

Danmarks nationale strategi for rummet

Opdatering af strategiske målsætninger



Indhold

Forord af uddannelses- og forskningsministeren	3
Resumé	4
Fem nye strategiske målsætninger	6
Baggrund for opdatering	48
Ordforklaring	50
Noter	52

Forord af uddannelses- og forskningsministeren

Rumbaseret infrastruktur skal understøtte den grønne omstilling.

Hver dag er rumteknologi og satellittjenester med til at gøre livet på jorden bedre, grønnere og mere sikkert. For mennesker og samfund.

Satellitdata hjælper FN's klimapanel med at forudse klimaets udvikling og verdenssamfundet med at leve op til FN's verdensmål. Myndigheder bruger satellitdata til at beskytte vores natur, klima og miljø, holde øje med udledningsmål, forurening og regulere landbrug og fiskeri. Byerne bruger satellitdata til at designe smarte bæredygtige byer, der kan håndtere vores stigende klimaudfordringer. Erhvervslivet bruger satellitdata til at udvikle nye digitale løsninger, transportsektoren til at optimere logistik- og ruteplanlægning, og forsvarssektoren til at kommunikere og få overblik over vores territorium og mulige risici.

Rumområdet er med sin globale dækning, høje digitaliseringsgrad og teknologiske udviklingsmuligheder særlig velegnet til at hjælpe Danmark og verden til at styrke den grønne omstilling. Det vil fortsat kræve forskning, innovation og udvikling, når rummet skal udvikle sit potentiale i den grønne omstilling. De evner og kompetencer har vi allerede i Danmark, men de kan og skal målrettes og styrkes yderligere.

Danmark fik sin første nationale strategi for rummet i 2016. Strategien har hjulpet os til at sætte en kurs for rumområdet, samle rummiljøerne nationalt og hjulpet vækst og offentlig service på vej. Vi opdaterer nu strategiens målsætninger med en stærk grøn profil for at understøtte rummets bidrag til en



dagsorden, hvor evnen til grøn omstilling vil være definerende for hele vores samfund og økonomi.

Jeg vil gerne sige stort tak til alle myndigheder, vidensinstitutioner, virksomheder og andre, der med deres faglighed, vinkler og idéer har skabt et bredt fundament for de opdaterede målsætninger.

Med venlig hilsen
Ane-Halsboe Jørgensen

Resumé

Fem nye målsætninger i Danmarks nationale strategi for rummet skal vise, hvordan rumbaseret teknologi og infrastruktur bidrager og understøtter muligheder og potentiale i forhold til reduktions- og klimamål, smarte byer, en effektiv digital offentlig sektor, grøn værdiskabelse samt sikkerhed og beredskab.

Rumbaseret data, information og infrastruktur har i dag kvaliteten til at understøtte løsninger inden for en lang række samfundsudfordringer. Satellitter har længe understøttet vores evne til nationalt som internationalt at observere vejr, klima og klimaforandringer, kommunikere over store afstande og navigere sikkert til vands, til lands og i luften. Vi benytter i stigende grad satellitter til at beskytte vores natur, miljø og biodiversitet, udpege optimal placering af varige energikilder eller føre kontrol og tilsyn med fiskeri, landbrug, skovbrug samt håndhæve bæredygtig anvendelse af naturressourcer.

Satellitbaseret information vil i stigende grad også få betydning for, hvordan vi opnår smartere og mere bæredygtige samfund og byer. Hvordan vi håndterer øgede krav til en cirkulær og bæredygtig økonomi, men også hvordan vi varsler og håndterer ekstreme vejr-situationer og klimaforandringer, så vi undgår tab af værdier og menneskeliv.

En lang række samfundsvigtige funktioner er i stigende grad afhængige af viden, data og tjenester fra satellitter og har en stadigt stigende betydning for vores økonomi, bæredygtig vækst og udvikling. Forsyningsikkerheden af disse systemer er derfor også et centralt aspekt. Jo mere integreret rumbaserede tjenester bliver i vores hverdag og økonomi, jo mere sårbare bliver vi også for mulige udfald i disse tjenester.

Samtidig er der et stadigt stigende fokus på rummets betydning for Kongerigets sikkerhed, suverænitet og beredskab, herunder ikke mindst i Arktis.

I kombination med et stadigt mere digitalt samfund og en økonomi, hvor kapaciteten til at håndtere og reagere på store datamængder er afgørende, bidrager rumbaserede løsninger med relevant data, kommunikation samt timing og navigation. Et bidrag der kvalificerer datagrundlaget, hvorpå der træffes beslutninger. Rummet bidrager på den måde til såvel viden om klima og klimaforandringer, optimering og kontrol af miljø og ressourcer, beskyttelse af værdier samt til vores fælles sikkerhed.

Danmarks nationale strategi for rummet indfangede allerede i 2016 satellitters betydning for en række aspekter af vores samfundsudvikling, men ikke alle. Tiden er nu moden til igen at se nærmere på strategiens målsætninger, der skal justere rammen for dansk udnyttelse af rummet i den kommende årrække i et grønt, digitalt, bæredygtigt og sikkerhedsmæssigt perspektiv.

For at indfange rummets muligheder til gavn for Danmark er der identificeret fem nye målsætninger, der skal sætte retningen for Danmarks rumindsats fremover.

1



Rumbaseret infrastruktur og data skal bidrage til mere og bedre viden om klima, miljø, natur og biodiversitet

Rumområdet bidrager med en væsentlig del af den viden, vi har om jordens klima og tilstand - og skal fremover bidrage yderligere med data og digital infrastruktur, der skal understøtte forskere, virksomheder og myndigheder i at finde bæredygtige og omkostningseffektive løsninger på vores udfordringer inden for klima-, miljø-, natur- og biodiversitet.

2



Rumbaseret infrastruktur og data skal bidrage til smartere og mere bæredygtige byer

Rummet bidrager dagligt med information og tjenester, der understøtter en smartere, bedre og mere digital hverdag for byer og borgere. Rumbaseret data og tjenester skal fremover i endnu højere grad understøtte byernes behov for smarte løsninger i forhold til transport, digitalisering, cirkulær økonomi, klimatilpasning og miljø.

3



Rumbaseret infrastruktur og data skal bidrage til en bedre og mere effektiv offentlig service

Anvendelsen af data fra satellitter bidrager til digitaliseringen af den offentlige service i stat, regioner og kommuner. Rumbaseret information og tjenester skal fremover yderligere understøtte potentialet, hvor satellitdata kan være en væsentlig del af løsningen på kontrollen og overvågningen af implementeringen af de nationale og europæiske miljø-, klima-, natur- og biodiversitetsmål.

4



Rumbaseret infrastruktur og data skal bidrage med øget grøn værdiskabelse

Rumbaserede teknologier og kompetencer bidrager med vækst- og værdiskabelse inden for den grønne omstilling, herunder klimatilpasning og reduktionsmål. Rumbaseret teknologi og infrastruktur skal fremover bidrage yderligere til øget anvendelse af grønne teknologier og digitale løsninger i dansk erhvervsliv til gavn for Danmark og dansk eksport.

5



Rumbaseret infrastruktur og data skal bidrage til øget og bedre sikkerhed og beredskab

Stadig flere samfundsvigtige opgaver er i dag afhængige af, at rumbaserede systemer er tilgængelige, robuste og pålidelige, og systemerne skal fremover bidrage til yderligere sikkerhed og beredskab, herunder ikke mindst i Arktis. Ved at anvende satellitter kan Forsvaret og andre myndigheder blive bedre til at håndtere ekstreme vejr- og naturhændelser, redningsaktioner, håndhæve sikkerhed i luften og til søs samt håndhæve Kongerigetets suverænitæt.

Fem nye strategiske målsætninger

Fem nye målsætninger skal fremover skabe afsæt for rummets bidrag til den grønne omstilling, klimaudfordringer, digitalisering samt behovet for øget sikkerhed og beredskab.

For at indfange rumområdet muligheder og potentiale til gavn for samfundet er der identificeret fem nye målsætninger, der i forlængelse af Danmarks nationale strategi for rummet fra 2016, skal sætte retningen for Danmarks rumindsats fremover.

Nye strategiske målsætninger demonstrerer ikke kun vilje til at sætte en retning, men også at have øje for langsigtede muligheder og potentialer. Muligheder og potentialer vil naturligt udvikle og ændre sig over tid. Hver målsætning vil derfor være fulgt af en række indsatsområder, som vil skabe mulighed for en konkret, men over tid også fleksibel, opfølgning og handlingsplan. Det Tværministerielle Rumudvalg vil i sine årsrapporter følge op på målsætninger, indsatsområder, afledte initiativer, samt løbende evaluere på disse.

Fælles for alle målsætningerne er, at de kun vil blive realiseret ved en fortsat udviklings-, forsknings- og innovationsindsats på området. Målsætningerne skal derfor læses og forstås som supplement til f.eks. regeringens grønne forskningsstrategi, en national strategi for bevægelsesdata baseret på satellitnavigation, klimamålsætninger samt øvrige sektorspecifikke strategier, handlingsplaner m.m.

Traditionelle rumforskningsdiscipliner som udforskningen af vores nære himmelrum, herunder Månen og Mars, bemanded rumfart, astrofysik og astronomi, er ikke glemt, og vil fortsat være en vigtig og central del af det danske medlemskab af ESA. Opdateringen af de strategiske målsætninger vil imidlertid have fokus på den direkte og umiddelbare samfundsnytte af de rumbaserede systemer, og hvor der samtidig kræves en bred tværsektoriel opbakning for at blive realiseret.

Ministerierne bag Det Tværministerielle Rumudvalg (DTR)





Europæisk rumbaseret infrastruktur

Mange års investeringer i udvikling, opbygning og opsendelse af rumbaseret infrastruktur af bl.a. EU, EUMETSAT og ESA, har skabt rammerne for, at rummet i dag kan bidrage til en øget grøn omstilling, bæredygtig økonomisk udvikling samt øget sikkerhed. Der findes en lang række europæiske og internationale satellitsystemer og tjenester, der mod betaling eller gratis stiller data til rådighed. Her gennemgås de mest centrale europæiske aktører og systemer, hvor Danmark som medlemsland har en aktiv rolle og fuld adgang til data og ydelser fra disse systemer.

Europæiske rumaktiviteter

I EU's finansielle periode for 2021-2027 er størstedelen af EU's rumaktiviteter underlagt et nyt samlet rumprogram. Programmet indeholder både de eksisterende programmer Galileo, EGNOS og Copernicus samt nye initiativer som GOVSATCOM, der har fokus på sikker kommunikation til myndigheder samt SSA, der omhandler sikker brug af rummet. Som udgangspunkt er anvendelse af europæiske rumsystemer åben og gratis for ad den vej at stimulere anvendelse og vækst, om end en række tjenester er reserveret til særlig sikker og pålidelig myndighedsanvendelse.

Ambitionen i programmet er, at det skal fastholde EU's rolle som en global leder og stimulere

europæisk forskning, innovation, teknologiudvikling og vækst. Særligt er der kommet et større fokus på start-ups samt små- og mellemstore virksomheder med henblik på at diversificere rumøkonomien i EU's medlemslande og på et bredt spektrum af anvendelser.

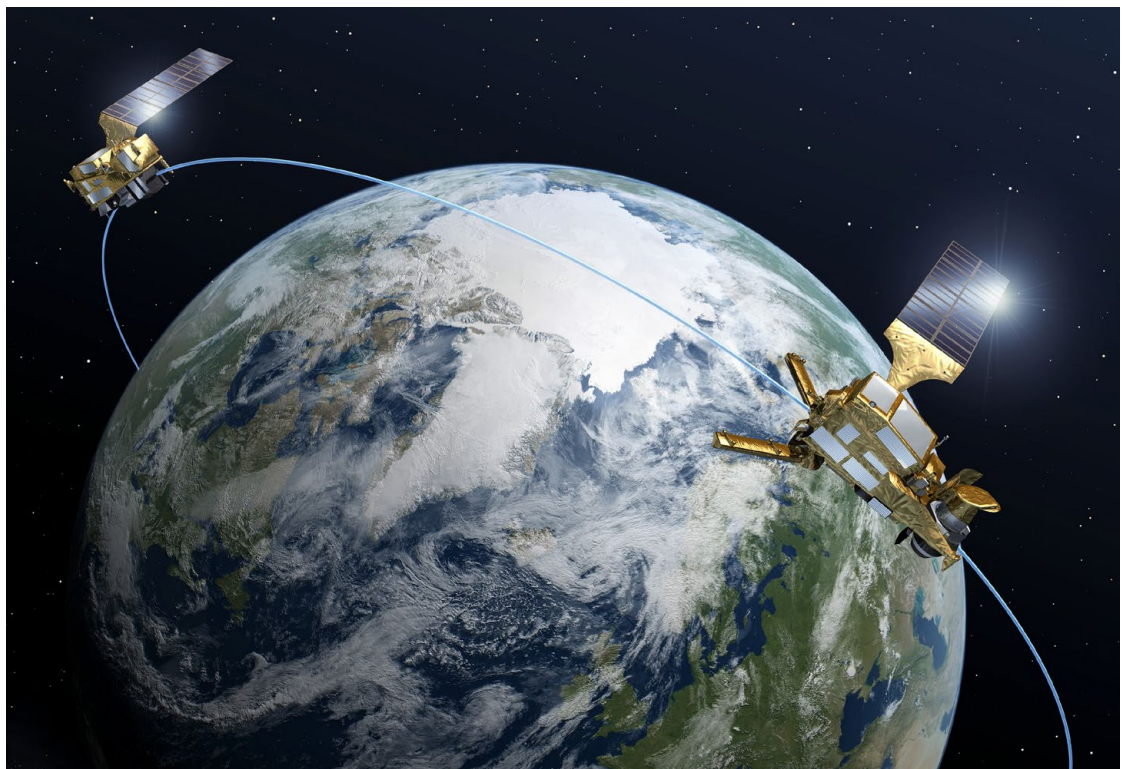
Den Europæiske Rumorganisation, ESA har udviklet og designet EU's to store ruminfrastrukturer, jordobservationsprogrammet Copernicus og satellitnavigationssystemet Galileo. Det anslås, at de to systemer tilsammen har kostet over 125 mia. kr. ESA udvikler også meteorologiske satellitter til EUMETSAT, som er den europæiske organisation, der står bag Europas vejr-satellitter, og som bl.a. giver DMI adgang til vejr- og klimadata.

