

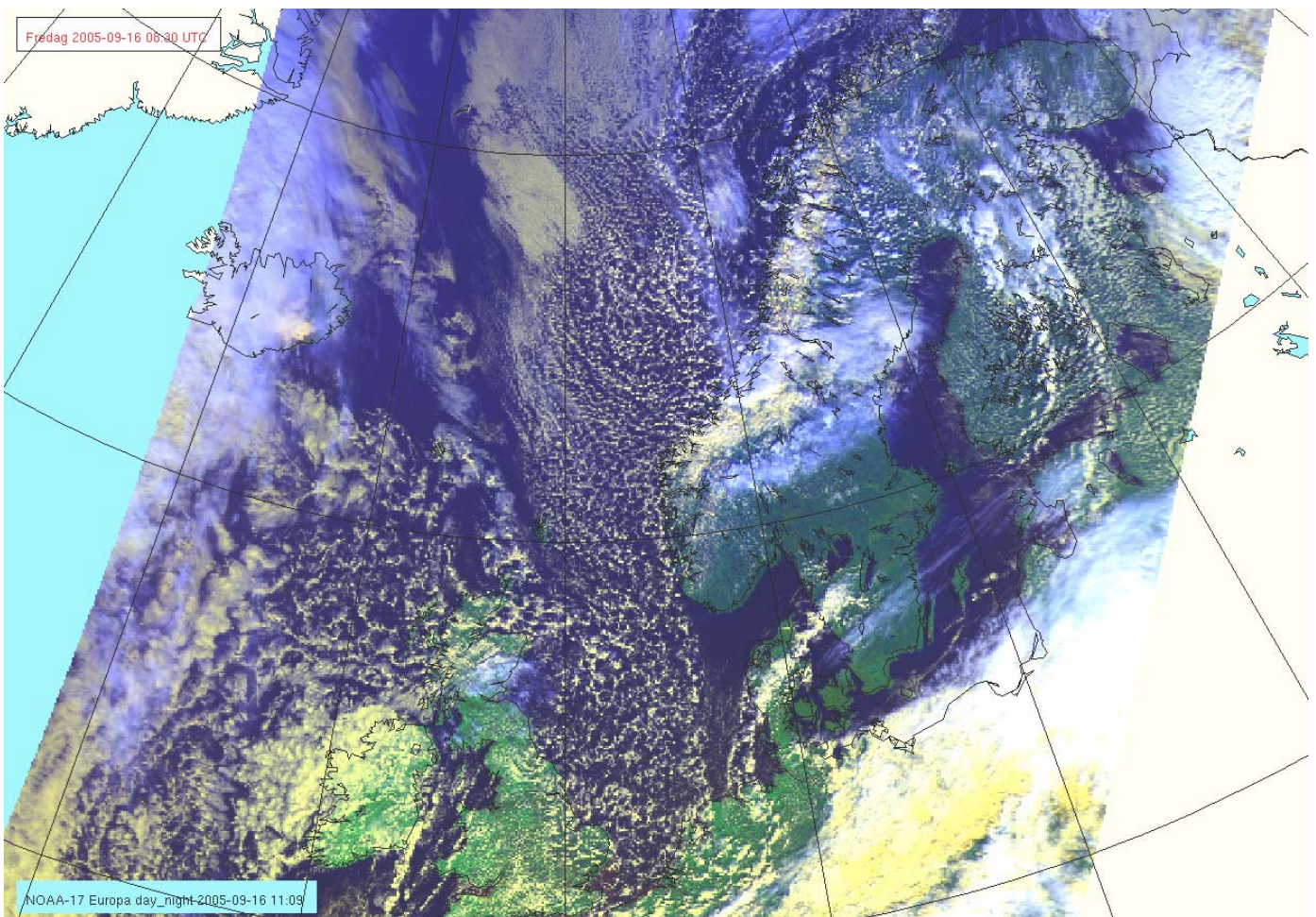


Meteorologisk
institutt
met.no

met.no info

No. 16/2005
ISSN 1503-8017
Oslo, 19.09.05

Bruk av analyseverktøyet DIANA ved Meteorologisk institutt



Postadresse
Postboks 43,
Blindern, 0313 Oslo

Besøksadresse
Niels Henrik Abelsvei 40
Innkjøring fra Problemveien

Telefon
22 96 30 00

Telefaks
22 96 30 50

e-post: met@met.no
Internett: met.no

Bankgironr
7694 05 00601

Organisasjonsnr
NO 971 274 042 MVA

Innledning:

For å lage et værvarsel bruker meteorologene enorme mengder data. Meteorologene må bruke sin fagkunnskap og erfaring til å vurdere resultater fra flere værvarslingsmodeller og observasjoner av ulike slag. For å effektivisere jobben har Forsknings- og utviklingsdivisjonen ved Meteorologisk institutt utviklet analyseverktøyet Digital ANALyse (DIANA). Med DIANA er det mulig å presentere observasjoner fra værsatellitter, værradarer og andre meteorologiske observasjonssystemer på dataskjermen, sammen med beregninger fra avanserte værvarslingsmodeller.

DIANA gjør det mulig å utnytte all tilgjengelig informasjon som underlag for analyse og overvåking av været i norske områder. DIANA gjør det dessuten mulig for de tre meteorologgruppene i Oslo, Bergen og Tromsø å samarbeide bedre i analyseprosessen, slik at instituttet kan levere et bedre felles sluttprodukt.

