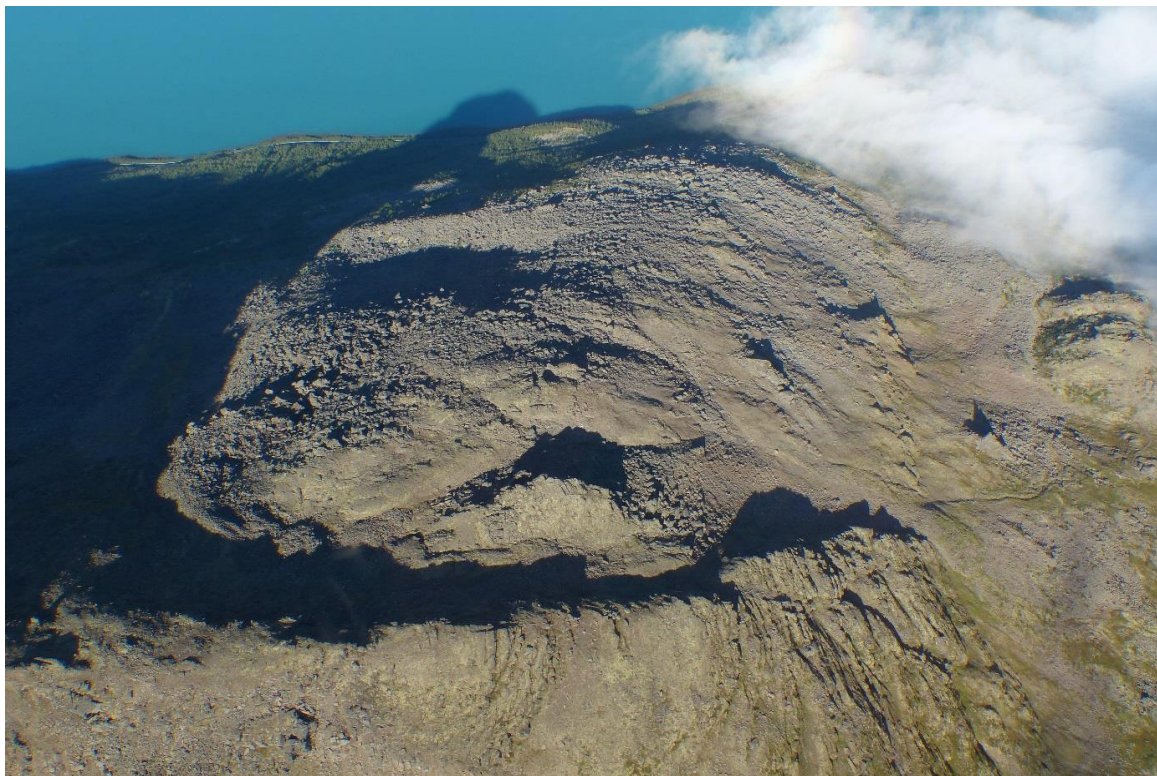


## Geomorfologisk og strukturgeologisk studium av fjellskredet ved Falsnesfjellet, Storfjord, Troms



**Patrick Larsen**

Geo-3900 Mastergradsoppgave I geologi

April 2014



*...and a rock feels no pain*

*and an island never cries*

*-Simon and Garfunkel*



Forord:

Takk til mine veiledere: Geoffrey Corner og Steffen Bergh

Til min samboer; takk for at du har holdt ut.



## Innhold

Kapittel 1.....	8
1.1 Innledning.....	8
1.2 Tema og målsetning.....	8
1.3 Tidligere Arbeider.....	9
Kapittel 2.....	10
2.2 Metoder.....	10
Kapittel 3.....	12
3.1 Område 1, Toppflaten.....	13
3.2 Område 2, Fjordsiden.....	17
Nedsklidd blokk.....	18
Roterte blokker.....	18
Skredløp.....	18
Bekker og debrisflows.....	18
Snøskredavsetning.....	19
Steinskred og toppling.....	20
Kolluvial vifte.....	20
Lobefront av utglidd talus.....	20
Grov talus.....	21
Fast fjell.....	22
3.3 Område 3 Skibotndalen.....	23
Over benken.....	25
Benken.....	25
Nedenfor benken.....	27
Kort oppsummering av områdene.....	27
3.4 Tektonikk.....	28
A, B og C.....	29
Blokk C og D.....	31
Blokk E 1 og E 2.....	33
Blokk F.....	36
Blokk G Benken.....	38
Kort oppsummering av blokkene.....	40
Kapittel 4 Diskusjon:.....	41
4.1 Innledning:.....	41
4.2 Diskusjon og tolkning av forkastninger.....	41
Blokk E1.....	41
Referanser:.....	46

# Kapittel 1

## 1.1 Innledning.

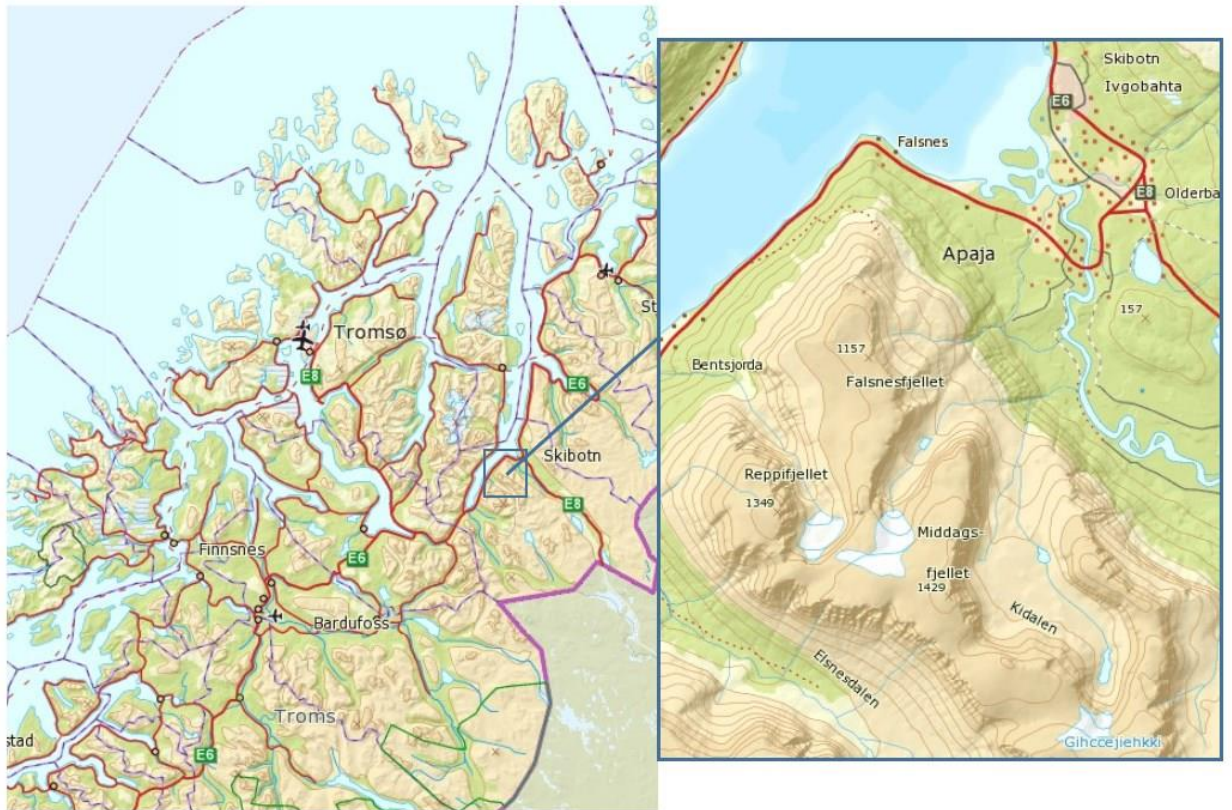
Norge er et land med mange fjell. Daler og fjorder er blitt dannet ved erosjon av isbreer gjennom flere istider. Denne prosessen har ført til at mange fjellsider har blitt ustabile etter breene har smeltet bort. Prosessen i seg selv er ikke nok til å gjøre fjellsider ustabile, men sidene kan ha foliasjonsretning og/eller sprekkesystemer som er favorable for ustabilitet, og kan bli trigget av trykkavlastningen som oppstår når breen smelter bort.

Troms er ett av flere fylker som har en stor tetthet av ustabile fjellpartier. Over 100 ustabile fjellsider er kartlagt (Bunkholdt et al 2013) i fylket og flere blir undersøkt gjennom prosjektet ROS Fjellskredanalyse i Troms, et samarbeidsprosjekt mellom NGU og NVE.

## 1.2 Tema og målsetning

Oppgaven tar for seg fjellskredet på Falsnesfjellet i Storfjord kommune (figur 1.1.1). Fjellskredet er interessant både på grunn av likheter til andre fjellskred i regionen, eksempelvis Nordnes hvor man kan se ekstenskjonssprekker med tilnærmet lik strøk(NNE), og fordi fjellet danner et nes og har to sider (NNV/NNE) hvor det har vært massebevegelse på størrelse med fjellskred. Målet med oppgaven er å oppnå en forståelse for hvordan skredet og dets form har blitt dannet, og hvordan formen og utviklingen av skredet er styrt av de strukturelle og geomorfologiske forholdene på stedet. Det er også gjort en vurdering av nåværende og fremtidige skredfare i ulike deler av skredet.





Figur 1.1.1 Plassering av Falsnesfjellet. Kart fra norgeskart.no

### 1.3 Tidligere Arbeider.

Fjellskred i Troms ble først beskrevet i 1970 og man antok da at de dreide seg om gamle postglasiale skred som ikke lenger var aktive (Geoff Corner 1970). I 2002 blir det fjellskred og ustabile sider beskrevet i «Store Fjellskred i Troms» (Blikra 2002). Artikkelen fremhever trykkavlastning etter isbreenes tilbakesmelting, og jordskjelv som vesentlige årsaker for utløsning av fjellskred. Siden 2003 har NGU drevet målinger av Nordnesfjellet, og i 2005 ble Risiko og sårbarhet i Troms programmet startet (ROS). Flere masteroppgaver er skrevet om fjellskred ved UiT, bl.a. Øverli Eriksen 2013 og Elisabeth Rasmussen 2011.

## Kaptittel 2

### 2.2 Metoder

I mitt arbeide med oppgaven har jeg brukt digitale hjelpemidler som programmet arcGIS til lage kart og figurer, og programmet norge i3d til å kartlegge formelementer. Det har vært nødvendig med feltarbeid for å gjøre målinger av foliasjon og sprekker, samt at det kan bli enklere å forstå elementer når man kan se de selv.

#### ***Digitale kart og DEMs:***

Norge i 3d ([www.norgei3d.no](http://www.norgei3d.no)) er et unikt verktøy. Hele Norge er fremstilt med en digital elevasjonsmodell (DEM) med overliggende ortofoto, gratis tilgjengelig på nett. For større områder fungerer programmet meget godt.

Norge i bilder ([www.norgeibilder.no](http://www.norgeibilder.no)) er en nettside hvor man har tilgang til ortofoto over Norge i 2d, men man kan velge forskjellige årsserier med fotografier slik at man har større mulighet for å finne områder uten sterk skygge eller skyer som ligger i veien. Fra norge digitalt ([www.norgedigitalt.no](http://www.norgedigitalt.no)) har jeg lastet ned ortofoto og høyopløselig DEM for bruk i arcGIS.

#### ***Stereografiske vertikale flybilder;***

Flyfoto fra Fjellanger Widerøe AS. Bildenummer M1-9 Storfjord, 1972,

#### ***Feltarbeide:***

I felt har det blitt tatt strøk/fall målinger av sprekker og foliasjon med kompass med hellingsmåler, Silva ranger. Punkter har blitt logget med GPS (Garmin 60 sxc). Alle målinger er tatt med utgangspunkt i høyrehåndsregelen (360/90) Jeg har også vært heldig å ha hatt en overflygning av Falsnesfjellet med helikopter.

### ***Databehandling:***

I behandlingen av innsamlet av data er det brukt ArcMap 10 (ArcGIS, ESRI), hvor alt av kartmateriale er supplert av UiT. ArcMap kan brukes til å lage egenkomponerte kart, med forskjellige lag som f.eks. bergrunnskart, utløpsover for skred, hellingsvinkler for område osv. Samt man kan lage en digital elevasjonsmodell for mer virkelighetstro fremstilling i 3d. Man kan importere egne data og vise de som punkt, linje eller flate.

