



## En rumbaseret infrastruktur i Arktis - Satellitter og droner kan hjælpe de arktiske samfund

**Pedersen, Jens Olaf Pepke**

*Published in:*  
Effektivitet

*Publication date:*  
2016

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Pedersen, J. O. P. (2016). En rumbaseret infrastruktur i Arktis - Satellitter og droner kan hjælpe de arktiske samfund. *Effektivitet*, 2016(3), 17-19. <http://www.aktivitet.dk/magasin/nr-3-2016-teknologiske-muligheder/en-rumbaseret-infrastruktur-i-arktisk-satellitter-og-droner-kan-hjælpe-de-arktiske-samfund.aspx>

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

## **En rumbaseret infrastruktur i Arktis - Satellitter og droner kan hjælpe de arktiske samfund**

*Hvor det tidligere kunne tage mange år at bygge en stor satellit, har den teknologiske udvikling gjort det muligt at producere mindre satellitsystemer, som indeholder mere automatik, vejer mindre og bygges af stærkere materialer. En ny satellit kan samles på få måneder og både omkostninger til produktion og opsendelse er faldende. Det kan blive en game-changer for samfundene i Arktis.*

Af Jens Olaf Pepke Pedersen, Seniorforsker og PhD, DTU Space, [jopp@space.dtu.dk](mailto:jopp@space.dtu.dk)



I starten af juni måned lagde et stort isbjerg sig uden for den lille grønlandske bygd Ilimanaq (Claushavn) og blokerede for forbindelsen til sendemasten i Ilulissat. Det betød, at indbyggerne mistede forbindelsen til både internet, mobiltelefoni, radio og TV, og der var ikke så meget andet at stille op end at vente på, at isbjerget flyttede sig selv. Heldigvis var isbjerget i bevægelse, så problemet løste sig igen, men det illustrerer nogle af udfordringerne med kommunikation i Arktis.

En anden udfordring er høje priser og lave hastigheder. Et mobilt bredbånd i Ilimanaq koster 695 kr. om måneden for 5 gigabyte og en hastighed på 2 megabit pr. sekund. Et flatrate abonnement på en internetforbindelse i hovedbyen Nuuk, med en hastighed på 20 megabit pr. sekund, koster 10.000 kr. – om måneden. Det er derfor ikke overraskende, at næsten samtlige virksomheder og myndigheder i Grønland efterlyser bedre og billigere kommunikation, især hurtige bredbåndsforbindelser, for at kunne løse nuværende og nye fremtidige opgaver.

Det var en af konklusionerne, da DTU Space undersøgte mulighederne for at bruge satellitter og droner som en fælles platform til dækning af nogle af Forsvarets og civilsamfundets behov i Arktis. Resultatet af undersøgelsen er netop offentliggjort i en rapport fra DTU, og en af anbefalingerne er at undersøge, om Danmark – enten alene eller i samarbejde med andre lande - kan etablere nye kommunikationssatellitter i Arktis. På grund af de enorme afstande vil kun en satellitbaseret løsning kunne dække behovet i hele området, men til gengæld er adgang til billige og hurtige bredbåndsforbindelser også blevet nævnt som en game-changer i Grønland, hvor nye teknologier kan blive en del af Grønlands udvikling og skabe nye indtægtsområder. DTU-rapporten har undersøgt potentialet i at udvikle en satellit- og dronebaseret infrastruktur i Arktis. Ved infrastruktur tænker de fleste nok på veje, jernbaner, broer og havne, og muligvis også på fibernet, elkabler og vandledninger. Men en vigtig del af samfundets infrastruktur i dag er anbragt i rummet. Vi ser ikke satellitterne, men vi er afhængige af dem i det daglige. Der er omkring 1300 satellitter i kredsløb om Jorden,

og de hjælper os blandt med at lave vejrudsigter, med at kommunikere med hinanden og med at fortælle os præcist, hvor vi befinder os. Det har betydet, at en lang række opgaver inden for f.eks. transport og logistik bliver løst mere effektivt. Satellitbaseret navigation er blevet dagligdag for mange af os, og er kritisk for fly- og skibstrafik. Præcise tidsangivelser, som leveres fra satellitter, er afgørende i forbindelse med finansielle transaktioner, og i katastrofesituationer leverer satellitter detaljerede data om situationens omfang og udbredelse.

