

# Kommunikasjon og navigasjon – utfordringer og løsninger

Arbeidsseminar 3  
Helikopterlogistikk og helikopterberedskap

UTSTEIN KLOSTER, 6. - 7. MAI 2014



Kjersti Moldeklev  
[kjersti.moldeklev@spacecentre.no](mailto:kjersti.moldeklev@spacecentre.no)

# Norsk Romsenter skal være statens strategiske, samordnende og utøvende organ for å sikre en effektiv utnyttelse av verdensrommet til beste for det norske samfunnet



- Etat under Nærings- og fiskeridepartementet
  - 40 ansatte på Skøyen i Oslo
- Samordner norsk romvirksomhet internasjonalt, med fokus på ESA og EU
  - Opprettet i 1987 da Norge ble med i ESA, European Space Agency
- Strategisk rådgiver og utreder for norsk forvaltning i romrelaterte saker
- Budsjett 2014: 826 millioner kroner

# Norge skal være det landet i verden som har størst nytte av rommet



1. Maksimal utnyttelse av deltakelse i ESAs romprogrammer

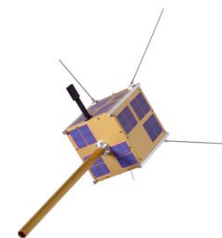


European Space Agency

2. Maksimal nytte av Norges deltakelse i EUs romprogrammer



3. Videre utvikling av nasjonal rominfrastruktur

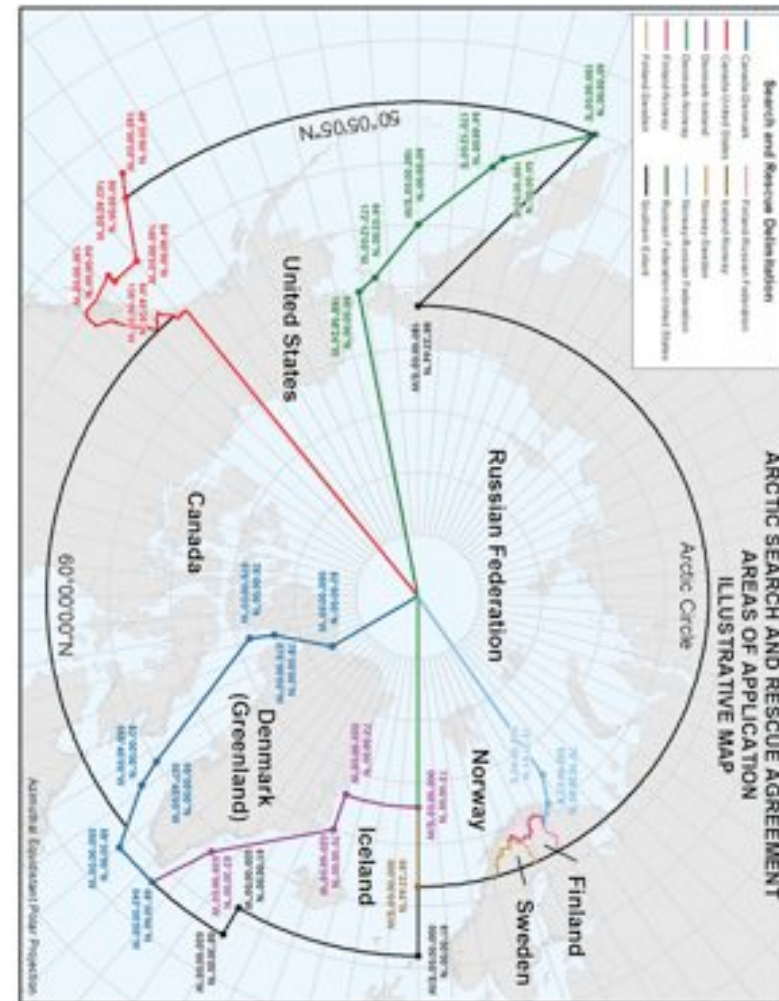
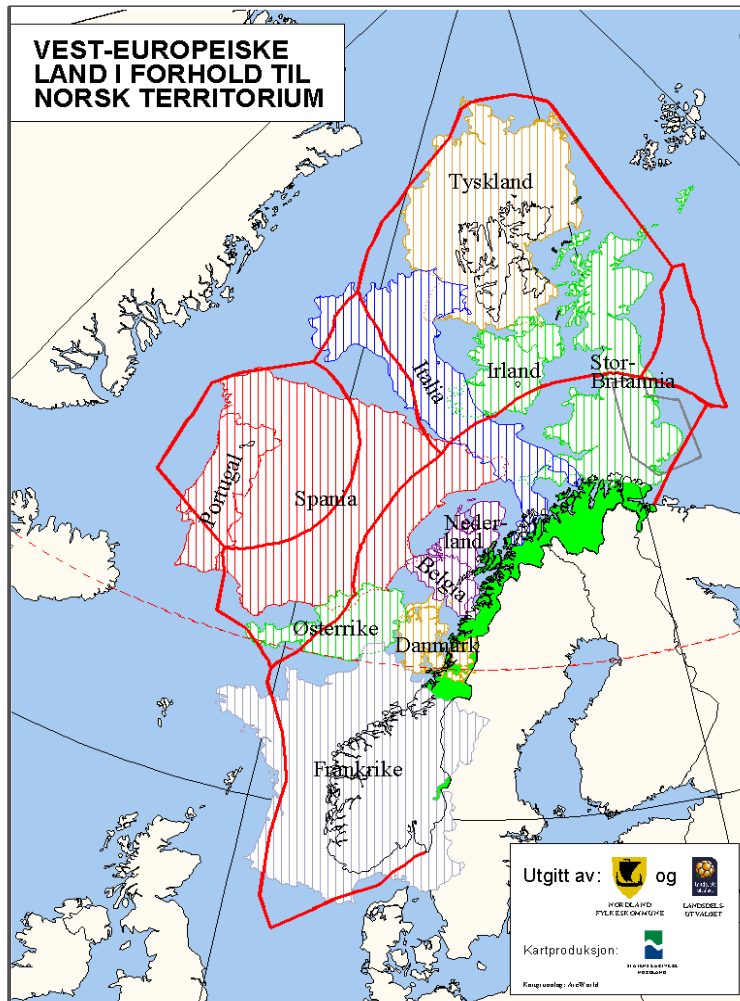


4. Effektiv offentlig forvaltning og verdiskapning også utenfor romsektoren

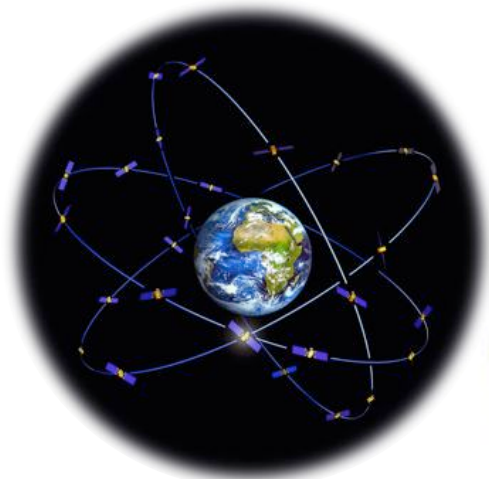


5. Anerkjent rådgiver for norsk forvaltning og næringsliv

# Store norske havområder må "overvåkes" fra rommet



# Satellitter i ulike baner leverer ulike tjenester, feks



**SATELLITTVANIGASJON**

HEO

**DATAKOMMUNIKASJON**  
over nordområdene



**TV-KRINGKASTING**  
**DATAKOMMUNIKASJON**

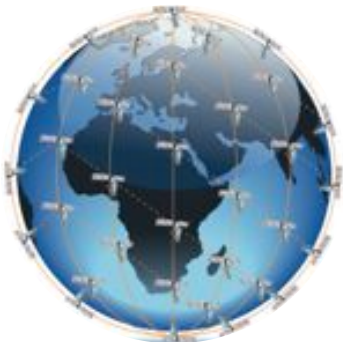
LEO



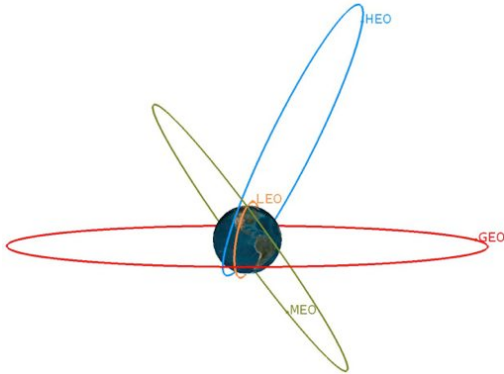
GEO

**JORDOBSERVASJON,**  
**KOMMUNIKASJON**

MEO

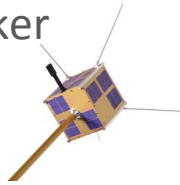


# OVERVÅKING/KOMMUNIKASJON i nordområdene



## MULIGHETER overvåking

- Lavbanesatellitter dekker nordområdene godt
  - AIS Automatic identification system
  - ADS-B Automatic dependent surveillance-broadcast
- Galileo Search And Rescue støtter COSPAS-SARSAT
  - Søk og redningstransponder på MEO navigasjonssatellitter
  - Dekning utover GEO
  - Raskere deteksjon enn LEO



