

Forbedret skredtjeneste



www.clipart.com

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	4
2.	Forbedret varslingstjeneste for snøskred	5
2.1.	Samfunnets krav til risikohåndtering	5
2.2.	Overvåkning og vurdering av snøskredrisiko	5
2.3.	Ansvarsforhold.....	6
2.4.	Varsling av utsatte grupper	6
2.5.	Tiltak ved skred.....	7
2.6.	Ansvar og eierskap.....	7
3.	System- og tjenestekonsept.....	8
3.1.	Tidligvarslingssystem	8
3.2.	Datagrunnlag for å varsle snøskredfare bedre	9
3.2.1.	Optiske satellittsensorer	9
3.2.2.	Satellitter med aktive radarsensorer.....	9
3.2.3.	Meteorologiske data.....	10
3.2.4.	Værradar	10
3.2.5.	Bakkemonterte radarer.....	10
3.2.6.	Numeriske værprognoser	11
3.2.7.	Ekspert- og lekmannsvurderinger	11
3.3.	Integrering av data og statistisk modell	11
3.4.	Utvikling av snøskredvarselet.....	12
3.4.1.	Komponenter i en varslingstjeneste for snøskred	12
3.4.2.	Meteorologens kvalitetssikring av varselet.....	12
3.5.	Distribusjon av snøskredvarsel	12
3.5.1.	Portal for brukerhåndtering.....	12
3.5.2.	Alarm til viktige grupper	13
3.5.3.	Kringkasting til alle.....	14
4.	Tilgjengelig kompetanse.....	14
4.1.	Tidligere relevante prosjekter	14
4.2.	Potensielle aktører i prosjektet og tjenesten.....	15
4.3.	Kontaktpersoner	16

1. Innledning

Snøskred er et vanlig naturfenomen i Norge, og ulykker som følge av snøskred er kjent fra lang tid tilbake. Omfanget av hendelsene varierer imidlertid fra år til år alt etter som snømengder, vind og temperaturforhold varierer, men hver eneste vinter skjer det større eller mindre ulykker som følge av snøskred. Særlig blir veinettet berørt, men både kraftlinjer, boligområder, skiløpere og andre som driver friluftaktiviteter blir utsatt.

Varsling av snøskred i Norge har i lengre tid vært nedfelt i Meteorologisk institutt (met.no) sitt mandat som er gitt av myndighetene. I forbindelse med de ordinære værmeldinger på radio og TV tas varsel om snøskred med som spesialvarsel. Varsler til aviser og varsler som legges tilgjengelige på met.no sine internettsider inneholder også snøskredvarsler på slike utstedes. Det dreier seg om varsling av generell fare for selvutløste skred på relativt grov skala; fylke eller deler av fylke. Når det gjelder snøskredvarsling på finere skala blir met.no ofte forespurt dersom det er konstatert skred i et område og redning eller andre tiltak fra myndighetene settes inn. I slike tilfelle er det som regel kontakt mellom Norges Geotekniske Institutt (NGI) og vakthavende meteorolog hos met.no i aktuell region av landet.

Denne rapporten avslutter met.no sitt forprosjekt innen definisjonen av en forbedret snøskredvarsling. Arbeidet er utført av met.no ved Vervarslinga for Nord-Norge med hjelp fra Norsk Regnesentral og ble utført høsten 2005. Forprosjektet er støttet av Statens Vegvesen.



www.clipart.com

2. Forbedret varslingsjeneste for snøskred

Som en konsekvens av de store snømengdene som deler av Nord-Norge fikk i årene 2000 og 2003, ble det inngått samarbeid mellom NGI, Tromsø kommune og met.no sin avdeling Vervarslinga for Nord-Norge. Snøskred førte til tap av menneskeliv, evakuering av utsatt bebyggelse og mange tilfelle av stengte veier. Det ble opprettet særskilte observasjonssteder for måling av temperatur og mengde nysnø falt per døgn i noen av de mest utsatte bygdene. Vakhavende meteorologer kontaktet NGI for diskusjoner når på forhånd avtalte kriterier ble nådd. NGI varslet i sin tid berørte politimyndighet dersom det var fare for at tiltak som f eks evakuering måtte settes i verk. I de senere vintre har en lignende overvåkning blitt utvidet til et stadig økende antall kommuner. Se for øvrig nærmere beskrivelse i pkt 4.1.

2.1. Samfunnets krav til risikohåndtering

Alle land i verden har en risiko for naturkatastrofer. Avhengig av hvor i verden du er vil katastrofene variere i type, hyppighet og alvorlighet. I Norge er slike katastrofer først og fremst relatert til ekstreme værforhold som sterk vind, store nedbørsmengder i form av regn eller snø, langvarig streng kulde eller uvanlig høy vannstand. Lange perioder med ekstrem varme er ikke så vanlig på våre breddegrader. Katastrofene er enten relatert direkte til værphenomenene som nedblåste trær, bygninger ødelagt av vind og lokale flommer og oversvømmelser eller mer indirekte som flom lenger ned i vassdraget, jord- og fjellras, snøskred og flodbølger satt opp av store ras.

På grunn av landets plassering sentralt på en tektonisk plate er ikke Norge i faresonen for ødeleggende jordskjelv og vulkanutbrudd.

Ansvar for å forebygge katastrofer er spredt ut over mange offentlige etater ut fra type katastrofe og til dels hvor den oppstår. På samme måte er det forskjellige etater som er ansvarlige for å aksjonere hvis ulykken er ute.