De store mangler i den rumbaserede infrastruktur i Arktis betyder, at mange opgaver bliver løst mindre effektivt, og dermed bliver den manglende infrastruktur også en bremse for samfundets udvikling. En væsentligt øget båndbredde kunne f.eks. muliggøre planerne om en CO2-neutral serverpark i Grønland, og ligesom der også er et stort behov for robust kommunikation til f.eks. udbygning af telemedicin, fjernundervisning i små bygder, datatransmission i forbindelse med seismiske undersøgelser, og udviklingen af turismen, som også forudsætter gode internet- og mobilforbindelser.

## Sårbar kommunikation i Arktis

Der findes kommercielle kommunikationssatellitter i Arktis som Inmarsat, men fordi satellitterne befinder sig i geostationære baner 36.000 kilometer over ækvator, opstår der problemer, når man bevæger sig mod nord, hvor Jordens krumning bevirker, at modtageren ikke længere kan "se" satellitten. Forbindelse til de geostationære satellitter er teoretisk ikke mulig nord for 81 grader, men problemer med at få en stabil forbindelse begynder allerede omkring 70 graders nordlig bredde.

Et alternativ er satellitsystemet Iridium, der bruger satellitter, som flyver i lav højde (ca. 780 kilometer), og hvor banerne går mellem Jordens nord- og sydpol. Systemet har derfor global dækning, også omkring Nordpolen, men eftersom satellitterne bevæger sig i forhold til jordoverfladen, giver det variationer i signalstyrken og risiko for udfald af forbindelsen. En politibetjent berettede for nylig, hvordan det via satellittelefonen tog ham halvanden time at aflægge en rapport på tre minutter. Desuden er satellitforbindelserne dyre og langsomme, hvilket betyder, at selv en overførsel af en datapakke på få megabyte kan være et problem.

At det nuværende satellitsystem i Arktis er sårbart, viste sig også den 6. oktober 2011, da en af Telesat Canadas satellitter fik en fejl, som bevirkede at satellitten rettede sin antenne mod Solen i stedet for Jorden. Det førte til, at al kommunikation med store dele af det arktiske Canada forsvandt i 16 timer. Internet og telefonsamtaler blev afbrudt, forretninger og offentlige kontorer måtte lukke og en lang række fly blev aflyst. I Arktis vil en løsning være at bruge kommunikationssatellitter, som flyver mellem Jordens poler i meget langstrakte baner, hvor satellitterne det meste af tiden befinder sig over Arktis. Det har Rusland brugt siden Sovjettiden, hvor satellitter i såkaldte Molniyabaner dækker Arktis og det russiske landområde. Den sidste russiske satellit i en Molniyabaner blev opsendt i 2014, og den næste er planlagt til 2018. I en Molniyabane har satellitten en omløbstid på 12 timer, hvoraf cirka 11 timer tilbringes over Arktis, mens satellitten vender omkring de sydlige halvkugle på en time. Molniyabaner giver derfor en væsentlig bedre dækning i Arktis end satellitter i andre baner.

## Sammenfald mellem militære og civile behov

Et andet stort potentiale for satellitter i Arktis er til overvågning, hvor der er behov for både at holde øje med menneskelige aktiviteter og at indsamle meteorologiske og oceanografiske data. Forsvaret har et helt grundlæggende behov for et kontinuert og opdateret situationsbillede for Arktis, men i dag bruger Forsvaret stort set ikke satellitter i deres overvågning. Her er man derfor afhængig af, hvad egne enheder kan observere fra landjorden, eller fra skibe og fly.

Forsvarets behov er på mange områder sammenfaldende med de civile behov. F.eks. er øget is-overvågning samt bedre og hyppigere is-kort og is-prognoser et stort ønske fra både myndigheder og virksomheder. Is-prognoser for havområder er bl.a. nødvendige i forhold til pålidelig planlægning og afvikling af sikker sejlads nordpå, hvor udfordringen er isfyldte farvande og voldsomme vejrforhold. Hvis planerne om minedrift i stor skala realiseres, vil det også medføre øget skibstrafik med krav om bedre kommunikation og bedre overvågning.

