

Tysvær kommune

Faresonekartlegging

Alvanuten, Aksdal

Tysvær kommune

2015-05-04 Oppdragsnr.: 5152103



J01	2015-05-04	Faresonekartlegging			
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Gjeldende retningslinjer	6
1.3	Grunnlagsmateriale	6
1.4	Utførte undersøkelser	7
2	Grunnforhold og observasjoner	8
2.1	Områdebeskrivelse	8
2.2	Berggrunn og oppsprekking	10
2.3	Løsmasser og vegetasjon	11
2.4	Tidligere skredhendelser	12
2.5	Utførte sikringstiltak mot skred	12
3	Klima	15
3.1	Klimatiske forhold	15
3.2	Klimastatistikk	16
4	Vurdering av skredfare	19
4.1	Generelt	19
4.2	Jord- og flomskredfare	19
4.3	Fare for snø- og sørpeskred	20
4.4	Fare for steinsprang	21
4.5	Fare for fjellskred	23
5	Fastsettelse av faresonegrense	24
5.1	Dimensjonerende skredtyper	24
5.2	Forutsetninger for fastsettelse av faresonegrenser	24
5.3	Vurdering av fare for skred og restrisiko	24
5.4	Bruksområder for faresonekart	25
6	Referanser	26
Vedlegg		
A: Beregningsmodeller		
B: RocFall - Inputparameter		
C: Kart		

Sammendrag

Norconsult AS har på oppdrag fra Tysvær kommune gjennomført faresonekartlegging ved Alvanuten i Åksdal. Skredfare er vurdert etter krav i Plan og bygningsloven og tilhørende byggt teknisk forskrift (TEK10). Alle skredtyper er vurdert og det er utarbeidet faresonekart for området.

Det er tidligere gjennomført sikring mot steinsprang etter skredfarevurderinger utført av Multiconsult AS. Dette inkluderer steinsprangvoll ovenfor terrassehus og boltesikring av en berghammer. Utførte tiltak er tatt med i vurderingen for fastsettelse av faresonegrenser i denne rapporten. Sikringstiltak, særlig bergsikringsbolter, har begrenset levetid og det forutsettes at utførte tiltak følges opp og rehabiliteres etter behov.

Sikring og stabilitet av utsprengte og sikrede bergskjæringer bak terrassehus er ikke vurdert i denne rapporten.

Det vurderes ikke å være fare for flom-, jord- eller sørpeskred for området. Det er et potensielt løснеområde for snøskred langs svaflater øst i området, men på bakgrunn av klimatiske forhold vurderes snøskredfaren å være liten. Dimensjonerende skredtype er vurdert å være steinsprang. Skredfaren er vurdert etter dagens situasjon i henhold til retningslinjer fra NVE.

Det er fastsatt faresonegrenser for årlig nominell sannsynlighet for skred på 1/100, 1/1000 og 1/5000 som tilsvarer sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 iht. TEK10.

Deler av østlig område ligger innenfor faresone 1/5000. All bebyggelse er vurdert å ligge utenfor faresone 1/1000 med unntak av et par garasjer øst i området. Ingen bebyggelse ligger innenfor faresone 1/100.

