

**Årsrapport om Rumforskningsaktiviteter i Danmark gennem 2015  
til Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab  
fra den danske Nationalkomité for COSPAR.**

COSPAR (Committee on Space Research) blev grundlagt i 1958 efter opsendelsen af de første satellitter og er stadig den eneste globale rumforskningsorganisation. COSPAR tjener dels som forbindelse mellem de nationale eller regionale rumforskningsorganisationer (NASA, ESA, ISAS, CNES, RSA osv.) og dels som kontakt og støtte til spæde rumforskningsaktiviteter i udviklingslande. COSPAR varetager endvidere opgaver vedrørende internationale standarder samt regulering af aktiviteter i rummet herunder sikring af den fredelige udnyttelse af rummet. Den globale indsats understreges bl.a. af de store COSPAR videnskabelige konferencer, der holdes hvert andet år, og som samler deltagere fra alle verdensdele. Den 40. COSPAR konference blev holdt i Moskva i august 2014, mens den 41. konference skal holdes i Istanbul i august 2016.

Danmarks medlemskab af COSPAR varetages af den danske afdeling af International Council of Scientific Unions (ICSU), som henhører under Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab (KDVS). Det årlige kontingent til COSPAR er 32.500 Dkr. Kontingentet er på grund af reducerede bevillinger ikke betalt for 2013 og 2014, og COSPAR havde i begyndelsen af 2015 taget skridt til at ekskludere Danmark. Nu har den Danske Nationalkomité for COSPAR (DNK) gennem en ny vedtægt, godkendt af KDVS, ændret struktur og består fremover af institutioner og virksomheder, som i fællesskab afholder medlemskontingentet til COSPAR. Kontingentet for 2015 er nu betalt.

En betydelig del af Danmarks rumforskning udføres gennem den europæiske rumforskningsorganisation ESA. Det årlige danske bidrag til ESA er ca. 200 mill. Dkr ligeligt fordelt mellem det obligatoriske program og det frivillige program. I det frivillige program senest defineret af Det Danske Rumudvalg for Forskningsministeriet ved en ESA konference i december 2014 er drift af ISS rumstationen og astronautuddannelse langt den største post.

I Danmark udføres rumforskning ved en række institutioner og virksomheder. Danmarks nationale rumforskningsinstitut er DTU Space, som blev dannet ved sammenlægning af Danmarks Rumcenter (tidligere Dansk Rumforskningsinstitut) og Ørsted-DTU, og som senere har fået tilføjet afdelinger fra Kort- og Matrikelstyrelsen (KMS) og fra forskellige DTU afdelinger (DTU Elektro og IMMS). Ved Københavns Universitet er specielt afdelingerne ved Niels Bohr Institutet (NBI) aktive indenfor væsentlige rumforskningsområder. Ved Aarhus universitet er der foruden afdelinger ved Institut for Fysik og Astronomi oprettet et nyt specialcenter med rumforskningsopgaver, ”Stellar Astrophysics Centre” (SAC). Aalborg Universitet har dels specialiseret sig i GPS/Galileo applikationer og dels med stor succes forestået bygning af studentersatellitter. Ved DMI udføres forskning i remote sensing bl.a. med GPS metoder. Industrivirksomhederne Terma, DAC, Ticra og Roving A/S deltager i store rumforskningsopgaver bl.a. for ESA og NASA.

Ørsted satellitten, som den 23. februar 2015 havde været i drift 16 år i rummet, er det hidtil største danske satellitprojekt. Den operative drift, som er fortsat gennem 2015, varetages af Terma A/S, og datanedtagning foretages ved DMI, mens den videnskabelige projektledelse og datacenter er overført fra DMI til DTU Space. Ørsted satellittens data er anvendt til kortlægning af magnetfeltets interne og eksterne kilder og undersøgelser af såvel tilstanden i Jordens flydende indre og magnetiske forhold i jordskorpen som koblingsprocesser mellem Jordens magnetosfære og solvinden. Omkring 40 danske og internationale grupper har deltaget i forskningsopgaverne. Med basis i Ørstedes målinger er der udgivet over 300 videnskabelige, tekniske og andre faglige publikationer

