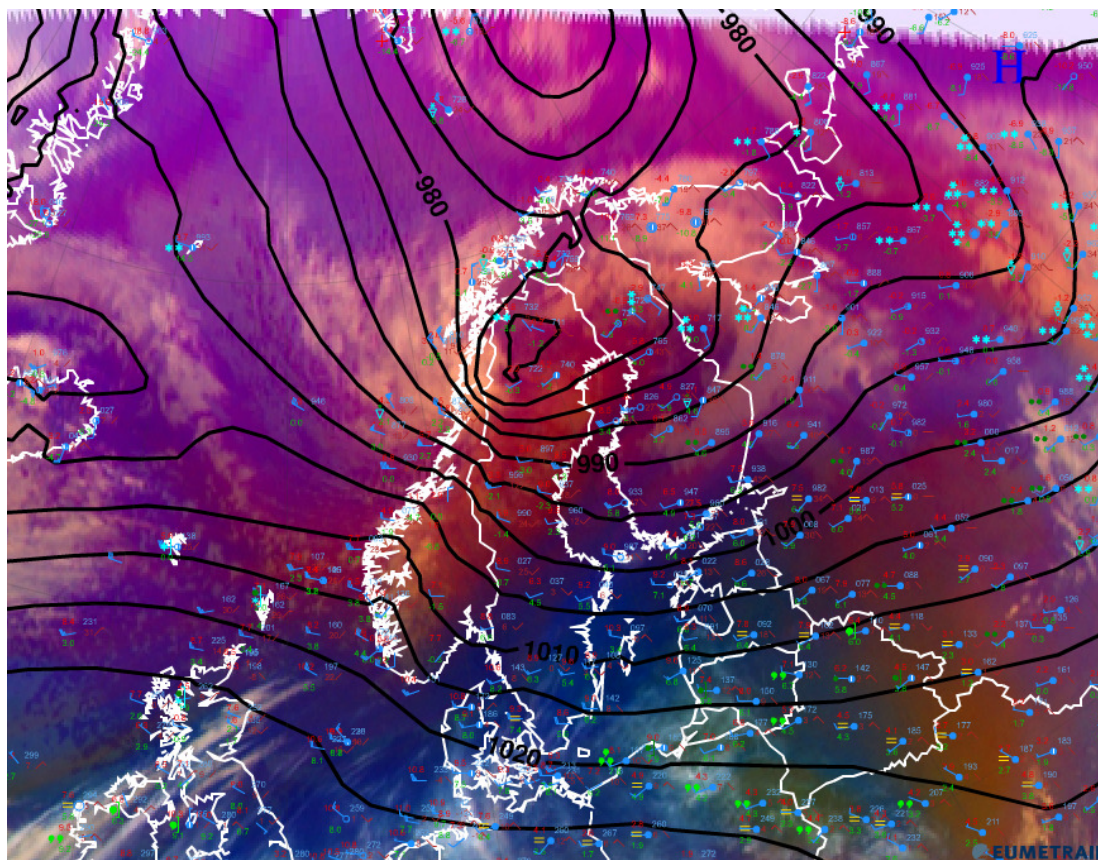


Danmark i det ydre rum

- Og hjemme igen



Er Danmark overhovedet en rumfartsnation?

Det kan vi efterhånden godt svare ja til. Formålet med dette korte papir er at vise nogle få af mange eksempler på bredden i danske rumaktiviteter, samt give en hurtig introduktion til en sektor, der rækker bredt ud i det danske samfund, har grundlæggende betydning for vores hverdag og store potentialer for erhvervsliv og forskning. Rumfart er et område med stort potentiale for vækst og hvor både private virksomheder, offentlige institutioner og forskning spiller en stor rolle for at holde Danmark i front på verdensplan.

Ingeniørforeningen, IDA anbefaler:

- Danmark skal have en langsigtet national strategi for rumfart for at skabe planlægnings- og investeringsstabilitet – bl.a. ved at sikre optimale omgivelser med stabile politiske målsætninger og langsigtede perspektiver i prioriteringer og offentlig støtte.
- Fremtidens succes på rumområdet afhænger af vores evne til at koordinere den overordnede indsats, ikke mindst blandt de forskellige involverede myndigheder, universiteter og danske virksomheder. Der skal arbejdes for at skabe den bedst mulige synergi mellem upstream og downstream forskning og investeringer, bl.a. for at skabe bedst mulig udnyttelse af de data, der hentes ned.
- Rumfartens paradigmeskift kræver, at vi sætter fokus på nye markeder og markedsaktører og de udfordringer og muligheder, det giver.
- ESA er et afgørende fundament for danske aktiviteter i rummet. Det danske bidrag bør hæves til samme niveau som gennemsnittet af ESA medlemslande for at udnytte Danmarks store potentialer på rumområdet.
- Vi skal bruge rumfart og ikke mindst Andreas Mogensen-hypet til at styrke interessen hos danske børn og unge for naturvidenskaberne.