Meteorologisk institutt har avdelinger i Oslo, Bergen og Tromsø. Meteorologene i Tromsø varsler for de tre nordligste fylkene i Norge, samt havområdene i nord. Meteorologene i Bergen varsler for kystfylkene fra Nord-Trøndelag til og med Rogaland, samt havområdene i vest. Oslo varsler for innlandsfylkene og de sørligste kystfylkene, samt enkelte havområder. Det nye it-verktøyet DIANA snudde hverdagen opp ned for meteorologene ved Meteorologisk institutt. Fram til årsskiftet 2001/2002 lot det seg ikke gjøre for de tre meteorologgruppene å kombinere eller samarbeide om analysene, utover hva man fikk til per telefon og e-post. Det fantes ingen verktøy for å jobbe med elektroniske værkart! Det var heller ikke lett å kombinere så mange ulike typer værobservasjoner som det man kan gjøre nå når analysene er digitale.

Det høres kanskje selvfølgelig ut, men det er det ikke. Denne måten å samarbeide på er en av de mest avanserte i Europa. Meteorologisk institutt mottar årlig flere delegasjoner med utenlandske kolleger, som kommer til Norge for å studere værvarsling i informasjonsteknologienens tidsalder.

Værvarslingsmodeller og observasjoner

Det viktigste redskapet for å lage værvarslere er atmosfæremodellene. Modellene består av avanserte matematiske ligninger som beregner hvordan atmosfæren/været mest sannsynlig vil utvikle seg over tid. Verdens kraftigste datamaskiner brukes for å utføre beregningene. Men for i det hele tatt å ha et utgangspunkt å beregne ut fra, må man ha observasjonsdata. En hovedanvendelse av meteorologiske observasjoner er å lage en starttilstand for modellene. Dagens observasjonsdata tas inn i værvarslingsmodellene for å kunne beregne været de kommende dagene. DIANA er et visningsverktøy, et hjelpemiddel for meteorologene til å få oversikt over alle dataene.

Værobservasjoner

Selv om hovedanvendelsen av meteorologiske observasjoner er å lage en starttilstand for nye modellberegninger, brukes disse observasjonene også direkte av meteorologene for å vurdere atmosfæretilstanden. Videre brukes observasjonene til å kontrollere kvaliteten av beregningene. Under er det summert opp noen av de viktigste værobservasjonene meteorologene forholder seg til ved utstedelse av varsel.

Bakkemålinger

- **Manuelle målestasjoner:** Til faste klokkeslett måler observatører på et stort antall steder rundt om i verden vindretning og -styrke, temperatur, hvor mye nedbør som har falt, fuktighet og lufttrykk. I tillegg gir observatøren en vurdering av værtypen (for eksempel oppholdsvær, regn, snø, tåke eller torden), sikt, skytyper og skyhøyde
- **Automatiske målestasjoner:** Disse må brukes der det ikke er fast bosetning, f.eks. i polare strøk, høyt til fjells eller til havs (drivende bøyer), men de blir også mer vanlige i sentrale strøk.
- **Måling fra skip:** Enkelte skip som krysser de store åpne havstrekningene foretar tilsvarende målinger underveis og telegraferer resultatene til landstasjoner.

Alle disse enkeltobservasjonene skrives om i kodeform og sendes ut på det internasjonale meteorologiske kommunikasjonsnett. Ved hjelp av analyseverktøyet DIANA kan meteorologene få bedre visuelt overblikk over observasjonene.



*På værvarslings-
salene i Oslo,
Bergen og
Tromsø
overvåker
meteorologer
atmosfæren og
havet
- døgnet rundt
- året rundt.
...for din
sikkerhet.*

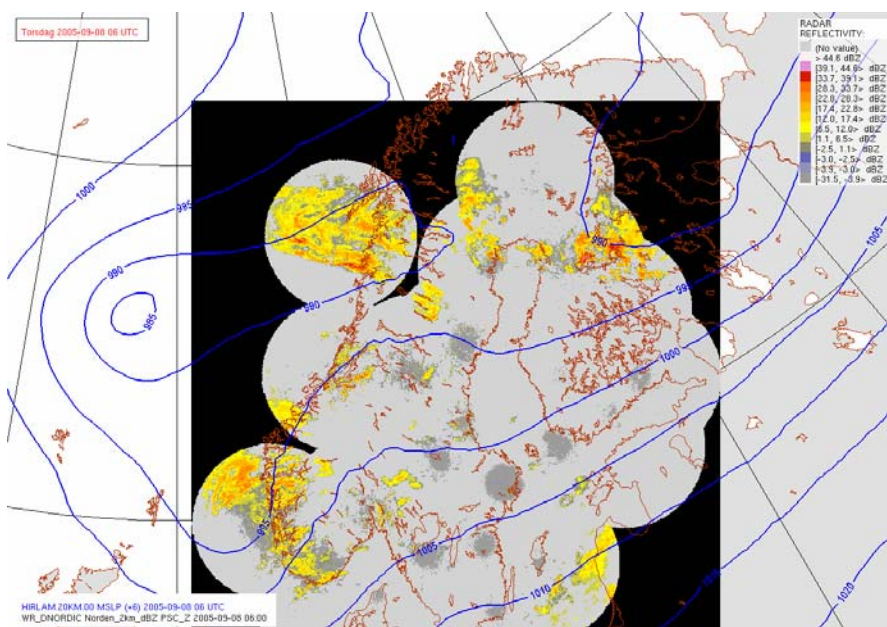
*Figur 1: Fra
værvarslingsalen
på Blindern*

