

Grunnkurs i håndtering av skred og flom

Kompendium

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 621



Tittel

Grunnkurs i håndtering av skred og flom

Undertittel

Kompendium

Forfatter

Tore Humstad (red.)

Avdeling

Fagressurser Drift og vedlikehold

Seksjon

Geofag Drift og vedlikehold

Prosjektnummer**Rapportnummer**

Nr. 621

Prosjektleder**Godkjent av**

Tore Humstad

Emneord

snøskred, jordskred, flom, beredskap, frift

Sammendrag

Dette er et kompendium for kurs i håndtering av flom- og skredfare for veg i Statens vegvesen. Kurset samsvarer i stor grad med temaene i Vegvesenets beredskapsplaner for håndtering naturfarer. Disse omfatter oversikt over sårbarhet og risikomomenter, samt organisering, ansvar og roller som er etablert for å forebygge uønskede skred- og flomhendelser og andre konsekvenser av naturfare.

Målgruppen for grunnkurset er alle som er involvert i håndtering av naturfare på riks- og fylkesveger, det være seg byggherre, entreprenører, geologer eller ledere

Title

Dealing with avalanches, landslides and floods

Subtitle

Course compendium

Author

Tore Humstad (ed.)

Department

Operations and Maintenance

Section

Geoscience at Operations and Maintenance

Project number**Report number**

No. 621

Project manager**Approved by**

Tore Humstad

Key words

snow avalanches, landslides, floods

Summary

This is a courses compendium for personnel operating state and county roads in Norway that are exposed to avalanches, landslide hazards. The course is largely in line with the themes in the Norwegian Public Roads Administration's contingency plans for natural hazards. These include an overview of vulnerabilities and risk factors, as well as the organization, responsibilities and roles that have been established to prevent undesirable avalanche, landslide and flood events and other consequences of natural hazards.

Forord

Dette er et kompendium for kurs i *håndtering av flom- og skredfare for veg* i Statens vegvesen. Kurset samsvarer i stor grad med temaene i Vegvesenets beredskapsplaner for håndtering naturfarer. Disse omfatter oversikt over sårbarhet og risikomomenter, samt organisering, ansvar og roller som er etablert for å forebygge uønskede skred- og flomhendelser og andre konsekvenser av naturfare. Kompendiet tar utgangspunkt i dette innholdet.

Noen kurs vil følge en annen disposisjon enn dette kompendiet, blant annet fordi det mangler naturfareplaner for enkelte driftsområder som deltar på kurs, men også fordi vi ikke har eksakt samme kursmateriell på alle steder hvor det holdes kurs.

Kompendiet antas likevel å være faglig dekkende for det som skal gjennomgås på kurset.

Kompendiet er skrevet av Tore Humstad med bidrag fra Martine Holm Frekhaug og Joakim Sellevold og kvalitetssikring fra Ole-André Helgaas, Jens Tveit, Silje Haaland og Dag Theodor Andreassen i Statens vegvesen, samt fra NVE og Meteorologisk institutt.

Godt kurs!

Tore Humstad (red.), Statens vegvesen
Molde, 2.01.2020

INNHOOLD

Forord.....	3
Oversikt over foreslåtte øvinger	5
1. Innledning.....	6
2. Vær og værvarsling.....	13
3. Naturfarer.....	19
4. Snø og snøskred	24
5. Flom og jordskred.....	35
6. Farevurdering og varsling.....	45
7. Beredskap.....	52
8. Feltarbeid	56
Referanser	57

Oversikt over foreslåtte øvinger

Øvingene som passer til dette kurset er gitt i et eget øvingshefte. I tabellen nedenfor har gir vi tips til hvor i progresjonen øvingene passer best inn.

	Tema for øving	Gjennomføring	Spesifisering av målgruppe
A	Egen sikkerhet	Refleksjonsoppgave	Grunnkurs
B	Lokalt klima	Plenumsdiskusjon	Grunnkurs
C	Lokale naturfarer	Plenumsdiskusjon	Grunnkurs
D	Terrengets betydning	Praktisk gruppeoppgave	Grunnkurs (med tilpassing til viktigste naturfare)
E	Konsekvenser for veg	Praktiske gruppeoppgave	Grunnkurs (med tilpassing til viktigste naturfare)
F	Daglig farevurdering	Praktisk gruppeoppgave	Videregående opplæring
G	Rapportere hendelser	Praktisk gruppeoppgave	Videregående opplæring
H	Beredskapsøvelse	Praktisk gruppeoppgave	Grunnkurs og videregående opplæring
I	Snøkjennskap, søk og redning	Feltøvelse, ute	Grunnkurs (med vekt på snøskred)

1. Innledning

1.1 Om kurs og kompendium

Statens vegvesen har utarbeidet dette kompendiet som grunnlag for følgende opplæring:

1. Grunnkurs i håndtering av skred og flom
2. Videregående opplæring i håndtering av skred og flom

Førstnevnte er en etablert kursserie forankret i driftskontraktene. Det avholdes ca. 10 kurs hvert år med lag 20 - 40 deltakere pr. kurs. Sistnevnte er ikke etablert som en kursserie, men de mest aktive innmelderne av skredfarevurderinger og skredhendelser i driftsområdene vil få tilbud om et dagsopplegg med mer detaljert opplæring og tilbakemelding.

Grunnkurs

Målgruppen for grunnkurset er alle som er involvert i håndtering av naturfare på riks- og fylkesveger, det være seg byggherre, entreprenører, geologer eller ledere. Disse bør jevnlig oppdatere seg på naturfareplan, kontraktskrav og varslingsystemer.

Undervisningen i grunnkurset vil være tilpasset de mest aktuelle naturfarene i de geografiske områdene som er representert på kurset. Noen deltakere kommer fra driftsområder der *snøskred* er viktigste naturfare. For dem vil snø og snøskred (kapittel 4) tillegges størst vekt, både i tidsbruk og i valg av øvinger. Andre deltakere kommer fra områder der problemer med *vann* og *vannrelaterte skred* og naturskader er viktigst. For dem vil kapittel 5 om flom og jordskred tillegges størst vekt. De øvrige kapitlene vil være relevante for alle.

Driftsentreprenører har kontraktsfestet krav til deltakelse. For kontrakter inngått i 2018 og 2019, er dette kravet formulert i avsnitt 8.3.4 i kapittel [C3 Spesielle kontraktsbestemmelser](#). Her står det at *"to personer som har ansvar for å organisere driften av skred- og flomutsatte strekninger skal delta på kurs for å sikre nødvendig kompetanse i håndtering av slike farer. Kurset arrangeres det første året i kontraktsperioden. Byggherren er ansvarlig for kurset som vil gå over to dager. Byggherren usteder kursbevis."*

Videre gjelder det for driftsområder som er utsatt for snøskred at *«håndtering av snøskredfare (skal være) en vesentlig del av kurset. Alt mannskap som skal involveres i vinterdrift av snøskredutsatte strekninger skal også delta på kurset. Mannskap som kommer inn i kontrakten etter at opplæringen for de opprinnelige mannskapene er gjennomført, må delta på tilsvarende kurs senest påfølgende år»*.

Ifølge driftskontrakter som inngås fra og med 1. september 2018, er følgende tema nevnt som innhold i grunnkurset:

- a) Relevante naturfarer i kontraktsområdet
- b) Meteorologiske faktorer relevante for skred og flom
- c) Gjenkjenning av faretegn i vær-, snø- og grunnforhold
- d) Aktuelle informasjonskilder
- e) Byggherrens beredskapsplanverk ved naturfarer
- f) Verktøy for innrapportering av faretegn og farevurderinger
- g) Forhold som gjelder entreprenørens egen sikkerhet ved patruljering av skredfarlige områder

- h) Opprydding etter skred og flom
- i) Søk og redning
- j) Det faglige innholdet i kursene vil bli tilpasset til de aktuelle farene i kontraktområdene

Kort sagt kan man si at punkt *a – i* utgjør det faglige innholdet mens punkt *j* underbygger prinsippet om lokal tilpassing av kursinnholdet. Naturfareplanen med vedlegg er dermed i praksis «hovedpensum» i alle disse kursene sammen med faglige innlegg som støtter opp om denne planen. Naturfareplanen tar for seg de faglige temaene punkt for punkt. Siden disse planene allerede er spesifikke for kontraktområdene, er de nødvendigvis allerede lokalt tilpasset.

Videregående opplæring

Målgruppen for videregående opplæring er personer som har ansvar for innmelding av flom- og skredhendelser, uvær, skredfare og ulykker/nestenulykker i følgende Elrapp-skjema:

- Elrapp R2 – Hendelser på veg (f.eks. ytre påvirkning som flom)
- Elrapp R10 – Kjøreforhold (bl.a. værforhold som skaper trafikkproblemer)
- Elrapp R11 – Skredhendelser på veg
- Elrapp R13 – Vurdering av naturfare på veg
- Elrapp R18 – Uønskede hendelser (HMS for entreprenørene)

Undervisningen for denne målgruppen bygger på grunnkurset. Det viktigste tilleggspensumet for det videregående kurset, er samlet i kapittel 4.3, 4.4, 5.4, 6.1, 6.2 og 7. For enkelhets skyld har vi samlet dokumentasjonen for begge målgruppene i samme kompendium.

Den videregående opplæringen er foreløpig ikke forankra i kontrakt. Vi prøver oss derfor fram med ulike løsninger for å nå denne målgruppen. Den videregående opplæringen vil muligens få et eget kompendium ved en senere anledning.

1.2 Motivasjon

Hvorfor skal vi vite noe om naturfarer?

Det finnes flere gode grunner for at de som er involvert i drift av veg må kunne noe om naturfarer. Både egeninteresser og lovverk er viktige når vi lister opp de tre viktigste motivasjonsfaktorene for dette kurset:

1. Ivareta *egen sikkerhet* (jfr. krav til arbeidsmiljø¹, internkontroll² og utførelse av arbeid³)
2. Ivareta *andres sikkerhet*, framkommelighet og forutsigbarhet (jfr. samfunnsoppdraget uttrykt i bl.a. veglov⁴, vegtrafikklov⁵, instruks til Statens vegvesen⁶ nullvisjonen⁷ og Nasjonal Transportplan⁸)
3. Oppnå godt *samarbeid* med og kjennskap til andre aktører og roller for å oppnå målene over (se bl.a. arbeidsmiljøloven §2-2, internkontrollforskriften §6 og produktkontrollloven⁹ §6a)

¹ Arbeidsmiljøloven: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62>

² Internkontrollforskriften: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1996-12-06-1127>

³ Forskrift om utførelse av arbeid: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1357>

⁴ Veglova: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1963-06-21-23>

⁵ Vegtrafikkloven: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1965-06-18-4?q=vegtrafikkloven>

⁶ Instruks for Statens vegvesen: <https://lovdata.no/dokument/INS/forskrift/2011-03-15-386>

⁷ Nullvisjonen: <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/trafikksikkerhet/Nullvisjonen>

⁸ Nasjonal Transportplan (NTP): <https://www.vegvesen.no/intranett/Etat/Organisasjon/Sentrale+dokumenter/Nasjonal+transportplan>

⁹ Produktkontrollloven: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1976-06-11-79>

Den samme kunnskapen som brukes til å ivareta vår egen sikkerhet, kan også sørge for at vegen blir et tryggere og mer framkommelig sted for våre medtrafikanter. Derfor er de tre motivasjonsfaktorene gjensidig avhengig av hverandre.

Arbeidsmiljøloven fastslår at både arbeidsgiver, arbeidstaker, oppdragsgiver og oppdragstaker har et selvstendig ansvar for å fremme helse, miljø og sikkerhet på arbeidsplassen. *Internkontrollforskriften* gir alle involverte bedrifter føringer for hvordan dette skal utføres, f.eks. gjennom gode rutiner og god dokumentasjon. Det er denne forskriften som bl.a. fører til at entreprenører og vegvesen-ansatte skal fylle ut informasjon om uønskede hendelser (f.eks. nestenulykker med skred på veg) i hhv. [Elrapp](#) (skjema R18) og [Synergi](#). I *forskrift om utførelse arbeid* er det egne formuleringer i (i §30) om hvordan arbeidsoppgaver og anlegg utsatt for snøskredfare skal risikovurderes og håndteres.

Produktkontrollloven pålegger oss dessuten som leverandører av forbrukertjenester å vise aktsomhet og treffe tiltak som man med «*rimelighet kan forvente*» blir gjort for å begrense fare for forbrukerne (i dette tilfellet trafikantene), herunder skaffe oss tilstrekkelig kunnskap og gi relevant informasjon til brukerne.

Vegloven pålegger Statens vegvesen og fylkeskommunene et ansvar om å drifte riks- og fylkesvegnettet på en måte som samfunnet kan være tjent med. *Vegtrafikkloven* gir Statens vegvesen myndighet til å stenge eller regulere trafikken på det samme vegnettet. Mange øvrige argumenter kan vi finne i *instruksen*, *nullvisjonen* og *Nasjonal transportplan* (NTP).

Kurset og kompendiet konsentrerer seg først og fremst om naturfarer som det er mulig å varsle og dermed mest relevant å *forberede seg* til. Dette vil i praksis si værrelaterte naturfarer som skred, flom og andre virkninger av vind, nedbør, tørke og temperatur. Naturfarer som i mindre grad er værrelaterte, og ikke så vanlige i våre områder, som jordskjelv og vulkanutbrudd, er ikke omtalt i dette kompendiet.

Hendelser

Det finnes ikke noen fullstendig statistikk på hvor hyppig naturfarer rammer trafikanter, mannskap og veger hvert år. En tilnærming til problemet, kan være å se på utsendte *trafikkmeldinger*¹⁰ med naturfarer som tema. I 2018 publiserte vegtrafikkcentralene i Norge 3254 trafikkmeldinger om trafikkrestriksjoner som følge av enten *skredfare* (1562 meldinger), *uvær* (1000), *snøskred* (815), *steinsprang* (415), *flom/oversvømmelser* (338) og *jordskred* (123). Vanligvis legges det ut flere trafikkmeldinger/oppdateringer pr. hendelse, ved f.eks. åpning, stenging og eventuelle oppdateringer imellom. Man kan derfor ikke summere opp meldingene for å estimere eksakt antall hendelser, men meldingene gir likevel et bilde av hvor omfattende problemstillingen er.

Vegvesenets statistikk for skred og nedfall har flere detaljer enn statistikken for andre naturfarer. Slike data finnes i vegdatabanken, NVDB¹¹. Denne forteller at vegnettet årlig blir rammet av drøyt 2000 nedfall og skred fra sideterreng, skjæringer og tunnel. Dette inkluderer om lag 250 snøskred, 50 sørpeskred, 200 jordskred, 1300 steinsprang/steinnedfall og 250 isnedfall. En stor del av disse hendelsene handler om mindre nedfall i grøft, mens ca. 1/3 av hendelsene fører til stengt eller delvis stengt veg. Men uansett hvilken statistikk som brukes, så får vi ikke med oss alt.

Heldigvis er det relativt sjeldent at noen omkommer som følge av naturfarer på veg. Tabell 1 viser at snittet av dødsfall som følge av skred på veg er omtrent 1 pr. år. Dette utgjør i underkant av 1 % av antall dødsulykker på veg pr. år (138 pr. år i perioden 2014-2018¹²).

¹⁰ Trafikkmeldinger: <https://www.vegvesen.no/trafikkmeldinger>

¹¹ Innsyn i NVDB er gitt på vegkart.no

¹² Ulykkesstatistikk på norske veger: <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/vtu/aar>

Tabell 1: Uoffisiell oversikt over dødsulykker som følge av skred og flom på veg (2000-2019)

Dato	Sted	Hendelse	Antall omkomne
30.07.2019	Fv. 451 ved Jølstravatnet i Sogn og Fjordane	Jordskred	1
20.12.2013	E6 ved Setså i Nordland	Isras	1
05.07.2013	E6 ved Rosten nord for Otta i Oppland	Steinras	1
26.04.2013	Fv. 55 ved Årøytunnelen i Sogn og Fjordane	Steinras	1
16.01.2011	Fv. 42 ved Gyavatnet i Rogaland	Snøskred	1
11.07.2010	E39 ved Søgne i Vest-Agder	Steinsprang	1
09.03.2010	Rv. 13 ved Tysdalsvatnet i Rogaland	Isras	1
16.10.2007	Rv.13/Fv. 55 ved Fatlaberget Sogn og Fjordane	Steinskred	1
04.02.2006	Fv. 715 ved Arnevikbrua i Åfjord, i Trøndelag	Flom	1
14.11.2004	Fv. 55 ved Lånefjorden i Sogn og Fjordane	Flomskred	1
05.02.2004	Fv. 17 ved Dypvik i Bindal, Nordland	Steinskred	1
16.03.2002	Rv. 7 ved Eidfjord i Hordaland	Snøskred	2
19.01.2000	Fv. 91 ved Ura i Lyngen, Troms	Snøskred	5
Totalt			18

I Tabell 2 har vi utvidet denne oversikten til å gjelde hvor mange personer og kjøretøy som har vært involvert i hendelser der kjøretøy enten har blitt truffet av skred eller kjørt seg fast i skredmasser.

Tabell 2: Uoffisiell/ufullstendig oversikt over ulykker, nestenulykker og leteaksjoner ved skred over veg

År	Vegmeldinger om naturfare (ekskl. 'uvær')	Antall pers. involverte	Kommentar til strekninger og hendelser
2019	1668	2-10	Rv. 13 Vikafjellet (snøskred traff kolonne), rv. 15 Strynefjellet (brøytebil kjørte inn i skred), Fv. 354 Svartaksla i Kirkenes (lite snøskred traff brøytebil)
2018	2154	9-25	E16 Hjørnevik (bil truffet av steinsprang), rv. 15 Oppstryn (varebil kjørte i flomskred), E16 mellom Kluffafjelltunnelen og Trollkonetunnelen (trailer og buss truffet av steiner), fv. 405 i Sør-Fron (fotgjenger truffet av sørpeskred), fv. 103 Stavanes (bil og campingvogn truffet av flomskred), E16 ved Dale (bil truffet av steinsprang)
2017	1650	13-15	E39 Rjåneset (bil truffet av stein), E8 Lavangsdalen (snøskred ved Sarasteinen traff personbil og minibuss), E136 Dølsteinfonna (bil ble stående inne i snøskya), E69 Skipsfjorden i Nordkapp (hullaster feid mot sjøen av snøskred).
2016	1120	3-5	Fv. 354 Svartaksla i Kirkenes, fv. 816 Presten, rv. 13 Odda (flomskred traff bil), E16 Kluffafjelltunnelen (lastebil skjøvet ut av vegen av steinskred).
2015	2095	5-10	Fv. 882 Loppa, fv. 360 Haus-Osterøybrua, E8 Lavangsdalen (personbil kasta rundt), E39 Skredestranda (to biler involvert stengt inne mellom snøskred/flomskred, rv. 15 Grasdalen (brøytebil kjørte inn i snøskred og snurra rundt, rv. 13 Vikafjellet (hullaster begravd av snøskred).
2014	1385	3	E16 Bulken-Voss, Fv. 232 Kaperskartunnelen
2013	2499	4	Rv. 15 i Oppstryn (ekspressbuss kjørte i flomskred)
2012	1201		
2011	1700	8	Rv. 5 Kjøsnesfjorden, Rv. 9 Urdviki, Fv. 92 Vik-Arnafjord, Fv. 241 Bakkatunnelen, Rv. 13 Vikafjellet
2010	-	19	E39 Våtedalen (snøskya fra skred traff buss med 19 passasjerer og skredvinden førte bussen ut i grøfta)

Denne oversikten er ufullstendig, og helt fullstendig blir den nok ikke heller. Men en slik oversikt kan iallfall være med å konkretisere at vi faktisk har en del trefninger, gjøre at det oppleves relevant for de som deltar på kurset. Informasjon om hendelsene kan søkes opp på internett, og mange er dokumentert i Elrapp R18 Synergi¹³.

1.3 Sikring mot naturfare

Helhetlig håndtering av skred- og flomfare

Vi skiller ofte mellom *fysiske* og *ikke-fysiske* sikringstiltak. Førstnevnte består av fysiske anlegg som ledevoller, fangvoller tunneler og overbygg med mer. Disse tiltakene muliggjør en *passiv* håndtering, ettersom de ikke krever daglig oppfølging og kontinuerlig farevurderinger. Man bygger seg i stor grad ut av problemet. De ikke-fysiske tiltakene har i mindre grad installasjoner, og man må i desto større grad benytte seg av en mer *aktiv håndtering* av skred- flomfare. For å få til dette kreves et helhetlig opplegg med planer, observasjoner, instrumentering og dataflyt. I Figur 1 har vi skissert hvordan en slik helhetlig, aktiv håndtering kan se ut. Her inngår både menneskelige vurderinger og automatiske analyser. Vi vil i grunnkurset fokusere mest på de menneskelige vurderingene som inngår i disse aktive tiltakene.