Folk flest er innforstått med at det er umulig å eliminere all risiko for ulykker, men det forventes likevel at det skal finnes en viss forståelse for risikobildet til en hver tid og at det skal utstedes varsler når faren for en katastrofe øker.

Det er da viktig at varselet kommer i tide slik at det er tilstrekkelig mulighet til å sette i verk tiltak. Det er også viktig at varselet er adekvat i betydningen at det utsatte området er godt geografisk bestemt og at omfanget og alvorligheten i trusselen er godt vurdert.

2.2. Overvåkning og vurdering av snøskredrisiko

Fare for snøskred består grovt sett av to komponenter i tillegg til terrengets utforming og helning; snødekkets oppbygging og historie og værutvikling siste timer. I løpet av få timer kan situasjonen endre seg dramatisk fra stabile snømasser til store snøskred hvis for eksempel sterk vind kombineres med snøfall. Snøskredfaren vil avta igjen relativt raskt nå været roer seg. Snøskred kjennetegnes nettopp av at de forekommer gjerne under eller rett etter uvær med store snøfall i kombinasjon med vind og temperaturendringer, men at det samtidig er store lokale variasjoner med tanke på hvor snøskredene skjer. Dette innebærer blant annet at målinger i felt ofte må gjennomføres under svært dårlige værforhold og gjerne inne i skredfarlige områder. I tillegg til at det kan være farlig er feltarbeid også kostbart.

Snøskred kan forhindres og skadevirkningene av snøskred kan forebygges på mange måter og Statens Vegvesen og Jernbaneverket bruker mye ressurser på sikring av vei og jernbane. Tiltakene kan være:

- Skredoverbygg og tunneler som beskytter veien mot skred
- Bru over skredbanen som styrer skredene under veien

- Støtteforbygninger i løsneområdet som hindrer at skred løsner
- Terrengeiltak som styrer eller bremser skredene
- Snøskjermer oppe på fjellet som hindrer at snøen hoper seg opp i løsneområdet
- Registrering av skred og varsling til trafikantene ved hjelp av geofoner som registrerer rystelser og for eksempel gir rødt lys for trafikken
- Kontrollert kunstig utløsning av skred ved hjelp av sprengstoff

I tillegg finnes det komplementære metoder for å kartlegge og overvåke snøskredrisiko. NGI og Statens Vegvesen bruker Nærneboprogrammet på enkelte veistrekninger.

Nærnebo sammenlikner skredfaren for "dagen i dag" med tidligere dager som likner mest mulig. Metoden forutsetter at det er samlet inn opplysninger om vær og skredforhold gjennom flere år for det aktuelle varslingsområdet. Hvis det er mulig å finne en tidligere dag som er identisk med dagen i dag, vil også faren for skred være lik, forutsatt at vi har benyttet de riktige parametere i analysen. Har det gått skred på den tidligere dagen som er helt identisk med "dagen i dag" er det også sannsynlig at det vil gå skred "i dag". Nå er ingen dager helt like, det vil alltid være en viss forskjell eller "avstand" mellom dagene. Det medfører at denne metoden ikke blir helt nøyaktig.

2.3. Ansvarsforhold

I områder med bebyggelse er det kommunen som har ansvaret for forebygging og sikring mot skred.

I Norge er det met.no som har ansvaret for å utstede generelle snøskredvarsler. Kriteriene som meteorologene utsteder varsler etter inneholder vind, nedbørintensitet og temperaturendringer som er observert og sett i sammenheng med prognoser for utvikling av de nevnte parametere. met.no innhenter også kunnskap fra lokale observatører og NGI.

2.4. Varsling av utsatte grupper

I tillegg til å utarbeide et godt og etterrettelig snøskredvarsel er det veldig viktig å sørge for at informasjonen kommer raskt ut til riktige personer i riktige etater. Dette er viktig siden informasjonen skal brukes i en beslutningsprosess kanskje med tanke på å avgjøre om en vei skal stenges og et bygdesamfunn isoleres for en periode. I et annet tilfelle kan tenkes at utsatte boliger, skoler og arbeidsplasser må evakueres.

Informasjonen må da være presis og gjelde mottakeren spesifikt hvis ikke mottakeren har ønsket også å motta generell informasjon. Snøskredvarslene i dag har ikke etablerte rutiner for alarmer til spesielt utsatte grupper utover de generelle varslene.

Valg av riktig kanal og riktig adressat vil bli en sentral del av tjenesten slik at de berørte etater får tidligst mulig varsel slik at tiltak kan settes i verk. Dagens IKT-løsninger gir mulighet til å styre informasjon til enkeltpersoner ved hjelp av for eksempel mobiltelefon.

Utover dette vil det også bli behov for å kunne varsle alle veifarende, skiløpere, etc. som måtte befinne seg i utsatte områder ved hjelp av TV og radio, men også her kan lukkede abonnements tjenester tenkes ved hjelp av internett eller mobiltelefon.



Figur 1: Skiløpere er utsatt ved skred (www.clipart.com)

2.5. Tiltak ved skred

Politiet har ansvaret for å iverksette tiltak ved en ulykke eller katastrofe og vil bli assistert av Brannvesenet, Statens Vegvesen, Jernbaneverket, NVE, Sivilforsvaret eller frivillige hjelpeorganisasjoner som Røde Kors og Norsk Folkehjelp. Alle er avhengig av at snøskredvarselet kommer til riktig tidspunkt, angir berørt område med tilstrekkelig nøyaktighet og sannsynligheten for snøskred i akkurat dette området med tanke på for eksempel evakuering av området.