Observasjoner gjort fra luften

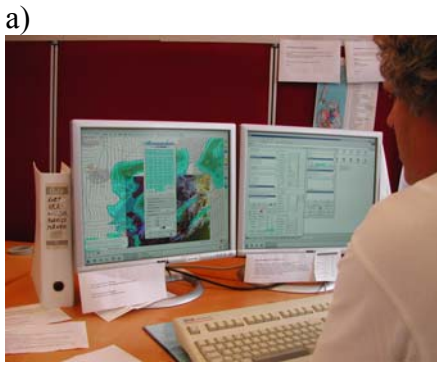
- **Radiosondemålinger:** Gassballonger med instrumenter hengende under blir sendt opp i atmosfæren. Instrumentene måler lufttrykk, temperatur og fuktighet oppover i atmosfæren. En liten radiosender formidler måledataene ned til stasjonen på bakken. Ved å kartlegge ballongens avdrift, bestemmes vindretning og styrke i forskjellige høyder.
- **Radar:** Værradarnettet i Norge har gitt meteorologene helt nye muligheter til å studere nedbør i tid og rom. Radaren registrerer omfang, bevegelse og intensitet på nedbøren. Radardataene har et enormt potensial når det gjelder å se hvor og når nedbøren er mest intens. Værradar gir også detaljert informasjon om vindforhold i nedbørsituasjoner.
- **Værsatellitter:** Til å overvåke atmosfærens tilstand ovenfra brukes satellitter. Noen satellitter befinner seg alltid over samme sted ved ekvator, i 36 000 km høyde. Disse kalles geostasjonære satellitter. Andre beveger seg rundt jorda fra pol til pol i en høyde av ca. 800 km og kalles polarbanesatellitter. Instrumentene ombord i satellittene kartlegger bl.a. skyforhold, temperatur, fuktighet og bevegelser i luften under.
- **Målinger fra fly:** Rutefly går på kryss og tvers i atmosfærens lavere lag. Mange av disse har måleinstrumenter ombord, som registrerer forholdene i luften som flyet beveger seg gjennom.

Oversikt over vær-situasjonen

Analyseverktøyet DIANA åpner for å kombinere de ulike observasjonene. I en meny kan meteorologene krysse av for hvilke parametere de ønsker å vurdere. For å få oversikt over vær-situasjonen studerer meteorologene vær-observasjonene sammen med værvarslingsmodellens resultater. Dette er viktig utgangsinformasjon for å kunne utstede et varsel. Når meteorologene skal gå videre i varslingsprosessen blir resultatene fra værvarslingsmodellene hentet inn i skjermbildet.



Figur 2:
Radarbilder er svært nyttig for å overvåke nedbør som faller akkurat nå. Når meteorologene bruker radarbildene, kan de gi presise nedbørvarler, men bare noen få timer fram i tid. Du kan selv se radaranimasjoner som oppdateres hvert kvarter på nettstedet <http://met.no/radar>.



Figur 3:

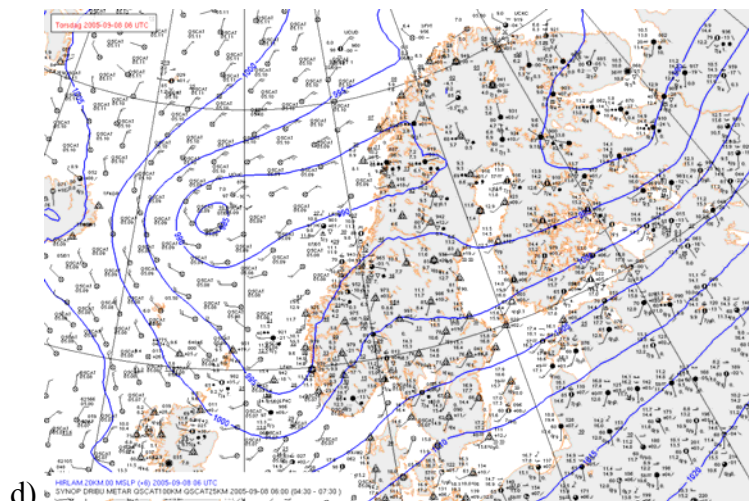
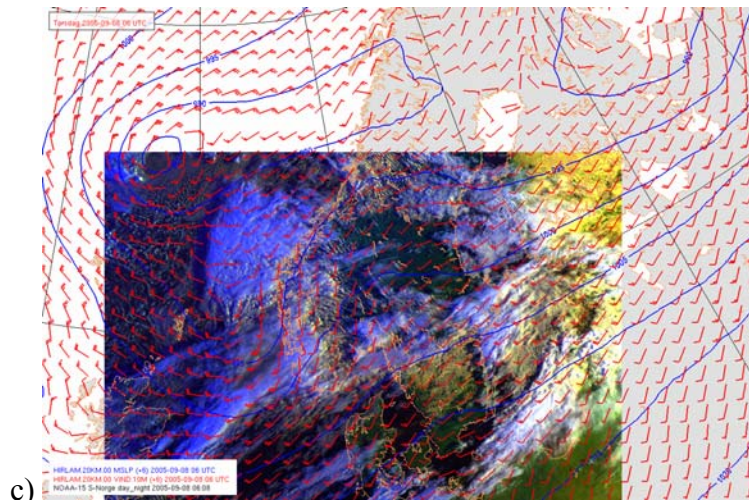
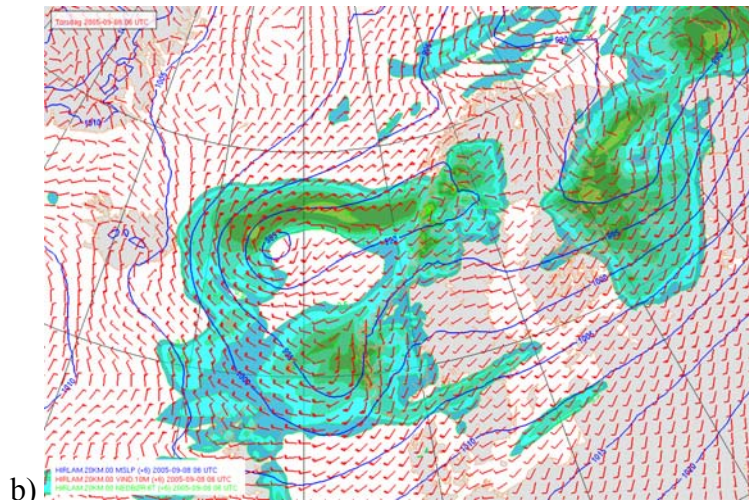
a) Meteorologene starter alltid vekten med å skaffe seg oversikt over vær-situasjonen.