Elementene består av følgende:

1. Naturfareplan (dette blir tema i avsnitt 1.5)
2. Feltobservasjoner (hva vi skal behandles i kapittel 4-5)
3. Datahåndtering og analyser (bare delvis omtalt på kurset)
4. Datapresentasjon (bare delvis omtalt på kurset)
5. Skredovervåking og –varsling (dette blir tema i kapittel 6)
6. Tiltak (dette blir tema i kapittel 7)



Figur 1: Her er de viktigste elementene i Statens vegvesen sin helhetlige håndtering av skred- og flomfare. Vi vil gå gjennom de fleste av disse elementene i grunnkurset med mest vekt på naturfareplaner (1), feltobservasjoner (2) og tiltak (6).

¹³ Statens vegvesen sitt interne system for uønskede hendelser: <http://synergi.vegvesen.no:8107/synergi>

Fysiske skredsikringsanlegg

Fysiske skredsikringsanlegg vil ikke bli prioritert på grunnkurset, men kursholder vil sannsynligvis vise noen eksempler, særlig hvis drift og vedlikehold av tiltakene er viktig for å opprettholde funksjonen til anleggene. I slike tilfeller vil aktive tiltak og kompetansen vår bidra til å håndtere restrisiko. Du kan uansett selv skaffe deg oversikt ved å søke på disse opplysningene på vegkart.no (eller klikke på linkene):






- '[Skredsikring, forbygning](#)' (fysisk tiltak i løснеområdet)
- '[Skredutløsningstiltak](#)' (aktiv håndtering i løснеområdet)
- '[Skredsiking, bremsekjegler](#)' (fysisk tiltak i skredløpet)
- '[Skredoverbygg](#)' (fysisk tiltak i skredløpet og utløpsområdet)
- '[Skredmagasin/fanggrøft](#)' (fysisk tiltak i utløpsområdet)
- '[Skred, varsling/overvåkning](#)' (aktiv håndtering som dekker hele eller deler av skredløpet)

1.4 Mål for grunnkurset

Gjennom de viktigste målsetningene for grunnkurset har vi formulert hva vi ønsker å sette deltakerne i stand til etter endt kurs:

- **Lære mer:** Starte en prosess for kontinuerlig og lystbetont læring, utvikling og samarbeid om skadeforebygging på tvers av bedrifter og roller
- **Vurdere egen sikkerhet:** Unngå skader på eget og andres personell, utstyr og verdier
- **Vurdere trafikantsikkerhet:** Hindre at trafikanter blir truffet av skred, kjører inn i skred eller utfor vegen pga. andre naturskader (med de personskader og tap som kan følge av dette)
- **Ta kontroll på skredfare:** Unngå at skred går ukontrollert på åpen veg
- **Oppnå god regularitet:** Bidra til størst mulig regularitet (ikke mer stenging enn nødvendig for å oppnå målene over)
- **Oppnå høyst forutsigbarhet:** Tilby mest mulig forutsigbarhet for trafikantene mtp. på tidlig varsling av tidspunkt stenging og åpning
- **Tilpasse innsatsen:** utvikle en felles forståelse om hvilket nivå av oppmerksomhet og tiltak som kreves for de ulike situasjonene

Det siste kulepunktet krever at personell med ulike roller forstår hverandres beredskaps- og aktsomhetsnivåer. Som et bakteppe for hele kurset innfører vi noen kategorier allerede nå som gjelder for aktsomhetsnivået i driftsområdene:

-  Ingen vurdering (grå)
-  Normal oppmerksomhet (grønn)
-  Økt oppmerksomhet (gul)
-  Enkelte restriksjoner og stengninger (oransje)
-  Omfattende stengninger og stengninger (rød)

Målet må være at vi unngår *grå* dager der vi *ikke* vurderer/kjenner situasjonen eller overser åpenbare farer. I stedet vil vi oppnå flest mulig *grønne* dager. På *grønne* dager (som det er flest av) har vi et tilstrekkelig robust vegnett som tåler farene og vi klarer å forebygge farer som truer. De *gule* dagene oppstår når vi mistenker at vegnettet vil få utfordringer som følge av naturfare. De *oransje* og *røde* dagene oppstår når vegnettet viser seg å ikke tåle de påkjeningene naturen gir, og vi *forventer* brudd og blokkerte veger. Vi tar denne inndelingen med oss videre og kommer tilbake til detaljene i denne tankegangen i kapittel 6 og 7.

1.5 Mål for videregående opplæring

Her er de viktigste målsetningene for videregående opplæring for innmeldere av naturfarer og uvær i R2, R10, R11, R13 og R18 (omtalt i avsnitt 1.1):

- Sikre gode skredfarevurderinger i driftsområdene
- Sørge for gode forberedelser
- Sørge for god kommunikasjon mellom aktørene (entreprenør, byggherre, skredfaglig rådgiver, beredskapsvakt og skredvarsler) men situasjonene pågår
- Sikre god kvalitet på data som skal deles og lagres for ettertida
- Sørge for erfaringsbasert læring

1.6 Innledende øving

Som oppfølging til avsnitt 1.2 anbefaler vi følgende øving i øvingsheftet:

- Øving A: Egen sikkerhet (refleksjonsoppgave)

2. Vær og værvarsling

Siden kursene og tilhørende opplæring konsentrerer seg om *værrelaterte* naturfarer, fortsetter vi med en kort introduksjon til vær og værvarsling. Målet med denne bolken er at vi skal lære noen grunnleggende tema innen vær og værvarsling, og hvilke muligheter og begrensninger varslingen gir i tid og rom. Da må vi vite litt om terrengets betydning, hvorfor vi kan få store lokale forskjeller og forstå forskjellen på forholdene nede ved veien og oppe i og løsneområdene og nedbørfeltene. Hvilket vær som fører til skred- og flomfare, kommer vi tilbake til i kapittel 4 og 5.

2.1 Introduksjon til meteorologi

Klima

Klimasoner henger sammen med *storskala luftbevegelser* og *havstrømmer* som fordeler varme rundt på jorda. Den grunnleggende storskalastrukturen endrer seg lite fra år til år, og dette gir en viss forutsigbarhet i ulike *klimasoner*. Disse storskala systemene medvirker til at vi ofte får østavind rundt ekvator, vestavind langs kysten av Norge og ustabile luftmasser fra polare områder. Ut fra dette forstår vi hvorfor klimaet langs kysten av Skandinavia skiller seg vesentlig fra Sahara. Men også innad i Norge vil klimaet variere. De mest relevante klimasonene i Norge¹⁴ er *kaldtemperert klima* i innlandet og *temperert regnklima* langs kysten. Vi kan også legge merke til at klimaet i fastlands-Norge er mildere enn den nordlige beliggenheten vår skulle tilsi. Dette skyldes at havstrømmer (f. eks. Golfstrømmen) og vind transporterer varme hit.

Vær

Været, slik vi vi opplever at det varierer fra dag til dag, henger sammen med *småskala*, individuelle værsystemer som lavtrykk eller tropiske konveksjonsceller. Værsystemene oppstår ved enn viss lovmessighet, slik at det er mulig å varsle været fram i tid. Vi tar kort for oss følgende elementer som er viktig for været:

- **Luftrykk**¹⁵:
 - *Lavtrykk*¹⁶: område hvor lufttrykket er lavere enn i omgivelsene (ved samme høyde over havet) fordi luftstrømmene går oppover. Her er det mer skyer og sterkere vind enn ellers. *Polare lavtrykk*¹⁷ er spesialtilfeller for intense lavtrykk som dannes i arktiske luftmasser. Disse kan oppstå særlig i Nord-Norge om vinteren (oktober til april). De er skumle fordi de gir raske og uforutsigbare økninger i vinden og kraftig snøfall, ofte med mye snøfokk og generelt dårlig vær.
 - *Høytrykk*¹⁸: område hvor lufttrykket er høyere enn i omgivelsene (ved samme høyde over havet) fordi luftstrømmene går nedover. Her er det gjerne godt, rolig vær, med svake vinder.
 - *Isobarer*¹⁹: linjer på et værkart som har likt trykknivå. Isobarmønsteret brukes til å vurdere værsituasjonen fordi det gir et bilde av luftens horisontale og vertikale

¹⁴ Klimaet i Norge på snl.no: https://snl.no/klima_i_Norge

¹⁵ Luftrykk på snl.no: <https://snl.no/luftrykk>

¹⁶ Lavtrykk på snl.no: <https://snl.no/lavtrykk>

¹⁷ Polare lavtrykk på snl.no: https://snl.no/polart_lavtrykk

¹⁸ Høytrykk på snl.no: https://snl.no/høytrykk_-_meteorologi

¹⁹ Isobarer på snl.no: <https://snl.no/isobar>

bevegelser som igjen er nær knyttet til dannelse og oppløsning av skyer, nedbør og vind (se lenger ned).

- Nedbør:

- *Nedbør*²⁰ er vann i flytende eller fast form som faller til jordoverflaten. Det er ingen skarp grense mellom skyer og nedbør. Yr (duskregn), som består av mange meget små dråper med liten fallhastighet, kan sies å være en mellomting.
- Nedbør *dannes* når luft stiger til værs og utsettes for kaldere luft lenger oppe (såkalt 'adiabatisk nedkjøling'). Dette kan skje på flere måter:
 - Luften bli varmet opp nede ved bakken slik at den begynner å stige (dette gir konvektiv nedbør, eksempelvis ettermiddagsbyger)
 - Luftmasser med ulik temperatur presses over hverandre (dette gir frontnedbør, og ofte kommer bygenedbør etterpå)
 - Luftmasser presses over fjell (dette gir orografisk nedbør)
- *Nedbørsformer:*
 - *Snø:* det meste av nedbøren på våre breddegrader dannes som snø. Når nedbøren faller som regn, skyldes det at snø dannet i høyden har smeltet før den når bakken. Snøkrystaller kan ha uendelig mange former, men alle er i bunn og grunn sekskantede, i samsvar med molekylstrukturen hos vann.
 - *Sludd:* nedbør av smeltende snø, eller av regn og snø samtidig.
 - *Regn:* nedbør i våt/smeltet form.
- *Styrtregn*²¹: Skybrudd, eller styrtregn, er en vanlig betegnelse på et plutselig og kraftig regnskyll. I Norge kan man som oftest oppleve denne intense nedbøren, som varer fra noen minutter til noen få timer, særlig om sommeren (ofte kalt 'sommerbyger'). Styrtregn er ikke klart definert, men det er vanlig å regne med en intensitet på mer enn 10-15 mm/t. Disse kalles ofte *kraftige regnbyger* i værvarselet.

- Lufttemperatur²²

Temperaturfordelinga i lufta kan ta ulike former, basert på ulike prosesser:

- *Normaltilfellet* er at luften blir kaldere jo høyere i terrenget vi kommer (såkalt adiabatisk²³ nedkjøling). De fleste har erfaring at det er kaldere i fjellet enn i lavlandet. Når lufta er tørr vil den bli ca. 1 °C kaldere for hver 100 m vi går opp i fjellet. Når lufta er våt, blir den ca. 0,5 °C kaldere pr. 100 høydemeter.
- *Inversjon*²⁴ er et spesialtilfelle som bryter med regelen over. Den avkjølte «tunge» lufta synker på vindstille dager ned i de laveste områdene i terrenget; forsenkninger, daler og fjorder. I slike værtilfeller vil vi da få en temperaturendring som er motsatt av det vanlige. Det blir kaldere i lavlandet enn på fjellet. Dette skjer når det er klarvær og svak/ingen sol.

²⁰ Nedbør på snl.no: <https://snl.no/nedbør>

²¹ Styrtregn på snl.no: <https://snl.no/skybrudd>

²² Lufttemperaturer på snl.no: <https://snl.no/lufttemperatur>

²³ Adiabatisk nedkjøling på snl.no: <https://snl.no/adiabatisk>

²⁴ Inversjon på snl.no: <https://snl.no/inversjon - meteorologi>

- *Fønvind*²⁵ er et annet spesialtilfelle der varm tørr vind slår ned i lavlandet etter å ha passert et fjellområde (typisk på Vestlandet ved østavind). Dette skaper unormalt høye temperaturer.
- Vind:
 - Vind²⁶ er *luft i bevegelse*. Oftest er det snakk om bevegelse i forhold til jordoverflaten, altså horisontalt. Vinden kan også bevege seg oppover (oppvind) eller nedover (fallvind). All vind skyldes egentlig horisontale temperaturforskjeller. Det blåser mest om vinteren når temperaturforskjellen er størst mellom ekvator og polene – og mellom land og hav.
 - *Lufttrykkets betydning*: Den mer direkte årsaken til vind er forskjeller i lufttrykket (såkalt trykkgradient). Vinden blåser fra høytrykk til lavtrykk. Jo større trykkforskjeller, desto sterkere blir vinden. Vinden forsøker å jevne ut trykkforskjellene ved å blåse direkte fra høyt til lavt trykk, men på grunn av jordrotasjonens avbøyende kraft (såkalt corioliskraft), vil luften avbøyes mot høyre på den nordlige halvkule og mot venstre på den sørlige. Vinden danner en vinkel med isobarene på 0–20° over havet, og 20–40° over land, pga. økt friksjon. Hos oss, på den nordlige halvkule, blåser det *mot klokka* rundt lavtrykk og *med klokka* rundt høytrykk. Dette gjør at vi til en viss grad kan forutsi vindretningen ut fra hvor lavtrykket ligger.
 - *Framherskende vindretning*: De ulike stedene på jorda har mer eller mindre faste vindretninger. I Sør-Norge gjør bl.a. vestavindsbeltet²⁷ at mesteparten av vinden blåser inn fra havet. Slike faste systemer er mer vanlig nærmere ekvator (eksempelvis *passatvind*), og mindre vanlig nærmere polene.
 - *Vindhastigheter*: Vindens fart øker med høyden. Nede på selve bakken er farten null, mens økningen skjer raskt de første meterne. Videre oppover øker farten, men ikke like raskt. I nærheten av åser, fjell og fjellkjeder er vinden i stor grad styrt av terrenget, og høydeendringen kan arte seg annerledes. Oftest svekkes vinden i komplisert terreng, men forsterkning finnes over pass, nes og topper og gjennom daler. Vindøkning kan i spesialtilfeller også skje på le-siden av fjell pga. fallvind. Vindhastigheter oppgis gjerne i m/s, knop eller som kategorier iht. Beauforts vindskala (f.eks. bris, kuling, storm, orkan etc.)

2.2 Værvarsling og -observasjoner

Målet med denne bolken er å finne fram til nyttige prognoser, bli kjent med noen viktige feilkilder og feil bruk av værvarsel. Vi skal også lære å finne fram til måldata fra værstasjoner.

Værvarsling

*Værvarsling*²⁸ er kunsten å forutsi været. Værvarsling foregår etter vitenskapelige metoder, det er derfor ikke riktig å si at man «spår» været. Metodene omfatter faste observasjoner av tilstanden i atmosfæren både ved jordoverflaten, over havet og i høyere nivåer. Observasjonene plottes på værkart. Den klassiske varslingsmetoden gikk ut på å følge værsystemenes forandring og forflytning

²⁵ Fønvind på snl.no: <https://snl.no/føn>

²⁶ Vind på snl.no: <https://snl.no/vind>

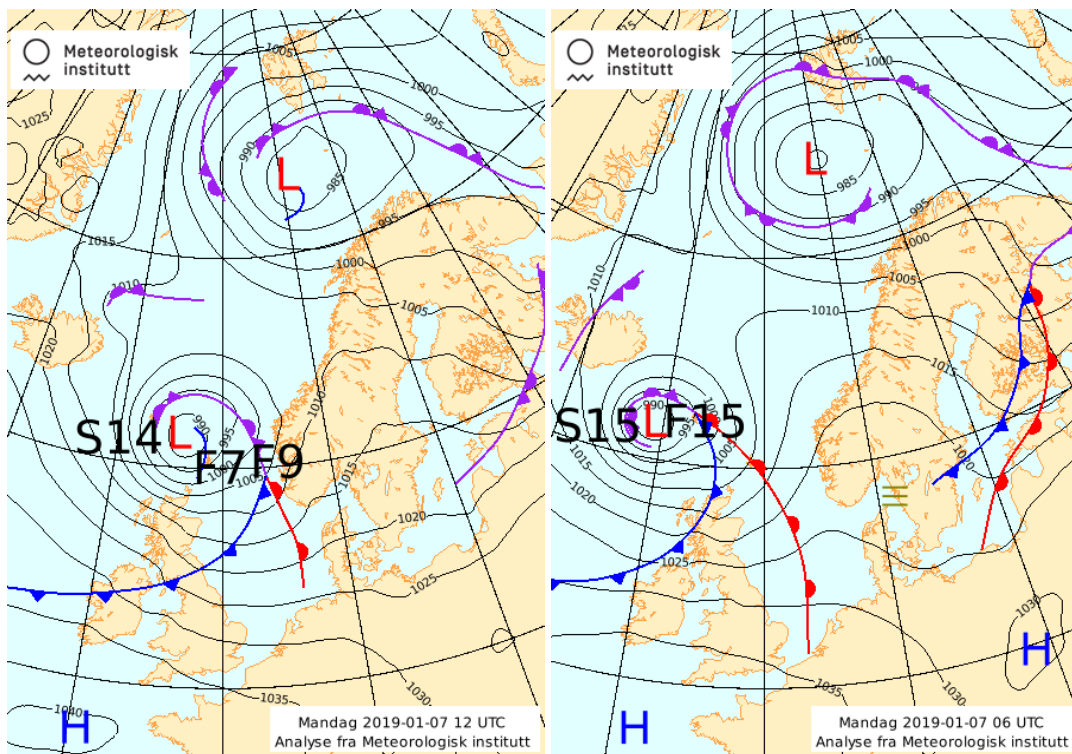
²⁷ Vestavindsbeltet på snl.no: <https://snl.no/vestavindsbeltet>

²⁸ Værvarsling på snl.no: <https://snl.no/værvarsling>

fra kart til kart og så anslå en fortsettelse. I dag er de fysiske lovene som ligger til grunn for værutviklingen velkjente, og de lar seg greit formulere matematisk. Ligningene svært kompliserte og kan bare løses av kraftige datamaskiner. Ligningene må beskrive værelementer i atmosfæren brutt ned i tid og rom til små «celler», og tilstanden i én celle avhenger av cellene som ligger rundt. Værkartene inneholder digitale data, og analysekart tegnes opp automatisk (se Figur 2).

Her er noen stikkord for hva som tas opp på kurset vedr. værvarsling:

- Metoder, mennesker og maskiner
- Modeller som Arome/MEPS og EC
- Nåvarsel (90 minutter, kun nedbør)
- Korttidsvarsel (48 timer)
- Langtidsvarsel (10 dager)
- Kilder til værvarsel (yr.no, halo.met.no, strrom.no, pent.no, xgeo.no/veg, windy.com, ventusky.com)
- Viktige feilkilder i prognoser
- Vanlig feilbruk av prognoser



Figur 2: Eksempel på meteorologens analysekart (fra yr.no)

Spesialprodukter

I kurset tar vi en kort gjennomgang av noen spesialprodukter som finnes på yr.no og halo.met.no. Her er noen eksempler.

