

## Løsmasseskred på Ottem i Sunndal

Beskrivelse av skredene og vurdering av geologiske og klimatiske forhold som førte til hendelsen. Analyse av potensialet for tilsvarende skred andre steder i Sunndalen.

**Kristin Reitan**

Geologi

Innlevert: mai 2014

Hovedveileder: Terje Harald Bargel, IGB

Medveileder: Lena Rubensdotter, NGU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for geologi og bergteknikk



## Sammendrag

**Reitan, Kristin 2014:** Løsmasseskred på Øster-Ottem i Sunndal kommune, Møre og Romsdal: Beskrivelse av skredene som gikk 26.07.2013, samt vurdering av geologiske og klimatiske forhold som førte til hendelsen. Analyse av potensialet for tilsvarende skred andre steder i Sunndalen.

Metodene som er brukt i forbindelse med denne oppgaven, har vært feltarbeid og bilder tatt i felt, samt mye bruk av ulike kartkilder, offentlig skred-dokumentasjon og muntlige kilder. Mye av de skrevne kildene kommer fra (norsk) offentlig skred-dokumentasjon, da denne dokumentasjonen anses som sikker og mest relevant for et skred som har gått i en norsk dal.

De tre skredene på Øster-Ottem har likhetstrekk som samsvarer med Blikra et al. (1989) sin klassifisering av grove massestrømmer. Skred nr. 3 skiller seg noe ut fra skred nr. 1 og 2, men klassifiseres likevel som grov massestrøm, der utløpsområdet potensielt kan være en overgangsform fra massestrømsprosess til en mer fluvial prosess.

Klimafremskrivninger tilsier at en må forvente mer nedbør i fremtiden. Om den økte nedbøren vil skje i form av mer intensiv nedbør, eller i form av mer kontinuerlig nedbør, kan ikke slås fast med sikkerhet. Det er likevel ventet at antall dager med store nedbørsmengder vil øke (NOU, 2010)

Tre andre potensielle skredområder ble analysert. To av områdene (Øster-Ottem og Romfo) har spesielt store likhetstrekk, når det kommer til strukturelle og topografiske forhold i fjellsiden, samt kløftene og skredbanene som kommer ned fra disse kløftene. Det tredje området, Molykkja, ble vurdert fordi det ligger bebyggelse i forkant av et eventuelt utløpsområde for skred.

Kandidaten har selv lagt til en ROS-analyse av to av de tre områdene for potensielle skred.

Analysene viser at det er middels risiko, og at risikoreducerende tiltak bør vurderes.

Masteroppgaven og analysen (som er lagt til slutt i oppgaven) overbringes Sunndal kommune, og kan (hvis behov) brukes i deres ROS-analyse for områdene.



## Abstract

**Reitan, Kristin 2014:** Debris Avalanche on Øster-Ottem in Sunndal Municipality, Møre & Romsdal: Description of the avalanches that happened 26<sup>th</sup> of July 2013, and a geological and climatic evaluation of the conditions that led to the incident. Master thesis in Geology, Department for Geology, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.

The methods that are used in this thesis have been; fieldwork and pictures from the fieldwork, several different map sources, public (Norwegian) avalanche-documentation and oral sources. Many of the written sources originate from Norwegian public documentation, because this documentation probably is the safest and most relevant sources, for an avalanche evaluation in a Norwegian valley.

The three avalanches at Øster-Ottem are similar to the description in the Blikra et al. (1989) classification of debris flows. Avalanche number three is also classified as a debris flow, but it stands out somewhat because of how it is deposited. The material in the runout area is spread out like a fan, most likely because there were more water involved. So the runout area can be a transitional form of avalanche, where it goes from being a gravity depending mass movement to a water dependent mass movement.

Climate projections suggest that there will be more precipitation in the future. Though there are no measurements that can conclude that there will be more intensive precipitation, but it is assumed that there also will be more intensive precipitation in the future.

Three other potential avalanche areas were analyzed. Two of these (Øster-Ottem and Romfo) has many similarities, both structurally and topographically. They have big ravines in the top area, with avalanche paths coming down the mountainside. The third area (Molykkja) was considered because there are buildings in front of the depositional area.

The candidate has added a risk- and vulnerability analysis for two areas (Molykkja and Øster-Ottem), at the end of the thesis. The analysis showed that there were medium risk in the areas, and that risk reducing measures should be considered.



## Forord

Denne masteroppgaven er skrevet ved Norges teknisk- naturvitenskaplige universitet, NTNU. Oppgaven omhandler hovedsakelig en skredhendelse i Sunndal kommune, sommeren 2013. Geologiske og klimatiske vurderinger er gjort for det aktuelle området, samt analyse for potensielle skred i andre områder. I tillegg ville kandidaten selv legge til en ROS-analyse for noen av områdene som er studert.

Skred har kommet mer i fokus de siste årene, noe som har vekket interessen hos meg. Det er et emne innen geologien som påvirker oss alle, noe som gjør det ekstra spennende.

Studieeventyret mitt startet ved Universitetet i Tromsø for snart fem år siden. Her havnet jeg i en ivrig klasse med lærelyst og et «skjult» konkurranseinstinkt, noe som gjorde oss til en faglig sterk klasse, samtidig som vi trivdes svært god i hverandres selskap. Jeg har fått venner for livet ved UiT og takker dere alle for at mitt studentliv der oppe ble så fantastisk som det ble.

Etter to og et halvt år i Tromsø, tok jeg et utvekslingssemester til University of Hawaii, at Hilo. Hvorfor akkurat Hawaii? Jo, fordi jeg har en veldig fasinasjon for vulkaner, som måtte utforskes. At vulkanene tilfeldigvis var på en tropisk øy, var bare en stor bonus. Dette var en fem måneders opplevelse som vil sitte klistret til hjernebarken og hjertet resten av livet.

Mine siste to år som student har jeg tilbrakt ved NTNU. Sterk faglig kompetanse og mange interessante fag å velge mellom, gjorde at jeg til slutt fant min retning innen geologiens verden. Ingeniørgeologifagene var spesielt interessante, der tunneldriving og skredteori var det som vekket størst interesse. Til slutt besluttet jeg å skrive master innen skred, og kom i den forbindelse i kontakt med min hovedveileder Terje H. Bargel fra NVE/NTNU.

Terje er et oppslagsverk i seg selv og har vært en uunnværlig resurs, som har stilt opp når jeg har bedt om det, og kommet med inspirerende og god veiledning. Tusen takk, Terje!

Til slutt må jeg takke kjæreste, familie, venner og alle andre som har stilt opp og støttet meg gjennom den fem år lange studenttilværelsen. Tusen takk, også til dere!

- Kristin Reitan (02.05.2014)





## Innholdsfortegnelse:

Sammendrag.....	I
Abstract .....	III
Forord .....	V
Kapittel 1 - Innledning .....	1
1.1 Bakgrunn .....	1
1.2 Problemstilling .....	2
1.3 Fremgangsmåte .....	2
1.3.1 Feltarbeid.....	3
1.3.2 Fremgangsmåte i felt.....	3
1.3.3 Kart og bilder .....	4
1.3.4 Skrevne og muntlige kilder .....	5
1.3.5 Klassifisering.....	6
1.3.6 Oppgavens disposisjon.....	6
Kapittel 2 – Studieområdet: Øster-Ottem.....	7
2.1 Geologi .....	12
2.2 Klima.....	15
2.3 Vegetasjon.....	19
2.4 Beskrivelse av skredene på Øster-Ottem .....	20
2.5 Andre potensielle skredområder.....	38
Kapittel 3 – Teori .....	47
3.1 Klimaendringer.....	47
3.1.1 Klimaendringer i Norge .....	47
3.1.2 Klimaendringer i Sunndal .....	53

3.1.3 Sammenheng mellom klimaendring og økt skredfare.....	56
3.2 Skred.....	57
3.2.1 Typer skred.....	57
3.2.2 Hvordan klassifisere et skred?.....	66
Kapittel 4 – Diskusjon.....	72
4.1 Løsneområdet .....	72
4.2 Løsmassene .....	72
4.3 Klimatiske forhold som førte til hendelsen .....	73
4.4 Klassifisering av skredene på Øster-Ottem.....	73
4.5 Analyse av potensialet for tilsvarende skred andre steder i Sunndalen .....	75
Kapittel 5 – Konklusjon .....	78
Kapittel 6 - ROS-analyse.....	79
6.2 Hvordan utføres en ROS-analyse.....	80
6.3 ROS-analyse for Sunndal kommune.....	83
Referanseliste: .....	97
Figurliste: .....	102
Tabell liste: .....	106
Vedleggs liste: .....	108
Vedlegg 1: .....	109
Vedlegg 2: .....	110

# Kapittel 1 - Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Skred er et velkjent ord. Det har en overordnet betydning som sier oss at en masse av stein, jord eller snø (sammen med luft, vann og organisk materiale) er i bevegelse ned en skråning (Snl.no, 2012). Mye tyder i dag på at vi kommer til å måtte bruke ordet skred oftere i fremtiden. Dette fordi at de indikerte klimaendringene vi har i dag kan forverres, og flere trekker en parallell ved at klimaendringer vil føre til økt hyppighet av ulike typer skred (e.g. NGI, 2014a). De klimaendringene en kan se i dag er hovedsakelig økte nedbørsmengder, økt temperatur og mer ekstremvær (e.g. NOU, 2010). Disse endringene har stor betydning for stabiliteten av ulike typer løsmasser, som da automatisk øker sannsynligheten for at et skred kan forekomme ((Kronholm og Stalsberg, 2009).

Den 26. juli 2013 kom det en voldsom og svært lokal tordenbyge i øvre del av Sunndalen. Uværet bar med seg store mengder nedbør, i form av regn, som skylte ned over området i et ca. 2 km bredt belte. Den aktuelle nedbørssituasjonen var ikke meldt om i forkant, og ei heller registrert for værddata i ettertid. I løpet av bygen kom det ned tre separate massestrømmer innen et ca. 300 meter bredt område i fjellsiden på Øster-Ottem. Akkurat i dette tilfellet gikk skredene over en privat vei, og på veien kjørte en bil med to unge jenter (Fossum, T. 2013). Denne gangen gikk det heldigvis bra, men det var snakk om marginer og en god porsjon flaks. Selv om dette er en privat vei, er det kommunen som har det overordnede ansvaret for sikkerheten (Meld. St. 33, 2012-2013).

I denne masteroppgaven skal skredene som gikk på Øster-Ottem i Sunndalen analyseres, og mulige utløsningsmekanismer vurderes. Arbeidet med skredene kan gi opplysninger som kan brukes for å redegjøre om tilsvarende hendelser kan forekomme andre steder i dalen. Disse opplysningene kan brukes i forbindelse med kommunens ROS-analyse (Risiko- Og Sårbarhetsanalyse), som gjør at kommunen kan gjøre forebyggende/forberedende arbeid før noe eventuelt skjer.

Kommunene er pålagt (av Sivilbeskyttelsesloven § 14) å gjennomføre en ROS-analyse, som går ut på å kartlegge sannsynlighet og konsekvenser for uønskede hendelser, som for eksempel skred.

Ut i fra denne analysen kan en prioritere risikoområder og planlegge tiltak for å forhindre dem eller redusere konsekvensene av dem dersom de skulle oppstå.

## 1.2 Problemstilling

**Løsmasseskred på Øster-Ottem i Sunndal kommune, Møre og Romsdal: Beskrivelse av skredene samt vurdering av geologiske og klimatiske forhold som førte til hendelsen. Analyse av potensialet for tilsvarende skred andre steder i Sunndalen.**

26.07.2013 gikk det skred på Øster-Ottem i Sunndalen. Tre skred gikk i samme område, til samme tid. Analyse av skredene og vurdering av utløsende årsaker vil være en sentral del av oppgaven. Analysene skal samkjøres med og inngå i Sunndal kommunes ROS-analyse.

Kandidaten skal også vurdere om tilsvarende skred kan tenkes å forekomme andre steder i Sunndalen, spesielt i forbindelse med eksisterende bebyggelse. Mulige konsekvenser av slike hendelser skal vurderes.

## 1.3 Fremgangsmåte

Første del av oppgaven baseres på å innhente kunnskap om området hvor skredene har gått, og om selve skredene. Skredene må klassifiseres, og det må greies ut hvilken klassifiseringsmetode som skal benyttes. I vurderingen/klassifiseringen av skredene må det også tas hensyn til og beskrive de klimatiske forandringene i området, som høyst sannsynlig kan ha påvirket utløsningen av skredene.

Del to av oppgaven omhandler lokalisering av andre steder i Sunndalen hvor tilsvarende skred kan forekomme. Kandidaten må ut i felt og studere terrenget, og deretter beskrive området/områdene som vurderes som aktuelle.

I tredje og siste del av oppgaven skal resultater settes inn i en ROS-analyse. Slik at kommunen blir informert om de «funn» som blir gjort i oppgaven, å forbedre/forberede seg på de eventuelle situasjonene som kan forekomme. ROS-analyser har klare rammeverk og fremgangsmåter som skal følges. Disse skal følges, slik at ROS-analysen kan tas i bruk av Sunndal kommune.

### 1.3.1 Feltarbeid

På Øster-Ottem er det gjennomført feltarbeid, for å kartlegge skredene. I tillegg er Norge i 3D, norgeskart (og andre karttjenester), berggrunnskart og løsmassekart fra NGU, informasjon fra meteorologisk institutt, samt bilder tatt i bruk for å danne et bilde av hendelsesforløpet, og for å utføre en geologisk vurdering av skredene.

Det er gjennomført fem feltrunder oppe på Øster-Ottem, hvis en teller med observasjonsrundene sammen med veileder før skredene gikk. 21.05.2013 var forfatter og veileder sammen med Anne Nerland fra Sunndal kommune på en observasjonsrunde i Sunndal sentrum, Tredal, Oppdølstranda og Ålvundfjord. 22.07.2013 ble det foretatt en grundigere observasjonsrunde av selve Sunndalen, Litldalen og Øksendal. 26.07.2013 gikk skredene på Øster-Ottem. 29.07.2013 var forfatter, sammen med Sunndal kommune og politiet på befarings av området. På dette tidspunkt var veien brøytet/gravd frem igjen, så en kunne gå gjennom alle tre skredene. 13-15. august var forfatter og medstudent Mari på nok en observasjonsrunde gjennom Sunndal kommune. Det ble skrevet notater for mange lokaliteter, men det ble på dette tidspunkt besluttet å skrive masteroppgave om de tre skredløpene på Øster-Ottem.

### 1.3.2 Fremgangsmåte i felt

Før første feltdag (15.08.2013) hadde forfatter vært på Øster-Ottem tre ganger på observasjonsrunder. I forkant ble det gjort forberedelser, ved å se på bilder, Norge i 3D og kart av ulike slag. Første dag i felt ble fokusert på å bli kjent med området, se på hver enkelt skredavsetning og følge dem så langt opp som dette var forsvarlig (da øvre deler av skredbanene har < 45 graders helning). Siden det ikke var forsvarlig å følge skredbanene opp til kilde/løsneområdene, ble det fokusert på selve skredavsetningen. Det ble tatt bilder av skredmassene fra topp til bunn, samt andre observasjoner som vekte interesse.

Kilde/løsneområdet ble nærmere observert med kikkert, samt kart, Norge i 3D og norgeskart.no.

En ny feltrunde ble foretatt i midten av september og deretter en til 16.11.2013. På dette tidspunkt begynte løvskogen å miste sine blader, som gjorde at en kunne se skredbanenes laterale utbredelse bedre. Bildene som ble tatt 16.11.2013, er ikke av spesielt god kvalitet men er med i oppgaven for å vise nettopp den laterale utbredelsen av skredene bedre.

Disse to feltdagene i september og november ble også benyttet for å se nærmere på andre potensielle skredområder. Det ble først bestemt å ta med Molykkja og Romfo, men senere ble det også bestemt å ta med den fjerde skredbanen (lengst vest), som ikke går helt ned til veien, på Øster-Ottem.

### 1.3.3 Kart og bilder

For å få mest mulig informasjon om området, er det brukt ulike kart/bildetjenester. Norge i 3D har vært svært nyttig, da den virtuelle nett-tjenesten viser terrenget slik det faktisk er, ved hjelp av kart og fly/satellittfoto i 3D format. Det er mulig å bevege seg rundt i kartbildet slik at en får se det gitte området fra hvilken som helst posisjon (Norgei3D). Siden bildene ikke oppdateres ofte, er bildene fra dette nettstedet fra før skredene gikk sommeren 2013. Dette har hatt en viss fordel da det har gitt et innblikk i hvordan det så ut i området før skredene gikk.

Norge i bilder er også en nett-tjeneste som har vært mye brukt, der får en oversikt med ortofoto (målestokkriktige flybilder) i digitalt kartformat. Norge i bilder er et samarbeid mellom Statens Vegvesen, Norsk institutt for skog og landskap og Statens kartverk (Norgeibilder.no, 2014). Det har likevel vært problematisk å bruke det sistnevnte hjelpemidlet da det for enkelte vinklinger er skygge på bildene. Det problemet er det også delvis på Norge i 3D, men ikke i like stor grad.

Et annet hjelpemiddel som har vært til stor hjelp er norgeskart.no. Norgeskart.no er en digital kartvisningstjeneste laget av kartverket, som har det nasjonale ansvaret for geografisk informasjon. 02.12.2013 ble en ny versjon av norgeskart.no publisert, hvor man blant annet kan tegne høydeprofiler. Høydeprofil-tjenesten er blitt brukt i masteroppgaven, for de tre skredbanene på Øster-Ottem, og for de tre potensielle skredområdene på Molykkja, Romfo og en fjerde skredbane på Øster-Ottem. Disse terrengprofilene stemte bra med de faktiske forhold, og med modellene som var skissert ut i fra andre kart. Siden utseende på de topografiske profilene fra norgeskart.no var noe bedre, ble disse benyttet i stedet for kandidatens egne skisser. Noen av terrengprofilene har en ujevn profillinje, pga. inntegningen, ikke nødvendigvis pga. hindringer i terrenget/skredbanene.

Meteorologisk institutt varsler været, overvåker klimaet og driver forskning. Via meteorologisk institutt sin portal, eKlima, får en gratis tilgang til meteorologisk institutts vær- og klimadata fra historiske data til sanntidsobservasjoner (met.no, 2014a). Denne tjenesten er benyttet, men den

hadde begrenset verdi for oppgaven, da kun en av sju værstasjoner i Sunndal kommune brukes i de offentlige værdataene. Da nedbørsmålinger for den aktuelle dagen skulle innhentes, var det ikke registrert nedbør for den dagen i det hele tatt. Den offisielle måleren er nede i Sunndal sentrum, og dermed kunne ikke denne måleren måle den lokale nedbøren som kom på Øster-Ottem. Ei heller ved å bruke værstasjoner nærmere det aktuelle området, kunne en få målinger på nedbøren for den aktuelle dagen. Selv var kandidaten hjemme i Eresfjord den aktuelle dagen, og der var det også et forbigående kraftig tordenvær. Tordenværet kom fra sørvest og gikk videre over fjellet i retning Sunndal, så det antas at det var samme tordenværet som passerte på Øster-Ottem. Det er også en værstasjon i Eresfjord, så når det ikke var mulig å finne data for tordenværet i Sunndal, ble det vurdert å ta utgangspunkt i målingene for Eresfjord den aktuelle dagen. Men det var ikke mulig å få offisielle målinger for Eresfjord heller, da målestasjonen i Sunndal sentrum også stod som offisiell måler for Eresfjord, som ligger ca. 22,59 km i luftlinje fra værstasjonen (Yr.no, 2014b).

I tillegg til kildene, nevnt ovenfor er kandidatens egne bilder fra felt tatt i bruk i oppgaven.

#### 1.3.4 Skrevne og muntlige kilder

Det som er oppsiktsvekkende i denne oppgaven er at mange av referansene er internettkilder. Dette kan oppfattes som uvanlig, da det er mer vanlig å henvise til publiserte artikler. I dette tilfelle ble store mengder av aktuell teori funnet på nettet, og nettopp på grunn av det er det valgt å ta ekstra kildekritiske vurderinger underveis, og kun pålitelige kilder er brukt i oppgaven. Et par eksempler på kilder som er brukt: publikasjoner fra NVE (Norges vassdrag- og energidirektorat), Stortingsmeldinger, DSB (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap). Dette er eksempler på norske offentlige etater, som har publisert artikler eller andre typer skriftlige dokumenter på sine respektive hjemmesider. Siden dette er dokumenter som kommer fra offentlig hold, regnes disse kildene og andre i samme kategori, som sikre kilder for oppgaven. Det er også tatt i bruk andre nettsteder for å finne informasjon, tabeller, figurer og bilder, men også disse er nøye kildekritisk vurdert før de er tatt i bruk.

NTNUs VPN (virtual private network), har også vært tilgjengelig. Der kan man søke i utallige artikler og publikasjoner, men erfarte at det var vanskelig å lete opp artikler fra Norge. Grunnen til at artikler fra Norge har vært i fokus, er fordi disse er mest nærliggende de fysiske forholdene

som forekommer i Sunndal. Det er mye å lære fra utlandet også, men her må en tenke på at det finnes mange ulike klassifiseringsmåter, som er for teknisk avansert og mest anvendt innen forskingsmiljøet.

Muntlige kilder har vært til stor hjelp. Foruten veileder, Terje H. Bargel, så har Anne Nerland fra Sunndal kommune vært svært behjelpelig. Hun er prosjektleder for Sunndal kommunes Risiko- og Sårbarhets analyse, og sitter med mye informasjon, spesielt innen skredhendelser i Sunndal. I tillegg har hun vært min kilde når det kommer til værstsituasjonen den aktuelle dagen da skredene på Øster-Ottem gikk.

### 1.3.5 Klassifisering

Etter feltarbeidet fortsatte innsamlingen av informasjon om området, for å kunne gjøre en god beskrivelse og klassifisering. Klassifiseringen er gjort på bakgrunn av teorien som er beskrevet i oppgaven. Basert på informasjon fra teoridelen er det laget en selvkomponert sjekkliste, som hjelpemiddel for å avskrive ikke-relevante skredtyper tidlig i klassifiseringsprosessen. Deretter ble det gått dypere inn i teorien for å kunne skille de eventuelle skredtypene som var aktuell. Alt er beskrevet i diskusjonskapittelet under «Klassifisering av skredene på Øster-Ottem».

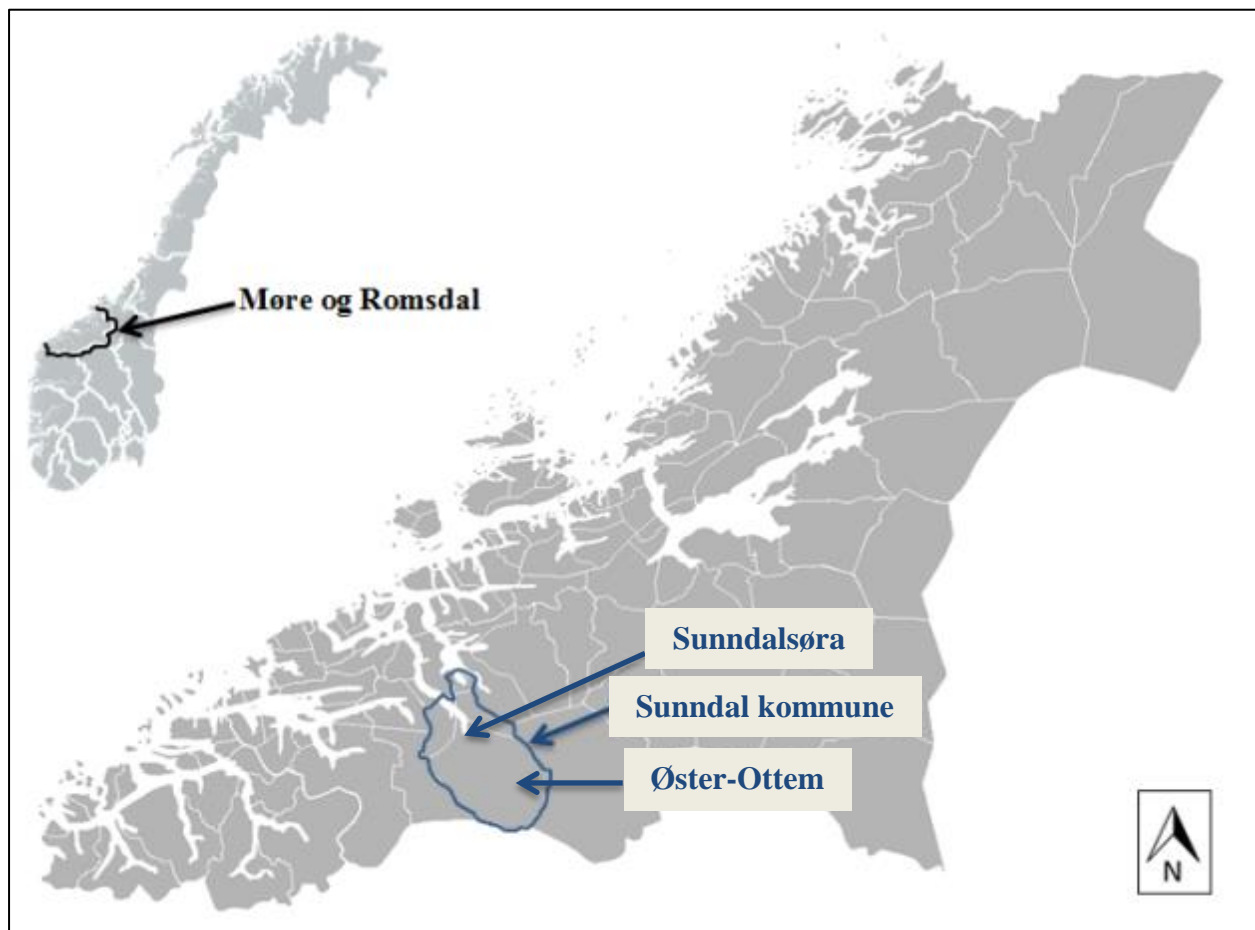
### 1.3.6 Oppgavens disposisjon

I starten av oppgaven er det tatt med en lengre beskrivelse av studieområdet; først er geologi, klima og vegetasjon for området beskrevet, deretter beskrives de tre skredbanene og de tre potensielle skredområdene. Videre er det tatt med en teoridel som inneholder en klimadel og en skred-del. Dernest kommer diskusjon- og konklusjonskapitlene. Og i siste del av teksten legges, som nevnt tidligere, ved en ROS-analyse for to av de tre potensielle skredområdene, som er nevnt i oppgaven (Øster-Ottem og Molykkja).

Referansestil er Harvard (Viko.no, 2011a og Viko.no, 2011b) Referanselisten for teksten deles inn i «skriftlige kilder», «internettkilder» og «muntlige kilder», i alfabetisk rekkefølge. Hver figur er nummerert og kilden(e) til figurene står under de respektive nummereringene i figurlisten. Det samme gjelder for Tabell-listen.



## Kapittel 2 – Studieområdet: Øster-Ottem



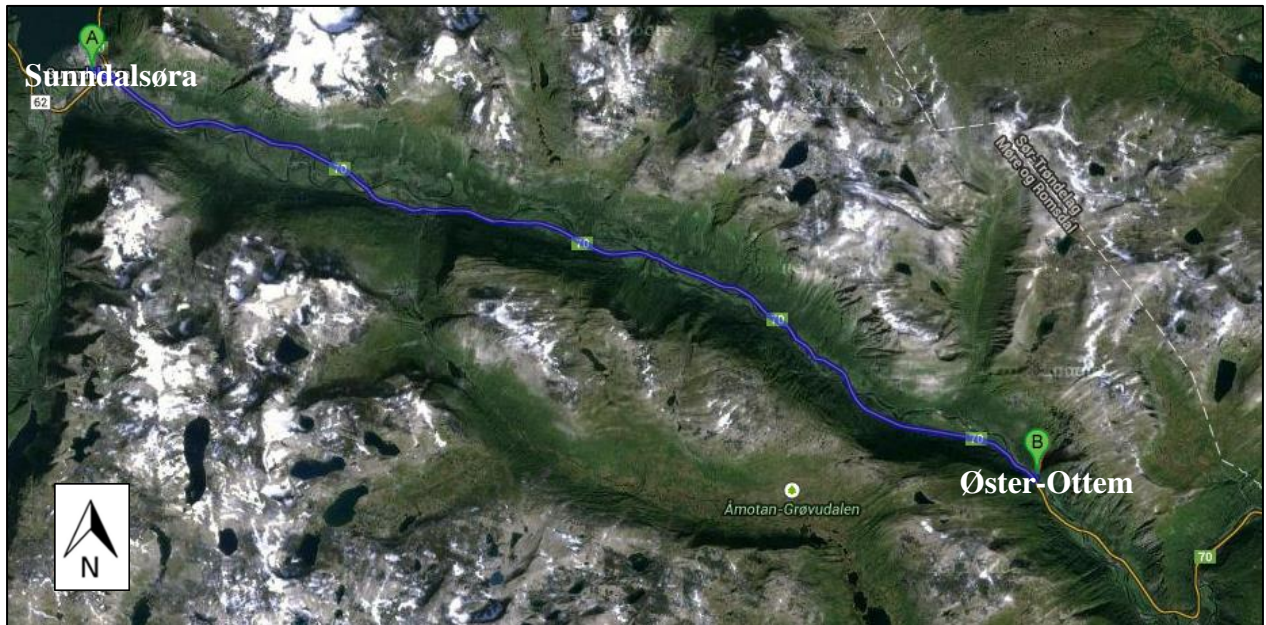
**Figur 1:** Møre og Romsdal er vist med svart omriss på norgeskartet oppe i venstre hjørne (nfkom.com). Sunndal kommune vises med blått omriss på utsnittet av Midt-Norge (alnakka.net). I tillegg er det henvist til Sunndalsøra og Øster-Ottem med blå piler.

Sunndal kommune ligger på Nordmøre i Møre og Romsdal fylke (se figur 1), og er den største kommunen i fylket (1712 km<sup>2</sup>).



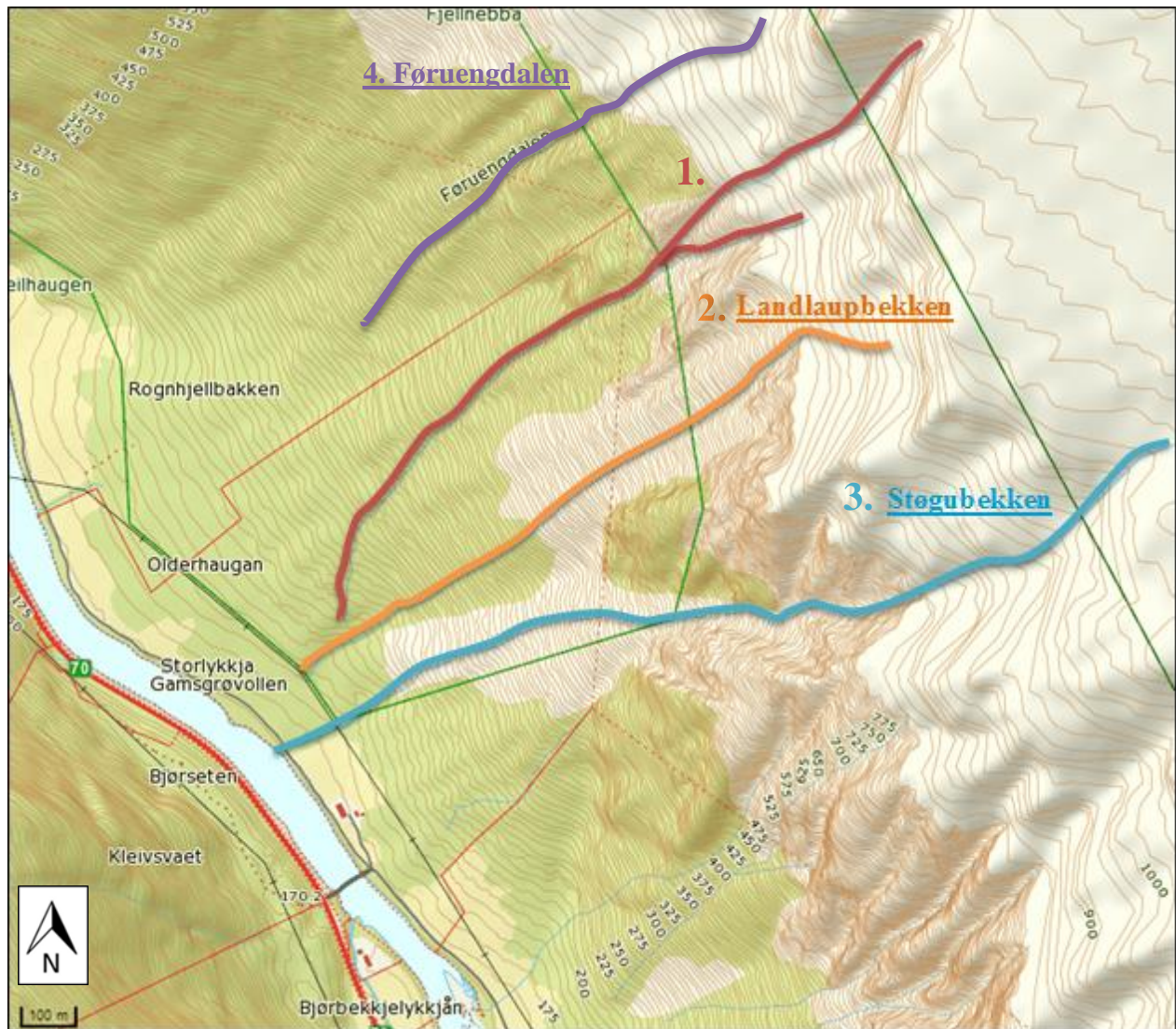
**Figur 2: Kart over Sunndal kommune (google-maps.no). Rødt kryss indikerer Storkalkinn, Sunndals høyeste fjell (1880 moh.), Oransje kryss indikerer hvor Øster-Ottem er på kartet.**

Kommunen består av fire dalfører, hvor Sunndalen er hoveddalføret. Mellom dalførene har man både alpine områder og andre mer avrundede kupert fjellområder. Det høyeste fjellet er 1880 meter og heter Storkalkinn (se rødt kryss figur 2). Gjennom hele Sunndalen renner elva Driva, som starter oppe på Dovrefjell og renner ut i Sunndalsfjorden (Berntsen, 2013). Dalen har en karakteristisk U-form, som er typisk for daler formet av isbre (Bryhni, 2013). Skredavsetninger dominerer i dalsider og delvis i dalbunnen.



**Figur 3: Terrengbasert kart fra google-maps viser hvor Øster-Ottem ligger i forhold til Sunndalsøra. Strekningen fra Sunndalsøra til Øster-Ottem er ca. 28.3 km lang.**

28,3 km oppover i dalen fra Sunndalsøra ligger Ottem (se figur 3), eller nærmere bestemt Øster-Ottem, hvor skredene som første del av denne oppgaven skal omhandle, befinner seg (maps.google.no, 2014a). Figur 3 gir en mer detaljert oversikt over hvordan topografien i Sunndalen er og hvor Øster-Ottem ligger i forhold til Sunndal sentrum.



**Figur 4:** Detaljkart over det undersøkte området, der man kan se fire bekkefar. Skredene var hovedsakelig kanalisert i de tre bekkefarene som er tegnet inn med brede streker i rødt, oransje og blått (Norgeskart.no, 2014). Kun to av bekkefarene, hvor det gikk skred, har navn (Landlaupbekken og Støgubekken). Navn på bekkene er hentet fra Nois.no (2014). Skredene avviker noe fra bekkefarene, dette går det nærmere inn på senere. En fjerde skredbane er tegnet inn med bred lilla strek, samt navn.