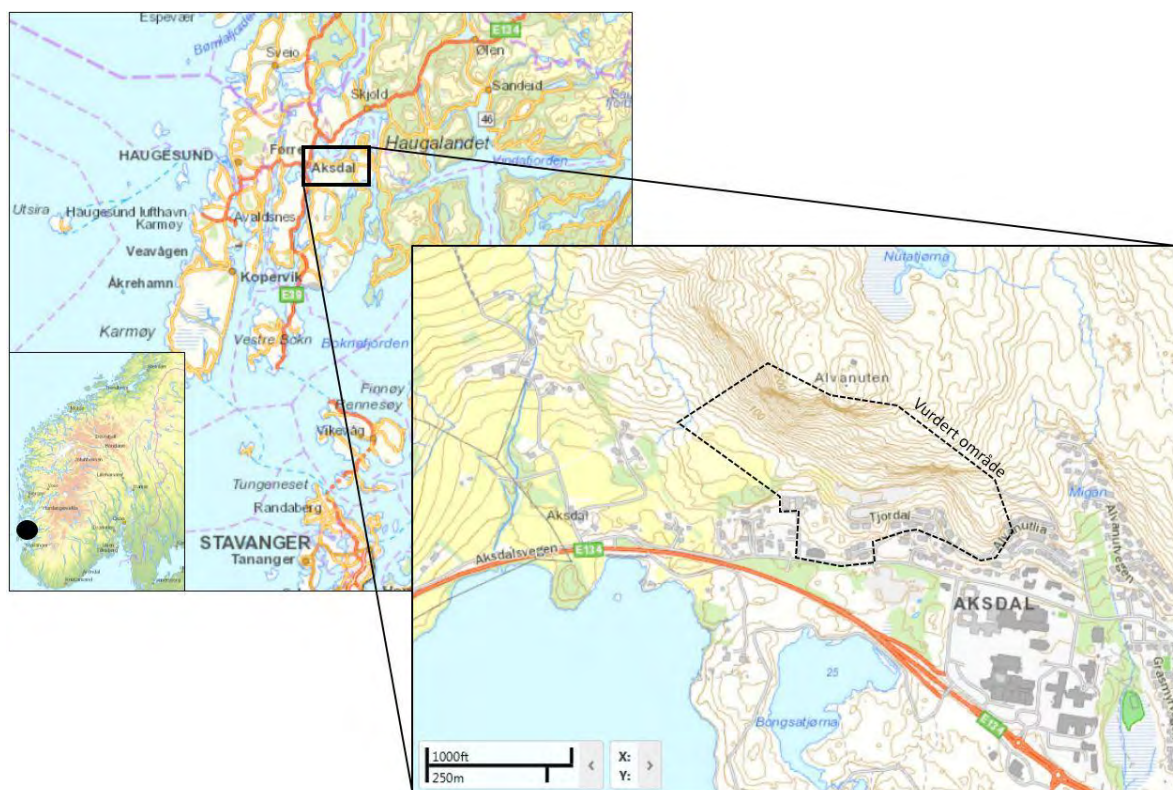
Faresonekart er godkjent av NVE som grunnlag for vurderinger av reguleringsplaner og byggesøknader, og vil dermed gjelde over eventuelle aktsomhetsområder for området.

1 Innledning

1.1 BAKGRUNN

På oppdrag fra Tysvær kommune har Norconsult AS fått i oppdrag å gjennomføre faresonekartlegging for et større område ved kommunesenteret i Åksdal. Området som er vurdert og omtalt i denne rapporten omhandler skredfare fra potensielle løснеområder under Alvanuten, se Figur 1.

I følge aktsomhetskart tilgjengelig på www.skrednett.no utarbeidet av NVE ligger det aktuelle området innenfor aktsomhetsområder for snøskred, steinsprang, jord- og flomskred. Det er derfor nødvendig at skredfare vurderes for å fastsette faresonegrenser for dimensjonerende skredtype i henhold til gjeldende retningslinjer for arealplanlegging og byggesak i planområdet.



Figur 1: Oversiktskart som viser området som er kartlagt og vurdert med hensyn på skredfare etter gjeldende retningslinjer. Kilde: (NVE, 2015)

1.2 GJELDENE RETNINGSLINJER

Krav til sikkerhet som skal legges til grunn ved regulering og bygging i skredfareområder er gitt i forskriften «Veiledning om tekniske krav til byggverk» (TEK 10) § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2015), med hjemmel i plan- og bygningsloven (Pbl.) §28-1 og §29-5. Rapport nr. 2 «Flom- og skredfare i arealplaner» fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE, Flom- og skredfare i arealplaner, 2014a) gir retningslinjer for hvordan offentlig aktsomhetskart og faresonekart kan brukes til å identifisere skredfareområder.

I henhold til TEK 10 skal byggverk og tilhørende uteareal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred slik at krav til nominelle årlige sannsynlighet ikke overskrider kravet til sikkerhetsklassen som tiltaket tilhører, se Tabell 1. Retningsgivende eksempler til bestemmelse av sikkerhetsklasse er beskrevet i TEK 10.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområder (Kommunal- og regionaldepartementet, 2015)

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	Liten	1/100
S2	Middels	1/1000
S3	Stor	1/5000

Norconsult har fått i oppdrag å fastsette alle faresonegrenser (S1, S2 og S3) for området som er kartlagt. Skredfare vurderes og kartlegges i henhold til dagens situasjon (terreng, vegetasjon, bebyggelse osv.) iht. retningslinjer fra NVE.