- Farevarsel
- Nedbørsradar
- Værkart

Observasjoner

I kurset tar vi også en kort gjennomgang av hvor vi kan finne værobservasjoner fra landets mange værstasjoner:

- Observasjoner på yr.no

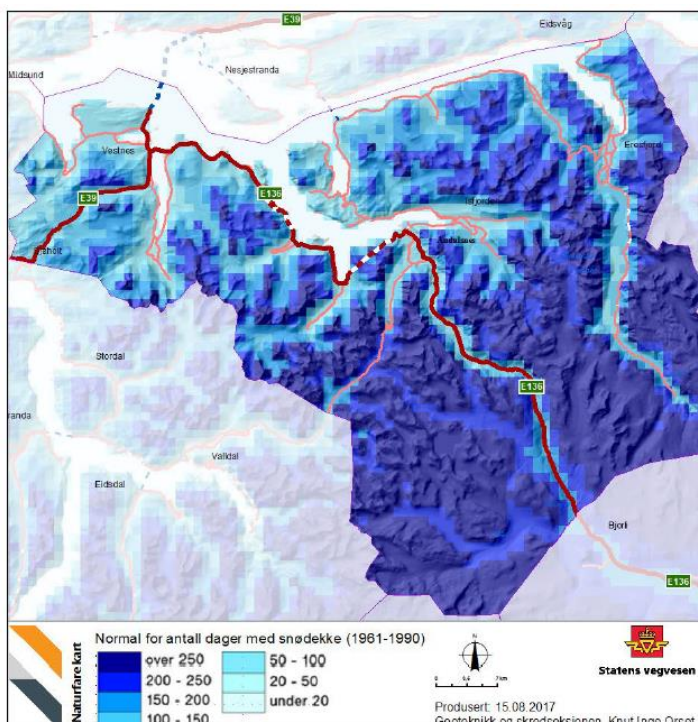
- Observasjoner på seklima.met.no
- Observasjoner på Vegvær
- Observasjoner på diverse apper

2.3 Lokalt vær og klima

Naturfareplanen har et eget avsnitt med beskrivelse av området mtp. terreng og klima. På kurset går vi gjennom det viktigste innholdet herfra, og deltakerne blir invitert til å delta i diskusjonen og komme med supplerende opplysninger om hva som kan betegnes som *ekstremt* (eller iallfall unormalt eller ugunstig) i de enkelte områdene som er dekket av kurset.

I gjennomgangen snakker vi kort om følgende tema:

- Noen generelle klimatiske trekk i området/regionen
- Forskjeller innad i området (f. eks. variasjoner i temperatur, nedbør, vind, snødekke)
- Hvilke værstasjoner finnes?
- Hva er normalt og hva er ekstremt her?
 - Hva er ekstremnedbør?
 - Hvilke erfaringer har vi med styrtregn?
 - Husker vi spesielle snøvintre?
 - Opplever vi klimaendringene her?
- Kjente ekstremvær i området
- Personlige erfaringer
 - Forskjeller før og nå



Figur 3: Eksempel på variasjon i snødekket for et bestemt kontraktsområde (i dette tilfellet 1503 Indre Romsdal)

2.4 Øving om vær og klima

Som oppfølging til avsnitt 2.3 anbefaler vi følgende øving i øvingsheftet:

- Øving B: Lokalt vær og klima (plenumsdiskusjon)

3. Naturfarer

3.1 Hva er naturfarer?

Vi omtaler gjerne naturfarer som en *felles betegnelse for naturlige prosesser som kommer av kombinasjonen av klimaforhold, grunnforhold og topografi*²⁹. Flom- og skredfare er eksempler på naturfarer. Disse er også de viktigste naturfarene for drift av vegnettet i Norge. Potensialet for naturfarer bør vurderes så tidlig som mulig i en planlagt utbygging for å synliggjøre eventuelle behov for sikrings- eller beredskapstiltak.

Sikring av vegnettet kan bestå av både *fysiske anlegg og aktive tiltak*. De aktive tiltakene er beskrevet i Figur 1. Blant disse tiltakene inngår også beredskapstiltak mot naturfarer på eksisterende veg.

De tiltakene som Statens vegvesen og byggherre bruker for å sikre vegene fysisk og/eller aktivt, baserer seg på de registreringene vi har av det som skjer på vegene. Det er derfor svært viktig at det blir gjort gode registreringer av flom og skred av entreprenørene i Elrapp-skjema R2 og R11. Vi kommer tilbake til begge disse skjemaene i øving G i øvingsheftet (denne er spesielt egna for innmeldere i Elrapp). Vi gir deg i kapittel 3, 4 og 5 det faglige grunnlaget for å registrere så korrekt som mulig.

Stikkordsmessig skiller vi gjerne mellom disse naturfarene i Vegvesenets beredskapsplaner:

- Skred og nedfall
 - Snøskred
 - Sørpeskred
 - Isnedfall
 - Løsmasseskred (inkl. jordskred, flomskred og leirskred)
 - Steinsprang/steinskred
- Flom
 - Oversvømmelser fra vassdrag
 - Flomskader/flomerosjon
- Andre naturfarer
 - Vind (inkl. vindpåkjenninger og drivsnø)
 - Bølger (bølgeerosjon på veger, ferjer og ferjekaier)
 - Stormflo (oversvømmelse fra hav)

Skred, flom og andre naturfarer defineres overordnet i avsnitt 3.2 og mer i detalj i kapittel 4 og 5. Andre naturfarer som skogbrann kan legges til i noen tilfeller, der dette er vanlig.

Hvor oppstår naturfarer?

Naturfarer oppstår vanligvis i naturlig terreng som bratte skråninger og fjellsider eller langs elver og vassdrag. Men også menneskeskapte anlegg og inngrep kan rammes av lignende prosesser, i form av nedfall fra skjæringer og tunneler, utglidninger i fyllinger og vegkropp og erosjon av skogsveger og hogstflater.

For nedfall og skred skiller vi dermed vanligvis mellom følgende kildeområder:

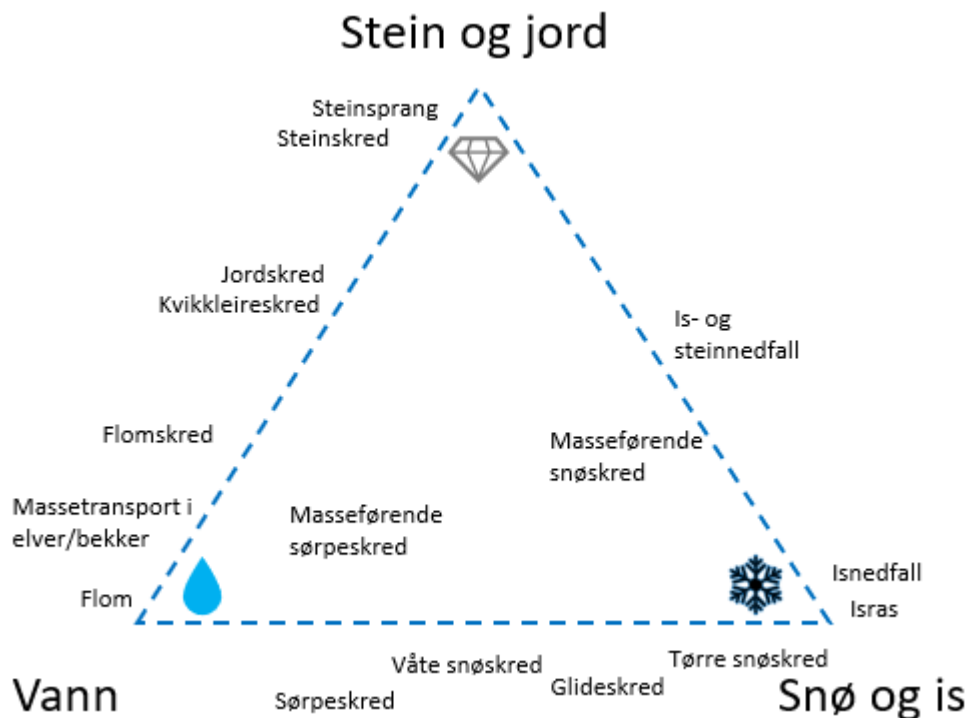
- Fra naturlig sideterreng

²⁹ Håndbok V712 Konsekvensanalyser: <https://www.vegvesen.no/attachment/704540/binary/1273191>

- Fra anlegg og terrenginngrep

3.2 Definisjoner

Skred (eller ras) er ifølge snl.no³⁰ større eller mindre gravitasjonsbetinget masseforflytning av stein, jord, leire eller snø. Skredtypene kan klassifiseres etter hvilke masser som inngår (stein/jord eller snø/is) og hvordan vann i flytende form medvirker. Dette er gjort bl.a. i Vegvesenets håndbok V139 Flomskred og sørpeskred³¹:



Figur 4: Klassifisering av skredtyper ut fra det forholdet mellom vann, stein/jord og snø/is iht. Vegvesenets håndbok V139 Flomskred og sørpeskred.

Skred og ras kan forresten brukes ganske synonymt, selv om betydningen³² etymologisk (språkvitenskapelig) sett er litt forskjellig. For praktiske formål betyr de uansett omtrent det samme, og for å slippe å bruke begge begrepene i enhver sammenheng har Statens vegvesen m. fl. bestemt seg for å bruke *skred* som hovedord. Men det fullt mulig å bli forstått selv om man snakker om både skred, ras, fonner og laviner i dagligtalen.

Snøskred³³ kan gå som *løssnøskred*, *flakskred* og *glideskred* (tørre eller våte). Dette blir detaljert behandlet i kapittel 4 om skred.

Vannrelaterte skred som *løsmasseskred*³⁴ (*jordskred*, *flomskred*, *utglidninger*) og *sørpeskred*³⁵ blir detaljert behandlet kapittel 5 om flom og jordskred.

³⁰ 'Skred' ifølge Store norske leksikon: <https://snl.no/skred>

³¹ Håndbok V139 - Flom- og sørpeskred: <https://www.vegvesen.no/attachment/740653/binary/1006021>

³² Skred og ras i følge Språkrådet: <https://www.sprakradet.no/Vi-og-vart/hva-skjer/Aktuelt-ord/Ras-og-skred/>

³³ Faktaark om snøskred, tørre og våte: http://publikasjoner.nve.no/faktaark/2016/faktaark2016_01.pdf

³⁴ Faktaark om jordskred og flomskred: http://www.varsom.no/media/1989/fakta-5-13-jord-og-flom_v2017.pdf

³⁵ Faktaark som sørpeskred: http://publikasjoner.nve.no/faktaark/2013/faktaark2013_06.pdf

Kvikkleireskred er skred som kan gå i slakt terreng. Dette er en spesiell skredtype i spesielt ustabil marine leirer. Dette er også løsmasser, men skredtypen er ikke vannrelatert i samme grad som de ovennevnte. Skredene blir nemlig vanligvis utløst av menneskelig påvirkning (f. eks. masseflytting). Det er viktig å vite hvor man har forekomster av kvikkleire og være ytterst forsiktig med alt maskinarbeid i slike områder. Vi omtaler ikke kvikkleireskred ytterligere i dette kompendiet, men i de fleste naturfareplaner vil eventuelle forekomster være presentert. Kjente forekomster vises også i NVE Atlas³⁶.

Steinsprang³⁷ er nedfall av *enkelsteiner* (bergartsfragmenter/blokker) som løsner fra en bratt fjellside og beveger seg mer eller mindre uavhengig av hverandre ved å falle, sprette, rulle eller gli ned en skråning, til terrenget flater ut. Det er vanligvis snakk om små volum og lite fragmentering av blokkene. **Steinskred** er oppsprukket berggrunn som løsner i en bratt fjellside og beveger seg nedover skråningen. Skredmassene knuses opp underveis i skredforløpet og danner en *massestrøm*. Det totale volumet er større enn ved steinsprang. Når volumet passerer 100 000 m³, snakker vi ofte om **fjellskred**.

Isnedfall kan defineres som nedfall av en eller flere isblokker fra en bratt fjellside eller skjæring.

Flom³⁸ oppstår når vannstanden i innsjøer og elver går ut over det normale, noe som fører til at vannet flommer ut over landmasser som ellers er tørre. Flom kan også defineres kvantitativt (tallmessig) ut fra størrelse og statistisk gjentaksintervall (hvor ofte samme størrelse inntreffer). En middelflom (normal flom) defineres som gjennomsnittet av høyeste døgnmiddelvannføring hvert år i en hel årrekke.

Stormflo³⁹ er særlig høy vannstand i sjøen i forbindelse med storm. Spesielt store ødeleggelser kan forekomme når stormflo opptrer samtidig med maksimalt høyt tidevann (springflo) som oppstår ved nymåne og fullmåne.

Skogbrann⁴⁰ kan arte seg som *mark-*, *lyng-* eller *toppbrann*, eller en kombinasjon av disse branntypene avhengig av treart, vindstyrke og skogbunnens tørrhet og mengde organisk materiale.

3.3 Lokale naturfarer

Byggherrens beredskapsplaner for håndtering av naturfarer (ofte forkortet 'naturfareplaner') dekker etter hvert det meste av vegnettet i Norge. Disse er vanligvis delt inn etter driftskontraktsoner. Behovet for slike planer er omtalt i håndbok 'R611 Trafikkberedskap'⁴¹. Her står det at *naturfare* skal være tema i en av de temavise beredskapsplanene for et bestemt vegnett. Disse planene har en tekstdel som beskriver vegnettet, klimaet og naturfarene som er relevante. I tillegg finnes både oversiktskart og detaljkart som viser geografisk plassering av f.eks. skredløp, løsnemråder og flomsoner (se Figur 5). Planene kan fås hos byggherre, og de ligger vanligvis også vedlagt driftskontraktene (som vedlegg D2-S17).

³⁶ NVE Atlas: <https://atlas.nve.no/>

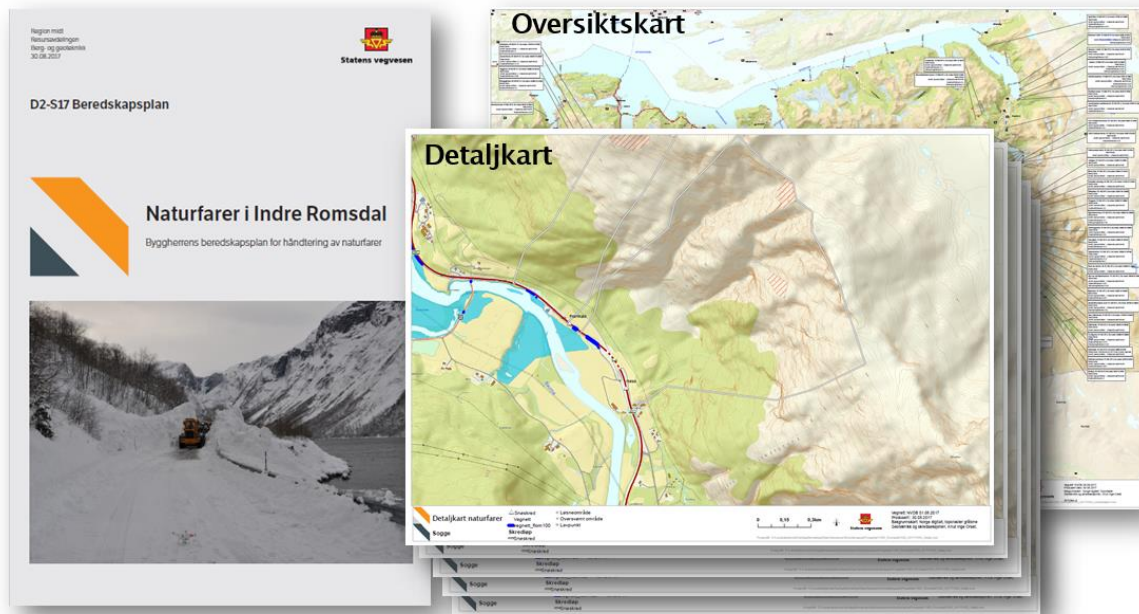
³⁷ Definisjoner ifølge NIFS på naturfare.no: <http://www.naturfare.no/attachment/683735/binary/982286>

³⁸ Ordliste for flom: <http://www.varsom.no/flom-og-jordskredvarsling/ordliste-for-flom/>

³⁹ Stormflo på snl.no: <https://snl.no/stormflo>

⁴⁰ Skogbrann på snl.no: <https://snl.no/skogbrann>

⁴¹ Håndbok R611 Trafikkberedskap: <https://www.vegvesen.no/attachment/61469/binary/1036080>

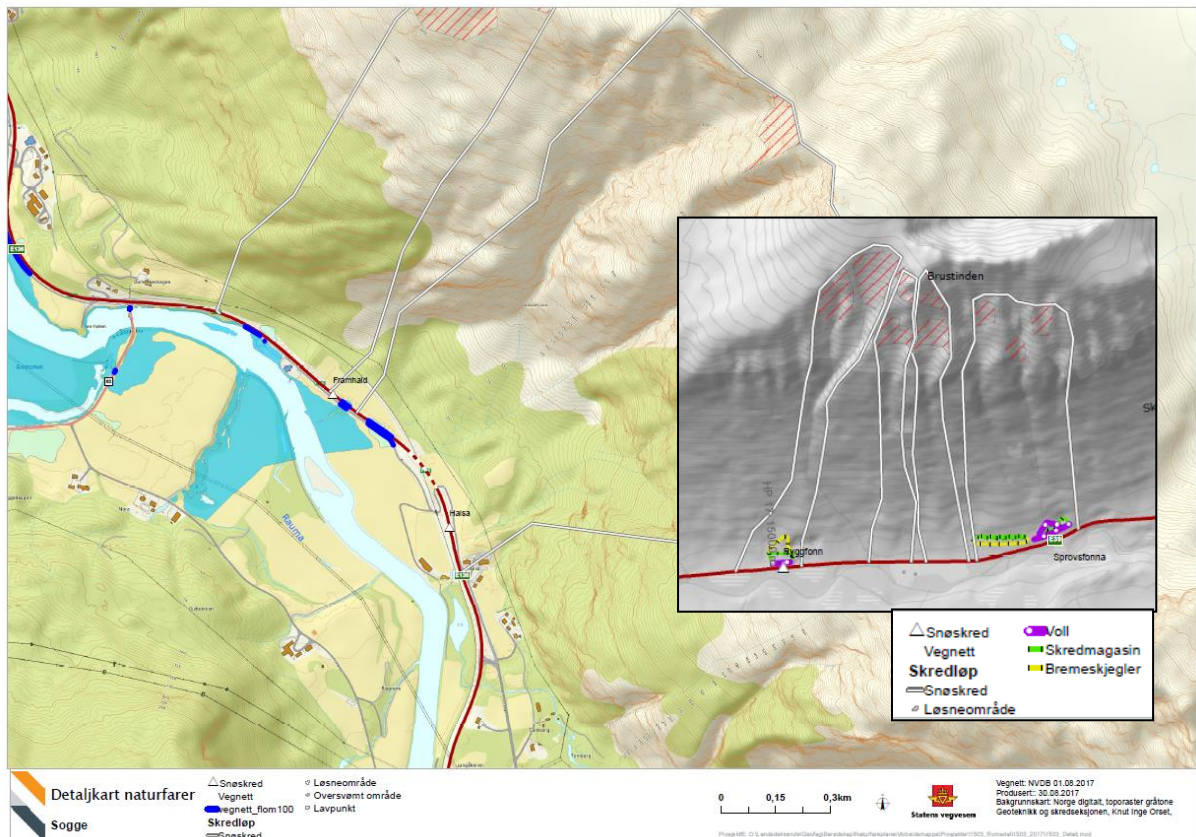


Figur 5: Byggherrens beredkapsplaner for håndtering av naturfarer (forkortet 'naturfareplaner') beskriver vegnettet, klima og naturfarer som er relevante for et gitt område. I tillegg finnes både oversiktskart og detaljkart som viser geografisk plassering av f.eks. skredløp, løснеområder og flomsoner.

Under kursene, som dette kompendiet er laget for, vil oversiktskartene vanligvis være hengt opp i kurslokalet. Vanligvis legges også detaljkartene fram. Kursholder vil presentere en felles oppsummering relevant for de områdene som kursdeltakerne kommer fra. Deltakerne oppfordres også til å gjøre seg kjent med kartene ilt kursdagene.

Noen områder mangler av ulike grunner naturfareplaner. De som ikke kjenner til om det finnes planer, eller trenger alternative kilder til naturfaredata, kan finne noe her:

- Om planene og kontaktpersoner: vegvesen.no/skredberedskap
- Visning av skredløp: xgeo.no/veg
- Historiske [skredhendelser på vegkart.no](http://skredhendelser.paa.vegkart.no) (R11) (søkeord 'skred')
- [Skredpunkt på vegkart.no](http://Skredpunkt.paa.vegkart.no) (fra skredsikringsbehov)
- Flom- og skreddata (atlas.nve.no/)



Figur 6: Eksempel på detalj kart fra naturfareplan for område 1503 Indre Romsdal med E136 i Rauma (store bildet) og Vestnes (innfelt).

3.4 Øvinger om naturfare

Som oppfølging til avsnitt 3.2 anbefaler vi følgende øving i øvingsheftet:

- Øving G: Rapportere hendelser (praktisk oppgave, spesielt egna for videregående opplæring)

Som oppfølging til avsnitt 3.3 anbefaler vi følgende øving i øvingsheftet:

- Øving C: Lokale naturfarer (plenumsdiskusjon)

4. Snø og snøskred

4.1 Snø på bakken

Snøskred skiller seg fra de andre skredtypene ved at materialet som det går skred i, stadig fornyes, dvs. det *oppstår, omdannes, forsvinner og etterforsynes* på en helt annen måte enn andre skredmaterialer. At materialet etterforsynes (stadig kommer tilbake) betyr også at snøskredene gjentar seg selv på samme sted i mye større grad enn andre skredtyper.