Alle bilder i oppgaven er tatt av forfatteren, hvis annet ikke er oppgitt. Bildemateriale er redigert i Windows eller i panoramaprogrammet hugin. ([www.hugin.com](http://www.hugin.com)).

### ***Stereonet:***

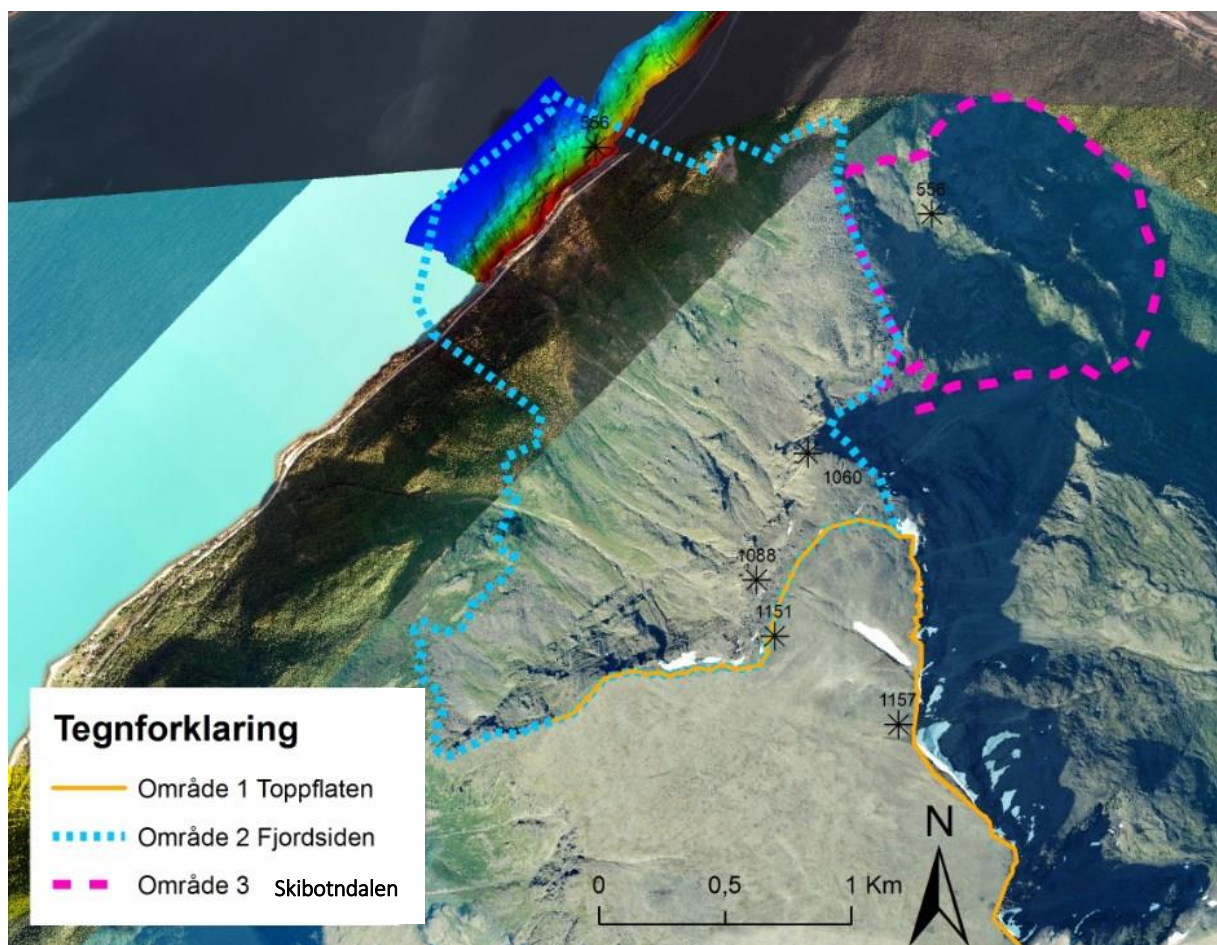
For å sette målinger av foliasjon og sprekkedannelser i system har jeg brukt programmet «Stereonet» av Richard W. Allmendinger . Det kan lastes ned gratis på [www.geo.cornell.edu/geology/faculty/RWA/programs/stereonet.html](http://www.geo.cornell.edu/geology/faculty/RWA/programs/stereonet.html)

## Kapittel 3

Fjellskredet på Falsnesfjellet er spesielt i den grad at det er to store skredområder som går i hver sin retning, henholdsvis mot NV og mot NØ. Skillet mellom skredområdene går langs en ryggformasjon som ender som et nes i fjorden. De to skredområdene har både likheter og ulikheter, i morfologiske formelementer og tektonisk aktivitet.

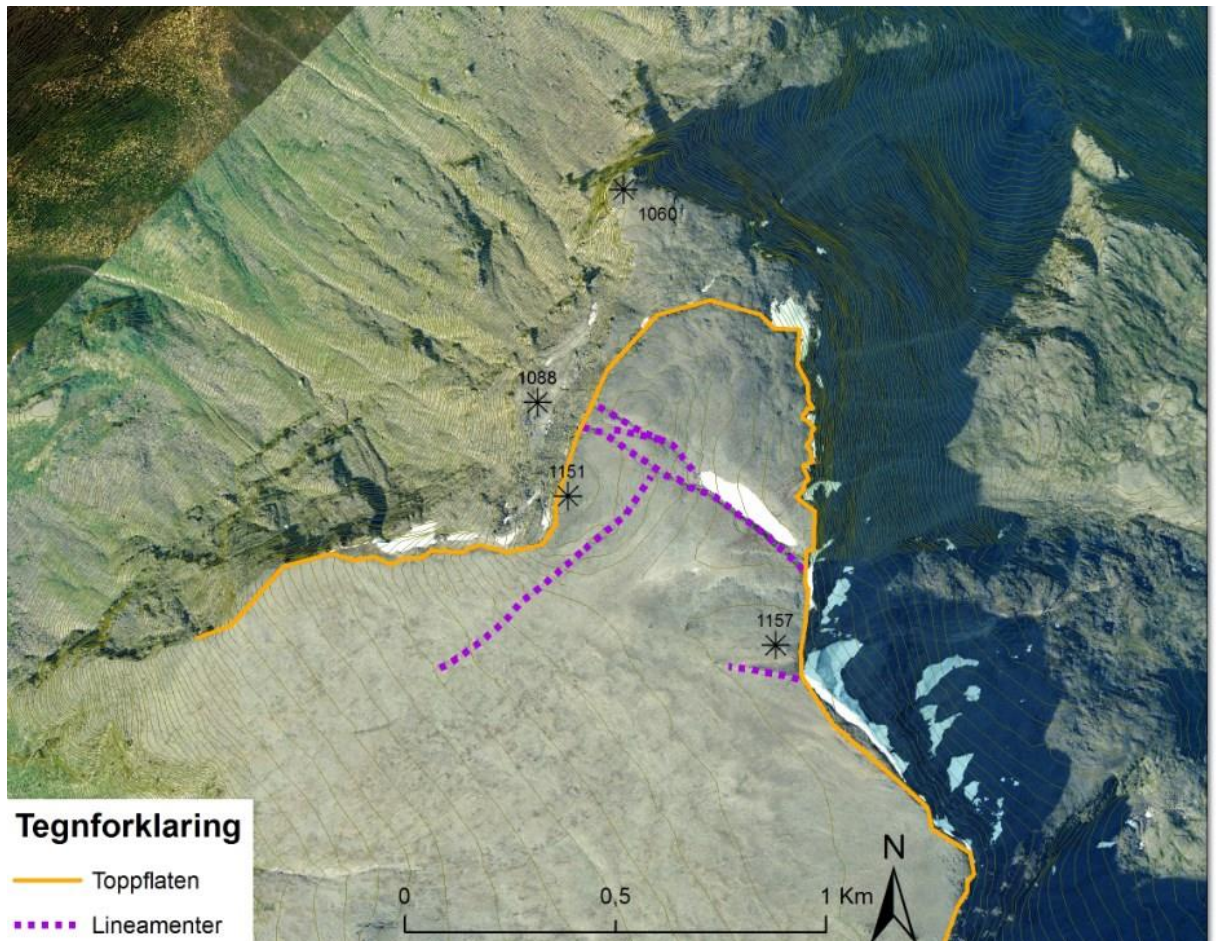
I kapitlet vil jeg først beskrive områdene etter deres morfologiske formelementer, deretter vil jeg beskrive den tektoniske delen. De morfologiske områdene er delt inn i tre subområder; Toppflaten, Fjordsiden og Skibotndalen.

Den tektoniske delen er delt inn i åtte subområder, heretter kalt blokker. Blokkene er delt inn etter klare tektoniske grenser som sprekker og forkastninger.



Figur 3 o.1 Kart med omriss av de forskjellige områdene og topppunkter.

### 3.1 Område 1, Toppflaten.



Figur 3.1.1 Flybilde av Falsnesfjellet. Omriss av område 1 Toppflaten i orange, samt lineamenter i stiplet lilla og toppunkt avmerket. Høydekotene endre seg fra 20m til 5m interval nord før 1157. Bilde laget i arcGIS.

Toppflaten er avgrenset av stup og skrenter mot Skibotndalen i øst og Storfjorden i vest. Den nordre og nordvestre grensen er forkastninger. Flaten er dekket av blokkmark, med skifrig forvittringsmateriale i alle størrelsesordener. I de vestlige og nordlige delene er det slake og flate partier, mens det i vest heller opp mot 15 grader. I de flate delene er det områder med strukturmark, særlig rundt 1151m (se fig 3.1.2). På kanten av flaten kan man se indikasjoner på blokkmarkens tykkelse, og målinger viser en tykkelse på mellom 50 og 60 cm se fig 3.1.3. Tykkelsen kan imidlertid variere mye ettersom helling, skifrihet, vann- og snøansamlinger varierer. På flaten er det kun et par frembrudd av grunnfjell, disse ligger rundt 1157 og er veldig oppsprukket.

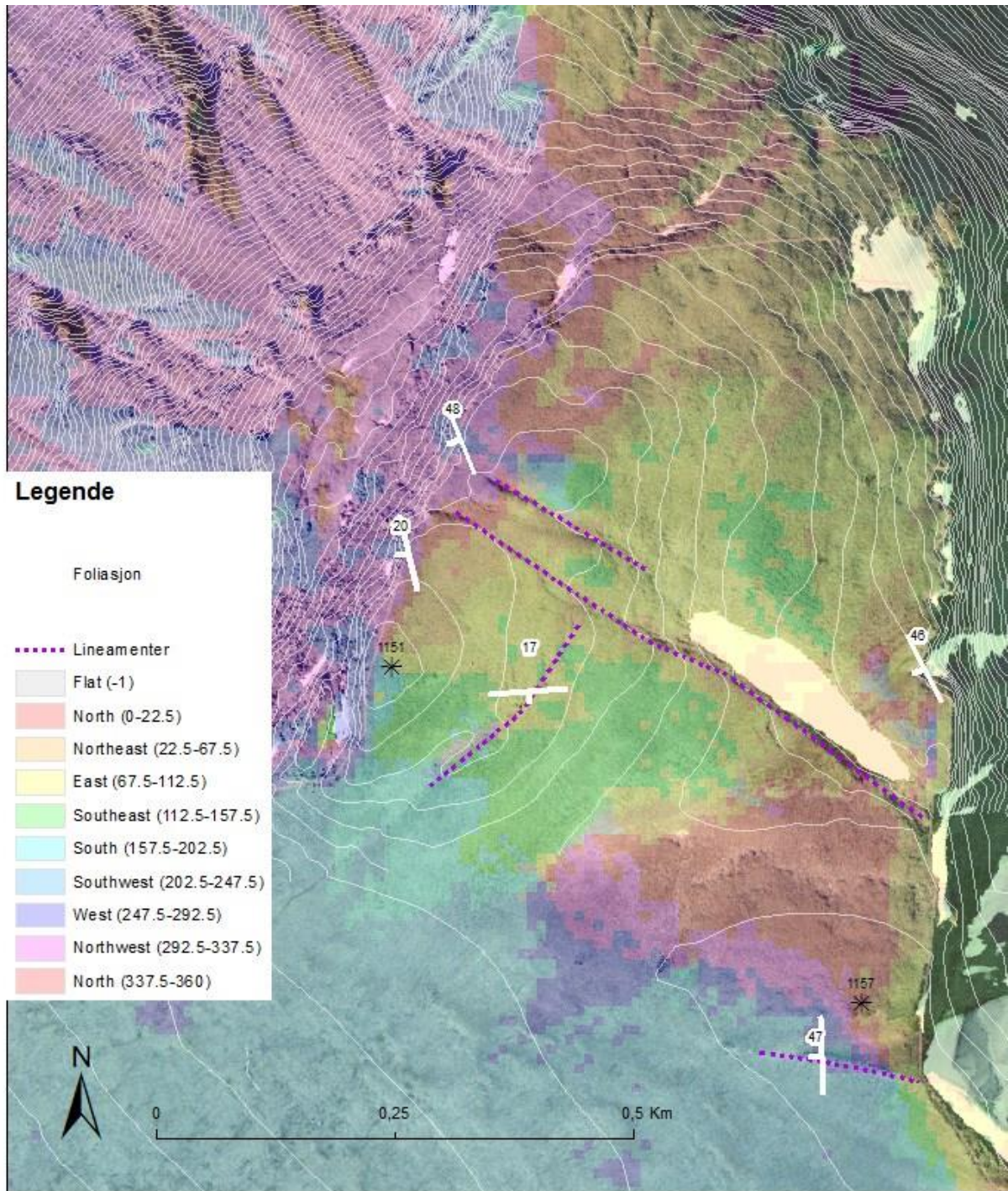


Figur 3.1.2 Strukturmark. Ved topp 1151, bok i A5str som målestokk.



