

Overvåking av fjordis

...som habitat



Stein Tronstad
Norsk Polarinstitutt

Bakgrunnsbilde: Sebastian Gerland, Norsk Polarinstitutt

Fjordis som habitat



Utrede mulighetene for langsiktig overvåking av sjøisdekket i fjordene på Svalbard, med spesiell vekt på parametere av betydning for isens egnethet som habitat. I dette ligger et ønske om å utrede muligheter med både satellittbårne og landbaserte instrumenter.

Utredning



Overvåking kontra observasjon

2015: Finansiert oppdrag om å utrede mulighetene for langsiktig overvåking av sjøisdekket i fjordene på Svalbard

- * endringene i isforholdene i utvalgte fjorder og nære kystområder
- * karakterisert ved isutbredelsen og isens egenskaper som habitat, og beskrevet for ulike tidspunkter gjennom vinteren over en 15-årsperiode
- * Datakilder og metodiske utfordringer, beskrive de kvalitative begrensingene ved de tidsseriene det eventuelt er mulig å etablere med dagens datatilfang, og identifisere behov for videre forskning.

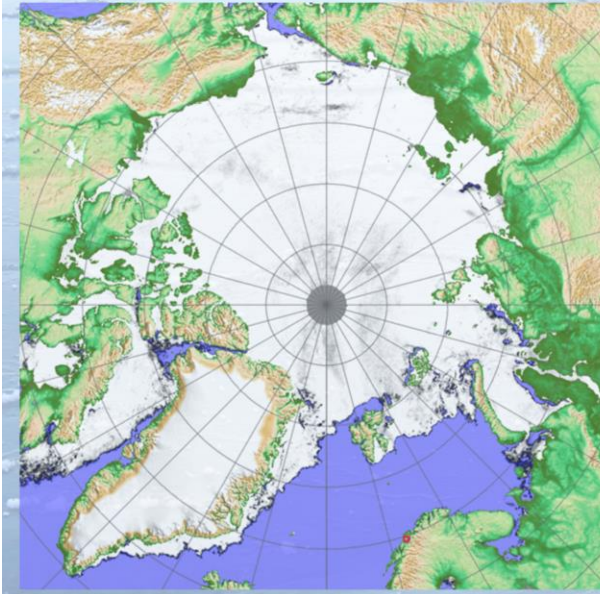
Klimaendringer

Biodiversitet og habitater

Skipsfart, ferdsel over isen, sikkerhet

Ressursforvaltning