1.3 GRUNNLAGSMATERIALE

Følgende grunnlagsmateriale er benyttet i utarbeidelsen av denne rapporten:

- Topografisk kart hentet fra NVE Atlas (NVE, 2015)
- Flybilder og 3D-terrengmodell fra Tysvær kommune og hentet fra NVE Atlas (NVE, 2015)
- Digital terrengmodell med 1 m koter mottatt fra Tysvær kommune
- Bakkebasert laserdata mottatt fra Tysvær kommune
- Berggrunn- og løsmassekart fra Norges geologiske undersøkelse (NGU, 2015)
- Aktsomhetskart for steinsprang, flom- og jordskred og snøskred (NVE, 2015)
- Historiske klimadata og sanntidsobservasjoner fra meteorologisk institutts vær- og klimadatabase (eKlima) (Meteorologisk institutt, 2015)

- «Flaum og skredfare i arealplanar», retningslinjer nr. 2/2011 med vedlegg (NVE, Flom- og skredfare i arealplaner, 2014a)
- «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak» (NVE, 2014b)

Det er tidligere gjennomført skredfarevurdering av Multiconsult i forbindelse med reguleringsplan for boligområde og utbygging av terrasseblokker (HAUBO borettslag) mellom 2004 og 2006. Flere notater med utført skredfarevurdering og vurdering av tiltak er mottatt fra Tysvær kommune (Multiconsult, 2004; 2005a; 2005b; 2006a; 2006b).

1.4 UTFØRTE UNDERSØKELSER

Norconsult har utført skredkartlegging for det aktuelle området. Befaringen ble gjennomført av ingeniørgeologene Inger Lise Sollie, Kristian Loftesnes og Torgeir Sandøy 9. april 2015. Under befaringen var det 8°C, overskyet og lett yr.

Det aktuelle området ble kartlagt til fots. Blokker i terrenget, blokkstørrelser, terrengformer, vegetasjon og eksisterende rassikringstiltak ble registrert og vurdert med tanke på dagens skredfaresituasjon. Potensielle løseområder for reelle skredtyper og sannsynlige skredbaner ble vurdert.

Se vedlagte registreringskart og oversikt over befart område som viser området som er vurdert og oversikt over observasjonene og registreringen som ble gjort under befaringen (Kart nr. 02 og 03). Deler av området var ikke tilgjengelig for kartlegging på grunn av bratt helning og tett vegetasjon.