2.6. Ansvar og eierskap

Tjenesten regional snøskredvarsling må bli styrt og operert av en institusjon som har følgende egenskaper:

- (1) Døgnkontinuerlige operasjoner
- (2) Enkel adgang til de forskjellige datakildene
- (3) Lang erfaring med operativt integrering av forskjellige typer data
- (4) Erfaring fra liknende tjenester
- (5) Erfaring med informasjonstilrettelegging for internettkanaler, sms/wap, radio og fjernsyn.
- (6) Erfaring med samarbeid med andre etater som vil bli berørt av snøskredvarslingen.

Det er i dag met.no som står ansvarlig for den generelle snøskredvarslingen. met.no fyller kravene over til å være en operativ institusjon og ha den nødvendige erfaring, men mangler rutiner og verktøy til å oppnå et godt nok resultat.

3. System- og tjenestekonsept

Regional snøskredvarsling er tenkt som en tjeneste som vil bli støttet av et avansert IKT-basert tidligvarslingssystem som i mesteparten av driftstiden vil være automatisk og gå av seg selv.

Det nye systemet som er tenkt utviklet vil bygge på en lignende idé som i Nær naboprogrammet, men som vil benytte seg av mye mer data og dessuten vil en mer avansert statistisk modell bli utviklet. Det nye systemet er tenkt å overvåke snøskredfaren kontinuerlig gjennom vinteren ved å logge snøforholdene ved hjelp av data fra satellitter, meteorologiske stasjoner, værradarer, og utplasserte bakkemonterte radarinstrumenter som måler direkte i utvalgte skråninger. Det nye systemet vil kunne danne basis for en tjeneste som kan varsle snøskred mer objektivt.

Tjenesten vil levere snøskredvarsel som vil gjelde for en definert region som for eksempel en lengre veistrekning, en kommune, en samling kommuner eller et fylke. Varselet i seg selv vil kunne skreddersys, men hovedinnholdet vil være en sannsynlighet for at det går et skred med usikkerhetstall. Varselet vil kunne gjelde for øyeblikket eller for en definert periode fram i tid. Varsler for mange dager vil ha høyere usikkerhet enn varsler som gjelder bare for samme dag.

3.1. Tidligvarslingssystem

Tidligvarsling er en viktig del av det som kalles reduksjon av risiko for katastrofer. Ideelt bør tidligvarsling forhindre ethvert tap av liv og dessuten redusere økonomiske tap til et minimum. Tidligvarsling er mer enn bare selve varslingen. Et komplett tidligvarslingssystem består av en kjede av fire viktige deler:

- *Risikokunnskap:* Forhåndskunnskap om hva som er sannsynlige risikoscenarier som ett samfunn kan bli utsatt for.
- *Overvåkning og varslingstjeneste:* Ressurser for overvåkning av disse risikoene og hurtig og pålitelig beslutningsmetoder for tidligvarsling
- *Kommunikasjon:* Spredning av forståelige varsler til de som er utsatt for risiko
- *Responskapasitet:* Kunnskap og det at alle aktørene i beslutningskjeden er godt forberedt på å handle.

Denne kjeden er ikke sterkere enn det svakeste ledd og svikt i ett av leddene betyr at hele systemet bryter sammen i betydningen at de nødvendige varsler ikke når fram til dem det gjelder.

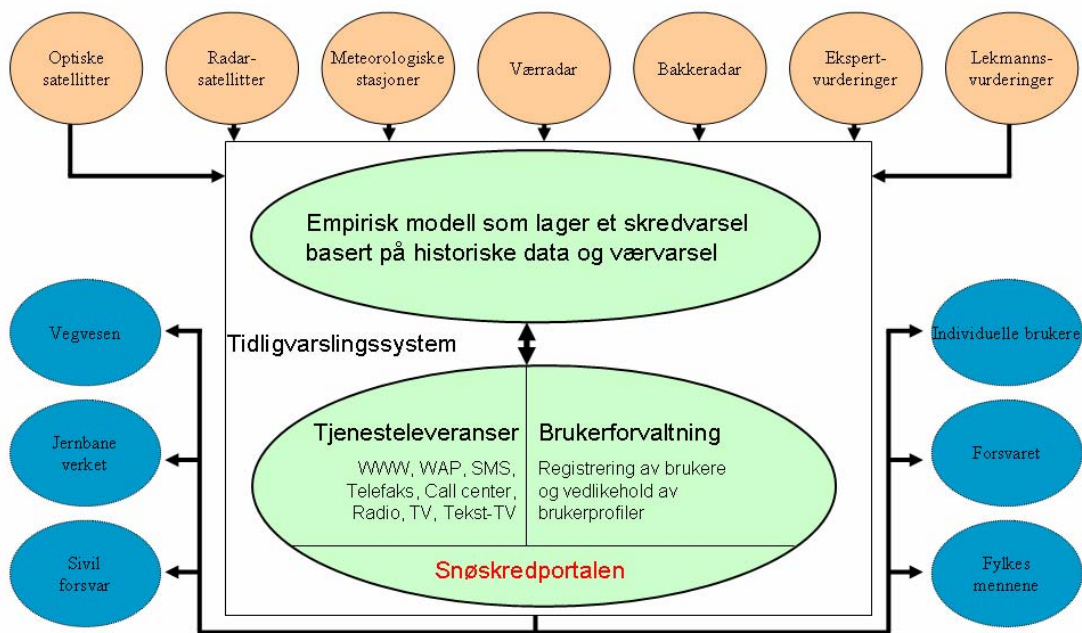
Et velfungerende tidligvarslingssystem har sterke bånd mellom hver av de fire delene. Selv når et velfunderende system er på plass er det mulig å oppleve mangel på politisk støtte, adekvate lovverk og forskrifter, ansvar i berørte etater og institusjoner.