Papiret er blevet til med stor hjælp fra

DTU Space, Terma, TICRA, DMI, Panum Institutet - Københavns Universitet, Ohmatex, Center for Operativ Oceanografi - Forsvaret, Styrelsen for Forskning og Innovation, Gomspace, Danish Aerospace Company, Geodatastyrelsen, Automation & Control - Aalborg Universitet og Dansk Selskab for Rumfartsforskning.

Mange tak! Indhold, anbefalinger, holdninger, fejl og mangler er dog udelukkende Ingeniørforeningens ansvar.

Hvad skal vi egentlig derude?

I 2008 oprettedes et rådgivende rumudvalg, som i 2011 kom med en række anbefalinger. Anbefalingerne begrundes i, at dansk deltagelse i rummet bidrager til moderne infrastruktur og effektiv offentlig opgavevaretagelse, bedre viden og erkendelse indenfor en række fundamentale videnskabelige spørgsmål, økonomisk vækst gennem øget innovation og spin off i form af højteknologiske arbejdspladser. Endelig bidrager aktiviteter i det ydre rum til bedre uddannelse og formidling, da rummet fungerer som ambassadør for de naturvidenskabelige og tekniske uddannelser.¹

Der er to gennembrud, der hver for sig har betydning for Danmarks rolle i rumfarten. Da den første dansker i rummet, Andreas Mogensen, vendte tilbage til jorden 12. september 2015 havde han allerede bidraget gevaldigt til en fælles dansk forståelse af, at rummet ikke er et uopnåeligt område for Danmark. Både den store mediebevågenhed i tiden omkring opsendelsen og den efterfølgende tourné til skoler og uddannelsessteder spiller en vigtig rolle, når det kommer til at sætte naturvidenskab på dagsordenen hos børn og unge. Samtidig gennemførte Andreas Mogensen en række eksperimenter i rummet, som giver danske forskere og virksomheder vigtig viden om så forskellige emner som klima, vejrfænomener, aldring og fysiologi.

Men det startede selvfølgelig længe før. Danmarks første rumaktivitet startede i 1962 med opsendelsen af den første sonderaket fra Nordnorge. I 1965 var Danmark medstifter af European Space Organisation, det senere ESA. I 1968 besluttede man at oprette et selvstændigt rumforskningsinstitut, begyndelsen til DTU Space. Gennembruddet for den internationalt anerkendte forskning på DTU og Aalborg Universitet har sit udspring i opsendelsen af Ørstedssatellitten i 1999, der med sine kun 60 kg kunne matche NASAs satellitter. Ørstedssatellitten banede for alvor vejen for dansk forskning og førte dansk industri ind på markedet for rumfartsudstyr.

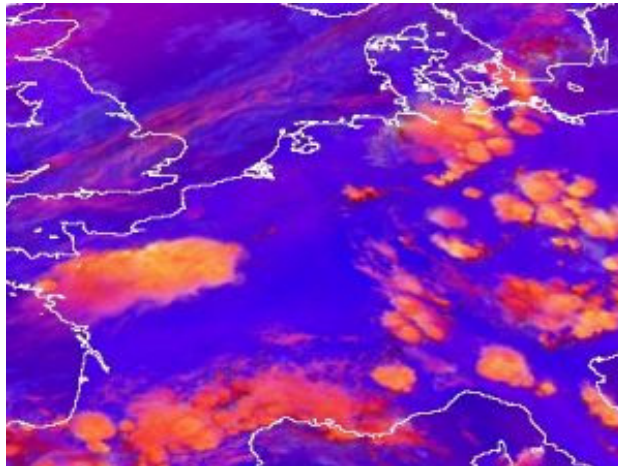
Data fra rummet til din stue

Rummet er en vigtig kilde til data, der spiller en afgørende rolle for vores helt almindelige dagligdag, for eksempel indenfor telekommunikation, positionering og navigation, kortlægning, vejrdata. Dansk Meteorologisk Institut, DMI, er et eksempel på en storforbruger af data fra satellitter. Som medlem af det europæiske meteorologiske satellit samarbejde, EUMETSAT, er DMI med til at operere 7 satellitter: 4 geostationære METEOSATs, de to polært orbiterende METOP-A og METOP-B, samt Jason-2 satellitten. Satellitterne bruges til at måle på atmosfæren og leverer hver dag millioner af målinger, der anvendes direkte i atmosfæremodellerne til at beregne udviklingen af både vejret på kort sigt, men også klimaet på langt sigt. Samtidig visualiseres de data som anvendes af meteorologerne i den daglige vejrvarsling, fordi man ikke blot har statiske billeder, men for eksempel kan identificere torden, tåge eller askeskyer ved at beregne kombinationer fra satellitternes mange kanaler.

