

NATURFARER I MILITÆRE SKYTE- OG ØVINGSFELT (SØF)

En studie av militær terrengbruk og risiko forbundet
med naturfarer i Setermoen og Mauken-Blåtind, Troms



Masteroppgave i geografi

Ida Elisabeth Veldman



Institutt for geografi

UNIVERSITETET I BERGEN

HØST 2018

“What are men to rocks and mountains?”

Jane Austen, *Stolthet og Fordom*

Abstract

June 2016 the Norwegian government proposed a new long-term plan for the Norwegian Armed Forces. The long-term plan named 'Capable and Sustainable' describes how the Armed Forces' basing structure will be made more efficient, whilst the northern areas of Norway will see an increase of military activity both with and without allies. In fact, per 2018 the Norwegian Armed Forces have already seen an increase in activity in line with the aims of the long-term plan.

Investigating the affected areas for potential natural hazards that may pose a threat to the safety of soldiers who undergo military training in these areas is not only interesting, but, in light of the new long-term plan, also necessary. This thesis seeks to answer to what extent natural hazards in military exercise areas in northern-Norway pose a threat to soldiers, focusing on the field areas of Setermoen and Mauken-Blåtind, both in the county of Troms. Furthermore, the thesis will investigate the connection between military exercise activities, terrain and natural hazards, and look at this in light of a risk analysis. The purpose is to identify the risk of natural hazards occurring in the setting of a military exercise area and to determine what can be done to lower the risk, if necessary. This thesis focuses on the following natural hazards: forest fires, rock falls and snow avalanches.

A range of different methods including interviews, vegetation mapping and quaternary mapping were used during fieldwork in order to provide as much detail as possible to answer the research questions posed in this study. Further work has been heavily based on methods such as rock fall simulation, and the use of satellite photographs and other data that can be implemented in GIS. The result shows that natural hazards and the terrain will influence how and what the Armed Forces can do in the exercise areas. At the same time, military activities have an impact on the terrain and by extension on natural hazards, and can lower or increase the risk of certain natural hazards occurring. The results presented in this thesis will hopefully contribute to a better and more comprehensive understanding of how natural hazards affect and pose a threat to human activity, and how human activity influence the occurrence of natural hazards.

Sammendrag

Juni 2016 la Regjeringen fram en ny langtidsplan for Forsvaret kalt «Kampkraft og Bærekraft». Av langtidsplanen framgår det at Forsvarets basestruktur skal effektiviseres, samtidig som nord-områdene vil se økt aktivitet framover både av egne og allierte styrker. Per 2018 har endringene allerede begynt å tre i kraft i tråd med langtidsplanen.

På bakgrunn av langtidsplanen er det ikke bare interessant, men også nødvendig å undersøke hvilke naturfarer som kan forekomme i militære øvingsområder i nord. Oppgaven søker å svare på hvilken risiko naturfarer utgjør for soldater under trening i militære øvingsområder i Nord-Norge, med fokus på feltområdene Setermoen og Mauken-Blåtind, begge i Troms fylke. Videre vil oppgaven undersøke hvilken sammenhengen det er mellom militær aktivitet, terreng og naturfarer, og sammenhengen blir undersøkt i lys av en risikoanalyse. Målet er å identifisere risiko for at naturfarer innen militære øvingsområder kan forekomme, samt å identifisere hvilke tiltak som kan iverksettes for om nødvendig å redusere risikoen. Oppgaven fokuserer på følgende naturfarer: skogbrann, steinsprang og snøskred.

Flere ulike metoder har blitt benyttet i arbeidet med oppgaven, inkludert intervju, utløpsmodellering, vegetasjonskartlegging og kvartærgeologisk kartlegging. Videre arbeid har i hovedsak foregått ved bruk av GIS. Resultatene viser at naturfarer og terrenget virker inn på hva Forsvaret trygt kan øve på i feltområdene. Samtidig har militære aktiviteter en innvirkning på terrenget og videre på naturfarer, og aktivitetene kan både øke og senke risikoen for visse naturfarer. Resultatene vist i denne oppgaven vil forhåpentligvis bidra til økt forståelse for hvordan naturfarer virker inn på og utgjør en risiko for menneskelig aktivitet, og hvordan menneskelig aktivitet virker inn på naturfarer.

Forord

Arbeidet med denne masteroppgaven har gitt mange positive opplevelser spesielt gjennom feltarbeidet, og jeg var heldig som fikk lov til å gjennomføre studien i flotte naturomgivelser. Samtidig har arbeidet med bearbeiding og analyse av dataene i etterkant av feltundersøkelsene bydd på mange utfordringer som ikke alltid har vært like enkle å takle. Jeg tviler på at arbeidet med oppgaven hadde vært like kjekt uten medstudentene på instituttet. De har vært en kilde til hjelp og støtte underveis, så takk for det! En spesiell takk går til Kari Elida som har stått for mye motivasjon og frivillig lest store deler av oppgaven min.

Takk også til veilederne mine Svein Olaf Dahl (UiB) og Cato Dørmænen (Forsvarsbygg) for hjelp og tilbakemeldinger, og spesielt til Cato for de gangene jeg fikk besøke Haakonvern. Jeg må også få takke Thor Eirik Næss Bakken for hjelp med å ordne praktiske detaljer rundt feltarbeidet, og alle i Forsvaret som lot seg intervju. Jeg håper denne oppgaven når dere, og at dere finner den interessant!

Alice Springs, Australia oktober 2018

Ida Elisabeth Veldman

Innholdsfortegnelse

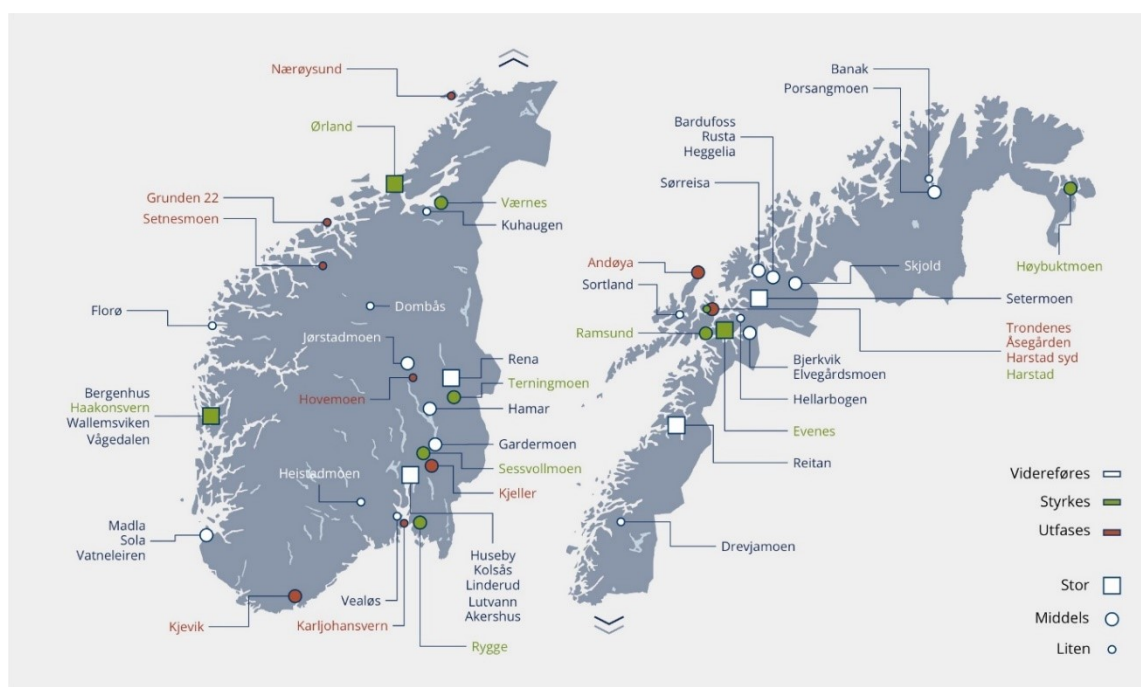
.....	0
Abstract	2
Sammendrag.....	3
Forord	4
1. Introduksjon	7
1.1. Bakgrunn og formål.....	7
1.2. Problemstillinger	8
1.3. Feltområder.....	9
1.3.1. Klima.....	10
1.3.2. Geologi og geomorfologi	13
1.3.3. Vegetasjon.....	18
1.4. Risiko og naturfarer	19
2. Teori og litteraturstudie.....	20
2.1. Militær trening og terreng.....	20
2.1.1. Forsvaret, nasjonal beredskap og militær trening	20
2.1.2. Terreng i militær kontekst.....	22
2.1.3. Lendeanalyse.....	23
2.1.4. Effekter av militær terrengbruk.....	25
2.2. Naturfarer.....	26
2.2.1. Skogbrann.....	26
2.2.2. Steinsprang.....	29
2.2.3. Snøskred.....	34
3. Forskningsdesign og metoder.....	38
3.1. Intervju: kvalitativ og kvantitativ analyse	39
3.2. Vegetasjonskartlegging	42
3.3. Skredkartlegging.....	43
3.4. GIS-analyser og fjernmålingsdata	44
3.5. Utløpsmodellering i CONEFALL	46
3.6. ROS-analyse	47
4. Resultat.....	49
4.1. Intervju.....	49
4.1.1. Krav til SØF og skytebaner	49
4.1.2. Lendeanalyse og taktikk.....	50
4.1.3. Terreng, reell trening og feltrobusthet.....	51

4.1.4.	Valg av øvelsesterreng	53
4.1.5.	Terrengforhold og soldatenes sikkerhet	55
4.2.	Skogbrann	57
4.2.1.	Setermoen	57
4.2.2.	Mauken	58
4.2.3.	Blåtind	60
4.2.4.	Resultat av analyse	61
4.3.	Steinsprang	66
4.3.1.	Setermoen	66
4.3.2.	Mauken	70
4.3.3.	Blåtind	72
4.3.4.	Resultat av analyse	73
4.4.	Snøskred	77
4.5.	Risikoanalyse	81
4.5.1.	Skogbrannrisiko	81
4.5.2.	Steinsprangrisiko	83
4.5.3.	Snøskredrisiko	84
4.5.4.	Resultat av risikoanalyse	85
5.	Diskusjon	86
5.1.	Naturfare, risiko og militær aktivitet	86
5.2.	Krav til SØF og bruk av terreng til militære aktiviteter	89
5.3.	Militær aktivitet, terreng og naturfarer	91
5.3.1.	Militær aktivitet, terreng og skogbrannfare	91
5.3.2.	Militær aktivitet, terreng og steinsprangfare	92
5.3.3.	Militær aktivitet, terreng og snøskredfare	95
5.4.	Diskusjon av naturgeografiske metoder og datagrunnlag	97
5.5.	Diskusjon av samfunnsgeografiske metoder og datagrunnlag	98
5.6.	Diskusjon av ROS-analyse	100
6.	Konklusjon	102
	Referanser	104
	Artikler	104
	Bøker	108
	Rapporter	111
	Internettkilder	114
	Avhandlinger og andre kilder	116

1. Introduksjon

1.1. Bakgrunn og formål

Norsk forsvarspolitik er i hovedsak orientert mot egne områder, og Forsvarets oppgaver i Norge er dimensjonerende for forsvarsstrukturen. Militær tilstedeværelse er prioritert særlig i nord (Gunderson, 2011). Norges forsvarspolitik skal utformes slik at Norge er i stand til å håndtere episoder både i fredstid og ved en eventuell væpnet konflikt, og her er Forsvaret et viktig virkemiddel. Forsvarets hovedoppgave er å opprettholde og styrke operativ evne for å være i stand til å forsvare landet. I tillegg skal Forsvaret bidra bl.a. i krisehåndtering, i samarbeid med allierte og internasjonale aktører, og til samfunnssikkerhet. Styrking av operativ evne skal styrke Forsvarets evne til å bidra til forbedret beredskap for sivilsamfunnet (Prop.151S, 2015-2016).



Figur 1. Endringer i Forsvarets basestruktur (Prop.151S, 2015-2016)

I juni 2016 la regjeringen fram «Kampkraft og bærekraft», den nye langtidsplanen for Forsvaret. Et av hovedpunktene i langtidsplanen er endringen av Forsvarets basestruktur (figur 1) samtidig som aktiviteten i nordområdene skal økes. Økningen gjelder både for norske og

allierte styrker. I tillegg har Norge som mål å ta større ansvar for egen sikkerhet. Forutsetningen for at målene skal nås er at Forsvaret har gode øvingsområder i tilknytning til basene; dette medfører at det framover blir strengere krav til og større press på eksisterende øvingsområder. Regjeringen anbefaler nedleggelse av totalt 11 baser, og den gjenværende basestrukturen skal benyttes til øving og trening. Militær øving er et viktig tiltak for at «Forsvaret [...] skal kunne løse de oppgavene samfunnet forutsetter at det skal gjøre» (Prop.151S, 2015-2016). Utviklingen innen Forsvarets basestruktur, samt fokus på økt aktivitet i nordområdene, er bakgrunnen for at tema for denne oppgaven er «naturfarer i militære skyte- og øvingsfelt i Nord-Norge».

Formålet med oppgaven er å undersøke sammenhengen mellom terreng, naturfarer og militær trening. Oppgaven skal svare på hvilke krav som stilles til områder som vil se økt aktivitet framover, hvordan Forsvaret bruker områdene, hvorfor terreng er viktig i militær trening, og dessuten hvilke naturfarer som er knyttet til øvingsområdene som er undersøkt. Målet med oppgaven er å belyse risiko for naturfarer i de valgte øvingsområdene, og å sette risiko i sammenheng med militær bruk av terreng. Oppgaven er relevant ikke minst fordi Forsvarets aktiviteter allerede har økt siden langtidsplanen trådte i kraft (Regjeringen, 2018).

1.2. Problemstillinger

Tema for denne masteroppgaven er naturfarer i militære øvingsområder. Følgende forskningsspørsmål er satt til hovedproblemstilling: *Hvilken risiko er forbundet med naturfarer i militære øvingsfelt, hva er sammenheng mellom militær trening, terreng og naturfarer, og hvordan påvirker risiko og terreng valg og gjennomføring av militære treningsaktiviteter?*

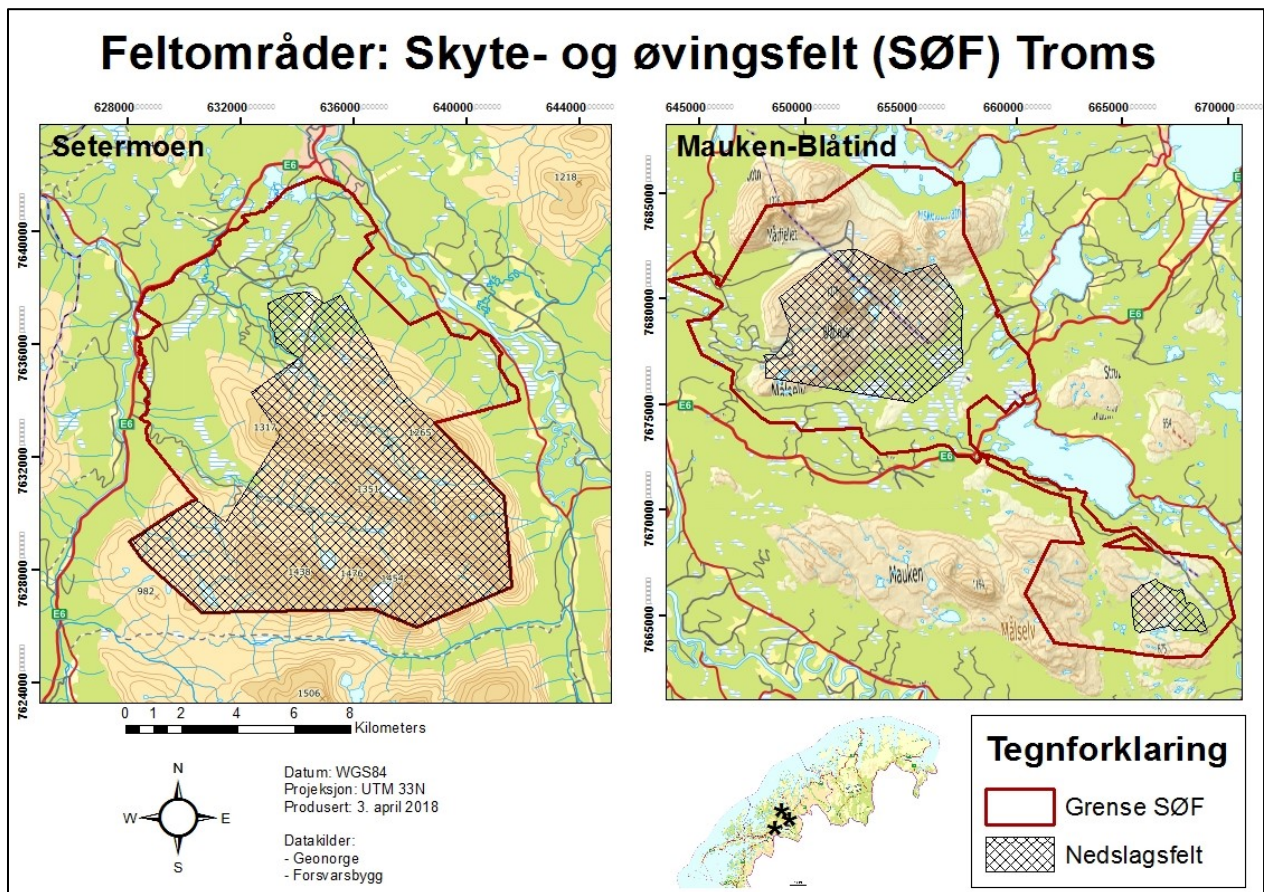
Flere delproblemstillinger ble utarbeidet som hjelp til å besvare forskningsspørsmålet på best mulig måte:

- a) Hvilke naturfarer kan finne sted i Setermoen og Mauken-Blåtind SØF, i hvilken grad utgjør de en fare for soldater under trening, og hvilke tiltak kan iverksettes for å redusere faren om nødvendig?
- b) Hvilke krav stiller brukerne av SØF til terrenget og skytebanene i SØF?
- c) Hvorfor er terreng viktig i militær trening?
- d) Hva er sammenhengen mellom militær trening, terreng og naturfarer?

For å svare på hoved- og delproblemstillingene er ulike metoder brukt. Metodene er beskrevet i kapittel 3.

1.3. Feltområder

Feltområdene for denne oppgaven ble valgt i samarbeid med Forsvarsbygg. Valgte områder er Setermoen og Mauken-Blåtind SØF, som begge ligger i Troms fylke (figur 2). Grunnet strategisk beliggenhet samt gode fasiliteter for Hæren i form av baser og skyte- og øvingsfelt (SØF), er fylket en viktig samarbeidspartner for Forsvaret (Troms Fylkeskommune, 2015), og fylket har lenge vært et tyngdepunkt for militær aktivitet i Nord-Norge (Bargel et al., 2005).



Figur 2. Oversiktskart for feltområdene med nedslagsfelt; innenfor nedslagsfeltene ligger avgrensede blindgjengersoner

Forsvaret er også av stor betydning for fylkeskommunen, først og fremst som arbeidsgiver. Sysselsettingsandelen for Troms fylke som helhet ligger under landsgjennomsnittet per 2015, men på kommunenivå ligger både Målselv og Bardu – forsvarskommuner hvor henholdsvis Mauken-Blåtind og Setermoen er lokalisert – over gjennomsnittet (Troms Fylkeskommune, 2015). Setermoen-feltet er lokalisert i Bardu kommune, som har et innbyggertall rundt 4000.

Bardu kommune er den største arbeidsplassen etter Forsvaret (Bardu kommune, 2017). Feltområdet er om lag $\sim 150 \text{ km}^2$ stort (fra www.norgeskart.no).

Mauken-Blåtind feltet er lokalisert hovedsakelig i Målselv kommune, med unntak av en del nordvest i feltet, som ligger i Balsfjord kommune. Målselv kommune har et innbyggertall på ca. 1900 (tall fra 2005). Kommunen er hovedkvarteret for Brigade Nord, og Forsvaret er dermed naturlig nok en viktig arbeidsgiver i kommunen (Målselv kommune, 2013). Brigade Nord står sentralt i den landmilitære strukturen, og kjernen i Brigade Nord er manøverbataljonene. To av disse er mekaniserte, og blir stadig modernisert. Panserbataljonen på Setermoen har bl.a. begynt å ta i bruk CV90-kampvogner. Brigade Nord blir et naturlig utgangspunkt når regjeringen ønsker å øke militær tilstedeværelse i nord (Prop.151S, 2015-2016).

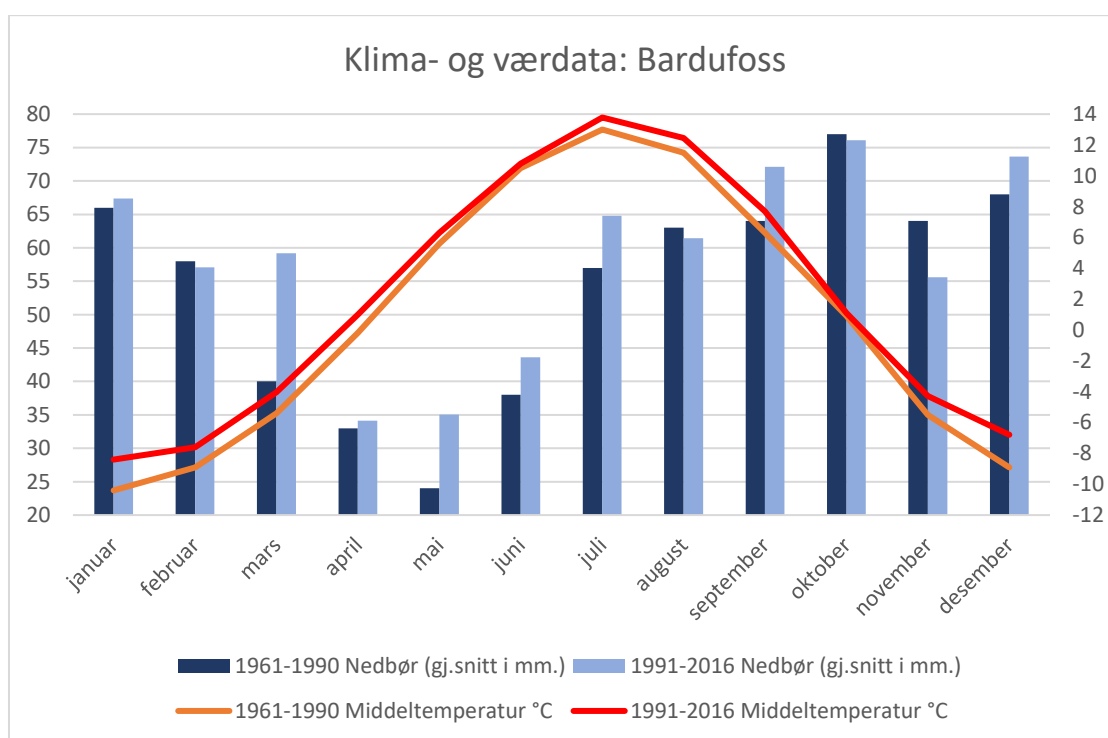
Mauken ligger i tilknytning til Skjold leir, og både Mauken og Blåtind har eksistert som militære øvingsfelt siden 1950-tallet (Fredheim, 2012). Mauken og Blåtind er knyttet sammen med en sammenbindingskorridor som går fra Akkasæter i Blåtind til Mauken (Bolstad, 2013). Etter sammenbindingskorridoren mellom stod ferdig i 2011 har det totale arealet for feltområdet økt til $\sim 200 \text{ km}^2$ (Forsvarsbygg, 2015).

1.3.1. Klima

Klimadata for feltområdene har blitt hentet fra Bardufoss værstasjon, som har vært i drift siden 1940 (Yr, 2007-2017a). Ved å følge utregningen for klimasoner i Köppens klimasystem som vist i appendiks G i Ahrens (2012), kan klimaet i området rundt værstasjonen plasseres i klimasonen Dfc. Klimasoner i kategori D er kjent som 'fuktig kontinentalt klima', og kjennetegnes av varme til kjølige somre og kalde vintre hvor gjennomsnittstemperaturen i den kaldeste måneden ligger under -3°C , mens gjennomsnittstemperaturen i den varmeste sommermåneden ligger over 10°C (se Figur 3).

Denne klimatypen er mest utbredt mellom $40^\circ\text{-}70^\circ\text{N}$, noe som også passer godt med værstasjonen i Bardufoss, som ligger ved ca. 69°N . Nedbøren er relativt jevnt fordelt gjennom hele året, og årlig nedbørmengde ligger på mellom 50-100 cm. Underkategorien 'fc' kalles 'subpolar', og kjennetegnes av korte, kjølige somre hvor 1-3 måneder har en gjennomsnittstemperatur over 10°C . Nedbør i subpolare klimasoner er ofte liten, med et årlig gjennomsnitt på $<50 \text{ cm}$ (Ahrens, 2012).

Som vist i figur 4 stemmer klima- og værdata for Bardufoss godt overens med klassifiseringen for subpolare klimasoner temperaturmessig, men området har i gjennomsnitt mer nedbør enn det som er typisk for denne klimasonen. Årsnedbør i området ligger på 652 mm (se mørkeblå kolonne i figur 3), noe som de siste årene har økt til 704 mm (se lyseblå kolonne i figur 4). Dette kan tyde på at feltområdene befinner seg i grensen mellom subpolare klima (Dfc) og kontinentale fuktige klima med lange, kjølige somre (Dfb). Av figur 3 ser vi at sommermånedene mai-juli er varme og tørre, og at nedbørstoppen ligger i vinterhalvåret mellom oktober og januar, hvor temperaturene ligger godt under nullpunktet.



Figur 3. Klima- og værdata for Bardufoss (Kilde: Meteorologisk Institutt, hentet 2017)

Det er sannsynlig at endringer i klima vil føre til en endring av klimaklassifiseringen for dette området. Noen hovedfunn i en rapport utarbeidet av Norsk Klimaservicesenter (2015) sier at en økning i gjennomsnittlig årstemperatur er forventet å stige med 4,5°C samt at årsnedbøren vil øke med ca. 18% innen 2100. For fylker i Nord-Norge forventes havnivået å stige med 60 cm innen samme tidsrom. Samlet sett kan dette som nevnt føre til en endring av dagens klima for feltområdene. Som vist i figur 3 ovenfor, har gjennomsnittstemperaturen allerede økt siden forrige normalperiode. Siden 1961 har årsmiddeltemperaturen økt fra 0.7 °C til 1.83 °C mellom 1991-2016. I samme periode har nedbøren økt med 7.97 % (se figur 3).

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)

- >20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

Stille (%)

13

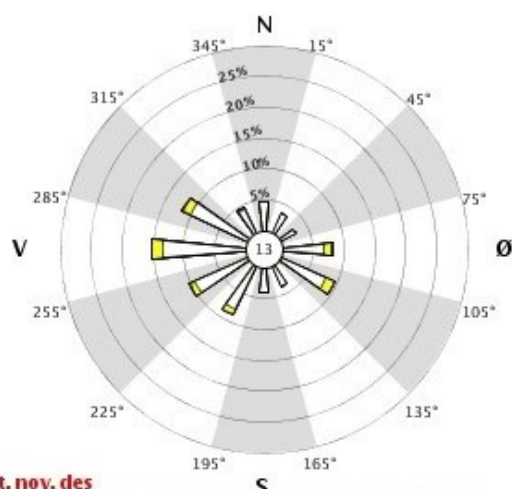


År: 2007 - 2016

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)

89350 BARDUFLOSS



Figur 4. Vindretning- og styrke for Bardufoss (Kilde: Meteorologisk institutt, hentet 2017)

Figur 4 viser fremherskende vindretning for Bardufoss; tyngdepunktet ligger tydelig på vestavinder, med lav til middels styrke. Figur 5 viser fremherskende vindretning i rundt Sjuvfjellet i Balsfjord, som etter Bardufoss er nærmeste målestasjon for Mauken-Blåtind. Tyngdepunktet er på vest-sørvestlige, middels kraftige vinder.

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)

- >20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

Stille (%)

4

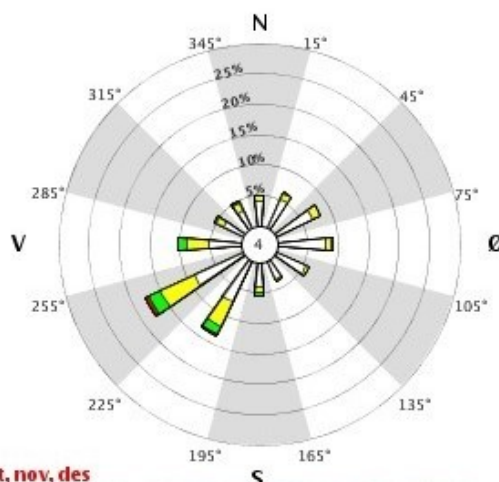


År: 2014 - 2016

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)

89985 SJUFJELLET



Figur 5. Vindretning- og styrke for Sjuvfjellet (Kilde: Meteorologisk institutt, hentet 2017)

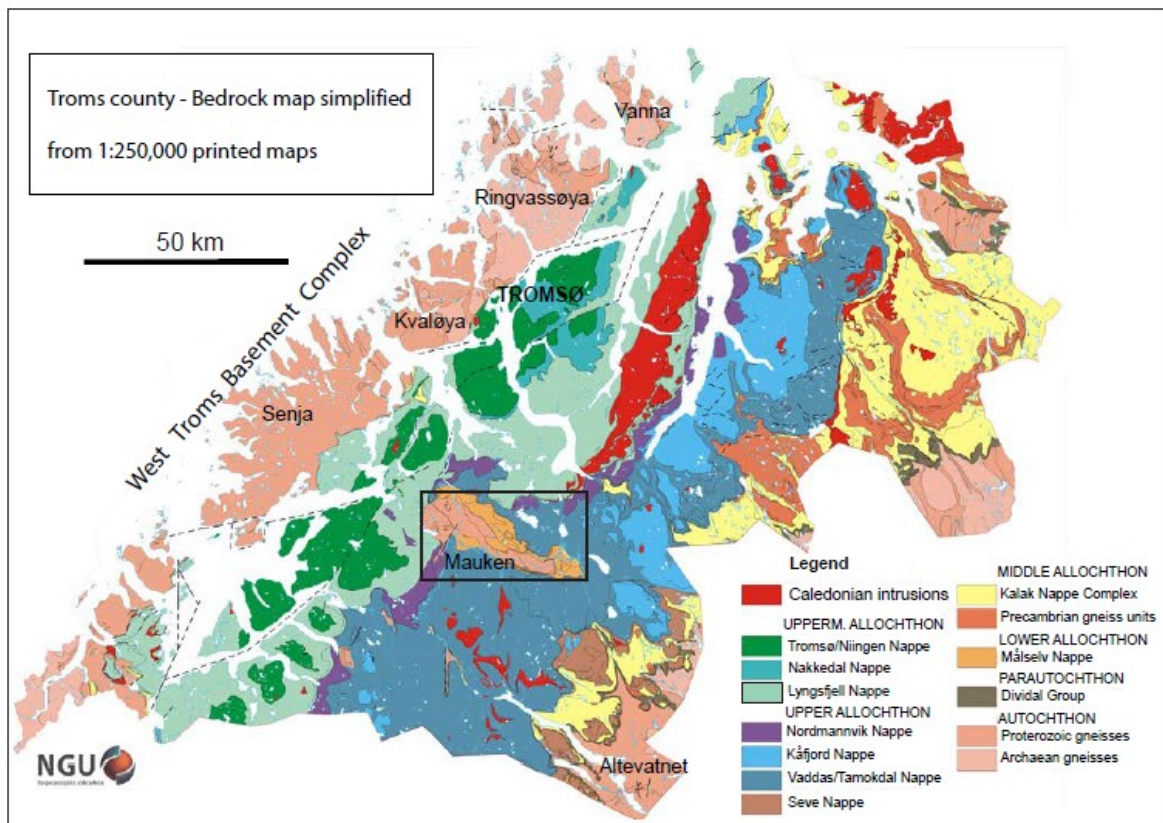
Bardufoss befinner seg i et relativt flatt område omringet av høye fjell, noe som gjør at værstasjonen i området er relativt skjermet for vinder. Selve stasjonen ligger 76 m o.h, og er eneste stasjon i relativ nærhet til feltområdene som måler både nedbør, temperatur og vind (Yr, 2007-2017a). I motsetning til værstasjonen i Bardufoss, ligger stasjonen Sjuvfjellet derimot oppå selve fjellet på 1020 m o.h. Denne værstasjonen måler også temperatur og vind, men ikke nedbør. Stasjonen ble opprettet i 2014 (Yr, 2007-2017b), og dette til sammen gjør at den ikke kan brukes for å si noe om klimaet i området. Sammenslår man observasjonene som vist i figur 4 og 5, gir dette fremherskende vindretninger i spekteret vest-nordvest til vest-sørvest for feltområdene.

1.3.2. Geologi og geomorfologi

Berggrunnen i Troms fylke består hovedsakelig av grunnfjellsbergarter som stammer fra prekambrium, og skyvedekker etter den kaledonske fjellkjedefoldingen (Bjerkgård et al., 2015) som vist i kartet i figur 6. Dette kartet har blitt detaljert beskrevet av ulike geologer (Dahl og Sveian, 2004, Bjerkgård et al., 2015), og viser hvor vi finner grunnfjell og ulike kaledonske skyvedekker i feltområdene. Alle områdene har innslag av grunnfjellområder, i tillegg til Vaddas/Tamokdalsdekket. Målselvdekket finner vi både i Mauken og Blåtind, men ikke på Setermoen. Nordmannvikdekket og Lyngfjelldekket finner vi kun i Blåtind.

Grunnfjellsbergartene i Indre Troms skal ha vært dannet for om lag 1500-1800 millioner år siden, og består hovedsakelig av gneiser, som er vanlig å finne i grunnfjellsområdene rundt om i verden (Garmo og Schumann, 1979). Pettersen (1887, i Bjerkgård et al., 2015) undersøkte 'granitten' i Mauken-området. Basert på store ulikheter mellom granitten og overliggende skifrige bergarter, konkluderte han med at granitten stammet fra Prekambrium.

Målselvdekket tilhører undre dekkserie ('lower allochton' i figur 6), og bergartene består hovedsakelig av fragmenter fra det gamle underlaget. Bergartene som utgjør dette skyvedekket er bl.a. sandsteiner, kvartsitter, kalkstein og forskjellige typer skifre (Dahl og Sveian, 2004). Målselvdekket ligger flere steder under de kaledonske skyvedekkene. Mineralogiske undersøkelser av de suprakrustale bergartene i Målselvdekket viser likevel liten grad av metamorfose i dette området (Bjerkgård et al., 2015).



Figur 6. Berggrunnsgeologi i Troms (Bjerkgård et al., 2015).

Vaddas/Tamokdalsdekket, Nordmannvikdekket og Lyngfjelldekket tilhører alle øvre dekkserie ('upper allochthon' i figur 6) etter inndelingen til Dahl og Sveian (2004). Nordmannvikdekket har vært utsatt for større trykk og høyere temperaturer da dette dekket ble presset lenger ned enn Vaddasdekket. Bergartene i førstnevnte skyvedekke er dermed kraftigere omdannet enn bergartene i sistnevnte skyvedekket. Både Vaddas og Nordmannvikdekket består hovedsakelig av omdannede sedimentære bergarter som marmor, skifer, kvartsitter og amfibolitter (ibid.).

Lyngfjelldekket deles inn i to grupper, og bergartene funnet i Blåtind hører til Balsfjordgruppen. Denne gruppen består hovedsakelig av omdannede sedimentære bergarter som sandsteiner, marmor, dolomitt og konglomerater, men enkelte steder i dette skyvedekket finnes også putelava (Dahl og Sveian, 2004).

NGUs interaktive berggrunnskart (<http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>) gir en god oversikt over de ulike bergartene som er å finne i feltområdene:

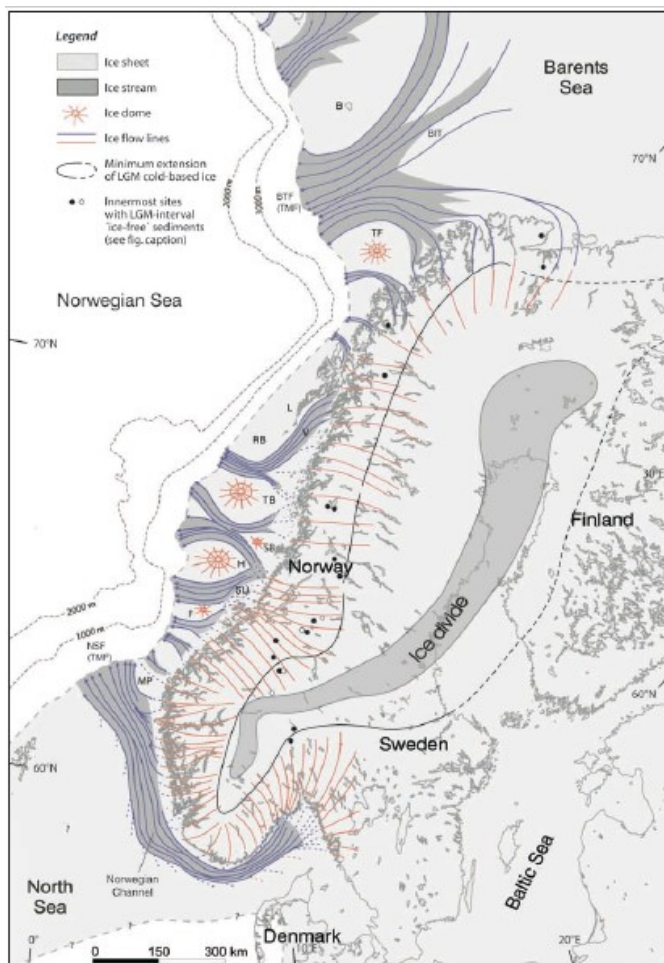
- Setermoen-feltet er hovedsakelig dekket av Vaddas/Tamokdalsdekket, men har også noe innslag av grunnfjell. Som tidligere nevnt består Vaddasdekket hovedsakelig av

omdannede sedimentære bergarter. På NGUs interaktive kart er det på Setermoen bergarter som granittisk gneis, glimmergneis, kalkspatmarmor og kvartsfyllitt, noe som stemmer godt overens med kartet i figur 6.

- Mauken-feltet er preget av grunnfjell og Målselvdekket, i tillegg til Vaddas/Tamokdalsdekket. Basert på dette skal vi forvente å finne gneis og granitt og metasedimentære bergarter. Rundt Øverbygd, sørøst for Mauken, ligger 'Øverbygd intrusivene'. Disse består hovedsakelig av magmatiske bergarter hvorav hovedtypene er granitt og gabbro (Bjerkgård et al., 2015). På NGUs interaktive kart finner vi i Mauken bl.a. mylonittgneis, glimmerskifer, amfibolitt og meta-arkose, som stemmer godt overens med kartet i figur 6 og med funnene gjort av Bjerkgård et al. (2015).
- Blåtind-feltet er det mest komplekse av feltområdene geologisk sett, og her vil vi ut ifra kartet i figur 6 finne bergarter fra alle de kaledonske skyvedekkene beskrevet i dette kapittelet (Vaddas-, Nordmannvik-, Målselv-, og Lyngfjelldekket) i tillegg til grunnfjellsbergarter. Vi skal m.a.o. forvente å finne metasedimentære bergarter, deriblant konglomerater, dolomitt, kalkstein og sandstein, i tillegg til gneis/granitt. Dette stemmer godt overens med det som vises av det interaktive kartet, hvor vi bl.a. finner klorittskifer (med og uten konglomerat), konglomeratisk skifer, meta-arkose, kvartsitt, marmor, mylonitt- og glimmergneis, glimmerskifer og amfibolitt. Bjerkgård et al. (2015) beskriver glimmerskiferen i området mellom Målselvdekket og de omkringliggende kaledonske skyvedekkene (dvs. sør i Blåtind-feltet) som homogen, finkornet og mørk. Glimmerskiferen har en mektighet på ca. 500-600m, og er dominert av kvarts og biotitt.

