruppen for **Planetforskning og rumbaseret astronomi**
under **Dansk Selskab for Rumfartsforskning** afholder i samarbejde med **Astronomisk Selskab**
offentligt møde med titlen

AXAF

- NASAs næste røntgenobservatorium

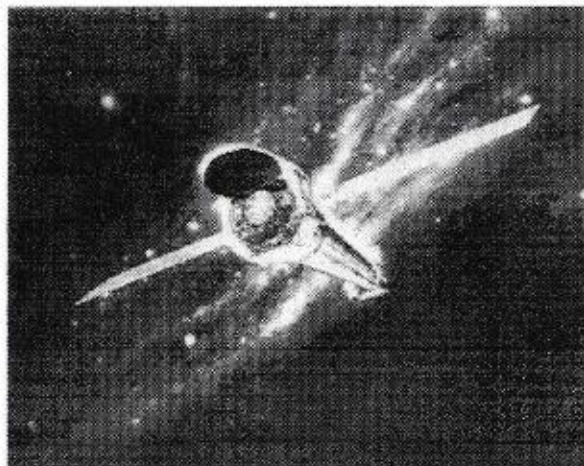
Med oplæg ved:

Cand. Scient. **Allan Hornstrup**, Dansk Rumforskningsinstitut

Tid:	Mandag den 28. september 1998 klokken 19.30
Sted:	H. C. Ørsted Institutet, auditorium 2 (hjørnet af Universitetsparken og Nørre Allé i København)

Rumfærgemissionen STS-93 er planlagt til opsendelse den 21. januar 1999. Dens hovedopgave bliver at opsende røntgenobservatoriet Advanced X-ray Astrophysics Facility (AXAF), der skal fungere som et observatorium i røntgenområdet.

AXAF får en bane med en perigæum-afstand på 10000 kilometer og en apogæum-afstand på 140000 kilometer, hvilket giver en omløbstid på ca. 64 timer. Banen bringer observatoriet op over Jordens strålingbælter i 85 % af tiden, og der skulle kunne foretages 55 timers uafbrudt observation. I denne bane skal AXAF efter planerne virke i mindst 5 år som observatorium i området 90 eV til 10 KeV. Dette gør det særlig velegnet til at observere hed gas, som er blevet slynget ud ved supernovaeksplosioner, idet det svarer til temperaturer over normale overfladetemperaturer for stjerner, men det ligger under de energier, der normalt optræder ved kerneprocesser.



Sammenlignet med tidligere missioner kommer AXAF til at få en virkelig god vinkelopløsningsevne, som vil nå ned på et halvt buesekund. Synsfeltet bliver mellem 27-51 bueminutter. Derudover vil AXAF have en ganske stor følsomhed overfor svage røntgenkilder. Disse egenskaber skulle give stærkt forøgede muligheder for ikke blot at studere stjernernes gasudsendelser, men også forøgede muligheder for at identificere en røntgenkilde efterfølgende som en kilde i det optiske område. En viden der naturligvis er vigtig for forståelsen af fysikken bag baggrundsstrålingen.

Cand. Scient. Allan Hornstrup fra Dansk Rumforskningsinstitut vil fortælle om AXAFs konstruktion, samt hvilke data man forventer fra den.

Yderligere oplysninger hos faggruppekoordinator
Finn Willadsen, tlf. 42 25 56 62, E-mail: finn_willadsen@hotmail.com
Gratis adgang. Alle er velkomne.

Besøg på Dansk Rumforskningsinstitut

Med oplæg ved:

Direktør **Eigil Friis Christensen**, Dansk Rumforskningsinstitut

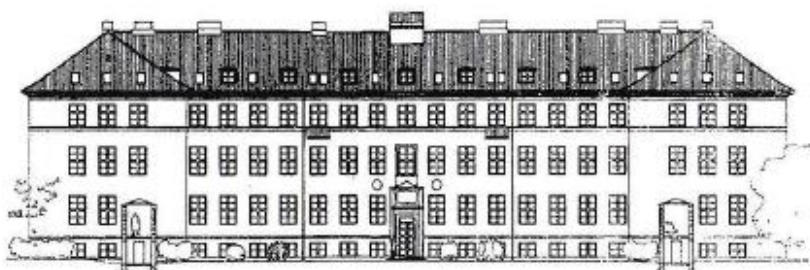
Videnskabelig leder **Niels Lund**, Dansk Rumforskningsinstitut