Forside billedet er fra EUMETSAT's hjemmeside og viser en storm over Skandinavien november 2013 set med METEOSAT-10 Airmass RGB

¹ Rumudvalgets rådgivning til udformning af en dansk rumpolitik

Satellitter har i årevis leveret essentielle data til beregning af den daglige vejrudsigt, samt til den miljø- og klimaovervågning, som DMI varetager. EUMETSAT har satellitter i både geostationær og polar bane, så daglig dækning af hele jorden sikres. Disse satellitter leverer bl.a. data om atmosfærens temperatur og fugtighedsforhold, samt temperatur og vindhastigheder ved jordoverfladen. Satellitterne udvikles af ESA og opereres af EUMETSAT. For øjeblikket er ESA i gang med at udvikle næste generation af disse satellitter bl.a. med hjælp fra danske virksomheder.²



Eksempel på konvektionsbillede, Europa, DMI

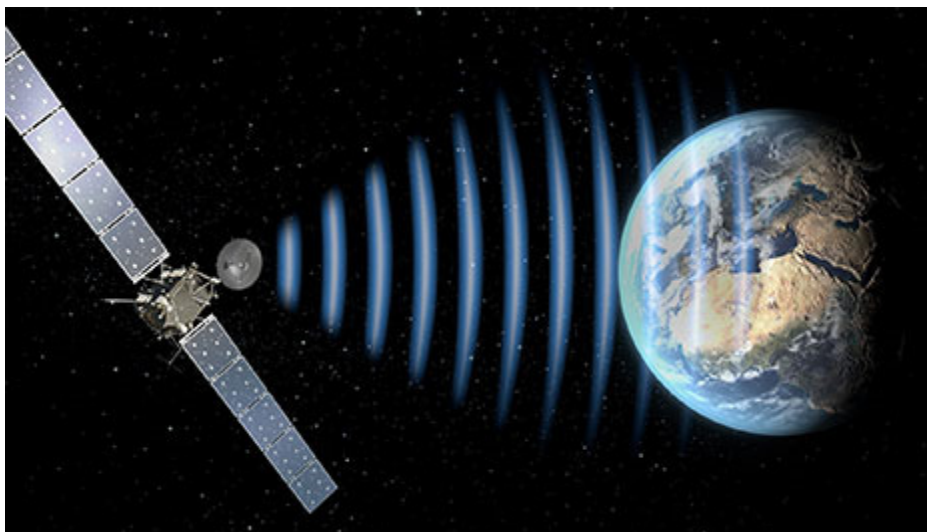
Overvågning af Arktis, kongeriget og miljøet

Et andet aspekt er brug af data fra satellitter til militær overvågning, suverænitets håndhævelse og redningstjeneste. Udviklingen i Arktis, især i Grønland og på Færøerne, har en afgørende betydning for Kongeriget Danmark. Klimaforandringer medvirker til en øget geografisk tilgængelighed. Det fører til en voksende opmærksomhed på udvinding af naturressourcer, samt en større kommerciel og videnskabelig aktivitet i Arktis. Arktis' geopolitiske betydning vil derfor i de kommende år blive stadig mere markant og det forudses at få afledte konsekvenser for blandt andet suverænitets håndhævelsen i det arktiske område.

Med baggrund i et bredt politisk flertal i Folketinget har Forsvarsministeriet iværksat en analyse vedrørende styrkelse af Forsvarsministeriets opgaveløsning i Arktis. Både suverænitets håndhævelsen og de civilrelaterede opgaver skal tilpasses udviklingen i Arktis, herunder overvågning og suverænitets håndhævelse, redningstjeneste og beskyttelse af havmiljøet. På grund af Grønlands store areal og manglende infrastruktur er det essentielt at bruge satellitter, og til dels også droner, til indhentning af real-time informationer vedrørende forholdene i områderne. I øjeblikket benyttes satellitter kun i begrænset omfang, men det forventes at analysearbejdet anbefaler en stigende anvendelse af satellitter til indhentning af informationer om skibe, fly, isforhold og eventuelt olieudslip i områderne omkring Grønland og Færøerne.³

² Kilde DMI, Research & Development

³ Kilde: Forsvarets Center for Operativ Oceanografi



Det danske firma Terma står bl. a. bag power supply enheden på kometjægeren Rosetta. Billede fra Terma/ESA

Erhvervspotentialer

Rumfart i den traditionelle udgave, primært upstream, udgør et relativt lille nichemarked i dansk sammenhæng. Rumfartsindustrien omsætter omkring 1,3 mia. kr., mens eksempelvis forsvarsindustrien omsætter for 2,8 mia. kr.⁴ Til sammenligning omsatte store industrier som vindmølleindustrien for 84,4 mia. kr. i 2014.⁵

Rumfartsindustrien udmærker sig til gengæld ved en høj grad af return of investment, for virksomheden Termas vedkommende helt op til 4,7.⁶ Derudover er rumfartsindustrien kendetegnet ved, at en række af produkternes anvendelse rækker langt ud over det formål, de i første omgang blev udviklet til, ligesom det i sig selv har en brandingværdi at være leverandør til rumfart. Endelig er det en industri med et generelt stort eksportpotentiale. Et eksempel er TICRA, der har over 95 % af deres omsætning i udlandet.

Der er altså ikke tale om en svag sektor, men det er en sektor, der er præget af en gennemsnitlig produktionscyklus 18 til 36 måneder⁷ og hvor de store investeringer typisk først for alvor tjenes hjem på 10-15 års sigt. Optimale omgivelser er derfor stabile politiske målsætninger og langsigtede perspektiver i prioriteringer og offentlig støtte.

