



DANSK RUMFART

Nr. 47

2000

oktober - december

Dansk Selskab for Rumfartsforskning

Storre nøjagtighed med GPS
- side 2

To rovere på Mars i 2004
(mede den 12. oktober)

Positionsbestemmelse med GPS er blevet mere nøjagtig

Af statsgeodæt Per Knudsen & Landinspektør Casper Jepsen, Kort & Matrikelstyrelsen

Præsident Clinton fjernede den 2. maj forringelsen af GPS signalerne, der hidtil har bevirket, at civile brugere kun kunne bestemme deres position med en nøjagtighed på ca. 50-100 m. Nu kan civile brugere opnå en nøjagtighed på 15 - 20 m med GPS. (pressemeldelsen kan læses på <http://www.pub.whitehouse.gov/uri-res/I2R?url:pd://oma.eop.gov.us/2000/5/2/7.text.1>)

I første omgang betyder den større nøjagtighed blandt andet, at erhvervslivet og andre kan bestemme og indlægge deres GPS-bestemte position på landkort og søkort med en større sikkerhed og præcision. Inden for bilisme og transport vil man få større glæde af de elektroniske vejkort med tilhørende ruteanvisningssystemer, og på længere sigt er der åbnet op for nye områder, hvor positionsbestemmelse med GPS kan indgå som værdiskabende og sikkerhedsmæssige faktorer.

Differentiel GPS ved Spot-FM

Inden for mange områder, hvor man bruger GPS, er hverken 100 eller 20 meters nøjagtighed tilstrækkelig. Derfor har Kort & Matrikelstyrelsen opbygget det landsdækkende system Spot-FM, som muliggør stedbestemmelse med en langt bedre nøjagtighed. Spot-FM er baseret på differentiel GPS (dGPS), og systemet har i en årrække været benyttet i landbruget til f.eks. at planlægge gødsning. På tilsvarende måde har Farvandsvæsnet opbygget et system til præcis navigation i de danske farvande.

Kort & Matrikelstyrelsen har i den seneste tid haft mange henvendelser vedrørende fjernelse af SA (selective ability) fra GPS systemet og hvilken effekt, det har på nøjagtigheden ved brug af billige GPS-modtager. I den forbindelse har Kort & Matrikelstyrelsen testet en Garmin 12cx GPS modtager, samt en BULL4 GPS modtager (en type der benyttes i landbrugsmaskiner). De omtalte GPS modtagere er testet både med og uden brug af korrektionssignalet Spot-FM.

Forsøg med GPS nuværende nøjagtighed

Alle tests er lavet i perioden fra torsdag d. 8. juni til og med onsdag d. 14. juni. Fra torsdag d. 8. juni til fredag d. 9. juni er der lavet forsøg med BULL4 GPS-modtager uden brug af korrektionssignal. Samme test med korrektionssignal (Spot-FM) er lavet fra tirsdag d. 13. til onsdag d. 14. juni. Fra fredag d. 9. juni til tirsdag d. 13. juni er der lavet parallel forsøg med Garmin 12cx GPS modtager, både med og uden brug af Spot-FM.

For at lave alle test så sammenlignelige som mulige er der klippet en periode ud af data på præcis 24 timer. Der er i perioden ikke konstateret anomal solaktivitet med tilhørende ionosfæriske forstyrrelser. Resultaterne er derfor sammenlignelige. Positionerne er behandlet på

Redaktionen præciserer:

Billedet af Ørsted på forsiden af Dansk Rumfart nr. 40 er copyright Jan Rasmussen.

Redaktionelt:

Udgiver: Dansk Selskab for Rumfartsforskning
Dansk Rumfart nummer 47, oktober - december 2000
Deadline til nr. 48: 18/12-2000.

Ansvarshavende redaktør:

Thomas A. E. Andersen
Branddamsvej 179
DK-2860 Søborg
Tlf. 39 67 76 33, Fax 35 36 22 82
E-mail: tae.andersen@mail.tele.dk

Redaktion:

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

Forsiden:

Forsiden: Antenne testfacilitet ved EMI, DTU (foto: Lasse Rusborg, DTU).
Lille illustration: Marsrover (NASA).

INDHOLD

Positionsbestemmelse med GPS	2
Unigate Innovation A/S	5
Satellitantenner	6
Møde: To rovere på Mars i 2004	11
Møde: Satellitbaner	12
Møde: Havmiljø fra rummet	13
Launch Manifest 2000	14

samme måde i alle tests, dvs. først renses for overflødig information, dernæst transformeret til UTM., og dernæst er den sande koordinat trukket fra. For test med Garmin 12cx er der logget positioner hvert andet sekund, og for BULL4 er der logget positioner hvert sekund. Dernæst er der beregnet et middeltal for hver akse (northing & easting) og en spredning for hver af disse akser. Dette er regnet sammen til en RMS (spredningen på koordinaten) og en R95 konfidenscirkel (hvor stor en radius skal en cirkel have for at 95% af alle punkterne ligger inden for denne, målt ud fra den sande koordinat).

med en forringet nøjagtighed. Selv om USA stiller den højere nøjagtighed til rådighed forbeholder USA sig dog retten til at degradere nøjagtigheden for civile brugere igen, hvis det er nødvendigt af hensyn til den nationale sikkerhed. Dette militære forbehold er en af grundene til, at GPS f.eks. ikke kan benyttes i fuldt omfang inden for civil luftfart.

En overgang så det ud til at et tilsvarende russisk satellitsystem kaldet Glonass, kunne være luftfartens udvej af den totale afhængighed af kun ét system. Sovjetunionens sammenbrud har dog betydet, at Rusland ikke har formået at holde Glonass vedlige, og tilliden til systemets stabilitet er derfor svækket.

Modtager type	RMS (meter) Spredningen på punktet	R95 - 95% konfidenscirkel (meter)
Garmin 12 cx	4.69	8.11
Garmin 12 cx + Spot-FM	2.31	4.00
BULL4	4.20	7.27
BULL4 + Spot-FM	3.21	5.55

Nøjagtigheden af GPS er forbedret markant uden brug af korrektionssignal. Et lignende forsøg lavet tilbage i 1999 (hvor SA stadig var i brug) viste en RMS spredning på en position fra en Garmin GPS modtager på ca. 30 m. Nu er denne spredning reduceret til 4,69 m, hvilket indikerer, at fjernelsen af SA har givet en forbedring af nøjagtigheden i en størrelsesorden faktor 6-7.

Det ses endvidere af ovenstående skema, at der er en forbedring af nøjagtigheden ved brug af Spot-FM. Denne forbedring ses især af plottene på næste side, hvor Northing komponenten er plottet i 24 timer, med og uden brug af korrektionssignalet Spot-FM. Her ses tydelige systematiske afvigelser i målingerne uden korrektion. Således kan koordinaten være mere end 5-7 m forkert i perioder op til flere timer. Disse systematiske fejl er reduceret markant ved brug af Spot-FM.