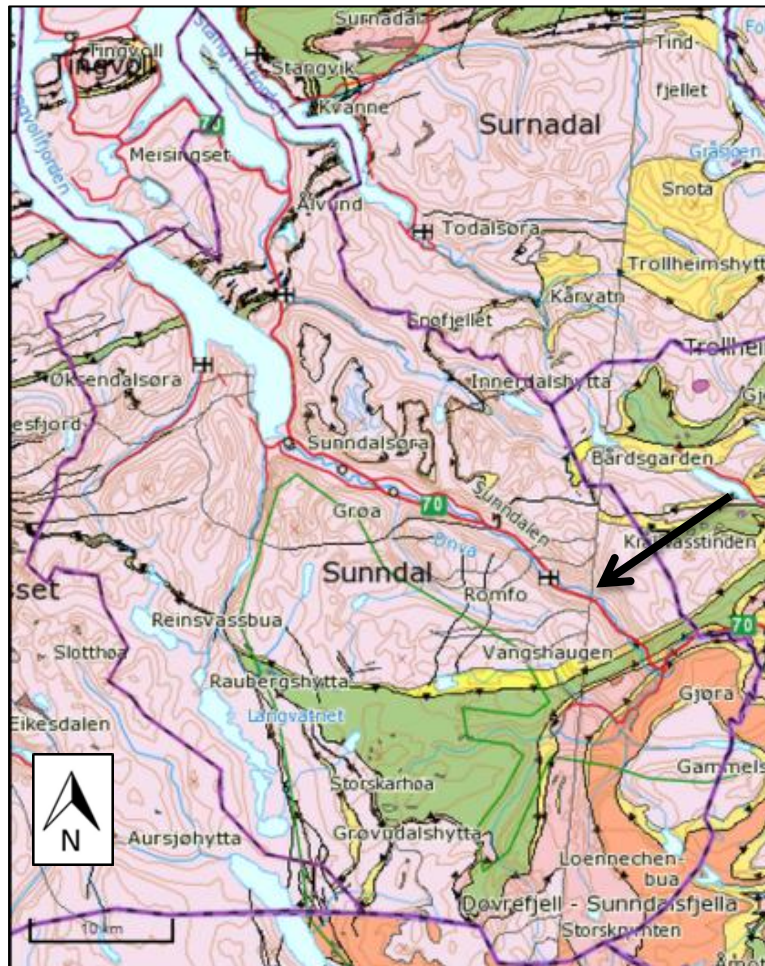
Figur 4 viser det aktuelle skredområdet som denne masteroppgaven skal omhandle. På figuren er tre bekkeløp tegnet inn med brede streker i rødt, oransje og blått. Disse bekkeløpene renner ned fra store kløfter høyt oppe i fjellsiden, disse vil bli kommentert og vist med foto og kart lengre ut i teksten. Anne Nerland nevnte at bekken som er tegnet inn med oransje (Landlaupbekken), har et bemerkelsesverdig navn, da landlaup på folkemunne betyr grus- og steinras.



**Figur 5: Bilde fra Øster-Ottem. De nummererte pilene på bildet samsvarer med de nummererte bekkefarene (og senere skredbanene) på figur 4 (Norgei3D, 2013).**

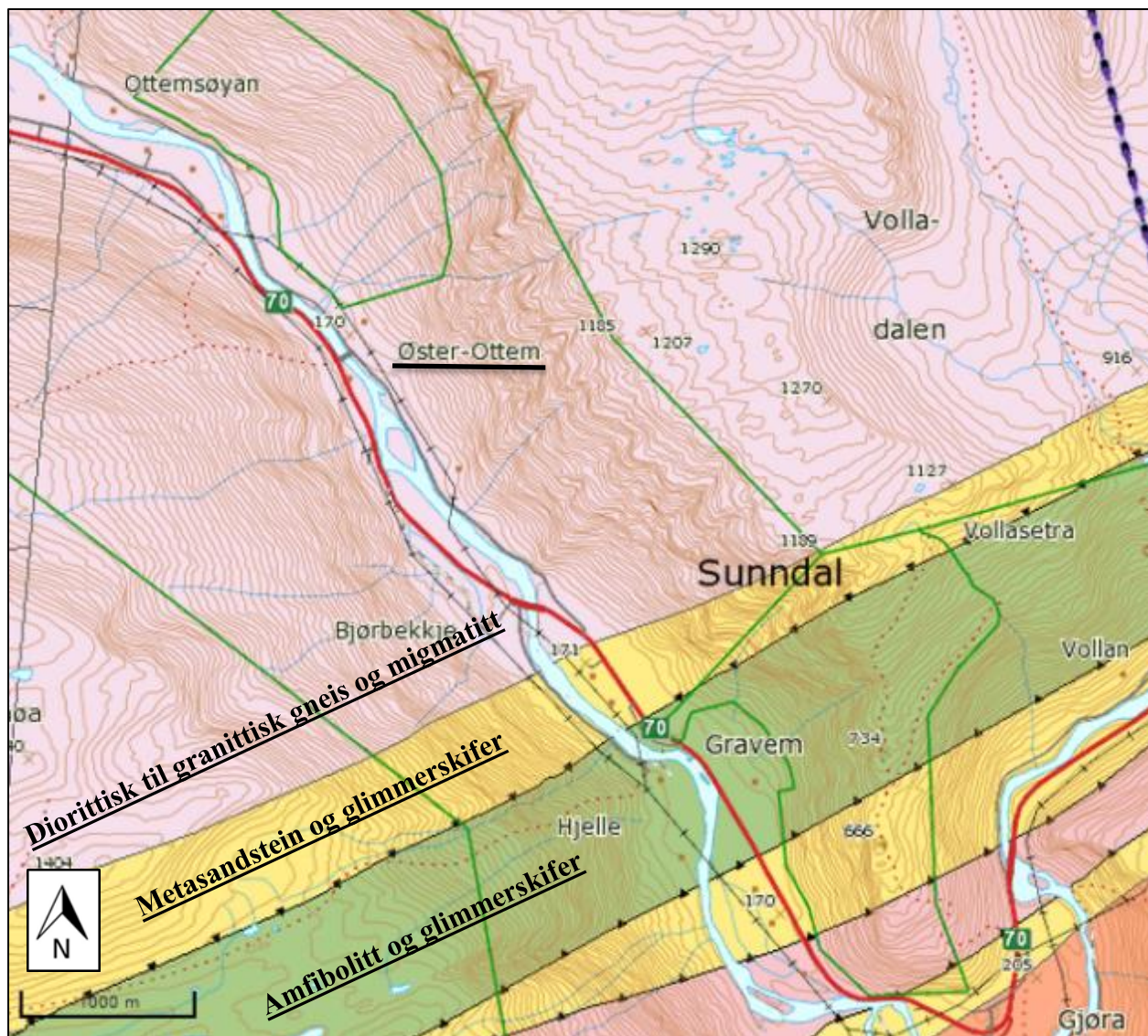
Bildene fra Norge i 3D på figur 5 viser de tre bekkefarene/kanalene på Øster-Ottem, disse er henvist med piler og tall, som samsvarer med piler og tall på kartet på figur 4. Bildet viser forøvrig et noe skråstilt 3D-modellert bilde av de tre bekkefarene/kanalene på Øster-Ottem, slik de så ut før skredene gikk sommeren 2013.

## 2.1 Geologi



Figur 6: Berggrunnskart over Sunndal kommune, utsnitt fra N250 (NGU, 2014). Sort pil henviser omtrentlig til Øster-Ottem.

Bergart			
■ Løsmasser	■ Monzonitt, kvartsmonzonitt	■ Amfibolitt og glimmerskifer	■ Kalkglimmerskifer, kalksilikatgneis
■ Sandstein	■ Mangerittsyenitt	■ Grønnstein, amfibolitt	■ Kalkspatmarmor
■ Konglomerat, sedimentær breksje	■ Ryolitt, ryodacitt, dacitt, keratofyr	■ Metasandstein, glimmerskifer	■ Dolomittmarmor
■ Tektonisk breksje, Mylonitt, fyllonitt	■ Rombeporfyrr	■ Kvartsitt	■ Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt
■ Sedimentære bergarter (uspes)	■ Basalt	■ Glimmergneis, glimmerskifer, metasandstein, amfibolitt	■ Øyegneis, granitt, foliert granitt
■ Leirskifer, sandstein, kalkstein	■ Vulkanske bergarter (uspesifisert)	■ Fyllitt, glimmerskifer	■ Amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis, stedvis migmatittisk
■ Sandskifer, leirskifer	■ Mangeritt til gabbro, gneis og amfibolitt	■ Eklogitt	■ Dioritt, monzodioritt
■ Kalkstein, leirskifer, mergelstein	■ Gabbro, amfibolitt	■ Anortositt	■ Syenitt, kvartssyenitt
■ Kalkstein, dolomitt	■ Kvartsdioritt, tonalitt, trondhemitt	■ Charnockitt til anortositt, delvis omdannet	
■ Granitt, granodioritt	■ Olivinstein, pyroksenitt		

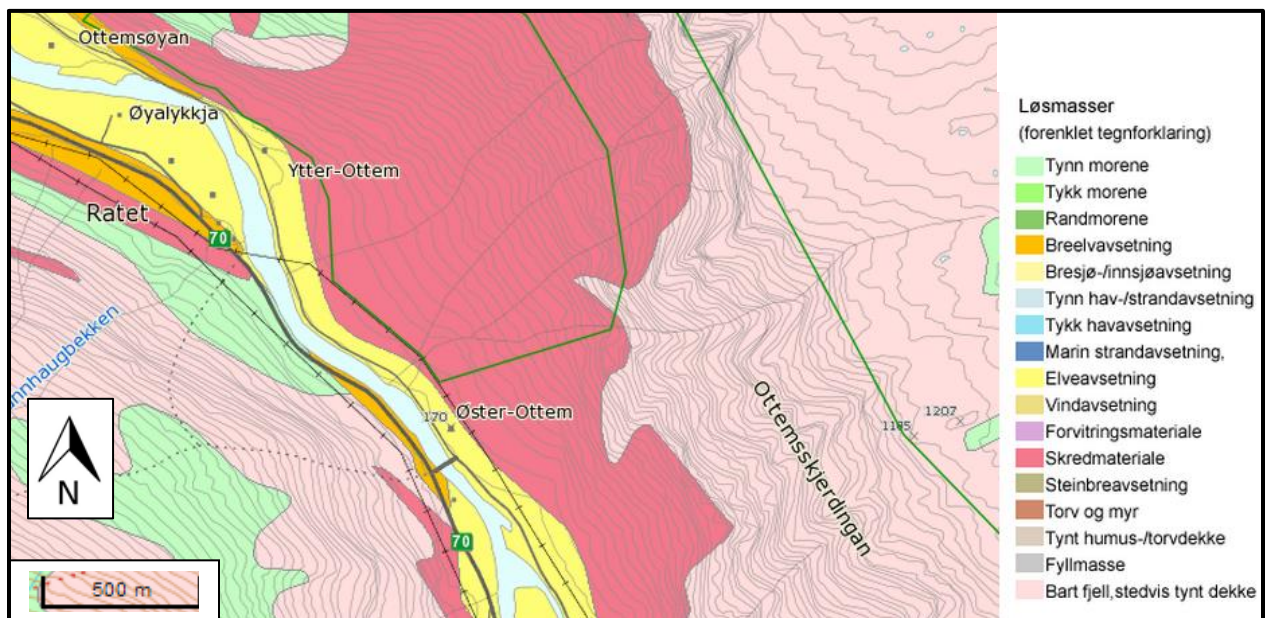


**Figur 7:** Berggrunnskart over øvre deler av Sunndalen, der i blant Øster-Ottem (forstørring av figur 6). Kartet viser at Ottems-området i all hovedsak består av diorittisk til granittisk gneis, migmatitt. Mot sørøst kommer et belte av metasandstein, glimmerskifer (gult), amfibolitt og glimmerskifer (grønt). I hjørnet lengst sørøst er det amfibolitt, hornblendegneis og stedvis migmatittisk (oransje) (NGU, 2014).

Området er en del av Det Nordvestlige gneiskomplekset, der mange av de granittiske bergartene opprinnelig var dannet for ca. 1600 mill. år siden, men ble metamorfosert under den kaledonske fjellkjedefoldingen. Dermed er mange av bergartene i området til dels sterkt deformert (Bryhni, 2013). De viktigste bergartstypene generelt i gneisregionen er ulike typer granittiske gneiser og migmatitter, som ofte har liner og lag av glimmerrike gneiser og amfibolitt (Ramberg, 2013).

Glimmer er et mineral som i utgangspunktet er nokså svakt, da det er spaltbart langs sjiktene (Ngu.no, 2014). Follestad (1987) skriver at området har strøk, helning og sprekkeretning som varierer noe, men er hovedsakelig betinget av de kaledonske fjellkjedebevegelsene uten at han utdyper dette nærmere.

Selve Sunndalen har blitt utformet av isbrebevegelser, og forfatteren antar dermed at noe av materialet som er å finne i det aktuelle området er morenemateriale. Løsmassekartet (figur 8) viser at løsmassene på Øster-Ottem består av skredmateriale, men løsmassekart viser kun de løsmassene man kan se på overflaten, og ikke de som eventuelt ligger under. Massene har trolig blitt avsatt siden isbreens tilbakesmelting da det trolig var mye løst materiale i fjellssidene som kom ned som skredmateriale.



**Figur 8: Løsmassekart over Øster-Ottem og området rundt (NGU, 2014).** På dette aktuelle bildet kan en se at det er mer skredaktivitet på den sørvendte siden av dalen (som får mest sol), enn fjellside som vender mot nord. Dette kan skyldes at forvittringsprosesser som frostsprengning, eller andre termiske påvirkninger har større influens på den sørvendte siden, da solen er en viktig kilde til disse prosessene.

Etter istiden har erosjon grunnet frost, vær og vind påvirket fjellpartiene i dalen, og det har dannet seg store colluviale vifter (skredvifter) i området. Det aktuelle området er ei bratt fjellside med over 50 graders helning enkelte steder, som er vendt mot sør. Dermed har området sol, når forholdene tilsier det, i motsetning til om den hadde vært vendt mot nord. En av



forvittringsmekanismene er fryse- og tine prosesser, som går ut på at vann trenger inn i sprekker og fryser. Når vann fryser utvider det seg med 9 %, noe som ofte får berg med svakhetssoner til å gi etter, dette kalles frostsprengning (Snl.no, 2009a).

Direkte sol eller høy lufttemperatur kan varme opp området slik at isen smelter, og det kan komme flere fryse/tine sykluser i løpet av et år. I tillegg kan det forekomme at svakhetssoner inneholder svelleleire, som er en type leire (vanligvis montmorillonitt) som sveller/utvider seg når det kommer i kontakt med vann, og kan da «sprengne» løs biter av fast fjell (Snl.no, 2009b). Det er for øvrig ingenting som tyder på at det er tilfellet her. Ulike typer forvittring løsner biter av fast fjell, som da avsettes og akkumuleres som løsmasser på stedet.

I tillegg til at det kan ligge morene i området, så har løsmasser blitt akkumulert over lengre tid. Dette har dannet skredvifter, som stedvis går inn i hverandre, etter hvert som løsmasser har rast ned fjellsiden. Derfor kan en i dag se en bratt ur dekt av grov blokk og løvskog, med tydelige renner, hvor det tidligere også har vært aktiv masseforflytning og vann til stede.

## 2.2 Klima

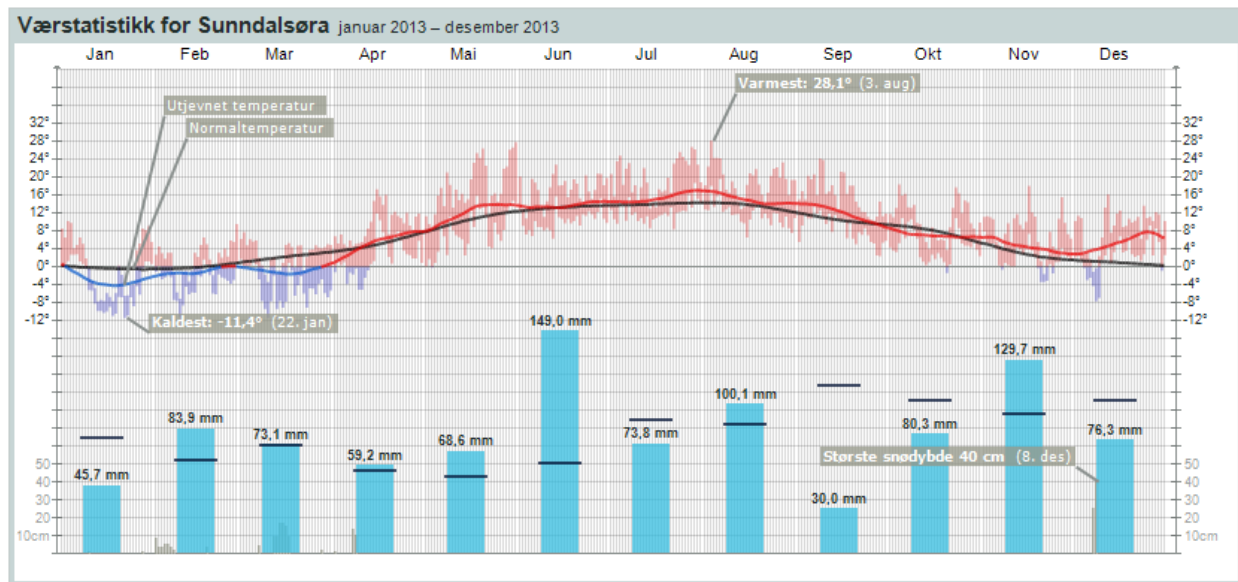
*«Klimaet forteller noe om værforholdene på et sted over tid. Eller enda mer nøyaktig: Klima er en beskrivelse av gjennomsnittsværet på et sted eller område over en tidsperiode, slik det framkommer når enkeltobservasjoner bearbeides statistisk etter internasjonale retningslinjer» (met.no, 2014b).*

Klimaet i Sunndalen er ikke ensartet over hele kommunen. I og med at kommunen strekker seg fra fjorden i vest og opp til høyfjellet i øst, kan en dele kommunen inn i forskjellige klimatiske soner. I vest har man et suboseanisk fjordklima. Dette er et fuktig og nedbørsrikt klima som gir milde vintre og liten temperaturforskjell mellom sommer og vinter. De østlige delene av Sunndal har et mer kontinentalt/innlandsklima, som gir tørrere klimatiske forhold med kalde vintre og varme somre. I tillegg gir topografien i kommunen store lokale variasjoner i temperatur og nedbørsforhold (Jordal, 2004).

Tabell 1 gir et visst inntrykk av Sunndals værforhold gjennom et år (2013), men dette er imidlertid målinger fra Sunndalsøra (sentrum) som ligger ved fjorden. Sunndal er en stor

kommune så statistikken er trolig ikke like representativ for værforholdene i østlige deler av kommunen, hvor det undersøkte området befinner seg.

**Tabell 1: Værstatistikk for værstasjon Sunndalsøra i Sunndal kommune, 2013. Svart strek viser normalen for både nedbør og temperatur. Den røde/blå streken viser middeltemperaturen over døgnet, utjevnet over 30 dager. De lyseblå søylene viser total nedbør for hver måned (Yr.no, 2014a).**



Sunndal er også en kjent lokalitet for mange meteorologer, fordi Sunndal flere ganger har satt varmerekorder på vinterstid. Sist dokumenterte rekord er 18. januar 2012, da viste termometeret 11,4 °C. Disse varmerekordene knyttes sammen med fenomenet fønvind, som forekommer i Sunndal. Fønvind er en forholdsvis varm vind som slår ned i lavland etter å ha passert et fjellområde (når luften synker oppstår det høyere lufttrykk, som da varmer opp luften) (Harstveit, 2009).

Selve Sunndalen er ca. 38 km lang (maps.google.no, 2014a), og på dette strekket varierer klimaet seg fra fuktig suboseanisk fjordklima til tørt innlandsklima. Øster-Ottem, som ligger ca. 28,3 km (maps.google.no, 2014b) oppover i dalen mot øst fra Sunndalsøra, og har en beliggenhet nærmere det som defineres som innlandsklima. Ut i fra kartet nedenfor (figur 9), er det per dags dato (21.01.2014) syv værstasjoner i drift i Sunndal kommune, som er nært det undersøkte området. I utgangspunktet skal det derfor ikke være noe problem å oppdrive tilstrekkelig informasjon om vær-situasjonen den aktuelle dagen da skredene gikk på Øster-Ottem (26.07.2013). Når en går inn

på målinger som er offentliggjort, får man imidlertid et helt annet bilde enn det som faktisk var reelt for den aktuelle dagen. Målingene på fra Yr.no (tabell 2) viser at det var 0 mm nedbør den dagen skredene gikk.

**Tabell 2: Oversikt over målinger for temperatur, nedbør og vind på Sunndalsøra, juli 2013 (Yr.no, 2014a). Dagen da skredene gikk (26.08.2013) er innrammet med rødt.**

Dato	Temperatur °C				Nedbør			Vind i m/s	
	Maks	Min	Middel	Normal	Akkumulert nedbør i mm (målt kl 7 for siste 24 timer)	Nedbørttype	Snødybde cm	Maks	Middel
31. juli 2013	18,9°	14,2°	14,9°	14,3°	20,7 mm	---	0 cm	7,3 m/s	2,8 m/s
30. juli 2013	22,8°	15,1°	18,2°	14,3°	0,0 mm	---	---	6,9 m/s	2,5 m/s
29. juli 2013	26,2°	18,7°	22,5°	14,3°	0,0 mm	---	---	7,6 m/s	2,3 m/s
28. juli 2013	26,7°	13,2°	20,1°	14,3°	5,9 mm	---	---	5,6 m/s	2,7 m/s
27. juli 2013	22,7°	16,0°	17,3°	14,2°	0,0 mm	---	---	8,3 m/s	1,3 m/s
26. juli 2013	23,7°	12,4°	17,8°	14,2°	0,0 mm	---	---	6,3 m/s	1,3 m/s
25. juli 2013	24,5°	12,5°	18,5°	14,2°	0,0 mm	---	---	4,5 m/s	1,9 m/s
24. juli 2013	25,6°	12,3°	18,9°	14,2°	0,0 mm	---	---	4,4 m/s	1,8 m/s
23. juli 2013	24,2°	12,0°	18,2°	14,2°	0,0 mm	---	---	6,1 m/s	2,9 m/s
22. juli 2013	23,0°	8,4°	15,6°	14,1°	0,1 mm	---	---	5,1 m/s	1,3 m/s
21. juli 2013	16,5°	13,2°	14,3°	14,1°	0,0 mm	---	---	---	3,7 m/s
20. juli 2013	19,9°	11,4°	15,4°	14,1°	3,1 mm	---	---	10,6 m/s	4,4 m/s
19. juli 2013	17,0°	12,0°	13,7°	14,1°	5,6 mm	---	---	7,8 m/s	4,3 m/s
18. juli 2013	16,7°	11,6°	13,5°	14,0°	2,5 mm	---	---	7,7 m/s	4,1 m/s
17. juli 2013	17,3°	11,4°	13,9°	14,0°	6,2 mm	---	---	6,5 m/s	2,5 m/s
16. juli 2013	13,3°	10,9°	11,6°	14,0°	4,1 mm	---	---	7,0 m/s	1,6 m/s
15. juli 2013	14,2°	10,5°	11,8°	14,0°	1,3 mm	---	---	10,4 m/s	4,8 m/s
14. juli 2013	13,0°	8,6°	11,0°	13,9°	8,3 mm	---	---	5,9 m/s	1,6 m/s
13. juli 2013	18,8°	11,3°	13,3°	13,9°	0,4 mm	---	---	8,1 m/s	2,9 m/s
12. juli 2013	22,0°	9,6°	15,7°	13,9°	0,0 mm	---	---	5,3 m/s	1,8 m/s
11. juli 2013	17,7°	10,9°	13,9°	13,9°	0,0 mm	---	---	5,3 m/s	2,7 m/s
10. juli 2013	14,8°	10,2°	12,4°	13,9°	6,7 mm	---	---	9,3 m/s	3,8 m/s
9. juli 2013	18,2°	12,1°	13,8°	13,8°	0,0 mm	---	---	9,3 m/s	4,6 m/s
8. juli 2013	16,6°	11,5°	14,3°	13,8°	0,0 mm	---	---	8,2 m/s	2,7 m/s
7. juli 2013	23,1°	15,5°	16,5°	13,8°	0,0 mm	---	---	6,8 m/s	4,6 m/s
6. juli 2013	21,9°	10,3°	16,7°	13,8°	0,5 mm	---	---	6,9 m/s	1,4 m/s
5. juli 2013	18,3°	13,9°	15,4°	13,8°	0,2 mm	---	---	7,4 m/s	3,9 m/s
4. juli 2013	24,8°	14,6°	18,4°	13,8°	0,0 mm	---	---	5,3 m/s	2,5 m/s
3. juli 2013	23,5°	9,6°	16,7°	13,7°	0,1 mm	---	---	5,4 m/s	1,9 m/s
2. juli 2013	15,7°	10,6°	12,5°	13,7°	8,1 mm	---	---	6,5 m/s	1,6 m/s
1. juli 2013	20,7°	12,7°	15,4°	13,7°	0,0 mm	---	---	7,3 m/s	2,4 m/s



**Figur 9: Kart som viser værstasjoner i og rundt Sunndal kommune, pr 21.01.2014 (eklima.met.no). Rød pil på kartet viser ca. hvor skredene gikk.**

Selv var forfatteren i Eresfjord den dagen skredene gikk, og der kom det en intens tordenbyge utpå ettermiddagen. Når man går inn på yr.no og ser om det er registrerte/publiserte målinger fra Eresfjord den dagen, kan man se at en får opp samme tabell som for Sunndal. Dette begrunnes med følgende: «Stasjonen ligger i Sunndal kommune, 10 m o.h. Den er nærmeste offisielle målestasjon, 22,9 km fra Eresfjord» (Yr.no, 2014b). Noe som kan tyder på at ikke alle værstasjonene på figur 9 være offisielle værstasjoner, noe som snevrer inn informasjonen ytterligere. Som en kan se på figur 9 så har ikke Øster-Ottem egen værstasjon, noe som gjør det vanskelig å få konkrete detaljer om været der den aktuelle dagen. For å kunne danne et bilde av værforholdene, snakket forfatter med Anne Nerland, som jobber for Sunndal kommune som prosjektleder for ROS. Hun kunne fortelle at det også hadde vært tordenvær der, og at nedbøren var svært lokal. Bygen var et ca. 2 km bredt belte som krysset dalføret, og den bar med seg store mengder vann som kom ned på et begrenset område (oppe ved Ottems-området). Hun visste imidlertid ikke om offisielle målinger som kunne gitt en bedre pekepinn på hvor mye vann som

kom ned på Øster-Ottem den dagen. Men hun hadde hørt at noen hadde satt fra seg en bønne ute, som ble fylt i løpet av bygen.

## 2.3 Vegetasjon

Vegetasjon defineres som et samfunn av alle plantearter eller plantebestander innen et bestemt område (Naturleksikon.no, 2009).

Området på Øster-Ottem, hvor skredene gikk, er vernet. Nedenfor er beskrivelsen av verneområdet:

*«Formålet med vernet er å ta vare på en av de største høystaude-gråorskogslokalitetene i Møre og Romsdal, samt en mindre bestand av varmekjær almeskog med det naturlige plante- og dyrelivet og med alle de naturlige økologiske prosessene. Gråorskogen utgjør en vesentlig del av reservatet. Størstedelen av almeskogen er rundt nedre deler av Hesthamran. Andre skogstrær er bjørk, hengebjørk, hassel, hegg og rogn. Området har vært undersøkt av flere botanikere opp gjennom åra. Her finner en høystauder som stornesle, skogsvinerot, tyrihjelms, storklokke, mjørdurt, storbregnene, skogburkne og strutseving. Om våren kan en se mye lerkespore, maigull, fjellfiol og kvitveis. En finn også trollbær, lundrapp, myske, kratthumbleblom, krattfiol, småborre, trollurt, piggstorr og skogfaks som her har si nordgrense på Nordvestlandet.» (Miljødirektoratet, 2003).*

Hvis et skred går i et vegetert område, vil det naturligvis påvirke vegetasjonen, siden et større skred har en enorm kraft, og et tre normalt ikke kan gi mye motstand i den sammenheng. I tillegg har man den mindre vegetasjonen som dekkes av skredmassene. Alle trær som kom i veien for skredene på Øster-Ottem var enten knekt eller skadd på en eller annen måte. Hastigheten på et skred avtar naturligvis når helningsgraden avtar, og de minste skredfraksjonene er de som transporteres lengst. På det aktuelle området har de fineste massene spredt seg utover og dekt bakken, også en dyrket mark ble begravd av hovedsakelig finfraksjoner (men også grovere fraksjoner enkelte steder).

## 2.4 Beskrivelse av skredene på Øster-Ottem



**Figur 10: Oversiktsbildet over Øster-Ottem er hentet fra Norge i 3D. Skredbane og utløpsområde har blitt stiplet inn ca. der de har gått. Sort pil indikerer en fjerde skredbane, der skredmassene ikke kom helt ned til veien, men vil bli videre introdusert under «andre potensielle skredområder».**

Siden det ikke foreligger flyfoto i etterkant av skredene, har forfatter tatt et utsnitt fra Norge i 3D som viser hele fjellsiden på Øster-Ottem, og stiplet inn ca. bane og utbredelse av skredene (se figur 10).

Skredene startet høyt oppe i fjellsiden og gikk helt ned til elva. Det er ingen leirforekomster i forbindelse med skredet, og da ei heller kvikkleire. Figur 5 på side 11 viser et bilde fra Øster-Ottem, der en tydelig kan se vifteformer, og bekkefar i forbindelse med dem. Figur 10 viser et oversiktsbilde over det aktuelle området på Øster-Ottem, der skredbane og utløpsområde er stiplet inn med ulike farger for de ulike skredene. Figur 11 viser de faktiske skredene fra bakkenivå.

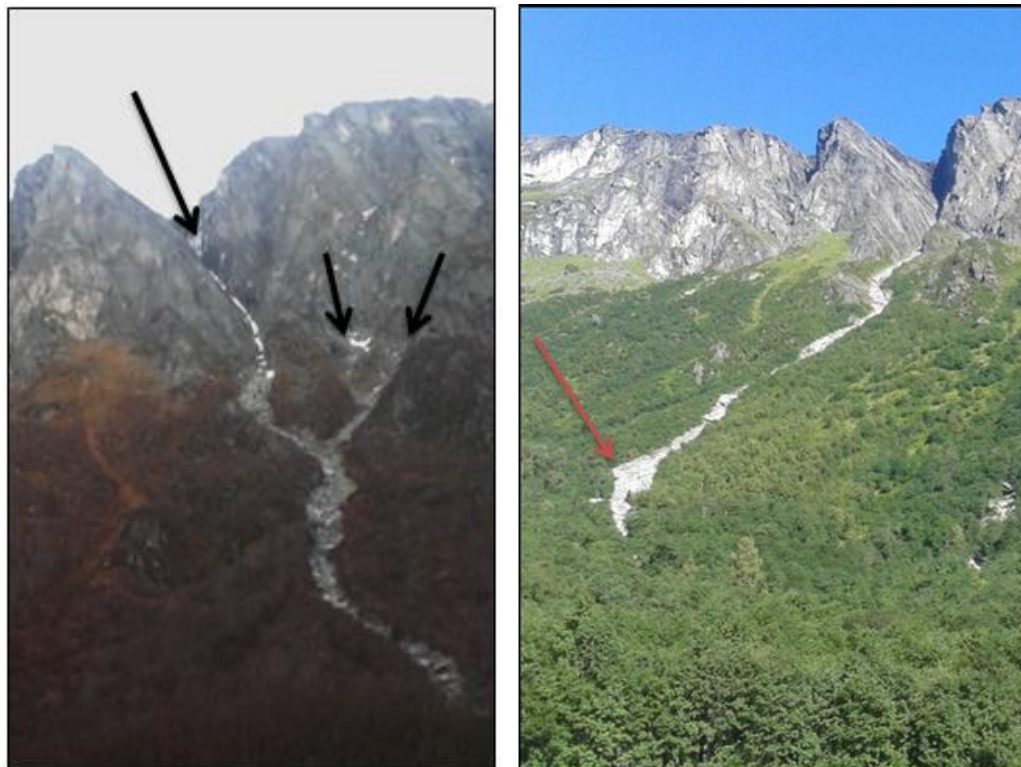
Selv om skredene gikk på samme tid, og i utgangspunktet er tilnærmet lik, er ingen skred helt identiske så derfor må hvert enkelt skred beskrives individuelt.



**Figur 11: Bilde av skredene på Øster-Ottem (Foto: Kristin Reitan).**

Skredet lengst mot vest (fra nå av kalt skred nr. 1) og skredet i midten (fra nå av kalt skred nr. 2) er tilsynelatende like, mens skredet lengst mot øst (fra nå av kalt skred nr. 3) skiller seg ut i forhold til skred 1 og 2.

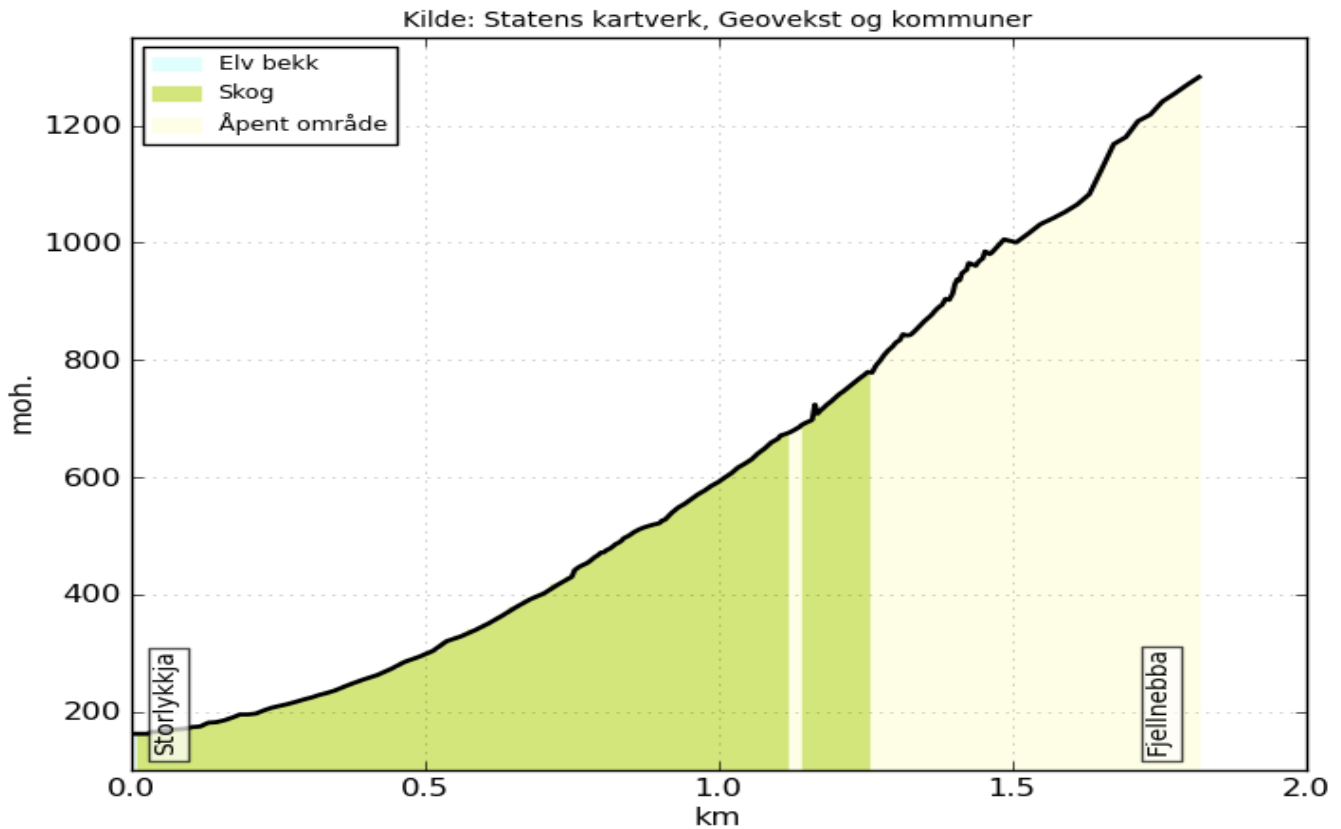
**Skred nr. 1** (se figur 12) starter som to separate skredbaner som forenes høyt oppe i skråningen. Figur 5 på side 11 viser bilde av området før de tre skredene gikk. En kan se at det allerede var etablert skredbane der, men banen gikk ikke helt ned til elven. Ved et punkt er ikke skredbanen like tydelig lengre, og går over i en ikke-kanalisert skråning med mye vegetasjon.