For å møte disse kravene er ideen å utvikle et totalsystem som kan håndtere data fra en rekke forskjellige kilder og sette sammen dette til et distribuert snøskredvarsel. I tillegg skal systemet presentere og sende ut varselet gjennom forskjellige kanaler avhengig av hva brukerne ønsker. En bemannet tjeneste med godt definerte prosedyrer vil bli nødvendig.

Teknisk sett vil tidligvarselet bli framstilt på følgende måte:

- (i) integrasjon av data til felles ”rammeverk”
- (ii) analyse av trender i historiske data inkludert historisk skreddatabase
- (iii) kobling mot værvarsel for utvikling av snøskredvarsel
- (iv) utsendelse og distribusjon av varselet

Disse fire trinnene forutsetter en avansert statistisk modell som bør også være fleksibel med tanke på tilpasning av nye datakilder på et senere tidspunkt hvis nødvendig.



Figur 2: Tidligvarslingssystem

3.2. Datagrunnlag for å varsle snøskredfare bedre

Et tidligvarslingssystem for snøskred må nødvendigvis basere seg på data hentet inn fra mange forskjellige datakilder. Variablene som hentes inn vil ha forskjellig oppløsning i tid og rom og ikke nødvendigvis representere selve skredområdet. Dette betyr at det vil bli behov for å interpolere data kanskje over lange avstander. Integrasjonen av disse dataene vil derfor bli en stor utfordring.

3.2.1. Optiske satellittsensorer

Optiske satellittdata kommer fra geostasjonære- og polarbanesatellitter. På grunn av Norges beliggenhet langt mot nord er det bare polarbanesatellitter som gir den nødvendige oppløsningen på bakken til dette formålet. Den satellitten som i dag egner seg best til daglige opptak er den amerikanske Modissensoren som finnes om bord på flere satellitter. Modis er multispektral og gir bilder med en oppløsning på 250 meter. Denne oppløsningen er sannsynligvis for dårlig til at det kan innhentes informasjon fra selve de skredutsatte skråningene. Ideen er å overvåke snøforholdene i fjellene gjennom vinteren for å danne seg et bilde av hvordan snøpakken akkumuleres. Dette vil bli koplet med lufttemperatur for å kunne bestemme eventuelle skarelag i snøen. Nylig har nye metoder for tolkning av Modisbilder blitt utviklet slik at det nå også er mulig å se kornstørrelse og snøtemperatur.

Informasjonen fra forholdene lenger opp må deretter ekstrapoleres ned til det skredutsatte området. Dataene vil i utgangspunktet være rasterdata i 250m oppløsning mens det mest naturlige i skredområde er å konvertere disse til høydesoner med kornstørrelse og temperatur.

3.2.2. Satellitter med aktive radarsensorer

Syntetisk Aperture Radardata (SARdata) kommer fra polarbanesatellittene EnviSat og Radarsat. Det finnes også andre satellittserier. SARdata er komplementær til optiske data ved de ikke påvirkes av skyer og registrerer strukturer på bakken i stedet for reflektert sollys. SARdata har også evnen til å se litt ned i snødekket, men vil sannsynligvis ikke være i stand til å se glidesjikt direkte i en skredutsatt skråning. Det finnes muligens et potensial for at SAR kan brukes til å

identifisere et utløpsområde og på den måten kunne kartlegge utløste skred i mer utilgjengelige områder. SAR og optiske instrumenter vil også kunne brukes i felleskap med tanke på å lage multisensorprodukter for eksempelvis kornstørrelse.

3.2.3. *Meteorologiske data*

met.no har et landsomfattende observasjonsnett med til sammen ca 1000 målesteder. Stadig flere av disse sender inn data i sann tid. De målinger som er spesielt relevante for snøskredvurderinger er vind, temperatur, nedbørtype og -mengde. Disse data kommer inn i met.no sitt datanett og er tilgjengelig i meteorologenes visningsverktøy straks. I tillegg til de regulære meteorologiske observasjoner har en de senere år utviklet metoder og nettverk for å innhente spesielle observasjoner opprettet i skredutsatte bygder (temperatur, nysnø, total snødybde). Disse data samles inn via vaktentraler og oversendes met.no som så legger de inn i sitt datanett. Statens vegvesen har også et større antall stasjoner langs vegnettet. met.no har en avtale med vegvesenet slik at vind- og temperaturmålinger fra disse stasjoner er tilgjengelige. Web-kamera er plassert på mange av vegvesenets stasjoner; bilder fra disse er også tilgjengelige for met.no.

