

Økt aktivitet i Barentshavet Kjenner vi værforholdene godt nok?



Økt aktivitet i Barentshavet

Kjenner vi værforholdene godt nok?

Sammendrag

Det er ventet økt aktivitet i Arktis over de neste tiårene. Barentshavet har lavere temperaturer og raskere vekslinger i vind og vær enn det som er vanlig lenger syd langs norskekysten eller i Nordsjøen. Nordområdene er dårlig dekket av værobservasjoner, og kvaliteten på værvarslene for Barentshavet er dårligere enn det som er vanlig lenger syd. Dette gjelder særlig om vinteren. Det såkalte "Hindcastarkivet" som brukes til dimensjonering og planlegging av virksomhet i norske farvann, har vesentlig dårligere kvalitet i Barentshavet enn hva som er tilfellet for Nordsjøen. Det er dokumentert at klimaet i Arktis endrer seg nesten dobbelt så raskt som det globale klimaet. I tillegg er den naturlige variabiliteten i nordområdene stor.

Dagens teknologi og kunnskap åpner for bedre værvarslingsnøyaktighet i Barentshavet. Dette krever et større observasjonsgrunnlag og varslingsmodeller med høyere oppløsning enn det som brukes operasjonelt i dag. Observasjonsgrunnlaget i nord kan utvides gjennom å øke værradardekningen langs kysten av Troms og Finnmark, og ved å intensivere observasjonene på eksisterende polare værstasjoner, som Bjørnøya, særlig mht radiosondeslipp. I tillegg kan observasjonsevnen fra militære og sivile fly og fartøyer sammen med dataoverføring via kommunikasjonssatellitt, utnyttes bedre. Observasjoner fra satellitt gir gode muligheter for omfattende datadekning over isen. Et større observasjonsgrunnlag koblet til numeriske atmosfære- og havmodeller med høyere detaljeringsgrad i rom og tid enn det som brukes i dag, vil med en forsknings- og utviklingsinnsats kunne gi betydelig sikrere varsler for vær inkl. bølger og havstrømmer i Barentshavet. Anvendelse av slike modeller vil også kunne gi sikrere anslag for variabiliteten i været framover under ulike betingelser mht. klimautvikling.

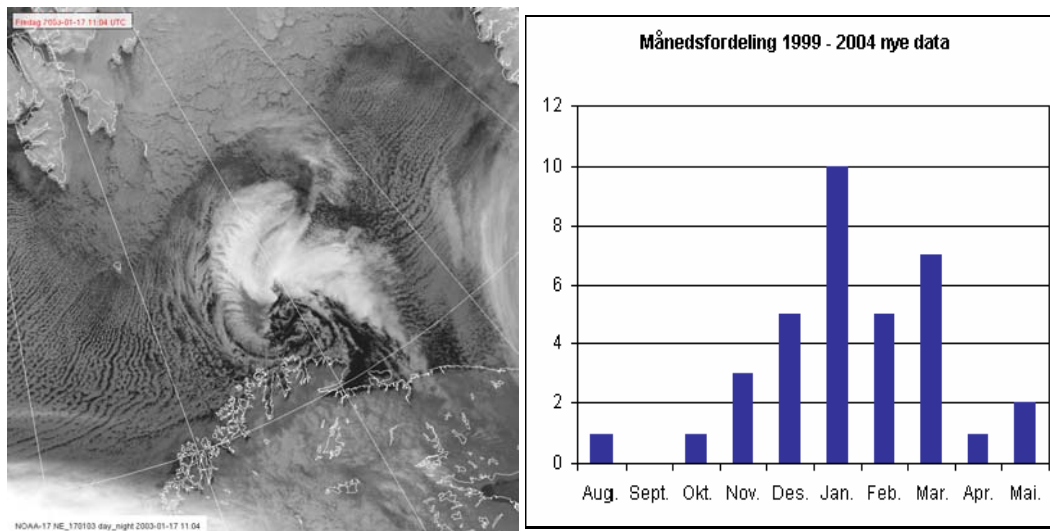
Innledning

Barentshavet har et barskt vinterklima med raskere skiftninger i værforholdene enn det vi kjenner sydover langs norskekysten og i Nordsjøen. De raske skiftningene representerer en større risiko for sjøtransport og oljeaktivitet i nordområdene enn lenger syd. Den tekniske utviklingen har gjort mange aktiviteter til sjøs mindre avhengige av det ytre fysiske miljø enn tidligere. Likevel må vær og klima ikke undervurderes som viktige faktorer for sikkerheten til sjøs, både for skipsfart, fiske og oljeaktivitet. Værvarsling i Barentshavet er derfor et viktig bidrag til sikkerheten. I dag er værvarslene i dette området ikke like bra som for havområdene lenger sør. Værvarsling omfatter både vind, temperatur, nedbør, bølger og havstrømmer. I forbindelse med oljeaktiviteten i Barentshavet bør værvarslingsnøyaktigheten for området bedres.