Som nevnt i avsnitt 2.1 dannes snø i atmosfæren. Så snart snøkrystallene er dannet, starter omdanningsprosesser. Dette skjer særlig etter at *nysnø* har nådd bakken. Dette gjør at vi i tillegg til nysnø får en rekke andre snøtyper⁴² som *fokksnø* (finkorna), *smelteformer* (grovkorna), *kantkorn*, *begerkrystaller* og *skare*.

På kurset gir vi en kort innføring i omdannings- og overflateprosesser som er særlig viktige for skredfare:

Krystallomdanning (tre typer):

- Nedbryting (runding)
 - o **Nysnøen** setter seg med tida: krystallene brytes ned og danner mindre korn som gradvis danne finkorna snø
 - o Vinden bryter ned krystallene i snøfokk og danner **fokksnø**. Dette kan skje før snøen har nådd bakken, men vinden kan også rive med seg snø fra bakken og omfordele denne. Denne nedbrytningsprosessen går langt raskere enn når snøen setter (se over) uten vindpåvirkning, og snøen bli langt raskere finkorna.
- Oppbygging (kanting)
 - o **Kantkorn**: Oppstår i snødekket ved kulde. Kanting av snøen gir liten fasthet. Snøtypen kalles ofte *rennsnø*, eller *sukkersnø* pga. manglende fasthet
 - o **Begerkrystaller**: Oppstår i bunnen av snødekket ved kulde og er en videreutvikling av kantkorn. Dette gir svært liten fasthet.
- Smelteomdanning (smelting og gjenfrysing)
 - o Smeltingen bryter ned lagdeling gjør snøen om til mer homogene **smelteformer**
 - o Gjenfrysing gjør snøen fastere, og store korn vokser på bekostning av små. Gjenfrosne smelteformer danner **skare** (i praksis smelteskare)

Rimdannelse:

- o Kald overflate gir rimdannelse og utvikling av **overflaterim**.

Lagdeling

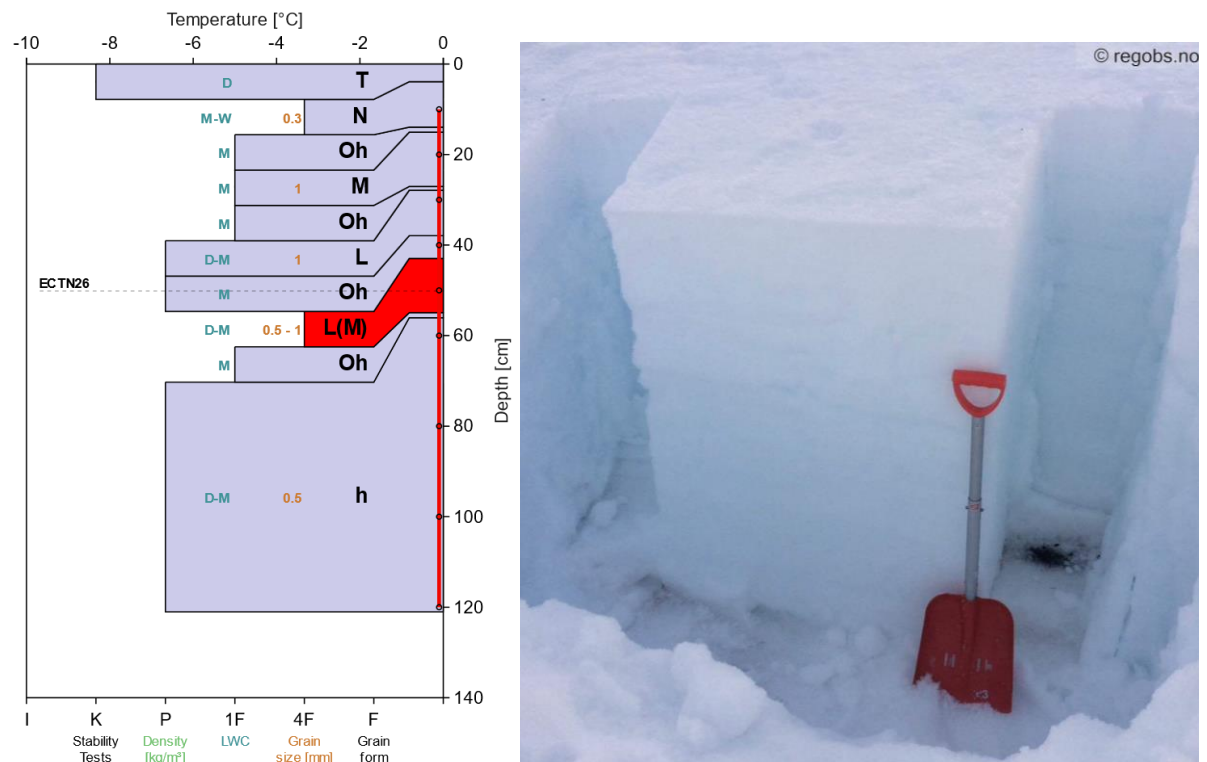
Omdanningsprosessene i snø på bakken, som nevnt over, er den viktigste årsaken til skredfare, slik vi skal se i neste avsnitt. Omdanningen danner ulike snølag med ulik hardhet, krystallform og krystallstørrelse. Hvor godt de ulike lagene sitter fast i hverandre, og evnen en lokal kollaps (eller 'brudd') har til å spre seg utover langs disse lagene, er avgjørende for om det går skred. Kollaps, eller brudd, går langs såkalte svake lag. Kjentetegn for et svakt lag er ofte store krystaller med liten fasthet/hardhet. Kantkorn, begerkrystaller og nedsnødd overflaterim (som nevnt over), er de farligste svake lagene fordi de danner såkalt *vedvarende svake lag*⁴³. De er dessuten de vanskeligste

⁴² Internasjonal snøklassifikasjon: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000186462/PDF/186462eng.pdf.multi>

⁴³ Vedvarende svake lag: <http://www.varsom.no/snoskredskolen/skredfarevurdering-og-faretegn/vedvarende-svake-lag/>

lagene å vurdere forekomsten av, uten å grave i og teste snøen. Dette er en av grunnene til at vi må vite mer enn det vi kan tenke oss fram til fra værobservasjoner for å få det hele og fulle bildet av skredfare.

Lagdelingen i snødekket presenteres ofte gjennom såkalte *snøprofiler*, der hardheten blir uttrykt ut fra hvor lett det er å stikke en *knyttneve (F)*, *fire fingre (4F)*, *èn finger (1F)*, en *blyant (P)* eller en *kniv (K)* inn i snølagene. Snøtypene i profilet er ofte illustrert vha. farger/skravur og symboler i egne optegningsverktøy for snøprofiler (se Figur 7).



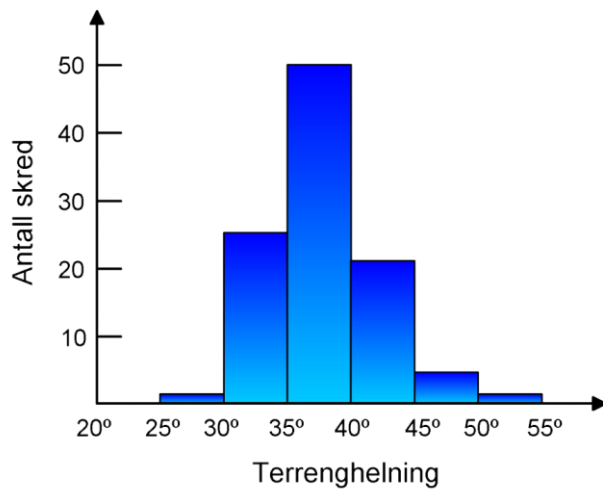
Figur 7: Lagdeling i snødekket illustrert vha. standardisert snøprofil (t.v.) og bilde. Jo lenger til venstre et snølag strekker seg, jo hardere er det (illustrasjon og foto⁴⁴: david@midttroms på regobs.no)

4.2 Skredterreng

Vi deler vanligvis *skredterreng*⁴⁵ inn i tre områder: *løsneområder*, *skredløp* og *utløpssoner*. Skredterreng er dermed alt terreng der skred kan *løsne* eller *treffe*. Løsneområdet er det området hvor et snøskred starter, enten etter et *brudd* som ved flakskred, eller som *punktutløsning* som ved løssnøskred. Snøskred kan løsne overalt hvor det er snø og en helning som er 30° eller brattere. De fleste skred løsner riktignok i terreng som er mellom 35° og 40° (se Figur 8). I helninger som er under 30°, løsner det sjelden snøskred. Det er ellers sjeldent at store skred løsner i terreng brattere enn 60°, da det normalt er for bratt til at det legger seg opp særlig snø der.

⁴⁴ Observasjon av snødekke: <https://www.regobs.no/Registration/174155>

⁴⁵ Skredterreng på Snøskredskolen: <http://www.varsom.no/snoskredskolen/skredterreng/>



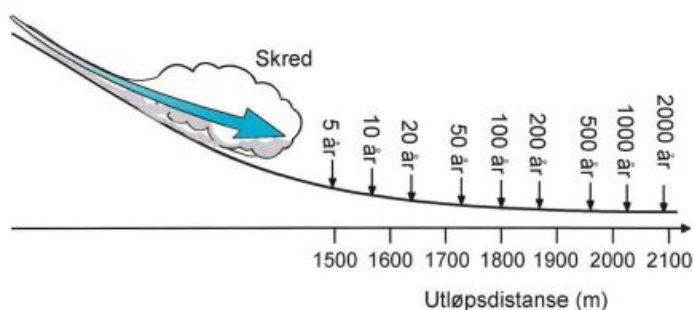
Figur 8: Fordeling av helningsvinkler for registrerte skred, ifølge Jaedicke (2014) på snl.no

Selv om det er bratt der skredet løsner, kan det treffe oss i langt slakere terreng. *Utløpssonen* er området hvor et snøskred stopper opp. I utløpssonen gjelder ikke 30-gradersregelen, så her må vi også se opp for bratt terreng *over* oss. Skiløpere kan bli tatt av snøskred i utløpssonen hvis de *fjernutløser* skred, mens veger og infrastruktur oftest blir truffet av skred som løsner *naturlig* (av seg selv). Vi vil i hovedsak fokusere på naturlig utløste flakskred i dette kurset, da det er disse skredene som oftest treffer veg.

Hvor langt ut i utløpssonen skredet treffer, avhenger av snømengder, skredløp og skredtype. Store snømengder, jevn helning, kanalisert skredløp og tørre skred gir lengst utløp. Små snømengder, ujevnt og ikke-kanalisert skredløp samt våte skredmasser gir kortere utløp. En konservativ tommelfingerregel for utløpssoner, er å anta at man er trygg så lenge man har en avstand ut fra hengt som er minst tre ganger høyden til hengt.

Skredstørrelser

Skredstørrelser kan klassifiseres på flere måter. *Gjentaksintervall*, hvor lang tid man antar det går mellom hver gang et skred av samme størrelse gjentar seg selv, er mye brukt i forbindelse med farevurdering for bebyggelse (se Figur 9). Etter denne tankegangen forutsetter vi at små skred går ofte, mens store skred går sjeldent. Da tar vi ikke stilling til volum, faktisk utløpslengde eller trykkvirkning.



Figur 9: Gjentaksintervall for skredhendelser (fra Lied og Kristensen, 2003)

Skredfrekvens er også mye brukt i forbindelse med sikring av veg, dvs. hvor ofte et skred er registrert å treffe vegen (se naturfareplanen).

Skadepotensialet/trykkvirkingen i skredbevegelsen, dvs. hvor skadelige skredene er når de treffer et objekt, sier også noe om hvor stort et skred er (se Figur 10). De store skredene har størst ødeleggende kraft.

Skredhastighet (m/s)	Belastning ($\rho = 200 \text{ kg/m}^3$)	Virkning
2	1 kPa	Vinduer knuses
5	5 kPa	Dører trykkes inn
7–12	10–30 kPa	Husvegger av tre trykkes inn

Figur 10: Gjentakintervall for snøskredhendelser (fra Lied og Kristensen, 2003)

I skredvarslingen på varsom.no brukes en kombinasjon av skadevirkning, volum og relativ utløpslengde i tråd med den europeiske definisjonen⁴⁶. Dette gir følgende kategorier:

Tabell 3: Oversikt over snøskredstørrelser

Str.	Kategori	Typisk volum	Typisk utløpslengde	Typisk skadevirkning
1	Små	100 m ³	Stopper i hengt	Liten fare for å bli begravd
2	Middels store	1 000 m ³	Stopper i bunnen av hengt	Kan begrave, skade eller drepe en person
3	Store	10 000 m ³	Stopper opp mot 50 m ut i slakt terreng	Kan begrave og ødelegge biler, skade lastebiler, mindre bygninger og skog
4	Svært store	100 000 m ³	Stopper mer enn 50 m ut i slakt terreng	Kan begrave og ødelegge tog og store lastebiler, flere bygninger og skogsområder
5	Ekstreme	> 100 000 m ³	Når frem til dalbunnen. Største kjente snøskred	Kan ødelegge landskapet. Katastrofal skade mulig

Forenklet kan vi si at størrelse 1-2 vanligvis utgjør liten fare for vegtrafikken da både skadepotensialet og utløpslengden er begrenset. Men i noen tilfeller, der vegen ligger i eller rett under løснеområdet, kan det likevel være farlig. Slike eksempel kan vi finne bl.a. i Finnmark og på Vikafjellet mellom Sogn og Hordaland. De fleste registrerte tilfeller av skred på veg knytter seg trolig til str. 3, uten at dette er dokumentert spesielt godt. Størrelse 4 og 5 er sjeldnere, men når de først skjer, vil skredutsatte veger ofte bli truffet.



Figur 11: eksempel på snøskredstr. 2, 3 og 4 fra venstre (kilde: Snøskredskolen på varsom.no)

De minste skredene (str. 1-2) stopper vanligvis fort opp selv i ganske bratt terreng, mens større skred (str. 3) kan gå ned hele fjellsiden og endatil langt ut i ut i flate områder (str. 4-5).

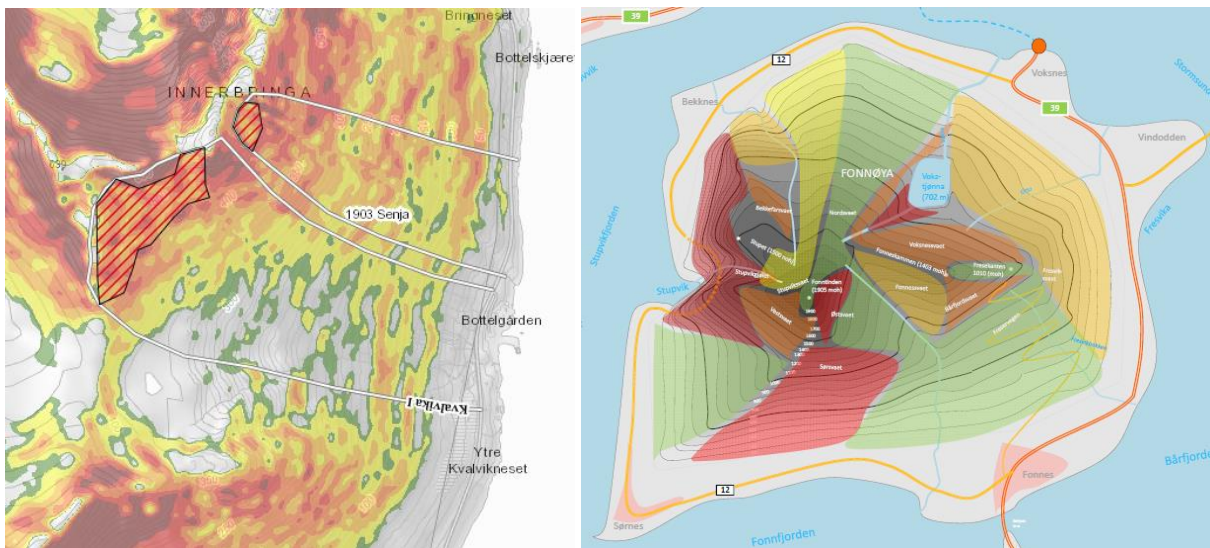
⁴⁶ Skredstørrelser: <http://www.varsom.no/snoskredskolen/snoskredvarselet-forklaring/snoskredstorrelser/>

Karttjenester

En ganske vanlig måte å visualisere skredterreng på, er å bruke helningskart som grovt sett viser om terrenget er *over* eller *under* 30 grader. Her er eksempler på karttjenester hvor du kan finne ulike helningskart:

- [Skredkartet til NGI](#)⁴⁷
- [NVE atlas](#)⁴⁸
- [Beredskapsverktøyet XGEO](#)⁴⁹

For skiløpere finnes også klassifiseringssystemet [KAST](#)⁵⁰ som tar hensyn flere terrengegenskaper enn bare helning (bl.a. terrengform og terrengfeller). Selv om dette verktøyet er laget for friluftsliv, kan de også være nyttig for oss som jobber med veg, fordi det viser beregninger av både *korte* (vanlige) og *lange* (sjeldne) utløp.



Figur 12: Helningskart fra xgeo for Senja (t.v.) og fra modellen i øving D i øvingsheftet, med utvalgte løsnemråder og utløpssoner. Grønt representerer terreng under 30°, gult er 30-35°, lys oransje 35-40°, mørk oransje 40-45° og rød over 45°.

Terrengfeller

De fleste som omkommer i skredulykker på fjellet, dør som følge av kvelning. Mange dør også som følge av mekaniske skader på kroppen. Det betyr at kreftene i snøskredet slår de skredtatte ihjel, ved å føre dem mot steiner, trær og terrengformer. Begge disse årsakene henger ofte sammen med *terrengfeller*⁵¹ da bekkedaler og kløfter, stup, steiner, trær og skog både kan gi store snøansamlinger og påføre skreddofferet påkjenninger.

Det er mindre vanlig å snakke om terrengfeller ved skred på veg, men det er i høyeste grad et relevant tema også her. Inne i en bil eller en hullaster er det vanligvis mindre sjans for å kveles av snømassene enn det er for en skiløper uten slik beskyttelse rundt seg. Kjøretøyet vil ofte vil gi gode luftlommer. Hvis sideterreng til vegen er jevnt, vil også kjøretøyet kunne tåle de største kreftene selv om det skyves langt ut av vegen. Dersom det derimot er terrengfeller til siden for vegen, som gjør at kjøretøyet presses mot *hindringer*, utfor *stup* eller ut i *vann*, vil sjansen for å overleve være mye mindre. Hindringer kan bestå av fjellskjæringer, høye brøyte- og fresekanter, rekkverk, store

⁴⁷ Skredkartet til NGI: <http://skredkart.ngi.no> (finnes også i appen «Bratt»)

⁴⁸ NVE Atlas: <http://atlas.nve.no> (finnes også i appen «regObs»)

⁴⁹ Beredskapsverktøyet XGEO: <http://xgeo.no/veg> (her kan du se helning sammen med skredløp)

⁵⁰ KAST på Snøskredskolen: <http://www.varsom.no/snoskredskolen/skredterreng/kast-klassifisering-av-snoskredterreng/>

⁵¹ Terrengfeller på Snøskredskolen: <http://www.varsom.no/snoskredskolen/skredterreng/terrengfeller/>

trær, dype grøfter og bratte vegfyllinger. Stup og bratte fjellsider som ofte ender i innsjøer og fjorder er spesielt kritisk. Den siste dødsulykken hvor snøskred rammet en driftsentreprenør, skjedde i januar 2011 da en brøytebil ble tatt på fv. 42 i Rogaland og ført ut i det 160 m dype Gyvatnet⁵². Ved Ura i Lyngen ble fem personer ført på fjorden og drept av et snøskred⁵³ som førte en buss og hjullaster på fjorden mens de ventet på at vegen skulle åpne etter et større skred i forveien (se Tabell 1).



Figur 13: Eksempler på terrengfeller ved skred på veg. T.v. er en hjullaster ført nesten på havet ved E69 som var stengt ved Nordmannset i mars 2017 (foto: Avinor Honningsvåg). T.h. er et skredområde gravd/frest opp og trafikken satt på igjen etter skred i Kvasdalen i Voss i april 2015. Her er brøyte-/fresekanten en terrengfelle (foto: Tore Humstad).