På downstream området, hvor vi må forvente at se store vækstmuligheder, er eksempelvis EU's Copernicus system, der består af en række satellitter til overvågning af jorden. Her fokuseres bl.a. på isforhold, vulkansk aktivitet, miljø- og katastrofeberedskab, landanvendelse, oceanografiske forhold og luftforurening. Data er frit og gratis tilgængelige for alle, sammen med generelle prognoser for f.eks. havstrømme og luftforurening, og det forventes at denne stærkt forøgede gratis adgang til operationelle data vil føre til udvikling af en række private tjenester inden for ovennævnte områder. Disse satellitter

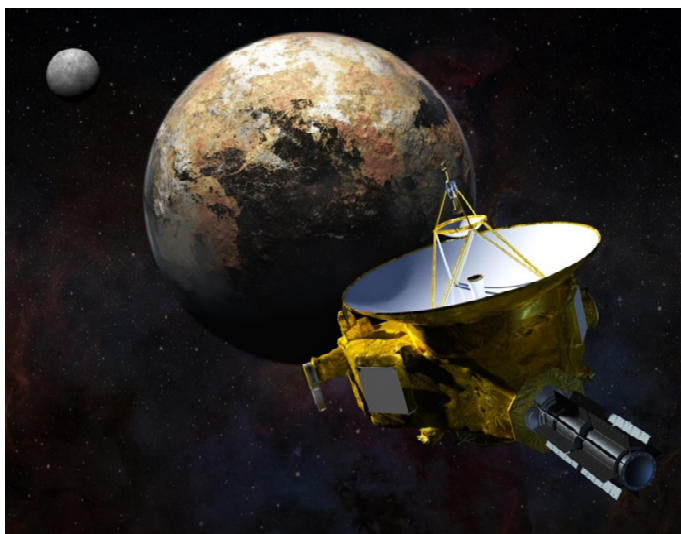
⁴ Tal fra oplæg af Terma på IDA dialogmøde 19.10.2015

⁵ <http://ipaper.ipapercms.dk/Windpower/Branchestatistik/Branchestatistik2015/>

⁶ Tal fra oplæg af Terma på IDA dialogmøde 19.10.2015

⁷ "Evaluation of Danish Industrial Activities in the European Space Agency (ESA)", s.7 Rambøll Management March 2008

udvikles af ESA for EU. ESA's klimainitiativ har til formål at samkøre mere end 30 års data fra en række satellitter, så de kan levere pålidelige informationer om klimaforandringer.⁸



Hovedparten af de store satellitter og rumsonder har antenner designet med software fra danske TICRA. Her NASA's New Horizons sonde, der studerer Pluto. Copyright: NASA (fra www.nasa.gov).

Mennesker i rummet

En anden del af dansk rumforskning er udviklingen af medicinsk udstyr og forskningsforsøg til og på mennesker i rummet. Et eksempel er den danske rumcykel, der har været fast inventar på rumfærger. Rumcyklerne har endvidere været brugt på den russiske rumstation Mir og i dag på ISS. Et andet er dansk udvikling af lungefysiologisk udstyr, der hvor det benyttes til både grundforskning og overvågning af astronauternes helbred. Et tredje eksempel er robotteknologi, med bl.a. udvikling og konstruktion af Space Exoskeleton Systemet for ESA. Exoskeleton systemet skal bruges af besætningen på ISS som det primære feedbackinterface til at udføre direkte kontrolopgaver af forskellige robotsystemer enten i rummet eller på Jorden.⁹

Men mennesket i rummet er også forsøg med astronauterne, der kan give os bedre idé om sygdomme og helbred for os, der bliver tilbage på jorden. Danske forskere har som eksempel afviklet en stribe vægtløsheds-flyvninger gennem ESA, ligesom man samarbejder med forskergrupper ved NASA. Eksperimenterne har til formål at undersøge blod og væske forskydninger i vægtløshed og konsekvenser for hjernens tryk og blodforsyning. Det har givet de danske forskere mulighed for at deltage i de første direkte målinger af hjernens tryk i vægtløshed med særdeles overraskende resultater. Den nye viden vil komme ikke blot astronauter, men også en bred gruppe af neurologiske og neurokirurgiske patienter til gode. Samarbejdet er voksende og involverer nu både KU og kliniske afdelinger på Rigshospitalet og Glostrup Hospital.

⁸ Kilde: DMI, Research & Development

⁹ Danish Aerospace Company, DAC



Andreas Mogensen på Copenhagen International School med ESA maskotten Paxi og ESAs undervisningsansvarlige Nigel Savage. foto: DR Videnskab

Rummets betydning for børn og unges fokus på naturvidenskab

Andreas Mogensen spiller en vigtig rolle i børns bevidsthed lige nu. En undersøgelse Userneeds har gennemført for Ingeniørforeningen i december 2015 viser, at omkring hver tredje børnefamilie har talt mere om teknik og naturvidenskab med deres børn som direkte effekt af Mogensens færd i rummet.

