

SINTEF A7035 - Åpen

RAPPORT

Satellittkommunikasjon til nordområdene - En behovsundersøkelse -

Knut Grythe, Odd Gutteberg, Irene Jensen, Terje Røste,
Hans Erik Swendgaard

SINTEF IKT
Kommunikasjonssystemer

Februar 2008

**SINTEF IKT**Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: O S Bragstads plass 2C
7034 TrondheimTelefon: 73 59 30 00
Telefaks: 73 59 10 39

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Satellittkommunikasjon til nordområdene
- En behovsundersøkelse -**

FORFATTER(E)

Knut Grythe (SINTEF), Odd Gutteberg (NTNU), Irene Jensen,
(SINTEF), Terje Røste (NTNU), Hans Erik Swendgaard (SINTEF).

OPPDRAGSGIVER(E)

Norsk Romsenter

RAPPORTNR.

SINTEF A7035

GRADERING

Åpen

OPPDRAGSGIVERS REF.

Seksjonssjef Kaare Solbakken

GRADER. DENNE SIDE

Åpen

ISBN

978-82-14-04398-3

PROSJEKTNR.

90F252

ANTALL SIDER OG BILAG

49

ELEKTRONISK ARKIVKODE

Rapport-SatNord-v01-slutt.doc

PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.)

Knut Grythe

VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.)

Vidar Ringset

ARKIVKODE

90F252

DATO

2008-02-28

GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.)

Erik Kampenhøy, forskningssjef

SAMMENDRAG

Prosjektet hadde som mål gjennom en spørreundersøkelse for å identifisere aktører og kartlegge deres brukerbehov for kommunikasjonsløsninger i nordområdene de kommende år fram mot 2020. Prosjektet oppsummeres med en anbefaling for videre arbeid mot hvordan aktørenes fremtidige behov kan dekkes.

Generelt ble det avdekket et stort behov for økte båndbredder og forbedret tilgjengelighet som en fellesnevner fra alle brukersektorer i denne undersøkelsen.

En annen faktor av betydning for en forbedret kommunikasjonsdekning i nordområdene, som ikke kom klart fram i denne spørreundersøkelsen, er betydningen av å ha en effektiv kommunikasjonsløsning for beredskap - og for redningstjenesten som et resultat av økende aktivitet i de polare strøk.

Det fastslås at et kommunikasjonsbehov i nordområdene allerede er tilstede. Behovet forventes å vokse de nærmeste årene. Imidlertid er det vanskelig å anslå hvor mye behovet vil vokse og hva det vil koste å innfri det. Det er nødvendig å bearbeide problemstillingene videre, som underlag for norsk holdning til hele problemstillingen - og som underlag for å delta i relaterte prosjekter både i ESA, i EU og bilateralt.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1		
GRUPPE 2		
EGENVALGTE		

Forord

Denne rapporten oppsummerer arbeidet utført under SINTEF IKT prosjektet 90F252 "Satellittkommunikasjon til nordområdene" i perioden vår 2007/vinter 2008 for Norsk Romsenter.

Knut Grythe
seniorforsker
SINTEF IKT avd. for Kommunikasjonssystemer

Sammendrag og konklusjon

Prosjektet hadde som mål å identifisere aktører og kartlegge deres brukerbehov for kommunikasjon i nordområdene fram mot 2020, foruten å gi anbefaling for eventuell videre bearbeiding av problemstillingen rundt kommunikasjonsløsninger for nordområdene.

For å dekke bredden av de ulike aktørenes nåværende og framtidige behov for kommunikasjonsløsninger i nordområdene, ble det valgt å foreta en brukerundersøkelse mot ulike brukersegmenter. Brukerne ble delt inn i fire sektorer, henholdsvis: 1) Oljerelatert sektor 2) Offentlig sektor 3) Miljø og resursforvaltning og til slutt 4) Fiskeri og sjøfart. Resultatene fra hver av disse sektorene er presentert i 4.2.

Generelt kan en si at behovet for tilgang på større båndbredder og forbedret tilgjengelighet framstår som en fellesnevner fra alle sektorer i denne undersøkelsen. Hver bruker har et todelt kommunikasjonsbehov under aktiviteter til havs:

- Behov som tilfredsstillende de operative krav for den enkelte aktør
- Behov for tilgang til Internett, TV etc for å tilfredsstille velferdsbehov koplet til den operative virksomheten.

Aggregerte volumestimer har det ikke vært mulig å få kvantisert, siden det er stor usikkerhet knyttet både til tidspunkt for oppstart av aktiviteter og til antall samtidige aktiviteter innen de ulike sektorene. På generelt grunnlag kan det sies at balansering mellom kostnad på den ene siden og krav til båndbredde og aksess for å dekke behovene på den andre siden, arter seg ulikt for de ulike aktørene. Oljesektoren har typisk et større økonomisk handlingsrom når det gjelder å få tilfredstilt sine operative behov, mens et segment som fiskerinæringen uttrykker en mer nøysomhetskritisk vurdering med tanke på kost/nytte.

Andre faktorer av betydning for en forbedret kommunikasjonsdekning i nordområdene, som ikke kommer klart fram i en slik spørreundersøkelse, er betydningen av å ha en effektiv kommunikasjonsløsning for beredskap - og redningstjenesten i de polare strøk etter hvert som aktiviteten øker. Polare områder er mer ugjestnilde og mer sårbare enn mange andre strøk på kloden. En effektiv støtte for redningstjenesten og miljømyndigheter blir derfor påkrevd i tilfelle en større ulykke eller miljøkatastrofe skulle inntreffe. En generell god tilgang på kommunikasjonsalternativer virker også betryggende på alle som ferdes eller som ønsker å utføre ulike former for ekspedisjoner. Resultatene av slike ekspedisjoner kan være avgjørende for ytterligere næringsvirksomhet.

I kapittel 5 er det gitt en kortfattet oversikt over systemer og løsninger som tilbys i dag og hvilke begrensninger disse har med hensyn på dekning og tilgjengelighet. Her gis det også eksempel på framtidige mulige alternativer som kan forbedre dekning og tilgjengelighet ved for eksempel bruk av andre satellittbaner enn den geostasjonære.

Med utgangspunkt i det arbeidet som er gjennomført i prosjektet, synes det naturlig å trekke følgende hovedkonklusjoner:

- Usikkerhet i totalt kommunikasjonsvolum nord for geostasjonær dekning skyldes ikke så mye usikkerheten i enkeltaktiviteters behov som usikkerheten omkring oppstarttidspunkt for aktivitetene, antallet som vil foregå samtidig, og aktivitetenes varighet.
- De faktorene som styrer når/hvor mange aktiviteter, er det neppe mulig å skaffe seg særlig mye mer kvalifisert oppfatning av, selv gjennom en mer omfattende markedsundersøkelse i dag. Påvirkende faktorer i den sammenheng er elementer som: isforhold, politiske styring av olje og fiske ressurser, geopolitikk osv.
- Det er på kort sikt (10 - 15 år) vanskelig å se for seg at det vil være grunnlag for å sette opp kommersielle systemer for kun å betjene kommunikasjonsbehovene nord for

geostasjonær dekning, hvis/når disse måtte oppstå. På den annen side vil systemer som dekker nordenfor geostasjonær dekning, også ha dekning lenger sørover. Disse kommunikasjonssystemene kan på den måten dekke et større marked og dermed ha et større kommersielt grunnlag enn man skulle tro ved første øyekast.

- Det offentlige må enten påta seg ansvaret for å dekke kommunikasjonsbehovet til nordområdene som en infrastrukturinvestering eller overlate til aktørene å tilpasse seg det som er tilgjengelig på det åpne marked. Det første alternativet kan ha en betydelig kostnad. Det andre kan skape problemer når det gjelder å gjennomføre krevende operasjoner lenger nord like sikkert og effektivt som tilgang til satellittkommunikasjon har muliggjort i områder med geostasjonær dekning.
- Ved nærmere gjennomgang av slike forhold kan det tenkes at:
 - det offentlige ser et behov for å få på plass informasjonsinfrastruktur i nordområdene, og dermed bidra med direkte midler,
 - store og viktige aktører som for eksempel oljeselskapene også ser seg tjent med å bidra til å få på plass kommunikasjonsløsninger i en tidlig fase av et kommende oljefelt,
 - det offentlig kunne bidra til å få sett på mulighetene for samarbeid/kostnadsdeling med andre land om å få opp tilfredsstillende kommunikasjonssystemer. I en slik gjennomgang vil det også ligge fremtidige avveininger mellom nasjonal løsning, bilaterale muligheter og multinasjonale løsninger for kommunikasjon og redningstjenester både til sjøs, til lands og i luften.

Det fastslås at det er flere brukergrupper som har et behov for bedre kommunikasjonssystemer allerede i dag. Behovet må ventes å vokse i tiden framover, både med den generelle økningen av aktiviteten i Nordområdene, og med brukernes økende avhengighet av mer båndbredde. Ingen vet imidlertid hvor mye eller raskt behovet vil vokse og hva det vil koste å innfri det. Det er derfor nødvendig å bearbeide problemstillingene videre, som underlag for norsk holdning til utfordringene med kommunikasjon i Nordområdene - og som underlag for norsk deltakelse i relaterte prosjekter både i ESA, i EU og eventuelt bilateralt.

Prosjektets anbefaling for videre bearbeiding av problemstilling rundt kommunikasjonsløsninger for nordområdene, er følgende:

- Å raffinere de resultater som er fremkommet under dette prosjektet i samspill med utvalgte brukere med det formål å utforme en mer detaljert statistisk analyse av behovsgrunnlaget.
- Å vurdere nærmere hvilken kapasitet som realistisk kan forventes fra eksisterende ikke-geostasjonære systemer.
- Å vurdere kost/nytte ved eventuell introduksjon av nye satellittkonstellasjoner som for eksempel et høyelliptisk systemkonsept, inklusive både romsegment, operasjonelt system og brukerterminaler.
- Å avklare mulig samarbeid og synergigevinst ved samhandling med andre land eller internasjonale aktører.

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	6
2	BAKGRUNN	7
2.1	PROSJEKTET GIR NYTTIG BAKGRUNN FOR BARENTS 2020	7
2.2	KORT BESKRIVELSE AV AKTIVITETENE I SATELLITTPROSJEKTET	8
3	BESKRIVELSE AV METODIKK OG GJENNOMFØRING.....	10
3.1	GENERELT	10
3.2	ORGANISERING	10
3.2.1	<i>Forespørsler mot sektorer og aktører.....</i>	<i>10</i>
3.2.2	<i>Sektorer.....</i>	<i>10</i>
3.3	BEARBEIDINGEN	11
3.4	BRUKERBEHOV OG BRUKERUNDERSØKELSE	11
4	BRUKERBEHOV FRA ALLE SEKTORER.....	12
4.1	SAMLET OPPSUMMERING OVER ALLE SEKTORER	12
4.1.1	<i>Nåtid.....</i>	<i>12</i>
4.1.2	<i>Fremtid.....</i>	<i>13</i>
4.2	GRUPPERT ETTER SEKTORER	14
4.2.1	<i>Oljerelatert.....</i>	<i>14</i>
4.2.2	<i>Offentlig sektor.....</i>	<i>18</i>
4.2.3	<i>Miljø og ressursforvaltningen.....</i>	<i>23</i>
4.2.4	<i>Fiskeri og sjøfart.....</i>	<i>26</i>
5	SATELLITTSYSTEMER - TEKNIKK, TJENESTER OG PRISER.....	31
5.1	PROBLEMOMRÅDER	31
5.2	KORT OVERSIKT OVER ULIKE SYSTEMER	33
5.2.1	<i>Inmarsat [5].....</i>	<i>33</i>
5.2.2	<i>Iridium [6].....</i>	<i>35</i>
5.2.3	<i>Globalstar [8].....</i>	<i>35</i>
5.2.4	<i>Intelsat [7].....</i>	<i>36</i>
5.3	ALTERNATIVE SATELLITTBANER.....	38
5.4	BRUK AV ULIKE FREKVENSBÅND	39
5.5	TJENESTER OG PRISER	40
5.5.1	<i>VSAT over Ku-bånd.....</i>	<i>40</i>
5.5.2	<i>Inmarsat-tjenester over L-bånd – land/skip.....</i>	<i>40</i>
5.5.3	<i>Inmarsats Aeronautiske tjenester til fly.....</i>	<i>41</i>
5.5.4	<i>Iridium.....</i>	<i>41</i>
6	OPPSUMMERING.....	42
7	HOVEDKONKLUSJONER OG ANBEFALING.....	43
8	REFERANSER	45
APPENDIX A	UNDERSØKELSES-TABELL.....	46

1 Innledning

Denne rapporten er resultatet av et innledende prosjekt med målsetting å kartlegge behov og muligheter for kommunikasjonsløsninger i nordområdene. Formålet er å bidra med kunnskap til eventuelt å utvide kommunikasjonsstøtten for næringsvirksomhet og aktivitet i nordområdene.

Rapporten omhandler følgende:

- Bakgrunnen for prosjektet.
- Metodikken som er anvendt og tilhørende brukersektorer som er kontaktet.
- Presentasjon av funnene som er gjort med hensyn på brukere i ulike sektorer.
- Det gis en kort teknisk innføring i problemstillingen rundt satellittkommunikasjon og nordområdene, samt en oversikt over aktuelle systemer og kommunikasjonstjenester.
- Oppsummering med hovedkonklusjoner og anbefalinger.

2 Bakgrunn

De fysiske forholdene rundt Arktis har endret seg mye siden Nansen sin polferd. I de siste ti årene har vi sett en alarmerende utvikling når det gjelder klimaet i nord. Et sitat fra Jyllandsposten gjenspeiler dette.

"I løpet av det siste året har en fjerdedel av isen rundt Nordpolen smeltet.

- Vi har nettopp analysert nye satellittbilder av isen. Bildene viser at det er rundt 25 prosent mindre is nå enn for ett år siden, sier Rasmus Tonboe ved Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) til Jyllandsposten jp.dk.

- Det er helt vilt, sier han.

Han forklarer den raske smeltingen med at temperaturen har steget i området. I tillegg har endringer i strømforholdene ført store mengder is bort fra Arktis.

Det er delte meninger om når Nordpolen eventuelt kan bli isfri sommerstid. En amerikansk forsker tror Arktis kan bli isfritt om sommeren allerede i 2013.

Ifølge professor Ola Johannessen ved Fridtjof Nansen-instituttet i Bergen kan et isfritt hav i Arktis bli dramatisk.

- Det vil få store konsekvenser for været på Grønland og på resten av kloden. Det vil endre hele det globale klima, sier den norske forskeren til jp.dk."

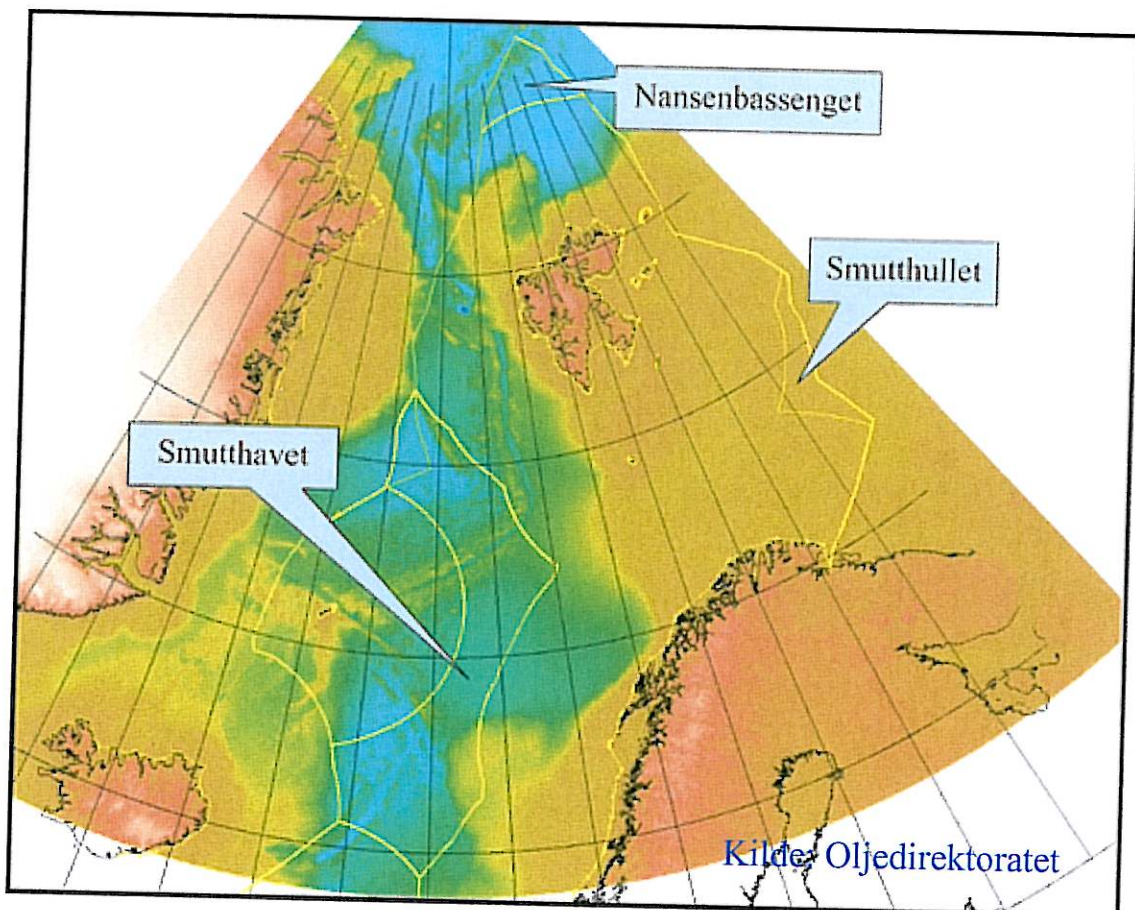
Denne nedsmeltingen medfører at det oppstår nye muligheter og utfordringer når det gjelder næringsvirksomheter og det å skaffe seg oversikt over miljøparametere i disse områdene.