4.3 Skredproblemer og -typer (skredårsak og virkning)

Vi snakker ofte om *skredproblemer*⁵⁴ som en samlebeskrivelse av snø- og værhold⁵⁵ som årsaker til at vi får skredfare. Skredproblemene som vi bruker i Norge er definert av det europeiske samarbeidsorganet for skredvarslingstjenester, EAWS. Vi har oppsummert disse i

⁵² Brøytebilsjåfør funnet død i Rogaland i 2011: <https://www.nrk.no/rogaland/broytebilsjaforen-er-funnen-1.7471728>

⁵³ Fem drept av snøskred i Lungen i 2000: <https://www.vg.no/nyheter/innenriks/i/zLG684/det-siste-bildet-foer-raset>

⁵⁴ Snøskredproblemer på varsom.no: <http://www.varsom.no/snoskredskolen/snoskredproblemer/>

⁵⁵ Skredvær – faktaark 06/2017 fra NVE: http://publikasjoner.nve.no/faktaark/2017/faktaark2017_06.pdf

Tabell 4.

Disse skredproblemene kan gi oss følgende skredtyper⁵⁶:

- Flakskred (inkl. glideskred, der hele snøpakken glir på bakken)
- Løssnøskred




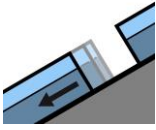
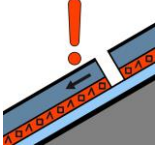
Skredene kan være enten tørre eller våte, eller starte som tørre skred og ende opp som våte skred. Dette skjer når tørre skredmasser fra høyfjellet kommer ned til våt snø i lavlandet.

Vi deler gjerne selve skredet opp i ulike lag/faser/elementer som vi forenklet kan oppsummere slik:

- Skredmasser (eg. både *flytelag* og *saltasjonslag*, som vi ikke går nærmere inn på her)
- Skredvind og snøsky (luftmasser med og uten snøpartikler som presses ut av fjellsiden foran skredet, og som kan ta sikten fra trafikantene og blåse biler og busser ut av veggen). Skredvind (med skredsky) er mest vanlig ved tørre skred, da disse har størst hastighet og i mindre grad smelter snøpartiklene (til tross for en viss friksjonsvarme). Se også Figur 15.

⁵⁶ Skredtyper på snøskredskolen: <http://www.varsom.no/snoskredskolen/snoskredvarselet-forklaring/snoskredtyper/>

Tabell 4: EAWS skredproblemer med tilhørende faretegn og virkning (etter snøskredskolen på varsom.no)

Skred-problem	Dannelse og faretegn	Skredtype	Responstid og stabilisering	Vurdering fra veg
 <p>Nysnø</p>	<p>Dannelse: Nysnø som enten er ubunden⁵⁷ (ved vindstille eller kort omdanningstid) eller bunden (ved vind eller når snøen setter seg). Faretegn: Stort snøfall (typisk 30-80 cm nysnø ila. 3 døgn, eller 15-30 cm på ett døgn).</p>	Flakskred Løssnøskred	Kort responstid. Skredsyklus naturlig utløste skred mens været står på eller rett etter.	Mulig
 <p>Fokksnø</p>	<p>Dannelse av fokksnø⁵⁸: Snøkrystallene brytes ned i vinden, varme frigjøres og snøkorn binder seg sammen til flak. Faretegn: Vind over snødekt mark, typisk mer enn frisk bris eller mer (>8 m/s). Faren øker med økende vind og tilgang til løssnø, f.eks. mer enn >30 cm løssnø eller store henteområder. Faren forsterkes av samtidig snøfall (f.eks. 20-50 cm ila. 3 døgn).</p>	Flakskred	Kort responstid. Skredsyklus av naturlig utløste skred mens været står på eller rett etter.	Mulig
 <p>Våt snø</p>	<p>Dannelse: Første oppbløting, særlig av ferskt snødekke, men også gammel snø. Faretegn: Rask smelting (mer enn 5°C i løpet av 3 timer, fra minussiden over på plussiden). Ansamling av vann i snødekket som følge av solinnstråling, mildvær eller regn. Ferske skred under mildvær.</p>	Flakskred Løssnøskred	Middels responstid, avhengig av hvor raskt smeltingen foregår, hvor langt ned i snøen og variasjoner i ulike høyder. Skredsyklus med naturlig utløste skred mens været står på og 1-3 dager etterpå.	Mulig
 <p>Glidende snø</p>	<p>Dannelse: Snøen som ligger på bratte og glatte underlag (f.eks. sva) gjennomsmeltes, sprekker og begynner å gli. Faretegn: ferske glidesprekker og videre utvidelse av sprekke, forsterkes av sol, mildvær og fravær av nattefrost.</p>	Glideskred	Lang responstid da snøsmeltingen vanligvis må trenge helt ned til bunnen av snødekket. Kan variere fra 1-3 dager og opp til flere uker.	Vanskelig
 <p>Vedvarende svakt lag</p>	<p>Dannelse⁵⁹: Vanligvis kulde, store temperaturgradienter inne i snøen eller utstråling på kalde netter. Når de først dannes har de ofte stor utbredelse. Faretegn: drønnelyder og skytende sprekker ved pålasting, store ferske skred.</p>	Flakskred	Lang responstid. Trenger ofte en utløsende faktor i tillegg, enten mer snø, tyngre snø (smelting) eller vekta av skiløpere.	Ikke mulig
<p>Kombinasjoner av flere skred-problem</p>	<p>Kombinasjoner der værrelaterte skredproblem finnes sammen med vedvarende svake lag skaper ofte de største problemene for veg.</p>	Flakskred Løssnøskred	Varies etter ulike høyder og ulike helningsretninger	Ikke mulig
<p>Skavlbrudd</p>	<p>Skavlbrudd er eg. ikke et eget skredproblem ifølge EAWS) kan løse ut skred i flak og løssnø under seg.</p>	Flakskred Løssnøskred		

⁵⁷ FILM Nysnø – bunden eller ubunden snø ([film fra Snøskredskolen](#), lengde 0:49):

⁵⁸ FILM Fokksnø ([film fra Snøskredskolen](#), lengde 2:21)

⁵⁹ FILM Vedv. svakt lag ([film fra Snøskredskolen](#), lengde 4:37):

Mest utsatte høyder og helninger

Når vi omtaler et skredproblem (Tabell 4), er det et mål å beskrive hvor i terrenget vi kan forvente å finne det. Da beskriver vi hvilke *høyder* vi tror er mest aktuelt å finne det og i hvilke *helningsretninger* det er mest utbredt. For å fastsette rett høydenivå må vi ta hensyn til at temperaturen gir ulik snømengde og snøfuktighet, som igjen kan ha betydning for en rekke andre prosesser. Med helningsretning tar vi hensyn til at *vind*, *solinnstråling* og *skyggevirking* avhenger av terrenget. Dette har igjen betydning for fokksnøansamlinger i *lesider*, erosjon i *losider*, smelting i sola og rimdannelse i skyggen. Å resonnere seg fram til slike effekter, kalles gjerne *prosesstenking*.

Angivelse av mest utsatte høyder og helninger kan hjelpe oss til å vite hva vi skal se etter når vi observerer snøforholdene eller er på tur i fjellet. For trafikksikkerheten kan det hjelpe oss å anslå hvilke løснеområder som med størst sannsynlighet vil kunne gi skred. Dette krever riktig nok at vi har oversikt over relevante løснеområder, f.eks. i naturfareplaner eller helningskart.

Aktuelle skredproblemer oppgis ofte i ulike varslingstjenester (se kapittel 6). Vanligvis gis slike varsel for store regioner. Vår jobb lokalt blir da å bekrefte eller avkrefte om skredproblemene stemmer i vårt område, enten vi er på ski i fjellet eller sitter i bil eller på kontor for å vurdere faren for veg. I Figur 14 er det gitt et eksempel på hvordan mest utsatte høyder og helning kan illustreres.



Figur 14: Visualisering av mest utsatte høyder og helninger for to ulike skredproblemer. Over 700 moh og nordøstlig sektor (t.v.) og under 700 moh i alle sektorer (t.h.). Denne kombinasjonen kan oppstå f.eks. når 700 moh utgjør grensen mellom våte og tørre skred. Kilde: varsom.no

Dersom vi vurderer hvor sannsynlig det er at et skred kan løsne, med forventet utbredelse (hvor mange steder det kan skje) og forventet skredstørrelse, kan vi kombinere disse opplysningene i definerte regionale faregrader for snøskred:

- Faregrad 1 – Liten snøskredfare
- Faregrad 2 – Moderat snøskredfare
- Faregrad 3 – Betydelig snøskredfare
- Faregrad 4 – Stor snøskredfare
- Faregrad 5 – Svært stor snøskredfare

Forenklet kan vi si at faregrad 2 og 3 fører til flest ulykker for skiløpere, mens faregrad 3 og særlig 4 fører til flest problemer på vegnettet. Faregrad 5 forekommer svært sjelden. Det er de høye faregradene som har flest naturlig utløste skred. Men her er det ingen regel uten unntak. Dessuten er faregradene ment som en generell beskrivelse, og vi bør uansett se bort fra faregrad når vi vurderer ett og ett skredløp. Vi kommer tilbake til faregrader når vi introduserer farevurdering og skredvarsling i kapittel 6.

4.4 Konsekvenser for veg

I dette avsnittet drøfter vi hvilke konsekvenser snøskred vil ha for vegen og trafikken. Dette avhenger av en rekke moment, som vi oppsummerer kort nedenfor (og i Figur 15):

Spørsmål 1: Løsner skredet?

Her viser vi til metodene beskrevet i forrige avsnitt

Spørsmål 2: Kommer skredet fram til vegen?

Dette avhenger av:

- Skredstørrelser og utløpslengder
 - o Snømengder i løsnedområdet: Mer snø gir lengre utløp.
 - o Størrelsen på flaket som løsner: Større sammenhengende flak gir større skred og lengre utløp.
 - o Snømengder og snøtilstand i skredløpet: Mye, tørr og løs snø gir mest meddriving undervegs i skredløpet og dermed lengst utløp
- Formen på skredløpet
 - o Kanaliserte skredløp (gjøl, juv, kløfter) gir vanligvis lengre utløp en ikke-kanaliserte skredløp (store flater uten gjøl)
 - o Helning: Skredløp som er akkurat bratte nok, samler mest snø og gir lengst utløp.
 - o Knekkpunkt eller ikke: skredløp med jevn helning uten knekkpunkter i fallinja gir lengst utløp.
- Vegens plassering i skredløpet:
 - o Veger som ligger lengst opp i skredløpet har størst sannsynlighet for å bli truffet

Spørsmål 3: Hvilken skade kan skredet gjøre på vegen?

Dette avhenger av:

- Hvilken del av skredet som treffer vegen:
 - o Skredmassene er den tetteste og farligste delen av skredet. Trykkvirkningen kan knuse og flytte biler, mens massene i seg selv kan begrave biler og kvele mennesker.
 - o Snøskya kan ta sikten fra trafikantene og begrense framkommeligheten på vegen.
 - o Skredvinden kan knekke trær, knuse ruter og blåse kjøretøy av vegen, særlig kjøretøy med store flater (som busser og lastebiler).
- Aktivitet på vegen
 - o Trafikkmengde: Større trafikkmengde gir større sannsynlighet for treff av kjøretøy.
 - o Trafikktype: kjøretøy med mange passasjerer (f.eks. busser) kan gi de mest alvorlige enkelthendelsene.
 - o Langvarig opphold i skredområdet: Rydding etter skred eller uklok oppstilling i påvente av rydding og åpning etter skred kan gi ny risiko ved nye skred i samme skredløp eller naboskredløp. Jo flere løsnedområder, jo større risiko.
- Terrenget rundt vegen (terrengfeller), der følgende sideterreng gir størst risiko:
 - o Sjø og vann
 - o Hindringer som dype grøfter, rekkverk, skjæringer og høye brøytekanter
 - o Stup
- Vår evne til å vurdere fare og regulere trafikk og stenge/åpne på rett tidspunkt

Se noen av disse elementene oppsummert i Figur 15.



Figur 15: Noen elementer som påvirker hvilken skade et skred kan gjøre på veg og vegtrafikk

4.5 Øvinger om snøskred

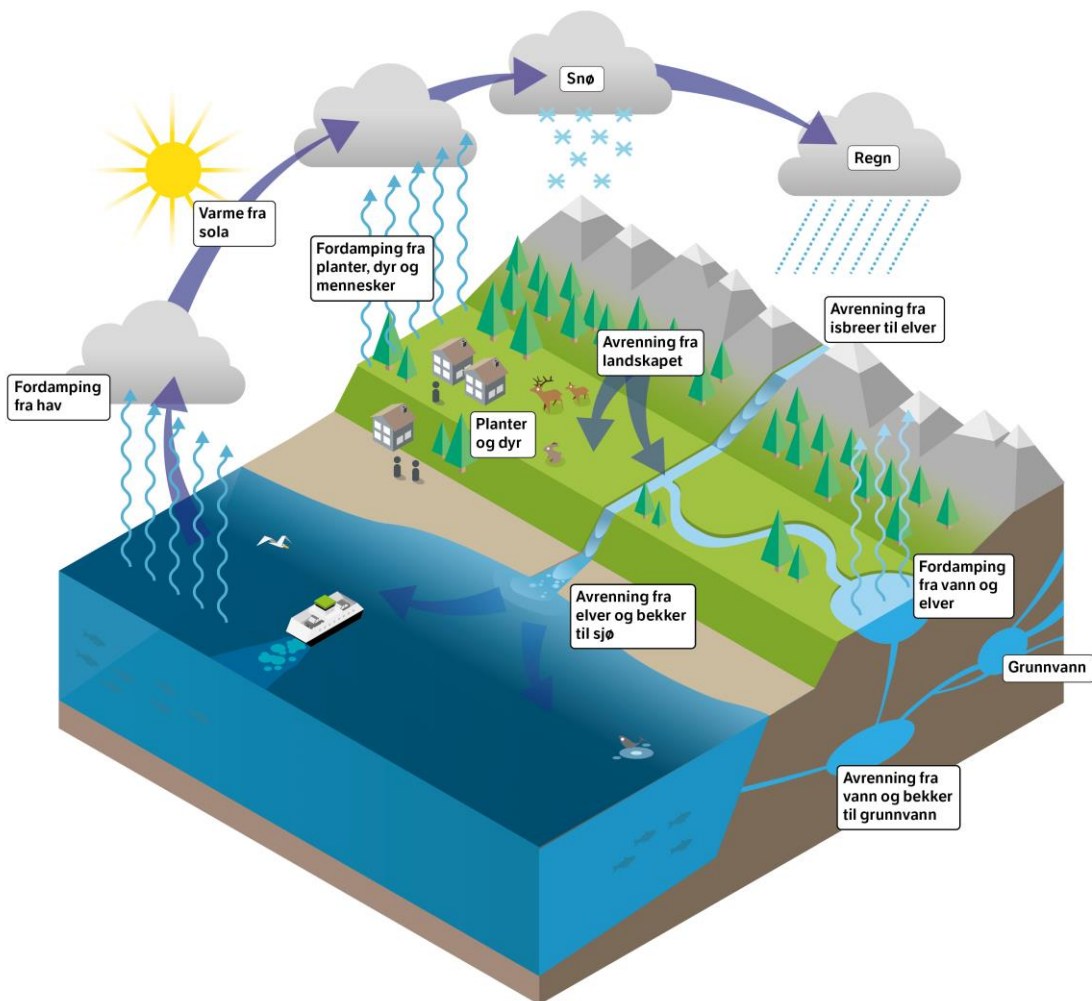
Som oppfølging til kapittel 4 anbefaler vi følgende øvinger i øvingsheftet:

- Øving D: Terrengets betydning (praktisk oppgave som følger opp avsnitt 4.2)
- Øving E: Konsekvenser for veg (praktisk oppgave som følger opp avsnitt 4.3 og 4.4)

5. Flom og jordskred

5.1 Løsmasser, vann og avrenning

I sitt kretsløp⁶⁰ mellom atmosfære, land og hav, veksler vannet mellom å være i flytende, frosset (snø og is) og fordampnet tilstand. Fordampingen kan foregå fra åpne vannflater eller som *transpirasjon* fra planter. *Infiltrasjon* gjennom terrengoverflaten fører vannet ned til den umetta sona over grunnvannsspeilet, eller til selve grunnvannet (metta sone under grunnvannsspeilet). Elvene blir matet dels ved *direkte avrenning* av regn og smeltevann på jordoverflata (se nedenfor) og dels fra *grunnvannet* hvor det kommer til overflaten i kilder. Figur 16 gir en oversikt over øvrige deler av dette kretsløpet.



Figur 16: Illustrasjon av vannets kretsløp (ill.: Martin Blystad, Statens vegvesen)

Avrenning

Avrenning er vann som renner fra nedbørfeltene (se nedenfor) og ut i vassdragene (elvene) og derfra ut i havet. Vannføringen angis vanligvis i m^3/s . Resten av vannet på jorda når havet via grunnvannet eller fordampner direkte tilbake til atmosfæren.

⁶⁰ Vannets kretsløp på snl.no: https://snl.no/vannets_kretsløp_i_naturen

Nedbørfelt

Et *nedbørfelt*⁶¹, også kalt nedslagsfelt, er et område med felles avrenning til vassdrag eller innsjø. I Norge faller en tredjedel av nedbøren som snø⁶². Amazonas er verdens største nedbørfelt med et areal på 7 mill. km². Det største nedbørfelt i Norge er Glommavassdraget med snaue 42 000 km². Vi skiller gjerne mellom følgende kategorier:

- Svært små felt: < 0,5 km²
- Små felt: < 0,5-10 km²
- Mellomstore felt: 10-50 < 10 km²
- Store felt: > 50 km²

I tillegg til størrelse kan man skille nedbørfelt og vassdrag etter bratthet. Hvor bratt en elv er har mye å si for responsen til nedbør og snøsmelting, dvs. hvor lang tid som går fra vannet blir tilført terrenget (i form av regnfall eller snøsmelting), til store og slake vassdrag på Østlandet, som for eksempel Glomma, har treg respons, mens bratte vassdrag på Vestlandet har rask respons. Ute i felt kan det være lettere å forholde seg til bratthet enn til feltstørrelse.

Drenering

Bortledning av naturlige vannveier for å beskytte bygninger og infrastruktur kan foregå i åpne eller lukkede grøfter fra avrenning (i overflaten) eller grunnvann (i jordsmonnet). For veier⁶³ kreves det et dreneringssystem som både gir gode trafikkforhold på vegbanen og som sikrer vegkroppen mot erosjon og flom i terrenget. Dreneringssystemet for veg består av *stikkrenner*, *kulverter* og *bruer*. Statens vegvesen har i sine håndbøker⁶⁴ etablert standarder for hvordan drenering skal dimensjoneres, utføres og vedlikeholdes⁶⁵. Ved drift av vegnettet skal det f.eks. *gjennomføres inspeksjon og opprensning av utsatte deler av avvannings- og dreneringssystem før og under værhendelser som forventes å medføre store vannmengder i systemet*.

Løsmasser og vann

I terrenget er vannet i kontakt med *løsmasser*⁶⁶. Dette er mer eller mindre løse sedimenter og jordarter som grus, sand, leire, torv, morene-, og forvittringsmateriale som ligger ovenpå den faste berggrunnen. Ulike typer løsmasser har ulik sammensetning, og derfor ulik infiltrasjonsevne og permeabilitet. Løsmasser må være tilstede for at det skal kunne gå jordskred. I Norge er mange fjell- og dalsider dekket av morenemasser som ble avsatt av breene etter siste istid. Morene består av usortert stein, fra små partikler til store stein. Forvittringsmateriale er også vanlig i norske fjellsider. Forvitring gjør øverste jordlag løsere, og derfor mer ustabil. Jo mer finstoff i løsmassene jo større sannsynlighet for jordskred. Menneskelige inngrep som hogst og jordbruk kan svekke stabiliteten i løsmasser.

Vann og veg

Utfordringene knyttet til nedbør, drenering og veger er et enormt stort tema. På dette kurset rekker vi bare å behandle dette veldig overordnet. Vi kan vise til f.eks. en intern lærebok i Statens vegvesen, utgitt som *Rapport 681 – Drenering og håndtering av overvann*⁶⁷. Vi oppsummerer likevel noen momenter stikkordsmessig:

⁶¹ Nedbørfelt: <https://snl.no/nedborsfelt>

⁶² Snø på nve.no: <https://www.nve.no/hydrologi/sno/>

⁶³ Drenering av veger og gater: https://snl.no/drenering_av_gater

⁶⁴ Drenering omtalt i håndbok N200 Vegbygging (kap. 245.4 vegskråninger, 402 dimensjonering av stikkrenner mv.)