Her har Danmark via sit medlemskab af det europæiske rumfartsagentur ESA allerede adgang til en række satellitbaserede observationssystemer, og der er derfor ikke nødvendigvis brug for at investere i nye systemer, men i nedtagning og anvendelse af satellitdata. Satellitsystemerne kan desuden dække store områder og dermed give et situationsbillede både for havet og landområdet, ligesom radarsatellitter giver billeder uafhængigt af vejr og sollys. Til gengæld er systemerne ikke fleksible eller i stand til med kort varsel overvåge et bestemt område. Det vil derfor typisk være nødvendigt at kombinere satellitovervågning med andre enheder som fly eller skibe. Her kan droner også bruges som et supplement til satellitovervågning, idet dronen f.eks. kan undersøge og identificere objekter eller aktiviteter, som er observeret fra satellit. Droner kan i øvrigt også bruges som en ekstra kommunikationsplatform i forbindelse med f.eks. rednings- og eftersøgningsopgaver.

Overvågning af isbjerge, både deres bevægelse, størrelse og variabilitet, er vigtige i forbindelse med offshore-boringer, hvor isbjerge adresseres i ethvert "ice management setup". Havisen er bestemmende for operationsvinduet i olieeftersforskning, fordi man i Grønland kun må operere i den isfrie periode (basalt set kun fra juni til oktober) og her kan isbjerge udgøre en stor sikkerhedsrisiko. Selskaberne arbejder med veldefinerede zoner og sikkerhedsprocedurer omkring rigge og fartøjer, således at arbejdet til hver en tid foregår forsvarligt. Det kan eksempelvis indbefatte, at potentielt farlig is flyttes væk af specialskibe eller at al boreaktivitet lukkes ned midlertidigt. En tidlig detektion af isbjerge giver mulighed for at bugsere isbjerget og påvirke dets retning, således at det passerer boreriggen i sikker afstand. Derved undgår man at skulle sikkerhedsflytte borerigge, hvilket både er meget kostbart og i sig selv indebærer en sikkerheds- og miljørisiko.

For at en operation er både sikker og effektiv er det derfor vigtigt hele tiden at kende fordelingen af drivende eller grundstødt is samt at have gode prognoser for, hvordan den vil udvikle sig i rum og tid. Typisk løses dette ved en kombination af et dedikeret ice management team, dedikerede støtteskibe med forskellige radarsystemer og satellitbaseret overvågning. Satellitovervågning af isbjerge i nær realtid vil således være af stor værdi. Droner kan også tænkes ind i et sådant setup for at se detaljer om isbjerge fra luften, men det kan også være for at følge is, der kan være vanskelig at identificere fra skib eller satellit. Det kan være små isbjerge, der malflyder eller isbjerge med runde former, som i nogle situationer giver et meget lille signal på en radar.

I tilfælde af en eventuel udbygning til en egentlig produktion skal der også udvikles teknologi, således at produktionsplatformen enten er flytbar, kan beskyttes eller er stærk nok til at modstå tryk fra selv de størst tænkelige isbjerge i området.

## Usikker navigation

Det satellitbaserede GPS-navigationssystem er heller ikke så stabilt og nøjagtigt på høje breddegrader som ved mellem- og lave breddegrader. Dette skyldes, at der er flere forstyrrelser af GPS-signalet, og især at GPS-satelliternes baneplaner hælder 55 grader i forhold til ækvator. Det sidste betyder, at ingen satellitter kommer til at stå i zenit nord for 55 grader, og "GPS-hullet" (det område af himlen, hvor GPS-satellitterne ikke kommer) bliver derfor større jo længere man kommer mod nord. Selvom bestemmelse af længde- og breddegrad stadig kan være god, bliver højdebestemmelsen dårligere, og den længere vej gennem atmosfæren giver mere støj på signalet, som også er udsat for forstyrrelser fra ionosfæren (den øvre atmosfære fra ca. 85 til 600 km højde), på grund af solvinden og udbrud på Solen, som giver fejl på positionsbestemmelsen.

For skibe på åbent hav er GPS-nøjagtigheden ikke så kritisk, mens skibe nær land har brug for større nøjagtighed, ligesom nøjagtighed også er vigtig for at genfinde positioner f.eks. ved rednings- og eftersøgningsopgaver eller genfindning af udlagte depoter. Dynamisk positionering af borerigge og hjælpefartøjer kræver ligeledes en nøjagtig positionsbestemmelse, hvilket vil blive et problem i nye olie- og gasefterforskningsfelter i Nordøstgrønland.