Europa afhængig af det amerikanske system

USA udviklede GPS til militære formål, men har siden 1994 stillet systemet til rådighed for civile

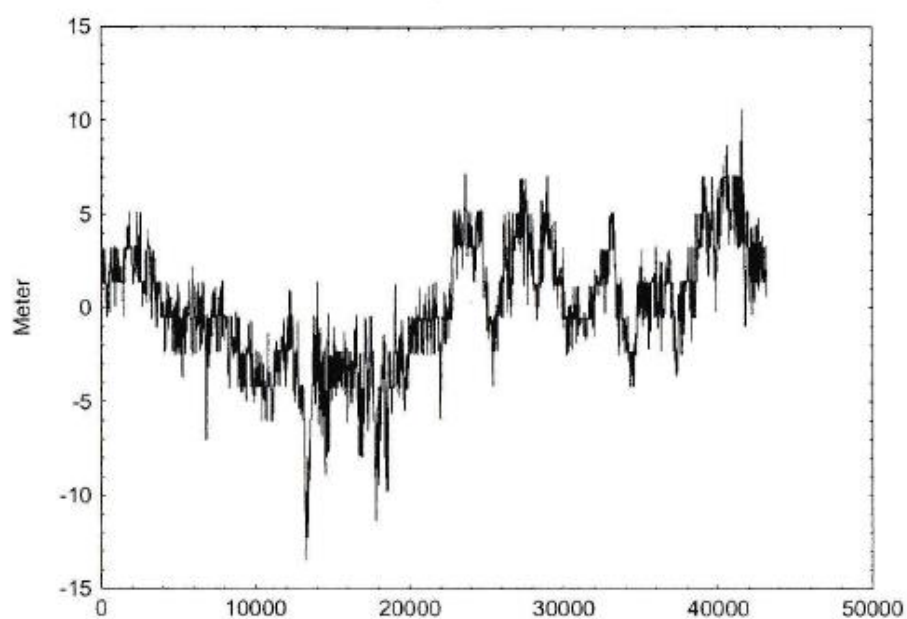
Europæisk system undervejs

USA har ikke vist vilje til at ændre på det militære aspekt i GPS systemet, og dette har været et af motiverne for EU til at foreslå et Europæisk system kaldet Galileo, som skal drives på kommercielle vilkår under civil kontrol. Galileo vil være et system, der selvstændigt lever op til kravene for anvendelse i den civile luftfart, men vil samtidigt kunne benytte GPS satellitterne. Beslutningen om gennemførelse af Galileo projektet skal træffes med udgangen af år 2000, og måske skal USA's initiativ netop nu ses på denne baggrund.

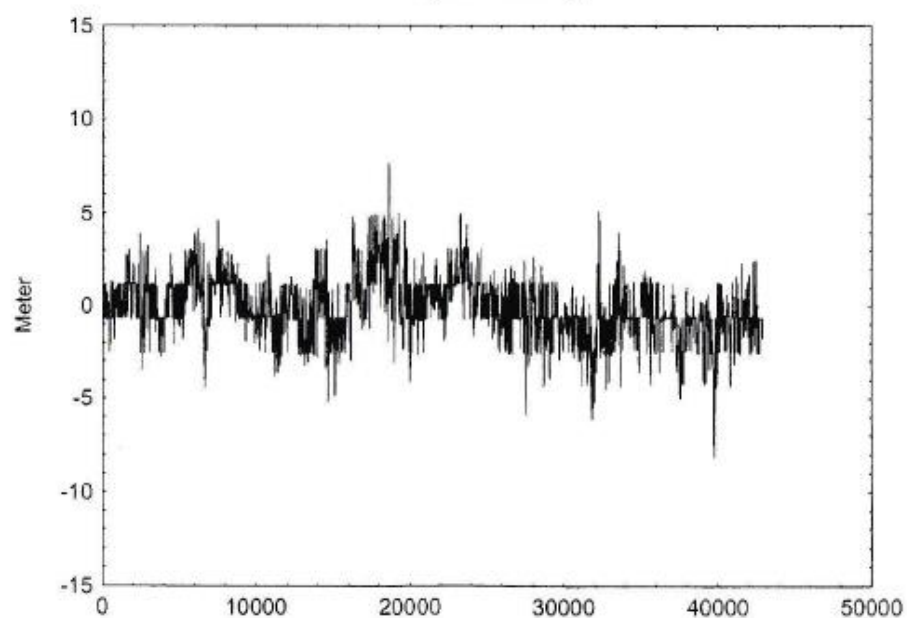
Uanset om der i fremtiden er to eller tre satellitsystemer til rådighed for civile anvendelser, vil der formentlig være en eller anden form for alternativ til et GPS under amerikansk militær kontrol. De forskellige systemer vil kunne supplere hinanden og udnytte de mange fælles satellitter til brug for de utallige civile anvendelser, hvor kendskab til positionen har vist sig at være værdifuldt ■

(figurer næste side)

24 Timers test med Garmin 12CX uden korrektion
Afvigelse i Northing



24 Timers test med Garmin 12CX med Spot-FM korrektion
Afvigelse i Northing



Unigate Innovation A/S

af Cand. Scient. Erik Juul Hansen, Unigate

Unigate Innovation A/S i Lystrup ved Århus er en højteknologisk virksomhed, der leverer avancerede test og analyse systemer til videnskabelige instrumenter om bord på satellitter, til astronomiske teleskoper og andre områder inden for rumfartsindustrien. Derudover leverer Unigate Innovation A/S også systemer til forsvaret og til den civile industri.

Virksomheden beskæftiger i dag 15 ansatte - ingeniører og en astronom - og forventer at beskæftige mindst 18 medarbejdere ved udgangen af i år. Unigate Innovation A/S er grundlagt af Jess Kristensen og Bent Christensen, der har mere end ti års erfaringen inden for rumfartsindustrien. Virksomhedens mål er at være i forreste række, når det gælder implementering af IT i test og operatør systemer.

Arbejde for ESA

Erfaring og nye ideer. Disse ord beskriver i bogstaveligste forstand Unigate Innovation A/S i Lystrup nord for Århus. Virksomheden har specialiseret sig i avancerede testanalyse-systemer, som blandt andet bliver brugt hos ESA - European Space Agency.

I øjeblikket er ESA i gang med at integrere og teste instrumenterne til METOP-satellitten, der er en meteorologisk satellit, som efter planerne skal opsendes i 2003.

Med om bord har METOP et instrument - GOME 2 (GOME står for Global Ozone Monitoring Experiment) - der skal udføre en meget stor opgave, nemlig at overvåge, måle og beskrive udviklingen i ozonlaget omkring jorden. GOME 2 sendes op for at afløse GOME 1, der har kredset omkring jorden siden 1995 for at udføre en tilsvarende opgave. GOME 1 fungerer endnu, selvom dens forventede levetid forlængst er overskredet.