Figur 3.1.3 Tykkelse av blokkmark. A4 ark som målestokk..

Lineamentene inntegnet på figur 3.1.4 viser elementer som er vanskelig å klart definere, men enkelt sees i terrenget. Lineamentet ved 1157 m kan tolkes som en normalforkastning som dør ut mot vest. De andre lineamentene tolkes som å være ekstensjonsrifter/forkastninger. Det ligger mye forvitningsmateriale over riftene, og det er kun i lineasjonene ved 1157 m og NØ\SV-gående det har vært mulig å ta målinger av foliasjon og sprekkeretninger. Disse punktene har igjen vært preget av forvitring og mulighet for at det er løse blokker som ikke representerer *in situ* fjellgrunn, samtidig som skifriheten i bergarten ikke er like godt utviklet over hele området, og stedvis er tilnærmet ikkeeksisterende.

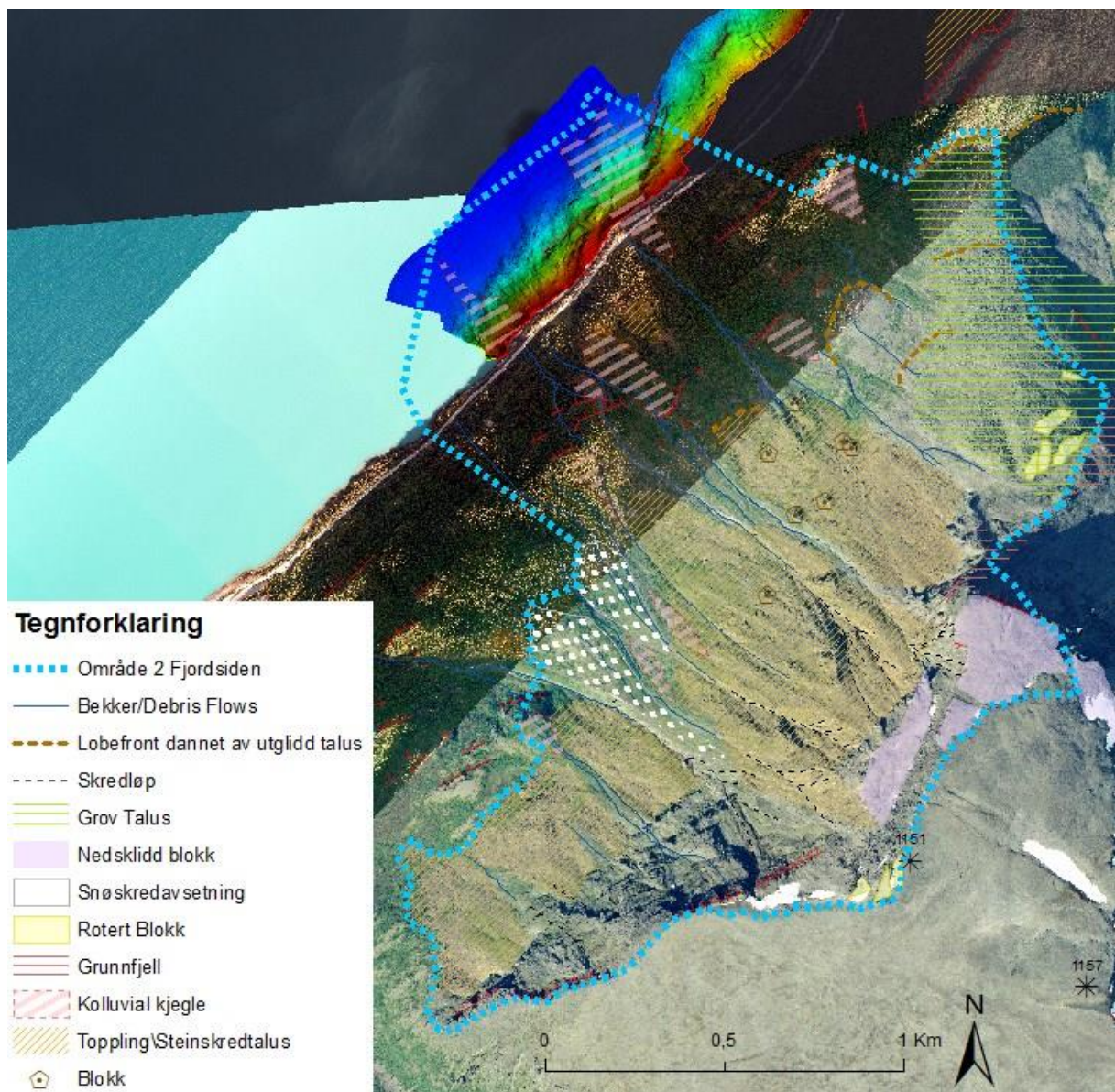


Figur 3.1.4 Utsnitt av DEM med snitt av foliasjonsmålinger sammen med hellingsvinkelen til overflaten.



### 3.2 Område 2, Fjordsiden.

Område 2 dekker utbredelsen av skredmasse og dets produkter som har beveget seg i hovedsakelig nordvestlig retning ned mot fjorden. Området er over 2.5 km bredt og strekker seg fra toppen av Falsnesfjellet på 1157m og ned i fjorden. I luftlinje fra toppen til fjorden er det 1.8 km og snitthellingen er på 32,7 grader.



Figur 3.2.1 Kart over område 2 Fjordsiden.

Område 2 inneholder flere morfologiske elementer som er knyttet opp til nedglidde og utrase fjellsider. Figur 3.3.2 viser en oversikt over formelementer og utbredelse. Videre følger en mer detaljert beskrivelse av elementene.

### Nedsklidd blokk

De nedsklidde blokkene er områder som er klart separert fra flaten med en forkastning. Blokkene har en størrelse på over 300 m i bredden, og dekket er likt som på toppflaten. Overflategradieneten på blokkene er den samme som på resten av toppflaten, dvs mellom 0 og 15 grader. Forkastningene og sprekker i blokkene danner svake soner som er et godt arnested for skredløpene. Det vil bli en grundigere utredning om blokkene i den tektoniske delen av oppgaven.

### Roterte blokker

Man finner roterte blokker både ved 1157 m og nordøst i område 2. De roterte blokkene er mindre enn de nedsklidde. Områdene de ligger i er preget av bevegelse med grov kantete talus. Overflaten er inntakt men med synlige merker etter bevegelse. Det vil bli gått dypere inn i bevegelsen av disse i den tektoniske delen.

### Skredløp

Tydelige renner og/eller striper i terrenget hvor man kan se at det ofte går steinsprang. Løpene starter oftest i svake soner i berggrunnen hvor det er mye materiale som forvitrer. Skredløpene vil være aktive både under tørre og våte forhold, og fungerer som kildeområder for bekker og debrisflows.

### Bekker og debrisflows

Bekker og debrisflows har blitt satt under samme fane av flere grunner. De følger hverandres løp. Det er vanskelig å skulle sette en definitiv grense hvor debrisflows slutter og bekker starter, og omvendt. Skibotnområdet er kjent for å ha lite nedbør og mange av bekkene vil bare være aktive under snøsmelting og\eller etter kraftig regnvær. Det er også en glidende overgang mellom skredløp og bekker\debrisflows,

men jeg har valgt å ta med begge ettersom skredløpene også inkluderer materiale som kun er drevet av gravitasjon.

Mange bekker\debrisflows er fortsettelsen av skredløp, men det er også flere som starter midt i siden. Fjellsiden har en ganske jevn profil, men en teori er at den er jevn grunnet et dekke av talusmateriale mens berggrunnen er undulerende. Dette fører til at talusdekket kan være tynt utvalgte steder og at bekker kommer opp i dagen. Hvis grunnen har nådd sin vannmetningsgrense kan det da starte debrisflows selv uten skredløp som startpunkt.



*Figur 3.2.0.2 Fotografi av Område 2 sett fra fjorden. De lysegrå stripene i siden viser hvor det er aktive skredløp og bekker/debrisflows. Foto: Geoff Corner, september 2013.*

### Snøskredavsetning

Taluslober som hovedsakelig er avsatt av snøskred. Dette gjør at sedimentene er finere, lobeformen har en jevnere overflate og gjerne lenger utløpsdistanse enn en taluslobe derivert fra steinsprang og debrisflows.

Lobene er avsatt i terreng mellom 25-35 grader og det er en jevn overgang fra erosjon-til avsetningsområdet. Det er ca 700 høydemeter fra begynnelsen av skredløp til fronten av lobene, noe som gir en forklaring på at de har en lengde på over 500 meter.

## Steinskred og toppling

Fjellsiden har store områder som er dekket av talusmateriale derivert fra steinskred og toppling. Jeg har valgt å kartlegge de under samme område fordi man kan se lobeformer i utløpsområdet som vitner om at det har vært partier som har rast ut, samtidig som fargen øverst i talusområdet viser at det er aktivitet i området (lavdekket blir dekket av nye ras eller rekker ikke å bygge seg opp). I den sørlige delen av området og under Falsnestind ved 1060 m er det jevne talusfaner med relativt god sortering, fra fin til grov. Det fineste materialet ligger nærmest fjellskrentene.

I midten av området, under den nedsklidde blokken på 1088 m, er det et mer kaotisk regime hva gjelder utrasning. Det er ingen høy klippevegg som mater skredviften. Skredmassen kommer fra toppling av fremtredende klipper og fra den nedglidde blokka.

Hellingen foran blokka er ujevn og varierer mellom 35-45 grader. Til sammenlikning har talusskråningen under 1060 m en jevn hellingsgradient på 35-40 grader. Det tyder på at talusedekket under 1060 m og i den sørlige delen er tykt, mens talusedekket nedenfor 1088 m er tynt og reflekterer grunnfjellets overflate.

## Kolluvial vifte

Kolluviale vifter er bygget opp av flere skredprosesser, debrisflows, steinsprang og snøskred («snowflow») (Blikra 1998). Viftene ligger i den nedre delen av fjellsiden, inder 400 moh, og flere ender i fjorden. Ved bruk av multibeam (Corner og Eilertsen 2013) har utløpssonene til to av viftene blitt kartlagt. Den største viften har en lengde på 300 meter under havoverflaten.

## Lobefront av utglidd talus

Disse formene ser ut til å være dannet som en sekundær prosess, utglidning av talus langs et svakt plan som fungerer som glideplan. Det sees særlig god på (figur 3.2.3) hvor det nederste raset har en skarp kontrast mellom raskanten og vegetasjon. Lobene

vil bli diskutert i den tektoniske delen, ettersom det ser ut som utløsningssonen ser ut til å ligge ved tydelige lineamenter.



*Figur 3.2.3 Taluslober\Skredvoller dannet av utglidd talusmateriale Rød ring rundt strømmast nederst i bildet for målestokk.*

### Grov talus

Områder definert som grov talus finnes i område 2 og 3, men de later til å ha forskjellig opprinnelse. Område 3 bli beskrevet senere. Område 2 har høy konsentrasjon av blokker på 1 kubikkmeter og større, samtidig som de er kantete. Blokkene ligger i stor grad nærme sitt utgangspunkt, og det er stor sannsynlighet for at har vært i større bevegelse kun ved ett tilfelle. Området blir grundigere diskutert i tektonikkapittelet.