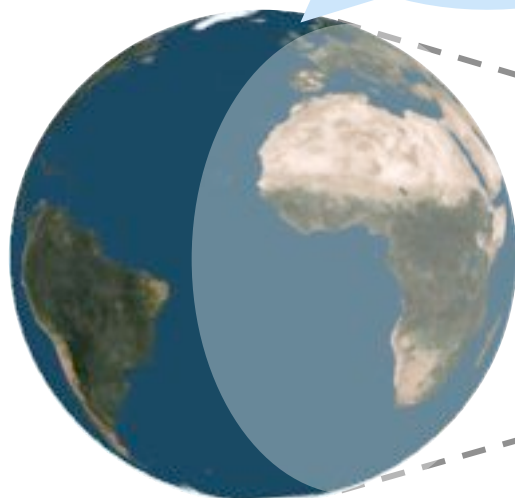
## UTFORDRINGER kommunikasjon

- Store havområder og lite infrastruktur gjør bakkebaserte systemer umulig
- Eksisterende kommunikasjonssystemer er smalbånds
  - HF-kommunikasjon
  - Satellittdekning og -ytelse
- GEO-stasjonære "high-throughput" satellitter gir nye bruksmuligheter sør for ~ 70 grader

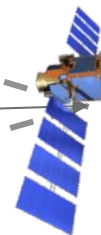
# Geostasjonære satellitter dekker ikke Arktis



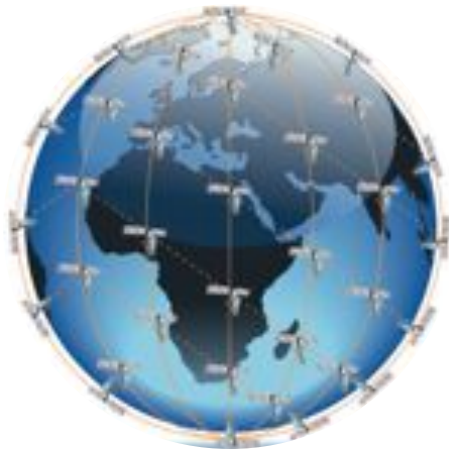
>81°N teoretisk utenfor GEO-dekning



35 800 km



## Iridium lavbanesatellitter – global dekning begrenset båndbredde



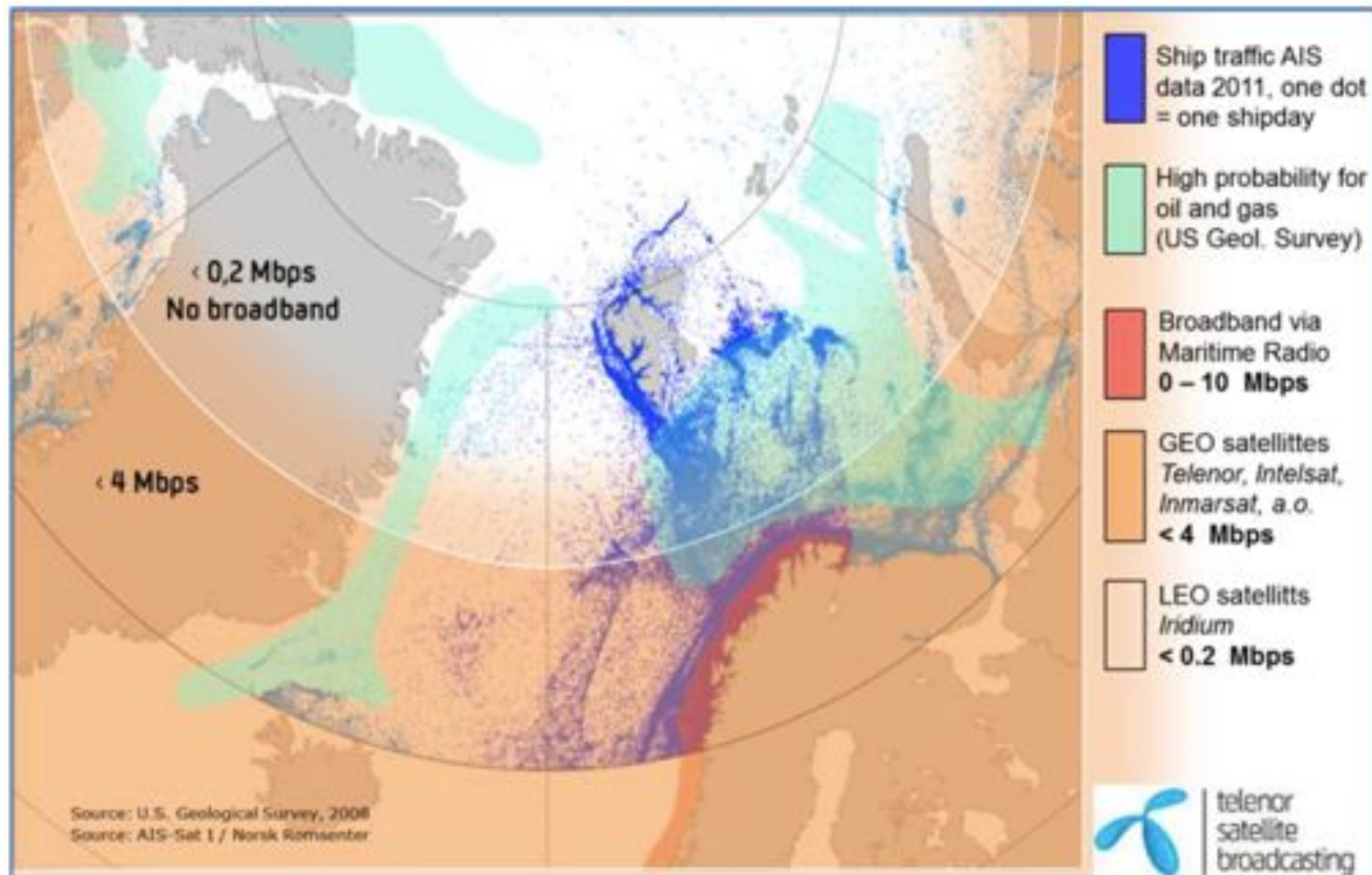
- Iridium 66 operative satellitter
- Handoff; < 10 min synlighet av satellitt
- Tale, meldingstjeneste, smalbands data  
<math>\leq 128 \text{ kbit/s}</math>
- 48 celler per satellitt
  - 400/4400 km celle/satellitt diameter
  - 20 frekvenskanaler per celle
  - 4 tidsdelte kanaler per frekvens