Spesielle forhold i Barentshavet i forhold til Nordsjøen

Det er flere forhold som skiller Barentshavet fra Nordsjøen. Nordområdene har langt lavere temperaturer, noe som lett gir ising, tåke og snøkave. Deler av havområdene i nord er dekket av sjøis, som til tider gir opphav til raske og overraskende værforandringer. Vind, strøm, bølger og ising sammen med sjøis har størst direkte interesse for sikkerheten i nordområdene. De spesielle forholdene er gjerne knyttet til store temperaturforskjeller mellom kald luft over sjøisen i nord og varm luft over hav. Dette gir gjerne vinder fra nord og øst, der også observasjonsdekningen er dårligst. Storm og orkan er ikke uvanlig. Svært ofte brer den kalde polarlufta over isen seg ut over havet. Under slike forhold, med sterk oppvarming fra havoverflaten, dannes kraftige byger og det kan også dannes *polare lavtrykk*, som kjennetegnes ved kraftig vind og dårlig sikt grunnet kraftig nedbør, og som opptrer

overraskende (se venstre bilde i figuren nedenfor). Kraftig vind og dårlig sikt opptrer dessuten ofte ved frontpassasjer, og utbredt tåke er vanlig i sommerhalvåret.

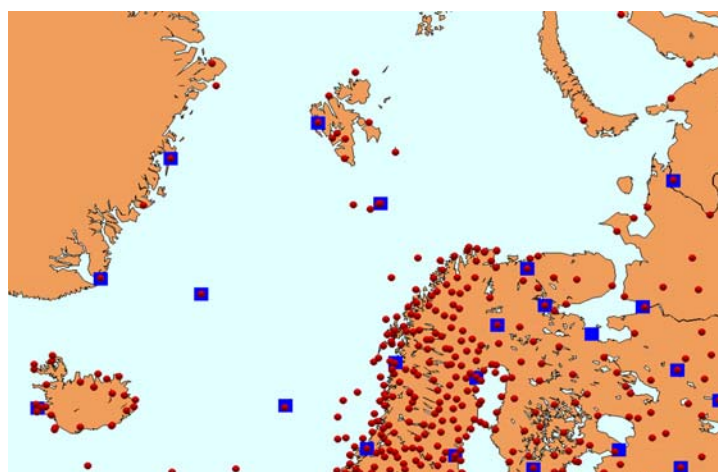


Venstre bilde viser et polart lavtrykk utenfor Finnmarkskysten observert fra satellitt den 17. januar 2003. Bildet til høyre viser forekomst av polare lavtrykk vist som antall pr. måned i perioden 1999-2004

Polare lavtrykk avhenger av relativt varmt hav og kald luft for å kunne dannes, og forekommer hyppigst om vinteren. Dette kommer tydelig fram i månedsfordelingen av polare lavtrykk, som vist til høyre i figuren.