Unigate Innovations avancerede testanalyse-programmer kan også benyttes til at teste kommende danske satellitter som for eksempel Rømer-satellitten, der medbringer to instrumenter

"Mons" og "Ballerina", som hhv. skal måle på stjerne-svingninger og lokalisere gammastråling i rummet.

Skal være bedre en godt

Testene af instrumenter og satellitter foregår i flere trin. Instrumenter og satellitter er for det første testet og analyseret hver for sig. Dernæst er kommunikationen mellem instrument og satellit afprøvet. Senere igen er delene analyseret sammen, og til sidst, når løfteraketten har forladt jordoverfladen og sendt satellitten i kredsløb omkring jorden, bliver satellit og instrumenter afprøvet (endnu en gang), så videnskabsmændene på jorden kan være helt sikre på, at de resultater, som de får ind på deres computer, også er rigtige og brugbare til deres videre forskning.

Overvågning via internettet

Erfaringen fra rumforskningen, som Unigate Innovation A/S' to stiftere, Jess Kristensen og Bent Christensen, gennem de seneste ti år har samlet, bliver også brugt til mere jordnære formål. I tæt samarbejde med virksomhedens medarbejdere resulterer det i de avancerede test systemer og andre højteknologiske løsninger inden for IT-systemer, som er virksomhedens varemærke.

Systemerne bliver brugt i industrien og andre steder, hvor der er brug for præcise oplysninger og pålidelige målinger. Det kan for eksempel være overvågningssystemer til fjernvarmeanlæg, hvor forbrugeren og fjernvarmeværket via internettet kan følge med i varmekonsumet og hurtigt gribe ind, hvis der opstår unormale situationer.

Fakta om GOME og testudstyret

GOME 2 er et spektrometer, der kan scanne på tværs af satellitsporet i forskellige indstillinger. Det betyder, at videnskabsfolk i løbet af tre dage kan få et billede af ozonlaget og dets udvikling. Unigate Innovation A/S leverer en del af det testudstyr, ESA bruger til at afprøve og visualisere de data, der sendes fra instrumentet, således at man kan sikre sig, at alt fungerer

korrekt inden METOP-satellitten med GOME 2 om bord skal sendes op i 2003.

Testudstyret består af en pc indbygget i en specielt udviklet konsol med to monitorer. Den tilhørende SW visualiserer instrumentets data, så den del, der har med kontrollen af instrumentet vises på den ene skærm, mens de videnskabelige data kan analyseres på den anden. Automatiske testprocedurer vil løbende kontrollere, at de modtagne data er i overensstemmelse med de forventede kalibrerings data.

Da GOME 2 instrumentet sammen med testkonsollen skal transporteres rundt til blandt andet Italien, Holland og Tyskland, har Unigate Innovation udviklet en testkonsol i en letvægtsudgave. For at opnå den lave vægt er konsollen konstrueret med aluminiumsstel, træbordplade og som noget helt nyt; to 21" fladskærme. Softwaren lever op til fremtidens kommunikations behov og er ved hjælp af COM+teknologien forberedt til fjernstyring via Internet. ■

Få mere viden om Unigate Innovation A/S på www.unigate.dk

Satellitantenner

- aktiviteter ved Danmarks Tekniske Universitet

af lektor, Ph.D. Olav Breinbjerg, Institut for Elektromagnetiske Systemer, DTU

Indledning

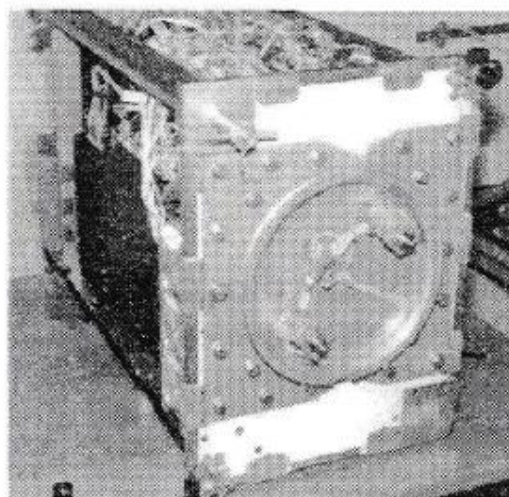
Når en satellit først er opsendt, er der kun én mulig form for kontakt med Jorden – nemlig radiokommunikation. Den skal sikre, at alle kommandoer fra Jorden overføres til satellitten, og at alle oplysninger fra satellitten overføres til Jorden. Hvis radiokommunikationen svigter er satellitten tabt – uanset om satellitten i øvrigt fungerer – og de instrumenter, som varetager radiokommunikationen, er særdeles kritiske for enhver satellitmissions succes.

Ét centralt instrument er satellitantennen, hvis udvikling kræver stor omhu med både omfattende teoretiske beregninger og omfattende eksperimentelle målinger. I denne artikel beskrives kort nogle satellitantenne-aktiviteter ved Institut for Elektromagnetiske Systemer på Danmarks Tekniske Universitet, som udføres i samarbejde med bl.a. det danske småsatellit-program DSSP og European Space Agency ESA.

Småsatellitantenner - i samarbejde med DSSP

Institut for Elektromagnetiske Systemer stod for udviklingen af antennesystemet til Ørsted-satellitten, som blev opsendt i februar 1999, og arbejder nu med antennesystemet til den

kommende Rømer-satellit, som planlægges opsendt i 2003. I begge tilfælde har studerende ved Institutet i stort omfang deltaget i udviklingen som led i civilingeniørstudiet, og det



Figur 1. Ørsted-satellitten under integration. Kryds-dipol antennen er placeret i øvre venstre hjørne af satellittens bundplade. Senere monteredes en tilsvarende antenne i nedre højre hjørne. Foto: Olav Breinbjerg, DTU.

har været særdeles motiverende at arbejde med projekter af denne specielle karakter. De to missioner har vidt forskellige videnskabelige formål og kredsløb i rummet, hvilket har haft afgørende betydning for de to antennesystemer, som beskrevet i det følgende (se "Antennen - meget kort fortalt" sidst i artiklen).