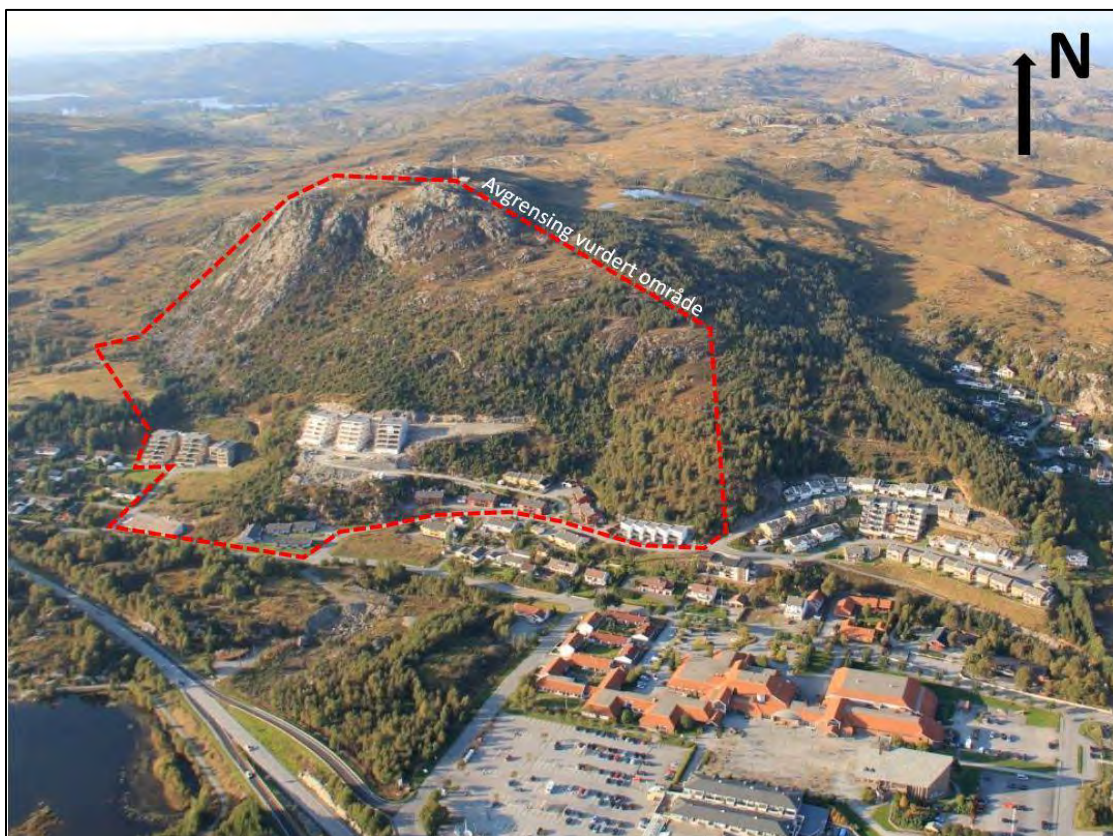
Faresonegrenser for reelle og dimensjonerende skredtyper er vurdert og fastsatt basert på:

1. observasjonene og registreringene gjort i felt
2. vurderinger basert på tilgjengelig grunnlagsmateriale
3. resultater fra beregningsmodeller som er benyttet

2 Grunnforhold og observasjoner

2.1 OMRÅDEBESKRIVELSE

Området som er vurdert faller mot sørvest fra Alvanuten (224 moh.) som ligger nordvest for Åksdal sentrum, se Figur 2. Vest i området renner en bekk og skråningen går ned til et myrområde. I østre del går skråningen ned til eksisterende bebyggelse. I skråningen er det urmateriale, spredte steinblokker, åpne områder vegetert med gress og mose og stedvis tett med einer og andre mindre buskvekster. Området er omtrent 800 meter bredt og største høydeforskjell er ca. 170 m. Skråningen har en helning på ca. 20° i nedre del til opp mot 80° på toppkant, se vedlagt helningskart (Kart nr. 01). Stedvis er toppkanten vertikal med overhengende bergparti. Innenfor området finnes det flere mindre lokale bergskrenter.



Figur 2: Rød stiplet linje viser avgrensingen for området som er vurdert med tanke på skredfare. Skråningen ligger under Alvanuten og er vendt mot sørvest.