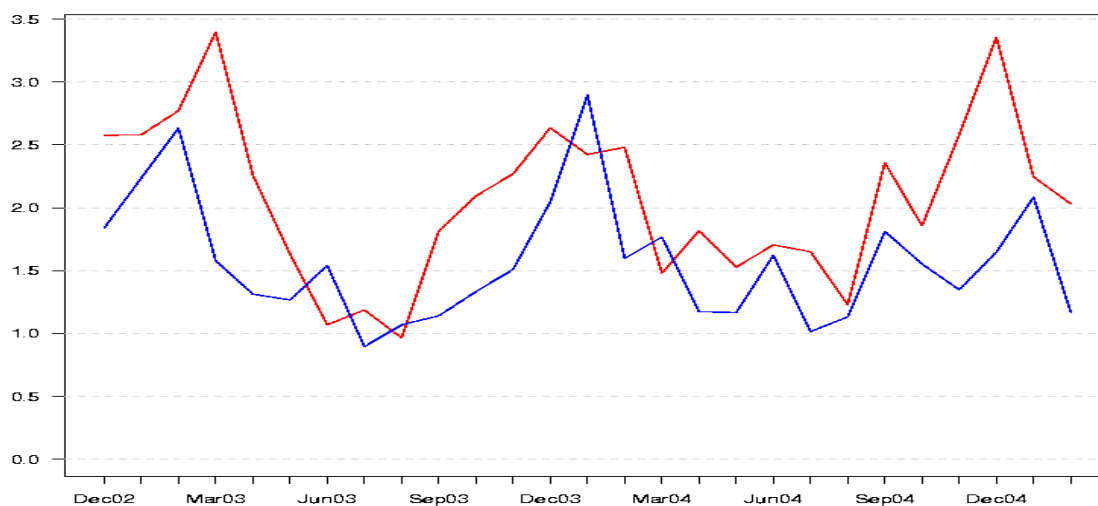
Bedre kvalitet på værvarslene

Kvaliteten på værvarslene avhenger av observasjonsgrunnlaget, som i nordområdene generelt og Barentshavet spesielt er mangelfullt. Som vist i figuren nedenfor, gjøres det få regelmessige værobservasjoner øst for en linje fra Svalbard til Kolahalvøya, og over sjøisen mangler de tradisjonelle værobservasjonene helt.



Observasjonsdekningen i regionen. De røde merkene viser hvor det tas regelmessige meteorologiske observasjoner ved bakken. Radiosonder (instrumenter som måler gjennom atmosfæren ved at de sendes opp med ballong) slippes fra de blå firkantene. Merk de store "hullene" i observasjonsdekningen vest for Bjørnøya og ikke minst øst for en linje fra Svalbard til Kola.

Observasjonstilgangen er enda dårligere for havvariable (f. eks. bølger og strøm). For å få kunnskap om klimaet for hele området, samarbeidet Meteorologisk institutt på 1980-tallet med oljeselskapene om å lage en database for vind og bølger i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet basert på reanalyser (ved hjelp av numeriske modeller), det såkalte Hindcastarkivet. Databasen dekker perioden fra 1955 og fram til i dag, og har vært brukt til å utarbeide vind- og bølgestatistikk for havområdene utenfor Norge. Kvaliteten på dataene i Hindcastarkivet er avhengig av tilfangsten av observasjoner i området. Kvaliteten av dataene i databasen er derfor vesentlig dårligere for Barentshavet enn for Nordsjøen. I tillegg fanget ikke metoden som ble brukt, opp de spesielle forholdene i Barentshavet, slik som polare lavtrykk og arktiske fronter. Kunnskapen om vind- og bølgeklimate i Barentshavet er derfor ufullstendig og dårligere enn for Nordsjøen. Både for Nordsjøen og Barentshavet kan klimatologien bakover bedres vesentlig ved å anvende teknologi og kunnskap som Meteorologisk institutt har i dag.