3.2.4. *Værradar*

met.no er i ferd med å bygge et landsdekkende nett av værradarer. Sør-Norge er nå dekket, med unntak av et område nær Stad. I Nord-Norge er det en operativ radar på Røst, og fra sommeren 2006 ventes radaren på Andøya å være ferdig montert. Videre eksisterer konkrete planer for en radar på Sørøya (Breivikbotn), en lenger øst på Finnmarkskysten og en på vidda nord for Kautokeino. Det er usikkert hvor lang tid det tar frem til disse er bygget og kan gi data, avhengig av hvor store bevilgninger met.no får til disse investeringene. Det er doppler-radarer som bygges, og disse har en rekkevidde på ca 250 km. Radarene sender kontinuerlig, og det er en pågående utvikling ved met.no for å utnytte radarobservasjonene bedre. Estimering av snømengde er vanskelig ut fra radarekko, men med noe forskningsinnsats kan en øke den kvantitative nøyaktighet av snømengde som faller innenfor et gitt areal.

3.2.5. *Bakkemonterte radarer*

Koherente radarer (Doppler-radar) kan brukes til å detektere objekter som beveger seg i forhold til omgivelsene. Tradisjonelt har Doppler-radarer blitt brukt til å detektere objekter som beveger seg relativt hurtig, som for eksempel fly, biler og lignende. Den endringen i faser til det reflekterte signal som utnyttes i en Doppler-radar kan imidlertid også brukes til å detektere langsomme endringer som utglidning av en fjellside, leirras eller liknende. Satellittbåren interferometrisk SAR har på denne måten kunnet registrere forflytninger av jordskorpen ned på millimeterområdet fra sin bane 800 kilometer over jordoverflaten.

I konseptet for regional snøskredvarsling er det forslått å lage en liten og enkel koherent landbasert radar som kan brukes til å overvåke kritiske snøskredområder. Radaren foreslås brukt som et element i en snøskredvarslingstjeneste både for sanntidsvarsling og for å samle snøskredstatistikk til bruk i systemet for skredprediksjon.

I tillegg til selve radaren vil det være behov for et større eller mindre omliggende system for deteksjon og håndtering av varsling etc. Behov for omliggende system bør identifiseres for forskjellige bruksscenarier. Det er viktig å identifisere hvordan den best passer inn i tidligvarslingstjenesten. Viktige elementer som bør belyses er

- Styresystem (Setting av parametere, routing av alarmer, kontroll av systemets integritet)
- Kommunikasjon (radiolink, telefon,...)
- Audiovisuelle alarmelementer.

- Strømtilførsel
- Tilleggsfunksjonalitet som for eksempel telling av biler inn og ut av "rasområde" for trigging av eventuell redningsaksjon
- Hva kreves i tillegg for at en varslings skal ha "reddende" effekt.

Bakkeradarer vil måtte utplasseres på områder som er spesielt utsatt for snøskred, men samtidig hvor overvåkning er viktig og rask respons også har stor nytteeffekt. Dette kan for eksempel være veger med mye trafikk eller bebygde områder hvor rask evakuering vil bli nødvendig i en snøskredsituasjon. I tillegg vil et nettverk av bakkeradarer bli styrt av økonomiske begrensninger og ikke minst vil bakkeradarenes bidrag til snøskredvarslingen for øvrig ha betydning.

3.2.6. *Numeriske værprognoser*

met.no har en stadig utvikling i retning av mer finmaskede numeriske modeller. I dag kjøres en modell med 4 km oppløsning rutinemessig for hele Norge. Finere skala modeller er utviklet og kan settes opp over mindre områder. Disse krever svært mye regnekapasitet, noe som vil bli tilgjengelig i nær fremtid. Utviklingen hittil har også vist at assimilasjon av værradardata og satellittdata er viktig for å øke kvaliteten på modellresultatene. For værparametere som er viktige i skredvarslingssammenheng, vil en sannsynligvis om få år kunne gi varsler med bedre treffsikkerhet enn i dag.

3.2.7. *Ekspert- og lekmannsvurderinger*

Snøskred oppstår ved en kombinasjon av værforhold og lokale forhold som topografi, løsmasser, vegetasjon etc. Dette er betingelser som det vil være vanskelig å modellere fysisk for enhver skråning i de skredutsatte fylkene. Empiriske modeller vil kunne fange opp slike lokale variasjoner bedre, men det er avhengig av at det finnes gode og representative data for både historiske skred og meteorologiske og andre inputdata. I mange tilfeller vil lokalkunnskap og direkte observasjoner måtte brukes.

Tilkalte eksperter fra Norges Geotekniske Institutt vil kunne i en gitt skredsituasjon bedømme skredfaren i en skråning direkte ved å gjøre feltarbeid som for eksempel å skjære et tverrsnitt i snødekket med en spade for å se etter glidelag.

Vegvesenet vegvoktere vil ofte være på de utsatte strekningene for å rydde snø eller lignende. De vil kunne rapportere om stor snøfonndannelse eller andre særegenheter i snøforholdene som kan være regn på økt skredrisiko.

Folk som bor ved skredstedene kan på samme måte bruke sin lokalkunnskap for å komplettere bildet av snøforholdene. I denne sammenhengen er referanseskred viktig. Det vil si skred som går i skråninger i nærheten kanskje uten at infrastruktur og liv er i fare, men som ofte er en indikasjon på at "hovedskredet" vil gå snart.

Tilfeldig forbigående vil kunne gjøre det samme, men vil først og fremst være en ressurs med tanke på å få raskt innrapportert skred som er gått.