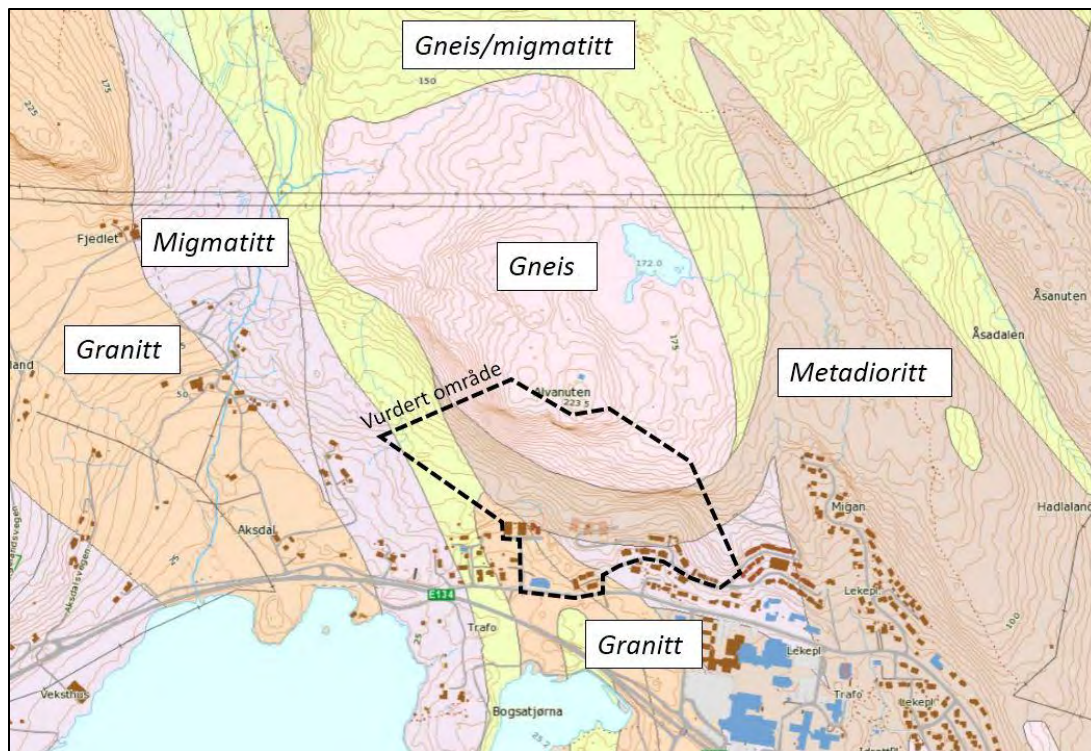
For videre henvisning i rapporten er området inndelt i fire ulike områder hhv. nordre, vestre, midtre og østre område, se Figur 3.



Figur 3: Flyfoto som viser områdeinndelingen som det er referert til senere i denne rapporten.

Terrenget er høyest i vestre og midtre del, mens det avtar i høyde i nord og øst. I øst har imidlertid bebyggelse kortest horisontalavstand til berghammere.

2.2 BERGGRUNN OG OPPSPREKKING



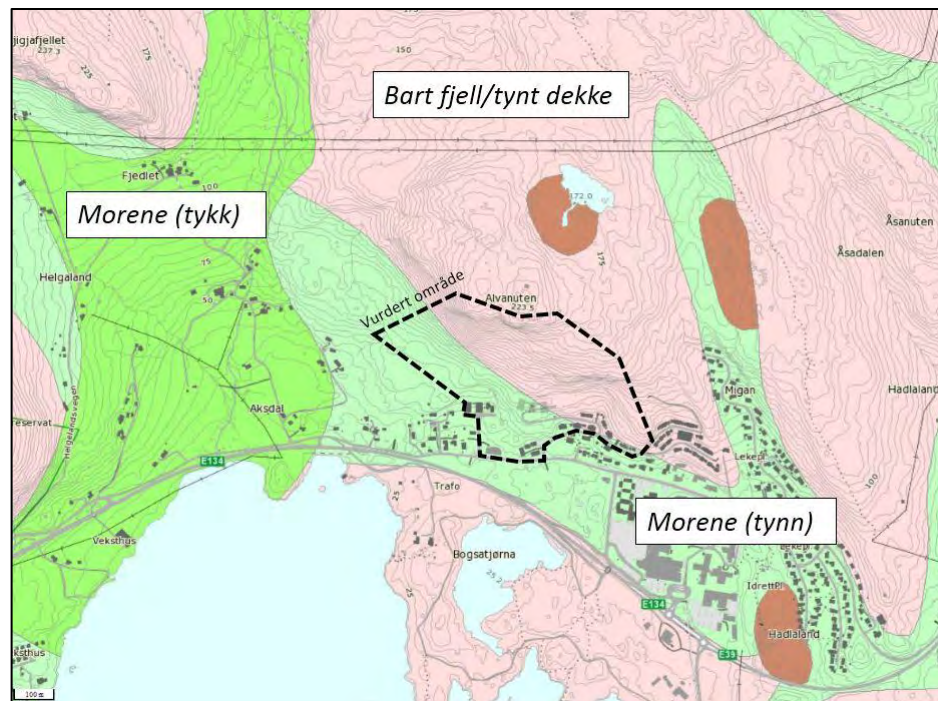
Figur 4: Berggrunnskart 1:50.000 fra NGU (NGU, 2015).