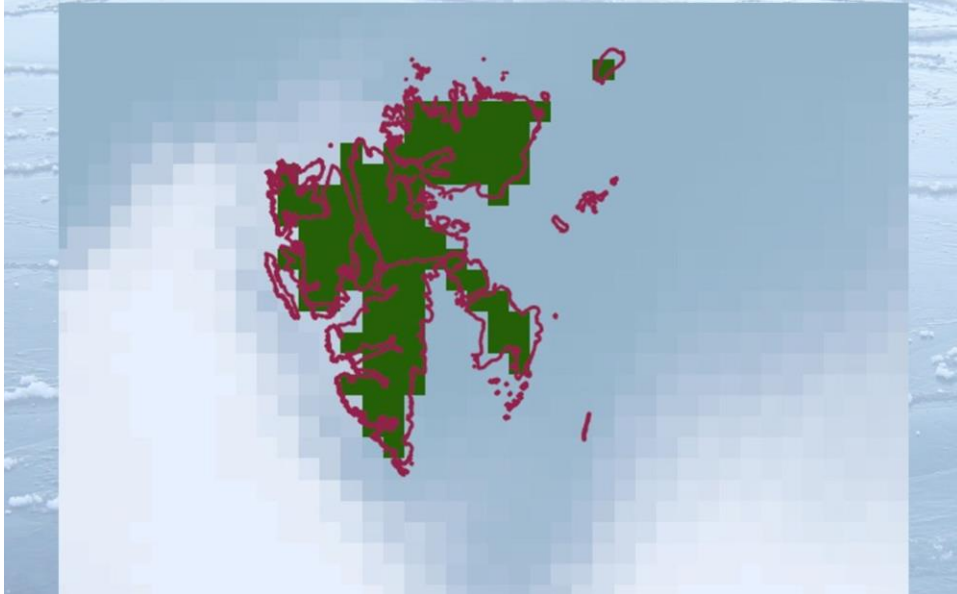
Globalt overblikk



Data: AMSR-E 12/5/2009
Bilder: Polar View / Universität Bremen

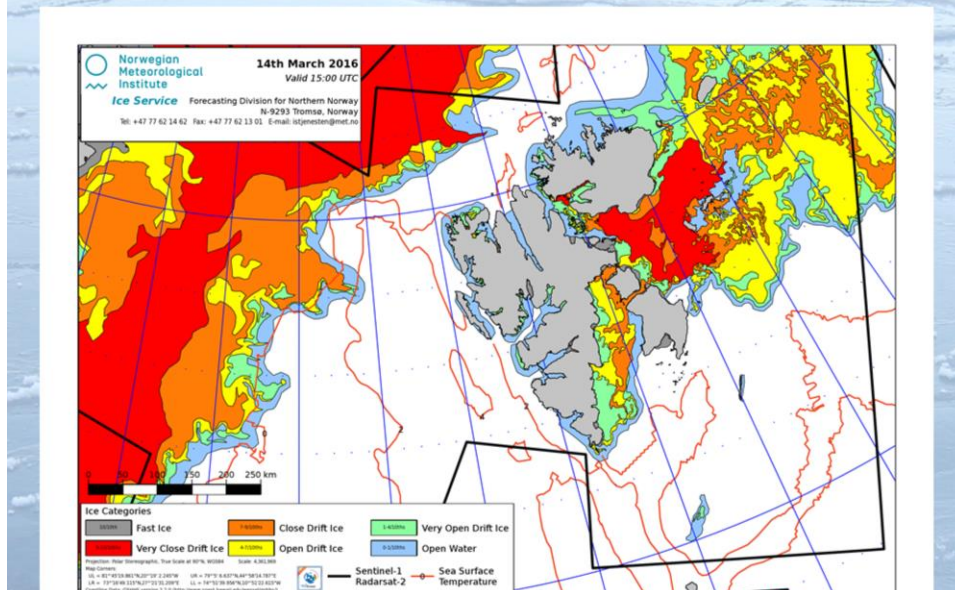
Global, daglig dekning siden 1979

Lokal forvirring



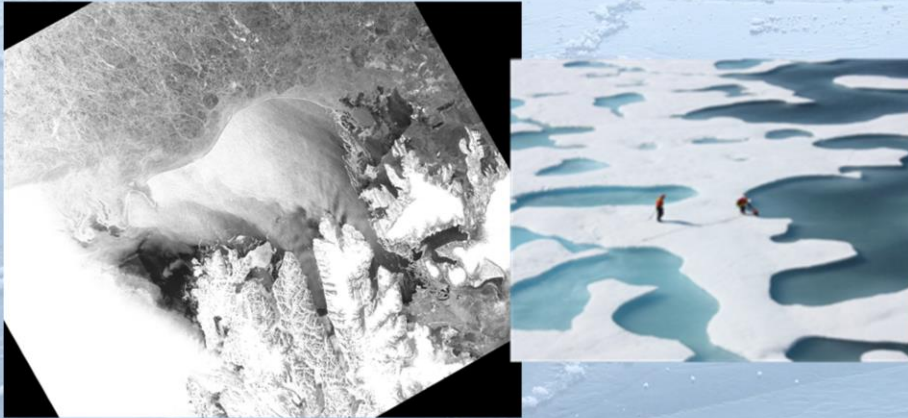
- * Radiometer, passiv mikrobølgesensor
- * 12-25 km

Hva vi ikke vet



- * Passiv mikrobølge siden 1979
- * Tilnærmet daglige iskart siden 1997
 - * Beste tilgjengelige data: SAR (100m), AVHRR (1 km), PM (12.25 km)
 - * Manuell tolking

Hvorfor er fjordis vanskelig?



- * Krav til overvåking: krav til konsistente data over lange tidsrom
 - * Datagrunnlag, metode
- * Romlig oppløsning
- * Landskygge
- * Usikkerhet i manuell klassifisering
- * Hvilke egenskaper kan lese ut av datagrunnlaget?
- * Regularitet
- * Dekning
- * Optiske data: skyer og mørke
- * SAR: overlappende signaturer
- * Høyoppløselige instrumenter: dekning
- * Høydemålere: romlig oppløsning

Hva krever beboerne?



«Egnethet som habitat»? - Plattform for bevegelse, jakt, forplantning

- * Is!

- * Isutbredelse i tid og rom

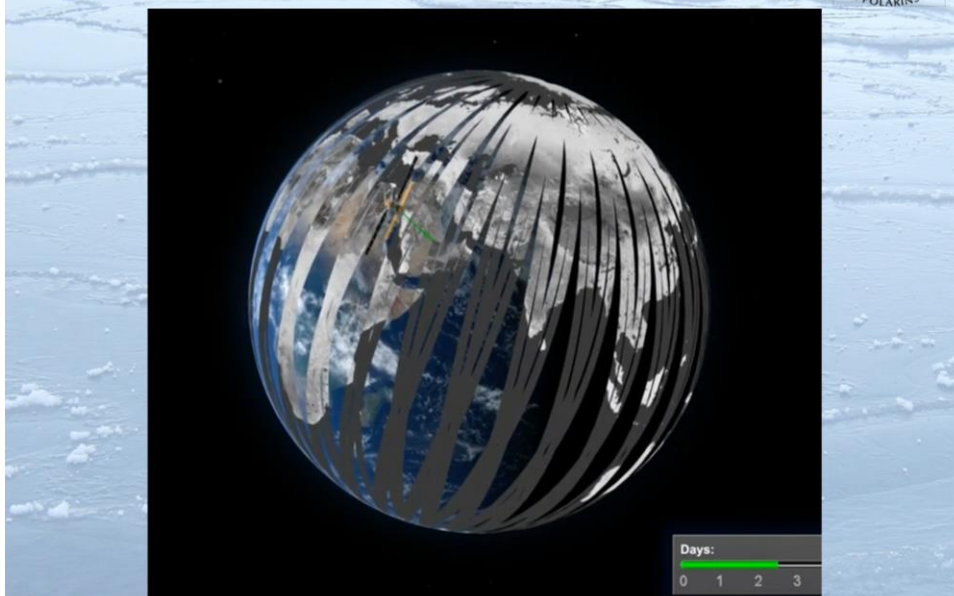
- * Istype: fastis, drivis - førsteårsis, flerårsis