Projektleder **Steen Laursen**, Dansk Rumforskningsinstitut

Tid: Torsdag den 8. oktober 1998 klokken 19.30

Sted: Dansk Rumforskningsinstitut, Rockefeller bygningen
Juliane Maries Vej 30, 2. sal, 2100 København Ø

Dansk Rumforskningsinstitut har siden oprettelsen i 1968 beskæftiget sig med forskning og konsulentvirksomhed. Specielt inden for måling af kosmisk stråling har instituttet i mange år været kendt for udvikling af målemetoder og udstyr til rumfartsindustrien. Allerede i sine tidlige dage havde instituttet udviklet en ny teknik til måling af kosmiske partikler, som blev benyttet af franske forskere til at bygge et eksperiment for NASA.



Siden har instituttet leveret udstyr til at studere nordlys til den svenske satellit VIKING, haft fire vidvinkel kameraer til at opspore nye røntgenstjerner ombord på den russiske satellit GRANAT, samt udvikling af spejle og røntgendetektorer til den ligeledes russiske satellit SPECTRUM.

Af andre projekter kan nævnes:

- ØRSTED - (seneste status om satellitten gives)
- PLANCK - hvis primære mål er at kortlægge den kosmiske baggrundsstråling. Dansk Rumforskningsinstitut er med til at levere spejlsystemet.
- INTEGRAL - hvor instituttet er involveret i den videnskabelige udvikling af JEM-X (Joint European X-ray Monitor) instrumentet
- ISO - Infrared Space Observatory

Der gives 1 - 1½ times foredrag om instituttets arbejde, historie og fremtid, samt ca. 1 times rundvisning.

Der er gratis adgang til besøget! Men af hensyn til deltagerantallet (max 35), er tilmelding påkrævet! Ved overtegning har medlemmer af selskabet forsterket.

Yderligere oplysninger og tilmelding hos besøgsadministrator

Kasper Davidsen, tlf. 38 16 11 01, E-mail: kadd@post1.tele.dk

Gratis adgang. Alle er velkomne.

Faggruppen for **Satellitkommunikation- og navigation**
under **Dansk Selskab for Rumfartsforskning** afholder i samarbejde med "**Elektronikindustrien**"
offentligt møde med titlen

IRIDIUM

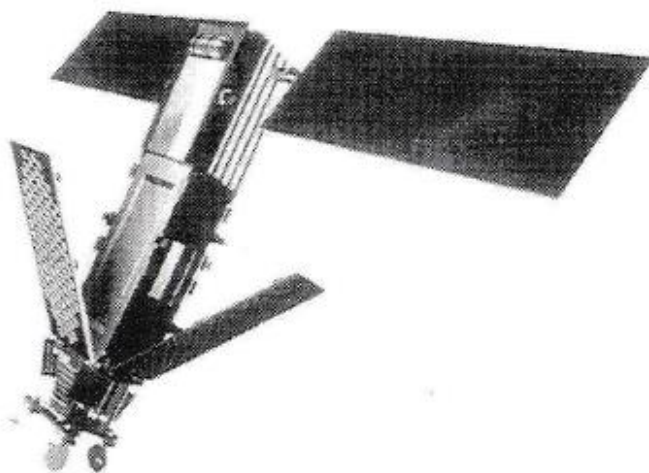
- global mobilkommunikation via satellit

Med oplæg ved:

Ingeniør **Steffen Ring**, Motorola Danmark A/S

Tid:	Mandag den 19. oktober 1998 klokken 19.30
Sted:	H. C. Ørsted Institutet, auditorium 2 (hjørnet af Universitetsparken og Nørre Allé i København)

Mobilkommunikation via satellit er i disse år inde i en rivende udvikling. Et af de nyeste skud på stammen er IRIDIUM systemet, med hvilket en bruger fra en håndholdt telefon via satellit kan opnå forbindelse til andre brugere overalt på Jordkloden. Systemet forventes operationelt fra september 1998.



IRIDIUM systemet er designet og bygget af Motorola. Det består af 66 satellitter fordelt med 11 satellitter i 6 baneplaner. Endvidere findes i hver bane en række reserve-satellitter, som straks kan sættes ind hvis en satellit bryder sammen. Alle baner er polære med en højde over Jorden på 780 km.

