



**KLIMA
2050**

RAPPORT

Nr. 32 – 2022

VARSLING AV JORDSKREDFARE I NORGE

*Anbefalte oppgaver for lokale
aktører innenfor
jordskredvarslingen*

Graziella Devoli, Unni Eidsvig
og Hervé Colleuille





KLIMA 2050

Klima 2050 Report No 32

Graziella Devoli (NVE), Unni Eidsvig (NGI) og Hervé Colleuille (NVE)

Varsling av jordskredfare i Norge

Anbefalte oppgaver for lokale aktører innenfor jordskredvarslingen

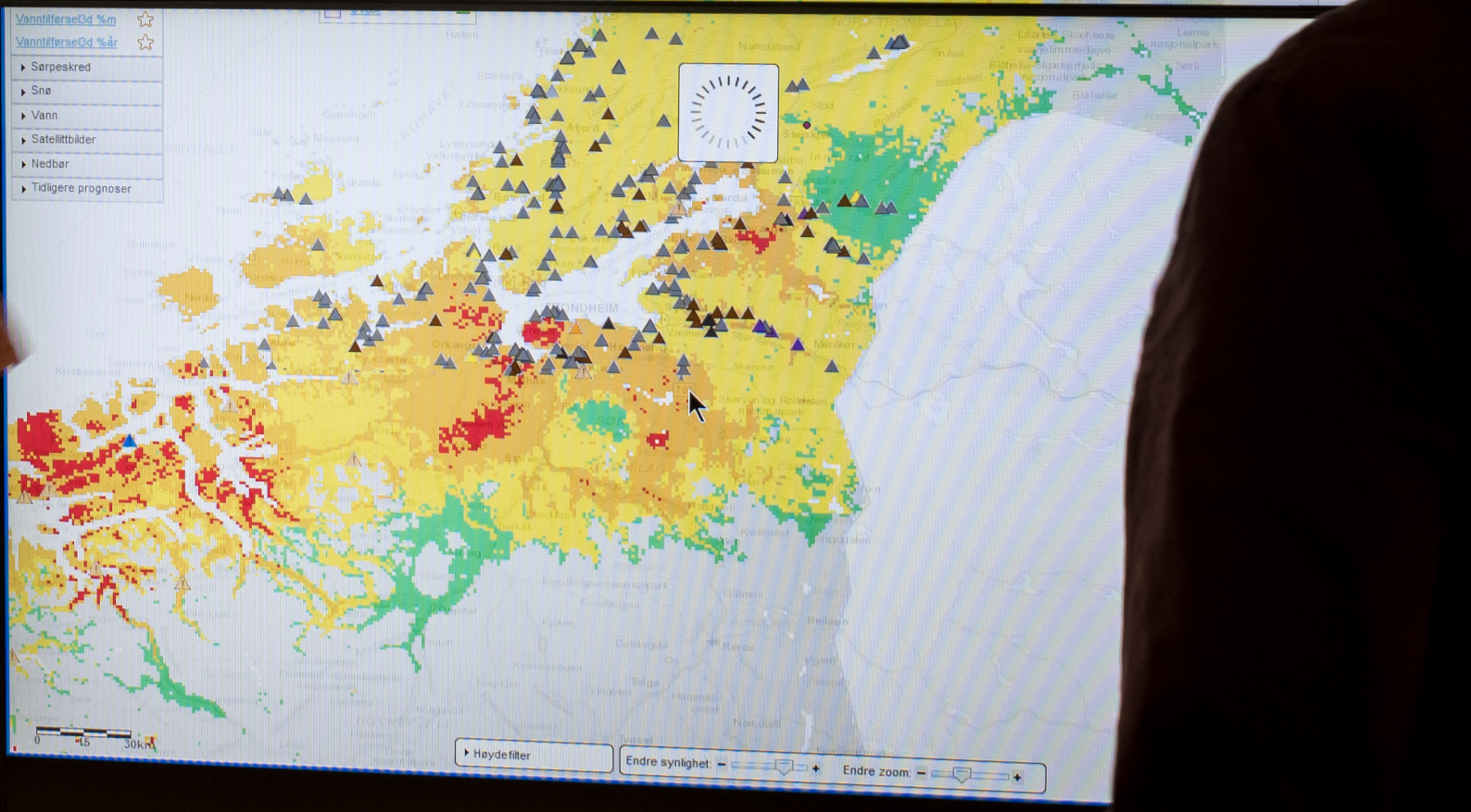
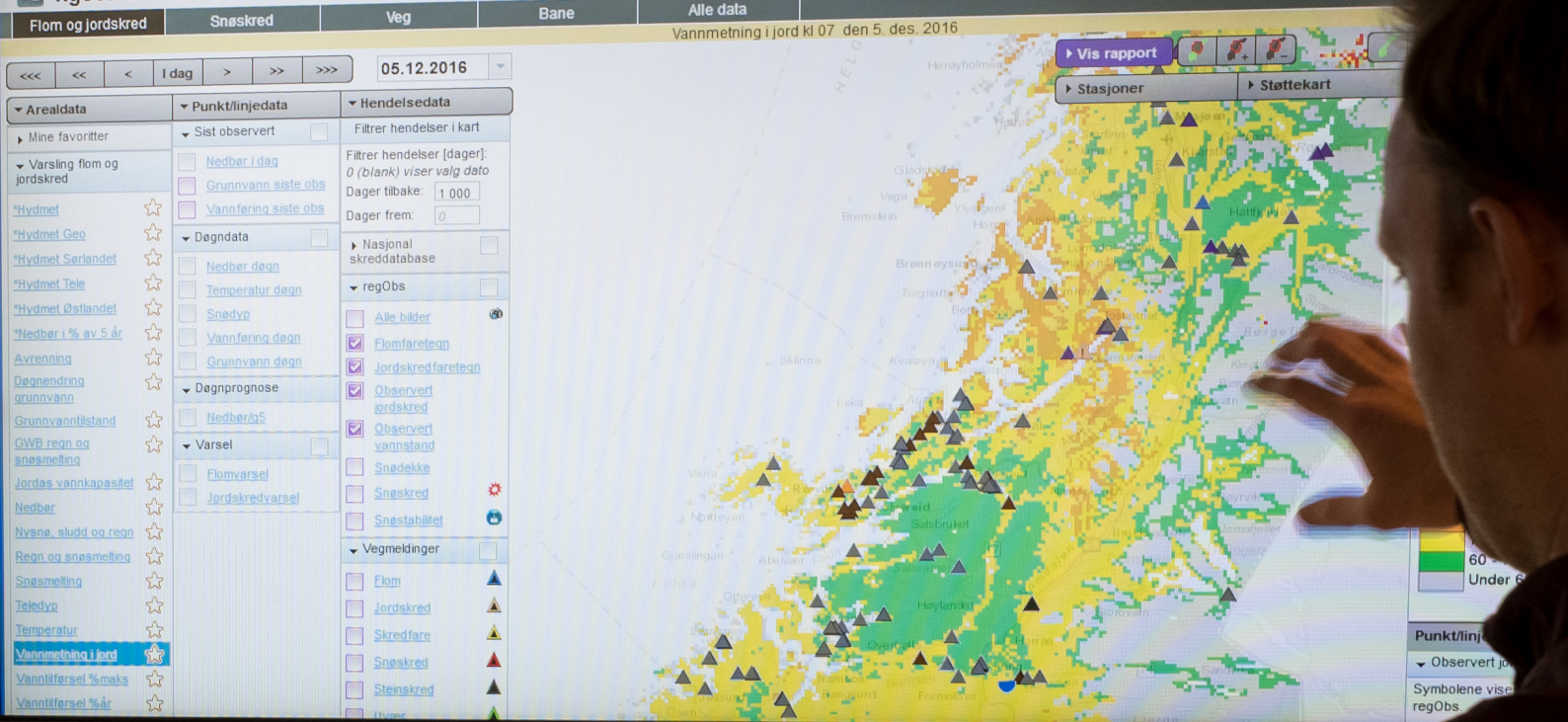
Keywords: Jordskred, flomskred, kommunal beredskap, jordskredvarsling

ISBN: 978-82-536-1756-5

Illustration front cover and page 3: Unni Eidsvig (NGI)

Publisher: SINTEF Community, Høgskoleringen 7 b, PO Box 4760 Sluppen, N-7465 Trondheim

www.klima2050.no



Forord

Denne rapporten gir anbefalinger om hvilke oppgaver og tiltak som bør utføres på lokalt nivå for å øke nytten av de regionale jordskredvarslene fra nasjonale myndigheter. Rapporten beskriver hvordan varslingsystemer for jordskred og flomskred er organisert i Norge og danner også et generelt kunnskapsgrunnlag for etablering av et overvåkings- og varslings-system på lokalt nivå.

Klima 2050 – Reduksjon av samfunnsrisiko knyttet til klimaendringer på det bygde miljø er et senter for forskningsbasert innovasjon (SFI) finansiert av Norges forskningsråd og partnerne i konsortiet. SFI-statusen muliggjør langsiktig forskning i nært samarbeid med privat og offentlig sektor, samt med andre forskningspartnere som har som mål å styrke Norges innovasjons- og konkurranseevne innen klimatilpasning. Sammensetningen av konsortiet er viktig for å kunne redusere samfunnsrisikoen forbundet med klimaendringer.

Senteret vil styrke bedriftenes innovasjonskapasitet gjennom fokus på langsiktig forskning. Det er også et klart mål å legge til rette for tett samarbeid mellom FoU-aktive bedrifter og fremtredende forskningsgrupper. Det blir lagt vekt på utvikling av fuktbestandige bygninger, overvannshåndtering, blågrønne løsninger, tiltak for forebygging av vannutløste skred, sosio-økonomiske insentiver og beslutningsprosesser. Både ekstremvær og gradvise endringer i klimaet blir omhandlet.

Vertsinstitusjonen for SFI Klima 2050 er SINTEF Community, og senteret ledes i samarbeid med NTNU. De andre forskningspartnere er Handelshøyskolen BI, Norges Geotekniske Institutt (NGI) og Meteorologisk institutt (MET).

Industripartnerne representerer viktige deler av norsk byggenæring; rådgivere, entreprenører og produsenter av byggevarer og teknologi: Skanska Norge, Multiconsult AS, Mesterhus, Norgeshus AS, Leca Norge AS, Isola AS og Skjæveland Gruppen AS. Senteret inkluderer også viktige offentlige byggherrer og eiendomsutviklere: Statsbygg, Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet og Avinor AS. Sentrale aktører er også Trondheim kommune, Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Finans Norge.

Vi ønsker å takke Tore Humstad fra Statens Vegvesen, Ingeborg Kleivane Krøgli fra Bane NOR og Lene Kristensen fra NVE for informasjon om lokale overvåknings- og varslings-systemer. Takk også til Elise Morken (NGI) for utarbeidelse av enkelte illustrasjoner og til Christina Ekeheien (tidl. NGI, nå Nasjonalparken Næringshage) og Stine Grimsrud Olsen (NGI) for tekstbidrag og Luca Piciullo (NGI) for innspill på en tidligere versjon av denne rapporten. Takk til Bjørn Kalsnes (NGI) og Heidi A. Grønsten (NVE), som har gjennomgått rapporten og gitt innspill til denne. Vi vil også få takke Stryn, Drammen, Arendal, Trondheim og Ullensvang kommuner for gjennomlesning og kommentarer til rapporten.

Trondheim, mai 2022

Berit Time
Senterleder
SINTEF

Utvidet sammendrag

Jordskred og flomskred er en hyppig skredtype i Norge, som utløses av regn og/eller snøsmelting. Basert på klimaprognoiser kan vi i Norge forvente klimaendringer som bl.a. økning i årsnedbør, kraftigere og hyppigere episoder med styrtregn, som videre kan gi økt hyppighet og intensitet av skred. Det er ikke samfunnsøkonomisk lønnsomt eller praktisk mulig å fysisk sikre all skredutsatt bebyggelse eller infrastruktur. Samfunnet må ha en beredskap for å håndtere hendelser som rammer områder som ikke er sikret og hendelser som går ut over det sikringstiltak er dimensjonert for. Gjennom overvåking og varsling vil det være mulig å gi forvarsel slik at mennesker og verdier kan reddes (Meld. St. 15, 2011-2012). Kommunene skal ivareta befolkningens sikkerhet og har en viktig rolle når det gjelder forebygging, beredskap og krisehåndtering. Et velfungerende varslingssystem for skredfare kombinert med godt beredskapsarbeid, som utføres av lokale aktører før og under en hendelse kan begrense skadeomfanget.

Varsling av skred kan foregå både på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå. Regionale skredvarslingssystemer kan dekke et større geografisk område og omfatte forekomst av flere skred. Slike systemer gir prognoser med relativt lang varslingstid som gjelder mange mennesker. Nasjonale og regionale systemer er basert på analyser av sensor-data og ferske feltobservasjoner (f.eks. snøskred, svake snølag, mye vann i snøen) eller andre vesentlige endringer i terreng. Disse kombineres med beregninger fra meteorologiske og hydrologiske modeller, snømodeller, eller andre fysikk-baserte modeller, som videre vurderes opp mot terskelverdier for å vurdere sannsynlighet for forekomst av skred. Varslene utstedes når de hydrometeorologiske forholdene ligger til rette for skred i områder med potensiell skredfare. Lokale skredvarslingssystemer dekker et spesifikt område eller enkeltskråninger der det er fare for skred eller der det er tegn til bevegelse i skråningen. Det benyttes instrumenter som måler parametere som påvirker poretrykket som f.eks. varighet og intensitet av nedbør eller instrumenter som måler endringer eller deformasjoner i skråningen. Varsler utstedes lokalt når det er betydelige endringer i de overvåkede parametere over tid.

NVE vurderer daglig fare for jordskred, flomskred og sørpeskred (også kalt jordskredfare i dokumentet) på regionalt nivå og publiserer varslene på varsom.no. De regionale prognosene som utstedes, beskriver den generelle jordskredfaren i et geografisk område (som kan være et fylke, en gruppe av fylker eller en gruppe av kommuner). Hensikten er at varslene følges opp i beredskapsarbeidet hos lokale aktører, før kritiske vær-situasjoner som kan utløse jordskred inntreffer. Lokale aktører som kommunene har derfor en viktig rolle innen varslingssystemet og må ta på seg forskjellige oppgaver. De fleste oppgavene er knyttet til forebygging og beredskap. Men oppgavene er også rettet mot forbedring av den nasjonale/regionale varslingstjenesten og etablering eller forbedring av lokal overvåking og varsling av jordskredfare. Oppgavene er listet nedenfor.

1. Gjennomføre risiko- og sårbarhetsanalyser

I denne oppgaven gjøres det vurderinger av hvor og hvor ofte skred kan forekomme, samt hvor store skredene kan bli. Aktuelle kart for kommunen å benytte i dette arbeidet er aktsomhetskart (finnes for hele landet), kart over tidligere skredhendelser og skredfarekart (finnes i kartlagte områder). Disse kartene er tilgjengelige via NVE atlas.

Det anbefales også at kommunen kartlegger infrastruktur og bebyggelse. Informasjon om bebyggelse kan hentes fra felles kartdatabase (FKB). Spesielt er det viktig å ha oversikt over infrastruktur av høy samfunnsmessig verdi og bebyggelse hvor det kan oppholde seg mange mennesker. Kart over sårbare objekter og områder (som kritisk infrastruktur og bebyggelse) kan i kombinasjon med farekartene benyttes i vurderinger av hvor det kan forventes skader og hvor alvorlige konsekvensene kan bli. Dersom viktig infrastruktur og bebyggelse ligger nært eller innenfor potensielle skredområder, vil det være naturlig å rette beredskapsfokus dit ved

et regionalt skredvarsel. I en akuttsituasjon kan det i tillegg måtte gjøres prioriteringer mellom sårbare områder og objekter. Da vil vurderinger av type og alvorlighet av potensielle konsekvenser inngå og liv og helse vil ha høyeste prioritet. Risikokart som tar hensyn til både sannsynlighet for og konsekvenser av skredhendelser vil være nyttig i slike prioriteringer. Risikokart kan utarbeides ved å kombinere informasjon om infrastruktur og bebyggelse med farekart.

2. Samle kunnskap om jordskredfare utenfor kommunegrensene (spesielt langs de viktigste transportforbindelsene til og fra kommunen)

Det er viktig for kommunen å få en oversikt over hvilke vei- eller banestrekninger til og fra kommunen som kan bli stengt på grunn av jordskredfare og om stengning av disse kan isolere kommunen. Dette må gjøres i samarbeidet med Statens Vegvesen, fylkeskommunen, Bane Nor og Statsforvalter.

3. Etablere beredskaps- og krisehåndteringsplaner på bakgrunn av risiko- og sårbarhetsanalysen

Gode forberedelser er viktig for å redusere skadeomfanget. Beredskapsplanen skal beskrive handlinger forut for en uønsket hendelse (her: en jordskredhendelse), for å redusere potensielle skader i det berørte området. Beredskapsplanen bør inneholde:

- Oversikt over mulige forebyggende tiltak, som å rense avløpveier for is, snø, søppel, grus og sand slik at vannet kan renne uten hinder.
- Oversikt over tilgjengelige ressurser (både materiell og personell). Avklare hvem i kommunen som kan håndtere flom og jordskred, inkl. tilgjengelig personell, maskiner, sandsekker, pumper og sambandsutstyr.
- Oversikt over høyrisiko objekter som vil trenge oppfølging etter et skredfarevarsel. Kart som viser hvor jordskredrisikoen er høy (hvor kritiske og sårbare objekter ligger innenfor fare-/aktsomhetssoner) og hvor er det behov for potensielle inngrep/tiltak ved skredfarevarsel er viktige verktøy. Eksempler på sistnevnte kan være kart som viser hvor det skal gjennomføres midlertidig tiltak, ekstra vedlikehold, som sjekking av stikkrenner eller oversikt over evakueringsområder og evakueringsruter.
- Beskrivelse av hvert potensielt inngrep/tiltak som skal utføres forut en skredsituasjon/-ved skredfare, knyttet til de regionale varslingsnivåene fra Varsom.no
- Informasjons- og opplæringsplan, som spesifiserer ansvaret for gjennomgang og oppdatering av informasjon, samt for opplæring og gjennomføring av øvelser. For å sikre at beredskapsplanen er kjent kan kommunen arrangere en beredskapsøvelse med tema jord- og flomskred.

I tillegg vil det være nyttig å definere planer for kommunens kriseledelse og for informasjon til befolkning og media, samt evakueringsplaner og varslingslister.

De regionale varslene vil være mest effektive om det på forhånd er definert hvordan beredskapen skal økes med økende farenivå (trinnvis beredskap) og at det konkretiseres hvilke tiltak som skal iverksettes i de ulike situasjonene. Figuren nedenfor/på neste side viser et forslag til et trinnvist beredskapssystem for de ulike regionale varslingsnivåene for jordskredfare.

Regional varsel fra NVE	Tiltak på lokalt nivå
<p>1 Grønt farenivå Lav jordskredfare Generelt trygge forhold!</p>	<p>Normal situasjon Ansvar: Kommunen generelt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Være bevisst på været som er og kommer • Abonner på varsom.no for å få regionale varsler • Gjennomfør risiko- og sårbarhetsanalyse • Lag/oppdater beredskaps- og krisehåndteringsplaner • Gjennomfør nødvendige tiltak ved behov (som for eksempel god arealplanlegging, fysiske sikringstiltak, eller organisering av lokale overvåkings- og varslingssystemer) <p>Husk at steinsprang eller kvikkleireskred med store konsekvenser kan forekomme på dette nivå og at det kan være behov for lokal beredskap og krisehåndtering.</p>
<p>2 Gult farenivå Moderat jordskredfare</p>	<p>Mobiliseringsfase Ansvar: Beredskapsansvarlig</p> <ul style="list-style-type: none"> • Følg med på regionalt varsel på varsom.no og oppdateringer • Vurder å iverksette beredskapsplaner og å øke bemanning • Vurder forebyggende midlertidige tiltak i kritiske punkter/for høy-risikoobjekter (f. eks. rense stikkrenne, sjekke drenering langs bekkeløp, evakuering) • Informere innbyggerne om eventuelle tiltak • Vurder å ta kontakt med fagekspertise ved behov • Følg med på observasjoner/ målinger i sårbare områder • Dokumenter hva som har skjedd av skader og hendelser (og registrerer i regobs.no) <p>Husk at jordskred og flomskred med store konsekvenser kan forekomme på dette nivået og at det kan være behov for lokal beredskap og krisehåndtering.</p>
<p>3 Oransje farenivå Høy jordskredfare</p>	<p>Aksjonsfase Ansvar: Beredskapsansvarlig</p> <ul style="list-style-type: none"> • Følg med på regionalt varsel på varsom.no og oppdateringer • Lokale beredskapsplaner må iverksettes • Vurder å organisere/aktivere kriseenhet (økt bemanning) • Evakuering må iverksettes ved behov • Ta kontakt med fagekspertise ved behov • Alle risiko objekter må være identifisert og forebyggende midlertidige tiltak i kritiske punkter må igangsettes (f. eks. rense stikkerenne, sjekke drenering langs bekkeløp) • Informer innbyggerne om tiltak • Dokumenter hva som har skjedd av skader og hendelser (og registrerer i regobs.no) • Hold tett kontakt med regional kriseenhet
<p>4 Rødt farenivå Svært høy jordskredfare</p>	<p>Innføring av begrensninger Ansvar: Beredskapsansvarlig</p> <ul style="list-style-type: none"> • Følg med på regionalt varsel på varsom.no og oppdateringer og følg situasjonen tett • Følg beredskapsplaner • Kriseenhet aktivert og beredskapsbemanning på plass • Pågående evakuering • Fagekspertise på plass • Informer befolkningen om evakuering og andre tiltak • Informer regional kriseenhet • Dokumenter hva som har skjedd av skader og hendelser (og registrerer i regobs.no)

Anbefalte oppgaver og tiltak i forbindelse med de ulike varslingsnivåer fra NVEs regionale jordskredvarsling.