- * Snødekke, skrugarder

+ egnethet som transportåre, hinder for skipsfart

+ klimaregulator

Mulighetskartlegging



1. Pågående/planlagt overvåking i andre land
2. Hvilke parametere beskriver egnetheten, endringer over tid, nødvendig romlig/tidsmessig oppløsning
3. Tilgjengelige sat.data (regularitet, kvalitet, pris, langsiktig tilgjengelighet)
4. Tilgjengelige metoder; automatisert eller halvautomatisert tolking
 - skille is/åpent vann, istype, tykkelse, snødekke
5. Aktuelle, operasjonelle tjenester/produkter (met.no)?
6. Særskilt vurdering av små fjorder
7. Aktuelle in situ-data?
8. Metoder for modellering av tykkelse, fribord og snøtykkelse
9. Overvåking av overflatestruktur?
10. Nødvendig geografisk dekning for overvåkingen?

Datatilfang og metoder



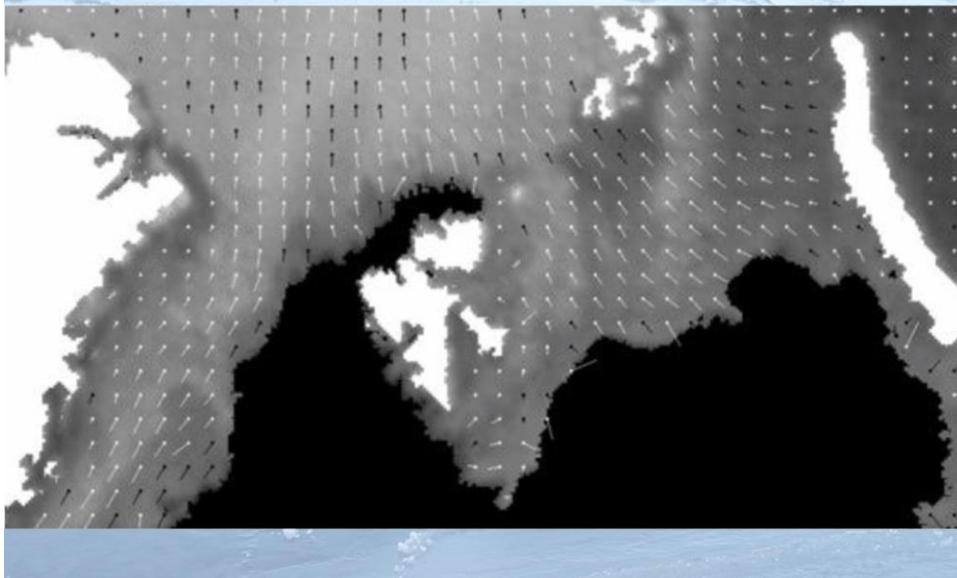
- * Aktive instrumenter
 - * Globale skala
 - * Regional og lokal skala
 - * Bakke-/overflatedata
-
- Oppløsning,
 - Regularitet, langsiktighet,
 - Datakostnader, prosesseringskostnader,
 - Metoder: manuelle, halvautomatiserte, automatiserte.

Optiske instrumenter



- * Rikt datatilfang: Landsat, Sentinel-2
- * I sol og fint vær...

