

## rummet.dk

---

### Rapport fra DTUsat projektet

Forside / Satellitter / Studentersatellitter / Rapport fra DTU



#### April 2003

Tiden nærmer sig hvor satellitten skal afleveres til de endelige test i Canada. DTUsat skal sammen med 2 studerende begive sig af sted d. 28. april. I Canada venter der sig en uges hårdt arbejde, hvor satellitten skal integreres med to andre CubeSats (en fra Canada og satellitten fra Ålborg) i et fælles affyringsrør kaldet P-POD.

Før integreringen finder sted, skal satellitten bestå en funktionstest og når satellitterne er samlet i P-POD'en, bliver de lige rystet en gang til.

#### Høj bølgegang

De to studerende, der tager med over til Canada, har til opgave at sikre sig, at satellitten virker efter rystetestene. Derudover skal de sørge for, at batteriet er fuldt opladt og den nyeste software installeret, inden satellitten sendes videre til Rusland, hvor selve opsendelsen finder sted.

Den sidste tid har været én lang bølgegang med nedture og opture. Fejl bliver fundet og rettet og alle arbejder på fulde tryk for at få de sidste men ikke mindste detaljer på plads. Der er flere gange, hvor der har været kætterske tanker om, at vi ikke kan nå at blive færdige, men når vi har været allerlængst nede, begynder tingene pludselig at virke, og alle kan igen se lidt lysere på det hele.

#### Panik før lukketid

Sidste gang skrev jeg om problemerne med at skaffe den tethertråd, der skal med om bord på satellitterne som et af eksperimenterne. Det lykkedes at finde et japansk firma, der kunne levere de 500 m tråd, og de leverede da også efter lang tids venten en tråd. Der var bare lige det, at den ikke havde overlevet transporten fra Japan: Tråden var fuldstændig krøllet. Den var spolet så løst op, at den var rystet af spolen og ødelagt. Det havde endvidere været så besværligt for det japanske firma at fremstille tråden, at de ikke ville levere en ny i den nødvendige længde. Panikken bredte sig, da vi nu i sidste øjeblik blev nødt til at finde en anden leverandør eller stå uden et tethersystem. Løsningen er blevet at benytte en rund guldbelagt kobbertråd i stedet. Tråden har ekstremt gode elektriske egenskaber, men har den ulempe, at den vejer meget mere end den oprindelige tråd. Satellitten bliver derfor omkring 100g for tung i forhold til det tilladte. Vi har heldigvis fået lov til at have den ekstra vægt med.

Travlheden er ikke blevet mindre siden sidst, især har det taget meget tid at integrere de forskellige delsystemer, så de to måneder, vi fik foræret, har været brugt fuldt ud. Jeg tør ikke tænke på, hvad der var sket, hvis vi ikke havde fået den udsættelse.

Af cand.polyt Torsten Lorentzen, DTU

.....

#### Januar 2003

Der er nu gået et halvt år siden sidste statusrapport på satellitbygningen. Det har været en forrygende travl periode, hvor de enkelte delsystemer mere og mere er begyndt at ligne endelige udgaver.

Vi har lige fået at vide at opsendelsen er udskudt med to måneder. Det giver os et lille pusterum i vores stramme tidsplan, der ellers krævede døgnnet rundt arbejde fra nu og til slutningen af januar.

### Rystetur

"Flight spare" versionen af satellitten - dvs. "reservemodellen" - er nu så langt fremme at ryste-testene af den mekaniske konstruktion begynder i denne eller næste uge. Satellitten skal rystes med 19G, hvilket er 130 procent af de rystelser, satellitten vil komme ud for under opsendelsen. Testene er påkrævet, for at alle kan være sikre på, at der ikke er noget, der rystes løs og ødelægger satellitten - eller endnu værre: de andre satellitter, der opsendes samtidigt.

Integrationen af de forskellige moduler er også gået i gang. Indtil videre er attitude kontrol (ACDS) og hovedcomputer (OBC) modulerne sat sammen og testet for at sikre, at de kan kommunikere med hinanden. Så snart de andre delsystemer er funktionelle, vil de blive koblet på testen.

### 700 m lang tråd

Vores tether eksperiment er rent mekanisk også ved at være på plads. Der er dog et problem: Vi har ikke fået fat på selve tråden endnu. Det er ikke alle, der ligger inde med en 700m lang flad aluminiumstråd på 0.03mm's tykkelse!