Felles for alle disse er at bidragene til tidligvarslingssystemet vil være av svært heterogen art både i rom og tid. En viktig ting å avgjøre er om denne informasjonen er omfattende nok til å inngå i den empiriske modellen eller om dette vil være data av mer kvalitativ art som vil være best egnet til kalibrering av systemet.

3.3. Integrering av data og statistisk modell

Et skredvarsel skal gjelde for et veldefinert område, som kan være en veistrekning eller et geografisk område. La oss her ta en veistrekning som eksempel og tenke oss at vi skal lage skredvarsel for de kommende 24 timer.

Skredvarselet vil bli basert på en statistisk modell. Varselet vil bli presentert som en sannsynlighet for at det vil komme et skred på den aktuelle veistrekningen i løpet av de nærmeste 24 timer, gitt den informasjon vi har når varselet lages. Målet er å kunne skille skredfarlige perioder med en

skredsannsynlighet på for eksempel 20 % fra trygge perioder med en skredsannsynlighet på for eksempel 0.1 %. Om ønskelig kan sannsynlighetene suppleres med tekstlig beskrivelse som ”stor skredfare”, ”middels skredfare” osv.

På en gitt veistrekning vil sannsynligheten for snøskred variere over tid avhengig av snø- og værforhold. Informasjon om dette kan fås fra ulike meteorologiske målestasjoner i området, fra meteorologiske modellberegninger og fra satellittmålinger. Dette vil være datakilder med svært ulik karakter og med ulik oppløsning i rom og tid, og informasjonen må representeres på en hensiktsmessig form. Typisk kan disse tidsvarierende forklaringsvariablene enten være representert som målinger i punkter som ikke er på samme sted som veistrekningen, eller de kan interpoleres til samme koordinater som veistrekningen. Ved et skredvarsel fram i tid må meteorologiske målinger erstattes med meteorologiske varsler.

Samtidig vil det være ulik skredsannsynlighet for ulike veistrekninger, selv om de ligger i nærheten av hverandre. En statistisk modell må derfor også ta hensyn til stedsspesifikke forklaringsvariable som beskriver den enkelte veistrekning. Slike opplysninger kan være i hvilken grad det er bratte fjellskråninger langs veien, høyde over havet og lengden på veistrekningen.

Vi tenker oss at vi skal ha en statistisk modell som skal brukes for alle skredutsatte veistrekninger i et område. Modellen vil bli estimert ut fra historiske data over flere år. Dataene vil bestå av opplysninger om når det har gått snøskred på de ulike strekningene, målinger av snø- og værforhold i samme periode, både på dager det har gått ras og dager det ikke har gått ras, samt stedsspesifikke opplysninger. Fordi vi tar hensyn til stedsspesifikk informasjon vil det være mulig å beregne skredsannsynligheter også for veistrekninger med lite eller ingen historiske data om skred, selv om usikkerheten da naturlig nok vil være noe større enn for strekninger med mer historiske data.

Selv om vi for en enkelt veistrekning har data for flere år, vil vi trolig ha relativt lite data i statistisk forstand, fordi det for de fleste strekninger ikke går svært mange ras i løpet av en vinter. Om sannsynligheten for den enkelte veistrekning estimeres ut fra historiske data kun fra den aktuelle veistrekningen vil de tallfestede sammenhengene derfor bli svært usikre. Det er således viktig at det lages en simultan modell for de ulike strekningene hvor all data inngår i estimeringa samtidig.

3.4. Utvikling av snøskredvarselet

3.4.1. Komponenter i en varslingstjeneste for snøskred

Resultater fra en statistisk modell vil bli benyttet av meteorologene som et viktig bidrag i beslutningsprosessen forut for utstedelse av snøskredvarsel. Ved siden av kunnskap om den aktuelle situasjon og en prognose for værutviklingen, vil resultater fra denne modellen i tillegg ha tatt med skredhistorien fra aktuell region.

3.4.2. Meteorologens kvalitetssikring av varselet

Når anslag om sannsynlighet for snøskred i et område foreligger fra den statistiske modellen, vil meteorologen på vakt sammenholde dette med øvrige opplysninger som forefinnes; bl a sanntids observasjoner fra nærliggende steder samt prognoser for værutviklingen. Viktige faktorer i kvalitetssikring av snøskredvarselet er disse opplysningene om aktuell situasjon i tillegg til den erfaring meteorologen sitter inne med etter å ha vurdert snøskred tidligere.

3.5. Distribusjon av snøskredvarsel

3.5.1. Portal for brukerhåndtering

For distribusjon av snøskredvarslene til riktige personer i riktige etater etc. er det nødvendig med kontroll av tilgangen til informasjon. Dette kan gjøres gjennom et grensesnitt på web hvor