I henhold til berggrunnskart fra NGU (1:50.000) består berggrunnen i området av størknings- og omdanningsbergarter, hovedsakelig gneis og metadioritt (NGU, 2015). Dette samsvarer med observasjoner fra feltarbeid.

Bergmassen i området fremstår hovedsakelig som kompetent og massiv. Grad av oppsprekking varierer i det vurderte området fra tettere oppsprukket berg i øst til mer dominerende overflateparallel oppsprekking mot nordvest. I nordvest er det derfor mer svapreget overflate med bratte glideplan hvor flak/skiver kan gli ut. Under den bratte sørvendte hammeren fra Alvanuten (midt i området) dannes overheng grunnet kombinasjonen av den overflateparallelle oppsprekkingen og den mer flattliggende foliasjon som faller inn i bergmassen. Sammen med sporadiske sprekesett kan dette gi avløste blokker i berghammeren med potensiale for steinsprang.

Mot øst øker graden av oppsprekking, men høyde til løsnepunkt og bratthet av utløpsområde avtar også.

2.3 LØSMASSER OG VEGETASJON



Figur 5: Løsmassekart 1:50.000 fra NGU (NGU, 2015).

I følge løsmassekart fra NGU (NGU, 2015) forventes det tynt løsmassedekke i området som er vurdert. I nedre del av skråningen er det kartlagt morenemateriale.

Løsmassedekket er generelt observert å være tynt. Det er lite vegetasjon i området og består hovedsakelig av myr, lyng med lave buskvekster som f.eks. einer, se Figur 6. Spredt tynn bjørkeskog finnes i deler av terrenget, mest fremtredende øst i vurdert område.



Figur 6: Bilde tatt opp mot Alvanuten viser tynt løsmassedekke rundt bergblotninger og løse blokker. Vegetasjon er preget av lyng, einer og annen lav buskvekst.

2.4 TIDLIGERE SKREDHENDELSER

Det er ikke registret tidligere/historiske skredhendelser i det aktuelle området fra den nasjonale skreddatabasen, Skrednett (NVE, 2015).

Under befarings ble det ikke observert spor etter jord-, flom-, snø- eller sørpeskred i terrenget.

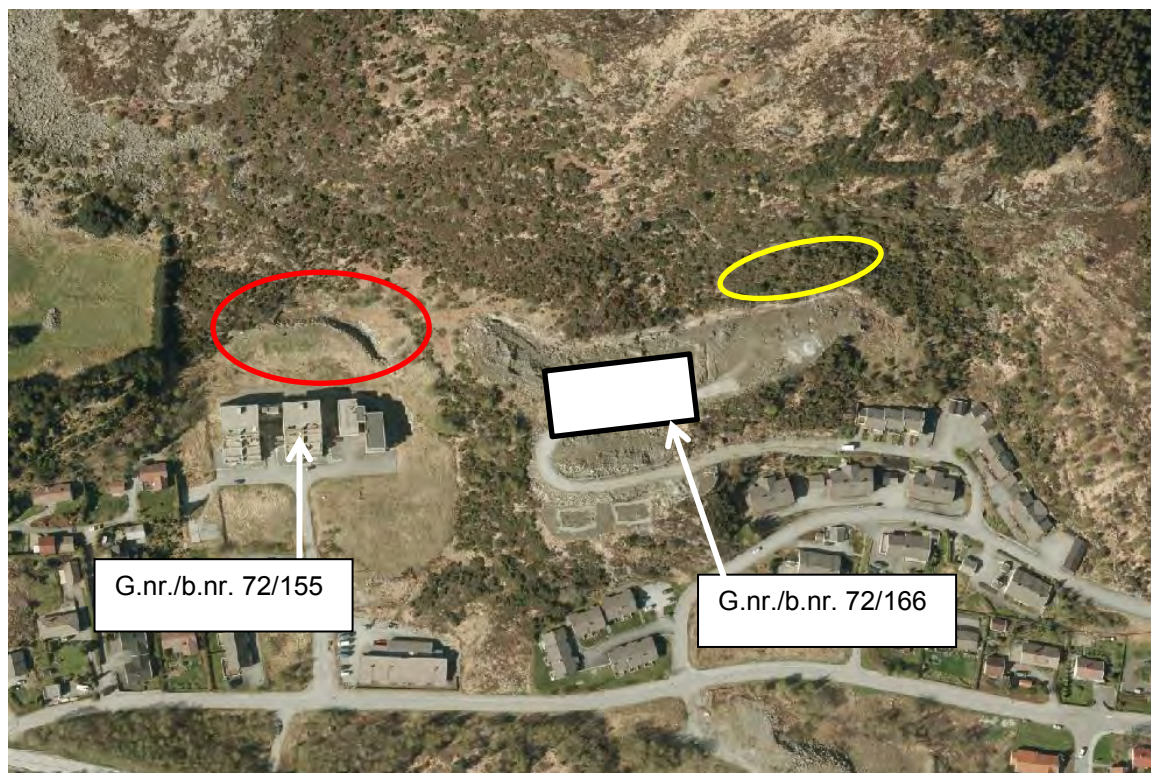
Det ble observert urmasser fra tidligere steinsprang og steinskred i hele området. Majoriteten av observasjonene er vurdert til å være eldre hendelser. Noen få nyere blokker fra steinsprang ble observert, men da hovedsakelig i øvre del av ur, se vedlagte registreringskart Kart nr. 02 og 03.