Den lange, tynde aluminiums tråd skal rulles ud, når satellitten er i kredsløb om Jorden. Tråden skal opfange de frie elektroner, der befinder sig i rummet, og satellitten skal så udsende de opsamlede elektroner. Når det sker, vil der løbe en strøm i aluminiumstråden, og der vil danne sig et magnetfelt omkring tråden. Dette magnetfelt vil blive påvirket af Jordens magnetfelt på en sådan måde, at satellitten enten vil blive skubbet lidt længere ud eller trukket lidt nærmere Jordens overflade. Denne fysiske mekanisme kan - i teorien i hvert fald - udnyttes til at sende satellitter ind i et lavere kredsløb eller op i en højere bane.

Alt i alt må man sige, at vi er kommet langt siden sidst. Der er dog stadig en del problemer, der skal løses her i slutfasen, både for at få satellitten op at flyve, men endnu mere for rent faktisk at få den til at virke. Jeg er dog ikke i tvivl om, at vi nok skal nå det.

Igen må vi nævne den uvurderlige hjælp vi har fået fra vores sponsorer både med penge, men også med komponenter, fremstilling af print, montering af komponenter, råd og vejledning. En liste over alle, der har hjulpet, kan ses på DTUsat hjemmesiden [www.dtusat.dtu.dk](http://www.dtusat.dtu.dk)

Af cand.polyt Torsten Lorentzen, DTU

## Juni 2002

Det er ved at være længe siden, vi sidst har givet en statusrapport fra DTUsat projektet, men det er der flere årsager til: Vi har haft eksamensperiode på DTU, vi har arbejdet på rent faktisk at have noget nyt at fortælle, og så har vi, som så mange andre, i den seneste tid været lidt distraherede af VM i fodbold.

### Sommerkursus i satellitbygning

Jeg sidder nu til en af de sidste forelæsninger, der er led i et sommerkursus i satellitbygning. Det er lykkedes os at tiltrække omkring nye 30 studerende, som i løbet af denne uge har fået et overblik over, hvad det kræver at bygge satellitter generelt, og hvordan vi har designet DTUsat. Sidste år blev der holdt et tilsvarende kursus i sommerferien, så vi, der dengang var nye, ikke startede helt på bar bund. Vi mente, det ville være klogt at give dette års nytilkomne en tilsvarende start.

Vi har igen i år fået hjælp af forelæsere, der til daglig arbejder med satellitter ved Dansk Rumforskningsinstitut, Terma og institutter på DTU. De har fortalt om miljøet i rummet, mekanisk design, kommunikation, design af elektronik og software samt andre forhold, man skal tage højde for, når man skal bygge ting, der ikke skal stå på Jorden, men være i kredsløb.

### Stadig meget arbejde

Sideløbende på kurset har de forskellige grupper i DTUsat-projektet fortalt, hvilke designvalg vi har taget, samt hvad status er på de enkelte dele af satellitten. Det lykkedes os at presse alle større systemer ind på en enkelt uge, så det var en hård uge for deltagerne. De næste to uger blev brugt til at arbejde med nogle af de dele af DTUsat, som mangler arbejdskraft. Vi har et projektkatalog med åbne projekter, som alle er velkomne til at prøve kræfter med - også udefrakommende. Det kan findes nederst på forsiden af DTUsat-siden.

30 studerendes arbejde i mere i 2 uger kan lyde af ganske meget, men der er også meget arbejde forbundet med at sætte dem ind i projektet. I praksis foregår det ved, at de tilknyttes som føl til de eksisterende grupper, som så bliver udvidet i nogle uger. Forhåbentlig bliver en del af deltagerne i kurset så interesserede i projektet, at de fortsætter til næste semester.

### 3d-model af satellitten

Siden sidste statusrapport har vi fået styr på mål og benforbindelser for alle print i satellitten samt tegnet en 3d-model af satellitten. Vi har fremstillet en mekanisk prototype af printene, så yderstrukturen og printholderne kan testes. Vi har også designet prototyper af flere af satellit-modulerne. De er nu ved at blive fremstillet, sponsoreret af Elcon. I det hele taget er det utroligt så meget hurtigere alting går, når man kan arbejde fuld tid på et projekt – det er blevet meget nemmere at holde møder og få ting afklaret mellem grupperne.

Sidst, men ikke mindst, har vi siden sidste status her fra DTUsat modtaget donationer fra Thomas B. Thriges Fond og Familien Hede Nielsens Fond. Samtidig har vi fået at vide, at det sandsynligvis bliver lidt billigere end først forventet at sende satellitten op. Så vi håber, alt går op i en højere enhed, når vi hører fra de sidste fonde, vi har søgt om støtte.