Her udfører ESA i øjeblikket projektet "Arctic Testbed", der skal bane vej for en forbedring af GPS-systemet i Arktis ved at beregne korrektioner til GPS-positionerne. Korrektionssignalerne udsendes imidlertid også fra de geostationære satellitter og kan derfor være svære at opfange i Arktis. Nye kommunikationssatellitter til Arktis kan derfor også bruges til at udsende korrektionsdata til GPS-positionerne.

Større positionsnøjagtighed kan dog ofte kun nyttiggøres i de områder, hvor kortmaterialets nøjagtighed er på samme niveau som GPS-positioneringen eller bedre. I store områder af Arktis kan der være op til 500 m fejl i kortmaterialet, og det indebærer en sikkerhedsrisiko, især ved sejlads tæt på land, og ved meget små mineprojekter, hvor efterforskningsområderne kan være ned til 1 km<sup>2</sup>.

Hvis kortlægningen skal forbedres, er det nødvendigt at bruge satellitdata, og her er der et stort behov for bedre og hurtigere opmåling såvel som hurtigere databearbejdning. Det gælder både den generelle opmåling af terrænet til brug for specifikke opgaver, f.eks. kortlægning af drikkevandsdepoter (etablering af randzoner mv.) og i forbindelse med mineprojekter.

Især søkortopmålingen lader meget tilbage at ønske og mange af de områder, der bliver isfrie i nær fremtid er aldrig blevet opmålt, hvilket indebærer en alvorlig risiko for sejlads, borerigge m.m. Der er således eksempler på nye skær, der er blevet opdaget ved sejlads i områder højt mod nord. Samtidig er det ikke usædvanligt, at lokale isforhold har medført, at skibe har måttet vælge at sejle gennem nogle af de "hvide pletter" på søkortene.

## Paradimeskift i rumfarten

Den teknologiske udvikling har gjort det muligt at producere mindre og brugerdefinerede satellitsystemer, som indeholder mere automatik og mere autonome enheder, samtidig med at systemerne vejer mindre og kan bygges af stærkere materialer. Hvor det tidligere kunne tage mange år at bygge en stor kommunikationssatellit, kan en satellit nu bygges på få måneder og langt billigere. Derfor er forventningen, at omkostninger til produktion og opsendelse vil falde så

meget, at man ligefrem kan tale om, at rumfartsindustrien står overfor et paradigmeskift, hvor vi vil se mange nye og kommercielle aktører på markedet. For danske virksomheder giver billig adgang til satellit data muligheder for udvikling af nye produkter og tjenester samt effektiviseringer.

I dag er Danmark den eneste af de fem arktiske kyststater, som ikke har et nationalt satellitprogram for Arktis, men Danmark har den teknologiske kapacitet til at udvikle sin egen struktur eller indgå i et samarbejde med andre nationer. Samtidig har danske forskningsmiljøer i samarbejde med dansk industri opbygget en stor kompetence indenfor rumforskning og rumteknologi. Satellitprojekter udføres ofte i et internationalt samarbejde, og her vil danske investeringer i satellitter i Arktis også give et afkast i form af adgang til andre nationers satellitdata. Danmark har også et godt udgangspunkt i konkurrencen om udviklingen af droner, f.eks. indenfor navigation, sensorer og kommunikationsteknologi.

Investeringer i en rumbaseret infrastruktur i Arktis kræver planlægning med en lang tidshorizont og også politisk vilje til at afsætte de nødvendige ressourcer. Dette bør ses som en investering i udviklingen af den arktiske del af Rigsfællesskabet, og det kan med fordel ske i et offentligt/privat partnerskab.

Det skal også fremhæves, at Danmark allerede bidrager økonomisk til de internationale investeringer i jordobservationssatellitter (især Copernicus) og navigationssatellitter (Galilei). Her vil et øget fokus på "downstream"-segmentet, hvor værdiskabelsen og anvendelsesmulighederne er store, også kunne øge det samfundsmæssige og økonomiske udbytte af disse investeringer. F.eks. vil observationer i Arktis også vil være af stor værdi uden for Arktis, og de fremtidige datamængder fra droner og satellitter fra Arktis vil være enorme og skabe muligheder inden for "Big data analyse".

Rapporten "Satellitter og droner i Arktis – multiuse af en rumbaseret infrastruktur" kan rekvireres ved henvendelse til Maria Tammelin Gleerup (matag@space.dtu.dk) eller hentes på [www.dcess.dk/Arktis.pdf](http://www.dcess.dk/Arktis.pdf).