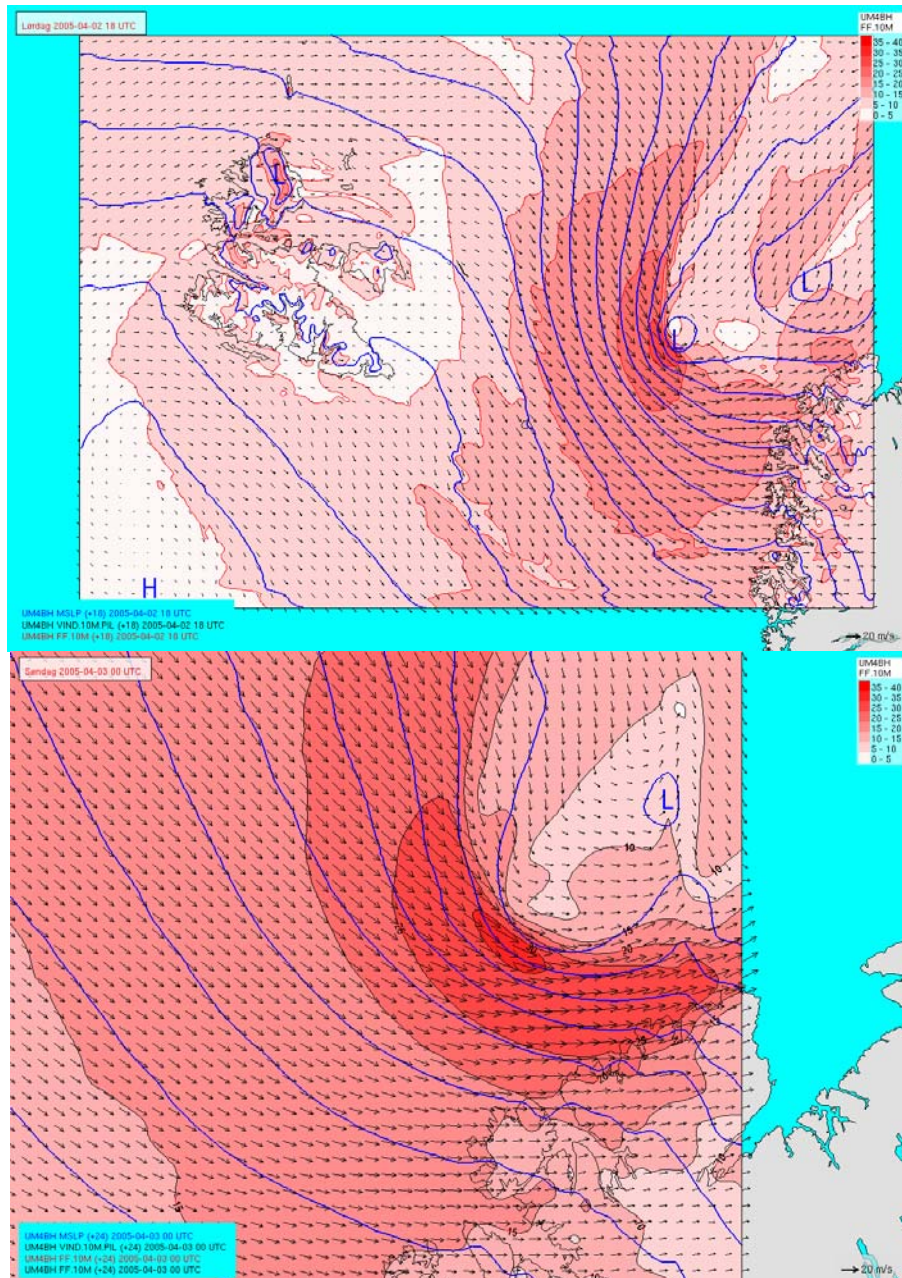
Feilen ("Root mean square error") i varslet trykkemønster ("L og H") for Ekofisk (blått) og Bjørnøya (rødt) fra desember 2002 til sommeren 2004. Feilen, dvs. usikkerheten i varslet, er større for Barentshavet enn for Nordsjøen. Det er verdt å legge merke til at det er vanskeligst å varsle om vinteren og at forskjellene mellom nord og sør også er størst om vinteren.

Som vist i figuren over, har den dårlige datadekningen i nordområdene også innvirkning på kvaliteten av varslene for Barentshavet. Kvaliteten er gjennomgående bedre for Nordsjøen enn for Barentshavet, spesielt om vinteren. Forøvrig er dagens vind- og strømvarsler for Barentshavet tilgjengelig for alle på Internett på adressen: http://met.no/kyst_og_hav/havvarsel.html. Dårligere kvalitet på de numeriske prognosene for hav- og kystområdene i nord er tildels kompensert ved at varslingsmeteorologene ved Vervarslinga for Nord Norge har utviklet spesiell kompetanse til å bedre modellprognosene gjennom ekspertvurdering og –gjenkjennelse av spesielle mønstre i vind og satellittbilder og manuell forbedring av modellvarslene.