EU anslår, at over 10 pct. af EU's samlede BNP til en vis grad er afhængig af satellitnavigation. London Economics fastslog i 2019 tilsvarende, at 23 pct. af den danske BNP skabes i brancher, der er afhængige af globale satellitnavigationssystemer (GNSS).

Via EU-medlemskabet og de danske medlemskaber af ESA og EUMETSAT bidrager Danmark derfor allerede til den store fælles infrastruktur, som satellitsystemerne udgør. Disse systemer vil løbende skulle opdateres og udskiftes, men Danmark bidrager proportionalt via sine medlemskaber, og vil ikke separat skulle betale for udvikling, opsendelse og adgang.



Sentinel-5 under Copernicus-programmet udgøres af et spektrometer båret af meteorologiske satellitter af typen MetOp Second Generation. Sentinel-5 vil levere data om atmosfærens sammensætning fra en polar bane omkring 800 km over jordens overflade.





Europæiske rumorganisationer -agenturer og -infrastruktur



EUSPA

EUSPA – Den Europæiske Unions Agentur for Rumprogrammet EUSPA (The European Union Agency for the Space Programme) er EU's agentur for EU's samlede rumprogram. EUSPA bliver udover Galileo og Copernicus også ansvarlig for GOVSATCOM, der skal udvikle sikker kommunikation for offentlige myndigheder, samt Space Surveillance and Tracking (SST), som skal observere og spore objekter i kredsløb om jorden. EU's rumprogram vil i perioden 2021-2026 have et samlet budget på over 108 mia. kr.



Copernicus

Copernicus er ét af de mest avancerede jordobservations-systemer i verden. Copernicus understøtter en lang række samfuntsfunktioner inden for bl.a. klima, sikkerhed, transport, sundhed, miljø, landbrug og fiskeri. Copernicus bygger på en konstellation af satellitter understøttet af tusindvis af jord-, luft- og havbaserede sensorer, der tilsammen giver et meget detaljeret billede af jordens tilstand. Med en produktion på 12 terabytes data om dagen er Copernicus den største dataleverandør i verden.



Galileo & EGNOS

Galileo er EU's eget GNSS eller satellitnavigationssystem (i stil med det amerikanske GPS), der giver nøjagtig information om position, navigation og timing. Galileo anvendes i en bred vifte af applikationer, bl.a. til at forbedre kvaliteten af navigationsdata til brug i biler, ved brug af autonome systemer, optimering af sø- og landtransport samt i mobiltelefoner. Galileo er tæt på at være bygget færdigt. Konstellationen består p.t. af 26 satellitter, med fire satellitter på vej. Galileo vil løbende udbyde nye tjenester, der giver mulighed for nye anvendelsesmuligheder. EGNOS, som er et underprogram til Galileo, anvendes til at forbedre pålideligheden og nøjagtigheden af GPS-signaler, f.eks. i forbindelse med præcisionsanflyvninger med luftfartøjer i kontrolleret luftrum, og på sigt også verificering af Galileosignaler.



ESA – Den Europæiske Rumorganisation

Danmark var i 1975 med til at grundlægge Den Europæiske Rumorganisation, ESA, som har fokus på videnskabelig udforskning af rummet samt udvikling af rumteknologier inden for alle grene af rumfarten, herunder astronomi, astrofysik, bemanded rumfart, udforskning af Mars, løfteraketter, kommunikation, navigation og jordobservation. Danmarks bidrag i 2021 er på 238 mio. kr. til ESA's samlede budget på ca. 42 mia. kr.



EUMETSAT – European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites

Danmark er medlem af den mellemstatslige organisation EUMETSAT, som står for driften af et system af meteorologiske satellitter. Satellitterne leverer døgnet rundt vejr- og klimadata til medlemslandenes meteorologiske tjenester herunder til DMI. EUMETSAT deltager i Copernicus både med data fra egne satellitter men står også for driften af de Copernicus-satellitter, der har fokus på klima-, hav- og atmosfæredata. EUMETSAT har p.t. 30 medlemsstater. EUMETSAT har et årligt budget på 3,6 mia. kr. og Danmarks bidrag er i 2021 på 63,5 mio. kr.



Billedet er taget af ESA-astro­naut Thomas Pesque d. 27. marts 2017 fra Den inter­nationale rumsta­tion, og lagt på sociale medier med teksten: "We also have auroras in Europe (and they are the best auroras, it is true): a bit to the north, though. The big city in the foreground is Warsaw, and over there I see Copenhagen."



“

Rumområdet er med sin globale dækning, høje digitaliseringsgrad og teknologiske udviklingsmuligheder særlig velegnet til at hjælpe Danmark og verden til at styrke den grønne omstilling. Det vil fortsat kræve forskning, innovation og udvikling, når rummet skal udvikle sit potentiale i den grønne omstilling.

- Ane Halsbo-Jørgensen, Uddannelses- og Forskningsminister.

Målsætning 1

Rumbaseret infrastruktur og data skal bidrage til mere og bedre viden om klima, miljø, natur og biodiversitet

Rumområdet bidrager med en væsentlig del af den viden, vi har om jordens klima og tilstand - og skal fremover bidrage yderligere med viden og digital infrastruktur, der skal understøtte forskere, virksomheder og myndigheder i at finde bæredygtige og omkostningseffektive løsninger på vores udfordringer inden for klima-, miljø-, natur- og biodiversitet.



En væsentlig del af vores samfunds digitale infrastruktur kommer fra systemer som Galileo og Copernicus. I kraft af den daglige overvågning af Jordens tilstand og modtagelsen af præcise positions- og tidsangivelser kan infrastrukturen gennem forskning og innovation omsættes til grønne løsninger på vores klima-, miljø-, natur- og biodiversitetsudfordringer.

Satellitter kan udpege de mest egnede lavbundslande til udtagning i landbruget

Landbruget vil i 2030 stå for ca. en tredjedel af Danmarks udledninger, medmindre der iværksættes klimareducerende tiltag. De væsentligste drivhusgasser inden for landbruget er lattergas og metan. Et af de mest omkostningseffektive virkemidler til reduktion af drivhusgasser på landbrugsområdet er udtagning og efterfølgende vådlægning af lavbundslande. En væsentlig barriere er imidlertid mangel på viden om vandstanden i de danske lavbundslande. Jordobservationer fra satellitter har potentialet til at kortlægge og overvåge jordbundens indhold af næringsstoffer, vandindhold samt dens evne til at binde kulstof, og derigennem bidrage til at identificere de mest egnede lavbundslande.

Satellitter kan udgøre datagrundlaget for en helhedsorienteret miljø-, natur- og klimaregulering

En øget anvendelse af Copernicus jordobservationsdata giver nye muligheder for at kortlægge både jordbunden og naturen. Satellitdata er generelt velegnet til at indgå som datagrundlag i en samlet og helhedsorienteret regulering af naturressourcerne, som tager hensyn til både klima, miljø, natur og biodiversitet. I modsætning til stikprøvemålinger, som er manuelle, geografisk begrænsede og relativt omkostningstunge, er satellitdata oftest gratis, i stor skala og ofte daglige i deres opdateringer. Med jordobservationsdata fra fly og satellitter som det grundlæggende input i modellerne vil det i teorien være muligt at opbygge en højopløselig overvågningsmodel af alle naturressourcer og økosystemer i Danmark. På sigt vil det næsten i realtid gøre forskere og myndigheder i stand til at levere input til beslutninger om hensigtsmæssig regulering og deres effekter på regeringens og EU's klima-, natur-, miljø- og biodiversitetsmål.

Satellitter er allerede på vej ind i landbruget, men potentialet er langt fra udnyttet

Anvendelsen af satellitter bidrager allerede til landbrugets grønne omstilling og digitalisering gennem udviklingen af præcisionslandbrug. Digitale satellitbilleder fra Copernicus i kombination med Machine

Learning og AI-algoritmer giver landmanden muligheden for at overvåge afgrødernes tilstand og præcist planlægge det reelle behov for både gødning, vand og sprøjtegifte på markerne. Forbruget kan optimeres og derved reduceres ved brug af maskiner, hvis position på marken er bestemt ved hjælp af navigations satellitter. Med Galileo vil man inden for de næste par år få adgang til en såkaldt High Accuracy Service, som uden betaling leverer satellitnavigationsdata på min. 20 cm nøjagtighed. Derudover kan nuværende og kommende satellitter også benyttes til at vurdere graden af tørke i jorde og afgrøder samt bidrage til prioritering af f.eks. vandingsbehov. Selvom landbruget i høj grad har taget teknologien til sig, er det dog stadig få, som udnytter dets fulde potentiale, når jordobservationer kombineres med præcisionsteknologi: Mens 24 pct. af bedrifterne bruger navigations satellitter til mere præcis kørsel af traktor eller mejetærsker, er det kun 4 pct. af bedrifterne, som anvender satellitbilleder til at danne mere præcise kort som basis for at tildele gødning og sprøjtemidler¹.

Satellitter optimerer transportruter og kan bygge bro til fremtidens grønne brændstoffer

Både i Danmark og globalt er transportaktiviteten stigende og forventes at stige mange år frem. I Danmark forventes transportsektoren i 2030 at stå for ca. 1/3 af Danmarks samlede drivhusgasudledninger. Udviklingen og udbredelsen af nye brændselsteknologier forventes at tage mange år, og der er derfor på kort sigt stadig et potentiale for at udnytte ruminfrastrukturen til at optimere transporterhvervets logistik og energiforbrug og derigennem reducere drivhusgasudledninger. Inden for logistikbranchen bruger 64 pct. allerede satellitbaserede positioneringstjenester.² Mens persontransporten på sigt forventes at blive domineret af elbiler, er det ikke muligt inden for en overskuelig fremtid på samme måde at anvende el som drivmiddel i den tunge vejgodstrafik samt for skibe og fly til transport over længere distancer.

Et foreløbigt skøn har vist, at en national datadelingsinfrastruktur i kombination med algoritmer og en nøjagtig realtidspositionering via satellitter har potentialet til at reducere vejgodstrafikkens udledninger med 20-30 pct. og skabe grundlaget for at styrke det danske transporterhvervs internationale konkurrenceevne gennem digital innovation³.

Skibes energiforbrug kan ligeledes reduceres op til 5 pct. ved at blive bedre til at inkludere satellitmålinger af havstrømme, bølger, vind og vandstand/dybder i de eksisterende modeller for beregning af de mest optimale ruter. Inden for luftfarten er der ligeledes et potentiale for væsentlige optimeringer af flyruter og dermed energieffektiviseringer.



Vi kan reducere udledningerne fra last- og varebiler med 20 til 30 pct. gennem udviklingen og udbredelsen af intelligente rute- og fragtplanlægningsmodeller, hvis vi kombinerer den nyeste digitale teknologi med vores ruminfrastruktur⁴.

Satellitter sænker omkostningerne til investeringer i vedvarende energi og energieffektivisering

Vind- og solenergi forventes at udgøre de største bidrag inden for vedvarende energi i de kommende 30 år i Europa og globalt. Satellitdata kan bidrage til at sænke omkostningerne til denne enorme omstilling af klodens energiproduktion og forbrug. I dag er der eksempelvis 10-15 pct. usikkerhed, hvis man vil forudsige en vindmølles elproduktion med matematiske modeller. Jordobservationer fra satellitter vil bedre kunne skelne mellem forskellige typer af landskab og dermed med større sikkerhed udpege de mest lovende placeringer for nye vindmølleparker på land. Årsagen er, at man ikke har de rigtige værktøjer til at skelne mellem eksempelvis omkringliggende skovområder og flade områder og i stedet bedømmer landskabets egenskaber manuelt. På havet kan satellitdata ligeledes anvendes til at finde de bedste placeringer til nye havmølleparker, ligesom satellitdata også kan anvendes til at finde de geologiske optimale placeringer til geotermiske anlæg eller sikker opbevaring af CO₂ under jorden. Ved fremtidig lagring af CO₂ i undergrunden kan jordobservationer monitorere overfladebevægelser på samme måde som med gaslagre og minedrift. Selvom hele vores energiforbrug i stigende grad baseres på vedvarende energi, vil der fortsat være et potentiale for at sænke omkostningerne til den grønne omstilling ved at udnytte energien mere effektivt. Højopløselige vejrdata fra satellitter kan bl.a. bidrage til at sænke omkostningerne til at energieffektivisere både nyt byggeri og eksisterende bygninger, når mere præcise vejrdata giver mulighed for at korrigere for det lokale udeklima. Et historisk arkiv med lokale vejrdata vil også give mulighed for at foretage mere præcise vurderinger af restlevetiden for konkrete bygge- og anlægskonstruktioner.

Satellitter udvikler vores globale klimamodeller og vil snart udpege udledningsskilderne på Jorden

Hidtil har man målt den totale CO₂-mængde i atmosfæren uden at være i stand til at skelne mellem den naturlige og menneskeskabte udledning. I 2025 opsendes den første af tre Copernicus satellitter, der gør det muligt at identificere kilderne til udledninger af drivhusgasser, og vil være et vigtigt supplement til de nationale målinger af luftforurening. Derudover kan satellitdata og jordobservationer øge kvaliteten af det eksisterende datagrundlag for Danmarks opgørelser af udledninger og kulstofoptag i jorde og skove, som supplement til manuelle punktmålinger.

Det er forventningen, at de faktiske udledninger vil kunne basere sig på eller i det mindste verificeres af præcise satellitmålinger. De internationale klimaforhandlinger kan dermed ske på et bedre databaseret fundament. Paris-aftalen baserer sig på klimamodellernes analyser af fremtidens globale temperaturstigning, og disse analyser vil fortsat være afhængige af bl.a. danske forskeres studier af f.eks. afsmeltningen af havisen i Arktis og en lang række andre kritiske klimavariabler for at kunne forudsige klimaforandringerne. Usikkerhederne i klimamodellerne betyder, at der samtidig er et behov for nye typer af observationer fra satellitter og rumbaserede observatorier, og disse data er essentielle for bl.a. FN's klimapanel. For bedre at forstå udviklingen af planetens klima er der bl.a. behov for at observere og studere Jordens skydække, tordenstorme i atmosfæren, marine hdebølger og ikke mindst udviklingen i de polare egne. Viden om atmosfæren på andre planeter kan dertil bidrage med vigtig viden, f.eks. om hvordan drivhuseffekten på Venus er løbet løbsk.