Nordområdene er viktig for Norge p.g.a. de rike fiskeressursene, men også grunnet de antatt store olje og gassressursene under havbunnen. Begge disse næringsområdene er viktige for å sikre arbeidsplasser og videreutvikle teknologi og ekspertise. Nordområdene er derfor sentrale for Norges ressursforvaltning. Ifølge stortingsmelding nr 30 (2004-2005) er sentrale temaer for norsk politikk i nordområdene knyttet til olje og gass, fiskerier, miljøvern, transport, forvaltning av havmiljøet, forskning og overvåking, næringssamarbeid, en konsekvent og fast håndhevelse av norsk suverenitet over Svalbard m.m.

I Norsk Romsenters (NRS) langtidsplan for romvirksomhet (NLTPR) beskrives nasjonale mål og strategier for perioden. Etter oppdrag fra NRS utarbeidet SINTEF og de norske satkom-aktørene i 2005 rapporten "SATKOM2010" (STF90 F05062). Denne gir en oversikt over norsk satellitt-kommunikasjonsvirksomhetsstrategi fram mot år 2010. Videre er et av hovedmålene for NRS å ha en ledende rolle i utvikling og drift av romrelatert infrastruktur. I den forbindelse har utviklingen av SVALSAT vært særdeles viktig for norsk romvirksomhet.

2.1 Prosjektet gir nyttig bakgrunn for Barents 2020

Prosjektet hadde som hovedmål å kartlegge Norges behov for telekommunikasjon i nordområdene i perioden frem til 2020, se figur 1. Dette omfattet en kartlegging av brukerbehov og forslag til videreføring. Regjeringen lanserte i september 2005 et program for en langsiktig satsing på forskning og utvikling i nordområdene. Programmet har betegnelsen "Barents 2020" med planlagt oppstart i 2007.



Figur 1 Norske utfordringer: Geografi og økonomisk aktivitet. Figuren illustrerer de enorme områdene som omfatter Norges interesser og viser samtidig verdien og betydningen av effektiv kommunikasjon. (Kilde: Oljedirektoratet)

I "Barents 2020" er det foreslått 11 prosjekter hvorav 5 er identifisert som særlig viktige med oppstart i 2007. Disse er:

- Undersjøisk bore- og produksjonsteknologi i arktiske strøk
- Langdistanse rørtransport av olje, gass og kondensat
- Petroleumsutvinning og is
- Barentshavet på skjerm – sanntids overvåking av havområdene i nord
- Etablering av felles praksis for helse, miljø og sikkerhet (HMS)

Resultatene fra prosjektet "Satellittkommunikasjon i nordområdene" vil kunne brukes i flere av prosjektene i "Barents 2020".

2.2 Kort beskrivelse av aktivitetene i satellittprosjektet

Under planleggingen av prosjektet ble følgende delaktiviteter identifisert og inkludert:

- *Identifisering av utvalgte aktører og kartlegging av brukerbehov:* Hvilke aktører har interesser av og behov for kommunikasjon til nordområdene? Aktuelle aktører kan være bl.a. forsvar, kystvakt, fiskeri og havbruk, handelsflåten, oljeindustri, miljøovervåking, ressursforvaltning, kartverk, forskning. Et naturlig spørsmål til de ulike aktørene er i tillegg også hva slags kommunikasjonsløsninger benytter de i dag?

- *Oppsummering og anbefaling:* Oppsummeringen inneholder en systematisk oversikt over det som har fremkommet under kartleggingen. Basert på dette vil det bli gitt en anbefaling m.h.p. videre arbeid når det gjelder å kunne møte dette behovet via satellittforbindelser.

3 Beskrivelse av metodikk og gjennomføring

3.1 Generelt

Telenor har historisk vært viktig for å sikre best mulig satellittdekning i de norske interesseområdene. Dagens dekning i nordområdene for tjenester som krever høyere båndbredder begrenser seg til tilbudet fra geostasjonære satellitter. Det er imidlertid ikke noen garanti for at dagens dekning og tilgjengelighet vil bli opprettholdt i de neste 10 år. Markedet i nordområdene er og forventes å bli, begrenset og lite i forhold til mer brukerintensive geografiske områder som har de kommersielle operatørenes primere fokus.

I nordområdene foregår det allerede aktivitet som kan deles inn i noen hovedgrupper. I Tabell 1 er aktivitetene definert inn i 4 sektorer:

- nemlig oljerelaterte,
- forsvaret og det offentlige,
- miljø og ressursforvaltning,
- fiskeri, sjøfart samt luftfart.

Kommunikasjon i nordområdene utover lavhastighets tale – og data, er i dag begrenset til dekningen som gis av geostasjonær satellittkommunikasjon. Aktivitet i polare strøk nord for geostasjonærdekning vil ha vanskelige kommunikasjonsforhold. Det antas at aktiviteten i nordområdene vil starte gradvis - først med vitenskapelige aktiviteter (forskningsfartøyer), deretter med seismikk, så boring, deretter produksjon. I tillegg kommer fiske, transport til og fra aktivitetene og etter hvert kanskje også transport fra Asia til Europa og visa versa.

Det synes rimelig klart at de aktivitetene som skaper kommunikasjonsbehovet trappes opp over tid - kanskje lang tid. Det er derfor ikke åpenbart at det vil være et kommersielt grunnlag for å investere i et system som skal gi eierne avkastning over en rimelig tidsperiode, i alle fall ikke for første generasjons utstyr.

Grunnlag for en mer kvalifisert oppfatning av mulighetene forutsetter både nærmere gjennomgang av brukerbehovene, de tekniske systemløsningene og de tilhørende kostnadselementene.

I denne rapporten er det gjort forsøk på å se nærmere på brukerbehovene og skissemessig forslag til mulige systemløsninger.

3.2 Organisering

3.2.1 Forespørsler mot sektorer og aktører.

For å kartlegge behovet hos de ulike aktørene ble det utarbeidet et spørreskjema som vist i Appendix A. I tillegg til selve skjemaet, fikk de forespurte en introduksjonstekst som forklarte hvorfor det var av interesse at nettopp de besvarte og bidro i denne undersøkelsen. I skjemaet ble det indikert at det var ønskelig at kommunikasjonsbehovet ble relatert til årstall.

3.2.2 Sektorer

De ulike forespurte sektorer med segmenter er vist i Tabell 1.

Tabell 1 Utvalgte næringssektorer med tilhørende segmentering.

Sektor	<i>Olje</i>	<i>Skipsfart / fiskerier</i>	<i>Offentlig sektor</i>	<i>Miljø / Ressursforvaltning</i>
Segmenter	Lete	Transport	Kystvakten	Departementet
	Produksjon	Havbruk	Sjøforsvaret	Polarinstituttet
	Forsyning	Kystflåte	Luftforsvaret	Havforskningsinst.
		Havgående flåte	Hæren	Meteorologisk institutt
		Cruise	Flytrafikk	Isvarsling
				Kartverket

3.3 Bearbeidningen

Bearbeidningen og kontakten med de ulike aktørene ble foretatt i en prosedyre med telefonkontakt, deretter oversendelse av skjema og så en oppfølging. Majoritetene av oppfølgingene var i form av telefonsamtaler. I noen tilfeller ble det også avtalt møter.

Erfaringene fra arbeidet er at de ulike organisasjonene eller personene som ble kontaktet hadde forskjellige tilnærmelser til forespørselen og skjemaet. De færreste fylte ut skjemaet selv. For det meste var det nødvendig at SINTEF/NTNU fylte ut skjemaet etter at henvendelsen var fulgt opp med en ny telefonsamtale eller et møte.

Kvantisering av antall systemer, terminaler eller brukere er ikke tatt inn som en del av undersøkelsen. En besvarelse som inkluderer dette krever en mer omfattende og detaljert statistisk analyse og behandling enn det har vært rom for innenfor dette prosjektet.

3.4 Brukerbehov og brukerundersøkelse

Brukerbehovene er knyttet til aktivitetstypen hos den enkelte bruker, men har også en geografisk dimensjon. Til geografien knytter det seg usikkerhet både med hensyn til når geografien (særlig isen) vil innby til næringsaktivitet og til hvilke kommunikasjonssystemer som vil kunne være tilgjengelig for å tilfredsstille behovet når aktiviteten nord for geostasjonær dekning tar seg opp.

4 Brukerbehov fra alle sektorer

I det følgende presenteres de opplysningene og funnene som er gjort i undersøkelsen. Resultatene er organisert og presentert på to måter:

- En samlet oppsummering fra alle sektorene under ett.
- En separat for hver sektor.

Den separate blir delvis presentert i form av et modifisert spørreskjema pluss noen innledende betraktninger. Noe av teksten i spørreskjemaene er redigert, men mye er slik det ble rapportert. I noen tilfeller hvor det er valgt å legge flere aktører i same skjema, kan teksten bli litt springende. Dette gir også et spontant uttrykk sett med brukernes øyne. Ikke overraskende ga svarene et noe uklart bilde på når, hvor og hvor stor mengde kommunikasjon det ville være behov for. Spesielt knytter det seg fortsatt usikkerhet til behovene både i den geografien som dekkes marginalt av geostasjonære satellitter, og i den geografien som ligger nord for geostasjonær dekning. Usikkerheten med hensyn til kommunikasjonsvolum gjør at tilbudet lengst nord vil måtte bli en tilpasning mellom det ønskelige og det praktiske/økonomisk mulige på satellittsiden.

I dette kapitlet er det gjort et forsøk på å strukturere den viten som kan trekkes ut av undersøkelsen, for å ha et grunnlag for å vurdere utviklingen framover.

4.1 Samlet oppsummering over alle sektorer

I en samlet oppsummering er det naturlig å dele diskusjonene inn i nåtid og fremtid. På den måten vil det være mulig å få frem hvordan de ulike brukerne ser for seg evolusjonen i ønsket/nødvendig behov for kommunikasjon til nordområdene. Det ble klart at det er mange aktører som har interesser og dermed behov for kommunikasjon i nordområdene. Blant de som er kontaktet i løpet av dette prosjektet er det representanter for både brukere- og leverandører av teletjenester.

4.1.1 Nåtid

Det synes som om det er to ulike beveggrunner til å etablere kommunikasjonsløsninger for de som opererer i nordområdene. Den ene er direkte relatert til det operasjonelle ved en næringsvirksomhet slik som datarapportering, kommandooverføringer eller annen filoverføring. Den andre beveggrunnen skyldes behovet som cruisepassasjerer, mannskaper eller personell har for kontakt med familien, utføre betalinger på nettet, lese nyheter på Internet, osv. Det sistnevnte behovene blir mer og mer nødvendig for å kunne rekruttere folk som må være adskilt fra familien og hverdagens praktiske bekvemmeligheter når det gjelder å få utført tjenester.

4.1.1.1 Operative forhold

Spennet i kommunikasjonsbehov eller informasjonsratene for næringsvirksomheten er stor. For de som har tilgang til *geostasjonære* satellitter (Inmarsat/VSAT) varierer dataratene typisk fra 300/600 b/s opp mot 1 Mb/s. For de med lavest behov for bitrate er priselastisitet oppgitt til å være relativt stor ved at bruken er følsom for kostnadene. For de som ligger høyere er prisen også viktig, men ikke så følsom.

Disse brukerne opererer i ulike soner av nordområdene og har aktiviteter der når kundene etterspør tjenestene. For oljebransjen betyr det under forundersøkelser eller ved produksjoner. For skipsfarten og fiskeriene når det er sesong for næring. Hvor langt nord det er praktisk å operere med geostasjonære satellitter er avhengig av type data som overføres. Det er rapportert at for eksempel *sanntids* video oppstår det problemer ved 71 grader nord. Annen type ikke-sanntidsdata som overføres mer i pakker med mulig retransmisjon er det mulig å etablere kommunikasjonsforbindelse lengre nord. Det er oppgitt at kommunikasjon på 75 grader nord har vært mulig.

Lavbanesatellitter som Iridium muliggjør tale og lavhastighets dataoverføring fra hele Nordkalotten. Brukerne av dataoverføringer er typiske vitenskapsfolk med behov for sporadiske overføringer av mindre data. Når det gjelder tale så er brukerne alle som ferdes utenfor dekningsområdet for geostasjonære satellitter.

Et kjennetegn for mange av de store profesjonelle brukerne med en viss mengde data er at de har nettverk ombord på sine fartøyer. Dermed ønsker de ikke oppringte samband, men fast samband med en viss tilgjengelig rate. I en del tilfeller er denne raten adaptiv ved at det tildeles etter behov.

4.1.1.2 Velferdsbruk

Den typiske bruk for personalet er telefon og Internet inklusive e-post. Dette omfatter både oppringte - og faste samband litt avhengig av infrastrukturen om bord eller på stedet. Informasjonsraten over satellitten for denne type tjenester varierer, men ser ut til typisk å være fra 4.8 kb/s til 128 kb/s, men høyere der hvor det er tilgjengelig. Der hvor det er faste samband vil den opplagt bruke de ratene som er tilgjengelig.

Det virker som at prisen har litt større betydning for denne type tjenester selv om dette også mer og mer blir en del av det som forventes.

4.1.2 Fremtid

Aktiviteten i nordområdene eller generelt på Nordkalotten forventes å øke i årene som kommer. Dette er varslet både gjennom politiske signaler og gjennom økt interesse for ulike næringsvirksomheter. En annen faktor er nedsmeltingen i polområdet som etterhvert vil gjøre det mulig med skipstrafikk lengre nord. Fiskeriene kan flyttes lengre nord både som følge av at de kan operere lengre nord i isfritt farvann, og at enkelte fiskeslag beveger seg nordover ettersom temperaturen stiger i havet i sydligere farvann. Den situasjonsbeskrivelsen som er gitt for nåtid synes derfor å representere en startsituasjon hvor antall enheter som opererer der vil øke samtidig som ønsket eller behovet for kommunikasjonskapasitet pr enhet øker. For brukerne var det vanskelig å definere 2020 som fremtiden. Fremtiden ble derfor definert i et mer åpent perspektiv som "en del år frem".

Utfordringen når det gjelder denne økte virksomheten er at etterhvert som den flyttes lenger nord vil behovet for *andre typer satellitt-tilbud* øke. Dette ønsket er *signalisert fra brukere* gjennom de kontaktene som er opprettet gjennom dette prosjektet.

4.1.2.1 Operative forhold

Det som er meldt å drive behovet i oljebransjen for økt tilgjengelighet og informasjonsrate i nordområdene er integrerte operasjoner (IO) hvor interaksjon mellom de som er på land og ute i felten er stor. Dette medfører at kapasitetsbehovet for sanntidskommunikasjon via geostasjonære satellitter øker samtidig som at det oppstår et ønske om alternative satellittkonstellasjoner når aktiviteten flyttes lenger nord. Da oppstår behovet for flere Mb/s pr enhet.

Den vitenskaplige aktiviteten i nordområdene vil øke i fremtiden med behov for fjernrapportering. Ved siden av de aktivitetene som pågår i dag er det forventet at mer avanserte innsamlings- og miljøovervåkningssystemer i form av for eksempel undervannssensornettverk vil trenge satellittkommunikasjon for toveis datakommunikasjon. Hvilke data rater som blir nødvendige er for tidlig å si noe om, men behovet for høyere datarater enn det som Iridium kan gi er åpenbar. Bilder og sporadiske lavrate videoopptak er elementer som vil trenge en type kommunikasjonskapasitet som ikke er tilgjengelig i dag.

En annen situasjon som vil forrykke behovet for en kontinuerlig dekning lenger nordover er redningsoperasjoner og beredskap når det gjelder større ulykker eller miljøforurensning med påfølgende opprydding.

4.1.2.2 Velferdsbruk

Personalets behov forventes å følge den generelle trenden om behov for tilgang til kommunikasjon, informasjon og nyheter, samtidig som det forventes en økning antall i cruisepassasjerer. Situasjonen som er beskrevet for denne kategorien over vil fortsatt gjelde.