	Ja	Nej	I alt
Har opsendelsen af den danske astronaut Andreas Mogensen medført, at der bliver talt mere om teknik og naturvidenskab hjemme hos dig – med dine børn?	31%	69%	100%

Spørgsmålet er stillet til familier med børn mellem 6 og 18 år – 2015 har svaret på undersøgelsen.

Det er derfor vigtigt at holde fast i også at bringe rumfart ned i børnehøjde, da det er et af de naturvidenskabelige områder, der på trods af ekstrem høj kompleksitet, også er et område med gode fortællinger og billeder og derfor let at kommunikere.

For de ældre børn er ESA- AAUSAT5 og ESA-AAUSAT4 projekterne på Aalborg Universitet et eksempel på projekter, der bl.a. har som målsætning at nå gymnasieelever for at øge interessen for ingeniør- naturvidenskab og dermed tiltrække flere studerende til ingeniøruddannelserne.

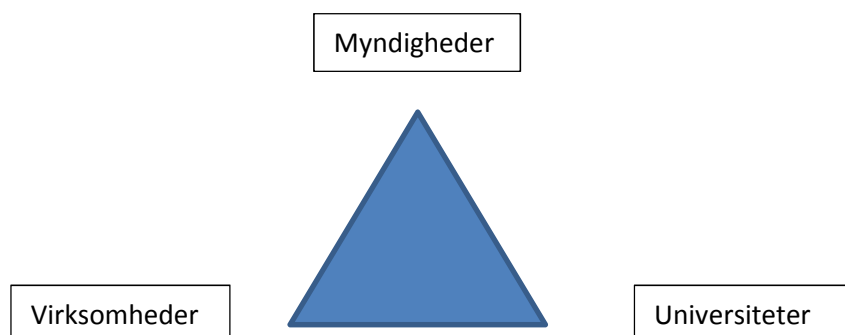


Billede fra aau.dk

Synergi, der skaber gevinst

En værdifuld effekt af rumsatsningen er samarbejdet mellem offentlige myndigheder, universiteter og private virksomheder. Det gælder ikke mindst i forhold til konkrete projekter, som f.eks. under ESA. Dette samarbejde er afgørende for et fuldt udbytte af den danske rumindsats og en yderligere overordnet koordinering ville kunne optimere udbyttet.

Et eksempel er synergien mellem upstream- og downstreamteknologier. Upstream-delen består af produkter og teknologi direkte til løfteraketter, satellitter og jordbaserede kontrolsystemer, mens downstream omfatter de virksomheder, der leverer, modtager, distribuerer og forædler data og signaler fra satellitter.¹⁰ Upstream betragtes traditionelt som grundstammen i dansk rumforskning, mens downstream sektoren er massiv, når det kommer til arbejdspladser og omsætning. Men det er i højeste grad synergieffekterne mellem det, vi sender op og de resultater vi kan trække ned, der giver den samfundsmæssige gevinst. Kun med indgående kendskab til de systemer og instrumenter der flyves på satellitterne, er det muligt at lave innovation på højt plan på downstream området. Downstream segmentet skal derfor sikres adgang til eksakt og helst unik viden om upstream segmentet. Dette bør sikres dels gennem formel vidensdeling, dels gennem samarbejde på nationalt plan.



I et stadig mere digitaliseret samfund med store klimaudfordringer og stigende pres på sundhedssystemet er telekommunikation, kortlægning, vejrdata, miljøovervågning og sundhedsforskning blandt de kritiske områder, hvor vi skal blive stadig bedre. Samtidig er de ofte farverige fortællinger om rumfart med til at skabe interesse for de naturvidenskabelige fag – på universiteterne, såvel som i folkeskolen. Det optimale udbytte af dette kræver en samlet plan og en koordinering af de mange forskelligartede interesser på rumområdet.

En sektor midt i et paradigmeskift

Hvor rumsektoren indtil nu har været præget af et eksklusivt lille antal aktører, hvis teknologiske kompetencer og investeringsniveau har været højt nok til at følge med, står rumfart nu overfor et paradigmeskift forårsaget af nye muligheder for (relativ) billig masseproduktion. Dermed vil vi også i fremtiden se nogle helt andre business-cases og aktører på markedet. Et eksempel er satellitsystemerne til

¹⁰ Rumudvalgets rådgivning til udformning af en dansk rumpolitik
Ingeniørforeningen, IDA

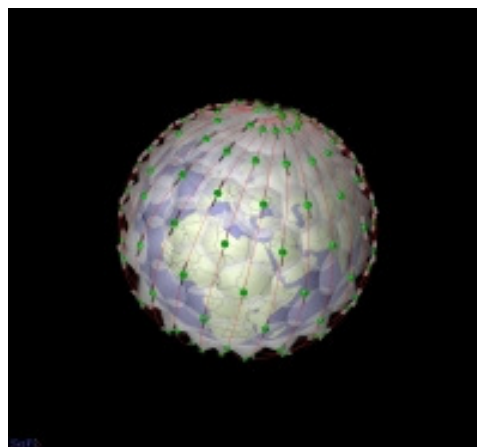
positionering, hvor GNSS¹¹ programmerne, herunder det amerikanske GPS-program, er baseret på sammenlagt mindre end 100 satellitter, sendt op af hhv. EU, USA, Rusland og Kina. Modsat er kommunikationsprogrammer som LeoSat og OneWeb, der har planlagt 700-900 satellitter med en vægt, der svarer til 5 % af nuværende satellitter og til 10 – 20 % af prisen. Denne forandring til f.eks. megakonstellationer af satellitter og en økonomi, der gør satellitter til "hvermandseje", betyder en eksplosiv stigning i kommercielle interesser. Til gengæld har for eksempel en tidligere tung spiller som det russiske militær skåret kraftigt i investeringerne. Samtidig markerer forandringerne en overgang til operationelle satellitter, der må forudses at få en enorm betydning i forhold til ikke mindst overvågning og dataindsamling.