Ørsted-satellitten

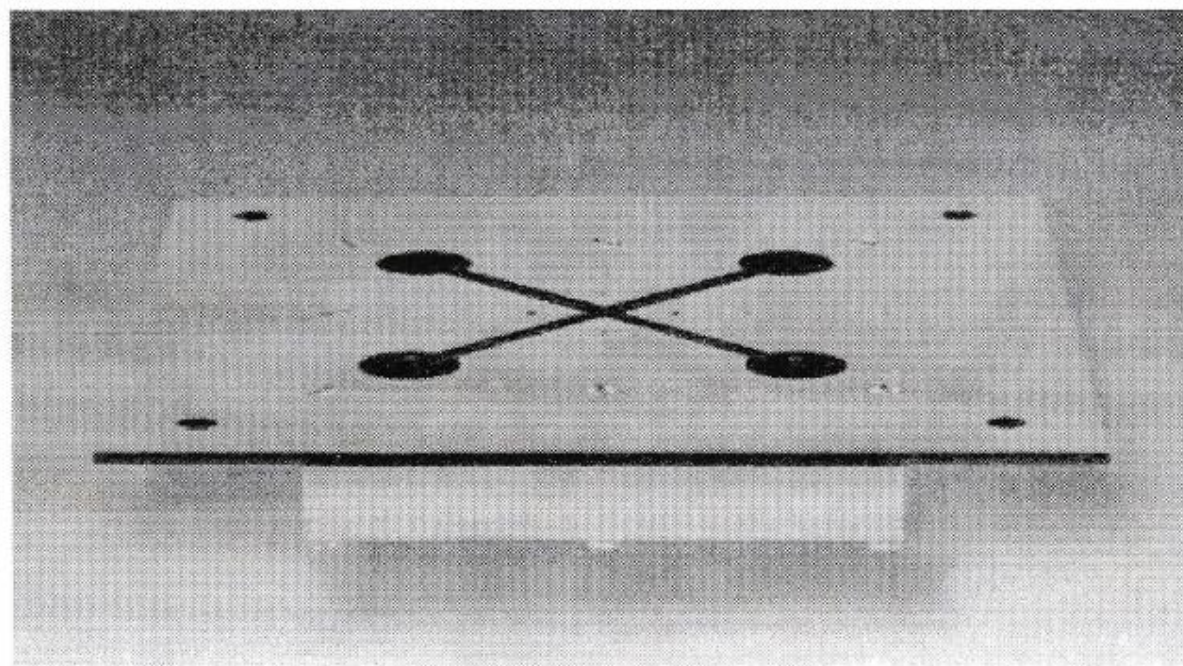
Ørsted-satellitten er i kredsløb i en bane, hvis højde over Jorden varierer mellem 620 og 850km, og satellitten er retningsstabiliseret, således at samme side altid vender mod Jorden. Denne side udgør derfor en naturlig placering for antennen. Faktisk er der to antenner, fordi satellitten indeholder to helt ens, men helt uafhængige, kommunikationssystemer, hvoraf det ene har rollen som reservesystem for det andet.

Antennen har en tilpasning, der sikrer, at mindst 96% af energien i signalet fra senderen omsættes til radiobølger i rummet. Den har en retningsafhængighed, så den udsender radiobølger i en bred vifte af retninger - og tilsvarende modtager radiobølger fra samme brede vifte af retninger. Dette sikrer, at der kan kommunikeres med jordstationen (placeret på Meteorologisk Institut i København) fra det

øjeblik satellitten i dens kredsløb dukker frem bag den ene horisont til den forsvinder bag den anden horisont. Endelig har antennen en båndbredde, som sikrer, at den kan varetage både up-link kommunikationen (fra Jorden til satellitten) på 2040MHz og down-link kommunikationen (fra satellit til Jorden) på 2215MHz.

Antennen, som er vist på Figur 1, er en såkaldt kryds-dipol antenne. Den er i sig selv en forholdsvis simpel antenne mht. til både dens mekaniske konstruktion og dens virkemåde. Men dens placering tæt på den metalliske satellitstruktur gør, at satellitten også kommer til at virke som en antenne, og kombinationen af en kryds-dipol og Ørsted-satellitten er en forholdsvis kompliceret antenne.

Indflydelsen af satellitten kan forklares på følgende vis: Kryds-dipol antennen udsender radiobølger i to retninger, dels væk fra satellitten - det kaldes den direkte bølge - og dels ind mod satellitten. Radiobølgen der udsendes imod satellitten reflekteres af dennes metalliske overflade - det kaldes den reflekterede bølge - og kombineres med den direkte bølge. Kombinationen af den direkte og den reflekterede bølge kaldes den totale bølge, og det er den, som



Figur 2. Rømer-satellitens slids-kavitet antenne. Prototypen her består af en aluminiums- kavitet og messing-topplade med to vinkelrette slidser afsluttet i cirkulære huller. Foto: Lasse Rusborg, DTU

modtages ved jordstationen. I nogle tilfælde kan den reflekterede bølge forstærke den direkte bølge, i andre tilfælde kan den svække den direkte bølge - og i nogle tilfælde helt udsukke den direkte bølge, hvilket umuliggør radiokommunikation. Hvad der sker afhænger på meget kompliceret vis af radiobølgens frekvens og antennen samt satellittens udformninger og deres indbyrdes placering.

En stor udfordring i arbejdet med Ørsted-satellittens antennesystem var netop at bestemme indflydelsen af satellitstrukturen. Det krævede en mængde teoretiske beregninger med metoder, som Institut for Elektromagnetiske Systemer har udviklet på grundlag af Maxwell's ligninger. Desuden blev der lavet en model af Ørsted-satellitten og antennen, så der kunne foretages eksperimentelle målinger, se Figur 4. Disse beskrives nærmere nedenfor.