⁶⁵ Drenering omtalt i håndbok R610 Standard for vedlikehold av riksveger: <https://www.vegvesen.no/attachment/61430/binary/964067>

⁶⁶ Løsmasser på snl.no: https://snl.no/løsmasse_-_geologi

⁶⁷ SVV-rapport 681: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/publikasjoner/Statens+vegvesens+rapporter/attachment/2162096>

Noen utfordringer som veggen kan skape:

- Veggen kan fungere som en demning som hindrer naturlig avrenning
- Veggen kan selv magasinere vann på uønskede steder (f.eks. i hjulspor og finmasser)
- Lukket drenering kan skjule problemene
- Feil ved drenering av veg flytter problemene for tredjepart nedstrøms (kan gi skred og erosjon)
- Harde flater (som asfalt og betong) gir rask avrenning og problemer nedstrøms (f.eks. jernbane, bebyggelse, dyrka mark)

Noen utfordringer som veggen kan få:

- Oversvømmelser som dekker hele veggen som følge av overvann i terrenget (f.eks. tette stikkrenner)
- Erosjon som følge av naturlig avrenning eller mangelfull drenering
- Undergraving som følge av høy vannføring og/eller bølger
- Masseavlagring som følge av flom
- Skader forårsaket av tredjepart oppstrøms (f.eks. mangelfull drenering av jernbane og skogsveger)

Noen løsninger som kan være aktuelle:

- Sikringstiltak (som fordrøyingstiltak mm.) som holder igjen en betydelig andel av vannvolumet ved flom
- Utføre drift og vedlikehold:
 - Tilegne seg og dele lokalkunnskap
 - Inspisere og rense stikkrenner
 - Gjøre egne rutinemessige vurderinger (se avsnitt 6.2)
 - Følge med på regionale farevarsel (se avsnitt 6.3)
 - Utbedre defekt/underdimensjonert drenering
- Beredskap (se mer i kapittel 7):
 - Ha tilgjengelig personell og maskinpark i beredskapssituasjoner
 - Ha tilgjengelig beslutningsstøtte ved beredskapssituasjoner

Grovt sett kan vi si at flommer i store vassdrag (se avsnitt 5.2) har lang responstid, mens jordskred og erosjonsskader skjer brått ved kortvarig flom i små vassdrag eller kraftige regnbyger. De store langsomme flommene gir oversvømmelser av veger, gater og skader på bruer, mens de mindre, raskere flommene gir skred og store erosjonsskader.

5.2 Flom

Vi starter med noen definisjoner fra ordlista⁶⁸ på varsom.no:

Flom oppstår når vannstanden i innsjøer og elver går ut over det normale, noe som fører til at vannet flommer ut over landmasser som ellers er tørre. Flom kan også defineres kvantitativt i forhold til størrelse og statistisk gjentaksintervall. En middelflom (normal flom) defineres som gjennomsnittet av høyeste døgnmiddelvannføring hvert år i en hel årrekke.

Faser i flommen

- Dannelse⁶⁹: De vanligste årsakene til flom er snøsmelting og regn, ofte kombinert med høy fuktighet i lufta. Vannmetning i jorda har noe å si for hvor stor avrenning vi får. Er bakken

⁶⁸ Ordliste for flom på varsom.no: <http://www.varsom.no/flom-og-jordskredvarsling/ordliste-for-flom/>

tørr, kan mye vann infiltreres, og dempe flommen/forsinke avrenning. Tette flater, som i urbane strøk (slik som asfalterte veger og plasser og mange harde takflater), og tele i bakken, vil forverre flommen. Faren for storflom er ekstra stor når snøsmelting starter brått om våren, slik at både områder i høyfjell og lavland bidrar med smeltevann samtidig. Kortvarige, intense nedbørsituasjoner kan gi store flommer i små nedbørfelt.

- Reaksjonstid og flomsesong: De store elvene på Østlandet har lang reaksjonstid på grunn av store og trege nedbørfelt. Her er vårflokker mest vanlig, men høstflokker kan forekomme. Ytre deler av Vestlandet har ofte brå flokker på senhøsten og vinteren. Dette skyldes ofte værssystemer som gir rask smelting av snøen. I Midt-Norge er høstflom mest vanlig. Store elver i Finnmark har snøsmeltingsflokker, ofte med isgang. Nedbørfelt med mye bre har oftest flom på sommeren.
- Flomtopp: er den høyeste faktiske verdien (f.eks. for vannføring eller vannstand) av en flomhendelse, dvs. verdien der flommen kulminerer (begynner å gå ned).

Stor vannføring kan føre til utgraving av masser ved foten av skråninger. Rask senkning av vannstanden etter flom kan også forårsake lokale utglidninger.

Gjentaksintervall brukes for å anslå statistisk hvor sjelden en hendelse av en viss størrelse opptrer. Gjentaksintervall og sannsynlighet for flom er omvendte størrelser. Jo høyere gjentaksintervall, jo mindre er sannsynligheten for at en så alvorlig hendelse vil inntreffe. For eksempel er det 1 % sannsynlighet hvert år for at en får en 100-års flom, mens det er 10 % sannsynlighet hvert år for å få en 10-års flom.

Flomtyper⁷⁰:

Her er benevnelsen på ulike flomtyper:

- Snøsmelteflom (smeltevann er viktigste flomkilde)
- Regnflom (regnvann er viktigste flomkilde)
- Regn- og snøsmelteflom (regn- og smeltevann virker sammen)
- Styrflom (pga. intens nedbør og/eller intens snøsmelting)
- Isgangflom (når is i elva løsner pga høy vannføring og danner isdam. Eller ved kjøving, som er danning av is på elvebunn som begrenser elvas kapasitet.)
- Flom som følge av skred og oppdemminger
- Jøkullhlaup (uttømming av bredemte sjøer, brudd på morenerygger)

5.3 Vannrelaterte skred

Jordskred kan brukes i vid forstand som en samlebetegnelse for alle løsmasseskred som skjer i bratt terreng, dvs. skred i løsmasser. De vanligste undertypene er *grunne overflateskred* (litt forvirrende også kalt 'jordskred'), disse kan ha en klassisk form eller trekantet form, som illustrert i Figur 17. Vi har også *utglidninger* og *flomskred*. Siden dynamikken og utløsende faktorer for *sørpeskred* ligner mer på flomskred enn på snøskred, blir sørpeskred ofte omtalt sammen med jordskred. Felles for alle disse er at de er *vannrelaterte skred* (f.eks. i varslings tjenester). Vann i flytende form er vanligste utløsningsmekanisme.

Her er noen definisjoner iht. faktaark fra NVE⁷¹:

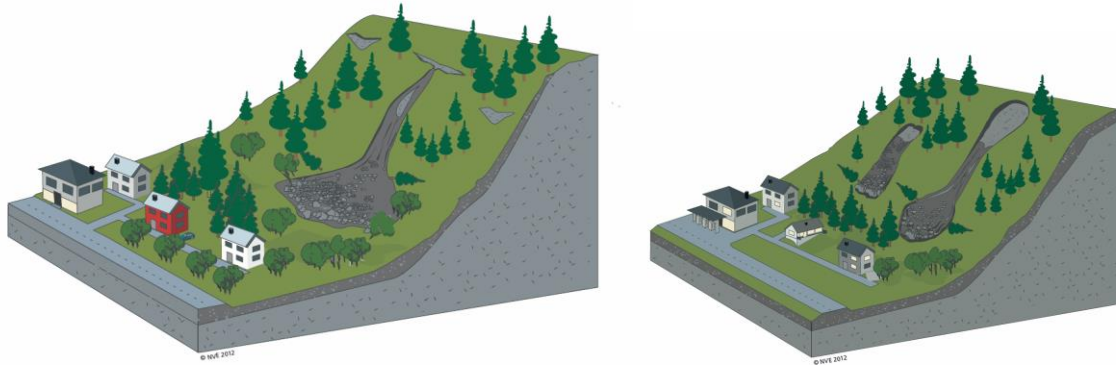
⁶⁹ Årsaker til flom: <https://www.nve.no/hydrologi/lavvann-og-toerke/arsaker-til-flom/>

⁷⁰ Boka «Flom i Norge» av Lars Andreas Roald (2013), Forlaget Tom & Tom, ISBN 978-82-92916-15-5.

⁷¹ Faktaark om jordskred og flomskred: http://www.varsom.no/media/1989/fakta-5-13-jord-og-flom_v2017.pdf

Jordskred er raske utglidninger og bevegelse av vannmettede løsmasser i bratte skråninger, utenfor definerte vannveier, dvs. løsmasser som ligger mellom bekkene/elvne. Jordskred starter med en plutselig utglidning langs et glideplan (som kan være flatt eller skjeformet) i vannmettede løsmasser i et punkt eller som en bruddsone og utarter i langstrakte soner. Løsmassene beveger seg i en rask massestrøm nedover skråningen, vokser i omfang, og skredet blir gradvis bredere. De groveste massene avsettes nederst som en tungeformet rygg. Noen jordskred er trekantformede (spesielt når de er utløst av steinsprang), mens andre er mer uregelmessige i formen (se Figur 17). Nesten alle jordskred starter med en halvsirkelformet bruddkant. De fleste jordskred er grunne med et glideplan på mindre enn 5 meters dybde.

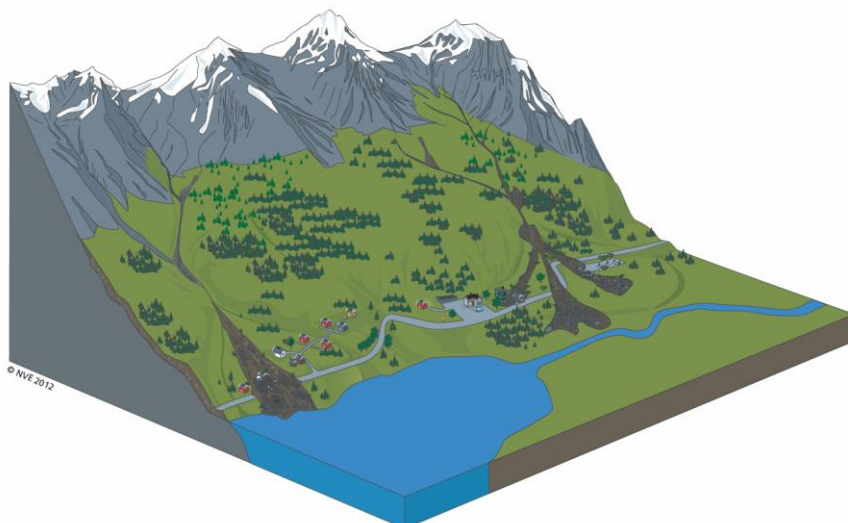
Jordskred utløses i bratte fjellside der det ligger løsmasser, normalt i skråninger som er brattere enn 30°, men også i skråninger med noe slakere helninger, ned til ca. 20-25°. Skred har lettere for å oppstå i slakere terreng dersom området er uten vegetasjon, har tynt løsmassedekke oppå fjelloverflater med liten ruhet, eller som følge av store, uheldige menneskeskapte inngrep. Jordskred forekommer vanligvis i morene, men også i tidligere avsatte skredmasser, forvittringsmateriale og marin leire.



Figur 17: Jordskred, 'trekantformede' til venstre og 'klassiske' til høyre (ill.: NVE)

Utglidning er som regel en langsom bevegelse av løsmasser langs et glideplan som kan være flatt eller skjeformet. I denne sammenheng brukes begrepet utglidning for å benevne mindre jordskred, gjerne grunne (0,5 m – 3 m) og med liten utstrekning (maks. 30 m.). Utglidning brukes også ofte for å indikere en generell massebevegelse i en skråning og for det første bruddet i et jordskred. De omtales derfor ofte som grunne skred. Utglidninger oppstår i slakere terreng med finkornet, vannmettet jord og leire. De finnes gjerne på dyrket mark eller i naturlige skråninger i terrenget, særlig i de bratte sidekantene langs veier, elver, kunstige/modifiserte skråninger, langs jernbaner og i menneskeskapte fyllinger i bebodde områder.

Flomskred er hurtige, flomlignende skred som opptrer langs elve- og bekkeløp (altså i motsetning til de ovennevnte jordskredene som går mellom elve- og bekkeløpene), også der det vanligvis ikke er permanent vannføring, ofte kalt «nye vannveier» eller «vann på avveie». Vannmassene kan rive løs og transportere store mengder løsmasser, større steinblokker, trær og annen vegetasjon i og langs løpet (se Figur 18). Flomskred kjennetegnes ved at de forekommer i bratte bekk- og elveløp (25-45°), og starter enten som jordskred i øvre del av skråningen eller som erosjon av løsmasser i skredløpet. Mens massene beveger seg nedover skråningen kan mer vann og sedimenter optas i skredet, og volumet kan øke betraktelig.



Figur 18: Flomskredterreng (ill. NVE)

Sørpeskred: Hurtige, flomliknende skred av vannmettet snø. Starter ofte i forsenkninger i relativt slakt terreng, og fortsetter deretter ned elve- og bekkeløp og bratte skråninger. Skredene kan inneholde mye jord- og steinmasser. Sørpeskred stopper som regel ikke før de når frem til tilnærmet horisontale flater.

Jordskredterreng

På samme måte som for snøskred, kan vi snakke om skredterreng også for jordskred. Vi forsøker å gjøre en liten oppsummering av terreng og annen karakteristik av skredypene i Tabell 5.

Tabell 5: Egenskaper ved jordskredterreng (forenklet)

Skredtype	Karakteristikk	Helning løsneområde	Løsnemekanisme/område	Utløpslengde
<u>Jordskred</u>	Rask utglidning av løsmasser, ikke-kanalisert	Normalt brattere enn 30°, men kan løsne på 20-25°	Plutselig utglidning langs glideplan i et punkt eller en bruddsone. Steinsprang på vannmettet jord kan være en årsak.	Middels utløp. Sedimentasjon starter på ca. 20°
<u>Utglidning</u>	Et mindre jordskred, langsomme bevegelser	Normalt brattere enn 30°, men kan løsne på 20-25°	Langs glideplan	Kort utstrekning
<u>Flomskred</u>	Hurtig, kanalisert, stort skredvolum	Normalt 25-45°, men kan løsne ned til 15°	Kan starter som et jordskred/sørpeskred eller kun ved erosjon av masser i vannvei.	Lange utløp. Sedimentasjon starter ved 15-20°
<u>Sørpeskred</u>	Sakte bevegelse av snø med høyt vanninnhold	5°-25°, mest vanlig er 15°	Når vanninnholdet i snøen er høyt nok til at snøen oppfører seg som ustabil sørpe. Forsenkning langs eksisterende dreneringsvei, gjerne med lav permeabilitet i grunnen	Lange utløp, kan nå områder der helningen er mindre enn 5°

Årsaker til jordskred






For alle vannrelaterede skred, er det tre faktorer som må være oppfylt for at et skred utløses:

1. Terrenget er bratt nok
Se Tabell 5.
2. Løsmasser må være tilstede
Stabilitet i løsmassene avhenger av kortvarige prosesser som regn/vannmetning/tele og langvarige prosesser som vegetasjon/menneskelige inngrep (endring av drensforhold)
3. Utløsende faktor
Først og fremst store nedbørmengder som regn, kraftig snøsmelting eller en kombinasjon. Utløsende årsak kan også være menneskelige inngrep som graving/pålasting). Vi ser videre på utløsende faktorer nedenfor.

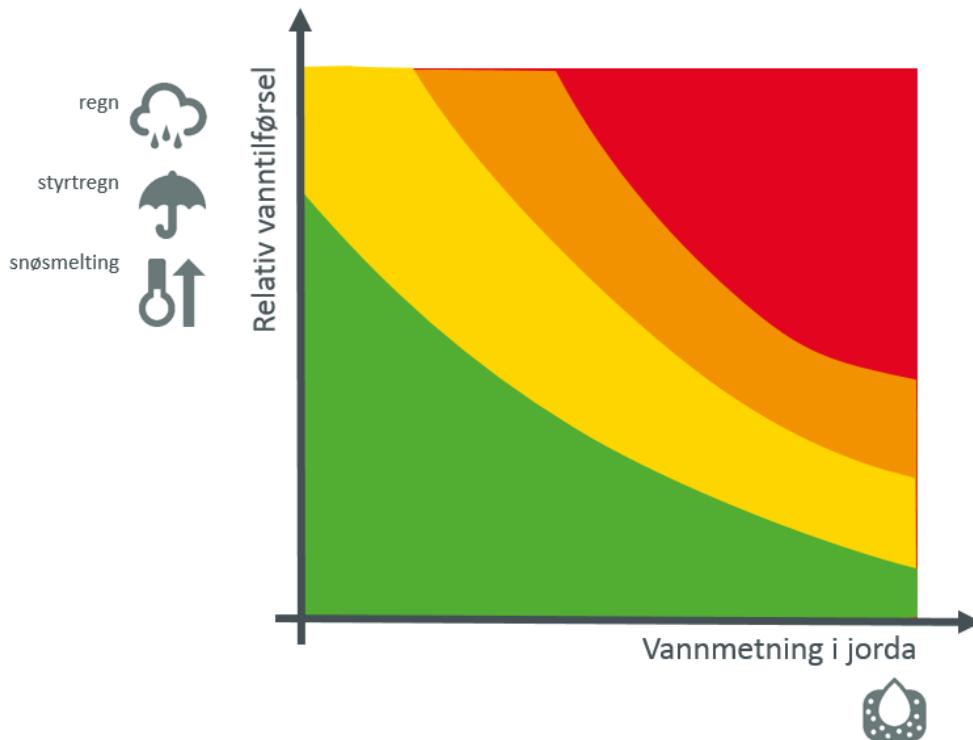
Utløsende faktorer

Utløsende faktor for vannrelaterede skred er vanligvis sammensatte. I Tabell 6 er utløsende faktorer forsøkt kategorisert.

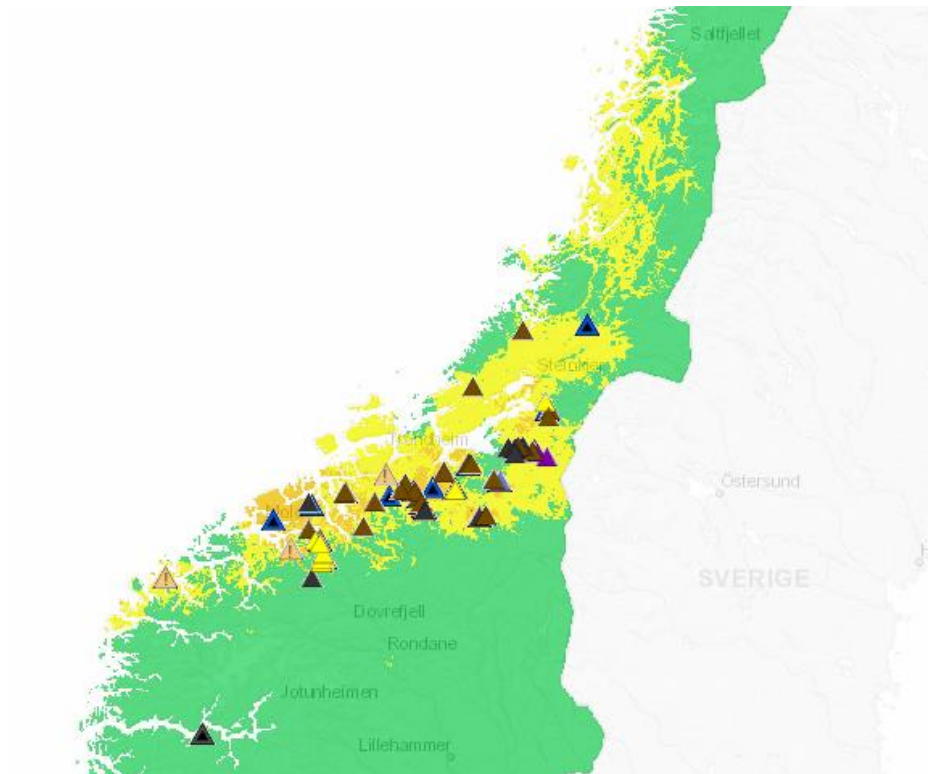
Tabell 6: Oversikt over årsaker (skredproblemer) som brukes av jordskredvarsling på varsom.no. Her viser vi hvilke årsaker som blir beskrevet i den regionale skredvarslinga på varsom.no.