Andre game changers er faldende omkostninger til opsendelse, muligheder for langt mere automatik og mere autonome enheder, nye materialer med lavere vægt (massepower), samt nye produktionsmetoder, som eksempelvis 3D-print, der fremfor støbning, skaber stærkere materialer.¹²

Dette paradigmeskift kræver en gennemtænkning af den danske rumfartsindsats for at sikre, at vi også i fremtiden kan udnytte mulighederne bedst muligt, fortsat bevare eksisterende og skabe nye danske kompetencer. I et forsøg på at sikre konkurrenceevnen i europæisk og canadisk rumfartsindustri, har ESA for eksempel etableret ARTES 3-4 Megaconstellations Opportunity.¹³

Udfordringen består bl.a. i at håndtere, at "Old Space" baseret på nationale interesser nu suppleres med de nye disruptive teknologier, "New Space", der ofte bygger deres businesscase på den eksisterende forskning, men baseret på kommercielle interesser. Det må forventes, at disse kommer til at sætte sig på en god del af ressourcerne i fremtiden.

Den positive konklusion er, at disse to komplimenterer hinanden og at markedet for rumsektoren nu bliver væsentlig større. Samtidig har den traditionelle tekniske forskning på rumområdet bevist sit værd ved at have en enorm betydning for den teknologiske udvikling i samfundet generelt. Kommercialiseringen har imidlertid også medført en bekymring for, at for eksempel investeringshensyn kan betyde en langt mindre interesse for samarbejde og for at dele viden og at det derfor er så meget desto vigtigere at investere i nationale og offentlige midler i rumforskning.



artes.esa.int

¹¹ Global Navigation Satellite Systems

¹² Oplæg fra DTU Space på IDA dialogmøde 19.10.2015

¹³ <https://artes.esa.int/news/esa-announces-dedicated-support-development-megaconstellations>

Hvilken rolle spiller ESA?

Danmark var med til at grundlægge ESA i 1975. I starten var Danmarks rolle primært som serviceleverandør, men med tiden også som leverandør af højteknologisk udstyr¹⁴. Det lange samarbejde omkring oprettelsen og driften af ESA har været med til at skabe en erfaringsbase og et kontaktnetværk til det internationale rummiljø med en vis tyngde og et historisk rodnet, der i følge danske forskere og virksomhedsledere er en forudsætning for at kunne følge trop med sektoren.

ESA's mission er at forme Europas rumprogram og bringe det fremad med det formål at skabe mere viden om jorden, rummet omkring jorden, vores solsystem og universet. Men også at udvikle satellitbaserede teknologier og services og at promovere europæisk industri. ESA's budget er på 30 mia. kr. årligt. Heraf er 90 % brugt på kontrakter med europæisk industri, primært til forskning og udvikling. Danmarks del af budgettet er på 225 mio. kr.¹⁵

Danmark deltager i bl.a.

- Det obligatoriske grundvidenskabelige program, der har til formål at studere universet og fundamental videnskab.
- Jordobservation, hvor satellitter i rummet bidrager til forståelsen af samspillet mellem hydrosfæren, geosfæren, biosfæren, atmosfæren og kryosfæren og deres betydning for vores klima.
- Den bemandede internationale rumstation, ISS, der fungerer som et laboratorium i rummet, hvor astronauter lever og udfører forsøg i vægtløshed med fokus på bl.a. sundhed og materialer m.v.
- Det europæiske satellitnavigationssystem Galileo, et civilt globalt system for positions- og tidssignaler i lighed med det amerikanske GPS-system.
- Telekommunikationsprojekter, der omfatter TV, internet, fastnet og mobiltelefoni samt redningstjeneste og kommunikation med fly og skibe.
- Udvikling og produktion af europæiske løfteraketter, tæt knyttet til den adgang til rummet, som Europa har med den europæiske rumhavn i Kourou.
- Teknologiuudvikling, hvor ESA yder støtte til europæisk industri til stadighed er konkurrencedygtig, uafhængig og besidder spidskompetencer inden for rumfart.¹⁶

Mange danske virksomheder indenfor rumforskningsområdet er knyttet til ESA. Nogle via de betydelige projektmidler, men andre p.g.af det samarbejde og den vidensudveksling, der foregår indenfor ESA-organisationen. ESA samarbejdet har altså dels været med til at sikre Danmark en plads i det internationale rumsamarbejde, men er også fremadrettet et afgørende innovationsanker for danske virksomheder.