## Fast fjell

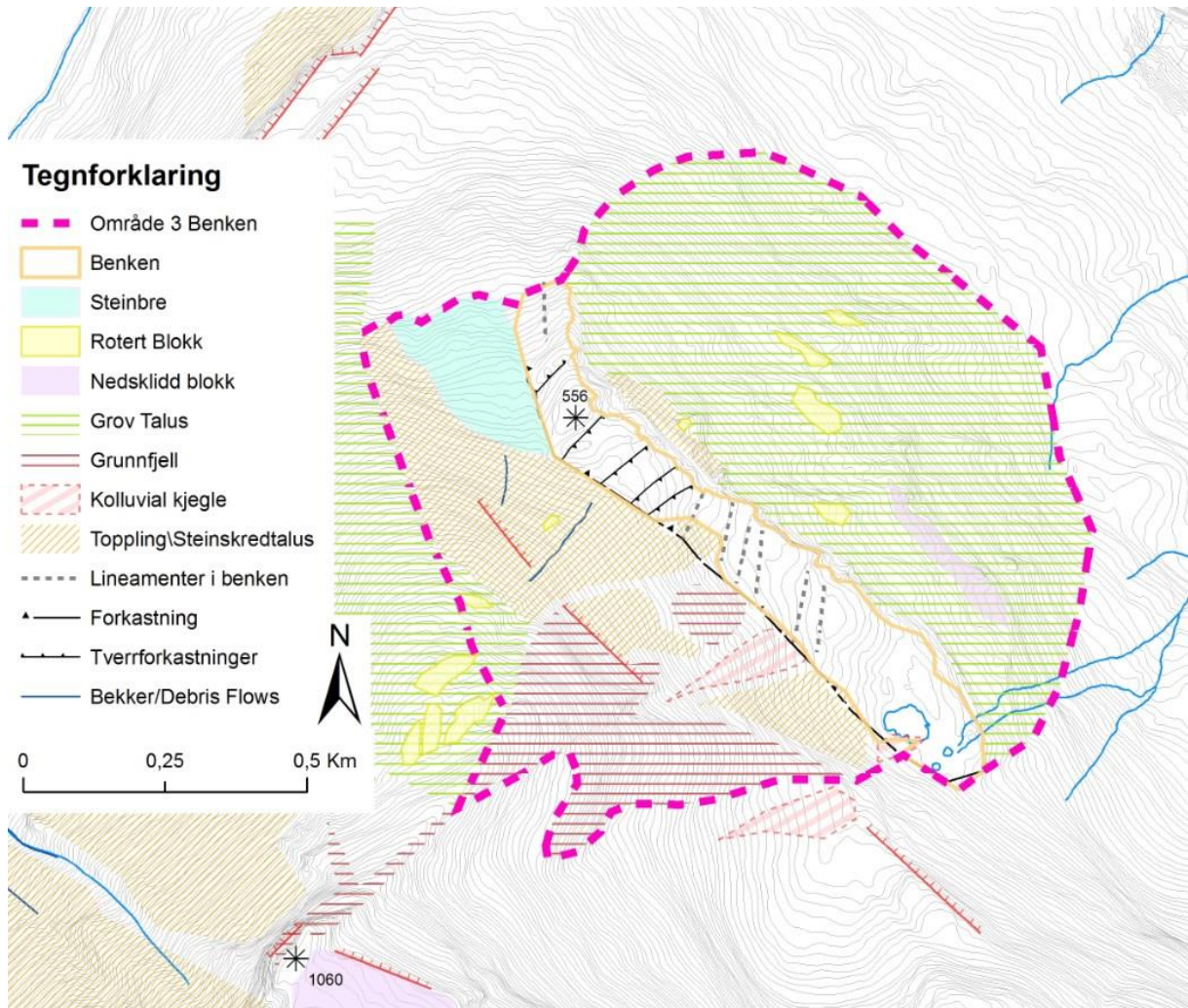
Området fra Falsnestind og NØ er beskrevet som fast fjell. Det er vanskelig å si om dette området er fast fjell eller ikke. Særlig Falsnestind 1060moh, hvor det er en forkastning 300 meter mot SØ. Flaten er sprukket opp, og toppling eller mindre steinskred skjer med stor sannsynlighet flere ganger i året. Men det større området NØ for tinden som med stor sannsynlighet er fast fjell, ser ut til å være uavbrutt opp mot Falsnestinden, derfor faller også Falsnestinden under betegnelsen

### 3.3 Område 3 Skibotndalen

Skredelementer som har beveget seg i NØ retning ned mot skibotndalen danner område 3. Området har en høydeforskjell på 650 m, fra 800 til 150 moh. Det mest markerte i området er det nedglidde fjellpartiet (heretter kalt Benken). Se kart (figur 3.3.2) for morfologiske elementer. Det vil bli beskrevet hvordan skredets karakteristikk endrer seg i og med skredretningen er ca 90 grader forskjellig fra området 2 Fjordsiden. Nye elementer og deres bevegelser vil også bli beskrevet.



*Figur 3.3.1 Område 3 sett fra Nord mot Sør, Benken ligger i midten og man kan følge den skrått nedover fra høyre mot venstre.*



Figur 3.3.2 Kart over ulike formelementer i område 3 Skibotndalen



## Over benken

På kartet (figur 3.3.2) er det tegnet inn grov talus, roterte blokker, debrisflows, fjellskrenter og kolluvial kjegle. Definisjonene på disse finnes i beskrivelsen av område 2. (grov talus under benken blir definert i dette kapittelet også). Lineamenter vil bli beskrevet i den tektoniske delen.

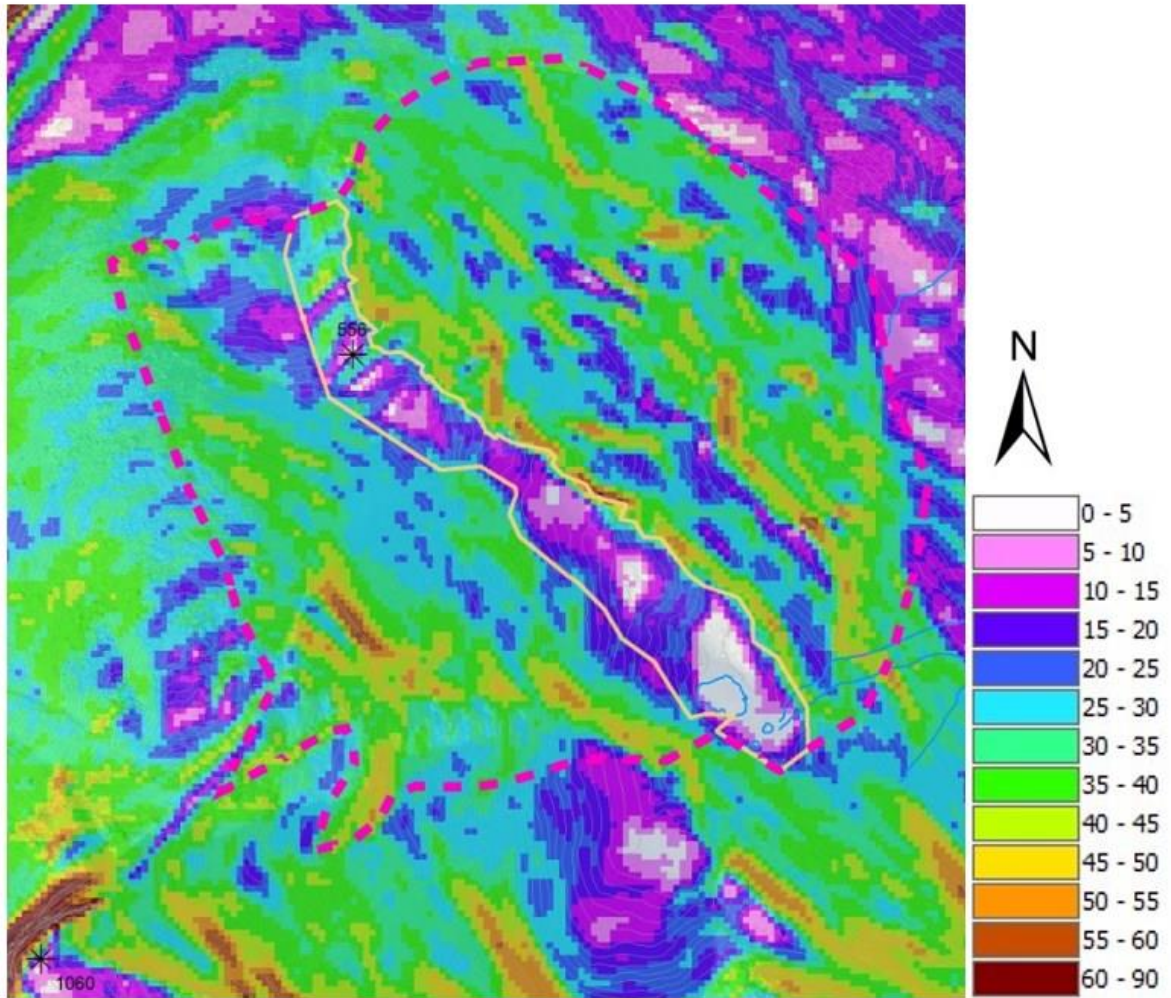
Skredet endrer retning på grensen mellom område 2 og 3, langs «nes-ryggen», som ligger i NNV-lig retning. På nes-ryggen er det grov talus med en ujevn overflatemorfologi. På figur 3.3.3 er det lagt på et lag med hellingsgradient. Man ser at ryggen har et gjentakende bueformet mønster. Gradienten øker ned mot benken og Skibotndalen, og overflaten går fra å være preget av kantige blokker til en jevner overflateflate, preget av topling fra fremtredende klippepartier og steinskred. Siden ned mot benken heller nord-nordøst. Dette gjør at snøen ligger lenger utover våren og sommeren, noe som også kan sees i området ettersom stein som faller ned på snøpartiene enklere vil bli transportert ned til det flater ut ved grensen til benken. Det er et klippeparti i siden, rett ovenfor høyde 556. Dette vil bli utgreid for i tektonikkdelen senere.

## Steinbre

Formen som er betegnet som steinbre har usikker genese fordi formen ikke har en typisk steinbre-form.. At det skal ligge en steinbre her er ikke sannsynlig, men det ser ut som det har vært bevegelse i loben, og avstanden fra og høyden på bakveggen tilsier at det har vært en sekundær bevegelse etter eventuell utrasing.

## Benken

Det nedsklidde fjellpartiet har en høydeforskjell på ca 120 m. Fra høyden 556m i den NV delen, til ca 430 m i SØ delen, bredden er på 1150 m. Benken har et dekke av tynt forvittringsmateriale og mose der det ikke er bart fjell. Forkastningssonen som er tegnet inn i bakkant på figur 3.3.2. er en tenkt grense, ettersom den er dekket av skredmateriale. Benken er delt inn i blokker av tverrforkastninger, disse ligger i den NV delen. I den sørvestlige delene er det lineamenter og sprekker, men det har ikke vært den samme bevegelsen mellom blokkene. Det vil bli vist til målinger i tektonikkapitelet.



Figur 3.3.3 DEM av område 3 med hellingsgradient.

## Nedenfor benken

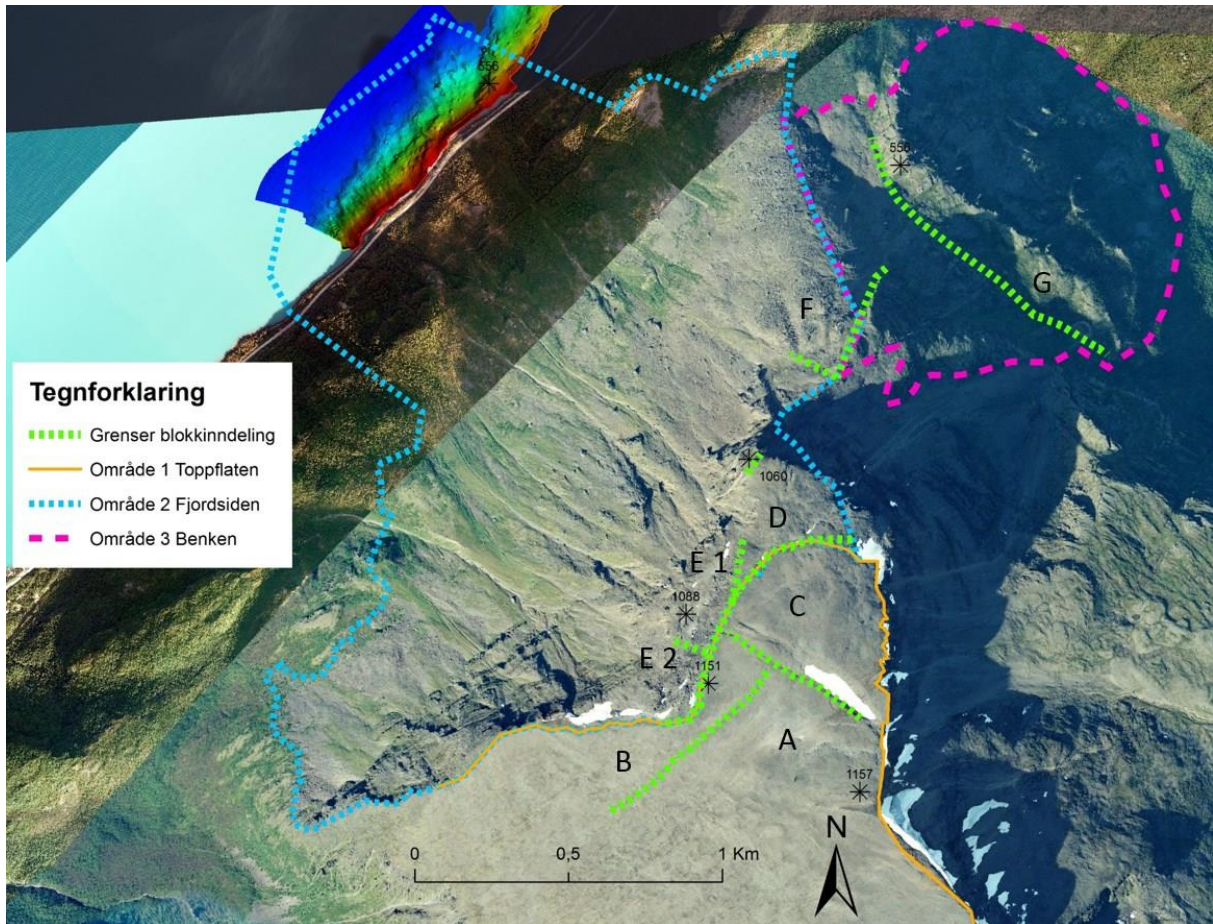
I figur 3.3.1 ser man det kaotiske området nedenfor benken. Et område med grov talus, nedsklidd flate og roterte blokker. Jeg har valgt å bare tegne de største blokkene inn på kartet (figur 3.3.2) for å gjøre det mer oversiktlig. Skredmaterialet i denne delen kan ha forflyttet seg lenger enn i grov talus område 2, og området er mer kaotisk på en større skala. Som man ser på figur 3.3.3 er det stor forskjell i hellingsgraden, snitthellingen er på 30 grader fra topp til bunn. Det foregår toppling både fra fjellskrenten som dannes av benken, og de mange roterte blokkene. I området er der også mange taluskjegler i forskjellige størrelser, men de er vanskelig å skille fra annet talusdekke fra flybilder hvor området er skyggelagt.

## Kort oppsummering av områdene

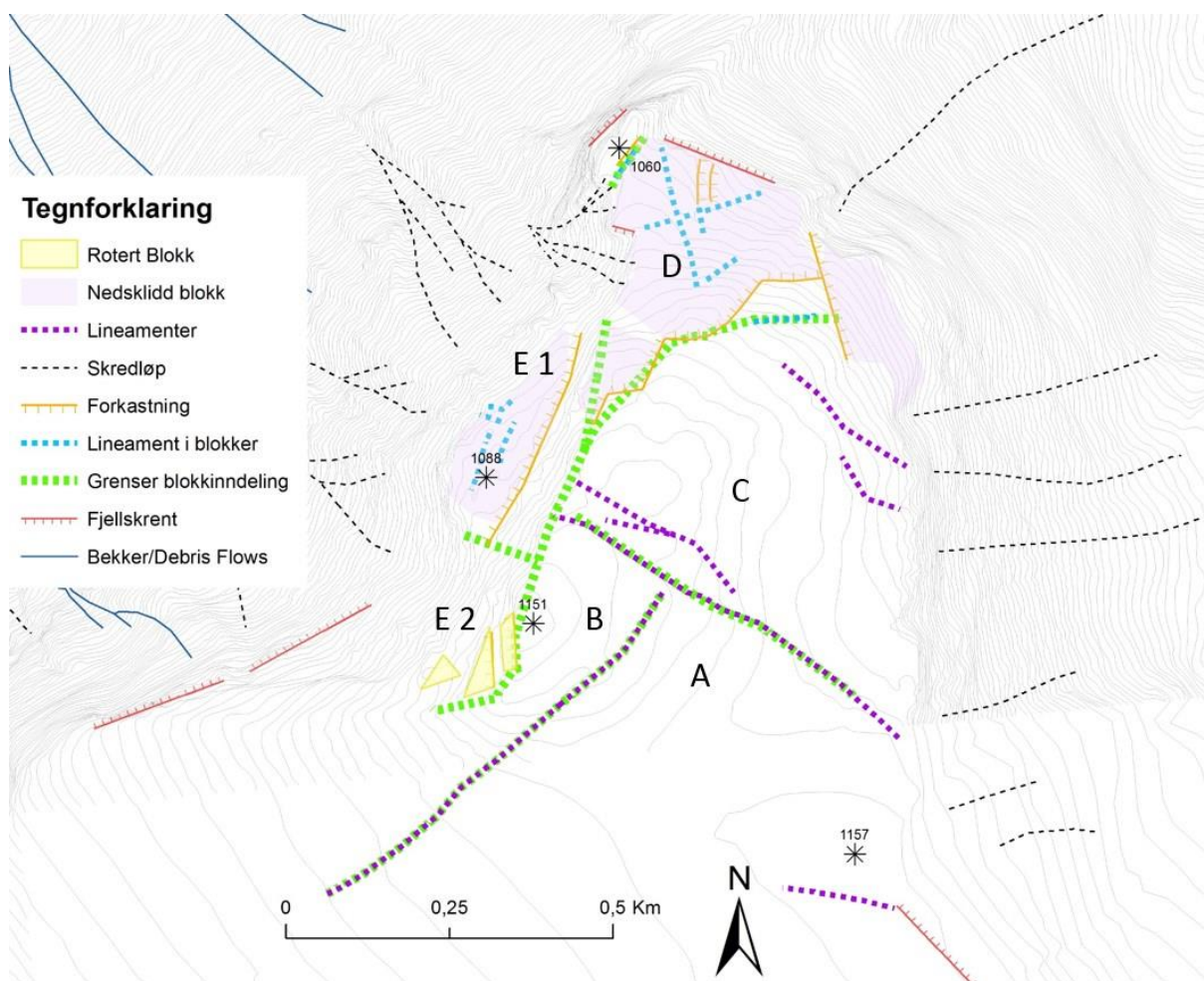
De tre områdene er vidt forskjellige, men de har visse fellestrekk. Hovedtrekkene er relativt klare, men det er stor usikkerhet når det gjelder å tolke genesen i detaljer og hendelsesforløp. Forskjellige prosesser kan skje samtidig eller etter hverandre, og senere hendelser kan ha dekket over helt eller delvis hva som har skjedd tidligere. Derfor er det litt vide begreper i tegnforklaringen og beskrivelsen av områdene. I område 2 er det meget usikker genese på store deler av massene som ligger under tregrensen. Det er derfor ikke foretatt en videre inndeling og beskrivelse av dette område. Området består mest sannsynlig av en blanding av morenemateriale og skredmateriale.

### 3.4 Tektonikk

For å gjøre det enklest mulig, har jeg delt opp skredet i 8 subområder etter hvordan de forskjellige blokkene har beveget seg. Det er stor forskjell mellom flere av områdene, og jeg håper på å kunne belyse hvorfor de har utviklet seg som de har gjort.



Figur 3.4.1 Kart over inndeling av tektoniske subområder. A-E2 ligger i området på eller rundt toppflaten. F og G ligger nord i kartbildet.



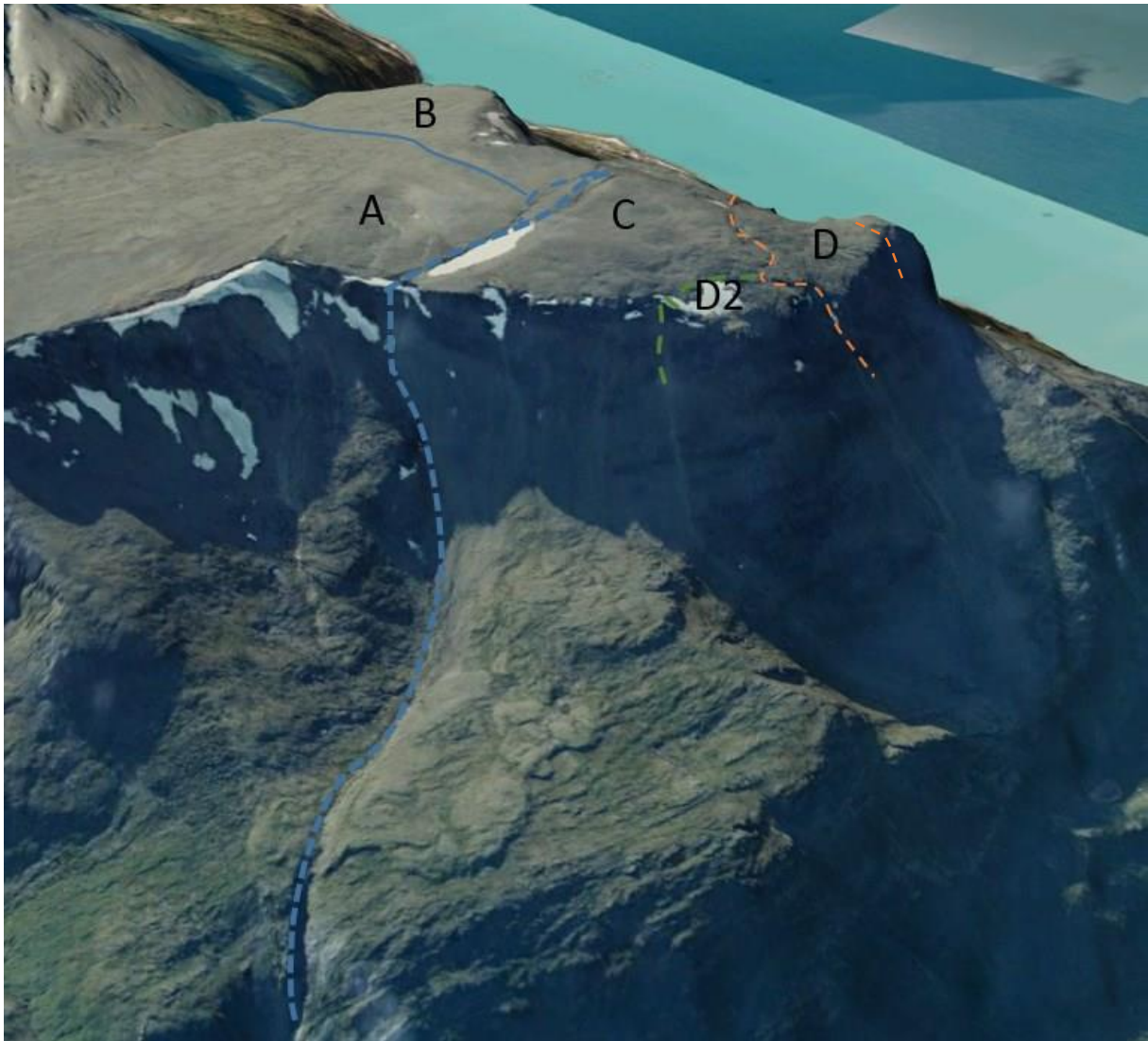
Figur 3.4.2 Utsnitt, inndeling av de tektoniske blokkene A-E.

### A, B og C

Blokkene tilhører område toppflaten, og er beskrevet med foliasjonsmålinger tidligere (fig 3.1.4). Hvis man tar utgangspunkt i at blokk A står stille, så må det være eller ha vært bevegelse i de andre. Lineamentet mellom A og B blir tolket til å være en riftsone som blir svakere mot SV. Mållingen herfra var de eneste som skilte seg ut fra målingene resten av målingene på toppflaten. 17 grader fall mot sør, i motsetning til de andre målingene hvor flertallet viste over 40 grader helling mot V og SV (figur 3.1.4)

A og B blokkene grenser mot C blokken med inntegnet lineament. Det kan se ut som det er en oppsprekking med et en-echelon mønster. Lineamentet blir tolket til å være en forkastning i øst som dør ut mot vest. Det er flere meters høydeforskjell i vest, men lineamentet er dekket til av sediment. Det ligger snø\is her til langt ute på sommeren

om ikke hele året (is ble observert 20.09.14). I figur 3.4.3 er det inntegnet en teoretisk sprekkesone som lineamentet følger, med stiplet blå linje. Denne følger da en regional svakhetssone.



*Figur 3.4.3 Utsnitt fra norgei3d.no, Synsfelt mot SV. Tektonisk blokkinnndeling og teoretiske forkastningssoner med stiplet linje. Hel linje indikerer sprekke. Fargeforskjellen er kun for å gi en klarere inndeling av blokkene.*

## Blokk C og D

Mellom blokk C og D er det en klar forkastning. Den kutter gjennom fra Fjordsiden til Skibotsiden av fjellet. Det er en blokk som ikke har fått så mye oppmerksomhet til nå, D<sub>2</sub> ha jeg kalt den. Den har blitt litt utenfor siden den verken har vært en del av den større utrasingen mot NV fjordsiden, eller mot Skibotndalen. Den har uansett en forkastning i bakkant, og lineamenter som er tolket til å være begynnende rifter lenger opp på C blokken.

D blokken er tolket til å være en graben. På figur 3.4.2 er det inntegnet forkastninger i N/S retning, og lineamenter som går på kryss og tvers over blokka. Disse representerer svake soner, og noen steder begynnende oppsprekking. Overflaten på D blokken heller mot skibotndalen, mens det er utrasninger på fjordsiden, hovedsakelig langs skredrenner (se bilde 3.4.5) Målinger av foliasjon viser at den heller mot sin respektive skredside, noe som ikke kommer som noen overraskelse når man ser på figur 3.4.5. Man ser at overflaten bikker mot fjordsiden etter underordnet utrasing. Legg også merke til at man ser forkastningen mellom blokken og Falsnestind på figur 3.4.4..

På Figur 3.4.5 ser man området fra Sør mot Nord. Man ser god den skarpe forkastningen mellom blokk C og D, samt at blokk D har to konvekse flater. Det kan se ut som at Blokk D er to kileformede blokker som igjen er kilt mellom Falsnestind og Blokk C.



Figur 3.4.4 Bilde av blokk D med Falsnestind 1060m, sett mot NV. Forkastningssone i forgrunnen, D blokkens overflate hellende mot NØ, og Falsnestind med varde. Man skimter forkastningen mellom Falsnestind og blokken. Rødt 5 meter langt telt for størrelse, varden på Falsnestind ca 1.6 m. Storfjorden i bakgrunnen.



Figur 3.4.5 Bilde av Blokk C, D og E 1 fra høyre mot venstre. Mer den skarpe forkastningen mellom Blokk C og D, og hvordan det er to konvekse områder i blokk D, Hele blokk D er tolket til å være en graben, som ligger kilt mellom Falsnestind 1060m og blokk c. α markerer overflate som heller mot fjordsiden.



## Blokk E<sub>1</sub> og E<sub>2</sub>

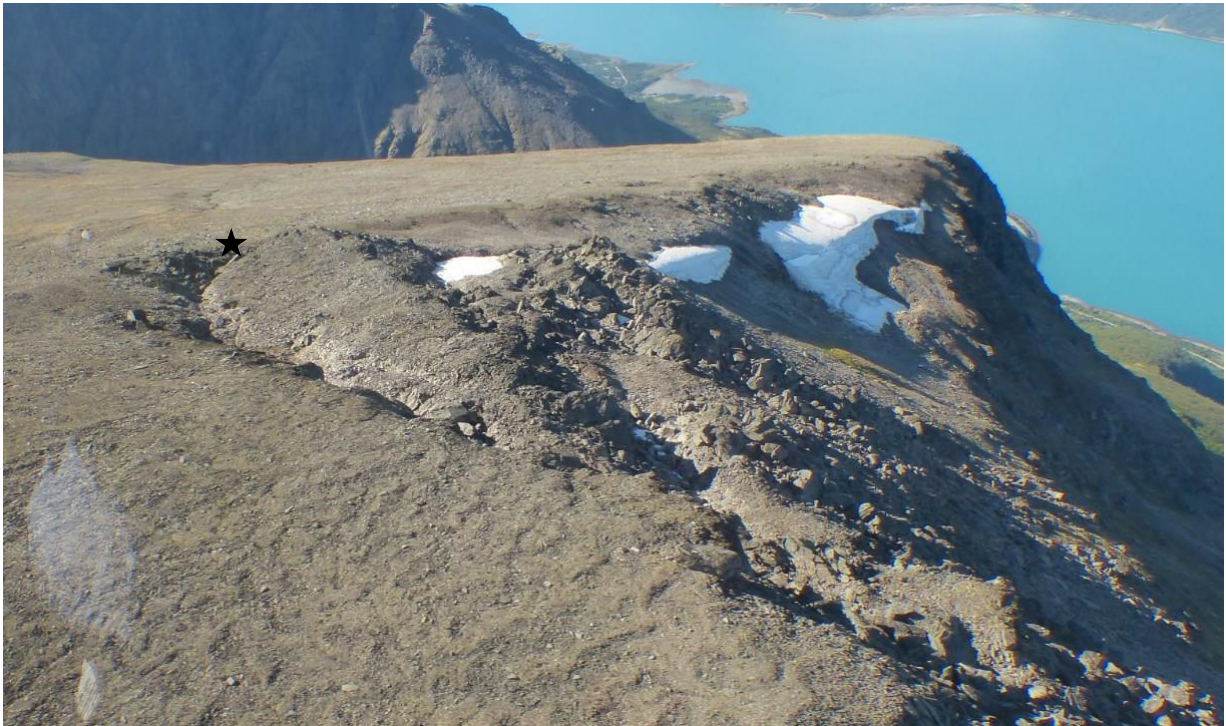


*Figur 3.4.6 Bilde tatt mot SØ. Nedglidd fjellparti, blokk E<sub>1</sub> midt i bildet foran. Kan skimte blokk E<sub>2</sub> oppe til høyre (grønn linje viser omriss). Legg merke til «joint saturated» berggrunn nede i fjellpartiet. Glideplan sees ned til høyre, ned til venstre (gule linjer) og utrasing rett mot. Lineamenter på E<sub>1</sub> flaten.*

### Blokk E<sub>1</sub>

Ser ut til å ha sklidd langs et plant glideplan, og ikke å være rotert. Flaten på blokken er inntakt men viser tydelige tegn på svake soner. Det er også lineamenter som ligger parallelt med fronten, se figur 3.4.2

## Blokk E 2



Figur 3.4.7 Bilde over Blokk E 2. Roterte blokker sees tydelig. Stjerne markerer hvor bildet i figur 3.4.8 er tatt.

Figur 3.4.7 viser blokk E2, som virker å ha sklidd ut på et glideplan med listeriske forkastninger mellom blokkene. Bergarten har en mye bedre foliasjon enn hva jeg har sett andre steder i skredet. Noe man legger merke til ved oppknusingsgraden. Disse blokkene er nærmest totalt desintegrerte, selv om overflaten ser relativt intakt ut.



Figur 3.4.8 Bilde tatt mot Nord, fra stjernen man ser i figur 3.4.7. Rotert blokk E 2.

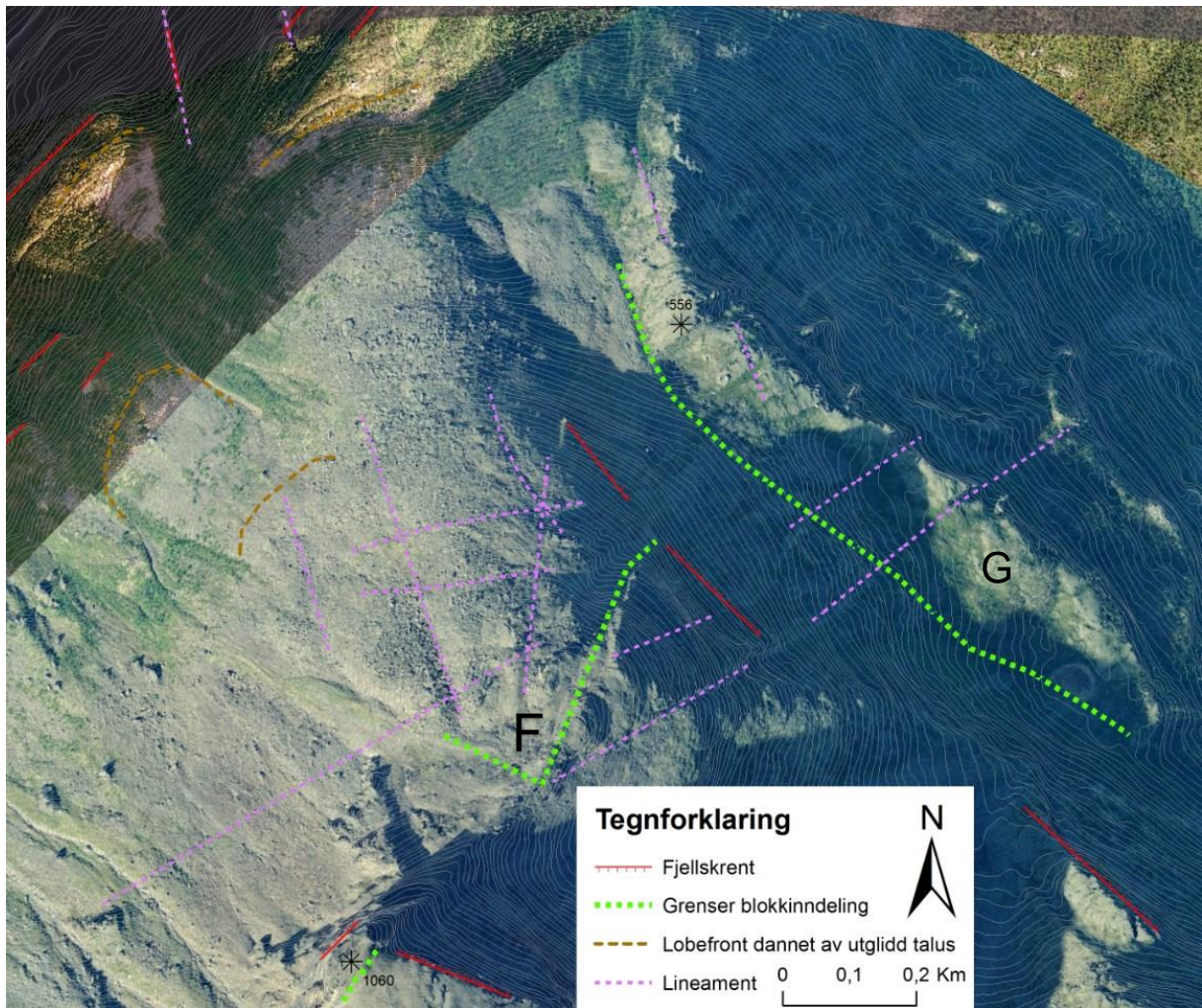
De to blokkene E1 og E2 deler den samme forkastningsonen, men ser ut til å ha forskjellig glideplan, noe som gjør oppknusningskraden av blokkene forskjellige. Mer om dette i diskusjonen.

I figur 3.4.9 er det et bilde av forkastningssonen mellom blokkene E<sub>1</sub> og 2 og Toppflaten. Toppflaten ender med at foliasjonen endrer seg kraftig. På bildet ser man at en fold til høyre, lenger til venstre er det ingen fold, men kun bratt helling. Foliasjonen i bergarten endrer seg langs forkastningssonen, og stedvis opptrer bergarten som kompakt uten klar foliasjon eller sprekkeretninger.

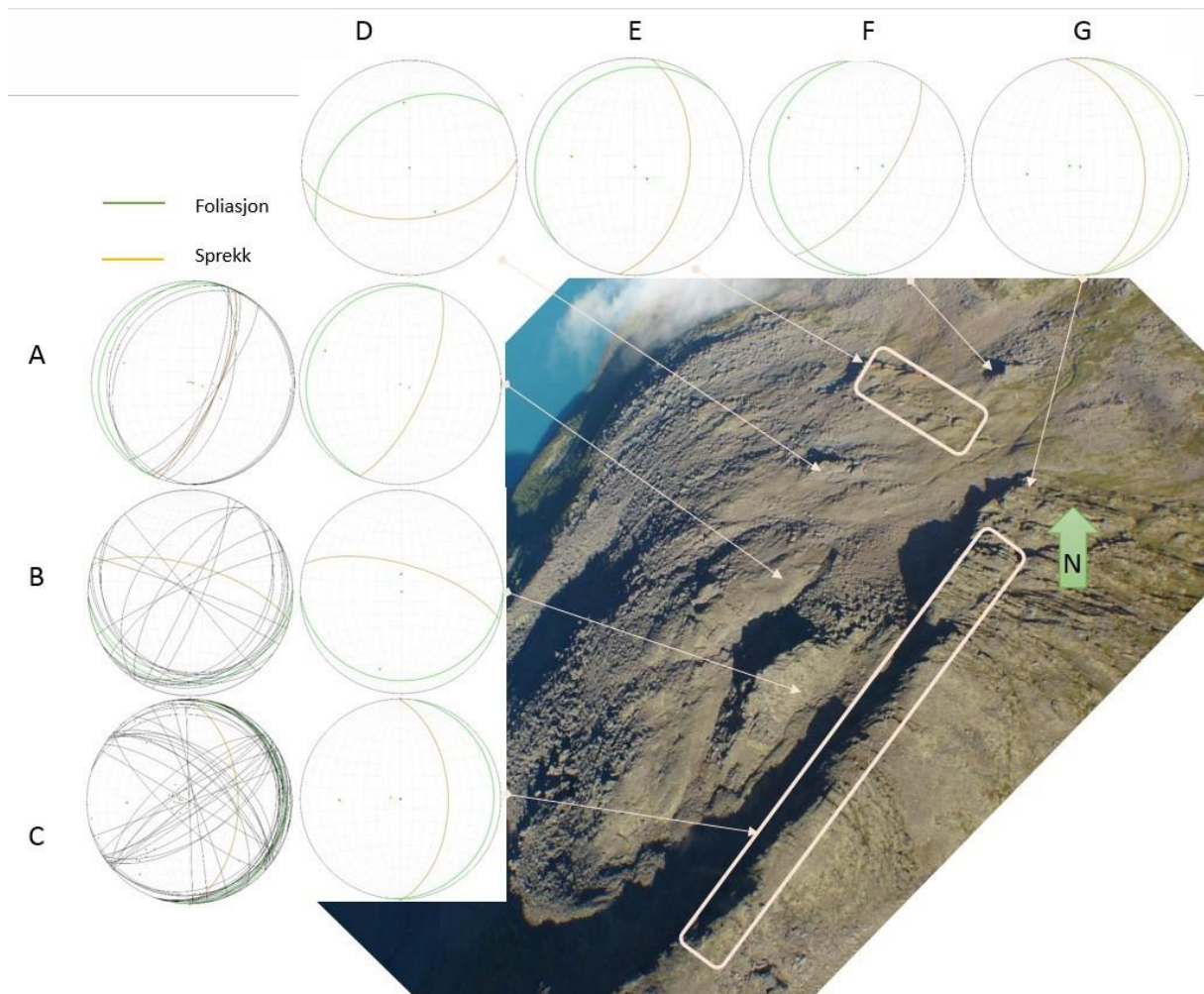


*Figur 3.4.9 Bilde av forkastningssonen mellom blokk B og E<sub>1</sub> og E<sub>2</sub>. Kompass til høyre for størrelse. Rett ved kompasser er en fold hvor «foliasjonen» endrer seg fra 0 til 80 på en meters avstand. Lenger til venstre i bildet ser man flere meter med bratt foliasjon.*

## Blokk F



Figur 3.4.10 Flybilde over Blokk F og G. Inntegnet er lineamenter, fjellskrenter, lobefronter og avgrensinger av blokker.



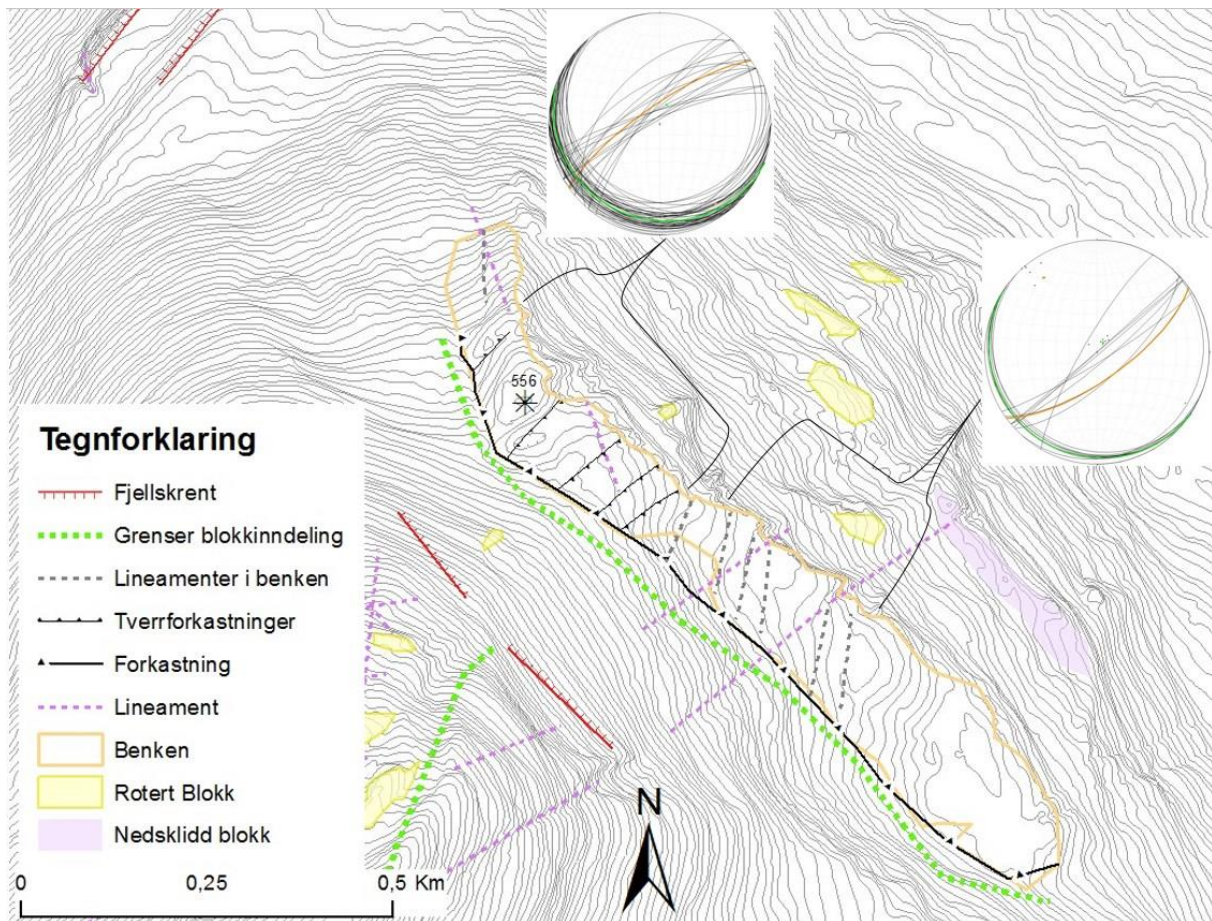
Figur 3.4.11 Flybilde over blokk G. Stereonett satt sammen av data fra strøk og fall målinger fra foliasjon og sprekker. Alle stereonet viser snittverdier, stereonet A-C viser også alle målinger for å vise at snittet ikke alltid viser de målte retningene. Bildet er tatt med en vidvinkel og rotert, det kan være enklere å se stereonettene i sammenheng med figur 3.4.10

Blokk F er et område preget av bevegelse i flere retninger.. På figur 3.4.10 ser man at det er flere lineamenter som går i NNV/SSØ retning, parallelt med den talusdekkede ryggen. Denne ryggen markerer grensen mellom den NV og NØ skredretningen. Flere av lineamentene i NØ/SV retning kan følges fra blokk G og inn i blokk F.

De forskjellige stereonettene gir god informasjon om bevegelsen i området. Målingene i stereonett C og G er helt like, og gir bekreftelse på at dette er fast fjell som foreslått tidligere i oppgaven. Snittverdien av målinger gjort i fast fjell utenfor område 2 og langs E6 viste 328/9. Det stemmer godt med målingene herfra. Ingen av de andre

stereonettene viser samme verdier som C og G , og tolkes til å ha vært i bevegelse. Å måle foliasjon med lav hellingsvinkel kan være vanskelig, og gi uriktige resultater. Flere av de målte blokkene har lik trend i sine verdier, dermed øker sannsynligheten for at de innsamlede dataene er riktige.

### Blokk G Benken



Figur 3.4.12 Kart over Blokk G. Grense for blokkindelning er kun for å avskjære området fra det andre og representerer ikke noen kontakt. Forkastningen er en teoretisk sannsynlig grense, den er dekket av løsmasser og kan ikke identifiseres. Tverrforkastninger representerer forkastninger som deler benken opp i flere mindre blokker, med klare avgrensninger. Nedsklidd blokk er dekket av vegetasjon og usikkert om den er rotert. Stereonet viser foliasjon i grønn og sprekk i oransje. Målingene er henholdsvis for den NV delen og den SØ delen.

Blokk G er området hvor det nedsklidde fjellpartiet «benken» ligger. At fjellpartiet har vært i bevegelse er en antakelse, ettersom det ikke er noen tydelig forkastningsone, den er dekket av nedrast talus. Foliasjonen heller dog svakt mot SV noe som peker mot bevegelse, ettersom fast fjell i område 2 har en foliasjon slakt mot øst. Men måten benken har sprukket opp i deler og dannet «tverrforkastninger», er et godt bevis på at det har vært bevegelse. Tverrforkastningene er parallelle med lineamentene (de lilla). På figur 3.4.12 viser målinger fremstilt med stereonet at selv om den NV delen av benken har hatt mer bevegelse mellom blokkene, er målingene tilnærmet identiske. Det tyder på at tverrforkastningene er plane og blokkene ikke rottert.



*Figur 3.0.4.13 Bilde av Benkens frontparti. Legg merke til utglidde blokker med tilsynelatende horisontal foliasjon, samtidig som det forekommer toppling fra Benken.*

De tilsynelatende uroterte blokkene i figur 3.4.13 viser at det sannsynligvis er flere glideplan i fronten av Benken som fjellsiden har sklidd ut langs, I figur 3.3.3 ser man godt endringen mellom bratt og slakt, og endringene ligger paralelt med benkens framside.

### Kort oppsummering av blokkene

Blokkene oppfører seg forskjellig fra hvor i skredet de ligger. Det er forskjeller i bergartssammensetningen, og hvor god foliasjon som er utviklet. Samtidig er det plutselige store endringer i foliasjonens helling, grunnet det som mest sannsynlig er folder av forskjellig størrelse.



## Kapittel 4 Diskusjon:

### 4.1 Innledning:

I diskusjonen vil jeg prøve å sette sammen de forskjellige tektoniske blokkene til et sammensatt bilde av fjellskredet. Utifra målinger og observasjoner vil jeg tolke og klassifisere deres bevegelser. Jeg vil også gå litt inn på risikoanalyse, ettersom det både er et attraktivt turområde og at E6 går langs fjordsiden.

### 4.2 Diskusjon og tolkning av forkastninger.

Jeg velger å dele opp forkastningene i to grupper, etter kriteriet om høyden på forkastningssonen. De to blokkene som har en høyere forkastningssone enn 5 meter er blokken E<sub>1</sub> og F. Begge disse blokkene har en forkastningssone som går NNØ\SSV, men ligger i hvert sitt område. Blokk F ligger på grensen mellom NV og NØ skredretning, mens Blokk E<sub>1</sub> henger ned fra toppflaten.

#### Blokk E<sub>1</sub>

Høyden på forkastningssonen er ca 60 m. Store deler av sonen er dekket av talusmateriale, men langs kanten av toppflaten er det også fjell, tidligere vist på figur 3.4.9. Foliasjonen blir liggende veldig bratt, og vil danne et godt glideplan. Ser man litt sør for blokk E<sub>1</sub> er det en bolleform (under E<sub>2</sub>, se fig 4.1.2), hvor fjellsiden viser et godt glideplan. Foliasjonen er dog ikke bratt, men som sett mange steder rundt på Falsnesfjellet, har bergarten en tendens til å sprekke opp og danne interne «glideplan» (fig 4.1.1).



Figur 4.1.1 A og B viser oppsprekking internt i en blokk og hvordan blokken skiller seg. C viser hvordan en blokk da kan «skli» nedover samtidig som den har tilnærmet uendret foliasjon. Blokken «sklir» ved at den blir erodert i bakkant.

Det kan tenkes at glideplanet til blokken E<sub>1</sub> ser noe slik ut, som i C (fig 4.1.1).

Forskjellen mellom Blokken E<sub>1</sub> og bollen lenger sør blir da at mens blokken (E<sub>1</sub>) skled nedover og stoppet, så var det total kollaps lenger sør og glideplanet ligger nå i dagen. Man kan forresten se at i fjellveggen som går sørover har det vært utglidninger. Hvis et større parti løsner fra denne veggen kan det nå langt nedover fjellsiden.

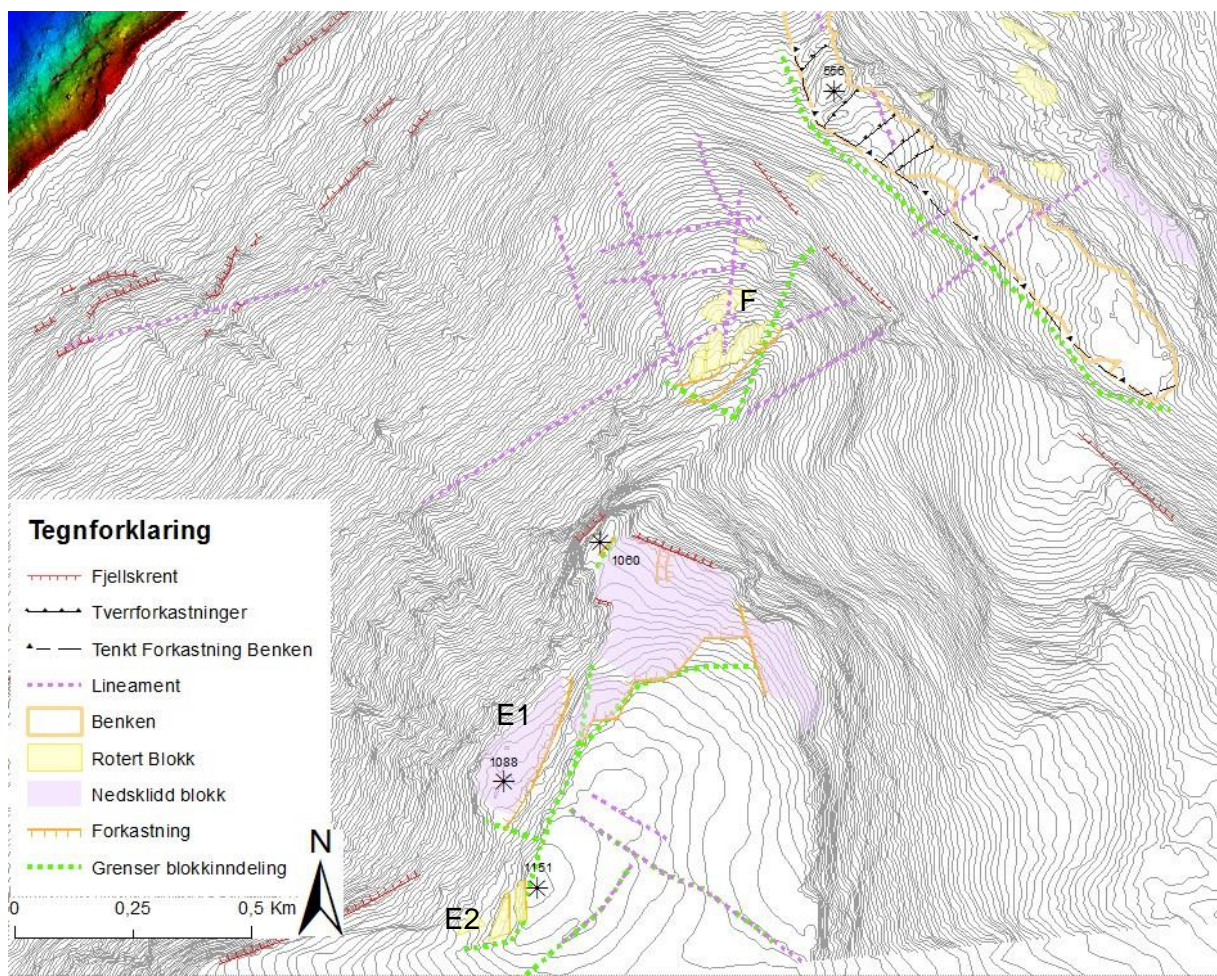
10. Mars 2014 (óg noen dager etterpå) gikk det snøskred over E<sub>6</sub>, Det er stor sannsynlighet for at utløsningsområdet var i bollen under E<sub>2</sub>, ettersom det kom ut av skredløpet/bekkekanalen som går rett under dette området. I følge vegvesenet har ikke veien vært stengt av snøskred siden 1998. En steinblokk stengte veien i 2011.

#### Blokk F

Blokk F er den mest komplekse blokken, og veldig mange teorier om den er blitt forkastet. Den har en veldig klar forkastning i NØ/SV retning, og forkastningsonen er opptil 30 meter høy. På figur 3.4.11 ser man målingene gjort presentert i stereonet. Det viser at de fleste av de roterte blokkene har svak foliasjon mot vest.

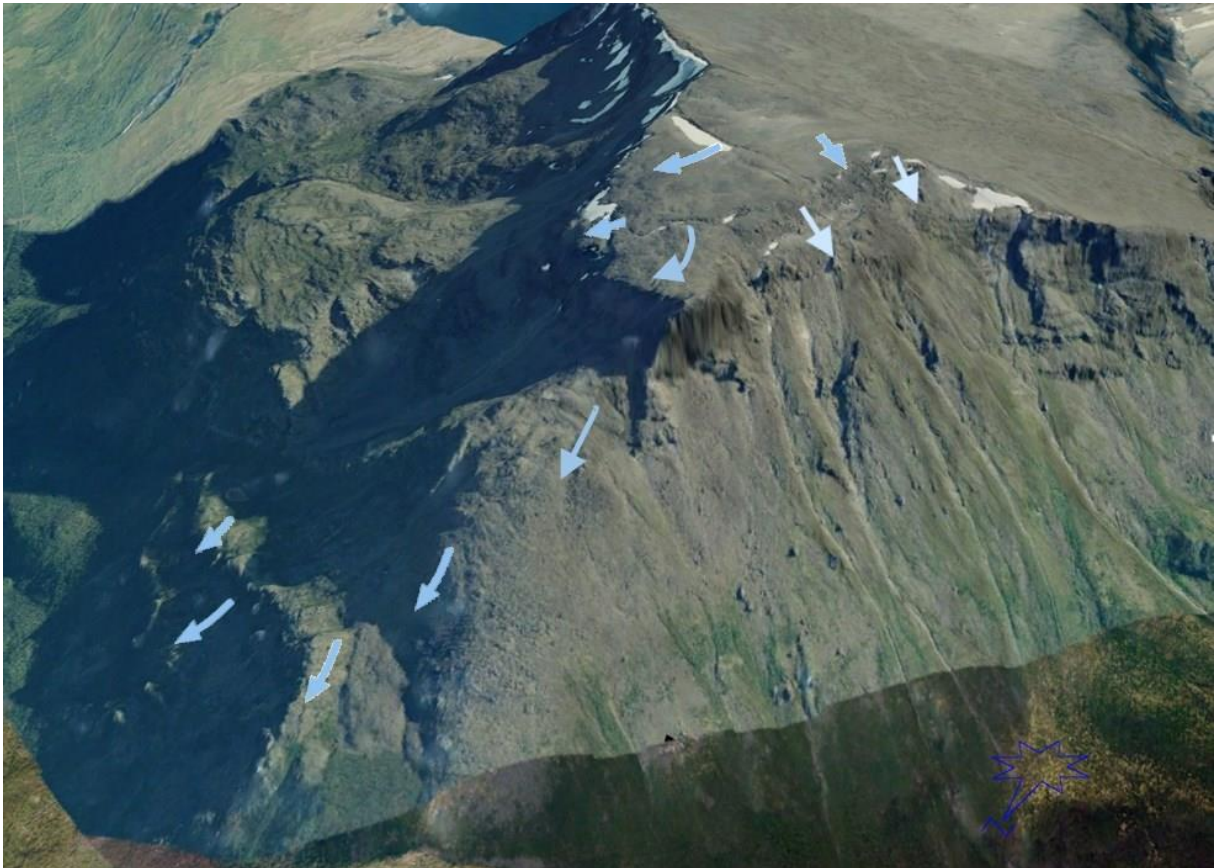
Min tolkning av dette er at mesteparten av den talusdekkede ryggen må ha beveget seg i nordlig retning. Lineamentene som går NNV/SSV er definitivt svakhetssoner, men muligens også forkastninger. Dekket til av utrast talus som følger helningen i fjellsiden som heller mot NV.

Ryggen som representerer ligger, danner dermed ikke rett normalforkastning, men en oblik forkastning. Hvis man følger forkastningen ned mot benken så sammenfaller den med en av de største tverrforkastningene i benken. Og det er NV for denne benken har hatt størst bevegelse. Hvis den ene tverrforkastningen sammenfaller med en forkastning i F blokken, så er det også stor sannsynlighet for at de andre gjør det, og det er svake lineamenter (ikke inntegnet) som kan tyde på dette. Det gir da en forklaring på ujevnhetene man ser langs den talusdekkede ryggen se figur 3.3.3. (for klarhets skyld. Ryggen som går mot NV langs grensen mellom område 2 og 3.) De er dannet av små forkastninger.



Figur 4.1.2 Kart over Falsnesfjellet. med Blokkene E1, E2 og F.

## Kapittel 5, Konklusjon



*Figur 5.1.1 Utklipp fra norgei3d. Ser mot SSV, se nordpil nede til høyre. Pilene viser tolket bevegelsesretning på blokkene. På toppflaten er det en pil på hver blokk. På blokk F og G er det flere fordi områdene er store og komplekse.*

Fjellskredet ved Falsnesfjellet har gjennom arbeidet vist seg å være komplekst. Ikke bare på grunn av mange forkastninger, men at de er dekket av talus, som følger overflatens helling og ikke bryr seg om forkastninger som går ned i dypet.

Den slake talusdekkede ryggen (se utredning i 4.2) har også vært et stort spørsmål. Hvordan kan det være grov kantet talus på en relativt slak rygg. Normalt står jo ryggen stille, mens det raser på sidene. I 4.2 viser jeg til hvordan bevegelsen kan ha vært, men ikke hvordan den oppstod.

Forkastninger er drevet av gravitasjon, men Falsnesfjellet har flere forkastninger som ikke har så store høydeforskjeller mellom blokkene eller noen fremtredende glideplan, samt denne relativt slake ryggen med grov talus. Det tyder ikke på kun gravitativ

utglidning, det må ha vært noe som har trigget dette, og jeg tror det har vært et jordskjelv. I Normannvikdalen, 40 km nord for Falsnesfjellet er det påvist en forkastning som man tror ble dannet av et jordskjelv som målte 6.5 på richter skala (Blikra 2002). Jeg mener Fjellskredet ved Falsnesfjellet kan ha blitt trigget av denne hendelsen.

#### Risikovurdering:

Jeg har selv sett ferske kutt i trær langsmed bolsmannsveien som går opp til 556m. Kutt laget av blokker som må ha kommet fra lenger opp i Fjellsiden. Det er flere fjellskrenter hvor blokker kan rase utfra under 500 moh, så det må ikke komme fra toppen. Falsnestinden har flere blokker som ligger på kanten, det er tårn og klippepartier som kan rase ut når som helst fra blokken E1. At det kommer til å rase ut er sikkert, men når og hvor mye som kommer er vanskelig å beregne.

## Referanser:

Blikra, Lars Harald. Store fjellskred i Troms: Ottar; Jordskjelv i Nord-Norge (241/2002)

Bunkholdt et al. 2013.

The Role of Inherited Structures in Deep Seated Slope Failures in Kåfjorden, Norway

Corner, G.D. & Eilertsen, R.S. 2013.

Marine geological cruise with RV Hvas to Skibotn and Storfjorden, Troms, northern Norway (deltas and colluvial fans), 23-26 September 2013.

Cruise report, Department of Geology, University of Tromsø, 20 pp.

Eriksen, Harald Øverli, 2013 Slope displacement patterns observed using satellite InSAR data in the Storfjord-Kåfjord-Lyngen region, Troms

Rasmussen, Elisabeth, 2011

Fjellskred i Laksvatnfjellet, Balsfjord, Troms: indre struktur, morfologi og skredmekanismer