4.2 Gruppert etter sektorer

Som definert i Tabell 1 har vi 4 grupperinger av sektorer, nemlig oljerelaterte, forsvaret og det offentlige, miljø og ressursforvaltning, fiskeri og sjøfart samt luftfart. I det følgende blir funnene i hver sektor oppsummert separat. Offentlig institusjoner er navngitt, mens vi har anonymisert de som er mer næringsrelatert.

4.2.1 Oljerelatert

Oljerelatert aktivitet i nordområdene er knyttet til letevirksomhet, boring av brønner, installasjoner samt overvåking. Områdene som det opereres i er gitt av konsesjoner og muligheter. Det blir også utfordringene når det gjelder sikkerhet og sårbarhet av miljøet rundt. M.h.p. selve produksjonene så blir det der mer og mer undervannsinstallasjoner med fiber til land. Spesielt for større felt. Her gjelder integrerte operasjoner. Satellittløsninger blir derfor kun anvendt der hvor mobilitet er et stikkord, eventuelt som reserveløsning.

Brukshyppigheten av utstyr og løsninger i bransjen er derfor ikke regelmessig innen geografiske områder, men er sporadisk og knyttet opp mot perioder med aktiviteter, om vi ser bort fra produksjon på mindre felt hvor flytende produksjonsbåter blir benyttet. De rapporterte behov eller anvendt kapasitet reflekterer derfor det som er *situasjonen der og da, når det er aktiviteter*. En form for tidsmidling for å finne et midlere behov over et år eller en annen tidsperiode gir derfor ikke mening.

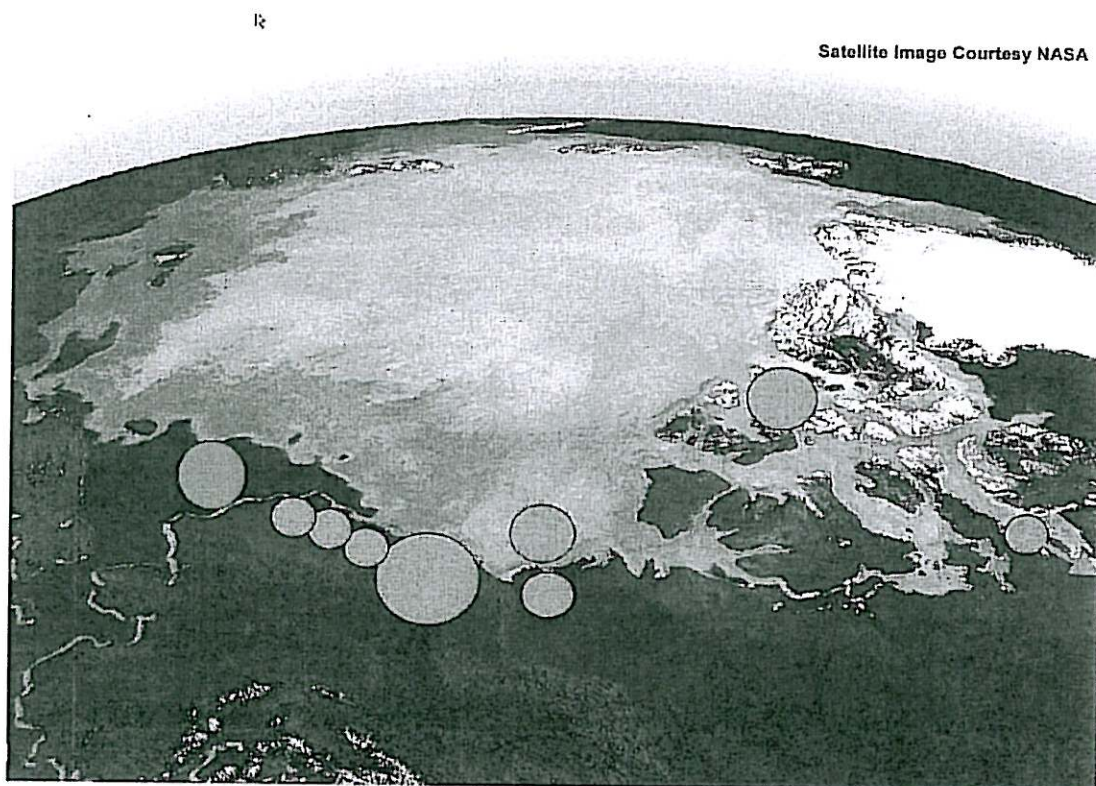
Videre er dette en bransje med typisk relativt få, men kommunikasjonsmessig tunge aktører (båter og rigger) under aktive perioder. Stikkord for typiske enheter er forsyningskip, borerigger og flytende produksjonsrigger/skip.

Tabell 2 Oppsummering av funnene fra oljesektoren.

Behov nå og i fremtiden.			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kort beskrivelse av kommunikasjonsbehov som dekkes best med satellitt!	<p>Organisasjonene har både driftsinformasjon og mannskapsbehov som dekkes av satellitt siden de som regel opererer langt til havs. Dette gjelder spesielt for flytende og flyttbare enheter.</p> <p>For oppankrede fartøyer så benyttes i noen tilfelle for eksempel en 8 Mb/s radiolinje fra båten til en naborigg. Derfra er det så en alternativ satellittforbindelse til land eller en fiberforbindelse.</p>	<p>Integrerte operasjoner vil kreve større datamengde og bedre tilgjengelighet. Dette omfatter også et behov/ønske om mer båndbredde over satellitt. Da er det mulig med sanntidsvideo, dokumenthåndtering, osv.</p>	<p>Tjenestene som etterspørres kan deles i to grupper. Den ene med mindre sanntidskrav som data. Den andre som video og tale som er kritiske m.h.p. en jevn datastrøm med stabil kvalitet. Fartøyene leies av oljeselskaper. Det betyr at det gjerne er to organisasjoner involvert som trenger kommunikasjon. Disse ønsker gjerne separate løsninger for ikke å spise av hverandres kapasitet. Polarbanesatellitter kan være en løsning. Kommunikasjon blir sett på som en "enabler" for nye lete/produksjonsområder.</p>
Geografisk område som ønskes dekket	<p>De opererer i hele verden. For nordområdene spesielt så har de aktivitet langt nord.</p>	<p>For en forbedring av nordområdene kunne det vært ønskelig med en satellittløsning med en mer polar bane for kontinuerlig dekning og større datahastighet enn det som for eksempel Iridium kan tilby.</p> <p>Arktisk Canada, nord for ca 70°, se figur 15.</p>	<p>For de som er der i dag så går det bra til 70 grader nord. Lenger oppover er det dårlig. Sliter ved 71 grader. Andre satser i nordområdene og ønsker seg derfor god dekning der oppe.</p>

Akseptabelt kostnadsnivå Kr/Mbyte, evt. annen parameter	Kostnadene er generelt et viktig element når løsninger velges. Vil ha så mye kapasitet som mulig for så lav pris som mulig. Noen betaler i dag for 512 kb/s fast. I dag koster et leid VSAT system med LAN om bord på fartøyet fra 7000\$ pr. mnd og oppover. Prisen avhenger bl.a. av type satellittsegment som benyttes	Etter hvert som behovet for og ønsker om integrerte løsninger øker vil prisfølsomheten bli noe mindre. Men det vil hele tiden være et kostnadsspørsmål.	
Tidsvindu/perioder	Hele året. For de som drifter fartøyer så er en båt typisk ute på oppdrag i 3 – 5 år. Så foretas det en forflytting.		
Teknisk informasjon			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kommunikasjons-løsninger	Bruker en del Inmarsat, men går i all vesentlighet over på VSAT på C/Ku-bånd. 512 kb/s over satellitt er vanlig.	I samme spor, med behov for høyere rate. Mot > 2 – 4 Mb/s. 2010: behov for pålitelig kommunikasjon, enten via satellitt, radiolinje eller fiber.	Bruker Inmarsat-C for GPS-oppdatering til land. Ønsker seg en fast tjenesteleverandør slik at bestykningen ombord blir enklere og standardisert.
Sårbarhetskrav	Kritisk for den daglige driften		
Type data / multimedia pr. terminalenhet.	Operasjonelt: Video, epost, loggedata, osv. Mannskap: epost, Internet, msn, osv	Mer dataflyt for begge kategorier.	
Behov for datahastighet [Bits/sec]	I dag 64/128 kb/s opp mot typisk 512 kb/s	Gå opp mot 1 Mb/s og gjerne > 2 – 4 Mb/s	Ønsker faste linjer, ikke oppringte samband. Vil trenge høye datarater lenger mot nord enn det som geostasjonære satellitter kan gi i dag.
Behov for sanntidsdata	Tale, video og loggedata.	Video vil bli viktigere. Ved integrerte løsninger ville dette ønsket bli enda viktigere.	

Behov for filoverføring	Data og informasjonsutveksling via e-post. Kursing av mannskap. Det tar i dag lang tid å overføre kursmateriale over satellitt i dag.	Kursing på stedet/om bord krever økte hastigheter for å bedre tilgang til kursmaterialet.	
Stasjonære terminaler	Alle operasjoner benytter stasjonære VSAT terminaler montert på brukerens rigg eller boreskip I tillegg benyttes Inmarsat B.		
Mobile terminaler	Inmarsat M er typisk.		
Antall terminaler	Gitt av kundemassen		



Figur 2 Illustrasjon som viser de nordlige delene av Canada sammen med interesseområder for noen oljeselskaper.

4.2.2 Offentlig sektor

Som definert i Tabell 1, er den offentlige sektoren i denne undersøkelsen delt inn i to områder. Den første er knyttet til flytrafikken, med bidrag fra Avinor på flysikrings/navigasjonstjenesten og en produsent av kommunikasjonsutstyr. Det andre området er Forsvaret hvor vi har fått en oppsummering.

Bruk av satellitt for flysikring og navigasjonstjenester innen Avinor er en fremtidsopsjon. I dag er det kun HF/VHF som benyttes. Systemene som vil bli benyttet styres av ICAO som standardiserer løsningene, Tabell 3.

For cockpit- og passasjerforbindelser leverer Inmarsat systemløsninger som benyttes over havområder. Over polene så representerer ikke geostasjonære satellitter noen løsning. Der vil det være behov for andre typer konstellasjoner, Tabell 4.

Fra Forsvaret har vi fått en oppsummering, som omfatter Forsvarets ledelsesfunksjoner og alle tre våpengrenene. Forsvaret benytter seg vesentlig av NATO løsninger, Tabell 5. Terminalene der er vesentlig mobile. Geografisk område som ønskes dekket er avhengig av Forsvarets operasjoner.

Tabell 3 Tabelloppsummering av informasjon fra Avinor på flysikringstjenester.

Bakgrunnsinformasjon			
Organisasjonsnavn	Flysikringsdivisjonen, Avinor AS		
Organisasjonstype	Statlig AS		
Finansiering	Selvfinansierende		
Virksomhetsbeskrivelse	Divisjonen har ansvar for flysikringstjenestene (CNS/ATM) i norsk luftrom		
Tilholdssted og kontakt-epost	Oslo		
Behov nå og i fremtiden.			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kort beskrivelse av kommunikasjonsbehov som dekkes best med satellitt!	Ingen bruk av sat-com i Flysikringsdivisjonens CNS/ATM-tjenester i dag	Antatt potensielle satellittbaserte tjenester: ATM Voice/data-tjenester for havområdene, ATM data-tjenester for landområdene Navigasjonstjenester	Egne prosesser for behovskartlegging (harmonisering/kunder). Eksempelvis mhp EGNOS-tjenester og IRIS-programmet.
Geografisk område som ønskes dekket	Norsk luftrom + del av internasjonalt luftrom hvor Avinor yter lufttrafikkjeneste		
Akseptabelt kostnadsnivå Kr/Mbyte, evt. annen parameter	Hensikten er at kostnadsnivået innen sivil luftfart skal ned		

Tidsvindu/ perioder		Følger av ICAO's utviklingsprogrammer og Eurocontrols strategier; herunder global harmonisering og våre kunders behov.	
Teknisk informasjon			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kommunikasjonsløsninger	Teknologi ihht internasjonale standarder for luftfart (HF/VHF tale)	Teknologi ihht internasjonale standarder for luftfart	Teknologi iht internasjonale standarder for luftfart
Sårbarhetskrav			
Behov for filoverføring			
Stasjonære terminaler		Ved lufttrafikkenehetene (tårn/approach/kontrollsentraler)	
Mobile terminaler		Hos flyselskap	
Antall terminaler			

Tabell 4. Oppsummering av flytrafikkinformasjon fra utstyrproduzent.

Bakgrunnsinformasjon			
Organisasjonstype	Privat		
Virksomhetsbeskrivelse	Leverandør av utstyr for flykommunikasjon basert på Inmarsat Aero-tjenester.		
Behov nå og i fremtiden.			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kort beskrivelse av kommunikasjonsbehov som dekkes best med satellitt!	Kommunikasjon til cockpit, både tale og meldingsbasert, spesielt i havområder mellom kontinentene. Data-tjenester til passasjerer er et voksende marked.	Sterk vekst i satellitt kommunikasjon til fly på oversjøiske ruter i særdeleshett, også på fly posisjons formidling (ADS). Dette har også sammenheng med ønsket om redusert separasjon mellom flyene.	Nye flytyper med økt aksjonsradius åpner nye ruter. Mange av disse går over hav, men også flyvninger over polområdene blir mer aktuelt. <i>Da er ikke geo-stasjonære satellitter tilstrekkelig.</i>

Geografisk område som ønskes dekket	Inmarsat opererer satellitter i geostasjonær bane. Dette gir global dekning opp mot 80 grader nord og syd.	Ønskelig med dekning spesielt i nord, for en del interkontinentale ruter.	Fly med lengre rekkevidder vil kunne gjøre mulig å fly direkte mellom USA eller Europa og fjerne østen. <i>Flyvninger nord for 80 grader er relevant.</i>
Akseptabelt kostnadsnivå Kr/Mbyte, evt. annen parameter	Til passasjerer så er akseptabel pris lik pris for mobilkommunikasjon i internasjonal sammenheng. For cockpit data bør pris være tilnærmet pris for ACARS meldinger idag.	Internasjonal roaming priser er på vei ned. Satcom må følge denne trenden.	I tillegg til kost så øker også behovet for båndbredde på lik linje med det som skjer i det landbundne nett.
Tidsvindu/perioder	Frem til 2012	2012-2020	
Teknisk informasjon			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kommunikasjonsløsninger	Inmarsat Aero GEO, Iridium med global dekning, Ku-bånd.	Elliptiske satellittbaner (Molniya) som dekker nord-områdene. LEO løsninger (Iridium).	Satellitt vil være et Supplement til landbaserte løsninger for ATM, typisk drevet av ARINC og SITA. Satellitt blir viktig erstatning for HF på oversjøiske ruter og ruter uten bakkenett, f. eks. pol-områdene.
Sårbarhetskrav	Inmarsat Aero er et Safety system idag. Følgelig er det krav til redundans og prioritering av anrop. Kryptering kan bli aktuelt, men har så langt ikke vært fremtredende for cockpit kommunikasjon.	Her vil SARPS krav og eventuelt krav som kommer ut av SESAR programmet til EU/Eurocontrol måtte legges til grunn.	

Type data / multimedia pr. terminalenhet.	Inmarsat: Distress Voice, pakke-data, internet, broadcast tjenester. Terminal klasser: L : 0dBi antenne I : 6 dBi antenne H: 12 dBi antenne	GSM ombord. Transkoding for nedlasting. Høyere data-rater for pakke-data.	L-type AES'er: kun lav rate data. (L=Low) I-type AES'er: Voice og medium data rate. (I=Intermediate) H-type AES'er: Full voice og høyeste rate data. (H=High)
Behov for datahastighet [Bits/sec]	100-200 bytes pr pakke. (ACARS)	500-1k byte pr pakke	Voice vil i land-nettet være VoIP.
Behov for sanntidsdata	Meget stort behov for sanntidsdata, f.eks. ADS (posisjonsdata). Her er det strenge krav til forsinkelse.	Utveksling av data mot fly vil få strengere krav etterhvert som fly-separasjonen minker.	
Behov for filoverføring	Motor data og andre performance data er foreløpig på et beskjedent nivå.	Motor data og andre performance data vil tilta sterkt. Flight bag info og værddata vil tilta.	
Stasjonære terminaler	En satcom antenne pr fly, men kan være tilknyttet flere systemer, f.eks. Classic Aero + Swift64, Classic Aero + SBB	Kan bli flere satcom antenner pr fly, og desto flere systemer.	SBB=Swift Broadband, tilsvarende BGAN hastigheter (432 kbit/sek brutto rate). Swift 64 er 64 kbit data
Mobile terminaler	Inmarsat, Iridium		Begge typer terminaler installeres idag
Antall terminaler			

Tabell 5 Oppsummering av brukerbehov som referert fra Forsvaret.