De fleste landskapstrekk i Norge som er synlig i dag har blitt ved glacial påvirkning gjennom Kvartær – landskapstrekk som stammer fra før Kvartær kalles 'paleiske former' (Sulebak, 2007) og beskriver m.a.o. gammelt landskap. Områder som ikke har vært utsatt for glacial erosjon kalles 'relikt ikke-glasial overflate' og kan være bevart av kaldbasert is (Fredin et al., 2013) eller som nunatakker som stakk opp av isen (Corner, 2005; Fredin et al., 2013). Paleiske landskapsformer kan ifølge Corner (2005) observeres i fjellregionene innlands i Norge, samt bl.a. i alpine regioner. I Nord-Norge finner vi alpint landskap i Lofoten og i Troms. Landskapet

her har vært utsatt for botnbreer som oppstod i grupper eller som isolerte former, som ‘skar’ seg inn i den paleiske flaten.

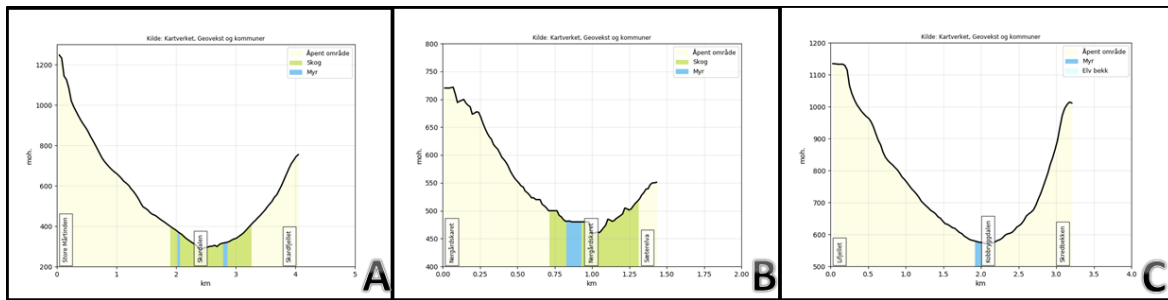


Figur 7. Antatt isskille i Fennoscandia i sen-Weichsel (fra Olsen et al., 2013)

vestlige dalene er bratte, dype og ofte har et kantet mønster, mens de østlige dalene er ‘mildere’ og grunne eller moderate i dybde. Det kantete mønsteret i de vestlige dalene skyldes at det har vært mer glasial erosjon langs hele den norske vestkysten, fordi breene her har vært tempererte. Både vestlige- og østlige dalsystemer har en utpreget U-form, mens sidedalene ofte har en V-form (Corner, 2005).

U-daler er et tegn på glasial erosjon og i feltområdene finner vi disse i alle tre feltene, som vist i figur 8. Bilde A og C i figur 8 er gode eksempler på U-daler, her fra Blåtind og Setermoen, mens bilde B viser en U-formet dal med elvenedskjæring og V-form helt i bunnen av dalen.

Topografi dannet før Kvartær har sannsynligvis lagt føringer for glasial erosjon gjennom Kvartær; ifølge Fredin et al. (2013) kan fluviale daler ha ‘fokuset’ isdreneringen og ført til isfordypede dalsystemer. Dalsystemer dannet i den paleiske flaten under Kenozoikum har senere blitt utsatt for flere landhevingsfaser. Gjennom Kvartær har den paleiske flaten blitt glasialt påvirket, og over tid har glasialer og interglasialer ført til suksessjoner med vekselvis glasial og fluvial erosjon i dalsystemene (Corner, 2005). De fleste dalene i Norge i dag drenerer bort fra det antatte nord-sør orienterte isskillet fra Weichsel, som vist i figur 7, dvs. at de drenerer mot vest eller øst. Daler øst og vest for isskillet differensieres ved at de



Figur 8. Dalformer i feltområdene: A - Skardalen, Blåtind. B - Nergårdskardet, Mauken. C - Kobbryggdalen, Setermoen (Kilde: www.norgeskart.no)

Sett bort ifra Finnmarksvidden og sørøstlige områder i Norge, har Norge generelt sett store områder med bart fjell eller bart fjell med et tynt dekke sedimenter, som stammer fra Weichsel. Disse består hovedsakelig at morenemateriale (Fredin et al., 2013) eller forvittringsmateriale (Corner, 2005). I Troms er sedimentdekket generelt relativt tynt. I dalene dominerer vannbårne sedimenter avsatt glasifluvialt, fluvialt eller marint (Fredin et al., 2013). I feltområdene finner vi fluviale avsetninger rundt Storbekken på Setermoen (Lien, 1990), ved Instetuva, Langvatnet og Skarelva i Blåtind, og langs elven i Nergårdskardet i Mauken (NGU, 2005). I daler på intermediært/lavt høydenivå og i daler på østsiden av isskillet er det vanlig å finne tykke glasifluviale avsetninger (Corner, 2005). Landformer som er tegn på glasifluvial aktivitet er bl.a. smeltevannskanaler, eskere/slukåser, og deltaer (Fredin et al., 2013). Glasifluviale avsetninger finnes i feltområdene øst for Sæterelva på Setermoen (Lien, 1990) og i Blåtind ved Rundhaugen og langs Skardelva, men ikke i Mauken (NGU, 2005).

Marin grense i indre deler av Troms hvor feltområdene er lokalisert (jf. Figur 2) ligger på 60-80 m. o.h. (Bargel et al., 2005, Eilertsen et al., 2008) og dermed kan forekomster av marin leire ekskluderes fra feltområdene, som befinner seg over marin grense.

I postglasial tid har geomorfologisk aktivitet stort sett foregått som skråningsprosesser, frostsortering, og forvitring ved høy breddegrad eller høyde over havet. Der isbreer eksisterer i dag er det fortsatt glacial aktivitet (Corner, 2005). Av geomorfologiske prosesser vil denne oppgaven fokusere på skråningsprosesser og naturfarer relaterte til disse.

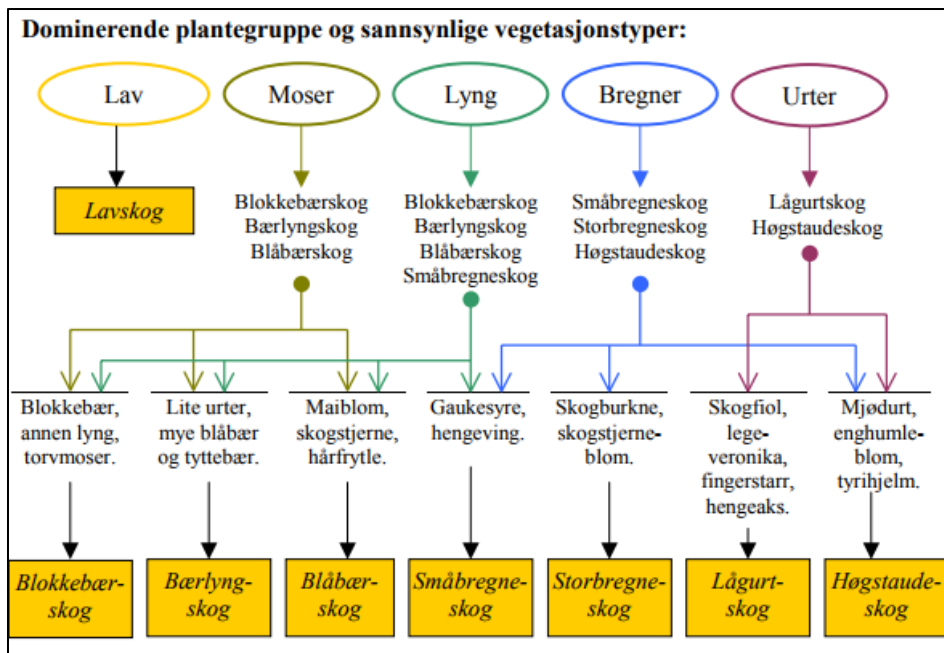
1.3.3. Vegetasjon

Skogområdene i Nord-Norge er preget av løvtrær med et lite innslag av barskog; kun $\frac{1}{4}$ av skogarealet er barskog, mot $\frac{3}{4}$ løvskog. Naturlig granskog finnes kun i Nordland, mens furu vokser over hele landsdelen. Størst sammenhengende arealer med furuskog finnes i indre dalstrøk og i Indre Troms. I Nord-Norge er Troms fylket som har størst andel barskog, men skogvolumet i Troms har de siste 70 årene nesten tredoblet seg, og her er det furu som har gitt størst økning (Grønlund, 2009).

På Setermoen SØF består skogen hovedsakelig av bjørk og furu, dermed er hovedregelen i området en 'blandingskog'. Bunnsjiktet i området er preget av furumuse og lavarter, mens feltsjiktet domineres av bærlyngarter som tyttebær og krekling. Der det er noe dypere jordsmonn finner en mer blåbærlyng (Bakkestuen et al., 2005). Begge typer kan klassifiseres som bærlyngskog etter Larsons (2000) som vist av figur 9 nedenfor. Ifølge Larsson (2000) er bærlyngskog mest utbredt i nedbørfattige innlandsstrøk, noe som stemmer godt overens med klimaet i feltområdet (jf. Figur 3).

I tilknytning til mer næringsrik berggrunn finnes det noen steder på Setermoen rikere løvskog med innslag av urter som marikåpe og fjelltistel (Bakkestuen et al., 2005). Ved å følge samme klassifisering som ovenfor, kan områder med denne typen vegetasjon klassifiseres som 'høgstaudebjørkeskog'. Høgstaudeskog er mest utbrakt i lier og åser, ettersom den er avhengig av sigevann for å utvikles. Feltsjiktet er høyvokst og frodig, med bregner, urter og gress. Lyng finner man som regel ikke i høgstaudeskoger.

Bakkestuen et al. (2005) beskriver vegetasjonen i Mauken over skoggrensen som 'preget av lyng og lav', og kaller dette for 'dvergbjørk-keklingrabb', eller rabbevegetasjon. Dominerende arter er som navnet tilsier dvergbjørk og krekling, men også reinlavarter. Etter inndelingen som vist i figur 9 kan denne vegetasjonstypen klassifiseres som lavskog. Lavskog er mest utbredt i nedbørfattige områder, og ellers på knauser med stor avrenning. I tresjiktet er det vanlig å finne furu eller bjørk, og trærne står vanligvis spredt. Feltsjiktet preget av lyng, fjellkekling røsslyng og tyttebær, og blåbær opptrer spredt. I bunnsjiktet finner vi lav og innslag av moser (Larsson, 2000). I forsenkninger finner man myrer (Bakkestuen et al., 2005).



Figur 9. Klassifisering av vegetasjonstyper (Larsson, 2000)

Skogen i Blåtind preget av bjørkeskog med urtedominert feltsjikt langs elven og på elveavsatt materiale (ibid.). Denne kan også klassifiseres som ‘høgstaudeskog’ etter Larsons (2000) inndeling i figur 9. Bakkestuen et al. (2005) beskriver området rundt østsiden av Stormyra i Blåtind som ‘artsfattig bjørkeskog med bærlyng’, og hevder det er høgstaudeskog i sørvendte partier ellers i området. Skoggrensen varierer sterkt, mulig pga. variert beitepåvirkning. Der området er treløst skyldes dette sannsynligvis tynt jorddekke kombinert med værhardt klima. Vegetasjonen her beskriver de igjen som ‘dvergbjørk-kreklingrabb’. Myrene som finnes i Blåtind er gjerne mindre, næringsfattige flatmyrer, f.eks. beskrives Stormyra som flat, minerogen og med innslag av palsmyr.

1.4. Risiko og naturfarer

Meyer (2008) skiller mellom tilsiktede og utilsiktede uønskede hendelser, og naturhendelser faller innunder sistnevnte kategori, ettersom tilsiktede uønskede hendelser per definisjon er forårsaket av en ‘ondsinnede aktør’. Uønskede naturhendelser forårsakes av naturlige fenomener innen kategoriene meteorologiske-, geologiske- og kosmiske hendelser. Sistnevnte skyldes fenomener fra rommet, og vil ikke bli vurdert i denne masteroppgaven.

Definisjonen av ‘naturfarer’ brukt i denne oppgaven er basert på typologien utarbeidet av Meyer (2008). Ofte er grensene mellom bakenforliggende årsaker for ulike natur- og geofarer utydelige, og kan være vanskelig å skille. Derfor vurderes naturfarer i denne oppgaven til å være hendelser forårsaket enten av geologiske- eller meteorologiske fenomener, eller en kombinasjon av disse, som i feltområdene kan utgjøre en fare for soldater under trening. Jeg har valgt å fokusere på skred i fast fjell, snøskred, og skogbrann. Både snøskred og skred i fast fjell klassifiseres som skråningsprosesser (se figur 10), mens skogbrann har potensialet til å virke inn på skråningsprosesser bl.a. ved å redusere stabiliteten i underlaget.

Fast fjell	Løsmasser		Snø
	Grove ←	→ Fine	
Steinsprang	Jordskred		Snøskred
Steinskred	Flomskred	Kvikkleire-skred	Sørpeskred
Fjellskred			

Figur 10. Klassifisering av skråningsprosesser (Øydvinn et al., 2011)

Natur- og geofarer påvirkes av agenser og prosesser som finner sted enten mennesker befinner seg i området eller ikke. Disse utgjør ikke en fare eller risiko i seg selv, men blir først definert som ‘farlig’ i relasjon til menneskelige aktiviteter og verdier. Noe er blitt en ‘fare’ når det virker inn på menneskers sikkerhet eller når det kan føre til tap man ønsker å unngå (Hewitt, 1997). Prosesser og agenser som diskuteres i denne oppgaven kan ikke defineres som ‘geofarer’ i seg selv, men de utgjør en fare for mennesker i forbindelse med den militære aktiviteten som foregår innenfor grensene til SØF.

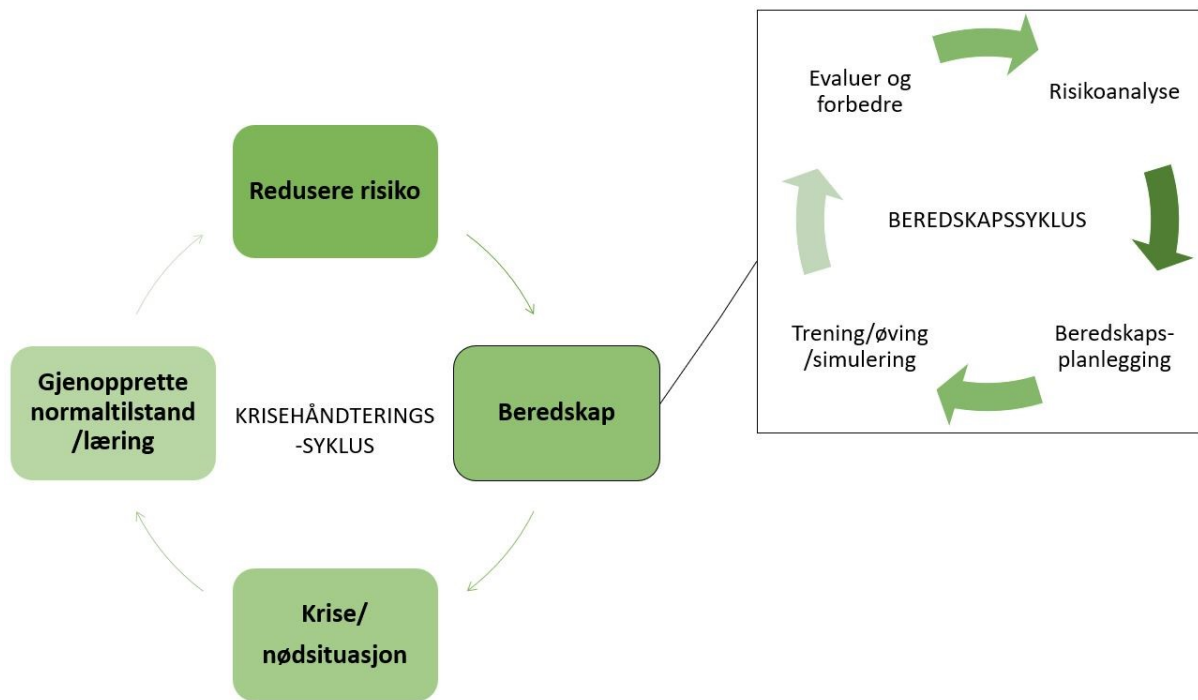
2. Teori og litteraturstudie

2.1. Militær trening og terreng

2.1.1. Forsvaret, nasjonal beredskap og militær trening

Figur 11 viser hvordan risikovurdering og planlegging inngår i arbeidet med samfunnssikkerhet og beredskapsbygging før en krise- eller nødsituasjon oppstår. Forsvaret er som nevnt en del av samfunnets samlede beredskap, og skal bidra til nasjonal krisehåndtering også gjennom

samarbeid med sivile beredskapsmyndigheter (Prop.151 S, 2015-2016). Innen beredskap er testing av planer gjennom øving og trening et viktig element ikke bare for å lære hvilke oppgaver man har når en nødsituasjon eller krise oppstår, men fordi testing kan avdekke mangler og feil i planer samt hvilken kapasitet en organisasjon (her: Forsvaret) har til å håndtere kriser (Drennan et al., 2014). Militær trening er derfor en viktig del av nasjonal beredskap.



Figur 11. Krisehåndteringsyklus med innebygd beredskapssyklus (modifisert etter Drennan et al., 2014)

Dunnigan (2003) beskriver militær trening som «den grad troppen er opplært til å bruke sitt våpen og utstyr effektivt». Soldater i Forsvaret begynner i førstegangstjenesten, og gjennomfører grunnleggende soldatutdanning (GSU) i rekruttperioden hvor de bl.a. lærer stridsteknikk og våpenferdigheter (Forsvaret, 2014c). For å bli 'Godkjent Hærsoldat' må rekruttene ved slutten av førstegangstjenesten bestå minstekrav for våpen- og stridstekniske ferdigheter (Hæren, 2017). Å utdanne rekrutter til 'Godkjent Hærsoldat' er en forutsetning for at avdelingene skal kunne brukes til å løse oppgaver til nasjonal beredskap. Soldater som skal tjenestegjøre i utlandet må kvalitetssikres på et minimumsnivå i henhold til GSU2, som bygger videre på GSU1 (Hærens Våpenskole, 2010; i Kvernmo, 2011). Gjennom soldatutdanningen og følgende karriere skal soldaten følge prosedyrer og sikkerhetsbestemmelser gitt i UD2-1 (Forsvaret, 2017).

I strid og under stress faller soldaten tilbake på sitt eget treningsnivå, og hans ferdigheter må derfor opprettholdes ved vedlikeholdstrening. Handlingsmønstre som er innarbeidet i den grad at de er lagret som muskelminne, og gode skyteferdigheter, kan redde liv under strid (Kvernmo, 2011). Handlingsmønstre og ferdigheter det skal trenes på, kan avhenge av hvilken oppgave soldaten har. I en hær finnes mange ulike arbeidsoppgaver og soldatene skal utdannes til ulike stillinger, som f.eks. infanteriet og kampstøtteavdelinger som vognpersonell og ingeniører:

- Infanteriet skal lære å bruke terrenget til dekke og skjul for å nærme seg fienden (Tuck, 2008). Infanteristens oppgave er: forsvar, angrep, patruljering, og de kan brukes til å gravlegge miner og andre antitankvåpen (Dunnigan, 2003).
- Kavaleriet (tanks) gir ild, beskyttelse og mobilitet (Payne, 1989) og skal støtte infanteriet (Dunnigan, 2003). Tanks har en blindsoner hvor mannskapet ikke har sikt, og en dødsone hvor den ikke kan skyte, noe som gjør den sårbar for angrep fra infanteri på nært hold. I urbant og vanskelig terreng er tanks sårbare, og trenger støtte fra infanteri (Payne, 1989).
- Ingeniører skal bistå kampstyrker ved å hindre fiendens framkommelighet og tilrettelegge for framkommelighet for egne styrker; dette gjøres ved å konstruere hindringer for fienden (antitankgrøfter, minelegging) samt brobygging og rydding av minefelt for egne styrker (ibid.).

2.1.2. Terreng i militær kontekst

I militær geografi tolkes landskap ut ifra den nytten de utgjør for militære formål fra enkeltmannsskala, for grupper med taktiske oppgaver, eller ved overvåking av områder til bruk i militær strategi (Woodward, 2015). Hvordan militært personell leser et landskap kan oppsummeres fra Collins (1998):

- Fjell og forhøyninger er gode observasjonspunkt, men svært bratte skråninger hindrer mobilitet. Fjellterreng vil i tillegg hindre radiokommunikasjon (Dunnigan, 2003)
- Ujevnt underlag og konkave områder danner 'blindsoner' som kan skjule fiender fra våpensystem som er ment for flate områder, i tillegg til å hindre radiokommunikasjon
- Forsenkninger kan hindre mobilitet, men er også gode strategiske områder man kan bruke til skjul og til å gjemme våpen
- Dalområder er farlige dersom fienden har kontroll på omkringliggende høyereliggende områder

- Elver og vannreservoarer kan være hindringer dersom man ikke kan svømme, bygge broer eller krysse på annen måte, men de er også gode vannkilder for matlaging og drikkevann
- Ulike vegetasjonstyper har sin egen innvirkning på militære operasjoner:
 - Skog: Trestammer kan endre baner på prosjektiler, hindre framkommelighet, og føre til at håndgranater ikke treffer målet kasteren siktet på
 - Flatt land med dyrket mark/høyt gress: Liten innvirkning på luftbårne våpensystem og er ikke til hindring for kjøretøysmobilitet, men hindrer infanterisoldater til fots og trådstyrte våpensystem
 - Stepper og flate områder med korte vekster: Lite til skjul og dekke, men god sikt for våpensystem og observasjon

Ifølge Langvad (2015) bør man studere terrenget som påvirker evnen til å operere slik at man overrasker fienden; hvis man oppnår reaksjoner som sjokk og handlingslammelse hos fienden, kan man redusere fiendens stridseffektivitet. For å identifisere hvor man kan angripe fra må man gjøre en lendeanalyse.

2.1.3. Lendeanalyse

Lendeanalyse er en del av rekognosering hvor man ved bruk av ulike metoder innhenter informasjon om lendet (terrenget) og fienden (SNL, 2011). Dunnigan (2003) beskriver terreng som 'effekten av geografi'. Geografiske forhold har ulik innvirkning på en militær operasjon avhengig av dens hensikt. Informasjon som er relevant for en militær operasjon kan innhentes og analyseres bl.a. ved bruk av Geografiske Informasjonssystemer (se 3.4) og danne et produkt som f.eks. en lendeanalyse (Venås, 2015). Lendeanalyse, eller terrengundersøkelser, kan for kampstyrker sette fokus på kritisk terreng, naturlige og kunstige hindringer, skuddfelt, dekning og skjul, observasjon (Collins, 1998) tilkomstveier, og analyse av sikte, lys- og skyggevirking (Venås, 2015).

Fra Collins (1998) kan de ulike elementene i en lendeanalyse oppsummeres slik:

- **Kritisk terreng** er strategisk viktige geografiske knutepunkter – avhengig av offiserens perspektiv kan dette være kraftverk, telekommunikasjonssentre, veikryss, flyplass osv.

- **Hindre** (naturlige eller kunstige) er områder som forhindrer tilkomst – dette kan være fjell, myr, dyp snø, veisperringer o.l., som gjør at avstand over land og hvor lett det er å komme seg til et område, ikke alltid har en nær sammenheng
- **Sikt** beskriver områder hvor man har god sikt for våpensystemet, og avhenger av at siktlinjen ikke brytes opp av vegetasjon, skyer, regn osv., mens **skuddfelt** beskriver områder hvor våpensystem har rekkevidde, og som derfor har sammenheng med topografi, urbant terreng og vegetasjon som kan sette begrensninger for skuddfeltet
- **Dekning** er områder som gir beskyttelse for personell, kommandoposter og våpensystem, mens **skjul** kun hindrer fienden i å observere overnevnte
- **Observasjon** er områder av stor verdi, da de brukes til å innhente informasjon, og kommer i form av kirketårn, vanntårn, forhøyninger, fjelltopper osv.
- **Tilkomstvei** er veier man bruker for å nå fiendens område; de mest nyttige tilkomstveiene følger ikke alltid logiske veier, men følger ruter som gjør det mulig å overraske fienden; fjell er lite som tilkomstvei fordi det krever spesielle teknikker og utstyr, men av den grunn kan bruk av fjell som tilkomstvei overraske fienden

Ifølge Seppola (2015) er fiendesituasjonen avgjørende for å kunne ta gode beslutninger i strid. For å vite hvor fienden er og hva han gjør må man ha observasjonskontakt med fienden, og for å oppnå det er det viktig med en god lendeanalyse. En god lendeanalyse gjør det mulig å opprettholde kontakt med fienden, og bidrar til å avdekke fiendens manøvrer (Dørheim og Finstad, 2014). Lendeanalysen er til syvende og sist et beslutningsgrunnlag hvor geografis påvirkning på fiendens handlingsvalg er analysert og evaluert, og som derfor gjør det mulig å veie fordeler og ulemper mot hverandre før et valg skal fattes (Collins, 1998; Richbourg og Olson, 1996).

Moderne krigføring er basert på lendeanalyser som viser hvordan terrenget kan brukes for å 'dempe' effekten av fiendens ild (Tuck, 2008). Terreng vil ha ulik innvirkning på striden; vanskelig terreng kan føre til økt tap og senke tempoet i en operasjon, mens flatt, åpent terreng vanligvis vil øke tempoet (Dunnigan, 2003). Terreng vil defineres som 'lett' eller 'vanskelig' ut ifra troppens perspektiv, avhengig av om man er forsvarer eller angriper. Terreng blir 'vanskelig' å angripe når det reduserer mobiliteten, gir hindringer for våpenrekkevidde og minker synsfeltet for observasjon og sikt (Tuck, 2008). Terreng er 'lett' å forsvare når det gir gode observasjonspunkter og muligheten for skjul og dekke. Av den grunn er fjell og skog, som

også gir gode muligheter for skjul og dekke, terreng som favoriserer forsvaren og derfor egner seg som forsvarspunkter (Bang, 1884).

2.1.4. Effekter av militær terrengbruk

Militær aktivitet kan gi forstyrrelser som påvirker distribusjonen av vann, jordsmonn, berggrunn (Rose, 2005) og vegetasjonsdekket (Wang et al., 2007) ved lokalt å endre prosesser som virker inn på bl.a. avsetningsforhold. Berggrunn blir påvirket av ingeniøraktiviteter som tunnel- og skyttergraving, grøfting og steinbrudd til festningsbygging osv. (Rose, 2005). Ulike militære aktiviteter som fører til forstyrrelser på jordsmonn og vegetasjonsdekket inkluderer kjøring med beltevogner og hjulkjøretøy, infanteri og artilleri (Garten et al., 2003). Forstyrrelser av jordsmonnet og vegetasjonsdekket kan gi økt erosjonsrate (Wang et al., 2007) og økt andel barmark, og øving med tunge kjøretøy har enkelte steder økt andel barmark med 35 % (Quist et al., 2003). Forstyrrelser i jordsmonn og vegetasjonsdekket kan også føre til eksponering for regn (Wang et al., 2007) noe som gjør at barmark er utsatt for overflateavrenning (Whitecotton et al., 2000).

Ettersom militære treningsaktiviteter ofte gjennomføres i områder med variert topografi, resulterer dette i variert forstyrrelser på vegetasjonsdekket. Jordsmonn, vegetasjonsdekket og erosjonsrate varierer og avhenger av intensiteten og frekvensen av militære treningsaktiviteter, og faren for erosjon øker med høyfrekvent trening (Wang et al., 2007). Garten et al. (2003) undersøkte områder preget av ulik militær bruk og intensitet, og konkluderte med at moderat og tung bruk gir høy tetthet i jordsmonnet, mens lett bruk i form av infanteritrening hadde liten innvirkning på jordsmonnet. Lignende ble funnet av Whitecotton et al. (2000) som i sitt studie konkluderte med at intensiv fottrafikk fra infanteri førte til redusert fuktighetsinnhold i våtmarksområder, som dermed ble mer kompakt. Resultatet var redusert infiltrasjonsevne og nedgang i biomasse.

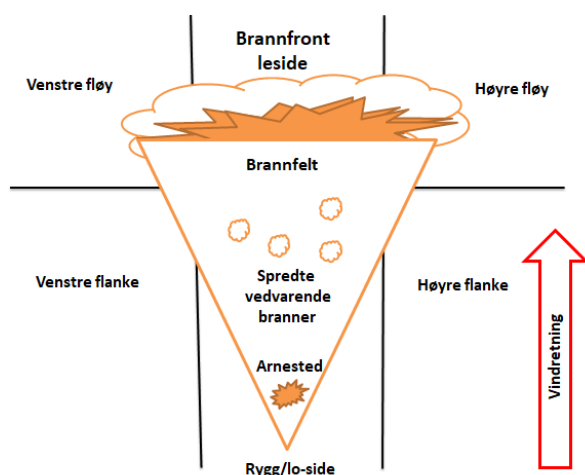
Områder med insentiv militær trening assosieres med økt andel barmark og tap av vegetasjonsdekket (Quist et al., 2003) i tillegg til et mer kompakt jordsmonn, noe som gjør det sårbart for erosjon (Whitecotton et al., 2000). Utover ovennevnte effekter på jordsmonn og berggrunn, kan disse også påvirkes ved at militære aktiviteter endrer homogeniteten i det originale dekke, og dermed endres forutsigbarheten ved dekkets egenskaper (Rose, 2005).

2.2. Naturfarer

2.2.1. Skogbrann

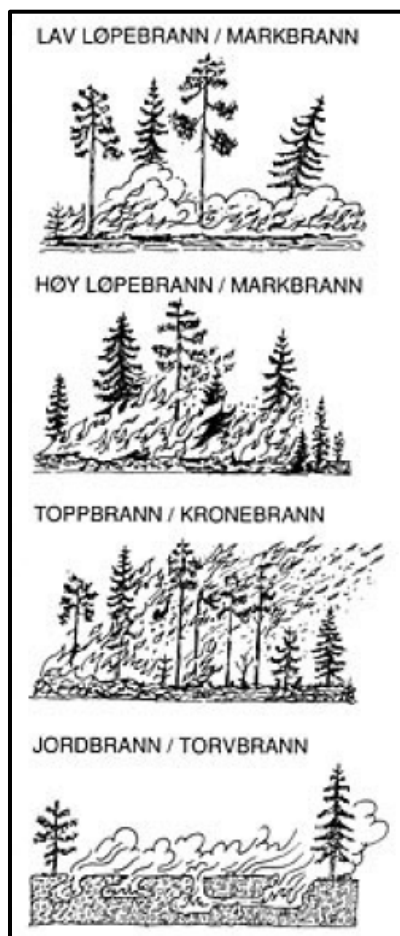
Enten det er snakk om naturlige branner eller forvaltningsbranner, starter en brann alltid grunnet en fysisk tenningskilde som er antropogen eller naturlig av karakter. Eksempler på naturlige tenningskilder er lyn, vulkansk aktivitet og gnistslag fra stein- og jordskred (Bleken et al., 1997). Vanlige antropogene årsaker kategoriseres som følger av fritids- og næringsvirksomhet, eller grunnet brannstiftelse (Aas, 1982). I Norge er lyn den viktigste naturlige tenningskilden; høyest sannsynlighet for at lyn antenner skogbrann er ved tordenvær (Bleken et al., 1997). Tordenvær er en konvektiv storm (Ahrens, 2012) og i Norge kan tordenvær oppstå over innlandsområder i sommerhalvåret, eller bli ført inn fra havet ved vandrede lavtrykk. Varigheten på tordenværet og lynnedslag har størst betydning, da både positivt og negativt ladde lyn har nok energi til antenning (Bleken et al., 1997). Tørkeperioder fulgt av tordenvær skaper stor risiko for antenning, særlig når det oppstår såkalte 'tørre tordenvær' hvor nedbør uteblir (Aas, 1982).

For å starte en brann trengs fire ting: nok og tørr biomasse, værforhold (sterk nok vind, høy temperatur og lav fuktighet) og en antenningskilde (Davies, 2013). En brann antennes på et arnested og utvikler seg derfra. Brannfronten er ilden som beveger seg, og det er dette som er selve skogbrannen (Aas, 1982). Figur 12 viser en skjematisk framstilling av en skogbrann.



De fleste branner er en kombinasjon av to eller flere ulike branntyper, og disse har mønstre eller brannforløp som kan beskrives som høy og lav løpebrann, kronebrann og jordbrann/torvbrann (Bleken et al., 1997). De ulike brannmønstrene vises i figur 13.

Figur 12. Brannfront (etter Bleken et al, 1997 og Aas, 1982)



Figur 13. Illustrasjon av ulike brannmønstre (Bleken et al., 1997)

Lav løpebrann er en type overflatebrann som brenner gjennom gress og strøfall (falte blader o.l. fra trær) på bakkenivå, med varierende intensitet (Davies, 2013). De fleste skogbranner utvikler seg fra en lav løpebrann (Aas, 1982). Når løpebrannen begynner å 'spise' på nedre deler av tresjiktet, har brannen utviklet seg til en høy løpebrann (Bleken et al., 1997). Dette skjer typisk i eldre ungskog til gammel skog, og i kombinasjon med sterk tørke og vind (Aas, 1982). I en kronebrann brenner trekronene med høy intensitet (Davies, 2013) og brannen beveger seg fra trekrone til trekrone. Disse brannene omsetter mye biomasse (Bleken et al., 1997) og oppstår gjerne i skog hvor trærne er av vekslende alder og vokser i bratt terreng. Denne formen for skogbrann er svært destruktiv (Aas, 1982). Jordbrann opptrer oftest som en ulmende glødebrann eller en brann som brenner med lav intensitet (Davies, 2013). I nordiske land kan jordbrann inntreffe i ekstremt tørre somrer når humussjiktet og det organiske jordsmonnet er tørt nok til å være næring for ilden (Bleken et al., 1997).

Faktorer som bestemmer brannmønstre og omfanget av en skogbrann er tilgjengelige antenningskilder, utbredelse av og type brennstoff, topografi og klimatiske forhold (Aas, 1982). Til sammen utgjør disse faktorene det såkalte 'brannregimet' (Mysterud, 1997). Begrepet er en samlebetegnelse for trekk som kjennetegner branner og beskriver trekk som over tid og rom danner et brannmønster på en bestemt lokalitet eller i en region som finner sted på en bestemt lokalitet eller i en region (Bleken et al., 1997). Utgangspunktet er at et naturlig brannregime følger klima (Mysterud, 1997).

Vind, temperatur og nedbør er de viktigste klimatiske faktorene som spiller inn på skogbrannrisikoen (Aas, 1982) og bestemmer utbredelse av vegetasjon, samt hvor produktiv den er. Dette avgjør hvor raskt brennstoff akkumuleres, hvor mye energi som er tilgjengelig, og hvordan brannen kan spre seg horisontalt og vertikalt (Bleken et al., 1997). Det det er mye brennbart materiale vil en brann spres raskere (Aas, 1982).

- Vind vil påvirke fuktighetsnivået i brennstoffet, og kan forvarme brennstoff før brannfronten treffer et område, samt antenne branner foran brannfronten ved gnistsprang (Bleken et al., 1997).
- Nedbør spiller inn på både antenningsvilkår og brannforløp bl.a. fordi det bestemmer fuktigheten i brennstoffet og påvirker luftfuktighet (ibid.).
- Temperatur påvirker skogbrannrisikoen særlig med tanke på tørke: Områder preget av innlandsklima er mer utsatte enn kystklima da vi her kan få varme, tørre somrer (Aas, 1982). Nettopp i mer kontinentale strøk i Norge får vi det største innslaget av naturlige branner; i kontinentale overgangsområder er det også stor sannsynlighet for naturlig tente branner (Bleken et al., 1997).

Sett fra et skogbrannperspektiv er det nær sammenheng mellom geologi, jordbunnsforhold og vegetasjon. Hvilken type jordsmonn som dannes, og dermed hvilken type vegetasjon som vil trives i et område, avhenger i stor grad av underliggende geologi, og dette forholdet virker inn på skogbrannrisiko. Næringsfattig berggrunn vil på samme måte gi et magert jordsmonn, og typisk vil vegetasjonen her være tørr og lettantennelig (Bleken et al., 1997). Jorddybde virker også inn, da dypere jordsmonn kan holde lenge på fuktighet og gi grunnlag for frodig vegetasjon som holder seg i tørkeperioder, mens et grunt jordlag tørker raskt ut, og øker brannrisikoen (Aas, 1982). Jorddybde (les: fuktighetsinnholdet) vil påvirke brannintensiteten, og dermed brannforløpet (Bleken et al., 1997). Samspillet mellom vegetasjon og jordsmonn er vist i tabell 1; av den ser vi at størst skogbrannfare er knyttet til ung barskog som vokser i grunnlendt mark, og at løvskogen representerer områder med lav skogbrannfare.

Tabell 1. Sammenhengen mellom vegetasjon, jordsmonn og skogbrannfare (etter Aas, 1982 og Bleken et al., 1997)

Påvirkende faktorer		Skogbrannfare		
		Lav	Middels	Stor
Skogtype	Løvskog	x		
	Blandingsskog		x	
	Barskog			x
Alder	Ung/ynge	x		
	Middelaldrende skog		x	
	Gammel skog			x
Jordbunn	Dyp	x		
	Middels dyp		x	
	Grunn			x

Topografi er en viktig faktor i brannregimet og påvirker brannforløp ved å legge føringer for lokalklima (vind, nedbør) og dermed for fuktighetsinnhold i brennstoff og luft, og for vegetasjonsutbredelsen i et område. I tillegg vil det i skråninger oppstå bakketrekk som gjør det lettere for branner å spres i oppover heller en i nedoverbakke eller i kupert terreng (Aas, 1982). Konvekse landformer og losider er spesielt brannutsatte, mens terrengformer som er konkave, f.eks. dalbunner og søkk, er mer skånet for branner. Topografi danner også naturlige spredningsbarrierer (Bleken et al., 1997) som vann, elver og myrer og kupert terreng, hvor brannfronten brytes opp.

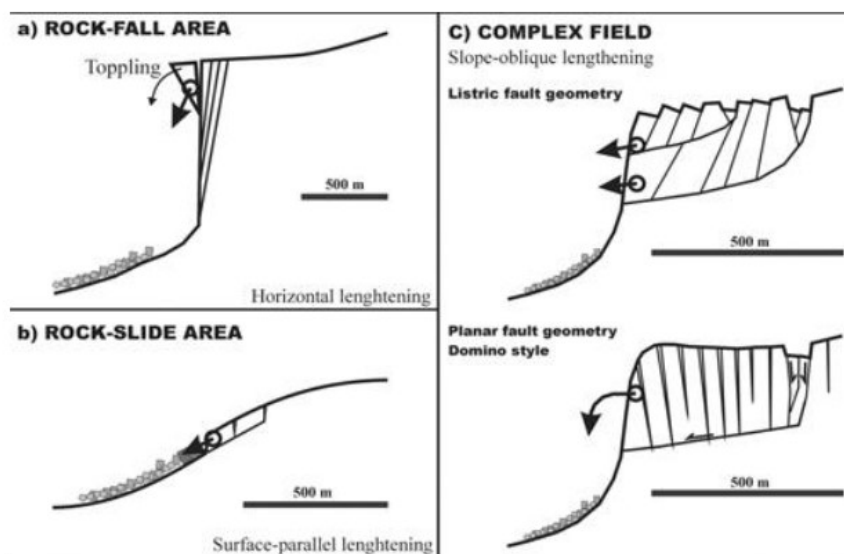
Store branner har gått i furuskog i feltområdenes nærområder på 1800-tallet (Dahl, 1997), de fleste forårsaket av tjærebrenning og bål (Øyen, 1997). De fleste branner i Norge er forårsaket av antropogen aktivitet (Aas, 1982) og aktiviteter som kaffekoking, næringsvirksomhet, tobakksrøyking o.l. forårsaket 99% av alle branner i Troms mellom 1975-89 (Bleken et al., 1997). Antropogen aktivitet og naturlige antenningskilder vil etter lange tørkeperioder kombinert med vind kan antenne skogbrann i alle typer skog, selv i områder med dypt jordsmonn. Skogbrannrisikoen øker også ved høy temperatur, lav luftfuktighet og ved fare for tordenvær (Aas, 1982). Faren for naturlige skogbranner er størst i kontinentale klimasoner og kontinentale overgangsområder hvor det kan oppstå konvektive stormer i sommerhalvåret (Bleken et al., 1997). Klimatisk sett kan Indre Troms beskrives som et overgangsområde (se 1.3.1).