4. Motta og forstå regionalt varsel fra NVE

Varslingstjenestene må involvere lokalsamfunnene som er fareutsatt. Kommunen anbefales å abonnere på varsom.no (gratis tjeneste) for å få daglig varsler fra varsom.no på e-post og/eller SMS. Kommunens personell som mottar varselet må sette seg inn i hva varselet betyr og også forstå usikkerheter og begrensningene beheftet med varselet.

5. Samle observasjoner og informasjon for å bidra til bedre regional varsling og til risiko- og sårbarhetsvurderinger

Gode data om skredhendelser er svært nyttig for evaluering og forbedring av det regionale varselet i etterkant. Det anbefales derfor at kommunen registrerer data om skredhendelsen, dvs. plassering, tidspunkt, størrelse og skredtype, samt registrerte skader etter hendelsen. Dette kan registreres fortløpende etter hendelser gjennom regobs.no. Registrerte skredhendelser kommer automatisk inn i skredregistrering.no etter ca. 2 døgn, hvor de kan redigeres og oppdateres. Det er også mulig å gjøre registreringer direkte på www.skredregistrering.no etter hendelser i kommunen. Kommunen kan også bistå NVE med lokale målinger i sine områder, som gir komplementær informasjon til den regionale jordskredvarslingen. Målinger som er relevante for jordskredfare kan være bl.a. nedbørmålinger, grunnvannsnivå eller poretrykkmålinger. Videre vil bilder med observasjoner av faretegn under en nedbørshendelse, som flom, vann på avveie og skred hjelpe flom- og jordskredvarslingen til å lage bedre varsler. Bilder kan sendes til flom-jordskredvarsling@nve.no

6. Implementere nødvendige midlertidige tiltak etter utstedt regionalt varsel

Anbefalinger for implementering av midlertidige tiltak er gitt i figuren ovenfor. Midlertidige tiltak kan være farebegrensende, som rensing av vannveier etc. Midlertidige tiltak kan også omfatte ekstra oppfølging i form av inspeksjon i områder med høy sårbarhet/høy risiko, innvolvering av fagekspertise og konsekvensreducerende tiltak som iverksetting av evakuering i de mest kritiske områdene.

7. Oppdatere beredskaps- og krisehåndteringsplaner og sjekke om håndtering av jordskredfare er inkludert i planene

For skredrisiko vil oppdateringer av beredskapsplanen kunne bestå i å innlemme eventuelle nye kartlegginger av skredfaresoner og/eller av sårbar infrastruktur eller annen relevant kunnskap ervervet løpende. Det bør også vurderes om det er behov for oppdateringer i beredskaps- og krisehåndteringsplaner etter en skredhendelse.

Innhold

FORORD	5
UTVIDET SAMMENDRAG	6
1 INNLEDNING	11
HVORDAN ØKE NYTTEN AV JORDSKREDVARSLINGEN?	11
RAPPORTENS MÅL OG OMFANG.....	14
2 LOKALE OG NASJONALE AKTØRERS ROLLE INNEN SKREDFOREBYGGING ...	15
3 OM VARSLINGSSYSTEM OG VARSLINGSTJENESTER	17
ELEMENTER I ET VARSLINGSSYSTEM	17
VARSLING AV JORDSKREDFARE I NORGE	19
3.1.1 REGIONAL VARSLING AV JORDSKREDFARE.....	20
3.1.2 LOKAL OVERVÅKINGS- OG VARSLINGSSYSTEM FOR JORDSKREDFARE.....	23
4 ANBEFALTE OPPGAVER FOR LOKALE MYNDIGHETER INNENFOR VARSLINGSSYSTEM FOR JORDSKREDFARE	25
GJENNOMFØRING AV RISIKO OG SÅRBARHETSANALYSER	26
4.1.1 HVOR HAR DET GÅTT SKRED FØR? HVILKE STØRRELSER? KAN DETTE FOREKOMME IGJEN?	27
4.1.2 HVOR SKRED KAN FOREKOMME?.....	27
4.1.3 HVOR OFTE KAN DET FOREKOMME? MED HVILKE GJENTAKSINTERVALL?	28
4.1.4 HVILKE INFRASTRUKTUR OG BEBYGGELSE FINNES I FAREOMRÅDENE?	31
4.1.5 HVOR STOR ER RISIKOEN?	33
4.1.6 HVILKE TILTAK KAN GJENNOMFØRES?.....	34
KUNNSKAP OM JORDSKREDFARE UTENFOR KOMMUNEGRENSER	35
BEREDSKAPS- OG KRISEHÅNDTERINGSPLAN	36
MOTTA OG FORSTÅ REGIONALT VARSEL FRA NVE.....	37
SAMLE INFORMASJON OM SKREDHENDELSER	37
IMPLEMENTERING AV MIDLERTIDIGE TILTAK	38
OPPDATERING AV BEREDSKAP- OG KRISEHÅNDTERINGSPLAN	38
5 REFERANSER	39
A. VEDLEGG – EKSISTERENDE VARSLINGSTJENESTER FOR ULIKE NATURFARER I NORGE	42
A.1 VARSLINGSTJENESTER VED NVE.....	42
A.2 LOKALE OVERVÅKING- OG VARSLINGSTJENESTER.....	43
B VEDLEGG – OM LOKALE OVERVÅKINGS- OG VARSLINGSSYSTEM	46

1 Innledning

Hvordan øke nytten av Jordskredvarslingen?

Et velfungerende varslingsystem er et viktig verktøy for å redusere risiko forbundet med jordskred og flomskred.

I Norge har Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) ansvar for den nasjonale varslingen av jordskredfare. Tjenesten kalles *Jordskredvarslingen* og utsteder regionale prognoser, som beskriver den generelle jordskredfare i et geografisk område (som kan være et fylke, en gruppe av fylker eller en gruppe av kommuner). Begrepet jordskredfare brukes som et generelt begrep som omfatter fare for skred i løsmasser som er utløst av regn og/eller snøsmelting, dvs. utglidninger, jordskred, flomskred og sørpeskred (NVE 2017a; NVE 2017b; Sund m.fl. 2020) (Figur 1). Dette vil spesielt være viktig i et fremtidig klima med økt skredproblematikk.

Tjenesten er utviklet og driftes i samarbeid med Meteorologisk institutt (MET) og Statens vegvesen ansvaret. Varslene (også omtalt som jordskredvarslene), som publiseres på Varsom.no, bør tas i aktiv bruk av kommunene, kombineres med lokal informasjon og integreres i beredskapsarbeidet.



Figur 1. Eksempler på utglidning, jordskred, flomskred og sørpeskred.

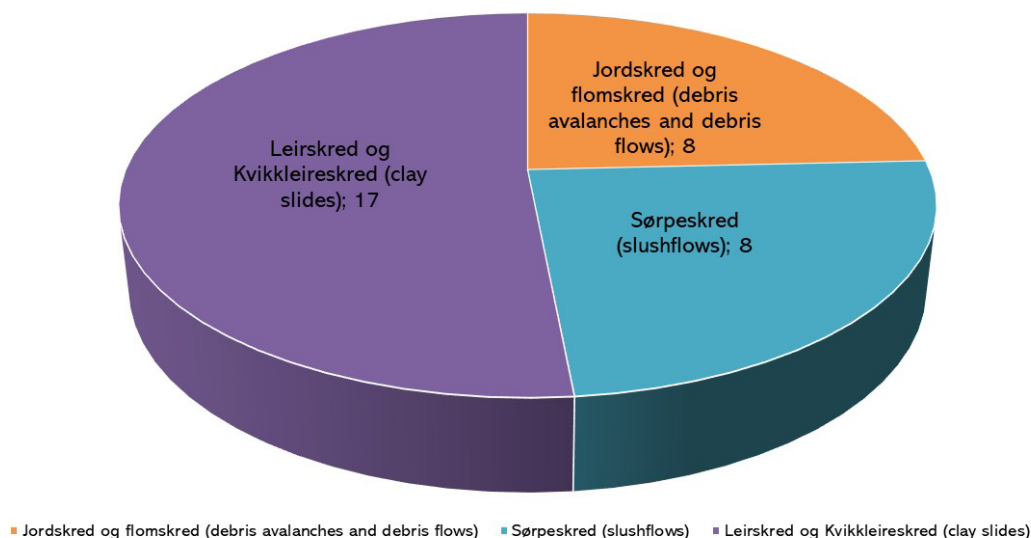
Av skredtypene dekket av jordskredvarslingen (Figur 1) fokuserer denne rapporten mest på utglidninger, jordskred og flomskred, og mindre på sørpeskred.

Økt jordskredfare i fremtiden

Basert på klimaprogner kan vi i Norge forvente klimaendringer som økning i årsnedbør, kraftigere og hyppigere episoder med styrtregn, økt temperatur og større og flere regnflommer (Hanssen-Bauer m.fl. 2015). Været er en av de største utløsningsmekanismene for skred, og klimaendringene vil derfor i stor grad påvirke faren for noen skredtyper (dvs. gi økt hyppighet og intensitet), selv om lokale forhold knyttet til terreng og grunnforhold også er avgjørende. Flere kommuner kan få utfordringer der det ikke tidligere har vært registrert skredhendelser og det blir mer krevende å kartlegge fare og å sikre alle områder. Forutsatt at det blir flere store nedbørhendelser i bratt terreng, vil jordskredfaren øke og skredtypene utløst av regn og/eller snøsmelting, som utglidninger, jordskred, flomskred og sørpeskred øke i hyppighet.

Anslagsvis forekommer det etter år 2000 årlig ca. 200 regn- og snøsmeltingsutløste skred langs veier, og omtrent 30 langs jernbane som forårsaker betydelig skader (Hisdal m.fl. 2017). Figur 2 viser antall dødsfall i perioden 1995-2021 for løsmasseskred¹, og sørpeskred. En total av 8 personer døde på grunn av jordskred og flomskred, 8 på grunn av sørpeskred og 17 på grunn av leirskred/kvikkleireskred.

Dødsfall på grunn av løsmasseskred og sørpeskred (i periode 1995-2021)
(Fatalities caused by landslide in soil and slushflow during 1995-2021)



Figur 2. Dødsfall på grunn av løsmasseskred og sørpeskred i perioden 1995-2021 (Kilde: NVE).

Valg av tiltak for risikoreduksjon

Å redusere risiko for naturfarer, som skred, er ofte knyttet til etablering av fysiske sikrings tiltak. Disse kan benyttes for å redusere faren for skred eller redusere eksponering og sårbarheten til bygninger og infrastruktur. Det er imidlertid verken samfunnsøkonomisk lønnsomt eller praktisk mulig å fysisk sikre all flom- og skredutsatt bebyggelse eller infrastruktur. Samfunnet må ha en beredskap for å håndtere hendelser som rammer områder som ikke er sikret og hendelser som går ut over det sikringstiltak er dimensjonert for. Gjennom overvåking og varsling vil det være mulig å gi forvarsel slik at mennesker og verdier kan redde (Meld.

¹ Løsmasseskred: Fellesbetegnelsen for alle skred i løsmasser (det betyr utglidning, jordskred, flomskred, leirskred og kvikkleireskred).

St. 15, 2011-2012). En analyse utført av den FN-støttede kommisjonen «Global Commission on Adaptation (GCA)» trekker også frem etablering av varslingsystem som en investering som bidrar til å redusere konsekvenser av skred og kan gi økonomisk gevinst (GCA, 2019). Norge har også de siste 10 årene jobbet med å utvikle ikke-fysiske tiltak, som etablering av varslingsystem (Colleuille & Engen, 2009) og forsterking av arealplanleggingen. Gjennom overvåking av nedbør og grunnforhold, kan det utvikles varsler for når og hvor potensielle skred vil forekomme. Ved tidlig varsling og aktivisering av aktuelle beredskapsressurser kan liv og flyttbare verdier reddes og sikkerheten for befolkningen i utsatte områder økes.

Kommunens rolle i varslingsystemet

Aktiv bruk av eksisterende regionale varsler gjør mulig iverksetting av skadeforebyggende tiltak og akutt håndtering av skredhendelser. Varlene kan derfor bidra til å forbedre beredskapen og med det redusere risiko for befolkningen. Et relevant spørsmål er imidlertid om disse varlene kan utnyttes bedre. En brukerundersøkelse utført av NVE i 2019 om varslings-tjenestene for flom- og jordskredfare (Colleuille og Engen, 2020), viser at bevisstheten om jordskredfare har økt de siste 10 årene blant de beredskapsmyndighetene som har svart på undersøkelsen. Mer enn 80% av beredskapsaktører sier at de utfører en lokal vurdering etter de mottar et varsel fra NVE og 70% gjennomfører konkrete tiltak etter et varsel. Over 86% av beredskapsaktørene mener at varslings-tjenesten er veldig nyttig, og de anser den som svært pålitelig. Men undersøkelsen indikerte også at det var større kjennskap til, og større bevissthet om, naturfarene hos transportsektoren enn hos kommunene, spesielt når det gjelder jordskredfare. En analyse utført av Devoli m.fl. 2021, om erfaringer ervervet internt i region øst i NVE, indikerer at oppfatningen av jordskredfare har økt i regionen blant lokale myndigheter og befolkningen gjennom årene, og at varslings-tjenesten har blitt et viktig verktøy i beredskapsfasen. Videre vurderer NVEs regionale stab at verdien av jordskred-varselet er større i de områdene der skredfare er kartlagt. Kommuner gis da en mulighet til å sette i gang tiltak for utvalgte eksponerte områder eller bygninger avhengig av hvilke(n) type skred som er varslet. For å kunne prioritere mellom skredutsatte områder vil det også være nyttig for kommunen å gjøre en vurdering av hvilke utsatte objekter som er de mest sårbare og/eller av størst viktighet for kommunen.

Det ble også utført en egen undersøkelse i regi av Klima 2050, sendt til 20 utvalgte kommuner som tidligere har vært utsatt for jordskred og 12 av disse svarte² (Olsen, S.G & Eidsvig, U, 2022). Undersøkelsen viser bl.a. at kommunene er flinke til å bruke veiledere og kart, og de vurderer skred i sine helhetlige ROS analyser. De fleste kommunene i undersøkelsen har også gjort vurderinger av sårbar infrastruktur som ligger innenfor aktsomhetsområder. Samtlige kommuner abonnerer på varlene fra Varsom.no. De fleste kommunene forstår hva de ulike varslingsnivåene/aktsomhetsnivåene kan innebære for kommunen, men kun få kommuner har en plan for hvordan de ulike varslingsnivåene/aktsomhetsnivåene skal håndteres (f.eks. som en del av kommunens beredskapsplan).

Nytteverdien av varlene oppfattes litt ulikt. Det pekes bl.a. på at varlene burde være mere konkrete på geografiske områder. Det varierer også om kommunene benytter seg av lokale målinger i sitt arbeid. Blant de som benytter lokale målinger rapporteres det om bruk av nedbørmåler, vannføringsmåler og poretryksmålere. Etter skredhendelser melder kommunene i liten grad hendelser inn via registreringsverktøy som RegObs.no eller skredregistrering.no.

På nasjonalt nivå er det NVE som varsler om jordskredfare (Meld. St. 15, 2011-2012).

Basert på nåværende lov, er det opp til lokale aktører (for eks. kommuner, Statens vegvesen og Bane NOR) å vurdere fare på lokalt nivå etter et utstedt regionalt varsel. Lokale aktører må også vurdere behov for overvåking og varsling på lokalt nivå, av konkrete dalsider og skredbaner langs spesifikke infrastrukturer og i bebyggede områder (som er indikert i Meld.

² Undersøkelsen var anonym

St. 22, 2007-2008; Meld. St. 15, 2011-2012 og Meld. St. 5, 2020-2021). Men hvordan kan lokale aktører vurdere jordskredfare på lokalt nivå og hva de trenger de å gjøre, og når?

Det vil trolig kunne være mye å hente ved å øke kunnskapsformidling mot lokale aktører når det gjelder jordskredfare, slik at regionale varslere blir forstått og skadeforebyggende tiltak blir utført i enda større grad på lokalt nivå. For å oppnå dette er det spesielt viktig å formidle varslernes betydning og hvordan det lokale beredskapsapparatet kan bruke dem aktivt for å redusere skader (Colleuille og Engen, 2020).

Rapportens mål og omfang

Formålet med rapporten er å gi praktiske råd og støtte til lokale myndigheter for planlegging og utforming av tiltak i hht. regionalt varsel. Rapporten spesifiserer hvordan de lokale aktørene kan innta en aktiv rolle i det nasjonale varslingsystemet av jordskredfare og å knytte den overordnet beredskapsplanningen til jordskredvarslingen.

De spesifikke målene er presentert i de 3 hovedkapitlene som utgjør dokumentet:

- *Kapittel 2 gir en oversikt over rollene til nasjonale og lokale aktører i varslingsystem og i forvaltningsmodellen for skredrisiko.* I kapitlet gir vi en nærmere beskrivelse av kommunenes beredskapsansvar og gi forbedret bevissthet om jordskredfare og kommunal beredskapsplikt (integrering av skredfare i Helhetlig ROS og i beredskapsplanene).
- *Kapittel 3 beskriver varslingsystemer og varslingstjenester generelt, gir en kort innføring på hvordan det nasjonalt varslingstjeneste er organisert, hvordan regionale jordskredvarslere utarbeides og gir et kort oversikt av eksisterende lokale overvåkings-systemer for jordskred og flomskred.* Vedlegg A viser i meir detaljer hvilke varslings-tjenester som finnes i Norge for de ulike naturfarer per i dag (både regionalt og lokalt).
- *Kapittel 4 beskriver hvordan den regionale jordskredvarslingen kan benyttes lokalt i kommunenes beredskap, ved å ta i bruk allerede eksisterende lokale data, kartverktøy og kunnskap.* I kapitlet beskrives hva kommunene kan gjøre i forkant av de regionale varslene og hvordan de kan bidra i etterkant ved å samle data på lokalt nivå. Kapitlet og Vedlegg B beskriver kort også hvordan kommunene kan (ved behov) bidra til bedre varsling av jordskredfare på lokalt nivå ved hjelp av bedre overvåking og lokale varslingsanlegg for jordskredfare.

Hovedmålgruppene for rapporten er kommunene. Men en del av informasjonen som presenteres i rapporten vil være relevant for alle lokale aktører som ønsker seg mer informasjon om varslingsystem for jordskredfare. Rapporten beskriver prinsipper som gjelder for varsling og beredskap generelt, men anvendelser og eksempler er spisset mot jordskredfare og jordskredvarslingen.

2 Lokale og nasjonale aktørers rolle innen skredforebygging

Meld. St. 5 (2020-2021) beskriver kommunenes rolle som følger: «Kommunene har en nøkkelrolle i arbeidet med samfunnssikkerhet. De har et generelt ansvar for å ivareta befolkningens sikkerhet og trygghet innenfor sine geografiske områder. Kommunene skal utvikle trygge og robuste lokalsamfunn og har en viktig rolle når det gjelder forebygging, beredskap og krisehåndtering. Kommunenes samfunnssikkerhetsarbeid skal være helhetlig, systematisk og kunnskapsbasert».

Blant alle lovene som regulerer kommunes ansvar, nevnes her noen av de viktigste som rettleider kommunen i sitt samfunnssikkerhetsarbeid. **Sivilbeskyttelsesloven** som «pålegger kommunene å arbeide systematisk og helhetlig med samfunnssikkerhet». **Plan- og bygningsloven** som er det sentrale verktøyet for å sikre god planlegging mot naturfarer. Plan- og bygningsloven «setter krav til vurdering av faren for naturskade ved all planlegging- og byggeaktivitet i Norge, og gir kommunen mulighet til å styre ny utbygging til områder som er mindre sårbare for klimaendringer eller hvor man kan gjennomføre tiltak i forkant som gjør området mindre sårbart. Arealplanlegging er sentralt for å forebygge tap og skader som følge av flom og skred.» (Meld. St. 5, 2020-2021). For eksisterende bosetning finnes også **Naturskadeerstatningsloven** som indikerer at «Den statlige erstatningsordningen for naturskader har til formål å yte erstatning etter en naturulykke slik at skadelidte kan fortsette sin virksomhet» ([Lov om sikring mot naturskader - Lovdata](#)).

Som tidligere nevnt er det krav om ROS-analyser og vurdering av skredfare både for ny bebyggelse (gjennom Plan- og bygningsloven) og for eksisterende bebyggelse (gjennom Sivilbeskyttelsesloven og gjennom Naturskadeerstatningsloven). Men utfordringene ved skredfare vil i noen tilfeller vil være for store til at kommunene klarer å håndtere dem alene, og de har behov for statlig bistand både i form av kompetanse om skred og ressurser til kartlegging, overvåking og sikring (Meld. St. 22, 2007-2008). Av denne grunn ble det foreslått i Meld. St. 22 (2007-2008) at statlige forvaltningsoppgaver innen skredforebygging skal ivaretas av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og at NVE skal bistå kommunene og samfunnet for øvrig med å håndtere utfordringene knyttet til flom og skred gjennom farekartlegging, arealplanoppfølging, gjennomføring av sikringstiltak, overvåking og varsling, samt bistand ved hendelser. De forskjellige ansvarsområdene for ulike aktører blir deretter bedre forklart i Meld. St. 15 (2011-2012).

Forvaltningsoppgavene innen skredforebygging for nasjonale og lokale aktører, må gjennomføres innenfor en forvaltningsmodell med 4 faser (Figur 3). Forvaltningsmodellen inneholder oppgaver som utføres forut for en hendelse (her: jordskred) og etter skredhendelsen. Modellen er visualisert som en sirkel, siden erfaring fra tidligere skredhendelser bør inngå i en læringsprosess for forebygging av konsekvenser fra fremtidige skred. En tilsvarende forvaltningsmodell refereres internasjonalt som "disaster maanagement cycle" eller som faser innen "disaster risk reduction" (UN/ISDR; 2015).

1) Forebygging og tiltak (Prevention & Mitigation)

Denne fasen kalles også "risikoforvaltning" og inkluderer flere aktiviteter, blant annet farekarakterisering, aktsomhetsanalyse, skredfareutredning og sårbarhets- og risikoanalyse. < I denne fasen planlegges fysiske sikringstiltak og det organiseres varslingstjenester. Arealplanlegging og inngår også i denne fasen.