**Iridium NEXT ?**



# Bredbåndskommunikasjon er altså mangelvare

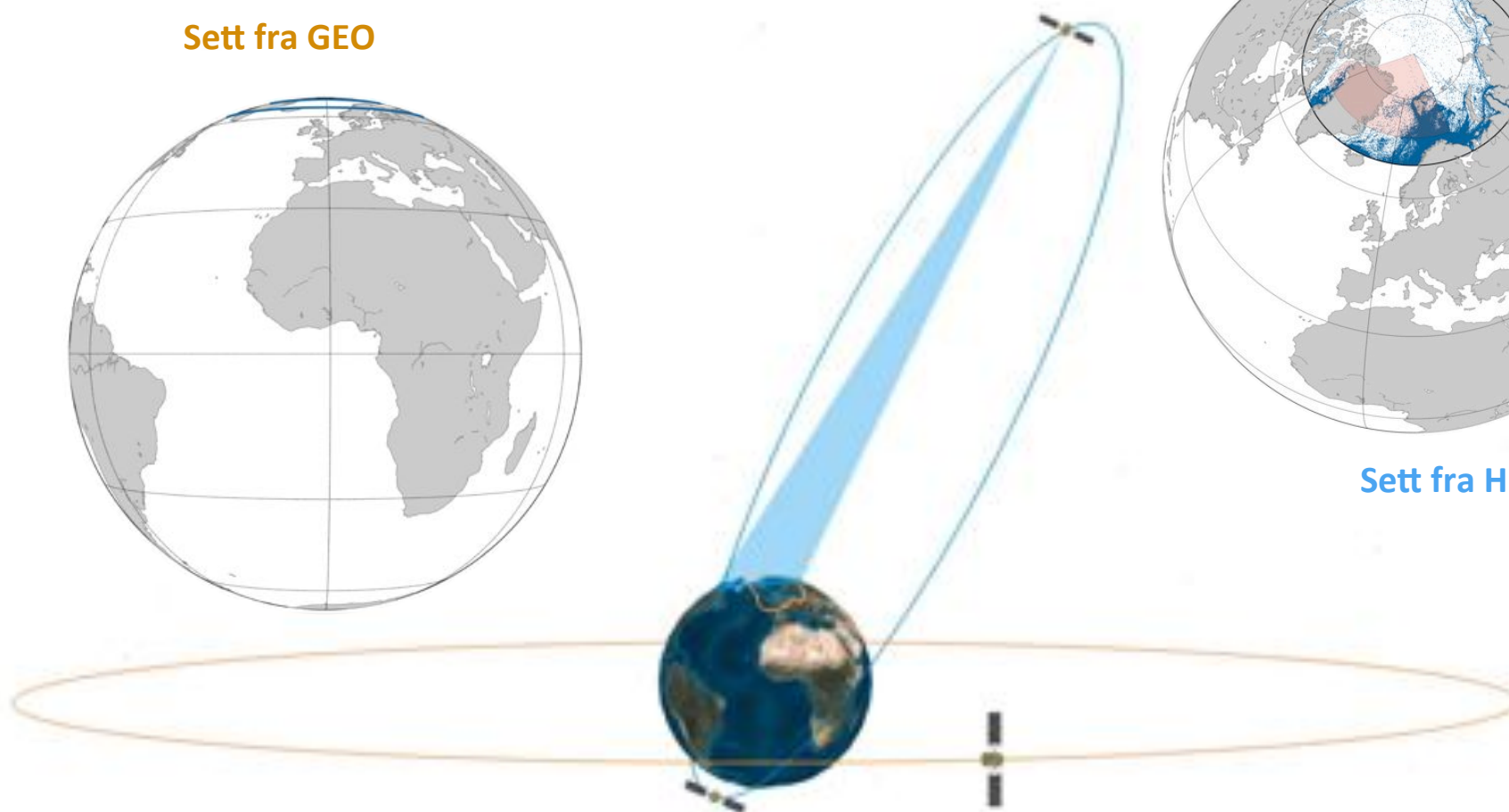


# Satellitter i høyeiptisk bane vil kunne gi bredbånd i nordområdene

Sett fra GEO

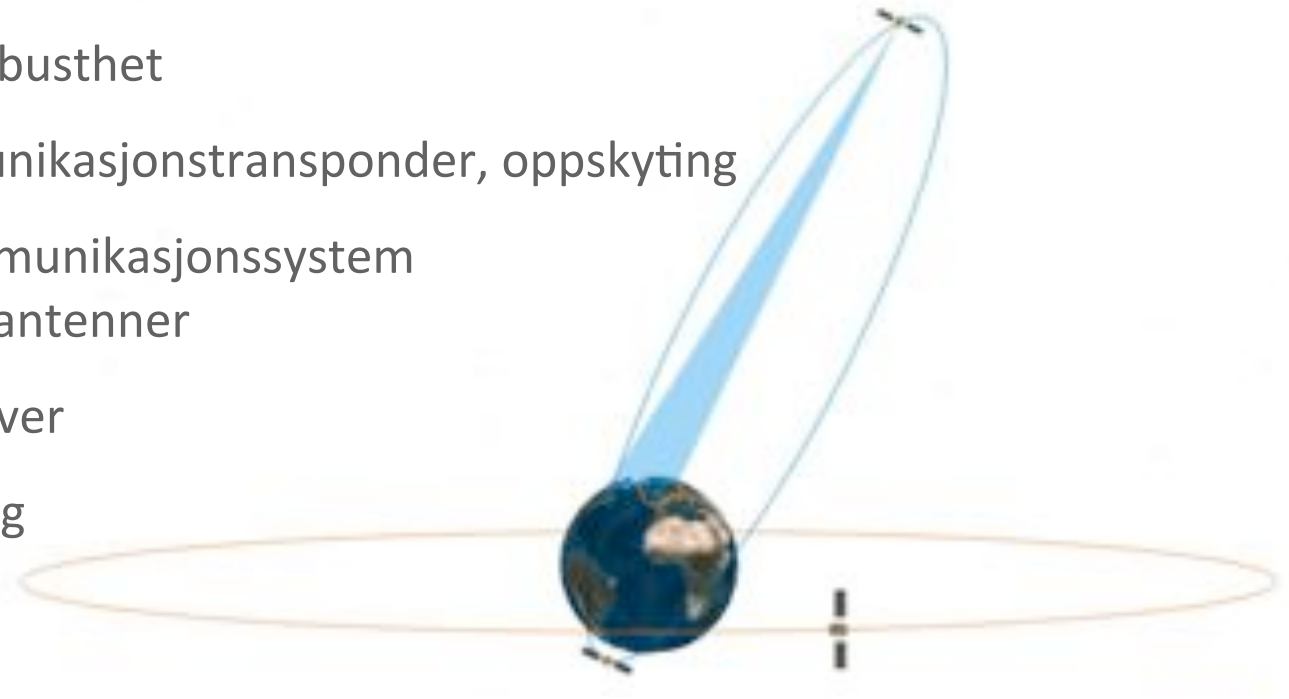


Sett fra HEO



# Ulike momenter som må avklares

- Kapasitetsbehov (framtidig); brukere og kapasitetsbehov
- Dekningsområde og samspill med GEO-operatører
- Frekvenskoordinering og detaljert banevalg
- Antall satellitter – robusthet
- Satellittbuss, kommunikasjonstransponder, oppskyting
- Bakkesegment, kommunikasjonssystem og brukerutstyr inkl antenner
- Realiseringsalternativer
- Timing, timing, timing