De siste årene har antallet skogbranner i Norge gått ned grunnet nedkjemping av skogbrann (Eldhuset, 2009). Strahler og Strahler (2006) hevder tiltak som iverksettes for å redusere risikoen for skogbrann fører til destruktive branner når fenomenet først inntreffer, ettersom slike tiltak fører til akkumulering av brensel som strøfall og annet materiale.

2.2.2. Steinsprang

Steinskred og -sprang er tyngdekraftdrevne massebevegelser som flyter, sklir eller faller ned et fjellparti (Braathen et al., 2004). Skred i fast fjell deles inn i tre kategorier etter volum: steinsprang (< ca. 100 m³), steinskred (100 – 10.000 m³) og fjellskred (>10.000 m³) (Høeg et al., 2014). I et steinsprang kan blokkene forbli intakte, mens de i et større skred oftest vil knuses i mindre biter (NVE, 2015).

Hvilken type skred som utløses i et område bestemmes av bergartenes egenskaper og oppsprekkingsmønster. De fleste bergarter i Norge er metamorfe, og sprekkemønsteret i disse bergartene avhenger av mineralinnholdet. Metamorfe bergarter er typisk harde, og deformasjon og utglidning vil derfor skje langs svakhetssoner- og sprekkplan, dermed blir egenskaper ved sprekkeflata avgjørende. Fjellsider bestående av harde bergarter uten sprekker vil kunne stå uten at steinsprang eller -skred blir utløst. Dersom det er sprekker i fjellsiden vil blokker sannsynligvis falle ned; deler av fjellsiden kan også gli ut som skred. Fjellsider bestående av svake bergarter som ikke kan bære vekten av overliggende fjell kan kollapse som fjellskred (Høeg et al., 2014).

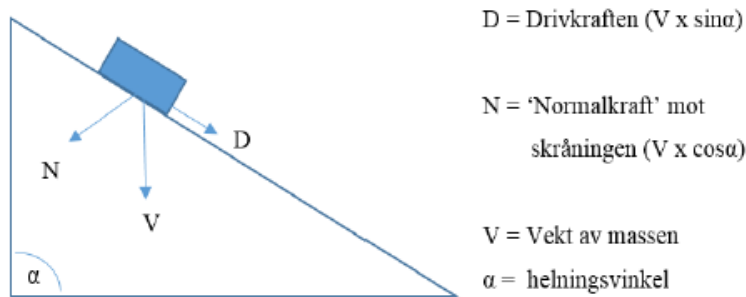


Figur 14. Inndeling av potensielle rasområder etter strukturgeometri (Braathen et al., 2004)

Ustabilitet i fjellsiden kombinert med ulike utløsningsmekanismer kan utløse steinsprang- og skred. Områder hvor skråningssvikt inntreffer og skred kan utløses er av Braathen et al. (2004) klassifisert ved bruk av strukturgeometri, og danner tre hovedtyper: a) steinsprangområde, b) steinskredområde, og c) komplekse fjellparti. De ulike typene er illustrert i figur 14. Av disse områdene er hovedfokus i denne oppgaven steinsprang.

Steinsprang er en gravitasjonsdrevet bevegelse av en masse som faller, ruller, spretter eller sklir ned fra en bergklippe eller bratt fjellside (Blikra og Nemec, 1998). Steinsprangområder kjennetegnes av nær-vertikale gradienter ($>60-75^\circ$), samt blokker som skilles fra *in situ* berggrunn ved bratte, parallellgående bruddsoner/sprekker. Steinsprangområder kan sies å være preget av leddbrudd, dvs. at åpninger i bergveggen opptrer som sprekker som forlenges

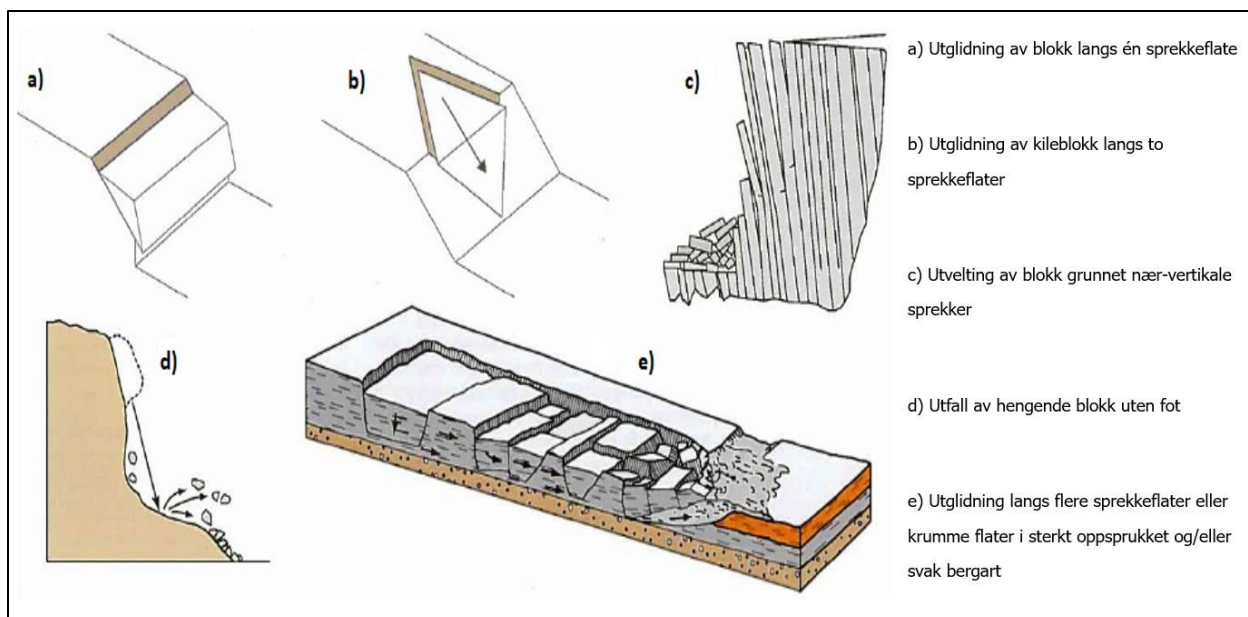
horisontalt (se figur 14). Sprekkdannelse skjer ved utvelting ('toppling') idet blokker roterer utover og etterlater seg 1-3 m brede sprekker. Blokken holdes på plass langs bruddplanet av friksjonskrefter; når drivkreftene overgår disse (se figur 15) settes blokken i bevegelse, og den akselererer inntil den når fritt fall. Størrelsen varierer fra et steinsprang, men denne kan utvikle seg eller føre til et fjellskred (Braathen et al., 2004).



Figur 15. Krefter som påvirker masser i en skråning (etter Sulebak, 2007)

Avhengig av fordelingen av bruddsoner ('joint distribution') i bergarten vil steinsprang og -skred skje ved utglidning eller utvelting av blokker. Bergarter med bruddsoner som heller utover domineres av utglidning; bevegelsen domineres da av egenskaper ved sprekkeflaten. Med flere sett bruddsoner som er nær-vertikal i gradienten er det mer vanlig med utvelting. Kombinasjoner av disse kan også forekomme (Sandersen et al., 1997; Kjekstad og Sandersen, 2002). Viktige faktorer som avgjør om utglidning skjer eller ikke er bl.a. helningsvinkel (se figur 14). Massebevegelse (les: steinsprang og -skred) vil inntreffe når drivkreftene som påvirker massen blir større enn normalkreftene som holder denne på plass (illustrert i figur 14). Når helningen øker vil også drivkraften øke, samtidig som normalkraften avtar og friksjonen reduseres (Sulebak, 2007). Ustabilitet kan oppstå på ulike måter (se figur 16).

Ved utglidning skjer skråningssvikt vanligvis pga. reduksjon i skjærstyrke, som oppstår f.eks. grunnet økt porevanntrykk eller fordi forvitring har 'slipt' bruddsonen slik at ruheten i glideplanet ble redusert. Ved utvelting er det vanligere at svikten skyldes at den underliggende 'foten' eller støtten til en blokk/masse har forsvunnet f.eks. ved forvitring, eller fordi stabiliteten er redusert da massens tyngdepunkt gradvis har beveget seg utover (Sandersen et al., 1997; Kjekstad og Sandersen, 2002).



Figur 16. Skjematiske oversikt over typer utglidning og utvelting (Høeg et al., 2014)

Steinsprang forårsakes av prosesser som virker nær overflaten, heriblant porevanntrykk og frostsprengning som virker i grunne bruddsoner (Sandersen et al., 1997). Derfor forekommer steinsprang typisk enten om våren eller høst/vinter (Kjekstad og Sandersen, 2002).

Helningsvinkel er ikke den eneste utløsningsmekanismen som virker inn på gravitasjonsdrevne massebevegelser; deformasjon kan også skyldes forvitring, vanntrykk, tin- og fryssykluser og gradvis endring av berggrunnens skjærspenning (Braathen et al., 2014). Enkelte av disse prosessene er væravhengige (se tabell 2). Faktorer utover disse som ikke er direkte væravhengige er bl.a. rotsprengning og forvitring (Sandersen et al., 1997) og seismisk aktivitet. I områder med permafrost kan også endringer i forhold mellom permafrost og bergspenninger utløse skred (Blikra, 2002). I tillegg kommer antropogene årsaker som sprengning, gruvedrift o.l. som kan påvirke stabiliteten ved at foten under bratte fjellsider blir svekket (Høeg et al., 2014).

Tabell 2. Meteorologiske faktorer og påvirkning på skråningsprosesser (etter Sandersen et al., 1997)

Prosess	Meteorologisk faktor
Frostsprengning	Temperatur
Porevanntrykk og rennende vann	Nedbørintensitet, snøsmelting, snødybde, vindhastighet, luftfuktighet og solinnstråling
Temperaturrendring	Temperatur

Frostsprengning er en form for mekanisk forvitring, og forekommer når vann fryser i sprekker nær overflaten; over tid vil gjentatt frysing gradvis forskyve på blokker og bergmasser (Høeg

et al., 2014). Tin- og fryssykluser påvirker stabiliteten i fjellsider ved å utvide eksisterende sprekker (Braathen et al., 2004) og ved å tette sprekker slik at vann ikke transporteres bort, noe som gir økt vanntrykk (Høeg et al., 2014). Tining av isfylte sprekker fører til rask reduksjon av skjærstyrke (Braathen et al., 2004), og tining av permafrost er derfor av interesse når man undersøker stabilitet i fjellsider. I Norge finnes permafrost i fjellområder mellom 58-71°N. Etter modellen til Gislås et al. (2013) finnes det permafrost i feltområdene.

Vanntrykk påvirker stabiliteten ved å øke vekten i bergmassen, og dermed drivkreftene (se figur 14) og ved å øke poretrykket og derved redusere skjærstyrken på glideplanet (Braathen et al., 2014). Typisk vil vanntrykk øke ved snøsmelting om våren, og ved økt nedbør høst- og vinter (Kjekstad og Sandersen, 2002). Kombinasjonen av snøsmelte og nedbør skjer gjerne i perioder hvor det også er treløsning, noe som kan utløse store skred (Høeg et al., 2014).

Rotsprengning forekommer når kapillærkreftene i røtter utvider sprekker slik at blokker og partier i en bergmasse forskyves. Prosessen virker grunt i noen få dybdemeter fra overflaten, og er en sannsynlig årsak til steinsprang vår og sommer i forbindelse med vekstsesongen mai-juli, ettersom røttene da utvider seg (Høeg et al., 2014).

Forvitring på sprekkeplan kan skje som mekanisk eller kjemisk forvitring som bryter ned små hindringer i overflaten som skaper stress i sprekkeplanet. Dette gir redusert friksjon, ettersom ruheten på sprekkeflaten forminskes (Blikra et al., 2002). Prosessen virker både i overflaten, i sprekker og i svakhetssoner i en bergart og kan over tid danne store dyp langs svakhetssoner. Over tid kan prosessen danne leirpartikler (Høeg et al., 2014) ved at fragmenter og 'skadde' mineraler i eller nær overflaten blir utsatt for kjemisk forvitring; dette virker som smøremiddel langs skjærsoner og sprekkeflater, og reduserer skjærstyrken (Blikra et al., 2002).

I områder som har gjennomgått en glacial er det ofte svært bratte gradienter, noe som fører til økt skjærspenning i bergmassen. Deglasiasjon kan gi trykkavlastning og hypogen eksfoliasjon, samt post-glasielle forkastninger og jordskjelv (Fredin et al., 2013) noe som kan utløse skred og steinsprang. Det trengs et jordskjelv på ≥ 6 M for å utløse steinskred (Keefer, 1984), noe som ikke er instrumentelt målt i Norge (Havskov et al., 2002). Jordskjelv i Norge i dag forårsakes av aktiviteten mellom den Eurasiske platen og den Nordamerikanske platen (Mohnsryggen) samt trykkavlastning etter deglasiasjonen (Olesen et al., 2002).

Man antar seismisk aktivitet under deglasiasjon ga i skjelv av størrelsesorden > 7 M på Richters skala (Keiding et al., 2015). Alle typer skred kan utløses av jordskjelv, og langs forkastninger er jordskjelv en vanlig årsak til gjentatte skred (Høeg et al., 2014). Sett bort ifra Nordland er den seismiske aktiviteten størst langs kysten fra Oslofjorden og til kysten langs Nord-Norge. Olesen et al. (2013) mener det snart er grunn til å forvente et nytt skjelv i størrelsesorden > 5 M i et av disse områdene. Samtidig påpeker de at det er stor usikkerhet knyttet til hvor og når et nytt skjelv vil inntreffe. Et høyt antall steinsprang i relativ nærhet til feltområdene har blitt koblet til forkastningen i Nordmannvikdalen, men disse stammer antagelig fra tiden rundt deglasiasjonen da forkastningen ble dannet (Dehls et al., 2000).

Massebevegelser kan settes i gang ved antropogen aktivitet som avskoging, veg- og anleggsvirksomhet, massepålaging, samt tapping og fylling av vannmagasin ettersom det fører til svingninger i porevanntrykk (Sulebak, 2007).

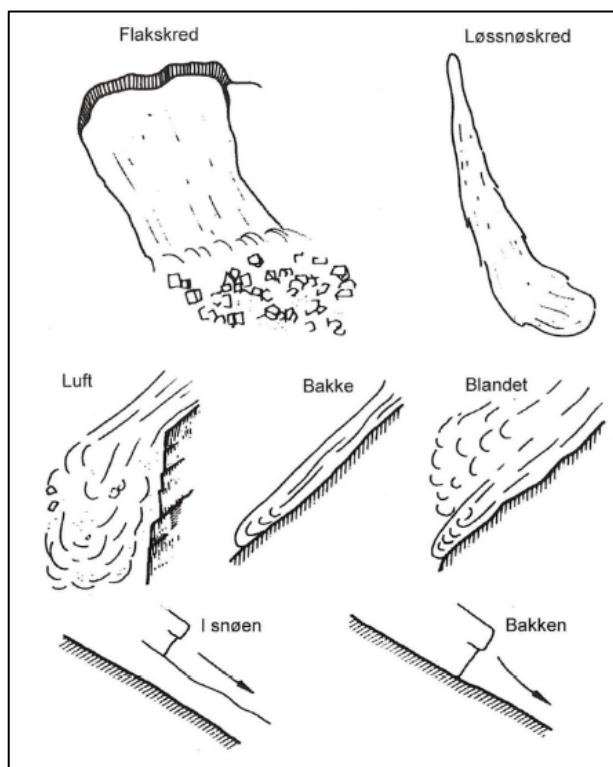
2.2.3. Snøskred

Snøskredaktiviteten var på 16. og 1700-tallet større enn den er i dag (Høeg et al., 2014). Det siste halvannet århundre har 2.000 mennesker mistet livet i skred i Norge. Av disse har snøskred ført til flest tap, og snøskred står for $\sim 60\%$ av dødsfallene (Nesje et al., 2007). I nyere tid er det snøskredet som fant sted under NATO-øvelsen *Anchor Express* i 1986 som har ført til størst tap av menneskeliv (Lied et al., 1989). Hendelsen er bedre kjent som 'Vassdalsulykken'.

Snøskred inntreffer når stillestående snømasser mister festet og bevegelsen i massen akselererer til den har forbigått snøsiget. Avhengig av snømassens fasthet vil skredet gå enten som løssnøskred eller flakskred. Terrengforhold og snømassens fasthet avgjør hvordan skredet oppfører seg. Snøskred vil vanligvis gå som en blanding av våte og tørre skred; dette er kjent som 'blandingsskred'. Figur 17 viser inndeling av snøskred i løssnø- og flakskred. Disse deles igjen inn i tørre/våte skred, og etter om de beveger seg langs bakke eller i luft. Tørre snømasser som virvles opp i luften går som 'støvskred'.

I terreng med 40° helning kan disse ha en fart på mellom 110-250 km/t, og trykket ligger på 2-10 T/m². Dersom snømassene heller flyter langs bakken klassifiseres skredet som tørt eller vått flyteskred; disse har en gjennomsnittsfart på henholdsvis 75-150 km/t og 40-110 km/t, med

trykk på 2-50 og 2-40 T/m². Farten på et blandingskred bestemmes av snøen som går nærmest bakken (Sulebak, 2007).

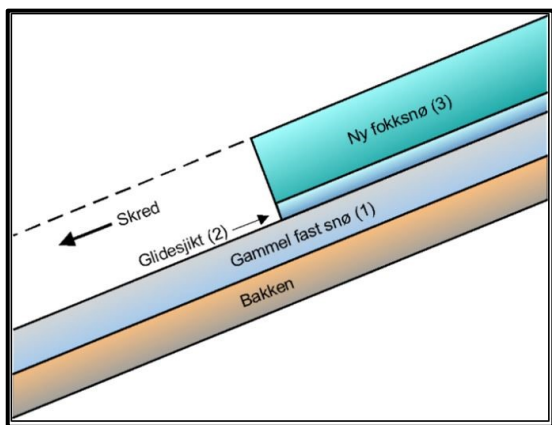


Figur 17. Snøskredklassifisering (Lied og Kristensen, 2003)

skred i nysnø eller våt snø (Lied og Kristensen, 2003). Tørre snøskred har som regel lengre utløpsdistanse enn våte skred (Lied et al., 1989). Et annet navn for løssnøskred er ‘powder snowflows’, et begrep som brukes om turbulente skred med lav tetthet. Turbulente løssnøskred går som overflateskred, dvs. at skredets nedre grense går grunt i underliggende snølag og ikke på selve bakken. Avhengig av utløpsdistanse og volum kan denne typen snøskred ha en tykkelse på noen få meter til > 100 m; ofte vil turbulente skred ha lange skredløp (Blikra og Nemeč, 1998).

Snøskredområder deles inn i to soner: løsne- og utløpsområde. Løsneområde defineres som alle områder brattere enn 30° som ikke er dekket av tett skog. Utløps-områder er skredbanen og stanseområdet for skredet, og regnes ut fra terrengparametere (Lied et al., 1989).

Løssnøskred starter i ett punkt når litt snø settes i bevegelse. Ettersom det beveger seg nedover skråningen øker gradvis i volum. I kaldt vær kan snøkrystaller feste seg til skråninger $\leq 80^\circ$, og det kreves en helningsvinkel på $> 45^\circ$ for å utløse løssnøskred. Som regel går denne typen



Figur 18. Flakskredets oppbygning (Lied og Kristensen, 2003)

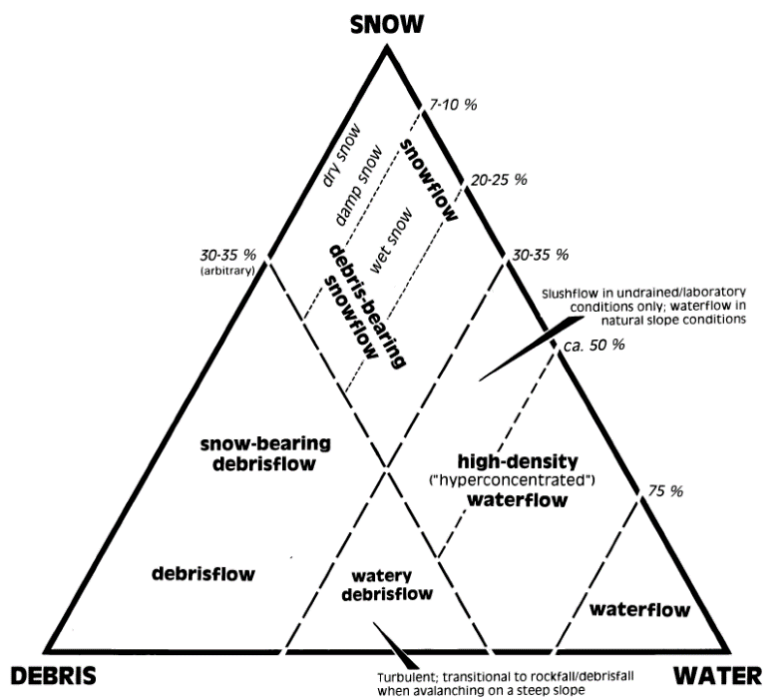
Hvis snømassen glir ut *en masse*, dvs. som snølag eller flak som utløses samtidig og langs ett glideplan, får vi flakskred. Denne skredtypen går vanligvis i fuktig eller våt snø, og er den typen snøskred som fører til mest skade (Blikra og Nemeč, 1998). Figur 18 viser en skjematisk oppbygning av flakskredets struktur. Topplaget vil i et flakskred gli langs mellomlaget (‘glidesjiktet’)

grunnet forskjell i fasthet mellom disse lagene. Bunnlaget består av gammel, tettpakket snø som ligger langs bakken. Mellom bunn- og topplaget ligger glidesjiktet (Lied og Kristensen, 2003). Topplaget består av vindpakket fokksnø (Sulebak, 2007) som har større fasthet, og dermed styrke, enn glidesjiktet. Bakken eller bunnlaget fungerer som glideplanet. Flakskredet glir ut som en sammenhengende snømasse ettersom det utløses langs et skjærpunkt i glidesjiktet som forplanter seg videre i dette laget. Ettersom det øverste snødekket ikke følger med dannes det en bruddkant som står 90 ° mot underlaget; dette er kjent som 'strekkrødd' (Lied og Kristensen, 2003).

Utløsningsmekanismer for snøskred er knyttet til snømassens skjærstyrke, som er basert enten på kohesjon eller friksjon. Faktorer som påvirker skjærstyrken er bl.a. temperatur og vanninnhold (Lied og Kristensen, 2003). Tetthet påvirker også snømassens skjærstyrke. Ettersom snø akkumuleres under varierende værforhold vil en snømasse typisk være lagdelt, og egenskapene i snølaget vil variere etter form og bindinger mellom snøpartiklene, samt deres romlige fordeling (Blikra og Nemec, 1998).

Kohesjonen mellom snøpartikler avtar med økt vanninnhold, og dermed øker skredfaren. Økt vanninnhold kan forårsakes av økt temperatur eller nedbør. Med økt temperatur begynner en nedbrytende metamorfose av snøkrystallene hvor disse mister forgreiningene sine pga. varme og varmeledningsevne i vannet som dannes rundt krystallene. Økt vanninnhold fører til at kohesjonen mellom partiklene avtar, og dermed øker skredfaren. Temperatur er en faktor som fører til økt vanninnhold; med økt temperatur begynner en nedbrytende metamorfose av snøkrystallene. Snøkrystallene mister forgreiningene sine pga. varme og varmeledningsevne i vannet som dannes rundt krystallene (Lied og Kristensen, 2003).

Figur 19 viser skredklassifisering etter vanninnhold. Snøskred klassifiseres som tørre når vannmetningen er <ca. 7 vol.%. Vannfilmen mellom snø-krystallene i tørr snø er ikke-kontinuerlig, og snømassen er rik på luft og derfor relativt sterk. Snøen blir svakere ved høyere vanninnhold, og ved vannmetning på > 7-12 vol.% er vannfilmen mellom snøpartiklene kontinuerlig. Ved høy vannmetning på > 25 vol.% går snøskred over til å bli sørpeskred. Dersom underlaget er glatt eller isete kan sørpeskred gå ved mindre enn 2° helning; er underlaget derimot ujevnt kan denne type skred derimot stanse på helninger > 70° (Blikra og Nemec, 1998).



Figur 19. Skredklassifisering etter vanninnhold (Blikra og Nemeč, 1998)

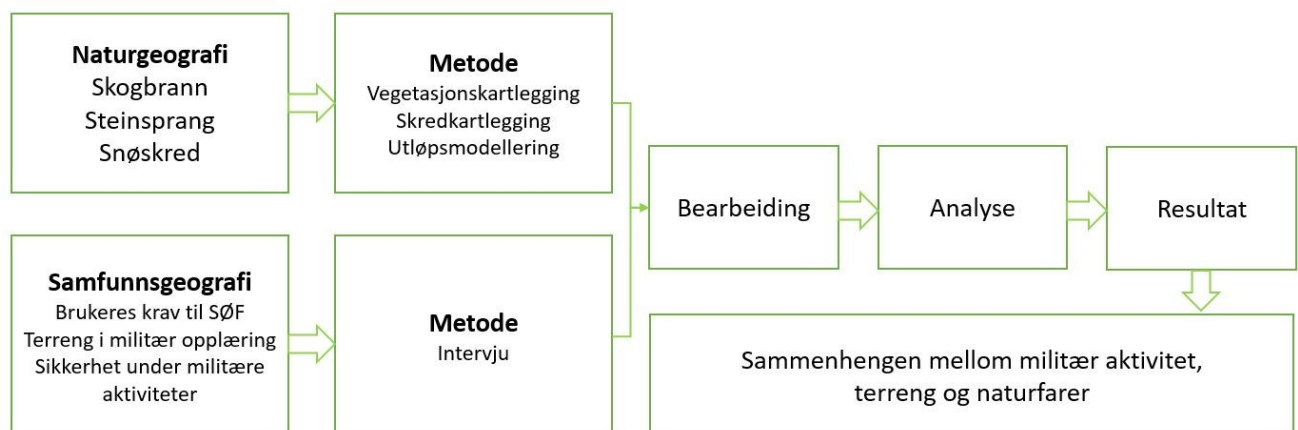
I tillegg til temperatur vil nedbør også påvirke snømassens vanninnhold; samtidig påvirker nedbør også vekt og volum. Metamorfose av snøkrystaller finner også sted når vekten av overliggende snølag øker – grenene som hefter snøkrystallene sammen mister grepet eller knekker, og kohesjon og friksjon i snølaget vil dermed avta. Når disse kreftene er overvunnet kan en liten svikt sette massen i bevegelse og utløse skred (Lied og Kristensen, 2003). Ytre påvirkninger som mennesker og kjøretøy kan også utløse skred (Lied et al., 1989).

Terrenghelning er også en viktig utløsningsårsak for snøskred, ettersom helningen virker inn på snømassens skjærstyrke. Løssnøskred vil typisk gå i skråninger $> 45^\circ$ – faren øker jo raskere snø akkumuleres på topplaget, etter som vekten øker og fører til at grenene på krystallene knekker. Det er ikke uvanlig at løssnøskred utløses kort tid etter snøfall i bratt terreng (ibid). Det spontane skjærbruddet som utløser flakskred skjer typisk i skråninger med en helningsgrad på $30\text{--}40^\circ$ (Blikra og Nemeč, 1998) eller $35\text{--}50^\circ$ (Lied og Kristensen, 2003). Våt snø kan likevel svikte ved så lite som 10° helning dersom bakken er isete eller glatt (Blikra og Nemeč, 1998). Sørpeskred kan dermed forekomme utenfor det klassiske ‘snøskredterrenget’ med en 30° helning.

Ifølge (Lied et al., 1989) vil de fleste snøskred gå i perioder med ‘dårlig vær’, dvs. når store mengder nysnø (≥ 20 cm i løpet av et døgn) og sterke vinder forekommer samtidig, og det er ved denne kombinasjonen skredfaren er størst. Fjellsider som vender bort fra vinden (lesider) vil akkumulere mest snø, og skredfaren er størst i disse områdene. Skredfare øker ved rask temperaturøkning grunnet varm luft, solinnstråling eller regn. Jordskjelv kan også være en mulig utløsningsmekanisme for snøskred (se kapittel 2.2.2).

3. Forskningsdesign og metoder

Forskningsdesign kan beskrives som en prosess hvor en bygger en logisk struktur; ut ifra denne velger man forskningsspørsmål og metode. Formålet med forskningsdesign er å gjøre forskeren i stand til å gi et grundig svar på forskningsspørsmålet ved å gjøre forskeren i stand til å innhente riktig data. Ved å redegjøre for hvilke data som trengs for å svare på forskningsspørsmålet, vil forskningsdesign synliggjøre hvilke metoder som bør brukes ved datainnsamling. Valg av forskningsspørsmål vil påvirke hvilken type data som må innhentes, og dermed hvilke metoder som må brukes ved datainnsamling. Forskningsspørsmål kan deles inn i kategoriene ‘deskriptiv’ og ‘forklarende’ forskning. Deskriptive forskningsspørsmål er av typen ‘hva’-spørsmål, og beskriver et fenomen. God deskriptiv forskning vil lede forskeren til å stille forklarende spørsmål av typen ‘hvorfor’, som redegjør for hvorfor et fenomen finner sted (de Vaus, 2001).



Figur 20. Workflow-diagram som viser arbeidsprosessen for dette prosjektet, med forsøkt kombinert metodebruk

Forskingsspørsmålet i denne masteroppgaven, eller problemstillingen, er i hovedsak et deskriptivt spørsmål som først og fremst søker å beskrive fenomenet naturfarer innen rammen av militære øvingsfelt – men underproblemstilling c) faller innunder kategorien ‘forklarende

forskningsspørsmål'. Dermed er problemstillingen i denne masteroppgaven en kombinasjon av både deskriptivt og forklarende forskningsspørsmål, noe som reflekteres i metodevalget. Metodene kan deles inn i kategoriene natur- og samfunnsgeografi, to forskningsdisipliner som hver har lange tradisjoner for bruk av ulike metoder. Disse er forsøkt kombinert i denne masteroppgaven som vist i figur 20.

Feltarbeidet ble gjennomført mellom 18. juli – 19. august. Totalt 22 dager ble tilbragt ute i SØF til datainnsamling ved bruk av naturgeografiske metoder, og 3 dager ble brukt til å gjennomføre intervjuer av soldater og offiserer på Skjold og Setermoen leir. Datainnsamling ble gjort ved bruk av forhåndsutarbeidede skjema.

Store deler av feltområdene er avgrenset som nedslagsfelt (se Figur 2) og her er det ikke anbefalt for sivile å ferdes uten militært følge grunnet fare for blindgjengere. Blindgjengere er ammunisjon som blir skutt inn i avgrensede målområder i SØF og som blir liggende udetonerte fordi de er defekte o.l. (Forsvaret, 2017). Områder innenfor grensen for nedslagsfelt er derfor ikke undersøkt; utover nedslagsfeltene dekker likevel SØF store arealer. Grusveiene i SØF ble benyttet med egen personbil for å dekke størst mulig areal. Områder som ikke var tilgjengelig med bil, ble undersøkt til fots. Blindgjengersonene i SØF har blitt vurdert utelukkende ved bruk av satellittfoto og annen data i GIS.

Innsamlede felldata ble bearbeidet og analysert, og til slutt kombinert for å gi det endelige resultatet: kart og konklusjon som svar på forskningsspørsmålet med tilknyttede underproblemstillinger (se figur 20). De ulike metodene brukt både i feltarbeid og videre analyse blir kort beskrevet i dette kapittelet.

3.1. Intervju: kvalitativ og kvantitativ analyse

Problemstillingene for dette masterprosjektet krever at informasjon hentes inn ved bruk av andre metoder enn de som vanligvis brukes i naturgeografisk forskning. I samfunnsvitenskapelig forskning er intervju en mye brukt metode som gir kvalitative data skriftlig eller muntlig. Semi-strukturerte intervju ble benyttet i dette masterprosjektet. Denne undersøkelsesmetoden har en delvis strukturert form, dvs. at intervjuet kan følge en forhåndsbestemt liste med spørsmål (se vedlegg A) samtidig som det er rom for fleksibilitet.

Listen med spørsmål kan brukes som en samtalestarter som gir mulighet for en åpen dialog mellom respondenten og intervjueren (Clifford et al., 2010).

Intervjuene ble gjennomført ansikt-til-ansikt på Skjold og Setermoen leir i august 2017. Personalia ble notert ned, og anonymisering ble først gjort gjennom bearbeiding av innsamlede data i etterkant av feltperioden. Intervjuene ble tatt opp og notert ned for å unngå å miste data. I forkant av feltarbeidet var det etablert kontakt med en nøkkelinformant som hjalp med å finne personer som kunne stille til intervju, eller som kunne hjelpe med å finne potensielle intervjuobjekter. Respondentene ble valgt ut ifra bl.a. tilgjengelighet og stilling i Forsvaret (om han/hun hadde kunnskap om emnet). Sistnevnte var et kriterium, da det var ønskelig å intervju personer som innehar kunnskap om emnet samt kjennskap til områdene, både på plannivå (offiser) og brukernivå (offiser og soldat). Det ble gjennomført så mange intervjuer som mulig i forhold til tilgjengelighet og tid til rådighet.

Respondenter er enheter som velges fordi de har kjennskap til et fenomen man ønsker undersøkelser. Kvalitative undersøkelser gir detaljrike data og er tidkrevende å bearbeide – derfor blir ofte få enheter undersøkt (Jacobsen, 2015). Fokuset er på kvalitet i dataene heller enn kvantitet av respondenter (Hay, 2010), men Jacobsen (2015) hevder en øvre grense på 20 personer er nok. Utvalget av respondenter i denne studien er en kombinasjon av ‘bekvemmelig utvalg’, ‘opportunistisk utvalg’ og ‘informativt utvalg’. I et bekvemmelig utvalg velger man respondenter ut ifra hvem som er tilgjengelig. Informativ utvalg innebærer at man velger ut respondenter som innehar god kunnskap om emnet som undersøkes, mens forskeren som gjør et opportunistisk utvalg er fleksibel og kan følge nye ledetråder under feltarbeidet (Hay, 2010). Respondentene i denne studien ble valgt ut ifra hvem som var tilgjengelig i feltperioden, og noen intervjuer var forhåndstalt. Nye intervjuer ble avtalt ettersom ledetråder som dukket opp underveis.

Totalt ble 5 befaler/grenaderer og 10 offiserer fra Panserbataljonen og Infanteribataljonen intervjuet. Respondentene ble valgt for å belyse underproblemstillingen som omhandler krav til og bruk av militære SØF (se intervjuguide i vedlegg A). Alle respondentene er brukere av feltene. Noen av offiserene arbeider med å koordinere øvelsene som skal foregå i terrenget innenfor SØF; de fleste arbeider med planlegging av øvelser i sine respektive avdelinger. Befalene/grenaderene er stort sett vognførere, men én av dem arbeider i målkommandoen og har som oppgave å koordinere øvelser på skytebaner i øvingsfeltet.

Faren for at opplysninger kan kobles til enkeltpersoner er større jo mindre utvalget er (Jacobsen, 2015). Enkelte opplysninger om respondenten, som yrke og stilling i en organisasjon, er lett å identifisere og kan kobles indirekte til respondenten (Hay, 2010). Ettersom utvalget her er relativt lite og alle respondentene jobber i Forsvaret, i tillegg til at de er en del av et lite lokalmiljø, har jeg valgt å anonymisere samtlige respondenter. Respondentenes navn, eksakte rang og stilling har derfor blitt ekskludert.

Bruk av intervjuguide gjorde det mulig å sammenligne data fra ulike intervju. Under intervjuene ble en telefon benyttet som lydopptaker, noe intervjuobjektene fikk beskjed om på forhånd, og det ble tatt notater underveis. Notater etter intervju ble digitalisert samme dag, og transkribert etter gjennomført feltarbeid. Etter transkribering ble dataene systematisert etter intervjuguiden, og respondentenes pseudonym ble notert etter deres respektive ‘utsagn’. Etter sammenligning mellom de ulike ‘utsagnene’ ble dataene generalisert der det var mulig, og deretter ble resultatene av intervjuene analysert. Dette er kjent som ‘koding’. MacKian (2010) beskriver analyse som koding og kategorisering av datagrunnlaget for å finne ‘den røde tråden’, og det brukes for å finne kjernen av temaer eller hovedkategorier i et datagrunnlag (Mills et al., 2006).

I denne studien ble koding gjennomført under sammenligningen av datagrunnlaget i de ulike intervjuene, og benyttet som et verktøy for å nå generalisering. Gjennom sammenligningen av intervjuene ble temaer som stadig dukket opp, ord og uttrykk som gjentok seg osv. markert med ulike fargekoder. Ord som ofte ble gjentatt var bl.a. ‘variasjon’, ‘reell trening’, ‘skuddfelt’ og ‘vintertjeneste’. Disse ble deretter generalisert. Etter generalisering ble materialet sortert (‘klassifisert’) på ulike temaer med utgangspunkt i problemstillingene (se 1.2).

Tabell 3. Analyser av kvalitativ og kvantitativ data (Bernard, 1996)

Analyse	Data	
Kvalitativ	Kvalitativ (a)	Kvantitativ (b)
Kvantitativ	Kvalitativ (c)	Kvantitativ (d)

Som vist av tabell 3 kan data innhentet ved kvalitative undersøkelser analyseres både kvalitativt og kvantitativt. I denne studien har koding blitt benyttet som kvalitativ analyse av intervjudataene (tolkning av tekst), samtidig som koding har vært grunnlaget for videre kvantitativ analyse. Å analysere kvalitative data kvantitativt vil si å gjøre om tekst eller bilder

til numre. Dette kan gjøres gjennom å kode data og sette kodene inn i en matrise for videre analyse, eller ved å gjøre statistiske analyser av sett med koder (Bernard, 1996).

Resultatene av kvantitativ og kvalitativ dataanalyse er presentert i kapittel 4.1, og speiler respondentenes synspunkter og erfaringer. Der respondentenes pseudonym ikke er oppgitt, har dataene blitt generalisert. Generalisering kan være vanskelig å få til i kvalitative undersøkelser, ettersom man kun undersøker noen få enheter. Ifølge Jacobsen (2015) kan man likevel generalisere, dersom man gjør det innen samme utvalg. Et godt utgangspunkt for å generalisere er når *metningspunktet* er nådd. Metning nås når nye intervjuer ikke genererer ny informasjon, noe som indikerer at man har funnet informasjon som gjelder for ‘alle’. Sannsynligheten for å nå metningspunktet øker jo flere intervjuer man gjennomfører. Som annen geografisk data er generalisering av innsamlede feltdata avgrenset til tid og rom, kjent som ‘gyldighetsområde’. Generaliseringen er med andre ord kun gyldig for den populasjonen utvalget er trukket fra, til det tidspunktet undersøkelsen er foretatt på.