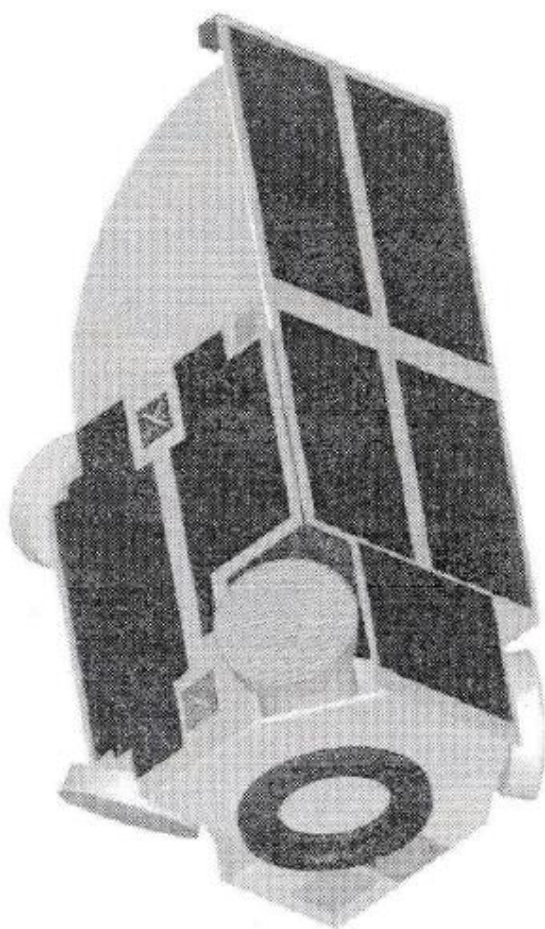
Rømer-satellitten

Rømer-satellitten opsendes i et kredsløb, hvis højde over Jorden varierer mellem 500 og 40000km, og missionens videnskabelige formål gør, at satellitten kan have en vilkårlig orientering i forhold til Jorden, mens radiokommunikationen skal opretholdes uanset orienteringen. Mens dette tillader et antennesystem med samme tilpasning og båndbredde som Ørsted-antennen, nødvendiggør det en anden retningsafhængighed, der sikrer, at radiobølgen udsendes i alle retninger af rummet - og kan modtages fra alle retninger af rummet. Det kan bevises rent teoretisk - fra Maxwell's ligninger - at dette er umuligt med blot én enkelt antenne. Rømer-satellittens antennesystem vil derfor bestå af to antenner, der placeres på hver sin side af satellitten og derfra dækker hver sin halvdel af rummet. Desuden skal der, som på Ørsted-satellitten, være et reserve-kommunikationssystem, så der bliver i alt fire antenner.

Selve antennen er også forskellig fra Ørsted-satellittens, idet der anvendes en såkaldt slids-kavitet antenne. Denne består af en metallisk kasse - en såkaldt kavitet - med to vinkelrette slidser i den ene side, hvorigennem radiobølgen udsendes eller modtages, se Figur 2. Fordelen ved slids-kavitet antennen er, at den kan integreres i satellittens overflade samtidig med, at den kan sikre den nødvendige retningsafhængighed. Da den ikke stikker ud fra

satellitten - og dermed ikke kaster nogen skygge - vil den kunne placeres sammen med solpanelerne som vist på Figur 3.

Til gengæld er slids-kavitet antennen i sig selv en forholdsvis kompliceret antenne, og da Rømer-satellittens struktur er mere kompliceret end Ørsted-satellittens, udgør kombinationen af slids-kavitet antennen og Rømer-satelliten et yderst vanskeligt problem. Dette kræver udvikling af helt nye teoretiske metoder, anvendelse af omfattende computerberegninger samt omfattende målinger, og dette arbejde er lige nu i fuld gang ved Institut for Elektromagnetiske Systemer.



Figur 3. Rømer-satellitten med to slids-kavitet antenner integreret i satellittens overflade sammen med solpanelerne. Kilde: Dansk Rumforskningsinstitut

Antennemålinger - i samarbejde med ESA

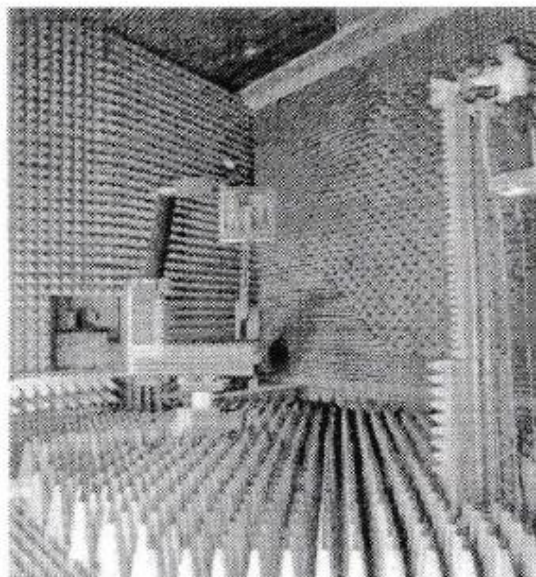
Ved Institut for Elektromagnetiske Systemer har Danmarks Tekniske Universitet og European Space Agency i fællesskab oprettet et testcenter for meget nøjagtige antennemålinger kaldet *The DTU-ESA Spherical Near-Field Antenna Test Facility*. Uanset at avancerede teoretiske metoder i dag kan give en nøjagtighed af beregninger på op til 1 promille, er det stadig nødvendigt af foretage eksperimentelle afprøvninger af bl.a. antennens retningsafhængighed vha. målinger.

Da radiokommunikation altid finder sted over store afstande - dette gælder jo især for satellitantenner - er det retningsafhængigheden i det såkaldte fjernfelt af antennen, som er af interesse. Afstanden fra antennen til starten af dens fjernfelt afhænger udelukkende af antennens størrelse og radiobølgens frekvens; for Rømer-satellitens antennesystem er fjernfeltsafstanden ca. 30m. En direkte måling af antennens retningsafhængighed i fjernfeltet kræver derfor en måleafstand på disse 30m og derfor en udendørs antennemålingsfacilitet. En udendørs facilitet lider dog af mange ulemper - i Danmark ikke mindst klimaet - og indendørs faciliteter er derfor at foretrække. Her kan man imidlertid kun måle antennens retningsafhængighed i dens såkaldte nærfelt, og det er derfor nødvendigt, at man efterfølgende kan beregne fjernfeltet på grundlag af det målte nærfelt.

Det teoretiske grundlag for denne beregning, som naturligt kaldes en nærfelt-til-fjernfelt-transformation, blev udviklet ved Institutet og dannede grundlag for oprettelsen af den nuværende facilitet, se Figur 4. Billedet viser forberedelsen af en måling af Ørsted-satellitens antennesystem. En satellitmodel med antennen monteres i det såkaldte antenntårn, hvorfra der udsendes radiobølger; mens en modtagerantenne - kaldet en probe - monteres i det såkaldte probetårn. Satellitmodellen kan roteres omkring både en lodret og en vandret akse, hvilket også svarer til at bevæge proben rundt på en kugle (sfærisk flade) omkring satellitten, og dér måle radiobølgen i en række punkter.

Rummet, som indeholder de to tårne, har størrelsen 16x14x12m, og det kaldes et radiodødt rum. Dels fordi at det er indkapslet i en metallisk skærm, som udelukker alle forstyrrende

radiobølger udefra, og dels fordi det indvendigt er beklædt med et radiobølge-absorberende materiale, der udelukker alle uønskede refleksioner fra gulv, vægge og loft. Fordi målingerne foretages i alle retninger fra antennen,