Ved bruk av Analyseverktøyet DIANA kan de raskt hente fram og kombinere kart som viser forholdene i atmosfæren.

b) Trykkfelt, vindretning og -styrke samt nedbørintensitet fra modellberegninger.

c) Satellittbilde er hentet fram i skjermbildet sammen med modellberegningene.

d) Her er trykkfeltene satt sammen med vindobservasjoner. Vindobservasjonene på land er målt direkte av meteorologiske målestasjoner. Vindobservasjoner over hav er beregninger foretatt av satellitter.



Publikumstjenester:

Publikum kan følge med på **met.no**'s værradarer på instituttets hjemmeside. Radarbildene oppdateres hvert kvarter. Dermed kan du følge regnbygene, og se hvordan de rykker fram: <http://met.no/radar/index.html>. Meteorologisk institutt legger også hver dag ut bilder fra flere vær-satellitter. Her kan publikum selv se vær-situasjonen i stor skala: <http://met.no/satellitt/index.html>. Flere bakkeobservasjoner legges også ut: <http://met.no/observasjoner>.

a)

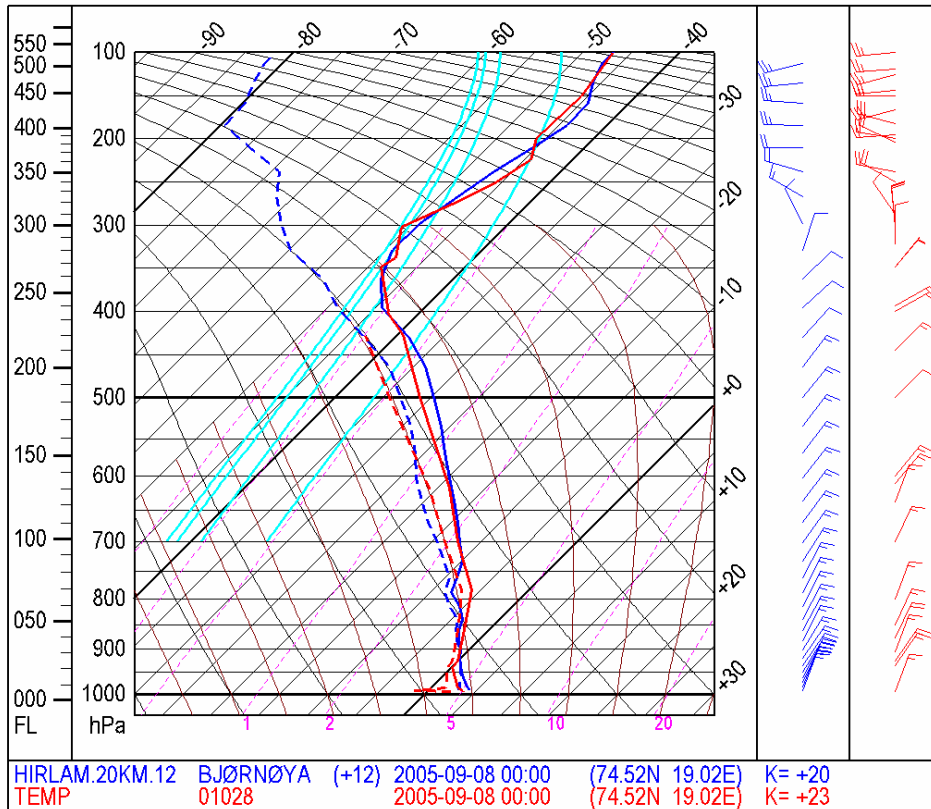


Figur 4:

En radiosonde er et måleinstrument som festes til en værballong som slippes opp i atmosfæren. Det finnes relativt få målinger fra den frie atmosfæren som kan tas inn i værvarslingsmodellene for å kunne beregne været de kommende dagene. Derfor er dataene fra radiosondeoppstigninger spesielt viktige

a) En værballong sendes opp fra dekk på værskipet Polarfront. Skipet ligger på post i Norskehavet på et sted der det har vært foretatt målinger i hav og atmosfære siden 1949!

b)



b) Informasjonen fra radiosondene kan hentes inn i DIANA. Denne informasjonen brukes til å avgjøre hvor stabile luftmassene er. Ved ustabil luft blir det gjerne regnvær. Ved hjelp av DIANA er det lett å kombinere denne informasjonen med annen værinformasjon. Skjemaet over viser data fra en sondeoppstigning fra Bjørnøya (rød), sammen med verdiene som på forhånd var beregnet fra værvarslingsmodellen HIRLAM (blå). De heltrukkede linjene viser temperaturen, mens de stiplede linjene viser fuktigheten. Til høyre er det vist vindstyrke og retning, fra observasjon og værvarslingsmodell, oppover i atmosfæren.