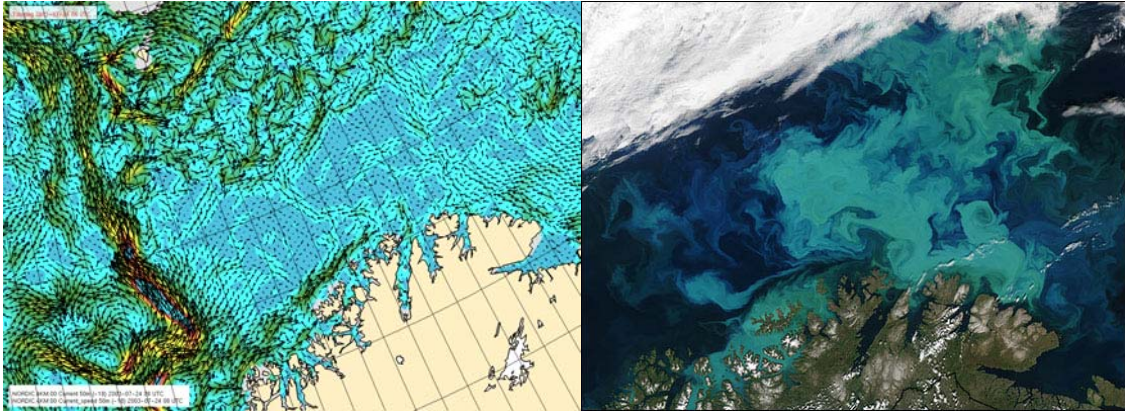
Modellproduktene og kunnskapen om vær og havklima i nord kan forbedres først og fremst gjennom å øke beregningsnøyaktigheten i modellene for værvarsling, og ved å hente inn flere og bedre observasjoner. Det er verdt å merke seg at regelmessige observasjoner av f.eks. strøm og bølger i havet mangler helt. For å øke tilfanget gjøres det i dag bruk av målinger fra satellitter og andre fjernmålingsinstrumenter (f.eks. radar) i økende grad.

Større beregningsnøyaktighet er mulig med dagens teknologi og kunnskap

En økning i beregningsnøyaktighet er mulig med dagens teknologi og kunnskap. Et eksempel på dette er vist i figuren nedenfor. Her vises resultatene etter en 18 timers prognose fra en modell med 4 km mellom hvert beregningspunkt. Denne modellen varsler at et intenst polart lavtrykk nærmer seg Finnmarkskysten. Vindmønsteret og vindstyrken i modellen har god overensstemmelse med tilgjengelige observasjoner; både tradisjonelle observasjoner over land og estimerte vinder basert på satellittmålinger. Svært ofte må det modeller med denne eller enda høyere oppløsning til for å kunne varsle slike fenomen tilfredsstillende. Dette gjelder også for varsling av havvariable.



Bildet øverst viser et 18 timers varsel av et polart lavtrykk med en atmosfæremodell med 4 km oppløsning. De blå kurvene er isobarer (trykk). Dessuten vises vindpiler (10 m over bakken) og vindstyrke (fargeskala; rødere farge betyr kraftigere vind). Det polare lavtrykket er merket med L og har meget sterke vinder på sin vestre side. Bildet nederst viser det samme polare lavtrykket 6 timer senere. Det er tatt et utsnitt av beregningsområdet med fokus på Finnmarkskysten. Vindstyrken er på det sterkeste 33 m/s (orkan).



Varslet havstrøm ved inngangen til Barentshavet (venstre bilde) sammenliknet med satellittobservasjoner av havfarge (høyre bilde) for 19. juli 2003. De mørke fargene i venstre bilde angir områder med høy strømfart, mens pilene angir strømretningen. I bildet til høyre angir de lyse fargene (grønt) områder med mye biologisk materiale. Områder med høye strømhastigheter gir mye blanding og derfor lite biologisk materiale på overflaten. De "svarte områdene" antyder derfor en høyere strømhastighet. Merk forskjellen i geografisk skala og orientering i de to bildene.

Ved eventuelle havarier, oljesøl eller redningsaksjoner trengs nøyaktig vind, strøm og bølgeinformasjon for å beregne hvor oljen (eventuelt skipbrudne) driver. Spesielt i kystnært farvann avhenger dette av kystkonturene og topografien på land. Vi har erfaring med at modeller med høy oppløsning klarer å varsle kompliserte vindmønstre nær land. Sammenligning med observasjoner viser også at værvarslene fra disse finskalamodellene er bedre enn varsler generert fra modeller med grovere oppløsning. Det er dessverre pr. i dag ikke tilstrekkelig datakraft til å kjøre slike finskalamodeller for store områder. I forbindelse med polare lavtrykk trengs det også forskning og utvikling for å forbedre modellene og for å studere bølgeforholdene i forbindelse med dem.