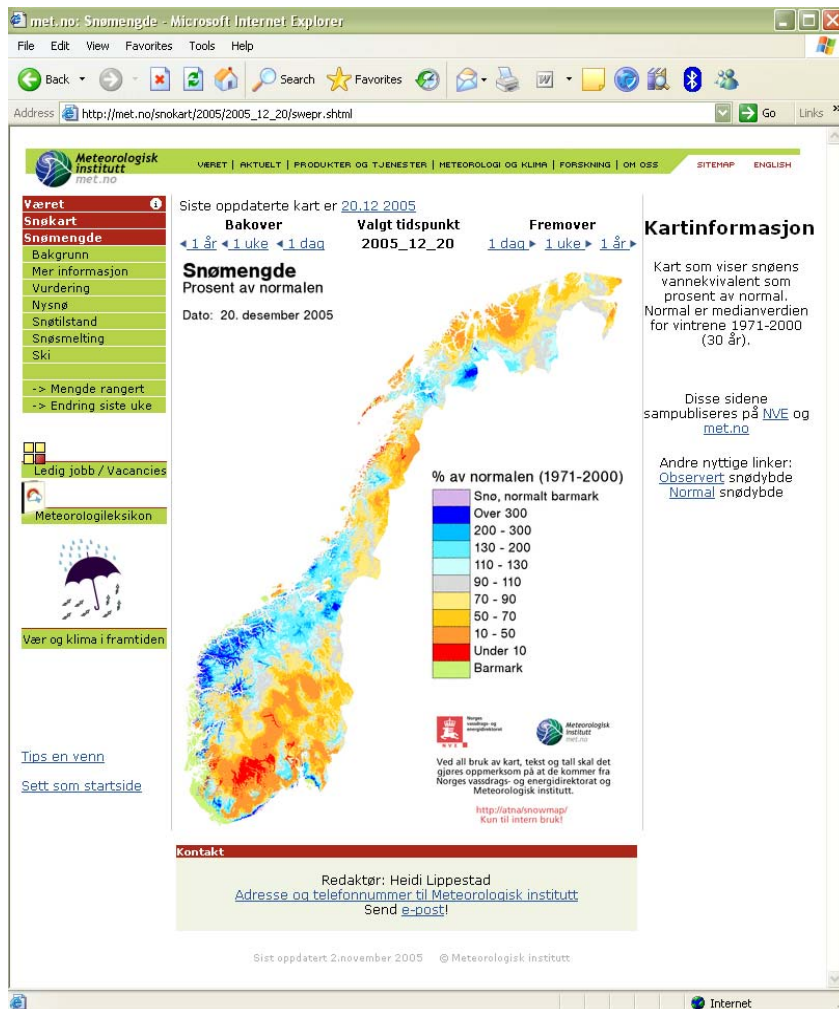
brukeren får anledning til å opprette en profil som han eller hun selv kan holde oppdatert. Noen etater som politi og AMK for øvrig må ha en tettere oppfølging slik at vi kan være sikre på at informasjonen rutes dit den skal hver gang.

Websystemet kan også fungere som butikk for snøskredvarsel hvis skreddersydde kommersielle produkter er ønskelig. Systemet vil bli nødt til å håndtere ulike brukere som har forskjellige behov og som ønsker å motta informasjonen på forskjellige måter.

To hovedkategorier av informasjonsmottagere må tilpasses en effektiv, enkel og entydig informasjon:

- Offentlig statlig, fylkeskommunal eller kommunal myndighet som varslingstjenesten og politi. Systemet skal generere mottakerfunksjonen automatisk og inneha varslingsmekanismer
- Offentlig og privat infrastruktur for øvrig som bygninger, vegvesen, jernbaneverk, transportfirmaer og andre gjennom enten et automatisk meldingssystem eller en internettportal for henvendelse om skredfaren

Da informasjonen til mottagerkategoriene vil være vesentlig forskjellig og tilpasset ulike mottagere, vil det være behov for autentifiseringsmekanismer og til en viss grad sikkerhetsmekanismer i styring og kontrollsammenheng.



Figur 3: Snøkart fra met.no og NVE på met.nos portal.

Det vil være nødvendig å kategorisere varslings- informasjonen i to eller tre alarmkategorier som i sin tur styrer prioriteringer og presentasjonsformer.

Det overordnede målet med en automatisert forhåndsdefinert og kategorisert informasjonsdistribuering er å redusere responstider, fjerne flest mulige faktorer for menneskelige misforståelser, og sikre en aksjon til rett tid og rett sted.

3.5.3. Kringkasting til alle

Det vil bli behov for å formidle slike varsel gjennom tradisjonelle kanaler som radio og TV, men også nyere kanaler som mobiltelefoni vil være velegnet med tanke på motta informasjonen i områder som kan være skredutsatte. Ønske om mottak av informasjon over mobiltelefon vil kunne være mulig å konfigurere gjennom sine egne sider på webportalen. I tillegg er det mulig ved hjelp av GSM basestasjonene å lokalisere telefoner som befinner seg innenfor en viss radius slik at en beskjed kan sendes bare til dem som befinner seg i et for eksempel snøskredutsatt område.



Figur 4: Rask alarm til politi, AMK og andre berørte parter er viktig (www.clipart.com)

4. Tilgjengelig kompetanse

4.1. Tidligere relevante prosjekter

Utvikling av metoder for snøkartlegging fra satellitt har skjedd over en periode på mer enn 25 år i Norge. Optiske data fra NOAA AVHRR har blitt brukt operasjonelt av vannkraftbransjen i 15-20 år, og MODIS er blitt tatt i bruk de senere årene. Satellittkartleggingen gir verdifull tilleggsinformasjon for store geografiske områder som er vanskelig å dekke på annen måte. Snøkartlegging så langt har operativt begrenset seg til snødekket areal.