**Figur 12: Kildeområdene for skredmaterialet kan blant annet være fra toppen av fjellet, hvor en tydelig kan se at det er aktiv erosjon, da det er utroderte kløfter der oppe, og det ligger større mengder løsmateriale i disse kløftene. Bildet t.v. er ikke av beste kvalitet, men er tatt fra en vinkel der en kan se de to øvre skredbanene komme sammen til en skredbane. På bildet t.h. kan en se skredbanen svinge nedover skråningen. På et punkt (vist med rød pil) svinger skredbanen kraftig til høyre/mot øst. Svarte piler henviser til løsningsområdene for skred nr. 1. Bildene er tatt mot nord (Foto: Kristin Reitan).**

På bildene over (figur 12) kan en se at skredbanen blir bredere etter at de to øverste skredbanene er forent. Bredden varierer og svinger noe nedover skråningen. På et punkt (rød pil på figur 12) svinger skredbanen kraftig mot øst, og ca. 200 meter ovenfor elven møter skred nr. 1 skred nr. 2.





Figur 13: Terrengprofil for skred nr. 1 (Norgeskart.no, 2014).

Skredbanen til skred nr. 1 er ca. 1,37 km lang (Norgeskart.no, 2014). På terrengprofilen (figur 13) kan en se at skredbanen har en gradvis økning i helningsgrad fra bunn til topp, med enkelte parti i øvre del av skredbanen som avviker fra den gradvise helningsgradienten. Hvis en deler terrengprofilen inn i fem parti med gjennomsnittlige målinger, vil en i det første partiet ha en helningsgrad på ca. 8 grader, deretter ca. 16 grader, ca. 29 grader, 36 graders helning og det øverste partiet har ca. 44 graders helning. Men det er et område innen det øverste partiet som avviker en del fra 44 grader, dette området har en helningsgrad på ca. 65 grader. Det kan tenkes at området over 44 grader er en del av fjellsiden, da løsmasser normalt ikke er stabilt over 45 graders helning.



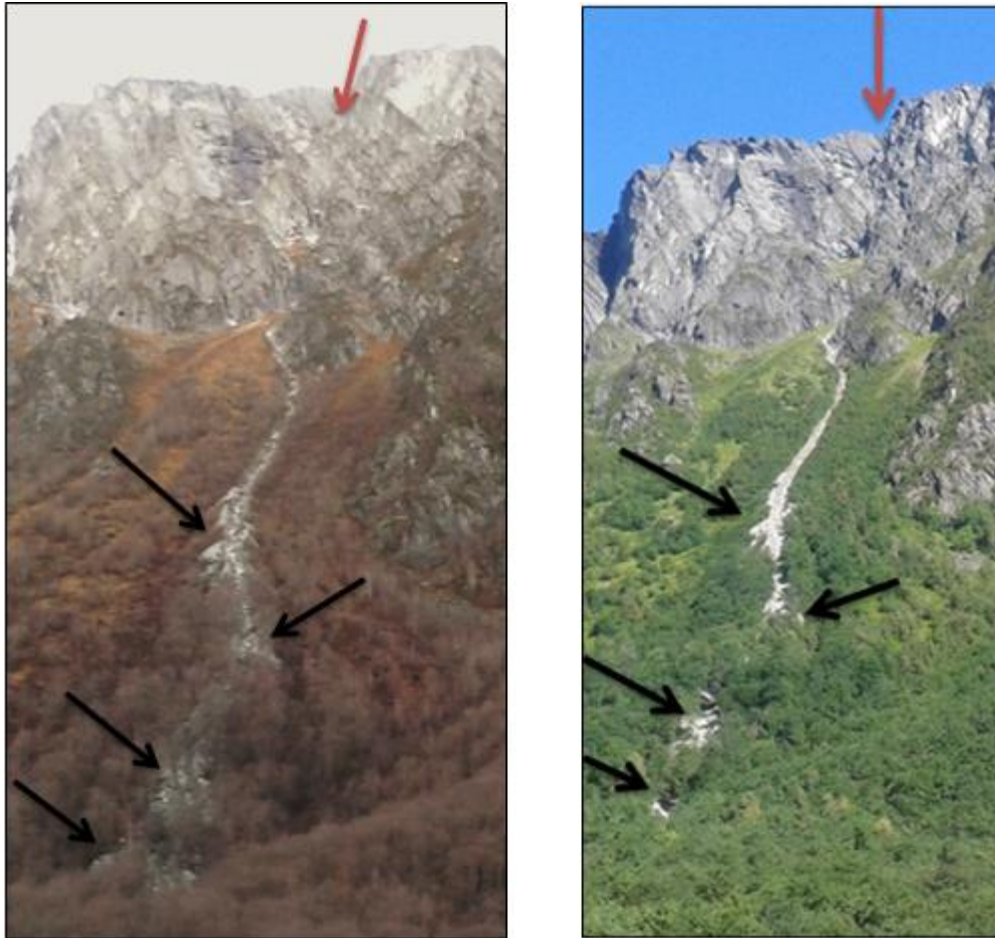
**Figur 14: Bilder fra skred nr. 1. Skredet er den røde stiplede linjen på figur 10. Bilde 1 og 2 viser selve skredbanen høyt oppe i skråningen. De viser også tydelig hvordan levéene ser ut. Bildet 3 er tatt nedover mot elven, og viser at skredbane 1 og 2 forenes til en skredbane ca. 150-200 meter ovenfor grusveien (Foto: Kristin Reitan).**



**Figur 15: Flere bilder fra skred nr. 1. Bilde 4 er tatt ovenfor grusveien. Bilde 5 er tatt nedenfor grusveien og bilde 6 er tatt nede ved elven. (Foto: Kristin Reitan).**

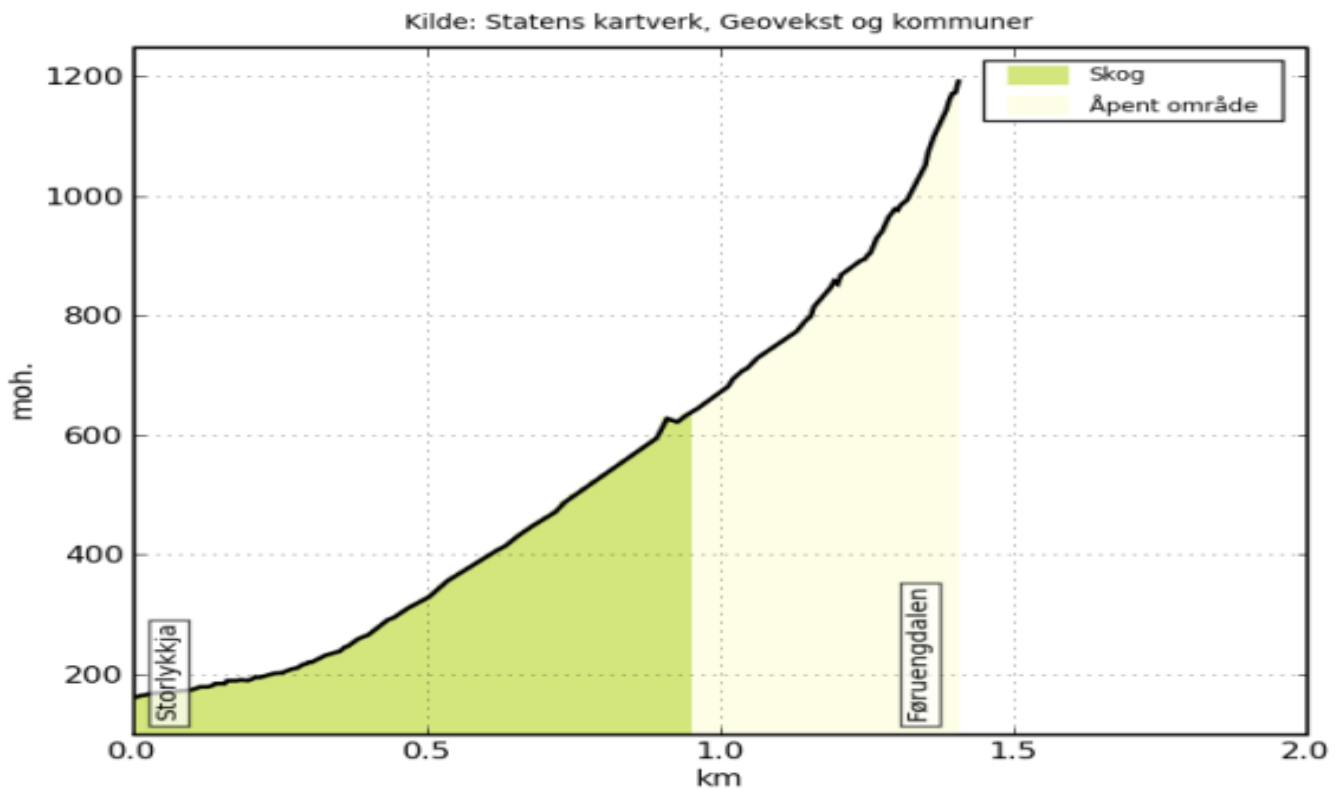
Det en kan se ut i fra bildene ovenfor (figur 14 og 15) er at skredmaterialet er en blanding av alle fragmenter mellom sand/silt og blokk. I levéene kan en se at matriksen av materiale er småfraksjoner som sand og grus, mens klastene består av steiner og blokker. Mens en kan se at vannet har tatt med seg mer av de fine løsmassene nederst i kanalen, som hovedsakelig består av steiner og blokker. I området der skredbane 1 og 2 møtes, er det hovedsakelig grove fraksjoner som stein og blokk. Videre nedover er det også hovedsakelig grove fraksjoner, men med mer fine fraksjoner enn der skredbane 1 og 2 møtes. Det som er bemerkelsesverdig er at skredene har stoppet opp i det lille skogområdet mellom grusveien og elven, og kun små mengder av de fineste fraksjonene har gått helt ned til elven.

**Skred nr. 2** (se figur 16) er en enkel skredbane. På figur 5 side 11 kan man se at det var en eksisterende skredbane i skråningen før skredene gikk, men den tydelige kanalen stopper noe høyere opp i skråningen. Ut i fra figur 16 kan en se at hovedkanalen etter hvert deles inn i flere små kanaler nedover viften. Skredet som her skal beskrives (figur 16) har ikke fordelt seg inn i flere små kanaler, men har derimot en enkelt kanal. Skredbanen er smal øverst, men utvider seg nedover i skråningen. Vegetasjonen gjør det vanskelig å avgjøre hvor mye skredet har spredd seg lateralt, men en ser at det et par steder blir større ansamlinger av masser (merket med piler i figur 16). De fire stedene hvor en kan se større ansamling av skredmasser i skredbanen, kan man også se at banen endrer retning. På bildet t.v. i figur 16 kan en se at skredbanen utvides noe mer lateralt. Mellom 50 og 100 meter lengre ned (i forhold til den nederste pilen på bildene) møter skredbane nr. 2 skredbane nr. 1, og forenes helt ned til elven. På figur 5 på side 11, ser en at det var en eksisterende skredbane der før dette skredet gikk. Også her går den tydelige skredbanen går over i en skråning med tett vegetasjon. Skredmaterialet har dannet levéer som har en matriks av fine fraksjoner og klaster av både stein og blokk. Mellom levéene ligger det grovt materiale, hovedsakelig grov grus, stein og blokk. Der skredbane 1 og 2 forenes er materialet hovedsakelig grove fraksjoner som stein og blokk og det meste av finfraksjonene er vasket bort. Materialet både ovenfor og nedenfor grusveien består hovedsakelig av grove fraksjoner, men har også en del finere fraksjoner, mer enn oppe der skredbane 1 og 2 møtes. De groveste skredmassene gikk ikke helt ned til elven, men det gjorde noe av det aller fineste materialet.



**Figur 16: Bilder av skred nr. 2. Skredbanen er smal og tilnærmet rett, i forhold til skred 1 og 3. Bildet t.v. er tatt på høsten, når det ikke er så tett vegetasjon som dekker for utsikten. Bildet t.h. viser skredbanen der det ser ut som massene har holdt seg innenfor kanalen, mens bildet t.v. viser at skredet i virkeligheten har gått utenfor selve kanalen også. Dette kunne ikke ses i juli/august, når det var tett løvskog. Men da høsten kom kunne en bedre se hvordan skredet hadde utfoldet seg lateralt. Sorte piler indikerer områder med ansamling av løsmasser i skredbanen og rød pil indikerer hvor kløften ovenfor skredbanen er. Bildene er tatt mot nord (Foto: Kristin Reitan).**

Kildeområdet indikeres med rød pil på figur 16. På grunn av vinkelen på bildene, vises ikke kløften så godt, figur 5 (side 11) viser den tydeligere. Siden forholdene antas å være de samme for alle de tre skredene, henvises det til beskrivelsen for skred nr. 1. Erodert materiale ansamles i kløften, som da utgjør potensielt skredmateriale.



Figur 17: Terrengprofil for skred nr. 2 (Norgeskart.no, 2014).

Skredbanen til skred nr. 2 er ca. 1,35 km lang (Norgeskart.no, 2014). Terrengprofilen for skred nr. 2 (figur 17) har en noe brattere kurve. Hvis en deler kurven inn i fire vil det nedre partiet ha en helningsgrad på ca. 10 grader, det andre partiet har en stigning fra 32 til 36 graders helning, det tredje partiet har en stigning fra 36 til 47 graders helning, og det øverste partiet har en helningsgrad på ca. 61 grader.



**Figur 18:** Bilder fra skred nr. 2 (den oransje stiplede linjen på figur 22). Bilde 1 og 2 er fra øvre del av skredbanen (ikke helt øverst da dette ikke var forsvarlig), begge bildene viser de tydelige levéene. Bilde 3 viser materialet i levéene: stein og blokk er klaster i en matriks av sand og grus (Foto: Kristin Reitan).



**Figur 19: Bilde 4 viser området hvor skred nr. 1 og 2 forenes, og her kan en se at det er finere masser i materialet igjen. Bilde 5 er tatt lengre ned i skredbanen, der gradienten har avtatt noe, og en kan se at materialet som ligger i skredbanen er grovere (Foto: Kristin Reitan).**



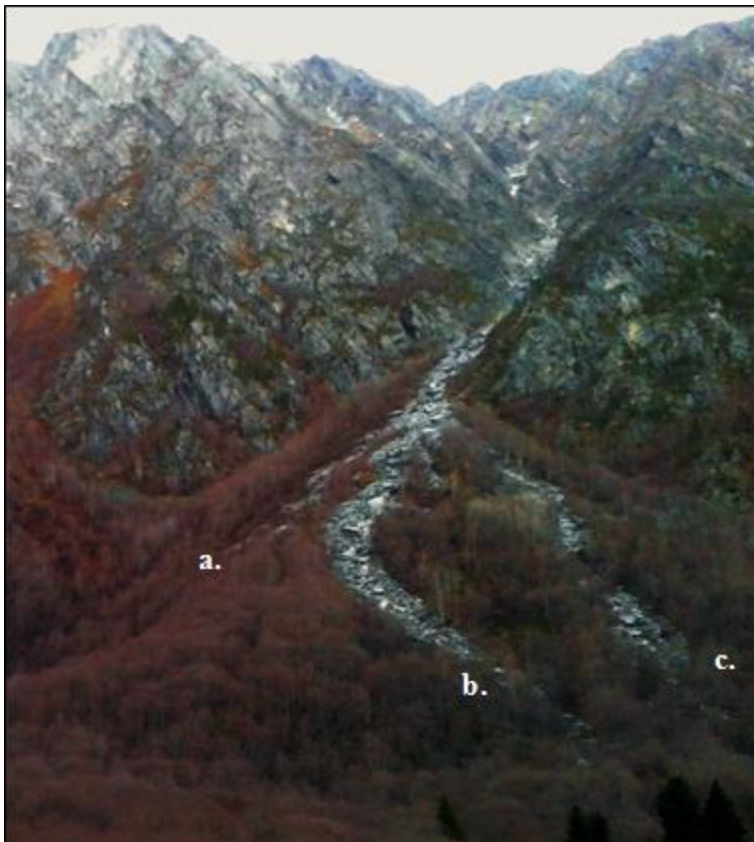
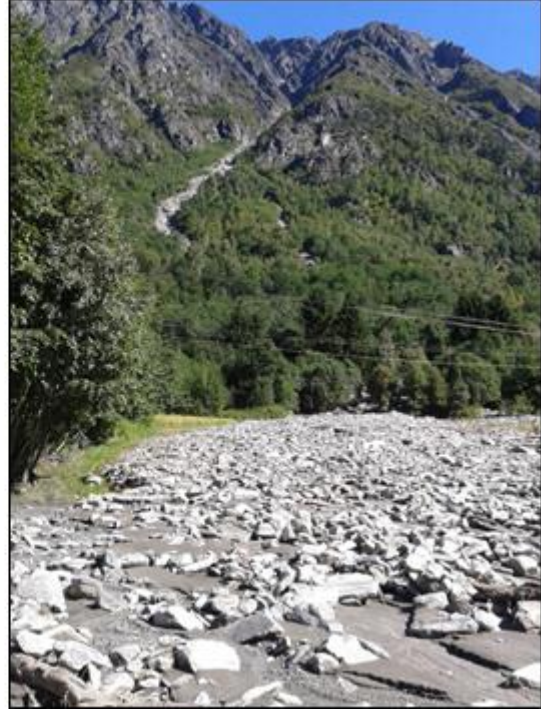


**Figur 20:** Bilde 6 er tatt ved grusveien, og viser store blokker som har blitt transportert nesten helt ned til elven. Bilde 7 viser skredmaterialene som ble avsatt mellom grusveien og elven, men de grove massene gikk ikke helt ned til elven, det kan en se på bilde 8. På bilde 8 ser det ut som en vanlig elvebredde, men det er blitt tilført mer finstoff til elvebredden pga. skred nr. 1 og 2 (Foto: Kristin Reitan).

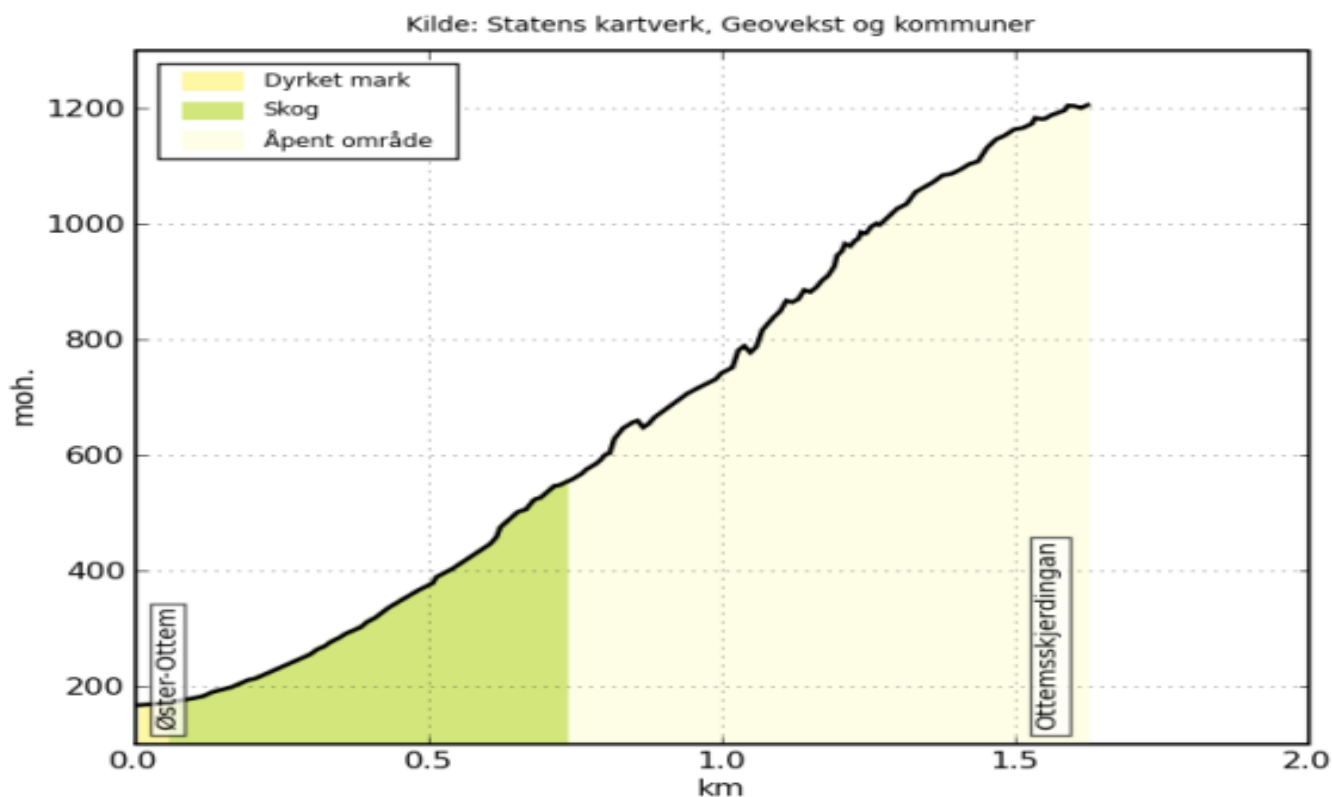
Bildene i figur 18, 19 og 20 viser en gjennomgang av skredet fra øvre del og ned til elvebredden. Øverst har skredbanen høye levéer på hver side, som hovedsakelig har en matriks av sand og grus og klaster av stein og blokker. Mellom levéene har en noe grovere materiale, i form av stein og blokk. I området hvor skred 1 og 2 går sammen er matriks endret til stein og blokk, med mindre innslag av finere sedimenter innimellom. Etter hvert som gradienten avtar, endrer fraksjonene i materialet seg. Nede ved grusveien øker mengden finfraksjoner i massene igjen, men det er fortsatt en del stein og blokk i massene. I skogen mellom elven og grusveien stopper transporten av store fraksjoner, og kun de minste fraksjonene (som sand og fin grus) kom helt ned til elvebredden.

**Skred nr. 3** (vist i figur 21) er det skredet som skiller seg mest fra de to andre. Det er det skredet som har gjort mest synlig skade, i og med at det spredde seg ut over en kornåker i tillegg til den private bilveien. På figur 5 side 11 kan man se at det allerede eksisterte en skredbane der før skredene gikk sommeren 2013. Skredet startet som én skredbane, som etter hvert forgrener seg inn i tre tydelige retninger (se inndelingen på figur 21). Forgrening a. øverst til venstre er ikke så lang, den går rett frem i forhold til orienteringen av kløften og første del av skredbanen, men stopper opp etter ca. 50 meter. Forgrening b. starter omtrent i samme retning som orienteringen av kløften og første del av skredbanen, men gjør en markert sving mot øst. Forgrening c. avviker fra kløften og første del av skredbanen omtrent i samme punkt som de to andre forgreningene, men avviker i en rett bane (i motsetning til forgrening 2). Forgrening b. og c. går helt ned til kornåkeren, det er disse to skredbanene som har transportert skredmaterialet, ikke forgrening a. Selve kanaliseringen av skredbanen avtar ca. 200-250 meter ovenfor elven, derfra spres skredmassene utover i en vifteform. Forgrening b. og c. inneholder mye skredmateriale, i motsetning til forgrening a.

Kildeområdet er de bratte fjellssidene langs den uteroderte kløften, hvor erosjon av fjellssidene medfører nedfall av materiale, som samles opp i kløften.



**Figur 21: Bilder av skredbanen til skred nr. 3. Bildet øverst til venstre viser hvordan skredbanen så ut rett etter skredet gikk. Bildet øverst til høyre viser kløften hvor massene har kommet ned fra, tydeligere enn på de to andre bildene. Det nederste bildet er fra høsten, når bladene på trærne ikke sperrer utsikten. Da kan en tydeligere se hvordan skredbanene forgrenet seg. De tre tydeligste forgreningene til skredet er merket med a, b og c (Foto: Kristin Reitan).**



**Figur 22: Terrengprofil for skred nr. 3 (Norgeskart, 2014). Terrengprofilen er noe ruglete, dette kan muligens være fordi profilinjen ikke stemmer hundre prosent overens med selve kanalen.**

Skred nr. 3 har tre forgreninger, der kun to forgreninger (b og c) går helt ned til veien, lengden på hver av disse to forgreningene er ca. 1 km (Norgeskart.no, 2014). Terrengprofil for skred nr. 3 (figur 22) har en jevn stigning, men med en noe mer ujevn overflate, men dette løses ved å ta en gjennomsnittlig måling. For å få et mest mulig korrekt bilde av helningsgraden, har skredbanen blitt delt inn i fem partier: Nederst er det en helningsgrad på ca. 7 grader, deretter ca. 23 grader, 35 grader, 45 grader (som er den største helningsgradienten for skredbanen), og til slutt 33 grader. Helningsgradienten avtar i øverste del av terrengprofilen.



**Figur 23: Bilder fra skred nr. 3 (den blå stiplede linjen på figur 22). Bilde 1 viser en av forgreningene som kommer ned fra kløften og utløpsområdet på kornåkeren. Bilde 2 og 3 er bilder fra de to forgreningene som kommer helt ned til kornåkeren. Det er ingen tydelige levéer i disse to skredbanene, men bilde 2 viser antydninger til levéer lengst bak i skogen (Foto: Kristin Reitan).**



**Figur 24:** Bilde 4 og 5 viser skredmassene som bredd seg utover kornåkeren. Det som er spesielt med bilde 5, er at en kan se en bane helt uten skredmasser, det ser nesten ut som at noen har brøytet der, men dette er nok et parti hvor en større vannmengde har banet seg vei. Bilde 6 viser de fine massene som ble avsatt ved og på veien (Foto: Kristin Reitan).

Bildene i figur 23 og 24 viser hvordan det så ut fra øvre til nedre del av skredet. Det vil si; øvre del av skredet kunne ikke undersøkes, da det ikke var forsvarlig å gå så høyt opp. Til og med fra langdistanse fotografi kan en se at det er dannet levéer i alle fall i forgrening b. og c. I tillegg kan en se på bilde 2 i figur 23, at det er antydninger til levéer. Det er matriks av finfraksjonert materiale, med enkelte steiner og blokker som klaster. Forgorening b. går over til å ligne bekkefar, men i grensen til kornåkeren sprer materialet seg ut i en vifte. I forgorening c. går skredet over fra

å være kanalisert til å spres utover som en vifte ved et tidligere tidspunkt, men også denne forgreningen avsetter store mengder skredmateriale på kornåkeren. Kun de aller fineste fraksjonene nådde veien for dette skredet.

De to jentene, som ble nevnt i innledningen, kjørte seg fast i finstoffet som fløt over veien og ned mot elven. Da de så seg bak var det kommet store steinmasser lengre bak, hvor de nettopp hadde kjørt forbi (Nrk.no, 2013).

## 2.5 Andre potensielle skredområder

Siden skredene på Øster-Ottem har gått, vil det mest sannsynlig ta en del tid før et tilsvarende skred går på samme sted. Dette fordi det tar tid for å få akkumulert masser i løsneområdet igjen. Det kan imidlertid fortsatt forekomme skred, så sant utløsende faktorer foreligger.

Muligheten for at tilsvarende skred skal kunne gå andre steder i dalen er til stede, siden dalen består av bratte fjellsider, hvor det ligger store mengder løsmaterialer i dalsidene. De opprinnelige løsmassene er avsatt som morene eller skredmateriale, eller muligens begge deler. Det var tre lokaliteter som vekket interesse, når det gjelder andre potensielle skredområder (se figur 25):

- 1) Molykkja
- 2) Romfo-Snøva
- 3) Øster-Ottem



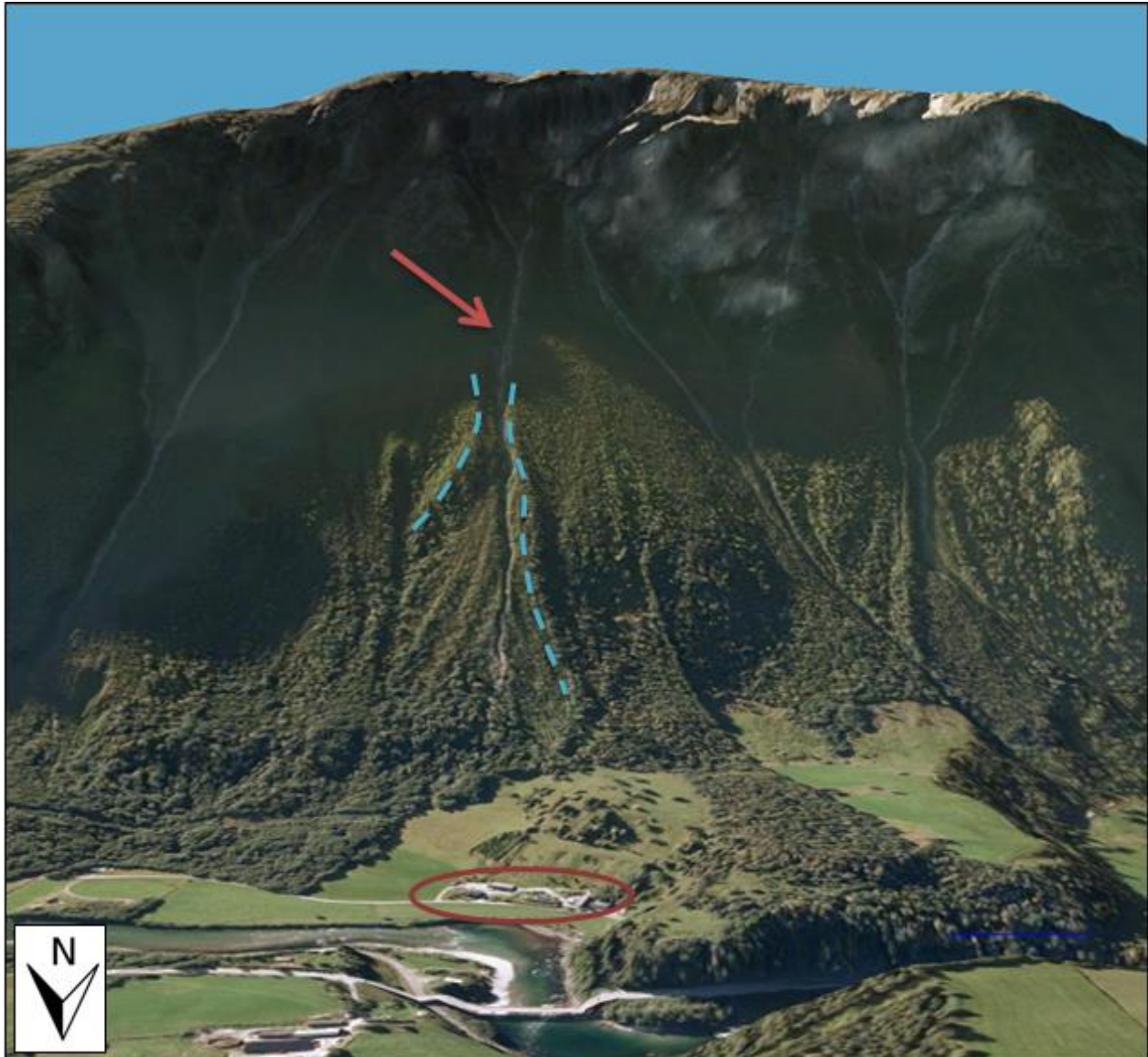
Figur 25: Kartet viser hvordan de tre lokalitetene ligger i forhold til hverandre i Sunndalen. Utsnitt fra Google-maps (maps.google.no, 2014b).



## Molykkja



**Figur 26: Bilde tatt mot sør fra hovedveien over mot Molykkja. Tydelig skredbane (markert med røde pil). Kan et ev. skred komme i konflikt med bosetningen? (Foto Kristin Reitan)**

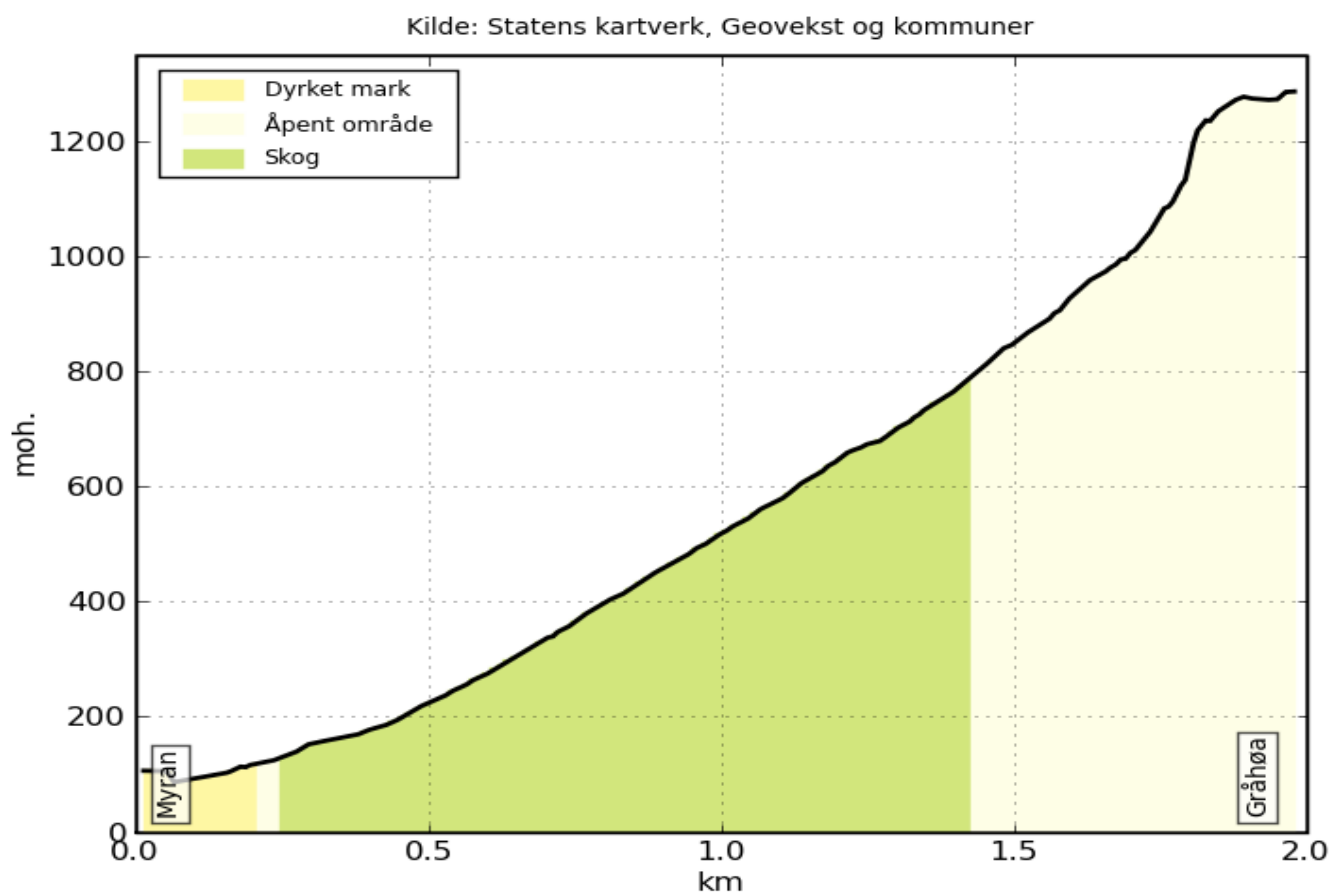


**Figur 27:** Bildet er hentet fra Norgei3D, og viser et tydeligere bilde av skredbanene på Molykkja. Den skredbanen som det settes fokus på i denne oppgaven er den som er merket med rød pil. Bebyggelsen er ringet inn med rød ring Potensielle levéer er stiplet inn med lys blått. Sett mot sør.