¹⁴ Terma oplæg på IDA dialogmøde 19.10.2015

¹⁵ <http://ufm.dk/forskning-og-innovation/internationalt-samarbejde/europaeiske-samarbejder/esa/om-esa>

¹⁶ <http://ufm.dk/forskning-og-innovation/internationalt-samarbejde/europaeiske-samarbejder/esa/esa-programmer-med-dansk-deltagelse>

En sektor med en lille kerne og et kæmpe opland

I starten af marts 2016 har det ikke være muligt at finde et præcist og sikkert tal på, hvor mange virksomheder og hvor mange medarbejdere, der arbejder i hhv upstream og downstream sektoren. På forskningsområdet er samtlige universiteter involveret i rumforskning med DTU Space i front. Men herudover findes et bredt spekter af forskere og studerende, der bidrager til eller har nytte af den samlede forskning, da forsknings- og uddannelsesspektret relateret til rumforskning breder sig fra fysik og grundforskning over konkrete upstream systemer og vejrfænomener til sundhedsforskning. Lægger man dertil afsmitningen på hele Big Data og digitaliseringsområdet får man et billede af en sektor, der på mange måder bidrager med grundlæggende viden og fornyelse af vores levevis.

Udover de direkte målbare potentialer i industri og forskning relateret til rumfart, findes altså et betydeligt afkast i form af viden og øgede kompetencer blandt ikke mindst natur-, tekniske- og sundhedsvidenskabelige. Denne viden har stor betydning for danske ingeniørers kompetencer indenfor områder som sundhedsvidenskab, telekommunikation, datahåndtering og miljø/klimaforhold.

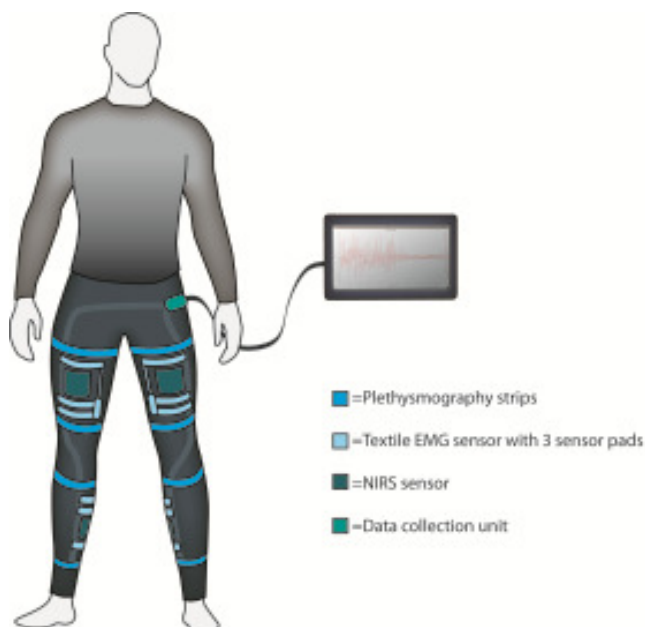
IDA anbefaler

- Danmark skal have en langsigtet national strategi for rumfart for at skabe planlægnings- og investeringsstabilitet – bl.a. ved at sikre optimale omgivelser med stabile politiske målsætninger og langsigtede perspektiver i prioriteringer og offentlig støtte.
- Fremtidens succes på rumområdet afhænger af vores evne til at koordinere den overordnede indsats, ikke mindst blandt de forskellige involverede myndigheder, universiteter og danske virksomheder. Der skal arbejdes for at skabe den bedst mulige synergi mellem upstream og downstream forskning og investeringer, bl.a. for at skabe bedst mulig udnyttelse af de data, der hentes ned.
- Rumfartens paradigmeskift kræver, at vi sætter fokus på nye markeder og markedsaktører og de udfordringer og muligheder, det giver.
- ESA er et afgørende fundament for danske aktiviteter i rummet. Det danske bidrag bør hæves til samme niveau som gennemsnittet af ESA medlemslande for at udnytte Danmarks store potentiale på rumområdet.
- Vi skal bruge rumfart og ikke mindst Andreas Mogensen-hypet til at styrke interessen hos danske børn og unge for naturvidenskaberne.

3 vidt forskellige eksempler på danske rumaktiviteter

Eksempel 1: Intelligente danske strømper overvåger astronauternes sundhed

Når tyngdekraften forsvinder, påvirker det astronauternes muskelmasse negativt og skaber ubalance i kroppens blod- og væskefordeling. Det kræver min. 2 timers effektiv daglig træning. I 2009 fik Ohmatex kontrakt med ESA om at udvikle en intelligent strømpebuks, der kan monitorere muskelaktivitet og væskeforskydning under træning. Udstyret holder øje med, hvor effektiv træningen er og hvilke øvelser, der virker. Projektet har medført yderligere aftaler med ESA om forskning i måling af muskelaktivitet, hvor 3 sensor teknologier integreret i stoffet vil overvåge muskelaktivitet, iltindhold og muskelvolume. Kombinationen af disse tre teknologier kan bruges til at analysere og optimere træningen, men også bidrage med nye viden om væskebevægelser, hvilket igen giver ny viden om hjerte- og nyresvigt og kan give et spin-off i forhold til telemedicin og overvågning ved hjælp af intelligente tekstiler. Projektet omfatter også samarbejde med bl.a. Biomedicinsk Institut, KU.