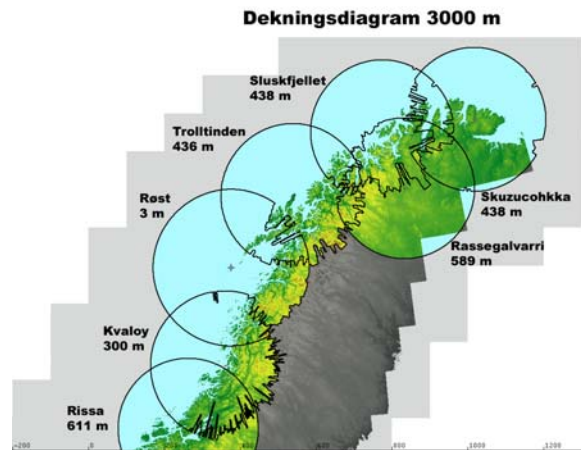
De spesielle forholdene i Barentshavet krever også bedre overvåking og varsling av de kjemiske og biologiske forholdene i havet. I samarbeid med Havforskningsinstituttet og Nansen-senteret i Bergen er Meteorologisk institutt i gang med å utvikle modeller for dette formål. Dette arbeidet er basert på det som gjøres i dag for Nordsjøen/Skagerrak (se <http://moncoze.met.no/>).

Observasjonsgrunnlaget i nord må forbedres

For å bøte på den dårlige observasjonsdekningen, vil en utbygging av værradarer langs kysten av Troms og Finnmark (se figuren under) og på Bjørnøya være til stor hjelp for varsling av byger og raske vindendringer. Militære overvåkningsfly kan foreta regelmessige værobservasjoner mellom Norskekysten og isen i Arktis. Det faste nettet med radiosonderinger fra ballonger på Grønland, Jan Mayen og Bjørnøya er særdeles viktig. En økning fra to til fire sonderinger per døgn vil kunne bidra til bedre informasjon om atmosfærens tredimensjonale struktur, og dermed gi økt kvalitet på varslene.

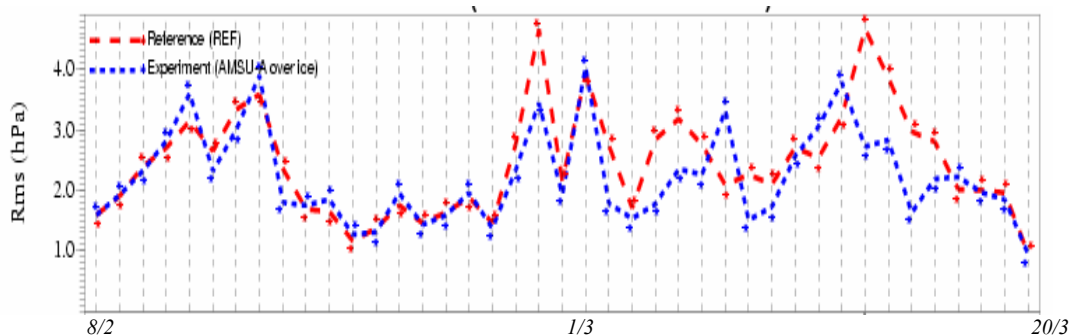
Observasjonsgrunnlaget kan også bedres ved å gjøre *trykkmålinger* fra fiskebåter og på isen med satellittkommunikasjon til land, og bruke *observasjonsskip* som kan ligge i området og foreta radiosonderinger og målinger fra havnivået og i havet på et steder som er optimale i forhold til virksomheten i området. Skipet vil også kunne være et viktig ledd i et beredskaps- og redningsopplegg. På samme måte kan *kystvaktsskip* utnyttes til måling av vær- og havvariable når de er utenfor kysten. En bedre utnyttelse av *satellittdata* er kanskje den eneste

muligheten til å få en god og omfattende datadekning over isen (se figur). Vi er allerede sikret tilgang til en lang rekke satellittdata gjennom norsk deltakelse i de internasjonale organisasjonene ESA og Eumetsat. Her vil det bli en ytterligere forbedring fra 2006 når Eumetsat skyter opp polarbanesatellitten METOP.



Planlagt utbygging av værradarer i Nord-Norge. Sirklene viser dekningsområdet (radius 240 km) for en radar under forutsetning av at skyene som observeres når opp til en høyde av 3000 m. Værradarene på Rissa og Røst er i drift. De øvrige er mulige lokasjoner.