Figur 26 og 27 introduserer en ny lokalitet, den befinner seg så og si midt i Sunndalen (se figur 25). Ut i fra figur 27 kan en se at det er flere skredbaner innen det ene bildet, men det er den skredbanen som er merket med rød pil det går nærmere inn på i denne oppgaven. Dette fordi denne skredbanen ligger rett bak bebyggelse (sirklet inn med rød sirkel på figur 27). En ser flere etablerte skredbaner i området og de fleste med tilhørende vifteformasjoner. Den aktuelle

skredbanen har en tilnærmet rett bane, med noe som kan minne om levéer (merket med tynn blå stiplet linje på figur 27), som avgrenser den noe.

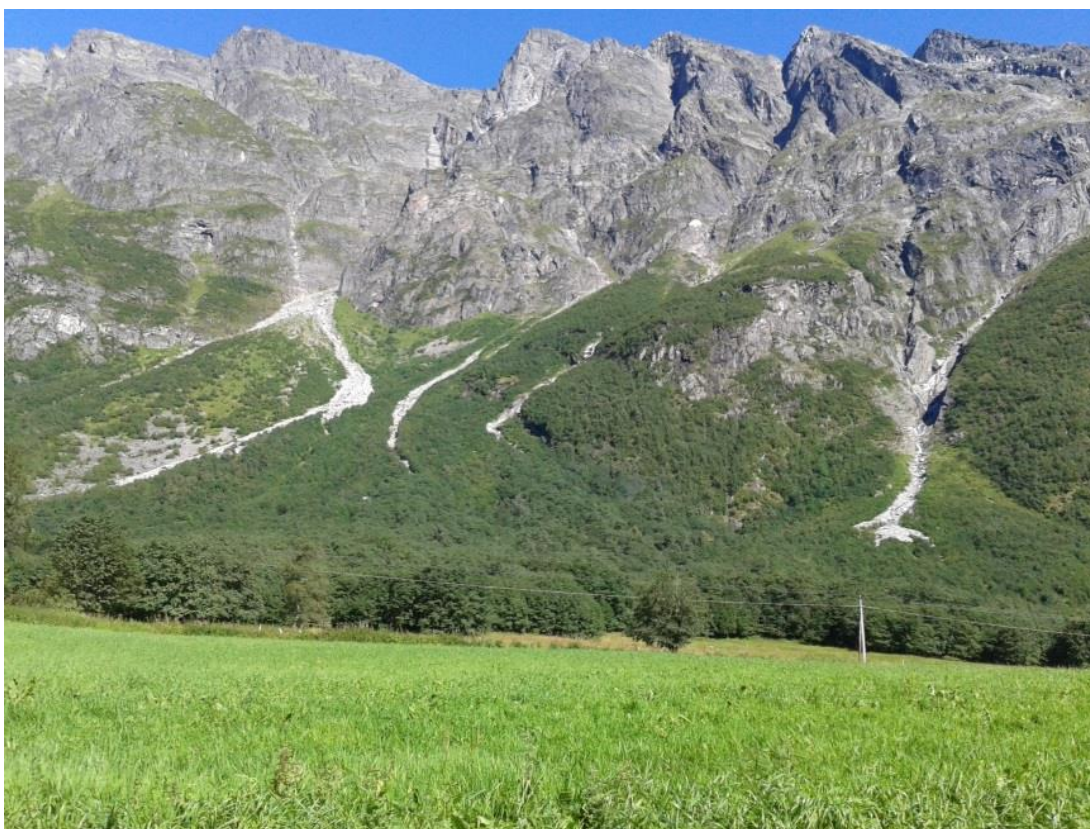
En kan se ut i fra bildene at løsmassene ligger høyt oppover fjellsiden. Det er ikke mange meter fra øverste del av løsmassene til toppen av fjellet. Teorien for hvilke typer løsmasser som er her, er den samme som for Øster-Ottem; det kan være morenemateriale avsatt etter siste istid under en ikke kjent mengde skredmasser. Om det er mest skredmasser eller morene vites ikke, men på løsmassekart (NGU, 2014) kan en se at ryggen som svinger seg i bakkant av bebyggelsen på Molykkja er definert som endemorene, så på den måten kan en anta at det er morenemateriale til stede i uren også. På det samme løsmassekartet er området merket med skredmateriale, og skredmaterialet vil være erosjonsmateriale fra fjellet Gråhøa som ligger ovenfor området.



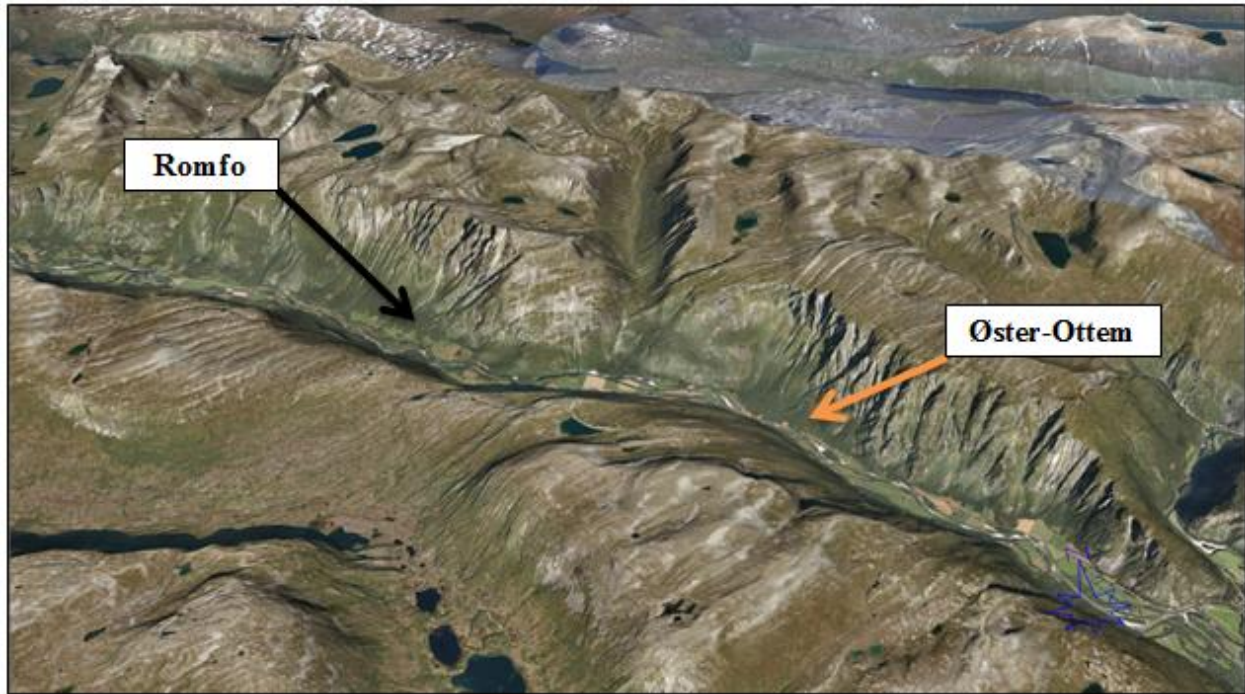
Figur 28: Terrengprofil for potensiell skredbane på Molykkja (Norgeskart.no, 2014).

Terrengprofil for et potensielt skred ved Molykkja (figur 28). Det har ikke gått tilsvarende løsmasseskred ved Molykkja (enda), så terrengprofilen ble tegnet for å gi et inntrykk av hvor bratt det er i området. Den skredbanen som er tegnet inn for denne terrengprofilen, starter med ca. 12 graders helning, og øker ved et punkt fra ca. 18 til 30 graders helning, deretter øker det fra ca. 30 til 36 grader, opp mot toppen er helningsgraden 60 grader, før det så flater ut igjen.

## Romfo



**Figur 29:** Bilde tatt mot nord fra veien på Romfo. Her ser en mange likhetstrekk med skredene på Øster-Ottem (Foto: Terje H. Bargel).



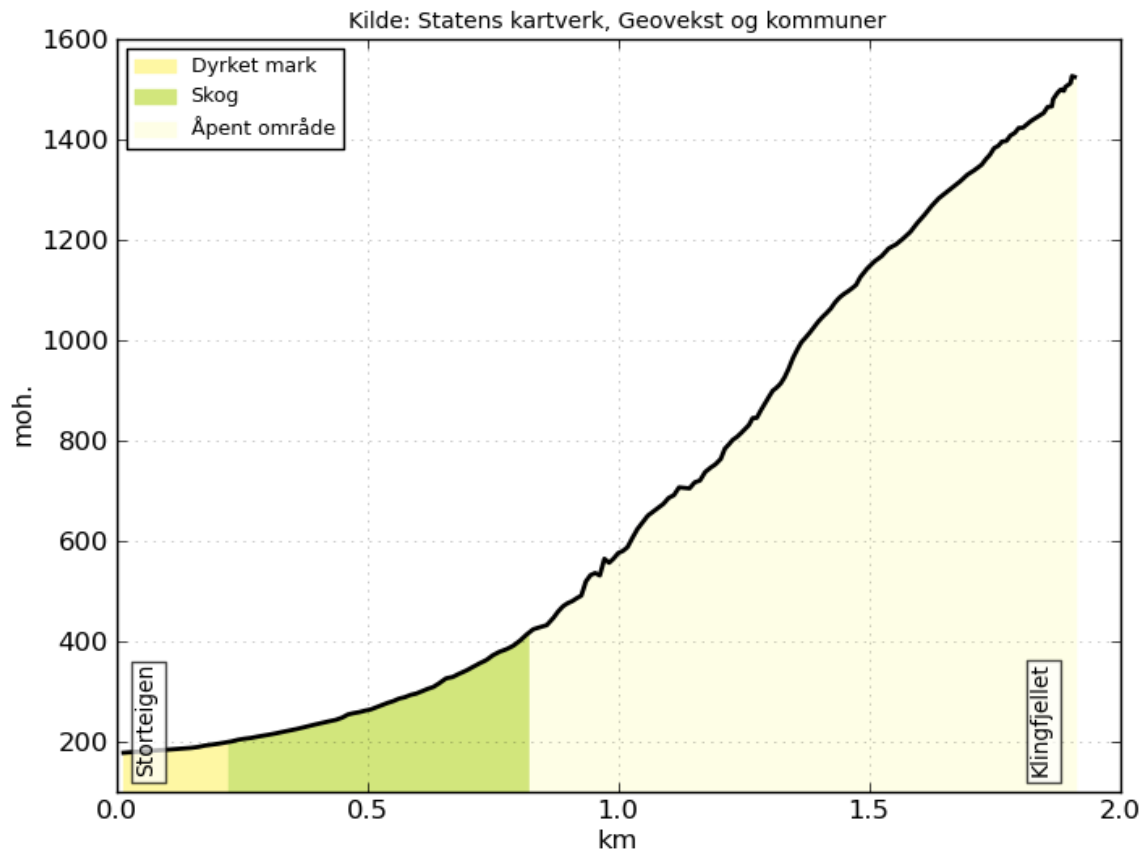
**Figur 30:** Den oransje pilen indikerer hvor Øster-Ottem er, og den sorte pilen viser ca. hvor Romfo er. Grunnen til at dette bildet presenteres, er for å vise likheten i fjellformasjonene (Norgei3D.no, 2014). Blå pil nede i høyre hjørne viser at bildet har en nordvestlig orientering.

Grunnen til at Romfo nevnes som aktuelt område for potensielt skred, er fordi området er påfallende likt området på Øster-Ottem. Som en kan se ut i fra figur 30 er topografien og strukturen i fjellssidene veldig like, og når en ser nærmere på figur 29 er det også store likhetstrekk på skredbanene og skredmaterialet. Området har mange skredbaner (6 stk. hvis en ser på Norgeskart.no), med mye løsmateriale, og de største skredbanene har tilhørende skredvifter. Utløpsområdet på Romfo (foruten skredviftene) er et større område med dyrket mark, og den største eksponeringsfaren for et eventuelt skred vil nok være for bonden, eller andre som oppholder seg på åkeren. Slik sett vil området på Øster-Ottem ha større eksponeringsfare, i og med at det går en vei gjennom utløpsområdet. Men dette kommer an på hvor lenge hver enkelt oppholder seg på de aktuelle stedene og hvor ofte.

Løsmassene ligger opp etter fjellside, opp til ca. 700 meters høyde (Norgeskart.no, 2014). Derifra og opp er det hovedsakelig bart fjell med store uteroderte kløfter. På kart er det inntegnet

bekker som går ned fra disse kløftene, langs skredbanene og ned på skredviftene (Norgeskart.no, 2014).

Løsmaterialet i området vil være erosjons- og skredmasser. Forfatteren anser alle skredbanene på Romfo som like aktuelle for fremtidige skred, så sant utløsende faktorer er til stede.



**Figur 31: Terrengprofil fra Romfo (Norgeskart.no, 2014). Siden det ikke går inn på en spesifikk skredbane er det tatt med en tilfeldig terrengprofil fra området, for å gi en viss indikasjon av helningsgraden i området.**

Figur 31 viser en tilfeldig terrengprofil fra Romfo. Allerede ved første øyekast kan en se at det er bratt terreng. De første 300 høydemetrene øker fra 7 til 27 graders helning, ved ca. 400 meters høyde øker helningen til 45 grader. Ved ca. 900 meters høyde er helningen ca. 52 grader. Og ved ca. 1200 meters høyde avtar gradienten noe og ligger på ca. 50 graders helning oppover resten av fjellsiden.

## Øster-Ottem:

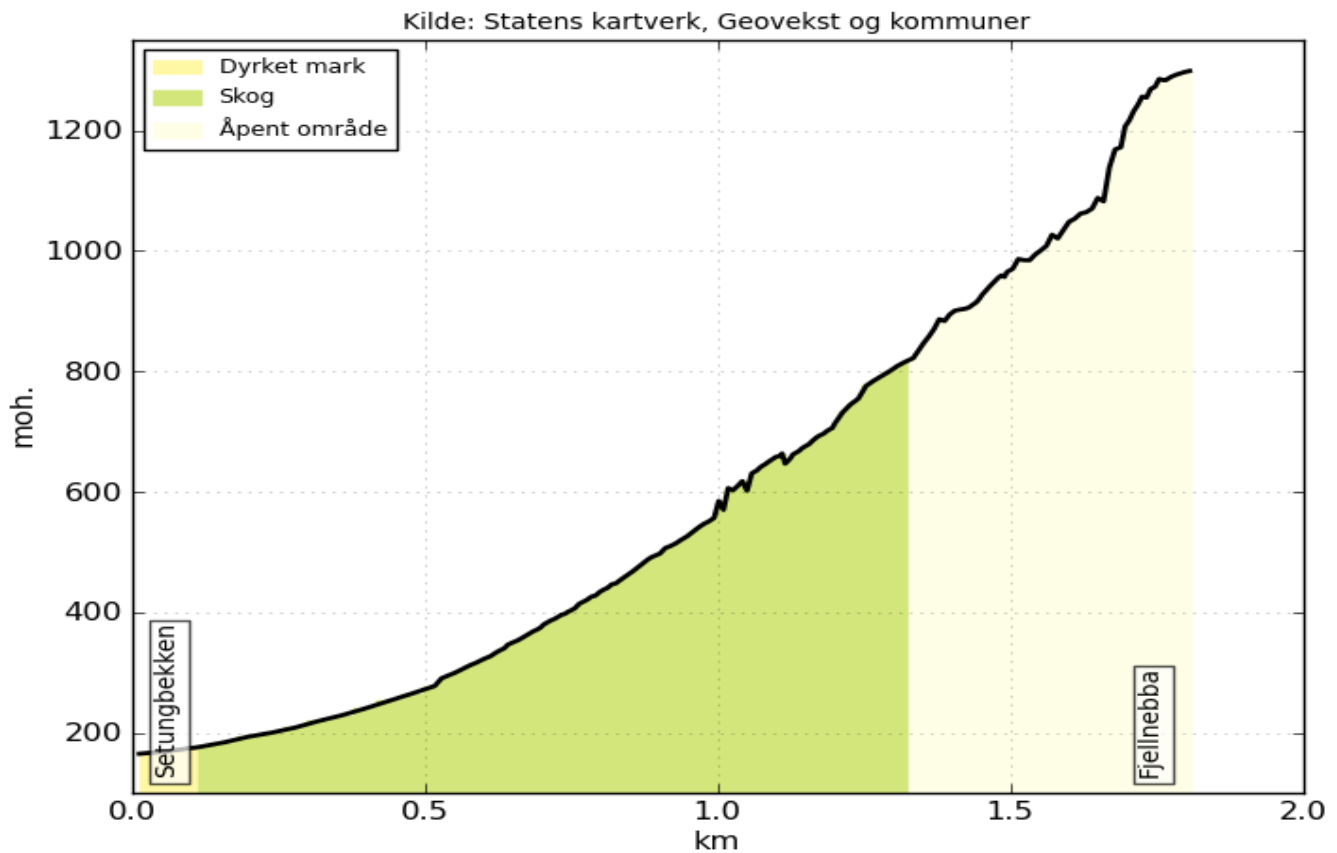
Den tredje lokaliteten er fra samme område som de tre hovedskredene i oppgaven; Øster-Ottem. Figur 10 side 30 viser hvor skredbanen er i forhold til de tre hovedskredene.



**Figur 32: Bilde fra Øster-Ottem (tatt mot nord). Sort pil indikerer den aktuelle skredbanen (Foto: Kristin Reitan)**

På figur 10 (side 20) og figur 32 er skredbanen merket med sorte piler. På figur 10 kan en tydelig se at det, også før skredhendelsene sommeren 2013, var en skredbane der. Men om det raste i denne skredbanen den 26.07.2013 vites ikke. Hvis det gjorde det så kom i alle fall ikke skredmassene helt ned til veien. Grunnen til at denne skredbanen er tatt med som potensielt skredområde, er fordi en kan se til naboskredene og se hva den potensielt kan utvikle seg til. Selv om det er en privat vei med lite trafikk, så er det potensiale for at de som ferdes der kan komme til skade. Det ble nesten bevist sommeren 2013.

På Norge i 3D kan en se at det er en skredvifte i forbindelse med denne skredbanen, så det har vært aktiv masseforflytting i området før. I dag stopper den tydelige skredbanen ca. 325 moh.



**Figur 33: Terrengprofil fra elven og opp fjellsiden på Øster-Ottem, via skredbanen som begynner ved ca. 325 moh. (Norgeskart.no, 2014).**

Som en også kan se fra terrengprofilene til hovedskredene (figur 13, 17 og 22), så er det bratt i området. Terrengprofilen for denne skredbanen (figur 33) viser at helningsgraden opp til ca. 200 moh. er ca. 7 grader, fra 200 moh. til 300 moh. er den ca. 15 grader, fra 300 moh. til 500 moh. er helningen ca. 28 grader, fra 500 moh. til ca. 1100 moh. er helningsgraden ca. 38 grader, derifra og opp er helningen ca. 71 grader.



## Kapittel 3 – Teori

Under dette kapittelet går det nærmere inn på klimaet; hvordan har det vært, hvordan det er i dag og hvordan det forventes å være i fremtiden, i Norge generelt og i Sunndalen. Deretter blir skredteorien beskrevet, hvor det går nærmere inn på de ulike skredtypene. Et viktig punkt her er sammenhengen mellom klimaendringer og økt skredfare.

### 3.1 Klimaendringer

Klima er en beskrivelse av systematiske værobservasjoner for et gitt sted eller område, for en tidsperiode på 30 år. Det er disse observasjonene som legger grunnlaget for at en kan tallfeste klima og klimavariasjoner (NOU, 2010). Det er først når været endrer mønster at vi kan snakke om klimaendringer, for eksempel når det regner hver vinter i flere år der det vanligvis faller snø (DSB, 2011a). Stortingsmelding 33, med utgangspunkt i FN's klimarapport, innleder med at klimaendringene er et faktum basert på observerte endringer på alle kontinenter. Videre presiseres det at klimaendringene som har skjedd de siste 150 årene, ikke kan forklares uten at en tar hensyn til menneskelige utslipp av klimagasser (Meld. St. 33, 2012-2013). Om endringene faktisk skjer på grunn av menneskelige eller av naturlige årsaker, går det ikke nærmere inn på her.

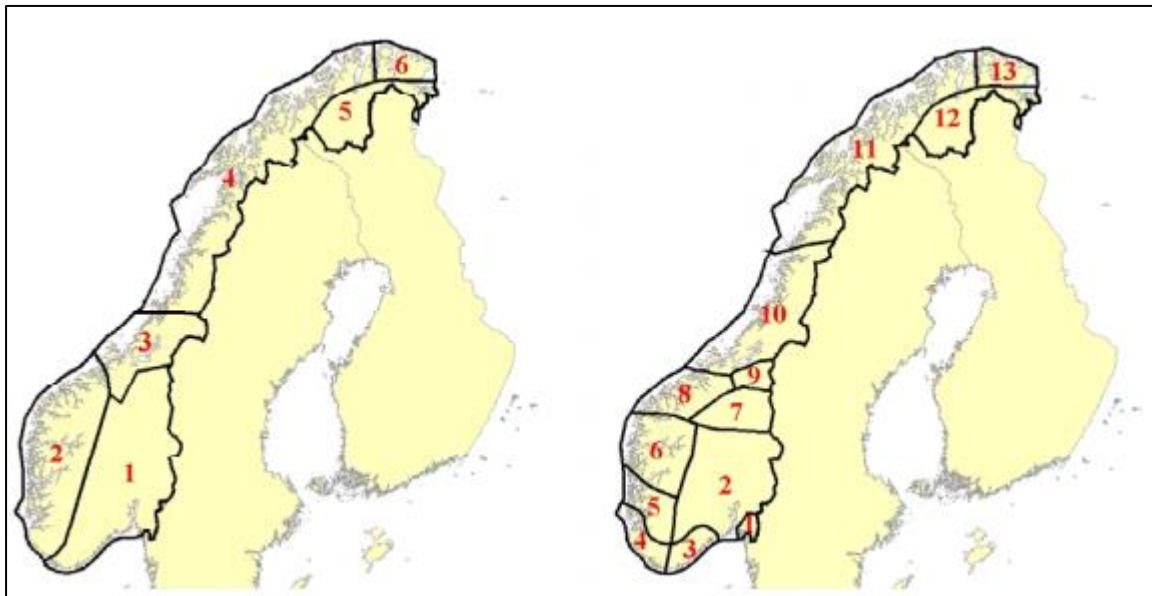
«Jordens klima har endrete seg merkbart i løpet av de siste drøyt hundre år. Målinger viser at den globale gjennomsnittstemperaturen har økt med omtrent 0,8 grader siden den industrielle revolusjonen» (DSB, 2011a). Klimaendringene vil kunne få store konsekvenser; økning i havnivå, mer intense stormer og endringer i nedbørsmønstre forventes å ha store samfunnsmessige og økonomiske konsekvenser (DSB, 2011a).

#### 3.1.1 Klimaendringer i Norge

Norge er et land som varierer mye topografisk med både fjorder, innland og høyfjellsområder, og landet som strekker seg mer enn 13 breddegrader fra Lindesnes i sør til Nordkapp i nord (met.no, 2014c). Med dette som grunnlag vil klimaet naturligvis variere både regionalt, lokalt og gjennom året. Sammenlignet med andre områder på samme breddegrad, er klimaet i Norge svært mildt, dette hovedsakelig fordi vestavindsbeltet og Golfstrømmen fører med seg henholdsvis varm vind og varmt havvann (NOU, 2010).

Globale klimamodeller er verktøy som brukes i arbeidet med å tallfeste fremtidige klimautviklinger. De baseres på etablerte naturlover, uttrykt som matematiske ligninger, og beregner f. eks. luft- og havtemperatur, havstrøm og vind, skydekke, nedbør og havis på jorden. Resultatene fra disse modellene brukes til å lage globale klimafremskrivninger. Klimafremskrivninger er konkrete tall som anslår endringer i f. eks. nedbør eller temperatur i nær og/eller fjern fremtid. De globale klimaframskrivene brukes deretter til å lage mer detaljerte regionale klimafremskrivninger (NOU, 2010)

I Norge finnes det pålitelige instrumentelle meteorologiske målinger fra ca. 150 år tilbake i tid. I tillegg er det også observasjoner med tilstrekkelig geografisk spredning fra slutten av 1800-tallet. Disse gir gode beskrivelser av temperatur- og nedbørsvariasjoner fra ulike landsdeler. I dag er Norge delt inn i 13 nedbørsregioner og 6 temperaturregioner (figur 34) (NOU, 2010). Disse regionene har værstasjoner som registrerer de ulike værforholdene, som brukes i beregninger, som igjen gir prognoser (NOU, 2010).

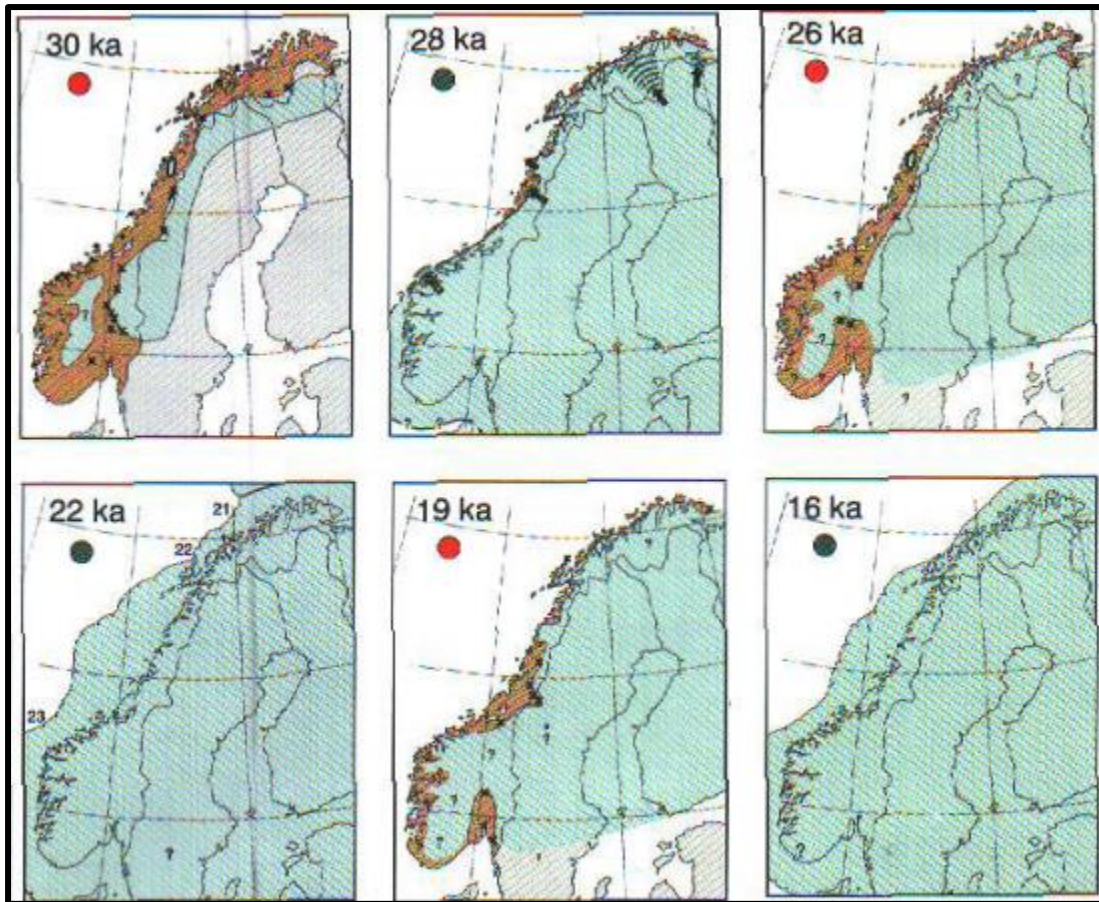


**Figur 34: Norgeskartet t.v. viser inndelingen av temperaturregionene og norgeskartet t.h. viser inndelingen av nedbørsregionene (Skaugen, 2002).**

### **Klimaendringer frem til i dag:**

Klimautviklingen de siste 2,6 millioner år viser to hovedtrekk: Det første er at klimaet på jorda har blitt gradvis kaldere, og det andre er at det har vært en rekke sykliske klimasvingninger i løpet av denne tidsperioden. Fra 2,6 millioner år fram til 900 000 år, var det nærmere femti klimasvingninger. Det har vært nærmere femti små istider på den nordlige halvkule, avhengig av hvor fint en deler inn isotopkurvene. Disse klimasvingningene hadde en varighet på 41 000 år eller 23 000 år, og forekom som en konsekvens av variasjoner i jordaksens helning og presesjon. For ca. 900 000 år siden skjedde det en drastisk endring da klimautslagene ble mye større. Dvs. at istidene fikk mye større utbredelse og frekvensen mellom hver istid ble ca. 100 000 år, dette skyldtes variasjoner i jordens baneform. I tillegg til de store istidene hadde en fortsatt de kortere 41 000 og 23 000 års svingningen. Siste istids maksimum, dvs. da siste istid hadde størst utbredelse, var for mellom 25 000 og 18 000 år siden. Fra og med ca. 18 000 år siden begynte isavsmeltingen, men med enkelte perioder der breene vokste, før de så smeltet igjen. For ca. 12 800 år siden kom en kaldere periode, kalt Yngre Dryas, der breene vokste kraftig. Denne perioden varte til ca. 11 700. For omkring 11 700 år siden ble det så varmt at innlandsisen kalvet og smeltet tilbake på ca. 1000 år (Vorren & Mangerud i: Ramberg, 2013).

Det bør nevnes at teorien ovenfor settes spørsmål ved, da nyere forskning indikerer at det har vært flere stadialer og interstadialer (brefremstøt og tilbakesmelting) i tidsintervallet ca. 40 000 til 15 000 år BP (before present) (Olsen, 1997). Denne teorien baseres på klimadata som er innhentet fra både terrestriske og dyphavs sedimenter, i tillegg til iskjerner. Figur 35 viser seks kart, der tre av dem viser glasial ekstensjon/utstrekning og de andre tre viser hvordan det antas at det så ut under interstadialene, i tidsperioden 40 000-15 000 BP (Olsen, 1997). Isvolumet var veldig ustabil i denne tidsperioden, med raske endringer mellom isens vekst og reduksjon, der intervallene var på noen få tusen års varighet gjennom perioden. De raske endringene måtte ha hatt stor påvirkning på isens utbredelse og volum (Olsen, 1997).



**Figur 35:** De tre kartene merket med røde prikker oppe i venstre hjørne er interstadialer (der isen har smeltet tilbake), mens de tre andre med grønne prikker oppe i venstre hjørne er stadialer (når isen har vokst). Totalt viser de isens utbredelser for tidsperioden 30 000-16 000 år BP (Olsen, 1997).

Alle isbreene i Norge var smeltet bort for 7000-6000 år siden. Sommertemperaturen var da ca. 1,5-2 grader høyere enn i perioden 1961-1990 (NOU, 2010).

Den lille istiden er en kuldeperiode i Europa, som gjorde at breene igjen vokste og hadde sin maksimale utbredelse for denne kuldeperioden, på midten av 1700-tallet (Ramberg, 2013).

Målinger for de siste hundre årene viser store variasjoner fra år til år og fra tiår til tiår:

*Årsmiddeltemperaturen* for fastlands-Norge har økt med 0,8 °C de siste hundre årene. Det var kjølig i starten av det 20. århundret, mens 1930-åra var milde. Perioden 1960-1970 var igjen en kald periode, men fra og med 1965 økte temperaturen med ca. 0,4 °C pr. tiår (NOU, 2010).

*Årsnedbøren* for fastlands-Norge økte med knappe 20 prosent siden 1900. Det var spesielt etter 1980 at nedbøren økte. Årsnedbøren økte mest i Østfold og på Vestlandet (+ 2 prosent pr. tiår), mens det f. eks. på Varanger-halvøya ikke har vært økning i det hele.

*Permafrosten* i høyfjellet i Norge har blitt varmet opp i høyt tempo. Temperaturmålinger som har vært utført siden 1999, viser at den blir varmet opp ca. 0,3 °C pr. tiår på 25 meters dybde, og at oppvarmingen er merkbar ned til 60 meters dybde i Jotunheimen (NOU, 2010).

*Vannføringen* har variert noe fra år til år og fra tiår til tiår. Temperaturøkning har generelt ført til økt vannføring både om vinteren og våren. Det har vært en tendens til tidligere snøsmelting, noe som også fører til tidligere vårflom (NOU, 2010).

### **Dagens klima:**

Perioden 1961-1990 er vedtatt som en internasjonal referanseperiode for klima. Den vil bli brukt som klimanormal helt til 2020, da 1991-2020 blir ny referanseperiode. Hvis en sammenligner referanseperioden 1961-1990 med trettiårsperioden 1979-2008, ser en allerede tydelige endringer (NOU, 2010):

*Årsmiddeltemperaturen* for fastlands-Norge har økt med 0,5-0,6 °C, som utgjør ca. 0,3 °C pr. tiår. Den største økningen har vært om vinteren. Gjennomsnittlig vintertemperatur for fastlands-Norge har økt med ca. 1 °C. Minst temperaturøkning har vært om sommeren og høsten (0,3-0,4 °C). Områder der det forekommer døgner med gjennomsnittstemperatur høyere enn 20 °C, har økt betydelig. Vekstsesongen, som er antall døgner med gjennomsnittstemperatur over 5 °C, har økt med 1-2 uker over store deler av landet (NOU, 2010).

*Årsnedbøren* har økt i alle regioner, med gjennomsnittlig økning på 5 prosent for fastlands-Norge (dvs. ca. 3 prosent pr. tiår). Økningen for hele landet er størst om vinteren, den er på 17 prosent. Nedbøren om høsten har minket med 3 prosent, og nedbøren om våren har økt med ca. 10 prosent. Når det kommer til perioder med kraftig nedbør (ett-døgns nedbørsverdi som bare overskrider 1 prosent av tilfellene), har det bare vært små endringer. Det regnes med at årsavrenningen vil øke med 2,5 prosent (NOU, 2010).

## **Fremtidens klima**

Alle klimafremskrivningene tilsier at det blir varmere over hele landet, og for alle årstidene i løpet av dette århundret. *Årsmiddeltemperaturen* anslås å øke med 2,3 til 4,6 °C innen 2100. Videre viser utregningene at temperaturen vil øke mest om vinteren og minst om sommeren.

Årsmiddeltemperaturen vil øke mest i innlandet og i nord. Områder der gjennomsnittstemperaturen pr. døgn er høyere enn 20 °C vil forekomme hyppigere i områder hvor det er vanlig forekommet. I tillegg vil det forkomme i større grad i indre fjordstrøk og lavereliggende innlandsstrøk. Beregningene viser at vekstsesongen vil øke med 1-2 måneder over store deler av landet, og enkelte steder 2-3 måneder (NOU, 2010).

Gjennomsnittlig *årsnedbør* i Norge er ventet å øke med mellom 5 og 31 prosent innen 2100. Landsgjennomsnittet for den midlere framskrivningen viser en nedbørsøkning på 20 prosent for høst, vinter og vår, og 10 prosent for sommeren. Videre viser den midlere framskrivningen at det vil bli en dobling av dager med store nedbørsmengder, på høst og vinter. Klimamodellene er ikke detaljerte nok til å gi direkte informasjon om bygevær, men det er likevel ventet at antall dager med store nedbørsmengder vil øke for alle regioner og for alle årstider (NOU, 2010).

Klimamodellene indikerer liten eller ingen endring i gjennomsnittlige vindforhold. Men noen resultater indikerer at høy vindstyrke kan forekomme oftere (NOU, 2010).

Avrenning henger naturligvis sammen med nedbør og nedbørsendringer, samt temperaturvariasjoner. Det er beregnet at avrenningen også vil øke i fremtiden, men det forventes regionale forskjeller. Generelt forventes det at det blir økt avrenning om høsten og vinteren, mens det ventes å minke om våren og sommeren. For områder med isbreer forventes det større avrenning (NOU, 2010).

Når det kommer til framskrivning av flom, er dette usikkert, da det avhenger av store lokale variasjoner. Generelt kan en forvente større regnflommer, og mindre smeltevannsflommer. Høyere temperaturer fører til tidligere vårflokker, men det fører også til flere høstflokker (NOU, 2010).

Klima er en av de viktigste skredutløsende faktorene, der ekstremvær kan være utløsende faktor for både snøskred og flomskred/jordskred. Høyere frekvens av perioder med stor

nedbørsintensitet øker faren for både jordskred og flomskred. Kvikkleireskred har normalt andre utløsningsfaktorer, men kan også forekomme ved langvarige nedbørsperioder og stor vannføring (NOU, 2010).

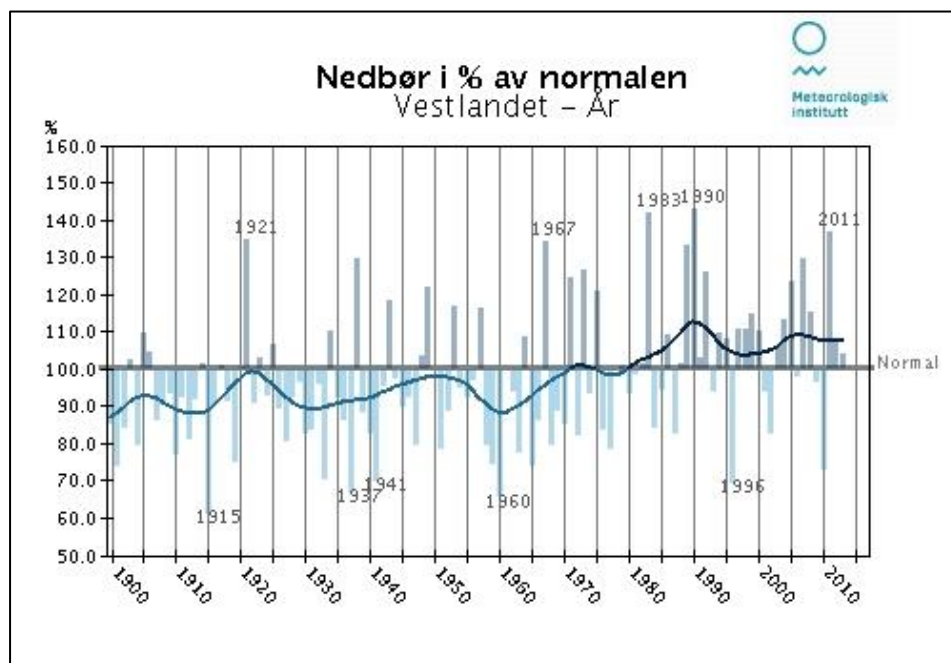
### 3.1.2 Klimaendringer i Sunndal

De globale klimafremskrivningene er brukt til å lage regionale fremskriv, men det er ikke nødvendigvis brukt videre lokalt. For Sunndal kommune må en derfor bruke regioninndelingen kommunen kommer under, og ut i fra den beskrive mulige klimaendringer i Sunndal.

Sunndal kommune ligger på Nord-Vestlandet, og på Vestlandet er det hovedsakelig to geografiske drivkrefter: havet og de høye fjellene (met.no, 2014d).

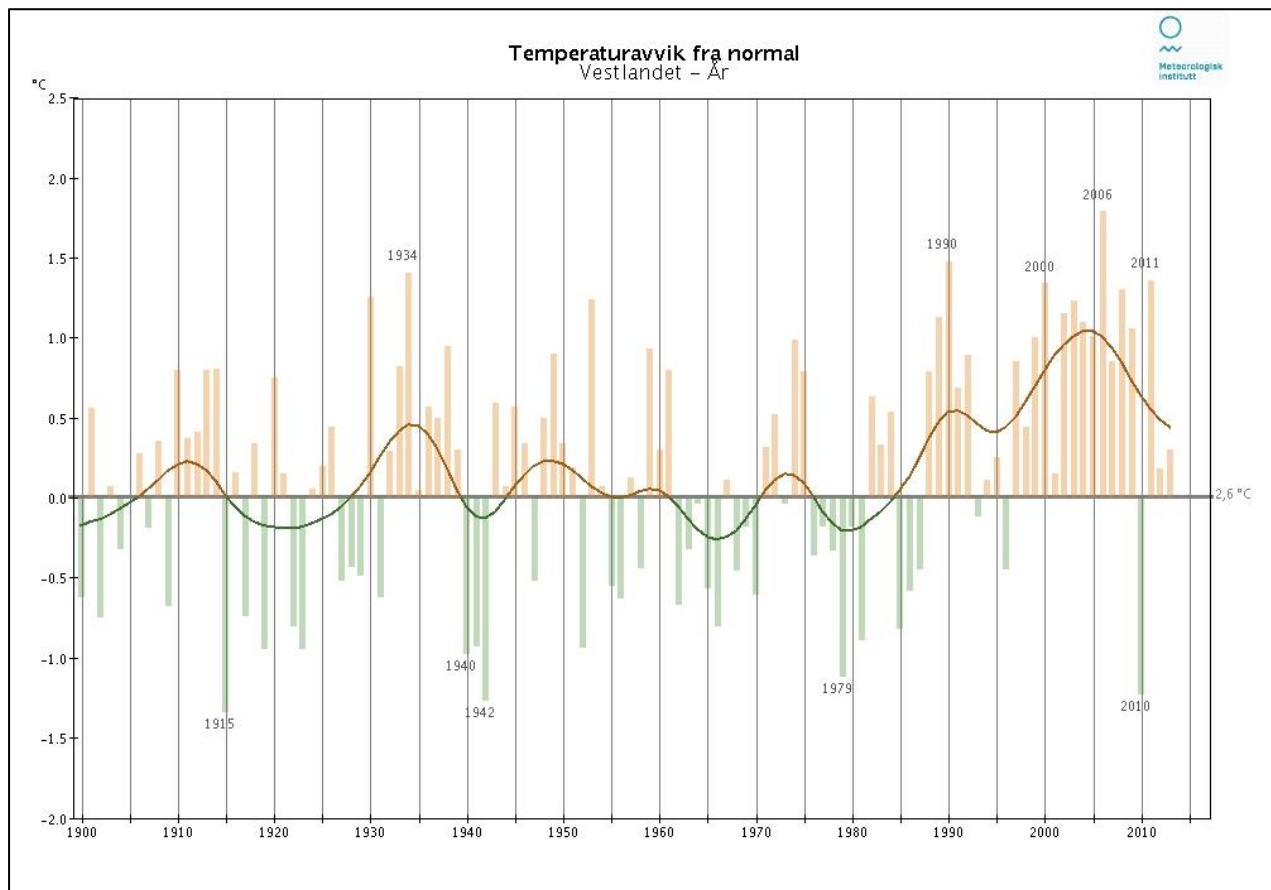
#### Klimaendringer de siste 100 år:

Frem til i dag har årsnedbøren på Vestlandet økt med 5-10 prosent. Den største økningen for hele landet er på vinteren og er på 17 prosent, men i nedbørsrike regioner, som på Vestlandet er økningen på ca. 25 prosent på vinteren (NOU, 2010). Figur 36 viser en grafisk fremstilling av nedbøren på Vestlandet de siste drøyt 100 årene.



Figur 36: Grafen viser hovedtendensen for nedbøren på Vestlandet de siste drøyt 100 årene. Den viser at nedbørsmengden har økt de siste 100 år (met.no).

Hovedtendensen for temperaturendringene de siste hundre årene er at det har blitt varmere. Fra ca. 1900 til ca. 1988 var temperaturen jevnt nær normalen (se figur 37), men det var en kort varmeperiode på 30-tallet. Etter 1988 og frem til i dag har temperaturen blitt jevnt varmere enn normalen, men med en tendens til fortsatt oppvarming (met.no 2014e).



**Figur 37:** Grafen viser hovedtendensen for temperaturutviklingen de siste drøyt 100 årene. En kan se at det har vært varierende, men at temperaturen har steget mot slutten av århundret og videre inn i det 21. århundret (met.no).



**Klima i dag:**

Store geografiske kontraster gjør at klimaet varierer fra kystklima til innlandsklima. Der kystklima er overgangssonen fra havklima til innlandsklima. Typisk for kystklima er mye vind, kjølige somre, ikke spesielt kalde vintre, høy luftfuktighet og mye nedbør (Snl.no, 2009c). Innlandsklima har et mer kontinentalt preg, og har lite vind, moderat nedbør, lav luftfuktighet og store temperaturforskjeller både daglig og årlig (Snl.no, 2009d).

De største nedbørmengdene finner man et stykke innenfor kysten på Vestlandet. Her og over det meste av landet dominerer frontnedbør og orografisk nedbør, og det kommer mest nedbør om høsten og vinteren og minst om våren. Årsnormalen i Norge er 3575 millimeter nedbør, en regner imidlertid med at det i enkelte breområder på Vestlandet er normal årsnedbør rundt 5000 millimeter. Området med mest nedbør på Vestlandet er blant de mest nedbørrike i Europa (met.no 2014c).

«De ytre delene av Sunndal kommune har et fuktig og nedbørsrikt suboseanisk fjordklima med milde vintre og liten temperaturforskjell mellom sommer og vinter, mens de indre områdene har et mye tørrere kontinentalt klima mer likt det vi finner i de indre delene av Østlandet med kalde vintre og varme somre. Topografiske forhold gir opphav til store lokale variasjoner i både temperatur og nedbørsforhold» (Jordal, 2004).

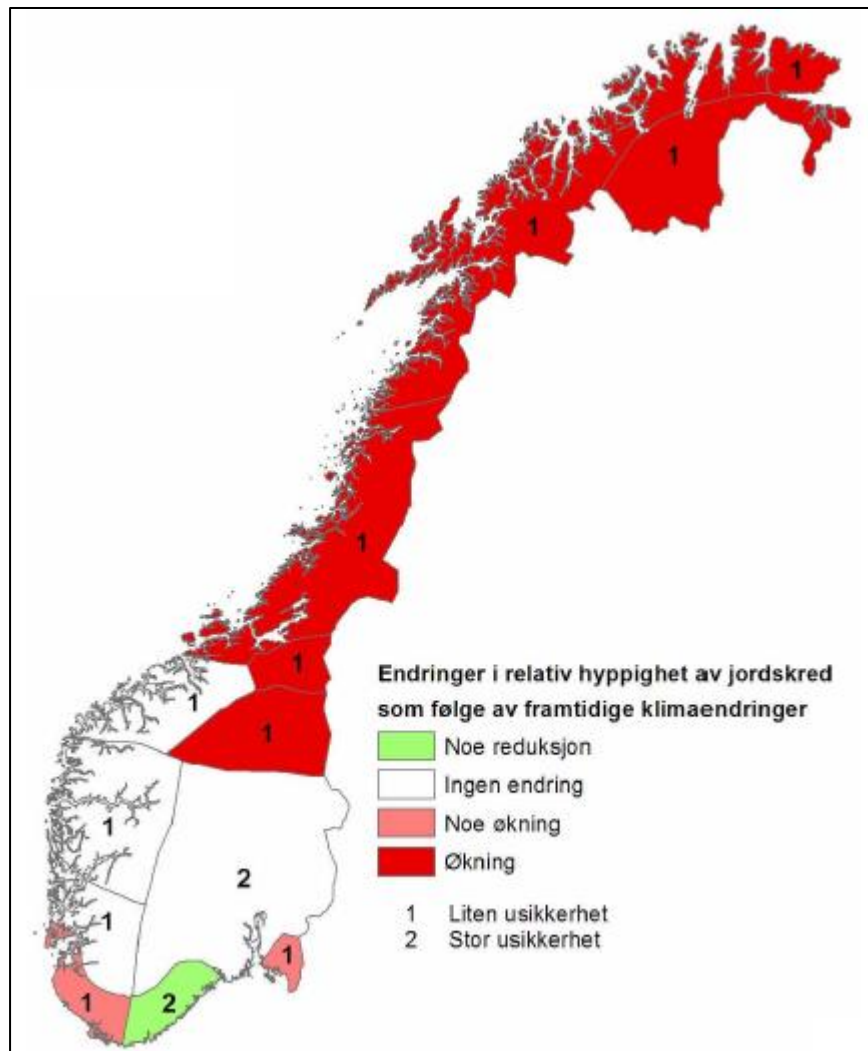
**Fremtidens klima:**

I fremtiden forventes det mer enn 25 prosent nedbørsøkning. Årsmiddeltemperaturen regnes å øke med mellom 1,9 °C og 4,2 °C (NOU, 2010).

Det foreligger ingen klimafremskriv for Sunndal, så en bør se til de generelle klimafremskrivene, da disse gir en generell beskrivelse av hva en kan forvente seg av klimatiske endringer i fremtiden. Stort sett kan en vel si at temperaturen vil øke, det vil komme mer nedbør, flere korte intense nedbørshendelser, samt lengre vekstsesonger, mindre vårflommer og flere regnflommer (NOU, 2010).

### 3.1.3 Sammenheng mellom klimaendring og økt skredfare

Jordskred og flomskred blir ofte utløst av nedbør og/eller snøsmelting. Siden nedbørmengden har økt, og det regnes med at den vil fortsette å øke, forventes det at frekvensen på disse skredtypene også vil øke. Skredhyppigheten antas å øke mest på kysten fra Vestlandet til Nord-Norge (se figur 38). I tillegg til økt frekvens vil skredene teoretisk sett også kunne øke i rekkevidde (Bargel, et al. 2011).



Figur 38: Figuren viser anslått endring i hyppighet for jordskred frem til 2050 (Kronholm & Stalsberg, 2009)

De fysiske prosessene som utløser forskjellige skredtyper er ulike, men alle har til felles at vær, klima og helningsgrad er de primære styrende kreftene. Den viktigste fysiske prosessen som fører

til grunne jordskred i bratt terreng, er høyt porevannstrykk som reduserer styrken i løsmassene. Økt porevannstrykk skyldes som regel større nedbørsmengder i dagene før skredet utløses. Den kritiske mengden nedbør som må til for å utløse et skred kan i enkelte tilfeller komme på en enkelt dag med veldig store nedbørmengder. Den kritiske mengden nedbør kan også nås i perioder med mindre, men vedvarende nedbør. Dette avhenger av store lokale og regionale forskjeller på hvor mye løsmassedeckket tåler. Analyser gjort for GeoExtreme bekrefter at nedbør er den vanligste årsaken til skred. En tommelfingerregel er at hvis mer enn 8 % av årsnedbøren kommer i løpet av ett døgn, er det fare for jordskred. For steinsprang derimot har det ikke vært mulig å lage en så enkel terskelverdi. Observasjoner viser at antall dager der nedbøren har overskredet en gitt terskelverdi, har økt de siste årene, men det er store regionale forskjeller i hvor stor økningen har vært. Det har foreløpig ikke vært mulig å gi kvantitative vurderinger av fremtidig skredhyppighet, men det er utført en kvalitativ vurdering for nedbørsregioner definert av Meteorologisk institutt (Kronholm og Stalsberg, 2009).

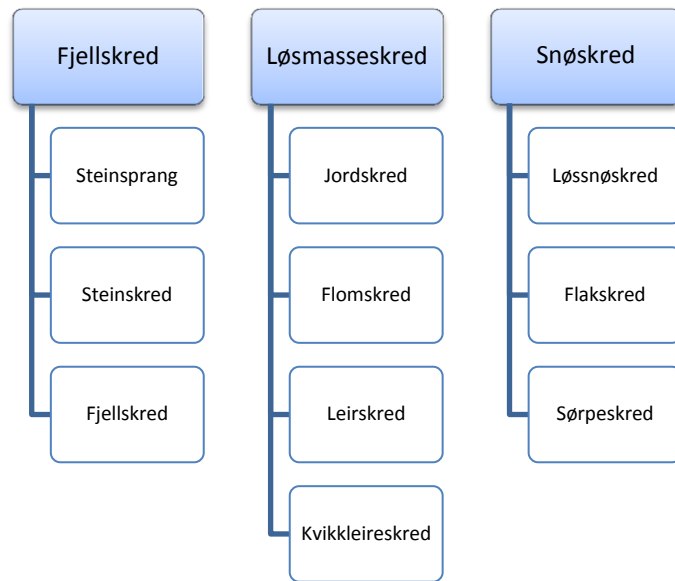
## 3.2 Skred

Et skred er en større eller mindre gravitasjonsbetinget masseforflytning av stein, jord, leire eller snø (Snl.no, 2012). Naturlige geologiske prosesser som bryter ned fjell og løsmasser, eller uheldige menneskelige inngrep kan over tid resultere i utrasinger (DSB, 2013). Massene som har blitt bygd opp gjennom ulike geologiske prosesser, vil over tid (tusener/millioner av år) også bli brutt ned, før det så bygges opp igjen. Dette kalles det geologiske kretsløpet, eller Wilson syklus (Ramberg, 2013). I Norge (og mange andre steder i verden) står man ovenfor en nedbryting av de store fjellformasjonene som en ser rundt omkring i landet. Det jobbes for å få en god forståelse av prosessene, som bryter ned og forårsaker skred, samtidig som en jobber for å sikre eller varsle samfunnet mot naturkatastrofer.

### 3.2.1 Typer skred

I Norge deles skredene vanligvis inn i fem hovedkategorier (NGI, 2014b):

Fjellskred/steinskred, løsmasseskred, snøskred, isnedfall og undersjøiske skred. De tre førstnevnte er også inndelt i underkategorier:



**Figur 39: Informasjon fra Ngi.no (2014b) og Nve.no (2013c) satt inn i oversiktsdiagram.**

NVE og NGI har forskjellige inndelingen av skredene, men i all hovedsak går de ut på det samme. Figur 39 er basert på informasjon fra disse.

### **Fjellskred:**

Fjellskred er delt inn i tre kategorier (Ngi.no, 2014c): Steinsprang, steinskred og fjellskred.

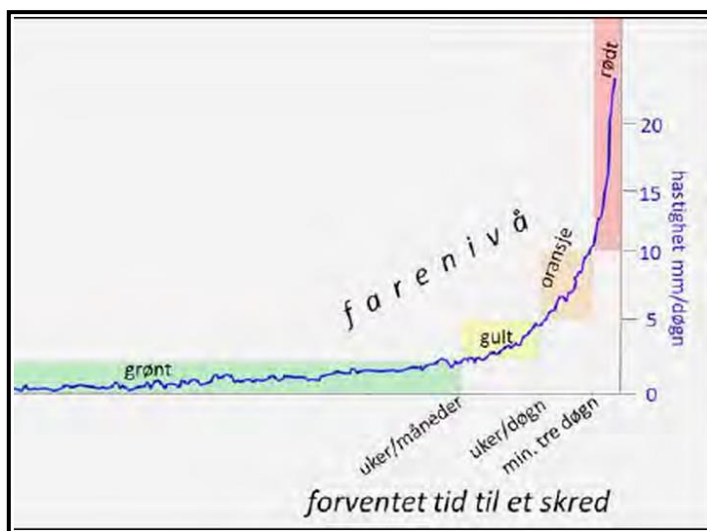
Kategoriene er basert på størrelse på skredet, da størrelse har mye å si for de potensielle skadene som kan komme fra det.

**Steinsprang** har volum under  $100 \text{ m}^3$  og forekommer fra alle typer fjellskråninger normalt over 30 graders helning, der det sitter løse steiner. Kjente utløsningsfaktorer er gjerne frost- og rotsprenning og poretrykk (Ngi.no, 2014c). Steinsprang forekommer ofte i forbindelse med veier og jernbaner, der det er gjort inngrep i naturen, men det forekommer også der det ikke har vært inngrep. I Sunndal kom det for eksempel en stein gjennom taket på et hus i Tredal (vest for Sunndalsøra sentrum), men dette hører heldigvis til sjeldenheten (Lie, 2007).

**Steinskred** har volum mellom  $100$  og  $10\,000 \text{ m}^3$  og forekommer i større fjellsider, vanligst fra 50 meter og høyere oppover, hvor det finnes svake partier. Steinskred har lavere hyppighet enn

steinsprang, men forekommer flere ganger i året, og forårsakes hovedsakelig av frost- og rotsprenning samt poretrykk. De kan forårsake store skader på både bygninger og infrastruktur (Ngi.no, 2014c).

**Fjellskred** er et skred på over 10 000 m<sup>3</sup>. Slike skred har ført til noen av de største naturkatastrofene i Norge. De forekommer i store fjellsider som har svakhetssoner i den geologiske strukturen. Heldigvis forekommer de heller sjeldent, rundt 1-2 ganger per 100 år. Poretrykk, krypbevegelser og jordskjelv er blant faktorene som kan utløse et slikt skred (Ngi.no, 2014c). I Norge har det flere steder blitt satt opp 24 timers overvåkning på utsatte fjellsider, der de mest kjente er Åkneset i Tafjorden (ÅTB, 2014) og Nordnesfjellet i Kåfjorden (Lyngstad, 2011). Figur 40 viser en graf som brukes i forbindelse med bestemmelse av farenivå, når det kommer til fjellskred. Farenivået og forventet tid til et eventuelt skred går, finner man ved å ta utgangspunkt i hastigheten på bevegelsene i fjellpartiet. Jo større hastighet det er på bevegelsene, jo kortere tid er det til et eventuelt skred går og dermed et høyere farenivå. Det er i dag tilrettelagt og utarbeidet evakueringsplaner, for de områdene man regner med vil bli påvirket av et skred, på de overvåkede områdene (NVE, 2013a).



**Figur 40:** Figuren viser farenivå ut i fra hastighet på bevegelser i et fjellparti, og en finner forventet tid til et skred ut i fra disse hastighetene (NVE, 2013a).

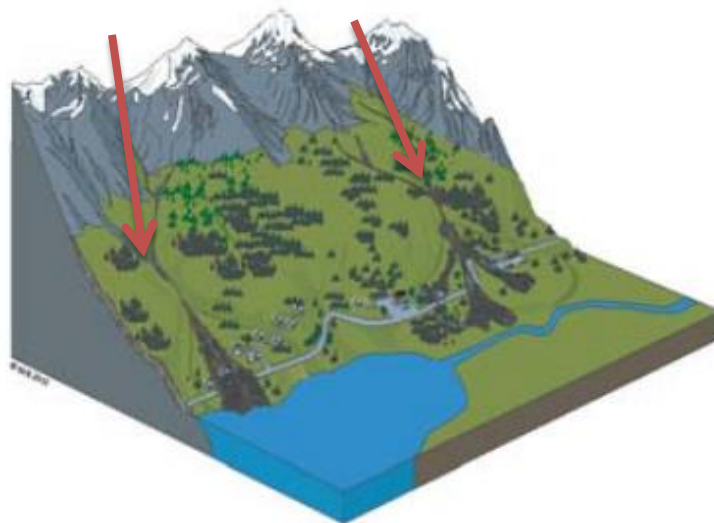
### **Løsmasseskred:**

Løsmasseskred er en fellesbetegnelse for alle skred i løsmasser. Løsmasser er alle typer masser (grov- og/eller finkornede) som ligger over fast fjell. Det kan være i form av blokk, stein, grus, sand, silt eller leire, jordsmonn med høyt innhold av organisk materiale (torv, myr og trær) samt masser som er deponert av mennesker (NVE, 2013b). Løsmasseskred er en overordnet beskrivelse, som kan deles inn i fire skredtyper (ngi.no<sup>3</sup>): leirskred, kvikkleireskred, jordskred og flomskred. De primære forskjellene er knyttet til løsmassenes kornstørrelse, terrengformen og vanninnholdet. Dette medfører ulikheter i løsneforhold, utløsningsmekanismer, bevegelse, utløpsdistanse og avsetningsform (NVE, 2013b). De skredene som er vanskeligst å skille fra hverandre i denne kategorien er jordskred og flomskred, da disse har mange likheter, og begrepene har til tider blitt brukt veldig usystematisk (NVE, 2013b).

**Leirskred** forekommer i marin leire som ikke er kvikk, og kan forekomme flere ganger i løpet av et år. De vanligste utløsningsfaktorene er nedbør, snøsmelting og menneskelige inngrep (Ngi.no, 2014d).

**Kvikkleireskred** forekommer i marin leire der saltet delvis er vasket ut, og forekommer i snitt ca. 1 gang pr. 5 år. Vanlige utløsningsfaktorer er erosjon fra bekker og/eller elver, og menneskelige inngrep (Ngi.no, 2014d).

**Flomskred** (se figur 41) forekommer i bratte vassdrag og bekkeløp med mye løsmasser, og denne typen skred forekommer mange ganger årlig rundt omkring i landet. Typiske utløsningsfaktorer for flomskred er kraftig vedvarende regnskyll og kraftig snøsmelting (Ngi.no, 2014d). Stor vannføring i elver, erosjon og eventuelt jordskred, sørpeskred, dambrudd og jøkulhlaup (tapping av bredemt sjø) er også utløsende faktorer. Flomskredene kan være ekstremt hurtige (> 40-50 km/t), flomlignende skred av vannmettede løsmasser. Hovedsakelig opptrer flomskred i bratte skråninger og langs elve- og bekkeløp (25-45graders helning), også der det vanligvis ikke er permanent vannføring. De starter enten som et jordskred i øvre del av skråningen eller som erosjon av løsmasser i elveløpet. Vannmassene kan rive løs og transportere store mengder løsmasser og vegetasjon i og langs løpet (Nve.no, 2013c).



**Figur 41:** Figuren viser to ulike eksempler (merket med røde piler) på hvordan et flomskred kan se ut (NVE, 2013b).

*«Når skredet beveger seg nedover kan mer vann og sedimenter tas opp, og dermed øke volumet betraktelig. Kanalisering bidrar til å opprettholde en konstant tykkelse på massestrømmen, omsortering av større blokker fra bunnen til overflaten av strømmen (invers gradering) og utvikling av bølger (surges). Materialet avsettes i foten av skråningen i form av en vifte. Når strømmen kommer til toppen av vifta blir kanalen bredere og store blokker spres ut og danner en front mens det fine materialet flyter lengre ned og danner en tungeformet eller uregelmessig avsetning. Avsetningene kan være tynne og vannholdige eller tykke når de inneholder mye sedimenter. Vanligvis er avsetningene både lange og smale, og kan strekke seg flere kilometer nedover skråningen. Sedimentene blir grovsortert med de største steinene på overflaten. Langsgående sortering og oppsamling av stein og løsmasser nær fronten av en bølge er vanlig. Skredmassene kan avsettes som langsgående rygger (levées) på siden av skredløpet. De groveste massene ligger ved viftas rot, og finere masser deponeres gradvis utover i vifta. Finere masser og vann kan fortsette enda lengre. Det høye vanninnholdet og tilstedeværelsen av løsmasser både i utløpsområdet og langs skredløpet, gjør at flomskred kan ha svært stor rekkevidde. Flomskred beskrives ofte som en overgangsform mellom en massestrømsprosess (der gravitasjon er drivkraften) og en fluvial prosess (der bevegelse av vannmassene er drivkraft). Et flomskred transporterer større sedimentmengde enn en vanlig flom» (NVE, 2013b, s 3).*

I teorien ovenfor (NVE, 2013b) beskrives flomskred som en overgangsform mellom en massestrøm og en fluvial prosess. Blikra et al. (1989) mener at massestrømmer og flomskred er to separate skråningsprosesser, og har laget et klassifikasjonssystem bygd på avsetningstyper og skråningsprosesser. Systemet beskriver avsetninger som hovedsakelig er dannet av en enkelt

prosess, men det finnes mange overgangsformer der de ulike prosessene virker sammen (se figur 42).

Grove massestrømmer kalles «debris flows» på engelsk, det er en rask massebevegelse av blokker, stein og grus blandet med finere jordarter som flyter i en våt lobeformet masse. En massestrøm som består av mindre fraksjoner kalles for en fin massestrøm, og på engelsk «mudflow» (Blikra et al., 1989). Grove massestrømmer utløses ofte av kraftige regnskyll i perioder da jordarten fra før er sterkt oppbløtt. Utglidning skjer helst i skråninger med helningsgrad mellom 25 og 40 grader, og blir mer blokkdominert etter hvert som mer vann tilføres. En grov massestrøm eroderer ofte ut en kanal i den øvre delen av skredbanen, med levéer på sidene av kanalen, mens den videre nedover eroderer lite i underlaget. En grov massestrøm har hovedsakelig to avsetningsformer: grov massestrømsvifte og grov massestrømstunge. En grov massestrømsvifte har ofte rotpunkt i et gjel/skar i fjell eller skredbaner i løsmasser. Karakteristisk for viftene er levéer og loper avsatt av grove massestrømmer, der det groveste materialet generelt ligger på toppen av viften. En grov massestrømstunge er svært viskøs og tungtflytende og avsettes som en tunge eller lobe med lav gradient, uten levéer, i dalbunnen i utløpet av skredbaner i løsmasser (Blikra et al., 1989).

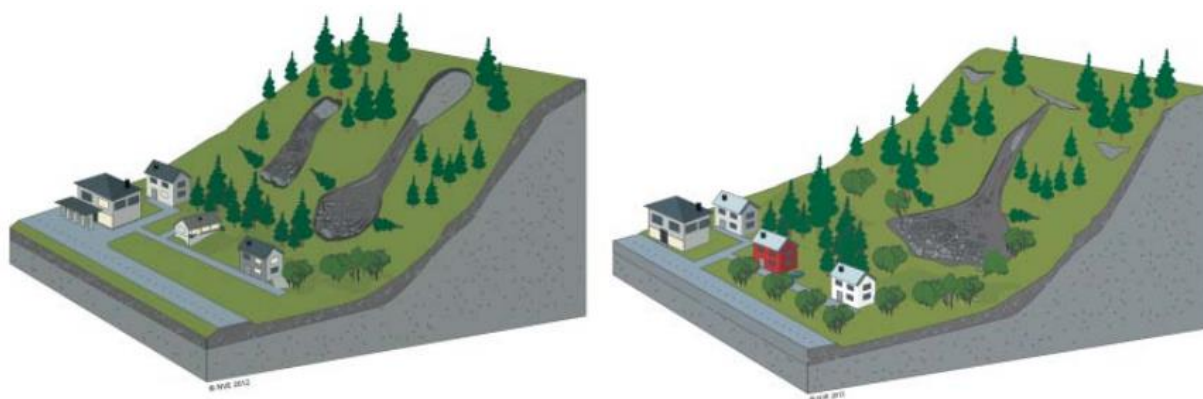
Flomskred er et begrep ofte brukt i forbindelse med oppbygging av elvevifter og breelvvifter i bratt terreng, og bygges hovedsakelig opp under kraftige flomperioder når det er mye materiale tilgjengelig. Blikra et al. (1989) påpeker at flomskred ikke kan benevnes som «debris flow», da dette går inn under grov massestrøm. Videre mener de at et flomskred trolig kan defineres som en overgangsform mellom en fluvial prosess og en massestrømsprosess, men at det bør foretas sedimentologiske analyser av flomskredmaterialet for å avgjøre om materialet er matriksbåret (massestrøm) eller kornbåret (fluvial prosess) (Blikra et al., 1989). Et flomskred avsettes som en flomskredvifte, hvor det dannes en permanent bekk/elv som munner ut i dalbunnen fra en dal/skar/kløft i en bratt dalside. Viften har et forgrenet bekke-/elveløp, der raske skiftninger av løp gjør at vegetasjon har vanskelig for å etablere seg. Flomskredvifter har lavere gradient enn grove massestrømsvifter, dette mest sannsynlig pga. at flomskred har høyere vanninnhold enn massestrømmene (Blikra et al., 1989).



PROSESS Process	AVSETNINGSFORMER Deposits	SKRÅNINGS- GRADIENTER Angle of repose	FIGURER Figures
3. GROVE MASSESTRØMMER Debris flow	3.1 GROV MASSESTRØMSVIFTE Debris flow fan  3.2 GROV MASSESTRØMSTUNGE Debris flow tongue	5°-40°  0°-20°	<p>MODIFISERT ETTER RAPP &amp; NYBERG, 1981 Modified after Rapp &amp; Nyberg, 1981</p>
4. FLOMSKRED Flash flood	4.1 FLOMSKREDVIFTE Flash flood fan	5°-25°	

Figur 42: Vedlegg fra Bikra et al. (1989) sitt klassifikasjonssystem.

**Jordskred** (se figur 43) forekommer vanligvis i morenemateriale, men også i tidligere avsatte skredmasser, forvittringsmateriale og marin leire (NVE, 2013b). Jordskred forekommer i likhet med flomskred også flere ganger årlig. De vanligste utløsningsmekanismene er kortvarig, kraftig og/eller vedvarende «normal» nedbør, snøsmelting og menneskelige inngrep (Ngi.no, 2014d). Utløsningsmekanismer kan også menneskelig inngrep som veiskjæringer, skogsveier, flatehogst eller steinsprang. Denne typen skred skjer ved utglidning på et glideplan (som kan være flatt eller skjeformet), i et punkt eller bruddsone, som deretter brer seg utover, og de skjer gjerne med veldig raske bevegelser i vannmettede løsmasser (morenemateriale og forvittringsjord) ned bratte skråninger (Nve.no, 2013c). Andre steder i verden spiller gjerne andre utløsningsmekanismer inn, som for eksempel: vulkansk aktivitet, tektonikk, jordskjelv (jordskjelv kan forekomme i Norge også, som oftest i forbindelse med landhevning etter siste istid) (Highland, 2004).



**Figur 43:** Figuren til venstre viser et typisk/vanlig jordskred, og figuren til høyre viser et trekantformet jordskred (NVE, 2013b).

*«Skredet beveger seg som en rask massestrøm, vokser i omfang, og 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. 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 fjellsider der det ligger løsmasser. Jordskred løses normalt ut i skråninger som er brattere enn 30 grader, men kan også løses ut i skråninger med noe lavere helninger, ned til ca. 20 grader (i områder uten vegetasjon, skråninger med tynt løsmassedecke på 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. Ved flomsituasjoner kan også*

*breelavsetninger og elveavsetninger eroderes. Jordskred foregår i ulike deler av en skråning og oppstår sjelden gjentatte ganger på samme sted. Et jordskred fjerner vanligvis løsmasser og vegetasjon på sin vei og etterlater et langt, smalt arr og en opphopning av materiale ved foten av skråningen. Det tar vanligvis mange år før nok jord er akkumulert i arret til at et nytt skred kan gå. Mange jordskred skjer i naturlige skråninger der skogen er hogget.*

*Jordskred kan ofte forekomme i landskap preget av forholdsvis bratte skråninger dekket av løsmasse, med tydelige raviner – kanaler som ligger på rekke og rad med varierende mellomrom. I et slikt landskap starter et jordskred ved å skjære gjennom løsmassene helt ned til berggrunnen og skaper en kanal i løsmassene som fungerer som skredbane for senere skred (ofte flomskred). Skredmassene kan også gå over kanten av kanalen og avsettes som langsgående rygger parallelt med kanalen og utvikle seg til flomskred. I andre tilfeller kan jordskred bevege seg inn i bratte og etablerte kanaler, oftest V-formede elve- og bekkeløp og bli til flomskred der» (NVE, 2013a, s 2).*

### **Snøskred:**

Snøskred kan deles hovedsakelig inn i tre kategorier (løssnøskred, flakskred og sørpeskred), deretter kan de deles inn i underkategorier som gir bedre beskrivelse for ulike typer skred (Nve.no, 2013c).

NVE deler snøskred inn i tre hovedtyper: løssnøskred, flakskred og sørpeskred. Skredene deles videre inn etter vanninnhold: tørrsnøskred og våtsnøskred. Når et skred er helt vannmettet kalles det sørpeskred (Nve.no, 2013c).

**Løssnøskred** oppstår vanligvis i bratte fjellsider, gjerne ved en liten lokal utglidning. Etter hvert som snømassene beveger seg nedover akkumuleres det mer snø, og skredbanen utvider seg og får en pæreform. Denne typen skred kan oppnå en hastighet opp til 120 km/t, og med den hastigheten vil luftmassene kunne danne skredgufs/fonnvind, som har kraft nok til å knekke både trær og stolper, samt skade bygninger (Nve.no, 2013c).

**Flakskred** oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan. Et slikt glideplan kan være et svakt sjikt i snødekket, som er en grenseflate mellom to snølag med forskjellig fasthet. Et flakskred kan bli flere kilometer bredt og omfatte enorme snømengder (Nve.no, 2013c).

**Sørpeskred** er vannmetta snømasser som beveger seg langs forsenkninger i terrenget, som oppstår når det er dårlig drenering i grunnen f. eks. når det er tele eller is (Nve.no, 2013c).

Snøskred utløses normalt ved en 30 til 60 graders helning, men sørpeskred kan utløses helt ned mot 5 graders helning (Nve.no, 2013c).

### 3.2.2 Hvordan klassifisere et skred?

For å kunne klassifisere et skred må en ha erfaring og god bakgrunnskunnskap om skred generelt. Ovenfor ble de ulike skred-typerne beskrevet, og folk flest klarer fint å skille mellom snøskred, isnedfall og undersjøiske skred. Når det kommer til fjellskred/steinskred og løsmasseskred derimot, må en gjerne ha flere holdepunkt for å kunne skille dem. En enkel måte å skille dem på, er at fjellskred/steinskred er nedfall av store fjellvolum fra fast fjell, mens et løsmasseskred er stein, grus og jord som settes i bevegelse (DSB, 2011b).

Løsmasser er aggregat av solide partikler, som enten har blitt knust og transportert av isbreer, eller dannet ved forvitring av berg på stedet (Cruden & Varnes, 1996). Terje H. Bargel kommenterte at løsmassene akkumuleres over lang tid, for eksempel ved avsetning av morener når det er istid, vanntransportert materiale, eller ved at det går en form for skred. Massene lagres oppå hverandre, og i bratte skråninger er disse løsmassene spesielt utsatt for utrasing.

Når en skal klassifisere et skred er det viktig å legge merke til detaljene i skredet. Da kan det være nyttig å ha sjekklister og figurer å forholde seg til:

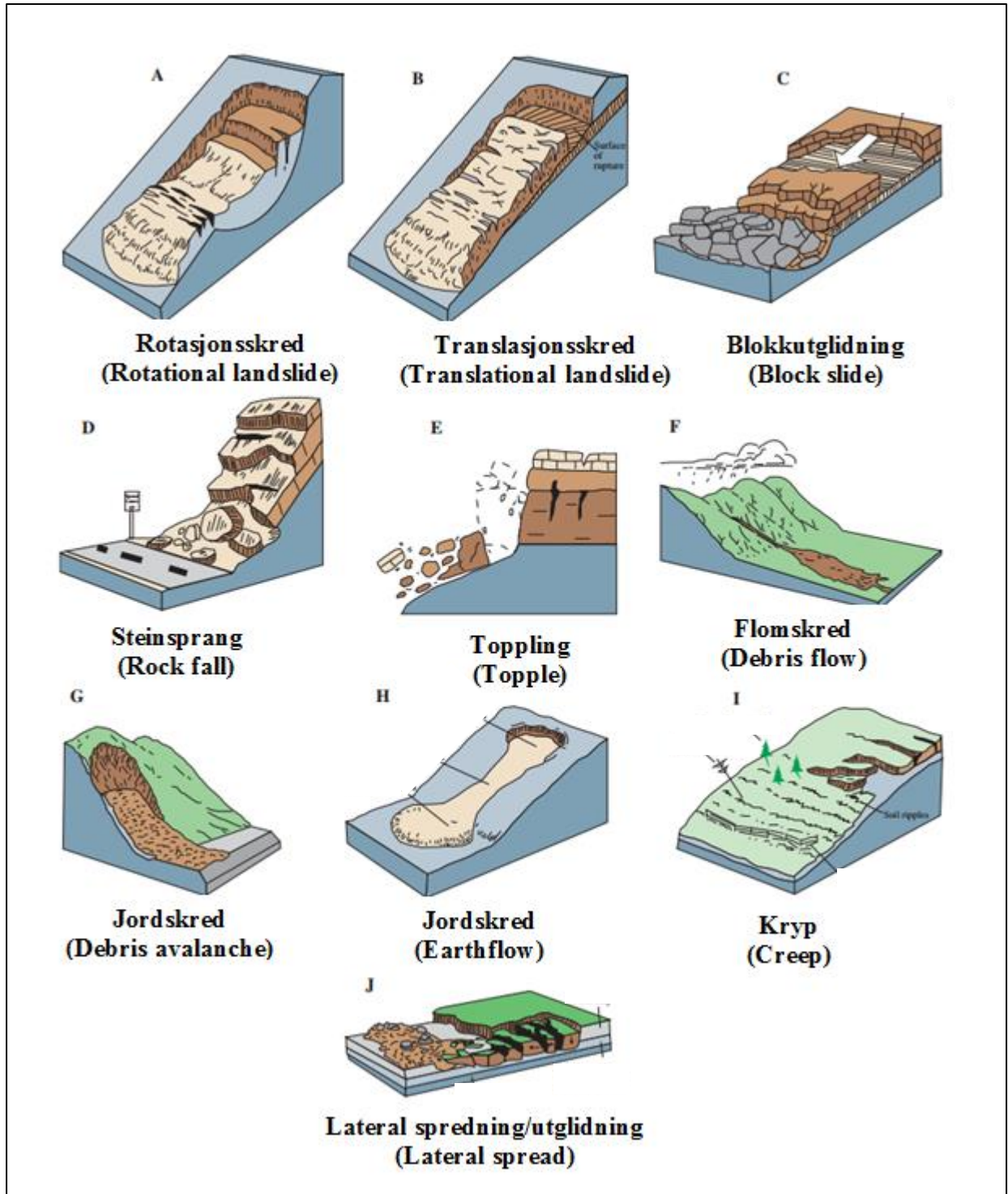
**Tabell 3: Selvkomponert sjekklister (1).**

Inndeling	Forutsetter	Videre inndeling
Undersjøiske skred	- at det er undervann	
Isnedfall	- at det er is (ikke snø)	
Snøskred	- at skredmassene hovedsakelig består av snø eller sørpe	Løssnøskred
		Flakskred
		Sørpeskred
Steinskred	- at det er større eller mindre bestanddeler av fast fjell som har løsnet	Steinsprang
		Steinskred
		Fjellskred
Løsmasseskred	- at skredet går i løse masser, som av ulike grunner er akkumulert på lokaliteten	Jordskred
		Flomskred
		Leirskred
		Kvikkleireskred

Tabell 4: Selvkomponert sjekkliste (2). For referanser, se tabell 5.

Videre inndeling	Forutsetter	Videre inndeling	Ref. nr.
Løssnøskred	- dråpeformetskredavsetning	Tørre løssnøskred	1)
		Våte løssnøskred	2)
Flakskred	- at snøen glir ut i flak	Flakskred - fokksnø	3)
		Flakskred - nysnø	4)
		Flakskred - svake lag	5)
		Flakskred - ved bakke	6)
		Våte flakskred	7)
Sørpeskred	- en blanding av vann og snø, med så mye vann at massene flyter som en elv		8)
Steinsprang	- volum < 100 m <sup>3</sup> (se etter løsneområde i fjellsiden)		9)
Steinskred	- volum mellom 100 m <sup>3</sup> og 10 000 m <sup>3</sup> (se etter løsneområde i fjellsiden)		10)
Fjellskred	- volum > 10 000 m <sup>3</sup> (se etter løsneområde i fjellsiden)		11)
Jordskred	- utglidninger og raske bevegelser i vannmetta løsmasser i bratte skråninger		12)
Flomskred	- flomlignende skred som hovedsakelig oppstår i elve- og bekkeløp		13)
Leirskred	- marin avsetning av kornfraksjonen leir, som ikke er blitt kvikk		14)
Kvikkleireskred	- marin avsetning av fornfraksjonen leir, som er blitt kvikk (saltet er vasket ut)		15)

Ved hjelp av slike sjekklister kan en klassifisere skredtypen det gjelder. Hvis det fortsatt er vanskelig å avgjøre, kan en bruke referansene (i tabell 5) for å finne flere egenskaper ved de ulike skredene. Nedenfor er det også lagt til en rekke tegninger/modeller av ulike typer skred, som kan være greit å ha for å gjenkjenne skredtypen.



Figur 44: Ulike typer skred, med norske og amerikanske navn (Highland, 2004).

Ingen skred er helt identiske. Dette fordi de består av ulike typer materialer, har ulike utgangspunkt i forhold til helningsgradient, vanninnhold, bevegelser osv. I følge Cruden & Varnes (1996) kan alle skred klassifiseres og navngis ut i fra bevegelse og type materiale. I litteraturen finner en mange forskjellige navn, inndelinger og underinndelinger av skredmasser. Selv om dette hovedsakelig er av størst interesse innen forskningsmiljøet introduseres Varnes' "classification of slope movement" i tabell 6 nedenfor:

**Tabell 5: Varnes' "classification of slope movement" (Cruden & Varnes, 1996).**

TYPE OF MOVEMENT		TYPE OF MATERIAL		
		BEDROCK	ENGINEERING SOILS	
			Predominantly coarse	Predominantly fine
FALLS		Rock fall	Debris fall	Earth fall
TOPPLES		Rock topple	Debris topple	Earth topple
SLIDES	ROTATIONAL	Rock slide	Debris slide	Earth slide
	TRANSLATIONAL			
LATERAL SPREADS		Rock spread	Debris spread	Earth spread
FLOWS		Rock flow (deep creep)	Debris flow	Earth flow (soil creep)
COMPLEX		Combination of two or more principal types of movement		

Det amerikanske systemet er noe forskjellig fra det norske, da deres klassifikasjonssystemer er mer detaljert. I første kolonne (under «type of movement») kan en se de samme navnene som er på figur 44. I andre kolonne (under «type of material») kan en se at det igjen deles inn i berggrunn (bedrock) og en teknisk inndeling av løsmasser (engineering soils), som igjen deles hovedsakelig inn i grovt eller fint materiale. Kombinasjonen mellom type bevegelse og type materiale navngir skredet slik: Hvis bevegelsen er en massestrøm (flow), og materialet i massestrømmen er stein og blokk, vil navnet på denne massebevegelsen bli rock flow (grov massestrøm) (Cruden & Varnes, 1996).



I Norge forenkles gjerne klassifikasjonene slik at alle har samme forståelse for de ulike inndelingene, og på denne måten blir det enklere å kommunisere.

### **Utløsning av jordskred**

Det er hovedsakelig fire betingelser som må oppfylles for at et jordskred skal kunne utløses. Disse beskrives i NVEs delrapport for jord- og flomskred (Bargel, et al., 2011):

1. Skråningshelning – det må være bratt nok.

Erfaringsmessig vet man at jordskred kan utløses i skråninger som er brattere enn 30 grader. Områder uten vegetasjon og skråninger med tynt løsmassedecke oppå fjelloverflater med lite ruhet/friksjon eller med store, uheldige menneskeskapt inngrep, er potensielle steder et jordskred kan utløses helt ned til 25 graders helningsgrad. Dersom det er mye vann til stede, kan jordskred løsne ved enda lavere gradienter. Skråninger uten skog vil ha de laveste helningene ved utløsning av et jordskred. I skråninger brattere enn 45 grader går jordskred sjeldnere, fordi det er lite løsmasser i så bratt terreng.

2. Løsmasser – det må være løsmasser til stede.

Moreneskråninger er vanligvis mest skredutsatt i Norge, fordi denne løsmassetypen er vanligst i dalsidene. Det kan også gå jordskred i tidligere avsatte skredmasser, forvittringsmateriale og marin leire. Ved flomsituasjoner kan også breelavsetninger og elveavsetninger eroderes og materialet raser ut.

3. Stabilitet – lite/dårlig stabilitet i løsmasser.

En skråningsstabilitet er en funksjon av terrengform, vegetasjon, løsmassetype, tykkelse og hydrologiske prosesser. Stabiliteten avhenger av løsmassenes mellomkornbindinger (friksjons- og kohesjonskrefter) og tyngdekraften. Mellomkornbindingene er en funksjon av kornstørrelsene, kornformen og jordas vanninnhold, og avtar med økende vanninnhold. Økt vannmetning i jorda kan føre til overtrykk (poretrykk)

#### 4. Skredutløsende faktorer – utløsende faktor må være til stede.

Det er nesten alltid vann som er utløsende faktor ved jordskred, som regel på grunn av mye nedbør eller nedbør kombinert med snøsmelting. Jordskred utløses også ofte på grunn av kraftig elve- og bekkeerosjon. Andre naturlige mekanismer som steinsprang og fjellskred kan også utløse jordskred. Menneskelige inngrep uten tilstrekkelig drenering og forutsette vektbelastninger er også vanlige skredutløsende faktorer, f. eks. bygging av skogsvei (Bargel, et al., 2011).

## Kapittel 4 – Diskusjon

Hovedfokuset gjennom denne oppgaven har vært å beskrive og gi en geologisk vurdering av de tre skredene som gikk på Øster-Ottem 26.07.2013, samt vurdere de klimatiske forholdene som førte til hendelsen. I tillegg ble andre deler av Sunndalen undersøkes, for å se om det var potensiell fare for at tilsvarende skred skulle kunne forekomme.

### 4.1 Løsneområdet

Den alpine topografien indikerer at det har vært en del erosjon ved toppene ovenfor Øster-Ottem, og løsmassene som beviser erosjonen, ligger oppe i kløftene og nedover fjellsiden. Nå og da vil fjellblokker løsne oppe i de bratte fjellformasjonene, og de fleste blokkene som løsner vil sannsynligvis avsettes i kløftene oppe i fjellet, eller i uren nedenfor. Når det kommer større mengder vann på kort tid, gir det strømmende vann i disse kløftene, og det vil kunne skape mindre friksjon mellom bestanddelene i løsmassene, og på den måten sette massene i bevegelse (Ngu.no, 2012).

### 4.2 Løsmassene

På NGUs løsmassekart er løsmassene i fjellsiden på Øster-Ottem merket som skredmasser (NGU, 2014). Det betyr at løsmassene består av bl.a. eldre skredmasser, noe som er med på å indikere at det har vært skredaktivitet i området over lengre tid.

Som nevnt i beskrivelsen for studieområdet, er dalen formet av isbreen, og i forbindelse med isbreen ble det avsatt løsmasser kalt morene. Dette nevnes for å påpeke at NGUs løsmassekart

kun viser løsmassene som ligger på overflaten, og at det da potensielt kan være morenemateriale under skredavsetningene. Om morenemateriale er en del av de siste skredavsetningene avhenger av hvor langt ned en må for å eventuelt komme til morenematerialet. Om kanalene er dype nok til å komme ned på eventuelt morenemateriale, vites ikke. Det er ingenting fra feltundersøkelsene som tilsier at det er morenemateriale i skredmaterialet, da bestanddelene i en skredmasse vanligvis vil være kantete, og morenemateriale gjerne er mer avrundet (da disse har blitt bearbeid i forbindelse med isbreen) (e.g. Thoresen, 2000).

### 4.3 Klimatiske forhold som førte til hendelsen

Øyenvitner har beskrevet at det kom kraftig nedbør i forbindelse med en tordenbyge, den aktuelle dagen på Øster-Ottem. Tordenvær gir normalt veldig intens nedbør på kort tid, og når denne nedbøren konsentreres i kløftene i en bratt fjellside, vil vannet strømme hurtigere og sannsynligvis ha nok kraft til å sette noe av løsmassene i kløften i bevegelse. Dette kan i prinsippet være den initiale bevegelsen som har satt resten av massene i bevegelse, i tillegg til at vannet reduserer friksjonen mellom de enkelte bestanddelene i løsmassene.

Det antas at det kraftige regnskyellet har satt massene, oppe i de individuelle kløftene, i bevegelse og utløst skredene.

### 4.4 Klassifisering av skredene på Øster-Ottem

Selv om ingen skred er helt identiske, så kan man karakterisere skredene på Øster-Ottem som så like, at det er snakk om samme skredtype for alle tre skredene. Løsneområdene, skredbanene, skredmaterialet, og avsetning i form av vifter, styrker teorien om at de kan være samme skredtype. Det antas at skredene gikk i allerede avsatte løsmasser, i form av eldre forvittrings- og skredavsetninger (NGU, 2014).

Løsneområdet for skredene har sannsynligvis vært oppe i skredbanenes respektive kløfter. Ulike erosjons- og forvittringsmekanismer har trolig ført til masseutfall ned i kløftene, hvor da massene har blitt akkumulert over tid. Da den intensive nedbøren kom den aktuelle dagen på Øster-Ottem, kan vannet ha blitt kanalisert i kløftene og satt løsmassene i bevegelse. Når vann kanaliseres vil det få større strømningshastighet, og løsmassene ligger i skråninger med  $> 45$  graders helning, som er over normal skredvinkel for de fleste skredtyper (e.g. Øystese, 2011). Så selv om

skredmateriale normalt er godt kantet, som gir en stabiliserende effekt, vil vannet kunne skubbe i løsmassene og sette dem i bevegelse. Når massene først er i bevegelse plukker de med seg mer materiale på veien, og akkumuleres slik nedover fjellsiden.

Skred nr. 1 og 2 har mange likhetstrekk; kløftene oppe i fjellsiden har ca. samme størrelse, skredbanene er ca. like lange, de har begge lange skredvifter, skredmaterialets fraksjoner er tilnærmet like, i tillegg går de to skredbanene sammen på ett punkt og avsettes sammen. Det kan virke som skredmassene har hatt stor hastighet, da store steiner og blokker var blant materialet som ble avsatt helt nede ved veien. Som en kan se av fronten av skredavsetningen, så har de kombinerte massene hatt tilnærmet samme rekkevidde, og stoppet nedenfor veien i form av det som kan tolkes som en endelobe (som beskrevet i Blikra et al., 1989). Kun de minste fragmentene av materialet nådde helt ned til elven, hvor det fort ble transportert videre ned elven.

Hastighet, skredmaterialet og avsetningsform for skred nr. 1 og 2 stemmer bra med Blikra et al. (1989) sin beskrivelse av grov massestrøm.

Skred nr. 3 derimot, skiller seg noe ut i forhold til de to andre skredene. Det første som skiller seg ut er kløften, som både er dypere og lengre enn de to andre (se figur 5 side 11). Løsneområdet er mest sannsynlig oppe i kløften, men det vites ikke hvor i kløften massebevegelsene startet. Siden kløften strekker seg langt nedover fjellsiden, og løsneområdet ikke er detektert, er skredbanen(e) målt til å være ca. 1 km lang fra nedre del av kløfta og ned til veien. I motsetning til de to andre skredene har dette skredet tre forgreninger, der to av disse går helt ned til veien, men en ser også forskjeller i skredavsetningen for dette skredet. Inne i skogområdet kan en se at det er avsatt levéer (se bilde 3 i figur 23), men levéene er ikke like store som hos de to andre skredavsetningene. Det kan virke som de største skredfraksjonene ble avsatt tidlig for skred nr. 3 da kun mindre blokker og stein (samt mindre fraksjoner) ble avsatt i utløpsområdet. Det kan late til at de større fraksjonene har blitt båret fram på en såle av finfragmentert materiale og vann, for de grove fraksjonene i utløpsområdet ligger oppå/i finere masser (se bilde 4 og 5 figur 24). Det som kanskje er en av de tydeligste forskjellene som skiller skred nr. 3 fra skred nr. 1 og 2, er utløpsområdet. I stedet for å avsettes som en tett lobeformet avsetning, er skredavsetningene spredd i en vifteform utover kornåkeren.

Med tanke på distribusjonen av materialet i skred nr. 3 og den tydelige vannbanen (se bilde 5 figur 24), har det sannsynligvis vært mer vann i disse skredmassene, enn for skred nr. 1 og 2. Denne teorien kan støttes med tanke på størrelsen på kløften til skred nr. 3. For pga. kløftens størrelse vil den også ha et større nedbørsfelt, og dermed kunne ta opp mer vann enn de to andre kløftene (Rosvold, 2013).

Det antas at vannet, som har satt massene i de individuelle kløftene i bevegelse, trenger ned i skredviftene og blir grunnvann når vannet treffer viften. Skredmassene, som allerede er i bevegelse, fortsetter en gravitasjonsbettinget bevegelsen nedover skråningen som en massestrøm (Blikra et al., 1989).

Selv om skred nr. 3 avviker noe fra skred nr. 1 og 2, så stemmer fortsatt Blikra et al. (1989) sin beskrivelse for grove massestrømmer. Siden skred nr. 3 har kortere skredbane og slakere helningsgrad på viften, antas det at skredmassene ikke hadde tilstrekkelig hastighet til å frakte skredmassene tilsvarende som skred 1 og 2. I stedet antas det at skredmassene for skred nr. 3 kan ha hatt større vanninnhold (pga. at kløften har større nedbørsfelt), og på den måten distribuert massene i en vifteformet avsetning.

Utløpsområdet til skred nr. 3 kan samsvare med et flomskredlignende skred. Den aktuelle massestrømmen hadde tydelig mer vannbasert drivkraft i utløpsområdet enn de to andre, da skredet ble spredt utover, i stedet for å bli avsatt i en mer konsentrert avsetning. Blikra et al (1989) opplyser at det trolig kan forekomme overgangsformer mellom massestrømsprosess og fluvial prosess. Avsetningen til skred nr. 3 kan potensielt være en slik overgangsform.

#### 4.5 Analyse av potensialet for tilsvarende skred andre steder i Sunndalen

Det har blitt observert flere potensielle skredområder i Sunndalen, men det er blitt valgt tre områder som har skilt seg ut. Den første lokaliteten er Molykkja, en lokalitet hvor en tydelig kan se at det er skredaktivitet. Det er flere skredbaner i området, men en av skredbanene kommer ned rett bak et bebyggd område, noe som gjorde akkurat denne skredbanen ekstra interessant. Det som er spesielt bemerkelsesverdig er at det for dette aktuelle området, ligger løsmassene helt opp til ca. 800 moh. (figur 28). Anne Nerland som jobber med ROS-analyse for Sunndal kommune, har bemerket at det er vanlig at det går snøskred i det aktuelle området, men at disse har stoppet i god avstand fra bebyggelsen tidligere. Av betingelsene som må være til stede for at et skred skal

kunne gå, så er helningsfaktoren til stede, da store deler av skråningen ligger på mellom 30 og 40 graders helning, og opp mot 62 graders helning oppe i fjellpartiet. Det er store mengder løsmasser i skråningen, som også er en av betingelsene for at det skal kunne gå skred. Det som er avgjørende er hvor stabilt løsmassene ligger og til slutt; om det forekommer en utløsende faktor. Sammenlignet med Øster-Ottem mangler denne lokaliteten en dyp kløft ovenfor skredbanen, hvor løsmasser kan samles, og få et tilsvarende hendelsesforløp som på Øster-Ottem. Ved langvarig nedbør (som øker poretrykket i de finkornede løsmassene), og f. eks. et steinsprang, vil materialet kunne settes i bevegelse. Også ved kort, intensiv nedbør kan vannmassene kanaliseres i skredbanen, noe som øker hastigheten på vannmassene og potensielt utløse et skred. Siden det er så mye løsmasser til stede i fjellsiden, kan et eventuelt skred potensielt bli veldig stort. Hvis det går et skred til høyre for levéene til høyre (tegnet inn på figur 27), vil skredmassene mest sannsynlig bli ledet mot høyre og utenfor fare for bebyggelsen. Men hvis skredet går mellom levéene, vil de kunne fungere som en styring ned mot bebyggelsen. Levéene til venstre går ikke like langt ned som den til høyre, noe som kan gi skredmassene mulighet til å gå mot venstre. Til venstre er det tett vegetasjon som igjen kan være med på å styre skredmassene i retning av det åpne området, og da er bebyggelsen igjen innenfor faresonen. Sannsynligheten for at et evt. skred går utenfor den etablerte skredbanen er ikke så stor, da det er så bratt der. Potensialet for et skred avhenger i stor grad av hvor store masser som akkumuleres, noe som er vanskelig å forutse.

Den andre lokaliteten er Romfo, og denne lokaliteten ble valgt da det hadde veldig mange likhetstrekk med skredområdet på Øster-Ottem. Det som først og fremst setter likhetstegn er at områdene strukturgeologisk/topografisk sett er veldig like. Det er store kløfter oppe i fjellsiden og det kommer kanaler/skredbaner ned fra disse kløftene, som igjen ender på store skredvifter. Dette er nok den lokaliteten som har flest likhetstrekk med Øster-Ottem, og det antas at det ved et tilsvarende tordenvær over Romfo, vil være høy sannsynlighet for en lignende skredhendelse (så sant skred betingelsene er til stede). Det som er den største forskjellen på Romfo og Øster-Ottem er området for skredutløpet. Skredutløpet på Øster-Ottem gikk ut over en vei, mens utløpsområdet på Romfo potensielt vil være på en stor åker. Fare for liv/helse og andre materielle skader vil selvfølgelig avhenge av hvor mye tid folk tilbringer på de enkelte utløpsområdene. Selv om bonden kanskje tilbringer mer tid på åkeren enn det til sammen ferdes folk på veien på Øster-Ottem, er det fortsatt veien som vil ha størst bekymringsgrunnlag for kommunen.

Den tredje lokaliteten er den fjerde kanalen/skredbanen, som ligger vest for skred nr. 1 på Øster-Ottem. Denne lokaliteten tas med fordi utløpsområdet går over en vei, og en fikk se de potensielle skadene og potensielle konsekvenser sommeren 2013. Hvorfor det ikke gikk skred i denne kanalen/skredbanen vites ikke. En vet for så vidt ikke om det var skredbevegelser der, men om det var så kom det hvert fall ikke langt nok ned til å utgjøre et problem i forbindelse med veien. Det kan ha vært for lite løsmasser til stede, det kan hende at mesteparten av vannmassene ble drenert til grunnvann, eller det kan være at løsmassene lå stabilt nok til å tåle nedbøren. Det en vet er at betingelsen for helningsgraden er til stede, da skråningen har mellom 30 og 40 graders helning. På bilder fra Norge i 3D kan en se at det er en skredvifte i forbindelse med denne skredbanen, noe som indikerer at, selv om det ikke gikk skred helt ned til veien denne gangen, så har det gjort det tidligere.

## Kapittel 5 – Konklusjon

Hovedmålet med denne oppgaven har vært å beskrive og gi en geologisk vurdering av skredene som gikk på Øster-Ottem den 26.07.2013. Samt beskrive og vurdere de klimatiske forholdene som førte til hendelsen. Del to av oppgaven var å analysere dalen, for å finne områder med potensiale for tilsvarende skred.

De tre skredene på Øster-Ottem har så mange likhetstrekk at de anses å være av samme skredtype alle tre. Skredene gikk i løse masser som var avsatt fra tidligere masseforflyninger (hovedsakelig forvitring- og skredavsetninger).

De tre skredene på Øster-Ottem har likhetstrekk som samsvarer med Blikra et al. (1989) sin klassifisering av grove massestrømmer. Skred nr. 1 og 2 er to separate massestrømmer som forenes og avsettes som en endelobe. Skred nr. 3 skiller seg noe fra skred nr. 1 og 2, da kløften er noe større, skredbanen noe kortere og avsetningene er avsatt i vifteform. Skredet klassifiseres likevel som grov massestrøm, der utløpsområdet potensielt kan være en overgangsform fra massestrømsprosess til en mer fluvial prosess.

Det kraftige regnskylllet som kom i forbindelse med tordenbygen den aktuelle dagen, anses som den utløsende faktoren for alle tre skredene på Øster-Ottem. Det kraftige regnskylllet har sannsynligvis satt masser (i de individuelle kløftene) i bevegelse og utløst skredet.

Klimafremskrivene konkluderer med at det vil bli mer nedbør i fremtiden, og det antas også at det vil forekomme flere intensive regnskyll i den forbindelse, noe som øker sannsynligheten for flere skred i området.

Det er gjort analyse for tre andre områder i Sunndalen, hvor det potensielt kan skje tilsvarende skredhendelser. Molykkja, Romfo og den fjerde skredbanen på Øster-Ottem, er de områdene som anses som potensielle områder for at tilsvarende skred skal kunne forekomme.



## Kapittel 6 - ROS-analyse

ROS-analyse står for Risiko- Og Sårbarhetsanalyse. Det går ut på å kartlegge sannsynlighet og konsekvenser for uønskede hendelser, som i denne oppgaven vil være for skred. Ved å bruke ROS-analyse kan en prioritere risikoområder og planlegge tiltak for å forhindre skred, eller redusere konsekvensene av dem dersom de skulle oppstå. En ROS-analyse er hovedsakelig en kvalitativ risikovurdering, som bygger på faglig skjønn og erfaring (Kunnskapscenteret, 2014a).

ROS-analysen gjelder for to av de tre potensielle skredlokalitetene som brukes i oppgaven; Øster-Ottem og Molykkja.

### 6.1 Hvorfor utføre ROS-analyse?

Kommunene er lovpålagt å gjennomføre ROS-analyse (av Plan- og bygningsloven og Sivilbeskyttelsesloven § 14). Analysen skal inngå i blant annet arealplanleggingen til hver enkelt kommune, og skal vise en sammenheng mellom fremtidig samfunnsutvikling og arealbruk.

Kunnskap og kartlegging av de ulike kommuners risiko og sårbarhet gjør at man f. eks. kan unngå å planlegge arealbruk som kan gi økt risiko og sårbarhet i fremtiden. Det stilles krav om risiko- og sårbarhetsanalyser i to lover og på ulike nivå (DSB, 2011a):

1. *Iht. kommunal beredskapsplikt skal alle uønskede hendelser som kan oppstå i kommunen som geografisk område vurderes, også hendelser som ikke nødvendigvis er arealbetinget og i områder som allerede er utbygd.*
2. *Plan- og bygningsloven stiller på sin side krav til gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyse knyttet til utbyggingsplaner. Funn fra analysene integreres og følges opp gjennom arealplanleggingen (DSB, 2011a).*

Byggeteknisk forskrift (TEK 10): Kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger, spesielt § 7-3 og § 7-4 er rettet mot de problemstillinger som denne analysen skal omhandle.

#### *§ 7-3: Sikkerhet mot skred*

1. *Byggverk hvor konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område.*
2. *For byggverk i skredfareområder skal sikkerhetsklasse for skred fastsettes. Byggverk og tilhørende uteareal skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred, herunder sekundærvirkninger av skred, slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen*

*nedenfor ikke overskrides (Direktoratet for byggkvalitet, 2014a).*

*«§ 7-4: Sikkerhet mot skred. Unntak for flodbølge som skyldes fjellskred.*

- 1. For byggverk som ikke omfattes av § 7-3 første ledd kan det likevel tillates utbygging i områder med fare for flodbølger som skyldes fjellskred, der alle følgende vilkår er oppfylt:
  - a. konsekvensene av byggerestriksjoner er alvorlige og utbygging er av avgjørende samfunnsmessig betydning,*
  - b. personsikkerheten er ivaretatt ved et forsvarlig beredskapssystem som er basert på sanntids overvåkning, varsling og evakuering, og det er foretatt en særskilt vurdering av om det skal være restriksjoner for oppføring av byggverk som er vanskelige å evakuere. Varslingstiden skal ikke være kortere enn 72 timer og evakueringstiden skal være på maksimum 12 timer,*
  - c. det finnes ikke andre alternativer, hensiktsmessige og sikre byggearealer,*
  - d. fysiske sikringstiltak mot sekundære virkninger av fjellskred er utredet, og*
  - e. utbyggingen er avklart i regional plan, kommuneplanens arealdel eller reguleringsplan (områderegulering), herunder gjennom konsekvensutredning.**
- 2. Mindre tilbygg, påbygg eller underbygging av eksisterende byggverk kan tillates uten krav om plan etter første ledd bokstav e og dispensasjon etter plan- og bygningsloven kapittel 19, så fremt utvidelsen ikke medfører økt fare for skade på liv og helse» (Direktoratet for byggkvalitet, 2014b).*

For mer detaljerte opplysninger rundt lovpåleggingene, se: Veileder - ROS-analyser i arealplanlegging, Fylkesmannen i Oslo og Akershus et al. (2013) eller lovdata.no.

## 6.2 Hvordan utføres en ROS-analyse

Det er tatt utgangspunkt i en eksempel-mal for ROS-analyse brukt hos Sørlandet sykehus (Kunnskapssenteret, 2014a), samt veileder for TEK10 - innen sikkerhet mot skred (Direktoratet for byggkvalitet, 2012). Hovedtrekkene av analysen tatt ut i fra eksempel-malen, men det er gjort endringer i tabellene, slik at de passer til akkurat denne analysen. Endringene er gjort ut i fra beskrivelser i TEK10-veilederen og detaljer fra Sunndal kommunes ROS (Vedlegg 2). Malen tar med de viktigste punktene i ROS-analysen uten at kandidaten trenger å gå inn på tema som ikke er relatert til selve analysen for skredene.

Analysen baseres på fem punkt:

1. Definer et analyseområde, dvs et organisatorisk, geografisk eller funksjonelt nivå som skal analyseres. Involver flest mulig som er berørt av det gitte området for best mulig kartlegging.
2. Definer de uønskede hendelsene som kan inntreffe. Hver uønskede hendelse konkretiseres og formuleres så presist som mulig.
3. Gjennomfør en analyse av hver hendelse ut fra punktene nedenfor. Lag gjerne et standard skjema / standardoppsett som er felles for analysen av alle hendelsene.
  - a. **Mulige årsaker til hendelsene** listes opp. For hver årsak beskrives de eksisterende og nye forebyggende tiltak.
  - b. **Hvor ofte** inntreffer hendelsen? Angi hyppighet hvis det er gjort målinger (f.eks. avviksregistrering).
  - c. **Konsekvensene** av den uønskede hendelsen beskrives. Definer dette for ulike konsekvensområder, som for eksempel pasient, personell, materiell, tjenesteproduksjon og nærmiljø.
  - d. **Skadebegrensende** tiltak, eksisterende og nye mulige tiltak beskrives.
  - e. **Risikoanalyse** basert på vurdering av **sannsynlighet** og **konsekvens**: Anslå sannsynligheten og konsekvensen for at hendelsen kan inntreffe. På bakgrunn av anslått sannsynlighet og konsekvenser anslås risikoen for den uønskede hendelsen.
  - f. **Risikoreduserende tiltak** foreslås i prioritert rekkefølge av den som utfører analysen.
4. Skaff oversikt over de ulike hendelsene som er blitt beskrevet, og sorter dem ut fra risikonivå, årsaksfaktorer, foreslåtte tiltak og/ eller tema.
5. Analyser hendelsene. Vurder om ansvarsforholdene er klart nok definerte. Analysen vil være en del av grunnlaget når ansvarlig leder tar beslutning om videre oppfølging og tiltak (Kunnskapssenteret, 2014a).

I forbindelse med ROS-analyse blir det gjerne brukt GIS (geografiske informasjonssystemer), som hjelpemiddel for å avdekke risiko og sårbarhet. GIS er et kartdataverktøy, som kan sammenstille risikable og sårbare objekter digitalt, og gir en unik oversikt over mulige faktorer, som en kanskje ikke ville sett uten. I denne oppgaven er ikke GIS brukt som hjelpemiddel. I stedet er kart fra norgeskart.no, Norge i 3D, NGUs berggrunns- og løsmassekart, Norge i bilder og Sunndal kommunes skredkart brukt som erstatning for GIS (Fylkesmannen i Oslo & Akershus et al., 2013).

I tillegg er det vanlig å få laget aktsomhetskart og/eller faresonekart for områdene, for å gi mer detaljerte opplysninger for områdene. Sunndal kommune har aktsomhetskart for steinsprang, snøskred, men ikke for løsmasseskred – det er under utarbeiding, så det vil heller ikke bli tatt i bruk i denne analysen.