# Økende behov for kommunikasjon og navigasjon

OLJE & GASS



FISKE



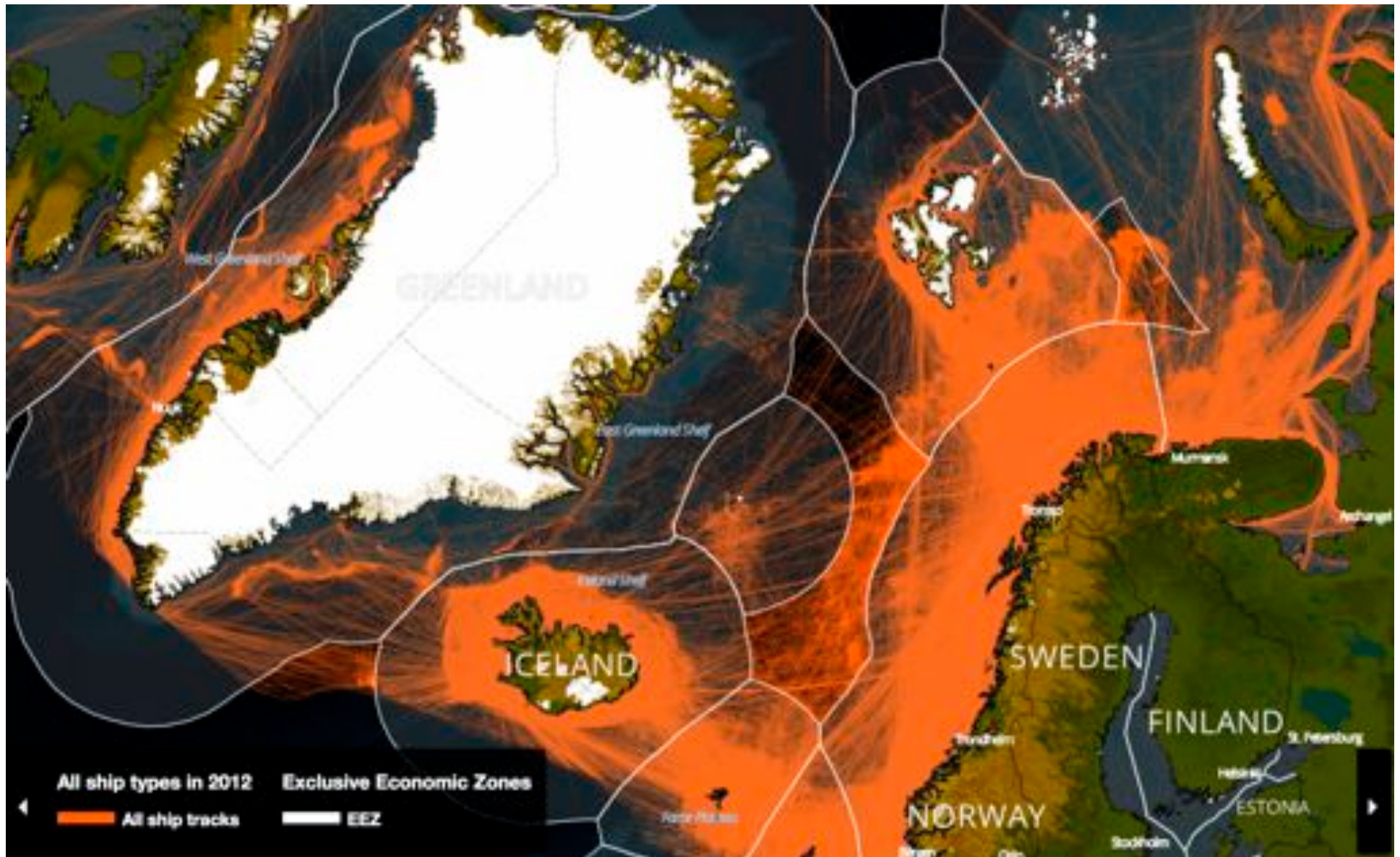
TRANSPORT



TURISME

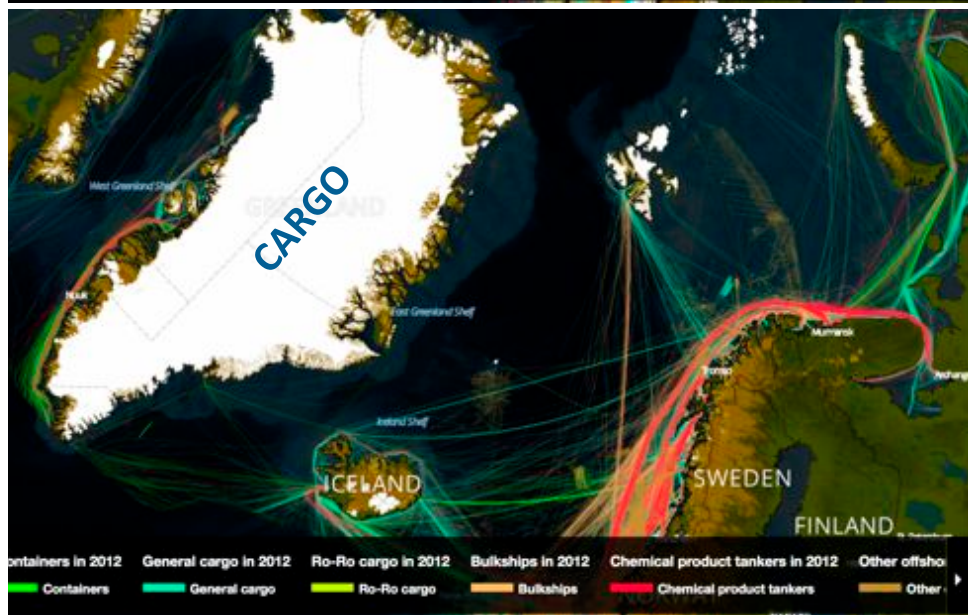
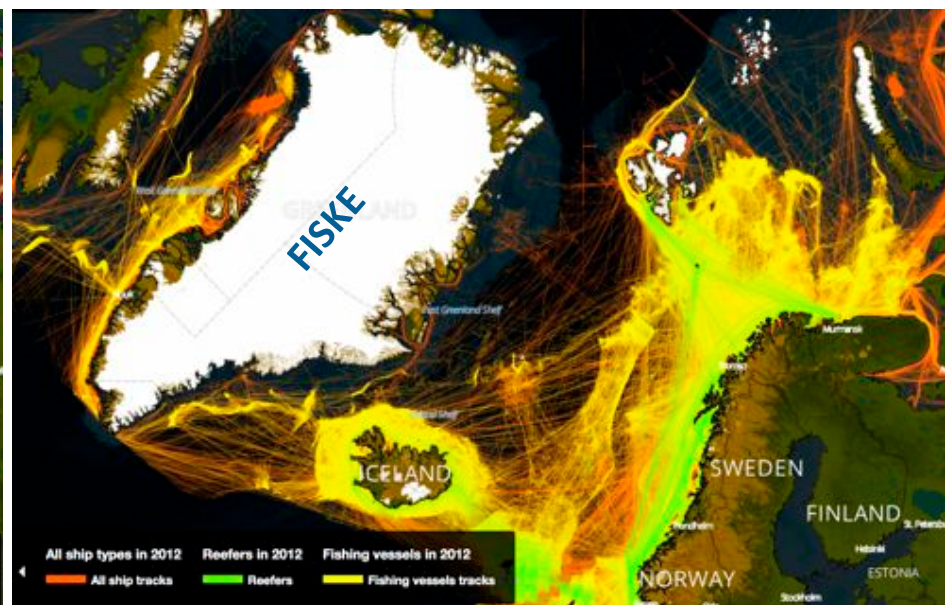


# Skipsaktivitet 2012



Kilde: <http://www.arkgis.org>

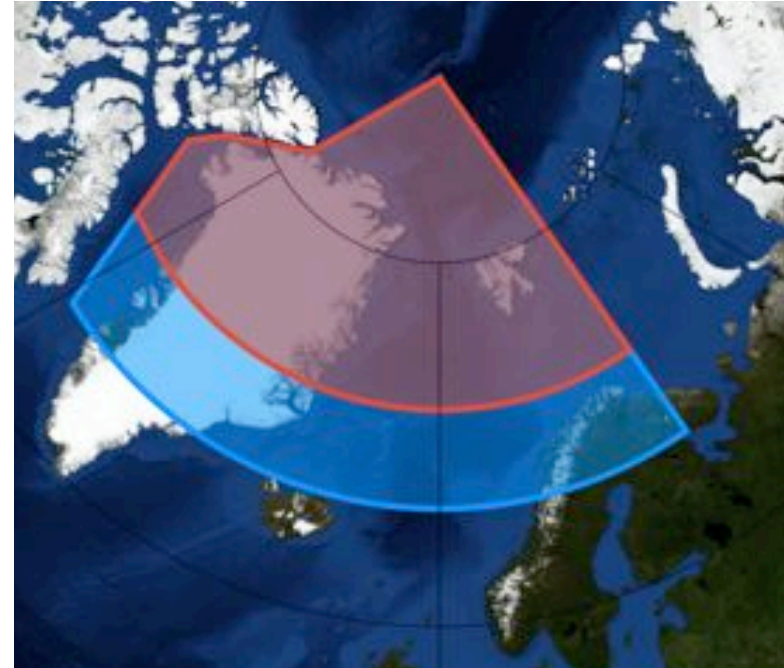
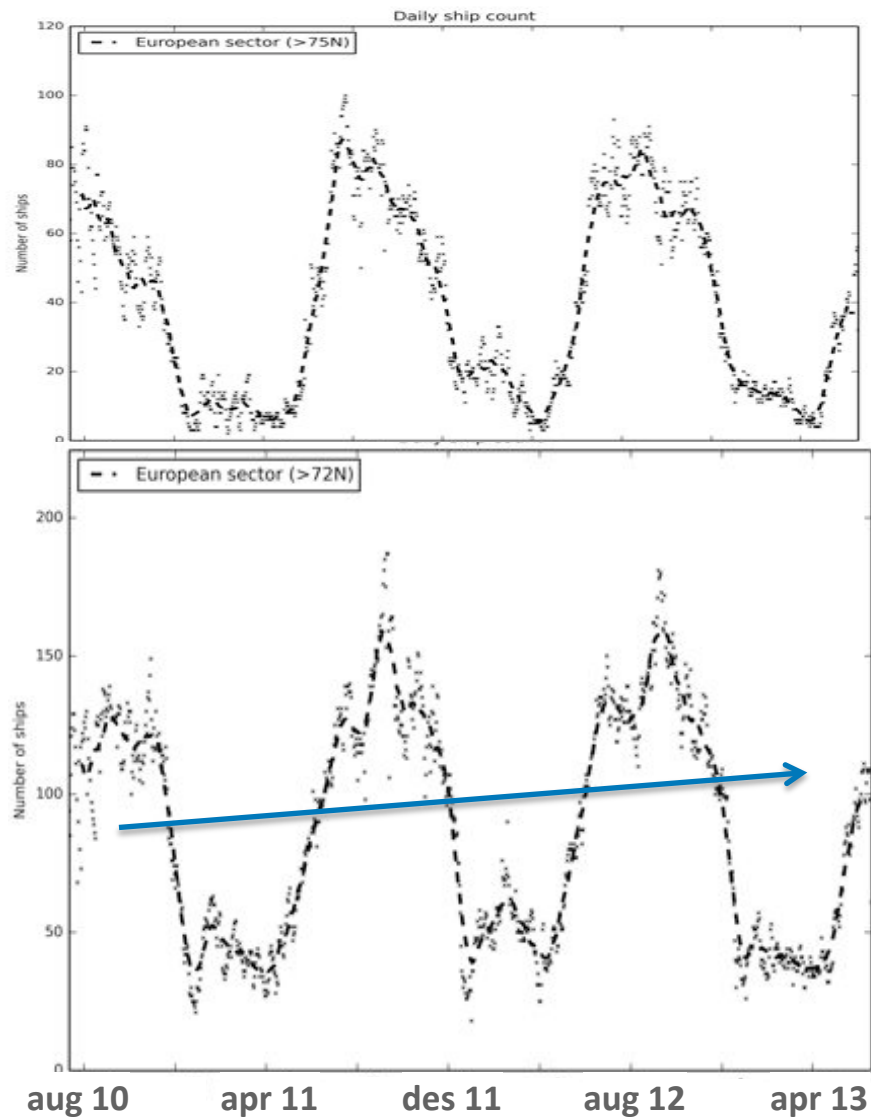
# Skipsaktivitet 2012 fordelt på type skip