Af Niels Holmgård Andersen, studerende ved DTU

---

## April 2002

DTUsat er ved at tage endelig form, i hvert fald på tegnebordet. Vi arbejder lige nu på at finde ud af, hvordan de enkelte dele af satellitten skal placeres og fastgøres. Det foregår først og fremmest i Harness-gruppen, som er sammensat af personer fra de grupper, der bygger hardware til satellitten. Samtidig er det tilsvarende problem i softwaren ved at blive løst, nemlig hvordan de forskellige softwaremoduler skal spille sammen. Der er defineret pakkeformater, som vil blive brugt til kommunikation både mellem de enkelte dele af softwaren på computeren og mellem jorden og satellitten.

Samtidig med dette arbejde er grupperne i gang med at bygge prototyper af modulerne, så vi kan samle en såkaldt *engineering* model i sommerferien. En engineering model er en samling print, der i elektronisk henseende svarer til den færdige satellit, men som gerne må være store og have blinkende lysdioder på, så man kan se, hvad der foregår. Den vil gøre det muligt at teste den software, der skal bruges til at styre de enkelte dele af hardwaren. Inden efterårssemesteret starter, vil vi også teste elektronikkens modstandsdygtighed over for ioniserende stråling, så vi kan nå at finde eventuelle ikke-modstandsdygtige kredsløb og ændre dem.

Ioniserende stråling er partikler og fotoner, der har så stor energi, at de river elektroner løs fra atomkernerne, når de rammer et materiale. Hvis materialet er en del af et følsomt elektronisk kredsløb, kan strålingen forårsage en kortslutning, som får elektronikken til at opføre sig underligt eller måske gå i stykker. Vi kan ikke gøre noget ved strålingen i rummet, men vi kan forsøge at skærme os mod den, og vi kan vælge kredsløb, der ikke er så følsomme.

### Flyvefærdig model til efteråret

Vi regner med at bruge efterårssemesteret på at få integreret det hele i en flightmodel, dvs. en komplet satellit, klar til opsendelse. Efter vi selv har testet den, sikret os at den virker og at den kan holde til opsendelsen, skal den sendes til USA for at blive testet for stort set det samme hen over julen. Det gør det firma, der sælger opsendelsen, for at sikre sig, at der ikke er nogen dele af satellitten, der ryster sig løs eller brækker af undervejs. Det vil være katastrofalt, hvis en stump ødelægger en anden satellit eller raketten.

Forhåbentlig når DTUsat så til Rusland til opsendelse i starten af 2003. Vi har ikke købt opsendelsen endnu, da vi dels ikke har pengene, dels gerne vil være fuldstændig sikre på at have en satellit klar, når tiden kommer. På den anden side vil vi alle meget gerne se satellitten komme op, mens vi stadig er med på projektet, hvilket sætter en øvre grænse for hvor lang tid vi kan udsætte opsendelsen.

### Fleksibelt, men besværligt

Det er ikke rigtigt, at vi "kun" bygger satellitten i vores fritid, som Aalborg-gruppen kom til at skrive i en artikel i tidsskriftet Rumfart. Da ingeniørstudiet på DTU er anderledes organiseret end i Aalborg, bruger hver enkelt studerende godt nok ikke fuld tid på dette projekt, men det foregår stadig under vejledning og inden for studiet. På den anden side bruger de fleste langt mere end de normerede timer, så på den måde kan man da godt kalde DTUsat for en fritidssatellit. DTUsat-projektet er som følge heraf også organiseret anderledes end satellitprojektet på Aalborg Universitet. Hvor Aalborgs studieform giver den studerende et enkelt projekt pr. semester, har vi et modulopdelt skema på DTU, hvor hver enkelt studerende vælger flere fag og projekter hvert semester.

Det giver en større fleksibilitet og valgfrihed for den enkelte, men da alle samtidig har mange andre forskellige ting at se til, medfører det, at arbejdet på et så stort projekt som en satellit skrider langsommere og mere besværligt frem end i Aalborg. Det er simpelthen sværere at mødes, når hver enkelt har sin helt egen blanding af kurser, som også skal tilgodeses. Det betyder, at de fleste møder mellem flere grupper holdes som frokostmøder - så er man med i et par forskellige grupper, spises frokosten ofte i starten af næste forelæsning. På den anden side medfører den store

valgfrihed på DTU, at det er nemt at oprette små kurser – f.eks. har vi lige haft en enkelt person, der har designet fødenetværket til satellittens antenne. Fødenetværket er det print, der fordeler og tilpasser radioens udgangssignal til de fire separate antennetråde. Det kan ikke i sig selv fylde et semester, men ved at tilbyde et lille specialkursus, kan også denne opgave blive løst af en, der interesserer sig for området.