For en av lokalitetene (Molykkja) er det laget en RAMMS-modell. RAMMS står for Rapid Mass Movement System, og er en to-dimensjonal dynamisk modellering av raske massebevegelser i et 3D alpint terreng (RAMMS (2014b)). Dette er et skredmodelleringsprogram, som en kan bruke for å lage et «hendelsesforløp» av skred, og forhåpentligvis kan en ved hjelp av programmet, planlegge sikringstiltak før det skjer en ulykke. Det skal legges til at modelleringsprogrammet har sine begrensninger:

Inputdataene i simuleringene er kun basert på bilder og egne antagelser. Det er derfor knyttet noe usikkerhet til resultatene (Bartel et al., 2013). RAMMS er en 3-dimensjonal numerisk modell som er bygd på Voellmys hydrauliske strømmingsteori i en åpen kanal (RAMMS, 2014a). Modellen er utviklet i Sveits, og er kalibrert etter fullskala testforsøk gjort med snøskred i alpene, og er derfor ikke tilpasset norske skredløp (Bartel et al., 2013). Gunne Håland, som har laget RAMMS-modellene for denne oppgaven, legger til en annen utfordring med RAMMS er å ha en god nok digital terrengmodell, som klarer å fange opp små terrengformasjoner som påvirker oppførselen til skredene. I tillegg er skredvolum en utfordrende inputparameter å vurdere. Dette kan være noen av årsakene til avvik fra observerte skred. Modellen vil aldri simulere virkeligheten, og er kun et hjelpemiddel i vurderingen av skredutbredelse og hastighet.

### 6.3 ROS-analyse for Sunndal kommune

Analysen tar utgangspunkt i de fem punktene som står i eksempel-malen (som vist ovenfor) fra Kunnskapssenteret (2014a), i tillegg til Direktoratet for byggkvalitet (2012) sin TEK10-veileder innen sikkerhet mot skred, og Sunndal kommunes konsekvensgradering (se Vedlegg 2).

Tabell 6 viser inndelingen for sannsynlighet, med tilhørende skår. Og tabell 7 viser inndelingen for konsekvens for liv og helse og for økonomisk konsekvens, med tilhørende skår. Skår for konsekvens og sannsynlighet multipliseres og settes inn i en risikomatrix (tabell 8).

**Tabell 6: Viser terskelverdier for sannsynlighet for at en hendels inntreffer (Kunnskapssenteret, 2014c), (Direktoratet for byggkvalitet, 2012).**

<b>Største nominelle årlige sannsynlighet</b>	<b>Skår:</b>
<b>&gt; 1/100</b>	3
<b>1/1000 – 1/ 100</b>	2
<b>&lt; 1/1000</b>	1

**Tabell 7: Viser terskelverdier for konsekvenser dersom hendelsen inntreffer (Kunnskapssenteret, 2014c), (Direktoratet for byggkvalitet, 2012), (Vedlegg 2).**

<b>Konsekvens for liv og helse:</b>	<b>Økonomisk konsekvens:</b>	<b>Skår:</b>
<b>Katastrofe:</b> Minst 6 døde og/eller minst 16 alvorlig skadd og/eller minst 26 evakuerte	Over 50 mill. kr	4
<b>Kritisk:</b> 1-5 døde og/eller 1-15 alvorlig skadet og/eller 1-25 evakuerte	10 – 50 mill. kr	3
<b>Farlig:</b> Få, men alvorlige personskader	2 – 10 mill. kr	2
<b>En viss fare:</b> Få og små personskader	0,5 – 2 mill. kr	1

**Tabell 8: Risikomatrix basert på Sunndal kommunes graderingstabell for konsekvenser (Vedlegg 2), og største nominelle årlige sannsynlighet. Nedenfor tabellen er det en beskrivelse for hver inndeling/skår i risikomatriksen.**

Sted	En viss fare	Farlig	Kritisk	Katastrofe
> 1/100	3	6	9	12
100 – 1000 år	2	4	6	8
< 1/1000	1	2	3	4

Dersom hendelsen får skår:

- 8-12 (rød farge) blir risikoen vurdert som høy. Høy risiko vil som oftest kreve strakstiltak.
- 3-6 (oransje farge) blir risikoen vurdert som middels. Risikoreduserende tiltak skal vurderes ved middels risiko.
- 1-2 (grønn farge) blir risikoen vurdert som liten. Ved liten risiko er det ofte ikke nødvendig å iverksette risikoreduserende tiltak, så fremt krav i lov og forskrift er oppfylt.

For denne oppgaven vil det bli laget to risikomatriser; en for Øster-Ottem (X) og en for Molykkja(Y). Hver enkelt risikomatrix skal inneholde punktene:

- 1) Økonomisk vurdering ved skred på veien (X<sub>1</sub> og Y<sub>1</sub>).
- 2) Økonomisk vurdering ved skred i forbindelse med bebyggelse (X<sub>2</sub> og Y<sub>2</sub>).
- 3) Vurdering for liv og helse ved skred med folk på veien (X<sub>3</sub> og Y<sub>3</sub>).
- 3) Vurdering for liv og helse, ved skred i forbindelse med bebyggelse (X<sub>4</sub> og Y<sub>4</sub>)

Det vil være separate analyser (og risikomatriser) for Øster-Ottem og Molykkja. Inn under Øster-Ottem kommer de tre hovedskredene og det potensielle fjerde skredet, som er nevnt under «andre potensielle skredområder».

Romfo tas ikke med i ROS-analysen, da et eventuelt skred vil ha utløpsområde på en dyrket mark. Dette er et område som ikke inngår direkte i kommunens arealplanlegging, men det nevnes likevel at det er svært sannsynlig at ett eller flere skred kan forekomme der. Folk som oppholder

seg i området vil kunne komme til skade eller i verste fall miste livet hvis de blir tatt av et skred. De største materielle skadene anses å være skade på dyrket mark.

### **Øster-Ottem:**

1. Analyseområdet er geografisk avgrenset til Øster-Ottem i Sunndalen (se figur 10 side 20 i masteropp-gaven). Det er tre bygninger i området, men ingen fastboende (den ene bygningen blir brukt som hytte). I tillegg går det en privat veg langs med elven både østover og vestover. Personer som kan bli berørt av en uønsket hendelse er de som eventuelt oppholder seg på hytta eller veien.
2. Uønsket hendelse for området er skredaktivitet. 26.07.2013 gikk det tre flomskred/grove massestrømmer på stedet. Alle tre skredene krysset da den private vei, hvor to jenter i bil nesten ble tatt av skredmassene.
3. Analyse av hendelsen:

#### **Mulige årsaker til hendelsen:**

Årsaken til den uønskede hendelsen (her løsmasseskred) kan være mange, men hovedsakelig utløses skred pga. bratt skråningshelning, mye løsmasser på stedet, dårlig stabilitet i løsmassene på stedet og en form for utløsende faktor (f.eks. kraftig intensiv nedbør eller menneskelig aktivitet). Her er det kun menneskelig aktivitet en kan ha noe kontroll over, da de andre punktene er naturlige prosesser som er vanskelig å avverge.

#### **Hvor ofte inntreffer hendelsen:**

Ingen målinger er gjort for hyppighet for hendelsen, men hendelsen sommeren 2013 bekrefter at det forekommer skred i området, de tydelige skredviftene antyder at det ikke var første gang det gikk skred på Øster-Ottem, og det blir høyst sannsynlig ikke siste gang det går skred i området. Området har fire tydelige skredbaner, med tilhørende skredvifter. I tre av skredbanene gikk det skred sommeren 2013, men i den fjerde skredbanen gikk det ikke skred den gangen. Både veien og til dels hytta er lokalisert i skredbanenes

utløpsområde, noe som gjør at fremtidige skred vil kunne berøre folk som ferdes på veien eller folk som bor på hytten. Det hadde vært nyttig for analysen å visst hyppigheten for denne type kraftig nedbør, men i mangel av målestasjoner for området vil det være problematisk å beregne returperiode.

#### **Konsekvenser av uønsket hendelse:**

I og med at det er et område der folk ferdes/oppholder seg er en uønsket hendelse at disse menneskene kommer til skade, eller i verste fall miste livet. Det vil også kunne gjøre materielle skader på bebyggelsen, veien og dyrket mark i området.

#### **Skadebegrensning:**

Det er per dags dato (08.05.2014) ingen skadebegrensende tiltak i området. Alternative tiltak som kan utføres er skredvoller som leder skredmassene vekk i forbindelse med bebyggelsen, i tillegg til kanalisering av skredbanene helt ned til elven med bruer over kanalene. Da kan skredmasser gå under veien og ut i elven. Det kan være vanskelig å dimensjonere hvor store skred som kan forekomme, så sjansen for at skredene likevel vil gå over veien og ødelegge den, er fortsatt til stede selv med et slikt tiltak. En kan alternativt bygge skredvoller for hver enkelt skredbane og fjerne skredmasser for hver gang det har gått skred.

#### **Risikoanalyse:**

Risikoanalysen baseres på vurdering av konsekvens og sannsynlighet av at hendelsen kan inntreffe. I dette tilfellet vil det være en vurdering av konsekvens og sannsynlighet for hvorvidt fremtidige skred vil påvirke bebyggelse og vei på Øster-Ottem. Ved hjelp av tabell 6 og 7 gis konsekvens og sannsynlighet en skår, og denne skåren brukes i en risikomatrise (tabell 9).

Vurderingen av sannsynlighet for at det kan forekomme skred på Øster-Ottem i fremtiden, er i grunn nevnt ovenfor; det er store skredvifter på stedet som indikerer at det har vært skredaktivitet der før, og det kom ikke bare ett, men tre skred sommeren 2013. Disse indikatorene ligger til grunn da det antas at sannsynligheten for at det kommer til å gå



skred ved et senere tidspunkt så absolutt er til stede. Da dette er avgjort skal det videre vurderes hvor sannsynlig det er for at en skredhendelse kan forekomme. Dette er vanskelig å vurdere, da det så å si er umulig å si når et eventuelt skred går neste gang. I dette tilfellet er det nylig gått tre skred i området, og sannsynligheten for at det går skred her igjen i nærmeste fremtid er mindre enn for eksempel for den fjerde skredbanen, hvor det ikke gikk skred helt ned til veien. Dette avhenger av om betingelsene for at et skred kan gå er oppfylt (skråning, løsmasser, stabilitet) i tillegg til utløsende faktor(er). Men det antas at størsteparten av løsmassene oppe i løsningsområdet kom ned sommeren 2013, og at det vil ta en del tid før det er igjen er nok løsmasser til at et større skred skal kunne forekomme. Det vil være mer sannsynlig om den fjerde skredbanen fører et skred før de tre skredbanene som førte skred sommeren 2013. Skredviftene er delvis dekt av vegetasjon, men skredbanene/kanalene var fri for vegetasjon (både før og etter skredene), som kan tyde på at det er hyppig massebevegelser der. I tillegg går det bekker langs skredbanene, som er med på å holde skredbanene åpne. Mest sannsynlig vil det gå skred i det aktuelle området innen 1000 år, da det er tydelig aktivitet i området. Mer sannsynlig er at det kommer til å gå skred i området igjen innen en hundre års periode.

**Tabell 9: Terskelverdier for konsekvens og sannsynlighet multipliseres, og settes inn i en risikomatrixe (Kunnskapssenteret, 2014c), (Vedlegg2). Begrunnelser for klassifiseringen beskrives nedenfor risikomatriksen.**

Øster-Ottem	En viss fare	Farlig	Kritisk	Katastrofe
> 1/100	3	X <sub>1</sub> 6	9	12
100 – 1000 år	X <sub>4</sub> 2	X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub> 4	6	8
< 1/1000	1	2	3	4

**X<sub>1</sub> (Økonomisk vurdering ved skred på veien):** Sannsynligheten for at det går skred er absolutt til stede, oftere enn hvert hundrede år. Det materielle skadepotensialet, og dermed også den økonomiske konsekvensen, avhenger av hvor stort et skred og hastigheten på det. For Øster-Ottem vil det i teorien være reparasjon av vei som vil bli den største kostnaden i forbindelse med

skred. I risikomatriksen kommer dette inn under middels risiko, som betyr at risikoreduserende tiltak bør vurderes.

**X<sub>2</sub> (Økonomisk vurdering ved skred i forbindelse med bebyggelse):** Det er tre bygninger i det aktuelle området, og et potensielt skred kan gi skader på mellom 2 og 10 millioner. Økonomisk konsekvens avhenger av hvor stor skade skredet gjør på bygningene. I risikomatriksen kommer dette inn under middels risiko, som betyr at risikoreduserende tiltak bør vurderes.

**X<sub>3</sub> (Vurdering for liv og helse ved skred med folk på veien):** Sannsynligheten for at det går skred er til stede, men sannsynligheten for at det er folk til stede er betydelig mindre. Det antas at sannsynligheten for dette vil være mellom 100 – 1000 år eller sjeldnere, men pga. hendelsen sommeren 2013 (hvor det var folk der i forbindelse med skred), velges det å bruke sannsynligheten 100-1000 år. For hendelsen sommeren 2013, ble det ingen personskader, men det kunne fort blitt kritisk hvis bilen hadde passert noen sekunder senere. Dermed er anses konsekvensrekkevidden helt opp til kritisk, men siden veien er lite trafikkert, degraderes det til farlig. I risikomatriksen kommer dette inn under middels risiko, som betyr at risikoreduserende tiltak bør vurderes.

**X<sub>4</sub> (Vurdering for liv og helse, ved skred i forbindelse med bebyggelse):** Sannsynligheten for skred er til stede, men sannsynligheten for at det er folk til stede i husene (som brukes som hytte), når det går skred, er minimal. Det anses derfor at sannsynligheten for at dette skal skje vil være 100 – 1000 år eller sjeldnere. I og med at sannsynligheten for at det er folk i huset når et skred går, vil også konsekvensen gå drastisk ned. Men hvis det går skred mens folk er der vil situasjonen anses som kritisk. I risikomatriksen kommer dette inn under liten risiko, som betyr at det ofte ikke er nødvendig å iverksette risikoreduserende tiltak, så fremt krav i lov og forskrift er oppfylt.

4. Dette er et punkt hvor ulike hendelser skal sorteres ut i fra risikonivå, årsaksfaktorer, foreslåtte tiltak og/eller tema. Her er det kun gjort en vurdering/analyse for en enkelt hendelse som kan forekomme. Denne hendelsen kan bestå av ett eller flere skred, men vurderes som én skredhendelse hvis de skjer på samme tid. Dermed anses de punktene ovenfor som så oversiktlig at det ikke behøves repetisjon i dette punktet.

5. Analyser hendelsen: For det aktuelle området har Sunndal kommune beredskapsansvar. I og med at det nå har vært en skredhendelse, regnes det med at kommunen er klar over potensielle situasjoner som kan oppstå på Øster-Ottem. Denne analysen konkluderer med at det vil komme flere skred i området, men hvilke tiltak som eventuelt gjennomføres bør vurderes ut fra hvor mange som ferdes i området til enhver tid. Det har ikke blitt sett på slike tall i denne analysen.

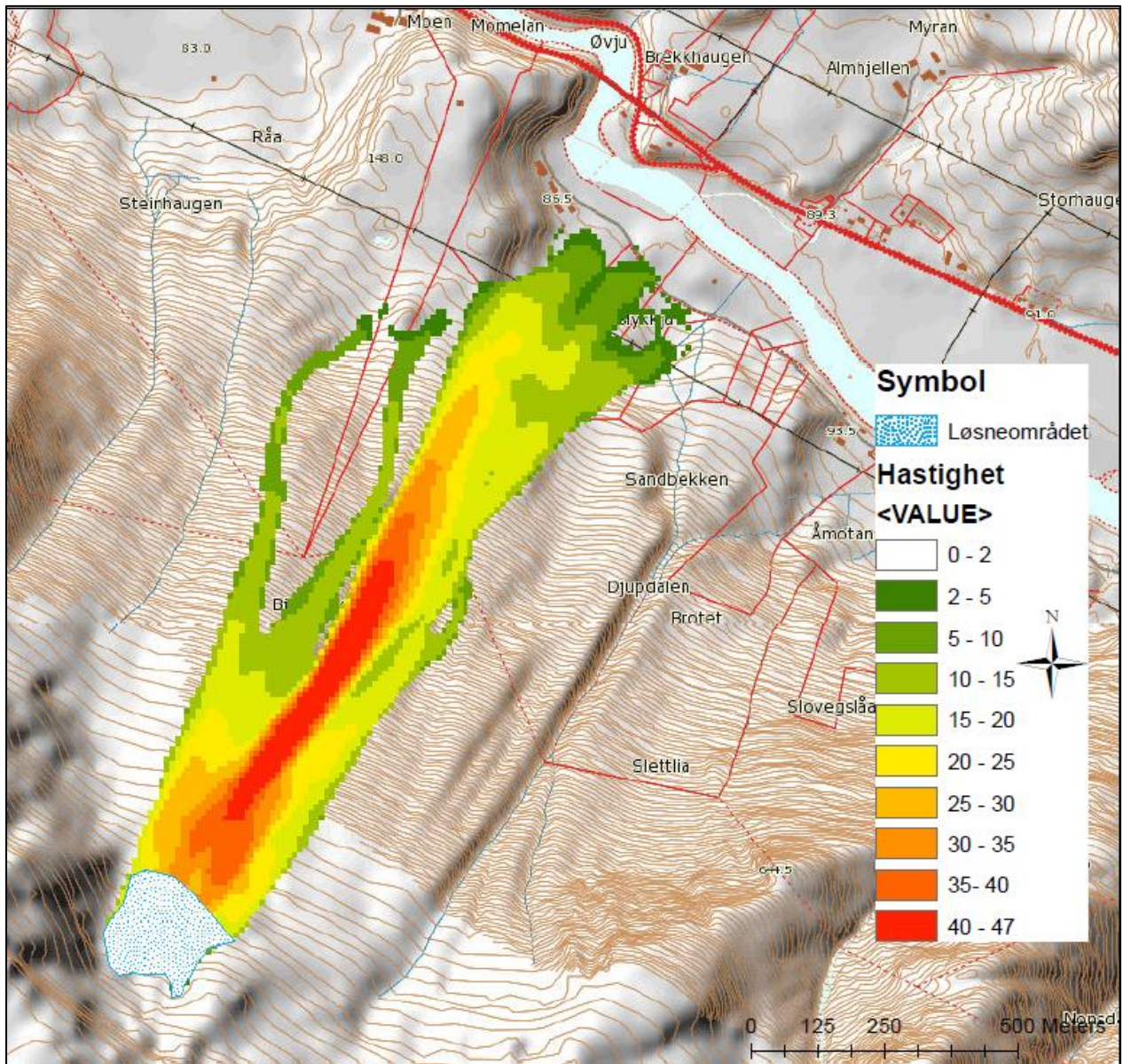
### **Molykkja:**

Dette er et område hvor det ikke er registrert løsmasseskred i form av jordskred og /eller flomskred før, men det er tydelig aktivitet i fjellsiden da det ikke er tett vegetert. Dette kommer mest sannsynlig av snøskredaktiviteten i området. Siden det ikke foreligger dokumentasjon for denne type skredaktivitet i området, er det blitt utført en RAMMS-modell for skredbanen.

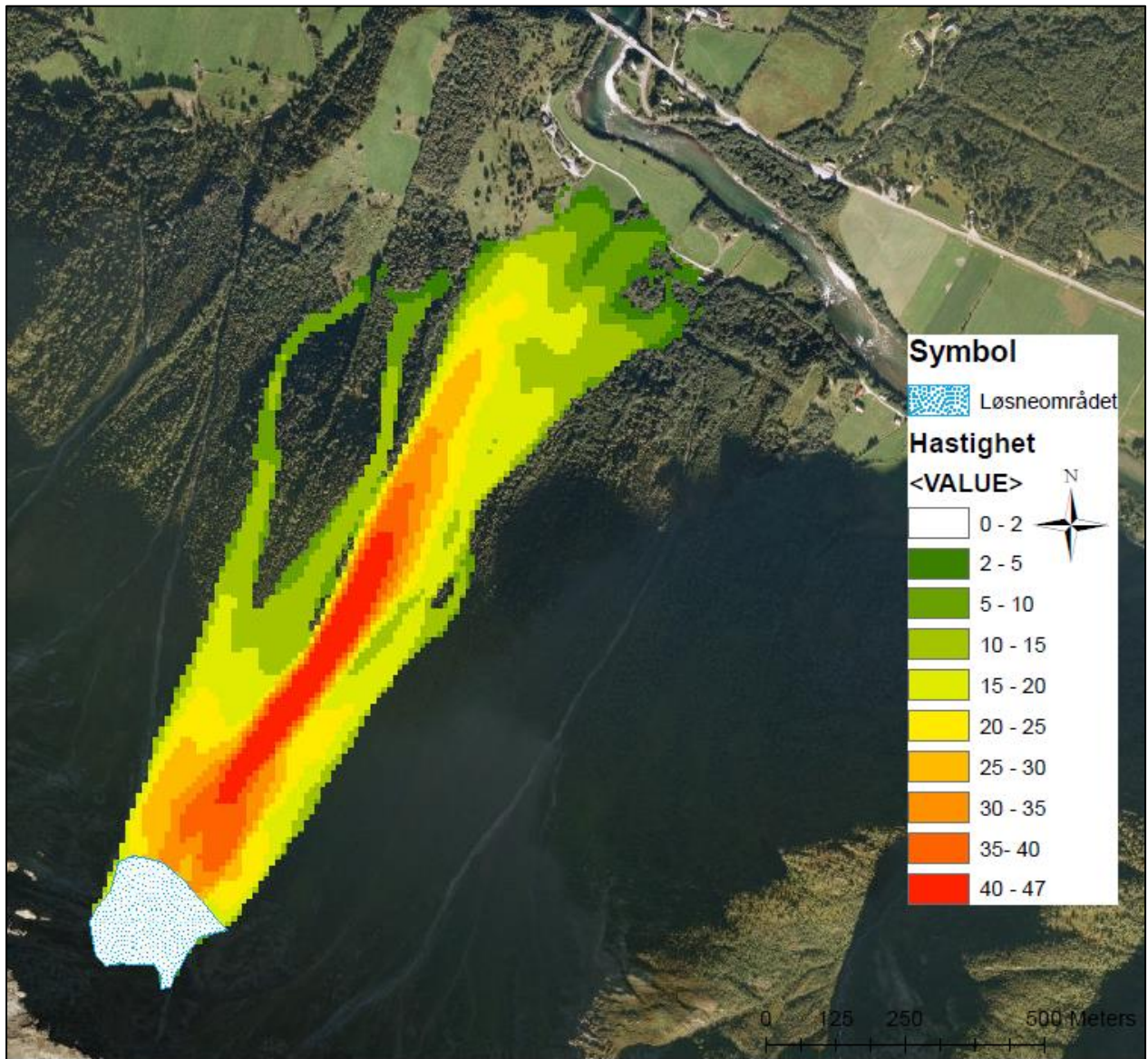
Siden en må ha lisens for å jobbe med RAMMS, ble Gunne Håland spurt om å lage en RAMMS-modell for Molykkja. Følgende kommentarer fra Håland fulgte modellen:

*«Det er vanskelig å vurdere størrelse på løsneområdet og skredene, når en ikke er kjent i området og ikke vet noe om tidligere skred som har gått. Løsneområdet er basert på helningskart og Norgei3d. Skredvolumet er på ca. 62 377 m<sup>3</sup>, noe som er et middels - stort skred.*

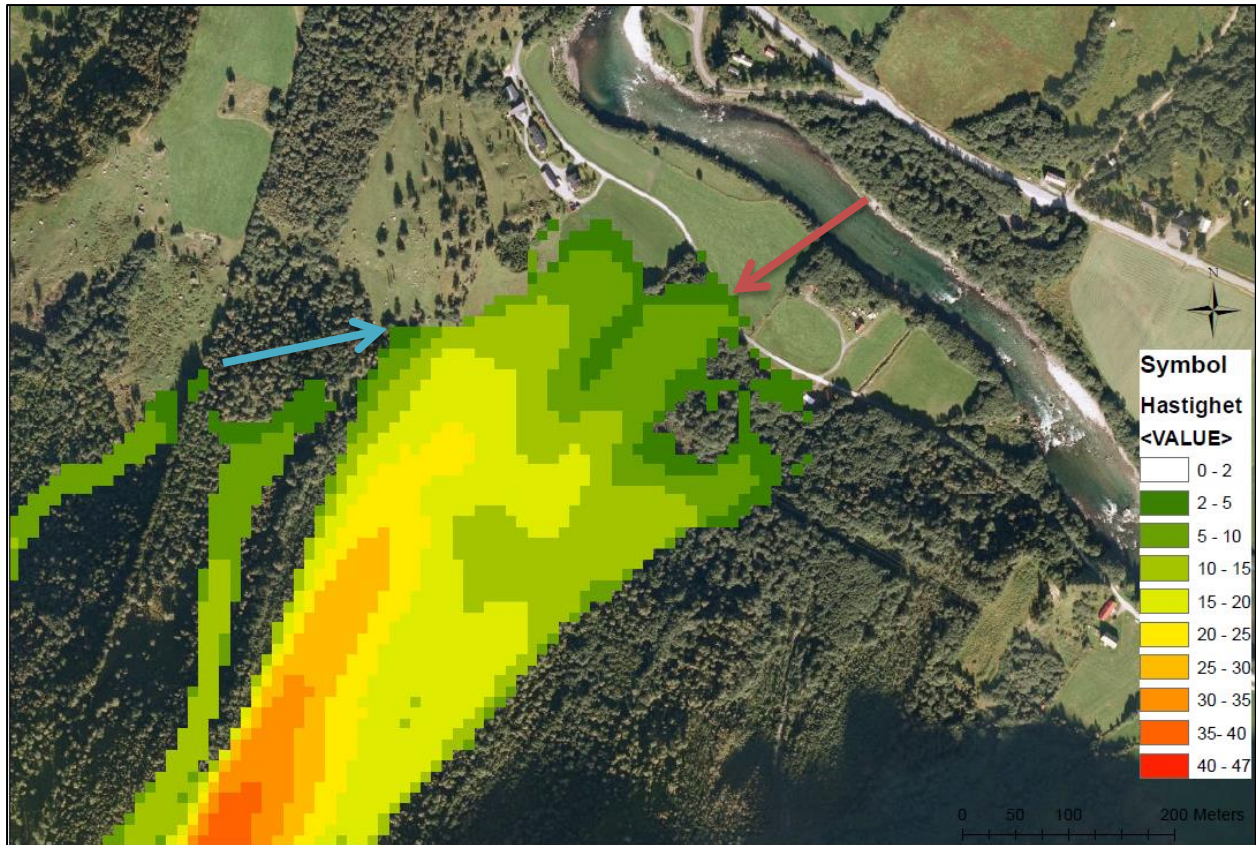
*Det antas at skredet har en returperiode på ca. 50 – 100 år. Simuleringen er basert på et tørrsnøskred, og skogen vil få redusert stoppeeffekt. Simuleringen er derfor gjort uten skog. Modellskredet får en maks hastighet på ca. 46 m/s, noe som ikke er urealistisk i dette skredløpet».*



Figur 45: Kart med høydekoter, som viser utbredelse og hastighetsgrader på det RAMMS-modellerte skredet (Ganne Håland, SVV).



**Figur 46:** Bilde viser hvordan skredets utbredelse og hastighet ser ut med terrengets reelle utseende (Gunne Håland, SVV).



**Figur 47: Nærbilde av utløpsområdet til det RAMMS-modellerte skredet (Gunn Håland). Blå pil viser hvor skredet begynner å gå mer mot øst. Rød pil viser hvor skredet når veien.**

1. Analyseområdet er geografisk avgrenset til Molykkja i Sunndalen (se figur 27 side 40). Det er seks bygninger (med smått og stort) på gården nedenfor det rasaktuelle området. Det er fastboende på gården, men det er usikkert hvor mange dette er. Nedenfor gården går det en vei, men det er ikke funnet navn på denne veien. Dette er en kommunal vei som går til flere husstander. For denne aktuelle analysen er det kun den førstnevnte gården som kan komme i konflikt med evt. et skred.
2. Uønsket hendelse for området er løsmasseskred i form av jordskred/flomskred. Det er ikke registrert denne type skred tidligere, men det går snøskred i det aktuelle området (årlig – hvis snøforholdene tilsier det).

### 3. Analyse av eventuell hendelse:

#### **Mulige årsaker til hendelsen:**

Det påpekes at det ikke har vært en hendelse, men det er en analyse om hvorvidt det kan skje en uønsket hendelse. Årsaker til hendelsen vil med stor sannsynlighet være naturlige, og kan forekomme hvis betingelsene for at et skred skal kunne utløses er til stede. Disse betingelsene er hovedsakelig; helningsgrad, tilgjengelige løsmasser, ustabile løsmasser og utløsende faktor. For dette aktuelle området er helningsgrad og løsmasser betingelser som er til stede, men hvor stabile/ustabile disse skredmassene er, vites ikke. I tillegg må det være en utløsende faktor, som f. eks. kan være steinsprang i oppbløtt materiale, eller kraftig nedbør.

#### **Hvor ofte inntreffer hendelsen:**

Som beskrevet ovenfor er det ingen dokumentasjon over om det har gått løsmasseskred i området, foruten snøskred. Det er derfor ikke mulig å antyde en tidsramme for hvor ofte andre løsmasseskred kan forekomme. Grunnen til at dette området vurderes er pga. potensialet av et skred.

#### **Konsekvenser av uønsket hendelse:**

Dette er et område hvor det bor og ferdes folk, i hus og på vei. En konsekvens av en uønsket skredhendelse her, vil være at mennesker blir skadet eller i verste fall mister livet. Dernest er det også uønsket at det blir materielle skader på hus, vei og dyrket mark.

#### **Skadebegrensning:**

Det er per dags dato (08.05.14) ingen skadebegrensende tiltak i området. Dette fordi at det ikke har gått løsmasseskred i området (som er dokumentert), foruten snøskred. Denne analysen blir gjort på grunnlag av «føre var» prinsippet, og i den forbindelse har det blitt laget en RAMMS-modell (se figur 45, 46 og 47), for å simulere hvordan et eventuelt skred kan utvikle seg. RAMMS-modellen er basert på et løsneområde som igjen er basert på antagelser ut i fra helningskart og Norge i 3D. Modelleringen resulterte i et skred på ca. 62 388 m<sup>3</sup>, som er et middels til stort skred. Nærbildet av utløpsområdet (figur 47) viser at husene på gården ikke har kommet til skade i denne modelleringen. Skuret lengst

mot øst, er den delen av bebyggelsen som ligger nærmest skredavsetningene. En kan se at skredet ved et punkt (se blå pil på figur 47) svinger av mot øst, og unngår slik bebyggelsen. Hvis en ser på figur 45, kan en se at det er en forhøyning der som mest sannsynlig leder skredet bort. Med tanke på at dette er en simulering (ikke virkelighet), må en også ta i betraktning at skredutbredele og hastighet kan avvike fra et reelt skred. Hvis skredet hadde vært større, kan det fortsatt potensielt gå helt ned til bebyggelsen. Med dette i bakhodet bør en vurdere å sette opp en skredvoll, som sikring/skadebegrensende tiltak.

Når en ser lengre øst på modellen (se rød pil figur 47), har noe av skredmassene nådd veien. Disse skredmassene vil potensielt ha en hastighet på 2 til 10 km/t (se figur 47), som ikke er så stor hastighet.

### **Risikoanalyse:**

Risikoanalysen baseres på vurdering av konsekvens og sannsynlighet av at hendelsen kan inntreffe. I dette tilfellet vil det være en vurdering av konsekvens og sannsynlighet for fremtidige skred på Øster-Ottem. Ved hjelp av tabell 6 og 7 gis konsekvens og sannsynlighet en skår, og denne skåren brukes i risikomatriksen (tabell 10).

Vurderingen av sannsynlighet for at det kan forekomme et løsmasseskred på Molykkja, har Gunne Håland vurdert ut fra RAMMS-modellen. Han antar at skredet har en returperiode på ca. 50 til 100 år, noe som gir et gjentaksintervall på  $< 1/100$ .



**Tabell 10: Terskelverdier for konsekvens og sannsynlighet multipliseres, og settes inn i en risikomatrix (Kunnskapssenteret, 2014c), (Vedlegg2). Begrunnelser for klassifiseringen beskrives nedenfor risikomatriksen.**

Molykkja	En viss fare	Farlig	Kritisk	Katastrofe
> 1/100	Y <sub>1</sub> 3	6	9	12
100 – 1000 år	2	Y <sub>2</sub> , Y <sub>3</sub> 4	6	8
< 1/1000	1	2	Y <sub>4</sub> 3	4

**Y<sub>1</sub> (Økonomisk vurdering ved skred på veien):** Tolkningen av RAMMS-modellen tilsier at det sannsynligvis vil gå skred i området oftere enn 100 år, og i den forbindelse vil dette få økonomiske konsekvenser. Konsekvensene avhenger av skredets ødeleggelser, som igjen avhenger av skredets størrelse og hastighet. Økonomisk konsekvens vil kunne være fra 0,5 til 2 millioner kroner.

**Y<sub>2</sub> (Økonomisk vurdering ved skred i forbindelse med bebyggelse):** Ut i fra RAMMS-modellen vil ikke et middels- til stort skred treffe bebyggelsen. En skal ikke bruke modelleringen som dokumentasjon for at det ikke kan skje, men det gir likevel et inntrykk av at det må et stort skred, med høy hastighet til før det evt. treffer bebyggelsen. Sannsynligheten degraderes derfor til 100 – 1000 år eller sjeldnere, for at et skred treffer bebyggelsen i området. Økonomisk konsekvens hvis et skred treffer bebyggelsen kan bli stor, i og med at det er seks bygninger på gården. Økonomisk konsekvens anses å ligge rundt 2 – 10 millioner kroner.

**Y<sub>3</sub> (Vurdering for liv og helse ved skred med folk på veien):** Denne veien anses å være noe mer trafikkert enn veien på Øster-Ottem, da det er mer bebyggelse oppover langs veien. Sjansen for at noen oppholder seg i området når det går skred, er likevel ikke stor. Sannsynligheten for at det skjer anses å være 100 – 1000 år eller sjeldnere. Hvis noen blir tatt av skred vil konsekvensen kunne være kritisk, men pga. sannsynligheten for at dette inntreffer degraderes det til «farlig».

**Y<sub>4</sub> (Vurdering for liv og helse, ved skred i forbindelse med bebyggelse):** Sjansen for at det går et skred inn i boligområdet anses å kunne skje mellom 100- 1000 år eller sjeldnere. Siden skredaktiviteten for løsmasseskred (foruten snøskred) er lav i området, vurderes sannsynligheten til å være 1000 år eller sjeldnere. I motsetning til på Øster-Ottem er det her mer sannsynlig at det

er folk i husene, hvis det skulle gå et skred, siden det er fastboende som bor der. Dette gjør at konsekvensene kan bli større.

Alle vurderingene kommer under oransje farge, som betyr at det vurderes som middels risiko, der risikoreduserende tiltak må vurderes.

4. Dette er et punkt hvor ulike hendelser skal sorteres ut i fra risikonivå, årsaksfaktorer, foreslåtte tiltak og/eller tema. Her er det kun gjort en vurdering/analyse for en enkelt hendelse som kan forekomme. Dermed anses de punktene ovenfor som så oversiktlig at det ikke behøves repetisjon i dette punktet.
  
5. Analyser hendelsen: Ved hjelp av en RAMMS-modell er skredfaren vurdert. Modellen viser at et middels- til stort skred kan forekomme på lokaliteten. Det vil sannsynligvis ikke vil gå inn i det bebygde området/gårdsområdet, men siden RAMMS kun er et hjelpemiddel, kan en ikke bruke det som en dokumentering på at dette ikke kan skje. Dermed er det antydnet at en skredvoll i bakkant av bebyggelsen kan være et skadebegrensende tiltak, som bør vurderes. Modellen viser også at skredet kan nå veien, og hvilke tiltak som eventuelt må gjennomføres bør vurderes ut fra hvor mange som ferdes i området til enhver tid. Det har ikke blitt sett på slike tall i denne analysen.