2.5 UTFØRTE SIKRINGSTILTAK MOT SKRED

Ved to lokaliteter er det utført skredsikringstiltak mht. steinsprang (boltesikring og voll), se vedlagt registreringskart for nærmere plassering og Figur 7. Tiltakene er utført på bakgrunn av skredfarevurderinger utført av Multiconsult, se Avsnitt 1.3.

Ovenfor terrassehus (G.nr/b.nr. 72/155) er det bygd en fangvoll for steinsprang. I henhold til utført skredfarevurdering av Multiconsult AS er denne dimensjonert for at terrassehus skal tilfredsstillende krav til årlig nominell risiko for skred på 1/1000 (Multiconsult, 2006b), se Figur 8.

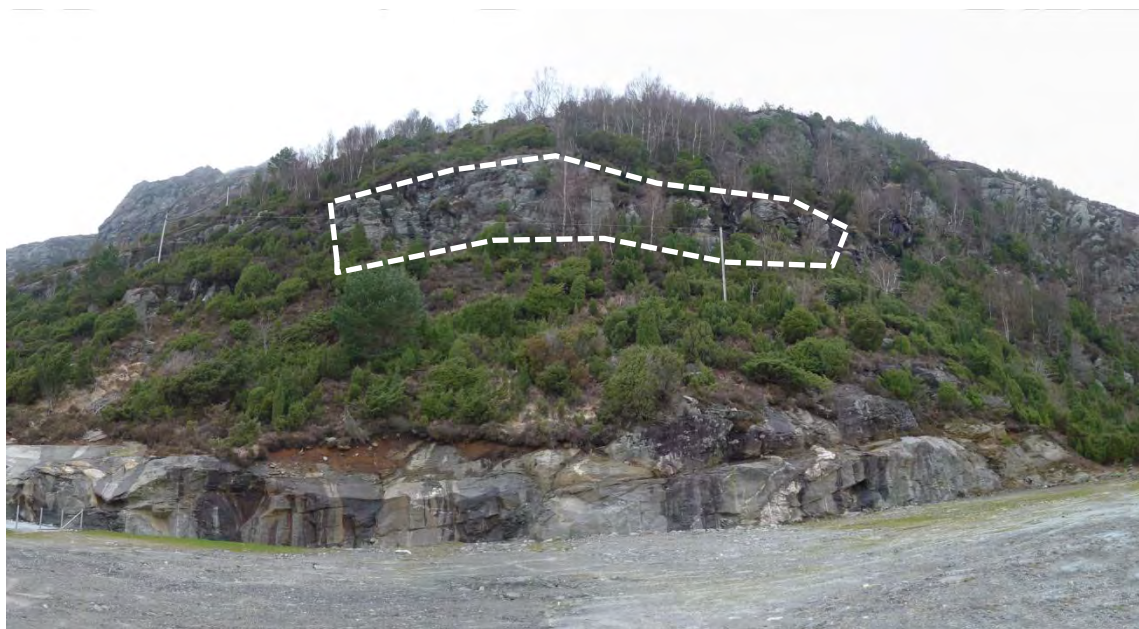
Øst for ny terrasseblokk (G.nr./b.nr 72/166) er det planlagt nye utbygginger. I et område er det utført bergrensk og boltesikring for å kunne oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot skred i henhold til utførte skredfarevurdering av Multiconsult AS (Multiconsult, 2005a; 2005b), se Figur 9.