Verdens første energier skal bygges i Danmark og udnytte vores store vindressourcer i Nord- og Østersøen.

Satellitter giver os viden om, hvordan vi bedst og omkostningseffektivt tilpasser os klimaforandringerne

Udviklingen af klimamodeller og valideringen af disse er afgørende for vores evne til at forudsige størrelsen og hastigheden af de klimaforandringer, som potentielt kan medføre store ødelæggelser. Viden om hyppigheden af ekstrem nedbør har f.eks. afgørende betydning for størrelsen af investeringer i kloakker og nedslivningsanlæg i byerne eller sikring af afgrøder. Det er essentiel viden, der også kan anvendes i lande med langt mere ekstreme vejrforhold end i Danmark.

For at kunne målrette investeringerne i de lokale forhold, er det nødvendigt at supplere de globale klimamodeller med satellitobservationer. Der er f.eks. behov for observationer af vandstand og bølgehøjde i de kystnære områder for at beregne, hvilke områder der risikerer at blive ramt af stormflod. På land er der behov for at observere terrænændringer og kortlægge interaktionen mellem grundvand og overfladevand for bedre at kunne forudsige oversvømmelser som konsekvens af hyppigere tilfælde af ekstrem nedbør. Forandringer i jordoverfladens hældning og befæstelse har desuden stor betydning for konstruktionen af anlæg til lokal nedslivning af regnvand eller konstruktionen

af forsyningsledninger og andre store infrastrukturprojekter. Her er nøjagtige højdemodeller genereret fra fly og satellitter afgørende. Jordobservationer kan ligeledes give ny viden om kystudvikling og kystnære sætninger, som er væsentlige at kunne fremskrive i tillæg til havniveaustigninger. Flere, bedre og hyppigere satellitobservationer vil føre til en mere effektiv udnyttelse af de ressourcer, samfundet afsætter til klimatilpasning.

Udover at måle vindenergipotentiale kan jordobservationer understøtte EU-målsætningen om, at der skal etableres 20 gange flere havvindmøller frem mod 2050. Satellitter kan understøtte allokering af nye havområder til den forventede ekspansion i og uden for danske farvande.





Indsatsområder

1

Prioritering af grønne rumprogrammer og missioner i EU, ESA og EUMETSAT

Danmark bidrager primært til den rumbaserede klimaforskning og opbygning af ruminfrastrukturen gennem bidrag og bevillinger til EU, ESA og EUMETSAT. Over de næste 10 år er det forventningen, at antallet af satellitter og missioner, og deraf anvendelsesmuligheder, vil stige markant og kan give både nye og bedre muligheder for at bruge satellitter i den grønne omstilling i Danmark og i klimaovervågningen af Arktis. Danmark vil derfor i EU, ESA og EUMETSAT arbejde målrettet for at fremme programmer og missioner, som direkte eller indirekte understøtter danske interesser, den grønne omstilling samt observationer i Arktis.

2

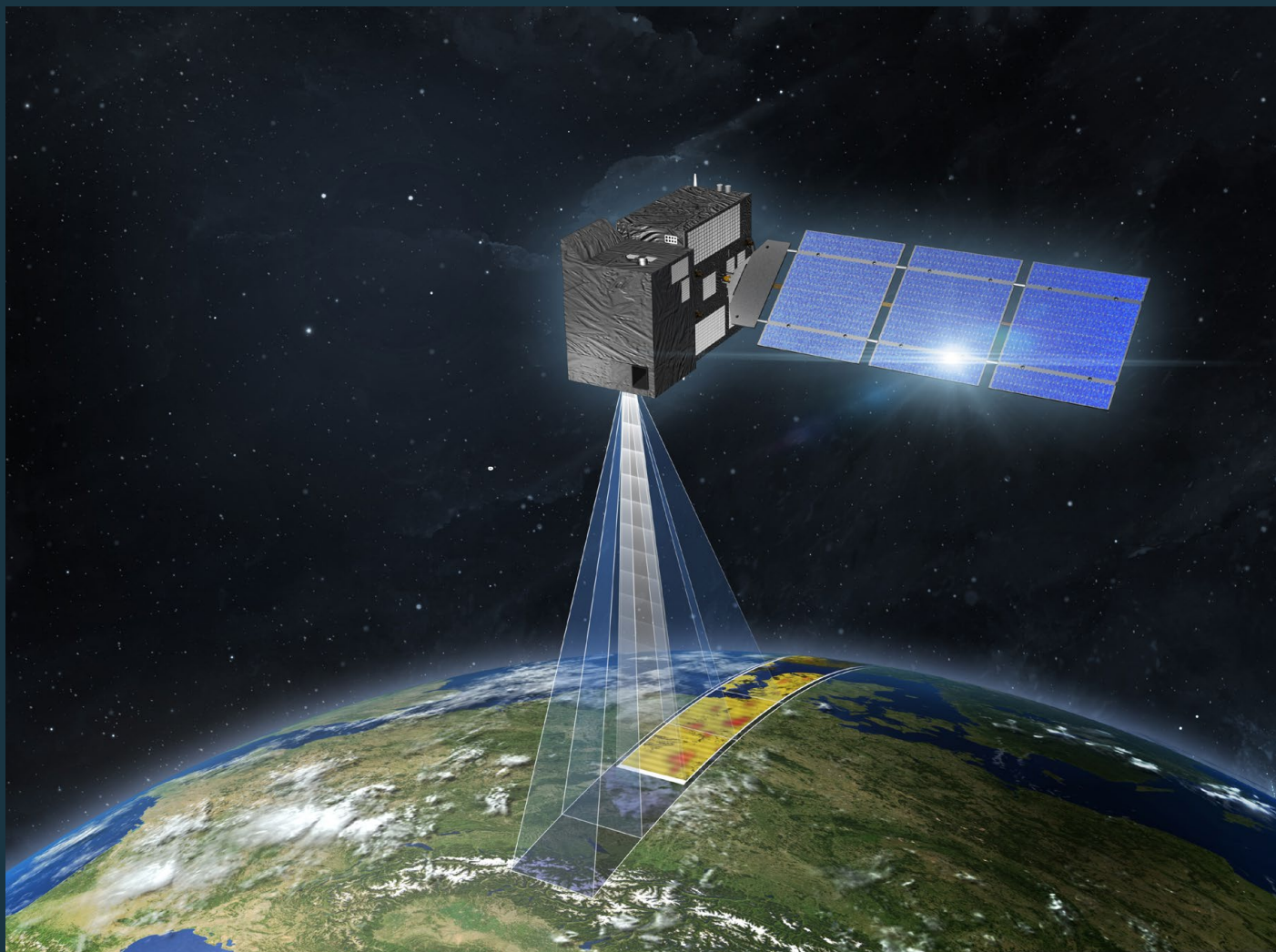
Øget viden om betydningen af satellitdata for opfyldelsen af regeringens klima-, naturmiljø- og biodiversitetsmål samt FN's verdensmål

For at forløse rumområdet potentiale og andre positive effekter i kommende grønne og digitale strategier, handlingsplaner og partnerskaber kræves en fortsat afdækning af områdets sektorbidrag til at opfylde såvel regeringens klima-, natur-, miljø- og biodiversitetsmål som FN's verdensmål. Det drejer sig om at dokumentere reduktionspotentialer og andre grønne gevinster gennem nye analyser, kortlægge hvilke data- og datasammensætninger der præcist er behov for, hvilke data der er i forvejen, og hvordan de kan tilgængeliggøres og modnes til at bidrage til nye grønne løsninger og tværgående indsatsler.

3

Understøttelse af regeringens grønne forskningsmissioner

Rumområdet har potentialet til at understøtte opfyldelsen af regeringens grønne forskningsmissioner, og bl.a. derfor er det afgørende, at data, teknologi og forskning på rumområdet modnes og bringes effektivt i spil. Det kan f.eks. realiseres gennem forslag til 'road maps' og deltagelse i de store grønne partnerskaber, som forventes udviklet over de næste år som led i implementeringen af regeringens grønne forskningsstrategi. En væsentlig forudsætning er, at aktørerne på området - både forskere, virksomheder og ofte myndigheder - er i stand til tidligt at gå sammen i et samarbejde om definition, beskrivelse og dokumentation af konkrete forslag til rumbaserede løsninger i stor skala. Der kan derfor være behov for at accelerere den nødvendige modnings- og samarbejdsproces ved bl.a. sammen med miljøerne at undersøge mulighederne for at etablere og understøtte mindre rumbaserede partnerskaber, som kan opbygge viden på området, bidrage til udvikling af 'road maps' og grønne partnerskaber samt fungere som udviklings- og sparringspartnere for myndigheder og fonde. Der kan være muligheder inden for f.eks. remote sensing, trafikstyring, fiskeri og akvakultur, vindenergi, energieffektivisering af bygninger, skibstransport, CCS og geotermi, rent vand og ren luft.



ESA-illustration af CO2M, der skal måle direkte på menneskeskabt CO₂-udledning.

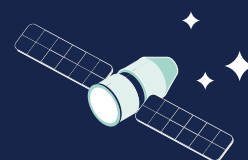
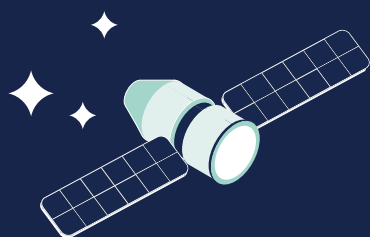
Case Copernicus CO₂-missioner (CO2M)

I 2025 planlægges den første af op til tre Copernicus satellitter opsendt, der vil gøre det muligt at identificere kilderne til menneskeskabte udledninger af CO₂ fra rummet. I henhold til Paris-klimaaftalen skal de enkelte lande udarbejde nationale CO₂-opgørelser, og det er til dette formål, at CO2M skal levere data. Missionerne vil bidrage til styrket klimamonitorering og til, at de internationale klimaforhandlinger kan ske på et bedre databaseret fundament. Den danske virksomhed Terma leverer elektroniske komponenter til satellitterne i form af en række multifunktionsenheder (Remote Terminal Unit- RTU), der sammen med On-Board-Computeren bruges til overvågning og styring af satellitten. RTU'erne overvåger og kontrollerer bl.a. temperaturer, sensorer, ventiler og en lang række andre funktioner ombord på satellitten.

Målsætning 2

Rumbaseret infrastruktur og data skal bidrage til smartere og mere bæredygtige byer

Rummet bidrager dagligt med information og tjenester, der understøtter en smartere, bedre og mere digital hverdag for byer og borgere. Rumbaseret data og tjenester skal fremover i endnu højere grad understøtte byernes behov for smarte løsninger i forhold til transport, digitalisering, cirkulær økonomi, klimatilpasning og miljø.



Danmark står med såvel ambitiøse klimamål som med voksende udfordringer i form af klimatilpasning, en demografisk ændring i befolkningen og nye forskydninger mellem land og by. Det sætter både infrastruktur og ressourcer under pres i et krydsfelt mellem grøn omstilling, velfærd og udvikling.

Alene i EU forventes 85 pct. af befolkningen i 2050 at bo i byerne⁵, hvilket stiller enorme krav til nye smarte løsninger, såfremt byerne skal udvikle sig sundt og bæredygtigt. Samtidig udleder byerne, der kun dækker ca. 3 pct. af landoverfladen, op mod to tredjedele af drivhusgasserne⁶. Dertil står byerne over for udfordringer som klimatilpasning, affalds- og spildevandshåndtering, sundhed, beboelse, mobilitet, sikkerhed, luft- og støjforurening samt adgang til rent vand, natur og bæredygtig energi. Dertil ligger mange byer tæt på havet, hvilket skaber udfordringer ved stigende vandstand i havene.

Satellitter bidrager med væsentlig data til fortsat digitalisering af byerne

Satellitter, droner, sensorer og IoT-netværk m.m. producerer stadig mere dynamiske data og skaber nye netværk i byerne, der bl.a. kan dele informationer via 5G og satellitter i realtid. Det åbner nye døre for mere ressourceeffektive og innovative løsninger via tværgående horisontale teknologier som kvantekommunikation, digitale tvillinger, kunstig intelligens og 'block chain'.

Adgangen til data og viden om hvor forskellige mobile eller dynamiske objekter befinder sig på et givent tidspunkt, vil ændre store dele af vores hverdag og kan bidrage til mere bæredygtige måder at løse opgaver på med nye grønne forretningsmodeller og velfærdsløsninger. Det gælder ikke kun løbehjul og delebiler i den stadig større dele- og cirkulære økonomi, men også for velfærdsprodukter og for produkter der stiller øgede krav til ægthed via autentificering og certificering, f.eks. bæredygtige produkter og fødevarer.

Rumbaserede teknologier, som EU's Galileo- og Copernicus-programmer samt ESA's teknologiprogrammer, har betydeligt anvendelsespotentiale i den grønne digitale økonomi, der skal sikre en grøn omstilling af vores byrum og samtidig skabe en smartere og mere bæredygtig udvikling. De centrale teknologier er monitorering, kommunikation, navigation og nøjagtige tidsangivelser – og disse bidrager løbende med relevante realtidsdata om vejr, miljø, klima, biodiversitet, bebyggelse, positionering, timing, autentificering, geodata samt sikker og pålidelig kommunikation mellem enheder. Potentialet ligger i evnen til i realtid og via horisontale digitale værktøjer, som f.eks. digitale tvillinger, at kombinere, kommunikere og agere på disse

informationer til gavn for en bæredygtig udvikling og til gavn for borgere og myndigheder.