3.2. Vegetasjonskartlegging

Ifølge Bleken et al. (1997) kan skogbrann på lokal skala vurderes ut ifra brannhistorikk og skogtype. Som nevnt er størst skogbrannfare knyttet til barskog, og vegetasjonstyper spiller inn på skogbrannfaren. Kartlegging av skogtyper er derfor grunnlaget for analyse av skogbrannrisiko i dette masterprosjektet. Forhold som kan måles i felt er bl.a. terrenghelning, tetthet i vegetasjon, tilgjengelig brensel og kronehøyde. Med dette som bakgrunn ble det utarbeidet et eget skjema for datainnsamling (se vedlegg B1). Kronehøyde ble målt med en metermålestokk der det var mulig. Tetthet i vegetasjon ble beskrevet i grader fra spredt – relativt tett – tett – svært tett.

Innsamlede feltdata ble brukt som kvalitetssjekk av datasettet AR5 (fra www.geonorge.no) som inneholder data for ulike skogtyper. Terrengforhold spiller også inn på skogbrannfare, og topografi ble analysert ved bruk av en digital høydemodell (DHM) i GIS etter om topografien var konveks eller konkav (se kapittel 2.2.1). Denne er basert på et ASTER satellittfoto som har en oppløsning på 30m, og er hentet fra USGS Earth Explorer.

3.3. Skredkartlegging

Aktsomhets- og faresonekart er gode utgangspunkt for en skredkartlegging. Videre kartlegging kan baseres på digitale høydemodeller (DHM) og topografiske kart, hvor informasjon om terrenghelning kan brukes i analyser i GIS og utløpsmodellering (se kapittel 3.4 og 3.5). Skredbaner og avsetning etter tidligere skred, sprekkesystemer og spor i vegetasjonen kan identifiseres ved bruk av fly- og satellittfoto. For eldre skredløp- og avsetninger bruker man kvartærgeologiske kart – enkelte kan også finnes i historiske kilder. Områder med fremtidig potensiell skredfare kan kartlegges ved bruk av ovennevnte data kombinert med meteorologiske data for ulike skredtyper og geologiske undersøkelser (NVE, 2011).

Målet med feltarbeidet har vært å verifisere spor etter tidligere skred i form av avsetninger og spor i vegetasjonen, samt å identifisere forhold som kan ha betydning for fremtidige skred. For å innhente nødvendige data ble skjema for steinsprang og snøskred benyttet (se vedlegg C1 og D1). Kvartærgeologisk kartlegging var også viktig metode benyttet i feltarbeidet.

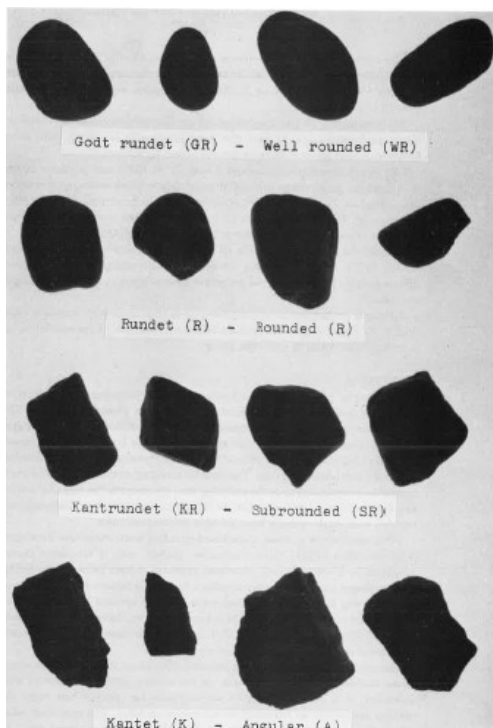
Kvartærgeologisk kartlegging i felt ble gjennomført ved bruk av ulike GPS, målestokk, spade og kamera. Funn ble notert ned i en egen notatblokk. Hovedfokus i denne oppgaven er ikke kvartærgeologi i seg selv, men kvartærgeologi har inngått som en del av verktøykassen som ble brukt for å samle inn nødvendige felldata; i den kvartærgeologiske kartleggingen var fokus på å identifisere mulige skredavsetninger og avsetninger etter skråningsrelaterte prosesser. Et viktig punkt i skjemaet for steinsprang (vedlegg C1) var å undersøke om blokkene var dekket av mose/annen vegetasjon, eller ikke. Dette gir en indikasjon på hyppigheten av steinsprang (NVE, 2011).

Tabell 4. Kornstørrelser (Tømmervik et al., 2005)

Blokk	>25,6 cm
Stein	25,6 - 6,0 cm
Grus	6,0 cm – 2,0 mm
Sand	2,0 mm – 0,063 mm
Silt	0,063 mm – 0,002 mm
Leire	< 0,002 mm

Kvartærgeologiske undersøkelser kartlegger løsmasser, og gir en oversikt over løsmassenes mektighet og dannelsesprosess (ibid.). Med 'løsmasser' menes minerogent materiale som er avsatt oppå berggrunn av naturlige prosesser; sand og grus er eksempler på løsmasser. I tillegg kommer humus, torv og myr (Bargel et al., 2005). Kornstørrelsesanalyse (se tabell 4) brukes for å klassifisere løsmasser. Kvartærgeologiske kart beskriver også overflateformer (NVE, 2011) som morener og skredmateriale, og dannelsesprosessen bak disse. Observasjonene utføres i den øvre delen av stratigrafien, og hovedregelen er derfor at den siste aktive agensen vises på kartet (Bargel et al., 2005). Klassifisering samt mektighet av en løsmasse kan gi oss indikasjoner på stabiliteten i jordlaget, og på hvor det er mulighet for skred med lange utløp (NVE, 2011).

I tillegg til kornstørrelsesanalyse er rundingsanalyse et mye brukt verktøy i kvartærgeologisk kartlegging, da rundingsgraden sier noe om prosessene som har virket inn på dannelsen og avsetningen av en løsmasse.



Rundingsgradanalyse kan utføres raskt og med relativt liten operatørfeil ute i felt eller i laboratorium.

Partikler/klastiske fragmenter i en jordart vil variere i rundingsgrad etter hvilken type slitasje den har vært utsatt for under transport og avsetning, og kan være alt fra kantet til godt rundet som illustrert i figur 21.

Jordarter produsert ved knusningsprosesser som rasaktivitet og forvitring består av kantet materiale. I den andre enden av spekteret er jordarter bestående av godt rundet materiale; disse er produsert ved abrasjonsprosesser som fluvial- eller glasifluvial transport (Olsen, 1983).

Figur 21. Fire klasser av rundingsgrad (Olsen, 1983)

3.4. GIS-analyser og fjernmålingsdata

Geografiske informasjonssystemer – forkortet 'GIS' - er både en form for kartlegging og en programvare som brukes som kartleggingsverktøy for dataanalyse. Som verktøy er GIS

designet for å visualisere og analysere flere variabler og data samtidig. Fordelen med å bruke GIS er at analysen er rask og nøyaktig. Ved bruk av GIS kan man produsere nye data ved å kombinere attributter fra ulike datasett, måle geometriske trekk i kartlagene, sammenligne ulike kartlag for å se endringer i tid og rom, og ikke minst produsere nye kart (Clifford et al., 2010).

GIS-programvaren som brukes ved UiB er ArcMap som er produsert av ESRI. I denne programvaren kan man f.eks. oppbevare og produsere nye data, arbeide med og analysere ulike kartlag, kjøre modeller og produsere nye kart. I dette masterprosjektet vil det bli brukt data fra ulike kilder, bl.a. satellittfoto, tidligere produserte kart og egne feltdata. For å kunne behandle og analysere disse står GIS derfor som en helt essensiell del av oppgaven. Analyser vil bli gjort av de ulike dataene som er nevnt ovenfor, deriblant satellittbilder og digitale høydemodeller. Feltdataene kan også legges inn i GIS. Resultatene fra feltarbeid og analyser i GIS kan brukes til å produsere nye kart over bl.a. utbredelse av ulike geofarar på feltområdene.

Fjernmåling er å innhente data om objekter langt unna via en plattform (f.eks. drone, fly eller satellitt) som bærer spesialiserte instrumenter. I en geografisk akademisk sammenheng er dette kjent som jordobservasjon. Rutinemessig observasjon er enklest å gjøre i rutenett ('grids'), og dataene lagres derfor som piksler i et raster-format, noe som enkelt kan implementeres i GIS (Clifford et al., 2010). Et eksempel på et datasett i rasterformat, er en digital høydemodell (Clarke, 2011). Digitale høydemodeller (DHM) gir informasjon om høydedata og kan brukes for å modellere terreng. Det er nå blitt vanlig at DHM produseres ved fjernmålingsdata ved bruk av f.eks. radarinterferometri eller fotogrammetri (NGU, 2015). DHM som er brukt i denne oppgaven er produsert av United States Geological Survey (USGS) og av Statens Kartverk. Disse har en oppløsning på henholdsvis 30 og 10 meter.

Høydeinformasjon fra en DHM kan brukes til bl.a. å produsere høydekoter og helningskart, og til å kartlegge skredaktivitet (NGU, 2015). DHM og helningskart kan videre brukes i topografisk analyse og til å identifisere potensielle utløpsområder for ulike skredtyper, som nevnt i kapittel 3.3.

I denne masteroppgaven er DHM brukt for å analysere utløpsområder for snøskred og skogbrannrisiko (DHM fra USGS) og til å analysere potensielle løsne- og utløpsområder for steinsprang (DHM fra Statens Kartverk). Studier (ref. Michoud et al., 2012) viser at både steinsprang og snøskred har nær sammenheng med gradient (se kapittel 2.2.2 og 2.2.3) og

topografi (helningskart basert på DHM) har derfor blitt brukt som prokxy i analyse av løсне- og utløpsområder. I steinsprang- og snøskredkart er det ikke tatt hensyn til fjellsidens orientering med tanke på solinnstråling og vind.

Utover DHM har datasett fra ulike kilder blitt brukt til sammenligning med feltobservasjoner og helningskart. Data for snøskredområder ble hentet fra NVE og Forsvarets skredgruppe (via www.geonorge.no) og feltobservasjoner ble brukt som en kvalitetssjekk av dataene der det var mulig. Områder innen grensene for nedslagsfelt (se Figur 2) ble undersøkt kun ved bruk av ovennevnte data og DHM – denne har en oppløsning på 30 m. Fra datasettene fra NVE og Forsvarets skredgruppe ble løсне- og utløpsområder skilt ut og sammenlignet med hverandre. Analysene av datasettene ble til slutt sammenlignet med feltobservasjoner og/eller et helningskart basert på en DHM.

DHM og helningskart ble også brukt i analyse av skogbrannrisiko. En ‘weighted overlay analysis’ (WOA) ble gjennomført for å identifisere områder hvor det kan være en fare for skogbrann. WOA ble gjennomført ved å klassifisere skogtyper fra AR5-datasettet (1= barskog, 2= blandingsskog, 3= løvskog). Terrengforhold fra helningskartet ble klassifisert som konkav eller konveks, og klassifiseringen ga et binært bilde hvor konkav var lik 0, og konveks lik 1. I WOA ble skogtype gitt høyest vekt (70 %), dernest terreng (30 %). Analysen har ikke tatt hensyn til brannbarrierer eller fremherskende vindretning; dette vil kreve modellering av potensiell brannspredning, noe som ikke er gjort i denne studien.

3.5. Utløpsmodellering i CONEFALL

Programmet ‘CONEFALL’ ble brukt til å modellere utløpsområder for steinsprang. Dette er en gratis programvare utviklet ved Universitetet i Lausanne som kan brukes til utløpsmodellering av gravitasjonsdrevne geofarer. Metoden er her modifisert etter Michoud et al. (2012) som i sitt studie konkluderte med at forekomsten av steinsprang i et område er en funksjon av bratt gradient. Topografi er derfor brukt som prokxy for å identifisere mulige løснеområder for steinsprang. I denne studien ble områder i en DHM klassifisert etter gradient i en GIS-analyse, og resultatet ga binære bilder over celler med verdier som identifiserer et område som bratt nok til å være et mulig løsneområde, eller ikke ($\geq 60^\circ$ se kapittel 2.2.2).

Det binære bildet ble konvertert til .asc filformat og ble sammen med en DHM med 10m oppløsning (se kapittel 3.4) importert til CONEFALL. Steinsprang vil ofte ikke nå lenger ut enn en siktevinkel på 30° fra toppen av skrenten, og de aller fleste steinsprang vil stanse innenfor urfoten (NVE, 2011). En vinkel på 30° ut fra løsneområdet ble derfor valgt som rekkevidde i CONEFALL. For å gi simuleringer som viste mulige utløpsområder i alle vinkler ut fra løsneområdene, ble 'no limit angle' valgt: Dette valget setter ikke begrensninger for hvilken retning steinsprang kan gå i ut fra løsneområdet, dvs. at steinsprang kan modelleres til å gå i alle retninger ut fra løsneområdet.

Resultatet av utløpsmodellering for steinsprang ved bruk av CONEFALL ble sammenlignet med eksisterende data fra NVE, NGU, og innsamlede felldata. For snøskred er det ikke gjort en egen utløpsmodellering, men eksisterende datasett ble sammenlignet med et helningskart for å vurdere om disse dekket områder over 30° grader helning godt nok.

3.6. ROS-analyse

En ROS-analyse er en systematisk kartlegging av uønskede hendelser som brukes til å identifisere risikonivå og tiltak som kan iverksettes for å redusere risikoen til et akseptabelt nivå. En uønsket hendelse representerer en fare for mennesker, miljø, økonomiske verdier og/eller viktige funksjoner i samfunnet. Årsaken til hendelser undersøkes for å vurdere muligheten for tiltak (Multiconsult, 2016). Naturfarer er uønskede, utilsiktede hendelser som har blitt korrelert med konsekvenser som bl.a. masseskade, miljøskade, økonomiske tap og offentlig traume (Meyer, 2008).

Med risiko menes faren en uønsket hendelse representerer, og er et resultat av sannsynlighet og konsekvens av en uønsket hendelse. Sannsynlighet vurderes ut ifra frekvensen, som vurderes for å klassifisere en uønsket hendelse etter hvor hyppig man forventer at den forekommer. Vurderingen av sannsynlighet baseres på statistikk, lokale forhold o.l. Konsekvens klassifiseres etter forventet skadeomfang, og er et mål på mulig virkning av en uønsket hendelse (Multiconsult, 2016).

Tabell 5. Sannsynlighetsberegning i en ROS-analyse (Johansen et al., 2017)

Sannsynlighet	Vekttall	Forventet frekvens
Lite sannsynlig	S1	Mindre enn 1 gang i løpet av 50 år
Mindre sannsynlig	S2	Mellom 1 gang i løpet av 10 år og 1 gang i løpet av 50 år
Sannsynlig	S3	Mellom 1 gang ett år og 1 gang i løpet av 10 år
Svært sannsynlig	S4	Mer enn 1 gang i løpet av ett år

Risikoanalysen i denne studien er basert på akseptkriteriene funnet i rapporten fra Multiconsult (2016) og ROS-analysen av Johansen et al. (2017), som begge er basert på retningslinjene for kommunale risiko- og sårbarhetsanalyser utarbeidet av DSB (2017). Akseptkriteriene er vist i tabell 5 og 6. I denne studien settes fokuset på konsekvenser innen miljø og mennesker iht. problemstillingene satt for studien (se kapittel 1.2), dvs. at hverken økonomiske konsekvenser eller konsekvenser for viktige samfunnsfunksjoner blir vurdert i denne studien. Kriteriene for sannsynlighet er vist i tabell 5, og for konsekvenser i tabell 6. Risiko uttrykkes som sannsynlighet x konsekvens, eller $R = S \times K$ (Johansen et al., 2017). Resultat av analysene for de ulike naturfarene settes inn i en risikomatrix (se resultat i 4.5.4).

Tabell 6. Konsekvenstabell (etter Multiconsult, 2016 og Johansen et al., 2017)

Farenivå	Vekttall	Mennesker	Miljø
Ufarlig	K1	Ingen personskader	Ingen miljøskader
En viss fare	K2	Få eller små personskader	Mindre miljøskader
Farlig	K3	1-5 døde og/eller få, men alvorlige personskader	Alvorlige miljøskader
Kritisk	K4	1-20 døde og/eller mange alvorlig skadde	Omfattende miljøskader
Katastrofalt	K5	Over 20 døde og/eller mange alvorlig skadde	Svært alvorlige, langvarige og/eller uopprettelige miljøskader

4. Resultat

4.1. Intervju

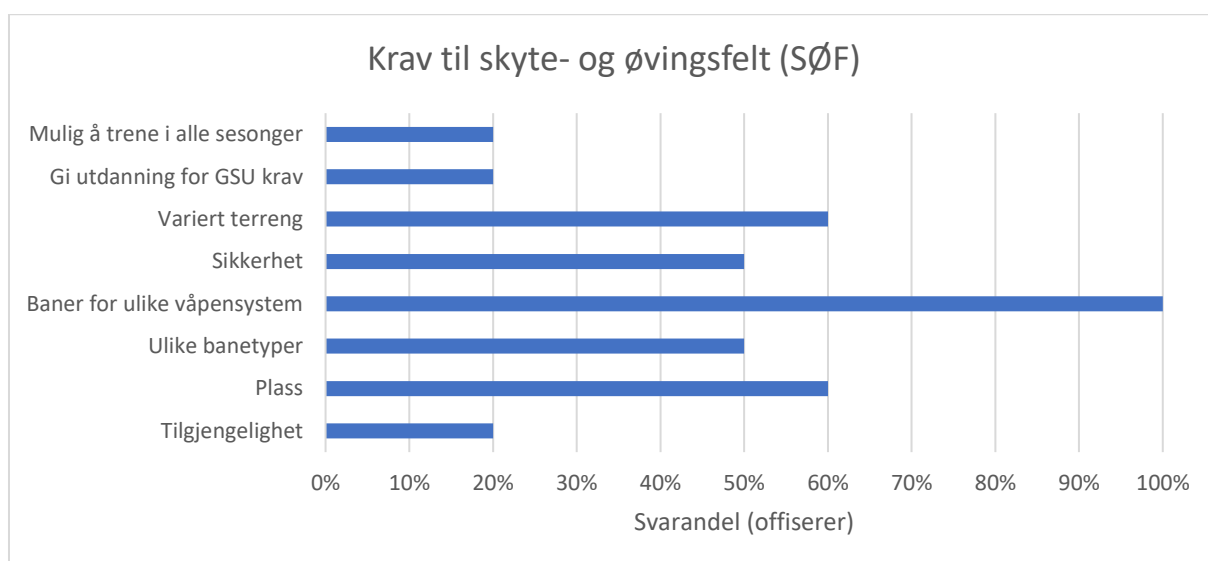
4.1.1. Krav til SØF og skytebaner

Utdanningsplanen for GSU definerer hvilken utdanning soldatene skal igjennom, og formelle krav utledes fra denne. Ideelt sett vil derfor SØF og skytebaner tilrettelegges slik at utdanningsmålene nås. Dette medfører at Forsvaret stiller visse krav til skytebanene og til øvingsfeltet. Av intervjuene framgår det at krav som stilles til skytebaner og SØF som helhet blant annet er variasjon i terreng og typer skytebaner, og nok plass til å gjennomføre treninger på ulike nivå: SØF må gi rom for trening fra GSU til avdelingsnivå, og til spesialiserte utdanninger som f.eks. vognfører.

Offiser A beskriver skytebanene som «Hærens viktigste klasserom», og mener klasserommet må stå i sammenheng med utdanningsplanen. Respondentene gir uttrykk for at Hæren trenger tilgang på forskjellige banetyper for både skarpskyting og annen øving, ettersom soldater skal utdannes på ulike våpensystem og i ulike utdanningsretninger. Banene må varieres fra såkalte 'klasseromsbaner' med definert standplass, til 'feltbaner' uten definert standplass hvor man tar seg frem i terrenget og skyter på 'løftere' (bevegelige mål). I tillegg må skytebanene tilpasses til våpensystem med rekkevidde på alt fra 5 m – 25 km, og til forskjellige avstander til målet med åpne skuddfelt eller kort skuddlinje osv.

Utover variasjon i banetyper og tilpasning til våpenrekkevidde, presiserer respondentene at det er viktig å kunne være fleksibel i hvilken vinkel man skyter fra. Offiser B forklarer: «Vi må ha mulighet til å bevege oss samtidig som vi skyter, også med støtte fra stridsvogner o.l.. I tillegg er det viktig med fleksibilitet og variasjon i måten man bruker terrenget på».

Variasjon i både skytebaner og terreng anses av respondentene som viktig for at GSU kan gjennomføres der det passer best innenfor SØF. Offiserene gir uttrykk for at soldatene bør utdannes i hele terrengspekteret, fra kyst til skog og i urbant terreng (infrastruktur i form av bebygde områder). Krav om variasjon i terrenget har også sammenheng med at ulike avdelinger bruker SØF for å utdanne sine soldater. Benwick påpeker at Forsvaret har et bredt spekter av kapasiteter som alle har forskjellige behov ved en øvelse, og at dette kan kreve ulike terreng.



Figur 22. Kvantitativ analyse av brukeres krav til SØF

En kvantitativ analyse av respondentenes svar viser at de viktigste kravene som stilles til SØF, sett fra brukernes side, er bl.a. variert terreng, plass, og baner tilpasset ulike våpensystem. En fullstendig oversikt over hvilke krav brukerne stiller til SØF er gitt i figur 22.

4.1.2. Lendeanalyse og taktikk

Respondentene ser en klar sammenheng mellom terreng og det man ønsker å trene på. De fleste mener variert terreng gir mulighet for å tenke nytt. Offiser E forklarer: «Å variere terrenget gjør at vi må tenke forskjellig, så vi kan gi taktiske utfordringer til lagfører og troppssjef.» For soldater er terrenget en viktig del av utdanningen, og soldaten skal lære *hvordan* terrenget skal brukes ut ifra et taktisk perspektiv. Samtlige offiserer påpeker viktigheten av å lære å utnytte fordelene terrenget gir i en kampsituasjon. Dette innebærer å søke terreng hvor man selv har fordeler og motstanderen har ulemper. Offiser C beskriver dette som å «favorisere egen innsats». Sagt med andre ord skal soldatene lære å gjennomføre en lendeanalyse (se 2.1.3).

Ifølge Offiser F er terrenget nøytralt; med dette mener han at selve terrenget ikke favoriserer en spesiell part i en konflikt, og at det viktigste er derfor hvordan man bruker terrenget. Terrenget styrer hvilken taktikk man kan bruke; ved å lære å gjennomføre en lendeanalyse øves man i å se ens egen og fiendens kapasitet, slik at man kan bruke terrenget til selv å fungere i strid.

Noen eksempler på hvordan Hæren bruker terrenget (les: lendet) i et taktisk er:

- søke områder hvor man ligger trygt, slik at man kan utnytte dette til skjul og dekning
- finne terreng hvor man har rekkevidde/godt skuddfelt for de ulike våpensystemene, som f.eks. høydedrag
- bruke nedsenkninger til å komme seg fram uoppdaget av fienden
- bruke kanalisierende lende til å tvinge fienden inn i et område hvor han kan bli overbemannet

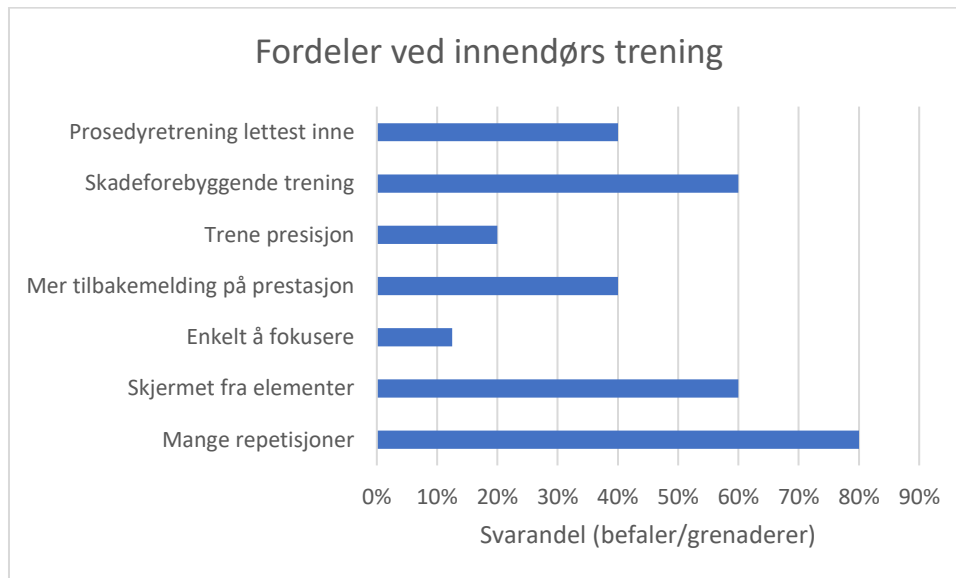
Et variert terreng gjør det mulig å øve på ulike taktikker og forskjellige scenarioer. I en lendeanalyse (se 2.1.3) tenker man skuddfelt, skjul, dekke og skifte – herunder kamuflasje. Når det gjelder kamuflasje legger Offiser G til at terreng kan være ensbetydende med beskyttelse, og at det er viktig å lære forskjellen på hvordan terrenget skal brukes vinter kontra sommer. Vinterstid blir det å lese terreng og kart spesielt viktig, da det er mye snø i områdene som gjør at man ikke kan se selve terrenget. Sommerstid kan man gjerne trene på skjul og hvordan man skal bruke terrenget for å komme seg usett til mål.

4.1.3. Terreng, reell trening og feltrobusthet

Simuleringer i form av filmskytebaner, innendørs banetrening o.l. oppleves av soldatene som et godt utgangspunkt spesielt for skyteopplæring. Fordelene de ser med disse formene for trening er at det er lett å holde fokus samt at det gir mulighet for mange repetisjoner, noe som gjør at teknikk og utførelse kan finpusses. De ser også fordeler med å gjennomføre fysisk trening innendørs, særlig gjelder dette skadeforebyggende trening. En kvalitativ analyse av befalenes svar viser at mange repetisjoner og skadeforebyggende trening er blant de viktigste fordelene ved innendørs trening (se figur 23).

Likevel er det bred enighet blant alle respondenter om at utendørs trening er best, ettersom det ikke finnes simulatorer som gjenskaper alle forhold som finnes ute i virkeligheten. Offiserene spesielt ser behovet for å øve inn elementer som påvirker våpen og soldat. De forklarer at de ønsker å trene så virkelighetsnært som mulig, og at trening må gjenspeile de forhold man kan møte i en krigssituasjon. Offiserene kaller dette ‘realistisk’ eller ‘reell’ trening, og påpeker viktigheten av at soldatene tilvennes dette; reell trening er en del av utdanningen som skal gjøre soldaten i stand til å prestere under ulike forhold. Oppsummert kan man si at soldatene må trene

under reelle forhold, for å kjenne reelle forhold. Hæren må dermed søke ut i terrenget i SØF, hvor de har mulighet til å trene.



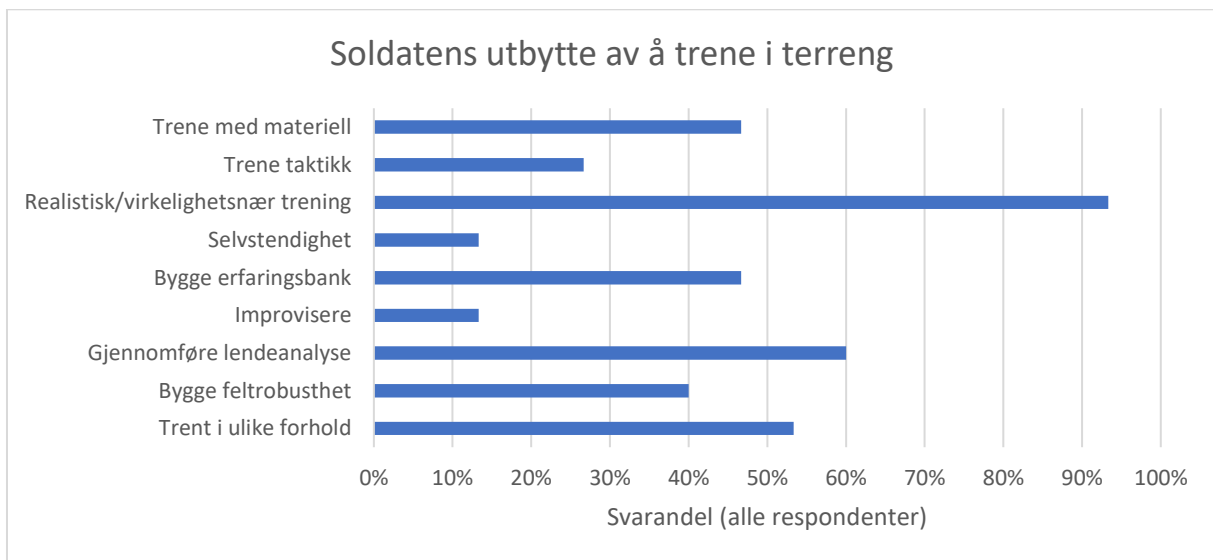
Figur 23. Fordeler befaler/grenaderer ser ved å trene inne heller enn ute

Flere av befalene opplever utendørs trening som en praktisk gjennomføring av det de har lært inne, og hevder det er ute kompetansen sjekkes mot virkeligheten. De opplever at trening i terrenget har en positiv effekt på utdanningen, og hevder at det å øve i variert terrenget gir dem utfordringer i treningen som fører til at de lærer hvordan man manøvrerer i ulike terreng både sommer og vinter. Befal A oppsummerer det slik: «det er ingenting vi *ikke* kan trene ute».

Offiserene mener øving i terreng gjør soldater kjent med forhold i områder Hæren er tiltenkt å operere i, og ser det derfor som positivt å legge øvelsene ute i SØF. For å trene realistisk anser de også øving ute i terreng gjennom ulike sesonger som viktig. De forklarer at det er ute 'striden' står, og de må øve i terreng Norge består av for å kunne forsvare landet. Offiser H forklarer det slik: «Vi er forventet å drive operasjon i hele landet, da må vi også prøve det.»

I tillegg til å gi reell trening gir øving i terreng mulighet for soldatene til å bygge en erfaringsbank. Samtlige offiserer trekker linjer mellom erfaring og øving i terreng. Øvelser ute i terrenget gir soldatene mulighet til å takle nye utfordringer, og ved å trene i forskjellige terreng lærer man av utfordringene disse gir. Terreng man har trent i og erfart, er man i stand til å operere i, hevder flere av offiserene. Offiser I legger til at det å bygge erfaringsbanken også er viktig for å lære soldatene å tenke nytt. «Uten trening i de rette elementene har man ikke et

utgangspunkt for å kunne improvisere,» sier offiseren. Videre beskriver offiserene reell trening og bygging av erfaringsbanken som midler for å nå 'feltrobusthet'. Reell trening i terreng er nødvendig for å bygge fysisk styrke og hardførhet. Når alle faktorer som kan påvirke soldaten, som skiftende vær- og lysforhold, er øvet inn, vil dette sammen med erfaringsbanken fra ulike terreng, gi soldaten feltrobusthet.



Figur 24. Kvantitativ analyse av fordeler brukere ser ved å trene i terrenget i SØF

En kvantitativ analyse av respondentenes svar viser at de fleste brukere av SØF ser trening ute i terrenget som viktig bl.a. for å trene realistisk, kunne gjennomføre en lendeanalyse, å kunne bruke materiell, og for å bygge en erfaringsbank. En oversikt over fordeler soldatene ser ved å trene i terrenget i SØF er gitt i figur 24.

4.1.4. Valg av øvelsesterreng

Offiser C hevder at kravene man stiller til SØF øker med graden utdanning: «Flere og høyere krav krever ulike typer terreng, mer variasjon og større områder,» sier han. Offiser D legger til at det er viktig å variere terrenget for å få forskjellig vanskelighetsgrad i de momenter en øvelse skal gi. Ifølge Offiser D vil terrenget påvirke treningen uansett hvor man er, fordi «det er utfordringer i alle typer terreng». Flere av offiserene forklarer at man i treningen søker de utfordringene terrenget gir, derfor må de ha en klar formening om hva man ønsker å trene på når de bestiller øvingsfelt. Trening kan i tillegg varieres ved å øve både med skarpt og 'rødt' (les: løssammunisjon) i ulike våpensystem, og ved å sette kunstige hindringer for å øke vanskelighetsgraden.

Enkelte respondenter hevder terrenget ikke er avgjørende for øvelser på grunnleggende nivå, men at treningen blir mer spisset inn på terrengforhold når vanskelighetsgraden stiger. Flere gir uttrykk for at et 'enkelt' og åpent terreng benyttes i starten, og at man ønsker mer variasjon og mer utfordrende terreng etter hvert.

Som nevnt ser respondentene variasjon som et viktig krav som stilles til terrenget i SØF (se figur 22). Flere mener variasjon er en forutsetning for at Hæren skal ha muligheten til 'tenke nytt' under treningen. Offiserene hevder treningen og planleggingsprosessen blir bedre jo mer varierte feltene er. De fleste respondentene opplever SØF som varierte nok, og de ser noen klare styrker ved terrenget:

- Terrenget er godt egnet for vintertjeneste, og gir soldatene erfaring med og kunnskap om snøskred og kulde
- Alle terrengformasjoner, med unntak av kyst, ørken og saltvann kan øves i feltene
- Fjellformasjoner gir mulighet for vognfører å øve på skråhelling og velting

På spørsmålet om de ville valgt andre typer terreng å øve i, svarer de fleste respondenter nei. Offiser C legger til at terrenget ikke alltid er avgjørende for å kunne øve taktikk: «De samme teknikkene kan trenes uavhengig av terreng, men de blir ikke spisset inn uten å trene i ulike terrengetyper.»

Samtidig som respondentene ser flere fordeler med terrenget i SØF, ser de også noen ulemper. Det er bred enighet om at terrenget legger begrensninger på deler av treningen, særlig for vognførere:

- Vognfører kan ikke kjøre utenfor tilrettelagte grusveier og lendetraséer i sommermånedene, ettersom myrer og barmark er sårbare for terrengslitasje
- Høydenivå, fjell- og høydedrag gir begrensninger for hvor vognfører kan manøvrere

Ovennevnte begrensninger påvirker hvor virkelighetsnært offiserene opplever at de kan gjennomføre øvelser, og hvor god plass brukerne opplever at det er i SØF. Respondentene opplever at feltene er gode på det de beskriver som 'småavdelingsnivå' eller 'lavere nivå', men at feltene er for små til å øve på 'høyere nivå' (se tabell 7). De fleste legger til at de ønsker seg mer bredde i feltene, som de mener er for smale til å øve store formasjoner.

Tabell 7. Nivå i Hæren (sammenstilt av eget feltarbeid og Leerand, 2015)

Nivå	Avdeling	Størrelse
Lavere nivå	Lag	8-10
	Tropp	30-50
	Kompani	100-200
Høyere nivå	Bataljon	450-1200

Respondentene nevner også at feltene over tid blir lite utfordrende for befaler og soldater som utdannes på høyere nivå. De beskriver dette som å være 'lommekjent' i øvingsområdet, og mener dette har en negativ innvirkning på treningen. Befal B hevder det å øve i de samme områdene fører til feilvurdering: «Når vi blir trygge i et område, stoler vi for mye på egen trening når vi er i ukjent terreng, og da feilvurderer man». Offiser G forklarer videre at trening i nye områder tvinger en til å bruke kartet, ettersom man da mangler lokalkunnskap.

Hva gjelder terrenget er det noen typer som ikke finnes i SØF. Respondentene forklarer at de må til andre øvingsplasser for å trene på blant annet å navigere i tett skog, kryssing av vassdrag og bygging av skyttergraver i områder med ørken og sand.

4.1.5. Terrengforhold og soldatenes sikkerhet

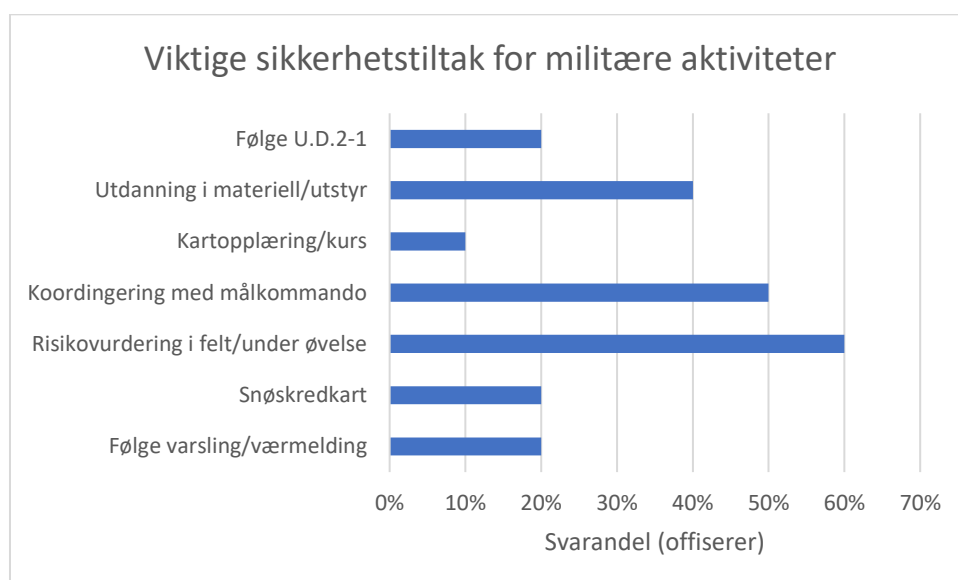
Utover at treningen skal gjennomføres så realistisk som mulig, må treningen gjennomføres innen gitte sikkerhetsrammer. Ved planlegging av øvelser på skytebaner og i terreng skal soldatenes sikkerhet og hvordan denne skal ivaretas, alltid tas med i beregningen.

Når det gjelder skytebanene sier offiserene at det bør være oversiktlig rundt dem, og at banene må kunne brukes med minst mulig risiko. Dette innebærer at det er tilstrekkelig med plass på skytebanene til at de kan utformes slik at faremalene til ulike våpensystem kan plasseres innen et terreng man har kontroll på (faremal, eller sikkerhetsmal, definerer ytre grenser for farlig område for et våpensystem) slik at prosjektiler, rikosjetter, bakflamme, ammunisjon osv. fanges opp. Dette vil redusere risikoen ved feil, slik at soldatene kan trene sikkert, og gjør det også forsvarlig for brukerne av feltet å oppholde seg der. Til skytebanene hører også en egen instruks som gir føringer for sikkerhet og opptreden i og rundt skytebaner.

For øvelser i terrenget må fysiske forhold som kan virke inn på soldatenes sikkerhet tas hensyn til i planleggingsprosessen, bl.a. gjelder dette terreng- og værforhold. Offiserene nevner snøskredfare, veltefare for vogn, islagte elver og vann, og markens bæreevne som terrengforhold man må ta med i vurderingen. Snøskredfare vil begrense hvor man trene og oppholde seg. Offiser B forklarer at dette er forhold man må planlegge etter, slik at man vet hvor man kan utnytte forhold og begrense ulemper terrenget kan legge på treningen.

Offiser D hevder at det å oppsøke egnet området for den aktiviteten man ønsker å gjennomføre, er en del av å redusere risiko. Flere nevner risikovurdering som en viktig basis for å ivareta sikkerhet under øvelser, og at det gjøres risikovurderinger helt fra planleggingsnivå og ned til den enkelte. «Det skal alltid være en sjef tilstede i felt som tenker ‘risiko’, og vi prøver å få soldatene til å tenke sånn,» sier Offiser G. Soldatene må også følge Forsvarets retningslinjer for øvelse og bruk av militært utstyr oppgitt i UD-2.1.