Selvom mobilkommunikation via satellit har været til rådighed i en lang række år (f.eks. med INMARSAT systemet), udmærker IRIDIUM systemet sig ved, at en bruger kan anvende en håndholdt telefon (ikke meget større end de eksisterende GSM mobiltelefoner), der transmitterer direkte til nærmest IRIDIUM satellit. Signalet føres fra satellit til satellit, indtil modtageren er indenfor rækkevidde. Signalet kan også sendes til det eksisterende telefonnet via 'IRIDIUM gateways', så praktisk talt alle telefoner verden over kan nås.

Steffen Ring fra Motorola Danmark A/S vil give indsigt i IRIDIUM systemet og demonstrere de håndholdte telefoner.

Yderligere oplysninger hos faggruppekoordinator
Michael Lumholt, tlf. 33 24 79 59, E-mail: ml@ticra.dk
Gratis adgang. Alle er velkomne.

Dansk Selskab for Rumfartsforskning

er stiftet den 20. september 1949 og beskæftiger sig med den fredelige udnyttelse af rummet. Det er den danske sektion af IAF (den Internationale Astronautiske Føderation), som blev oprettet i 1950 af de nationale astronautiske foreninger.

Selskabet arrangerer offentlige møder/foredrag, studiebesøg, udstillinger, kontakt mellem rumfartsinteresserede, presseinformation og repræsenterer Danmark i IAF m.m. For at styrke det fagtekniske arbejde indenfor rumfartens mange forskellige områder har selskabet nedsat pt. 6 faggrupper, som man er velkommen til at kontakte og evt. tilslutte sig:

Faggruppe A. Satellitkommunikation og -navigation.

Koordinator: Michael Lumholt, tlf. 33 24 79 59

E-mail: ml@ticra.dk

Faggruppe B. Bemandet rumfart og mikrogravitationsforskning.

Koordinator: Jesper Nordling, tlf. 38 88 31 35

E-mail: nordling@vip.cybercity.dk

Faggruppe C. Planetaryforskning og rumbaseret astronomi.

Koordinator: Finn Willadsen, tlf. 42 25 56 62

E-mail: finn_willadsen@hotmail.com

Faggruppe D. Jordobservation og rumbaseret meteorologi.

Koordinator: Bjarne M. Johansen, tlf. 35 84 08 55

E-mail: bjarne_m_johansen@online.pol.dk

Faggruppe E. Rumfartsteknologi.

Koordinator: Paul A. Bruun, tlf. 38 88 44 05

E-mail: pbruun.damec@post.uni2.dk

Faggruppe F. Almen Rumfart.

Koordinator: Steen E. Jørgensen, tlf. 39 64 31 54

E-mail: sej@fys.ku.dk

Som medlem får man tilsendt bladet 'Dansk Rumfart' med information om arrangementer og nyheder med fortrinsvis dansk relevans indenfor rumfarten. Desuden får man det norske blad: 'Nytt om Romfart', der udkommer 4 gange årligt, samt andre meddelelser om arrangementer mv.

Årskontingenterne er: Ordinært medlem: 275 kr., Studerende: 150 kr., Unge under 18: 50 kr., firmaer/-institutioner: 2500 kr. (minimum). Et firma/institutionsmedlemskab dækker tilsendelse af medlemsblade og mødeindkaldelser, men går primært til afholdelse af møder, seminarer osv. til fremme af rumfarten i Danmark.

Indmeldelse på møderne eller ved indbetaling af kontingent til:

Dansk Selskab for Rumfartsforskning
Postbox 31, DK-1002 København K, Postgiro 2 04 69 70

Kontaktpersoner:

Formand: Thomas A. E. Andersen, tlf. 31 67 76 33, E-mail: dsr.formand@inet.uni2.dk

Næstformand: Michael Lumholt, tlf. 33 24 79 59, E-mail: ml@ticra.dk

Sekretær: Bjarne M. Johansen, tlf. 35 84 08 55, E-mail: bjarne_m_johansen@online.pol.dk

Selskabet kan kontaktes på E-mail: **dsr@forening.dk** eller på WWW: **http://www.rumfart.dk**