Aktivitetene må gjennomføres før en hendelse inntreffer, og har som formål å svare på spørsmål som: *Hvilke naturfaretyper kan forekomme, og med hvilket omfang/ intensitet? Hvor? Hvilket gjentaksintervall? Er dette hendelser som har forekommet tidligere – i tilfelle hvor og når? Hvilke sårbare objekter finnes i fareområdene, og hva er verdien av disse? Hvor stor er risikoen? Kan risikoen reduseres? Hvordan? Hvilke tiltak kan iverksettes?*

2) Forberedelse / Beredskap (Preparedness)

Bruk av en varslingstjeneste for skred inngår i denne fasen og denne må kombineres med andre tiltak. Beredskapsplaner og krisehåndteringsplaner må være tilgjengelig og spesifisere hvordan varslene skal håndteres. Gode beredskapsplaner fordrer at kritisk infrastruktur og andre objekter og områder med skadepotensial er kartlagt på forhånd. Nødvendig utstyr for å håndtere en nødsituasjon må også være på plass.

De aktivitetene som gjennomføres må svare på spørsmålene: *Kan skredfare varsles på forhånd? Vil det bli fare for skred? Når vil skredfaren være størst? Hvor forventes skader? Hvilke infrastrukturer og personer er eksponert? Hvordan kan liv og verdier sikres?*

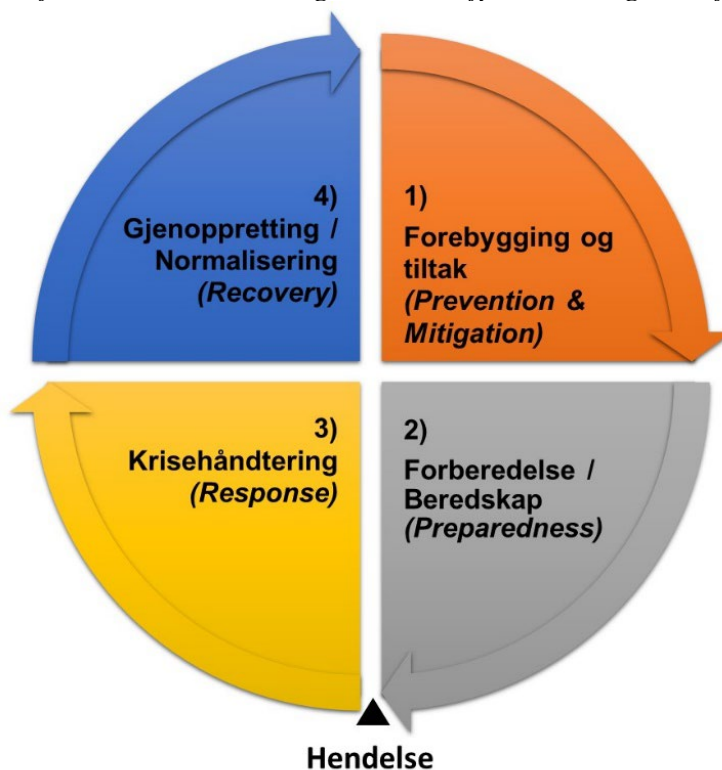
3) Krisehåndtering (Response)

I denne fasen gjennomføres tiltak for beskyttelse av liv og verdier gjennom utføring av skadebegrensende tiltak og ev. tidlig evakuering. Redning og leteaksjoner, og medisinsk hjelp inngår også i denne fasen. I tillegg inngår det å starte på en vurdering av skadeomfanget.

4) Gjenoppretting / Normalisering (Recovery)

I denne fasen skal det revideres hva som har skjedd i detalj. Hendelsen studeres, og det skal vurderes om hendelsen kan inntreffe igjen. Det skal undersøkes om risikoreducerende tiltak har fungert bra. Detaljert skadevurdering skal gjennomføres, samt reparasjoner, rehabilitering, gjenoppretting, gjenoppbygging og læringsvurdering.

De aktivitetene som gjennomføres må svare på spørsmålene: *Hva skjedde, hva slags hendelse inntraff? Hva var skadeomfanget, hvilke infrastruktur og befolkning ble skadet? Fungerte beredskaps- og krisehåndteringsplaner bra? Ble myndighetene og befolkningen varslet på forhånd? Hva bør forbedres? Har varsling eller andre fysiske sikringstiltak fungert bra?*



Figur 3. Generell forvaltningsmodell for skadeforebygging av naturfarer (modifisert fra Krøgli m.fl. 2020).

3 Om varslingsystem og varslings tjenester

Skredrisiko kan reduseres med god arealplanlegging (ved å tilpasse arealbruk til skredfare-sitasjonen og å unngå utbygging i fareområder), med fysiske sikringstiltak, som reduserer sannsynlighet for og konsekvenser av skred, og gjennom godt beredskapsarbeid, som utføres før og under en hendelse for å begrense skadeomfanget. Det er vanlig å dele inn i fysiske og ikke-fysiske sikringstiltak, der sistnevnte også refereres til som organisatoriske tiltak. Fysiske tiltak omfatter enhver fysisk konstruksjon som har til hensikt å redusere risiko. Disse inkluderer tekniske tiltak for å forhindre skred og barrierer og beskyttende konstruksjoner (f.eks. skredvoller eller skredgjerder) for å stanse eventuelle skred eller lede skredmassene bort fra eksponerte objekter. Ikke-fysiske tiltak omfatter ethvert tiltak som ikke involverer en fysisk konstruksjon, men som bruker kunnskap, praksis eller restriksjoner for å redusere risiko. Dette praktiseres gjennom lover (som forskrifter om arealbruk), bevisstgjøring av offentligheten, organisering av overvåkings- og varslingsystemer, samt opplæring og utdanning. Det er viktig å presisere at for ny bebyggelse, der sannsynligheten for naturfarer er for høy i hht. TEK 17 (DiBK, 2017), er det ikke tillatt med organisatoriske tiltak for å redusere risikoen til akseptabelt nivå (med unntak av for flodbølge/dambrudd etter fjellskred). Den resterende risikoen (som gjenstår etter samtlige tiltak) overføres til forsikringsselskapene gjennom naturskadeforsikringsordningen.

Hittil har det vært mest vanlig å foreta fysiske tiltak. Det finnes likevel situasjoner hvor fysiske tiltak ikke er praktisk mulig eller for kostbart. For eksempel kan det for en større bratt fjellside være utfordrende å stabilisere hele skråningen. Ligger det en vei nedenfor en slik fjellside, vil den da være utsatt for skred. Da kan det benyttes ikke-fysiske tiltak. Dersom det antas at det vil være risikoreduerende å stenge veien, bør et tiltak som dette være del av et varslingsystem.

Et varslingsystem (på engelsk «early warning system») klassifiseres som et «ikke-fysisk» tiltak og kan benyttes for å forhindre tap av liv, og reduserer de økonomiske og materielle konsekvensene av naturfarer. Et varslingsystem defineres av United Nations (2016) som³ "Et integrert system for overvåking av faresituasjonen og prognoser og prediksjoner for utviklingen av denne, kombinert med risikovurderinger, samt systemer og prosesser for kommunikasjon og beredskap. Et varslingsystem gjør det mulig for enkeltpersoner, lokalsamfunn, myndigheter, bedrifter og andre å iverksette tiltak tidsnok for å redusere risiko i forkant av farlige hendelser."

Varsling av skred kan foregå både på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå. Regionale varslinger utstedes typisk av myndigheter som NVE, og sier noe om at forholdene ligger til rette for at naturfarer kan forekomme i områder hvor det er fare for, eller man bør utøve aktsomhet for naturfarer. Et lokalt varslingsystem vil typisk være avgrenset til å gjelde et spesifikt område (ofte en skråning) og vil ofte inkludere lokale målinger som indikerer at noe er i ferd med, eller i fare for å skje. Lokale overvåking- og varslingsanlegg, kan opereres av lokal ekspertise, men vil uansett kreve en viss innsats av kommunene i form av økonomiske eller menneskelige ressurser. Der det ikke er ressurser til å etablere et lokalt varslingsystem vil regionale varsler i kombinasjon med lokale data være gode hjelpemidler i en beredskapssituasjon.

Elementer i et varslingsystem

Et varslingsystem (lokalt, regionalt eller nasjonalt) inkluderer fire nøkkelementer: 1) risiko-kunnskap; 2) overvåking og varslings tjenester; 3) kommunikasjon og formidling av varsel; og

³ Originaltekst på engelsk: *An integrated system of hazard monitoring, forecasting and prediction, disaster risk assessment, communication and preparedness activities systems and processes that enables individuals, communities, governments, businesses and others to take timely action to reduce disaster risks in advance of hazardous events. (United Nation, 2016)*

4) samfunnets evne til respons (UN/ISDR, 2006) (Figur 4). Alle aktører, nasjonalt og lokalt, men også befolkningen, har en viktig rolle innen hver av disse hovedelementene. Alle må utføre spesifikke handlinger for å unngå eller å redusere skader og forhindre tap av liv.



Figur 4. De fire hovedelementer i et varslingsystem (etter Krøgli m.fl. 2020 og oversatt fra UN/ISDR, 2006).

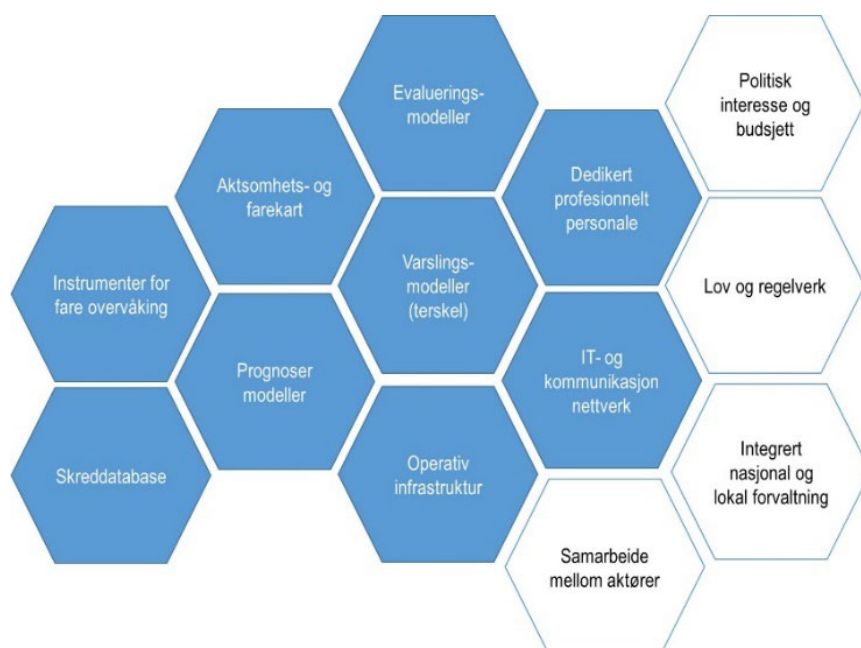
Et viktig element i et varslingsystem er «overvåkings- og varslingstjeneste» som omfatter: 1) instrumenter for overvåking (f.eks. meteorologiske, hydrologiske, hydrogeologiske, geotekniske, seismiske, og vulkanologiske instrumenter); 2) aktsomhets- og farekart; 3) nasjonal hendelsesdatabase, som kan inneholde både informasjon om naturhendelsene og om skader forårsaket av disse; 4) beregningsmodeller (f.eks. meteorologiske og hydrologiske modeller), 5) varslingsmodeller (f. eks. bruk av terskelverdier); 6) robust IT og kommunikasjonsnettverk; 7) evalueringsmodeller; 8) operativ infrastruktur og 9) dedikert profesjonelt personale.

Det har på internasjonalt nivå alltid blitt oppfordret til organisering av varslingsystemer. I Sendai-rammeverket for katastroferisikoreduksjon (UN/ISDR, 2015), er et av de viktigste målene å øke omfanget av tidlige varslingsystemer betydelig innen 2030, samt forbedre informasjon om risiko og resultat av risikovurderinger til befolkningen. Alle land skal jobbe med de følgende fire prioriteter:

- Prioritet 1: Forstå katastroferisiko (*Understanding disaster risk*);
- Prioritet 2: Forbedre styring og håndtering av katastroferisiko (*Strengthening disaster risk governance to manage disaster risk*);
- Prioritet 3: Investere i katastroferisikoreduksjon (*Investing in disaster risk reduction for resilience*);
- Prioritet 4: Forbedre katastrofeberedskap for effektiv respons og for å gjenoppbygge bedre ("Build back better") innen rehabilitering og gjenoppbygging (*Enhancing disaster preparedness for effective response and to "Build Back Better" in recovery, rehabilitation and reconstruction*).

Det er viktig å presisere at begrepene «varslingsystem» og «varslingstjeneste» ofte blir misbrukt som synonymer. Varslingssystemet involverer hele samfunnet, mens varslings-

tjenesten er ofte under en bestemt institusjon sitt ansvar. Figur 5 oppsummerer de viktigste komponenter for varslingstjenester for jordskredfare, både de som er nevnt over og komponenter som ligger utenfor institusjonen som opererer varslingstjenesten, men som er viktige for en vellykket varslingstjeneste.



Figur 5. De viktigste komponentene for en varslingstjeneste for jordskredfare. (De blå komponentene er innen institusjonen som opererer varslingstjenesten, mens de hvite komponentene er utenfor denne institusjonen).

Formålet med varslingstjenestene er å unngå tap av liv, å forebygge skade på helse og verdier, å redusere skader på infrastruktur og bebyggelse og å gi økt sikkerhet og forutsigbarhet i samfunnet (UN/ISDR, 2006).

Det finnes flere tidlige varslingstjenester for ulike naturfarer på nasjonalt og lokalt nivå verdens rundt [i.e. European Flood Awareness System (efas.eu); U.S. tsunami warning system (noaa.gov); Australian Tsunami Warning System (bom.gov.au); Earthquake warning system (ShakeAlert); UK weather warning at MET office]. En oversikt over varslingstjenester for skred i hele verden finnes i Guzzetti m.fl. (2020) og Pecoraro m.fl. (2019).

I Vedlegg A oppsummerer vi overvåkings- og varslingssystemer for ulike naturfarer, på nasjonalt og lokalt nivå, som finnes i Norge.

Varsling av jordskredfare i Norge

Varslingstjenester for jordskredfare har generelt lavere økonomisk kostnad og miljømessig påvirkning enn konvensjonelle fysiske tiltak. Ved å varsle mennesker utsatt for skredfare kan risikoen reduseres, slik at de kan unngå eller redusere skade ved å handle raskt (Intrieri m.fl. 2012).

Varsling av jordskredfare kan foregå på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå. Nasjonale/-regionale varslingstjenester ser på muligheten for flere skredtyper (ofte jordskred og flomskred samtidig), og sier noe om at forholdene i varslingsområdet ligger til rette for at skred kan forekomme i fare- eller aktsomhetsområder for skred (Piciullo m.fl. 2017; Piciullo m.fl. 2018; Guzzetti m.fl. 2020). Lokale varslingstjenester ser på enkelte skred i én spesifikk skråning/-område, og vil ofte inkludere lokale målinger som indikerer at noe er i ferd med, eller i fare for å skje (Piciullo m.fl. 2017; Pecoraro m.fl. 2019).

3.1.1 Regional varsling av jordskredfare

Den nasjonale/regionalt varslingstjenesten for jordskredfare i regi av NVE kalles *Jordskredvarslingen* og utsteder regionale prognoser, som beskriver den generelle jordskredfaren i et geografisk område (som kan være et fylke, en gruppe av fylker eller en gruppe av kommuner). Et varsel om jordskredfare varslers om fare for jordskred, flomskred og sørpeskred, beskrevet i Figur 1. Tjeneste ble etablert i oktober 2013 i NVE utviklet og driftes i samarbeid med MET og Statens vegvesen ansvaret. Tjenesten er beskrevet i Colleuille m.fl. (2017), Krøgli m.fl. (2018), Devoli m.fl. (2018) og Devoli m.fl. (2021).

Varslingstjenesten er operativ hele året og vakthavende er tilgjengelig mellom **kl. 08.00 - 21.00** på telefon +47 **400 28 777**. Faren for jord-, sørpe- og/eller flomskred vurderer daglig, for inneværende dag og de to kommende dagene og publiseres på nettportalen **www.varsom.no**.

Jordskredvarslene er i hovedsak basert på en kombinasjon av analyse av hydrometeorologiske prognoser og faglig ekspertise, derunder etablering av terskelverdier for skred. Terskelverdier er utviklet fra påviste sammenhenger mellom tidspunkt for tidligere skredhendelser og hydrometeorologiske parameter (Boje m.fl. 2014; Boje, 2017). Vurderingen av jordskredfare er basert på modellberegninger av bl.a. vanntilførsel fra regn og snøsmelting og vannmetning i bakken (hydrometeorologiske parametere). Vakthavende bruker også informasjon fra observasjoner i sanntid, historiske hendelser, erfaring og kjennskap om regional sårbarhet for den aktuelle skredtypen. Når modellberegningen viser et høyt nok nivå (terskelverdier) og vurderinger, basert på kunnskap om historisk data og erfaring, tilsier utsteder vakt-havende et varsel.

NVE vurderer situasjonen minst to ganger daglig, før 11:00 og før 15:30, og vurderingen inneholder en prognose for de neste tre dagene. Tjenesten leverer også forvarsel (3-6 dager i forveien) til Bane NOR og Vegvesenet (utpekte fagpersoner) om indikasjoner på ugunstig vær og hydrologiske forhold som krever økt oppmerksomhet og grundigere vurdering av lokale forhold. Varslingen utføres i tett samarbeid med flomvarslingen, men med egen produksjonslinje og egne varslere (Colleuille m.fl., 2017; Hisdal m.fl., 2017). Jordskredvarslingen fra NVE varslers ikke fare for fjellskred, steinskred eller steinsprang. Det utstedes heller ikke farevarsel for kvikkleireskred og leirskred, som ofte utløses av erosjon over tid eller menneskelig aktivitet.

De viktigste brukerne av jordskredvarslene er beredskapsmyndigheter, vei- og jernbane-myndigheter, kommuner, fylkeskommuner, fageksperter, NVEs regionskontor og publikum generelt. Vei- og jernbane-myndigheter har ansvar for å opprettholde transport av mennesker og gods mellom forskjellige områder i landet og de må ha kunnskap om et skred kan blokkere eller ødelegge veien og hindre trafikken i en periode. Kommunene har ansvar for befolkningen i sin kommune og de trenger å vite hvor skred kan forekomme, hvilken del av befolkningen som kan være i fare og hvilke bygninger og kommunale veier som kan være mest utsatte for skred. Publikum har ansvar for sitt eget hjem og trenger å vite om huset er i fare, samt hva de må gjøre ved fare for skred.

Faren for jordskred og flomskred kan formidles på to måter til lokale myndigheter: i form av et jordskredvarsel (sendt av NVE) og i form av et styrtregnavarsel (sendt av MET i samarbeidet med NVE).

3.1.1.1 *Jordskredvarsel (sendt av NVE)*

Hver dag utsteder NVE regionale prognoser på varsom.no for hele Fastlands- Norge, som beskriver farenivået/varslingsnivået. Et varsel om jordskredfare angir forhøyet fare for ett eller flere av disse skredtypene: jordskred (inkludert utglidning), flomskred og sørpeskred.

Eksempel på et utsendt jordskredvarsel er vist i Figur 6. Et jordskredvarsel inkluderer flere elementer, de viktigste tre av dem er (Tabell 1):

- **Varslingsnivå**
- **Varslingsområdet**
- **Varslingsteksten** (som inkluderer ulike deler som for eksempel: prognoser, type fenomen, konsekvenser, råd, gyldighetsperiode og ekstra info)

Tabell 1. Elementene i jordskredvarslene på Varsom.no (modifisert fra Krøgli m.fl. 2020, versjon mars 2022)

Elementer	Beskrivelse
Hovedbudskap	En helt kort beskrivelse av hva, og hvor det er varslet for
Varslingsnivå	Farenivå eller aktsomhetsnivå angitt med en farge og et tall. Varslingsnivå sier noe om hvilken grad av aktsomhet eller oppmerksomhet varselmottaker bør ha, og hvilke tiltak man kan gjøre for å forebygge skader. Hovedbudskap er en helt kort beskrivelse av hva, og hvor det er varslet for.
Varslingsområdet	Et kart som viser hvor jordskredfare kan treffe
Varslingstekst	En beskrivelse av hva som er grunnlaget for varselet, og hva som er ventet av konsekvenser. Varslingsteksten inkluderer: a) prognoser, b) type fenomen, hvilke skredtyper ventes c) konsekvenser, hvilke konsekvenser situasjonen kan ha på samfunnet. d) gyldighetsperiode, e) råd, varslingstjenestens råd om hvordan forholde seg til varselet, og anbefalte tiltak som bør utføres for å hindre skader som følge av jordskred. f) Betydning av varslingsnivå, en skildring av hva varslingsnivået/-aktsomhetsnivået betyr. g) ekstra info, for å indikere om varselet er nedgradert eller om et ekstra område er inkludert i varselet
Kontaktinformasjon	Telefon og eposten til varslingstjenestene
Diverse hjelpemidler	F.eks. lenker til abonnementstjenesten, sanntidsdata, kart med modellerte verdier brukt til vurderingen av aktsomhetsnivå.
Gyldighetsperiode	Generell info om gyldighetsperiode.

Varslene angir farenivå for ulike regioner, og skal fange opp potensielt farlige situasjoner som kan føre til jordskredfare. Varslingsområdene er ikke faste eller pre-definerte, men de kan være et fylke, en gruppe av fylker eller en gruppe av kommuner. Varslingsnivået blir fastsatt ved hjelp av en fargeskala med fire trinn: grønn (lav), gul (moderat), oransje (høy) og rød (veldig høy) (Figur 7). De fire nivåene gir informasjon om hva som forentes å skje, alvorlighetsgrad og anbefalte handlinger eller tiltak for å redusere potensielle skader.