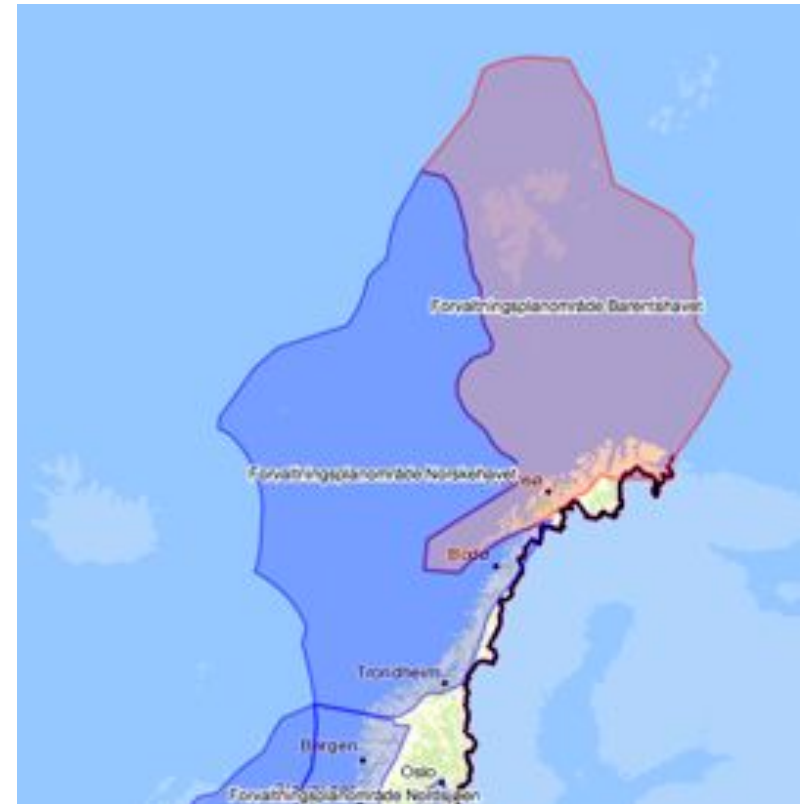
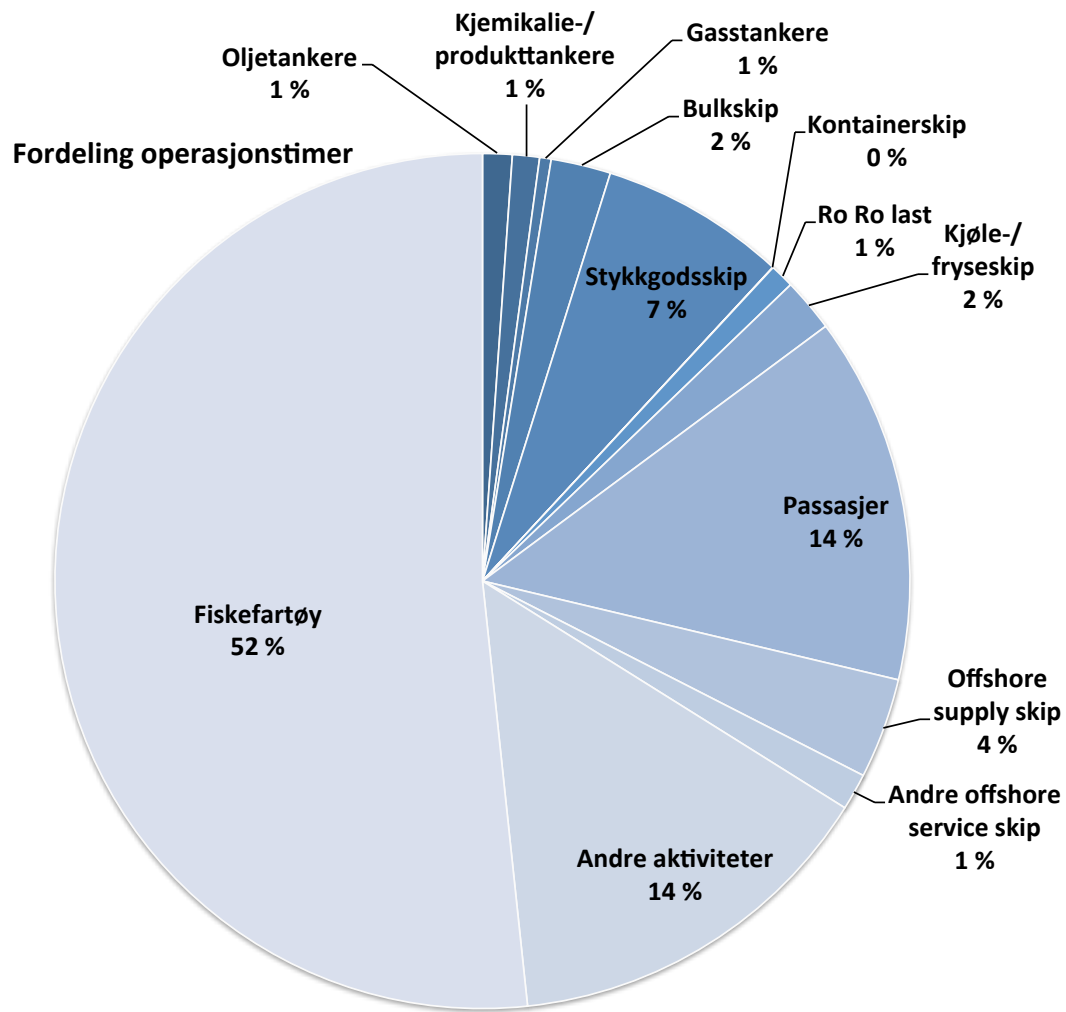
Kilde: <http://www.arkgis.org>

06-05-2014

# Det er store sesongvariasjoner i antall skip



# Maritim aktivitet i nord bærer ikke alene investeringen i et satellittsystem



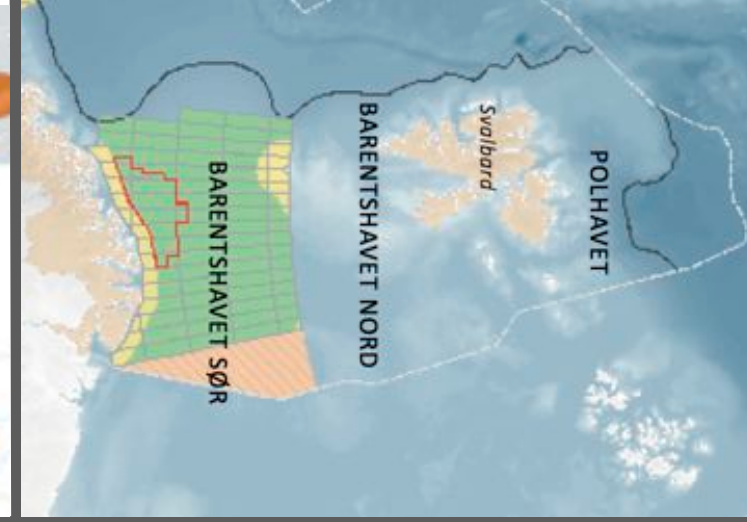


# Potensielle realiseringsalternativer arktisk satkom

Kommersielle aktører

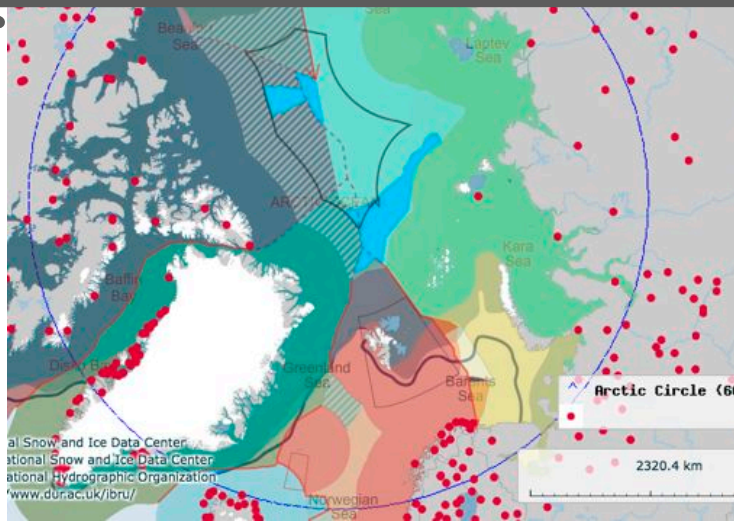
Arktis tjeneste-leverandører

Barentshavet nord



Internasjonalt drevet

Nasjonalt drevet



Arktis offentlig samarbeid

Myndighetsutøvelse

Offentlige tilskudd

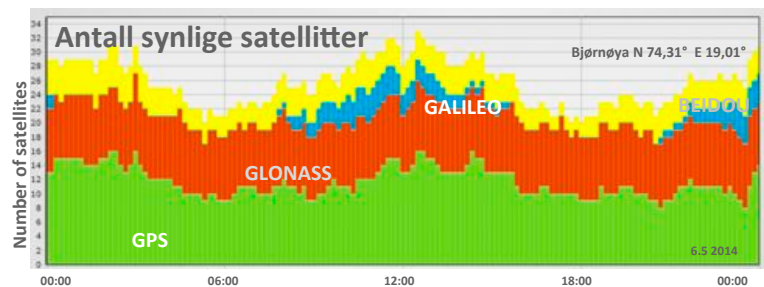
# SATELLITNAVIGASJON i nordområdene

## MULIGHETER

- Multi-GNSS gir redusert sårbarhet og bedre ytelse
  - Tilgjengelighet
  - Vertikal nøyaktighet
- Nye integritetskonsepter

## UTFORDRINGER

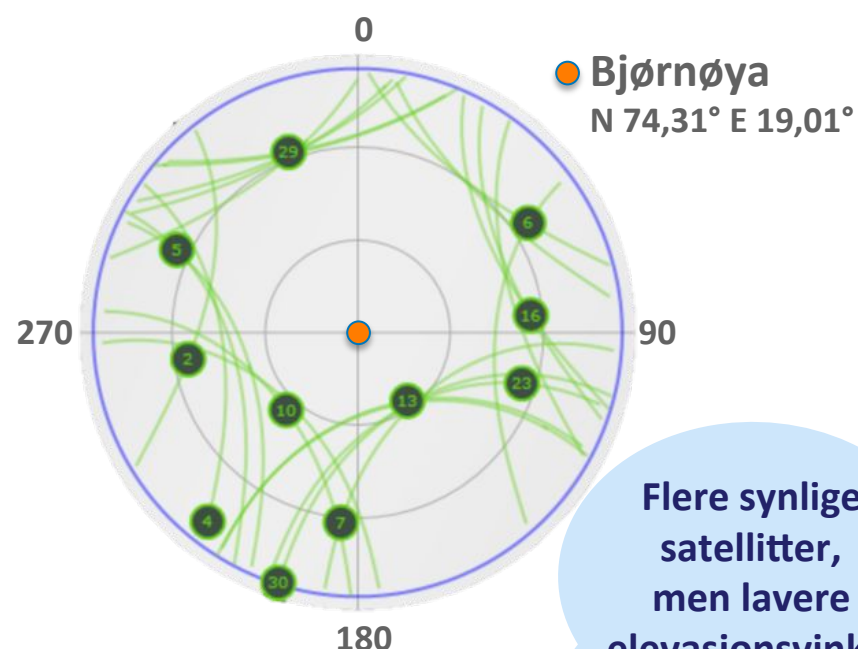
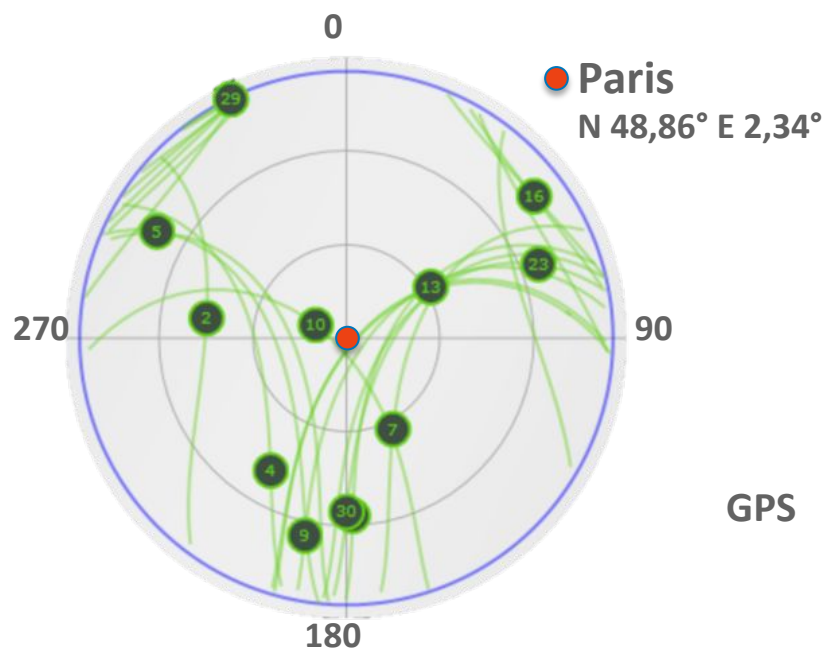
- Bruk av GEO-stasjonære satellitter i støttesystemer (SBAS satellite based augmentation systems)
  - Lav elevasjonsvinkel satellitt
  - Andre baner for distribusjon av støttedata
- Dekningsområde til EGNOS safety-of-life – integritetstjeneste for luftfarten



Geostasjonære satellitter i EGNOS, European Geostationary Navigation Overlay Service

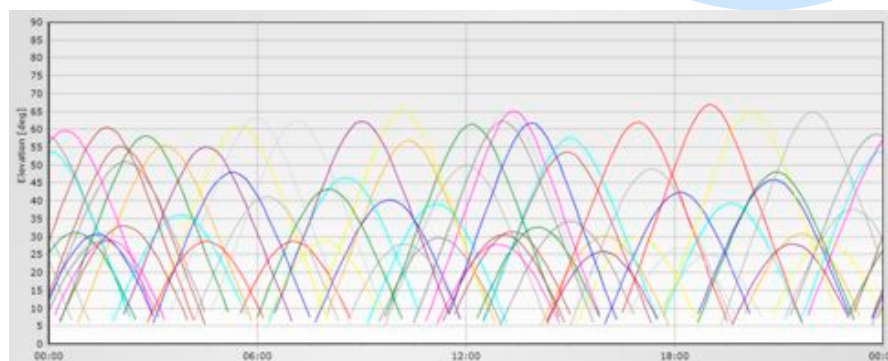
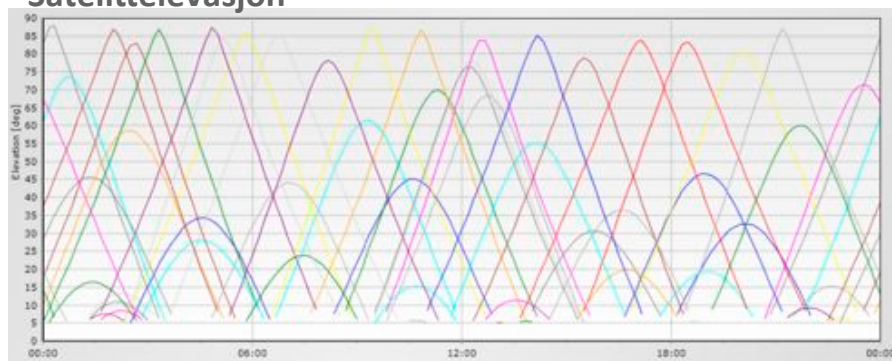


# Satellittnavigasjon på høye breddegrader – relativt bedre horisontal enn vertikal nøyaktighet



Flere synlige satellitter, men lavere elevasjonsvinkel

Satellitelevasjon



# Ulike støttesystemer benyttes for å forbedre ytelsen til dagens GPS

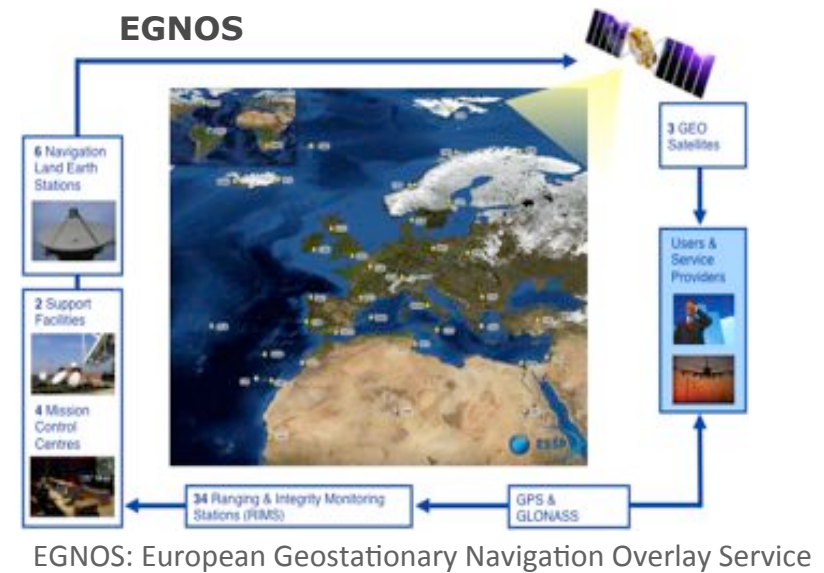


Lokal dekning

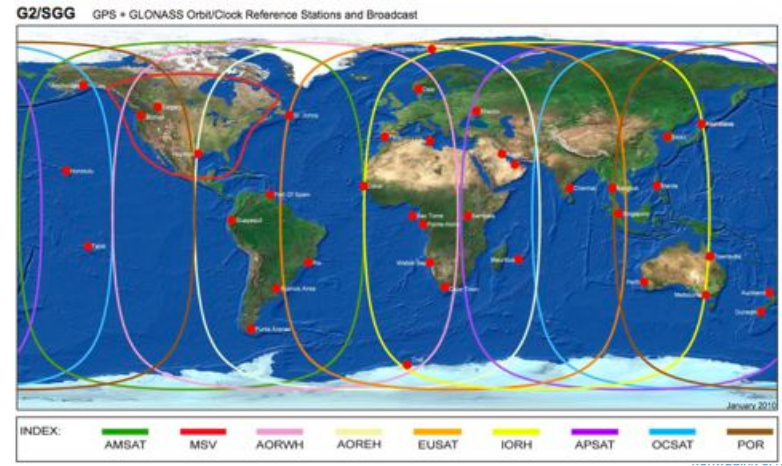


Regional dekning

Global dekning

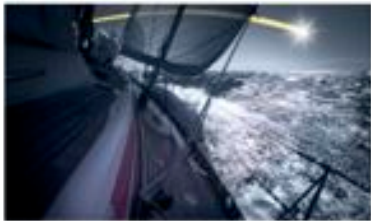


## Fugro SeaSTAR



# EGNOS forbedrer GPS-ytelsen over Europa gjennom 3 tjenester

## Open Service



**EGNOS**

**Open Service**  
Service Definition Document

1. oktober 2009

## Safety of Life



**EGNOS**

**Safety of Life**  
Service Definition Document

2. mars 2011

## Data access service



**EGNOS**

**Data Access Service**  
(EDAS)

Service Definition Document

26. juli 2012

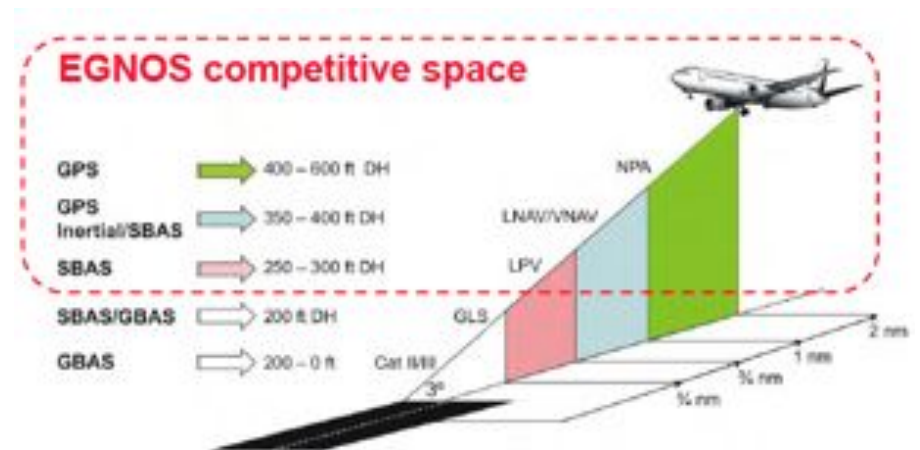
**EGNOS**

It's there. Use it.

# EGNOS Safety of Life (SoL) – verdiforslag



- Uavhengig av lokal bakkeinfrastruktur
- Nye innflygingsprosedyrer
  - forbedrer (vertikal) presisjon
  - større fleksibilitet i rutevalg, feks utslipp- og støyreduksjon
- Økt tilgjengelighet og effektivitet
- Forbedret sikkerhet – inkl integritet
- Effektivisering av konvensjonell bakkeinfrastruktur for navigasjon



# EGNOS Safety-of-Life minimum ytelse

	Accuracy		Integrity		Continuity	Availability
	Horizontal (95%)	Vertical (95%)	Integrity	Time-To-Alert (TTA)		
<b>Performance</b>	3m	4m	1 - 2x10 <sup>-7</sup> / approach	Less than 6 seconds	1 - 1x10 <sup>-4</sup> /h to 1 - 1x10 <sup>-8</sup> /h	0.99 to 0.99999



<p><b>For NPA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt;1 - 2.5x10<sup>-4</sup> per hour in most of ECAC</li> <li>&gt;1 - 2.5x10<sup>-3</sup> per hour in other areas of ECAC</li> </ul> <p><b>For APV-I:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt;1 - 1x10<sup>-4</sup> per 15 seconds in the core ECAC</li> <li>1 - 5x10<sup>-4</sup> per 15 seconds in most ECAC</li> <li>1 - 1x10<sup>-3</sup> per 15 seconds in other areas of ECAC</li> </ul>	<p>99.9% for NPA in all the ECAC</p> <p>99% for APV-I in most ECAC</p>
---	--

# EGNOS (enfrekvent) tjenesteområde i 2015

## APV-1 Approach with vertical guidance



ICAO SARP Annex10 vol 1 Ch3	Accuracy 95%		Integrity	Continuity			Avail- ability
	H	V		HAL	VAL	TTA	
Approach operations with vertical guidance	16 m	20 m	$1-2 \times 10^{-7}$ per appr	40 m	50 m	10 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ in any 15 s 0.99999

## LPV-200 Localizer performance with vertical guidance

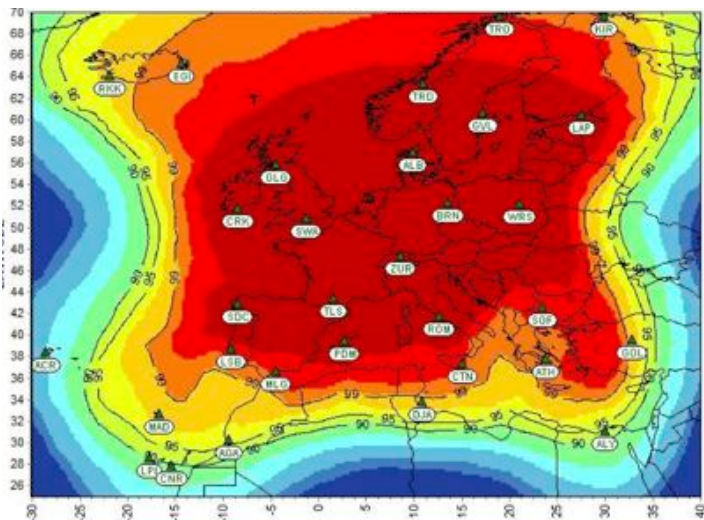


ICAO SARP Annex10 vol 1 Ch3	Accuracy 95%		Integrity	Continuity			Avail- ability
	H	V		HAL	VAL	TTA	
Category I precision approach <sup>8</sup>	16 m	6 to 4 m	$1-2 \times 10^{-7}$ per appr	40 m	15 to 10 m	6 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ in any 15 s 0.99999

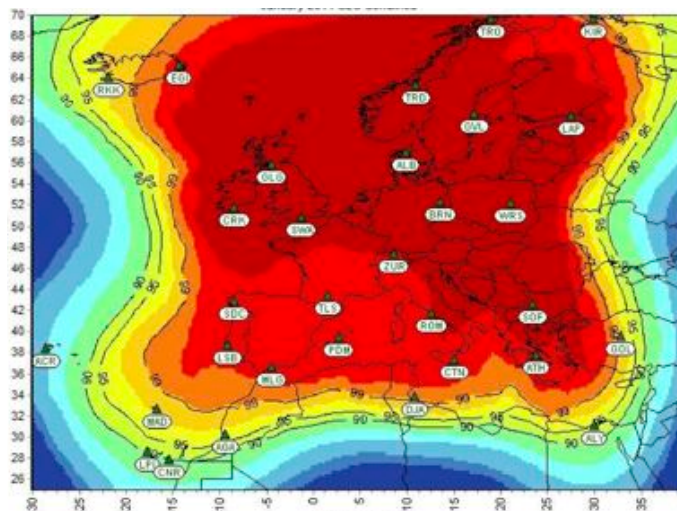


# APV-I tilgjengelighet påvirkes av ionosfæreaktivitet

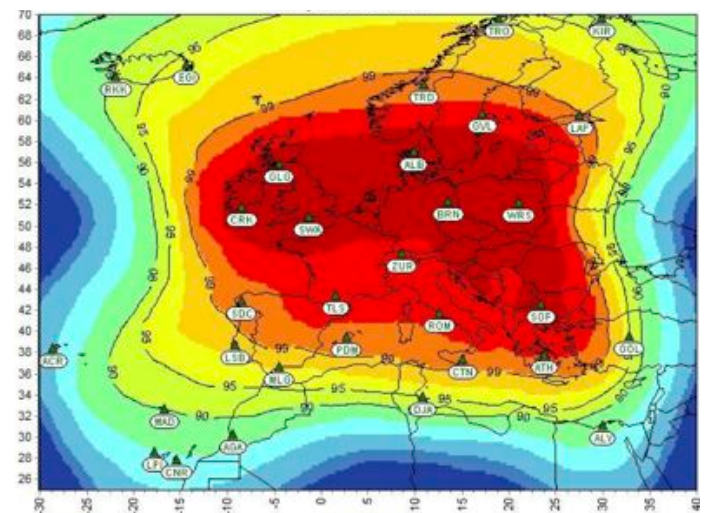
Desember 2013



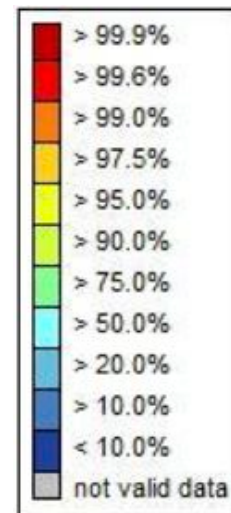
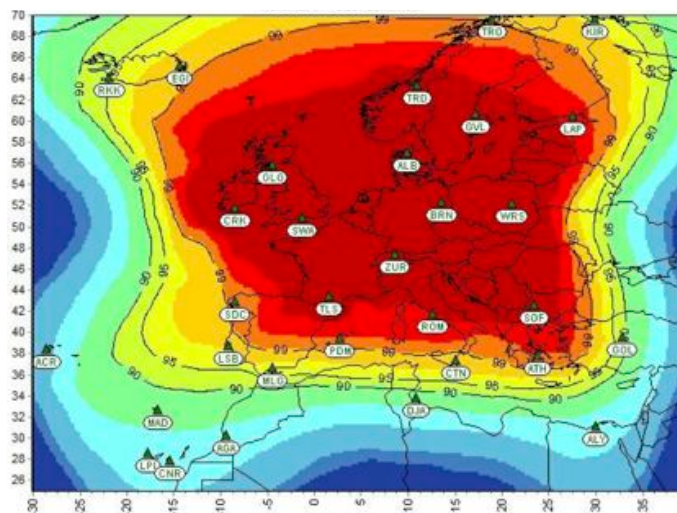
Januar 2014



Februar 2014



Mars 2014



LATITUDE

LONGITUDE

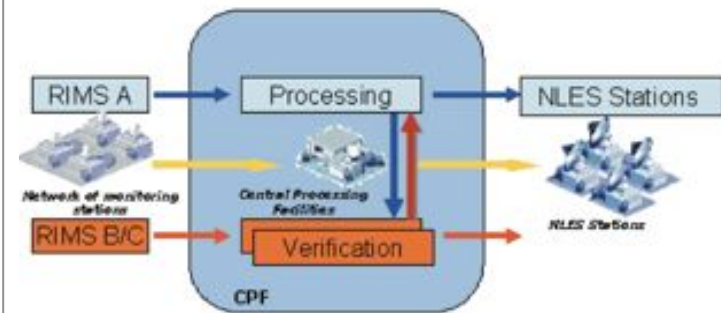
# EGNOS utfordringer kan relateres til systemets arkitektur

## 1. Monitorering av GPS satellitter og signaler

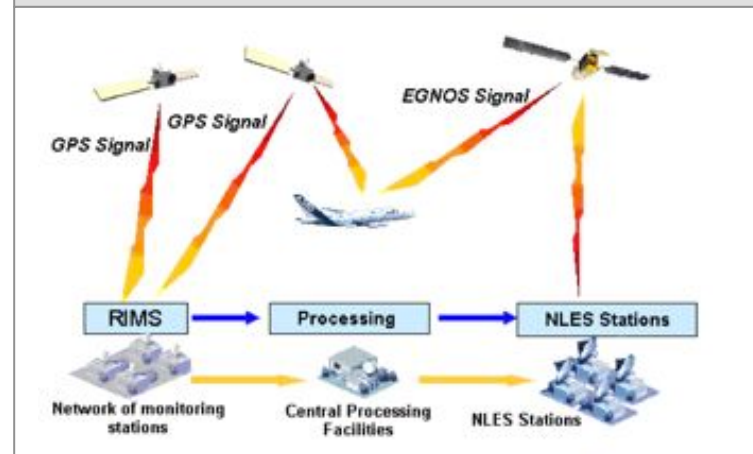


RIMS – ranging and integrity monitoring station

## 2. Beregning av bane/klokke- og ionosfærekorreksjoner og estimering av gjenværende feil



## 3. Kringkasting av EGNOS meldinger



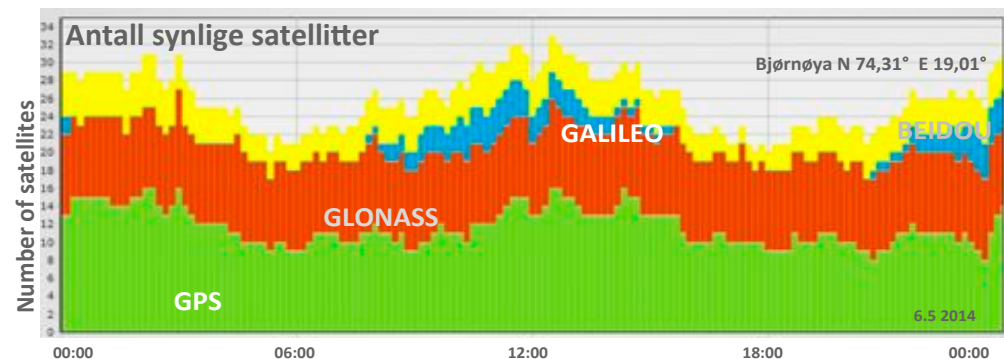
# Vil helikoptertrafikk være en bruker av EGNOS i nord?

Hvor, hvordan, hvorfor (ikke)?

- EGNOS dekningsområde
- EGNOS GEO elevasjon, Bjørnøya 4-7°
- Enfrekvent vs tofrekvent EGNOS-tjeneste



eller gjør utfordringene sitt til at multi-GNSS er mer attraktivt?



## Hvilke bredbånds kommunikasjonsbehov har helikoptertrafikk i nord? Hvor, hvordan, hvorfor (ikke)?

- Overføringskapasitet
- Forsinkelse
- Unikast, gruppekringkasting
- Prioritert trafikk