Den beste måten å utnytte forskjellige datatyper på er som inngangsdata i numeriske modeller. Dette er imidlertid ikke trivielt. Fjernmålte data av strålingsspekteret fra jordoverflaten og atmosfæren skal omsettes til meteorologiske variable. Det samme gjelder utnyttelsen av radardata i modeller. Her trengs det økt forskningsinnsats.



Nye metoder for anvendelse av satellittdata kan bidra til å forbedre varlingskvaliteten for områder hvor det er få tradisjonelle observasjoner. Eksemplet viser feilen i varlingen av bakketrykket med henholdsvis bruk og ikke bruk av satellittdata over polarisen (blå kurve er med satellittdata, rød kurve er uten) i en periode fra 8. februar til 20. mars 2005. Den blå kurven er stort sett under den røde, dvs. mindre feilvarsling for hele eksperimentperioden når satellittdata brukes til å måle temperatur og fuktighet i atmosfæren over polarisen.

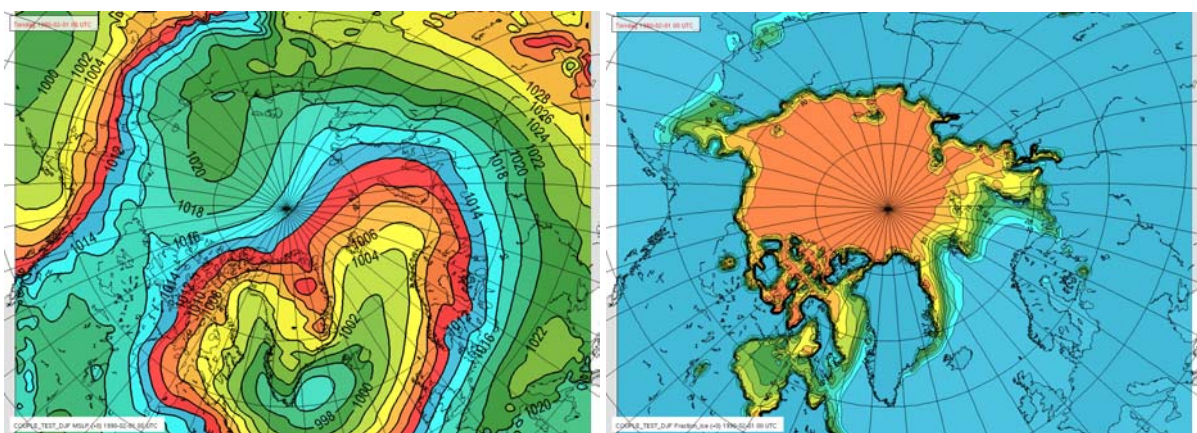
Kvaliteten på dataarkivet som brukes til bl.a. dimensjonering og planlegging

Hindcastarkivet med reanalyserte vind- og bølgefelt fra 1955 er ikke fullstendig. Arkivet brukes blant annet til dimensjonering og planlegging. Arkivet ble generert med metoder som ikke utnyttet alle tilgjengelige observasjoner, og beregningsnøyaktigheten er ikke god nok til

å få fram fenomener på liten skala; for eksempel ekstreme vinder. Ved Det europeiske værvarslingssenteret i Reading, England (ECMWF) er det brukt ny teknologi og kunnskap til å reanalysere alle observasjonene tilbake til 1958. Dette arkivet kalles ERA40 og inneholder konsistente vind- og bølgedata (og andre meteorologiske variable) for hver 6. time fra 1958 og frem til i dag (65000 tidspunkter!). Informasjonen kan brukes til opparbeidelse av et nytt hindcastarkiv hvor en gjør bruk av ERA40 som inngangsdata til modeller med høy oppløsning, slik at både vindfordelingen, bølgeforldingen og endog strøm- og havtemperaturfordeling kan beregnes med større nøyaktighet enn det som er mulig i dag. Spesielt er det mulig å ta hensyn til ny kunnskap om at enkelte bølger kan vokse på bekostning av andre og gi såkalte *monsterbølger*. Et slikt arkiv kan også brukes til å utføre undersøkelser av andre værforhold, som ising.