Allerede i dag er rumområdet i form af navigation og præcis tidsangivelse en integreret og nødvendig del af vores samfund. Anvendelse af meget nøjagtig timing, f.eks. via navigationssatelliternes atomure, bruges enkelte steder allerede ved lovkrav, som f.eks. ved tidsstempling af finansielle transaktioner. Timing anvendes også til synkronisering af mobilnetværk og eltransmissioner. London Economics fastslog i 2019, at 23 pct. af den danske BNP skabes i brancher, der er afhængige af globale satellitnavigationssystemer (GNSS). Det forventes at den andel stiger i takt med større efterspørgsel fra nye sektorer og nye udfordringer, som kræver stadig større nøjagtighed og verificering af tid og sted.

Satellitnavigation er væsentlig for bæredygtig transport og autonome robotter

Intelligent trafikstyring og logistikoptimering af varer i og omkring byerne vil have en direkte effekt ved at reducere emissionsgasser og vil således også have direkte betydning for luftkvaliteten og vores sundhed.

Dertil udgør trængsel på vejene en tilsvarende økonomisk udfordring for mange byer. DI har anslået, at trængsel på de danske veje skaber samfundsomkostninger på 25–27 mia. kr. årligt⁷. EU angiver tilsvarende, at smart trafiknavigation vil kunne spare EU-landene samlet for 20 mia. euro årligt⁸. Intelligent trafikoptimering, bl.a. baseret på øgede logistikprocesser, digitale trafiksimuleringer og sømløs offentlig transport, hvor satellitnavigation er et væsentligt element, kan medvirke til en reduktion i trængslen på vejene og i byerne.

Muligheden for nøjagtig positionering indendørs og i tæt bebyggede områder, hvor der ikke er direkte dækning fra navigationssatellitter forventes at have stort potentiale.

Et eksempel på innovativ brug af nøjagtig positionering findes i Aarhus, hvor Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering i samarbejde med DTU Space og Aarhus Kommune har iværksat en forsknings- og udviklingsplatform for præcis positionering og autonome systemer (TAPAS⁹). TAPAS udgør en unik platform for nøjagtig realtidspositionering dækkende en hel by i realtid, hvor navigations-signaler fra satellitter kombineret med en række lokale fikspunkter, giver en meget høj nøjagtighed. Platformen kan bruges til at afprøve mulighederne og ikke mindst grænserne for eksempelvis at koble positionering på centimeterniveau indendørs og udendørs sammen. Det vil bl.a. kunne understøtte videreudviklingen af den teknologi, der på sigt vil

kunne understøtte, at autonome droner og robotter kan levere genstande, som f.eks. livsvigtig medicin mv., inde i bygninger.

Satellitter skaber viden om nødvendige klimatilpasninger og kritiske ressourcer

Byerne er med sin høje grad af bebyggelse og befæstningsgrad særligt udsatte over for stigende regnmængder, højere vandstand og øgede temperaturer.

Satellitobservationer kan hjælpe byerne med at få det nødvendige overblik i forhold til at kunne imødegå de værste konsekvenser af klimaforandringerne og samtidig leve op til øgede reduktionsmål for trafik og energiproduktion. Kortlægning af udsatte områder hjælper byerne med risikoreduktion ved sikring af diger, moler, havne, broer, veje og bygninger, hvorved der undgås tab og skader fra f.eks. oversvømmelser forårsaget af klimaændringerne.

Ved nøjagtig kortlægning af kritiske, men også dynamiske, vandressourcer kan byerne bedre beskytte drikkevandsforsyninger mod miljøpåvirkning fra industriel produktion, affald og forurening fra oversvømmede kloaker. Tilsvarende er viden om vegetationsudbredelse i byernes grønne 'åndehuller' vigtig for at imødegå såkaldte 'varmeøer' i byerne.

Selv uden klimaændringer er satellitobservationer gavnlige for overvågning af bebyggelser, veje, grønne områder og nedgravet infrastruktur. Monitorering af landbevægelser skaber mulighed for at identificere særlige områder med særligt behov for opmærksomhed på nedgravede ledningsnet. Løbende monitorering af infrastruktur er således ressourcebesparende, da løbende målrettet vedligehold er billigere end udbedring af skader.

I Danmark er mere end 850 km² inddæmmed land, hvoraf store, lavtliggende arealer forvaltes ved en kombination af diger, dræn og løbende justering af vandstanden. Byområder, landbrug og infrastruktur beliggende på inddæmmede arealer kan opleve problemer med bevægelser i jorden eller undergrunden, hvilket kan betyde store økonomiske udgifter – også til vedligehold.

Ved hjælp af målinger baseret på InSAR-data fra Copernicus-satellitterne¹⁰ kan man med millimeters nøjagtighed følge landbevægelser (hævninger og sætninger) af jordoverfladen. Denne viden kan anvendes inden for en lang række områder fra areal- og byplanlægning, bestemmelse af lavbundsjord over transport- og forsyningsinfrastrukturplanlægning og til forskning i geotekniske forhold i jordlag og fundering, samt om

bevægelserne påvirkes af perioder med f.eks. tørke eller meget nedbør.

Detaljeret kortlægning over varmeudledning kan identificere en voksende, og visse steder forældet, bygningsmasse, der lægger beslag på energi- og varmemeforbrug i byerne, mens energi- og varmfordeling på sigt kan tilpasses byens spidsbelastninger baseret på realtidsviden fra satellitter og IoT sensorer.

Styrket erhvervspotentiale for smarte byløsninger med rumdata

Der skønnes at være gode eksportmuligheder for grønne og smarte byløsninger. Det globale kommercielle marked for nye smarte byløsninger blev i 2016 vurderet til at udgøre 1,3 billioner US\$ og med en årlig vækst på 17 pct.¹¹

Danmark oprettede i 2019 ESA BIC Denmark, et dansk incubationscenter ved DTU, Aarhus Universitet og Aalborg Universitet, der i et netværk med øvrige rummiljøer og virksomheder i hele Europa skal understøtte nye forretningsmuligheder baseret på rumteknologier og applikationer, herunder især anvendelse af data fra rummet. Ved at kæde ny anvendelse af rumteknologier sammen med ESA's fokus på stærke business cases skabes der grobund for flere levedygtige opstartsvirksomheder og kommercielle muligheder. ESA BIC har dertil mulighed for at oprette en 'ambassadørrolle', som kan matche, stimulere og understøtte optag af rumbaseret viden og data i andre sektorer, herunder f.eks. i en smart cities sammenhæng.

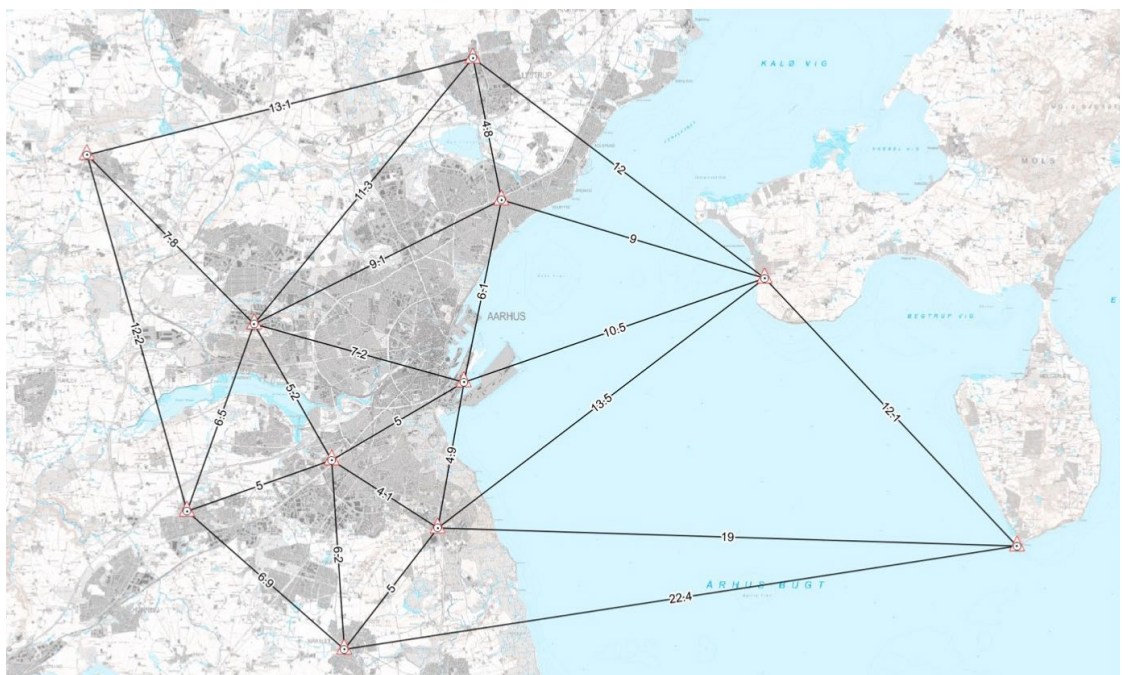


Smart cities and communities (i.e. both larger and smaller cities) are promising places for implementing the Green Deal objectives, as they strive for reducing resource consumption and pollution, adapting to climate change, and improving people’s quality of life, using digital technologies and intelligent solutions.

- EU Green Deal



TAPAS platformen består af et netværk af 11 reference-stationer, som forbedrer data fra globale satellitbaserede navigationssystemer som GPS og Galileo m.fl. (GNSS). Med TAPAS vil brugeren opnå en nøjagtighed på få centimeter i realtid. Dette gælder også for genstande i bevægelse. TAPAS tilbyder den størst mulige fleksibilitet til forsknings- og udvikling af næste generation af netværk for positioneringsteknologi.



Indsatsområder

1

Understøtte optag og integration af rumbaseret data i smarte bæredygtige løsninger

Rumområdet har potentialet til at understøtte en smartere og mere bæredygtig og digital udvikling i hele samfundet, herunder særligt i byerne, hvor udfordringerne og potentialerne i forhold til reduktioner, ressourcer, transport og tilpasning til et ændret klima er særligt store. Særligt krydsfeltet mellem positioneringsteknologier og jordobservationsdata kombineret med sensorer, timing og IoT synes at have stort potentiale. Virkemidler kan være øget viden og formidling om teknologiske og digitale muligheder og potentialer samt kortlægning af centrale aktører som klynger, virksomheder, universiteter og myndigheder.

2

Øget dialog med centrale aftagere af datadrevne løsninger

Dialog, opmærksomhedsskabende aktiviteter, matchmaking, case-kataloger samt projekter mellem udbydere og aftagere kan understøtte området og bl.a. identificere nye kommercielle muligheder og løsninger. Optag af satellitbaseret information hos centrale aftagere i byerne vil være et værdifuldt bidrag til en øget dansk digitaliseringsparathed.

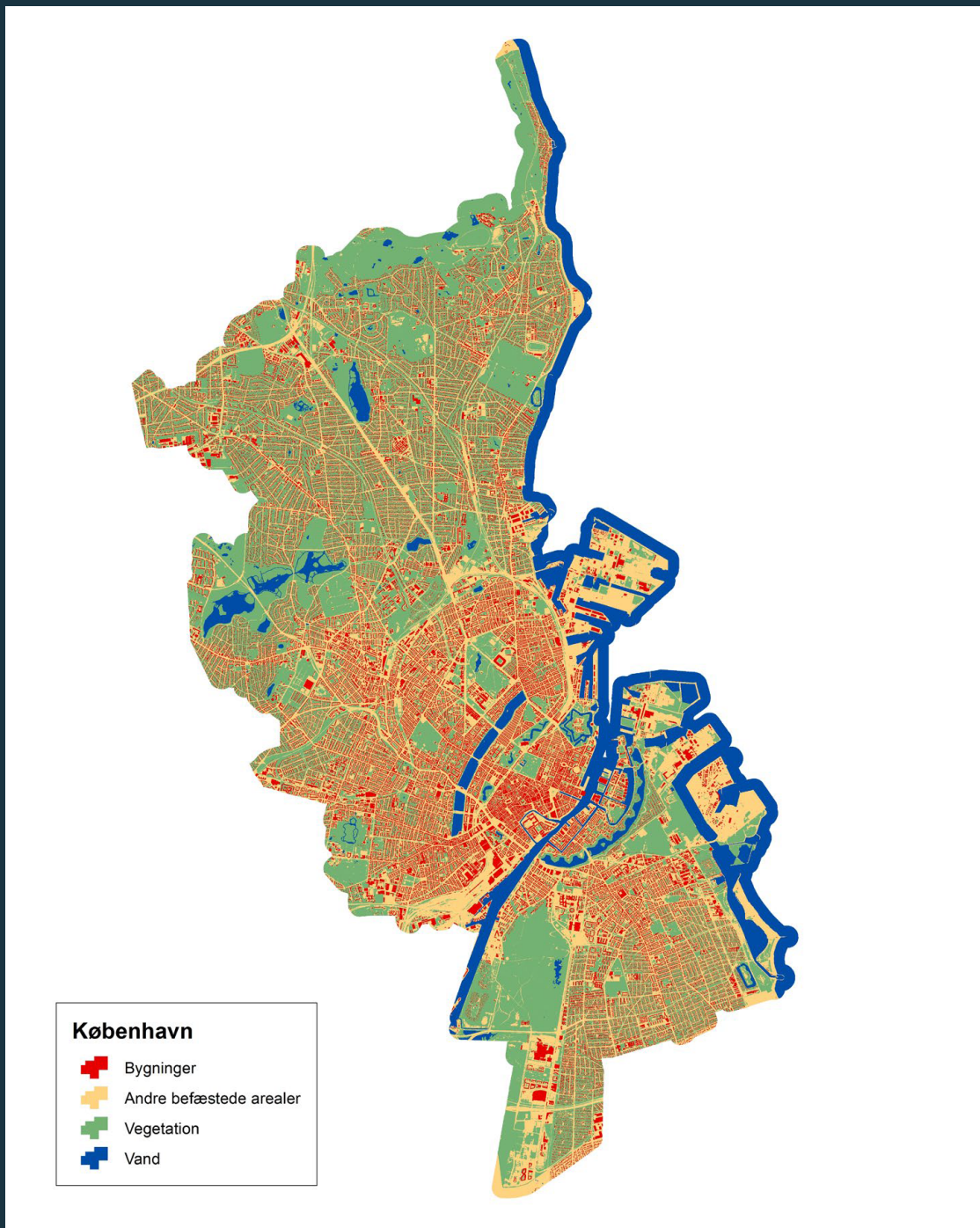
3

Understøtte smarte samfundsløsninger i europæisk rumsamarbejde

Rumområdet har potentialet til at understøtte opfyldelsen af regeringens grønne forskningsmissioner, og bl.a. derfor er det afgørende, at data, teknologi og forskning på rumområdet modnes og bringes effektivt i spil. Det kan f.eks. realiseres gennem forslag til 'road maps' og deltagelse i de store grønne partnerskaber, som forventes udviklet over de næste år som led i implementeringen af regeringens grønne forskningsstrategi. En væsentlig forudsætning er, at aktørerne på området - både forskere, virksomheder og ofte myndigheder - er i stand til tidligt at gå sammen i et samarbejde om definition, beskrivelse og dokumentation af konkrete forslag til rumbaserede løsninger i stor skala. Der kan derfor være behov for at accelerere den nødvendige modnings- og samarbejdsproces ved bl.a. sammen med miljøerne at undersøge mulighederne for at etablere og understøtte mindre rumbaserede partnerskaber, som kan opbygge viden på området, bidrage til udvikling af 'road maps' og grønne partnerskaber samt fungere som udviklings- og sparringspartnere for myndigheder og fonde. Der kan være muligheder inden for f.eks. remote sensing, trafikstyring, fiskeri og akvakultur, vindenergi, energieffektivisering af bygninger, skibstransport, CCS og geotermi, rent vand og ren luft.