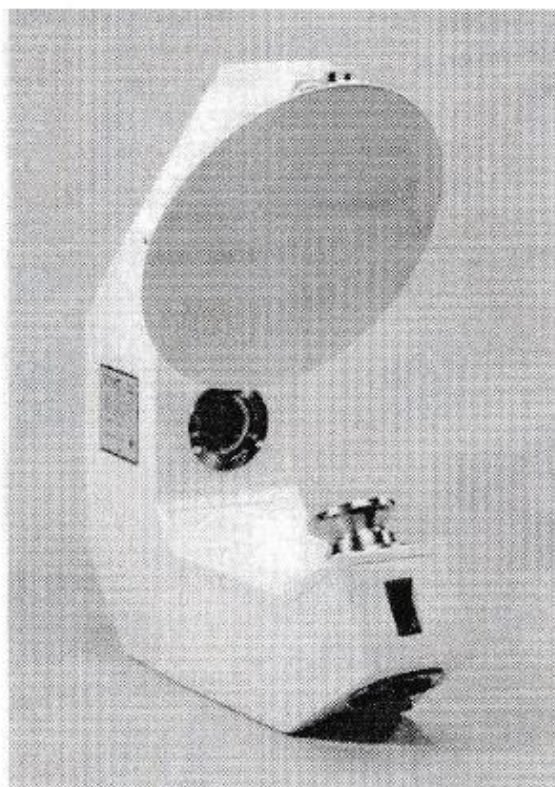


Figur 4. The DTU-ESA Spherical Near-Field Antenna Test Facility ved Institut for Elektromagnetiske Systemer på Danmarks Tekniske Universitet. Der forberedes en måling af Ørsted-satellitens antennesystem. Foto: Lasse Rusborg, DTU.

kan der i en sfærisk nærfeltsfacilitet opnås en meget stor nøjagtighed - typisk 1% - som overgår udendørs faciliteter og andre typer af indendørs faciliteter. Systemet kan i dag foretage målinger fra 500MHz til 40000MHz, og der planlægges en udvidelse til 60000MHz.

Ved indvielsen var DTU's facilitet den eneste sfæriske nærfeltsfacilitet i Europa; men siden er andre fulgt efter. Faciliteten er i dag et eksternt referencelaboratorium for ESA, og der foretages målinger af satellitantenner til mange forskellige formål. Der foretages i øvrigt mange andre antennemålinger - f.eks. til mobilkommunikation.

Med de mange faciliteter - sfæriske og andre - der gennem årene er etableret i Europa, er der opstået et behov for at standardisere kvalitetsgodkendelsen af disse. Til dette formål har Institutet på vegne af ESA stået for gennemførelsen af et projekt til sammenligning af



Figur 5. Offset-reflektorantenne udviklet ved Institut for Elektromagnetiske Systemer. Antennen anvendes som reference-antenne ved kvalitetsgodkendelse af antennemålings-faciliteter i Europa. Foto: Lasse Rusborg, DTU

forskellige faciliteter. Til dette formål udvikledes en speciel 12000MHz referenceantenne, der som vist i Figur 5 er en offset- reflektor antenne. For at opnå en høj mekanisk stabilitet - og dermed stor stabilitet af antennens tilpasning, retningsafhængighed og båndbredde - er den udført i et meget let og stærkt materiale bestående af skum og kul fibre. I dag anvendes denne antenne over hele Europa til kvalitetsgodkendelse af nye antennemålings-faciliteter.

Yderligere oplysninger

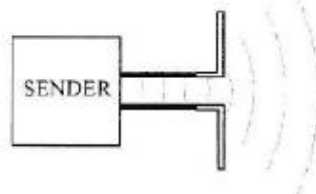
Interesserede læsere er velkomne til at kontakte artiklens forfatter på nedenstående adresse og anbefales at besøge følgende hjemmesider: Institut for Elektromagnetiske Systemer på adressen www.emi.dtu.dk, Dansk SmåSatellit-Program på adressen www.dsri.dk, og European Space Agency på adressen www.esa.int.

Forfatteren:

Olav Breinbjerg, lektor, Institut for Elektromagnetiske Systemer, Danmarks Tekniske Universitet, 2800 Kgs. Lyngby, telefon: 4525 3800, email: ob@emi.dtu.dk

Antennen – meget kort fortalt

Antennen anvendes i ethvert radio-kommunikationssystem til at sende eller modtage radiobølger. Figuren viser et simpelt eksempel med en sender, et antennekabel og en antenne, hvor signalet ledes fra senderen gennem antennekablet til antennen. Antennens opgave er at omsætte signalet i kablet til radiobølger i rummet.



Der er 3 vigtige forhold at sikre sig ved udviklingen af antennen. For det første, at energien i kablets signal overføres til radiobølgen i rummet og ikke blot reflekteres tilbage i senderen – man siger, at antennen skal have en *god tilpasning*. For det andet, at radiobølgen udsendes i passende retninger af rummet (hvad der er passende afhænger af anvendelsen) – man siger, at antennen skal have en *god retningsafhængighed*. For det tredje, at den gode tilpasning og retningsafhængighed opnås for et bredt bånd af frekvenser og ikke blot én enkelt frekvens – man siger, at antennen skal have en *god båndbredde*.

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad \nabla \cdot \mathbf{D} = \rho$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \mathbf{J} \quad \nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

For at sikre disse forhold er det nødvendigt, at udviklingen af antennen foretages med metoder, som er baseret på det teoretiske, videnskabelige grundlag for radiobølger – nemlig den gren af den klassiske fysik, som kaldes elektromagnetismen. For de indviede kan elektromagnetismen sammenfattes i 4 love, opkaldt efter den skotske videnskabsmand James Clerk Maxwell, som vist herover. Antenner kan have et utal af forskellige udformninger fra meget små og simple trådanter, som de kendes fra f.eks. bilantener, til meget store og komplicerede multi-reflektorantener, som de kendes fra f.eks. radioastronomi. ■

To rovere på Mars

- nye Mars missioner i 2004

med oplæg ved

Ph.D. **Morten Bo Madsen**, H. C. Ørsted Institutet

Tid:	Torsdag den 12. oktober, 2000, klokken 19.30
Sted:	H. C. Ørsted Institutet, auditorium 2 (hjørnet af Universitetsparken og Nørre Allé i København)

Tabet af Mars Climate Orbiter og Mars Polar Lander har ramt planerne for udforskningen af Mars hårdt, men forholdene på Mars har så stor interesse at nye missioner er planlagt. De skal supplere Mars Global Surveyor, som har været i bane om Mars siden september 1997.

NASA har dog planlagt at tage revanche for de mislykkede missioner og en ny mission planlægges opsendt til Mars i 2003 med ankomst i 2004. Landingsmetoden bliver airbags som på Mars Pathfinder. Missionen skal medbringe en marsbil væsentlig større end Sojourner. NASAs næste marsbil eller marsrover skal kunne køre mere end 100 meter om dagen og dermed bevæge sig væsentlig længere fra landingsmodulet end Sojourner nogensinde gjorde. Udover denne landingsmission har NASA også planer om opsende en mission i 2001, der dog kun omfatter en sonde i bane om Mars.



ESA og dermed Europa kommer også med i 2003 med sonden Mars Express. Mars Express skal lande på marsoverfladen og vil medføre en lille rover kaldet Beagle 2. Beagle (1) var et britisk havopmålingskib, der 1831-36 gennemførte en verdensomsejling med den senere så berømte videnskabsmand Charles Darwin. Rejsen gav Darwin inspiration og materiale til evolutionsteorien.