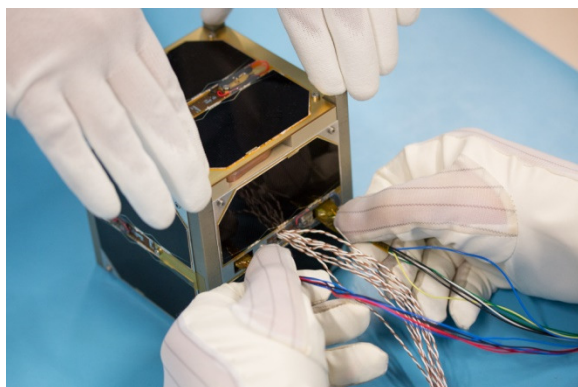
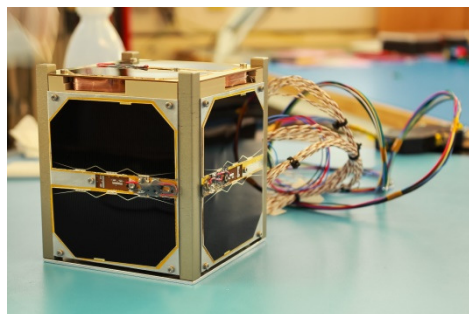


Eksempel 2: Cubesats – mini satellitter

I forbindelse med Andreas Mogensens mission til den internationale rumstation, ISS, blev de to små satellitter, cubesats AAUSAT5 og GOMX-3 opsendt. AAUSAT5¹⁷ er designet og bygget af en gruppe frivillige studerende fra Aalborg Universitet, mens GOMX-3¹⁸ er bygget af den danske rumvirksomhed GomSpace med rødder i Aalborg Universitet.

AAU-satellitterne bliver brugt til overvågning af skibsfart, f.eks. på Grønland. Den særlige udfordring i dette projekt er, at den nye satellit kommer til at befinde sig tættere på jorden i 400 km højde. En del af eksperimentet går ud på at finde ud af, hvordan den lille 825 g tunge satellit vil opføre sig i den lavere højde og dermed meget mere utilregnelige atmosfære sammenlignet med de normale 700-900 km højde.

Formålet med GOMX-3 er at registrere flysignaler.



Billeder fra aau.dk

¹⁷ <http://www.tek-nat.aau.dk/nyheder/nyhed/saa-sker-det--aalborg-satellit-sendes-ud-fra-rumstationen.cid194079> og http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/2075.html

¹⁸ http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/2078.html og <http://gomspace.com/index.php?p=products-nanoeye>

Eksempel 3: THOR og ASIM

THOR-projektet er en del af ASIM projektet under DTU Space, der er det hidtil største danske rumprojekt. Formålet er at undersøge atmosfæren over tordenvej, herunder lynfænomener som Røde Feer, Blå Stråler og Giganter, der først blev kendt af videnskabsfolk siden 1989. ASIM består af to kameraer og tre fotometre, der skal måle i forskellige bølgelængder af synligt lys, og endvidere af en stor røntgendetektor. ASIM observerer tordenvej med instrumenter, som er rettet nedad mod jorden, mens THOR-astronauterne tager billeder mod horisonten. THOR udførtes første gang af Andreas Mogensen og det er målet, at videreudvikle THOR med astronauter, der kommer efter Andreas Mogensen og at udføre THOR-målinger samtidig med ASIM. Andreas Mogensens del af missionen gik ud på at fotografere kæmpelyn fra rummet via ISS, dette vil blive fulgt op efterfølgende af bl.a. en fransk astronaut og er alt sammen forundersøgelser, der kulminerer ved ASIM missionen, hvor instrumenterne skal monteres på Den Internationale Rumstation, ISS i 2017. Hovedpointen med THOR er, i samarbejde med DMI, at skabe viden som kan danne grundlag for at reducere usikkerheder i vejrprognoser og øge forståelsen af klimaændringer ved at benytte lynaktiviteten som målestok for transport af vanddamp (en drivhusgas) til stratosfæren.

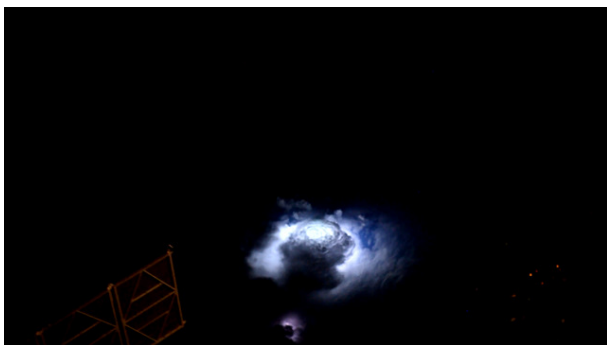


Foto: Andreas Mogensen/ESA/DTU Space