3 Varsel om jord- og flomskredfare, oransje nivå for deler av Trøndelag og Møre og Romsdal (NVE)

Publisert: 23.11.2021 13:50 Gyldig: fra 23.11.2021 07:00 til 24.11.2021 06:59
Neste varsel før: 23.11.2021 15:30

Type: **Jordskred**

Flere skredhendelser er forventet. Noen kan få store konsekvenser. Utsatt bebyggelse kan bli berørt. Framkommelighet på veg og jernbane kan bli redusert. Grunnvannstanden og vannmetningsgraden i bakken er allerede høy. Det ventes stedvis regn opp mot 80 mm/dagn som vil øke faren for jord- og flomskred i varselområdet.

Detaljer

Fare øker	Tirsdag morgen 23. nov. 2021
Fare minker	Onsdag morgen 24. nov. 2021
Høyde	0 - 1200 moh
Konsekvens	Flere skredhendelser er forventet. Noen kan få store konsekvenser. Utsatt bebyggelse kan bli berørt. Framkommelighet på veg eller jernbane kan bli redusert.
Råd	Hold deg oppdatert om utviklingen av været, skred- og flomsituasjonen, og følg værradaren. Hold deg unna bratte skråninger, samt bekker og elveløp med stor vannføring. Hold stikkrenner, kummer og andre vannveier fri for snø/is, grus, søppel, kvist og løv. Tette vannveier med oppdemmet vann kan forårsake skred. Beredskapsmyndigheter skal vurdere fortløpende behov for beredskap og forebyggende tiltak.
Betydning av varselnivå	Alvorlig situasjon som forekommer sjelden, krever beredskapsmessige forberedelser og kan medføre alvorlige skader. Oransje nivå er det nest høyeste av våre varselnivåer.

Råd for forebygging av skader ved flom- og jordskredfare

Gode forberedelser er viktig for å redusere risiko for skader! [Les om hva kan du gjøre for å forberede deg til en mulig storflom og en periode med jordskredfare.](#)

Årsaker

Regn, Snøsmelting, Vannmetning (i jord)

Kontaktinformasjon

Flomvarslingen:
Tlf. 404 36 000 (ikke sms) 08.00–21.00 alle dager

Jordskredvarslingen:
Tlf. 400 28 777 (ikke sms) 08.00–21.00 alle dager

Varsienes gyldighetsperiode
Varslene gjelder fra kl. 07 til kl. 07 normaltid.

Nyttige lenker
[Abonner på varsler \(SMS og e-post\)](#)

Figur 6. Eksempel på jordskredvarsel (fra Varsom.no, versjon des. 2021).

	Jordskred	Flom
Rødt	Ekstrem situasjon som forekommer svært sjelden, krever tett oppfølging og kan medføre store skader. Det vil være stor fare for at liv går tapt, og det kan bli store ødeleggelser på eiendom og infrastruktur.	
	Svært mange skredhendelser er forventet. Flere kan få store konsekvenser. Store hendelser kan nå bebyggelse, veg eller jernbane	Omfattende oversvømmelser, erosjonsskader og flomskader på bebyggelse og infrastruktur. Gjentakstintervallet er mer enn 50 år.
Oransje	Alvorlig situasjon som forekommer sjelden, krever beredskapsmessige forberedelser og kan medføre alvorlige skader. Det vil være en reell fare for at liv og verdier kan gå tapt, og at veier og baner bli stengt.	
	Flere skredhendelser er forventet. Noen kan få store konsekvenser. Utsatt bebyggelse kan bli berørt. Framkommelighet på veg og bane kan bli redusert	Omfattende oversvømmelser, erosjonsskader og flomskader på utsatte steder. Gjentakstintervallet er mer enn 5 år.
Gult	Utdfordrende situasjon som krever oppfølging og kan medføre skader lokalt	
	Skredhendelser kan forekomme. Utsatte bane- og vegstrekninger kan bli berørt	Lokale oversvømmelser og/eller erosjonsskader pga. raskt økende vannføring i bekker/småelver, isgang, is i bekke-/elveløp, tele etc. Spesielt stor vannføring/vannstand i forhold til hva som er normalt for årstiden. Vannføring tett oppunder oransje nivå
Grønt	Generelt trygge forhold på regionalt nivå med unntakelse når det foreligger et varsel om kraftige regnbyger som indikerer fare for overvann i tettbygde områder, lokale oversvømmelser, bekke- og elveløpsendringer, jord- og flomskred der regnbygene treffer. Andre type skred som steinskred, steinsprang og kvikkleireskred inngår ikke i jordskredvarslingen	

Figur 7. Varslingsnivå for jordskredfare og flomfare.

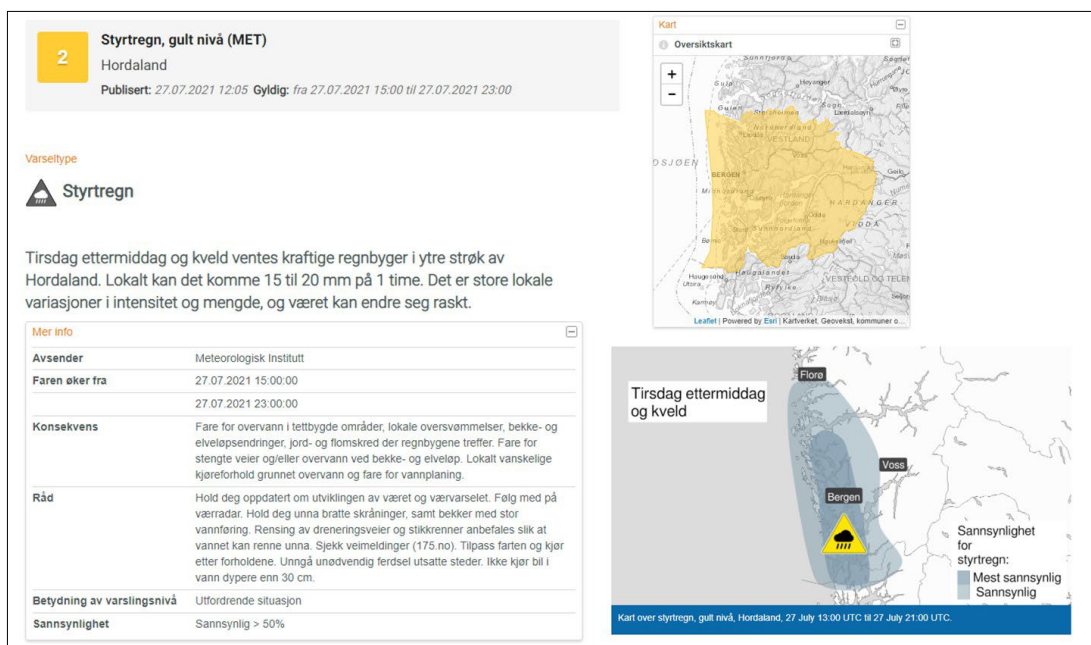
Jordskredvarslingen i NVE har vært operativ de siste 8 årene og det har i denne perioden blitt sendt ut mange varsler med ulike varselnivå. En oversikt over sendte varsler finnes i Devoli m.fl. 2021 og en årlig oppsummering finnes også på varsom.no og i DSB kunnskapsbanken.

3.1.1.2 Styrregnvarsel (sendt av MET i samarbeidet med NVE)

I perioden mellom mai og begynnelsen av oktober kan det utstedes et «styrregnvarsel», som er et samordnet varsel mellom Meteorologisk institutt (MET) og NVE. Det varsler fare for styrregn som defineres som intense regnbyger over én eller noen timer, gjerne helt lokalt. Lyn, torden, hagl og kraftig vindkast hører ofte sammen med styrregn.

Når det regner så intenst over en kort tidsperiode blir det ofte utfordringer med overvann. Tettbygde områder, asfalterte veier eller steder som mangler god nok drenering er ofte spesielt utsatt. Andre mulige konsekvenser er bekke- og elveløpsendringer og jord- og flomskred der regnbygene treffer. Styrregn er et sommerfenomen som vi stadig oftere opplever.

Det er kun to varslingsnivåer for styrregn der oransje nivå er høyeste nivå. Styrregnavarsel på oransje nivå er en alvorlig situasjon som forekommer sjelden. “Svært kraftig styrregn” kan gi store skader i det området som blir berørt av den intense nedbøren. Tidligere sendte MET farevarsel om kraftige regnbyger og NVE egne farevarsel om flom- og jordskred. **Fra 2020 av er disse samlet til ett farevarsel fra MET, kalt styrregn-varsel. Det betyr at publikum og beredskapsaktører får ett samordnet varsel.** Les mer [Styrregn \(met.no\)](https://www.met.no/styrregn); [Ny rutine for varsling av styrregn, flaum og skred \(met.no\)](https://www.met.no/ny-rutine-for-varsling-av-styrregn-flaum-og-skred). Eksempel på styrregnavarsel vises i figur 8.



Figur 8. Eksempel på styrregnavarsel (fra Varsom.no, versjon des. 2021).

3.1.2 Lokal overvåkings- og varslingssystem for jordskredfare

Data samlet og presentert i Vedlegg A viser at det finnes ingen operative varslingssystemer på lokalt nivå i Norge som brukes kun for jordskred og flomskred.

Det finnes to overvåkings- og varslingsanlegg langs vei som brukes for å overvåke og varsle særlig snøskred, men som kan også brukes for å varsle andre skredtyper som bl.a. flomskred (Tabell A3 i Vedlegg A). Det ene benytter dopplerradar og finnes i Nord Norge langs Fv 900 Holmbuktura (Tromsø) og den andre bruker dopplerradar og andre sensorer i tillegg og finnes på Vestlandet langs E16 i Bogelia (Vaksdal).

Tre prototyper av overvåkings- og varslingsanlegg på lokalt nivå har blitt implementert inntil nå i Vestland, Viken og Trøndelag. Disse overvåker skråninger utsatte for jordskred og flomskred.

Ved Anestølsvatnet, nordvest fra Sogndal i Vestland fylke, ble det i 2011 anlagt en utvidet meteorologisk stasjon (Anestølen 77.24.0) med automatiske målinger av lufttemperatur, relativ fuktighet, vind, nedbør, globalstråling, nettostråling, snøens vannekivalent, snødyp, snøtemperatur og markvann og grunnvannstand. I skråningen øst for stasjonen ble det anlagt 3 rør (Anestølen rør 1, rør 2 og rør 3) med målinger av grunnvannstand, jordfuktighet og

jordtemperatur for å øke kunnskapsnivået om tidlige tegn på flomskred - og jordskred. Dette har vært et pilotprosjekt ved NVE i samarbeid Høgskulen på Vestlandet (tidlig Høgskolen i Sogndal). Noen resultater av disse målinger ble presentert nylig i Bondevik & Sorteberg (2021).

Som en del av Klima 2050 gjennomfører NGI siden 2019, i samarbeid med Bane NOR og Jernbane direktoratet et pilotprosjekt i Eidsvoll. Dette pilotprosjektet omfatter overvåking av en 25-30 m høy skråning med en helning på ca. 45° i øvre del, som potensielt er utsatt for jordskred. Parametere som overvåkes i skråningen er volumetrisk vanninnhold, porevanntrykk, temperatur og jordsug. Nedenfor skråningen går det en jernbanelinje som kan bli rammet om skred utløses. Formålet med pilotprosjektet er å etablere et skredvarslingssystem basert på sanntidsdata fra overvåkingen, som kan varsle jernbanemyndighetene ved forhøyet fare for skred. Pågående arbeid består i å kalibrere en hydrologisk modell ved hjelp av måledataene og en geomekanisk modellering hvor både jordas styrke og hydrologiske forhold inkluderes. Disse vil videre danne grunnlaget for å definere terskelverdier for varsling.

I Trøndelag langs E14 mellom Hegra og Meråker ble en prototype av lokal overvåking for jordskred og flomskred installert i 2018, som en del av Klimadigital prosjektet ([KlimaDigital \(sintef.no\)](https://www.klimadigital.no)) og vedlikeholdes av NTNU (Depina og Oguz, 2021; Depina m.fl. 2021). Systemet skal overvåke meteorologiske forhold og grunnforhold som kan forårsake jordskred og flomskred og inkluderer en fysikk-basert modell og to overvåkningsanlegg med klimastasjoner og flere sensorer for måling av grunnvannsforhold. Den fysikkbaserte modellen henter dataprognoser fra xgeo.no og viser endringer i sikkerhetsfaktor i skråninger gjennom likevektsbetraktninger for en uendelig lang skråning under regn- og snøsmeltings hendelser.

4 Anbefalte oppgaver for lokale myndigheter innenfor varslingsystem for jordskredfare

Lokale myndigheter, kommunen, statsforvalter og nødetatene er ansvarlige for den lokale/-regionale krisehåndteringen. De har ansvar og oppgaver innen jordskredvarslingen og innen håndtering av naturfarer generelt. De må iverksette oppgaver som flytting, evakuering, innhenting av faglig bistand, tekniske undersøkelser og eventuelle midlertidige eller permanente fysiske tiltak, som generelt indikert også her [Forebygg skader - råd til beredskapsaktører - Varsom](#).

De viktigste oppgavene som må utføres av lokale myndigheter er å:

1. Gjennomføre risiko- og sårbarhetsanalyser innenfor kommunegrensene som innebærer bl.a. kartlegging av kritiske punkter og sårbare infrastrukturer for alle naturfarer. Ved behov kan de implementere nødvendige permanente tiltak (se også kapittel 4.1.6 og Vedlegg B).
2. Samle kunnskap om jordskredfare utenfor kommunegrensene (spesielt langs de viktigste transportforbindelsene til og fra kommunen).
3. Etablere beredskaps- og krisehåndteringsplaner på bakgrunn av ROS analysen
4. Motta og forstå regionalt varsel fra NVE.
5. Samle data for å bidra til de regionale varslene og til risiko- og sårbarhetsvurdering.
6. Implementere nødvendige midlertidige tiltak etter utstedt regionalt varsel.
7. Oppdatere beredskaps- og krisehåndteringsplaner og sjekke om håndtering av jordskredfare er inkludert i planene.

Disse oppgavene kan knyttes til forvaltningsmodellen presentert i Figur 3, men flere av oppgavene går inn i flere faser. Oppgavene 1, 2 og 3, dvs. gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyser inngår som en del av fase 1 (forebygging og tiltak). Men disse oppgavene bør også inngå som en del av fase 4 (gjenoppretting/normalisering), for å kunne benytte tidligere hendelser til læring og benytte erfaringene i oppdateringer av planer for forebygging og beredskap. Oppgave 4, dvs. å motta og forstå regionalt varsel fra NVE vil i sin helhet inngå som en del av fase 2 (beredskapsplanleggingen). Oppgave 5, dvs. å samle data for å bidra til bedre regionale og lokale risiko- og sårbarhetsvurdering er viktig oppgaven i fase 3 (krisehåndtering). Oppgaver 6, dvs. oppdatering av beredskapsplaner inngår i fase 4 og 1. Oppgave 7 dvs. implementere av nødvendige midlertidige tiltak kan gjennomføres i fase 2 og 3.

Oppgavene kan også knyttes til det regionale varselet, som vist i Figur 9. Noen av disse oppgavene må gjennomføres i en normalsituasjon i forhold til jordskredfare, dvs. på grønt farenivå. Andre oppgaver må aktiveres så snart et regionalt varsel på gult, oransje eller rødt farenivå har blitt sendt ut. Figur 9 oppsummerer hvordan beredskapen bør økes med økende farenivå (trinnvis beredskap) og anbefaler hvilke oppgaver som bør utføres på de ulike farenivåene. Disse omfatter også iverksetting av midlertidige eller permanent tiltak.

I resten av kapittelet forklarer vi de ulike oppgavene mer i detalj og anbefaler hvilke data og verktøy som kan benyttes for å løse dem.

Regional varsel fra NVE	Tiltak på lokalt nivå
<p>1 Grønt farenivå Lav jordskredfare Generelt trygge forhold!</p>	<p>Normal situasjon Ansvar: Kommunen generelt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Være bevisst på været som er og kommer • Abonner på varsom.no for å få regionale varsler • Gjennomfør risiko- og sårbarhetsanalyse • Lag/oppdater beredskaps- og krisehåndteringsplaner • Gjennomfør nødvendige tiltak ved behov (som for eksempel god arealplanlegging, fysiske sikringstiltak, eller organisering av lokale overvåkings- og varslingssystemer) <p>Husk at steinsprang eller kvikkleireskred med store konsekvenser kan forekomme på dette nivå og at det kan være behov for lokal beredskap og krisehåndtering.</p>
<p>2 Gult farenivå Moderat jordskredfare</p>	<p>Mobiliseringsfase Ansvar: Beredskapsansvarlig</p> <ul style="list-style-type: none"> • Følg med på regionalt varsel på varsom.no og oppdateringer • Vurder å iverksette beredskapsplaner og å øke bemanning • Vurder forebyggende midlertidige tiltak i kritiske punkter/for høy-risikoobjekter (f. eks. rense stikkrenne, sjekke drenering langs bekkeløp, evakuering) • Informere innbyggerne om eventuelle tiltak • Vurder å ta kontakt med fagekspertise ved behov • Følg med på observasjoner/ målinger i sårbare områder • Dokumenter hva som har skjedd av skader og hendelser (og registrerer i regobs.no) <p>Husk at jordskred og flomskred med store konsekvenser kan forekomme på dette nivået og at det kan være behov for lokal beredskap og krisehåndtering.</p>
<p>3 Oransje farenivå Høy jordskredfare</p>	<p>Aksjonsfase Ansvar: Beredskapsansvarlig</p> <ul style="list-style-type: none"> • Følg med på regionalt varsel på varsom.no og oppdateringer • Lokale beredskapsplaner må iverksettes • Vurder å organisere/aktivere kriseenhet (økt bemanning) • Evakuering må iverksettes ved behov • Ta kontakt med fagekspertise ved behov • Alle risiko objekter må være identifisert og forebyggende midlertidige tiltak i kritiske punkter må igangsettes (f. eks. rense stikkerenne, sjekke drenering langs bekkeløp) • Informer innbyggerne om tiltak • Dokumenter hva som har skjedd av skader og hendelser (og registrerer i regobs.no) • Hold tett kontakt med regional kriseenhet
<p>4 Rødt farenivå Svært høy jordskredfare</p>	<p>Innføring av begrensninger Ansvar: Beredskapsansvarlig</p> <ul style="list-style-type: none"> • Følg med på regionalt varsel på varsom.no og oppdateringer og følg situasjonen tett • Følg beredskapsplaner • Kriseenhet aktivert og beredskapsbemanning på plass • Pågående evakuering • Fagekspertise på plass • Informer befolkningen om evakuering og andre tiltak • Informer regional kriseenhet • Dokumenter hva som har skjedd av skader og hendelser (og registrerer i regobs.no)

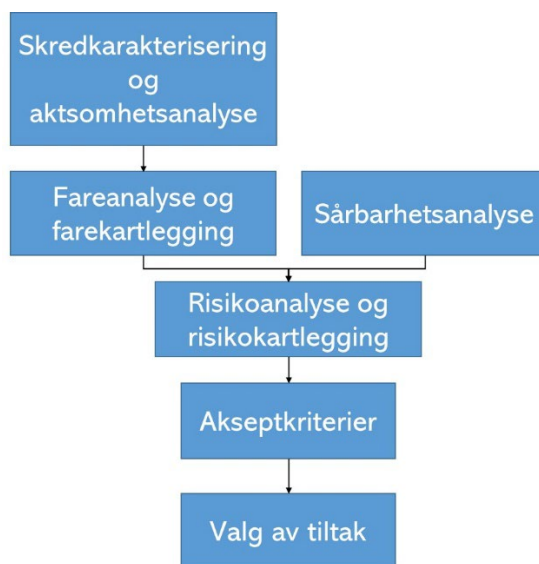
Figur 9. Anbefalte oppgaver og tiltak som gjennomføres i forbindelse med de ulike varslingsnivåene fra NVEs regionale jordskredvarsling.

Gjennomføring av risiko og sårbarhetsanalyser

Er jordskredfare identifisert? Og risikovurdert?

Som nevnt over inngår denne oppgaven i en del av den såkalte «forebyggings- og tiltaks fasen» (Figur 3). Iht. sivilbeskyttelsesloven §14 er kommunen forpliktet til å kartlegge uønskede hendelser som kan inntreffe i kommunen, sannsynligheten for at disse hendelsene inntreffer

og hvordan dette kan påvirke kommunen. Dette arbeidet skal inn i kommunens helhetlige risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) og risikohåndtering (Figur 10), hvor kommunen, identifiserer de eksponerte, sårbare objektene⁴ innenfor kommunegrensene. Ideelt sett burde kommunen lage et risikokart, som inndeler et område i soner etter risiko (eksempelvis fra lav til høy). Risikoen klassifiseres ved å kombinere informasjon om sannsynligheten for en hendelse med mulige konsekvenser hendelsen medfører. Dette sikrer at jordskredfare lovmessig vil inngå som en del av kommunens arbeid med samfunnssikkerhet og beredskap, herunder ved utarbeiding av planer.



Figur 10. De viktigste fasene i risikohåndtering av jordskred.

Den følgende informasjonen må være grunnlaget for enhver risikoanalyse:

4.1.1 Hvor har det gått skred før? Hvilke størrelser? Kan dette forekomme igjen?

Kunnskap om skred som har gått tidligere i et område bidrar til en bedre forståelse av jordskredfare i fremtiden. Mange typer skred gjentar seg på samme sted (samme skråning). For eksempel skjer flomskred ofte i de samme kanaler/dreneringsveier. Jordskred er i stor grad engangshendelser, men flere jordskred kan gå ned i samme utløpssone og kan derfor skje innenfor samme skråning. Det er derfor viktig at hver kommune er klar over hvilke skredtyper som har skjedd tidligere, hvor de har skjedd og hvilke størrelser de hadde. Man må imidlertid være klar over at klimaendringer og menneskelig påvirkning (f.eks. knyttet til drenering, etablering av ny infrastruktur etc.) kan endre forholdene lokalt og gi skred på nye steder. Informasjon om tidligere skred finnes i den nasjonale skreddatabasen som vises i Figur 11. Kjennskap til skredtype og størrelser kan gi informasjonen om potensielle konsekvenser og er viktig kunnskapsgrunnlag for valg av tiltak.