Værvarslingsmodellene

Atmosfæren er et medium som oppfører seg etter kjente fysiske lover. Kjenner vi forholdene på ett tidspunkt, kan vi ved hjelp av disse lovene beregne tilstanden på et annet tidspunkt et stykke inn i framtiden.

En meteorologisk modell er bygd på kunnskap om hvordan de fysiske forholdene i atmosfæren og havet henger sammen. I bunnen ligger geofysikken og kunnskapen om naturlovene. Hvis man så "mater" modellen med værobservasjoner for å beregne seg fram til været i morgen, har man foretatt en simulering. Simuleringen vil vise hvordan atmosfæren eller havet mest sannsynlig vil oppføre seg. Resultatet, prognosen, danner dermed grunnlaget for et værvarsel. Ved bruk av analyseverktøyet DIANA kan meteorologene få visuell oversikt over prognoser for atmosfærens tilstand framover i tid, som vist i figur 5. Meteorologene kan bestemme hvilke modeller og tidsperioder som skal vises samtidig på dataskjermen.

Vilhelm Bjerknes

Allerede i 1904 framsatte nordmannen Vilhelm Bjerknes visjonen om at framtidens vær kunne beregnes etter de prinsippene som i dag benyttes i værvarslingsmodellene. Bjerknes' visjon lot seg ikke virkeliggjøre før i 1949, da datamaskinen var oppfunnet. Da var professor Ragnar Fjørtoft med på å lage verdens første numeriske værvarsel i Princeton i USA. Norge har dermed vært blant foregangslandene innen numerisk værvarsling helt siden starten. I 1949 brukte datamaskinen ca 24 timer på å lage et 24 timers varsel. I dag bruker maskinene bare få minutter på å lage et 48 timers varsel med mye mer kompliserte modeller og langt flere observasjonsdata enn det som ble brukt i 1949.

Beregner i et gitternett

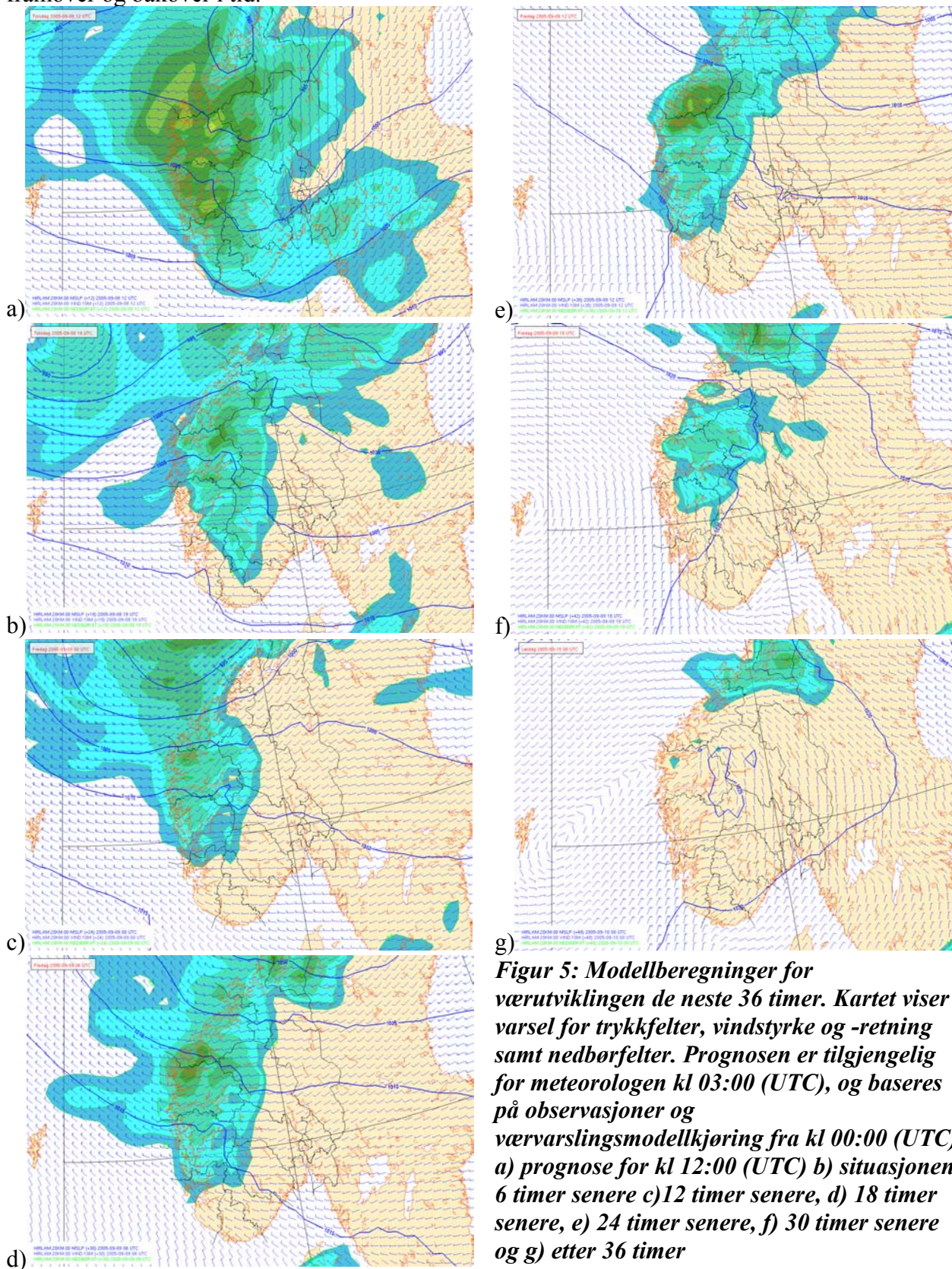
Modellene beregner værparametrene i gitternett med en gitt avstand mellom hvert beregningspunkt. Værdata fra modellene representerer derfor gjennomsnittet i en gitterrute. Modellene beregner også værparametrene for flere nivåer fra bakken og opp til toppen av atmosfæren. I en detaljert værvarslingsmodell er det kort avstand mellom beregningspunktene i gitternettet og mange lag oppover i atmosfæren.