DTU Space udfører forskning og instrumentbygning inden for magnet- og tyngdefeltmålinger,

overvågning af klimaforandringer og kosmologi samt studier af universets oprindelse og struktur. Institutet bidrager desuden til flere uddannelser på DTU, blandt andet i Geofysik og Rumteknologi. Indsatsen i ESA satellitprojektet "Swarm", som har et ESA budget på 1.3 milliard Dkr., er et af de største igangværende rumforskningsprojekter. Projektet er foreslået af DTU Space og omfatter 3 satellitter med instrumentering for nøjagtige magnetiske målinger. En ny og forbedret magnetfeltmodel med basis i Swarm's målinger er udgivet i 2015.

DTU Space har leveret stjernekameraer til de fire satellitter i NASA's Magnetospheric Multiscale (MM) mission, som blev opsendt i marts 2015. Til dato har DTU Space leveret stjernekompasser til mere end 50 internationale missioner i rummet. Med basis i erfaringerne bl.a. fra stjernekamera målingerne fra satellitten Juno på vej mod Jupiter har stjernekameragruppen udviklet nye metoder til navigering i rummet. Astrofysik afdelingen ved DTU Space deltager i analysen af supernova stjerner baseret på data fra NASA satellitten NuSTAR og har i 2015 publiceret undersøgelser af en supernova eksplosion.

I samarbejde med Terma A/S har DTU Space udviklet instrumenter, som skal opsende til den internationale rumstation i 2017 som led i projektet ASIM (Atmosphere-Space Interactions Monitor). Udstyret skal observere ekstremer i tordenvejr, vanddamp, skyer og aerosoler, samt observere deres samspil i atmosfæren og indhente ny viden om klimaprocesser. Under sit ophold på den internationale rumstation (ISS) har den danske astronaut, Andreas Mogensen, som led i ASIM projektet udført observationer af tordenvejr og lynudladninger.

Dark Cosmology Centre ved Niels Bohr Institutet under Københavns Universitet deltager i undersøgelser af gamma ray bursts og quasars for at finde ledetråde til det meget fjerne og unge univers. Desuden undersøger centret forekomster af sorte huller og sort energi samt kosmisk støv og har i 2015 publiceret en række videnskabelige artikler herom. Fra Københavns Universitet deltager Marsgruppen, som nu er en afdeling af "Astrophysics and Planetary Science" centret ved Universitetet, i "Mars Science Laboratory" (MSL) missionen, som bl.a. omfatter køretøjet "Curiosity", der blev landet på Mars den 6. august 2012. Sammen med kolleger fra Aarhus Universitet undersøger forskere ved Astrofysik Centret andre stjerners planetsystemer, herunder specielt Jordlignende planeter.

Astronomerne ved Aarhus Universitet har siden juni 2012 haft et internationalt forskningscenter, "Stellar Astrophysics Centre" (SAC), som ledes af professor Jørgen Christensen-Dalsgaard og er støttet af en bevilling fra Danmarks Grundforskningsfond. Forskningen ved SAC centret sker i et formaliseret samarbejde med bl.a. NASA og universiteter i USA, England, Tyskland og Australien. Centret arbejder på at skabe en samlet forståelse af stjernerne, deres udvikling, deres omgivelser og sætter fokus på forholdene på de planeter, der kredser omkring disse stjerner - herunder betingelserne for liv på disse planeter. En af opgaverne er studiet af Kepler 11, som er en lille stjerne med 6 planeter i omløb. Astronomerne ved Aarhus Universitet er desuden involveret i bygning og drift af store teleskoper, bl.a. SONG teleskop netværket, og i analysen af data.