Klimautviklingen

ACIA rapporten (Arctic Climate Impact Assessment) sier at det er stort behov for økt kunnskap om klimasystemet og om regionale klimaendringer i nordområdene. ACIA har dokumentert at klimaet i Arktis endrer seg nesten dobbelt så raskt som det globale klimaet, og at en må regne med at dette kommer til å fortsette. En fundamental begrensning i dagens forsøk på å forstå og simulere koblingene mellom hav, atmosfære og det terrestriske systemet i et regionalt perspektiv er de store ulikhetene mellom den romlige gitteroppløsningen i de globale klimamodellene og dimensjonen på de regionale prosessene, slik som polare lavtrykk. Eksisterende regionale klimamodeller, som tross alt har høyere oppløsning enn de globale, fokuserer imidlertid bare i liten grad på nordområdene. Beregningsområdet for den regionale klimamodellen som til nå er brukt i det nasjonale klimaforskningsprosjektet RegClim, dekker bare så vidt Svalbard. Svalbard ligger med andre ord nær yttergrensen for beregningsområdet, og det er usikkert hvor representative resultatene er her. I RegClim-prosjektet har Meteorologisk institutt derfor utviklet en regional, koblet atmosfære-is-hav-modell (ORCM), som dekker hele Arktis og Norskehavet. Et eksempel fra en beregning der det tas utgangspunkt i ERA40-arkivet for å lage en mer detaljert beregning for nordområdene (nedskalering), er vist i figuren under. Dette gir beregninger med oppløsning på rundt 50 km i atmosfæren og 20 km for is og hav. Det eksisterer ikke klimaberegninger for området med romlig oppløsning under ca. 50 km for atmosfæren.



Bildet til venstre viser midlere bakketrykk og bildet til høyre midlere konsentrasjonen av sjøis for vintermånedene (desember, januar og februar) midlet over årene 1990-1997 (dagens klima). Bildene er resultatet av en nedskalering av ERA40 reanalyser ved hjelp av ORCM-modellen ved Meteorologisk institutt.

Det er ventet økt aktivitet i Arktis over de neste tiårene. Det er derfor av stor viktighet å kvantifisere hvordan endringer i klimaet vil kunne slå ut på ”været til sjøs”. Som en del av oppfølgingen av ACIA, er det foreslått å etablere en regional klimamodell med svært høy

oppløsning for å beregne hvordan nye globale klimascenarier slår ut regionalt. Dette gjøres gjennom å anvende modeller som gir høyoppløste data til havs, og vil gi svar på hvordan et endret globalt klima kan endre klimaet over Barentshavet. Vervarslinga for Nord-Norge har evaluert Meteorologisk institutts atmosfæremodell med 10 km oppløsning, som i dag brukes operasjonelt, og finner at med denne oppløsningen har modellen en ganske god evne til å beskrive polare lavtrykk og andre intense småskala atmosfærefenomener; noe en modell med grovere oppløsning (som den som er brukt i RegClim-prosjektet, dvs. ca. 50 km) ikke greier. Vi vil analysere modellresultatene med hensyn på vanlige klimatologiske parametere, men også fremskaffe informasjon om stormfrekvens (for eksempel polare lavtrykk) og bølgeklima.

Meteorologisk institutts oppgaver i nordområdene

Meteorologisk institutt har bemannede observasjonsstasjoner på Jan Mayen, Hopen og Bjørnøya. I tillegg observerer instituttet været på en rekke stasjoner på fastlandet og på Svalbard, og vi benytter oss av observasjoner fra fartøyer til sjøs og i luften. Meteorologisk institutts regionkontor Vervarslinga for Nord-Norge i Tromsø har ansvaret for driften av ishavsstasjonene og for værvarslingen i nordområdene. Instituttet har bygget opp og driver det norske værradarnettet, der den nordligste stasjonen i dag er på Røst. Instituttet er en del av statsforvaltningen. Det har ansvaret for den nasjonale flyværtjenesten, og leverer spesialvarslar blant annet til Forsvaret og Kystvakten. Instituttet er norsk representant i det internasjonale datautvekslingsnettverket innen blant annet Verdens meteorologiorganisasjon (WMO) og den europeiske værsatellittorganisasjonen EUMETSAT.

Mer informasjon på våre nettsider: <http://met.no>

Kontakter i Meteorologisk institutts ledelse tlf: 22 96 30 00

Jens Sunde	(fungerende direktør, leder av værvarslingen)
Knut Bjørheim	(observasjoner)
Heidi Lippestad	(informasjon)
Øystein Hov	(forskning)
Eirik Førland	(klima)