4.1.2 Hvor skred kan forekomme?

Kommunene kan bruke tilgjengelige aktsomhetskart og faresonekart for å se hvor det kan være fare for jordskred og flomskred. Faresonekart gir den mest detaljerte informasjonen, men finnes kun i kartlagte områder. Aktsomhetskart kan brukes i steder hvor finnes ikke faresonekart.

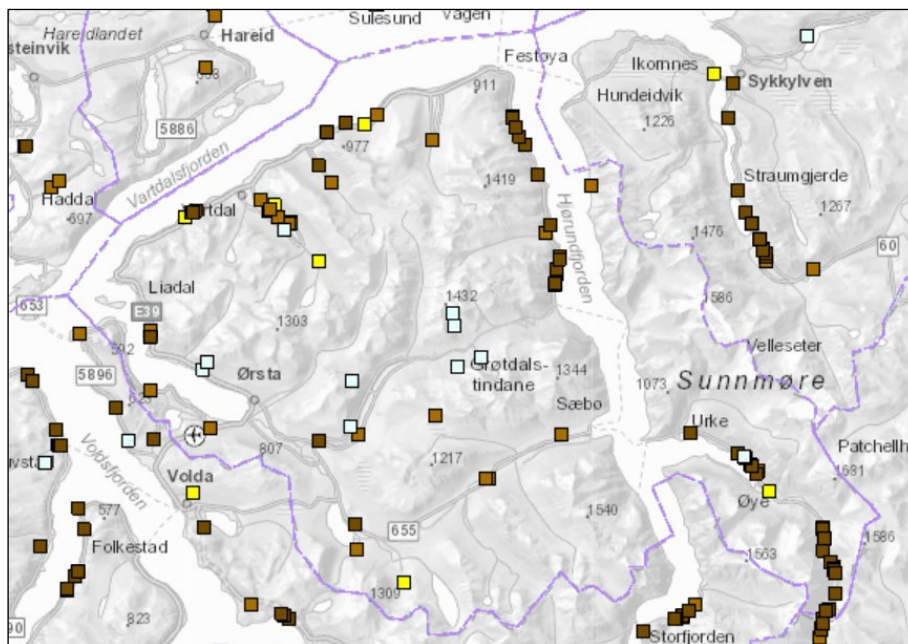
⁴ Sårbare objekter omfatter befolkning, eiendom, økonomisk aktivitet, kritisk infrastruktur (de anlegg/systemer som er nødvendig for opprettholdelsen av samfunnets kritiske funksjoner, og som igjen dekker samfunnets grunnleggende behov og befolkningens trygghetsfølelse). Se også Tabell 3.

Aktsomhetskart viser områder hvor et skred potensielt kan forekomme (Figur 12). Kartet er som regel basert på GIS-modeller og i noen tilfeller enkle befaringer. I forbindelse med arealplanlegging kan aktsomhetskart antyde hvor skredfare bør utredes før utbygging. For jordskredfare må aktsomhetskart for jordskred og små flomskred i målestokk 1:50.000 (Fischer m.fl. 2014) brukes. Disse stedfester potensielle utløsnings- og utløpsområder for jordskred og små flomskred. Kartene viser hvilke skråninger som er utsatte for jordskred og utglidninger og hvilke bekker som potensielt kan bli rammet av store flomskred i slake elveløp. Kartene er tilgjengelige fra NVE sine nettsider (<https://temakart.nve.no/link/?link=jordflomskredaktsomhet>). Det finnes ikke aktsomhetskart for sørpeskred.

Faresonekart kvantifiserer sannsynligheten for skred i et gitt område. Et faresonekart inkluderer skredfrekvens (sannsynligheten/gjentaksintervall) for en eller flere typer skred innenfor det kartlagte området. Det kartlagte området inndeles i soner med tilhørende sannsynlighet (jf kravene i TEK 17, se Figur 13). Et faresonekart kan også vise den samlede sannsynligheten for flere typer skred. Kartene for skred i bratt terreng (det betyr steinsprang, jordskred, flomskred og sørpeskred) er tilgjengelige fra NVE sine nettsider [NVE Faresoner for skred i bratt terreng](#).

4.1.3 Hvor ofte kan det forekomme? Med hvilke gjentaksintervall?

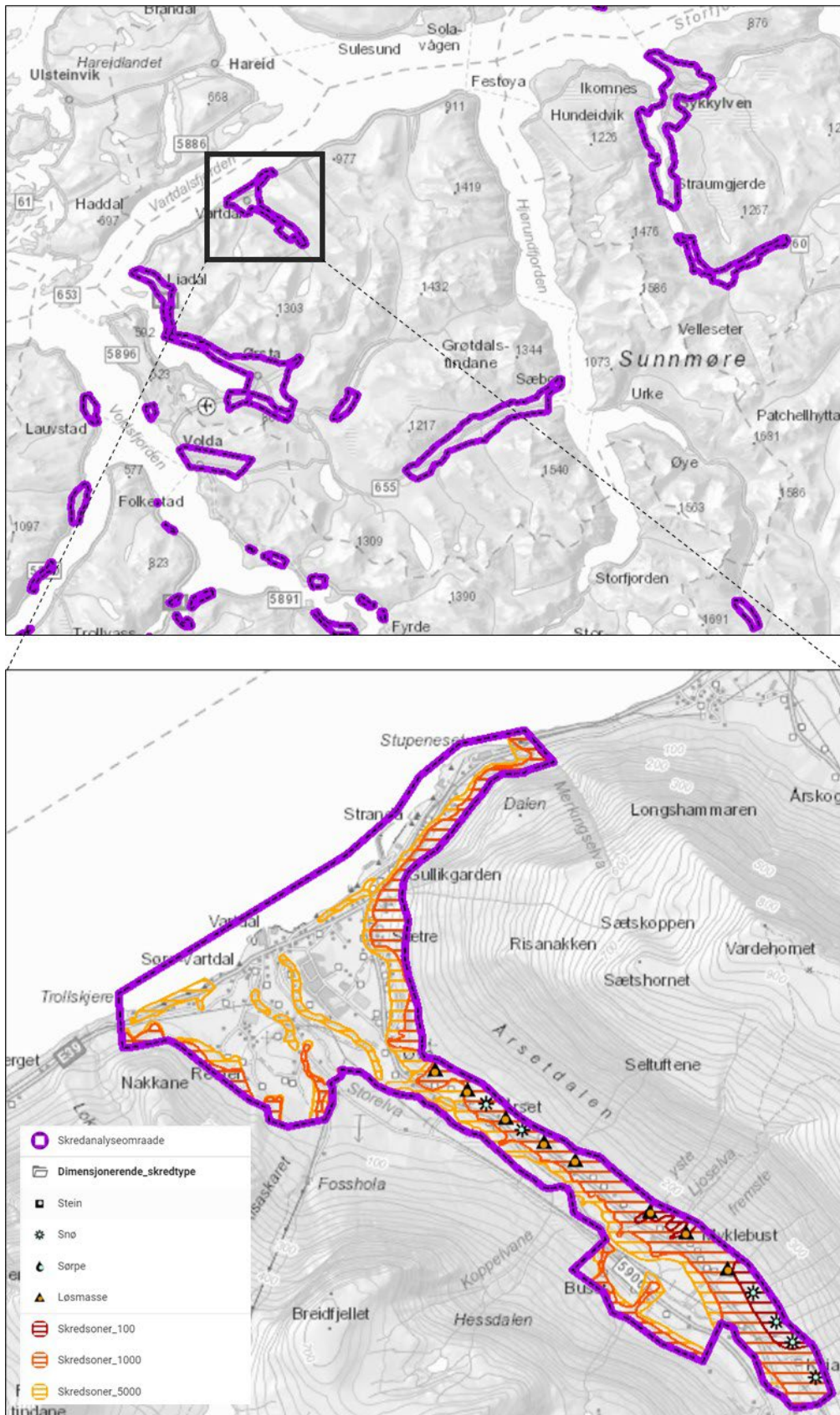
Jordskred og flomskred forekommer i bratte skråninger dekket av løsmasser når gitte hydro-meteorologiske forhold inntreffer. Fareanalyser hjelper med å definere hvilke størrelser en kan forvente med ulike gjentaksintervall. Farenivå skal dokumenteres gjennom en skredfareutredning ([Veileder - Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak \(nve.no\)](#)). Iht. Plan- og bygningsloven må kommunene kreve faren utredet før ny utbygging. I tillegg setter Sivilbeskyttelsesloven krav om gjennomføring av helhetlige ROS-analyser for eksisterende bebyggelse, der vurdering av skredrisiko kan inngå. Veileder for helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse i kommunen, (DSB, 2014), beskriver hovedtrinnene i utformingen av en helhetlig ROS. Det er også et krav om oppfølging av de helhetlige ROS analysene i beredskapsplanene. Kommunene kan benytte informasjonen fra NVEs farekartlegging for å identifisere fareområder. Faresonekart for skred i bratt terreng angir samlet skredfare, men inneholder også informasjon om hvilken skredtyper som er dimensjonerende i ulike områder. Kartene omfatter gjentaksintervallene 100år, 1/1000år, 1/5000år, som samsvarer med kravene i TEK 17 til ny bebyggelse (DiBK, 2017). I Jølster gikk de fleste skredene i løp som var kartlagt med gjentaksintervall 1/100 for jordskred/flomskred/sørpeskred. NVEs faresonekart og farekartlegging retter seg først og fremst mot eksisterende bebyggelse. Ved identifisering og prioritering av områder for skredfarekartlegging er det derfor lagt vekt på hvor det bor og oppholder seg mennesker innenfor potensielt skredfareutsatte områder. NVE har utført faresonekartlegging for skred i bratt terreng for områder prioritert i Plan for skredfarekartlegging (NVE, 2011). Kartleggingen dekker skredtypene snøskred, sørpeskred, steinsprang, jordskred og flomskred og er tilgjengelig fra NVE sine nettsider (<https://temakart.nve.no/link/?link=Skredfaresone>) (Figur 13).



Figur 11. Informasjon om tidligere skredhendelser. Ørsta kommune brukes som eksempel. Kart viser kun løsmasseskred og sørpeskred. (Kilde: NVE atlas)



Figur 12. Aktsomhetskart for jordskred (brune områder) og små flomskred (lys grønt områder). Ørsta kommune brukes som eksempel. (Kilde: NVE atlas)



Figur 13. Faresonekart for skred i bratt terreng. Ørsta kommune brukes som eksempel. Øverst: Oversiktskart av kartlagte området i kommune. Nederst: Detaljer av Årsetdalen området. Punkt-symboler viser hvilken skredtype som er dimensjonerende for faresonen. (Kilde: NVE atlas og NVE rapport 23/2015)

4.1.4 Hvilke infrastruktur og bebyggelse finnes i fareområdene?

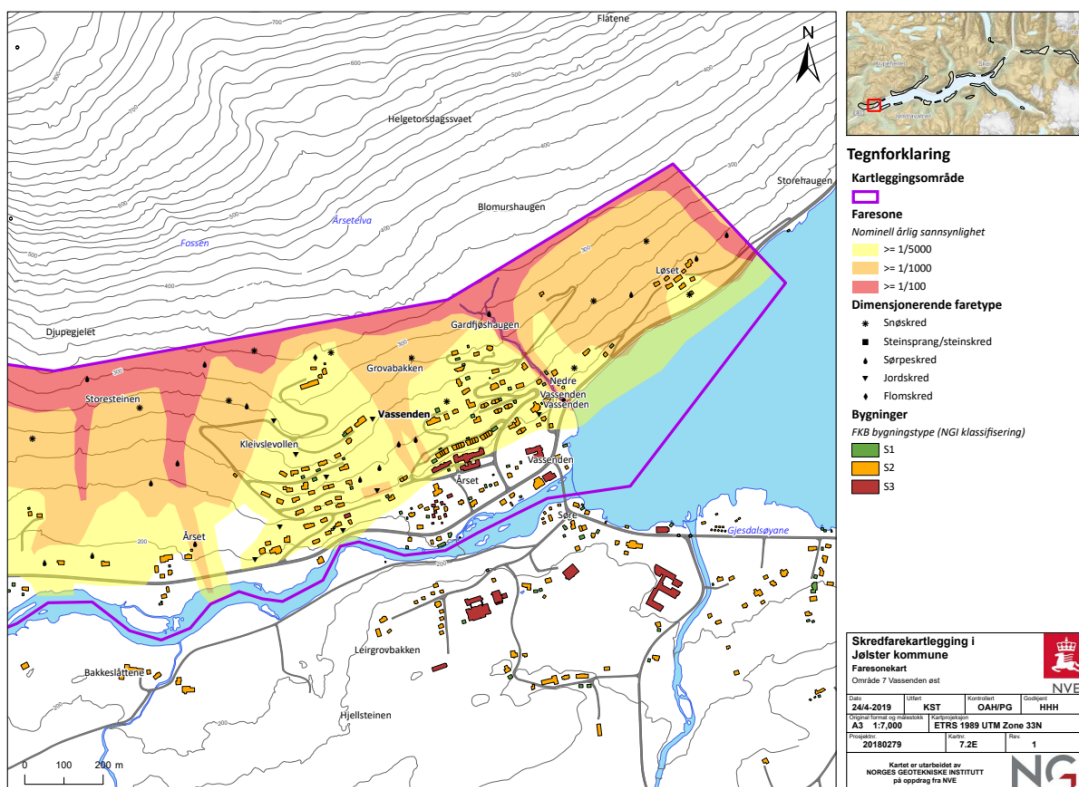
Hva er av høyest verdi for samfunnet? Hvor forventes skader? Hvor alvorlige blir konsekvensene?

For en kommune er det viktig å identifisere og kartlegge infrastruktur, områder og objekter med skadepotensial, omtalt som sårbare områder og objekter. Dette bør gjøres uavhengig av eksponering for ulike farer og omfatte hele kommunen. Type og verdi av disse spesifiseres, der verdi kan omfatte materielle verdier og samfunnsfunksjoner og ikke-materielle verdier som liv, helse og miljø. Hovedgrupper av og eksempler på sårbare objekter og områder, som kan benyttes i en slik kartlegging er gitt i Tabell 2. For hver faretype, som f.eks. skred bør det i tillegg kartlegges hvilke sårbare områder og objekter som befinner seg i de skredutsatte områdene.

Tabell 2. Kategorisering av sårbare objekter og områder

Hovedgruppe av sårbart område/objekt	Eksempler
Personer	Innbyggere, pendlere, turister
Bygninger	Boliger, hytter, kontorlokaler, forretningsbygg, kulturlokaler og idrettshall.
Infrastruktur	Sykehus, skoler, barnehager, vann- og strømforsyning, nødetater, transportinfrastruktur (spesielt veier med få omkjøringsmuligheter eller mye trafikk), kommunikasjonsinfrastruktur
Objekter av stor økonomisk betydning eller hvor det er potensiale for stort skade omfang	Offentlige institusjoner, industriområder, kraftverk, arealer med høy verdikonsentrasjon områder med fare for biologiske eller kjemiske farer/forurensning Elver/bekker som kan demmes opp / endre løp og skape utfordringer nedstrøms
Livsgrunnlag for mennesker	Vann (grunn- og drikkevann), luft, jord, skog, dyrket mark og husdyr
Kulturarv	Kulturminner og kulturobjekter av høy lokal betydning
Natur og miljø	Naturreservat, viktige naturområder dyreliv

I sårbarhetsanalysen gjøres også en vurdering av viktighet av de ulike byggverkene i et område. Dette kan gjøres ved hjelp av bygningsklasser, som differensieres etter hvor store konsekvensene kan bli om bygningen rammes av skred. Antall personer som normalt oppholder seg i bygningen blir da et viktig kriterium for å definere klassen. Det foreslås å benytte sikkerhetsklassene for skred som er definert i TEK 17. Sikkerhetsklasse S1 omfatter for eksempel byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser (f.eks. garasje, uthus, lagerbygning med lite personopphold). Sikkerhetsklasse S2 kan for eksempel være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser (f.eks. enebolig, tomannsbolig). Sikkerhetsklasse S3 omfatter for eksempel byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser (f.eks. rekkehus, boligblokk). I tillegg til byggene i klasse S1 – S3 kommer en klasse for byggverk hvor konsekvensene av en skredhendelse vil være særlig store og gi uakseptable konsekvenser for samfunnet. Dette gjelder for eksempel bygninger som har nasjonal eller regional betydning for beredskap og krisehåndtering, slik som regionsykehus, regional eller nasjonal beredskapsinstitusjon, og lignende. Figur 14 viser et eksempel på sårbarhetskategorisering av bebyggelse.

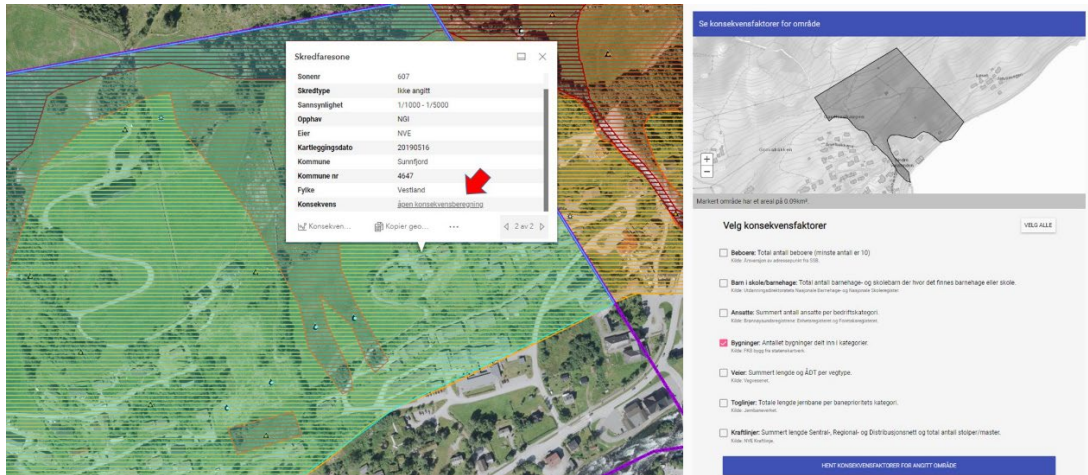


Figur 14. Eksempel på inndeling av bebyggelse i sikkerhetsklasser i Vassenden, Sunnfjord kommune (Kilde: NVE atlas og NVE rapport 45/2019)

Kartlegging av bebyggelse kan gjøres ved hjelp av data fra felles kartdatabase (FKB), som er en samling datasett med noen av de mest detaljerte kartdataene i Norge. I en GIS-analyse kan bygningspolygoner hentes fra FKB. Alle bygninger har en tresifret bygningstype, som kan kobles til sikkerhetsklasse skred, sikkerhetsklasse flom og tiltakskategori.

For å identifisere og kartlegge sårbare områder, bebyggelse og kritisk infrastruktur kan kommunen bruke konsekvensverktøyet laget av NVE, [Beregn konsekvensparametere \(nve.no\)](http://nve.no). Verktøy gir muligheten til å velge mellom ulike konsekvensfaktorer som (beboer, barn i skole/barnehage, ansatte, bygninger, veier, toglinjer og kraftlinjer) (Figur 15).

Dersom sårbare områder, bebyggelse eller infrastruktur ligger nært eller innenfor potensielle skredområder, vil det være naturlig å rette beredskapsfokus dit ved et regionalt skredvarsel. I en akutt situasjon kan det i tillegg måtte gjøres prioriteringer mellom ulike sårbare områder og objekter. Da vil vurderinger av type og alvorlighet av potensielle konsekvenser inngå og liv og helse vil ha høyeste prioritet.



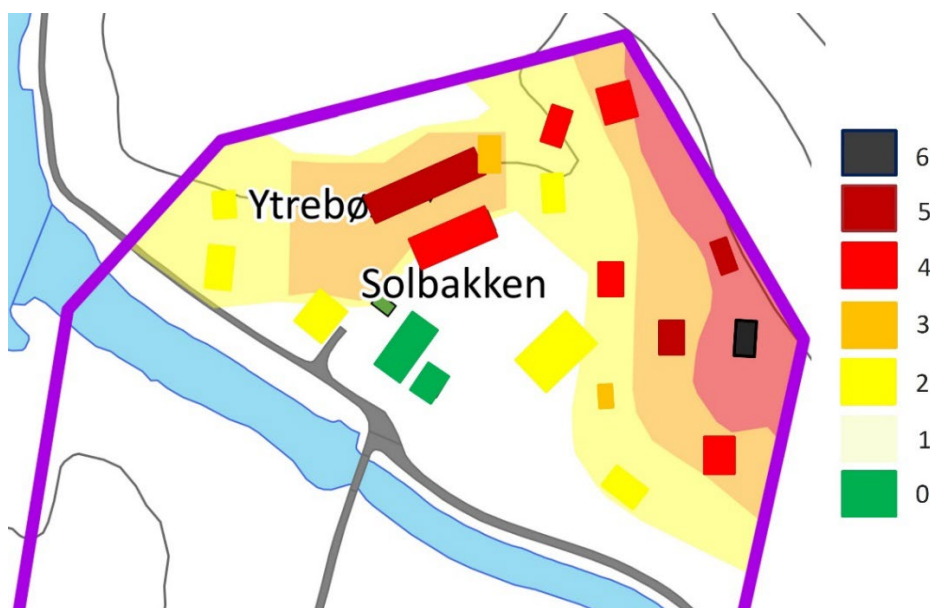
Figur 15. Sjermdump av faresonekart og konsekvensverktøy. Eksempel i Vassenden, Sunnfjord Kommune (Kilde: nettsider (https://temakart.nve.no/link/?link=Skredfarezone_og_Beregnet_konsekvensparametere (nve.no), versjon mars 2022)

4.1.5 Hvor stor er risikoen?

For å gjøre slike prioriteringer som er nevnt over kan det være nyttig å ta sårbarhetsvurderingen et steg videre og også vurdere risiko for den utsatte bebyggelsen. I risikoanalysen kombineres fareanalyse og sårbarhetsanalyse og det kan lages et risikokart. Et risikokart er et nyttig verktøy for å identifisere bygninger eller områder der det er behov for oppfølging og iverksetting av tiltak etter et utstedt regionalt varsel. Det finnes flere eksempler på risikokart. På det mest omfattende nivået tar risikokartet hensyn til samtlige gjentakintervaller for skred, men det kan også lages kart som kombinerer fare og konsekvens for ulike gjentakintervaller. På det mest lokale nivået kan det vurderes risiko per bygning. Hver bygning kan da vurderes ut fra sikkerhetsklasse til bygget og hvilken faresone bygget ligger i. Resultatet kan presenteres ved hjelp av fargekode per bygning, som foreslått i Tabell 3, der hver farge representerer ett risikonivå. Eksempel på en slik risikovurdering er gitt i Figur 16.