Scatterometer

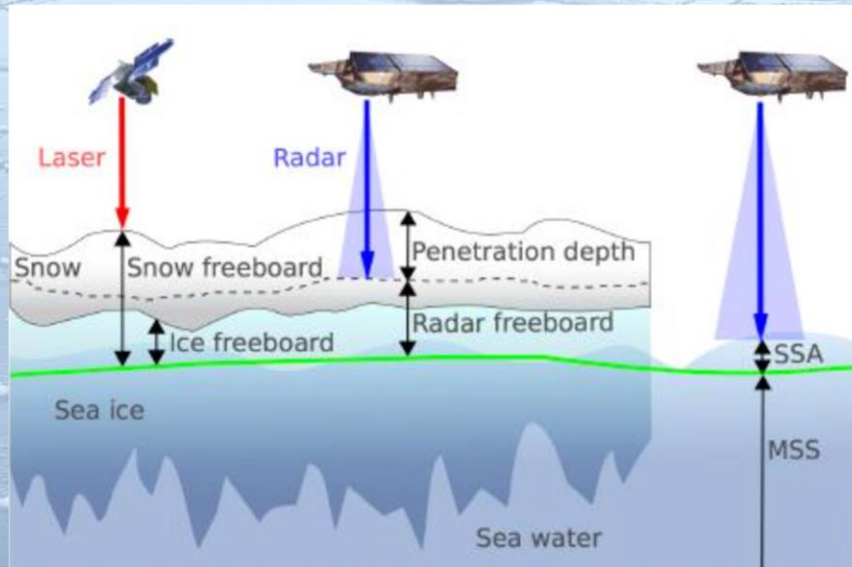


Isdrift, Quickscat

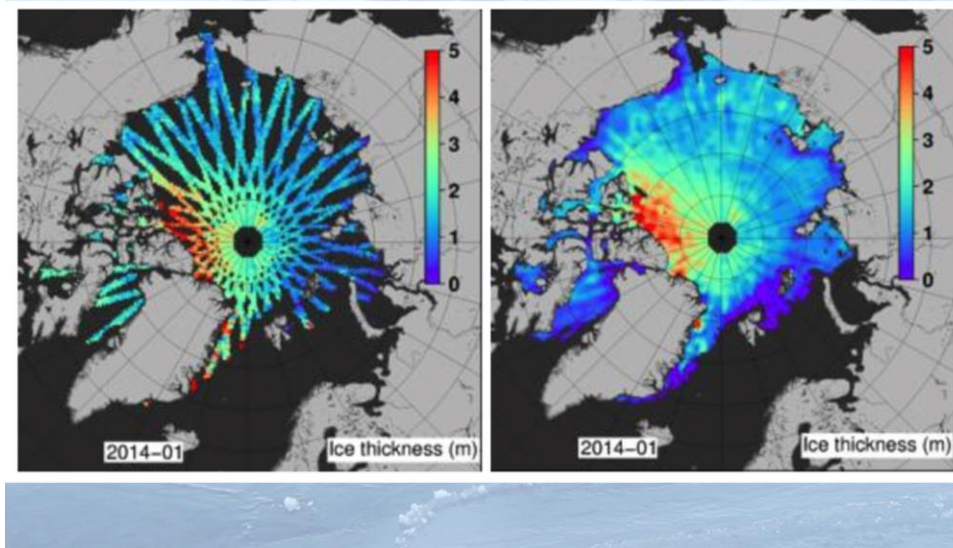
Operasjonell bruk

Oppløsning 2 - 12 km

Altimeterer: høydemåling



Altimeter: istykkelse

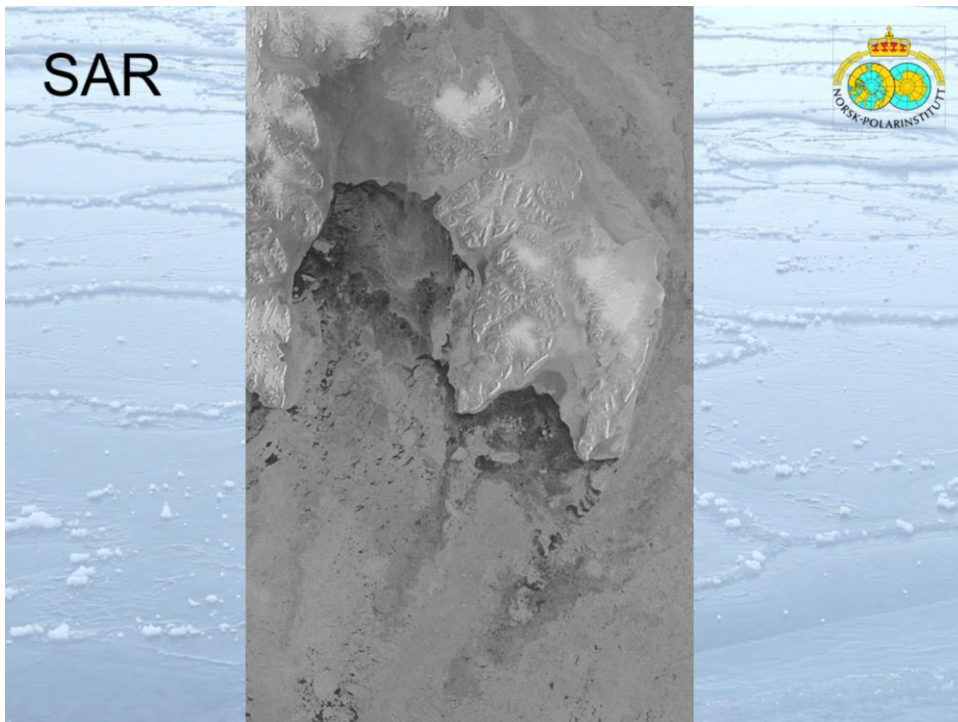


Ukentlig estimat istykkelse: Cryosat-2, kombinert Cryosat-2/SMOS

Cryosat-2, radaraltimeter: 10 cm

* Eksperimentell, erstattes av Sentinel-3: kontinuitet, ca 300m

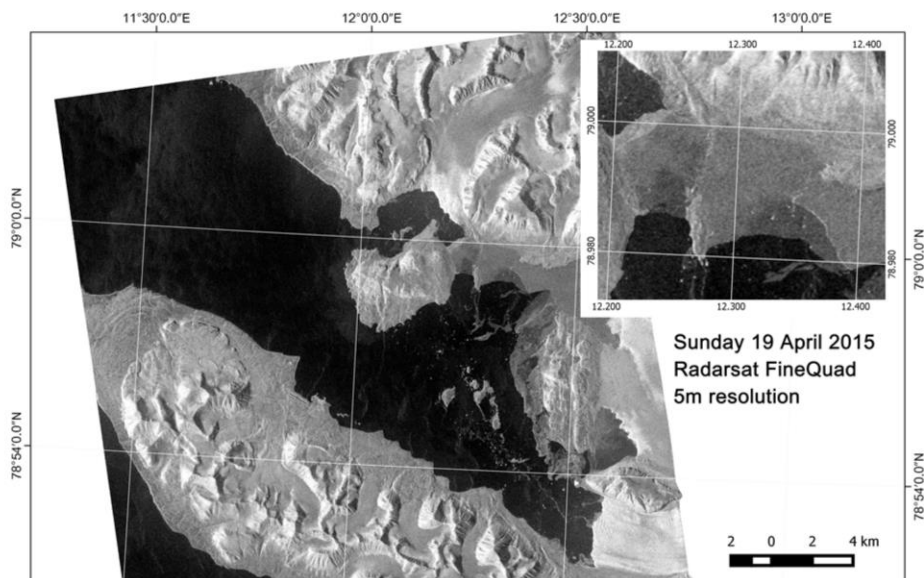
ESA's SMOS satellitt som har et L-band radiometer (1.4 GHz) som kan brukes til å måle tykkelse på tynn havis opptil 50 cm med en oppløsning på ca 35km x35 km