Offiser J mener soldater likevel kan utgjøre en risiko for seg selv eller andre. Flere offiserer påpeker at det ikke alltid er mulig å redusere risiko, ettersom det alltid vil være en viss risiko forbundet med militære øvelser. Offiser F hevder at samfunnets syn på risiko forbundet med militær øving har en negativ innvirkning på reell trening. «Vi må tørre å ta risikoer for å kunne trene reelt. Å innsnevre reell trening vil gi oss et svakere Forsvar i fremtiden,» sier offiseren.



Figur 25. Kvantitativ analyse av sikkerhetstiltak brukere av SØF mener er viktig i planlegging og gjennomføring av militære aktiviteter

En kvantitativ analyse av respondentenes svar viser at flere sikkerhetstiltak benyttes i planlegging og gjennomføring av militære aktiviteter i SØF. Blant de viktigste er risikovurdering, koordinering med målkommando og opplæring i bruk av materiell og utstyr. Figur 25 gir en oversikt over fordeler soldatene ser ved å trene i terrenget i SØF.

4.2. Skogbrann

Dette kapitlet viser noen eksempler på feltlokaliteter fra vegetasjonskartleggingen. Lokalitetene blir kort beskrevet, men ikke tolket. Tolkningen av dataene er gjort gjennom analyse, og resultatet vises i form av kart i kapittel 4.2.4. En full oversikt over lokaliteter fra vegetasjonskartleggingen er gitt i vedlegg B2. Dataene ble samlet inn ved bruk av skjema i vedlegg B1. Koordinatene for lokalitetene er oppgitt i UTM sone 34W.

4.2.1. Setermoen

Lokalitet SK13



Bilde 1. Furuskog, bilde tatt mot N, utsikt mot Storalå og Hjertinden

Dato: 15.08.2017

Koordinater: 390966Ø, 7638734– 270 m. o.h.

Område: sørvest for Varden

Logg: Skyet, vindstille, temperatur på ca. 12°C.

Beskrivelse: Området ligger i lo for fremherskende vindretning, og kan beskrives som en forsenkning mellom åser/bart fjell. Terrenget er undulerende, men har en generell helning på ca. 10° mot sør. Noen områder er åpne, og skogen blir tettere lengre nord. Brannbarrierer i området kommer i form av våtmark/myr i forsenkninger, ellers befinner skogen seg på fastmark. Bunnsjiktet består av sopp og mose. I feltsjiktet finnes lyng, blåbærlyng og multer. Det er ikke funnet busksjikt i området. Tresjiktet består av furu og bjørk, hvor furu dominerer. Kronhøyden har et gjennomsnitt på ca. 7 meter. Det er ikke funnet pyrofile arter i området.

4.2.2. Mauken

Lokalitet SK3



Bilde 2. Bjørkeskog i Nergårdskardet, bilde tatt mot N-NØ

Dato: 23.07.2017

Koordinater: 424453Ø, 7662146N – 441 m. o.h.

Område: Nergårdskardet

Logg: Sol, vindstille, temperatur på ca. 20°C.

Beskrivelse: Området skråner ned mot våtmark, og har en helning på ca. 19° mot sør. Terrenget består av fastmark i skråningene, og våtmark i forsenkninger og der terrenget flater ut. Brannbarrierene i området er elver og våtmarksområder. Bunnsjiktet består av mose. I feltsjiktet

finnes gress og lyng. Busksjiktet består av vier som når en høyde på 0.5 m. Tresjiktet er dominert av bjørk som har en gjennomsnittlig kronehøyde på ca. 5 meter. Det er ikke funnet pyrofile arter i området. Området ligger i lo for fremherskende vindretning. Vegetasjonen i busk- og tresjiktet er relativt tett i skråningen, men åpner opp mot dalbunnen og over våtmarksområdene.

Lokalitet SK4



Bilde 3. Bjørkeskog ved Melkeelva, bilde tatt mot NØ med Russetinden i bakgrunnen

Dato: 24.07.2017

Koordinater: 429443Ø, 7660615N– 275 m. o.h.

Område: ved Melkeelva

Logg: Sol, vindstille, temperatur på ca. 20°C.

Beskrivelse: Området har et relativt jevnt nivå, selv om underlaget er ujevnt i overflaten. Terrenget har en svak helning på ca. 2° mot øst. Brannbarrierene består av våtmarksområder og elven som renner gjennom dem. Området ligger i lo for fremherskende vindretning. Bunnsjiktet består av mose, feltsjiktet av gress, urter og bregner som er opptil 1 meter høye. Busksjiktet domineres av vier som er opptil 1 meter høye. Tresjiktet består av osp og bjørk, hvor bjørk dominerer, og gjennomsnittlig kronehøyde ligger på ca. 7 meter. Vegetasjonen vokser på

fastmark og er svært tett rundt i alle sjikt elven, men blir mer spredt mot våtmarksområder og i høydedrag. Det er ikke funnet pyrofile arter i området.

4.2.3. Blåtind

Lokalitet SK6



Bilde 4. Skogområdet ved Akkasætra, bilde tatt mot N-NØ, Mårfjellet i bakgrunnen

Dato: 25.07.2017 **Koordinater:** (ikke oppgitt av hensyn til militære anlegg i området)

Område: ved Akkasætra og Skardfjellet **Logg:** Sol, vindstille, temperatur på ca. 24°C.

Beskrivelse: Området ligger mellom Akkasætra og Skardfjellet, og ligger i lo for fremherskende vindretning. Skardfjellet flater ut fra ca. 20° ned mot vest hvor GPS-punktet er tatt, hvor terrenget har en helning på ca. 2° mot vest. Det er ingen tydelige brannbarrierer i området, bortsett fra noen små bekker. I bunnsjiktet finnes mose, og i feltsjiktet gress, bregner og urter. Det er ikke funnet busksjikt i området. Tresjiktet består av bjørk og selje, hvor bjørk dominerer, og gjennomsnittlig kronehøyde er ca. 8-9 meter. Vegetasjonen vokser på fastmark og er relativt tett i tresjiktet, og tett i bunn- og feltsjikt. Det er ikke funnet pyrofile arter i området.

Lokalitet SK7



Bilde 5. Blandingsskog ved Roli, bilde tatt mot Ø-NØ, Kvittinden i bakgrunnen

Dato: 29.07.2017

Koordinater: 420017Ø, 7674327N– 236 m. o.h.

Område: mellom Roli og Rundvatnet

Logg: Sol, lett bris, temperatur på ca. 24°C.

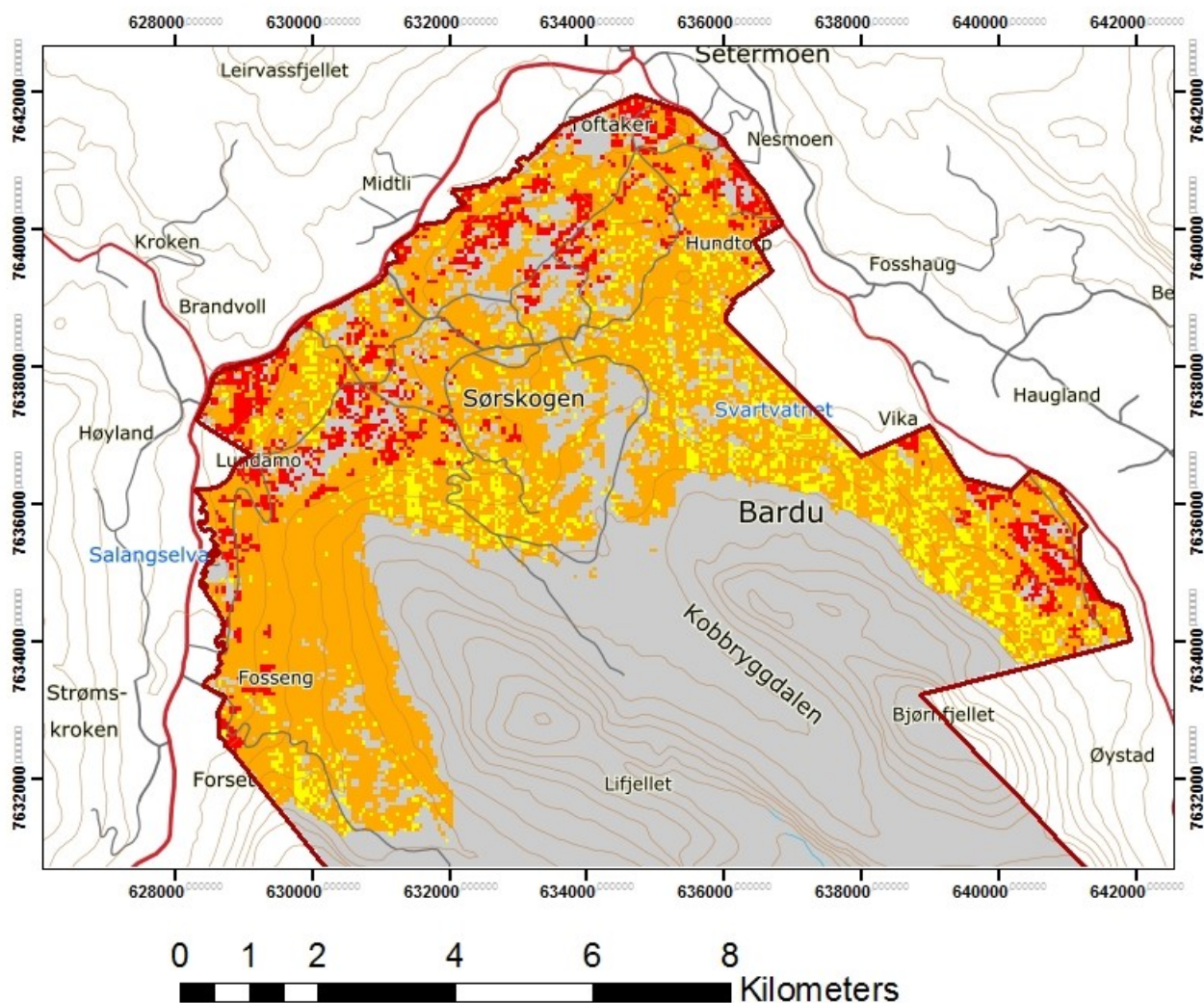
Beskrivelse: GPS-punktet er tatt i en skråning ned fra en fjellside øst i Blåtind SØF. Området har en generell terrenghelning på ca. 10° mot øst, og ligger i le for fremherskende vindretninger. Fjellsiden er konveks mot vest. Det er noen brannbarrierer i området, hovedsakelig grus- og traktorveier. Bunnsjiktet består av mose. I feltsjiktet vokser gress, urter og bregner. Det er ikke funnet busksjikt i området. Tresjiktet består av bjørk, selje og furu. Vegetasjonen vokser på fastmark, og er svært tett i alle sjikt. Det er ikke funnet pyrofile arter i området.

4.2.4. Resultat av analyse

Feltobservasjoner viser at alle tre SØF er dominert av løvskog, spesielt gjelder dette Mauken-Blåtind. Løvskogen består av bjørk som den dominerende arten, men det finnes også selje og ask. Løvskog er også den dominerende skogtypen i Setermoen SØF, men her finner vi også ren barskog dominert av furu i enkelte områder, som f.eks. rundt Varden. Enkelte områder finnes blandingskog hvor både furu og gran er tilstede. I alle skogtyper vokser vegetasjonen relativt

tett i feltsjikt og tresjikt. Kronehøyden er høyere i barskogen, hvor den ligger på rundt 8-12 m, mens kronehøyden i løvskogen stort sett varierer mellom 3-7 m. Feltsjiktet er enten dominert av lyng eller høytvoksende bregner. Bunnsjiktet i alle tre SØF er dominert av mose; på noen tørrere lokaliteter finnes også lav. De fleste steder finnes ikke busksjikt. Det er ikke observert pyrofile arter gjennom feltarbeidet. Den høyest liggende målingen er tatt ved 505 m. o.h. (se vedlegg B2). Resultatene er gitt i form av kart vist i figur 26, 27 og 28 nedenfor er basert på analyse av terrengforhold og skogtype (se 3.2 og 3.4).

Skogbrannfare Setermoen SØF

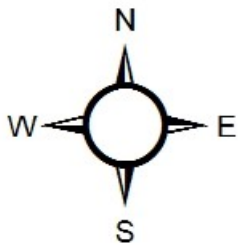


Indeks for skogbrannfare

- Stor skogbrannfare
- Middels skogbrannfare
- Lav skogbrannfare
- Områder uten skog

Tegnforklaring

- Grense SØF

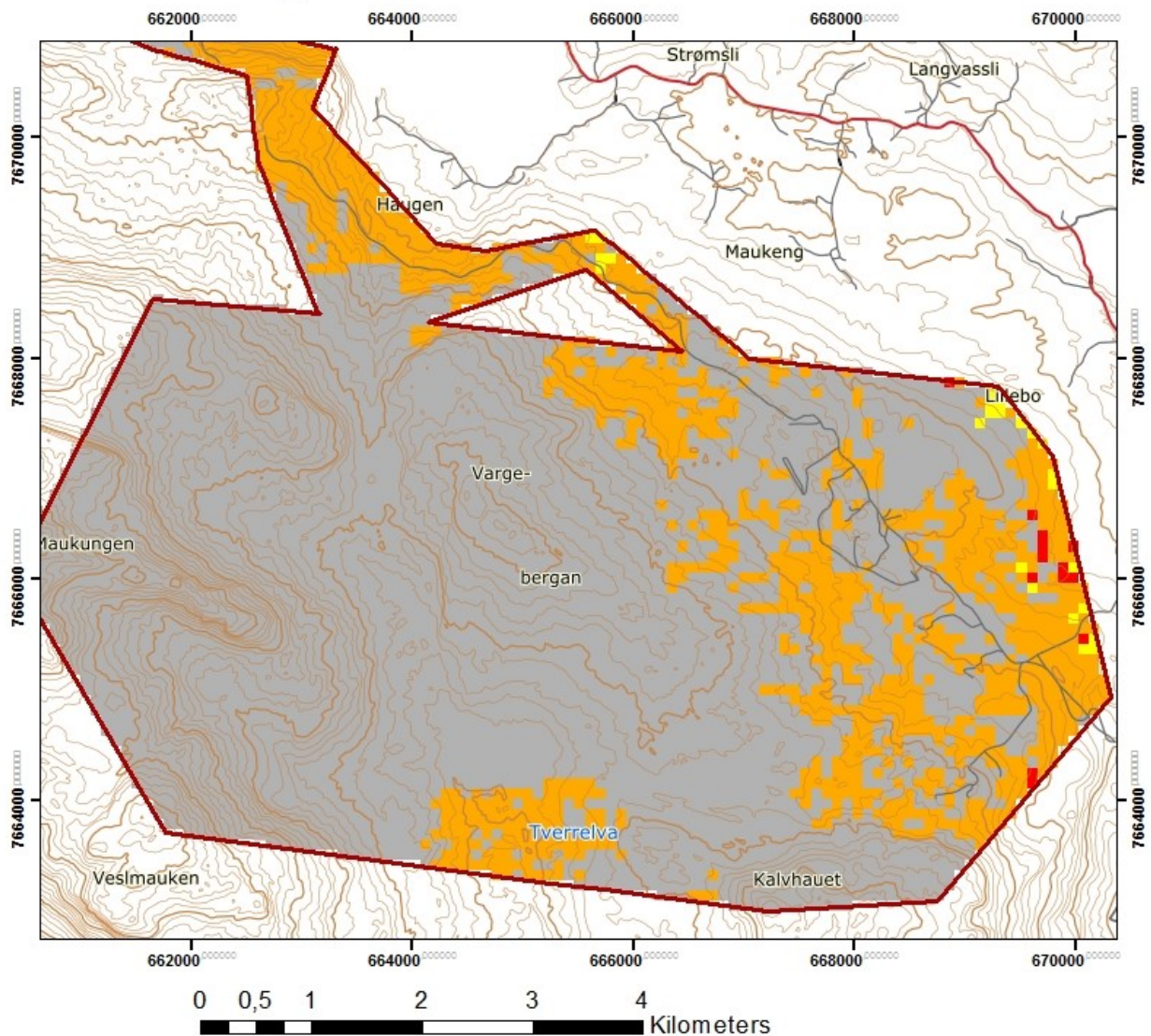


Datum: WGS84
 Prosjeksjon: UTM 33N
 Produsert: 6. mars 2018





Datakilder:
 - Geonorge
 - USGS Earth Explorer

Figur 26. Skogbrannfarekart for Setermoen SØF

Skogbrannfare Mauken SØF

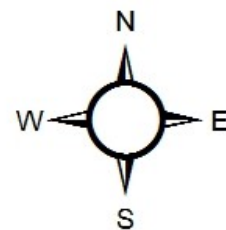


Indeks for skogbrannfare

-  Områder uten skog
-  Stor skogbrannfare
-  Middels skogbrannfare
-  Lav skogbrannfare

Tegnforklaring

-  Grense SØF

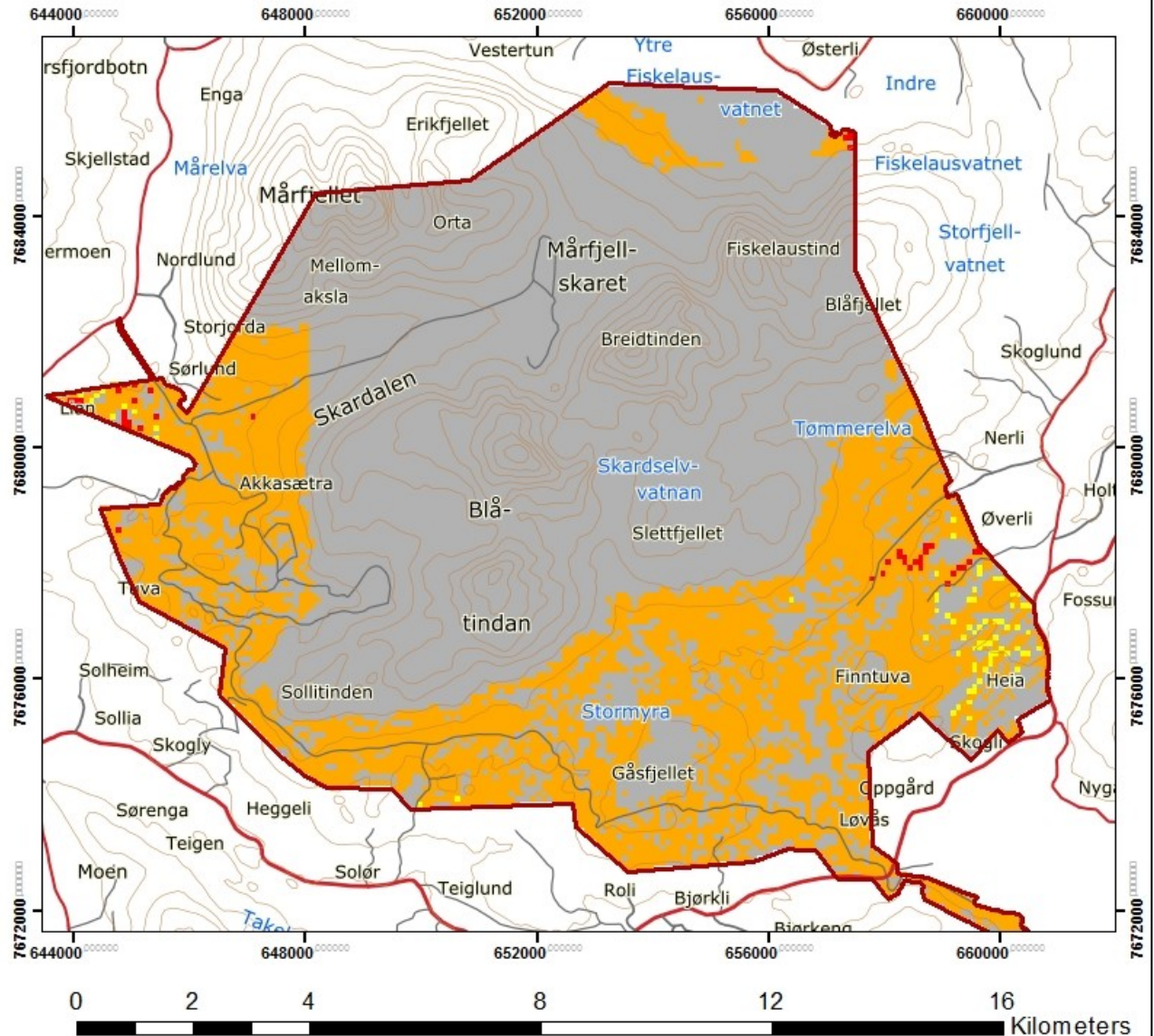


Datum: WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Produsert: 14. mars 2018

Datakilder:
- Geonorge
- USGS Earth Explorer

Figur 27. Skogbrannfarekart for Mauken SØF

Skogbrannfare Blåtind SØF

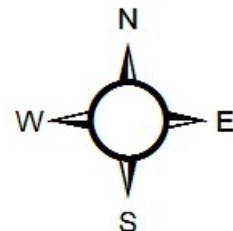


Indeks for skogbrannfare

- Områder uten skog
- Stor skogbrannfare
- Middels skogbrannfare
- Lav skogbrannfare

Tegnforklaring

- Grense SØF



Datum: WGS84
 Projeksjon: UTM 33N
 Produsert: 14. mars 2018

Datakilder:
 - Geonorge
 - USGS Earth Explorer

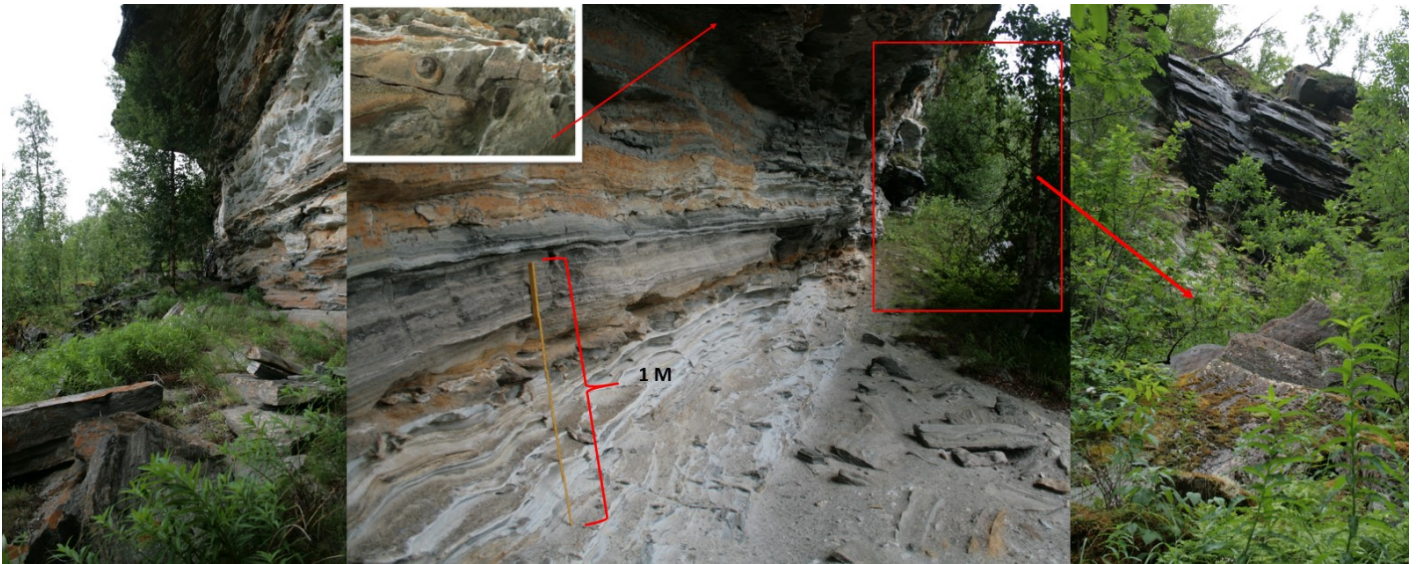
Figur 28. Skogbrannfarekart for Blåtind SØF

4.3. Steinsprang

I dette kapittelet vises eksempler på feltlokaliteter for steinsprang/skredavsetninger. En full oversikt over skredlokaliteter er gitt i vedlegg C2, samlet inn ved bruk av feltskjemaet vist i vedlegg C1. Koordinatene for lokalitetene er oppgitt i UTM sone 34W. For hver lokalitet gis en kort beskrivelse, deretter følger en kort tolkning av avsetningene (se 3.3) og mulig utløsningsårsak for eventuelle skredavsetninger (se 2.2.2). Tolkning for alle lokaliteter er gjort gjennom analyse, og resultat av disse vises i kartene senere i dette kapittelet.

4.3.1. Setermoen

Lokalitet F14



Bilde 6. Blokker og 'støv' i fjellvegg mellom Sandberget og Djupbekken, bilde mot NV

Dato: 09.08.2017

Koordinater: 396383Ø, 7635148N – 225 m. o.h.

Område: Sandberget

Logg: Skyet, svak vind, temperatur på ca. 12°C.

Beskrivelse: Bergarten på denne lokaliteten består av kvartsfyllitt og dolomittmarmor. Strøk og fall er målt til $327^\circ \pm 79^\circ$, og terrenghelningen i området ligger på ca. 32° . Sprekkeflatene er glatte, og det renner vann ut fra noen av sprekkene. Deler av fjellsiden har overheng, og under denne ligger det blokker og finmateriale i fjellsiden som kjennes ut som pulver når man tar på det. I undersiden av overhengen finnes noen glatte uthulinger i 'taket'. Fjellsiden er orientert nordvest-sørøst, og er nesten vertikal. Den har en lav oppsprekkingsgrad og et nær-vertikalt sprekkemønster. Foran fjellsiden ligger noen store, kantete blokker. Enkelte er dekket av mose, andre er ikke det. Fjellsiden flater raskt ut til foranliggende terreng. På toppen av fjellveggen vokser det trær. Området ligner mest på område A i Figur 14.

Tolkning: Området er tolket til å være et steinsprangområde, og blokkene som ikke er dekket av mose kan tyde på at disse er resultatet av relativt nylige steinsprang. Forekomsten av trær på toppen av skrenten antyder at rotsprengning kan være en mulig utløsningsmekanisme. Funn av 'støv' i fjellveggen og glatte uthulinger på undersiden av overhenget kan også tyde på at det foregår kjemisk forvitring i området. I tillegg er vanntrykk en mulig utløsningsårsak, da det renner vann ut av noen av de åpne sprekkene i fjellsiden.

Lokalitet F15



Bilde 7. Blokker foran Erikhovudet, bilde tatt mot VNV

Dato: 10.08.2017

Koordinater: 388601Ø, 7629526N– 648 m. o.h.

Område: Erikhovudet

Logg: Skyet, svak vind, temperatur på ca. 13°C.

Beskrivelse: Berggrunnen på denne lokaliteten består av kvartsfyllitt. Strøk og fall er målt til 285°+ 71°, og terrenghelningen ligger på ca. 55°. Sprekkeflatene er glatte, og de fleste sprekkene er åpne. Enkelte er fylt med jord og noen av disse igjen med røtter der det vokser små trær. Ut av enkelte sprekker renner det vann. Glideplanet er glatt, det er lite vegetasjon på det bratteste, og på noen fjellhyller ligger det litt løst materiale. Sprekkemønsteret er blandet, og oppsprekkingsgraden ser ut til å være høy. Fjellsiden er nordvest-sørøst orientert. Ved foten av fjellet ligger noen kantete blokker dekket av mose, og noen som ikke er dekket av mose eller annen form for vegetasjon. Området ligner en blanding av område A og C i Figur 14.

Tolkning: Området er tolket til steinsprangområde. Blokkene som ikke er dekket av mose/annen vegetasjon tyder på at det nylig har gått steinsprang. Ettersom trærne som vokser i området er veldig små, er rotsprengning antagelig ikke en mulig utløsningsårsak per i dag. Vanntrykk kan være utløsningsårsak, da det renner vann ut av sprekkene i fjellveggen.

Lokalitet F17



Bilde 8. Overheng i Rammelbergan, bilde tatt mot NNV

Dato: 15.08.2017

Koordinater: 387595Ø, 7629526N– 258 m. o.h.

Område: Rammelbergan

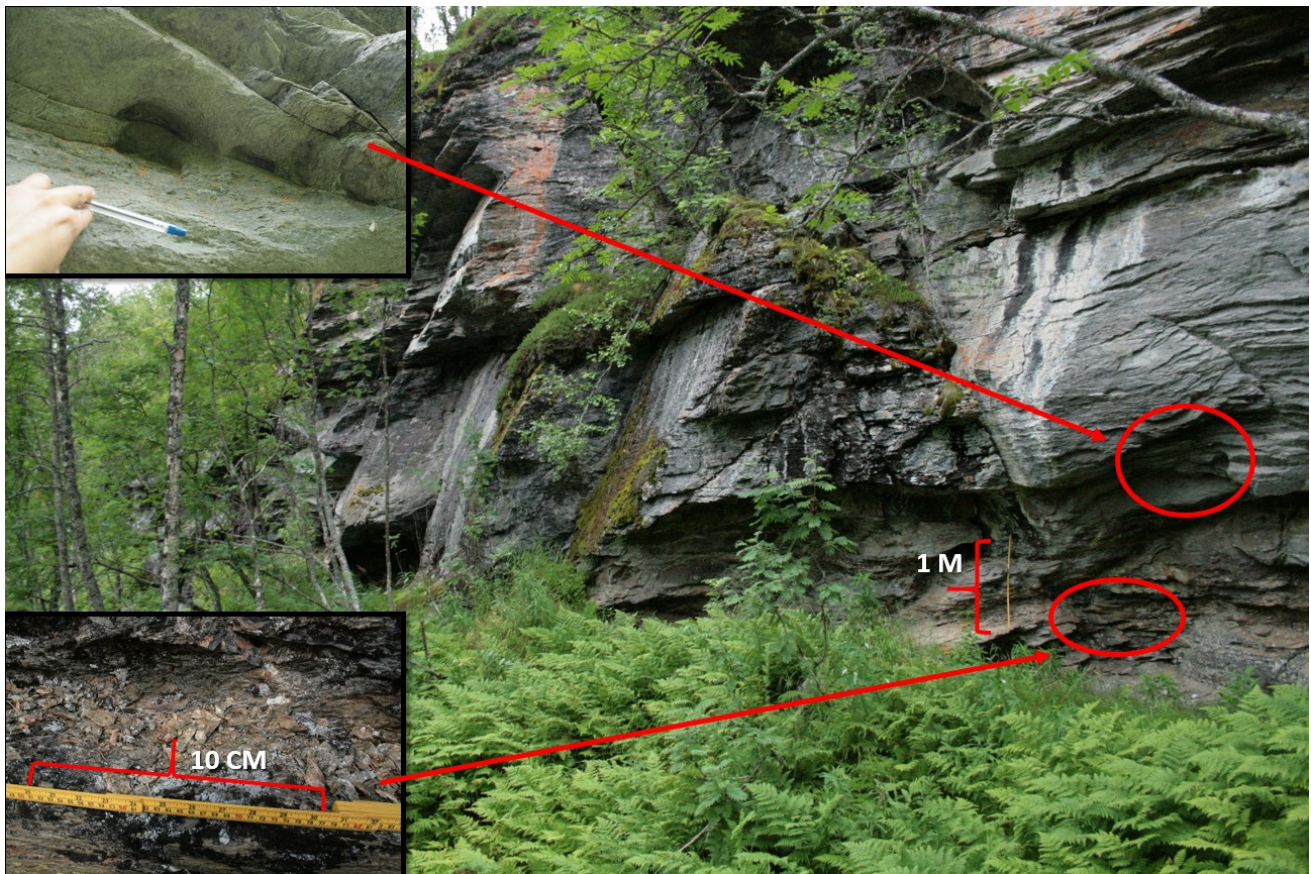
Logg: Skyet, svak vind, temperatur på ca. 12°C.

Beskrivelse: Berggrunnen på denne lokaliteten består av kvartsfyllitt. Strøk og fall er målt til 220° + 85°, med terrenghelning i skråning foran lokaliteten på rundt 36°. De fleste sprekkene er åpne, enkelte er fylt med jord. Det vokser trær i skråningen foran lokaliteten og på toppen av skrenten. Det er ingen synlige vanntilganger i området. I skråningen ligger store kantete blokker, alle er dekket av mose. De største blokkene ligger nederst. Utenom trær vokser det bregner, gress og mose i skråningen, og vegetasjonen er tett. I fjellveggen er det lav oppsprekkingsgrad, med noen få unntak på utstikkere (til venstre i bilde 7). Deler av fjellveggen har små overheng. Oppsprekkingsmønster er blandet, og er nær-horisontalt til nær-vertikalt.

Fjellsiden er nordøst-sørvest orientert. Sammenlignet med figur 14 ligner lokaliteten mest på område C.

Tolkning: Lokaliteten er tolket til steinsprangområde. Det er ikke funnet blokker i skråningen som ikke er dekket av mose. Sammen med tett voksende vegetasjon som ikke har tydelige skader, tyder dette på at steinsprangaktiviteten i området er lav. Størrelsen på blokkene endres jo lenger opp i skråningen man kommer, dette tyder på fallsortering. Dersom nye steinsprang finner sted i området, kan rotsprengning være én mulig utløsningsmekanisme, da det vokser trær i området.

Lokalitet F19



Bilde 9. Fjellområde mellom Langsvingvatnet og Varden

Dato: 19.08.2017

Koordinater: 392365Ø, 7638376N– 283 m. o.h.

Område: nordøst for Langsvingvatnet

Logg: Skyet, svak vind, temperatur på ca. 11°C.

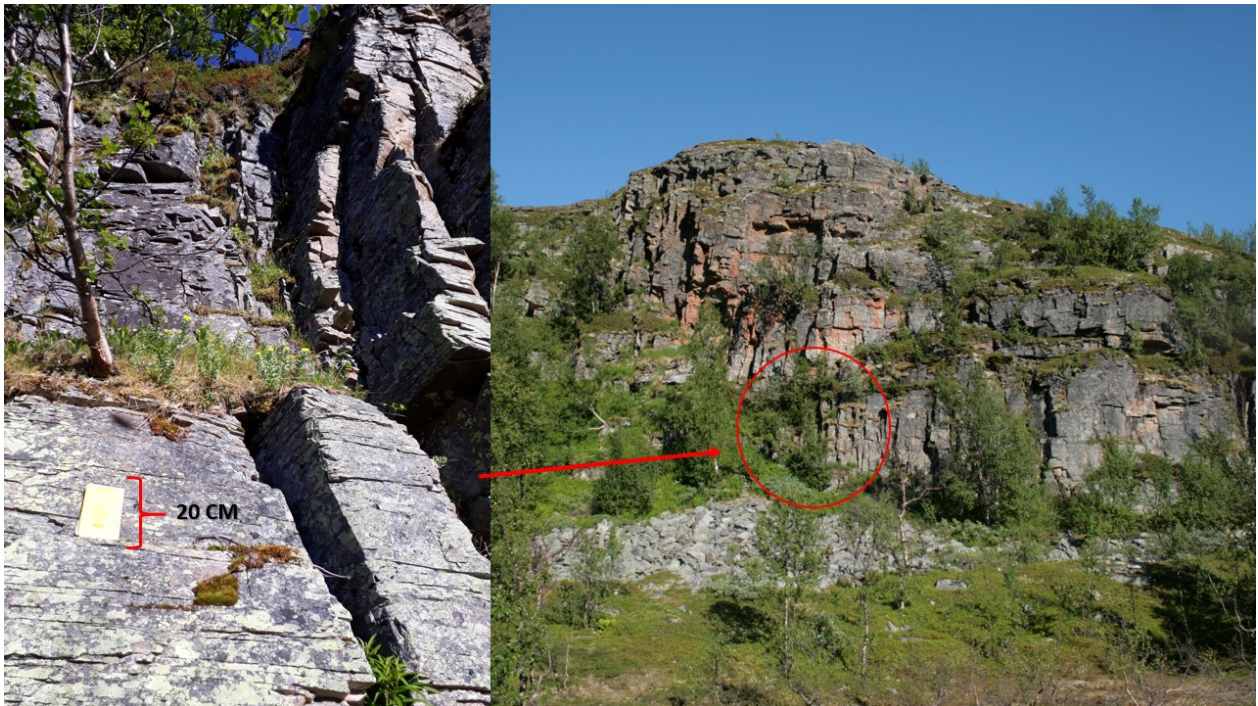
Beskrivelse: Berggrunnen på denne lokaliteten består av granat-kvartsglimmerskifer. Strøk og fall er målt til $249^\circ \pm 81^\circ$, og terrenghelning foran fjellveggen ligger på ca. 10° . I fjellveggen finnes åpne sprekker, og noen sprekker fylt med jord. Sprekkeflatene er glatte, og det renner

vann ut av enkelte sprekker. På flater i fjellveggen ligger små, kantete stein og grus (se nedre hjørne til venstre i bilde 8), og på undersiden av overhenget er det enkelte glatte hulrom (øvre hjørne til venstre i bilde 8). Det vokser trær i området og på toppen av fjellveggen. Foran fjellveggen ligger spredte, kantete blokker dekket av mose. Oppsprekkingsgraden er stor, og sprekkemønsteret er nær-vertikalt. Området ligner område A i figur 14.

Tolkning: Området er tolket til steinsprangområde. For mulige utløsningsmekanismer, se lokalitet F14. Blokkene foran fjellveggen er dekket av mose og vegetasjon, dette kan tyde på at steinsprangaktiviteten i området er lav.

4.3.2. Mauken

Lokalitet F7



Bilde 10. Sprekker i østsiden av Nergårdskardet, mot Vargebergan,, bilde tatt mot Ø

Dato: 23.07.2017

Koordinater: 424685Ø, 7662516N– 518 m. o.h.

Område: Nergårdskardet/Vargebergan

Logg: Sol, vindstille, temperatur på ca. 20°C.

Beskrivelse: Berggrunnen på denne lokaliteten består av glimmerskifer. Strøk og fall er målt til $166^\circ \pm 12^\circ$, og terrenghelning i skråningen ned fra fjellveggen ligger på ca. 31° , men flater raskt ut. I fjellveggen finnes åpne sprekker, og enkelte er fylt med røtter og jord. Sprekkeflatene er glatte. Det vokser trær i fjellveggen. Det er ingen synlige vanntilganger i området, men på flaten foran fjellveggen ligger et tjern. I skråningen ned fra fjellveggen ligger kantete blokker;

enkelte er dekket av mose og annen vegetasjon, oppå disse ligger ofte blokker uten mose. Oppsprekkingsgraden er stor, og sprekkemønsteret er nær-vertikalt. Området ligner område A i figur 14.

Tolkning: Området er tolket til steinsprangområde. For mulige utløsningsmekanismer, se lokalitet F17. Forekomst av blokker som ikke er dekket av mose tyder på nylig steinsprangaktivitet.

Lokalitet F8



Bilde 11. Sprekkeflater i Kalvhauet, bilde tatt mot V-SV

Dato: 24.07.2017

Koordinater: 429240Ø, 7659193N– 524 m. o.h.

Område: nordøst for Kalvhauet

Logg: Sol, vindstille, temperatur på ca. 26°C.

Beskrivelse: Fjellveggen er øst-vest orientert, og nordvendt. Berggrunnen på denne lokaliteten består av glimmerskifer med innslag av marmor, amfibolitt og kvartsitt. Strøk og fall er målt til $275^\circ \pm 45^\circ$, og terrenghelning i skråningen ned fra fjellveggen ligger på ca. 32° , men flater raskt ut. Sprekkene i fjellveggen er åpne, noen få er fylt både med jord og røtter. Det vokser spredte trær oppe i fjellsiden, mot bunnen av skråningen blir vegetasjonen tettere. Det er ingen synlige vanntilgang i området. Sprekkeflatene er glatte, og oppsprekkingsmønsteret er blandet. Oppsprekkingsgrad er stor. Området ligner med på område C 'listrisk forkastning' i figur 14.