Ved Ålborg Universitetets "Space Center" har personalet og studerende bygget små "CubeSat" satellitter. Den tredje satellit, AAUSAT3, blev opsendt den 25. februar 2013 og var i drift indtil 1.10. 2014. Satellitten modtog AIS signaler fra skibe og registrerede deres positioner. På anmodning fra ESA er AAUSAT4 og AAUSAT5 bygget med tilsvarende funktioner. AAUSAT5 blev opsendt i august 2015, mens AAUSAT4 ventes opsendt i 2016. Centret deltager desuden i det nordiske ESERO (European Space Education Ressource Office) undervisningsprojekt.

Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) har gennem kontrakter med den Europæiske Meteorologiske Satellit organisation, EUMETSAT, arbejdet med en række projekter for undersøgelser af havisens temperatur og vekselvirkning med atmosfæren samt meteorologiske og klimatologiske undersøgelser af atmosfærens temperaturprofil og dens indhold af bl.a. vanddamp og ozon. Desuden fortsættes det tidligere oprettede "Centre of Excellence" for anvendelse af GPS signaler, hvor instituttets forskningsafdeling skal fungere som en ledende ROM SAF (Radio Occultation Meteorology Satellite Application Facility). SAF'en på DMI får til opgave at videreudvikle, bearbejde og distribuere data fra eksisterende og kommende ROM-instrumenter, der

blandt andet medbringes om bord på EUMETSAT's MetOp-satellitter..

Virksomhederne Rovsing A/S og Danish Aerospace Company, DAC (tidl. Damec), har leveret betydelige bidrag til den fortsatte udbygning og drift af den Internationale Rumstation (ISS) bl.a. med Columbus modulet. DAC har udviklet og leveret medicinsk udstyr til rumstationen og assisteret ved astronaut uddannelsen. Specielt har DAC samarbejdet med den danske astronaut Andreas Mogensen om fysiologiske eksperimenter under opholdet på rumstationen i 2015. Rovsing A/S har haft en væsentlig rolle ved bygning af testfaciliteter til europæiske missioner, bl.a. Galileo satellitterne og medvirker sammen med Terma A/S i bygning og test af ESA's Gaia satellit. Virksomheden Ticra A/S har specialiseret sig i design af antennesystemer. I begyndelsen af 2015 blev programmeringsystemet SATSOFT integreret i Ticra's software portefølge, som bl.a. anvendes ved design af satellitantenner.

Terma's "Space Division" har kontrakt på levering af bl.a. power management systemer til de første test satellitter i det nye europæiske Galileo GPS system. Det endelige Galileo system omfatter 27 GPS satellitter. Terma samarbejder med "Danish GPS Center" (DGC) ved Ålborg Universitet vedrørende analyse af GPS signaler. Terma har endvidere leveret Star Trackers (stjernekompasser) og Power Units samt elektronik og software til test- og kontrolsystemer for flere andre satellitmissioner, bl. a. ExoMars satellitten, som nu er opsendt for undersøgelse af mulige livsbetingelser på Mars, og de to BebiColumbo satellitter med forventet opsendelse i 2016 med kurs mod planeten Mercury. Terma er desuden i samarbejde med DTU Space i gang med bygning og test af instrumentpakken ASIM, der skal installeres på den Internationale Rumstation (ISS) for undersøgelse bl.a. af lynudladninger i den øvre atmosfære.

Det hører med til omtalen af rumforskningsprojekter, at den danske indsats i Rummet har en væsentlig erhvervsmæssig side. Danske virksomheder har således i de seneste 15 år haft kontrakter på over 6 mia kr for levering af instrumenter og andre ydelser i forbindelse med internationale rumprogrammer. En evaluering (i 2009) har vist en høj nyttevirkning af investeringer i rumforskning. For hver krone, der investeres i rumforskning, kommer der et udbytte på over 4 kr. i form af kontrakter til dansk industri. Og hertil kommer så fremme af den teknologiske udvikling i virksomhederne og udbygning af kompetencer til de krævende opgaver.

København den 1. marts 2016

Peter Stauning