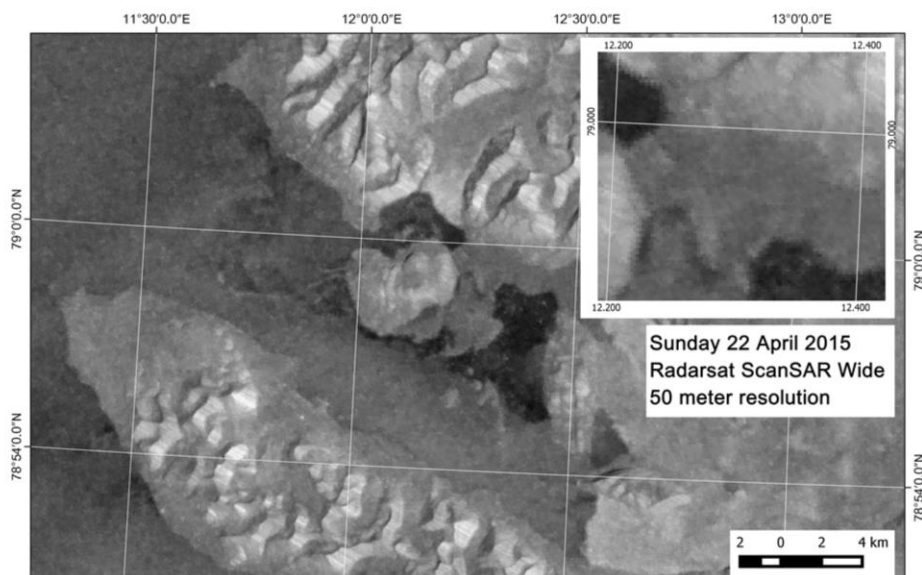
ERS-1 og 2, Envisat, Radarsat 1-2, Sentinel-1 : 40 - 150 m

Eksperimentelle SAR-satellitter ned til $< 1\text{m}$

SAR



SAR



Bakke data



Andre datakilder utenom satellitt:

- * Kamera
 - * kontinuerlige data fra faste punkter
- > Validering
- > Dataserie fra utsnittet

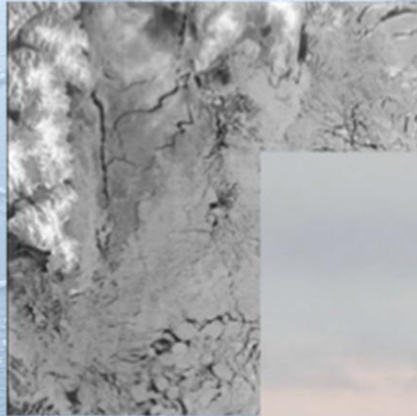
Nær isen



«Cryowing», Norut/Aranica

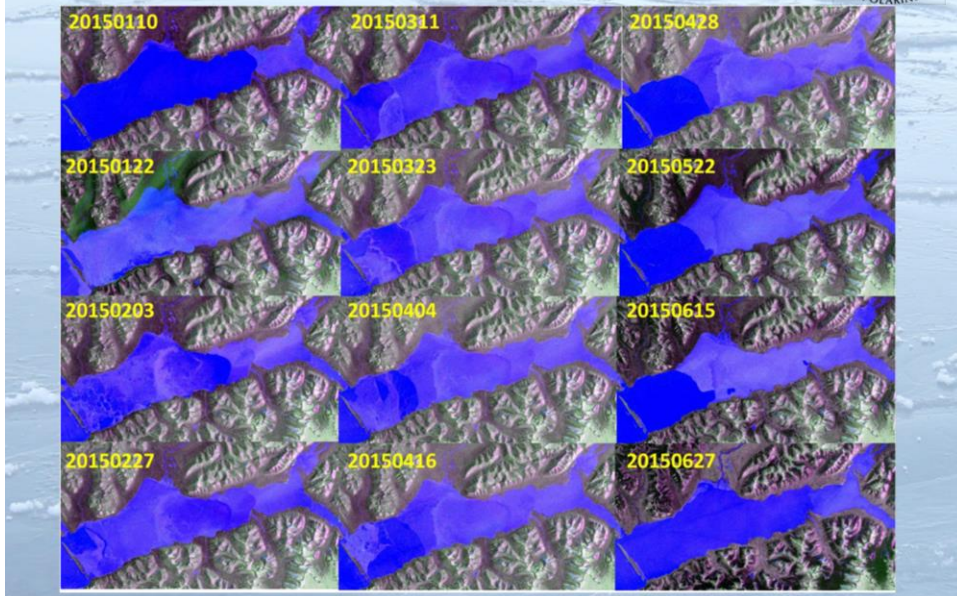
- * UAV, Dornier
- * Bøyer og flytere
- * Skipsradar
- > Validering
- > Ikke aktuelle for operasjonell bruk