Illustration af DHI Gras for Københavns Kommune af bebyggede og befæstede områder i et udsnit af Stor-københavn, hvor røde områder er bygninger og gule områder er øvrig befæstning. Et opdateret overblik over befæstelsesgraden i byområder og sammensætningen af byens arealer udgør bl.a. et centralt input i hydrologiske modeller.



Case

Befæstning i byområder

Befæstede arealer er en af de kritiske parametre, som påvirker kvaliteten af vandressourcer. Urbanisering har medført en øget mængde af befæstede arealer. Veje, tage, parkeringsarealer, fortove etc. medfører mindre mulighed for vandinfiltrering og forårsager øget afløb af regnvand, hvilket ændrer den hydrologiske balance, struktur af kritiske habitater, vandkvalitet og biodiversitet i de vandbaserede økosystemer.

Urbane miljøer vil fortsat vokse for at give plads til en voksende befolkning, hvilket vil medføre væsentlige ændringer af naturlige processer og kvaliteten af miljøet. Data fra satellitbaserede analyser er essentielle for at imødekomme denne udfordring.

Målsætning 3

Rumbaseret infrastruktur og data skal bidrage til en bedre og mere effektiv offentlig service

Anvendelsen af data fra satellitter bidrager til digitaliseringen af den offentlige service i stat, regioner og kommuner. Rumbaseret information og tjenester skal fremover yderligere understøtte potentialet på miljø- og naturområdet, hvor satellitdata kan være en væsentlig del af løsningen på kontrollen og overvågningen af implementeringen af de nationale og europæiske miljø-, natur-, klima og biodiversitetsmål.



Digitalisering af den offentlige sektor i Danmark er, ifølge FN¹², verdensførende. Satellitdata spiller i dag en mindre omend stigende rolle i den offentlige digitalisering inden for kontrol og tilsyn med bl.a. kystbeskyttelse, råstofudvinding, landbrug, skovbrug og fiskeri¹³. Der ses særligt et stort potentiale for at anvende satellitdata til at effektivisere kontrol- og overvågningsindsatser inden for det grønne område.

Danmark som foregangsland i EU

Satellitdata er allerede i dag med til at forbedre og effektivisere en række myndigheders opgaveløsning, og særligt i kontrol- og tilsynsopgaver, inden for miljø, landbrug, fiskeri, hav- og skovbrug og råstoffer. Satellitter bruges bl.a. til kontrol af miljøgodkendelser til store anlæg og deponier, tilskudsordninger til landbrug og skovrejsning, fiskerikontrol, kontrol af kystbeskyttelse, og i stigende grad til miljø- og naturovervågning. Miljøstyrelsen anvender allerede i dag satellitter til at overvåge vandmiljøets tilstand, når det måler produktionen af klorofyl og kortlægger væksten i ålegræs. Naturstyrelsen anvender satellitter til at overvåge f.eks. skovrejsning.

Det Tværministerielle Rumudvalg vurderede i sin rapport fra 2018¹⁴, at den positive udvikling kommer til at fortsætte bl.a. i takt med, at danske myndigheder tilpasser sig nye krav fra EU til satellitovervågning. Inden for landbrug og fiskeri har Danmark været en teknologisk frontløber og er gået foran med at introducere satellitbaseret overvågning og kontrol. Landbrugsstyrelsen, som kontrollerer udbetalinger af EU-støtte til landbruget, har de seneste 5 år i stigende grad anvendt satellitdata til kontrol og har siden 2019 været i drift med

en avanceret landsdækkende satellitbaseret kontrol af de danske landbrugsarealer. Landbrugsstyrelsen undersøger nu bl.a. hvordan neurale netværk kan bruges til at lave avancerede billedanalyser til brug for kontrol af f.eks. små biotoper og delmarker.

Der ses samtidig en voksende interesse fra forsyningssektoren og kommunal side for at bruge satellitdata til at gøre den offentlige service både bedre og billigere. Lemvig Vand viste i samarbejde med Lemvig Kommune og Kystdirektoratet eksempelvis, hvordan satellitdata kan spare borgerne for store udgifter til vedligeholdelse. Lemvig brugte satellitdata i sammenhæng med målestationer på jorden til at vurdere, hvor og hvordan landbevægelserne kan stresspåvirke rørene i jorden, som kan ende med at knække. Den nye viden har grundlæggende ændret den måde, forsyningen vedligeholder sine rør. I stedet for som hidtil at erstatte hele rør på strækninger, hvor rørene hyppigt knækker, bliver rørene nu blot repareret lokalt med store besparelser til følge. Fremover forventes det også at blive muligt at forebygge rørskader forårsaget af landbevægelser takket været den præcise udpegning af de områder, hvor landbevægelserne foregår.

En grøn case for anvendelse af satellitter i natur- og miljøforvaltningen

Det vurderes, at der er et særligt stort potentiale for at anvende satellitdata til at effektivisere kontrol- og tilsynsindsatser inden for det grønne område. Opfyldelsen af de politiske målsætninger om en bedre beskyttelse af natur, miljø, biodiversitet og klima stiller ikke kun krav om ny regulering. Danske myndigheder vil efterfølgende have behov for at gennemføre en effektiv kontrol og dokumentation af, at Danmark opfylder nationale og europæiske

Kontrol og tilsyn udgør en stor del af kerneopgaverne for mange danske myndigheder både i kommuner, regioner og i staten. Myndighedernes kontrol og tilsyn sker i mange tilfælde stadig i form af begrænsede fysiske kontrol- og tilsyn. Det kan ofte være forholdsvis dyrt og ineffektivt, både for myndigheder og virksomheder. En digital og automatisk kontrol ved hjælp af satellitter kan i mange tilfælde være en bedre og billigere løsning.

klima-, miljø- og naturmål. Anvendelsen af satellitdata fra Copernicus programmet i EU - i kombination med kunstig intelligens og maskinlæringsværktøjer, som sørger for en automatiseret arts- og naturgenkendelse - kan være en væsentlig del af løsningen for de danske myndigheder. Danmark har adgang til store mængder geografiske informationer om bl.a. arealdække, arealanvendelse, vegetationsstatus og vandcyklus. De samme data kan herefter anvendes til at målrette reguleringen og bidrage til en bedre og mere effektiv målopfyldelse.

I Grønland er satellitdata hovedgrundlaget for de nye data og kortprodukter, der bliver produceret. Disse har en bred anvendelse, ikke mindst som et moderne fælles digitalt forvaltningsgrundlag for myndighederne. Satellitdata kræver nøjagtige in-situ- og referencedata for at kunne anvendes, og satellitsystemer er ligeledes kilde til nye referencedata. Det er i særdeleshed tilfældet i Grønland og Arktis, hvor kortgrundlag, billeder og geodata ofte er mindre nøjagtige. Det grønlandske grunddataprogram er under opbygning og er helt afhængigt af nøjagtige og aktuelle geodata, der over et stort område kun kan opfyldes med satellitdata.

Såfremt det er danske virksomheder og vidensinstitutioner, som udvikler løsningerne, kan de efterfølgende sælges på det globale marked. Markedet for satellitdata er under rivende udvikling og forventes i 2023 at omsætte for over 86.000 millioner dollars¹⁵. En stor og voksende del af dette marked vil ligge inden for brugen af satellitobservationer til at mindske og afhjælpe vores klima-, miljø-, natur- og biodiversitetsproblemer. EU forventes at investere massivt i klima og miljø samt overvågning af natur og biodiversitet over de næste år. Hvis danske virksomheder skal kunne løfte disse opgaver, er det vigtigt, at de får mulighed for at indgå i udviklingsprojekter med både danske vidensinstitutioner og myndigheder.

Barrierer for større anvendelse i forvaltningerne

Der er identificeret en række barrierer for en større anvendelse af satellitdata i den offentlige opgavevaretagelse, hvor der stadig er plads til en mere effektiv anvendelse af kompetencer og ressourcer på tværs af myndighedernes ressortområder:

- Spørgsmål om adgang, kvalitet, frekvens/hyp-pighed og præcision af satellitdata bestemmes i internationale organisationer såsom EU og ESA.
- Anvendelse af satellitdata i forvaltningen forudsætter videreuddannelse og/eller ansættelse af kompetente medarbejdere med den rigtige viden og forståelse for anvendelse af satellitdata.
- Data og kompetencer ligger spredt i de enkelte myndigheder og har vanskeligt ved at blive delt med andre myndigheder.



Nøjagtige og kontinuerligt opdaterede jordobservationsdata leveret af Copernicus-missionerne tjener til at fremme og til at uddybe vores forståelse af kystændringer, f.eks. i forhold til stormerosion, og sørge for optimerede foranstaltninger for kystbeskyttelse og forbedret miljøovervågning.“

– Carlo Sørensen, Specialkonsulent, Kystdirektoratet



“

I landbrugsstyrelsen fik vi mulighed for at gentænke en af vores største kerneopgaver, nemlig kontrol af den årlige landbrugsaktivitet på markerne. Vi har gennemført et paradigmeskift fra en meget detaljeorienteret fysisk kontrol af 5 pct. af markerne til en satellitbaseret helhedsbetragtning af 100 pct. af markerne. Den nye kontrolmetode tager udgangspunkt i de tidsserier af billeder, satellitter tilbyder, og har gjort det muligt at automatisere stort set hele processen med en stor effektiviseringsgevinst til følge¹⁶.

– Enhedschef i Landbrugsstyrelsen Peter Ritzau Eigaard





Indsatsområder

1

Mere og bedre viden om værdien af digitalisering gennem satellitdata

Gennem fælles kompetenceudvikling er det muligt at løfte og udbrede viden om satellitdatas anvendelsesmuligheder i den danske forvaltning og basere eventuelle udbud af løsninger på erfaringerne fra den nye viden. En større viden om anvendelsesmulighederne på tværs af Europa kan desuden inspirere danske beslutningstagere. Virkemidler kan være pilotprojekter, publikationer, workshops og kurser for både de statslige og kommunale myndigheder.

2

Samarbejde med danske virksomheder og vidensinstitutioner

For at realisere det fulde potentiale ved brug af satellitdata som en fast og væsentlig del af administrationsgrundlaget i den danske forvaltning er der behov for, at myndighedernes fremtidige behov indgår i udviklingsprojekter, hvor virksomheder, klynger og vidensinstitutioner samarbejder om at demonstrere og udvikle løsninger til, hvordan det f.eks. er muligt at kombinere machine learning teknikker med de store datamængder, der er til rådighed i Copernicus programmet. Virkemidler kan være myndigheders aktive deltagelse i projekter i Innovationsfonden og deltagelse i grønne rumpartnerskaber.

3

Målrettet dansk interessevaretagelse i ESA og EU

Når danske myndigheder anvender satellitdata i deres opgavevaretagelse forudsætter det, at de har adgang til relevant satellitdata. Takket været de danske ESA- og EU-medlemskaber har danske myndigheder adgang til at påvirke, hvilke satellitdata der på sigt stilles til rådighed. For at sikre at danske myndigheder får adgang til relevant satellitdata af tilstrækkelig høj kvalitet er der behov for løbende at indhente og organisere de danske dataønsker, så de kan spilles ind i de relevante internationale fora. Koordinationen foregår i regi af Det Tværministerielle Rumudvalg (DTR) og de tilhørende udvalg for hhv. Copernicus og Galileo.



Case Landbrugsstyrelsens webGIS

Udsnit fra Landbrugsstyrelsens webGIS, hvor trafiklyset viser landbrugeren hvilke marker, der endnu ikke er registreret aktivitet på. Trafiklyset er tilgængeligt for både landbrugeren og Landbrugsstyrelsen.

I 2019 erstattede Landbrugsstyrelsen den fysiske kontrol for den største støtteordning i Danmark med en satellitbaseret monitorering af alle markerne. Muligheden bød sig med Copernicus programmet, hvor Sentinel 1 og -2 nu er de drivende kræfter bag kontrollen. Tidsserier af satellitobservationer fra de to satellitter danner nemlig nu grundlag for kontrollen, hvor landbrugsaktiviteter som pløjning samt dyrkning af forskellige afgrøder detekteres.

Resultaterne fra satellitanalyserne udstilles til landbrugeren i form af et trafiklyskort med grønne, gule og røde marker. Kortet skaber gennemsigtighed og guider landbruger til at orientere sig mod de marker, hvorpå der ikke er detekteret en aktivitet endnu (gule). På denne måde fokuserer Landbrugsstyrelsen på at øge regelefterlevelsen, samtidig med at der spares tid på fysiske kontrolbesøg, både i Landbrugsstyrelsen og ude på bedrifterne.

Bliver en aktivitet detekteret, godkendes marken og landbrugsstøtten udbetales uden yderligere kontrol. Peger satellitanalyserne på, at kravet om landbrugsaktiviteten ikke er overholdt, tilbageholdes landbrugsstøtten for det pågældende areal til efter en høring hos landbrugeren. I høringsperioden er der mulighed for at sende et hørings svar ind i form af et geotagget billede af marken igennem Landbrugsstyrelsens app.