Tabell 3. Forslag til risikokategorisering av bygg, som ligger i eller utenfor faresoner og aktsomhetssoner. Risikonivået angis på en skala 0-6 og er illustrert med fargekode, med økende alvorlighet etter trafikklysmoell (Grønt-gult-rødt).

Byggkategori	Fare/aktsomhetszone				
	1/100	1/1000	1/5000	Aktsomhet	Ingen sone
S1	Rød (4)	Oransje (3)	Gul (2)	Lysegul (1)	Grønn (0)
S2	Mørkerød (5)	Rød (4)	Oransje (3)	Gul (2)	Grønn (0)
S3	Svart (6)	Mørkerød (5)	Rød (4)	Oransje (3)	Grønn (0)



Figur 16. Fiktivt eksempel på gradering av skredrisiko (på en relativ skala 1-6) på bygningsnivå, basert på kombinasjon av byggkategori og faresone, som beskrevet i Tabell 3.

For sammenlikning mellom større områder kan risiko graderes etter en kombinasjon av skred-sannsynlighet og antall bygninger som er helt eller delvis innenfor faresonen, hvilken sikkerhetsklasse disse bygningene tilhører og størrelsen på sonen. Dette kan f.eks. gjøres ved å beregne en vektet sum av antall bygninger, der bygninger i S3 vektet høyere enn S2 og S2 høyere enn S1, som normaliseres ved å dividere med arealet av sonen.

4.1.6 Hvilke tiltak kan gjennomføres?

Etter at kommunen har kartlagt risikoen, må det avgjøres om risikoen kan aksepteres eller ikke. Hvis risikoen ikke er ansett som akseptabel må kommunen iverksette tiltak for å få risikoen ned på et akseptabelt nivå. Tiltak for å redusere risikoen kan være fysiske eller ikke fysiske (også kalt organisatoriske) og de kan være midlertidige eller permanente.

Fysiske tiltak (f.eks. skredvoll) kan brukes for å stoppe skred eller for å lede skredmassene bort fra kritisk infrastruktur. Oversikt over fysiske tiltak finnes i Safeland (2011, 2012a), eller i [Sikringstiltak - NVE](#) og [Årsrapportar for gjennomførte sikringstiltak - NVE](#). Nettsiden <https://www.larimit.com/> er også et nyttig verktøy for valg av sikringstiltak for skred.

Ikke-fysiske, organisatoriske tiltak, som arealplanlegging er viktig for å unngå bosetning i områder med høy fare ([Arealplanlegging - NVE](#)).

Permanente tiltak er de som implementeres bare én gang og for en lang periode. I den kategorien finnes både fysiske tiltak og ikke-fysiske (organisatoriske) tiltak.

Begrepet midlertidige tiltak refererer til de tiltakene som kommunen må implementere for en avgrenset periode, når de mottar et naturfarevarsel fra NVE eller MET. De anbefalte midlertidige tiltak som kommunen må gjennomføre for å redusere skader på grunn av jordskredfare er indikert i Figur 9. Begrepet midlertidige tiltak kan også referere til tiltak som implementeres i en mellomperiode før permanente fysiske tiltak implementeres.

Blant de permanente, ikke-fysiske tiltakene inngår også organisering av overvåking og varsling på lokalt nivå. For slike systemer er hovedmålet midlertidig evakuering av mennesker fra potensielle fareområder når farenivået anses som for høyt (Piciullo m.fl. 2017).

Kommunen må bestemme hvilke tiltak som er mest hensiktsmessige og det kan innebære en kombinasjon av flere typer tiltak (for eksempel kombinasjon av organisatoriske og fysiske tiltak).

4.1.6.1 Kort om lokale overvåkings – og varslingssystemer

Gjennom fare- og risikovurdering kan steder med høy fare eller høy risiko identifiseres. Denne vurderingen kan videre benyttes for å identifisere steder hvor det er behov for tiltak. Kommunen kan f.eks. bestemme seg for å utarbeide fysiske tiltak eller å organisere en lokal overvåking av konkrete dalsider og skredbaner, der det er kjent skredproblematikk eller der skredrisikoen er vurdert til å være for høy.

Et lokalt overvåkings- og varslingssystem overvåker en spesifikk skredutsatt skråning og varsler om potensiell forekomst av skred. Et varslingssystem kan bidra til å øke sikkerheten for områder og infrastruktur av stor samfunnsmessig betydning som vil rammes dersom et skred utløses. Slik infrastruktur kan være viktige bygninger (f.eks. sykehus, skoler) eller vei og jernbane.

Dersom man skal opprette et lokalt varslingssystem er det viktig å avklare tre ting (Piciullo m.fl. 2017):

- Hva er behovene og sårbarheten i området som er utsatt for skred?
- Hva kan stå i veien for at innbyggerne handler dersom det blir sendt ut et varsel?
- Hva er de geologiske og geomorfologiske tilstandene, og forholdene som utløser skred?

Det kan være nødvendig å etablere et lokalt varslingssystem dersom:

- Det er gjentatte skredhendelser innenfor samme område i kommunen
- Det er lite hensiktsmessig med fysisk sikring
- Konsekvensene av skredet er av et visst omfang.
- Det er nok varslingstid/ledetid⁵ for evakuering

I organisering av et lokalt overvåkings- og varslingssystem må det stilles følgende spørsmål:

- Hvilke typer overvåkingsinstrumenter og varslingssystem bør velges?
- Hvem skal ha ansvaret for oppfølging av målingene, varslingsmodell, daglige analyser, og kommunikasjon av varslene til innbyggere på lokalt nivå? Hvordan kan befolkningen varsles?
- Hvor ligger kostnadene ved å etablere og å vedlikeholde et varslingssystem?

Det finnes flere ulike varianter av lokale varslingssystemer i verden med forskjeller innen organisasjon, målingsmetoder eller varslingsmetoder (Stähli m.fl. 2015; Pecoraro m.fl. 2019). Noen er ganske enkle, mens de fleste er komplekse, og krever store ressurser for oppfølging. For mer detaljer ser Vedlegg B.

Kunnskap om jordskredfare utenfor kommunegrenser

Kan kommunen bli isolert på grunn av jordskred utenfor kommunegrensene?

Det er viktig for kommunen å få oversikt over hvilke vei- eller banestrekninger til og fra kommunen som kan bli stengt på grunn av jordskredfare og om stengning av disse kan isolere kommunen. Dette må gjøres i samarbeid med Statens Vegvesen, fylkeskommunen, Bane NOR og statsforvalter.

⁵ Varslingstid/ledetid: the interval between the time a warning is issued and the beginning of the forecasted landslide event (Pecoraro m.fl. 2019)

Beredskaps- og krisehåndteringsplan

Er beredskaps- og krisehåndteringsplaner på plass?

I hht. Sivilbeskyttelsesloven §15 plikter kommunen, med utgangspunkt i helhetlig ROS, å utarbeide en beredskapsplan som skal inneholde en oversikt over hvilke tiltak kommunen har forberedt for å håndtere en uønsket naturfarehendelse, som f.eks. skred. Før utarbeidelse av beredskapsplanen bør kommunen ha gjort kartlegging av skredutsatte områder og sårbare områder og objekter, som beskrevet i Kapittel 4.1. Kommunen må også sørge for å disponere nødvendig utstyr og bemanning og det vil være nyttig å skaffe en oversikt over tilgjengelige aktuelle tiltak. Tiltak for å sikre liv og verdier i de skredutsatte områder kan omfatte:

- Observasjon og informasjonshenting
- Orientering/varsling til befolkningen
- Klargjøring av ressurser
- Omdirigering av trafikk
- Evakuering av personer og verdier
- Etablere enkle, midlertidige tiltak som kan redusere skredrisikoen

Gode forberedelser er viktig for å redusere skadeomfanget. Beredskapsplanen skal beskrive handlinger forut for en uønsket hendelse (her: en jordskredhendelse), for å redusere potensielle skader forårsaket av skred i det berørte området.

Beredskapsplanen bør inneholde:

- Oversikt over mulige forebyggende midlertidige tiltak, som rensing av vannveier, og rensing av avløpsveier for is, snø, søppel, grus og sand slik at vannet kan renne uten hinder ([Forebygg skader - råd til beredskapsaktører - Varsom](#))
- Oversikt over tilgjengelige ressurser (både materiell og personell)
- Oversikt over høyrisiko objekter som vil trenge oppfølging etter et skredfarevarsel. Kart som viser hvor jordskredrisikoen er høy (hvor kritiske og sårbare objekter ligger innenfor fare-/aktsomhetssoner) og hvor er det behov for potensielle inngrep/tiltak ved skredfarevarsel er viktige verktøy. Eksempler på sistnevnte kan være kart som viser hvor det skal gjennomføres midlertidig tiltak, ekstra vedlikehold, som sjekking av stikkrenner eller oversikt over evakueringsområder og evakueringsruter.
- Beskrivelse av hvert potensielt inngrep/tiltak som skal utføres forut en skredsituasjon/-ved skredfare
- Oversikt over potensielle inngrep/tiltak som skal utføres knyttet til regionale varslingsnivåene fra Varsom.no
- Informasjons- og opplæringsplan, som spesifiserer ansvaret for gjennomgang og oppdatering av informasjon, samt for opplæring og gjennomføring av øvelser.

Ved å utarbeide beredskapsplan på dette detaljnivået sikres bevissthet om ressursbegrensninger og om hvilke objekter/områder som skal prioriteres. I tillegg vil det synliggjøres at planleggingen ikke bare kan gjøres som et skrivebordsstudie, men må gjennomgå og optimaliseres i felt. I tillegg vil det være nyttig å definere;

- Plan for kommunens kriseledelse dersom et skred skulle inntreffe
- Plan for informasjon til befolkning og media
- Evakueringsplan for de ulike sårbare områdene
- Varslingslister dersom et skred skulle inntreffe

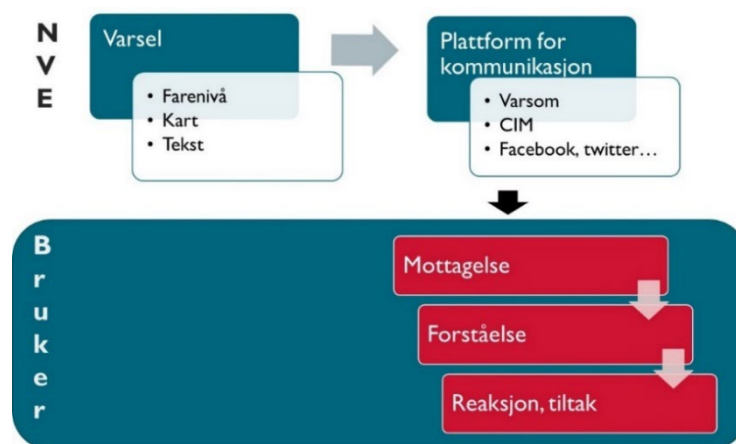
De regionale varslene vil være mest effektive om det på forhånd er definert hvordan beredskapen skal økes med økende farenivå (trinnvis beredskap) og at det konkretiseres hvilke tiltak som skal iverksettes i de ulike situasjonene (se Figur 9).

For å sikre at informasjonen i kommunens helhetlige ROS og beredskapsplan er kjent, samt at kommunen vet hvordan de skal handle dersom et jord- og flomskredvarsel blir sendt ut, kan kommunen arrangere en beredskapsøvelse med tema jordskred og flomskred. Slike øvelser kan organiseres av beredskaps- og nødetaten i kommunen, og kan også inkludere befolkningen. Om befolkningen inkluderes i beredskapsøvelsen er det viktig å spesifisere trygge områder og samlingspunkt. DSB (2016) har utarbeidet en veileder i planlegging, gjennomføring og evaluering av øvelser, som er et godt hjelpemiddel for en helhetlig tilnærming til en slik øvelse.

Motta og forstå regionalt varsel fra NVE

Figur 17 illustrerer hvordan NVEs farevarsler formidles til brukerne og viser hva som forventes av brukerne (mottagelse og forståelse av varslene og iverksetting tiltak ved behov).

- 1) Kommunen anbefales å abonnere på varsom.no (gratis tjeneste) for å få daglig varsler fra varsom.no på e-post og/eller SMS.
- 2) Kommunens personell som mottar varselet må sette seg inn i hva varselet betyr og også forstå usikkerheter og begrensningene beheftet med varselet, ses kapittel 3.2.1.
- 3) Kommune må starte å reagere med å gjennomføre tiltak indikert i Figur 9 ved gult, oransje og rødt varsel.



Figur 17. Formidling av NVEs farevarsler til brukere (fra Krøgli m.fl. 2020)

Samle informasjon om skredhendelser

Tilgang på gode data om hendelser og skader (på grunn av skred eller andre naturfarer) er svært nyttig for evaluering og forbedring av det regionale varselet i etterkant. Det er også behov for en kontinuerlig oppdatering av datasettene som brukes for farevurdering i farekartlegging og i regional varsling, slik at varslingen kan basere seg på nyere data med god kvalitet og gjerne supplert med målinger og observasjoner på lokalt nivå (for eksempel målinger av nedbør eller grunnvannforhold). Når NVE har utstedt et varsel kan informasjon om skred som har gått kan benyttes i vurderinger om varselet skal forlenges eller om det skal heves ett nivå (dvs. fra gult til oransje nivå eller fra oransje til rødt nivå). Det er derfor ønskelig at kommunen bidrar med innsending av data og informasjon om lokale observasjoner og rapporterer om hva som har skjedd (skader og hendelser) gjennom registreringsverktøy **regobs.no** eller **skredregistrering.no**. Informasjonen kan også sendes til NVEs regionskontor og/eller jordskredvarslingen via epost til flom-jordskredvarsling@nve.no.

Regobs.no er et samlingssted for naturfareobservasjoner og registrering av naturfarehendelser. Regobs er en sanntids-database og behandler data som ferskvare. Observasjoner benyttes i den daglige farevurderingen av de fire varslingstjenestene til NVE *Snøskredvarslingen*, *Isvarslingen*, *Flomvarslingen* og *Jordskredvarslingen* (Devoli m.fl. 2020).

Informasjon som er av interesse og kan registreres i regobs.no er:

- Data om skredhendelsen (plassering, tidspunkt, samt størrelse og skredtype).
- Observasjoner som faretegn, bilder av skred eller flom, vann på avveie, eller måling av vannstand, flomskred høyde eller dybde av skredavsetning.
- Skader (etter hendelsen)

Skredregistrering.no er en nettside for å registrere og å oppdatere informasjon om skred i den nasjonale skreddatabasen. Skredhendelser registrert i regobs.no kommer automatisk inn i skredregistrering.no etter ca 2 døgn, hvor informasjonen kan redigeres og oppdateres. Brukere kan registrere skred med flere detaljer enn det som er mulig i Regobs, som f.eks. informasjon om hvilket område som er påvirket av skredet, dvs. både løsneområde og utløpsområde (Devoli m.fl. 2020). Dataene danner et historisk arkiv og har mange bruksområder. De er nyttige for planlegging av beredskap, danner et viktig datagrunnlag i etablering av kommune- og reguleringsplaner, samt for bruk i skredvurderinger og i forskning.

Implementering av midlertidige tiltak

Midlertidige tiltak (eller permanente tiltak) kan implementeres i følge anbefalinger indikert i Figur 9. Midlertidige tiltak kan være farebegrensende, som rensing av vannveier etc. Midlertidige tiltak kan også omfatte ekstra oppfølging i form av inspeksjon i områder med høy sårbarhet/høy risiko, involvering av fagekspertise og konsekvensreducerende tiltak som iverksetting av evakuering i de mest kritiske områdene. Kommunen kan også bistå nasjonale myndigheter med å organisere lokal overvåking gjennom instrumentering for å måle nedbør, temperatur og grunnvann for eksempel. De lokale målinger kan gi komplementær informasjon til NVEs varslingstjeneste. Målingene vil si noe om forhold helt lokalt, og vil være spesielt nyttig dersom de er lokalisert i områder som er identifisert som sårbare. Målinger som er relevante for jordskredfare kan være bl.a. nedbørmålinger, grunnvannsnivå eller poretrykkmålinger (se Vedlegg B).

Oppdatering av beredskap- og krisehåndteringsplan

Trenger vi å oppdatere beredskaps- og krisehåndteringsplaner ?

I hht. forskrift om kommunal beredskapsplikt skal kommunens beredskapsplan til enhver tid være oppdatert, og som et minimum revideres en gang pr. år. For skredrisiko vil oppdateringer kunne bestå i å innlemme eventuelle nye kartlegginger av skredfaresoner og/eller av sårbar infrastruktur eller annen relevant kunnskap ervervet løpende. Det bør også vurderes om det er behov for oppdateringer etter en skredhendelse.

Det er da viktig at kommunen evaluerer hele hendelsesforløpet knyttet til skredhendelsen. Formålet med evalueringen er å beskrive de erfaringene kommunene gjorde seg under håndteringen av skredhendelsen. Hva fungerte bra og hva fungerte mindre bra? Det bør identifiseres læringspunkter, se hva som bør forsterkes og hva som eventuelt bør endres i beredskapsplanen for å kunne være bedre rustet til å håndtere kommende skredhendelser.

5 Referanser

- Boje S. (2017). Hydrometeorologiske terskel for Jordskredfare på Sørlandet og Østlandet. NVE rapport 64/2017. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge.
- Boje S., Colleuille H., Devoli G. (2014). Terskelverdier for utløsning av jordskred i Norge. Oppsummering av hydrometeorologiske terskelstudier ved NVE i perioden 2009 til 2013. NVE-NIFS rapport 43/2014. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge.
- Bondevik S., Sorteberg A. (2021). Groundwater fluctuations during a debris flow event in western Norway – triggered by rain and snowmelt. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 25, 4147–4158, 2021; <https://doi.org/10.5194/hess-25-4147-2021>
- Calvello M. (2017). Early warning strategies to cope with landslide risk, *Rivista Italiana di Geotecnica*, 2, 63–91, <https://doi.org/10.19199/2017.2.0557-1405.063>, 2017.
- Colleuille, H., Boje, S., Devoli, G., Krøgli I.K., Engen I.K., Sund M., Skaslien T., Humstad T., Frekhaug M., Wiréhn P. (2017). Jordskredvarslingen. Nasjonal varslingsstjeneste for jord-, sørpe- og flomskredfare. NVE rapport 75/2017. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge.
- Colleuille H., Engen I.K. (2009). Utredning om overvåking og varsling av løsmasse- og snøskredfare på regionalt nivå. NVE rapport 16/2009. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge.
- Colleuille, H., Engen I.K. (2020). Brukerundersøkelse om flom- og jordskredvarslingen, NVE rapport 6/2020. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge.
- Depina I., Oguz E. (2021). Report: Dissemination of sensor data and landslide predictions through an early warning system. Sintef report: 2021:01226 – Restricted
- Depina I., Devoli G. Oguz E. (2021). Report: KlimaDigital, Case Study. Sintef report: 2021:01227 - Restricted
- Devoli G., Jarsve K. T., Mongstad H.M., Sandboe K.S., Jensen OA. (2020). Kontroll av registrerte skredhendelser og tildeling av kvalitetsnivå for utglidning, jordskred, flomskred og sørpeskred. NVE rapport 31/2020. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge.
- Devoli G., Colleuille H., Sund M., Wasrud J. (2021). Seven Years of Landslide Forecasting in Norway—Strengths and Limitations. In: Casagli N., Tofani V., Sassa K., Bobrowsky P.T., Takara K. (eds) *Understanding and Reducing Landslide Disaster Risk*. WLF 2020. ICL Contribution to Landslide Disaster Risk Reduction. Springer, Cham. http://doi-org-443.webvpn.fjmu.edu.cn/10.1007/978-3-030-60311-3_30 (page 257-264)
- Devoli, G., Tiranti, D., Cremonini, R., Sund, M., Boje, S. (2018). Comparison of landslide forecasting services in Piedmont (Italy) and Norway, illustrated by events in late spring 2013, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 18, 1351-1372, <https://doi.org/10.5194/nhess-18-1351-2018>, 2018.
- DiBK (2017) Veiledning om tekniske krav til Byggverk.Veiledning til kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger. Direktoratet for byggkvalitet, 2017.
- DSB (2016). Grunnbok: Introduksjon og prinsipper. Veiledning i planlegging, gjennomføring og evaluering av øvelser. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.
- DSB. (2014). Veileder til helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse i kommunen. DSB tema, ISBN: 978-82-7768-344-7, oktober 2014.
- Fischer, L., Rubensdotter, L. og Stalsberg, K. (2014). Aktsomhetskart jord- og flomskred: Metodeutvikling og landsdekkende modellering. NGU rapport 2014.019
- GCA (2019): Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience September 2019, Global commission on adaptation, tilgjengelig på: <https://gca.org/reports/adapt-now-a-global-call-for-leadership-on-climate-resilience/>
- Haga J., Glad P.A (2012). Landsomfattende mark- og grunnvannsnett Drift og formidling 2011. NVE rapport 15/2012. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge.
- Hanssen-Bauer I., Førland E.J., Haddeland I., Hisdal H., Mayer S., Nesje A., Nilsen J.E.Ø., Sandven S., Sandø A.B., Sorteberg A., Ådlandsvik B. (2015). Klima i Norge 2100 –

- Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. Norsk Klimaservicesenter, NCCS Report 2/2015 203pp. ISSN: 2387-3027
- Hisdal H., Bjordal, H., Colleuille, H., Engeset, R., Helgås, G., Odberg, M.M., Sivle, A. og Steinvik, K. (2017). Evaluering av snø- og jordskredvarslingen. NVE rapport 38/2017. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge.
- Intrieri E., Gigli G., Mugnai F., Fanti R., Casagli N. (2012). Design and implementation of a landslide early warning system. *Engineering Geology*. Volumes 147–148, Pages 124-136, <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2012.07.017>
- Krøgli K. I., Devoli G., Borsányi P., Engeset R., Majala D. G. (2020). Effektiv kommunikasjon av naturfarevarsel fra NVE. Hvordan kan NVE best formidle naturfarevarsler? NVE rapport 21/2020. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge.
- Krøgli, I. K., Devoli, G., Colleuille, H., Boje, S., Sund, M., & Engen, I. K. (2018). The Norwegian forecasting and warning service for rainfall-and snowmelt-induced landslides. *Natural hazards and earth system sciences*, 18(5), 1427-1450. <https://doi.org/10.5194/nhess-18-1427-2018>, 2018.
- Guzzetti F., Gariano S., Peruccacci S., Brunetti M.T., Marchesini I., Rossi M., Melillo M. (2020). Geographical landslide early warning systems. *Earth-Science Reviews* (2020) 102973 <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.102973>
- Lundgren Kristensen L., Jensen O.A., Devoli G., Rustad B.K., Verhage A., Viklund M., Larsen J.O. (2015). Terminologi for naturfare. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 1 Naturskadestrategi NVE-NIFS rapport 90/2015. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge.
- Meld. St. 22 (2007-2008) Samfunnssikkerhet— Samvirke og samordning
- Meld. St. 15 (2011-2012) Hvordan leve med farene - om flom og skred
- Meld. St. 5 (2020-2021) Samfunnssikkerhet i en usikker verden
- NVE (2011). Plan for skredfarekartlegging. Status og prioriteringer innen oversiktskartlegging og detaljert skredfarekartlegging i NVEs regi. NVE rapport 14/2011. Norges vassdrags-og energidirektorat, Oslo, Norge.
- NVE (2015). Skredfarekartlegging i Ørsta kommune NVE rapport 23/2015. Norges vassdrags-og energidirektorat, Oslo, Norge.
- NVE (2017a). Jordskred og flomskred. Faktaark 5-13. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge.
- NVE (2017b). Hva er sørpeskred? Faktaark 6-13. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge.
- NVE (2019). Faresonekartlegging i Jølster kommune. NVE rapport 45/2019. Norges vassdrags-og energidirektorat, Oslo, Norge.
- Olsen, S.G & Eidsvig, U (2022). Skredhendelser. Resultater fra spørreundersøkelse om kommuner og varsling. Klima 2050 Note 145. Oslo 2022
- Pecoraro G., Calvello M., Piciullo L. (2019). Monitoring strategies for local landslide early warning systems. *Landslides* 16:213–231. <https://doi.org/10.1007/s10346-018-1068-z>
- Piciullo, L., Calvello, M., Cepeda, J.M. (2018). Territorial early warning systems for rainfall-induced landslides. *Earth-Sci. Rev.* 179, 228–247. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.02.013>.
- Piciullo L., Pecoraro G., Cepeda J. (2017). Note 32 - Landslide early warning systems - a global review. *Klima 2050*, 2017.
- Safeland (2011). Deliverable D5.2. Toolbox of landslide mitigation measure. Project SafeLand - Living with landslide risk in Europe: Assessment, effects of global change, and risk management strategies. [SafeLand \(ngi.no\)](http://SafeLand.ngi.no)
- Safeland (2012a). Deliverable D5.1. Compendium of tested and innovative structural, non-structural and risk-transfer mitigation measures for different landslide types. Project SafeLand - Living with landslide risk in Europe: Assessment, effects of global change, and risk management strategies. [SafeLand \(ngi.no\)](http://SafeLand.ngi.no)
- Safeland (2012b). Deliverable D4.8 - Guidelines for landslide monitoring and early warning systems in Europe – Design and required technology. Project SafeLand - Living with

- landslide risk in Europe: Assessment, effects of global change, and risk management strategies. [SafeLand \(ngi.no\)](https://www.ngi.no)
- Stähli, M., Sättele, M., Huggel, C., McArdell, B. W., Lehmann, P., Van Herwijnen, A., Berne, A., Schleiss, M., Ferrari, A., Kos, A., Or, D., and Springman, S. M. (2015) Monitoring and prediction in early warning systems for rapid mass movements, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 15, 905–917, <https://doi.org/10.5194/nhess-15-905-2015>, 2015.
- Sund, M, Grønsten, H.A., Skuset, S. (2020). Varsling av regional sørpeskredfare. NVE rapport 42/2020. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge.
- UN/ISDR (2006). Platform for the promotion of early warning - developing early warning systems: a checklist. In: Proc. of EWC III, Third International Conference on Early Warning, From Concept to Action, UN Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR). Bonn. 13pp. Available at: <https://www.unisdr.org/2006/ppew/inforesources/ewc3/Global-Survey-of-Early-Warning-Systems.pdf>.
- UN/ISDR (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction, 2015– 2030, available at https://www.unisdr.org/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf
- United Nations (2016). Report of the Open-ended Intergovernmental Expert Working Group on Indicators and Terminology Relating to Disaster Risk Reduction. 41pp.
- World Meteorological Organization (2015). WMO Guidelines on Multi-hazard Impact based Forecast and Warning Services. World Meteorological Organization, Report WMO-No. 1150

A. Vedlegg – Eksisterende varslingstjenester for ulike naturfarer i Norge

A.1 Varslingstjenester ved NVE

I Norge har NVE ansvar for den nasjonale varslingstjenesten av naturfarer som flom og skred. Tjenesten inneholder *Flomvarslingen*, *Jordskredvarslingen*, *Snøskredvarslingen*, *Isvarslingen* og *Fjellskredovervåkingen*.

De første tre varslingstjenestene utsteder regionale prognoser, som beskriver den generelle sannsynligheten for, og størrelsen på, skred og flom i et geografisk område. Isvarslingen lager isvarsler lokalt for vann og innsjøer i Norge en gang i uken i issesongen. Fjellskredovervåkingen utsteder også lokale daglige vurderinger av bevegelse ved høyrisikoobjekter for fjellskred.

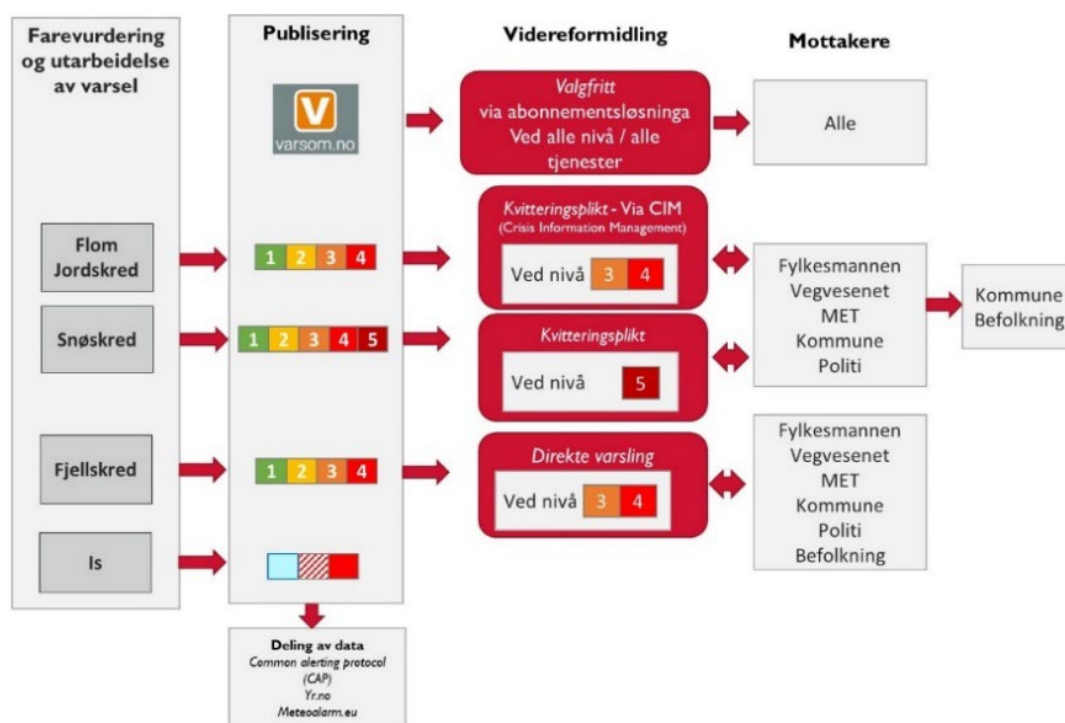
Evaluering og varsel kommuniseres i form av naturfarevarsel fra NVE. Varsel publiseres på daglig basis på nettportalen www.varsom.no, yr.no, halo.met.no og er tilgjengelig gjennom api. NVEs varslingstjenester tilbyr en gratis abonnementstjeneste for utsendelse av varsel med e-post til beredskapsmyndigheter og media ved forhøyet fare (<https://abonner.varsom.no/>).

Formidlingen av NVEs ulike farevarsel og varslingsnivå er vist i figur 1-A. Flom- og jordskredvarslene er basert på en firetrinns aktsomhetsnivåskala (grønt, gult, oransje og rødt), for hele landet. Aktsomhetsnivået sier noe om hvilken grad av aktsomhet eller oppmerksomhet varselmottaker bør ha og hvilke tiltak man kan gjøre for å forebygge skader. Varslingstjenestene gir også løpende informasjon om varslere på høyt nivå og forventet utvikling, slik at lokale myndigheter kan håndtere situasjonen best mulig. Flom- og jordskredvarslingen legger også ut informasjon på [twitter](https://twitter.com/varsom). Ved langvarige hendelser på oransje og rødt nivå publiseres det jevnlig statusoppdatering på varsom.no. Ved oransje og rødt nivå blir flom- og jordskredvarslene sendt på e-post til beredskapsansvarlige hos Statsforvalteren og vegmyndighetene via CIM (Crisis Information Management, [NVE-CIM](#))⁶. Både Statsforvalter og vegmyndighetene må kvittere på at de har mottatt varsel. Statsforvaltere skal videreformidle varsel til relevante kommuner og følge opp at kommunene har mottatt varslene. Dette som en ekstra sikkerhet, selv om kommunene også forventes å abonnere på varslene. Vegmyndighetene videreformidler varslene til de relevante vegtrafikksentralene.

Det er en forventning på mer presis og nyttig naturfarevarslere som kan forstå og forutse bedre, de sannsynlige menneskelige og økonomiske konsekvensene på grunn av farlig vær, flom og skred. Hensikten er at varslene gir et bedre beslutningsgrunnlag og lettere skal føre til konkrete handling hos beredskapsaktører. En slik utviklingen er anbefalt av den internasjonale meteorologiske organisasjon (WMO, 2015).

NVE og MET jobber tett sammen om naturfarevarsling, og jobber nå mot å bli mer konsekvensbaserte i sine varslinger. NVE starter i 2022 en satsing mot risikobasert varsling, noe som betyr at NVE, i større grad, ønsker å kunne si noe om forventede konsekvenser av en hendelse, i tillegg til sannsynligheten for at en hendelse av en viss størrelse skal inntreffe. Dette skal gi et bedre beslutningsgrunnlag for relevant beredskap og krisehåndtering lokalt. For å kunne utarbeide slike varsler må bl.a. kritiske punkter og sårbare infrastrukturer være kartlagt.

⁶ CIM er en krisestøtteverktøy som brukes av mange statlige aktører og kraftbransjen som hjelpemiddel for å håndtere og loggføre hendelser.



Figur 1-A. Formidling av NVEs farevarsler til brukere ved ulike varslingsnivå (fra Krøgli m.fl. 2020)

A.2 Lokale overvåking- og varslingstjenester

Det finnes veldig få lokale varslingstjenester for skred i Norge i regi av kommuner, fylker eller andre aktører, som NVE, Statens vegvesen og Bane NOR. Av de som finnes er de fleste for fjellskred, snøskred og steinsprang.

Ustabile fjellpartier og forekomst av fjellskred overvåkes og varsles på lokalt nivå daglig av NVE Fjellskredovervåking, som har ansvar for å måle og varsle deformasjoner og bevegelse i flere ustabile fjellpartier i Norge. Lokal varslingstjeneste har vært operativ siden 2014 og det gjennomføres en kontinuerlig overvåking av 7 høyrisikoobjekter med flere instrumenter (som inkluderer satellittbasert radarmåling, laser, borehullsinstrumentering, tiltmeter, ekstensometer, kamera, bakkebasert radarmåling, totalstasjon, klimastasjon, differensiell satellittnavigasjonssystem, geofoner og seismometre) og en periodisk overvåking av middelrisiko objekter med å bruke hjørnereflektor (inSAR) (Tabell A1) (se også: [Fjellskredovervåking - NVE](#) for mer detaljer).

Tabell A2 viser en liste over de jernbanestrekninger hvor det eksisterer lokal overvåking og operative varslingsanlegg for steinsprang (og noen for snøskred). Disse bruker sensorer som måler vibrasjoner og varslingsgjerde. Noen er i testfase. For mer informasjon, se: [Bane NOR tester digital rasvarsling - Bane NOR](#).

Det finnes også automatiske operative skredvarslingsanlegg i flere lokaliteter på vegnettet som er under Statens Vegvesens og fylkeskommunenes ansvar. De fleste er for snøskred, men det finnes noen for flere skredtyper (bl.a. flomskred). For mer informasjon, se Tabell A3 eller Nasjonal vegdatabank (Skred, varsling/overvåking) [https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@622278,7086946,3/hva:~\(id~849\)](https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@622278,7086946,3/hva:~(id~849)) [https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@622278,7086946,3/hva:~\(id~849\)~\(id~932\)](https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@622278,7086946,3/hva:~(id~849)~(id~932))

Tabell A1. Lokalteter hvor det gjennomføres kontinuerlig og periodisk overvåking av ustabile fjellparti i Norge i regi av NVE (Kilde: NVE fjellskredovervåking).

Lokalitet/navn av overvåket ustabile fjellpartier	
Kontinuerlig	Periodisk
Åknes, Stranda, Møre og Romsdal	Dusnjarga, Kvænangen
Mannen, Rauma, Møre og Romsdal	Oksfjellet, Kåfjord, Troms og Finnmark
Indre Nordnes, Kåfjord, Troms og Finnmark	Revdalsfjellet, Kåfjord, Troms og Finnmark
Jettan, Kåfjord, Troms og Finnmark	Reinbenkan, Nordkapp, Troms og Finnmark
Gåmanjuni 3, Kåfjord, Troms og Finnmark	Børa, Rauma, Møre og Romsdal
Joasetbergi, Aurland, Vestland	Flydalsnakken, Stranda, Møre og Romsdal
Hegguraksla, Norddal, Møre og Romsdal	Gikling, Sunndal, Møre og Romsdal
	Klingråket, Sunndal, Møre og Romsdal
	Ivasnasen, Sunndal, Møre og Romsdal
	Middagstind, Rauma, Møre og Romsdal
	Oppstadorhornet, Molde, Møre og Romsdal
	Osmundneset, Gloppen, Vestland
	Ovriseggi, Vik, Vestland
	Skutshorn, Vang, Innlandet
	Stampa, Aurland, Vestland
	Tussafoten, Eidfjord, Vestland
	Åsvedkammen, Gloppen, Vestland

Tabell A2. Lokalteter hvor det finnes varslingsanlegg for steinsprang i regi av Bane NOR. Symboler: *Lokalteter hvor det ikke finnes skredvarslingsgjerd; ^ Test strekning for digital varsling (Kilde: Bane NOR).

Lokalitet av varslingsanlegg for steinsprang langs jernbane
Baksida, Otta - Sel (Dovrebanen)
Gjershaug, Bjorli - Verma (Raumabanen)
Verma - Marstein (Raumabanen)*^
Nordvika, Drevvatn - Bjerka (Nordlandsbanen)
Mellomura, Drevvatn - Bjerka (Nordlandsbanen)
Messingen, Dunderland - Bolna (Nordlandsbanen)
Rauberget, Dunderland - Bolna (Nordlandsbanen)
Stammelmofloget rasv., Lønsdal - Rognan (Nordlandsbanen)
Drangsdalen anl. I, Moi - Heskestad (Sørlandsbanen)
Drangsdalen anl. II, Moi - Heskestad (Sørlandsbanen)
Drangsdalen anl. III, Moi - Heskestad (Sørlandsbanen)
Drangsdalen anl. IV, Moi - Heskestad (Sørlandsbanen)
Åmot, Ualand - Helleland (Sørlandsbanen)
Midtstova Ras., Fagemut - Hallingskeid (Bergensbanen)*
Skiple, Reimegrend - Urdland (Bergensbanen)
Kvålsurane, Reimegrend - Urdland (Bergensbanen)
Saghaug, Bulken - Evanger (Bergensbanen)
Nagelskjæret, Evanger - Bolstadøyri (Bergensbanen)
Dalegården, Dale - Stanghelle (Bergensbanen)
Daleura, Dale - Stanghelle (Bergensbanen)
Stanghelle st. (km 432,804 - 432,856), Stanghelle stasjon (Bergensbanen)
Skreien, Stanghelle - Vaksdal (Bergensbanen)
Vaksdal st., Stanghelle - Vaksdal (Bergensbanen)
Tøtta Rasanlegg, Djupvik - Straumsnes (Ofotbanen)
Norddalen, Katterat - Bjørnfjell (Ofotbanen)
Fagerlia, Katterat - Bjørnfjell (Ofotbanen)*

Tabell A3. Operative skredvarslingsanlegg langs veg (Statens vegvesen og fylkeskommunene) (Kilde: Statens Vegvesen).

Lokalitet	Formål	Deteksjons-system	Kunde	Periode	NVDB (ID og lenke)
Fv. 362 Lauvjuvet (Vinje)	Varsle og stenge (snøskred)	Geofoner	SVV Telemark	Fra starten av 1980-tallet til 2017	-
				Fornya i 2017	781303791
Fv. 3408 Heggveitrota (Tokke)	Varsle og stenge (snøskred)	Geofoner (analogt)	SVV Telemark og Region sør	Fra 90-tallet	781303789
		Vurderer ny teknologi	Vestfold og Telemark fk	Fra 2021 (ikke etablert)	
Fv. 37 Prestura (Tinn)	Varsle og stenge (snøskred)	Geofoner	SVV Telemark	Fra 90-tallet til 2018	-
			SVV Region sør, fra 2020 Vestfold og Telemark fk	Fornya i 2018 for perioden 2018-2023	781303790
Fv. 7438 Sandneslia (Gildeskål)	Varsle og stenge (snøskred)	Geofoner (ikke i drift)	SVV Nordland og SVV Region nord	1996-2014	-
				Digitalisert 2014-2020	
		Dopplerradar	SVV Region nord	Fra 2015	1013141612
		Videreutvikling dopplerradar	Nordland fk	Fra 2020	
Rv. 15 Knutstugugrove (Lom)	Varsle og stenge (snøskred)	Geofoner (avslutta)	SVV Region øst	1993-2014	-
		Dopplerradar (avslutta)		2014-2020	-
	Varsle, stenge og åpne (snøskred)	Dopplerradar	SVV Drift og vedlikehold	2020-	748275257
Fv. 5641 Utledøla (Luster)	Varsle og stenge (snøskred)	Dopplerradar	SVV Region øst, senere Vestland fk	2014-	1013144410
Fv. 7900 Holmbuktura (Tromsø) - Testprosjekt	Teste skred-deteksjon på lange avstander (3 km) til stenging av veg ved snøskred	Dopplerradar (avslutta)	SVV Region nord	2017-2018 (testprosjekt)	-
E16 Bogelia (Vaksdal)	Varsle og stenge (alle skredtyper)	Dopplerradar med tilleggsensorer	SVV Region vest	2017-	1009736514 Elelementer over på S5D1 pluss skiltplate på S4D1: 82809130
Fv. 7900 Holmbuktura (Tromsø) – operativt prosjekt	Varsle, stenge og åpne (alle skredtyper)	Dopplerradar	SVV Region nord, senere Troms og Finnmark fk	2018-	1013141540
Fv. 63 Stabbrekkfonna (Skjåk)	Forvarsle (glideskred)	Bakkebasert InSAR-radar og glidesko	SVV Region øst (og midt), senere Drift og vedlikehold	2019-2021	1013144206
Fv. 5623 Nautgrovi (Aurland)	Varsle og stenge (snøskred)	Geofoner	SVV Region vest	2020-2025	1005492261
Rv. 15 Grasdalen (Stryn)	Varsle om ferske snøskred	Infralyd	SVV Geofag Drift og vedlikehold	2021-2024	1013154988
E8 Lavangsdalen (Tromsø)	Varsle om ferske snøskred	Infralyd	SVV Geofag Drift og vedlikehold	2020-2024	1013141886
Fv. 868 Pollfjellet (Lyngen)	Varsle, stenge og åpne (snøskred). Signalpunkt kommer senere	Dopplerradar	Troms og Finnmark fylkeskommune	2021-2026 (2031)	1014049542
Fv. 7420 Bjærangsfjorden (Rødøy)	Varsle, stenge og åpne (snø- og Under bygging	Dopplerradar	Nordland fylkeskommune	2021-2026 (2031)	1014049948

B Vedlegg – Om lokale overvåkings- og varslingsystem

Det finnes flere ulike varianter av lokale varslingsystemer i verden med forskjeller innen organisasjon, målingsmetoder eller varslingsmetoder (Stähli m.fl. 2015; Pecoraro m.fl. 2019). Noen er ganske enkle, mens de fleste er komplekse, og krever store ressurser for oppfølging.

De fleste varslingsystemer i verden på lokalt nivå omfatter enten både jordskred og flomskred eller kun flomskred. Det finnes ingen (per 2021) lokale varslingsystem i Norge som er organisert bare for jordskred.

Stähli m.fl. (2015) har identifisert tre typer av varslingsystemer for skred med høy hastighet (det betyr snøskred, steinsprang og flomskred): som kalles "forecasting", «warning» og «alarm». Forskjellen mellom dem ligger i måten farevurderingen gjennomføres, og hvordan informasjonen kommuniseres.

- «Forecasting» varslingsystemer predikerer farenivået på regionalt nivå med jevne intervaller. Varslene er basert på analyser av sensor-data og ferske feltobservasjoner eller andre vesentlige endringer i terreng. Disse kombineres med beregninger fra meteorologiske og hydrologiske modeller, snømodeller, eller andre fysikkbaserte modeller, som videre vurderes opp mot terskelverdier for å vurdere sannsynlighet for forekomst av skred. Ekspertene lager varslingsmeldinger med farenivå basert på forventet sannsynlighet for og størrelsen av skred i et geografisk område.
- "Warning"-systemer tar sikte på å oppdage betydelige endringer i tidsavhengige faktorer som kan komme forut for et skred, for eksempel økning i sprekkeåpning, økt tilgjengelighet av løsmasser og potensielle utløsende hendelser (f.eks. kraftig regn). Et slikt system gir tid til ekspertvurderinger av situasjonen og passende intervensjons-tiltak kan iverksettes. Informasjonsinnholdet i dataene er ofte lavere i dette tidlige stadiet, men varslingstiden forlenges. Det første varselet er basert på forhåndsdefinerte terskelverdier.
- "Alarm" -systemer bruker instrumenter for å fange opp en pågående fareprosess og initierer en alarm automatisk, for eksempel i form av røde blinkende lys ledsaget av sirener. Nøyaktigheten av prediksjonen er høy, men varslingstiden er kort. Kriterier for å initiere en alarm er basert på en forhåndsdefinert terskelverdi.

De fleste varslingsystemer for både jordskred og flomskred er «forecasting» og er ofte regionale (f.eks. det regionale jordskredvarslingsystemet fra NVE). De lokale systemene for flomskred er som oftest «alarm» systemer (f.eks. varslingsystem langs E16 ved Bogelia i regi av Statens Vegvesen).

For å optimalisere et varslingsystem for et område bør det gjennomføres en grundig fare- og risikovurdering (Safeland, 2012b). Tabell B1 oppsummerer de viktigste fasene i organisering av et lokalt overvåkings- og varslingsystem og de viktigste aktivitetene.

Et lokalt varslingsystem må følge fire kriterier knyttet til enkelhet, robusthet, pålitelighet og kostnader. En generell regel er at man skal velge det som er enklest å organisere og vedlikeholde. Det må ikke være for kostbart og pålitelige målemetoder og utstyr skal benyttes (Safeland, 2012b; Stähli m.fl. 2015).

Lokale myndigheter bør være i sentrum for at et lokalt varslingsystem skal være effektivt. De lokale myndighetene bør ha betydelig kunnskap om farene lokalsamfunnet er utsatt for og i tillegg være aktivt involvert i utformingen og vedlikeholdet av varslingsystemet. Det er viktig at de også har en forståelse for rådgivningsinformasjonen de mottar, og har mulighet til å gi befolkningen råd, instruere og engasjere lokalbefolkningen på en måte som øker den offentlige sikkerheten og reduserer mulig tap av ressurser som er viktig for samfunnet (Safeland, 2012b).

Tabell B1. Viktigste faser/ elementer i organisering av et lokalt overvåkings- og varslingssystem.

Aktivitet	Innhold	Varighet	Fase
1: Fare- og risikovurdering	– Analyse som viser hvor kommunen har behov for lokal overvåking og evt. lokal varsling; Nyttekostnadsanalyser	1-2 år	Design
2: Skredmodell og overvåking	– Analyse av skredtyper i varslingsområdet; skredhistorikk og værforhold som har utløst historiske skred. – Geologiske, meteorologiske og geotekniske analyser av grunnforhold i instrumenteringsområdet. – Identifisering av parametere som skal overvåkes; – Valg av og installasjon av instrumenter – Datainnsamling og dataoverføring. – Kalibrering av instrumenter	1-5 år, men kan også vare opp til 10år	Design og overvåking. Organisering, implementering, testing og verifisering.
3: Varslingsmodell	– Etablere varslingskriterier; Definere antall varslingsnivåer		
4: Varslingssystem	– Daglig farevurdering og varsling – Etablering av varslingsmeldinger, informasjonsverktøy, kommunikasjon av varsel, opplæring av folk som bor i nærheten – Involvering av lokalsamfunnet – Evalueringskriterier – Vedlikehold – Beredskapsplaner	Så lenge det er behov	Organisering og verifisering

For implementering av lokal overvåking og varsling må det også tas hensyn til folk som bor i nærheten av der systemet skal installeres og de må være involvert i systemet. Det er også viktig at det finnes en plan for å informere befolkningen om den risikoen de er utsatt for, og beskrive hvordan de skal opptre ved ulike faser av varslingen og under evakuering (Piciullo m.fl. 2017).

For å optimalisere et varslingssystem for et område bør det gjennomføres en grundig fare- og risikovurdering (Safeland, 2012b). Det er viktig å ha god informasjon om tidligere hendelser i området, både historiske hendelser og hendelser av nyere tid. Detaljerte nyttekostnadsanalyser må også gjennomføres.

B.1 Hvilken type overvåkingsinstrumenter bør velges?

Nøkkelen for å få et godt fungerende varslingssystem er å kunne identifisere og måle små, men viktige indikatorer som kommer før et skred, og å varsle tidlig nok til at man får reddet liv og verdier. Overvåking er den viktigste aktiviteten i lokal varsling og gjennomføres med installering av instrumenter i skråningen hvor det kan forekomme jordskred eller flomskred.

Valg av instrumenter for overvåking og varslingssystem avhenger av flere elementer, som for eksempel:

- Skredtype
- Skredfrekvens
- Utløsnings og utløsende parametre som kan forårsake skred - og om det er mulig å overvåke disse
- Skredhastighet
- Skredstørrelse og antall skred
- Dybde av ev. glideplan

- Størrelse av overvåkingsområdet
- Tilgjengelighet av området for vedlikehold
- System for dataoverføring
- Resurser (økonomiske, fagekspertise)

Basert på parametre som skal måles har Calvello (2017) klassifisert instrumenter i 3 hovedkategorier:

- De som måler forskyving i terreng (langs glideplan) og overvåker den dynamiske skredoppførselen
- De som måler grunnvannstand og vannmetningsgrad, som initierer eller akselerer skred
- De som overvåker eksterne årsaker som kan aktivere eller akselerere et skred.

Det finnes ulike målingsmetoder som kan være aktuelle i et overvåkningssystem for jordskred og flomskred (Pecoraro m.fl. 2019):

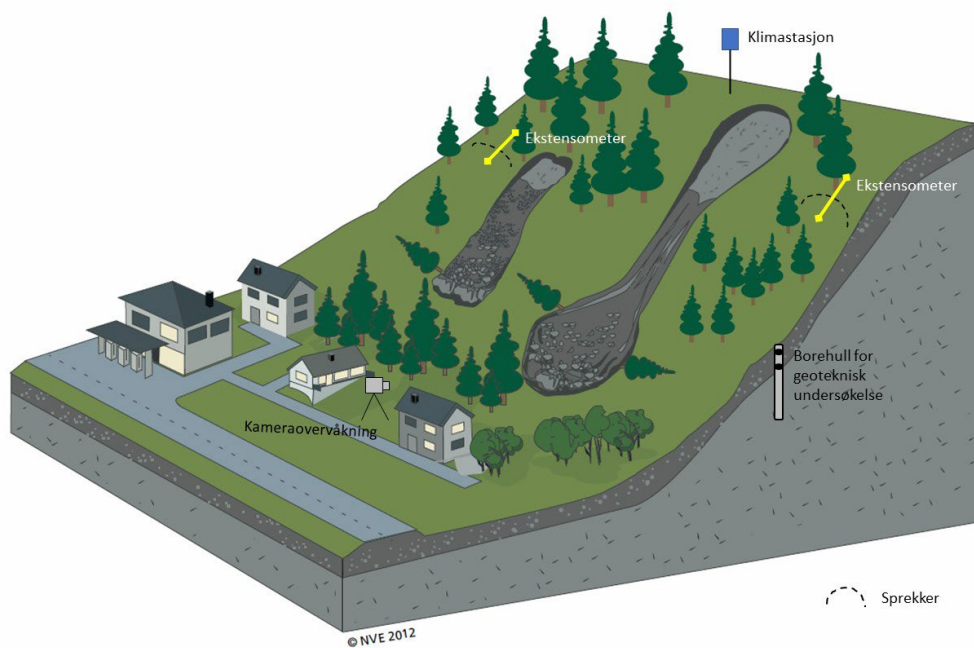
- Meteorologiske: som måler meteorologiske faktorer som utløse skred som nedbør, temperatur, snøsmelting, vind, eller snøforhold
- Hydrologiske: som måler vannføring og vannivå, markvann
- Geotekniske: som måler grunnvannstand og vannmetningsgrad (piezometer); poretrykk (trykkmåler), forskyvning og sprekker i terrenget (med å bruke tensiometer, tiltmeter, ekstensometer, crackmeter, accelerometer, inklinometer), eller turbiditet (som turbiditetsmåler); osv.
- Geofysiske: som måler endringer i de fysiske parameter i terrenget (f.eks. tetthet, akustisk/elastisk parameter, eller vanninnhold med optisk fiber) eller bevegelser av skred mens de skjer (ved å måle rystelse ved hjelp av geofon) eller lyd fra skred (ved hjelp av mikrofon).
- Geodetic: som måler forskyvning i terrenget med å bruke GPS.
- Fjernmålinger, som måler forskyvning i terrenget fra avstand: Bakkebasert syntetisk apertur-radar (GBSAR eller Interferometrisk syntetisk apertur-radar, GB-InSAR) eller LiDAR.

Instrumenter brukes til å overvåke parametre som er relevante for utløsning av skred for å forstå under hvilke forhold skred forekommer og hvordan skred utløses. Dette kan videre benyttes for å bestemme terskelverdier og kriterier for varsling, som skal brukes senere i et varslingssystem. Figurene 1-B og 2-B viser generelt hvilke instrumenter som kan brukes for å overvåke en skråning som kan være utsatt for jordskred og for flomskred og hvor de kan plasseres.

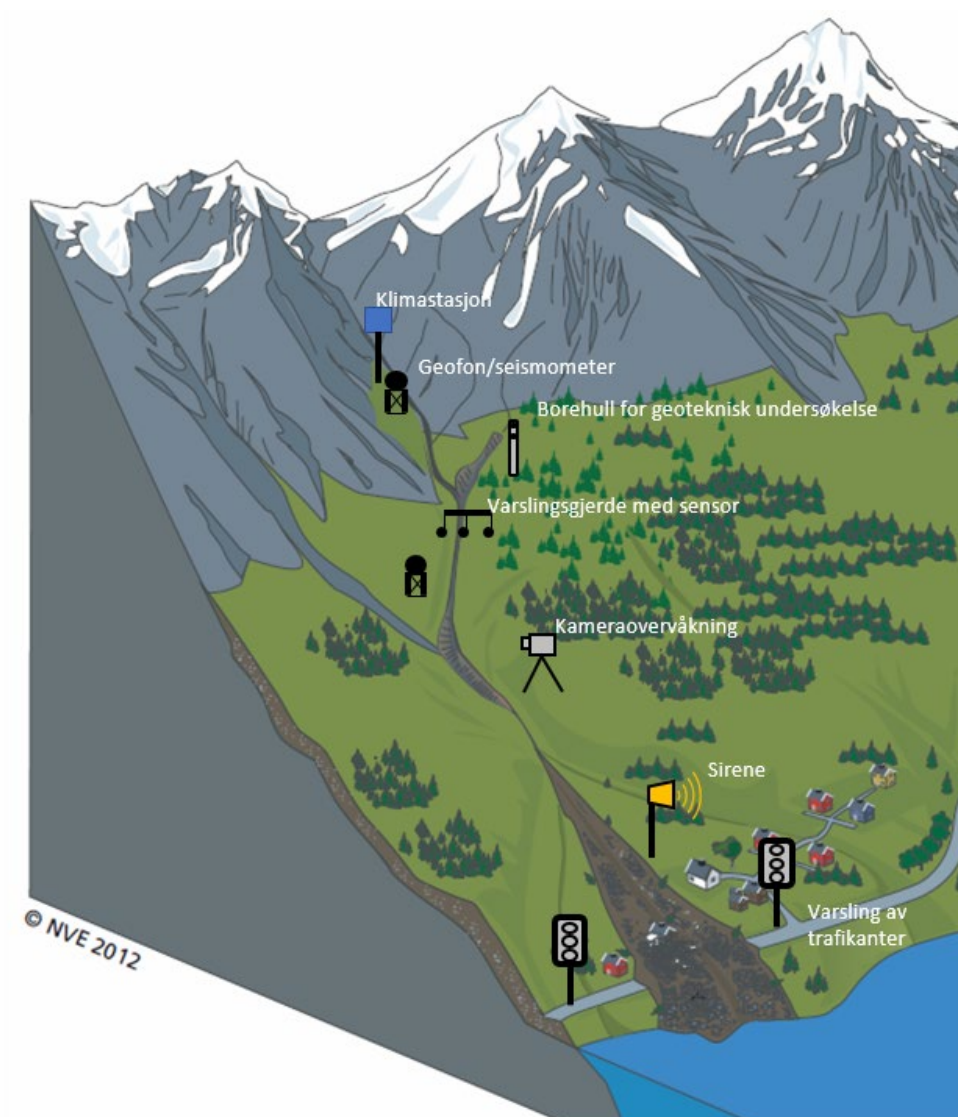
Jordskred og flomskred er begge utløst av regn og /eller snøsmelting. Derfor anbefales det å installere meteorologiske instrumenter (for å måle nedbør, snøsmelting, temperatur etc.) der disse prosesser starter, dvs. på toppen av bratte skråninger eller bratte elveløp, osv. I skråninger hvor det er jordskredfare kan det være nødvendig å installere geotekniske instrumenter for å måle grunnvannstand og vannmetningsgrad eller poretrykk. Det er viktig å forstå grunnforholdene i skråningen og spesielt vannbevegelse i bakken, spesielt på dybde rundt 0,5 -1 m for å forstå når poretrykk starter å bygges opp langs eventuelt glideplan for jordskred. Instrumenter som måler bevegelse langs glideplan (som inklinometer, crackmeter) er lite brukt for jordskred, siden dette er overfladiske prosesser med glideplan <2m.

I tillegg til instrumenter som måler hydro-meteorologiske forhold i lufta og i bakken, kan det for flomskred være nødvendig, og mest effektivt, å installere geofoner langs skredbanen som måler rystelse når et skred starter. Det kan også brukes mikrofoner for å detektere lyd fra skred eller web kamera som viser når et skred kommer. Disse instrumenter kan gi gode resultater i

områder hvor flomskred skjer med høy frekvens (1 hendelse hvert 5.-10. år) og hvor det er en lang flomskredbane (1-5 km), som gir nok varslings tid (10-20min) til å evakuere personer som er bosatt i flomskredvifter.



Figur 1-B. Eksempel på instrumenter som kan brukes for å overvåke skråningen som er utsatt for jordskred.



Figur 2-B. Eksempel på instrumenter som kan brukes for å overvåke og varsle i bratte bekkeløp som er utsatt for flomskred.

Det er viktig å huske på at uansett hvilket instrument som velges vil det alltid være behov for kalibrering. En testperiode kan være fra 2-5 år. Det er viktig også å være oppmerksom på at siden jordskred og flomskred er overflatebevegelser kan sensorene bli skadet av værforhold eller skredene selv før de får sendt ut informasjon.

Lokal overvåking kan være enten permanent eller midlertidig, som overvåking av skråninger under visse forhold eller inntil fysiske tiltak er på plass. Flere av disse målemetodene kan også benyttes som supplement til de regionale varslingene, og behøver ikke nødvendigvis være en del av et separat og lokalt varslingssystem.

B.2 Hvem skal ta ansvaret for oppfølging av målingen og varsling av innbyggere på lokalt nivå?

Hvem som skal ha ansvaret for oppfølgingen av varslingssystemet, er avhengig av ulike lokale behov og ressurser tilgjengelige på lokalt nivå, både økonomiske og personell (som fagekspertise). Noen systemer bruker bare enkle instrumenter i områder med fare for skred, som gir beskjed til utvalgte fagpersoner eller personer som jobber med oppfølging (f.eks. i form av en alarm) når terskelen for en gitt parameter overskrides. Disse personene kan da vurdere verdiene fra de ulike instrumentene, og eventuelt sende ut varsel til befolkningen

dersom de mener at det er nødvendig. Dersom det er en lav terskel for feil ved varselet kan et varsel sendes ut automatisk. Dette kan man for eksempel bruke for å automatisk stenge veier, jernbaner eller evakuere befolkningen. Responstiden kan da være veldig kort fra instrumentene registrerer høye verdier til en eventuell vei eller jernbane stenges.

Dersom det er høy terskel for feilvarsel, må man ha et personell som vurderer resultatene fra måleinstrumentene og deretter vurderer om det skal sendes ut varsel eller ikke. Det er opp til hver enkelt kommune å vurdere hvilke metoder som passer best. Det er viktig å evaluere de ulike forhold. I noen kommuner (eller steder innenfor en kommune) kan det være behov for å organisere et separat og selvstyrt lokalt overvåkings- og varslingssystem hvor lokale aktører i samarbeid med fagekspertene har ansvar for å operere og organisere hele systemet og alle aktivitetene. Andre steder kan kommunen bidra med å finansiere kostnader for instrumenter innenfor kommunegrensene for å bidra mot NVEs regionale jordskredvarsling. De nasjonale myndighetene tar da ansvar for installasjon av instrumenter, vedlikehold, tolkning av data, kalibrering og analyse av data.

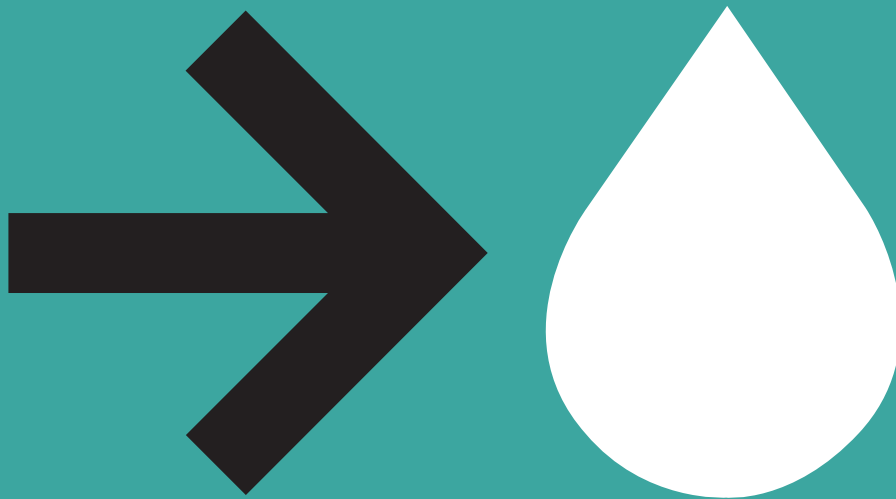
Hvordan kan befolkningen varsles?

Den vanligste måten å varsle befolkningen på er via SMS, men sirener kan også benyttes for å varsle den delen av befolkningen som må evakuere. Dersom det er viktig at alle får med seg informasjonen og man har litt tid på seg før skredet kommer kan det være aktuelt å gå fra dør til dør (Safeland, 2012b). Sirener og blinkende lys er den mest økonomiske måten å sende ut et varsel til befolkningen på. De kan nesten alltid brukes, og kan installeres ved skredet, ved veier eller andre passende steder. Sirener kan gi ulike typer varsel som f.eks. "dette er en test" eller "evakuer umiddelbart" (Safeland, 2012b).

B.3 Hvor ligger kostnadene ved å etablere et lokalt varslingssystem?

Når man etablerer et varslingssystem vil det være flere kostnader som man må være klar over (Safeland, 2012b):

- Fare og risiko vurdering
- Utarbeidelse av skredmodell, identifisering av overvåkingsteknologi, varslingsmodell og varslingssystem (fagekspertene)
- Kjøp og installasjon av instrumenter
- Vedlikeholdskostnader – for å kunne opprettholde funksjonaliteten til systemet i dets levealder
- Terreng tillatelse
- Ressurskostnader – vanligvis relatert til eksperter som tolker dataene. Det vil også være kostnader knyttet til å oppnå et tilstrekkelig kunnskaps- og beredskapsnivå for at varslingssystemet skal kunne fungere sammen med samfunnet, og for at det skal være effektivt i forbindelse med evakuering
- Kommunikasjonsutgifter – for å overføre data og kommunisere med befolkningen
- Periodisk opplæring/evakuering Kostnader til kritiske situasjoner – dersom man må evakuere befolkningen.



CONSORTIUM

Private sector

SKANSKA

MESTERHUS

Multiconsult

Finans Norge

SKJÆVELAND
GRUPPEN

NORGESHUS

Leca

isola

Public sector



Statens vegvesen



Noregs
vassdrags- og
energidirektorat

AVINOR



Jernbane-
direktoratet



STATSBYGG



TRONDHEIM KOMMUNE

Research & education

SINTEF

BI

NTNU

Meteorologisk
institutt

NGI