Tung regnekraft er nødvendig

For å kunne gjøre modellberegninger kreves store mengder tungregnekraft. Til dette benyttes en enorm regnemaskin, som er plassert på NTNU i Trondheim. All forskningen og utviklingen som foregår ved Meteorologisk institutt, har dessuten medført at instituttet har investert i en egen, mindre tungregnemaskin. Alle regneoperasjonene som skal utføres gjør at Meteorologisk institutt er en av de største brukerne av tungregnekraft i Norge.

Oversikt over modellresultatene

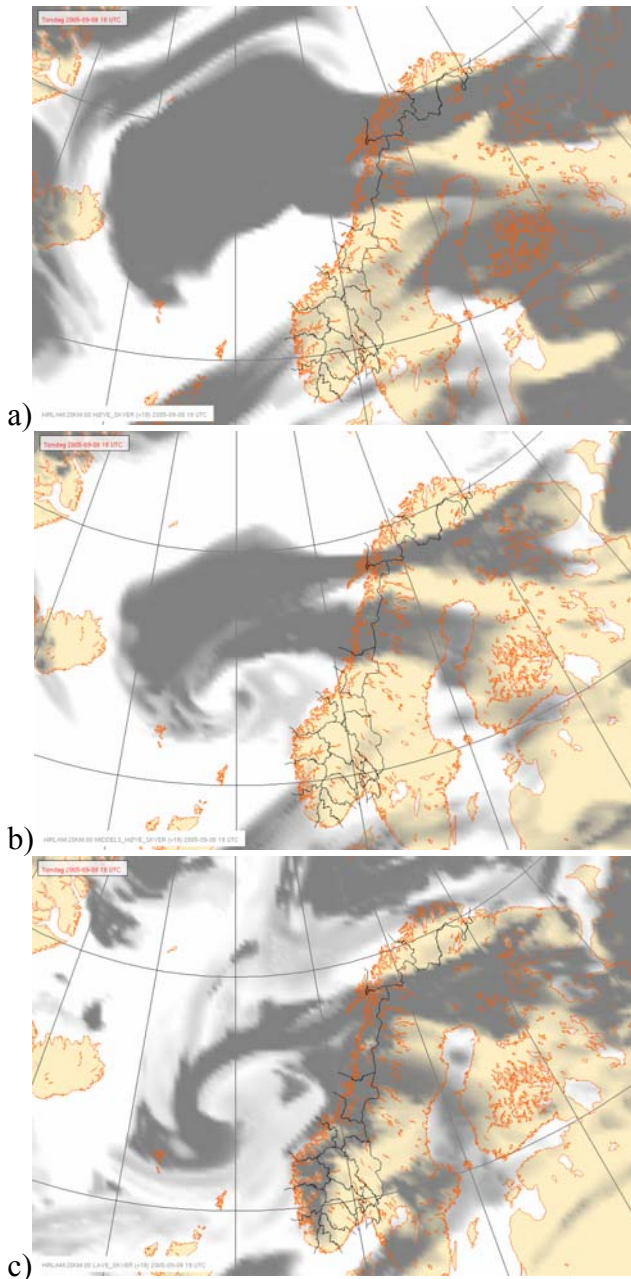
Ved hjelp av it-vertøyet DIANA kan meteorologene raskt få en oversikt over den forventede utviklingen framover i tid. Meteorologene kan krysse av for ønskede atmosfæreparametere i menyen og klikke seg framover og bakover i tid.