Udforskningen af Mars er hidtil næsten udelukkende blevet udført af NASA. Kun hvis andre landes forskere besidder en særlig ekspertise kan de komme med på missionerne. Dette gælder for eksempel den danske Marsgruppe på Ørsted Laboratoriet i København, hvor aftenens foredragsholder Morten Bo Madsen kommer fra.

Yderligere oplysninger hos faggruppekoordinator

Finn Willadsen, tlf. 48 25 56 62, E-mail: finn_willadsen@hotmail.com

Gratis adgang. Alle er velkomne.

Satellitbaner

med oplæg ved

Associate Professor, Ph.D. **Poul G. Hjorth**, Matematisk Institut, DTU

Tid:	Onsdag den 15. november 2000, klokken 19.30
Sted:	H. C. Ørsted Institutet, auditorium 2 (hjørnet af Universitetsparken og Nørre Allé i København)

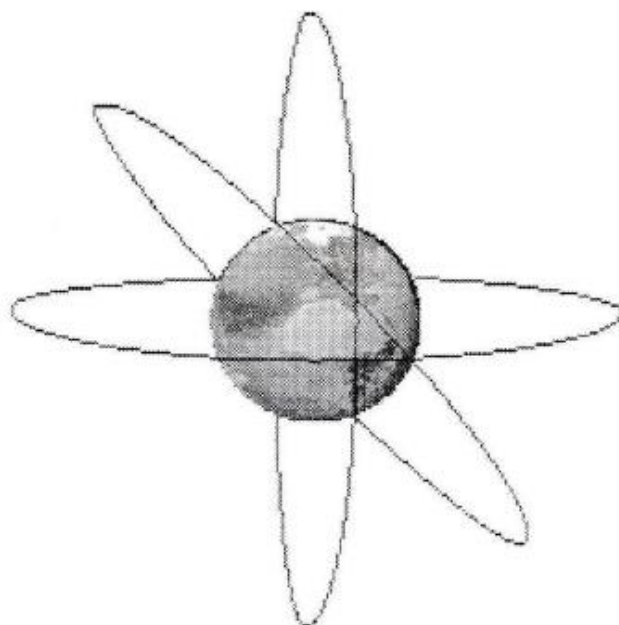
Få teknologiske nyskabelser har forandret vores hverdag så dramatisk som de kunstige satellitter.

De teoretiske principper involveret i beskrivelsen af (næsten) frit faldende legemer har et enormt gyldighedsområde, og har igennem 300 år været med til at forme hele vores forståelse af det mekaniske univers.

I foredraget vil elementer af teorien for satellitbaner blive beskrevet.

Vi skal langt omkring i tid og rum. Vi skal rundt om Jorden, vi skal til Månen, vi skal forbi en komet, vi skal til Mars og vi skal rundt om et sort hul nær Mælkevejens centrum.

Men vi starter og slutter på en græsmark, på øen Hven, i Øresund.



Yderligere oplysninger hos

Steen E. Jørgensen, tlf. 39 64 31 54, E-mail: sej@fys.ku.dk

Gratis adgang. Alle er velkomne.

Faggruppen for **Jordobservation og rumbaseret meteorologi** under **Dansk Selskab for Rumfartsforskning** afholder offentligt møde med titlen

Havmiljø fra rummet

- del af det danske jordobservationsprogram

med oplæg ved

Forskningschef, Dr. Scient **Bo Riemann**, Danmarks Miljø Undersøgelser

Afdelingsleder, Ph.D. **Hanne Kaas**, DHI - Institut for Vand og Miljø

Ph.D. studerende **Ole Aarup Mikkelsen**, Geografisk Institut, K.U.

Lektor, M.Sc., Ph.D. **Allan Aasbjerg Nielsen**, Inst. for Matematisk Modellering, DTU.

Tid: Mandag den 20. november 2000, klokken 19.30

Sted: H. C. Ørsted Institutet, auditorium 2

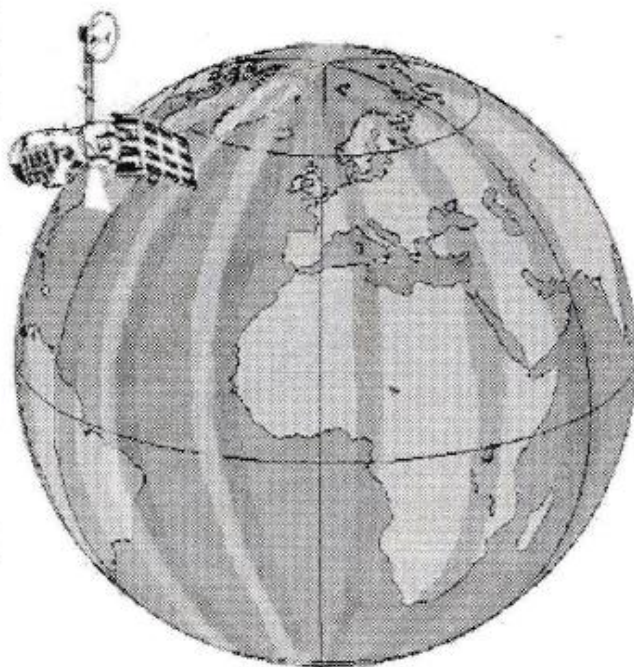
(hjørnet af Universitetsparken og Nørre Allé i København)

Havet dækker omkring 70 % af Jordens overflade, og udgør en vigtig del af verdens natur og ressourcer. Også for det danske samfund spiller havet en væsentlig rolle og havets tilstand overvåges derfor løbende.

Som en del af det danske jordobservationsprogram undersøges mulighederne for at anvende satellit- og flyscanner data til overvågning af det danske havmiljø.

I DECO-projektet - *Danish Environmental monitoring of Coastal waters* er målet at opstille modeller, som kan beregne vandets indhold af alger, organisk materiale samt sediment ud fra målinger af lysets refleksion fra havet. Refleksionen måles med satellitter og flyscannere.

Hav-problemer som algeopblomstringer og spredning af forurenet sediment kan derved følges over større geografiske områder. Som grundlag for modellerne undersøger projektet, hvorledes de enkelte elementer (alger, sediment m.m.) påvirker den mængde lys der reflekteres, samt farverne i det reflekterede lys.



Yderligere oplysninger hos faggruppekoordinator

Bjarne M. Johansen, tlf. 35 84 08 55, Email: bjarnemj@teliamail.dk

Gratis adgang. Alle er velkomne.