Metoder



Segmentering og klassifisering

MAGIC: is, åpent vann



MAp-Guided Ice Classification (MAGIC), Clausi et al. [2010]

Dual-pol Radarsat-2 (ikke Sentinel)

Nåværende versjon kombinerer to komplementære teknikker:

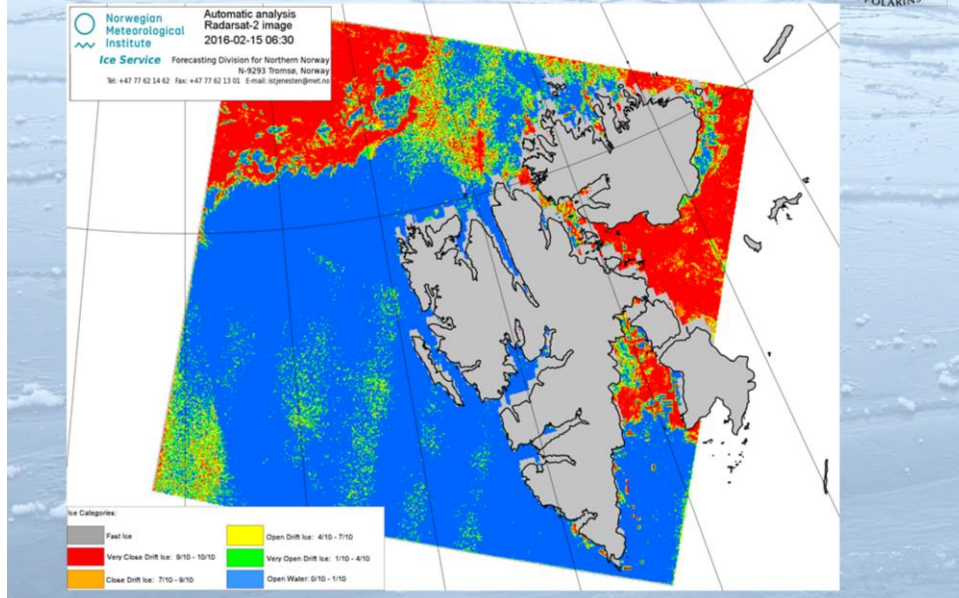
- * "glocal", kjøres for å segmentere SAR-bildet i mindre regioner hvor klassestatistikken skal være konstant.
- * andre trinn bruker (SVM) for å tildele is/vann klasser til de segmenterte regionene (labeling)
- * klassifikasjons- nøyaktighet på >90% for begge klasser (is/vann)
- * CIS vurderer operasjonell bruk.

Bilde: Norut, Sentinel-1, RGB, dualpol: Vann/is, i perioder ulike stadier:
40 m oppl.

RGB-komposittbilder av HH og VH fra Sentinel-1, moden for is
sesongen 2014/2014.

Tidsserien (figur 5.2) viser et troverdig tidsforløp; fullt mulig å utvikle et
operasjonelt overvåkningssystem

Operasjonelle produkter



Eksperimentelt, basert på Radarsat-2

(Frode Dinnessen) Redusert tilgang RS-2 etter innfasing av Sentinel-1

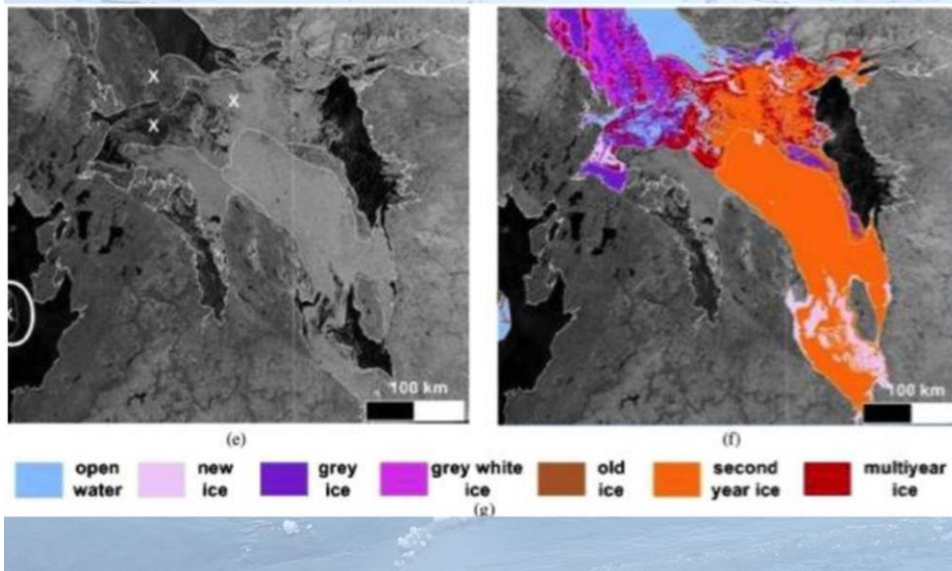
- * En del forskjell i hvilke klasser som presenteres og kontinuiteten i de ulike klassene.