Det er noen få spredte, kantete blokker i området, og noen rundete blokker. Alle er dekket av mose.

Tolkning: Området er tolket til et mulig steinsprangområde, men det har ikke like bratte gradienter som de typisk for slike områder. For mulige utløsningsmekanismer, se lokalitet F17. Forekomst av blokker som er dekket av mose tyder på lav steinsprangaktivitet.

4.3.3. Blåtind

Lokalitet F10



Bilde 12. Fjellside ved Rundhaugvatnet, bilde tatt mot SV

Dato: 31.07.2017

Koordinater: 410691Ø, 7674022N– 483 m. o.h.

Område: øst for Rundhaugvatnet

Logg: Skyet, svak vind, temperatur på ca. 12°C.

Beskrivelse: Fjellveggen er sørvest-nordøst orientert, og vestvendt. Fjellsiden er relativt bratt, men flater raskt ut. Berggrunnen på denne lokaliteten består av metaarkose. Strøk og fall er målt til $248^\circ \pm 45^\circ$, og terrenghelning i skråning ned fra fjellveggen ligger på ca. 35° . Sprekkene i fjellveggen er åpne, noen få er fylt med jord. Det vokser ikke trær i området, og det er ingen synlig vanntilgang her. Sprekkeflatene er glatte; oppsprekkingsgrad er middels til stor, og sprekkemønsteret er nær-vertikal til vertikalt. Området ligner mest på område A i figur 14. I

skråningen ned fra fjellveggen ligger små blokker. Noen av disse er dekket av snø. De som er synlige er ikke dekket av mose/annen vegetasjon.

Tolkning: Området er tolket til steinsprangområde. Da det ikke vokser trær i området, og ikke er synlige vanntilgang (det renner ikke vann ut av sprekke), kan mulig utløsningsårsak være frostsprengning. Vanntrykk kan være en mulig årsak, da det kan være vann i sprekker i fjellet som ikke kan observeres utenfra.

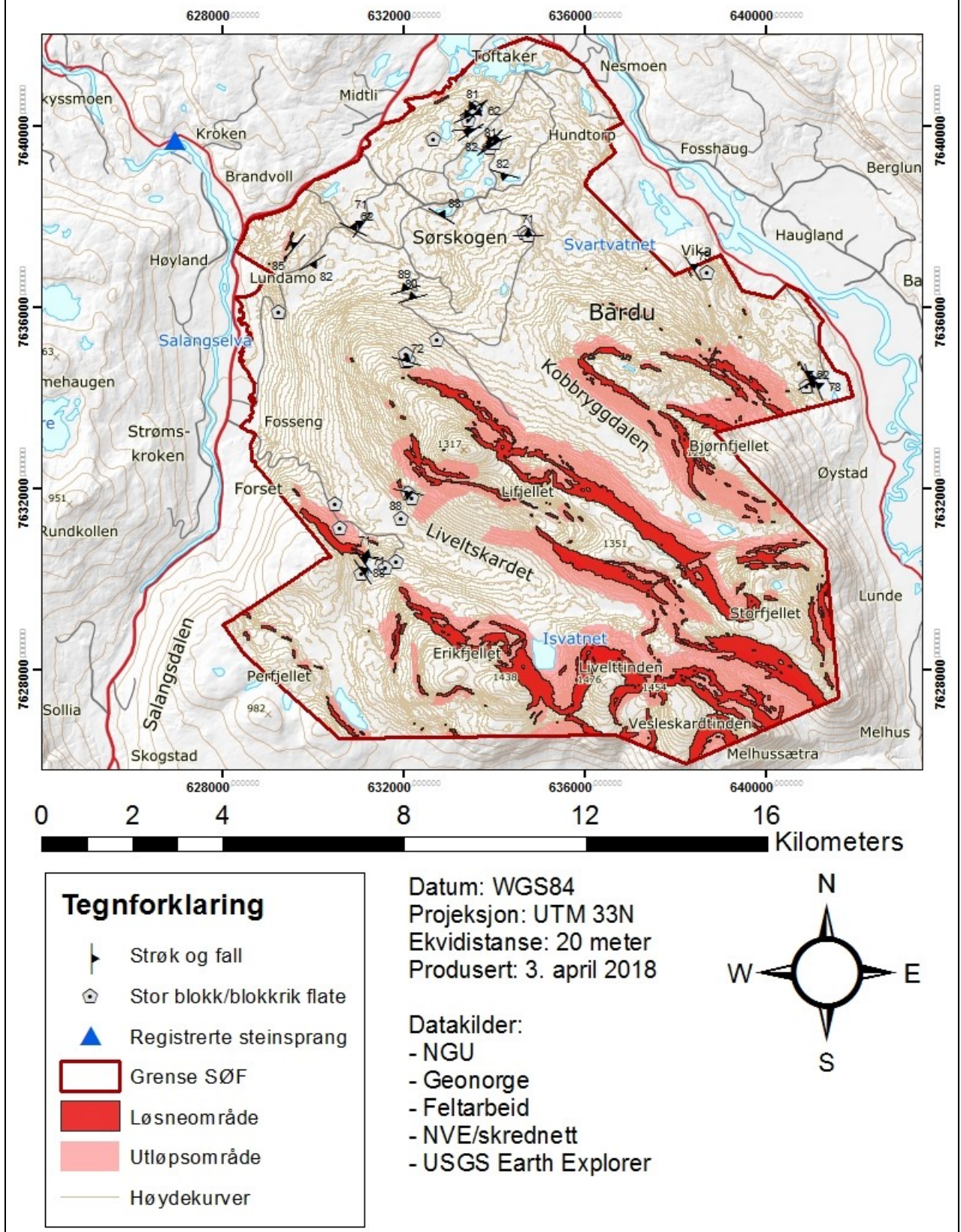
4.3.4. Resultat av analyse

Kvartærgeologisk kartlegging (se 3.3) ble brukt for å identifisere områder med steinsprang- og skredavsetninger i felt. Steinspranglokaliteter er observert ved høyder fra 205-663 m. o.h. Resultater fra feltkartlegging viser bl.a. at det er mulighet for rotsprengning i alle felt, avhengig av hvor det vokser trær i nærheten av bratte fjellvegger. I Setermoen SØF er det funnet partier hvor det renner vann ut av sprekker i fjellveggene. Hovedtendensen i alle felt er at sprekke mønstrene i fjellveggen er nær-vertikal til vertikal, med varierende oppsprekingsgrad. De fleste lokaliteter ser ut til å ligne steinsprangområder, eller område A i Figur 14.

Utløpsmodelleringen i CONEFALL identifiserte noen områder som ikke var markert som løsne- eller utløpsområder i NVE sitt datasett, men hvor det fantes skredavsetninger i NGU sitt datasett. En sammenligning mellom datasettene fra NVE og NGU, viser at NGU har registrert noen områder med skredavsetninger hvor NVE sitt datasett ikke har registrert mulige skredutløp. På den annen side er det også funnet noen områder markert som løsne- og utløpsområder for steinsprang i NVE sitt datasett, hvor det ikke er registrert skredavsetninger i datasettet fra NGU. Enkelte av disse områdene er lokaliteter hvor det ble funnet blokker i felt som er tolket som steinsprangaktivitet (se for eksempel lokalitet F14 og F17), i tillegg til feltobservasjoner som ikke er registrert som egne lokaliteter, men som ble tegnet inn direkte på eget kvartærgeologisk kart.

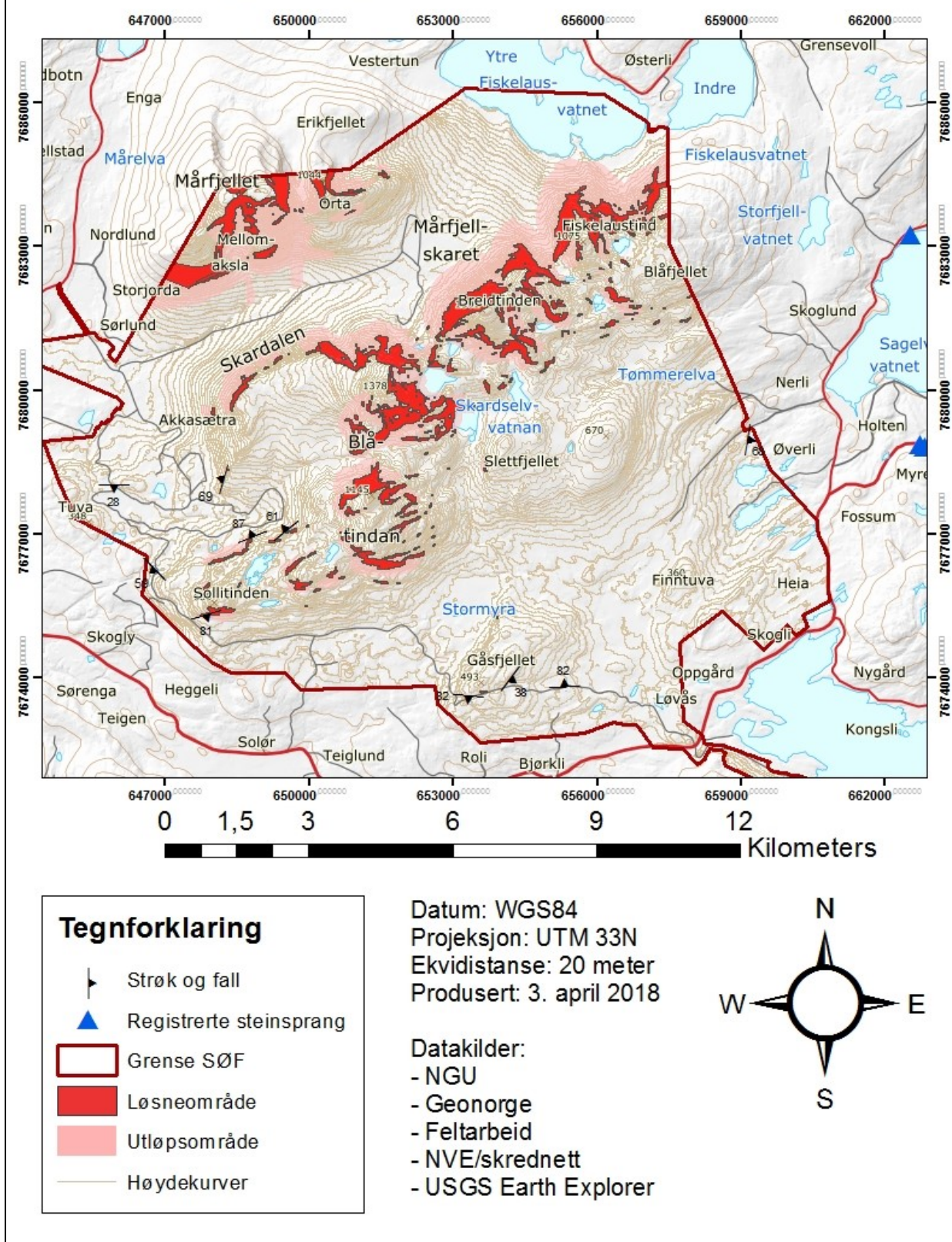
Resultatet av analysene vises i kartene i figur 29, 30 og 31.

Steinsprangområder Setermoen SØF



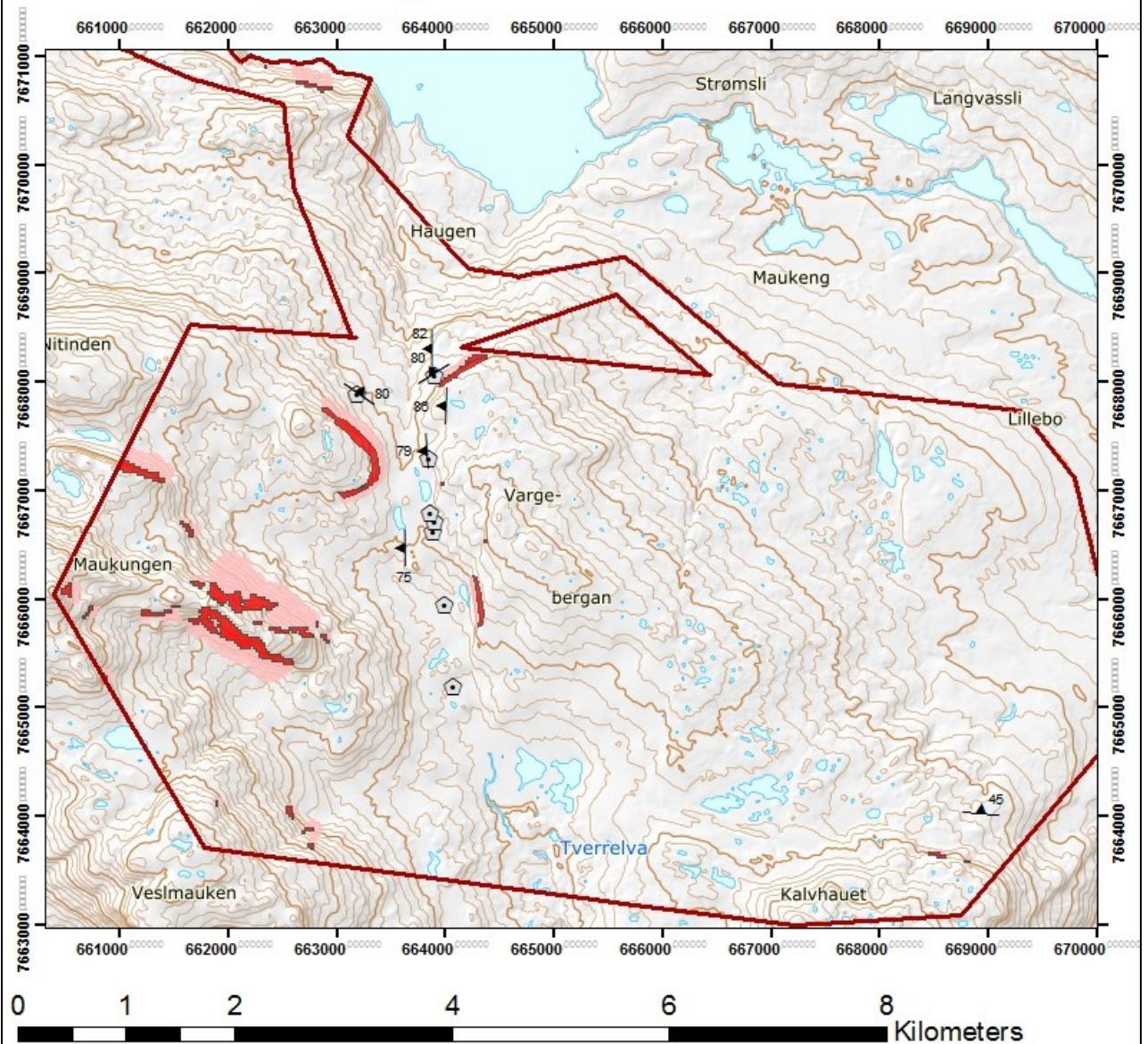
Figur 29. Steinsprangkart for Setermoen SØF

Steinsprangområder Blåtind SØF



Figur 30. Steinsprangkart for Blåtind SØF

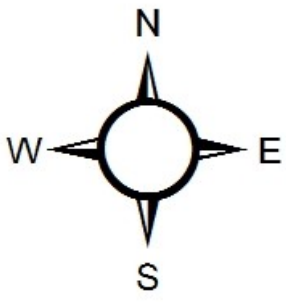
Steinsprangområder Mauken SØF



Tegnforklaring	
	Strøk og fall
	Stor blokk/blokkrik flate
	Grense SØF
	Løsnemråde
	Utløpsområde

Datum: WGS84
 Projeksjon: UTM 33N
 Ekvidistans: 20 meter
 Produsert: 3. april 2018

Datakilder:
 - NGU
 - Geonorge
 - Feltarbeid
 - NVE/skrednett
 - USGS Earth Explorer



Figur 31. Steinsprangkart Mauken SØF

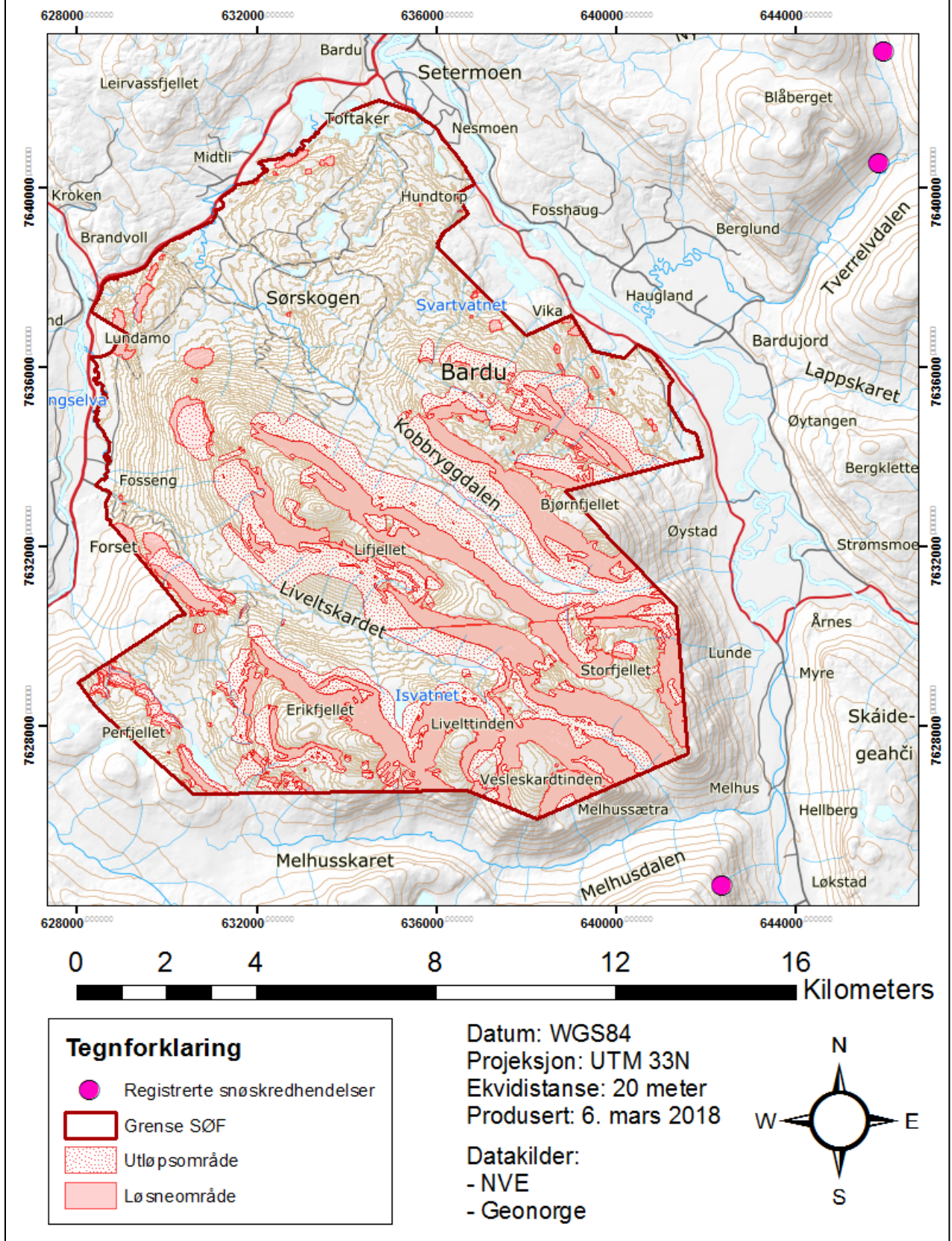
4.4. Snøskred

Feltobservasjoner og snøskredlokaliteter viser at det i høyereliggende fjellområder i SØF er lite vegetasjon; over tregrensen vokser kun lyng og lav. Tett skog finnes i skråninger ned fra bratte fjellsider. Generelt er det lite blokker og annet minerogent materiale i fjellsidene, men store ur/skredavsetninger observeres ved foten av fjellsider. Store deler av fjellområdene i alle SØF har en helningsgrad som overstiger 30°. Både fjellsider som ligger i le og lo for fremherskende vindretning er preget av forsenkninger og fjellhyller som kan virke som snøfeller og tilfangsområder for snø. Med et par unntak har de fleste fjellsider få raviner og forsenkninger som kan kanalisere et snøskred; på steder hvor det i tillegg er lite vegetasjon som holder igjen snø, vil medrivning være mulig når det først går skred. Flere steder, gjerne i skyggefylte områder, blir snøen liggende lenge og kan observeres under feltarbeidet. En full oversikt over snøskredlokaliteter er gitt i vedlegg D2, og disse ble samlet inn ved bruk av feltskjemaet vist i vedlegg D1. Koordinatene for lokalitetene er oppgitt i UTM sone 34W.

Resultatene vises i form av kart i figur 32-34, og er basert på feltobservasjoner og –data, terrenyanalyser og data fra NVE og Forsvarets skredgruppe (via www.geonorge.no). En sammenligning av datasettene fra NVE og Forsvarets skredgruppe viser at utløpsområdene er mindre detaljerte i NVEs datagrunnlag enn i datagrunnlaget fra Forsvarets skredgruppe for Mauken-Blåtind SØF, men her finnes noen områder som Forsvarets skredgruppe ikke har markert. Der disse utløpsområdene overlapper i begge datasett har NVE markert lengre utløpsområder enn det Forsvarets skredgruppe har. Løsneområdene er markert i større detalj i NVEs datagrunnlag, men her mangler noen områder som Forsvarets skredgruppe ikke har markert, og vice-versa. For Setermoen SØF var NVEs datagrunnlag mangelfullt for løsneområder, men det tilførte likevel noen detaljer til datagrunnlaget fra Forsvarets skredgruppe. NVE manglet data for utløpsområder i Setermoen SØF, så resultatet her er kun basert på datagrunnlaget utarbeidet av Forsvarets skredgruppe og egne felldata.

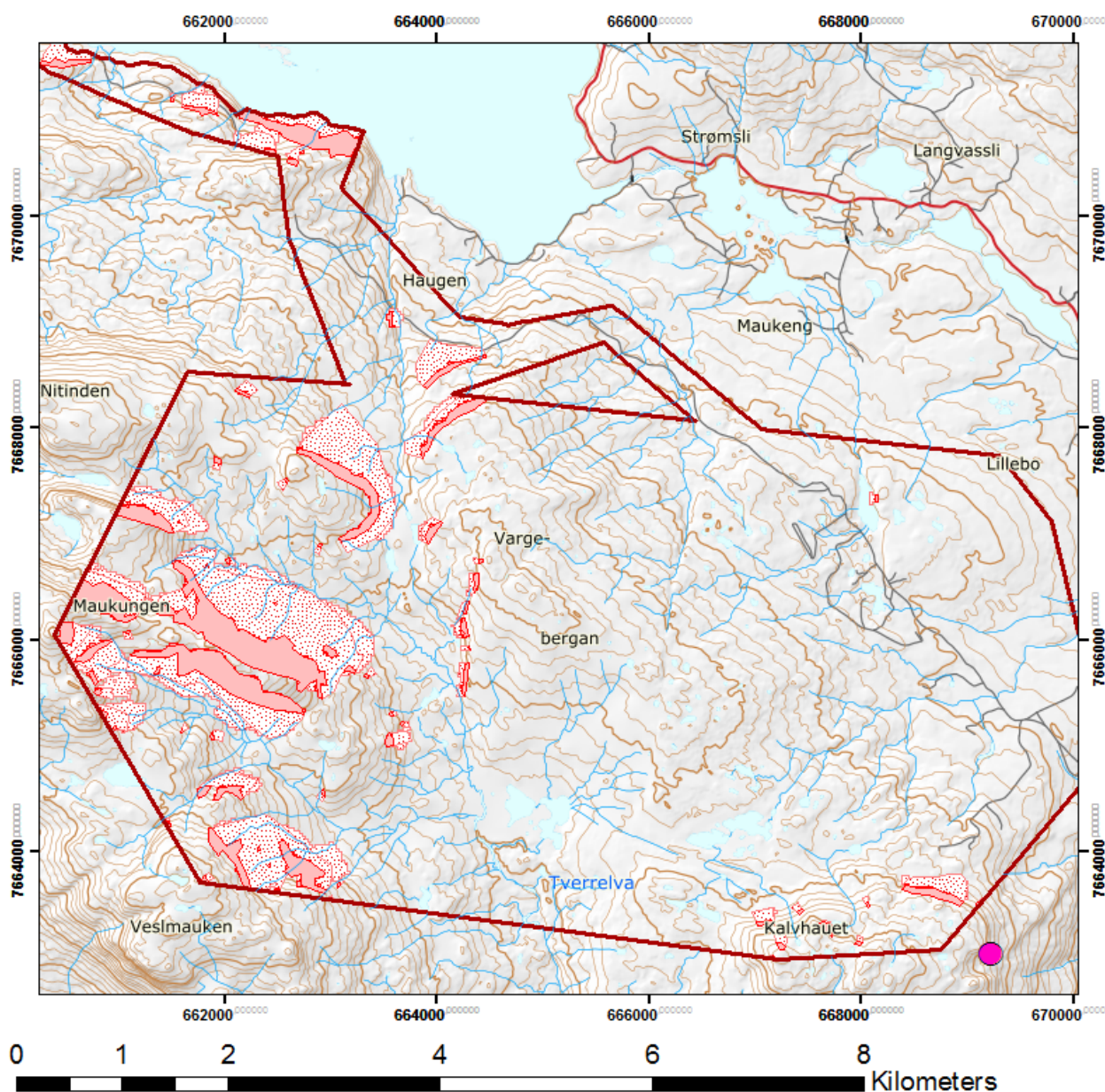
Sammenligningen av GIS analyser med helningskartet basert på DHM viser at samtlige markerte løsneområdene ligger i bratte terreng hvor helningsgraden overstiger 30° i alle SØF. Utløpsområdene strekker seg ned til områder med ca. 20° helning, og enkelte steder ned til områder med slakere gradient. Det gjelder særlig områder hvor terrenget flater raskt ut, som dalpartier mellom bratte fjell (se f.eks. Liveltskardet og Kobbryggdalen i Setermoen SØF).

Snøskredkart Setermoen SØF







Figur 32. Snøskredkart Setermoen SØF

Snøskredkart Mauken SØF

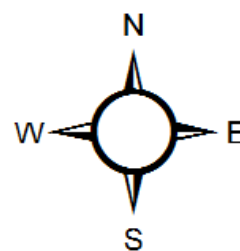


Tegnforklaring

-  Registrerte snøskredhendelser
-  Grense SØF
-  Løsnømråde
-  Utløpsområde

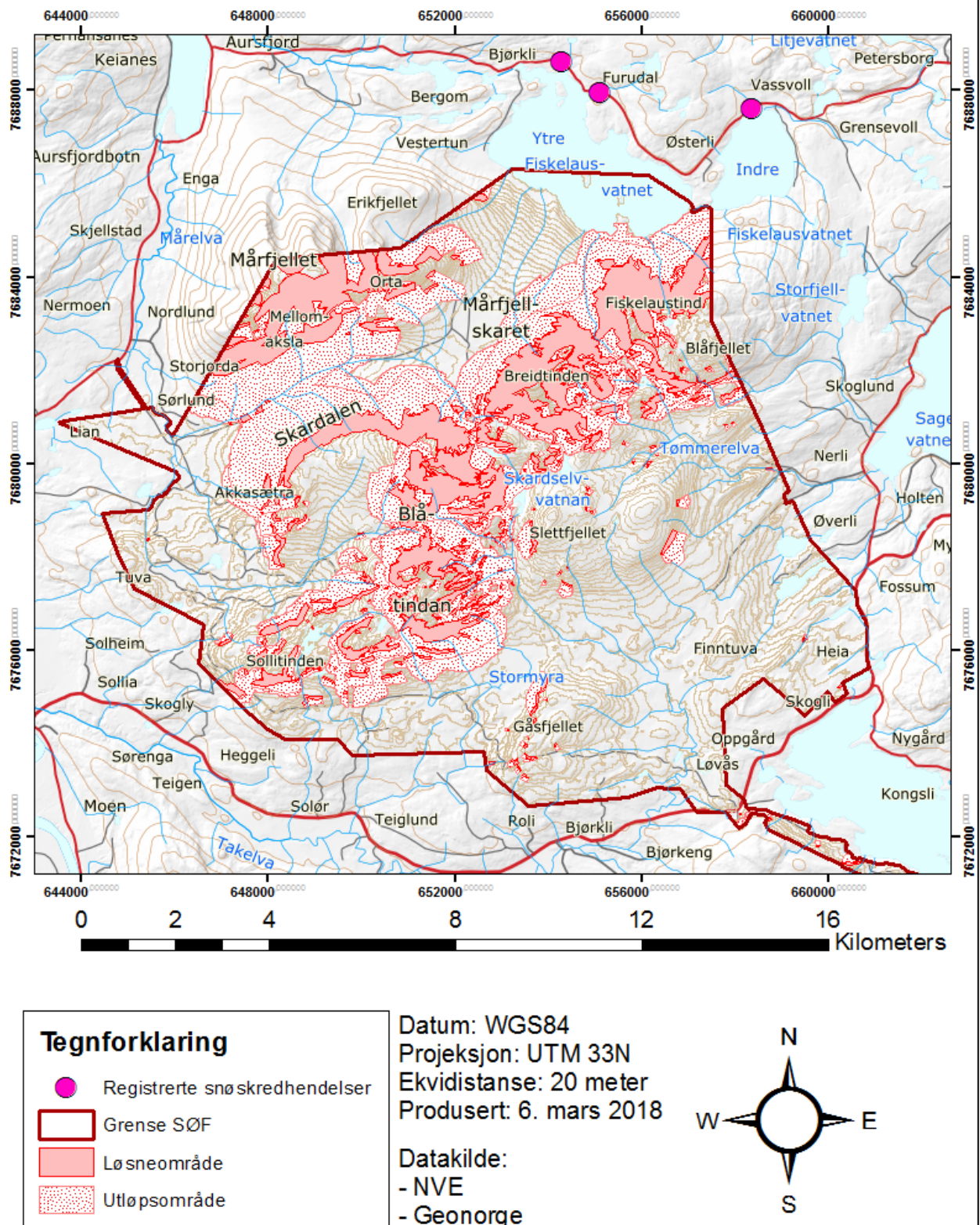
Datum: WGS84
 Prosjeksjon: UTM 33N
 Ekvidistanse: 20 meter
 Produsert: 6. mars 2018

Datakilde:
 - NVE
 - Geonorge



Figur 33. Snøskredkart Mauken SØF

Snøskredkart Blåtind SØF



Figur 34. Snøskredkart Blåtind SØF

4.5. Risikoanalyse

Sannsynlighet (frekvens) vurdert etter tilgjengelig statistikk hentet fra ulike kilder. Tabellen for sannsynlighet (se Tabell 5) har blitt brukt for å analysere tilgjengelig statistikk. Dette har blitt vurdert opp mot mulige konsekvenser (se Tabell 6) av de ulike naturfarene. For hver naturfare har en risikovurdering blitt gjort, og resultatene vises i en felles risikomatrix i tabell 9.

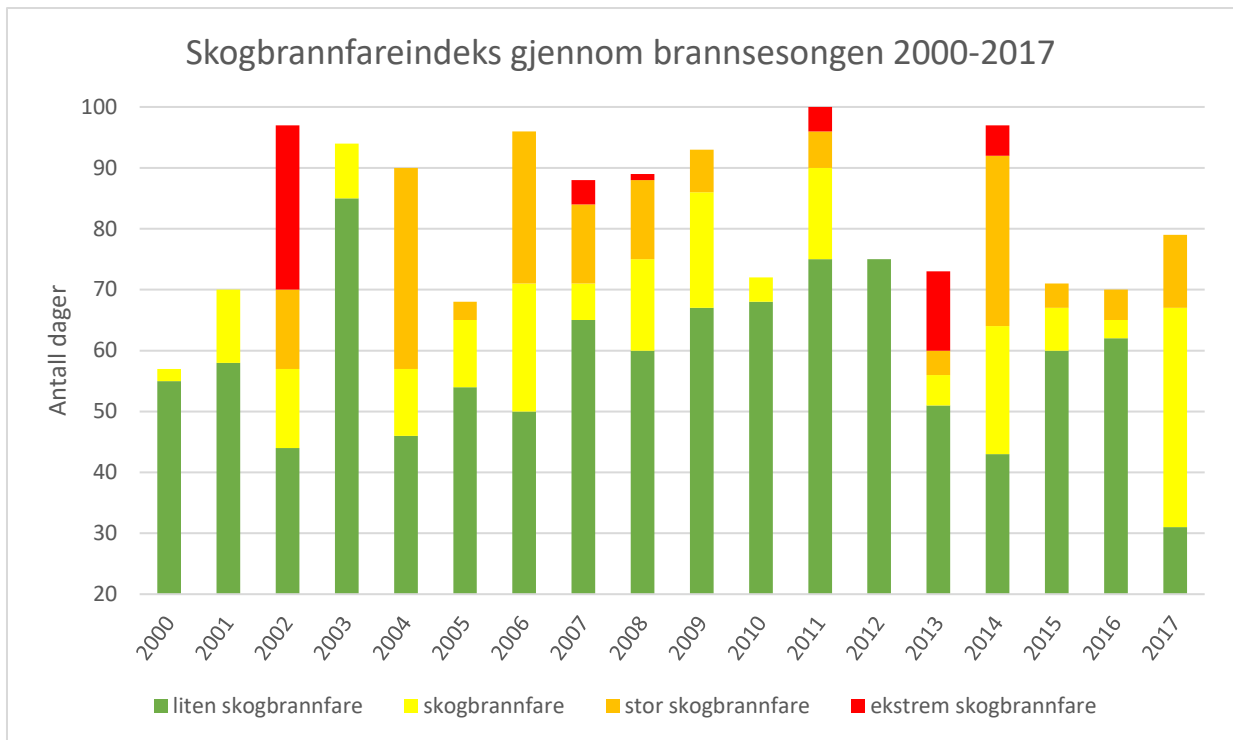
4.5.1. Skogbrannrisiko

Som tidligere nevnt (se 2.2.1) er faren for skogbrann størst i barskog, og minst i løvskog. Resultatet av kartleggingen og analyser viser at det er flere områder i SØF hvor forholdene ligger til rette for spredning av skogbrann dersom en tenningskilde antenner brann i området (se 4.2.4). Mulige tenningskilder er menneskelig aktivitet (her Forsvaret) og lyn. Klimaforhold i området (se 1.3.1) gjør det også mulig for skogbrann å antennes i området. Faren for skogbrann blir overvåket av Meteorologisk Institutt, som varsler skogbrannfaren i et område daglig basert på meteorologiske forhold (tørke, temperatur, vind, nedbør og relativ fuktighet). Skogbrannfaren uttrykkes i en skogbrannfareindeks (se tabell 8).

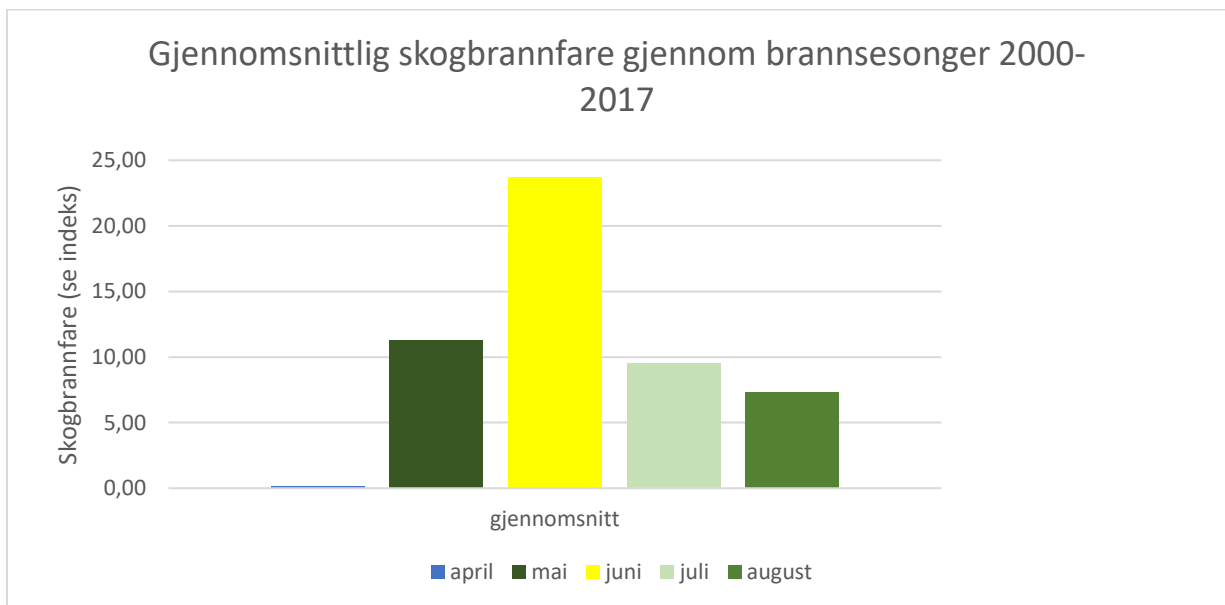
Tabell 8. Skogbrannfareindeks (Håkon Mjeldstad 2018, pers.komm., 16 februar, Meteorologisk Institutt)

Skogbrannfareindeks	
0	Ingen skogbrannfare
1-20	Liten skogbrannfare
21-40	Skogbrannfare
41-70	Stor skogbrannfare
71-∞	Meget stor skogbrannfare

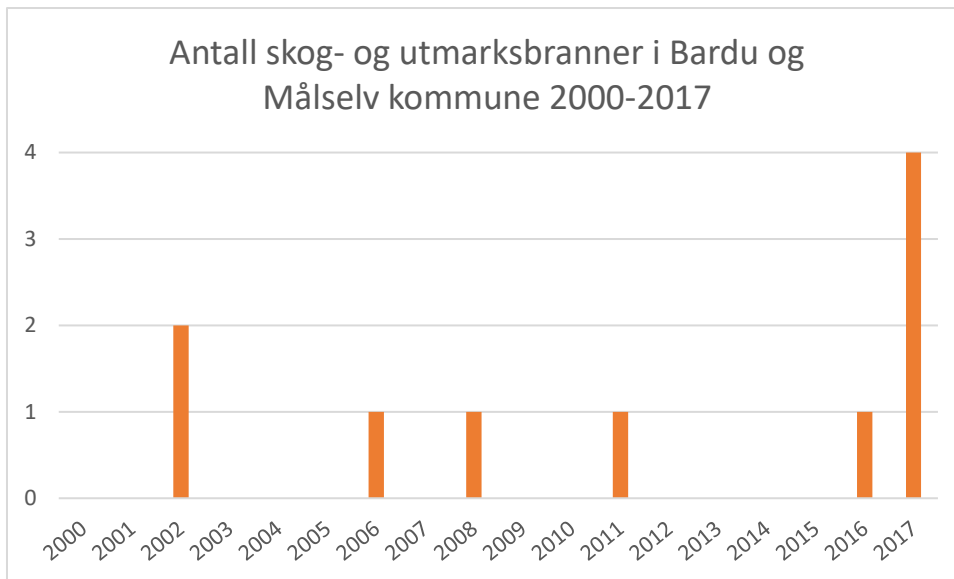
Figur 35 viser antall dager med liten til meget stor skogbrannfare fra målestasjonen på Bardufoss gjennom brannsesongen (1. april – 31. august) mellom 2000-2017. Med unntak av 2012 er det skogbrannfare og stor skogbrannfare hvert år, og meget stor skogbrannfare noen år. Av figur 36 ser vi at størst fare for skogbrann er i juni måned. I ROS-analysen av skogbrannfare er figur 37 brukt for å vurdere frekvens.



Figur 35. Skogbrannfareindeks gjennom brannsesongen i feltområdene (data fra Håkon Mjeldstad 2018, pers.komm., 16 februar, Meteorologisk Institutt)



Figur 36. Gjennomsnittlig skogbrannfare etter skogbrannfareindeksen gjennom brannsesongen i feltområdene (data fra Håkon Mjeldstad 2018, pers.komm., 16 februar, Meteorologisk Institutt)



Figur 37. Skogbranner i Bardu og Målselv kommune 2000-2017 (DSB, 2017)

Konsekvens: True rødlistearter, skade på biomasse, personer, materielle verdier (her: militært øvingsutstyr) og bygninger. Alle er aktuelle i feltområdene, men det er relativt få bygninger i begge SØF, og en potensiell brann vil antagelig gjøre mest skade på biomassen og minst på bygninger.

ROS-analyse: Sannsynlighet og konsekvens basert på tabeller i kapittel 3.6 gir følgende:

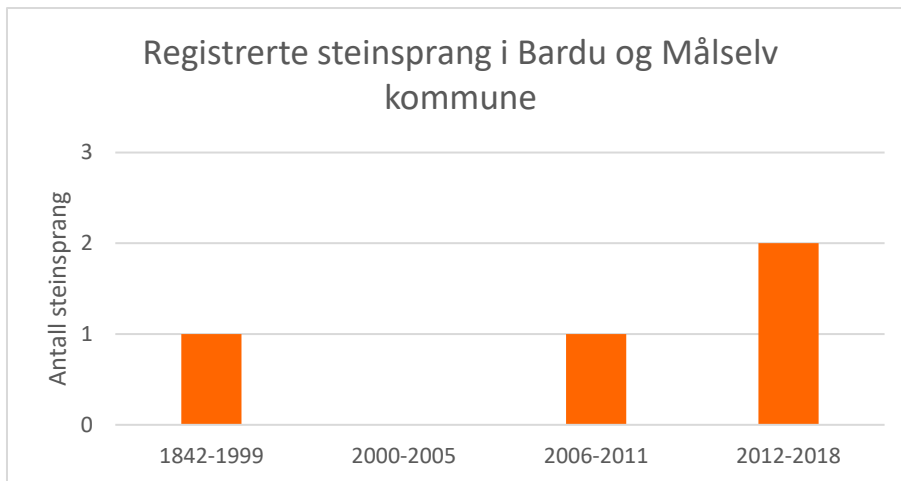
Sannsynlighet: S3	Konsekvens: K3	= Risiko R9
-------------------	----------------	-------------

Tiltak:

- Følge værvarsel og skogbrannfareindeks i planlegging av militære aktiviteter
- Følge anbefalinger i UD2-1 for omgang med ild
- Forbud mot bålbrekking i brannsesong

4.5.2. Steinsprangrisiko

Faren for steinsprang er som nevnt størst i bratt terreng, og steinsprang forårsakes ofte av vantrykk og frostsprengning (se kapittel 2.2.2). Resultatet av kartlegging, GIS-analyser og utløpsmodellering, viser at det er fare for steinsprang i begge SØF (se kapittel 4.3.4). I ROS-analysen av skogbrannfare er figur 38 brukt sammen med feltobservasjoner for å vurdere frekvens for å få et mer nyansert datagrunnlag.



Figur 38. Registrerte steinspranghendelser i Bardu og Målselv (data fra www.skrednett.no)

Konsekvens: Skade på terreng, personer, materieller verdier (her: utstyr), infrastruktur, bygninger.

ROS-analyse: Sannsynlighet og konsekvens basert på tabeller i kapittel 3.6 gir følgende;

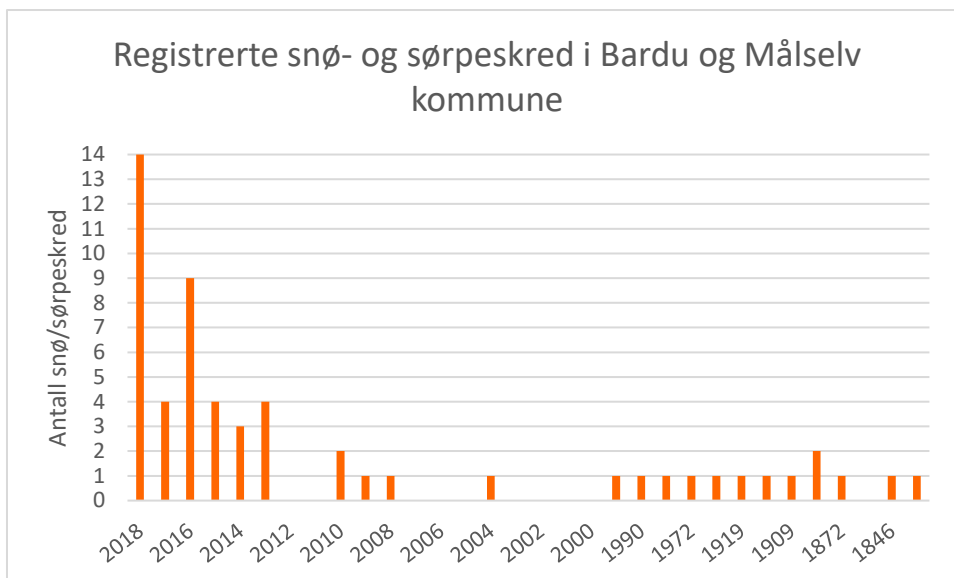
Sannsynlighet: S3	Konsekvens: K2	= Risiko R6
-------------------	----------------	-------------

Tiltak:

- Bruke faresonekart for steinsprang i planlegging og gjennomføring av militære aktiviteter i SØF
- Følge anbefalinger i UD2-1 for aktiviteter i bratt lende
- Unngå bruk av bratt lende når det ikke er nødvendig, særlig i perioder der steinsprangaktivitet er størst (vår/høst, se 2.2.2).

4.5.3. Snøskredrisiko

Faren for snøskred er som nevnt størst i bratt terreng, særlig over 30° helning (se kapittel 2.2.3). Resultatet av kartlegging og GIS-analyser viser at det er fare for snøskred i begge SØF (se kapittel 4.4). I ROS-analysen av skogbrannfare er figur 39 brukt for å vurdere frekvens.



Figur 39. Registrerte snøskredhendelser i Bardu og Målselv kommune (data fra www.skrednett.no)

Konsekvens: Skade på terreng, biomasse, personer, materielle verdier (her: utstyr), infrastruktur, bygninger.

ROS-analyse: Sannsynlighet og konsekvens basert på tabeller i kapittel 3.6 gir følgende

Sannsynlighet: S3	Konsekvens: K3	= Risiko R9
-------------------	----------------	-------------

Tiltak:

- Følge værvarsel og snøskredvarsel fra www.varsom.no i planlegging av militære aktiviteter
- Følge anbefalinger i UD2-1 for vinterøvelse
- Bruke oppdaterte snøskredkart/aktsomhetskart i planlegging og gjennomføring av militære aktiviteter

4.5.4. Resultat av risikoanalyse

Som tidligere nevnt er risiko uttrykt som sannsynlighet x konsekvens. Resultatet av risikoanalysen for de ulike naturfarene er vist i risikomatriksen nedenfor. Tiltak for hendelser som befinner seg i det grønne feltet anses som akseptabel risiko (Johansen et al., 2017). Tiltak for hendelser i gule felt vurderes ut fra kostnad i forhold til nytte (Multiconsult, 2016) da gult felt indikerer risiko som er på grensen mellom akseptabel og uakseptabel risiko. Røde felt indikerer uakseptabel risiko hvor tiltak må gjennomføres for å redusere risikoen (Johansen et

al., 2017). Som vist av risikomatriksen er risiko for naturfarene vurdert i dette masterprosjektet vurdert til gul sone. Tiltak for de ulike naturfarene som ikke allerede er nevnt, samt risikoen som følger med naturfarene med tanke på den militære aktiviteten som foregår i SØF, diskuteres i kapittel 5.

Tabell 9. Risikomatrikse med resultat av ROS-analyse

Sannsynlighet	Konsekvens				
	K1	K2	K3	K4	K5
S4					
S3		Steinsprang	Skogbrann Snøskred		
S2					
S1					

5. Diskusjon

Hovedproblemstillingen i denne studien er: *Hvilken risiko er forbundet med naturfarer i militære øvingsfelt, hva er sammenheng mellom militær trening, terreng og naturfarer, og hvordan påvirker risiko og terreng valg og gjennomføring av militære treningsaktiviteter?* I dette kapittelet diskuteres først risiko forbundet med naturfarene undersøkt i denne masterstudien innen SØF; deretter diskuteres sammenhengen mellom militær aktivitet i SØF og naturfarer, samt hvordan dette påvirker valg av terreng og øvingsområde for militære aktiviteter, for hver naturfare vurdert i denne studien. Til slutt diskuteres datagrunnlag, metodebruk og resultater av ROS-analyse.

5.1. Naturfare, risiko og militær aktivitet

De empiriske funnene (se kapittel 4) viser at naturfarene som er undersøkt i denne studien kan forekomme i begge SØF. Som vist av Figur 37 er skogbrann en naturfare som forekommer fra tid til annen i SØFs nærområder. Som nevnt i kapittel 2.2.1 er skogbrannfaren størst i barskog og i konvekse terrengformer. Områder hvor begge kriterier møtes er vist i kart Figur 26, Figur 27, og Figur 28. Skogbrannfaren i SØF er i gjennomsnitt størst i juni måned Figur 36 er det størst fare for skogbrann i juni måned, som i feltområdene er en varm, tørr måned (se Figur 3). Samlet sett er skogbrannfaren i SØF vurdert til R9. Faren er størst i Setermoen SØF (se kart i Figur 26) og minst i Mauken (se kart i Figur 27). Sannsynligheten for skogbrann er vurdert til

S3 (se Tabell 5) basert på tilgjengelig statistikk (Figur 35). En sammenligning av skogbrannstatistikk og skogbrannfareindeks (se Tabell 8 og Figur 35) viser at skogbranner i Bardu og Målselv kommune kun har forekommet i år der det har vært stor og meget stor skogbrannfare. Mulige konsekvenser av en skogbrann er som nevnt i 4.5.1 skade på bygninger, biomasse, personer og utstyr. Det er få bygninger i SØF, og en potensiell skogbrann vil antagelig gjøre mest skade på biomassen i SØF. Konsekvens er vurdert til K3 (se Tabell 6) basert på potensialet for å gjøre alvorlige miljøskader, samt få, men alvorlige personsaker.

Skogbrann er ikke vurdert i ROS-analysen for Bardu kommune (Finnmark, 2015), men sammenlignet med ROS-analysen for Målselv kommune som gir R4 (Johansen et al., 2017) er analysen i denne studien på R9 mer konservativ. Dette kan ha sammenheng med at statistikken for de to kommunene i denne studien er slått sammen, noe som kan ha økt frekvensen og dermed påvirket vurderingen av sannsynlighet. Samtidig er konsekvens vurdert lavere i denne studien enn i analysen av Johansen et al. (2017). En mulig forklaring er at antall mennesker som befinner seg i SØF (les: tetthet) er lavere enn det som ellers er tilfellet for kommunene de befinner seg i, og en skogbrann vil potensielt kunne skade flere i kommunene som helhet enn innen grensene for SØF. ROS-analysen for skogbrann i denne studien gir en risikovurdering som ligger i gul sone, i likhet med vurderingen av skogbrannfare gjort for Målselv kommune.

Risikoen for skogbrannfare vil ikke være konstant over tid, og med klimaendringer forventer man en økning i skogbrannfrekvens (Grønlund, 2009). Westerling et al. (2006) fant at en varmere vårsesong ga tidligere snøsmelte og korresponderte med en tørrere brannsesong, og dermed tørrere, mer lettantennelig brensel. I feltområdene viser klimadata tendenser til et varmere klima enn for forrige normalperiode, men det kan se ut til at gjennomsnittlig nedbør gjennom brannsesongen er i ferd med å øke (se figur 3).

Steinsprang kan forekomme i begge SØF (se kart i Figur 29, Figur 30 og Figur 31), og resultatene basert på feltarbeid og utløpsmodellering viser at faren er størst i bratt terreng. Lignende funn er gjort av Braathen et al. (2004) som klassifiserer steinsprangområder etter gradient $\geq 60^\circ$. Ifølge Kjekstad og Sandersen (2002) vil steinsprangfaren øke etter kraftig nedbør, mens Høeg et al. (2004) hevder faren er størst vår og høst. Steinsprang har statistisk sett ikke forekommet ofte i SØFs nærområder (se Figur 38), men det er observert nylige steinsprang under feltarbeidet (se f.eks. lokalitet F14). På bakgrunn av statistikk og feltobservasjoner er steinsprangrisiko i SØF vurdert til S3 (se Tabell 5). Mulige konsekvenser

av steinsprang er som nevnt i 4.5.2 skade på terreng, personer, infrastruktur, bygninger og materielle verdier. Mest aktuelle i feltområdene er antagelig skade på terreng, personer og militært utstyr som brukes i militærøvelser. Infrastrukturen i SØF består av grusveier, og steinsprang vil antagelig gjøre liten skade på disse. Konsekvens er vurdert til K2 (se Tabell 6) grunnet potensiell personskade som følge av steinsprang; sammen med sannsynlighetsberegningen gir det R6.

Sammenlignet med ROS-analysene for Bardu og Målselv kommune er steinsprangrisikoen vurdert til lik som for Målselv kommune (ref. Johansen et al., 2007), men lavere enn risikovurderingen for Bardu kommune, som ligger på R12 (ref. Finnmark, 2015). Dette kan ha sammenheng med at risikoen i analysen av Finnmark (2015) er vurdert til å ha større mer alvorlige konsekvenser (K4, se tabell 6 enn risikoen vurdert for SØF, kanskje fordi mulige skader på materielle verdier, og dermed økonomiske konsekvenser, er mer sannsynlig i Bardu kommune som helhet, enn innen SØF. Det er uklart om Finnmark (2015) har vurdert hele kommunen under ett, eller om spesifikke områder som er spesielt utsatt er skilt ut, som i analysen av Johansen et al. (2017). Dette er en mulig forklaring på hvorfor nabokommunene har vurdert sannsynlighet til S3, men konsekvens til henholdsvis K4 og K2.

Som vist av kartene i kapittel 4.4 kan snøskred forekomme i begge SØF i områder hvor terrenget er bratt. Lignende funn er gjort av Blikra og Nemeč (1998) og Lied og Kristensen (2003). I Setermoen SØF er det særlig fare for snøskred i Liveltskardet og i Kobbryggdalen, mens faren i Mauken-Blåtind er størst i Skardalen, basert på utløpsdistanse. Stor fare er også forbundet med områder hvor snøen kan bli vannmettet (som ved bekker og elver) og kan gå som sørpeskred også utenfor det klassiske snøskredterrenget, og i slike områder bør det vises særlig aktsomhet. Snøskredkartene viser også at flere snøskred er registrert i nærheten av SØF, og det er registrert snøskredhendelser i både Bardu og Målselv kommune (se Figur 39). Det er ingen registrerte snøskredhendelser innen SØF – én mulig forklaring er at det ikke har gått snøskred innen SØFs grenser. En annen forklaring er at de ikke er registrerte, noe som kan ha sammenheng med områdets militære karakter. Beregningen av sannsynlighet for snøskredhendelser i SØF er basert på statistikk (se figur 39) og er vurdert til S3 (se tabell 5). Mulige konsekvenser av snøskred er skade på terreng, biomasse, personer, bygninger, infrastruktur og materielle verdier. Mest aktuelle i SØF er skade på biomasse, personer og utstyr som brukes i militærøvelser. Potensielle konsekvenser er derfor vurdert til K3 (se tabell 6), som sammen med sannsynlighetsberegning gir R9.

ROS-analysen for SØF er vurdert lik som analysen av Finnmark (2015) og ligger nært analysen av Johansen et al. (2017) som har satt snøskredrisiko til R8. I analysen til Finnmark (2015) ser det ut til at risikoen er vurdert for hele kommunen under ett, mens Johansen et al. (2017) har vurdert områder med infrastruktur og bebyggelse; dette kan være en mulig forklaring på hvorfor konsekvens er vurdert høyere i Målselv kommune (K4) enn i Bardu kommune (K3). Sannsynlighet er vurdert til S2 (Målselv) og S3 (Bardu). Sannsynlighet i ROS-analysen for SØF er vurdert til S3, og er høyere enn for Målselv kommune. Som tidligere nevnt kan dette kanskje forklares ut ifra at statistikk for de to kommunene i denne oppgaven er slått sammen.

Ifølge Multiconsult (2016) må tiltak for uønskede hendelser plassert i gul sone i risikomatriksen vurderes etter kostnad i forhold til nytte. Tiltak man kan gjøre for å holde risikoen i gul sone eller evt. redusere risikoen ved de ulike naturfarene er nevnt i kapittel 4.5 under risikoanalyse for hver naturfare. Flere av disse tiltakene er ble nevnt av flere offiserer under intervjuene, som vist av Figur 25, og lignende tiltak er funnet i ROS-analysene til Johansen et al. (2017) og Finnmark (2015). For skogbrann nevner Johansen et al. (2017) informasjonsdeling via ulike kanaler og en overordnet beredskapsplan. Snøskred ble nevnt som en risiko i flere av intervjuene som ble gjennomført, men overraskende nok ble hverken skogbrann eller farer relatert til bratt terreng (sett bort ifra snøskred) nevnt av respondentene ved spørsmål om sikkerhet under militærøvelser. Dette kan tenkes å ha sammenheng med hvordan respondentene oppfatter risiko forbundet med terreng, og kan være interessant å undersøke i et videre studie.

5.2. Krav til SØF og bruk av terreng til militære aktiviteter

Empiriske funn viser at variasjon i terrenget, skytebaner tilpasset ulike våpensystem og nok plass er blant de viktigste kravene brukerne av SØF stiller til områdene (se Figur 22). Dette har nær sammenheng med Hærens ønske om å trene realistisk (se 4.1.3) og at terreng er en stor del av virkelighetsnær trening. Selv om respondentene ser fordeler ved å trene innendørs (se Figur 23) mener de fleste at utendørs trening i terreng er den mest nyttige av de to treningsarenaene, bl.a. fordi simulatorer ikke kan gjenskape alle forhold som soldatene vil møte ute i terrenget, og fordi terreng er nødvendig for å trene taktikk. Totalt 93% av respondentene nevnte realistisk trening som en fordel ved å trene ute i terrenget, og 60% nevnte lendeanalyse som en fordel.

Realistisk/virkelighetsnær trening er antagelig den viktigste fordelen trening i terrenget gir med tanke på en kampsituasjon. Dunnigan (2003) fant at soldater som ikke har gjennomgått realistisk trening eller selv har opplevd en kampsituasjon, undervurderer hvor mye tid, krefter og tap som skal til for å oppnå noe i en strid. Intensiv, realistisk trening har vist seg å være en effektiv måte å forberede soldater på virkelige kampsituasjoner. I tillegg er realistisk trening viktig fordi det er det nærmeste man i fredstid kommer virkelige kampsituasjoner. Gjeseth (2011) forklarer det slik: «Det er kun under krigsforhold at en offiser får utøve sitt håndverk [...] i fredstid må dette utøves på en generisk måte».

Realistiske feltøvelser er en måte man kan evaluere militære styrker på under fredstid (Dunnigan, 2003), og en viktig del av feltøvelsen er å gjennomføre en lendeanalyse og å velge taktikker som favoriserer egen innsats (se 4.1.2). Dette er viktig fordi terrenget virker inn på forhold som påvirker soldaters evne til å strid, bl.a. vil mobilitet og våpenets rekkevidde påvirkes av underlag og vegetasjon (se 2.1.2). Tuck (2008) hevder man kan redusere virkningen av fiendeild dersom man lærer å utnytte terrenget til egen fordel, og dette er et viktig læringsmål for norske styrker (ref. Prop.151S, 2015-2016). Det krever mengdetrening i terrenget for å kunne gjennomføre lendeanalyser slik at man kan anvende kunnskapen man innehar om våpensystem, taktikk osv. i terrenget (se Richbourg og Olson, 1996).

Valg av øvingsområde for en øvelse innebærer å velge slik at soldatene blir trent i å operere i ulike terrengformer og med ulike våpensystem (se 4.1.4). Øvingsområder kan velges ut fra hvilke utfordringer og taktikker man ønsker å trene på, og etter vanskelighetsgrad. Dette har sammenheng med at enkelte terreng er vanskeligere å operere i enn andre (ref. Dunnigan, 2003) grunnet forhold som påvirker stridsevnen (se 2.1.2). Vanskelighetsgraden kan økes ved bl.a. å sette kunstige grenser og hindringer i et område, og ved å søke spesifikke utfordringer terrenget gir.

Realistisk trening gir også fordeler med tanke på andre oppgaver Forsvaret skal løse, bl.a. hva gjelder nasjonal beredskap. Utover bistand i naturkatastrofer, skal Forsvaret også bidra til krisehåndtering og samfunnssikkerhet (se 1.1). Drennan et al. (2014) hevder trening er en viktig del av både planlegging og testing av beredskapsplaner, og videre at trening er nødvendig for å bygge evne til å håndtere kriser og katastrofer, eller resiliens (ref. Wildavsky, 1988). Det kreves mengdetrening for raskt å kunne forstå en krisesituasjon, noe som er viktig bl.a. for å begrense skadeomfang av en krise (Drennan et al., 2014) og for raskt å iverksette en handlingsplan.

Militært personell er blant dem som innehar evnen til å ta raske beslutninger i kriser pga. mengden trening de har vært igjennom (Boin et al., 2005), blant annet fordi handlingsmønstre og livreddende ferdigheter lagres som muskelminne dersom de er trent inn og vedlikeholdt i tilstrekkelig grad (se Kvernmo, 2011). Forsvarets aktiviteter i SØF er både en praktisk gjennomføring og øvelse som skal gjøre soldatene i stand til å løse oppgavene Forsvaret er tiltenkt å løse, som inkluderer operativ virksomhet og støtte til krisehåndtering og ved naturkatastrofer, og samtidig en aktivitet som brukes for å styrke og teste nasjonal beredskap.

5.3. Militær aktivitet, terreng og naturfarer

5.3.1. Militær aktivitet, terreng og skogbrannfare

Der forhold ligger til rette for forbrenning er det fare for skogbrann (se beskrivelse av brannregime i 2.2.1) Empiriske funn og topografisk analyse viser at deler av begge SØF er preget av stor skogbrannfare, men hovedtendensen er middels til lav skogbrannfare, ettersom feltene i stor grad består av blandingsskog og løvskog. Størst andel av barskog finnes i Setermoen SØF.

Mulig tenningskilder er naturlige (lyn) og antropogene (her: militær aktivitet). I hvilken grad militære aktiviteter har forårsaket skogbranner finnes ikke tall på (Reidun Mo, 2018, pers.komm. 21. september, DSB), men vi vet at antropogen aktivitet forårsaker de fleste skogbranner i Norge (Eldhuset, 2009). Forsvarets aktiviteter kan tilføre brannregimet i SØF antenningskilder i form av gnistslag fra kjetting eller metallbelter over bart fjell, ammunisjon, drivstofflekkasje og bålbrekking, noe som kan øke sannsynligheten for at en skogbrann antennes i SØF. Gnistsprang fra kjetting har antent skogbrann i forbindelse med næringsvirksomhet (ref. Nygaard og Brean, 2014); sporlys har antent flere branner i forbindelse med militærøvelser (se Thalberg, 2009 og Sandmo, 2010), og drivstofflekkasje har i ett tilfelle antent en beltevogn under en vinterøvelse (Henriksen, 2018). Drivstofflekkasjen kunne i en tørrere årstid ha forårsaket en skogbrann i området. Uforsiktig omgang med ild og antenning av ulike typer krutt kan også antenne branner om dette gjøres i brannsesongen, og er spesielt farlig i blindgjengersoner (Forsvaret, 2017).

På den annen side kan følger av militær aktivitet i SØF redusere skogbrannfaren dersom aktiviteten fører til endringer i jordsmonn og vegetasjonsdekket. Resultater fra intervjuene

indikerer at skogområder er blant terrenotypene som Hæren kan bruke til å øve på skjul og dekke (se kapittel 4.1.2) og feltene brukes primært til å øve fotsoldat og vognfører. Som tidligere nevnt kan aktiviteter som fottrafikk fra infanteri og øving med tunge kjøretøy føre til endringer i vegetasjonsdekket og jordsmonn (se 2.1.4); dersom jordsmonnet komprimeres nok til at vegetasjonsdekket forsvinner, vil skogbrannfaren i området påvirkes ved endringer i tilgjengelighet og distribusjon av brensel. Studier indikerer også at komprimering av jordsmonn i brannbarrierer som våtmarksområder gjør slike brannbarrierer mer effektive (Nygaard og Brean, 2014). Imidlertid planlegges Forsvarets aktiviteter i SØF slik at barmark-kjøring om sommeren unngås ettersom våtmarksområder er sårbart for terrengslitasje (se kapittel 4.1.4; Bargel et al., 2005; Singstad, 2013), og våtmarksområder i SØF er av den grunn antagelig ikke komprimert i nevneverdig grad.

Samtidig som Forsvarets aktiviteter virker inn på skogbrannfaren, vil skogbrannfare virke inn på Forsvarets aktiviteter i SØF. Som en del av nasjonal beredskap utdannes egne brannvernsoldater (Forsvaret, 2015) og skogbrannfare er blant naturkatastrofene sivilforsvaret skal bistå i nedkjempelsen av (Prop.151S, 2015-2016). Forsvaret har bistått i slukkingsarbeidet av mange branner (se Manka og Moe, 2014, og Pedersen, 2013). Faren for skogbrann har også ført til forbud mot gress- og lyngsviing ved militære etablissementer (Forsvaret, 2017), restriksjoner på ulike typer ammunisjon (Rasmussen et al., 2016) i tillegg til retningslinjer for omgang med ild gitt i UD2-1 (Forsvaret, 2017). Faren for skogbrann vil derfor indirekte legge føringer for hvilket utstyr man kan øve med, og for hva soldater er tillatt å gjøre i SØF.

5.3.2. Militær aktivitet, terreng og steinsprangfare

Resultatet av kartlegging og analyser viser at det er fare for steinsprang i begge SØF i områder med bratt terreng. Lignende er som nevnt funnet av Braathen et al. (2004). Hewitt (1997) beskriver fjellregioner med bratt terreng og topografiske høydeforskjeller som særlig forbundet med gravitasjonsdrevne naturfarer, og i feltområdene er faren for steinsprang tolket til å være forårsaket av rotsprengning (se lokalitet F7) under tregrensen, mekaniske- og kjemiske forvitningsprosesser (se lokalitet F14), og vanntrykk (se lokalitet F15). Kjekstad og Sandersen (2002) anser porevanntrykk og frostsprengning som de viktigste utløsningsmekanismene for steinsprang i sammenheng med værforhold (se Tabell 2). De fleste bergartene i feltområdene er metamorfe (se kart i Figur 6) som kan ha ulike typer sprekkemønstre (se Figur 16 i 2.2.2); dvs. at steinsprang i feltene kan forekomme som ulike typer utglidning og utvelting.

Sprekke mønstre observert i felt tyder på at de er nær-vertikalt til vertikalt, noen ganger med flere sprekkesett.

Som nevnt i 2.2.2 kan antropogen aktivitet også utløse steinsprang og -skred. Mulige militære aktiviteter som kan påvirke berggrunnen i SØF er knyttet til ingeniørbataljonen og deres øvelser. Ingeniørbataljonen er en kampstøtteavdeling som skal legge til rette for mobilitet for egne styrker og hindre mobilitet hos fienden (se 2.1.1). Ingeniørbataljonen oppnår dette målet ved aktiviteter som brobygging, sprengning av hindringer og ved å bygge dekningsrom (Forsvaret, 2013). Figur 40 viser et eksempel på sprengningsarbeid utført av ingeniørbataljonen som har utløst steinsprang/skred under kontrollerte forhold. Utover å virke inn på berggrunnen ved ovennevnte aktiviteter kan militær aktivitet i tillegg virke indirekte inn på steinsprangfarene i SØF ved å komprimere jordsmonnet (se 2.1.4). Dersom komprimering av jordsmonnet fører til endringer av vegetasjonsdekket i områder hvor rotsprengning er en mulig utløsningsmekanisme, kan dette resultere i at denne utløsningsårsaken forsvinner i et område.



Figur 40. Sprengningsarbeid under vinterøvelse 'Battle Giffin99' (Foto: Torgeir Haugaard/Forsvaret)

Aktiviteter som fører til redusert skogdekke vil også kunne virke inn på utløpsdistansen til steinsprang; Borella et al. (2016) fant at maksimal utløpsdistanse for steinsprang økte i områder med avskoging sammenlignet med førhistoriske steinsprang, og at førhistoriske steinsprang var konsentrert nærmere kildeområdet enn moderne steinsprang. De konkluderte med at vegetasjon i førhistorisk tid bremset eller stanset steinsprang, og at moderne steinsprang i områder med

avskoging derfor har lengre utløpsdistanse. Fortetting av skog på toppen av en talus har blitt koblet med nedgang i både frekvens og kinetisk energi i steinsprang (Lopez-Saez et al., 2016). Med andre ord kan militær aktivitet, ved å påvirke skogdekket, virke inn på utløpsdistansen av steinsprang særlig i områder hvor terrenget ikke begrenser utløpsdistansen. Effekten av trær som bremse på steinsprang vil avhenge av størrelsen på trestammen og den kinetiske energien i steinspranget (ref. Dorren et al., 2007). Skogbrann kan også fjerne vegetasjon som kan stanse eller bremse steinsprang. Et redusert skogdekke i skråninger vil kunne føre til økt utløpsdistanse for steinsprang og øke risikoen. Samtidig kan trær i kildeområdet øke faren for steinsprang, ettersom rotsprengning kan utløse steinsprang.

Det er ikke funnet at steinsprang virker direkte inn på Forsvarets aktiviteter, men steinsprang kan ha en indirekte virkning ettersom steinsprangfaren er en funksjon av bratt gradient (se Michoud et al., 2012). Bratt terreng unngås ofte ettersom det er uframkommelig (se 2.1.2), gir stor veltefare for vognfører o.l. Samtidig vil man oppsøke bratt terreng for å øve på utfordringene som følger med disse områdene. Vognfører kan øve på å *unngå* veltefare i skråhellinger, og høydedrag kan brukes til å øve på taktikker for å ta og kontrollere slike områder (se 4.1.2). Lignende er beskrevet i Collins (1998) og i UD2-1 (Forsvaret, 2017) hvor det bl.a. står at Hæren kan oppsøke fjellterreng for å øve på fjellklatring som tilkomstteknikk (se 2.1.3) og som øvelse i mestring.

Ved fjellklatring kan man være eksponert for steinsprang- og ras, noe som medfører at man må bruke spesialutstyr for klatring og sikring (ibid.). Steinsprang virker dermed inn på Forsvarets aktivitet ved å legge føring for bruk av utstyr, mens bratt terreng kan virke inn på Forsvarets aktivitet ved å gi muligheter for øving på teknikker og ulike typer trening som man ikke kan trene andre steder. Eksponering for steinsprang- og ras kan også medføre personskade. Pandolf og Burr (2002) fant at flere soldater ble skadet av steinsprang og snøskred i fjelloperasjonen i Kaukasus regionen under første verdenskrig enn av bajonetter, artilleri og kuler.

Videre kan fjellterreng påvirke valg av øvingsterreng for samband: Fjellterreng gir tropper mulighet til å øve på å sikre samband med andre tropper, ettersom radiosignaler o.l. påvirkes av fjellformasjoner (se 2.1.2). Fjellterreng vil også legge føringer for hvor det er trygt å plassere skytebaner, ettersom disse tilpasses ulike våpensystem som krever plass nok til å legge faremalene i et område man har kontroll på (se 4.1.5). Rasmussen et al. (2016) hevder risiko for rikosjetter øker i områder der fjellblotninger fører til fragmentering av prosjektiler, men

legger til at stigende terreng minker rekkevidden for rikosjetter. Fjellterreng kan derfor være egnede målområder, særlig hvis tiltak iverksettes for å minke faren for fragmentering av prosjektiler.

5.3.3. Militær aktivitet, terreng og snøskredfare

Resultatet etter analysen av feltobservasjoner og data fra andre kilder viser at det er snøskredfare i begge SØF i bratt terreng. Lignende er funnet bl.a. av Lied og Kristensen (2003). Løsneområder i SØF finnes i terreng hvor helningsgraden overstiger 30°, og utløpsområdene strekker seg ned til terreng med helningsgraden på rundt 20°, og noe lengre i områder hvor terrenget flater raskt ut. Fjellområdene i de tre SØF er som nevnt ofte bratte, og utenfor områder hvor det er forsenkninger og/eller rasskar er det mulighet for medrivning av snø, da det generelt sett er lite minerogent materiale og vegetasjon her som kan holde igjen snøen. I flere fjellsider er det observert hyller og forsenkninger som kan fungere som tilfangsarealer, eller 'snøfeller', hvor snø kan akkumuleres. Dette kan gi store snøskred når et skred først går.

Snøskred utløses som nevnt i bratt terreng grunnet faktorer som påvirker vekt i snølaget. I tillegg kan ytre påvirkning i form av antropogen aktivitet utløse snøskred (se 2.2.3). Aktiviteter i SØF som kan utløse snøskred er bl.a. kjøring med belte- og stridsvogner samt øvelser hvor militært personell går på ski, er mulige utløsningsmekanismer for snøskred i militære SØF. Andre aktiviteter, som f.eks. graving i snølaget, kan også utløse snøskred. Før Vassdalsulykken i 1986 hadde militært personell gravd ut foten av snødekket i bunnen av fjellsiden. Det er usikkert hvorvidt dette var en utløsende faktor for snøskredet, men det kan ha bidratt til at snølaget sviktet (Toppe, 2016).

Utover å påvirke snøskredfare ved å tilføre former for ytre påvirkning som kan utløse snøskred, kan militær aktivitet virke inn på snøskredfare ved å påvirke jordsmonn og vegetasjonsdekket (se 2.1.4). Endring av vegetasjonsdekket som følge av at jordsmonnet komprimeres kan virke inn på utløpslengde på snøskred ved at vegetasjon som er hindre i skredbanen forsvinner, ettersom skog i bratte områder bidrar til å senke risikoen for snøskred (ref. Bebi et al., 2009). Militær aktivitet har av De Scally og Gardner (1994) blitt koblet med økt risiko for snøskred. Andre naturfarer, som skogbrann, kan også virke inn på vegetasjonsdekket og fjerne trær og andre hindre i skredbanen som ellers ville virket som bremsere på snøskredet.



Figur 41. Befalskoleelever på skredkurs under vinterøvelse (Foto: Philip Karlsen McGowan/Forsvaret)

Samtidig vil snøskredfare påvirke Forsvarets aktiviteter i SØF på flere nivå, fra planlegging og risikovurdering, til lendeanalyse gjennomført av øvingsleder i terrenget i forkant og under en øvelse. Av intervjuene kom det fram at man i forkant av en øvelse må ta seg inn i terrenget og vurdere skredfaren, og at man i planleggingen må ta hensyn til områder man ikke kan oppholde seg under en øvelse (se 4.1.4 og 4.1.5). Østenstad et al. (2012) fant at Forsvarets skredgruppe daglig utarbeider skredvarsler for øvingsområder under store øvelser. Av UD2-1 framkommer det også at snøskredfare på plannivå medfører at snøskredkart må utarbeides (Forsvaret, 2017). Lied et al. (1989) hevder snøskredkartene som ble benyttet under Vassdalsulykken var unøyaktige og mulig utdaterte, og konkluderte med at de benyttede kartene ikke ga et godt nok beslutningsgrunnlag.

Samtidig som snøskredterreng medfører en viss risiko, legger det også til rette for vintertjeneste. Resultat av intervju viser at respondentene opplever terrenget i SØF som godt egnet for dette formålet (se 4.1.4) grunnet kombinasjonen av snø og bratt lende som gir skredterreng og egnede områder skredkurs. Utover skredfare er forekomsten av snø en faktor som påvirker soldaters og våpens effektivitet (ref. Dunnigan, 2003) og snø i områdene gjør det mulig å øve på å takle utfordringer som følger med slike forhold (se figur 41).

5.4. Diskusjon av naturgeografiske metoder og datagrunnlag

Ettersom feltområdene som er kartlagt i denne oppgaven er store områder, var det utfordrende å samle inn nok data for begge SØF til tross for mengden tid som ble tilbragt i felt. For å dekke størst mulig område ble grusveier som nevnt i kapittel 3 benyttet. Resultatet er at feltkartlegging har blitt gjennomført i større grad der grusveier ga god tilgang, og i mindre grad der tilkomst var mer utfordrende; særlig Setermoen og Blåtind ga gode muligheter for bruk av personbil. Tilgangen på grusveier kan ha påvirket datainnsamlingen og ført til at dataene ikke dekker SØF godt nok. Det ble forsøkt å samle inn data i ulike deler av feltområdene for å gjøre datagrunnlaget for hvert SØF så nyansert som mulig. Med mer tid hadde det vært mulig å undersøke større deler av SØF til fots der grusvei ikke gir umiddelbar tilgang. I tillegg ble en del tid i starten brukt på kvartærgeologisk kartlegging, også i områder uten skredavsetninger. Etter hvert som feltarbeidet kom godt i gang ble mindre og mindre tid brukt på denne typen datainnsamling.

Flere av målingene som er gjort i felt er subjektive (f.eks. kronehøyde på trær, tetthet i vegetasjon og oppsprekkingsgrad i skråninger) og det er mulig at dette gjenspeiles videre i kvaliteten av gjennomførte analyser og resultater. Skredkartlegging kan i tillegg ha blitt påvirket av feilkilder knyttet til vegetasjon; blokker som er dekket av mose, lav eller annen vegetasjon kan ha blitt flyttet på av et kraftig nok snøskred o.l., og derved ha påvirket datainnsamlingen ved å gi feilinformasjon. En annen feilkilde i datagrunnlaget er knyttet til kalibrering av GPS; ved værromslag ble kalibrering enkelte ganger glemt, og lokaliteter som er målt ved GPS kan dermed ha feil posisjon. De gangene dette ble oppdaget i felt ble GPS-en kalibrert mot kjente punkt.

I GIS-analyser av steinsprang og snøskred er det ikke tatt hensyn til fjellsidenes orientering. Ifølge Kjekstad og Sandersen (2002) er fjellsider orientert vest til sørvest assosiert med høyere smeltevannsproduksjon enn fjellsider som vender andre retninger, og orienteringen påvirker dermed fordelingen av vann over fjellsidene. Dette kan igjen virke inn på bl.a. vannmetning i snølaget og porevanntrykk for steinsprang. Samtidig viser funn at både steinsprang og snøskred har nær sammenheng med helningsgrad (se 2.2.2 og 2.2.3), og topografi i form av helningskart har blitt bukt som prokxy i analyser av bl.a. steinsprang (se Michoud et al., 2012). Fjellsidens orientering i forhold til fremherskende vindretning er ikke brukt i GIS-analysen for skogbrann; dette vil kreve spredningsmodellering av skogbrann, noe som ikke er gjort i denne studien.

Data fra sekundærkilder er hentet fra bl.a. NVE, NGU og Forsvarets skredgruppe, og er brukt sammen med innsamlede felldata i analyser og sammenstilling av resultat. I NVE-datasettet for snøskred er utløpsområder for Setermoen SØF ikke skilt ut fra snøskredområdene, altså mangler det ett datasett for sammenligning med datasett fra Forsvarets skredgruppe og felldata. Det er mulig at dette har gitt et dårligere sluttresultat for snøskredkartet over Setermoen. I NVE-datasettene er det ikke funnet registrerte snøskred eller steinsprang innenfor grensene av SØF. Én mulig forklaring er at det ikke har gått steinsprang eller snøskred siden registreringen har begynt. En annen forklaring er at NVEs registrering av skredhendelser i områder er begrenset grunnet områdets militære karakter. Basert på feltobservasjoner synes sistnevnte forklaring å være mer trolig.

Steinsprang har blitt modellert i programvaren CONEFALL (se 3.5) for å identifisere utløpslengder og avgrense steinsprangområder. Programmet er som nevnt utviklet ved Universitetet i Lausanne, i likhet med programmet Flow-R; dette er et nyere program som kan modelleres med flere parametere enn CONEFALL, og det kan derfor tenkes at resultatene for steinsprangmodelleringen ville blitt mer nøyaktige og nyanserte dersom Flow-R ble brukt i stedet for CONEFALL. Samtidig viser en sammenligning av programvarene gjort av Horton et al. (2013) at simuleringene for steinsprangområder er relativt like. Blant parameterne som virker inn på utløpslengde vil siktevinkel ha størst innflytelse ifølge Oppikofer et al. (2016), og denne parameteren kan modelleres i CONEFALL. Det kan også tenkes at tilgang på andre programvarer kunne ha gitt mer nøyaktige resultater.

5.5. Diskusjon av samfunnsgeografiske metoder og datagrunnlag

Som nevnt ble data innhentet fra intervjuene sammenlignet og analysert ved bruk av koding (se 3.1) både i den kvalitative og kvantitative analysen av dataene. Valg av 'koder' som presenteres tar utgangspunkt i problemstillingene; disse vil avhenge av forskningsdesign samt forskerens interesser og bakgrunn, og forskeren vil velge ut koder fra datagrunnlaget som han selv oppfatter som fremtredende (Strauss og Corbin, 1998). Med andre ord kan det tenkes at resultatet av intervjuene ville framstått annerledes dersom gjennomføring, bearbeiding og analyse av dataene hadde blitt gjennomført av andre forskere. Dette har sammenheng med utfordringer knyttet til kvalitativ datainnsamling .

Teorien som nyttes for å beskrive og forklare empiriske funn vil, i likhet med analysen av disse funnene, være påvirket av forskeren og hans interesser og bakgrunn fordi det er nettopp forskeren som analyserer funnene (Mills et al., 2006). Det betyr at teorien som er brukt i denne oppgaven beskriver fenomener og prinsipper som jeg mener er nødvendige for å forstå mine empiriske funn og tolkningen av disse. Teorien vil igjen påvirke hvordan jeg analyserer og tolker datagrunnlaget mitt, og hvilke slutninger og konklusjoner jeg trekker ut fra dette. Teorikapittelet i denne oppgaven ville nok sett annerledes ut dersom en annen hadde fått dette forskningsprosjektet i hendene, og funnene hadde kanskje blitt tolket svært annerledes.

Data og funn som presenteres i oppgaven vil alltid være et utvalg av en datamengde som forskeren mener er viktig å vise for at resultatet skal være forståelig (Jacobsen, 2015). Her ligger et problem knyttet til kvalitative undersøkelser, da resultatene i stor grad avhenger av forskeren selv. Til intervju som metode følger også noen spesifikke problem. Stabell (2003) benyttet intervju som metode i sin hovedfagsoppgave, og nevner bl.a. språk og faren for å stille ledende spørsmål som metodiske problem. Selv om både intervjueren og respondentene i denne studien snakker norsk, er det ikke sikkert vi snakker samme 'språk', og det kan tenkes at ord, uttrykk og militær sjargong ikke har blitt oppfattet eller forstått riktig av undertegnede gjennom intervjuprosessen; f.eks. var uttrykket 'lende' og hva soldatene mente med det begrepet noe utydelig i starten. Hva gjelder intervjuguiden var formålet med den å styre intervjuene i en viss grad for å få sammenlignbare resultater, men den skulle også benyttes som en samtalestarter. Den har lagt føringer for intervjuene, og kan ha påvirket svarene i større grad enn det som er ønskelig. Under intervjuene forsøkte jeg å være bevisst på å ikke forklare respondentene hvilke data jeg var ute etter, da jeg ikke ønsket å legge ord i munnen på soldatene eller lede dem inn på et spesifikt spor. Faren for å føre intervjuobjektet inn på tema som forskeren selv ønsker ved f.eks. å stille ledende spørsmål vil likevel alltid være tilstede, men denne kan mulig begrenses ved å stille respondenten spørsmål som er relevante for ham/henne (Silverman, 2010).

I tillegg nevner Stabell (2003) 'forskningseffekten' som en mulig kilde til feilinformasjon; respondenten vil oppføre seg annerledes under et intervju enn han eller hun vanligvis gjør, og dette kan påvirke datainnsamlingen. I tillegg vil forskerens forhold til eget feltarbeid påvirke datainnsamlingen og analysen av dataene, da forskeren aldri kan være helt distansert fra fenomenet han undersøker (Hay, 2010). Særlig etter datainnsamling, under generalisering og analyse av datagrunnlaget, var det utfordrende å se egne innsamlede data i et kritisk lys.

Det er også problemer knyttet til generaliseringen av data; generalisering er foretrukket innen kvantitativ analyse da den lar forskeren trekke slutninger om datagrunnlaget ved bruk av statistikk. Grunnet stor detaljrikdom krever kvalitative data intensiv analyse, noe som gjør generalisering vanskelig (Silverman, 2010). På den annen side vil man i kvalitative undersøkelser studere noen få enheter, og generalisering kan gjøres innen sammen utvalg. Som tidligere nevnt (se 3.1) vil denne typen generalisering kun være gjeldende innen et visst gyldighetsområde og det er uklart om resultatene i denne oppgaven kan brukes til å trekke slutninger om bruken av andre SØF eller naturfarer som kan finnes i disse. I denne oppgaven er 15 soldater intervjuet, men ikke ved bruk av samme intervjuguide; dersom oppgaven kunne begynnes på nytt, ville én intervjuguide blitt benyttet for alle intervjuer for å nå metning. Samtidig har koding gjort det mulig å se hele datagrunnlaget under ett, uavhengig av intervjuguide, særlig i den kvantitative analysen. Andre læringspunkt fra oppgaven er å sette av tid til oppfølgingsintervjuer, noe som ikke er gjort i denne studien. Mange spørsmål som dukket opp under bearbeiding og analyse av intervjudata har blitt besvart av veileder, men oppfølgingsintervjuer ville antagelig ha økt kvaliteten på datagrunnlaget. Det hadde også vært ønskelig å intervjuer soldater fra andre bataljoner for å få et mer nyansert datagrunnlag, noe som antagelig også ville ha økt kvaliteten på den kvantitative analysen som er gjennomført.

5.6. Diskusjon av ROS-analyse

Datakilder som er brukt i frekvensanalysen av de ulike naturfarene er bl.a. statistikk for skogbrann (fra Meteorologisk Institutt og DSB) og registrerte snøskred- og steinspranghendelser (fra NVE). Her ligger mulige feilkilder som kan ha påvirket resultatet av risikoanalysen:

- 1) DSB har som nevnt ikke statistikk på hvor mange branner i Norge som er antent grunnet militær aktivitet, og dermed er det vanskelig å vurdere risikobildet i SØF. Statistikk fra nærområdene indikerer at skogbrann er en relativt vanlig hendelse, og denne har blitt klassifisert som S3 (se Tabell 5). Skogbrannfareindeksen mellom 2000-2017 år sammenlignet med skogbrannstatistikk viser at skogbrann kun har forekommet i år med stor/meget stor skogbrannfare, og skogbrannfareindeksen er et verktøy som kan brukes i planleggingen av aktiviteter for å redusere risikoen for å starte en brann
- 2) Som nevnt er hverken snøskred eller steinsprang registrert i NVEs datasett innenfor SØF sine grenser. Statistikk for nærområdet har derfor blitt brukt for å vurdere frekvens.

Det er store forskjeller mellom antall registrerte snøskred og steinsprang i nærområdene; dette kan skyldes problemer knyttet til registrering av hendelsene. Som vist av Figur 38 er få steinsprang registrerte. Det kan skyldes at steinsprang er vanskelig å oppdage dersom det ikke skjer i nærheten av infrastruktur eller bebyggelse, og at antall steinsprang derfor er underrapportert. Snøskred er ofte en mer synlig hendelse enn steinsprang som derfor er lettere å rapportere. Antall snøskred som er registrerte kan også skyldes at man er mer bevisst på snøskred som en fare sammenlignet med steinsprang. En av hovedutfordringene med registrering av hendelser er altså at ikke alle hendelser blir registrerte, noe som gir unøyaktig input av data i risikoanalysen

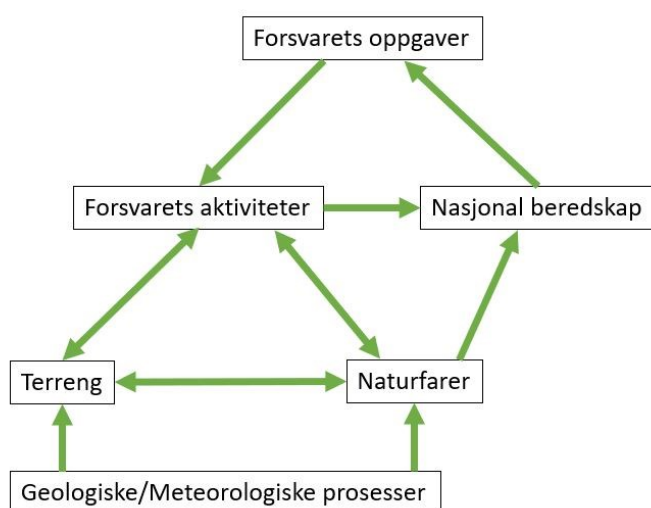
Risikomatriser er et nyttig verktøy for å analysere risikobildet i et område, men det er også begrensninger knyttet til denne metodebruken. Som nevnt kan frekvensen av en gitt risiko være vanskelig å måle, og dette er en mulig feilkilde i risikoanalyser ved bruk av risikomatriser. Cox (2008) nevner faren for å tildele en risiko kvalitativ større verdi enn frekvensen av denne risikoen skulle tilsi. Risikoer med en negativ korrelasjon mellom frekvens og konsekvens kan tildeles en konsekvensverdi som er høyere enn det frekvens vil tilsi, dvs. at beslutningsgrunnlaget er feilaktig og kan lede til at tiltak som iverksettes ikke bidrar til å senke risikoen. I tillegg kan akseptkriteriene som brukes i risikoanalysen være vanskelig å klassifisere objektivt (Elmontsri, 2014; Cox, 2008), og tolkningen av risiko blir dermed vanskelig å gjennomføre. Til eksempel er alle naturfarene undersøkt i denne studien tildelt sannsynlighet S3 (mellom 1 gang i løpet av ett år og 1 gang i løpet av 10 år) basert på feltobservasjoner og tilgjengelig statistikk. Kategorien 1-10 år er relativt bred, og det er vanskelig å forutse hendelser som kan forekomme 10 år fram i tid.

Andre begrensninger forbundet med risikomatriser er bl.a. at akseptkriteriene gir liten innsikt i hvilken virkning tiltak for å redusere risiko har, og akseptkriteriene kan i liten grad brukes til å identifisere risikoreduserende tiltak. Resultatet av risikoanalysen er til en viss grad en subjektiv tolkning, ettersom kvantitativ risiko kan tolkes ulikt når det kobles med konsekvens (Cox, 2008). Det er ikke sikkert alle vil oppfatte konsekvensvurderingen i denne studien som nøyaktig, og en risikoanalyse gjennomført av en annen basert på de samme dataene vil kunne gi ulike resultater enn det som er vist i denne oppgaven.

6. Konklusjon

Denne oppgaven har søkt å besvare følgende forskningsspørsmål: *Hvilken risiko er forbundet med naturfarer i militære øvingsfelt, hva er sammenheng mellom militær trening, terreng og naturfarer, og hvordan påvirker risiko og terreng valg og gjennomføring av militære treningsaktiviteter?*

Hvilke naturfarer som kan forekomme i et område avhenger av terrenget og prosesser som virker inn på både terrenget og naturfarer, heriblant meteorologiske prosesser som temperatur og nedbør, og geologiske prosesser som erosjon og forvitring. Naturfarer virker også inn på terrenget: For eksempel vil en skogbrann ha stor innvirkning på vegetasjonen i et område, noe som videre vil virke inn på erosjon og skråningsprosesser. Både terreng og naturfarer som følger med terrenget legger føringer for hvilke aktiviteter Forsvaret har mulighet til å gjennomføre i SØF, samt hvordan aktivitetene kan gjennomføres. Ved følgeeffekter som komprimering av jordsmonn og påvirkning på vegetasjonsdekket vil militær aktivitet også virke inn på naturfarer og risiko for at disse kan forekomme. Samspillet mellom militær aktivitet, terreng og naturfarer er forsøkt vist i figur 42.



Figur 42. Sammenhengen mellom militær aktivitet, terreng og naturfarer

Risiko for de ulike naturfarene i SØF befinner seg i gul sone i risikomatriksen, dvs. at tiltak for å redusere risikoen forbundet med de ulike naturfarene kan vurderes ved å se på kostnad i forhold til nytte. Flere av tiltakene som kan iverksettes for å redusere risikoen for de undersøkte

naturfarene i SØF, som bruk av værmelding og farevarsling, er allerede i bruk i planleggingen av militære aktiviteter og øvelser i SØF.

Terreng er en viktig del av realistisk trening. Realistisk trening er nødvendig for å forberede soldater på virkelige kampsituasjoner, og på nasjonalt nivå for å forbedre krisehåndtering og beredskap gjennom å styrke operativ evne. Å styrke operativ evne er viktig for troverdig avskrekking, og av den grunn ønsker Regjeringen å øke både egen og alliert treningsaktivitet i nordområdene. I regjeringens langtidsplan heter det også at styrking av Forsvarets operative evne bidrar til å forbedre beredskapen for sivilsamfunnet, og operativ evne øves ved realistisk trening.

Terreng og risiko forbundet med de undersøkte naturfarene påvirker valg av øvingsområder for militære aktiviteter bl.a. gjennom tiltak som iverksettes for å redusere konsekvenser som kan følge dersom naturfarene inntreffer og ved å påvirke planleggingsprosessen av militære aktiviteter. Dette innebærer at Forsvaret oppsøker terreng hvor øvelser kan trygt kan gjennomføres, og at Forsvaret følger UD2-1 for gjennomføring av øvelser. Forsvaret kan også bevisst oppsøke områder som er utsatt for naturfarer, f.eks. oppsøkes skredutsatte områder for å øve vintertjeneste og snøskredkurs. Øvingsområder velges også ut ifra utfordringer terrenget gir som lar Forsvaret øve spesifikt på disse utfordringene, spesielt med hensyn til å gjennomføre lendeanalyser for å identifisere hvilke taktikker som kan brukes i ulike terreng.

Som svar på spørsmålet «*Hvilken risiko er forbundet med naturfarer i militære øvingsfelt, hva er sammenheng mellom militær trening, terreng og naturfarer, og hvordan påvirker risiko og terreng valg og gjennomføring av militære treningsaktiviteter?*» kan det oppsummert konkluderes med at

- 1) Risikoen forbundet med naturfarer i SØF befinner seg i gul sone i risikomatrisen utarbeidet for områdene som er undersøkt i denne oppgaven, dvs. at tiltak som kan iverksettes for å redusere risikoen for de ulike naturfarene vurderes etter hvilken nytte tiltakene har i forhold til hva det vil koste å implementere dem
- 2) Sammenhengen mellom militær trening, terreng og naturfarer er at militære aktiviteter virker inn på faktorer som kan øke eller redusere risikoen for naturfarer i et område, og at naturfarer som følger med terreng virker inn på hvilke militære aktiviteter som kan gjennomføres i et område på en sikker måte; terrenget vil også påvirke hvor man best

kan øve på ulike taktikker, og er viktig for reell trening for å styrke operativ evne, og derved forbedre nasjonal beredskap for krisehåndtering, samt forsvar av landet

- 3) Risiko og terreng påvirker valg av øvingsterreng ved å legge føringer for i) hvilke øvelser som er mulig å trene og øve, ii) hvilke aktiviteter som trygt kan gjennomføres i SØF, iii) hvilke utfordringer som er mulig å øve på med tanke på taktikk, og iv) gjennomføring av øvelser ved å påvirke hva som er tillatt og ikke tillatt å gjøre innen SØF

Forslag til videre forskning

- Undersøke steinsprangfrekvens i området ved bruk av metoder som lichenometri og dendrokronologi (se Dorren et al., 2007)
- Kartlegge hvordan risiko for naturfarer oppfattes blant militært personell
- Undersøke i hvilken grad militær aktivitet forårsaker skogbrann
- Kartlegge risiko for jordskred i forbindelse med militær terrengbruk og skogbrannfare

Referanser

Artikler

Bebi, P., Kulakowski, D. og Rixen, C. (2009). Snow avalanche disturbances in forest ecosystems—State of research and implications for management. *Forest Ecology and Management*, vol. 257, no.9, s.1883-1892

Bernard, H.R. (1996). Qualitative Data, Quantitative Analysis . *The Cultural Anthropology Methods Journal*, vol. 8, no. 1, s.9-11

Bjerkgård, T., Slagstad, T., Henderson, I.H.C., Sandstad, J.S. og Schönenberger, J. (2015). Geology and gold mineralisation in the Mauken Precambrium basement window, Målselv, Troms, northern Norway. *Norwegian Journal of Geology*, vol. 95 (3-4), s. 423-443.

Blikra, L.H. (2002). Store fjellskred i Troms. *Ottar* vol.3, nr.241, s.25-32. Tromsø, Tromsø Universitetsmuseum

Blikra, L.H. og Nemeč, W. (1998). Postglacial colluvium in western Norway: depositional processes, facies and palaeoclimatic record. *Sedimentology*, vol. 45, s.909-959

Borella, J.W., Quigley, M. og Vick, L. (2016). Anthropocene rockfalls travel farther than prehistoric predecessors. *Science Advances*, vol. 2, nr.9, s. 1-10

Braathen, A., Blikra, L.H., Berg, S.S. og Karlsen, F. (2004). Rock-slope failures in Norway: type, geometry, deformation, mechanisms and stability. *Norwegian Journal of Geology*, vol. 84, s.67-88

Cox, L.A. Jr. (2008). What is wrong with risk matrices? *Risk Analysis*, vol.28, no.2, s.497-512

Dahl, T. (1997). Skogbranner i Troms på 1800-tallet. *Skogforsk*, vol. 2, s.11-12

De Scally, F.A. og Gardner, J.S. (1994). Characteristics and Mitigation of the Snow Avalanche Hazard in Kaghan Valley, Pakistan Himalaya. *Natural Hazards*, vol.9, s.197-213

Dehls, J.F., Olesen, O., Olsen, L. og Blikra, L.H. (2000). Neotectonic faulting in northern Norway; the Stuoragurra and Nordmannvikdalen postglacial faults. *Quaternary Science Reviews*, vol.19, s. 1447-1460

Dorren, L., Berger, F., Jonsson, M., Krautblatter, M., Molk, M., Stoffel, M. og Wehrli, A. (2007). State of the art in rockfall – forest interactions. *Schweizerische Zeitschrift fur Forstwesen*, vol. 158, no.6, s.128-141

Eilertsen, R.S., Hansen, L., Bargel, T. og Solberg, I-L. (2008). Clay slides in the Malselv valley, northern Norway: Characteristics, occurrence, and triggering mechanisms. *Geomorphology*, vol.93, s.548-562

Eldhuset, T.D. (2009). Skogbrann – ydeleggende og fornyande. *Glimt fra Skog og landskap*, vol.7, no.9, s.1-2

Elmontsri, M. (2014). Review of the strengths and weaknesses of risk matrices. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, vol. 4, no. 1, s.49-57

Garten, C.T.J., Ashwood, T.L. og Dale, V.H. (2003). Effect of military training on indicators of soil quality at Fort Berring, Georgia. *Ecological Indicators*, vol.3., s.171-179

Gisnås, K., Etzelmüller, B., Farbrot, H., Schuler, T.V. og Westermann, S. (2013). CryoGRID 1.0: Permafrost Distribution in Norway estimated by a Spatial Numerical Model. *Permafrost and Periglacial Processes*, vol. 24, s.2-19

Havskov, J., Tvedt, E. og Atakan, K. (2002). Seismisk aktivitet i Nord-Norge siden 1980. *Ottar*, vol.3, nr. 241. Tromsø, Tromsø Universitetsmuseum

Horton, P., Jaboyedoff, M., Rudaz, B. og Zimmermann, M. (2013). Flow-R, a model for susceptibility mapping of debris flows and other gravitational hazards at a regional scale. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol.13, s.869-885

Keefer, D.K. (1984). Landslides caused by earthquake. *Geological Society of America Bulletin*, vol.95, nr.4, s.406-421

Keiding, M., Kreemer, C., Lindholm, C.D., Gradmann, S., Olesen, O. og Kierulf, H.P. (2015). A comparison of strain rates and seismicity for Fennoscandia: depth dependency of deformation from glacial isostatic adjustment. *Geophysical Journal International*, vol.202, s.1021-1028

Lied, K., Sandersen, F. og Toppe, R. (1989). Snow-avalanche maps for use by the Norwegian army. *Annals of Glaciology*, vol.13, s.170-174

Lopez-Saez, J., Corona, C., Eckert, N., Stoffel, M., Bourrier, F. og Berger, F. (2016). Impacts of land-use and land-cover changes on rockfall propagation: Insights from the Grenoble conurbation. *Science of the Total Environment*, vol.547, s.345-355

Michoud, C., Derron, M-H., Horton, P., Jaboyedoff, M., Baillifard, F-J., Loye, A., Nicolet, P., Pedrazzini, A. og Queyrel, A. (2012). Rockfall hazard and risk assessment along roads at a

regional scale: example in Swiss Alps. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol.12, s.615-629

Mills, J., Bonner, A. og Francis, K. (2006). The development of constructivist grounded theory. *International Journal of Qualitative Methods*, vol.5, no.1, s.25-35

Mysterud, I. (1997). Norsk brannregime. *Skogforsk*, vol.2, s.8-9

Nesje, A., Bakke, J., Dahl, S.O., Lie, Ø. og Bøe, A-G. (2007). A continuous, high-resolution 8500-yr snow avalanche record from western Norway. *The Holocene*, vol.17, s.269-277

Olesen, O., Dehls, J. og Olsen, L. (2002). De første nordlendingers katastrofe-skjelv. *Ottar*, vol. 3, nr.241, s.10-17. Tromsø, Tromsø Universitetsmuseum

Quist, M.C., Fay, P.A., Guy, C.S., Knapp, A.K. og Rubenstein, B.N. (2003). Military training effects on terrestrial and aquatic communities on a grassland military installation. *Ecological Applications*, vol.12, nr. 2, s.432-442

Richbourg, R. og Olson, W.K. (1996). A Hybrid Expert System that Combines Technologies to Address the Problem of Military Terrain Analysis. *Expert Systems With Applications*, vol. 11, No. 2, s. 207-225

Seppola, D. (2015). Selvstendig oppholdende strid med kompanistridsgruppe. *Forposten nr.2/juni*

Wang, G., Gertner, G., Anderson, A.B., Howard, H., Gebhart, D., Altgoff, A., Davis, T. og Woodford, P. (2007). Spatial variability and temporal dynamics analysis of soil erosion due to military land use activities: Uncertainty and implications for land management. *Land Degradation & Development*, vol. 18, s.519-542

Westerling, A.L., Hidalgo, H.G., Cayan, D.R. og Swetnam, T.W. (2006). Warming and Earlier Spring Increases Western U.S. Forest Wildfire Activity. *Science*, vol.313, no.5789, s.940-943

Whitecotton, R.C.A., David, M.B., Darmody, R.G. og Price, D.L. (2000). Impact of Foot Traffic from Military Training on Soil and Vegetation Properties. *Environmental Management*, vol.26, nr. 6, s.697-706

Bøker

Ahrens, C.D. (2012). *Essentials of Meteorology – An Invitation to the Atmosphere*. 6.utg. USA, Brooks/Cole, Cengage Learning

Bang, T. (1884). *Forelæsninger over Militær Topografi med de fornødne sætninger af geodæsi og den matematiske geografi, utarbejdede for den militære højskole*. Kristiania, trykt på forfatterens forlag.

Bleken, E., Mysterud, I. og Mysterud, I. (1997). *Skogbrann og miljøforvaltning – en utredning om skogbrann som økologisk faktor*. Oslo, Direktoratet for sivilt eksplosjonsvern, Biologisk Institutt (UiO), Direktoratet for sivilt beredskap, Direktoratet for naturforvaltning, Skogbrand Forsikringselskap.

Boin, A., Hart, P., Stern, E. og Sundelius, B. (2005). Sense Making: grasping crises as they unfold, i 'The Politics of Crisis Management: Public leadership under pressure'. Cambridge, Cambridge University Press

Clarke, K.C. (2011). *Getting Started with Geographical Information Systems*. 5.utg. New Jersey, Pearson Education Inc.

Clifford, N., French, S. og Valentine, G. (2010). *Key Methods in Geography*. 2.utg. London, Sage Publications Ltd.

Collins, J.M. (1998). *Military Geography for professionals and the public*. Washington D.C., Brassey's

Corner, G.D. (2005). *The Physical Geography of Fennoscandia*. Seppälä, M. (red.). I 'The Oxford Regional Environment Series'. Oxford, Oxford University Press

Dahl, R. og Sveian, H. (2004). *Ka dokker mein førr stein! Geologi, landskap og ressurser i Troms*. Gjøvik, NGU

Davies, M.G. (2013). *Understanding Fire Regimes and the Ecological Effects of Fire*.
Belcher, C.M. (ed.). *Fire Phenomena and the Earth System: An Interdisciplinary Guide to Fire Science*. Storbritannia, John Wiley & Sons Inc.

de Vaus, D.A. (2001). *Research design in social research*. London, Sage Publications

Drennan, L.T., McConnell, A. and Stark, A. (2014). *Risk and Crisis Management in the Public Sector*. 2. Ed. London, Routledge

Dunnigan, J. (2003). *How to make war A comprehensive guide to modern warfare in the 21st century*. 4.utg. New York, Harper Collins Publishers Inc.

Forsvaret (2017). *UD2-1 Forsvarets sikkerhetsbestemmelser for landmilitær virksomhet*. Oslo, Forsvaret

Garmo, T.T. og Schumann, W. (1979). *Naturguide til Mineral- og Bergarter Ei felthandbok med fargebilette*. Italia, NKS-forlaget

Gjeseth, G. (2011). *Landforsvarets krigsplaner under den kalde krigen*. Bergen, Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.

Hay, I. (2010). *Qualitative Research Methods in Human Geography*. 3.utg. Canada, Oxford University Press

Høeg, K., Karlsrud, K. og Lied, K. (2014). *Skred: Skredfare og sikringstiltak Praktiske erfaringer og teoretiske prinsipper*. Latvia, Universitetsforlaget og NGI

Jacobsen, D.I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. 3.utg. Latvia, Cappelen Damm AS.

- Lied, K. og Kristensen, K. (2003). *Snøskred Håndbok om Snøskred*. Vett & Viten AS.
- Pandolf, K.B. og Burr, R.E. (2002). *MEDICAL ASPECTS OF HARSH ENVIRONMENTS* Volume 2. USA, Office of The Surgeon General at TMM Publications Borden Institute og Walter Reed Army Medical Center Washington
- Payne, S.B.J. (1989). *The Conduct of War. An Introduction to Modern Warfare*. Oxford, Basil Blackwell Ltd.
- Rose, E.P.F. (2005). Impact of military activities on local and regional conditions. Ehlen, J., Haneberg, W.C. og Larson, R.A. (red.). *Humans as Geologic Agents. Review in Engineering Geology*. Colorado, The Geological Society of America
- Silverman, D. (2010). *Doing Qualitative Research*. 3.utg. London, Sage Publications Ltd.
- Strahler, A. og Strahler, A. (2006). *Introducing Physical Geography*. 4.utg. USA, John Wiley & Sons Inc.
- Strauss, A. og Corbin, J.M. (1998). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*. California, Sage Publications Ltd.
- Sulebak, J.R. (2007). *Landformer og prosesser: En innføring i naturgeografiske tema*. Bergen, Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS
- Wildavsky, A. (1988). *Searching for Safety*. New Brunswick, Social Philosophy and Policy Cented Transaction Books
- Tuck, C. (2008). *Land warfare*. Jordan, D., Kiras, J.D., Lonsdale, D.J., Speller, I., Tuck, C. og Walton, D.C. (red.). *Understanding Modern Warfare*. Storbritannia, Cambridge University Press
- Woodward, R. (2015). *Military Geography*. I 'International Encyclopedia of the Social & Behavioural Sciences'. Elsevier Ltd.

Rapporter

Aas, P.S. (1982). *Skogbrann – vern og slokking*. Skogbrand Forsikringselskap

Bakkestuen, V., Aarrestad, P.A. og Erikstad, L. (2005). Terrengskaders effect på vegetasjon i utvalgte delområder. Jacobsen, K.O. (red.). *NINA Rapport nr. 49*. Langtidsvirkninger på naturmiljøet av Forsvarets virksomhet i Troms. Tromsø, Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Forsvarsbygg, NGU og Norut.

Bargel, T., Dahl, R. og Olsen, L. (2005). Geologisk kartlegging som utgangspunkt for terrengets sårbarhet for terrengslitasje. Jacobsen, K.O. (red.). *NINA Rapport nr. 49*. Langtidsvirkninger på naturmiljøet av Forsvarets virksomhet i Troms. Tromsø, Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Forsvarsbygg, NGU og Norut.

Blikra, L.H., Braathen, A., Anda, E., Stalsberg, K. og Longva, O. (2002). Rock avalanches, gravitational bedrock fractures and neotectonic faults onshore northern West Norway: Examples, regional distribution and triggering mechanisms. *NGU Rapportnr. 2002.016*

Bolstad, M. (2013). Mauken-Blåtind skyte- og øvingsfelt – rapport om utslipp til grunn og vann. Etterprøvningsprogram sammenbindingsaksen Mauken-Blåtind. *Forsvarsbygg Rapportnr. 2013-508*

DSB (2017). DSB VEILEDER Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging Metode for risiko- og sårbarhetsanalyse i planleggingen. Skien, Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap

Finnmark, K. (2015). Helhetlig ROS analyse for Bardu kommune. Bardu kommune

Forsvarsbygg (2015). Etterprøvningsprogram for utvidelsen av Blåtind og sammenbinding av Mauken og Blåtind skyte- og øvingsfelt. Forsvarsbygg

Fredheim, M. (2012). Etterprøvningsprogram for utvidelse av Blåtind og sammenbinding av Mauken og Blåtind skyte- og øvingsfelt. Deltema Vegnett og transportsystem. *Forsvarsbygg Rapportnr. 2012-2956*

Fredin, O., Bergstrøm, B., Eilertsen, R.S., Hansen, L., Longva, O., Nesje, A. og Sveian, H. (2013). *Glacial landforms and quaternary landscape development in Norway*. Olsen, L., Fredin, O., Olesen, O. (red.). Quaternary Geology of Norway, NGU.

Gunderson, Å.W. (2011). Ute, hjemme eller begge deler? – en sammenlikning av norsk, svensk og dansk forsvarsstruktur. *FFI Rapportnr. 2011-02043*

Grønlund, A. (2009). Virkning av klimaendring på arealbruk i norsk arktisk. *Bioforsk Rapportnr. 2009-109*

Hæren (2010). Reglement for automatgevær 5,56 mm x 45 HK416 N og K Hefte 3 – Grunnleggende skyterekker. *Forsvaret*

Johansen, B., Fredheim, M.B., Nordmo, A.V., Nerdal, G. og Larsen, A. (2017). Målselv kommune Helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse. *Målselv kommune, sak PS 53/2017*

Kjekstad, O. og Sandersen, F. (2002). Rainfall as Trigger for Landslides, Debris Flows, Rockfalls and Rockslides – Norwegian Experience. *NGI rapport, Norsk Geoteknisk Institutt*

Larsson, J.Y. (2000). Veiledning i bestemmelse av vegetasjonstyper i skog. *Norsk Institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS), Rapportnr. 2000-11*

Meyer, S. (2008). Typologi ovre uønskede hendelser. *FFI Rapportnr. 2009-00447*

Multiconsult (2016). Samlet ROS-analyse E6 Fire tettstedsgater i Gudbrandsdalen. *Multiconsult, rapport nr. 616223*.

Norsk Klimaservicesenter (2015). Klima i Norge 2100 Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. *NKSS Rapportnr. 2015-2*

NVE (2011). Veileder: Kartlegging og vurdering av skredfare i arealplaner. *NVE 2*

Nygaard, P.H. og Brean, R. (2014). Dokumentasjon og Erfaringer etter skogbrannen i Mykland 2008. Sluttrapport. *Norsk institutt for skog og landskap Rapportnr. 2014-02*

Olesen, O., Bungum, H., Dehls, J., Lindholm, C., Pascal, C. og Roberts, D. (2013). *Neotectonics, seismicity and contemporary stress field in Norway – mechanics and implications*. Olsen, L., Fredin, O., Olesen, O. (red.). Quaternary Geology of Norway, NGU.

Olsen, L. (1983). Rundingsanalyse på grus- og steinpartikler – et nyttig hjelpemiddel ved undersøkelser av løsmassenes grense. *NGU, Universitetsforlaget Rapportnr. 379*

Oppikofer, T., Böhme, M., Nicolet, P., Penna, I. og Hermanns, R.L. (2016). Metodikk for konvektivanalyse av fjellskred. *NGU Rapportnr. 2016.047*

Rasmussen, G., Dullum, O. Hansen V., Sparrevik, M., Indset, H.H., Nyberget, O.M., Kjærstad, A.J., Getz, T., Jevnaker, S., Bergesen, B, Moen, J.O. og Hellebust, H. (2016). Håndbok for skyte- og øvingsfelt. *Forsvarsbygg*

Sandersen, F., Bakkehøi, S., Hestnes, E. og Lied, K. (1997). The influence of meteorological factors on the initiation of debris flows, rockfalls, rockslides and rockmass stability. *NGI Rapport, Norsk Geoteknisk Institutt*

Singstad, H.B. (2013). Mauken-Blåtind, sammenbindingstrasé. Etterprøving og evaluering av håndteringen av Samiske kulturminner og kulturmiljø i anleggsperiode og inn i feltets bruksfase. *Forsvarsbygg Rapportnr. 2013-493*

Troms Fylkeskommune (2015). Regional planstrategi – Kunnskapsgrunnlaget i 2015. *Troms Fylkeskommune*

Østenstad, P., Gjersøe, A.L. og Messel, E. (2012). Rapid Environmental Assessment (RAE) for øvelse Cold Response 2012. *FFI Rapportnr. 2012-01216*

Øydvin, E., Devoli, G., Bargel, T., Wiig, T., Taurisano, A., Berg, H., Eikenæs, O., Lyche, E., Fergus, T. og Kvakland, M. (2011). Plan for skredfarekartlegging – Status og prioriteringer innen oversiktskartlegging og detaljert skredfarekartlegging i NVEs regi. *NVE Rapportnr. 14*

Øyen, B-H. (1997). Skogbrann i Norge de siste 200 år. *Skogforskning Rapportnr. 8/98*

Internettkilder

Bardu kommune (2017). *Om kommunen* [Online]. Bardu kommune. Tilgjengelig fra: <http://www.bardu.kommune.no/om-kommunen.419255.no.html> (Hentet 27.10.2017)

DSB (2016). *Brannstatistikk* [Online]. Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap. Tilgjengelig fra: <https://www.dsb.no/menyartikler/statistikk/brannstatistikk/> (Hentet 27.9.2018)

Forsvaret (2013). *Ingeniørbataljonen* [Online]. Forsvaret. Tilgjengelig fra: <https://forsvaret.no/fakta/organisasjon/Haeren/Brigade-Nord/Ingenioerbataljonen> (Hentet 09.04.2017)

Forsvaret (2014). *Idrettssoldat i Luftforsvaret* [Online]. Forsvaret. Tilgjengelig fra: <https://forsvaret.no/karriere/forstegangstjeneste/muligheter/luftforsvaret/idrettssoldat-luftforsvaret> (Hentet 09.04.2018)

Forsvaret (2015). *Flammetemmerne* [Online]. Forsvaret. Tilgjengelig fra: <https://forsvaret.no/aktuelt/flammetemmerne> (Hentet 10.04.2018)

Henriksen, T.H. (2018). *Reddet seg ut av brennende beltevogn* [Online]. Nordlys. Tilgjengelig fra: <https://www.nordlys.no/forsvaret/setermoen/brann/reddet-seg-ut-av-brennende-beltevogn/s/5-34-785194> (Hentet 10.04.2018)

Hæren (2017). *Derfor justerte Hæren de fysiske kravene* [Online]. NTB: Forsvaret. Tilgjengelig fra: <https://www.ntbinfo.no/pressemelding/derfor-justerte-haeren-de-fysiske-kravene?publisherId=7581017&releaseId=15906532> (Hentet 7.03.2018)

Målselv kommune (2013). *Om Målselv kommune Velkomme til Målselv* [Online]. Målselv kommune. Tilgjengelig fra: <https://www.malselv.kommune.no/om-maalselv.286421.no.html> (Hentet 30.10.2017)

NGU (2015). *Digitale Høydemodeller* [Online]. Norges Geologiske Undersøkelse. Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/emne/digitale-hoydemodeller> (Hentet 18.04.2018)

NVE (2015). *Steinsprang og fjellskred* [Online]. Norges Vassdrags- og Energidirektorat. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/flaum-og-skred/om-skred/steinsprang-og-steinskred/> (Hentet 07.04.2017)

Regjeringen (2018). *Meir aktivitet i Forsvaret* [Online]. Forsvarsdepartementet. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/meir-aktivitet-i-forsvaret/id2614067/> (Hentet 14.10.2018)

SNL (2011). *Oppklaring* [Online]. Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/oppklaring> (Hentet 07.03.2018)

Thalberg, S. (2009). *Fortsatt ikke kontroll på skogbrann* [Online]. TV2. Tilgjengelig fra: <https://www.tv2.no/a/2777186/> (Hentet 10.04.2018)

Toppe, R. (2016). *Snøskredet som endret alt* [Online]. TV2. Tilgjengelig fra: <https://www.tv2.no/a/8158066/> (Hentet 9.10.2018)

YR (2007-2017a). *Været som var Bardufoss, Målselv (Troms)* [Online]. Meteorologisk institutt, NRK. Tilgjengelig fra: <https://www.yr.no/sted/Norge/Troms/M%C3%A5selv/Bardufoss/statistikk.html> (Hentet 30.10.2017)

YR (2007-2017b). *Været som var Sjøfjellet, Balsfjord (Troms)* [Online]. Meteorologisk institutt, NRK. Tilgjengelig fra: <https://www.yr.no/sted/Norge/Troms/Balsfjord/Sjufjellet/statistikk.html> (Hentet 30.10.2017)

Avhandlinger og andre kilder

Dørheim, E. og Finstad, F. (2014). *Sporlogg som Beslutningsstøtte*. Bachelor, Krigsskolen

Kvernmo, E. (2011). *Blyfri ammunisjon – Er miljøgevinsten tilstrekkelig sett i forhold til de helsemessige og operative konsekvensene ved innføringen av blyfri ammunisjon i Forsvaret?*
Bachelor, Krigsskolen

Langvad, S. (2015). *Norsk Sverm Assymmetrisk strategi og norsk forsvarsevne*. Bachelor, Krigsskolen

Lien, R. (1990). *Setermoen*. Kvartærgeologisk kart EWX 252253-20, med beskrivelse. NGU

PROP.151S (2015-2016). *Kampkraft og bærekraft. Langtidsplan for forsvarssektoren. Det kongelige forsvarsdepartementet*

Stabell, M.C. (2003). *Petroleumsrelatert FDI og lokal økonomisk utvikling: en studie av Macaé regionen i Brasil*. Masteroppgave, Universitetet i Bergen