### Lærerigt projekt

Er der noget man lærer ved at bygge satellitter er det, hvor mange små, men essentielle opgaver og problemer, der skal løses for at kunne bygge en satellit fra bunden, og hvor meget arbejde det kræver at organisere og sammenstykke de mange små moduler. Samarbejde, modulopdeling og definition af hvordan modulerne skal forbindes og arbejde sammen tager lang tid at få på plads. Organisationen af et så stort projekt har været hårdt og arbejdskrævende, men meget lærerigt, for det er noget, man ellers ikke får mulighed for at prøve, før man er færdig.

En anden ting, man lærer, er at kommunikere med firmaer og enkeltpersoner uden for projektet og at søge hjælp andre steder, end man er vant til. Nogen gange går det smertefrit, andre gange kræver det lidt tid og tålmodighed. Det har vist sig, at de fleste elektronikvirksomheder er virkelig servicemindede over for vordende ingeniører, måske fordi stykprisen for en komponent er så lille, at en gratis komponent hist og her ikke betyder det store i forhold til den goodwill, virksomhederne får på den konto. Desuden har det vist sig at være nemmere at tale med folk, der bor fysisk tæt på, måske fordi de har større chance for på længere sigt at få noget kvalificeret arbejdskraft ud af at hjælpe os. Den gruppe, der arbejder på strømforsyningen, har haft en del problemer med at skaffe, hvad de har brug for – især batterierne har været svære at få fat i, som denne lille anekdote viser.

### På jagt efter batterier

De første batterier, der blev undersøgt, var danske, men havde den ulempe, at de svulmede op til ca. dobbelt tykkelse i vakuum pga. en billig (men ganske almindelig) indpakning. Det mente vi var for farligt, så efter nogen søgen viste det sig, at Sony producerer nogle passende lithium-ion batterier i metalindpakning. Det lykkedes os at få fat i en tekniker hos Sony, der havde nogle vareprøver liggende, som vi aftalte, at vi kunne hente, hvis vi ville skrive under på diverse ansvarsfralæggelser etc. Desværre ringede han tilbage lidt senere på dagen og oplyste, at deres juridiske afdeling havde rådet dem til ikke at give os batterierne for at undgå retssager. I stedet henviste Sony os til Fredgaard, Fona og Merlin, hvor vi kunne købe nogle camcorder-batterier og tage cellerne ud. De kunne desværre ikke oplyse, hvilke celler der sad i hvilke batterier.

Vi fandt efterhånden frem til et Sony camcorder batteri, som måtte indeholde nogle af de celler, vi skulle bruge. Ekspedienterne undrede sig lidt over, at vi ikke kunne sige, hvilken camcorder-model vi havde; men vi fik da købt dem - og vi undlod altså at komme med en bemærkning til: "og gem kvitteringen - den er dit garantibevis". Det kunne ellers have været sjovt at købe 4 års on-site service til de batterier, der skal ombord på satellitten.

Ved hjælp af en nedstryger, en bidetang og lidt vold fik vi hevet de to celler ud. De viste sig at være fra Panasonic! Så vi fandt da ud af, hvorfor Sony ikke var så glade for at fortælle, hvilke celler de bruger. Nu undrer vi os så bare over, hvem der så køber Sonys celler...

### Optimistisk stemning

Stemningen i hele gruppen er svær at sige noget om, men i den gruppe, der tager sig af samarbejde og integration, den såkaldte SysEng-gruppe, svinger vi lidt mellem at tage os til hovedet over, hvor meget der er tilbage og stolthed over, hvor meget vi har nået. På mindre end et år er det trods alt lykkedes os at komme fra ikke engang at have en ide om, hvad satellitten skulle kunne, til et satellitdesign, som vi mener er muligt at bygge og få til at fungere. På den anden side er der stadig virkelig meget arbejde tilbage, før satellitten rent faktisk flyver, og det har kostet en del sved bare at komme hertil. Blodet og tårerne skal nok komme, når vi forsøger at få fyrrer menneskers arbejde presset ind i en kube med en kantlængde på 10 cm. Men alt i alt er vi ved godt mod – vi ved, at der er meget arbejde endnu, men vi mener også, at vi kan løfte opgaven.

### Flere informationer

Mange flere detaljer om DTUsat kan findes ved at kigge på vores hjemmeside og klikke på System Engineering i menuen til venstre. Her kan man finde referater fra alle møder i integrationsgruppen, finde diverse budgetter for projektet samt læse alle delgruppernes rapporter og fremlæggelser, som de så ud ved vores Critical Design Review.

### ▣ Besøg DTUSAT's hjemmeside

Af Niels Holmgård Andersen og Michael Thomsen, studerende ved DTU

---

Copyright: rummet.dk. Teksten må frit anvendes af pressen samt til ikke-kommercielle oplysnings- og undervisningsformål - såfremt rummet.dk angives som kilde.

Udskrift fra [www.rummet.dk](http://www.rummet.dk) 27. juni 2003

---