Årsaker	Aktuelle skredtyper	Mulige indikatorer og terskelverdier	Responstid og stabilisering
Regn og snøsmelting 	Jordskred	En tommelfingerregel som av og til blir brukt er at 2-4 % av lokal årsnedbør innenfor ett døgn gir økt fare.	Skredsyklus knyttet til værforholdet (dager).
Intenst regn 	Flomskred	Styrtegn, som kan være årsak til flomskred, blir ofte definert som mer enn 15 mm/t. Lengre varighet av samme instensitet gir større fare.	Rask (timer). Skredsyklus oppstår brått og avtar raskt.
Vannmetning 	Jordskred Utgilidning	Ulike grunnvannsmodeller brukes. Vanskelig å fastslå en verdi, men faretegn som høy grunnvannstand (se nedenfor) er viktig indikator.	Langvarig. Knyttet til akkumulert regn og snøsmelting over tid.
Varme 	Sørpeskred	Sørpeskred løses oftest ut i perioder med kraftig regn og/eller intens snøsmelting ved brå temperaturøkninger. Skredene utløses vanligvis i områder med en snødybde på minst 0,4 m.	Skredsyklus knyttet til værforholdet (dager).
Isgang 	(erosjon, utgilidning)	Sørpeskred kan også løses ut når et snøskred, en ispropp eller en snøfonn demmer opp en elv eller bekk. Når snøen er mett med vann, vil snødemningen brytes som et sørpeskred. I slike tilfeller vil et sørpeskred kunne løses ut, selv om værforholdene ikke tilsier det. Is- og snøpropper kan også føre til rask flom.	

Jordskredfareindeks: Skred i løsmasser kan naturligvis også løses ut i situasjoner der flere av ovennevnte faktorer inntreffer samtidig, altså i kombinasjon med hverandre. Kombinasjoner av værforhold og vann på bakken og i grunnen, kalles gjerne *hydrometeorologiske* terskelverdier eller *jordskredfareindekser*. Kunnskap om sammenhengen mellom tidspunkt for tidligere skredhendelser og meteorologiske og hydrologiske variabler er brukt til utvikling av terskelverdier for vanntilførsel (regn og snøsmelting) og jordas vanninnhold (vannmetning). Indeksen i Figur 19 og kartet i Figur 20 er eksempel på praktisk bruk av slike disse terskelverdier.



Figur 19: Prinsippdiagram for jordskredindeksen «Hydmet» (hydrometeorologisk indeks) som brukes av den regionale skredvarslinga på varsom.no. Jordskredindeksen kombinerer tilførselen av vann i overflaten og vannmetning i grunnen. Vanntilførselen kan skyldes både kortidsnedbør, langvarig nedbør og/eller snøsmelting i varslingsdøgnet, mens vannmetningen skyldes forholdene de siste ukene/månedene. NB: Modellene som brukes av NVE i dag har en mer trinnvis inndeling enn dette.



Figur 20: Jordskredfareindeksen (se Figur 19) sett sammen med registrerte jordskredhendelser på en gitt dato (6.12.2016). I denne situasjonen var det både regn, varme (mye snøsmelting) og tele i bakken.

Menneskeskapte utløsende faktorer:

Selv om vi har lett for å lete etter utløsende faktorer i naturen, og da gjerne eksså er det ikke sjeldent

- Tett stikkrenne, tette grøfter
- Endret dreneringsmønster (f.eks. skogsbilveger)
- Feil i dreneringssystem (f.eks. nedgravde rør som lekker)
- Graving
- Pålasting
- Avskoging
- Sprengning

Faretegn:

Om terskelverdiene er upresise og vanskelig å regne seg fram til, er visuelle faretegn i naturen en langt enklere måte for å forutsi problemer lokalt. Her er noen eksempler på faretegn for vannrelaterte skred:

- Intenst regnvær
- Intens snøsmelting
- Snødekke med mye vann
- Stor vannføring i bekker/elver
- Jordfarga bekker/elver
- Erosjon langs bekker/elver
- Bekker tar nye løp
- Overvann i terreng
- Utilstrekkelig drenering
- Sprekker/sig i terrenget
- Observert jordskred

- Massebevegelse langs skredkant
- «Fulle trær»

5.4 *Konsekvenser for veg*

Jordskred og utglidninger har ofte mindre volum/skredmasser, enn sørpeskred og flomskred. Det er derfor flomskred og sørpeskred som får størst konsekvens for veg. Utfordringen med jordskred er at de ofte oppstår på «nye plasser», mens flomskred gjerne utløses i kjente skredløp. Vi har derfor en noe bedre forutsetning for å sikre vegen mot flomskred.

Masser med mye finstoffmassene gir lengst utløp og har derfor størst sannsynlighet for å treffe veg. Trær i skredmassene skaper større problemer mtp. rydding. Små jordskred og utglidninger har ofte mindre skredvolum, og rydding av vegen går derfor fortere. Da er det også ofte mulig å holde åpent i ett kjørefelt.

Merk at problemer skapt av infrastruktur oppstrøms (f.eks. bane eller andre veger) utgjør en stor andel av hendelser på veg. Tilsvarende er vårt vegnett medskyldig i en stor andel av hendelsene nedstrøms dersom dreneringen ikke er dimensjonert for gjeldende klima.

5.5 *Øvinger om flom og jordskred*

Som oppfølging til kapittel 5 anbefaler vi følgende øvinger i øvingsheftet:

- Øving D: Terrengets betydning (praktisk oppgave som følger opp avsnitt 5.1, 5.2 og 5.3)
- Øving E: Konsekvenser for veg (praktisk oppgave som følger opp avsnitt 5.4)

6. Farevurdering og varsling

6.1 Samarbeid om skredvarsling

Statens vegvesen samarbeider med NVE om *regional skredvarsling*. Vegvesenet bidrar med finansiering, fagressurser og observasjoner⁷². Observasjoner gis både fra *skredspesialister* på ski i fjellet og fra erfarne *entreprenører* langs veg (se avsnitt 6.2). Dessuten bidrar Vegvesenet med automatisk dataoverføring fra instrumenter og værstasjoner. Som «gjenytelse» blir varslene til en viss grad tilpasset behovene for drift av veg gjennom et eget beredskapsvarsel (se avsnitt 6.3). Figur 21 gir en oversikt hvordan entreprenørens bidrag kommer inn i den helhetlige informasjonsflyten.



Figur 21: Gjensyn med figuren som viser flyten i aktiv håndtering av naturfarer (se Figur 1). Elrapp-logoen er tatt med spesielt her for å vise at entreprenøren gjennom Elrapp skal gi observasjoner og selvstendige vurderinger fra felt (punkt 2). Disse brukes direkte til å foreslå/utføre tiltak (punkt 6). Data fra Elrapp inngår også i analyser (punkt 3) og tilflyter skredvarslingen på varsom.no (gjennom dataintegrasjon i regObs, punkt 4 og 5). Varslene kan dermed brukes som ytterligere bakgrunnsinformasjon for entreprenør og byggherre.

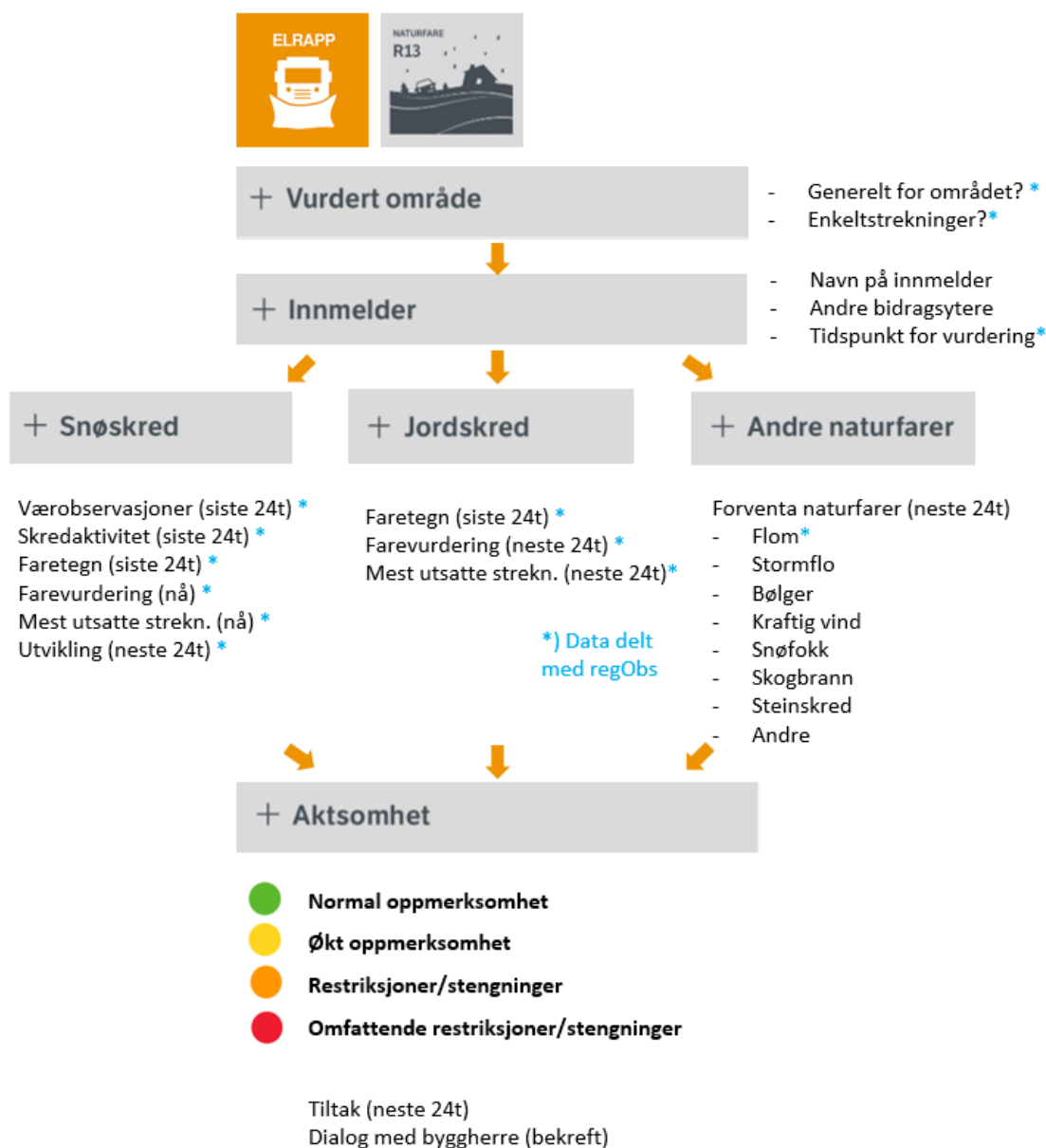
6.2 Rutinemessig farevurdering i kontraktene

Gjennom kontraktene som Statens vegvesen og fylkeskommunene har med driftsentreprenørene, er det avtalt hvilket ansvar entreprenørene har for å utføre feltobservasjoner og farevurderinger. Kravene er formulert i malene som hører til Håndbok R763 'Dokumenter for driftskontrakter veg'⁷³. Hva som gjelder for den enkelte kontrakt, kan du finne ut ved å snakke med byggherre eller

⁷² Statens vegvesens arbeid med skredvarsling: vegvesen.no/skredvarsling

⁷³ HB R763 - dokumenter for driftskontrakter veg: vegvesen.no/s/bransjekontakt/R763/Drift-veg/ (se særlig kap. C3 avsnitt 8.3.4 om håndtering og kursdeltakelse og kap. D1, prosess 73.6 om bruk av Elrapp)

hovedentreprenør. Det vanlige er å bruke skjema *R13 Naturfare* i ELRAPP⁷⁴ til å gjøre daglige vurderinger av snøskredstrekninger, der disse finnes. For områder utsatt for jordskred er det mer vanlig at det skal gis daglige vurderinger i perioder det åpenbart er grunn til å følge litt ekstra med. Dette tilsvarer som et minimum de dagene når *jordskredvarslingen* på varsom.no utsteder varsel på *gult* nivå eller høyere, men også de dagene når entreprenøren *selv* vurderer at faren truer. Tilsvarende *kan* man bruke farevarsel for andre naturfarer på yr.no til å gjøre en systematisk vurdering og kommunikasjon av øvrige naturfarer i Elrapp. Figur 22 gir en oversikt over flyten i observasjoner og vurderinger. Merk hvilke observasjoner som gjelder *siste døgn*, *nåsituasjonen* og *neste døgn*.



Figur 22: Flyten i rapportering av feltobservasjoner og farevurderinger i Elrapp R13 Naturfare. Innmelderne starter alltid med å fastslå området som skal inngå i vurderingen og oppgi hvem som har bidratt og når vurderingen er gjort. Det kan velges mellom snøskred, jordskred eller andre naturfarer. Hvis det er oppgitt en bestemt naturfare, skal også aktsomhetsnivået (eller tiltaksklasse) fastslås (dvs. konsekvensen for veg). Felte merket med blå stjerne viser hvilke data som blir sendt til skredvarslingen (varsom.no) gjennom dataintegrasjon.

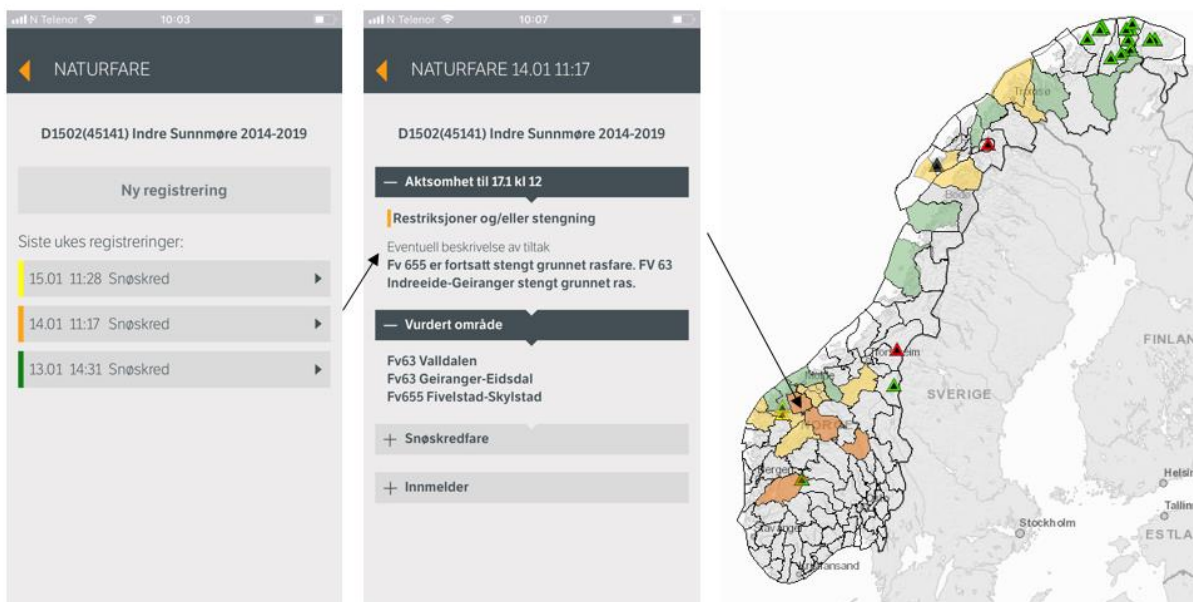
⁷⁴ ELRAPP: vegvesen.no/elrapp

Hvordan legge inn data i R13?

Opplæring i hvordan disse skjemaene fylles ut vil gis spesifikt til de av innmelderne som kommer på kurs (se avsnitt 6.5). Vi viser ellers til presentasjon av dette på vegvesen.no for hhv. snøskred⁷⁵ og jordskred⁷⁶.

Hvordan kan vi andre se vurderingene fra R13?

Mannskap som ikke selv er innmeldere i Elrapp, kan se vurderingene som er gjort, enten ved å få *innsynsbruker* i Elrapp-appen eller ved å klikke seg inn på xgeo.no/veg, velge punkt/linjedata og krysse av for 'aktsomhet vegdrift' (omfatter både R10/R13). Både entreprenører og byggherre kan ha innsynsbrukere i rapportvisningen i appen. Det er også mulig å få innsyn i f.eks. naboområdet. Siden xgeo.no er åpen for publikum, får vi bare se aktsomhetsnivået (som farge) og kun ett nivå pr. døgn (grønn, gul, oransje eller rød). Vi kan ikke lese tiltakene der. I Elrapp-appen kan vi derimot lese hele vurderingen, alle innmeldingene som gjort ila. et døgn og i tillegg hvilke tiltak som er foreslått. Vi anbefaler derfor å bruke *Elrapp-appen* som hovedkilde til denne informasjonen.



Figur 23: Skjermdump av rapportvisning i Elrapp-appen, der brukere som kun har innsyn (inkl. både entreprenør og byggherre) kan lese seg opp på de siste vurderingene. En kartvisning av aktsomhets-/tiltaksnivå fra R10 og R13 ligger åpent på xgeo.no/veg ligger åpent (kryss av for 'aktsomhet vegdrift' under punkt/linjedata).

6.3 Regional varsling av naturfarer

Skred og flomvarsling finnes på varsom.no. Dette er en nettportal for varsling av naturfarer i Norge. Tjenesten er levert av NVE, i samarbeid med Meteorologisk institutt og Statens vegvesen. Hovedproduktene er regionale varsel av snøskredfare, jordskredfare (inkl. flomskredfare og sørpeskredfare) og flomfare.

Merk at snøskredskalaen⁷⁷ skiller seg vesentlig fra flom- og jordskredskalaen⁷⁸. For å understreke dette, har vi markert dette spesifikt på skjermdumpen av varsom.no i Figur 24. For det første lages

⁷⁵ Snøskredfare på Elrapp R13: [Link til beskrivelse](#)

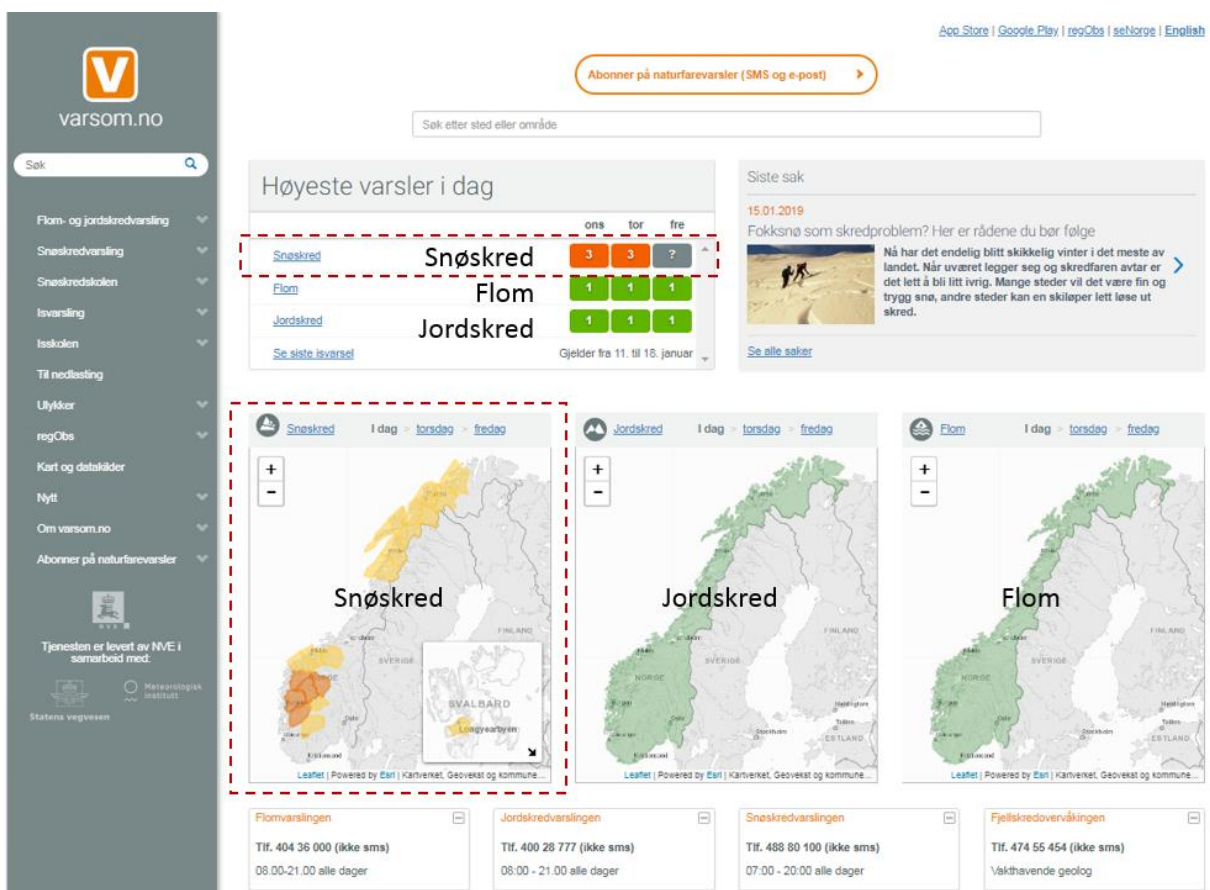
⁷⁶ Jordskredfare på Elrapp R13: [Link til beskrivelse](#)

⁷⁷ Fareskala for snøskredvarsling (fem grader): [Link til beskrivelse](#)

⁷⁸ Aktsomhetsnivå for flom- og jordskredvarsling (fire nivå): [Link til beskrivelse](#)

snøskredvarselet for *faste regioner* og utgis daglig bare for såkalte *A-regioner*. Dette er de mest utsatte regionene. De øvrige kalles *B-regioner* og får varsel bare på de to høyeste faregradene. Dessuten har snøskredskalaen *fem* nivå, mens de andre har bare *fire*. Og snøskredskalaen er i større grad tilpasset friluftsliv. Dette gjør at alle nivåene i skalaen brukes oftere. Dette betyr igjen at de samme fargene på varsom.no betyr litt ulike ting. Det vil derfor ofte se ut som at snøskred jevnt over er mye farligere enn de andre naturfarene, uten at det egentlig er det for veg. Det er viktig å være bevisst på denne forskjellen. For eksempel er det mer sannsynlig at gult nivå på jordskredvarselet ('utfordrende situasjon') gir problemer for veg, enn gult nivå på snøskredfare ('moderat' snøskredfare).