## Referanseliste:

- Bargel, T.H., Fergus, Å.T., Devoli, G., Orvedal, K., Peereboom, I., Øydvin, E.K., Stalsberg, K., Sletten, K., Fischer, L., Rubensdotter, L., Eilertsen, R. 2011. *Plan for skredfarekartlegging – Delrapport jordskred og flomskred*. Norges vassdrags- og energidirektorat NVE. Rapport nr. 16/2011.
- Bartel, P., Buehler, Y., Christen, M., Deubelbeiss, Y., Graf, C., McArdell, B., Salz, M., Schneider, M. 2013. *RAMMS – A numerical model for debrisflows in research and practice. User Manual v1.5 Debris flow*. WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF. Tilgjengelig fra: [http://ramms.slf.ch/ramms/downloads/RAMMS\\_DBF\\_Manual.pdf](http://ramms.slf.ch/ramms/downloads/RAMMS_DBF_Manual.pdf) (Hentet: 14.05.2014)
- Berntsen, Harriet. 2013. *Sunndal kommune – kraftsenteret på Nordmøre*, 22. april. Tilgjengelig fra: <http://www.sunndal.kommune.no/sunndal/om-sunndal/> (Hentet: 16.09.2013)
- Blikra L.H., Hole, P. A., Rye, N. 1989. *Skred i Norge – Hurtige massebevegelser og avsetningstyper i alpine områder, Indre Nordfjord*. Norges geologiske undersøkelse NGU, Trondheim: NGUs skrifter 92. 1-17.
- Bryhni, Inge. 2013. *Geologi Og Landformer I Norge*. Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: [http://snl.no/Geologi\\_og\\_landformer\\_i\\_Norge](http://snl.no/Geologi_og_landformer_i_Norge) (Hentet: 13.11.2013)
- Cruden, D.M. and Varnes, D.J. 1996. *Landslides types and processes*. In: Turner, A.K. and Schuster, R.L. (eds.): *Landslides – Investigation and Mitigation*. Special report 247, Transportation Research Board, National Research Council (U.S), p. 36-75.
- Direktoratet for byggkvalitet. 2012. *Veiledning om tekniske krav til byggverk § 7-3. Sikkerhet mot skred*. Tilgjengelig fra: [http://www3.bergen.kommune.no/BKSAK\\_filer/bksak%5C0%5CVEDLEGG%5C2013027872-3551518.pdf](http://www3.bergen.kommune.no/BKSAK_filer/bksak%5C0%5CVEDLEGG%5C2013027872-3551518.pdf) (Hentet: 14.05.2014)
- Direktoratet for byggkvalitet. 2014a. § 7-3 *Sikkerhet mot skred* Tilgjengelig fra: <http://byggeregler.dibk.no/dxp/content/tekniskekrav/7/3/> (Hentet: 12.05.2014)
- Direktoratet for byggkvalitet. 2014b. § 7-4 *Sikkerhet mot skred. Unntak for flodbølge som skyldes fjellskred*. Tilgjengelig fra: <http://byggeregler.dibk.no/dxp/content/tekniskekrav/7/4/> (Hentet: 12.05.2014)
- DSB. 2011a. *Samfunnssikkerhet i plan og bygningsloven*, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/pages/2191303/samfunnssikkerhet.pdf> (Hentet: 06.01.14)

- DSB. 2011b. *Fjellskred*. Tilgjengelig fra: <http://www.kriseinfo.no/Vaer-og-natur/Skred/Fjellskred/> (Hentet: 13.03.2014)
- DSB. 2013. *Nasjonalt risikobilde 2013 – katastrofer som kan ramme det norske samfunnet*. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. Tilgjengelig fra: [http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2013/Tema/NRB\\_2013.pdf](http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2013/Tema/NRB_2013.pdf) (Hentet 06.01.2014)
- Follestad, B. A. 1987. *Sunnalsøra 1420 III, Beskrivelse til kvartærgeologisk kart – M 1: 50 000*. NGUs skrifter 79, 1-32.
- Fossum, T. 2013. *Fanget i skred*, Adresseavisen, 26. juli. Tilgjengelig fra: <http://www.adressa.no/nyheter/moreromsdal/article7994141.ece> (Hentet: 18.09.2013)
- Fylkesmannen i Oslo & Akershus, Gjerdrum kommune, Kartverket, Statens vegvesen. 2013. *Veileder - ROS-analyser i arealplanlegging*, 20.06.2013.
- Harstveit, K. E. 2009. *Føn*. Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/f%C3%B8n> (Hentet: 04.12.2013)
- Highland, L. 2004. *Landslide Types and Processes*, USGS. Tilgjengelig fra: <http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/pdf/fs2004-3072.pdf> (Hentet: 13.11.2013)
- Jordal, J.B. 2004. *Et gløtt inn i Sunndalsnaturen – en kartlegging av viktig naturtyper*. Sunndal kommune, rapport. 262 s. Tilgjengelig fra: <http://www.fylkesmannen.no/Documents/Dokument%20FMMR/Milj%C3%B8%20og%20Klima/Naturmangfold/Kartleggingsrapportar/Kommunale/Sunndal%202004.pdf> (Hentet: 13.05.2014)
- Kronholm & Stalsberg. 2009. *Klimaendringer gir endringer i skredhyppigheten*. Klima – norsk magasin for klimaforskning 3-09, Cicero, s. 34-36. Tilgjengelig fra: <http://www.cicero.uio.no/klima/09/3/klima09-03.pdf> (Hentet: 14.05.2014)
- Kunnskapssenteret. 2014a. *ROS-analyse*. Tilgjengelig fra: [http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder\\_verktoy/Verktoykasse/Forankre\\_og\\_organisere\\_forbedringsarbeidet/ROS-analyse/1299](http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder_verktoy/Verktoykasse/Forankre_og_organisere_forbedringsarbeidet/ROS-analyse/1299) (Hentet: 13.01.2014)
- Kunnskapssenteret. 2014b. *Fremgangsmåte og betraktning*. Tilgjengelig fra: [http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder\\_verktoy/Verktoykasse/Forankre\\_og\\_organisere\\_forbedringsarbeidet/ROS-analyse/1300](http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder_verktoy/Verktoykasse/Forankre_og_organisere_forbedringsarbeidet/ROS-analyse/1300) (Hentet: 13.01.2014)
- Kunnskapssenteret. 2014c. *Risikoanalyse/ -matriser*. Tilgjengelig fra: [http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder\\_verktoy/Verktoykasse/Forankre\\_og\\_organisere\\_forbedringsarbeidet/ROS-analyse/1301](http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder_verktoy/Verktoykasse/Forankre_og_organisere_forbedringsarbeidet/ROS-analyse/1301) (Hentet: 13.01.2014)
- Lie, Yngve. 2007. *Stein smadret hus*, Auraavis, 10. mai. Tilgjengelig fra: [http://www.auraavis.no/lokale\\_nyheter/article2764180.ece](http://www.auraavis.no/lokale_nyheter/article2764180.ece) (Hentet: 18.09.2013)

- Lyngstad, Per. 2011. *Om NNFO – Nordnorsk Fjellovervåkning*.  
Tilgjengelig fra: <http://www.nnfo.no/om-nnfo.196774.no.html> (Hentet: 15.12.2013)
- maps.google.no. 2014a. *Sunnalsøra til Gjøra*. Tilgjengelig fra:  
<https://www.google.no/maps/dir/Sunnals%C3%B8ra/62.5736993,9.1557609/@62.6125755,8.8103782,11z/data=!4m8!4m7!1m5!1m1!1s0x4613820924641079:0x871b1757213c6eba!2m2!1d8.5515335!2d62.6754495!1m0> (Hentet: 12.05.2014)
- maps.google.no. 2014b. *Sunnalsøra til Øster-Ottem*.  
Tilgjengelig fra: <https://www.google.no/maps/dir/Sunnals%C3%B8ra/%C3%98ster-Ottem,+6613/@62.6286152,8.6536396,11z/data=!3m1!4b1!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x4613820924641079:0x871b1757213c6eba!2m2!1d8.5515335!2d62.6754495!1m5!1m1!1s0x46136177e25ec3d9:0x7981161be8cd298d!2m2!1d9.033142!2d62.582414> (Hentet: 12.05.2014)
- Meld. St. 33. 2012-2013. *Klimatilpasning i Norge*. Det kongelige Miljøverndepartement.  
Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kld/dok/regpubl/stmeld/2012-2013/meld-st-33-20122013.html?id=725930> (Hentet: 13.05.2014)
- met.no. 2014a. *Om meteorologisk institutt*.  
Tilgjengelig fra: [http://met.no/Om\\_oss/Om\\_Meteorologisk\\_institutt/](http://met.no/Om_oss/Om_Meteorologisk_institutt/) (Hentet: 02.02.2014)
- met.no. 2014b. *Klima*. Tilgjengelig fra: <http://met.no/Klima/> (Hentet: 02.02.2014)
- met.no. 2014c. *Klimaet i Norge*. Tilgjengelig fra:  
[http://met.no/Klima/Natidsklima/Klima\\_i\\_Norge/](http://met.no/Klima/Natidsklima/Klima_i_Norge/) (Hentet 02.02.2014)
- met.no. 2014d. *Vestlandet*.  
Tilgjengelig fra: [http://met.no/Vestlandet.b7C\\_wljM1i.ips](http://met.no/Vestlandet.b7C_wljM1i.ips) (Hentet: 02.02.2014)
- met.no. 2014e. *Vestlandet siden 1900*.  
Tilgjengelig fra:  
[http://met.no/Klima/Klimautvikling/Klima\\_siste\\_150\\_ar/Regioner/Vestlandet/](http://met.no/Klima/Klimautvikling/Klima_siste_150_ar/Regioner/Vestlandet/)  
(Hentet: 20.02.2014)
- Miljødirektoratet. 2003. *Ottem*.  
Tilgjengelig fra: <http://faktaark.naturbase.no/Vern?id=VV00002225> (Hentet: 12.12.2013)
- Naturleksikon.no. 2009. *Vegetasjon*. Tilgjengelig fra: <http://naturleksikon.no/vegetasjon.htm>  
(Hentet: 12.03.2014)
- Ngi.no. 2014c. *Tre typer steinskred*.  
Tilgjengelig fra: <http://www.ngi.no/no/Utvalgte-tema/Skred-og-skredfare/Skredkategorier/Tre-typer-steinskred/> (Hentet: 13.10.2013)
- Ngi.no. 2014d. *Fire typer løsmasseskred*.  
Tilgjengelig fra: <http://ngi.no/no/Utvalgte-tema/Skred-og-skredfare/Skredkategorier/Fire-typer-losmasseskred/> (Hentet: 13.10.2013)

- Ngu.no. 2012. *Leirskredet i Spongdal på Byneset*.  
Tilgjengelig fra: <http://www.ngu.no/no/tm/Vare-tjenester/Spor-en-geolog/Tidligere-stilte-spor/mal/Leirskredet-i-Spongdal-pa-Byneset/> (Hentet: 14.02.2014)
- Ngu.no. 2014. *Geologisk ordliste*.  
Tilgjengelig fra: <http://www.ngu.no/no/tm/Vare-tjenester/Spor-en-geolog/Geologisk-ordliste/> (Hentet: 25.11.2013)
- Ngi.no. 2014a. *Jord og fjellskred*.  
Tilgjengelig fra: <http://www.ngi.no/no/Fagomrader/Jord-og-fjellskred/>  
(Hentet: 05.10.2013)
- Ngi.no. 2014b. *Skredkategorier*.  
Tilgjengelig fra: <http://ngi.no/no/Utvalgte-tema/Skred-og-skredfare/Skredkategorier/>  
(Hentet: 11.10.2013)
- NGU. 2014. Berggrunns- og løsmassekart for Sunndal kommune.  
Tilgjengelig for: <http://geo.ngu.no/kart/minkommune/?kommunenr=1563>  
(Hentet: 26.08.2013)
- NOU. 2010. *Tilpassing til eit klima i endring – Samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane*, Noregs offentlege utgreiingar, 2010:10. Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/nn/dep/kld/dokument/NOU-ar/2010/nou-2010-10.html?id=624355> (Hentet: 13.05.2014)
- Nrk.no. 2013. *To kvinner ble fanget i jordras*, 26. juli.  
Tilgjengelig fra: <http://www.nrk.no/mr/jordras-i-sunndal-1.11152358>  
(Hentet: 18.09.2013)
- NVE. 2013a. *Nasjonal beredskapsplan for fjellskred – øvingsutgave*.  
Tilgjengelig fra: <http://www.naturfare.no/attachment/535243/binary/860310>  
(Hentet: 17.11.2013)
- NVE. 2013b. *Forebygging av skredfare i Norge – Jordskred og flomskred*.  
Tilgjengelig fra: <http://www.naturfare.no/attachment/506973/binary/819611>  
(Hentet: 12.11.2013)
- Nve.no. 2013c. *Fakta om skred*.  
Tilgjengelig fra: <http://www.nve.no/no/Flom-og-skred/Skred/Fakta-om-skred/>  
(Hentet: 11.10.2013)
- Ramberg, I. B., Bryhni, I., Nøttvedt, A., Rangnes, K. 2013. *Landet blir til – Norges geologi*. 2. utg. Trondheim. Norsk Geologisk Forening, 656 s.
- RAMMS. 2014a. *Background information*. Tilgjengelig fra:  
[http://ramms.slf.ch/ramms/index.php?option=com\\_content&view=article&id=57&Itemid=74](http://ramms.slf.ch/ramms/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=74) (Hentet: 14.05.2014)
- RAMMS. 2014b. Tilgjengelig fra: <http://ramms.slf.ch/ramms/index.php> (Hentet: 14.05.2014)

- Rosvold, K. A. 2013. *Nedbørsfelt*. Store Norske Leksikon.  
Tilgjengelig fra: <http://snl.no/nedb%C3%B8rsfelt> (Hentet: 13.05.2014)
- Snl.no. 2009a. *Frostsprengning*. Store Norske Leksikon.  
Tilgjengelig fra: <http://snl.no/frostsprengning> (Hentet: 04.12.2013)
- Snl.no. 2009b. *Svelleleire*. Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/svelleleire>  
(Hentet: 19.02.2014)
- Snl.no.2009c. *Kystklima*. Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/kystklima>  
(Hentet: 23.01.2014)
- Snl.no. 2009d. *Innlandsklima*. Store Norske Leksikon.  
Tilgjengelig fra: <http://snl.no/innlandsklima> (Hentet: 23.01.2014)
- Snl.no. 2012. *Skred*. Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/skred>  
(Hentet: 13.11.2013)
- Thoresen, M.K. 2000. *Kvartærgeologisk kart over Norge. Tema: jordarter*. Trondheim: Norges Geologiske Undersøkelse, 64 s. 33 – 40.
- Viko.no. 2011a. *Regler for Harvard-stil i løpende tekst*. Veien til informasjonskompetanse.  
Tilgjengelig fra: <http://www.ntnu.no/viko/oppgave/harvardregler> (13.05.2014)
- Viko.no. 2011b. *Referanseliste i Harvard-stil*. Veien til informasjonskompetanse.  
Tilgjengelig fra: <http://www.ntnu.no/viko/oppgave/harvardliste> (Hentet: 13.05.2014)
- Yr.no. 2014a. *Været som var – Sunndalsøra, Sunndal (Møre og Romsdal)*. Tilgjengelig fra:  
[http://www.yr.no/sted/Norge/M%C3%B8re\\_og\\_Romsdal/Sunndal/Sunndals%C3%B8ra/statistikk.html](http://www.yr.no/sted/Norge/M%C3%B8re_og_Romsdal/Sunndal/Sunndals%C3%B8ra/statistikk.html) (Hentet: 12.05.2014)
- Yr.no. 2014b. *Været som var- Eresfjord, Nesset (Møre og Romsdal)*. Tilgjengelig fra:  
[http://www.yr.no/sted/Norge/M%C3%B8re\\_og\\_Romsdal/Nesset/Eresfjord/statistikk.html](http://www.yr.no/sted/Norge/M%C3%B8re_og_Romsdal/Nesset/Eresfjord/statistikk.html)  
(Hentet: 12.05.2014)
- Øystese, Asbjørn. 2011. *Skredfarekartlegging Ytre Sandviken*. Multiconsult. Tilgjengelig fra:  
[https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00112/Ytre\\_Sandviken\\_112216a.pdf](https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00112/Ytre_Sandviken_112216a.pdf) (Hentet: 13.05.2014)
- ÅTB. 2014. *Overvåkning, Åknes/Tafjord beredskap*.  
Tilgjengelig fra: <http://www.aknes.no/?q=nb/node/4> (Hentet: 12.05.2014)

### **Muntlige kilder:**

Terje H. Bargel, NVE/NTNU (veileder)

Anne Nerland, prosjektleder for Sunndal kommunes Risiko- og Sårbarhets analyse.

## Figurliste:

Forsidebilde: Bilde av skredene på Øster-Ottem. Foto: Kristin Reitan

Figur 1. Norgeskart. Tilgjengelig fra: <http://www.nfkom.com/landsoversikt.html>  
(Hentet: 05.10.2013)

Kart over Midt-Norge. Tilgjengelig fra: [http://alnakka.net/w/index.php?title=Fil:Midt-Noreg\\_-\\_kart.png](http://alnakka.net/w/index.php?title=Fil:Midt-Noreg_-_kart.png) (Hentet: 05.10.2013)

Figur 2. Google-maps.no. Tilgjengelig fra:  
<https://www.google.no/maps/place/Sunndal/@62.6361709,8.7249777,9z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x461362000e8a769f:0x7253039c1f294449>  
(Hentet: 12.05.2014)

Figur 3. Google-maps.no. Tilgjengelig fra:  
<https://www.google.no/maps/@62.592055,8.8266537,31275m/data=!3m1!1e3>  
(Hentet: 13.05.2014)

Figur 4. Norgeskart.no. 2014. Tilgjengelig fra:  
<http://www.norgeskart.no/?sok=sunndal#12/193504/6953986/+hits>  
(Hentet: 16.02.14)

Nois.no 2014. Tilgjengelig fra:  
<https://kart4.nois.no/orkide/Content/Main.asp?layout=orkide&time=1400018095&vwr=&MapType=png> (Hentet: 07.10.2013)

Figur 5. Norgei3D. 2013. Tilgjengelig fra: <http://www.norgei3d.no/> (Hentet: 07.10.2013)

Figur 6. NGU. 2014. *Berggrunnskart*. Tilgjengelig fra:  
<http://geo.ngu.no/kart/minkommune/?kommunenr=1563> (Hentet: 10.01.2014)

Figur 7. NGU. 2014. *Berggrunnskart*. Tilgjengelig fra:  
<http://geo.ngu.no/kart/minkommune/?kommunenr=1563> (Hentet: 10.01.2014)

Figur 8. NGU. 2014. *Løsmassekart*. Tilgjengelig fra: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>  
(Hentet: 10.01.2014)

Figur 9. eklima.met.no. Tilgjengelig fra:  
[http://eklima.met.no/Help/Stations/toDay/all/no\\_Stations.html](http://eklima.met.no/Help/Stations/toDay/all/no_Stations.html)  
(Hentet: 21.01.2014)

Figur 10. Norge i 3D. 2013. Tilgjengelig fra: <http://www.norgei3d.no/> (Hentet: 07.10.2013)



- Figur 11. Bilde av skredene på Øster-Ottem, 15.08.2013. Foto: Kristin Reitan.
- Figur 12. Bilder av skred nr. 1 på Øster-Ottem, 16.11.2013 (t.v), 15.08.2013 (t.h.). Foto: Kristin Reitan.
- Figur 13. Norgeskart.no. 2014. Tilgjengelig fra:  
<http://www.norgeskart.no/?sok=Sunndal#13/194247/6953894/land/+toporaster/+dekning.land> (Hentet: 15.03.2014). Profilene må tegnes inn med høydeprofil verktøy.
- Figur 14. Bilder fra skred nr. 1 på Øster-Ottem, 15.08.2013. Foto: Kristin Reitan
- Figur 15. Flere bilder fra skred nr. 1 på Øster-Ottem, 15.08.2013. Foto: Kristin Reitan
- Figur 16. Bilder av skred nr. 2 på Øster-Ottem, 16.11.2013 (t.v.), 15.08.2013 (t.h.).  
Foto: Kristin Reitan
- Figur 17. Norgeskart.no. 2014. Tilgjengelig fra:  
<http://www.norgeskart.no/?sok=Sunndal#13/194247/6953894/land/+toporaster/+dekning.land> (Hentet: 15.03.2014). Profilene må tegnes inn med høydeprofil verktøy.
- Figur 18. Bilder fra skred nr. 2 på Øster-Ottem, 15.08.2013. Foto: Kristin Reitan
- Figur 19. Bilder fra skred nr. 2 på Øster-Ottem, 15.08.2013. Foto: Kristin Reitan
- Figur 20. Bilder fra skred nr. 2 på Øster-Ottem, 15.08.2013. Foto: Kristin Reitan
- Figur 21. Bilder fra skred nr. 3 på Øster-Ottem, 15.08.2013 (øverst), 16.11.2014 (nederst).  
Foto: Kristin Reitan
- Figur 22. Norgeskart.no. 2014. Tilgjengelig fra:  
<http://www.norgeskart.no/?sok=Sunndal#13/194247/6953894/land/+toporaster/+dekning.land> (Hentet: 15.03.2014). Profilene må tegnes inn med høydeprofil verktøy.
- Figur 23. Bilder fra skred nr. 3 på Øster-Ottem, 15.08.2013. Foto: Kristin Reitan
- Figur 24. Bilder fra skred nr. 3 på Øster-Ottem, 15.08.2013. Foto: Kristin Reitan

- Figur 25. maps.google.no. 2014b. *Sunnalsøra til Øster-Ottem*.  
Tilgjengelig fra:  
<https://www.google.no/maps/dir/Sunnals%C3%B8ra/%C3%98ster-Ottem,+6613/@62.6286152,8.6536396,11z/data=!3m1!4b1!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x4613820924641079:0x871b1757213c6eba!2m2!1d8.5515335!2d62.6754495!1m5!1m1!1s0x46136177e25ec3d9:0x7981161be8cd298d!2m2!1d9.033142!2d62.582414> (Hentet: 12.05.2014)
- Figur 26. Bilde fra Molykkja, [16.11.2013](#). Foto: Kristin Reitan
- Figur 27. Norge i 3D. 2013. Tilgjengelig fra: <http://www.norgei3d.no/> (Hentet: 17.02.2014)
- Figur 28. Norgeskart.no. 2014. Tilgjengelig fra:  
<http://www.norgeskart.no/?sok=Sunndal#12/183681/6958595/-land/+toporaster/+dekning.land/+hits> (Hentet: 14.05.2014)
- Figur 29. Bilde fra Romfo, 22.07.2013. Foto: Terje H. Bargel.
- Figur 30. Norge i 3D. 2013. Tilgjengelig fra: <http://www.norgei3d.no/> (Hentet: 17.02.2014)
- Figur 31. Norgeskart.no. 2014. Tilgjengelig fra:  
<http://www.norgeskart.no/?sok=Sunndal#12/188912/6956862/-land/+toporaster/+dekning.land/+hits> (Hentet: 14.05.2014)
- Figur 32. Bilde fra aktuelle skredbane på Øster-Ottem, 16.11.2013. Foto: Kristin Reitan
- Figur 33. Norgeskart.no. 2014. Tilgjengelig fra:  
<http://www.norgeskart.no/?sok=Sunndal#13/194247/6953894/-land/+toporaster/+dekning.land> (Hentet: 14.05.2014)
- Figur 34. Skaugen, T. E. 2002. *Bruk av GIS til å generere historiske tidsserier av temperatur og nedbør for vilkårlige punkt og avrenning for utvalgte nedbørfelt*. Meteorologisk institutt, Oslo. Tilgjengelig fra:  
[http://met.no/Forskning/Publikasjoner/Publikasjoner\\_2002/filestore/klima-02-25.pdf](http://met.no/Forskning/Publikasjoner/Publikasjoner_2002/filestore/klima-02-25.pdf) (Hentet: 20.03.2014)
- Figur 35. Olsen, L. 1997. *Rapid shifts in glacial extension characterise a new conceptual model for glacial variations during the Mid and Late Weichelian in Norway*. NGU, Trondheim.
- Figur 36. met.no. 2014. *Vestlandet siden 1900 – Nedbør*. Meteorologisk institutt.  
Tilgjengelig fra:  
[http://met.no/Klima/Klimautvikling/Klima\\_siste\\_150\\_ar/Regioner/Vestlandet/](http://met.no/Klima/Klimautvikling/Klima_siste_150_ar/Regioner/Vestlandet/)  
(Hentet: 20.03.2014)

- Figur 37. met.no. 2014. *Vestlandet siden 1900 – Temperatur*. Meteorologisk institutt.  
Tilgjengelig fra: [http://met.no/Klima/Klimautvikling/Klima\\_siste\\_150\\_ar/Regioner/Vestlandet/](http://met.no/Klima/Klimautvikling/Klima_siste_150_ar/Regioner/Vestlandet/)  
(Hentet: 20.03.2014)
- Figur 38. Bargel, T.H., Fergus, Å.T., Devoli, G., Orvedal, K., Peereboom, I., Øydvin, E.K., Stalsberg, K., Sletten, K., Fischer, L., Rubensdotter, L., Eilertsen, R. 2011. *Plan for skredfarekartlegging – Delrapport jordskred og flomskred*. Norges vassdrags- og energidirektorat NVE. Rapport nr. 16/2011.
- Figur 39. Ngi.no. 2014b. Tilgjengelig fra: <http://ngi.no/no/Utvalgte-tema/Skred-og-skredfare/Skredkategorier/> (Hentet: 21.09.2013)
- Nve.no. 2013c. Tilgjengelig fra: <http://www.nve.no/no/Flom-og-skred/Skred/Fakta-om-skred/> (Hentet: 21.09.2013)
- Figur 40. NVE. 2013a. *Nasjonal beredskapsplan for fjellskred – øvingsutgave*.  
Tilgjengelig fra: [http://www.naturfare.no/\\_attachment/535243/binary/860310](http://www.naturfare.no/_attachment/535243/binary/860310)  
(Hentet: 21.09.2013)
- Figur 41. NVE. 2013b. *Forebygging av skredfare i Norge – Jordskred og flomskred*.  
Tilgjengelig fra: [http://www.naturfare.no/\\_attachment/506973/binary/819611](http://www.naturfare.no/_attachment/506973/binary/819611)  
(Hentet: 12.11.2013)
- Figur 42. Blikra L.H., Hole, P. A., Rye, N. 1989. *Skred i Norge – Hurtige massebevegelser og avsetningstyper i alpine områder, Indre Nordfjord*. Norges geologiske undersøkelse NGU, Trondheim: NGUs skrifter 92. 1-17.
- Figur 43. NVE. 2013b. *Forebygging av skredfare i Norge – Jordskred og flomskred*.  
Tilgjengelig fra: [http://www.naturfare.no/\\_attachment/506973/binary/819611](http://www.naturfare.no/_attachment/506973/binary/819611)  
(Hentet: 12.11.2013)
- Figur 44. Highland, L. 2004. *Landslide Types and Processes*, USGS.  
Tilgjengelig fra: <http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/pdf/fs2004-3072.pdf>  
(Hentet: 13.11.2013)
- Figur 45. RAMMS-modell laget av Gunne Håland (09.05.2014), Statens vegvesen.
- Figur 46. RAMMS-modell laget av Gunne Håland (09.05.2014), Statens vegvesen.
- Figur 47. RAMMS-modell laget av Gunne Håland (09.05.2014), Statens vegvesen.

## Tabell liste:

- Tabell 1. Yr.no. 2014a. *Været som var – Sunndalsøra, Sunndal (Møre og Romsdal)*.  
Tilgjengelig fra:  
[http://www.yr.no/sted/Norge/M%C3%B8re\\_og\\_Romsdal/Sunndal/Sunndals%C3%B8ra/statistikk.html](http://www.yr.no/sted/Norge/M%C3%B8re_og_Romsdal/Sunndal/Sunndals%C3%B8ra/statistikk.html) (Hentet: 12.05.2014)
- Tabell 2. Yr.no. 2014a. *Været som var – Sunndalsøra, Sunndal (Møre og Romsdal)*.  
Tilgjengelig fra:  
[http://www.yr.no/sted/Norge/M%C3%B8re\\_og\\_Romsdal/Sunndal/Sunndals%C3%B8ra/statistikk.html](http://www.yr.no/sted/Norge/M%C3%B8re_og_Romsdal/Sunndal/Sunndals%C3%B8ra/statistikk.html) (Hentet: 12.05.2014)
- Tabell 3. Selvkomponert sjekklister (1) – se vedlegg 1 for referanser.
- Tabell 4. Selvkomponert sjekklister (2) – se vedlegg 1 for referanser.
- Tabell 5. Cruden, D.M. and Varnes, D.J. 1996. *Landslides types and processes*. In: Turner, A.K. and Schuster, R.L. (eds.): *Landslides – Investigation and Mitigation*. Special report 247, Transportation Research Board, National Research Council (U.S), p. 36-75.
- Tabell 6. Kunnskapssenteret. 2014c *Risikoanalyse/ -matriser*. Tilgjengelig fra:  
[http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder\\_verktoy/Verktoykasse/Forankre\\_og\\_organisereforbedringsarbeidet/ROS-analyse/1301](http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder_verktoy/Verktoykasse/Forankre_og_organisereforbedringsarbeidet/ROS-analyse/1301) (Hentet: 13.01.2014)
- Direktoratet for byggkvalitet. 2012. *Veiledning om tekniske krav til byggverk § 7-3. Sikkerhet mot skred*. Tilgjengelig fra:  
[http://www3.bergen.kommune.no/BKSAK\\_filer/bksak%5C0%5CVEDLEGG%5C2013027872-3551518.pdf](http://www3.bergen.kommune.no/BKSAK_filer/bksak%5C0%5CVEDLEGG%5C2013027872-3551518.pdf) (Hentet: 14.05.2014)
- Tabell 7. Kunnskapssenteret. 2014c. *Risikoanalyse/ -matriser*. Tilgjengelig fra:  
[http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder\\_verktoy/Verktoykasse/Forankre\\_og\\_organisereforbedringsarbeidet/ROS-analyse/1301](http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder_verktoy/Verktoykasse/Forankre_og_organisereforbedringsarbeidet/ROS-analyse/1301) (Hentet: 13.01.2014)
- Direktoratet for byggkvalitet. 2012. *Veiledning om tekniske krav til byggverk § 7-3. Sikkerhet mot skred*. Tilgjengelig fra:  
[http://www3.bergen.kommune.no/BKSAK\\_filer/bksak%5C0%5CVEDLEGG%5C2013027872-3551518.pdf](http://www3.bergen.kommune.no/BKSAK_filer/bksak%5C0%5CVEDLEGG%5C2013027872-3551518.pdf) (Hentet: 14.05.2014)

Tabell 8. Kunnskapssenteret. 2014c. *Risikoanalyse/ -matriser*. Tilgjengelig fra:  
[http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder\\_verktoy/Verktoykasse/Forankre\\_og\\_organisere\\_forbedringsarbeidet/ROS-analyse/1301](http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder_verktoy/Verktoykasse/Forankre_og_organisere_forbedringsarbeidet/ROS-analyse/1301) (Hentet: 13.01.2014)

Vedlegg 2: Sunndal kommunes konsekvensgradering

Tabell 9. Kunnskapssenteret. 2014c. *Risikoanalyse/ -matriser*. Tilgjengelig fra:  
[http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder\\_verktoy/Verktoykasse/Forankre\\_og\\_organisere\\_forbedringsarbeidet/ROS-analyse/1301](http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder_verktoy/Verktoykasse/Forankre_og_organisere_forbedringsarbeidet/ROS-analyse/1301) (Hentet: 13.01.2014)

Vedlegg 2: Sunndal kommunes konsekvensgradering

Tabell 10. Kunnskapssenteret. 2014c. *Risikoanalyse/ -matriser*. Tilgjengelig fra:  
[http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder\\_verktoy/Verktoykasse/Forankre\\_og\\_organisere\\_forbedringsarbeidet/ROS-analyse/1301](http://www.ogbedreskaldetbli.no/metoder_verktoy/Verktoykasse/Forankre_og_organisere_forbedringsarbeidet/ROS-analyse/1301) (Hentet: 13.01.2014)

Vedlegg 2: Sunndal kommunes konsekvensgradering

## **Vedleggs liste:**

Vedlegg 1: Referanser for sjekkliste 1 og 2.

Vedlegg 2: Sunndal kommunes konsekvensgradering

Vedlegg 1: Referanseliste for sjekklister 1 og 2.

Ref. nr.	Videre informasjon:
1)	<a href="http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Torre-lossnoskred-eller-rutsjer/">http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Torre-lossnoskred-eller-rutsjer/</a>
2)	<a href="http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Vate-lossnoskred/">http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Vate-lossnoskred/</a>
3)	<a href="http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Flaskred---fokksno/">http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Flaskred---fokksno/</a>
4)	<a href="http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Flaskred---nysno/">http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Flaskred---nysno/</a>
5)	<a href="http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Flaskred---vedvarende-svake-lag/">http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Flaskred---vedvarende-svake-lag/</a>
6)	<a href="http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Flaskred---ustabile-lag-nar-bakken/">http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Flaskred---ustabile-lag-nar-bakken/</a>
7)	<a href="http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Vate-flaskred/">http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Vate-flaskred/</a>
8)	<a href="http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Sorpeskred/">http://www.varsom.no/Snoskred/Skredskolen/Skredproblemer/Snoskredtyper1/Sorpeskred/</a>
9)	<a href="http://www.ngi.no/no/Utvalgte-tema/Skred-og-skredfare/Skredkategorier/Tre-typer-steinskred/">http://www.ngi.no/no/Utvalgte-tema/Skred-og-skredfare/Skredkategorier/Tre-typer-steinskred/</a>
10)	<a href="http://www.ngi.no/no/Utvalgte-tema/Skred-og-skredfare/Skredkategorier/Tre-typer-steinskred/">http://www.ngi.no/no/Utvalgte-tema/Skred-og-skredfare/Skredkategorier/Tre-typer-steinskred/</a>
11)	<a href="http://www.ngi.no/no/Utvalgte-tema/Skred-og-skredfare/Skredkategorier/Tre-typer-steinskred/">http://www.ngi.no/no/Utvalgte-tema/Skred-og-skredfare/Skredkategorier/Tre-typer-steinskred/</a>
12)	<a href="http://www.varsom.no/Jordskred/Jordskredtyper---arsak-og-forklaring/Jordskred/">http://www.varsom.no/Jordskred/Jordskredtyper---arsak-og-forklaring/Jordskred/</a>
13)	<a href="http://www.varsom.no/Jordskred/Jordskredtyper---arsak-og-forklaring/Flaumskred/">http://www.varsom.no/Jordskred/Jordskredtyper---arsak-og-forklaring/Flaumskred/</a>
14)	<a href="http://snl.no/skred#menuitem5">http://snl.no/skred#menuitem5</a>
15)	<a href="http://www.geo365.no/geofarer/kvikkleire/">http://www.geo365.no/geofarer/kvikkleire/</a>

**Vedlegg 2:** Sunndal kommunes konsekvensgradering, fra «Sunndal kommunes helhetlige ROS», som er under utarbeiding. Tilsendt fra Anne M. Nerland, Prosjektleder for ROS i Sunndal kommune.

Angi graderingstabell for konsekvenser:

Hent fra mal:

	Ufarlig	En viss fare	Farlig	Kritisk	Katastrofe
<b>1. Liv og helse</b>	Ingen	Få og små personskader	Få men alvorlige personskader	1-5 døde og/eller 1-15 alvorlig skadet og/eller 1-25 evakuerte	Minst 6 døde og/eller Minst 16 alvorlig skadd og/eller Minst 26 evakuerte
<b>2. Miljø</b>	Ubetydelig skade på miljøet	Miljøskader som krever mindre tiltak	Miljøskader som krever større tiltak	Omfattende og langvarige skader på miljøet	Omfattende og uopprettelige skader på miljøet
<b>3. Økonomisk</b>	0 - 0,5 mill.kr.	0,5 - 2 mill.kr.	2 - 10 mill.kr.	10 - 50 mill.kr.	Over 50 mill.kr.