Målsætning 4

Rumbaseret infrastruktur og data skal bidrage med øget grøn værdiskabelse

Rumbaserede teknologier og kompetencer bidrager med vækst- og værdiskabelse inden for den grønne omstilling, herunder klimatilpasning og reduktionsmål. Rumbaseret teknologi og infrastruktur skal fremover bidrage yderligere til øget anvendelse af grønne teknologier og digitale løsninger i dansk erhvervsliv til gavn for Danmark og dansk eksport.



Det erhvervsmæssige udbytte af rummet er et centralt fokusområde i Danmarks nationale strategi for rummet. Ifølge et OECD studie¹⁷ er investeringer i rummet ofte forbundet med øget produktivitet og effektivitet, besparelser og nye produkter og tjenester inden for mange sektorer. Samtidig spiller satellitdata en stigende rolle for den økonomiske udvikling af samfundet og for en bred vifte af samfundsfunktioner¹⁸.

Såvel nationale analyser¹⁹ som EU-Kommissionen²⁰ har fastslået, at globale satellitnavigationssystemer (GNSS) bidrager væsentligt til vækst og værdiskabelse. Integrationen af rumbaserede løsninger i vores dagligdag er derfor ikke længere bare et spørgsmål om komfort, når vi eksempelvis skal finde vej, men er en væsentlig og integreret del af den stadig stigende digitalisering af økonomi og samfund.

Fokus på grønne rumteknologier

Begreberne 'grøn rumteknologi' og 'grøn værdiskabelse' skal forstås både som instrumenter og teknologi til satellitter og jordbaserede kontrolsystemer (upstream) og som anvendelsesbaseret, hvor data og signaler fra satellitter bruges i forskellige applikationer (downstream). Danmarks nationale strategi for rummet definerede og sidestillede disse to begreber, hvilket fortsat er gældende.

Traditionelt har rumfart altid udviklet nye banebrydende teknologier, baseret på meget høje krav til ydelse, holdbarhed, pålidelighed og lavt energiforbrug. Danske virksomheder udvikler og producerer f.eks. allerede instrumenter, komponenter, testudstyr, software og hele satellitter til europæiske og internationale satellitsystemer. Teknologiske kompetencer er nødvendige for at kunne bidrage til og opbygge de relevante satellitsystemer. Da de europæiske rumsystemer dertil er opbygget ud fra en solidarisk tilgang, hvor alle bidrager til opbygningen via bidrag til f.eks. EU, vil danske virksomheder kun kunne deltage i satellitkonsortierne, såfremt de har de fornødne kompetencer. De kompetencer opbygges primært via deltagelse i ESA's udviklings- og teknologiprogrammer.

Grøn rumbaseret værdiskabelse og teknologi er imidlertid også at bidrage med den teknologi og viden, der gør anvendelsen af data og information fra satellitterne mulig. Grøn rumteknologi er derfor også alle de faglige kompetencer, der kræves for at kunne forstå, kombinere og udlede viden af de enorme mængder data, satellitterne hver dag producerer og stiller til rådighed. Og grøn rumteknologi er ikke mindst evnen til at omsætte disse kompetencer og viden til produkter og eksport til gavn for det danske samfund.

Målsætningen indeholder videreførelse af centrale elementer fra Danmarks oprindelige nationale rumstrategi om øget vækst i den private rumsektor og øget hjemtag fra EU's forskningsprogrammer.

Danmark understøtter fortsat den erhvervsmæssige udnyttelse og værdiskabelse i rumerhvervene via f.eks. Innovationsfonden og medlemskabet af ESA, hvor særligt de teknologitunge udviklingsprogrammer og jordobservationsprogrammet bidrager til grønne strategiske målsætninger.

Deltagelse i programmer som sikkerhed i og fra rummet samt udforskning af vores nære og fjerne himmelrum har også betydning for danske erhvervs- og forskningsmæssige kompetencer. Viden om klimaet på andre planeter kan f.eks. bidrage til digitale simuleringer, de såkaldte digitale tvillinger, af klimaudviklingen på jorden, og resourceoptimerende teknologier fra f.eks. Den Internationale Rumstation, kan få betydning for optimering af vandressourcer og anvendelsen af brint i brændselsceller her på jorden.

Udvikling af langsigtede grønne og digitale kompetencer i Danmark baseret på rumdata

Evnen til at forstå, udvikle og formidle viden baseret på jordobservations- og positioneringsdata forventes fremover at få øget kommerciel betydning. Potentialerne, der ses i udnyttelsen af ny teknologi og digitalisering, bygger i høj grad på den digitale transformation, der manifesterer sig hos myndigheder, virksomheder og i vores hverdag. Dertil er mange satellitbaserede data både åbne og gratis tilgængelige og skaber derved nye kommercielle muligheder alene ud fra evnen til at tænke analytisk og kreativt.

Mængden af data forventes at fortsætte med at stige markant. Hvordan vi anvender og arbejder



Omkring 80 pct. af de danske bevillinger til ESA kommer retur til Danmark i form af udviklingskontrakter til virksomheder og universiteter. De resterende ca. 20 pct. går til drift af ESA. Danmark har i perioden 2015-2020 vundet kontrakter for i alt 940 mio. kr., heraf 73 pct. til industrien, 25 pct. til universiteter og 2 pct. til myndigheder²¹.

- Rummet rykker nærmere. En årsrapport af Det Tværministerielle Rumudvalg

med data, skubbes samtidig fremad med horisontale teknologispring som f.eks. Cloud Computing, der flytter dataforarbejdningen fra lokale enheder til skyen, og udviklingen inden for kunstig intelligens og Machine Learning. En dagsorden der bl.a. understøttes af EU's High Performance Computing under Digital Europe. Det skaber nye muligheder, der bl.a. åbner nye døre for mere ressourceeffektive og innovative løsninger både i offentlig opgavevaretagelse, men også inden for nye områder og erhverv, der kan anvende rumbaserede teknologier og løsninger indenfor f.eks. transport og logistik, bygge og anlæg, deleøkonomi eller forsyningsvirksomhed.

Det stiller samtidig store faglige krav til forskere, myndigheder og virksomheder, der ønsker at anvende og udvikle nye digitale løsninger baseret på store datamængder. Det kræver også nye kvalifikationer at være en kompetent efterspørger, bruger og aftager af disse nye muligheder – også ude i yderste led hos f.eks. kommuner og regioner.

Målrettet indsats for øget deltagelse i EU's relevante programmer og politikområder

Et særligt element i fortsat værdiskabelse og vækst relaterer sig til internationalt samarbejde og programdeltagelse. Danmarks deltagelse i ESA's programmer afspejler allerede et stærkt fokus på teknologiudvikling inden for en række centrale områder

som jordobservation og kommunikation, men kan styrkes i relation til f.eks. EU's rumprogrammer og EUMETSAT - og i koordinationen af de tre.

Evalueringen af de hidtidige målsætninger i rumstrategien viste, at der fortsat er behov for et målrettet fokus på dansk deltagelse i EU. Det gælder såvel EU's rumaktiviteter under Horizon Europe og det nye samlede rumprogram under EU, men der vurderes også at være store potentialer i EU's øvrige program- og politikområder, da rummet også her får en langt større betydning. Danske aktører skal derfor tilskyndes til i højere grad at have fokus på deltagelse i EU initiativer og relevante programområder som EU's Green Deal, Digital Transformation, partnerskaber og missioner i Horizon Europe, landbrugs- og fødevarerområdet, transportområdet inkl. fly-, skibs- og godstransport, kommunikation og sikkerhed, hvor rumkompetencer naturligt indgår i løsninger.



Indsatsområder

1

Optimale rammer for programdeltagelse og teknologiudvikling i ESA

Rammerne for danske virksomheders, vidensinstitutioners og myndigheders deltagelse og udbytte af de fælleseuropæiske rumprogrammer, afhænger i høj grad af deres muligheder for deltagelse i ESA's udviklingsprogrammer. Disse rammer skal løbende evalueres, udvikles og justeres til bedst at tilgode behov i forhold til den grønne omstilling samt forskning, udvikling og kompetencer på tværs af strategiens målsætninger.

2

Styrket fokus på tværgående kompetencer i udnyttelsen af rumbaserede informationer og data

Digitale kompetencer og velfærdsteknologier er centrale områder for fortsat bæredygtig udvikling, hvor bl.a. digitale kompetencer er afgørende for optimal ressourceanvendelse og bæredygtig udvikling inden for miljø, natur og klima. Der stilles store krav til forskere, myndigheder og virksomheder, der ønsker at anvende og udvikle nye digitale løsninger baseret på store datamængder, og at være en kompetent efterspørger og aftager af disse. Ved at fremme dialog og opmærksomhed mellem uddannelses- og forskningsinstitutioner, erhvervsklynger og aftagerne af rumbaseret information, omkring de kompetencer og den efteruddannelse, der kræves for optimalt at udnytte rumbaseret information og data, vil udbyttet kunne optimeres.

3

Styrket myndigheds-koordination af dansk deltagelse i fælleseuropæiske aktiviteter

Det ønskes at understøtte en bred dansk deltagelse i europæiske programaktiviteter, hvor optag af rumbaserede løsninger bidrager med relevante løsninger til forskellige politikområder. Ud over deltagelse i EU's forskningsprogram, partnerskabsprogram og missioner, kan der med fordel ses samlet og koordineret på danske erhvervs muligheder under EU's digitale og grønne omstilling samt øvrige politikområder som landbrugs-, fiskeri-, klima- miljø-, maritim- og sikkerhedsområdet. Dette kan ske i dialog og samarbejde mellem relevante ministerieområder, klynger, branche- og erhvervsorganisationer.

4

Øget fokus på eksport af anvendelse og optag af rumbaserede tjenester for dansk erhverv

De løsninger, danske virksomheder, myndigheder og forskere udvikler, har alle potentiale til at kunne eksporteres til andre lande, da udfordringerne andre steder på kloden er sammenlignelige med de danske og ofte endda større. Målsætningerne understøtter alle i høj grad FN's verdensmål og vil naturligt kunne indgå i udviklingsprojekter. Et centralt element for øget grøn vækst baseret på ruminfrastruktur ligger derfor i at understøtte danske eksportmuligheder via dialog og samarbejde med f.eks. Innovationscentrene, eksportrådet, bilaterale aftaler og relevante klynger, branche- og erhvervsorganisationer.



ESA-illustration af Arctic Weather Satellite (AWS).

Case Arctic Weather Satellite (AWS)

AWS er en mindre satellit end de traditionelle vejr-satellitter. Den skal kredse i en såkaldt polær bane, 600 km over jordens overflade, og den kan dække polområderne flere gange om dagen.

DMI deltager sammen med de øvrige nordiske meteorologiske institutter i analysen af data fra AWS, mens DTU Space og de danske virksomheder Space Composite Structures DENMARK fra Odense og GomSpace fra Aalborg bidrager med teknologi og knowhow til missionen.



”AWS er en forholdsvis billig prototype-satellit, men dens bidrag kommer til at betyde en stor forskel for vejrmodeller og meteorologer. AWS skal bl.a. måle temperatur, vanddamp, skyer og is i atmosfæren og på jordens overflade. Observationer som disse bruges i vores vejrmodeller og er helt centrale for, at vi kan lave præcise vejrudsigter for f.eks. Grønland men også for Europa. Hvis AWS bliver en succes, vil det være oplagt at udvide antallet af satellitter. Derved vil man kunne få en meget hyppig dækning af et hvilket som helst punkt i Arktis, lidt svarende til den dækning, som geostationære satellitter leverer på vores breddegrader”.

– **Ole Krarup Leth, souschef i DMI's forsknings- og udviklingsafdeling.**

Målsætning 5

Rumbaseret infrastruktur og data skal bidrage til øget og bedre sikkerhed og beredskab

Stadig flere samfundsvigtige opgaver er i dag afhængige af, at rumbaserede systemer er tilgængelige, robuste og pålidelige, og systemerne skal fremover bidrage til yderligere sikkerhed og beredskab, herunder ikke mindst i Arktis. Ved at anvende satellitter kan Forsvaret og andre myndigheder blive bedre til at håndtere ekstreme vejr- og naturhændelser, redningsaktioner, håndhæve sikkerhed i luften og til søs samt håndhæve Kongerigetets suverænitet.



Danmark anvender, som et af de mest digitaliserede samfund i verden, satellitdata til alt fra vejrmonitorering, miljø og landbrug til transport, kommunikation og banktransaktioner. Kort sagt er rumbaserede systemer afgørende for, at vores samfund fungerer, som vi kender det.

Rumbaserede systemer får stadig større betydning i forsvars- og sikkerhedspolitikken. Flere lande har fremlagt forsvarsstrategier for rummet og etableret rumkommandoer. I 2019 erklærede NATO rummet for et operativt domæne på linje med eksisterende domæner for land, vand, luft og cyber, hvilket stiller konkrete krav til Danmark om bl.a. organisering, uddannelse og kapaciteter²². Rumbaserede systemer kan i krise- og beredskabssituationer skabe overblik over situationen og bidrage med f.eks. kommunikationsløsninger, hvis jordbaserede systemer fejler.

Forsyningsikkerhed og tilgængelighed af rumbaserede systemer

Med vores øgede afhængighed af rumbaserede systemer følger også nye sårbarheder og potentielle trusler, ikke mindst for de satellitbaserede

tjenester, der i dag bidrager til at løse vigtige samfundsopgaver. Truslerne kan være alt fra soludbrud over utilsigtede kollisioner i rummet til egentlige ondsindede handlinger.

Soludbrud kan have alvorlige konsekvenser for et højteknologisk samfund som det danske. Det kan medføre skader på satellitter, strømafbrydelser, forstyrrelser i kommunikationsinfrastrukturen og nedbrud i andet elektrisk udstyr. Mere viden og bedre målinger kan gøre os i stand til at varsle rumvejret og dermed afbøde effekterne på vores infrastruktur. Danmark er i dag allerede involveret i rumvejsaktiviteter i ESA.

Rumskrot²³ er et stigende problem og fortsætter mængden med at vokse, risikerer vi i yderste konsekvens, at de mest anvendte satellitbaner bliver ubrugelige for fremtidige generationer. I EU er man ved at opbygge et netværk af sensorer, der skal overvåge og spore objekter i rummet for f.eks. at kunne varsle om risikoen for kollisioner i rummet. Hertil kommer flere internationale bestræbelser på at styrke koordinering, informationsdeling samt at formulere retningslinjer, der skal sikre en bæredygtig anvendelse af kredsløbene omkring jorden.



Space Situational Awareness

Space Situational Awareness dækker over monitorering af de forhold i rummet, som udgør en risiko for menneskelig aktivitet i rummet og for infrastrukturen på jorden. Foruden rumvejr omfatter det overvågning og sporing af rumskrot, satellitter og asteroider, som kommer tæt på jorden.

→ Illustration af rumskrot i kredsløb om jorden.



I Danmark er vi afhængige af satellittjenester, og vi har sammen med de andre EU-lande investeret i Copernicus og Galileo. Det er derfor i dansk interesse, at satellitbanerne omkring jorden bliver brugt på en måde, så vi også i fremtiden kan have glæde af satellittjenester.

Et øget og mere sofistikeret trusselsbillede stiller store krav til sikkerheden og robustheden af både satellitterne, de tilknyttede jordstationer, brugernes modtageudstyr og signalerne herimellem – også når systemerne som udgangspunkt er civile. Trusselsbilledet omfatter både cyberangreb, jamming (forstyrrelse af signalet) og spoofing (udsendelse af falske signaler).²⁴ Danmark har som medejer af Copernicus og Galileo-satellitterne en forpligtigelse til at bidrage til sikkerheden i programmerne, ligesom et øget dansk engagement vil styrke danske myndigheders kompetencer inden for rumbaserede systemers sikkerhed.

Der er igangsat forskningsaktiviteter i DFM²⁵ omkring etablering af en uafhængig dansk tidsreference baseret på atomure, som på sigt kan realisere en officiel dansk tidsskala knyttet til den internationale UTC-tid. Atomurene vil kunne øge sikkerheden og pålideligheden for kritiske funktioner som f.eks. bankoverførelser, eltransmission og 5G netværk, fordi Danmark vil være mindre afhængig af formidling af tidsreferencen fra atomure i navigationssatellitter.

Forsvar og sikkerhed

Satellitkommunikation og -data er afgørende for, at Forsvaret effektivt kan reagere på krisesituationer og gennemføre militære operationer. Forsvaret oplever særligt i Arktis et stigende behov for satellitdata for at kunne holde øje med, hvad der sejler og flyver i det store og tyndt befolkede område og dermed håndhæve Kongerigets suverænitæt. Forsvarets behov for øget tilstedeværelse i Arktis stiller også nye krav til at kunne navigere og kommunikere, hvad enten det drejer sig om sejlads i isfyldte farvande, eftersøgning og redning eller generel kommunikation i området. Adgangen til og anvendelse af rummet er i dag ikke længere forbeholdt de store nationer, der kan opstille avancerede rumprogrammer. Det er blevet væsentligt billigere at udvikle rumteknologi, hvilket har gjort det muligt for små lande som Danmark at udvikle egne satellitter. I 2018 sendte Forsvaret sin første satellit i rummet, og med aftalen om Arktisk kapacitetspakke styrkes overvågningen og tilstedeværelsen i Arktis med bl.a. satellitter.

Understøttelse af beredskabsopgaver i rigsfællesskabet

Der er potentiale for bedre at udnytte satellitdata i det civile beredskab. Satellitdata kan f.eks. bruges til at varsle og detektere ekstreme vejrhendelser samt overvåge områder med risiko for fjeldskred, kysterosion, digebrud og oversvømmelse, hvilket bl.a. myndighederne kan bruge til at udarbejde beredskabsplaner. Til havs er der potentiale i at bruge satellitdata til at overvåge oliespild og forudsige, hvor den spildte olie bevæger sig hen. Copernicus og Galileo har allerede tjenester, der kan anvendes til sikkerheds- og beredskabsopgaver. Galileosystemet vil ud over en særlig pålidelig og nøjagtig tjeneste f.eks. kunne understøtte redningsaktioner i øde egne ved en simpel svarfunktion, der vil kunne give de nødstedte en tilbagemelding om, at deres nødråb er modtaget, og redning er på vej.

I EU er man ved at opbygge en sikker satellitkommunikationstjeneste, som danske beredskabsmyndigheder og politi kan få adgang til i krisesituationer, hvor andre kommunikationssystemer overbelastes eller svigter. Forsvarets Materiel- og Indkøbsstyrelse er ved at etablere det nødvendige kontaktpunkt for, at Danmark kan få adgang til Galileo-programmets krypterede og særligt stabile tjeneste, der går under navnet Public Regulated Service (PRS-tjenesten). PRS-tjenesten er forbeholdt offentlige myndigheder, der varetager samfundsopgaver, hvor opretholdelsen af et robust og sikkert navigations- og positionssignal er vigtigt. PRS-tjenesten bliver i andre EU lande brugt af både politi, beredskab og forsvar. I tilfælde af katastrofer kan beredskabsmyndigheder og hjælpeorganisationer få hurtig adgang til jordobservationsdata gennem The International Charter on Space and Major Disasters, hvor en række rumagenturer stiller deres satellitter til rådighed ved ulykker og katastrofer.

Sikker navigation og identifikation til lands, til vands og i luften

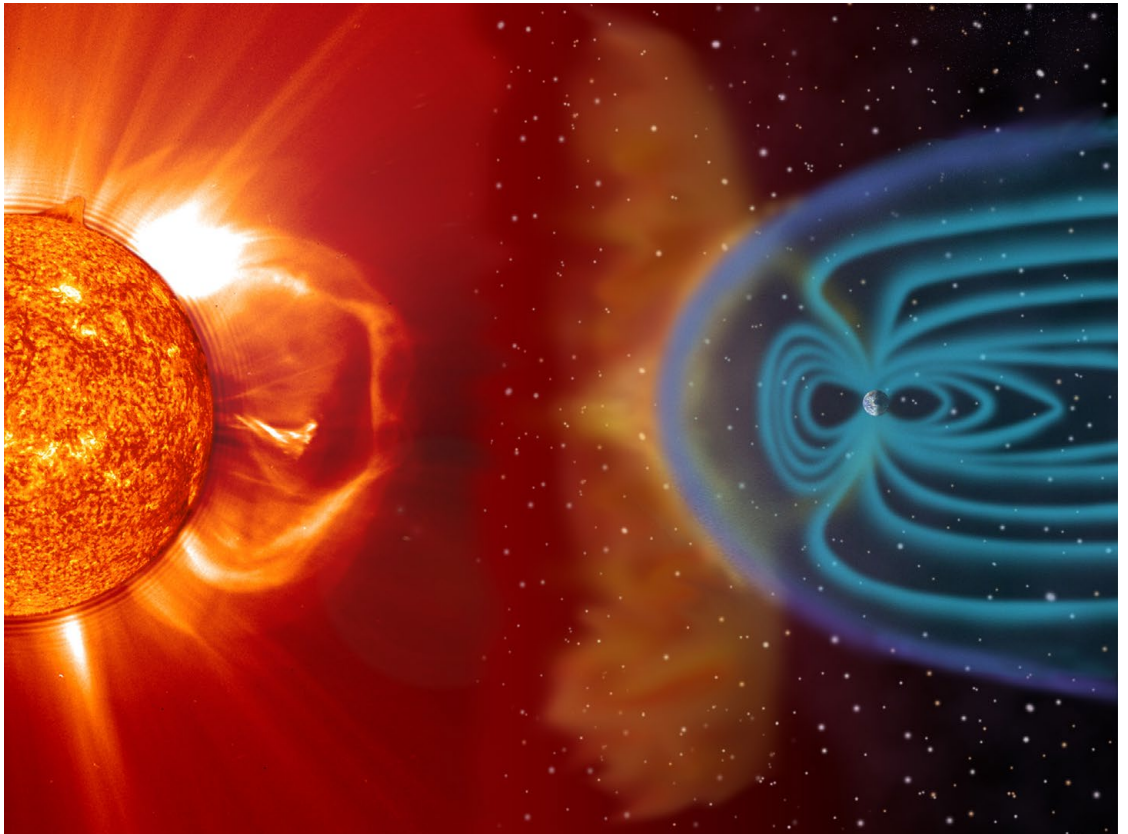
Den hastige udvikling inden for droner, autonome skibe og selvkørende biler samt en forventning om stigende trafiktæthed øger kravene til præcise og pålidelige navigationsdata samt til de trafikovervågningssystemer, der skal forhindre ulykker, haverier og i værste fald tab af menneskeliv. Galileo er på linje med de øvrige globale satellitbaserede navigationssystemer, som det amerikanske (GPS), russiske (Glonass) og det kinesiske (BeiDu), EU's svar på et uafhængigt system med særligt fokus på europæiske krav og behov. Et eksempel herpå er EGNOS, der bl.a. har til formål at understøtte præcisionsanflyvninger med luftfartøjer i kontrolleret luftrum under dårlig eller reduceret sigtbarhed.



Rumvejr

Rumvejr er et udtryk for de fysiske forhold i det ydre rum. Solen er den afgørende faktor for rumvejret omkring jorden. Solen udsender konstant en stor mængde partikler ud i rummet. Det kaldes for solvinden. Et soludbrud er en voldsom eksplosion i Solens atmosfære, der sender en særligt stor mængde energi ud i rummet.²⁷

→ Illustration af solstorm / rumvejr (Coronal Mass Ejection CME).



Fly og skibe har i mange år kunnet overvåges med jordbaserede systemer som AIS (skibe) og ADS-B (fly), så længe de befandt sig over eller tæt på landbaserede modtagersystemer. Lufttrafikstyringsvirksomheder er i de seneste år begyndt at bruge satellitter til overvågning og afvikling af flytrafikken, hvilket har gjort det muligt at overvåge fly over f.eks. Atlanterhavet og Arktis. Satellitter har i årtier været brugt i søfarten til at kommunikere med skibe langt fra land, men potentialet har aldrig været fuldt udnyttet, da det er meget dyrt. I de kommende år bliver der åbnet for en ny kommunikationskanal (VDES), der gør tovejs kommunikation mulig mellem skib-til-skib og skib-til-land enten via landbaserede stationer eller satellitter. VDES vil være et væsentligt bidrag til sejladsikkerheden, fordi skibene vil kunne få tilsendt nye navigationsadvarsler, søkortopdateringer eller ruteoptimeringsdata direkte fra dataudbyderen via satellit og tilmed billigere, end det er muligt i dag.

Sejladsikkerheden i Arktis er yderligere udfordret af bl.a. isbjerge og manglende kortlægning af havbunden. Satellitdata forventes i fremtiden at spille en endnu større rolle i søopmåling og gøre os i stand til at udarbejde bedre dybdemodeller

ved f.eks. Grønland. Satellitdata bruges i dag til at identificere isbjerge og deres bevægelse, men det er stadig en udfordring at skelne isbjerge og mindre skibe, hvilket er særligt problematisk i forbindelse med fiskerikontrol, eftersøgning og redning samt suverænitetshævdelse. En styrket satellitbaseret telekommunikationsinfrastruktur i Arktis vil gavne både sejladsikkerheden, eftersøgning og redning, men også den økonomiske udvikling i de arktiske samfund²⁶.



“

Der sker i disse år store forandringer i Arktis. Klimaforandringerne bevirker en øget geografisk tilgængelighed, hvilket bl.a. resulterer i voksende opmærksomhed på udvinding af naturressourcer samt større kommerciel og videnskabelig aktivitet. Der er også en øget militær aktivitet i området. Disse forhold betyder, at Arktis' geopolitiske betydning i de kommende år vil blive stadig mere markant.²⁸



Indsatsområder

1

Øget fokus på opretholdelse af sikkerheden omkring ruminfrastrukturen og satellitdataenes tilgængelighed, pålidelighed og robusthed

Set i lyset af samfundets stigende afhængighed af satellitdata vil der være øget fokus på de trusler og begivenheder, der kan forårsage nedbrud, skabe forstyrrelser eller udsende falske signaler. En øget tværministeriel koordinering vil kunne kvalificere det danske bidrag til de sikkerhedsrelaterede opgaver i de europæiske rumprogrammer. Test- og udviklingsaktiviteter kan bidrage med viden om og styrke robustheden af satellitsignalerne. Regeringen vil styrke udviklingen af Space Situational Awareness området i Danmark. Muligheder og behov for etablering af SSA-kapaciteter vil løbende blive afsøgt. Danmark vil følge udviklingen i de internationale bestræbelser på at sikre en langsigtet og bæredygtig anvendelse af satellitbanerne omkring jorden.

2

Øget anvendelse af satellitdata til at understøtte civile beredskabsopgaver

Satellitdata understøtter allerede i dag beredskabsopgaver på det maritime område, men der vurderes at være et uforløst potentiale for anvendelse af satellitdata inden for andre beredskabsopgaver. Det vil derfor blive prioriteret at udbrede kendskabet til og afsøge mulighederne for at anvende satellitdata fra både eksisterende og kommende tjenester under EU's rumprogram. Danmark vil samtidig arbejde for, at EU's satellittjenester i højere grad dækker områder af særlig interesse for Kongeriget som f.eks. Arktis.

3

Øget anvendelse af satellitteknologi- og data i Forsvarets opgaveløsning

Forsvaret har gode erfaringer med anvendelse af satellitdata til at dække de store arktiske områder, og området vurderes at have yderligere potentiale i takt med den teknologiske udvikling på området. Derfor har der i tillægsforliget til forsvarsforliget 2018-2023 været fokus på at styrke dette område. Arktis-kapacitetspakken, der vil styrke Forsvarets opgaveløsning både militært og civilt, omfatter etablering af en satellitkonstellation i rammen af et multinationalt satellitprogram således, at der vil være adgang til flere satellitter og flere typer af sensorer. Derudover vil der blive etableret en jordstation, samt afsat ressourcer til indkøb af kommerciel satellitkommunikations-båndbredde for at styrke kommunikationen i området.

Det er vigtigt, at Danmark har nationale kompetencer på satellitområdet og derfor oprettes der ligeledes en årlig pulje på 10 mio. kr. til udvikling af dansk rumindustri, innovation og rumforskning. Dansk rumindustri og -forskning er allerede førende på en række nicheområder og disse kompetencer bør fastholdes og udvikles med henblik på at inddrage dem i den fremtidige udvikling af satellitkapaciteter i Arktis²⁹.



Case MARIOT

Sejlads langt fra land, især i arktiske farvande, er forbundet med øget risiko pga. de dårlige muligheder for hurtigt og effektivt at gennemføre redningsaktioner. Mange uheld og farlige situationer kan forebygges ved at have adgang til opdaterede vejrudsigter og kort over, hvor eventuelle isbjerge befinder sig.

En række danske partnere er gået sammen i forskningsprojektet MARIOT (Maritime IoT), der skal demonstrere, at små satellitter i lav højde kan levere en billig og effektiv dataforbindelse til maritime sikkerheds- og navigationstjenester.

MARIOT vil i første omgang have fokus på at levere informationer om havis og vejr i Arktis. Næste skridt vil være almindelige sikkerheds- og navigationstjenester som f.eks. kystovervågning og farvandsefterretninger. På længere sigt vil systemet også kunne levere industrielle tjenester som f.eks. løbende overvågning af skibsmotorer og kritisk udstyr om bord.

Partnere: Sternula, GateHouse, Space Inventor, SatLab, Aalborg Universitet og DMI med støtte fra Innovationsfonden.

Baggrund for opdatering

De nye opdaterede målsætninger afspejler, at rumbaseret teknologi og viden er en grundlæggende forudsætning for den grønne omstilling, håndtering af klimaudfordringer samt for en række kritiske samfundsopgaver, herunder beredskab og sikkerhed.

Den nationale rumstrategis målsætninger kan i langt højere grad afspejle rummets bidrag til regeringens klare ambitioner inden for klima-, natur-, biodiversitets og miljødudfordringerne, i sammenhæng med den grønne omstilling.

Samtidig nødvendiggør den øgede afhængighed af rumbaserede løsninger og mulighederne ved den teknologiske udvikling, at der skabes øget fokus på, hvordan rumstrategien kan medvirke til øget sikkerhed og tryghed. Det kan f.eks. være relateret til forsyningssikkerhed af rumbaserede tjenester (inkl. cybersikkerhed), søfart, overvågning i Arktis samt øget fokus på samfundsvigtige rumteknologier.

Det blev i rumstrategien slået fast, at rumområdet er en uundværlig og grundlæggende del af vores samfunds bærende infrastruktur og økonomiske udvikling, bl.a. i kraft af kommunikations-, jordobservations- og navigationskapacitet. Strategiens overordnede målsætninger bidrog til øget fokus på vækst og innovation, større hjemtag af EU-midler og effektivisering af offentlig myndighedsvaretagelse.

Udviklingen og implementeringen af rumstrategien bekræftede, at rumsystemer og rumteknologi i stigende grad spiller en væsentlig og nogle gange afgørende rolle for en lang række politikområder.

Satellitter og rumteknologi er inde i en rivende teknologisk udvikling. Rumbaserede løsninger for offentlige som private aktører er langt mere tilgængelige end nogensinde før. Samtidig oplever mange aktører imidlertid også, at adgang til og relevant udnyttelse af rumdata, stadig kan være svært tilgængelig.

I Danmark og globalt gælder, at rumbaserede løsninger i stigende grad spiller en væsentlig og nogen gange afgørende rolle for den grønne omstilling, herunder for klimaforskning og -tilpasning, monitorering af biodiversitet og klimasystemet, udmøntningen af klimaaftaler mv. Investeringer i store satellitprogrammer, videnskabelige instrumenter og ny rumteknologi er derfor også en del af svaret på verdens klimaudfordringer.

Dertil kommer, at rumbaserede løsninger og infrastruktur har fået stigende betydning i forhold til at sikre tryghed i hele samfundet og ofte er afgørende for dansk myndighedsvaretagelse, klimaovervågning, suverænitetsbevarelse, søfart og sejlads i isfyldte farvande, eftersøgning og redning, herunder i Arktis, samt en stigende digitalisering af økonomi, forvaltning og borgerkontakt.

Transportområdet

i form af brændstofbesparende mobilitet og ruteoptimering af bl.a. fly, skibe og godstransport samt nøjagtig positionering for klima- og energirigtig trafikstyring i byerne.

Klima- og energiområdet

ved at overvåge klimasystemet og leverer jordobservationsdata i nær real tid om bl.a. oversvømmelser, forureninger og luftkvalitet, samt geografiske referencemodeller, der styrker datagrundlaget for klimatilpasning.

Erhvervsområdet

i form af øget innovation, start-ups, digitalisering, understøttelse af den maritime sektor samt nøjagtig tids- og positionsbestemmelse via navigations satellitter.

Udenrigs og forsvarsområdet

i form af suverænitetsbevarelse og overvågning af Kongerigets territorium, eftersøgning og redning, sejladsikkerhed, cybersikkerhed samt havmiljø- og fiskeriovervågning.

Forsknings og innovationsområdet

i form af øget fokus på forskning og innovation i brug og optag af rumbase- redde systemer, samt understøttelse af rumteknologier og downstream-sektoren, herunder specielt jordobservation og positionering, i EU og ESA.

Miljø- og fødevarerområdet

i form af understøttelse af effektiv og miljøvenlig landbrugsproduktion, monitorering af landbrugsarealer, miljø- og naturovervågning samt overvågning af kystudvikling.



Med den nationale rumstrategi fra 2016 blev rumområdet af en dansk regering, for første gang, udpeget som et strategisk forsknings- og innovationspolitisk indsatsområde med et væsentligt vækstpotentiale.

Ordforklaring

ADS-B – En forkortelse for Automatic Dependent Surveillance–Broadcast, som er et navigations- og antikollisionsværktøj for fly.

AIS – En forkortelse for Automatic Identification System. AIS er et radiobaseret navigations- og antikollisionsværktøj, som gør det muligt at udveksle oplysninger skibe imellem.

BeiDou – Er Kinas satellitbaserede navigations-system (GNSS).

CCS – Er en forkortelse af Carbon Capture and Storage eller lagring og fangst af CO₂

DFM – Danmarks Nationale Metrologiinstitut

DTR – En forkortelse af Det Tværministerielle Rumudvalg

GLONASS – Er Ruslands satellitbaserede navigationssystem (GNSS).

GNSS – En forkortelse af Global Navigation Satellite System, som er en fællesbetegnelse for forskellige navigationssystemer baseret på satellitter.

GOVSATCOM – EU Kommissionens satellitkommunikationsprogram

GPS – En forkortelse af Global Positioning System, og som er det amerikanske satellitnavigationsprogram ejet af det amerikanske forsvar.

GSA – Er en forkortelse af European Global Navigation Satellite Systems Agency som i 2021 blev erstattet af European Union Space Agency EUSPA.

GTS – Godkendt Teknologisk Service

In-SAR – Interferometric synthetic aperture radar er en radartechnologi, der anvendes til geodæsi og fjernmåling.

PRS – En forkortelse af Public Regulated Service, som er en særlig krypteret og sikker tjeneste i det europæiske navigationsprogram Galileo.

Sentinel – Fællesbetegnelse for satellitter dedikeret Copernicus programmet

SSA – En forkortelse for Space Situational Awareness, der normalt omhandler opmærksomhed rettet mod trusler i og fra rummet, herunder rumvejr og solstorme, naturlige og menneskeskabte objekter i kredsløb om jorden (SST) samt asteroider tæt på jorden.

SST – En forkortelse for Space Surveillance and Tracking, hvor man registrerer og følger objekter i kredsløb om jorden, herunder primært satellitter og rumaffald.

TAPAS – En forkortelse af Testbed i Aarhus for præcisionspositionering og autonome systemer, og er et samarbejde mellem Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, Aarhus Kommune og DTU Space.

VDES – VHF Data Exchange System, ny generation af skibsidentifikation og kommunikationsplatform mellem skibe.



Noter

1. Danmarks Statistik, 2020
2. Det Tværministerielle Rumudvalg (2020) "Rummet rykker nærmere – en årsrapport af Det Tværministerielle rumudvalg. Kilde: <https://ufm.dk/publikationer/2020/rummet-rykker-naermere-en-arsrapport-af-det-tvaerministerielle-rumudvalg>
3. En innovationsfondsansøgning benævnt S.H.A.R.E udviklet i regi af rumpartnerskabsprogrammet under Det Tværministerielle Rumudvalg ledet af Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering 2020
4. En innovationsfondsansøgning benævnt S.H.A.R.E udviklet i regi af rumpartnerskabsprogrammet under Det Tværministerielle Rumudvalg ledet af Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering 2020
5. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/smart-cities-smart-living>
6. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/smart-cities-smart-living>
7. <https://www.danskindustri.dk/di-business/arkiv/nyheder/2019/12/trangsel-koster-samfundet-over-30-milliarder-kroner/>
8. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_da – https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_20_283
9. <https://www.tapasweb.dk/>
10. Monitorering af landbevægelser og infrastruktur med Sentinel-1, Danske anvendelser af Copernicus, SDFE 2021 p. 14. Kilde: <https://sdfe.dk/media/2920240/danske-anvendelser-af-copernicus.pdf>
11. Growing Smart Cities in Denmark, Invest in Denmark Udenrigsministeriet 2016
12. Digital service i verdensklasse – Finansministeriet 2018. Kilde: <https://fm.dk/udgivelser/2018/oktober/digital-service-i-verdensklasse/>
13. Læs om 55 anvendelser i Danmark i kataloget "Danske anvendelser af Copernicus" (2020, SDFE): <https://sdfe.dk/data-skaber-vaerdi/nyheder/nyhedsarkiv/2021/jan/frie-satellitdata-loeser-jordnaere-problemer/>
14. "Opfølgning på den danske rumstrategi 2018", <https://ufm.dk/publikationer/2018/filer/opfolging-pa-rumstrategi-2018-1.pdf>
15. Markets and Markets 2019
16. Enhedschef i Landbrugsstyrelsen Peter Ritzau Eigaard.
17. OECD (2019) The Space Economy in Figures. Kilde: <https://www.oecd.org/innovation/inno/space-forum/>
18. OECD (2019) The Space Economy in Figures. Kilde: <https://www.oecd.org/innovation/inno/space-forum/>
19. Afdækning af værdien af positioneringstjenester i Danmark. London Economics rapport udarbejdet for Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering i 2019. <https://sdfe.dk/media/2919447/le-sdfe-afdaekning-af-vaerdien-af-positioneringstjenester-final-s2c050319.pdf>
20. European Commission (2018): Proposal for a regulation of the European Union Parliament and of the Council establishing the space programme of the Union and the European Union Agency for the Space Programme and repealing Regulations. Kilde: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2018%3A447%3AFIN>
21. Det Tværministerielle Rumudvalg (2020) "Rummet rykker nærmere – en årsrapport af Det Tværministerielle rumudvalg. p. 13. Kilde: <https://ufm.dk/publikationer/2020/rummet-rykker-naermere-en-arsrapport-af-det-tvaerministerielle-rumudvalg>
22. Det Tværministerielle Rumudvalg (2020) "Rummet rykker nærmere – en årsrapport af Det Tværministerielle rumudvalg. p. 13. Kilde: <https://ufm.dk/publikationer/2020/rummet-rykker-naermere-en-arsrapport-af-det-tvaerministerielle-rumudvalg>
23. Rums-krot dækker over alle ikke-funktionelle menneskabte genstande i kredsløb om jorden som f.eks. udtjente satellitter og fragmenter fra løfteraketter og satellitter.
24. London Economics (2019) Denmark's economic vulnerability to a loss of satellite-based PNT, p. 8f. Kilde: <https://ufm.dk/publikationer/2019/denmarks-economic-vulnerability-to-a-loss-of-satellite-based-pnt>
25. Dansk Fundamental Metrologi er et af de 7 GTS-institutter i Danmark.
26. Arctic Council (2017): Telecommunications Infrastructure in the Arctic. A circumpolar Assessment, p. 10. Kilde: <http://hdl.handle.net/11374/1924>
27. Beredskabsstyrelsen (2017) Nationalt risikobillede, p. 127f. Kilde: <https://brs.dk/da/redningsberedskab-myndighed/krisestyling2-og-beredskabsplanlagning/nationalt-risikobillede/>
28. Aftale på forsvarsområdet 2018-2023 (forsvarsforlig), p. 11. Kilde: <https://fmn.dk/globalassets/fmn/dokumenter/forlig/-forsvarsforlig-2018-2023-2018.pdf>
29. Delelement i seneste forsvarsforlig om en Arktis kapacitetspakke. Kilde: <https://fmn.dk/da/nyheder/2021/politisk-aftale-om-arktiskapacitetspakke-til-15-mia-kroner/>

Juni 2021

Uddannelses- og Forskningsministeriet
Børsgade 4
1215 København K
Tlf.: 3392 9700
E-mail: ufm@ufm.dk
Web: www.ufm.dk

ISBN 978-87-93823-60-0 (digital version)
ISBN 978-87-93823-59-4 (trykt version)
2020/21:13

Design og illustration: Urgent.Agency
Layout: Urgent.Agency

Publikationen kan hentes på
www.regeringen.dk / www.ufm.dk/publikationer

Fotos og illustrationer:

4: Jens Honoré
8: ESA
9: ESA
12: Thomas Pesque / ESA/NASA
16: Klima-, Energi og Forsyningsministeriet
17: Nicholas Doherty / Unsplash
20: ESA
24: Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering
26: DHI-Gras og Københavns Kommune
30: Pixabay
31: Jeppe Rahbek / Rahbek Media/Unsplash
34: Landbrugsstyrelsen
38: Thomas Pesquet / ESA/NASA
40: ESA
42: ESA
44: ESA
45: Willian Justen de Vasconcellos / Unsplash
48: Lars Moltsen / Sternula
52: ESA/ATG Medialab



Uddannelses- og Forskningsministeriet

Børsgade 4

1215 København K

Tlf.: 3392 9700

E-mail: ufm@ufm.dk

Web: www.ufm.dk