Fargene vi bruker for *aktsomhet* i Elrapp R13 er forresten harmonisert med fargene i flom- og jordskredvarselet og andre farevarsel⁷⁹ fra yr (for vind, regn og vannstand). Så når vi gjør vår egen lokale vurdering av farer i R13 (avsnitt 6.2), så gjør vi i praksis en *nedskalering* av varselet fra *regionale* forhold i landsdeler til *lokale* forhold for vegen. Fargene våre og fargene til varsom.no og yr.no betyr omtrent det samme (bortsett fra for snøskred, som nevnt). På en måte gir vi *bekreftelse* eller *avkreftelse* av varselet med våre «nærskylte vegbriller», når vi gjør en slik farevurdering.



Figur 24: Forsiden av varsom.no. Merk at varslene av snøskredfare bruker en annen skala enn de andre varslene. For å understreke dette, har vi rammet inn snøskredvarselet her. De blir dermed ikke direkte sammenlignbare, selv om fargene som brukes er like.

⁷⁹ Farevarsel på yr.no: <https://hjelp.yr.no/hc/no/articles/360008876673>

Spesialprodukt på snøskredvarselet

For å gjøre snøskredvarselet mer relevant for veg og annen infrastruktur, vil tilfeller der skredproblemet (se avsnitt 4.3) består av større *naturlig utløste skred* (ikke skiløperutløste skred), bli merket spesielt med et *utropstegn* sammen med faregraden (se Figur 25). I og med at utfordringene for veg i stor grad er avhengig av hvordan vegen ligger i forhold til skredløpet, så er utropstegnet og informasjon om skredproblemet ofte viktigere å se på enn selve faregraden. Men aller viktigst er vår lokale, kompetente vurdering. I praksis er det når faregrad 3 og 4 kommer sammen med beredskapsvarsel (utropstegn), at det er mest sannsynlig med problemer på veg.

Trollheimen	Fokksnø (flakskred)	3	4 ⚠	3
Romsdal	Fokksnø (flakskred)	3 ⚠	4 ⚠	3
Sunnmøre	Fokksnø (flakskred)	3 ⚠	4 ⚠	3
Indre Fjordane	Fokksnø (flakskred)	3	4 ⚠	3

Figur 25: Utropstegnet i snøskredvarsel betyr at det er naturlig utløste skred som er hovedproblemet

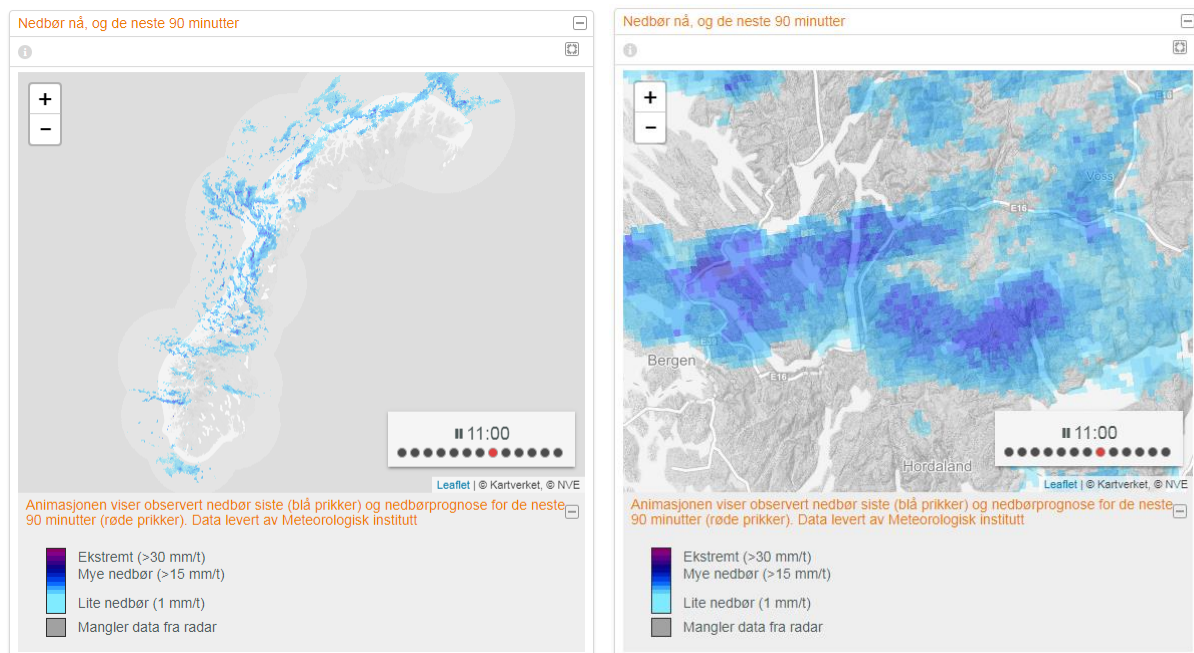
Spesialprodukt på flom- og jordskredvarselet

Det finnes også et utropstegn som brukes i flom- og jordskredvarselet. Dette ser litt annerledes ut, og det betyr noe annet enn det utropstegnet i snøskredvarselet. I eksemplet vist nedenfor (se Figur 26), betyr tegnet at det finnes supplerende fareinformasjon fra yr.no. Dette kan f.eks. være et farevarsel om intens nedbør(styrtregn), eller unormalt store nedbørmengder.



Figur 26: Spesialprodukt på jord- og flomvarsel

På forsiden av varsom.no finnes en *animasjon* som viser nedbør de foregående 90 minuttene sammen med en prognose for de neste 90 minuttene. Datasettet er basert på nedbørradarer og antatte nedbørsbaner. Dette kan gi en god indikasjon av hvor pågående regnvær/snøfall kommer til å treffe de neste 90 minuttene, så sant det er god radardekning i området du studerer (se Figur 27).



Figur 27: Nåvarsel («nowcast») av nedbørsituasjonen en gitt dag kl. 11. Den røde prikken under klokkeslettet viser at vi ser på en prognose (som kan lages for inntil 90 minutter fram i tid). For nedbør bakover i tid, vil denne prikken være blå.

Tips til bruk av skredvarslene

- Sett deg inn i regionale faregrad og skredproblem som gjelder for din del av landet
- Gjør lokale vurderinger for ditt vegnett basert på egen kunnskap og erfaring (uavhengig av varsel).
- Etter driftskontrakten skal det normalt gjøres egne lokale vurderinger hver dag i snøskredsesongen. Som et minimum bør det gjøres egne lokale vurderinger ved faregrad «3!» i snøskredvarselet (betydelig fare for naturlig utløste skred) og aktsomhetsnivå «2» (gult) på flom- og jordskredvarselet.
- I den lokale vurderingen av skredfare kan du bruke noen av elementene videre slik:
 - Snøskredfare:
 - Er snøskredproblemene (se Tabell 4) relevante for ditt område (lokal nedskalering basert på lokale forhold/forholdene)?
 - Hvis ja, er snøskredproblemene relevante for dine løsningsområder (enkelthengvurdering mtp. utsatte høyder og helningsretninger)?
 - Har du andre skredproblemer enn de som er gitt i varselet?
 - Ut fra dette; hvilke strekninger er mest utsatt, og når er de mest utsatt nå?
 - Hvordan vil utviklingen bli de neste 24 timer?
 - Hvilket aktsomhetsnivå og hvilke tiltak foreslår du?
 - For jordskredfare:
 - Gjelder jordskredvarselet for ditt område?
 - Hvis ja, er de potensielle årsakene (se Tabell 6) til stede i ditt område?
 - Hvis ja, hvilke skredhendelser og andre ulemper kan du se for deg?
 - Når kommer risikotoppen; dvs. kan du lese av varselet når forholdene vil være verst?
 - Hvilket aktsomhetsnivå og hvilke tiltak foreslår du?

6.4 Lokale overvåkings- og varslingstjenester

Dersom det finnes lokale skredvarslingstjenester eller anlegg for automatisk skreddeteksjon i de områdene som er representert på kurset, så vil instruktørene gi informasjon om dette. Dette kan dreie seg om f.eks. radar, geofoner, infralyd eller automatisk fotografering som overvåker skred, faretegn og snødekkeutvikling. I de fleste tilfeller vil du finne informasjon fra slike instrumenter på regobs. Statens vegvesen utvikler også en 'naturfareportal' der dette kan studeres.

6.5 Øving i skredfarevurderinger og bruk av varsel

Som oppfølging til kapittel 6 anbefaler vi følgende øving i øvingsheftet:

- Øving F: Daglig farevurdering avsnitt (praktisk oppgave som følger opp 6.2)

7. Beredskap

7.1 Aktuelle tiltak

Statens vegvesen har selvstendig ansvar for samfunnsikkerhet og beredskap⁸⁰ i egen sektor og organisasjon.

Trafikkberedskap omfatter planlegging, organisering og gjennomføring av tiltak for effektiv håndtering av hendelser på veg. Med gjennomføring av *tiltak* menes oppdagelse, verifikasjon, informasjon og varsling, samt tiltak for å redusere omfanget og skadevirkningene av hendelsene og gjenopprette normalsituasjonen (se Figur 22).

Generelle tiltak ved naturfare:

- Forberede
- Bemanne
- Klargjøre utstyr
- Klargjøre beslutningsstøtte (avtale med personell du kan få bruk for å snakke med)
- Bli informert (holde seg oppdatert):
 - Abonnere på R13-vurderinger⁸¹
 - Abonnere på skredvarsel⁸²
 - Følge med på sanntidsdata (værstasjoner, radar, nåvarsling etc.)
- Informere andre:
 - Egen organisasjon
 - Samarbeidspartnere
 - Publikum/trafikanter gjennom VTS
- Kjenne trafikkbildet (ferjetider, skolebuss, ambulanse, melkebil etc.)
- Overvåke
- Inspisere
- Styrt trafikkavvikling
- Stenge/rydde/åpne (iht. prosedyrer)

Spesielle tiltak ved snøskredfare

- Forebyggende snøskredkontroll
 - Mobile systemer
 - Stasjonære systemer
- Oppdater deg på løsnemråder og vurder relevans for aktuelt skredproblem
- Søk råd fra skredfaglig personell

Spesielle tiltak ved flom- og jordskredfare

- Følg med på regional varsling og vurder tilhørende råd⁸³
- Kjenn svake punkt i dreneringa
 - Sjekk beredskapsplaner og -oversikter
 - Forutsi hvor vann på avveie kan tenkes å bli av (lavbrekk på veg, søkk i terreng etc.)
 - Vite om oppstrøms infrastruktur som kan skade vegen (skogsveger, jernbane)

⁸⁰ Samfunnsikkerhet og beredskap på vegveven (internt):

<https://www.vegvesen.no/intranett/Etat/Organisasjon/Styring+og+ledelse/Samfunnsikkerhet+og+beredskap>

⁸¹ Abonnementsløsning for naturfare i Elrapp: <https://elrapp.nois.no/byggherre/Administration/Subscriptions.aspx>

⁸² Abonnementsløsning på varsom: <http://abonner.varsom.no>

⁸³ Råd ved flom- og jordskredfare. Se [link](#)

- Vite om nedstrøms infrastruktur som kan skades av dreneringsfeil på vegen)
- Inspisere og renske drenering (stikkrenner, kummer og sluk)
 - Fjerne snø og is
 - Fjerne sedimenter
 - Fjerne vegetasjon (særlig store kvister)
- Vær oppmerksom på flom i store vassdrag
 - Lavbrekk kan få oversvømmelser (vannplaning og redusert framkommelighet)
 - Graving/erosjon fra vassdrag ved veg. Spesielt viktig ved forekomst av kvikkleire
 - Rask senkning av vannstand kan gi utglidninger
- Aktive tiltak:
 - Lag dreneringskanaler
 - Utfør erosjonssikring
 - Sikre verdier som står utsatt til
- Vurder klargjøring av utstyr/materiell
 - Sandsekker (3/4 fulle)
 - Maskiner for fjerning, flytting og utlegging av masser

7.2 Ansvar og roller

Se naturfareplan om følgende ansvarsområder og roller:

- Entreprenør
 - Kontraktskrav
- Byggherre i SVV
- Skredfaglige rådgivere i SVV
- Vegtrafikksentral (VTS) i SVV
- Politiet
- Brannvesen
- Kommune
- Fylkesmann
- Fagseksjoner for bru- og ferjekai i SVV
- Seksjon med ansvar for ferjeforvaltning i SVV
- Ferjerederi

7.3 Prosedyrer

Følgende prosedyrer og instruks kan være aktuelle i en beredskapssituasjon (sjekk ev. linker i fotnoter for finne detaljerte formuleringer)

1. Instruks for arbeid i skred og/eller skredfarlig område.⁸⁴
 - Denne beskriver konkrete krav til 1) *godkjenning* for å starte rydding, 2) vurdering av *risiko* for nye skred, 3) prioritering av *personikkerhet* foran trafikkavvikling, 4) bruk av *skredsøker*, 5) bruk av *VHF-samband*, 6) *vakthold*, 7) *oversikt over personell i området*, 8) avtalt *oppførsel* ved skred, 9) bruk av *dagslys* om mulig og 10) myndighet til å beslutte *åpning*
2. Prosedyre for stenging av veg etter skred.⁸⁵
 - Denne beskriver konkrete a) formålet om *evakuering* av trafikanter, b) omfang, c) målgruppe og d) beskriver *avsperringsmetode*, bruk av trygge *oppstillingsplasser* og ev. varsling av politi, samt krav til registrering i Elrapp-skjema R11

⁸⁴ Instruks for arbeid i skred og/eller skredfarlig område (del av driftskontrakt [kap. D2-ID9400a](#))

⁸⁵ Prosedyre for stenging av veg etter skred (del av driftskontrakt [kap. D2-ID9400a](#))

3. Varsling ved hendelser

- Den enkelte aktør skal etablere sine respektive *varslingsplaner* i henhold til gjeldende regelverk og kontrakter. Normalt skal den som gjør vedtak om trafikkregulerende tiltak (Statens vegvesen eller politiet) varsle VTS, mens den som er operativt ansvarlig (entreprenør eller fergeselskap) skal varsle når tiltakene iverksettes, endres eller oppheves. Den som har det operative ansvaret skal videre rapportere om alle forhold som har eller kan ha betydning for framkommelighet og sikkerhet. VTS tar seg av videre varsling, trafikkstyring og informasjon til trafikantene.
- Varslingsrutinene er videre omtalt i håndbøkene R611 Trafikkberedskap⁸⁶ og R612 Vegmeldingstjenesten⁸⁷, i regionenes varslingsplaner og i de regionale trafikkberedskapsplanene.

4. Informasjonsrutiner:

- Politiet har hovedansvaret for ekstern informasjon i forbindelse alvorlige hendelser slik som opplysninger vedrørende *omfang, eventuelle skadde og drepte*. Statens vegvesen skal kun informere om forhold tilknyttet de *trafikkale konsekvenser* av hendelsen, og VTS har et spesielt ansvar for å distribuere viktig veg- og trafikkinformasjon (jfr. Håndbok R612 Vegmeldingstjenesten).

5. Kommunikasjon:

- Kommunikasjon er en stor del av jobben ved hendelser på eller i tilknytning til vegene. Det er derfor viktig å søke kommunikasjonsfaglige ressurser tidlig ved en større hendelse. Ifølge Statens vegvesens kommunikasjonsmål⁸⁸, skal alle medarbeidere (ikke bare ledere) bidra til å styrke tilliten gjennom brukerorientert og åpen kommunikasjon. Det medfører bl.a. at alle ansatte kan uttale seg innenfor eget ansvarsområde. Ved hendelser på veg som fører til stor medieoppmerksomhet, er det særdeles viktig at de som uttaler seg på vegne av Statens vegvesen er samkjørte og har løpende og god kommunikasjon seg imellom.

6. Mediekontakt:

- Statens vegvesens «retningslinjer for mediekontakt⁸⁹» skal bygge opp under etatens overordnede kommunikasjonsbudskap: trygt fram sammen. Retningslinjene gir bl.a. føringer for hvordan ledere, fagpersoner og kommunikasjonsmedarbeidere skal opptre i media. Retningslinjene for entreprenøren er regulert i de respektive kontraktene.

7.4 Søk og redning

Søk og redning etter skred blir generelt omtalt kort på kurset. For kurs med fokus på snøskred, blir dette litt mer inngående gjennomgått. Dette omfatter en øving (avsnitt 8.2) eller tilegning av samme kunnskap ved å se relevante filmer^{90,91} på Snøskredskolen på varsom.no.

⁸⁶ Håndbok R611 Trafikkberedskap: https://www.vegvesen.no/_attachment/61469/

⁸⁷ Håndbok R12 Vegmeldingstjenesten: https://www.vegvesen.no/_attachment/69890/

⁸⁸ Kommunikasjonsmål ifølge avsnitt 2.5 i [Vegvesenboka](#)

⁸⁹ [Retningslinjer for mediekontakt \(intranett\)](#)

⁹⁰ Film (1:56) om søk: <https://www.youtube.com/watch?v=gF5HITZiCSM>

⁹¹ Film (2:06) om utgraving: https://www.youtube.com/watch?time_continue=38&v=v48278duJD8

Det blir gjort noen spesielle tilpasninger knyttet til søk etter skredtatte i kjøretøy.

7.5 Øving i beredskapssituasjon

Som oppfølging til kapittel 7 anbefaler vi følgende øving:

- Øving H: Beredskapsøvelse (praktisk oppgave som følger opp avsnitt 6.2 og 6.3 og kapittel 7)

8. Feltarbeid

De fleste kurs har en utedel og tid avsatt til øvinger. Innholdet i utedelen vil variere etter hvor kurset holdes og hvilke tema som er prioritert. Tips til øvinger undervegs i kurset er gitt på relevante steder i dette kompendiet. Vi viser ellers til eget øvingshefte.

8.1 Befaring

I kurs med vekt på andre tema enn snøskred, kan det være aktuelt med en kort befaring til nærliggende anlegg eller sårbart punkt for å diskutere ulike tema fra kurset.

8.2 Snøkjennskap, søk og redning i snøen

Som oppfølging (eller forberedelse) til snøkjennskap omtalt kapittel 4 og introduksjon til egenredning, anbefaler vi å gjennomføre øving I, som består av gruppearbeid ute på tre poster (alt etter antall instruktører):

- Overflatesøk, bruk av søkestang
- Sender/mottaker
- Snøkjennskap (snøprofil) og stabilitetsvurdering

Referanser

For referanselitteratur viser vi til:

- fotnotene i denne rapporten
- eget øvingshefte for kursene



Statens vegvesen
Drift og vedlikehold
Fagressurser Drift og vedlikehold
Postboks 6706 Etterstad 0609 OSLO
Tlf: (+47) 22073000
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen