



DANSK RUMFART

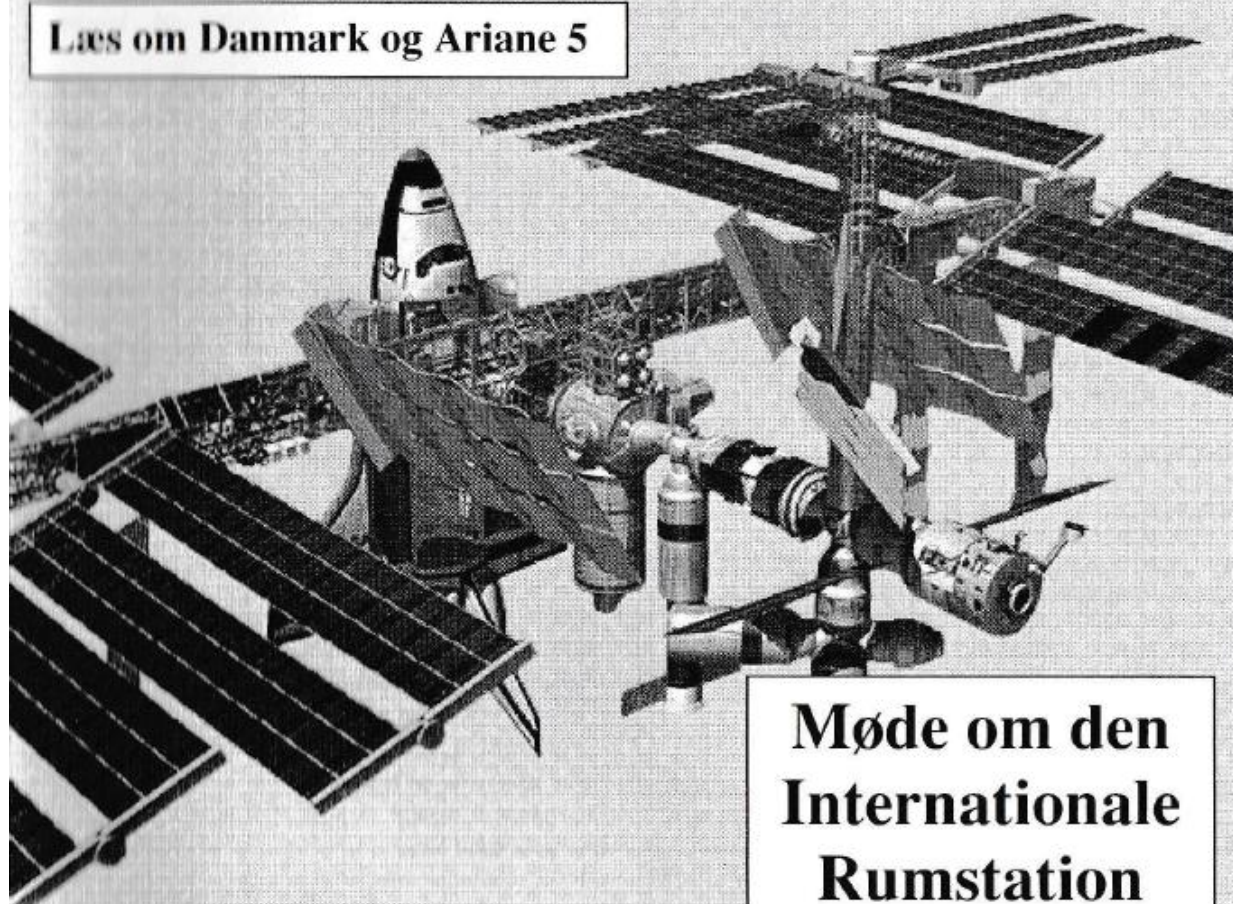
Nr. 35

1998

marts - juni

Dansk Selskab for Rumfartsforskning

Læs om Danmark og Ariane 5



**Møde om den
Internationale
Rumstation**

Er rummet vores baghave?

Af Bjørn Franck Jørgensen, direktør, Tycho Brahe Planetarium

De nære omgivelser i rummet - det som udgøres af Solsystemet - kan af gode grunde opfattes som hørende til den sfære i universet, der har haft og stadig har en umiddelbar indflydelse på vores livsbetingelser og dermed også vores dagligdag.

Jeg skal ikke trætte med at fortælle den lange historie om Solsystemets tilblivelse og de turbulente forhold, der herskede i de første mange millioner af år. Men blot gøre opmærksom på, at denne dannelsesproces bestemt ikke er afsluttet, selvom vi i vores travle dagligdag ikke synes, at det spiller nogen nævneværdig rolle. Lad mig blot minde om, at Jorden hvert døgn bliver ramt af flere hundrede tons "naturligt" materiale fra rummet, hvoraf det meste i første omgang opfanges i vores atmosfære. Enkelte større objekter har dog masse og størrelse til at kunne trænge helt ned til overfladen, hvor de ofte præsenterer så voldsomme energiuudladninger, at tusindvis af mennesker af og til bliver mindet om størrelsen af de kræfter og dimensioner, der hersker på den anden side af vores beskyttende atmosfære.

Alle har sikkert hørt om det ca. 50 meter store objekt, der i 1908 trængte dybt ned i atmosfæren over Tunguska i Sibirien inden det blev tilintetgjort i atmosfæren 8-10 km over jordoverfladen. Var objektet ankommet 5-6 timer senere, havde Jorden drejet sig så meget, at en by som Oslo var kommet i skudlinjen. Det var et held, at det var et øde skovområde, der blev ramt. Tusind kvadratkilometer skov med væltede træer vidner om en energiuudladning, der havde skabt store vanskeligheder for bygningerne i Norges hovedstad.

I 1994 var vi alle vidne til, hvorledes et antal på mere end tyve kilometerstore kometfragmenter med 60 km i sekundet hamrede ind i Jupiters atmosfære og lavede nedslagsmærker, der overgik Jorden i størrelse.

Sådanne beskrivelser kan let sætte gang i vores nysgerrighed og fantasi. Er faren for at vores civilisation vil stresses så meget, at den bryder sammen reel, eller er der tale om overdivelse af virkningerne? At nedslagene kommer, er der ikke tvivl om, spørgsmålet er kun .. hvornår!

Når det gælder virkningerne, kan det være godt at sætte dimensionerne lidt i perspektiv. Vi bebor en klode, der er ekstremt glat. Sammenlignet med en almindelig billardkugle, hvis diameter er 200 millioner gange mindre end Jordens, ville den største højdeforskel (20 km) på Jorden mellem toppen af Mount Everest og bunden af Marianergraven i Stillehavet være reduceret til en højdeforskel på 0,1 mm, og som endda ligger langt fra hinanden på kuglen (kloden).

Vi bebor også en klode, der er rig på vand. Faktisk er der så meget, at dersom vi fjernede alle de "små" ujævnheder i jordskorpen, ville vi stå tilbage med en fuldstændig glat kugle og et globalt hav, der overalt ville have en dybde på ca. 2,5 km. Så det er da rart med alle disse små ujævnheder, der trods alt gør det muligt at kunne gå tørskoet rundt!

På en forunderlig måde fortæller en sådan sammenligning om vores egen lidenhed - og dermed netop om størrelsen de helt anderledes dimensioner, der beskriver vores planet Jorden og

Redaktionelt:

Udgiver: Dansk Selskab for Rumfartsforskning
Dansk Rumfart nummer 35, marts-juni, 1998
Deadline til nr. 36: 9/6-98.

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:

Computergrafik af den Internationale Rumstation med USAs rumfærge tilkoblet.
Lille illustration: Meteor (grafik).

INDHOLD

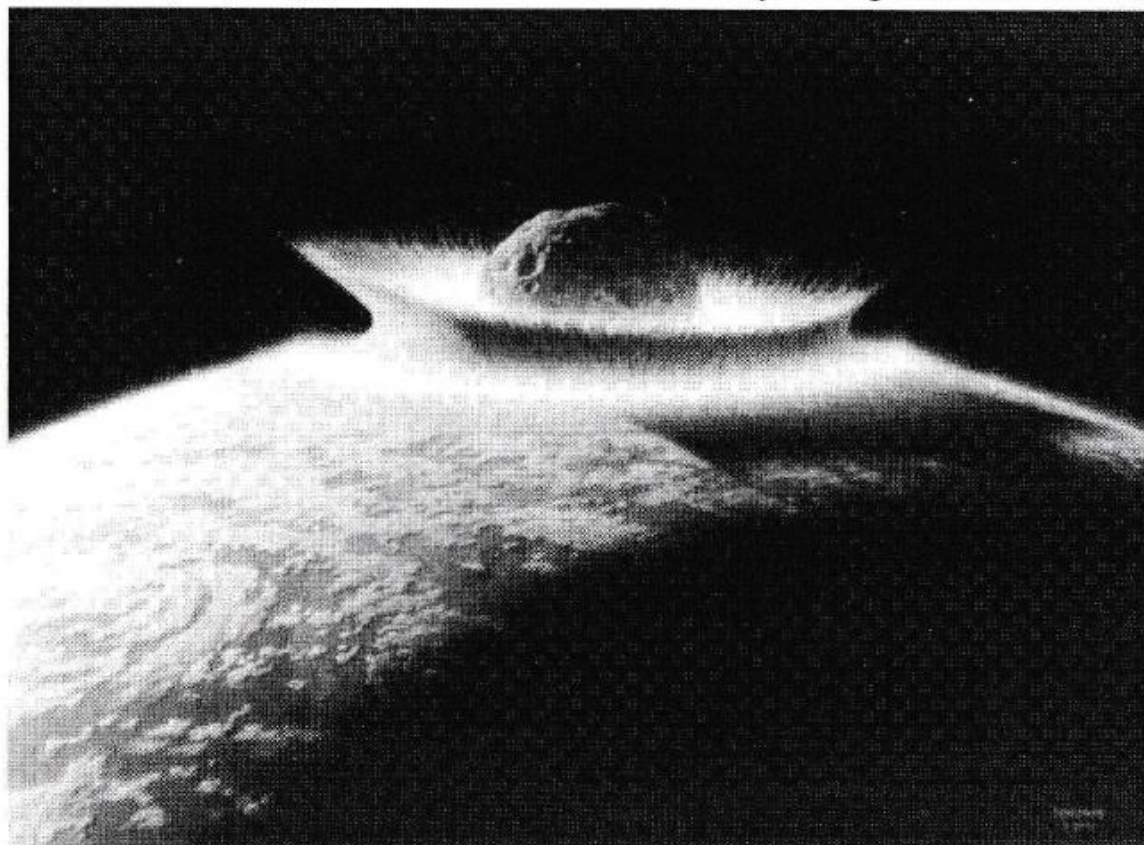
Er rummet vores baghave?	
- artikel af dir. Bjørn Franck Jørgensen	2
Anmeldelse af ny dansk bog	
- anmeldt af Steen Eiler Jørgensen	5
Ariane 5 - Europas nye løfteraket	
- artikel af civ. ing. Flemming Hansen	6
Mars Express - en ESA mission til Mars	16
Den nye rumstation - fra Mir til den	
Internationale Rumstation	17
GPS til 1000 formål	18
Meteoritter på Grønland	19

de naturkræfter, der udløses på den overflade uanset hvorfra "årsagen" måtte komme.

Oplevelser - som det grønlandske meteor, der tidligt om morgenen i december gjorde "nat til dag" over en næste tusind kilometer langstrækning langs den sydvestgrønlandske kyst - er endnu et bevis på, at sådanne begivenhederne kommer

jordbanekrydsende asteroider (eller som har baner, der med tiden vil blive det), der har diametre på over 500 meter ca. 2100 stk. Men vi kender kun ca. 25% af dem og deres baner.

De seneste undersøgelser peger nemlig på, at et nedslag af selv et mindre himmellegeme med en diameter på omkring en halv kilometer vil være



Grafik: NASA.

pludseligt og uden varsel.

Et lidt større kendskab til vilkårene i rummet i vores nærmeste omgivelser ville være gavnlige. Vi kunne ikke drømme om, at krydse gaden uden først at se os for eller at sejle over sund og bælt uden først at sikre os, at den tværgående trafik ikke udgjorde nogen fare.

I skarp modsætning hertil pløjer Jorden med os ombord sig gennem rummet i sin bane om Solen med en fart på ca. 30 km/s - og det uden at vi bekymrer os, om der skulle ligge noget i vejen, eller om et eller andet objekt tilfældigvis er på kollisionskurs.

Faktisk kender vi kun til godt 400 asteroider, der bevæger sig i jordbanes nærhed. Det er objekter af alle størrelser fra nogle få hundrede meter og til hundrede kilometer i diameter. Statistisk beregnet udgør antallet af

tilstrækkeligt til at destabilisere vores civilisation. Måske skulle vi en gang imellem vende blikket fra dagligdagens og for en stund interessere os noget mere for aktiviteterne i vores "baghave". Ikke mindst fordi fremtiden vil bringe mennesket på rumfærd i et hidtil uset omfang. Den kommende rumstation ISS vil være udsat, skal baserne på Månen graves ned, fordi der mangler en beskyttende atmosfære og hvordan ligger det med sikkerheden, når det første hold astronauter begiver sig ud på den otte måneder lange rejse til Mars.

Kraterne på Månen taler deres tydelige sprog. Deres størrelser afspejler den energi, hvormed nedslagene er sket, og deres alder fortæller historien om nedslagernes hyppighed. Omregnet til jordiske forhold vil vores planet modtage en sådan "himmelvandrer" med ca. 5000

års mellemrum - dvs. mindst et stort nedslag siden istiden. Og her taler vi ikke om små, lette klumper på 50 meter i diameter som tilintetgjorde sig selv i 10 kms højde over Tunguska, men om objekter, der har ti gange så stor en diameter og som derfor vejer 1000 gange så meget og derfor udløser en så ufattelig energi, at den skal måles i mange



Grafik: Tycho Brahe Planetarium

megatons TNT.

Det er ikke ligegyldigt, hvor den rammer. Men jeg håber det bliver i min baghave, ganske

enkelt fordi jeg ikke har lyst til at opleve følgevirkningerne. Hvor mange millioner mennesker, der ryger med i første omgang er svært at sige, men det er faktisk de efterfølgende klimaændringer, forsyningsvanskeligheder og mange sociale konflikter om hver der skal have de sparsomme forsyninger, der vil skabe de største problemer.

Man diskuterer meget i dag om dommedagsprofetier er overdrevne og om "Ulven kommer" lidt for tit. Det er nok situationen, når der tales miljø, forurening og lignende meget nære problemer. Men den reelle fare fra vores "baghave" er derimod ikke så ofte nævnt. Måske fordi dimensionerne er af en sådan størrelse, at vi har svært ved at overskue dem. Det er måske derfor vi mennesker ofte indtager den klassiske attitude at ignorere fænomenet, indtil situationens alvor går op for os.

Under alle omstændigheder, mener jeg det er vigtigt - for at få hold på virkeligheden, at vi beskæftiger lidt mere med, hvad der foregår i vores "baghave". Ikke bare for at kunne tage vores forholdsregler, hvis noget truer, men også for at lære at sætte os selv i det rette perspektiv og respektere den omverden, vi trods alt er et produkt af. Dagligdagens problemer kan være store, men langt de fleste er selvskabte, ikke altid af det enkelte menneske, men af den måde som vores civilisation indretter sig på.

Uden kendskab til virkelighedens verden, som vi får et svagere og svagere kendskab til - set fra vore "beskyttede" bysamfund, er vi en truet kultur, hvadenten truslen kommer indefra eller fra vores baghave. Den seneste generations flirten med det astrologiske taler sit tydelige sprog. Enhver kulturkreds der mister sit verdensbillede og sætter det okkulte højere end virkelighedens rationelle sammenhænge vil få vanskeligheder. Der er megen fornuft i at beskæftige sig med astronomi og rumfart, fordi denne forskning er et vigtigt bidrag til forståelsen af det naturvidenskabelige verdensbillede, som netop den vesterlandske kulturkreds

har bygget sin succes på. ■

Ny bog: "Liv i Rummet"

Anmeldt af Steen Eiler Jørgensen,
Dansk Selskab for Rumfartsforskning

Biologen Ole Terney har begået en bog med titlen 'Liv i Rummet - Betingelser for opståen af liv på Mars og i universet.' Og lad det være sagt med det samme: hvis der er noget man gerne vil vide, så står det i den bog! Det er en omfattende gennemgang af forestillinger om liv andre steder i universet på godt og ondt, som læseren på de 70 tætskrevne sider føres igennem. Især den seneste polemik om Mars-meteoritten ALH-84001 bliver uhyre grundigt gennemgået. Bogen, der er udgivet i november 1997, har desværre ikke nået at få de allersidste nyheder med - nemlig at dele af meteoritten VAR forurenet med materiale fra Jorden - men sådan må det jo desværre være, når man beskæftiger sig med et forskningsfelt i så hurtig udvikling. Godt halvdelen af bogen handler om Mars: generelle informationer om geologi, klima, etc. Der bliver især fokuseret på føromtalt meteorit, og det kan undre, at den overordentlig vellykkede Pathfinder-mission i sommeren 1997 bliver omtalt så flygtigt som den gør.

Bogen er trykt med tre spalter på hver side, og marginerne er temmelig små - værket indeholder MEGEN tekst. Måske af frygt for at tage parti (for eller imod muligheden for liv andre steder end på Jorden) har Ole Terney valgt at bringe sine tekster i et omfang som kan vække mistanke om kritikløshed. Der er ikke det, der ikke står om Mars i denne bog! Og om så meget andet. F.eks. bruges hele syv af de tætskrevne sider på at citere Wells' 'Klodernes Kamp', og bogen præges generelt af manglende organisation af stoffet. 'Vores verdensbillede' og 'Vort solsystem' er blot nogle af de emner bogen behandler. Også et digt fra før vor tidsregning er der blevet plads til. Det er muligvis meget interessant altsammen, men ønsker man en kortfattet videnskabelig gennemgang af mulighederne for liv andre steder i rummet, er det nok ikke Terneys bog, man skal konsultere. Alle disse emner synes blandet godt sammen og kastet ind i bogen på må og få. Man kan



selvfølgelig blot bruge bogen som opslagsværk - hvis der altså bare var et stikordsregister. Man har i stedet valgt at bruge de sidste to sider på litteraturhenvisninger. Hele bogen er gennemsyret af små notehenvvisninger som alle henviser til et stykke litteratur, hvorfra den enkelte information er hentet. Her ville lidt mindre grundighed nok have været på sin plads. Hvilke oplysninger der bærer henvisninger og hvilke der ikke gør det, virker også ret vilkårligt. En detaljeret gennemgang af nogle karbonatkugler får lov at stå urefereret, mens en oplysning om, at Michelle Knapp fra Peeskill, New York den 9. oktober 1992 fik ødelagt bagagerummet på sin bil af en meteorit, efterfølges af en litteraturhenvisning.

Som sagt: ALH-84001 gennemgås SÆRDELES grundigt. Hvis læseren har kræfter til det, vil man efter at have læst bogen være ikke så lidt velbevandret inden for emner som

kontinentaldrift, isotopfordelinger, DNA-molekylets kodningsteknik, sulfider, karbonater og oxider. Denne del af bogen er virkelig detaljeret. Vores kendte Mars-

Foto: NASA.

forsker Jens Martin Knudsen citeres også. I små grå kasser rundt omkring i bogen popper han pludselig op med en ny udtalelse. Og selv om det han siger kan være sandt nok, undrer det af og til hvad netop dette citat dog har med det hele at gøre.

Men Terneys bog kommer også ind på emner, som man vil få svært ved at finde noget om andre steder. Drakes formel, de 31 berømte betingelser for en civilisations opståen og SETI-projektet gennemgås, og især disse afsnit vakte anmelderens opmærksomhed. Bogen er generelt velskrevet, men skæmmes dog dels af tryk- og slåfejl hist og her, dels af klodsede formuleringer og decideret urigtige oplysninger; det sidste dog mest i forbindelse med oplysninger af minimal relevans. Det kan virke som om korrekturlæseren har haft lidt travlt.

Alt i alt en lidt uoverskuelig bog, som dog behandler centrale problemstillinger detaljeret. ■

Terney, Ole: Liv i Rummet, Bio-Nyt Forlag, kr. 185,-

Ariane 5 - Europas nye løfteraket

af Flemming Hansen, civ. ing., lic. techn., Senior Systems Engineer, Alcatel Danmark A/S

Høj cigarføring

Der var høj cigarføring og glade ansigter i de europæiske rumfirmaer torsdag d. 30. oktober 1997 om eftermiddagen. Champagnehusene kunne notere sig en god omsætning. Den anden opsendelse af Ariane 5 raketten var lykkedes.

Majestætisk løftede raketten sig fra affyringsrampen kl. 14:43:08 dansk tid mod en næsten skyfri himmel og frigjorde 28 minutter senere den første satellit. Fra tilskuergalleriet i Jupiter II kontrolrummet i Kourou, Fransk Guiana lød klapsalver og begejstrede tilråb. Europa havde fået en ny løfteraket. 10 års anstrengelser havde båret frugt. Usikkerheden omkring Ariane 5 programmet, skabt af den katastrofale eksplosion af Ariane 501 d. 4. juni 1996 efter 37 sekunders flyvning, var lettet.

Der var kun en lille dråbe malurt i champagneglassene. Raketten havde ikke nået den helt korrekte bane. Hovedtrinets motor havde slukket 5,8 sek. for tidligt. Næppe mange af tilskuerne ved TV-skærmene bemærkede denne lille, men betydningsfulde detalje.

Ransagning

Dagen efter opsendelsen var raketingeniørerne hos franske Aerospatiale, Ariane 5's hovedkonstruktør, travlt beskæftiget med at analysere telemetridata fra Ariane 502 for at finde fejlen. Det viste sig, at hovedtrinets under flyvningen havde været påvirket af ukendte kræfter, som fik raketten til rotere om sin længdeakse. Anti-rulnings systemet kunne ikke kompensere herfor. Rulningen slyngede brændstoffet ud mod siderne af tankene. Brændstofmåleren troede fejlagtigt, at raketten var "løbet tør" og slukkede derfor for raketmotoren nogle sekunder før beregnet. Resultatet var, at satellitten blev placeret i en for lav bane med

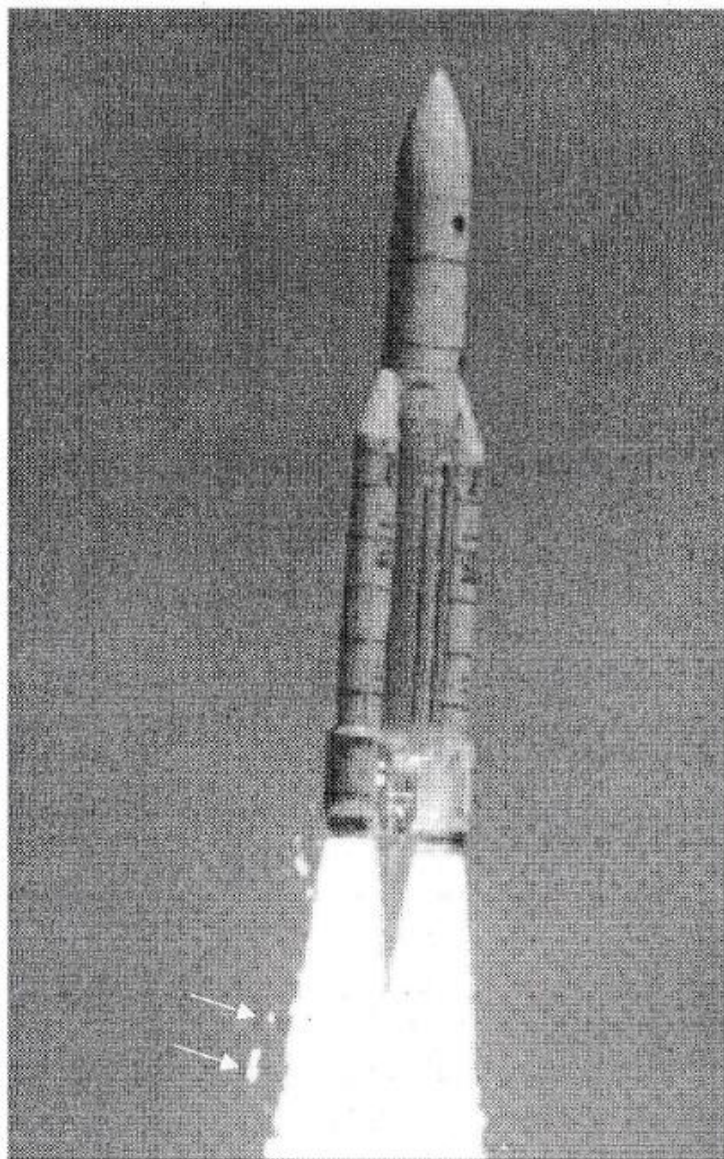


Foto: ESA

Fig. 1. Ariane 502

26790 km som toppunkt (Apogæum) i stedet for som planlagt 35894 km. Der er endnu ikke offentliggjort en rapport om årsagen til denne fejl. Der var to andre småfejl ved Ariane 502. De brændende flager på fig. 1 stammer fra øverst på faststofraketterne og er endnu ikke forklaret. De to faldskærme af russisk design, som skulle sikre faststofrakethylstrene en blød landing i Atlanterhavet svigtede.

	Ariane 5	Ariane 44L	Delta II 7925	Atlas II AS	Titan IV B	Proton K	Long March 3B
Leverandør	Arianespace	Arianespace	Boeing (McDonnell Douglas)	Lockheed Martin Astronautics	Lockheed Martin Astronautics	International Launch Services	China Great Wall Industries
Opsendelsessted	Kourou	Kourou	Vandenberg, Canaveral	Vandenberg, Canaveral	Vandenberg, Canaveral	Baikonur	Xichang
Kommercielle opsendelser pr år	ca. 10 (forventet 2001)	ca. 12	ca. 10	ca. 4	ca. 4	ca. 12 (planlagt 1998)	ca. 3
Startvægt	750 t	480 t	232 t	237 t	860 t		432 t
Løftekraft ved start	1160 t	545 t	316 t	311 t	1790 t	1000 t	602 t
Højde	52 m	60 m	39 m	48 m	62 m		58 m
Kapacitet til GTO	6800 kg	4720 kg	1870 kg	3700 kg	8600 kg	4500 kg	4500 kg
Kapacitet til LEO	18000 kg	10000 kg	5100 kg	8600 kg	21600 kg	20800 kg	
Pris pr raket (ca.)	840 mio. kr.	700 mio. kr.	330 mio. kr.	700 mio. kr.	2100 mio. kr.	420 mio. kr.	400 mio. kr.

Løftekapaciteten er opgivet ved én satellit pr raket og for den kraftigste version af hver raketype

GTO = Geostationary Transfer Orbit, overgangsbane til geostationær bane

LEO = Low Earth Orbit, lav bane om jorden, her som eksempel rumstationens bane, 407 km, 51.6° inklination

Tabel 1. Hovedtal for nuværende kommercielle løfteraketter

Skatteyderne

Hvorfor poster Europa mange milliarder skatteyderkroner i at udvikle en ny raket ??? Det faktum at Ariane 4, som den største raketsucces nogen sinde, har ca. 60% af verdensmarkedet for kommercielle satellitopsendelser, er sådan set begrundelse nok. Man lader ikke et så vigtigt marked glide sig af hænde. Lige så vigtigt er det, at Europa ikke vil kunne have et uafhængigt rumprogram uden egne løfteraketter, og at intet privat firma vil have økonomisk styrke til at løfte en så stor opgave med så lang tidshorisont.

Den aldrende Ariane 4

Ariane 4, opsendt første gang d. 15. juni 1988, vil snart være for lille til at opsende to af de store kommunikationssatellitter samtidigt til geostationær bane (Geostationary Orbit - GEO, se senere). At medtage to satellitter giver en fordelagtig "billetpris" for kunderne og er dermed en vigtig konkurrenceparameter. Desuden vil Ariane 4 være teknologisk forældet om nogle år og dermed for dyr at producere. Endelig tager den for lang tid at klargøre til opsendelse. Der var ingen anden udvej i 1987, allerede inden den første Ariane 4 gik til vejrs, end at starte udviklingsprogrammet for efterfølgeren Ariane 5. Ariane raketterne har vist sig at være en god forretning, også selv om skatteyderne har betalt hele udviklingen og foræret raketterne kvit og frit til Arianespace. Arianespace er det firma, der står for den kommercielle udnyttelse af Ariane

raketopsendelser. Pengene finder hjem til investorerne igen og følges af flere til. Samme model vil blive brugt for Ariane 5.

Ariane 5 projektet

European Space Agency (ESA) med sine 14 medlemslande betaler for udviklingen og 3 (oprindeligt 2) kvalifikationsflyvninger. Det franske rumagentur Centre National d'Études Spatiales (CNES) er projektleder og ansvarlig overfor ESA. Franske Aerospatiale er "Architecte Industriel", d.v.s. hovedansvarlig for raketens samlede konstruktion, og er selv leverandør af raketens hovedtrin. Det totale udviklingsbudget er på ca. 43 mia. kroner, hvortil kommer omkostningerne efter Ariane 501 fiaskoen på ca. 2.7 mia. kroner. De største bidragsydere er: Frankrig 46%, Tyskland 22% og Italien 15%. Projektet har beskæftiget ca. 6500 personer i 10 år.

Ariane 5 og Danmark

Af det samlede udviklingsbudget har Danmark bidraget med 170 mio. kroner eller 0.4%. Heraf er de 145 mio. kroner kommet tilbage som kontrakter på "noble work", d.v.s. højteknologisk udviklingsarbejde. Resten er anlægsarbejder i "rumhavnen" i Kourou, Fransk Guiana. Af de 145 mio. kroner er 120 mio. tilfaldet Alcatel Danmark A/S for udvikling af tre typer elektronisk udstyr til Ariane 5. Mere herom senere.

	Zenit-3	H2A	Delta III	Delta IV	Atlas II ARS	Athena II	Proton M
Leverandør	Sea Launch (fra 1998)	Rocket System Corp.	Boeing	Boeing	Lockheed Martin Astronautics	Lockheed Martin Astronautics	International Launch Services
Opsendelsessted	Stillehavet v. Hawaii	Tanegashima	Vandenberg, Canaveral	Vandenberg, Canaveral	Vandenberg, Canaveral	Vandenberg, Canaveral	Baikonur
Kommercielle opsendelser pr år	Ukendt (fra Q3, 1998)	ca. 8 (efter 2000)	Ukendt (fra Q2, 1998)	Ukendt	Ukendt (start i 1998)	Ukendt (start i 1998)	Ukendt (start i 1999)
Startvægt	467 t	285 t			215 t		691 t
Løftkraft ved start	726 t	570 t					1000 t
Højde	57 m	52 m					57 m
Kapacitet til GTO	4500 kg	4000 kg	3800 kg	15000 kg	4260 kg		5500 kg
Kapacitet til LEO	11000 kg	10000 kg	8350 kg			1970 kg	22500 kg
Pris pr raket (ca.)	420 mio. kr.	500 mio. kr.	Ukendt	Ukendt	Ukendt	Ukendt	Ukendt

Tabel 2. Hovedtal for fremtidige kommercielle løfteraketter

Nuværende konkurrenter

Ariane-programmets store succes er en torn i øjet på amerikanerne, men de har selv været ude om det. Da man i 1971 begyndte udviklingen af rumfærgen var det meningen, at den skulle stå for alle opsendelser, videnskabelige såvel som kommercielle. Prisberegningerne viste, at den ville være meget konkurrencedygtig. Derfor undlod man at videreudvikle de amerikanske ubemandede raketter. D. 12. april 1982 gik Columbia som den første rumfærge til vejrs.

Desværre viste de faktiske omkostninger ved en rumfærgeopsendelse at være ca. 10 gange større end beregnet. Oprindeligt havde man forestillet sig næsten ugentlige afgange, men selv idag efter mange års øvelse er der stadig kun 7 - 8 rumfærgeafgange om året.

Da Challenger eksploderede d. 28. jan. 1986 og satte rumfærgeprogrammet i stå i 2½ år, var grundlaget for, at Ariane raketterne kunne erobre markedet for kommercielle opsendelser en realitet. En vigtig faktor var også, at Ariane raketterne var pålidelige og var konstrueret til opsendelse af kommunikationssatellitter. Der var ingen militær fortid, som havde drevet udviklingen i andre retninger.

I de seneste år er der dog kommet gang udviklingen af ubemandede amerikanske løfteraketter, og konkurrencen vil blive hård. Det drejer sig først og fremmest om Boeing's (tidligere McDonnell Douglas) Delta II og Atlas II fra Lockheed Martin Astronautics. Begge er gamle konstruktioner, som har fået en foryngelseskur. Hertil kommer den russiske Proton raket, som markedsføres kommercielt af International Launch Services (ILS), og den kinesiske Lang March 3, som produceres og markedsføres af China Great Wall Industries. Titan IV B fra Lockheed Martin Astronautics er den kraftigste kommercielt

tilgængelige løfteraket, men den kan ikke konkurrere på prisen og forsøger det heller ikke.

Alle de vigtigste løfteraketter og deres hovedtal er vist i Tabel 1 nedenfor. Flere af raketterne findes i forskellige versioner og kun den kraftigste er medtaget. Priserne skal tages med et vist forbehold. Den slags forhandles fra gang til gang.

I 1997 har Ariane 4 tabt noget terræn til Delta og Proton på grund af de mange opsendelser der skal til for at bringe Iridium kommunikationssystemets 66 satellitter på plads. Ariane 4 holder dog skansen på de geostationære opsendelser.

Kommende konkurrenter

Delta II 7925 er en hård konkurrent til Ariane 4, men den er ved at være for lille til dagens store kommunikationssatellitter. Derfor er Boeing i fuld gang med at udvikle Delta III med en kapacitet, som nærmer sig Ariane 4. Delta III vil gå i luften i 2. kv. 1998. Af kommende konkurrenter skal også nævnes Sea Launch, som vil opsende ukrainske Zenit-3 raketter fra en ombygget olieplatform på en position i Stillehavet ved Ækvator sydøst for Hawaii. Japanerne rører også på sig, og vil om få år have H2A raketten med løfteevne som Ariane 4. Hertil kommer et antal projekter, der bygger på russiske raketmotorer, som sælges på det kommercielle marked. Et eksempel er Kistler Aerospace, USA.

Nyudvikling finder også sted for militære midler, som f.eks. Lockheed Martin Astronautics' Athena raket og Boeing's Delta IV, begge målrettet mod US Air Force's Evolved Expendable Launch Vehicle (EELV) program.

Det globale antal kommercielle opsendelser efter år 2000 forventes at ligge på 35

til 40 pr år omfattende både LEO og GEO. Da der ofte vil være to eller flere satellitter med hver raket, vil antallet af satellitter være betydeligt større.

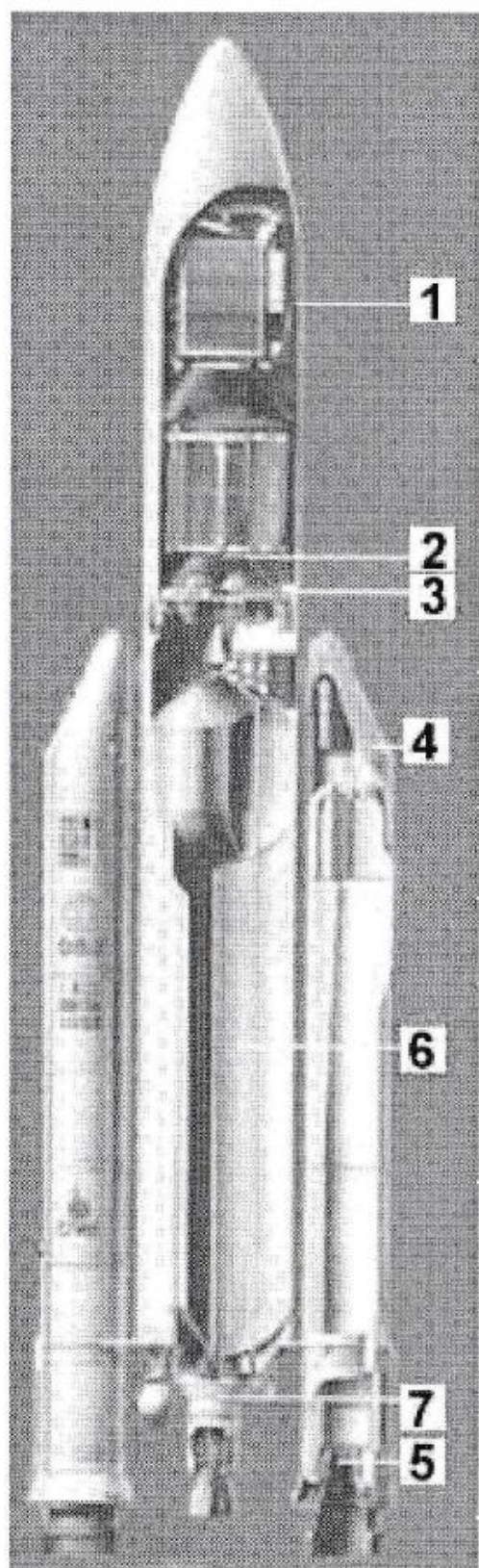
Rummarkedet

Markedsværdien af hele det kommercielle rumsegment, d.v.s. satellitter og opsendelser, forventes at have en værdi på omkring 55 mia. kroner pr år omkring år 2000. Heraf vil satellitopsendelserne udgøre 20 -25 mia. kroner pr år. Det er ikke noget ligegyldigt marked at gå efter, men med de langsigtede investeringer som kræves, er det ikke så lukrativt, at det lokker spekulanter til.

Satellitbaner

Der findes mange "standard satellitbaner" idag, men den mest anvendte er geostationær bane (Geostationary Orbit - GEO) til kommunikation og TV-rundspredning. Denne bane er cirkulær, 35894 km over Ækvator. Omløbstiden er præcis ét døgn, så det ser ud til at satellitten står stille på himlen. For at komme til GEO sender man raketten østover til GTO (Geostationary Transfer Orbit). GTO er en langstrakt (elliptisk) bane med højdepunkt (Apogæum) på 35894 km og lavpunkt (Perigæum) på 500 - 600 km. Banen ligger nær Ækvators plan. I Apogæum affyres satellittens egen raketmotor en passende tid og gør derved banen cirkulær til GEO. Er man så heldig som Europa at have en afskydningsrampe meget nær Ækvator (se senere) får man helt gratis et ekstra skub på 1674 km/t (465 m/s) på grund af Jordens rotation. Det betyder mindre brændstofforbrug og dermed større nyttelast end den samme raket opsendt fra f.ex. Cape Canaveral i Florida (28.5°N) eller Baikonur i Kazakhstan (45.6°N).

Satellitter til jordobservation skal helst tæt på jorden for at se bedst muligt. For at dække hele jorden må banen derfor gå over polerne. De lave baner kaldes under ét LEO (Low Earth Orbit) og dækker området fra ca. 250 km til ca. 1400 km. En speciel type LEO bane er den solsynkrone, polære bane (Sun-Synchronous Orbit - SSO), typisk i 800 - 900 km højde. I SSO vil satellitten gå over polerne og passere Ækvator på samme lokale klokkeslet hver gang. Det vil sige at satellitten "følger solen", så skyggerne falder ens på alle



Kilde: CNES

Fig. 2. Ariane 5 hovedelementer

EPS - Øverste trin

9.7 t brændstof: mono-metylhydrazin (CH_3NHNH_2) og nitrogentetroxid (N_2O_4)

Brændetid: ca. 1100 sek. (ca. 18 min.)

Brændstofforbrug: 8.8 kg/sek

Trykkraft (thrust): 2.8 t

EPC - Hovedtrin

27 t flydende brint (-253°C , 0.071 kg/liter, 390 m³)

130 t flydende ilt (-183°C , 1.14 kg/liter, 115 m³)

Brændetid: ca. 590 sek. (9 min. 50 sek.)

Brændstofforbrug:

Flydende brint: 44 kg/s (625 liter/sek.)

Flydende ilt: 228 kg/s (200 liter/sek.)

Tryk i brændkammer: 110 atm.

Forbrændingstemperatur: 3200°C

Effekt til drift af H_2 turbopumpe: 15800 HK (11.9 MW)

Effekt til drift af O_2 turbopumpe: 5000 HK (3.74 MW)

Trykkraft (thrust): 115 t (1130 kN)

Udstødningssgassernes hastighed: ca. 4000 m/sek.

EAP - 2 stk Faststofraketter

238 t fast brændstof pr raket

Brændetid 130 sek. (2 min. 10 sek.)

Brændstofforbrug: 1800 kg/sek. pr raket

Trykkraft (thrust): 610 t pr raket (6000 kN)

Tryk i brændkammer: 60 atm.

Box 1. Hovedtal for Ariane 5

billeder, der tages af jordoverfladen. Dette er karakteristisk for alle jordobservationssatellitter, f.ex. de franske SPOT satellitter og ESA's kommende ENVISAT. Opsendelse til SSO må foregå mod nord (eller syd), hvorfor man ikke kan drage nytte af Jordens rotation til et ekstra skub. Den kommende internationale rumstation vil flyve i en 407 km LEO, som hælder 51.6° med Ækvator. Banehastigheden bliver 27600 km/t og omløbstiden 92½ min.

Der findes ingen satellitter i baner mellem ca. 1400 km og ca. 10000 km. Det skyldes Van Allen Bælterne. De er som "mavebælter" omkring Jorden og består af højenergi protoner og elektroner indfanget i Jordens magnetfelt fra solvinden og den kosmiske stråling. En satellit, eller et menneske for den sags skyld, som opholder sig i en permanent bane i Van Allen bælterne, vil hurtigt dø på grund af den kraftige stråling.

Fra ca. 10000 km højde, generelt kaldet MEO (Medium Earth Orbit), er strålingsmiljøet igen tåleligt. Her vil man snart finde satellitkonstellationer til mobil kommunikation, f.ex. ICO-systemet med 12 satellitter i 10350 km højde

og to baneplaner. Det konkurrerende Iridium system, som åbnes i år, har 66 satellitter i 6 baneplaner, 750 km LEO. Det lignende GlobalStar system får 48 satellitter i 8 baneplaner, 1400 km LEO.

I ca. 16000 km højde finder man GPS navigationssatellitterne (Global Positioning System) i et 12 timers omløb og med baner, der hælder 63° med Ækvator.

Ariane 5 hovedelementer

Numrene henviser til fig. 2. Firmanavnet i parentes er den hovedansvarlige kontraktør.

1. "Fairing", skallen som beskytter satellitten på turen gennem atmosfæren. (Contraves, CH).
2. "Vehicle Equipment Bay" (VEB). Her findes det meste af raketens styreelektronik, batterier m.m. (Matra Marconi Space, F)
3. "Étage à Propergols Stockable" (EPS). Raketens øverste trin, som kan tændes og slukkes efter behov. (DASA, D)
4. "Étage d'Acceleration à Poudre" (EAP). Faststofraketterne. (Aerospatiale, F)
5. "Moteur à Propergol Solide". Faststofraketternes dyse og tilhørende styresystem (Europropulsion, F)
6. "Étage Principal Cryotechnique" (EPC). Raketens hovedtrin med tanke til flydende ilt (øverst) og brint (nederst). (Aerospatiale, F)
7. "Propulsion EPC". Vulcain raketmotoren. (SEP, F)

SPELTRA er navnet på den "hat" som anvendes ved opsendelse af to satellitter samtidigt. Først sættes den ene satellit på EPS'en, dernæst sættes SPELTRA'en ovenpå, og til sidst fastgøres den anden satellit på SPELTRA'en. Denne konfiguration kan ses på fig. 2.

Faststofraketterne (EAP) fremstilles på en fabrik i Kourou (se nedenfor) i seks delsegmenter, som derefter samles tre og tre til raketens to hovedsegmenter. Top og bund fremstilles i Europa ligesom de øvrige raketdele og sejles til Kourou, hvor det hele samles. Vulcain raketmotoren er vist på fig. 3.

Slip 15 atomkraftværker løs

For en raket af Ariane 5's størrelse er alle egenskaber imponerende, når de sammenlignes med hverdagens talstørrelser. Det mest

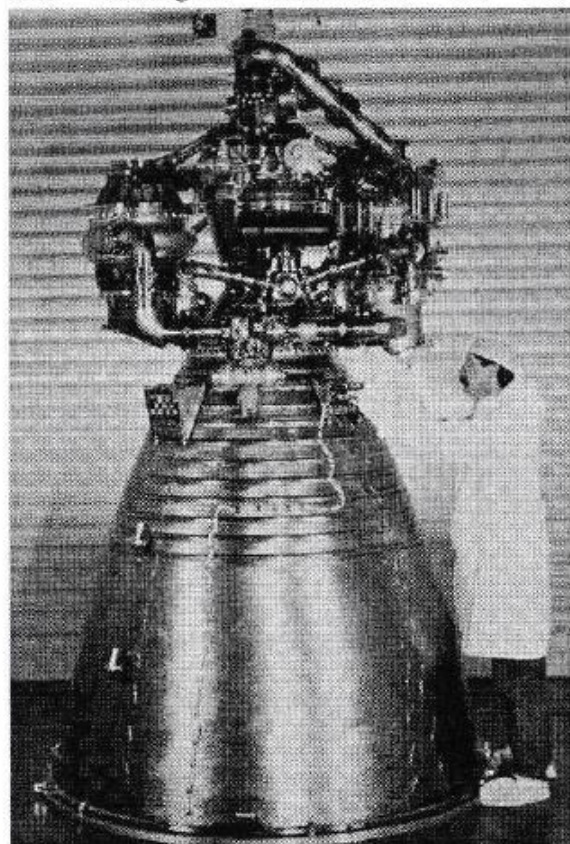


Foto: SEP

Fig. 3. Vulcain raketmotoren

imponerende er nok hvor mange kræfter, der slippes løs ved afskydningen. Ariane 5's tre nederste raketmotorer udvikler tilsammen ca. 46000 megawatt = 61 mio. HK ved starten. Det svarer til 15 atomkraftværker eller 74 konventionelle kraftværker af størrelse som Avedøre-værket. Gas- eller oliefyret i et énfamiliehus yder typisk 18 kilowatt eller $2\frac{1}{2}$ mio. gange mindre end Ariane 5.

Ariane 5 Vulcain hovedmotoren præsterer lidt under 10% af den samlede effekt og løftkraft ved start eller 4000 megawatt = 5.3 mio. HK. Den drives af flydende brint og ilt, som føres frem til brændkammeret ved hjælp af to kraftige turbopumper. De yder henholdsvis 11.9 megawatt = 15800 HK og 3.7 megawatt = 5000 HK. Pumperne er på størrelse med en normal bilmotor !!! Se fig. 3 for oven til venstre og højre for raketdysens brændkammer. Pumperne leverer henholdsvis 44 kg = 625 liter flydende brint pr sek. og 228 kg = 200 liter flydende ilt pr sek. En

køkkenvandhane kan levere sølle $\frac{1}{4}$ liter pr sek. Når olietanken skal fyldes, kommer der kun ca. $2\frac{1}{2}$ liter pr sek., selvom tankbilens motor knokler.

Den samlede kraft ved start til at løfte Ariane 5's 750 tons startvægt er 1160 tons. Dette tal er mindre end summen af tallene i Box 1, men disse tal gælder i det tomme rum, hvor raketmotorerne er mere effektive end i atmosfæren. De kraftigste jetmotorer kan til sammenligning levere 47 tons trykkraft.

De øvrige tal for Ariane 5 er vist i Box 1

Nedtælling og flyveplan for Ariane 502

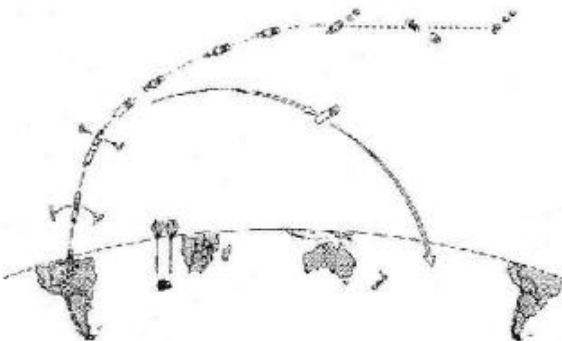
I Box 2 findes flyveplanen for Ariane 502 d. 30. okt 1997. Den giver et godt indtryk af varigheden af de forskellige faser af opsendelsen. Det samme vises grafisk i fig. 4.

Ariane 502 medbragte to "dummy" satellitter MAQSAT-B og -H samt Teamsat bygget på få måneder af forskellige europæiske universiteter af forhåndenværende dele. Institut for Automation, Danmarks Tekniske Universitet havde et ØRSTED stjernekamera med, som fungerede perfekt indtil Teamsat's batterier efter nogle dage løb tør for strøm. Der var ikke mulighed for at få solpaneler på Teamsat på grund af den korte tid til projektet.

MAQSAT-B skulle ikke frigøres og forblev fastgjort til raketens øverste trin. Ved en normal dobbelt opsendelse ville satellit nr. 2 blive frigjort lidt senere end SPELTRA, når denne var drevet passende langt bort.

Raketbrændstof

Ariane 5's raketmotorer anvender tre forskellige typer brændstof. Raketter kan ikke som en jetmotor indånde atmosfærens ilt, da de skal kunne brænde i det tomme rum. De må derfor selv medbringe ilt eller et iltningmiddel.



Kilde: CNES

Fig. 4. Ariane 5 opstigning

Faststofraketterne bruger aluminiumpulver (68%) som brændstof og ammoniumperklorat (NH_4ClO_4) (18%) som iltningsmiddel. Disse to ingredienser blandes sammen med en flydende syntetisk gummi (polybutadien) (14%) samt nogle hjælpestoffer. Det udstøbes i raketsegmenterne og størkner til et viskelæderagtigt stof. I midten er brændstoffet hult evt. med et stjerneformet tværsnit for at få hurtigere forbrænding end fra et cylindrisk tværsnit og dermed større løft. Raketsegmenterne kan laves i god tid og lagres til opsendelsen.

Vulcain hovedmotoren anvender som nævnt flydende ilt og brint. Det er uden sammenligning det mest effektive raketbrændstof, men også det mest besværlige. Den flydende ilt er -183°C og brinten -253°C og kræver derfor en meget effektiv varmeisolation af tankene. Hertil kommer, at den flydende brint er utroligt "tynd", 14 gange lettere end vand, og fylder derfor meget. Den store tank på fig. 2 er til brinten og indeholder 27 tons, mens den lille er til ilt og indeholder 130 tons !!! Påfyldningen af flydende ilt og brint starter $4\frac{1}{2}$ time før opsendelsen, og der må i ventetiden løbende efterfyldes til erstatning for fordampningen.

Det øverste rakettrin anvender en selv-antændende (hypergol) kombination af monometylhydrazin (CH_3NHNH_2) og nitrogentetroxid (N_2O_4). Dette drivmiddel kan tændes og slukkes efter behov, i forbindelse med at banen finjusteres, før satellitterne frigøres.

Raketter og miljøet

Faststofraketter er noget skidt set fra miljøets synspunkt. Forbrændingsprodukterne omfatter aluminiumilte (Al_2O_3 , uskadeligt), klorbrinte (HCl - meget giftigt, danner sur regn), kultveilte (CO_2 - ikke i mængder som kan påvirke drivhuseffekten) og forskellige kvælstofilter (giftige). Klorbrinte og kvælstofilter er effektive ozon-ædere. Der, hvor raketten går gennem stratosfæren, dannes et langstrakt, midlertidigt ozon-hul. Virkningen af disse sager er dog under alle omstændigheder kortvarig og begrænset til et lille område. Det samlede udslip af ozon-nedbrydende stoffer fra alle verdens raketopsendelser er mindre end 0.5% af det totale globale udslip, så der er ikke grund til voldsom bekymring. Da faststofraketter er simple, billige og pålidelige, er det ikke nemt at undvære dem.

Ilt og brint danner vand ved forbrænding og er derfor også miljømæssigt det perfekte brændstof.

Mere er der sådan set ikke at sige om det, bare det ikke var så besværligt at have med at gøre. Mono-metylhydrazin og nitrogentetroxid er begge flydende ved normale temperaturer, men

- **H0 - 6 timer: Nedtælling starter**
- **H0 - 4 t 30 min.: Start af brændstofpåfyldning**
- **H0 - 7 min.: Start af synkroniseret sekvens.**
Fra nu af styres alting af computerne
- **H0: Start af hovedmotor EPC.** Check af tryk, temperatur m.m. Kan stoppes hvis noget er galt.
- **H0 + 7.05 sek.: Start af faststofraketter EAP.**
Kan ikke stoppes, kun én vej nu: OPAD.
- **H0 + 7.35 sek.: "Lift-off"** Raketten frigøres fra rampen ved at sprængbolte detoneres.
- **H0 + 2 min. 20 sek.: Faststofraketterne brænder ud og afkastes**
Raketterne falder ned i atlantehavet med faldskærm og samles op. Genbruges ikke
- **H0 + 3 min. 12 sek.: Fairing afkastes**
- **H0 + 9 min. 55 sek.: Hovedmotoren stoppes og afkastes**
Hovedtrinet falder ned i Stillehavet ud for Sydamerika, delvist brændt op
- **H0 + 9 min. 55 sek.: Start af øverste trin**
- **H0 + 26 min. 47 sek.: Stop af øverste trin**
- **H0 + 28 min. 03 sek.: Frigørelse af MAQSAT-H og Teamsat**
- **H0 + 29 min. 45 sek.: Frigørelse af SPELTRA**

Box 2. Flyveplan for Ariane 502

er særdeles giftige og må derfor håndteres under de allerstørste sikkerhedsforanstaltninger. Da det øverste rakettrin kun brænder udenfor atmosfæren er der ikke miljøproblemer forbundet hermed.

Et rent rummiljø tilfredsstilles ved at den sidste sjat brændstof i øveste trin bruges til at sende det tilbage mod atmosfæren, hvor det brænder op. Svineri ??? Det kan man godt sige, men i forhold til den mængde affald, vi sender ud i atmosfæren iøvrigt, er det ingenting. Det er bedre, end at det ender som rumaffald til fare for satellitter og bemandede rumfartøjer.

Kan Ariane 5 blive en ny Challenger ?

Nej det kan den ikke. Den kritiske "feltsamling" (field joint), som blev utæt i Challengers ene faststofrakete på grund af en kombination af fejlkonstruktion og frostvejr på opsendelsesdagen, ser væsentlig anderledes ud i Ariane 5. Samlingerne i EAP'en er lavet, så de ikke kan åbne sig under det høje tryk i brændkammeret. Dermed kan udslip af hede forbrændingsgasser ikke forekomme. Samlingerne i rumfærgens faststofraketter konstrueret på

samme måde i dag. Endvidere arbejder ESA på at svejse en del af samlingerne så antallet af feltsamlinger reduceres.

Europas rumhavn

Europas rumhavn ligger i Kourou, Fransk Guiana midt på Sydamerikas skrå nordkyst. Se fig. 5. Det er et fransk oversøisk departement med velordnede forhold og god infrastruktur. Klimaet er tropisk og landskabet domineres af

på en position i Stillehavet ved Ækvator, vil kunne få de samme fordele.

Ariane 5 og Alcatel Danmark A/S

Alcatel Danmark A/S har udviklet tre forskellige typer styreelektronik til Ariane 5. De er vist på fig. 6. Der er brugt de franske betegnelser for at understrege at Ariane 5 er et meget "fransk" projekt.

BDP'en er raketens "målerskab", som indeholder elektroniske afbrydere og sikringer.

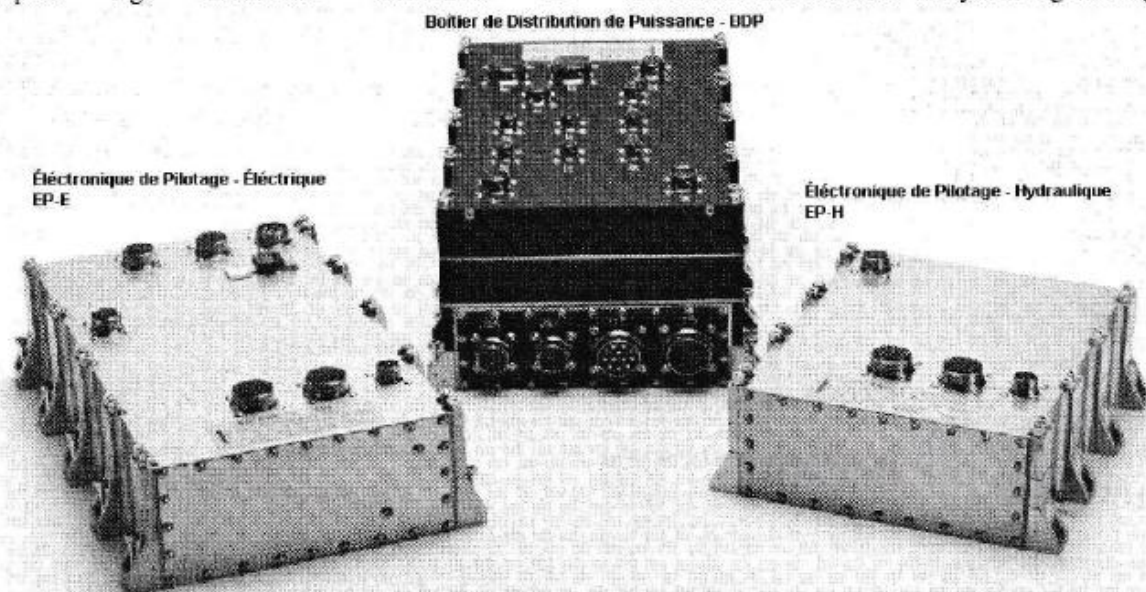


Fig. 6. Ariane 5 styreelektronik udviklet af Alcatel Danmark A/S

mangrovesumpe og regnskov. Rumhavnen bærer navnet "Centre Spatial Guyanais" (CSG) i tråd med, at det er CNES, som bestyrer stedet, og at man kun nødtigt taler andet end fransk.

Herfra har man opsendt alle Ariane familiens raketter siden 24. dec. 1979. Til Ariane 5 har man formodelst 3 mia. kroner nybygget et 6 km² stort område med afskydningsrampe, enorme haller til klargøring af raketten og produktionsfaciliteter for faststofraketterne og flydende ilt og brint.

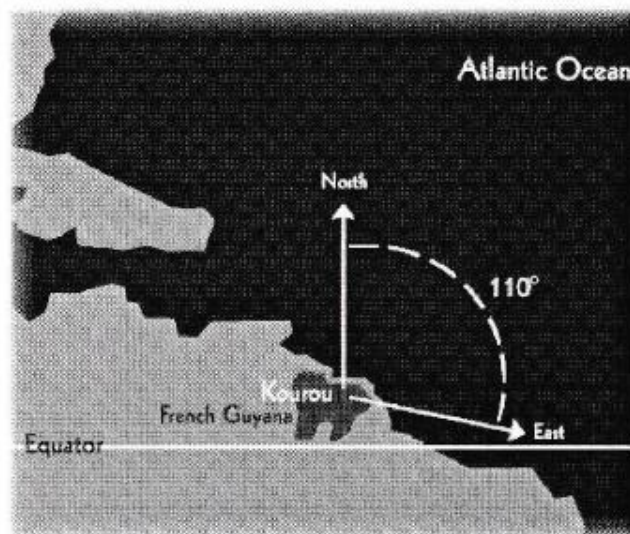
Beliggenheden er unik ved at Kourou ligger på 5° nordlig bredde, og at der er åbent hav indenfor de retninger, hvor man sender satellitter op. Se fig. 5. Satellitter, som skal i polær bane, sendes mod nord, mens geostationære satellitter, som er de fleste, sendes mod øst-sydpøst til GTO. Disse nyder her godt af jordens rotation mod øst, som nævnt ovenfor. Ingen anden rumhavn har så gunstig en placering. Kun Sea Launch, som vil opsende raketter fra en ombygget olieplatform

BDP'en kan tænde og slukke for alt udstyr om bord. De elektroniske sikringer beskytter kraftforsyningen, hvis noget kortsletter eller overbelaster systemet. Man kan også måle de enkelte apparaters strømforbrug gennem BDP'en. BDP'en foretager på afskydningsrampen 48 sek. før start den vigtige omskiftning fra jordbaseret kraftforsyning til raketens egne batterier. Endelig fungerer BDP'en som relæstation for raketens databus. Der bruges 2 BDP'er i øverste og 2 i nederste rakettrin.

EP-H'en styrer raketdysernes udslag på EAP og EPC rakettrinene. Selve dyserne vippe af kraftige hydrauliske cylindre, og EP-H'en styrer disse via en hydraulisk servoventil. Ved hjælp af tilbagemelding om dysernes aktuelle position styrer EP-H'en dysen hen til den ønskede position, som raketens computer har givet kommando til. Der bruges 2 EP-H'er til hver af faststofraketterne og til hovedtrinnet, ialt 6 pr Ariane 5.

EP-E udfører den samme funktion for EPS trinet, men her driver EP-E'en direkte de elektromotorer, som via en spindel vipper med raketdysen. EP-E'ens udgangstrin leverer 2×200 watt. Der bruges 2 EP-E'er til hver EPS.

Både EP-H og EP-E er fuldt digitale og foretager alle funktioner ved hjælp af beregninger i en indbygget computer, en såkaldt Digital Signal Processor (DSP). Det har den fordel at



Kilde: CNES

Fig. 5. Kourou. Europas rumhavn.

funktionerne er nemme at ændre og tilpasse i forbindelse med optimering af styresystemet. Desuden "ældes" software ikke, og egenskaberne ændrer sig ikke med temperaturen eller andre miljøpåvirkninger.

Til hver Ariane 5 leverer Alcatel Danmark A/S 12 enheder på tilsammen 66 kg. Alcatel Danmark A/S er således den største enkelt-leverandør af elektronik til Ariane 5.

Ariane 5 evolution

Uden videreudvikling vil Ariane 5 ikke kunne stå sig i konkurrencen i de 20 år, som dens levetid er planlagt til. Man kan allerede nu forudse, at det vil knibe med at få to af fremtidens "sværvægttere" med om bord til geostationær bane (GTO). Derfor har man allerede iværksat "Ariane 5 Evolution" programmet til at øge kapaciteten. Det sker ved at udvikle en kraftigere Vulcain hovedmotor og et kraftigere øverste trin (EPS). Desuden vil man "slanke" konstruktionen alle steder, hvor det er muligt. Man forventer derfor at kunne øge dens nuværende løft på 6,8 tons til geostationær bane (GTO) til 10 tons i 2003 og til 12 tons i 2007.

Disse tal gælder for én satellit. Skal der to satellitter med, går der 850 kg fra til SPELTRA'en.

Udover at forbedre rakettenes løfteevne arbejdes der også på at gøre den billigere, så dens konkurrenceevne forbedres. Dette mærker leverandørerne ved, at der i kontrakterne er indbygget stadige prisreduktioner, som kun kan opfyldes ved løbende produktivitetsforbedringer og videreudvikling af udstyret.

Ariane 503

Den næste Ariane 5 opsendelse, med nummeret 503, er foreløbig fastsat til juli 1998. Ariane 503 skal medbringe ESA's Atmospheric Reentry Demonstrator (ARD). ARD er en tom rumkapsel, der skal demonstrere en kontrolleret tilbagevending til Jorden. Den er en forløber for Crew Return Vehicle (CRV), som er en redningskapsel til besætningen på den internationale rumstation.

Den anden ledige "billet", som går til GTO bane, er solgt til discount pris til Eutelsat HotBird 5 mod at løbe risikoen.

Afslutning

Europa kan allerede nu være stolt af sin nye løfteraket. Lykkes opsendelsen af Ariane 503 uden fejl, kan den kommercielle udnyttelse begynde.

Ariane 5 er udviklet helt fra grunden, kun med genbrug af visse typer udstyr fra Ariane 4, f.eks. lasergyroerne. I dag er denne fremgangsmåde usædvanlig, på grund af de enorme investeringer det kræver. Det er mere almindeligt, at man trin for trin forbedrer en eksisterende model eller sammensætter en ny raket af kendte, velafprøvede og af få nyudviklede komponenter. Til gengæld har Ariane 5 givet mulighed for at optimere alle komponenter til hinanden og dermed at skabe et effektivt produkt med lang levetid.

Ingeniørerne, som har konstrueret EP-H, EP-E og BDP, kan med tilfredshed konstatere, at elektronikken har fungeret fejlfrit i både Ariane 501 og Ariane 502. EP'erne og BDP'en har endda vist sig så robuste, at flere af enhederne i Ariane 501 overlevede eksplosionen og faldet fra 4 km højde uden større skade. Tre af enhederne har kunnet genbruges til testformål på Jorden efter montering af nye stikforbindelser m.m. ■

Se Internet-links og litteraturliste på næste side..

Literatur:

ESA Bulletin No. 92, November 1997 om Ariane 502 og Ariane 5 Evolution.

ESA's Ariane 5 homepage: <http://www.esrin.esa.it/esa/ariane/>

CNES's Ariane 5 homepage: http://www.cnes.fr/Acces_Espace/#lanceur

Arianespace's homepage: <http://www.arianespace.com/>

SEP's homepage om Vulcain motoren m.m.: <http://www.sep.fr/>

Materiale om raketteknik: <http://www.bhm.tis.net/~braeunig/space/propuls.html>

Materiale om satellitbaner: <http://www.bhm.tis.net/~braeunig/space/orbmech.html>

Materiale om faststofraketter: <http://www.thiokol.com/RocketBasics/RocketBasics.htm>

Federation of American Scientists. Generelt om alverdens satellitter og løfteraketter:
<http://www.fas.org/spp/guide/>

Tele-Satellite International. Generelt om alverdens satellitter og løfteraketter
<http://www.tele-satellit.com/tse/online/>

Dansk Selskab for Rumfartsforskning: <http://www.rumfart.dk/>
(her findes masser af links)



Satellitkommunikation og
navigation



Bemandet rumfart og
mikrogravitationsforskning



Planetforskning og
rumbaseret astronomi



Indeks



Før
medlemmer



Jerdeobservation og
rumbaseret meteorologi



Rumfartsteknologi



Almen Rumfart

**Dansk Selskab
for
Rumfartsforskning**

(hjemmek: nu på www.rumfart.dk)



Du er nummer **50555** besøgende siden 8. januar 1998

 Kontaktpersoner: Sidst opdateret d. 9. jan. 1998

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

Mars Express

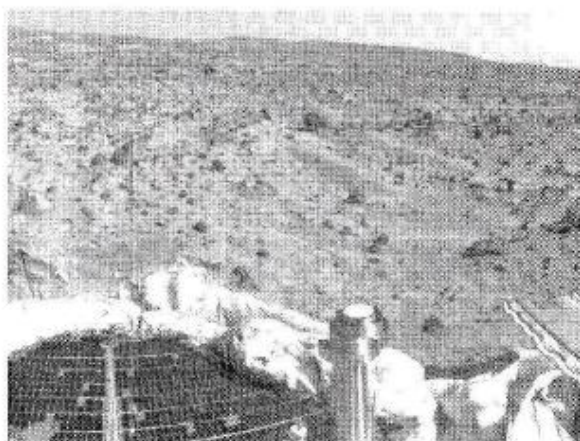
- en ESA mission til Mars

Med oplæg ved:

- Civilingeniør **Peter Stauning**, Forskningsafdelingen,
Danmarks Meteorologiske Institut

Tid:	Mandag den 23. marts, 1998, klokken 19.30
Sted:	H. C. Ørsted Institutet, auditorium 2 (hjørnet af Universitetsparken og Nørre Allé i København)

I 1996 styrtede Marsmissionen Mars 96 ned efter kun en halv tur rundt om Jorden, og herved gik en af de største og tungeste planetmissioner nogensinde tabt. Blandt de eksperimenter, der dermed ikke kunne udføres, var en række ESA-eksperimenter. Endvidere blev det fælles NASA/ESA-projekt Marsinternettet opgivet, så det så ud til at ESA slet ikke ville deltage i det omfattende forskningsprogram, som NASA har startet. Selv Japan bidrager med marssonden Planet-B. En stor del af ESAs eksperimenter på Mars 96 planlægges nu at blive udført på en ESA-mission kaldet "Mars Express", som skal opsendes med en Soyuzraket maj/juni 2003. Mars Express kommer til at bestå af en sondedel til at gå i kredsløb om Mars og godt 150 kg til en eller flere landingsdele.



Sonden i kredsløb om Mars vil blive udstyret med kamera til at fotografere overfladen, et spektrometer i det infrarøde område, andre spektrometre, radar-eksperimenter samt udstyr til at måle plasmaforekomster nær Mars. Kameraet er et højopløsnings og stereokamera - forkortet HRSC (High-Resolution Stereo Camera), som skal optage stereoskopiske billeder med en opløsning på ned til 10 meter af overfladestrukturer såvel som atmosfæriske fænomener. Til sammenligning kan Mars Global Surveyor zoome ind på detaljer ned til 3 meter i udstrækning.

Landingsdelen vil blive udrustet til at måle strålingen fra ionosfæren og konstatere tilstedeværelsen af lyn. En dansk forskningsgruppe er involveret i dette projekt allerede fra starten med udformningen af planerne for målingerne. Civilingeniør Peter Stauning fra Forskningsafdelingen DMI er forskningsprojektleder for dette projekt, og han vil holde foredrag om Mars Express.

Yderligere oplysninger hos faggruppekoordinator
Finn Willadsen, tlf. 42 25 56 62, E-mail: dsrbest@inet.uni2.dk
Gratis adgang. Alle er velkomne.

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

Den nye rumstation

- fra Mir til den Internationale Rumstation

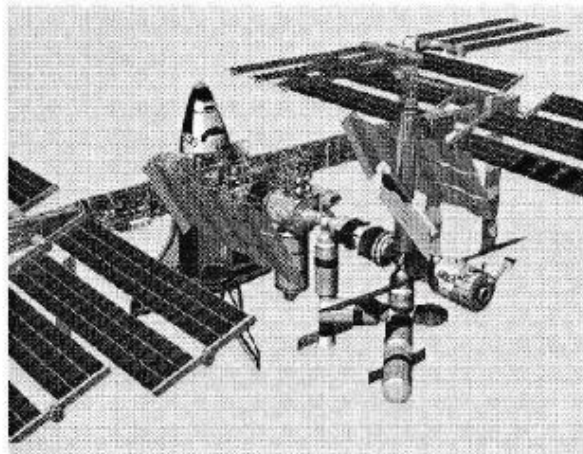
Med oplæg ved:

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

Tid:	Mandag den 30. marts, 1998, klokken 19.30
Sted:	H. C. Ørsted Institutet, auditorium 2 (hjørnet af Universitetsparken og Nørre Allé i København)

Allerede nu til sommer opsendes det første modul til den Internationale Rumstation. Rumstationen vil komme til at afløse Mir og bliver det største internationale samarbejdsprojekt i fredstid, med næsten alle verdens rumnationer som deltagere, heriblandt også Danmark gennem det europæiske rumsamarbejde ESA.

Mir blev opsendt i 1986 og har lige siden været bemandet af skiftende besætninger; på det seneste også amerikanske og europæiske astronauter. Mir har adskillige gange haft besøg af den amerikanske rumfærge. I løbet af 1999 vil Mir blive afløst af den Internationale Rumstation. Det første modul bliver det 13 meter lange russisk byggede kontrolmodul FGB, som indeholder fremdrifts-, kommando- og kontrolsystemer. Stationen skal de næste mange år danne rammen om mikrogravitationsforskning, jordobservation og astronomi i internationalt regi.



Den Internationale Rumstation bygger på ny teknologi. Alle moduler er designet på baggrund af mere end 20 års erfaring med bemandede rumstationer. ISS vil - efter planen - være færdig om 5½ år i sommeren 2003. Den vil da veje 462 tons og bestå af ikke mindre end syv laboratorier. Rumstationen vil være i et lavt jordkredsløb med en inklinations på 51,6°, ligesom Mir. Den kommer til at bestå af moduler fremstillet af USA, Europa, Rusland og Japan, og vil have en kapacitet på 7 astronauter.

Under foredraget bliver Mirs historie kort beskrevet - om sidste års mange problemer, og specielt hvis skyld det var, at et forsyningsfartøj ramte Mir, samt om planerne for opsendelse af de første moduler og den første besætning til ISS. Foredraget vil også besvare spørgsmål som: Hvilke erfaringer har man fra problemerne på Mir; hvordan kommer overgangen fra Mir til ISS samt driften af den Internationale Rumstation til at foregå; Hvad skal der ske med Mir bagefter; og hvordan vil opbygningen af den Internationale Rumstation komme til at foregå?

Yderligere oplysninger hos faggruppekoordinator
Steen E. Jørgensen, tlf. 39 64 31 54, E-mail: sej@fys.ku.dk
Gratis adgang. Alle er velkomne.

Faggruppen for Satellitkommunikation og -navigation under Dansk Selskab for Rumfartsforskning afholder i samarbejde med Dansk Akademi for Stedbestemt Information offentligt møde med titlen

GPS til 1000 formål

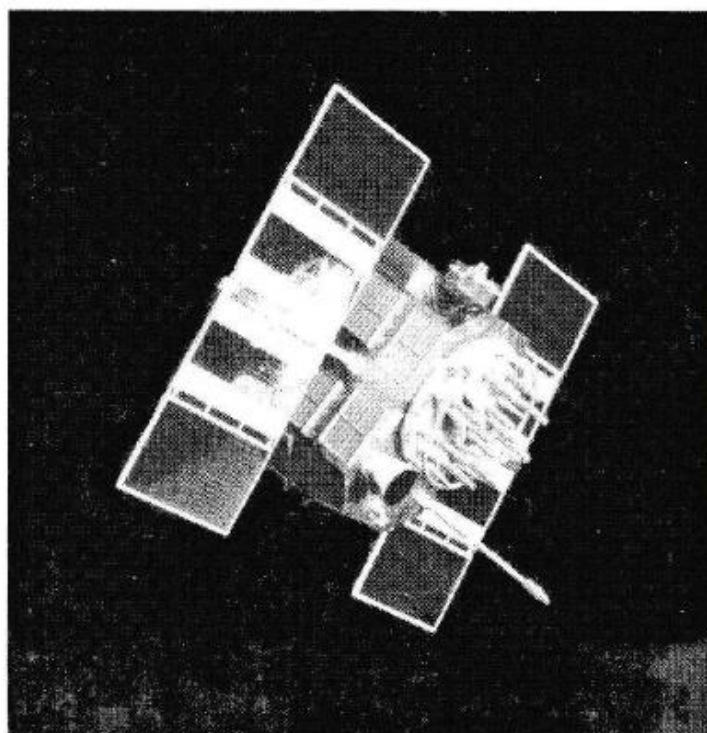
Med oplæg ved:

- Salgschef **Morten Rasmussen**, Gravquick A/S

Tid:	Tirsdag den 21. april, 1998, klokken 19.30
Sted:	H. C. Ørsted Institutet, auditorium 2 (hjørnet af Universitetsparken og Nørre Allé i København)

Navstar Global Positioning System (GPS) er et satellitbaseret navigationssystem drevet af det amerikanske militær. Systemet er baseret på en konstellation af 24 satellitter, der omkredser jorden i en højde af ca. 20.000 km med en omløbstid på 12 timer. En observatør på jordoverfladen kan med en GPS-modtager få sin position bestemt med en nøjagtighed på ca. 100 m horisontalt og 150 m vertikalt. For militært brug er nøjagtigheden ca. 5 gange bedre.

I den civile verden er GPS nok mest kendt for brug indenfor maritim navigation, men systemet anvendes i dag til utallige formål i vores dagligdag. Salgschef Mogens Rasmussen fra Gravquick A/S vil forklare om GPS-systemet og give eksempler på de mangeartede anvendelser.



Gravquick sælger GPS-modtagere specielt til brug ved opmåling til søs og til landmåling. For eksempel har Gravquick leveret GPS-modtagerne som anvendes til positionering af broelementerne på Øresundsbroen.

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

Faggruppen for **Jordobservation og rumbaseret meteorologi** under **Dansk Selskab for Rumfartsforskning** afholder i samarbejde med **Tycho Brahe Planetarium** og **Dansk Geologisk Forening** offentligt møde med titlen

Meteoritter i Grønland

- Meteoritforskning i Grønland

Med oplæg ved:

- Direktør **Bjørn Franck Jørgensen**, Tycho Brahe Planetarium/
Astronom **Lars Christensen**, Tycho Brahe Planetarium
- Forskningslektor **Henning Haack**, Dansk Center for Telemåling, DTU
- Cand. Scient. **Holger Pedersen**, Niels Bohr Institutet

Tid:	Torsdag den 30. april, 1998, klokken 19.30
Sted:	H. C. Ørsted Institutet, auditorium 2 (hjørnet af Universitetsparken og Nørre Allé i København)

Tidligt om morgenen d. 9 december 1997 blev de heldige morgenduelige personer vidner til et meget spektakulært og højest usædvanligt syn på nattehimlen over Sydgrønland. En meget kraftigt lysende ildkugle strøg over himlen og endte i en kraftigt lysblink tæt på horisonten. Efter omhyggelige studier af de tilgængelige data, er det nu muligt at give et mere præcist billede af hvad det egentlig var der skete den morgen over Sydgrønland.

Langt de fleste mennesker har oplevet et stjernesknud, hvor kosmisk materiale brænder totalt op i den øvre atmosfære. Det er derimod de færreste forundt at se et meteoritfald, hvor en del af det oprindelige materiale overlever passagen gennem atmosfæren. På årsbasis registreres der i gennemsnit kun 5 af sådanne fald over hele jorden.

Meteoritter er små stumper af asteroider eller planeter, der er slået løs i forbindelse med større asteroide-sammenstød eller meteornedslag. Nogen af de asteroider, vi har meteoritter fra, er bevaret uforandret siden solsystemet blev dannet for 4.55 mia. år siden og kan således fortælle os om Solsystemets tilblivelse. Andre meteoritter kommer fra asteroider, der har udviklet sig analogt til Jorden.

Fra mange sider har der været gjort forsøg på at lokalisere eventuelle fragmenter fra den meteor der blev observeret over Grønland. Dansk Center for Telemåling på DTU foretog en kortlægning af et område på 10.000 km² omkring Frederikshåb Isblink i Sydvestgrønland. Kortlægningen blev foretaget med en Syntetisk Apertur Radar (SAR), der er i stand til at se gennem flere meter sne.



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.

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: Thomas Lauritzen

E-mail: tzl@nordita.dk

Faggruppe C. Planetforskning og rumbaseret astronomi.

Koordinator: Finn Willadsen, tlf. 42 25 56 62

E-mail: dsrbest@inet.uni2.dk

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>