- * Radiometriforskjeller mellom ScanSAR (RS2) og TOPS-mode (S1) gjør automatisk analyse vanskeligere

- * Pågående utviklingsarbeid met.no (Istjenesten) og UIT / CIRFA

- * Nick Hughes: MODIS og etter hvert Sentinel-3 skal brukes til deteksjon av landfast is i fjordene rundt Svalbard. Drivis filtreres bort. Ikke brukbart i mørke, men gir tilleggsdata til manuell tolking.

Istype

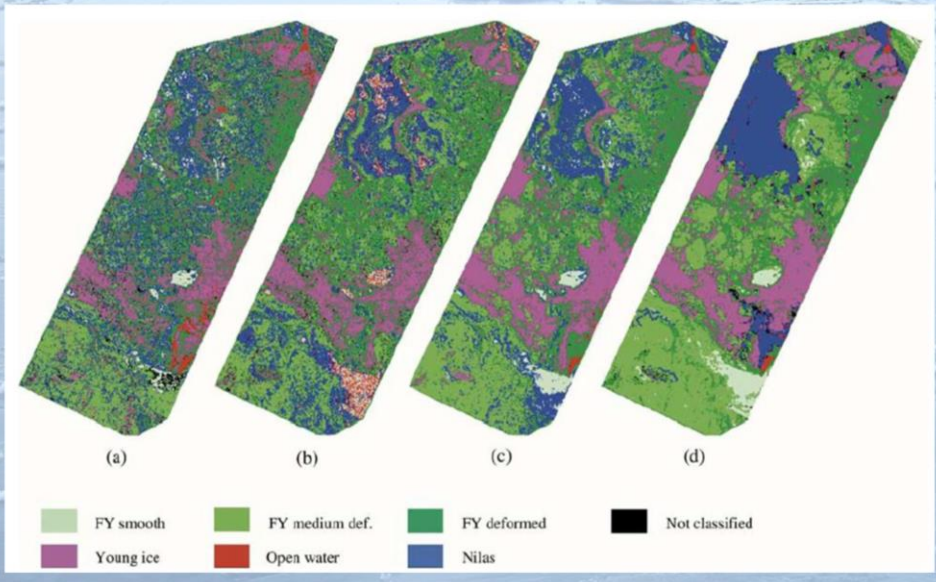


Klassifisert SAR-bilde WMO-istyper (Ochilov and Clausi, 2012).

Radarsat VV, HH

- * Fast-is (landfast is) og driv-is.
- * Etter alder:
 - ** Ny-is: sørpeis, gråis og pannekake-is.
 - ** Nilas (< 10cm)
 - ** Ung-is (10-30cm)
- * Førsteårs, flerårs

Multisensor

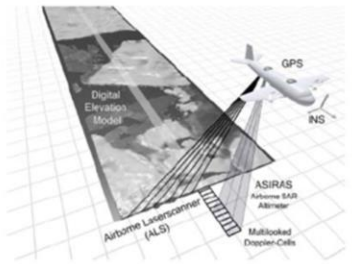
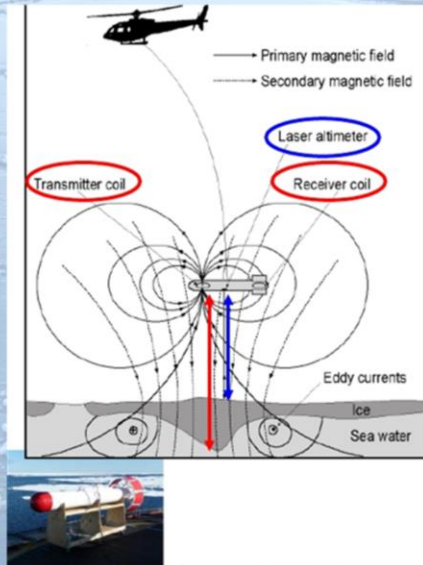


(a) ERS (b) Envisat (c) Radarsat (d) ERS, Radarsat, Meteor

Muligheter:

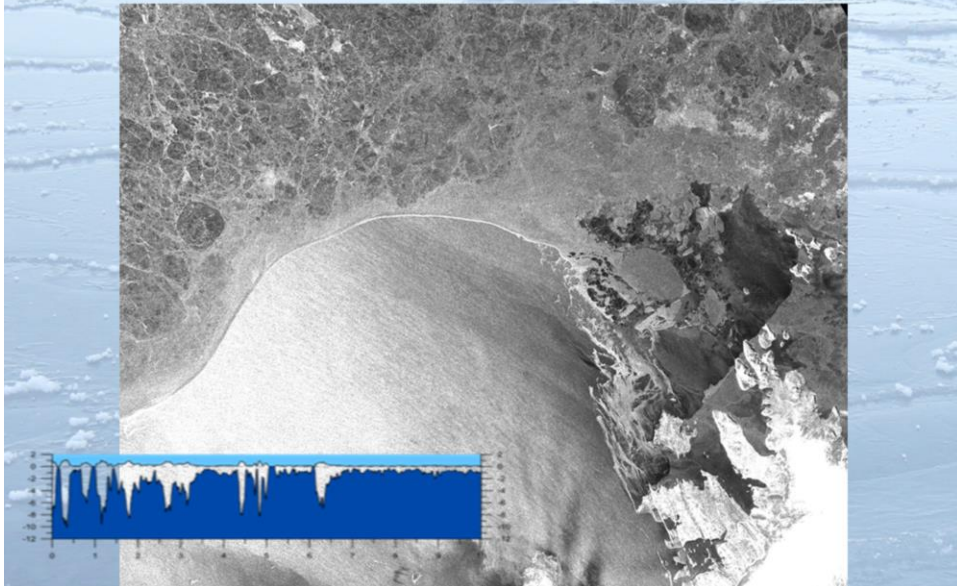
- * Dual-pol, Sentinel-1 A/B (Clausi & al): is/vann, til en viss grad istype
- * Multisensor. met.no: SAR og MODIS, 300 m - 1 km

Istykkelse



- * SAR: mulig, men for følsomt for innfallsvinkel, ruhet, snødekke, saltgehalt
- * Laser- og radarhøydemålere
- * EM-bird

Oppskruing og snødekke



- * Snødekke, satellitt: Kun mikrobølgeradiometere, 10-20 km
- * Indirekte med SAR-altimetere, fribordmålinger
- * Overflatestruktur: Høyoppløselig SAR

Hva er mulig?



Foto: Paul Dodd, Norsk Polarinstitutt

- alt, når vi går ut og måler

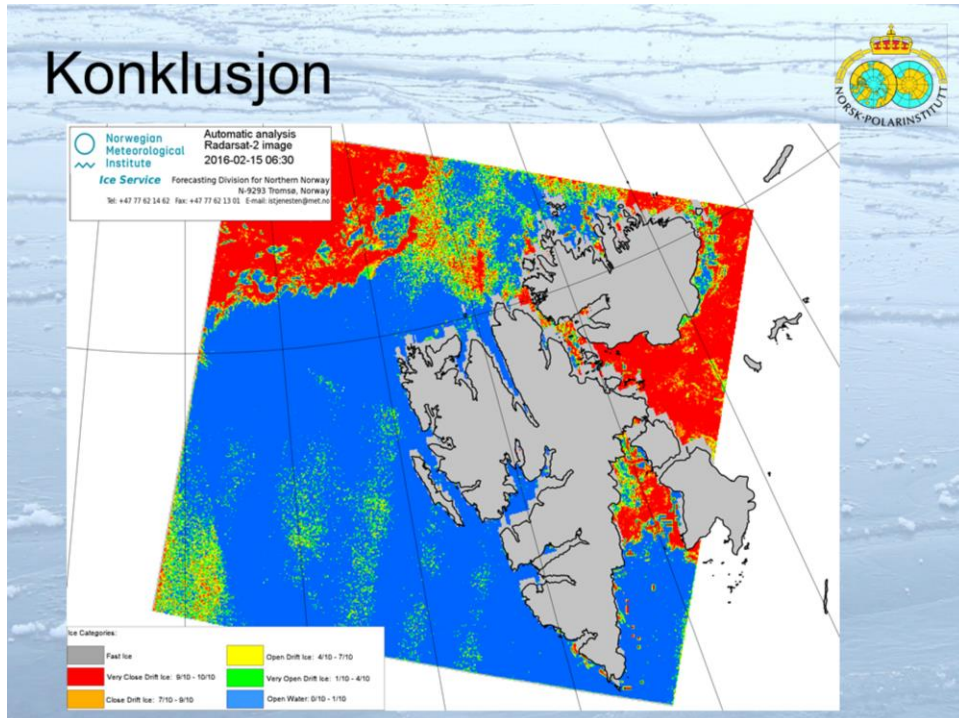
- * Isutbredelse, tid og rom - når operasjonalisert (met.no, Clausi)
- * Fastisutbredelse, tid og rom - do.
- * Iskonsentrasjon, drivis?
- * Istykkelse, fribord: Bare lokalt
- * Overflatestruktur, skruis: Bare spesialundersøkelser
- * Snødekke: Krevende; behov for betydelig forskning og utvikling. Komb altimeter (laser / radar altimeter) samt tidsserieanalyse av C-bånd SAR data (for snømengde).

Forutsetninger



Dataflyt - regularitet, dekning, langsiktighet
Akseptable data- og prosesseringskostnader
Operasjonell tjeneste (automatisert produksjon)
Validering.

Konklusjon



- * Operasjonelle produkter når de (om kort tid?) blir tilgjengelige fra met.no eller andre (Eumetsat, Copernicus, CIS/NIC/NSIDC)
- * Pålitelige metoder etablert for Radarsat-2 dualpol
- * Ventes for Sentinel-1 (40 m modus)
- * Multisensorstøtte, validering (MODIS, bakke data)
- * Is/åpent vann
- * Fastis, drivis (konsentrasjon)
- * Tilnærmet daglig dekning = tidsseriegrunnlag
- * IKKE: istykkelse, istype, snødekke, overflatestruktur