Bakgrunnsinformasjon	
Organisasjonsnavn	Forsvarsdepartementet
Tilholdssted og kontakt-epost	Forsvarets ledelsesbygg, Akershus festning.

Behov nå og i fremtiden.			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kort beskrivelse av kommunikasjonsbehov som dekkes best med satellitt!	Alle mobile og deployerbare enheter i Forsvaret med behov for SATCOM fra fartøyer og kjøretøyer til kommunikasjonsmoduler og man-packs	Alle mobile og deployerbare enheter i Forsvaret med behov for SATCOM fra fartøyer og kjøretøyer til kommunikasjonsmoduler og man-packs	Omfang avhengig av Forsvaret struktur og operasjonsmønster
Geografisk område som ønskes dekket	Avhengig av operasjonsområdet	Avhengig av operasjonsområdet	
Akseptabelt kostnadsnivå Kr/Mbyte, evt. annen parameter	Ikke vurdert	Få dekket Forsvarets behov på billigste måte	Vurderes fortløpende
Tidsvindu/perioder	24/7	24/7	Operasjonsbestemt
Teknisk informasjon			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kommunikasjonsløsninger	Diverse terminalutstyr hovedsakelig Inmarsat, IRIDIUM, C-bånd, L-bånd, Ku-bånd.	Variantbegrenset utstyr, X-bånd og Ka-bånd, Inmarsat, IRIDIUM.	
Sårbarhetskrav	All trafikk krypteres.	All trafikk krypteres.	
Type data / multimedia pr. terminalenhet.	IP – alle typer trafikk	IP – alle typer trafikk	All trafikk er IP-basert. Type og mengde ikke avklart
Behov for datavolum [Bytes]	Ikke avklart	Ikke avklart	
Behov for datahastighet [Bits/sec]	Vurderes fortløpende. Operasjonsavhengig	Analyser pågår	
Behov for sanntidsdata	Sensordata, talesamband, kommando/kontroll	Sensordata, talesamband, kommando/kontroll	Generell datatrafikk med høyt krav til sanntid.
Behov for filoverføring	Operasjonsavhengig	Operasjonsavhengig	Alle typer filer, meldingsformater og datastrømmer må kunne håndteres.
Stasjonære terminaler			
Mobile terminaler	Alle Forsvarets enheter	Alle Forsvarets enheter	
Antall terminaler			Perspektivplaner er under vurdering

4.2.3 Miljø og ressursforvaltningen

Som representanter for denne sektoren ble fire organisasjoner plukket ut. Disse er:

- Norsk Polarinstitut
- Havforskningsinstituttet
- Nansen Environmental and Remote Sensing Center (NERSC)
- Meteorologisk institutt, Værvarslinga i Nord-Norge

Organisasjonene representerer både forvaltning av - og forskning på - ressurser i havet, samt miljøovervåking og forskning i denne sammenheng. De gjennomfører tokt til fjerne strøk som en del av sin virksomhet. I disse strøkene er det typisk ingen fast infrastruktur for kommunikasjon. Dermed blir satellittkommunikasjon et naturlig alternativ.

Før 2007 var det ingen land eller institusjoner som hadde ansvar for værvarsling og kommunikasjonsløsninger for "search and rescue" operasjoner nord for 80 grader N. Flere internasjonale organisasjoner har over flere år jobbet med å få slike tjenester på plass også nord for 80 grader N, og i løpet av 2007 ble et slikt ansvar fordelt. I denne sammenheng har Meteorologisk institutt ved Værvarslinga for Nord-Norge fått ansvar for å utstede værvarsel for en sektor mellom Grønland og Russland og helt opp til nordpolen. Kystdirektoratet, organisert under Fiskeri- og kystdepartementet, har på samme måte fått ansvar for å fremskaffe kommunikasjonsløsninger for samme sektor, både for å få frem værvarsel og for å kunne operere "search and rescue" operasjoner i dette området. Her er Telenors maritime kystradio involvert. Disse tjenestene skal være i operasjon innen noe tid, med en første milepæl sommeren 2008. Med en iskant som kryper raskt nordover, kan det være aktuelt at en satellittkommunikasjonsplattform kan benyttes for værvarseltjenester og for "search and rescue" operasjoner.

Norsk Polarinstitut, Havforskningsinstituttet og Kystverket deltar aktivt i oppfølgingen av "[Regjeringens forvaltningsplan for Barentshavet](#)". Tre grupper er etablert for å ta seg av den samlede faglige oppfølgingen:

- Faglig forum - ledet av Norsk Polarinstitut
- Overvåkingsgruppen - ledet av Havforskningsinstituttet
- Risikogruppen - ledet av Kystverket

Både Polarinstitutet og Havforskningen er ute på tokt med sine forskningsfartøyer, hvor de har løpende behov for kommunikasjon til sin hjemmebase. Begge har slike tokt i Barentsregionen og lengre nord hvor bredbåndsløsninger ikke er tilgjengelige. I tillegg kjører Polarinstitutet en rekke tokt i de Antarktiske områdene, hvor de også har kommunikasjonsbehov. Polarinstitutet har også et behov for kommunikasjon mellom den nordlige- og sydlige halvkule. Iridium benyttes for noe dataoverføring fra disse områdene uten dekning fra geostasjonære satellitter. Disse institusjonene har tilpasset sine felttokt slik at innsamlet data lagres om bord, og eventuelt overføres når fartøyet igjen får bredbånd satellittdekning (Typisk Inmarsat system). Annen type kommunikasjon må da dekkes av Iridium, som er et smalbåndet system best egnet for telefoni. Med bredbåndsløsninger tilgjengelig også lengre nord, vil disse institusjonene ta dette i bruk og være mer "online" med overføring av innsamlet data, samt ha mulighet til videooverføring og innhente informasjon via internett, etc. For at dette skal bli en realitet må prisen for slike tjenester ikke være for høy.

Et element som ikke er inkludert i tilbakemeldingen fra institusjonene er fremtidige undervannssensornettverk for overvåking av biomasse- og miljøparametere i havet. Installasjoner langt til havs vil trenge satellittkommunikasjon for både kontroll og datarapportering. Mengden av data og antall installasjoner er ikke kjente faktorer i dag.

Tabell 5 Oppsummering av funnene fra miljø og ressursforvaltningen.

Bakgrunnsinformasjon			
Organisasjonstype			
Virksomhetsbeskrivelse	Polarinstituttet: Polarforskning, miljørådgivning Havforskningen: Marin forskning, rådgivning marine ressurser Vervarslinga i Nord-Norge: Værvarsling, isvarsel, hav-varsel		
Behov nå og i fremtiden.			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kort beskrivelse av kommunikasjonsbehov som dekkes best med satellitt!	<p>Løpende kommunikasjon mellom felt-tokt og hjemmebase. På alle forskningsfartøyer finnes sat-kom-løsninger.</p> <p>På Bjørnøya og Hopen overføres værddata og adm. info. via en 64 kb/s satellittlink på Telenors Thor system. Telenors satellittforbindelse benyttes også til talekommunikasjon. Dette er rimeligere enn Iridium. På Hopen er Iridium reservesystem for talekommunikasjon. På Jan Mayen benyttes kommunikasjonsløsningene til forsvaret.</p> <p>Trenger kommunikasjonsløsning er for å sende værvarsel/isvarsel til fartøy i Barentsregionen og til iskanten. Havvarsel leveres også til rederiene som videre formidler dette til sin egen flåte.</p> <p>For oversendelse av værinformasjon til fly (flyvertjensten), leverer Metereologisk Institutt dette til Avinor, og Avinors system og terminaler benyttes for å levere dette til flyene.</p>	<p>Som i dag, men ønske om større båndbredde og bedre pålitelighet (mindre brudd, bedre signal/støyforhold)</p> <p>Regner med å gjøre flere tokt nærmere iskanten, og trenger da kom-løsninger for overføring av oppsamlet data. Med bedre kom-løsninger på plass, kan data overføres oftere, og mer data kan også samles inn og gi mer nøyaktige observasjoner.</p> <p>For isvarsling er det et klart behov for å bedre kommunikasjonsløsningene i det nordlige Arktis slik at alle skip kan få et sikkert isvarsel. Med større båndbredde vil de også kunne sende ut mer informasjon og mer nøyaktig informasjon til skipene.</p>	<p>Havforskningen har mange forsøk med overvåkningsenheter som er plassert på havbunn, der en fysisk må hente opp enheten for å innhente oppsamlet data. De jobber nå med utvikling av system der det innføres en overflatebøye som kan utstyres med sat-kom og kommunikasjon til en bunnenhet og sende data over i tilnærmet sanntid, eller med jevne mellomrom. Med større båndbredde tilgjengelig kan mer informasjon og nøyaktigere varsler sendes til fartøyene</p> <p>Vervarslinga i Nord-Norge har forpliktelser til å levere værvarsel/isvarsel i en sektor mellom Canada og Russland og helt til polpunktet</p>

Geografisk område som ønskes dekket	Polarområdene fra ca 72 grader syd/nord og til polområdene For værvarsel/isvarsel ønskes dekning helt til iskanten der fiskefartøyer kan oppholde seg.	Polarområdene fra ca 72 grader syd/nord og til polområdene For værvarsel/isvarsel ønskes dekning helt til iskanten der fiskefartøyer kan oppholde seg	Iskanten trekkes stadig nærmere polpunktet
Akseptabelt kostnadsnivå Kr/Mbyte, evt. annen parameter	Vanskelig spørsmål. Pr. i dag er prisen for høy og dette begrenser bruken til kun det mest nødvendige.	Lavere pris/Mbyte enn i dag.	
Tidsvindu/perioder	Døgnkontinuerlig på helårsbasis, men med topper i perioden november-september Værdata overføres fra ishavsstasjonene. Værvarsel/isvarsel oppdateres hver dag. Sendes ut flere ganger pr. dag og på etterspørsel.	Oppgradering fra 64 til 128 kb/s på ishavsstasjonene Hopen og Bjørnøya allerede planlagt. Ønske om bredbånd i nær fremtid. Dette har selvfølgelig også en kostnadsside	Ishavsstasjonene benyttes også for gjesteforskere, og behov for bredbåndstjenester vil øke, både for dataoverføringer, adm-info, e-post/internett og telefoni. Usikkert hvordan Forsvaret vil prioritere Jan Mayen i fremtiden.

Teknisk informasjon

	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kommunikasjonsløsninger	Arktis: Iridium, Inmarsat Antarktis: Iridium, Inmarsat, Intelsat	Må også ha systemer med dekning nord/syd for det som er mulig med geostasjonære satellitter	
Sårbarhetsskrav	?		
Type data / multimedia pr. terminalenhet.	Tale og dataoverføring Videokonferanse	Tale og dataoverføring Videokonferanse Videooverføring	
Behov for datavolum [Bytes]	Ukjent	Ukjent. Forventer betydelig økning fra dagens situasjon	
Behov for datahastighet [Bits/sec]	256 kbit/s	"Så mye som mulig"	
Behov for sanntidsdata	Tale og videokonferanse	Tale og videokonferanse, TV/video	
Behov for filoverføring	Ja	Ja	

Stasjonære terminaler	2 Inmarsat (B) 1 VSAT Alle forskningsskip er utstyrt med sat-kom Eks: "Håkon Mosby" Sailor Inmarsat C II 3020C • Sailor Iridium • Inmarsat A Saturn 3590 • Norsat sealink	2 Inmarsat Fleet Broadband 1 VSAT	Utrustningen følger forskningsfartøyene, som er forholdsvis godt utstyrt. Det er ingen planer om å øke antall forskningsskip. Økning av antall terminaler er derfor liten
Mobile terminaler	1 Inmarsat F77 35 Iridium (Polarinstituttet)	1 Inmarsat Fleet Broadband 1 VSAT 35 Iridium (Polarinstituttet)	Vet ikke hva som vil tilbys i fremtiden, men vi vil måtte ha hovedvekt på systemer med dekning i polområdene, og jo mer båndbredde jo bedre, komplettert med systemer basert på geostasjonære satellitter med høy båndbredde
Antall terminaler	38 (Polarinstituttet) Antall ikke oppgitt fra noen andre	40 (Polarinstituttet) Antall ikke oppgitt fra noen andre	

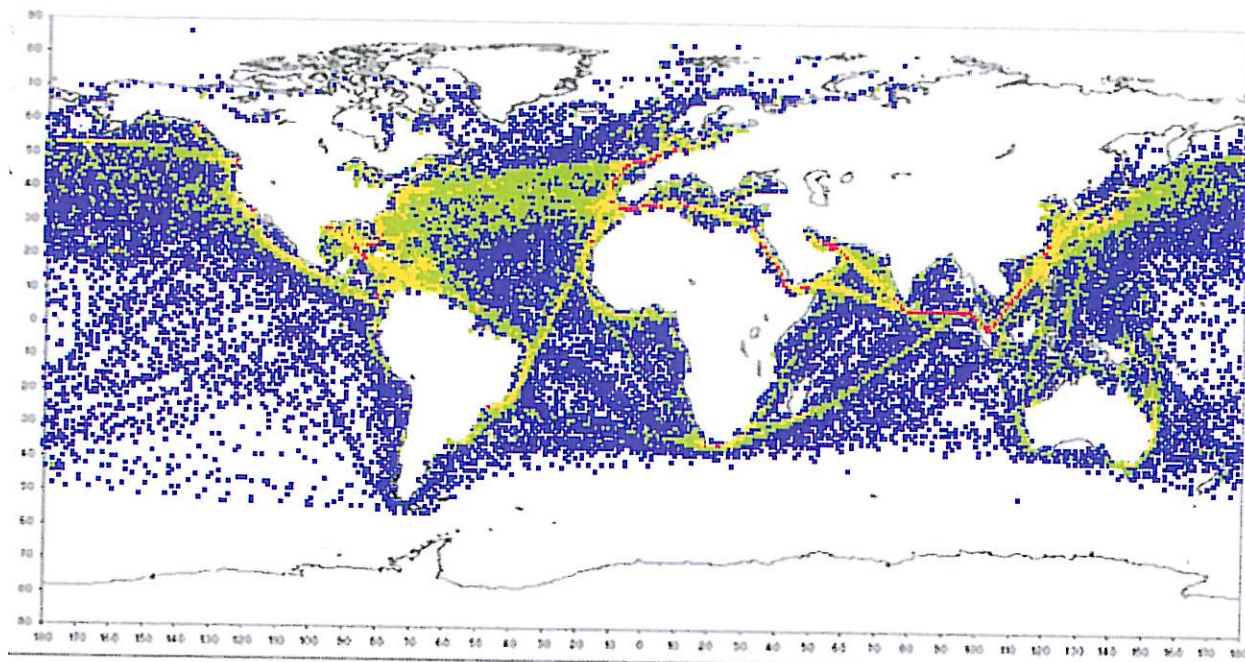
4.2.4 Fiskeri og sjøfart

Denne kategorien omfatter ulike typer fiskefartøyer samt andre fartøyer beregnet for transport og cruise. Selv om de på detaljnivået har ulike behov for kommunikasjonstjenester via satellitt så er de allikevel en relativt homogen brukersektor. Generelt kan behov for kommunikasjon deles inn i to hovedgrupper.

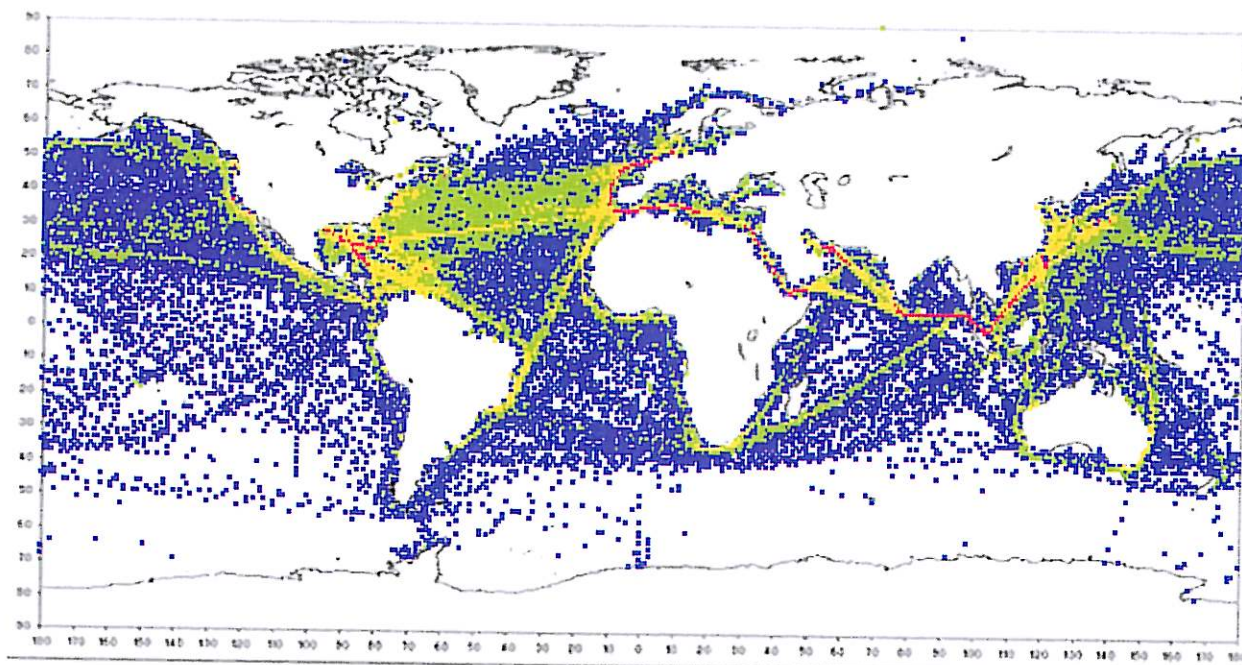
- Den ene omfatter rene *personellrelaterte* løsninger som for eksempel tilgang på TV, Internett, e-post og telefon. Dette er tjenester som muliggjør/letter rekrutteringen og som tillater at de ansatte kan utføre dagligdagse gjøremål via disse tjenestene.
- Den andre gruppen representerer typiske *data- eller støttetjenester*. Disse tjenestene støtter og er vitale for en effektiv gjennomføring av den spesifikke operasjonen. Dette kan være fangstrapportering, generelle driftsforhold eller rederikontakter for seilingsplaner.

I nordområdene foregår det et omfattende fiske som medfører et stort antall fiskefartøyer i disse farvannene. Fiskeriene utføres i dag stort sett sør for 75 Grader N. Det er fortiden bare et mindre antall fartøyer som i perioder fisker lenger nord. Hva fremtiden bringer er avhengig av fiskeriressursene og deres vandringer og tilholdssted.

I tillegg er det en økt cruisetrafikk og transport av for eksempel olje. Alle større fartøyer over 1000 bruttotonn kan frivillig registrere seg i AMVER for hjelp under kritiske situasjoner. AMVER fører også posisjonsstatistikk pr. måned som ligger ute på nettet. Det vises til de to følgende figurene eksempler på dette fra juli 2007 og januar 2008.



Figur 3 Eksempel på trafikk tetthet i juli 2007 som gitt av AMVER. Blåfargen representerer 4 eller færre båter pr. måned. Det ser ut til at det kan være cruisetrafikk nord for Svalbard som er inkludert.



Figur 4 Eksempel på trafikk tetthet i januar 2008 som gitt av AMVER. Blåfargen representerer 4 eller færre båter pr. måned. Det ser ut til at større båter som rapporterer for det meste går langs norskekysten.

Tabell 6 Oppsummering av funnene fra fiskeri og sjøfart.

Behov nå og i fremtiden.			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kort beskrivelse av kommunikasjonsbehov som dekkes best med satellitt!	<p>De har både driftsinformasjon og mannskapsbehov slik som TV som dekkes av satellitt.</p> <p>Skipsaktiviteter som har lange opphold til havs trenger å tilfredsstille dagligdagse behov for både organisasjonsdata og personlige gjøremål. Her er det sett en kraftig økning i datatrafikken i de senere årene. For en del båter er det installert GSM/UMTS slik at folk ombord kan ringe med sin mobiltelefon.</p> <p>Nødtjenester via satellitt er viktig for havgående fartøyer.</p> <p>Telefoni, e-post og Internett via VSAT.</p> <p>Stort sett alt av frysetrålere, osv. De fartøyene som er ute lenge.</p> <p>Flyttet fra Inmarsat/Iridium over på online VSAT.</p> <p>Første rekke et ønske fra mannskap.</p> <p>Rapporteringsplikt. Viktig. Både på epost og Inmarsat-C. (Til rederi og Bergen)</p> <p>De fleste større båtene har elektronisk fangstdagbok, via satellitt.</p> <p>Halvkystnært. Stort sett Iridium og Inmarsat-M.</p>	<p>Vil øke etter hvert som operasjonene blir mer integrerte ved fjernanalyse og rapportering. I dag så er det mindre sanntidsdata som overføres fra sensorer, osv. For vedlikehold og lignende vil nok dette øke i takt med trendene ellers for avanserte systemer.</p> <p>For fiskeriflåten ønskes det fast Internett over alt til en gunstig pris, med en øvre pris.</p> <p>Generelt vil behovet for datatrafikk øke fremover.</p>	<p>Økende aktivitet innen alle skipssegmentene i nordområdene vil kreve at kommunikasjonsløsninger utbygges og tilrettelegges. Aktivitetene mot høyere breddegrader vil kreve muligheter for en god koordinering når det gjelder for eksempel sikkerhet.</p> <p>For fiskeriene ser vi at behovet øker. Flere deler på det noe som gir redusert rate til hver enkelt. Sett fra fiskeriene sitt synspunkt så er lenger enn 75 grader nord noe mindre interesse. Og mindre aktivitet. Men de vet ikke hvor fiskebestandene vil bevege seg i årene som kommer.</p>

Geografisk område som ønskes dekket	Svalbard i nord, noen også nord for Svalbard. Også vest for grønland.. Fiskeriene opererer på alle fiskebanker. Cruisebåtene følger iskanten nordover. Skipsfart i annen næringsøyemed følger utviklingen i området.		Nordområdene er og vil forbli viktig for fiskeriene. All næringsvirksomhet forventes å øke etter hvert som området blir mer isfritt i årene fremover. Nord for Spitsbergen er det Iridium. Ku bånd slutt ved 75 grafer. L-bånd litt lenger, nesten opp til 80 grader.
Akseptabelt kostnadsnivå Kr/Mbyte, evt. annen parameter	Kostnadene er et viktig element når løsninger velges. Her er for eksempel Iridium populært siden det i dag er billig å ringe. VSAT: 128 kbit / 20 k/mnd i pris er foretrukket for litt større båter.		Kostnadene vil bestandig være viktige i en slik sammenheng.
Tidsvindu/perioder	Hele året for , Midt i november		
Teknisk informasjon			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kommunikasjons-løsninger	Bruker Inmarsat, men går også over på VSAT på Ku-bånd. I nordområdene over 75 grader. er det i dag Iridium som er mest anvendelig.	I samme spor, med høyere rate. Presset på L-bånd vil gjøre at mye av trafikken vil gå over til Ku/Ka båndet.	Bruker Inmarsat-C for GPS-oppdatering til land. Rundt 75 grader har vi dekning.
Sårbarhetskrav	Kryptering er viktig.	Sikkerhetskravet vil øke. For eksempel ved nedlasting for oppdatering av programvare.	Generell sikkerhet som vi ser ellers for data er og blir viktig. Her vil dette følge de krav som gjelder for Internet ellers.

Type data / multimedia pr. terminalenhet.	Data, tale og video. Video og tale krever at det er flyt i trafikken. Anvendes derfor på lavere breddegrader enn data som kan benytte retransmisjon, osv.	Samme som i dag, men sannsynligvis et større mangfold mhp. datatyper.	
Behov for datahastighet [Bits/sec]	I dag 64/128 kb/s Ønsker å øke til 512 kb/s.		Ønsker faste linjer, ikke oppringte samband.
Behov for sanntidsdata			
Behov for filoverføring			
Stasjonære terminaler	VSAT		
Mobile terminaler	Inmarsat.		
Antall terminaler	De fleste båter har satellittstyr montert.	Trenden vil være den samme.	

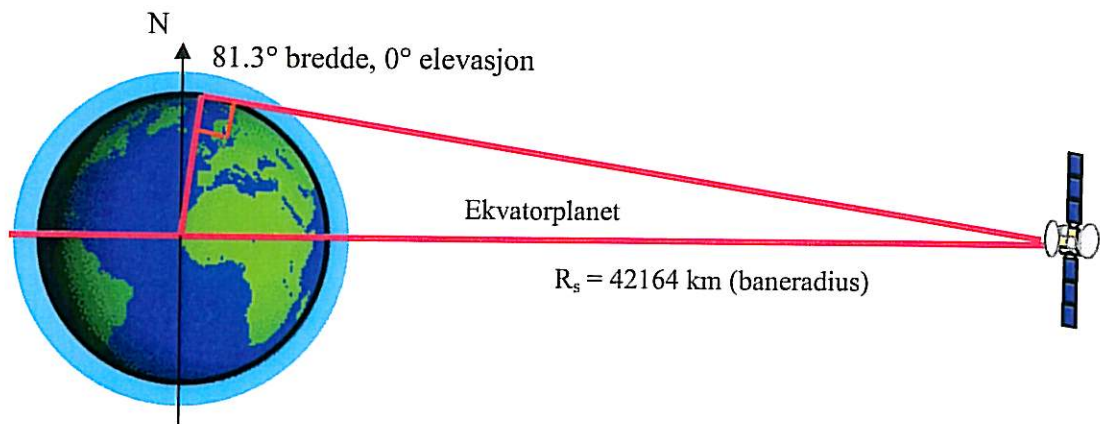
5 Satellittsystemer - teknikk, tjenester og priser

Norge har et stort territorium med arktiske øyer og et havområde som er 6 ganger større enn landområdet. Med den økte aktiviteten i havområdene, oljeleting/produksjon, fiske og skipsfart, øker også behovet for kommunikasjon til områder som ikke dekkes av landbaserte kommunikasjonssystemer.

På grunn av landets spesielle topografi og spredt bosetning, var Norge tidlig ute med å ta i bruk satellittkommunikasjon, først til oljeriggene i Nordsjøen (1975) og Svalbard (1979). Norge var en pådriver for å få etablert satellittkommunikasjon til handelsflåten gjennom etableringen av den internasjonale organisasjonen Inmarsat. Europas første Inmarsat jordstasjon ble satt i drift på Eik i 1982. TV-spredning til Svalbard og landsdekning for nye kanaler ble etablert i perioden 1984-92. Denne pionervirksomheten har skapt grobunn for nye tjenester så vel som ny industri.

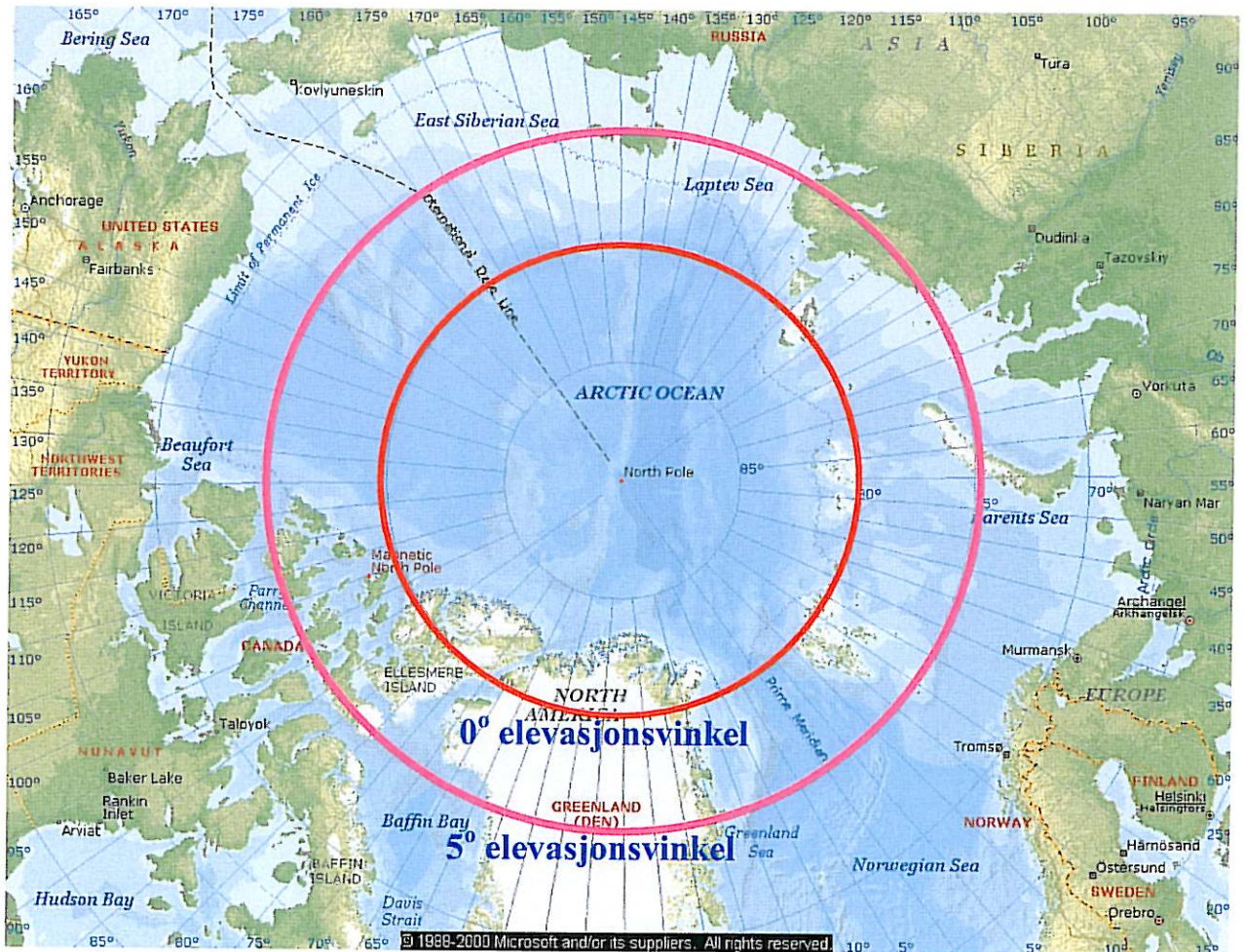
5.1 Problemområder

De fleste kommunikasjons- og TV-satellitter er geostasjonære, dvs. at baneplanet ligger i ekvatorplanet og at satellitten har en omløpstid på ca 24 timer. Dette tilsvarer en baneradius på litt over 42 000 km, se Figur 5.



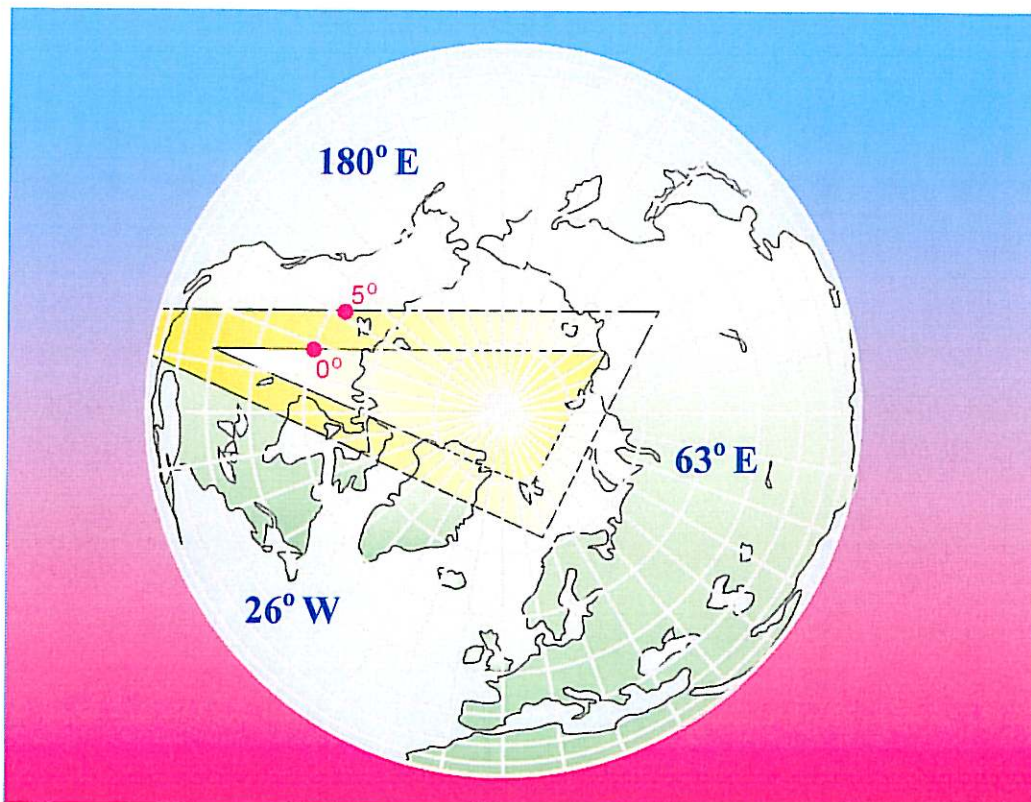
Figur 5 En linje fra en geostasjonær satellitt vil tangere jorda ved 81,3 breddegrad.

Lenger nord enn 81,3° vil det ikke være mulig å "se" en geostasjonær satellitt, hvis man ser bort fra radiostrålens brytning i atmosfæren. Imidlertid vil problemer oppstå lenge før vi når denne grensen. Dette skyldes i første rekke den lange veien radiostrålen må gå gjennom atmosfæren ved meget lave elevasjonsvinkler, dvs vinkler under 5° og ca. 76 grader nord. Turbulens i atmosfæren vil påvirke signalet, slik at variasjonene i mottatt signal er betydelige ("scintillasjoner"). I perioden 1974 til 1984 ble det gjort store undersøkelser av disse forhold på Svalbard (78° N), se ref [1], [2]. Disse viste at pålitelig kommunikasjon med geostasjonære satellitter til faste installasjoner er mulig ned til ca. 3° elevasjonsvinkel, da med relativt store mottakerantenner (3-11 meter i diameter). Dette betyr at betydelige områder i nord ikke kan dekkes av geostasjonære satellitter, se Figur 6.



Figur 6 Områder som ikke dekkes fra den geostasjonære banen. 5 grader elevasjon tilsvarer omtrent 76 grader nord.

Forholdet er imidlertid ofte slik at jordstasjoner og satellitter ikke står på samme lengdegrad. For eksempel betyr det at med tre satellitter plassert på 180° Ø, 63° Ø og 26° W, blir de områder som ikke dekkes, betydelig større enn gitt av Figur 6, Som det går fram av figur 7, gir dette en meget dårlig dekning av de norske interesseområder i nord. Se også Figur 8, som viser dekningen for Inmarsat-4 BGAN.



Figur 7 Områder som ikke dekkes fra tre geostasjonære satellitter samtidig plassert på henholdsvis 180 Ø, 63 Ø og 26 V. 0 og 5 grader elevasjon for terminalen.

5.2 Kort oversikt over ulike systemer

Med den bredde av sektorer og brukerkategorier som er omfattet av denne undersøkelsen så betyr det at de fleste eksisterende satellittsystemer er benyttet. Som bakgrunnsstoff for den videre diskusjonen gir vi derfor en liten oversikt over de mest vanlige systemene med tilhørende banekonstellasjoner.

Det finnes en rekke aktører, både regionale og globale, som tilbyr telefoni-, TV- og datatjenester over satellitt. De viktigste for nordområdene er

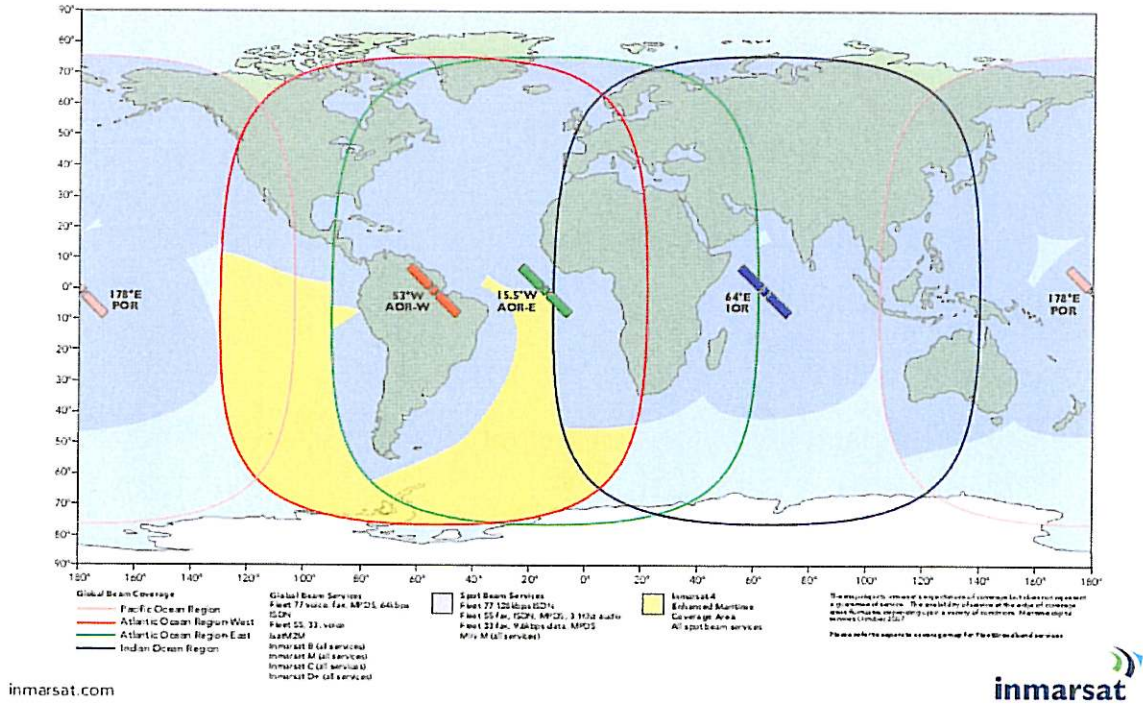
- Inmarsat, Iridium og Globalstar, L-bånd (telefoni og data)
- Intelsat, C- og Ku- bånd (telefoni, data og video/TV)

5.2.1 Inmarsat [5]

Inmarsat er en global operatør med geostasjonære satellitter i L-bånd. Inmarsat 3-systemet består av 4+1 satellitt. Dette systemet er nå i ferd med å bli erstattet av Inmarsat-4. 2 satellitter allerede i bane, og dette systemet ventes å bli globalt i 2008.

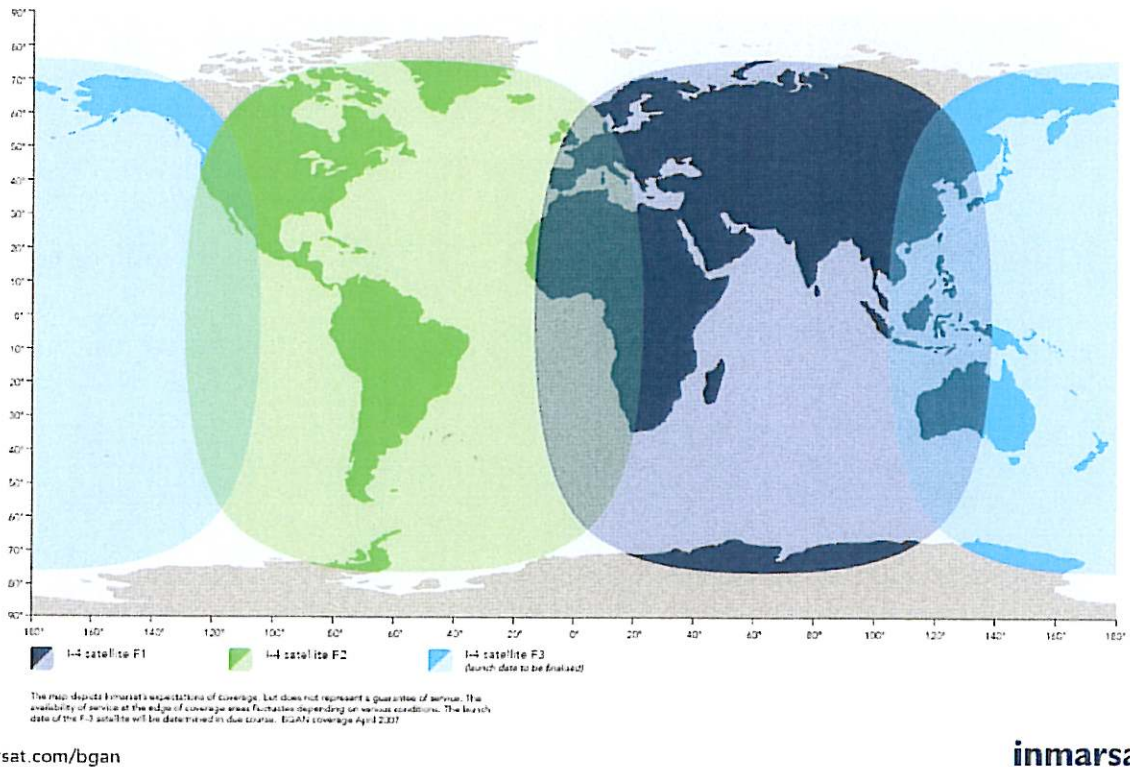
Inmarsat's satellitter er lokalisert på posisjonene 178 Ø, 64 Ø, 54 V og 15,5 V. Posisjonen 15,5 V vil ikke bli benyttet i den kommende generasjon av Inmarsat's satellitter (Inmarsat 4), se figur 9. Dette gir en meget dårlig dekning, både av norske og canadiske nordområder.

Maritime digital services



Figur 8 Inmarsat-systemets dekningsområder for tjenester opp til 128 kb/s

BGAN coverage



Figur 9 Inmarsat-systemets dekningsområder for tjenester opp til 430 kb/s

Inmarsat-3 systemet støtter datahastigheter opp til 128 kb/s. På Inmarsat-4 vil det være mulig å benytte hastigheter opp mot 430 kb/s (BGAN).

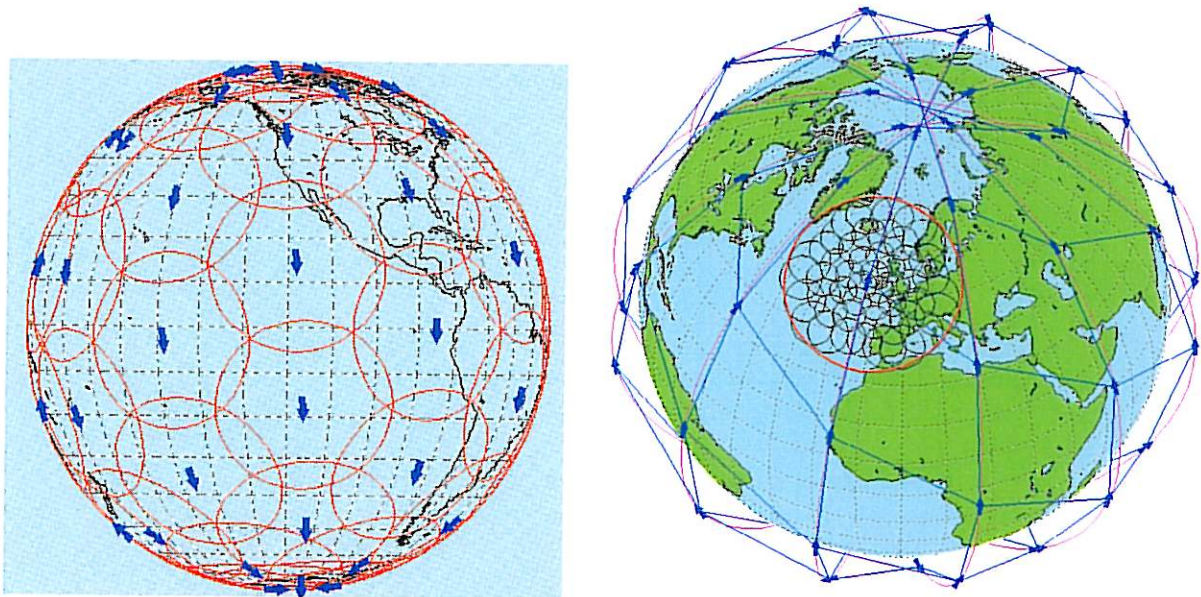
I forbindelse med drift av skip, er Inmarsat det viktigste systemet på global basis.

5.2.2 Iridium [6]

Iridium startet opp i 1998 under slagordet: "From anywhere – to anywhere". Firmaet gikk konkurs i august 1999, refinansiert i desember 2000 og i kommersiell drift igjen i 2001. Det eies nå av det amerikanske forsvaret.

Det er et polart lavbane satellittsystem med 6 satellitter i 11 baneplan, dvs 66 satellitter, se figur 10. System som er beregnet for telefoni med håndholdte terminaler med lav utstrålt effekt. Typisk datahastighet er 2,4 kb/s. Det er utviklet datamodem med en noe større hastighet.

En ny generasjon Iridium kalt IridiumNEXT [10] er i henhold til ulike presentasjoner forventet å være operativ i omtrent 2017. Her omtales løsninger med tilbud over 1 Mb/sek for større antenner. Dette er imidlertid ikke mer enn på konseptstadiet.

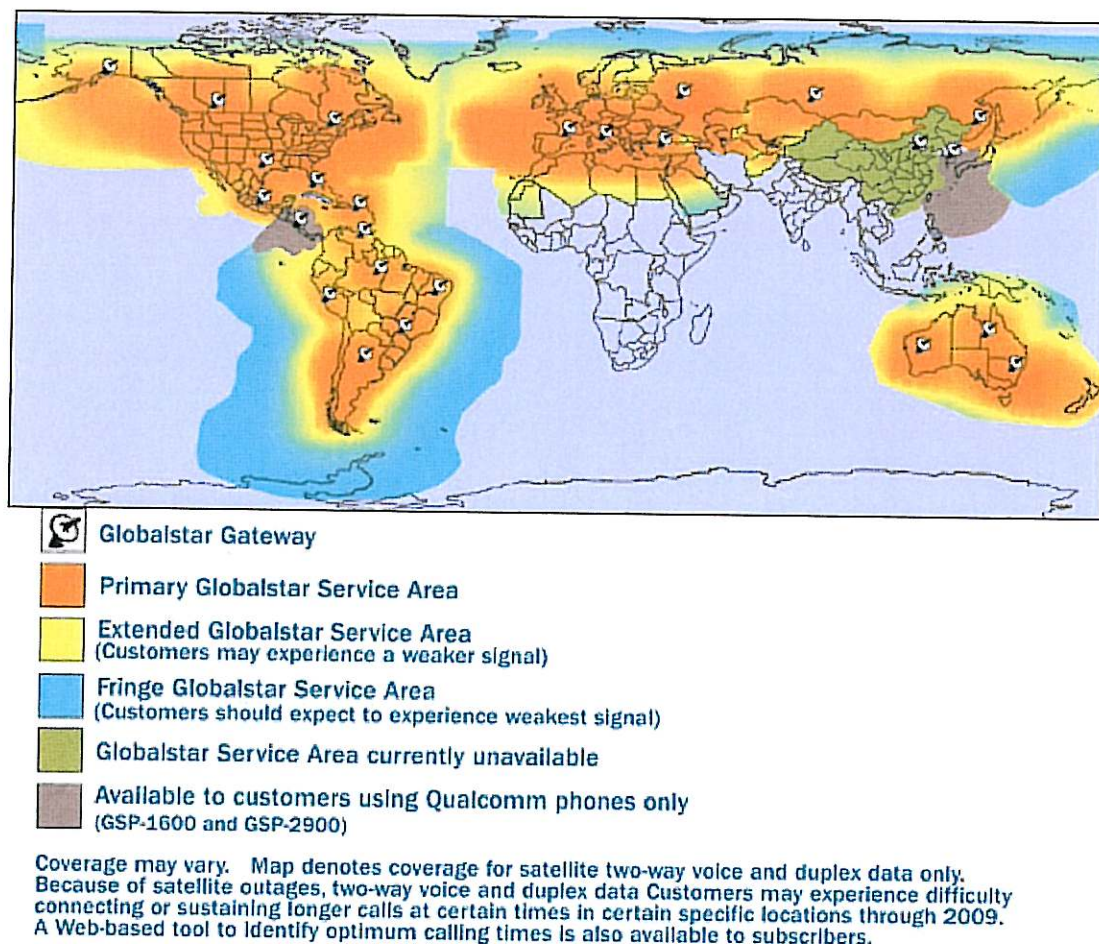


Figur 10 Iridium består av 66 satellitter, banehøyde 780 km og inklinasjon på 86,4 grader. Hver satellitt har 48 spotbeamer. Dekningsområdene overlapper, slik at systemet gir en kontinuerlig dekning av jorda. Systemet benytter "inter.satellitt-linker" (ISL).

5.2.3 Globalstar [8]

Globalstar valgte å utvikle en konstellasjon som dekker de befolkede områdene på jorda, dvs at inklinasjonen på satellittbanene ble valgt til 52°. P.g.a. at dette også er et lavbanesystem gir systemet en meget dårlig dekning av de tynt befolkede områder på høyere breddegrader, se Figur 11. Det benyttes ikke ISL, og tjenester over hav/vann er begrenset til kystregioner der satellitten er innefor rekkevidden til en gateway jordstasjon. Det er for øyeblikket 40 operative satellitter.

Dette er også et system som er beregnet for telefoni med håndholdte terminaler. Overføring av data skjer med en noe større hastighet enn over Iridium.

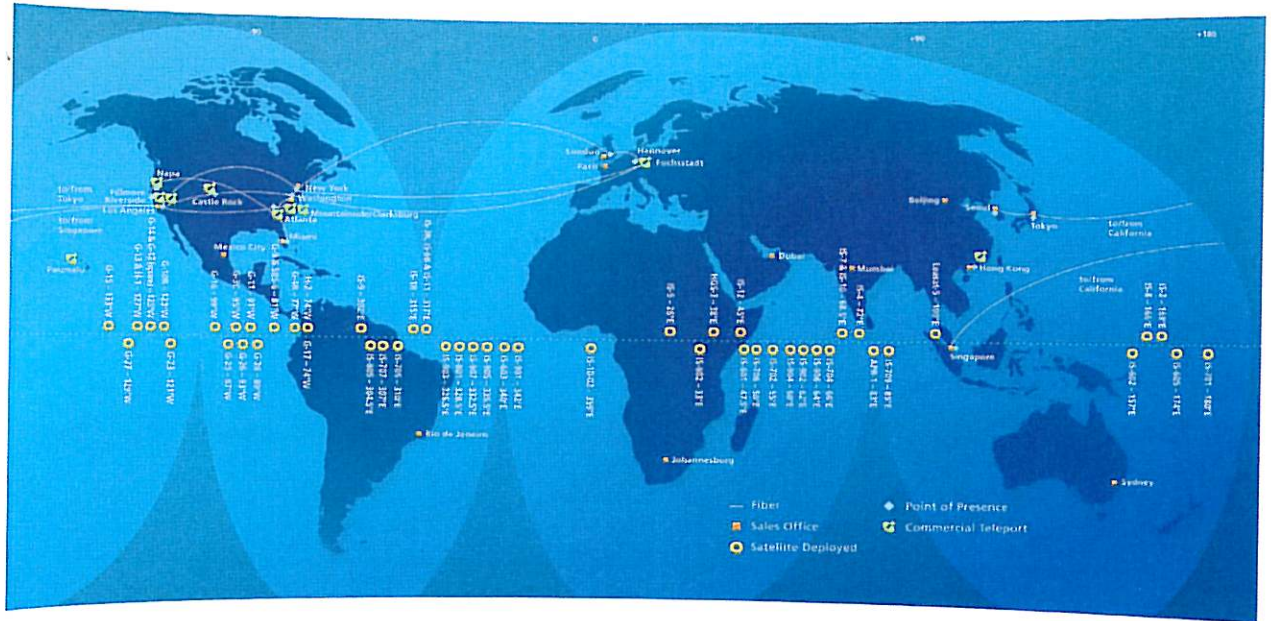


Figur 11 Globalstar-systemets dekningsområde. Fullt utbygget vil Globalstar ha 6 satellitter i 8 baneplan, inklinasjon=52°, banehøyde=1400 km.

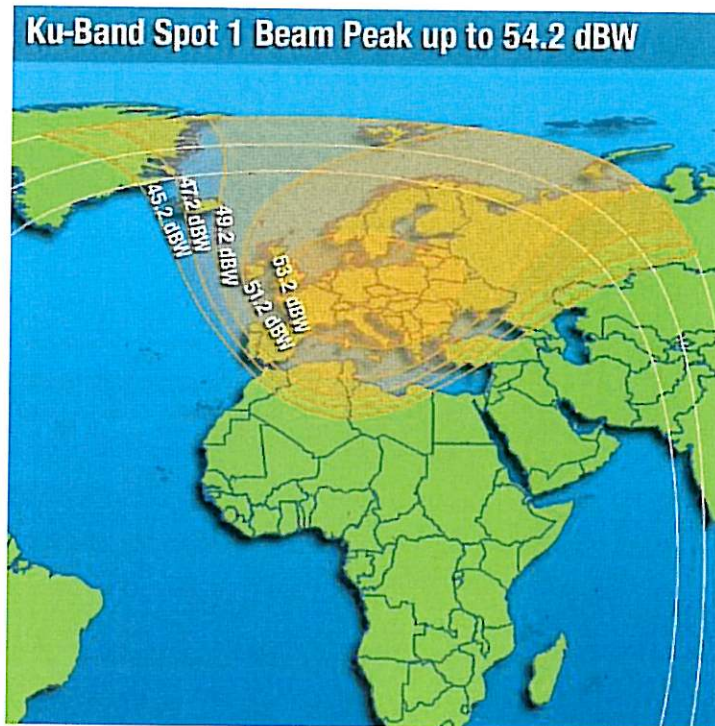
5.2.4 Intelsat [7]

Intelsat er en av verdens største satellittpoperatører med mer enn 50 operative geostasjonære satellitter. Selskapet leier ut kapasitet både på C- og Ku-bånd. For overføring av datahastigheter i Mb/s-området, samt transmisjon av video/TV, er bruk av satellitter på disse frekvensene den eneste mulighet p.g.a. det store tilgjengelige frekvensbåndet.

Begrensningene for geostasjonære satellitter nordover er gitt av figur 6, og de problemene som er beskrevet i avsnitt 5.1. For dekning av de norske interesseområdene i nord er en av de mest aktuelle baneposisjonene er 1° vest. Dekningsområdet fra Intelsat 10-02, spot 1, er vist på Figur 13.



Figur 12 Intelsats verdensomspennende satellittnett



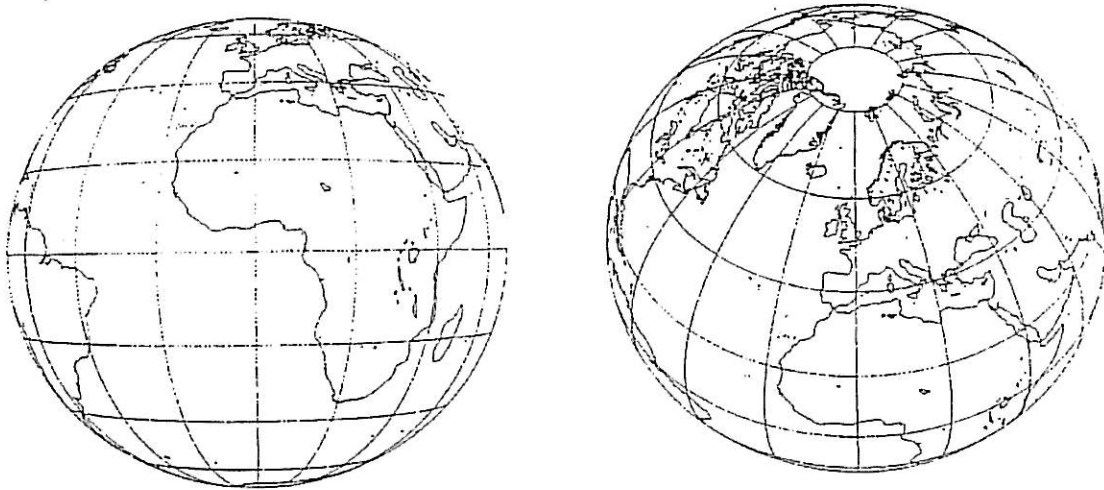
Figur 13 Dekningsområdet fra Intelsat 10-02 på posisjonen 359° øst. Elevasjonskonturene er gitt for 0, 5 og 10 grader. Maksimal EIRP er 54,2 dBW i spot 1-strålens sentrum.

5.3 Alternative satellittbaner

For å kunne dekke hele nordområdet med en betydelig båndbredde (frekvenser over 10 GHz) er det nødvendig å ta i bruk satellitter i polare baner, enten med stor eksentrisitet/apogeumshøyde (HEO) eller sirkulære i lav høyde med inklinasjon nær 90° (LEO), ref [3].

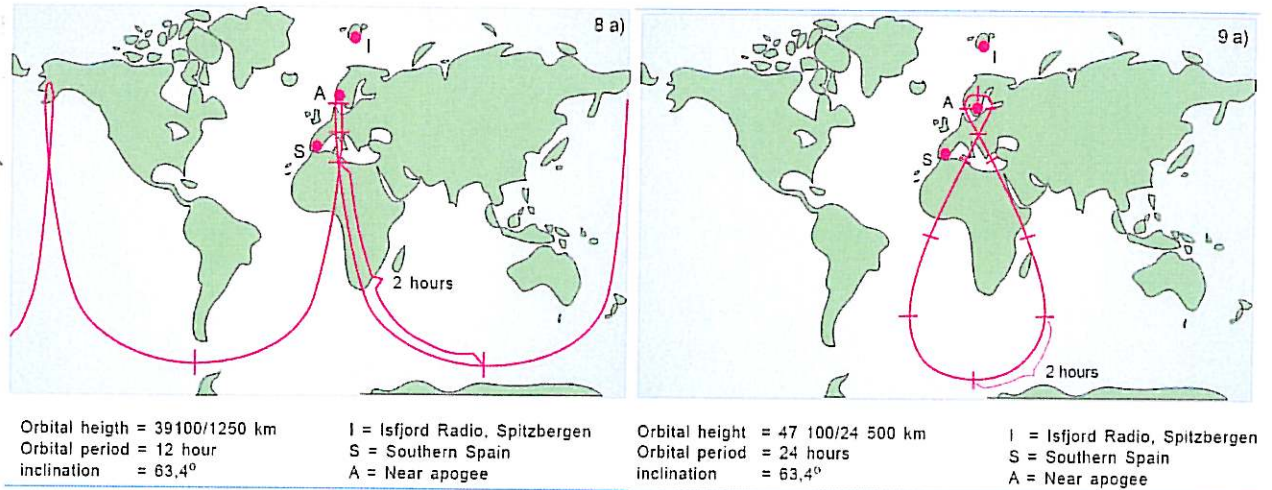
For kontinuerlig dekning av nordområdene vil bruk av LEO-baner kreve et stort antall satellitter som for eksempel Iridium, noe avhengig av banehøyden. Et bedre alternativ er bruk av HEO-baner. Dette skyldes det faktum at satellittene blir kvasi-geostasjonære rundt apogeum. Med noen få satellitter i samme bane, vil man kunne sikre at minst en satellitt er synlig i det aktuelle dekningsområdet.

Spesielt er det to elliptiske baner som er interessante, Molniya- og Tundra-banen, med en inklinasjon på $63,4^\circ$, dvs. null perigeumsdrift. Sammenlignet med den geostasjonære banen, har elliptiske baner med stor inklinasjon en åpenbar fordel når det gjelder dekning av nordområdene, som vist i Figur 11.



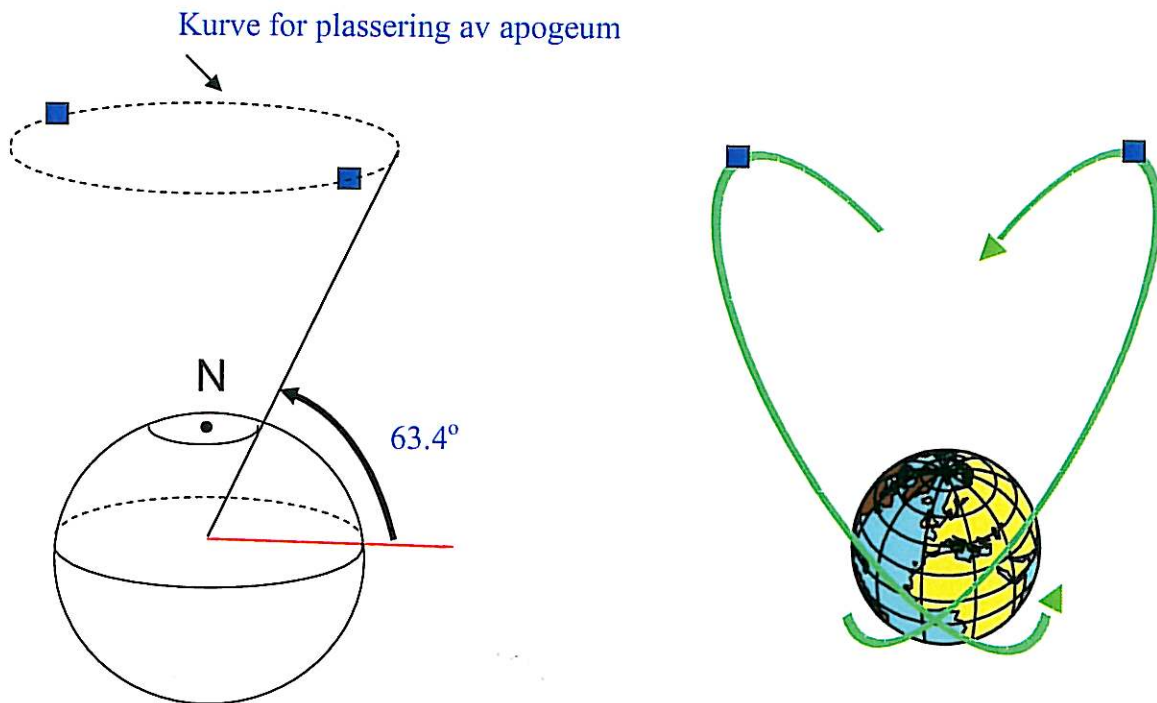
Figur 14 Jorda sett fra henholdsvis geostasjonær bane og apogeum i Molniya-banen [4]

Siden omløpstiden i Molniya-banen er nær 12 timer (siderisk døgn), vil en satellitt i denne banen passere over den nordlige halvkule to ganger i døgnet, med apogeum separert med 180° . Satellitten vil være over den nordlige halvkule i ca. 11 timer på og over den sydlige i ca. 1 time. Videre vil den befinne seg i "sløyfen" (se figur 14) i ca 8 timer. Det betyr at man med tre satellitter vil få kontinuerlig dekning av nordområdene, Figur 15 og Figur 16. Et slikt system vil kunne benyttes både av Canada/USA og Norge /Russland, samt hele Europa, noe avhengig av plassering av apogeum.



Figur 15 Banesporene [3] til

- Molniya-banen til venstre (Omløpsted 12 timer, inklinasjon 63,4°, apogeu/perigeumshøyder 39100 /12500 km)
- Tundra- banen til høyre (Omløpsted 24 timer, inklinasjon 63,4°, apogeu/perigeumshøyder 47100 /24500 km)



Figur 16 Molniya-baner gir god dekning av nordområdene.

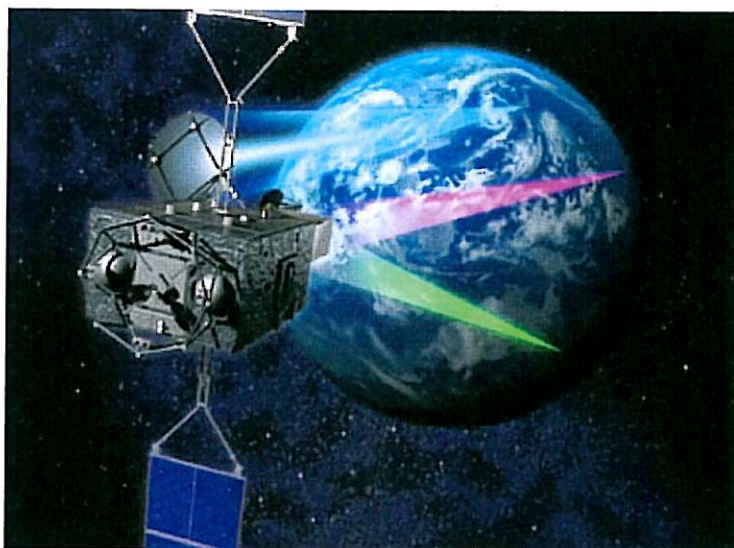
5.4 Bruk av ulike frekvensbånd

Et viktig satellittkommunikasjonssystem for handelsflåten er Inmarsat. Det benyttes av rederiene for telefoni og e-post, spesielt i forbindelse med drift av skip. Systemet operer i L-båndet. I dette båndet (1,5/1,6 GHz) er det allokert ca 2x50 MHz for mobile satellittjenester, hvorav Inmarsat benytter 2x34 MHz. Som tidligere nevnt, understøtter Inmarsat datahastigheter opp mot ca. 430 kb/s. L-bånd er under press siden det har en endelig båndbredde, og at det vil kunne være andre tjenester som også vil benytte de.

Overføringer av datahastigheter i området 1 – 100 Mb/s (video/TV/høyhastighets seismikkdata etc.) vil ikke kunne foregå i L-båndet. Man tvinges derfor oppover i frekvens til Ku-båndet (11/14 GHz). Her er det allokeret 2x1000 MHz til bl.a. VSAT-tjenester. Som det vil fremgå senere, er det en sterk interesse for VSAT systemer i Ku-båndet. Barentshavet nesten opp til Svalbard er godt dekket av en russisk Ku-bånd satellitt som er optimalisert for dette.

Ka-bånd (20/30 GHz) vil også kunne benyttes, men dempningen i regn ved disse frekvenser er betydelige. Imidlertid vil dette frekvensbåndet være egnet for bruk i et Molniya-system, hvor det primære dekningsområdet er de polare områder. Disse områdene har en ubetydelig regnintensitet ("polar ørken"), slik at Ka-bånd vil være et aktuelt frekvensbånd for et slikt system. I dette systemet vil elevasjonsvinklene bli store, slik at også transmisjonsveien gjennom atmosfæren blir liten. Ka-båndet er foreløpig lite benyttet.

Et eksempel på bruk av Ka-båndet er den japanske KIZUNA satellitten som ble skutt opp 23. februar 2008 [9]. Dette er en test- og demonstrasjonssatellitt som skal tilby høyhastighetsdata opp mot 1.2 Gb/sek med 5 meter antenner. 155 Mb/sek er tilgjengelig med en antenne på 45 cm. Anvendelsene som nevnes er de samme som er relevante for nordområdene i et større perspektiv, nemlig kommunikasjonsstøtte for store ulykker, Internettilgang og tilgang til ulike former for dataoverføring, fjernutdanning og nedlasting av kursmateriale og tilslutt telemedisin.



Figur 17 Illustrasjon av antennestrålene mot jorden slik de sees fra satellitten KIZUNA.

5.5 Tjenester og priser

5.5.1 VSAT over Ku-bånd

De viktigste tjenestene er IP og TV via satellitt. Med for eksempel et operasjonelt LAN om bord, kan man da kople seg til internett, sende e-post, sende SMS på GSM og ha telefoni (VoIP). Det er et stort antall leverandører med litt ulike profiler og priser. Typiske datahastigheter er 1024 kb/s i nedlink og 128 kb/s i opplink. Denne hastigheten deles med andre brukere i samme "beam". Videre er det ofte en garantert minste datahastighet i begge retninger på 64 kb/s evt. 32 kb/s. For dette betaler et rederi ca NOK 11.000 - 16.000,- pr måned for et skip.

5.5.2 Inmarsat-tjenester over L-bånd – land/skip

I bunnen av Inmarsat-tjenestene ligger nødsamband inkludert nødmeldinger og nødtelefoni. For drift av skipet har man telefoni, e-post og fax. Noen rederier har også planer om rapportering av

driftsparametere over skipet via satellitt. Videre har man generell Internettilgang. For de mest moderne Inmarsat-satellittene, som er Inmarsat-4, har man opptil 432 kb/s bruttøhastighet..

Inmarsat-tjenestene kan under gunstige forhold dekke så langt nord som teoretisk mulig, dvs. ca. til 81 grader når satellitten er optimalt plassert i forhold til det stedet man ønsker kommunikasjon fra. Prisene varierer noe og er gjenstand for forhandlinger. Grovt sett er taksten ca kr 7,- (\$1.25) pr minutt for telefoni. For internett med hastighet opp til 432 kb/s brutto, er den ca kr 40,- (\$9.-) pr minutt.

Inmarsats Standard C tjeneste er en lavrate tjeneste som er spesielt egnet for overføring av korte meldinger og er billig i bruk for denne type anvendelser. Mange operasjoner i nordområdene har kun behov for denne type tjenester.

5.5.3 Inmarsats Aeronautiske tjenester til fly

Med tjenester over Inmarsat-4 vil man kunne få opptil 432 kb/s bruttorate. Leverandørene kommer nå med terminaler som er basert på BGAN-standarden og med de nevnte hastigheter. De opprinnelige behov til fly var kommunikasjon til cockpit, både tale og meldingsbasert, spesielt over havområdene mellom kontinentene. Etter hvert viser det seg at datatjenester til passasjerer i kabinen er et voksende marked. Denne type tjenester har kommet til forretningsfly og en del flyselskaper tilbyr denne tjenesten til passasjerer på interkontinentale ruter. En viktig tjeneste er selvsagt nødkommunikasjon.

En pådriver for sanntids dataoverføring er ønske om å redusere avstand mellom fly. I fremtiden vil flytrafikken over polområdene øke og Inmarsat gir ikke dekning over disse områdene. Mange fly blir etterhvert utstyrt med både Iridium og Inmarsat-terminaler. Iridium gir dekning over polområdene. Dog vil behovet for pålitelige sanntidsdata øke, og her vil Molniya-satellittene være en mulig løsning. Innenfor rammen av denne undersøkelsen har vi ikke hatt ressurser til å kontakte flyselskaper, og opplysningene er basert på informasjon fra en leverandør.

5.5.4 Iridium

Iridium er i dag et system kun beregnet på telefoni og lavhastighets (< 10 kb/s) dataoverføringer. I dag er prisen ca 70 cent pr. minutt både for telefoni og data.

6 Oppsummering

Gjennom spørreundersøkelsen tegner det seg et mangfold av interessenter i nordområdene fra forskjellige bransjer, inklusive offentlige etater og organisasjoner. Det som er rapporteres i dette prosjektet representerer en generell behovsoppfatning støttet av en punktvis bearbeiding/oppfølging av aktørene.

Det er to faktorer som påvirker eller som er representative for brukerne. Den ene er økonomi og den andre er behovet for datamengde og datahastighet.

Når det gjelder økonomi så er det selvfølgelig de økonomiske musklene til brukerne som er avgjørende for følsomheten for kostnadene. Her skiller oljebransjen seg ut ved at det synes som at den kan bære mye høyere kostnader enn for eksempel ulike typer forskning i de polare strøk. Forskning er mye mer følsom for kostnader siden de opererer innefor andre bevilgningsmodeller.

Når det gjelder behovet for - og ønske om høye datarater så er bildet det samme. Oljebransjen har store behov og ønsker seg større - og mer pålitelige sanntidsrater lenger nord slik at mer avanserte samarbeidsmodeller for integrerte operasjoner kan implementeres. Andre brukere ser også et mulig behov for bedre løsninger lenger nord når nye områder åpnes for ressursutnyttelse i form av fiske, ytterligere vitenskaplige undersøkelser, osv. Fiskeriene er avhengig av at fiskeressursene beveger seg lenger nord før et utstrakt fiske nord for 75 grader nord finner sted. Mannskapets behov for å være "på nett" er også et drivende moment i ønsket om bedre kommunikasjon.

Utover dette så tegner det seg også en del forhold som vil være med å gi føringer for hva slags satellittløsninger som bør vurderes for nordområdene nærmere nordpolen. Her kan følgende forhold trekkes frem:

- Nødvendigheten av å ha en effektiv kommunikasjonsløsning for beredskap - og redningstjenesten i de polare strøk etterhvert som aktiviteten øker. Polare områder er mer ugjestmilde og mer sårbare enn mange andre strøk på kloden. En effektiv støtte for redningstjenesten og miljømyndigheter blir derfor påkrevd i tilfelle en større ulykke eller miljøkatastrofe skulle inntreffe. En generell god tilgang på kommunikasjonsalternativer virker også betryggende på alle som ferdes eller som ønsker å utføre ulike former for ekspedisjoner. Resultatene av slike ekspedisjoner kan være avgjørende for ytterligere næringsvirksomhet.
- Utvikling og utplassering av nye ressursrapporteringssystemer som for eksempel undervanns sensornettverk for biomasse rapportering vil være en påvirkende faktor. Siden de polare strøkene representerer viktige matfat er en effektiv nasjonal/internasjonalt forvaltning av disse ressursene av stor viktighet.
- Sivil luftfarts behov for tilstrekkelig og pålitelig flykommunikasjon for transpolare flygninger, og flykommunikasjon for den lokale fly- og helikoptervirksomheten som skal støtte alle slags operasjoner i disse områdene.

Med de systemene som eksisterer i verden i dag, er det klart at for lavere breddegrader er dekning relativt bra og med god tilgjengelighet. Med operasjoner nord for 70 grader nord, begynner det å bli mindre opplagt om det faktisk er dekning på en bestemt lokasjon. VSAT i Ku-båndet fungerer i dag opp til omtrent 75 grader nord under gunstige forhold. Iridium gir dekning, men har en meget lavt data rate og egner seg vesentlig for tale. Ut fra det foregående tegner det seg derfor et bilde av at brukerne ser et behov for en fremtidig støtte for kontinuerlig høyhastighetsdata via satellitt for operasjoner opp mot iskanten og muligens enda lenger nord for noen anvendelser. Dette kan faktisk oppnås via en type elliptisk bane som for eksempel Molniya-banen.

Å tenke seg en slik høyelliptisk konstellasjon som gir støtte til høyhastighetsdata eller ekvivalent støtte til mange brukere med ulike dataratebehov over hele Nordkalotten, er ingen særnorsk tanke. For eksempel har canadiske interesser sannsynligvis tilsvarende motivasjon for et slikt fulltidsdekkende kommunikasjonsystem for Nordkalotten, både i forbindelse næringsutøvelse i

vid forstand og miljøberedskap/miljøovervåkningsøyemed. I denne sammenheng må også nevnes at et slikt system vil tilby dekning og dermed tjenester mye lenger sør enn selve Nordkalotten.

7 Hovedkonklusjoner og anbefaling

Med utgangspunkt i arbeidet som er gjennomført, synes det naturlig å trekke følgende hovedkonklusjoner:

- Usikkerhet i totalt kommunikasjonsvolum nord for geostasjonær dekning skyldes ikke så mye usikkerheten i enkeltaktiviteters behov, som usikkerhet omkring oppstarttidspunkt for aktiviteter, antall aktiviteter som vil foregå samtidig, og aktivitetenes varighet.
- De faktorene som styrer når/hvor mange aktiviteter, er det neppe mulig å skaffe seg særlig mye mer kvalifisert oppfatning av selv gjennom en mer omfattende markedsundersøkelse i dag (is, olje, fiske, geopolitikk osv).
- Det er på kort sikt (10 - 15 år) vanskelig å se for seg at det vil være grunnlag for å sette opp rent kommersielle systemer for kun å betjene behovene nord for geostasjonær dekning, hvis/når disse måtte oppstå. På den annen side vil systemer som dekker nordenfor det geostasjonære dekningsområdet, også ha dekning lenger sør - og kan på den måten også dekke et større marked og dermed ha et større kommersielt grunnlag enn man skulle tro ved første øyekast (Molniya-banen) .
- Det offentlige må enten påta seg dette som en infrastrukturinvestering eller overlate til aktørene å tilpasse seg det som er tilgjengelig. Det første kan ha en betydelig kostnad. Det andre kan skape problemer med å gjennomføre krevende operasjoner like sikkert og effektivt som satellittkommunikasjon har muliggjort i områder med geostasjonær dekning.
- Ved nærmere gjennomgang av slike forhold kan det tenkes at:
 - det offentlige ser et behov for å bidra mer enn man i utgangspunktet var innstilt på for å få på plass informasjonsinfrastruktur i nordområdene,
 - viktige aktører også ser seg tjent med å bidra til å få på plass løsninger tidlig,
 - det offentlig kunne bidra til å få sett på mulighetene for samarbeid/kostnadsdeling med andre land om å få opp slike systemer. I en slik gjennomgang vil det også ligge fremtidige avveininger mellom nasjonal løsning, bilaterale muligheter og multinasjonale løsninger for kommunikasjon og redningstjenester både til sjøs, til lands og i luften.

Foreløpig kan det fastslås at det er flere brukergrupper som har et behov allerede. Behovet må ventes å vokse noe framover, både med den generelle økningen av aktiviteten i Nordområdene, og med brukernes økende avhengighet av mer båndbredde. Ingen vet imidlertid hvor mye eller raskt behovet vil vokse og hva det vil koste å innfri det. Det er derfor nødvendig å bearbeide problemstillingene videre, som underlag for norsk holdning til utfordringene med kommunikasjon i Nordområdene - og som underlag for norsk deltakelse i relaterte prosjekter både i ESA, i EU og eventuelt bilateralt.

I det videre arbeidet anbefales å:

- raffinere de resultater som er fremkommet under dette prosjektet, i samspill med utvalgte brukere med det formål å utforme en mer detaljert statistisk analyse av behovsgrunnlaget.
- vurdere nærmere hvilken kapasitet som realistisk kan forventes fra eksisterende ikke-geostasjonære systemer
- vurdere kost/nytte ved eventuell introduksjon av nye satellittkonstellasjoner som for eksempel et høyelliptisk systemkonsept, inklusive både romsegment, operasjonelt system og brukerterminaler.

- avklare mulig samarbeid og synergigevinst ved samhandling med andre land eller internasjonale aktører

8 Referanser

- [1] Gutteberg O.: "Measurements of atmospheric effects on satellite links at very low elevation angle", *Teletronikk*, nr. 3, 1994
- [2] Gutteberg, O.: "Measurements of tropospheric fading and cross-polarisation in the Arctic using Orbital Test Satellite". IEE Conf. Publ. (Antennas and Propagation), No. 195, Part 2, 71-75, 1981.
- [3] Hovstad P. and Gutteberg O.: "Future systems for mobile satellite communications", *Teletronikk*, nr. 4, 1992
- [4] B. G. Evans: "Satellite Communication Systems", Peter Peregrinus Ltd, 1991
- [5] <http://www.inmarsat.com/>
- [6] <http://www.iridium.com/>
- [7] <http://www.intelsat.com/>
- [8] <http://www.globalstar.com/>
- [9] http://www.jaxa.jp/countdown/fl4/index_e.html
- [10] John O'Brian "Transforming satellites and their applications", presentasjon på konferansen "Transforming Space 2007", november 2007, i California.

Appendix A Undersøkelses-tabell.

Undersøkelse av behov for satellittkommunikasjon i nordområdene,
høsten 2007.

- Et initiativ fra Norsk Romsenter -

Tabell for aktørbesvarelser

Tabellen på neste side angir de spørsmålene og problemstillingene som vi anser for å være mest relevante for denne undersøkelsen. Vi ønsker indikasjoner for ulike årstall som vist i tabellen. Om det er hensiktsmessig, *benytt gjerne flere skjema, ett for hvert år*. Det gjør det mer oversiktlig for etterbehandlingen.

Rubrikkene er dynamiske i vertikalretning slik at de utvider seg etter hvert som de fylles inn. Prøv allikevel å være så kortfattet og presis som mulig.

For å lette besvarelsen av de ulike rubrikkene, har vi gitt noen korte forklaringer og eksempelsvar på slutten av dette skrivet.

Trondheim, september 2007.

Bakgrunnsinformasjon			
Organisasjonsnavn			
Organisasjonstype			
Finansiering			
Virksomhetsbeskrivelse			
Tilholdssted og kontakt-epost			
Behov nå og i fremtiden.			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kort beskrivelse av kommunikasjonsbehov som dekkes best med satellitt!			
Geografisk område som ønskes dekket			
Akseptabelt kostnadsnivå Kr/Mbyte, evt. annen parameter			
Tidsvindu/perioder			
Teknisk informasjon			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kommunikasjonsløsninger			
Sårbarhetsskrav			
Type data / multimedia pr. terminalenhet.			
Behov for datavolum [Bytes]			
Behov for datahastighet [Bits/sec]			
Behov for sanntidsdata			
Behov for filoverføring			
Stasjonære terminaler			
Mobile terminaler			
Antall terminaler			

Dette skjemaet gir en indikasjon på type innhold som kan være typiske i formen.			
Bakgrunnsinformasjon			
Organisasjonsnavn			
Organisasjonstype	Offentlig, privat eller annet.		
Finansiering	Offentlig, privat eller annet.		
Virksomhetsbeskrivelse			
Tilholdssted og kontakt-epost	Bodø. ola.normann@norge.no		
Behov nå og i fremtiden.			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Beskrivelse av kommunikasjonsbehov som dekkes best med satellitt!	Gi en verbal fremstilling.		Har problemer ned satellitt så langt nord som ønskes.
Geografisk område som ønskes dekket			Fra Finnmark til nord for Svalbard.
Akseptabelt kostnadsnivå Kr/Mbyte, evt. annen parameter	Om mulig fyll ut for hovedanvendelsen. <i>Ikke obligatorisk.</i>		Mest relatert til satellitt anvendelsen..
Tidsvindu/perioder	3 måneder i sommerhalvåret.		Perioden i året hvor det er aktivitet.
Teknisk informasjon			
	Situasjonen i dag	Fremtidige behov /ønsker (Når: 2010/20/40)	Utfyllende kommentarer
Kommunikasjonsløsninger	Inmarsat B,M, C, Began. DVB-RCS. Intelsat WLAN og UMTS nær land der det er utbygd. VHF båndet.	Ka-bånd for satellitt.	Her inkluderes også andre løsninger enn kun satellitt. F.eks. VHF, UMTS nærland, WLAN der det er mulig, osv.
Sårbarhetskrav			Her nevnes for eksempel ende-til-ende kryptering, redundans i løsninger, osv.
Applikasjoner for ulike typer terminalenhet.	Både måledata og tale for satellitt. Video ved landligge.		Kun satellitt. Her er det tenkt på ren datatrafikk og/eller tale/video overføringer.
Behov for datavolum [Bytes]	ca. 3 Gbyte/år for måledata.		Kun satellitt. Dette gjelder for datafiler. For eksempel pr. måned eller år. Kun for

			hovedanvendelsen.
Behov for datahastighet [Bits/sec]	128 kb/s.		Dette gjelder for hver enkelt <i>satellitt-terminal</i> For hovedanvendelsen.
Behov for sanntidsdata	Gjelder kun for tale. Har ingen andre typer data som trenger sanntid.		Angi behov for tale, video eller andre sanntidsdata fra for eksempel målinger eller kommandoer.
Behov for filoverføring			Filer som måledata kan for eksempel overføres ved tidspunkt som er gunstig økonomisk eller kapasitetsmessig.
Stasjonære terminaler	1 x Inmarsat B		Angi her antall <i>satellitt</i> -terminaler.
Mobile terminaler	3 x Inmarsat B		Angi her antall <i>satellitt</i> -terminaler.
Antall terminaler	4		Sum total av satellitt-terminaler