Figur 5: Modellberegninger for værutviklingen de neste 36 timer. Kartet viser varsel for trykkfelter, vindstyrke og -retning samt nedbørfelter. Prognosen er tilgjengelig for meteorologen kl 03:00 (UTC), og baseres på observasjoner og værvarslingsmodellkjøring fra kl 00:00 (UTC)

Atmosfærens lag

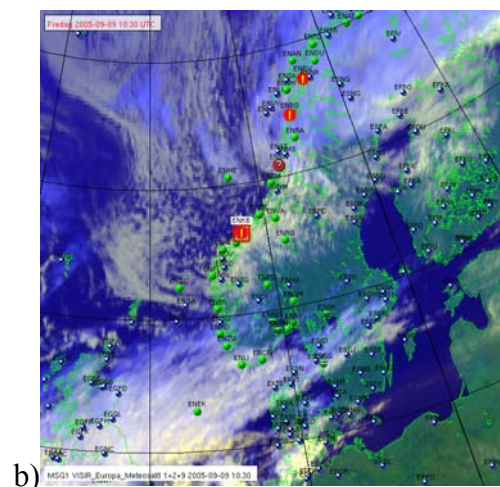
Ved bruk av DIANA kan meteorologen se kart som viser variasjoner oppover i atmosfæren. Det er viktig med oversikt over f. eks. vindforhold i øvre deler av atmosfæren.



Figur 6 (til venstre): Viser grad av skydekke i forskjellige høyder. a) viser de høye skyene, b) viser de middels høye skyene, mens c) viser lave skyer.

Figur 7 (under):

a) Flyværmeteorologen på Blindern er nødt til å forholde seg til enorme mengder informasjon. b) Analyseverktøyet DIANA sørger for at et rødt varselmerke kommer opp på skjermen om det er avvik mellom varsel og observasjon på en flyplass.

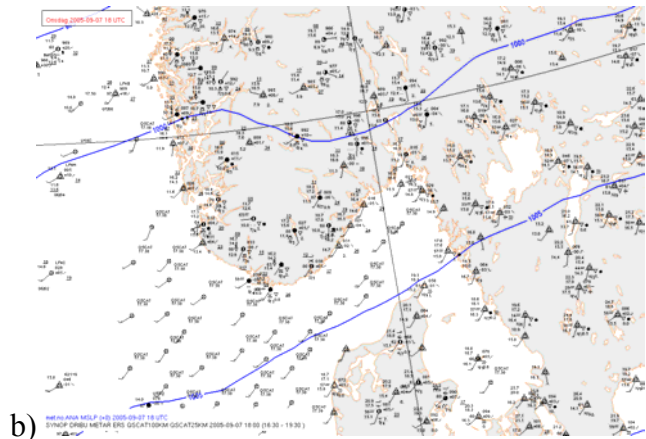


Forskning ved Meteorologisk institutt

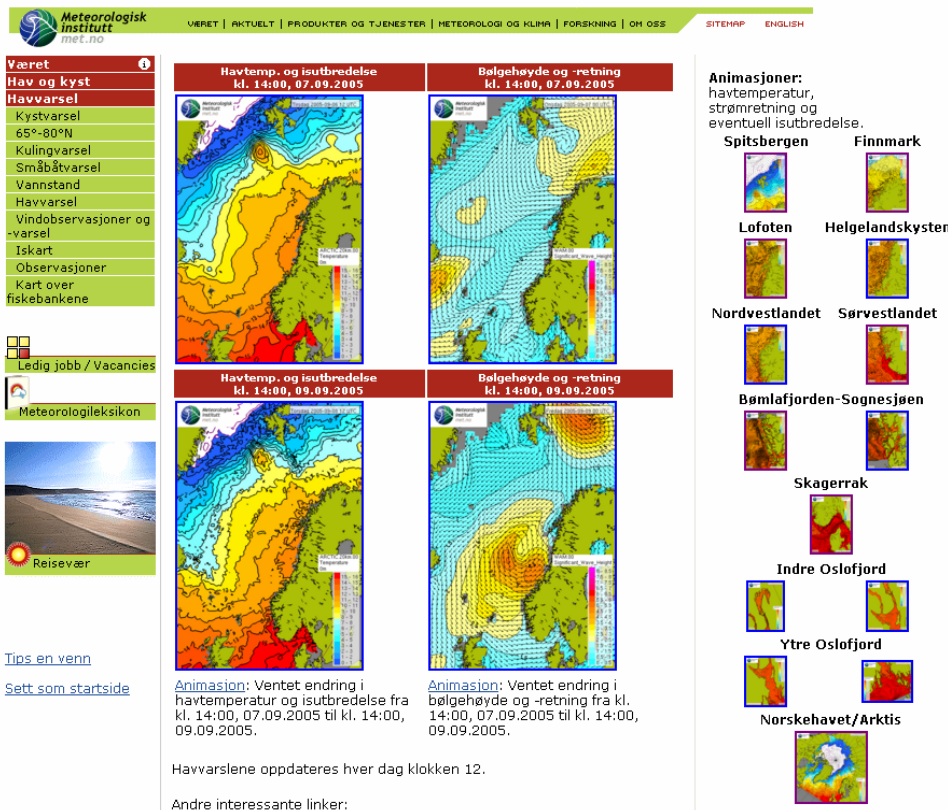
Analyseverktøyet DIANA er utviklet av seksjon for produktutvikling ved Forsknings- og utviklingsdivisjonen ved Meteorologisk institutt. Hovedaktiviteten til over 50 andre forskere er knyttet til numerisk modellering av hav og atmosfære, altså utvikling av værvarslingsmodellene. Også for forskerne er DIANA et visningsverktøy og hjelpemiddel i arbeidet.

Flere av forskerne ved Meteorologisk institutt forsker på varslingsmodeller for spredning av forurensning i atmosfæren. Ved å bruke DIANA kan resultatene raskt framstilles visuelt på skjermen. Forskere ved Meteorologisk institutt har også utviklet meteorologiske varslingsmodeller for spredning av radioaktivt utslipp ved atomulykker, og for spredning av olje ved ulykker til sjøs. Også her er DIANA et viktig visningsverktøy.

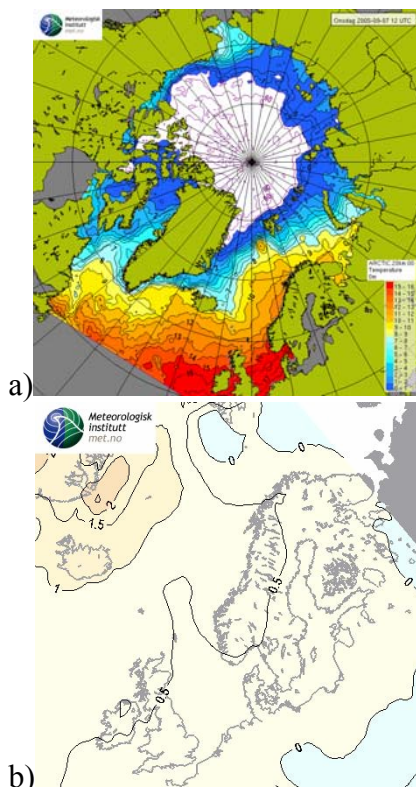
Klimaforskerne ved Meteorologisk institutt bruker analyseverktøyet DIANA til å visualisere framtidige endringer. Endringer i størrelsen til isen i Arktis eller områder med endrede klimatiske betingelser kan lett visualiseres. DIANA er i tillegg et utmerket verktøy for å vise statistikk distribuert på kart, f.eks sannsynligheter eller usikkerheter i data.



a) Her bruker Kristen Gislefoss DIANA når han går gjennom gårldagens varsel for vindretning og -styrke og sammenligner dette med observasjoner. Dette er et eksempel på bruk av DIANA i dokumentasjonsarbeid. b) Skjermbildet viser vindpiler fra varsel og observasjon. På land finnes en rekke observasjonsstasjoner. Over hav må meteorologene benytte data fra satellitt.



Figur 9: Fra og med mai 2005 startet Meteorologisk institutt med å legge ut havvarsler på nettstedet <http://met.no/havvarsel>. Havvarslene er modellprodukter som automatisk hentes via analyseverktøyet DIANA og legges ut på nettsidene hver dag. Varslene er svært populære blant alle som ferdes på sjøen.



Figur 10:
 a) Varsel for isutbredelsen i Arktis vises hver dag på nettstedet <http://met.no/havvarsel> sammen med varsel for sjøtemperaturen. Modellene som brukes er utviklet ved Meteorologisk institutts forsknings- og utviklingsdivisjon. Varsel for isutbredelse i Arktis er modellprodukter som automatisk hentes via DIANA og legges ut på nettstedet hver dag.

b) Sesongvarsel presenteres på nettstedet <http://met.no/sesongvarsler>. Sesongvarslene hentes fra det europeiske værvarslingscenteret (ECMWF) i Reading, England. Via DIANA legges det ut på nettstedet den 16. hver måned.

Meteorologisk institutt

I Meteorologisk institutts formålsparagraf heter det:

Meteorologisk institutt står for den offentlige meteorologiske tjenesten for sivile og militære formål. Instituttet skal arbeide for at styresmakter, næringsliv, institusjoner og folk flest best mulig kan sikre liv og verdier, planlegge og verne miljøet.

I tillegg til å varsle været på land og til havs, og drive det omfattende observasjonsnett i Norge, har Meteorologisk institutt en Forsknings- og utviklingsdivisjon (FOU) med ca 50 forskere.

Forskning og utvikling ved Meteorologisk institutt utføres innenfor meteorologi og oseanografi med vekt på instituttets hovedområder: varsling, klima og miljø. Aktivitetene er en viktig forutsetning for at instituttet skal fylle sin rolle i samfunnet ved å:

- Utvikle den operasjonelle vær- og havvarslingstjenesten og å bidra med nye ideer og metoder som kan gi en bedre tjeneste.
- Analysere klima og beregne regionale klimaendringer som henger sammen med globale endringer.
- Bidra til å bruke meteorologiske data og modeller til å verne om miljøet.

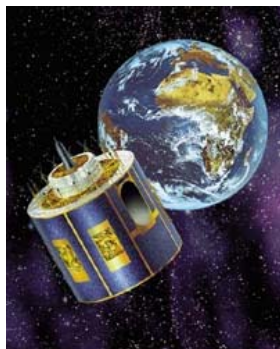
Det foregår kontinuerlig utvikling av de numeriske modellene som benyttes for varsling av vær, strøm, bølger, vannstand og isforhold. Flere forskningsprosjekter er tilknyttet EU-systemet. Det gjennomføres forskningsprosjekter for Norges forskningsråd og oppdragsforskning. Forskningen er avhengig av store regnemaskinressurser og benytter tungregneanlegget ved NTNU i Trondheim samt regneanlegget ved ECMWF i England.

Kontaktperson:

Informasjonsrådgiver Ida Berstad **met.no** 22 96 30 00



Radar Rissa



Geostasjonær satellitt (ESA)



Radiosondeslipp



Målestasjonen på Blindern