De senere årene er det gjennom EU-prosjektene *EnviSnow* og *EuroClim*, Forskningsrådsprosjektet *SnowMan*, Romsenterprosjektet *DemoSnø* og ESA-prosjektet *EO-Hydro* skjedd en omfattende utvikling på algoritmesiden. De optiske algoritmene for snødekning har blitt mer nøyaktige, algoritmer for kartlegging med radar (SAR) er blitt introdusert og forbedret, og det er blitt utviklet algoritmer for nye produkter for snøtemperatur, snøfuktighet og vannekvivalent. Et vesentlig framskritt er skjedd gjennom kombinasjon av flere og ulike sensorer (multisensor analyse) og analyse av hele tidsserier av data (multitemporal analyse). Resultatet er at snødekning kan kartlegges mer nøyaktig og hyppigere enn tidligere, og man har fått et sett av snøparametere som gir en mer fullstendig karakteristikk av snøens tilstand til ethvert tidspunkt. Det er også utviklet prototyp produksjonslinjer som er demonstrert sammen med tjenesteleverandør og brukere.

Videre vil modellering av romlige fenomener være et sentralt stikkord for den statistiske modellen for snøskredsvarsling. Dette har vært et hovedsatsningsområde for Norsk Regnesentral siden 80-tallet. Denne typen modeller brukes blant annet til beskrivelse av oljereservoarer (Statoil, Norsk

Hydro, British Petroleum, Elf), til modellering av fiskebestander (Havforskningsinstituttet, Norges Forskningsråd) og til modellering av luftforurensning (Norges Forskningsråd).

Norsk Regnesentral har også hatt en rekke prosjekter hvor formålet har vært å lage prognosemodeller eller andre statistiske modeller basert på meteorologiske data. Dette inkluderer (oppdragsgiver i parentes):

- Estimering av siktforhold ved den planlagte hovedflyplassen på Hurum (Meteorologisk Institutt).
- Prognoser for temperatur og nedbør (Vassdragsregulantenenes forening).
- Flomvarsling (Norges Forskningsråd).
- Omfang av vann- og brannskader som funksjon av meteorologi, med detaljeringsgrad ned til døgn på tidskala og kommune- eller fylkesnivå på geografisk skala (Gjensidige Forsikring, If Skadeforsikring).
- Prognoser for elektrisitetspris og –forbruk (Hydro Energi).
- Lokal luftforurensning som funksjon av meteorologi og trafikkvolum (Statens Vegvesen, Vegdirektoratet).

De siste vintrene har Vervarslinga for Nord-Norge i samarbeid med NGI og et økende antall kommuner i landsdelen på prøvebasis overvåket utvalgte bebygde områder i de deltakende kommuner. Ca 20 kommuner er med i dette samarbeidet, og det blir videreført vinteren 2005-2006. VNN får innmeldt lokale ekstra-observasjoner (snømengde måles på alle aktuelle steder), og kontakter NGI etter avtalte kriterier. Direktoratet for sikkerhet og beredskap har bidratt økonomisk til utvikling av konseptet, og fylkesmannen i Troms sin beredskapsavdeling har koordinert det hele. Viktig erfaring er høstet, og det holdes hvert år et oppsummeringsmøte mellom de deltakende kommuner og faginstisusjonene som er involvert.

4.2. Potensielle aktører i prosjektet og tjenesten

I et prosjekt som vil bli så omfattende som dette er det viktig å trekke på alle nasjonale ressurser som er tilgjengelige. I Norge finnes det institusjoner som sitter på solid kompetanse innenfor hver av sine områder.

Meteorologisk Institutt ved Vêrvarslinga for Nord-Norge (VNN) vil være ansvarlig for prosjektet. Vêrvarslinga har snøskredvarsling for Nord-Norge som at av sine kjerneområder og ønsker og videreutvikle denne. VNN vil lede prosjektet i samarbeid med Met.nos FoU-avdeling som har høy kompetanse på utvikling og bruk av satellittdata og værradardata for meteorologiske formål.

Norsk Regnesentral (NR) vil bidra med sin kompetanse innen jordobservasjon og spesielt sine kunnskaper innen snøkartlegging. NR vil også bidra med sine kunnskaper innen statistisk modellering og signalanalyse av radarbølger i tillegg til å ha et sterkt miljø på utvikling av IKT-systemer.

Norges Geotekniske Institutt (NGI) er det nasjonale forskningsmiljøet på snøskred og vil bidra med sin ekspertise om fysiske forhold rundt snøskred som for eksempel lokal skredfare og vurdering konsekvenser av skred.

Norges geologiske undersøkelser (NGU) har ansvaret for koordinering av den nasjonale skredkartleggingen og ansvar for oppbygging og drift av den nasjonale skreddatabasen og skrednett.no, som er en informasjonskanal for alle typer skred i landet. NGU vil bidra med dataforvaltning og utviklingen av karttjeneste på internett som kan håndtere dynamiske data.

Statens Vegvesen har sagt seg villig til å delta i prosjektet som bruker og vil med sin lange erfaring med ansvar for drift og vedlikehold og riksveinettet i Norge bidra til at det utvikles et system og en tjeneste i tråd med brukernes krav.

4.3. Kontaktpersoner

Kontakter hos Meteorologisk institutt:

Helge Tangen, tlf 7762 1300 h.tangen@met.no

Bård Fjukstad, tlf 7762 1300 bardf@met.no

Kontakt hos Norsk Regnesentral:

Anders Rognes, tlf 2285 2690 anders.rognes@nr.no