Launch Manifest 2000

Udarbejdet af Kjeld Lundgaard, E-mail: kjeld.lundgaard@kom.ijg.dk

Afsluttet: 10. september 2000

* betyder usikker dato

Planlagt affyring	Nyttelast / mission	Booster	Kommentarer
2000:			
20. sept	NOAA-L	Titan 2 (G-13)	
* 24. sept	Meteor-3M Badr-2 Maroc-Tubsat Reflector	Zenit-2	Rusland. Meteorologisk sat. Pakistan Marocco. Bygges af Technical University, Berlin Rusland
26. sep	Europe*Star FM-1	Ariane 44LP	Kommunikations satellit. Loral-Alcatel [8-9-00]
27. sept	Saudisat 1-A og 1-B UNISAT Megsat 1 TiungSat 1	ISC Kosmotras Dnepr	Saudi Institute for Space Research University of Rome Italien; data relay satellit Malaysia; remote sensing [8-9-00]
30. sept	Progress M1 ISS-2P	Soyuz U	Forsyningsfartøj til ISS
september	QuickBird-1	Cosmos SL-8	Jord-foto satellit til EarthWatch, Inc.
* september	Chinasat-8	Long March 3B	Kommunikations satellit
* september	GE-1A	ILS Proton-K / Breeze-M	Kommunikations satellit. Model A2100
* september	OrbView 3	Pegasus XL	OrbImage. Jord-foto. Opløsningsevne 1m og 4m
* sen september	Glonass-3	Proton-K	
3. kvartal	Ekran-M	Proton M/ Breeze-M	Kommunikations satellit
3. kvartal	N-Sat 110 (evt. JSAT-110) B-Sat 2A	Ariane 5	Japansk komm. satellit. JSAT & SCC [13-3-00] Japansk kommunikations satellit
3. kvartal	Ofeq-5	Shavit	Israel
5. okt	STS-92 ISS-3A	Shuttle Discovery	Z1 Truss og PMA-3. 4 EVA's
6. okt	HETE-2	Pegasus XL	NASA. High Energy Transient Explorer-2. Registrering af gamma-udbrud
12. okt	DSCS B11	USAF Atlas 2A (AC-140)	
mid okt	Thuraya-1A	Sea Launch Zenith 3SL	Thuraya Satellite Telecomm. Comp. of United Arab Emirates. Model: Hughes HS-GEM [8-9-00]
mid okt	GE-6	ILS Proton M / Breeze M	Kommunikations satellit
30. okt	Soyuz TM ISS-2R	Soyuz U	Expedition One Crew til ISS
* oktober	EROS A1	Start-1	Israel Earth Remote Satellite. Firma ImageSat International. Bygg. IAI
* oktober	Sirius-3 (tidl. CD Radio)	ILS Proton	Sirius Satellite Radio. Model: Loral FS-1300. Bane: 47000 x 24500km, 63,4°
9. nov	GPS 2R-6	Delta 2 (7925)	NAVSTAR
* 16. nov	EO-1 SAC-C Citizen Explorer-1 Munin	Delta 2 (7320)	Eath Observing-1. NASA's New Millenium Argentina University of Colorado, USA Svensk nanosat

18. nov	XM-1	Sea Launch Zenit 3SL	XM Satellite Radio Inc. Model: Hughes HS-702
30. nov	STS-97 ISS-4A	Shuttle Endeavour	P6 solpaneler, S4 og S6 radiatorer. 3 EVA's
* november	Odin	Start-1	Svensk satellit. Opsendes fra Svobodny
4. dec	NRO hemmelig satellit	Atlas 2AS (AC-157)	
10. dec	DMSP 16	Titan 2 (G-9)	Defence Meteorological Satellite Program
12. dec	Progress M1 ISS-3P	Soyuz U	Forsyningsfartøj til ISS
* december	GSAT-1	I. GSLV	India. Test komm. sat.
4. kvartal	PAS-1R AMSAT Phase 3-D STRV 1C og 1D	Ariane 507	PanAmSat. Kommunikations satellit Op med ASAP-5 UK DERA. ASAP-5
4. kvartal	Test Evaluation Satellite (TES)	PSLV	India. Rekogniserings satellit
	Milstar 2-F2	Titan 4B (B-41)	
	Kosmos militær sat.	Zenit-2	Rusland
	Altair	Proton	Rusland. Kommunikation og data relay til ISS
	Gals R 16	Proton	Rusland
	LMI-3	ILS Proton	Lockheed Martin Intersputnik. Komm. satellit.
	Eurasiasat 1	Ariane 5	Turk Telekom. Tidligere navn Turksat 2A. Bygges af Aerospatiale Spacebus 3000
usikker	ORBCOMM 5	Pegasus XL	Orbital Sciences ORBCOMM i ækvatorial bane
	Europesat 1 ?		Eutelsat
2001:			
18. jan	STS-98 ISS-5A	Shuttle Atlantis	US Laboratory Destiny og Lab PDGF
* jan	GPS 2R-7	Delta 2 (7925)	NAVSTAR
* jan	Soyuz TM	Soyuz U	Besætning til Mir. EO-29: Sharipov og Vinogradov ?
* jan	Intelsat 901	Ariane	
1. feb	Progress M1 ISS 4P	Soyuz U	
10. feb	Genesis	Delta 2 (7326)	NASA's Discovery program nr 5. L-1 bane og retur
15. feb	STS-102 ISS-5A.1	Shuttle Discovery	Multi-Purpose Logistics Module (Leonardo)
21. feb	DirecTV 5	Atlas 2AS	Kommunikations satellit. Tidl. Tempo FM-1. Model Loral FS-1300
februar	GPS 2R	Delta 2 (7925)	NAVSTAR

(forkortet af redaktionen)

Kilder:

www.flatoday.com/space/next/sked.htm
spaceflightnow.com/tracking/index2.html
spaceflight.nasa.gov/station/assembly/flights/chron.html
 Seneste Space Shuttle Assembly Sequence Revision F, august 2000
www.spacedaily.com/index.html
 Aviation Week & Space Technology
 BIS Spaceflight

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. 38 10 09 79

E-mail: lumholt@inet.uni2.dk

Faggruppe B. Bemandet rumfart og mikrogravitationsforskning.

Koordinator: Søren Hjelms, tlf. 35 83 36 67

E-mail: hjelms@mobilixnet.dk

Faggruppe C. Planetforskning og rumbaseret astronomi.

Koordinator: Finn Willadsen, tlf. 48 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: bjarnemj@teliamail.dk

Faggruppe E. Rumfartsteknologi.

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

E-mail: pab@private.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. 39 67 76 33, E-mail: tae.andersen@mail.tele.dk

Næstformand: Michael Lumholt, tlf. 38 10 09 79, E-mail: lumholt@inet.uni2.dk

Sekretær: Bjarne M. Johansen, tlf. 35 84 08 55, E-mail: bjarnemj@teliamail.dk

Selskabet kan kontaktes på E-mail: dsr@forening.dk eller besøg os på www.rumfart.dk