Figur 7: Utsnitt fra ortofoto som viser plassering av skredvoll (rød sirkel) og området som er boltesikret (gul sirkel). Omtrentlig plassering av ny terrasseblokk er angitt (hvitt rektangel).



Figur 8: Skredvoll bak terrasseblokk.



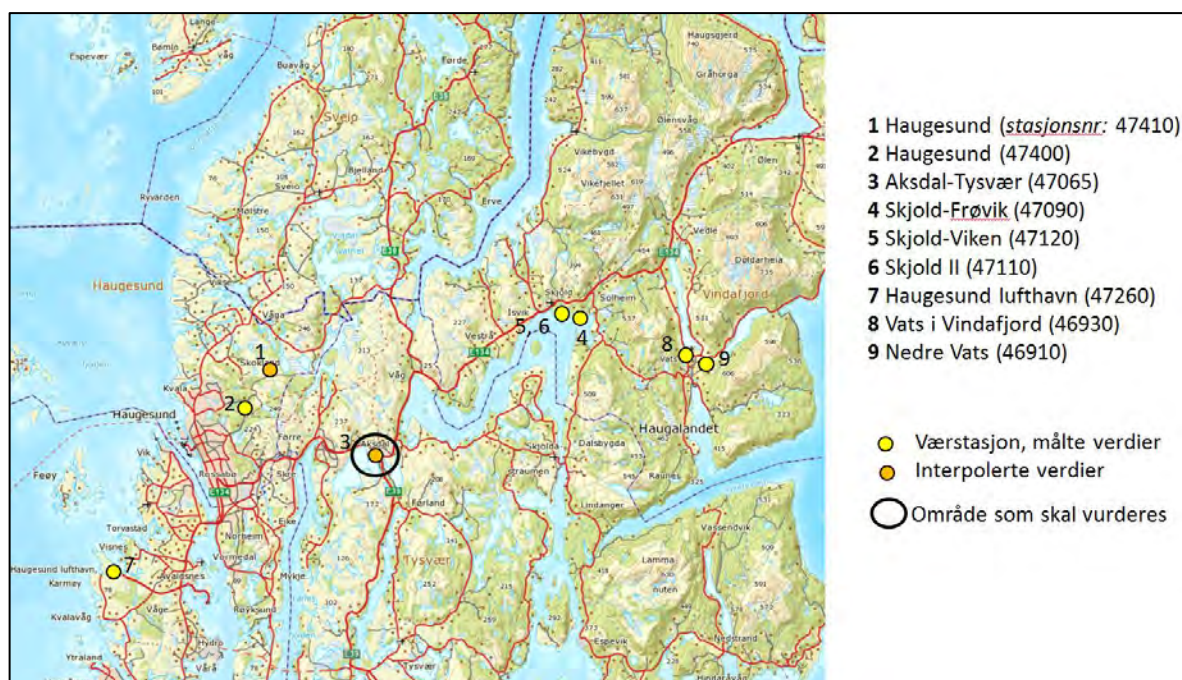
Figur 9: Boltesikret berghammer.

3 Klima

3.1 KLIMATISKE FORHOLD

For å se på klimatiske forhold og klimastatistikk ble nærliggende værstasjoner til Åksdal benyttet. I denne rapporten er data fra værstasjoner i Åksdal, Haugesund, Karmøy, Skjold og Vats brukt, se Figur 10.

All klimadata og statistikk er hentet fra Meteorologisk institutt sin vær- og klimadatabase «eklima» (Meteorologisk institutt, 2015).



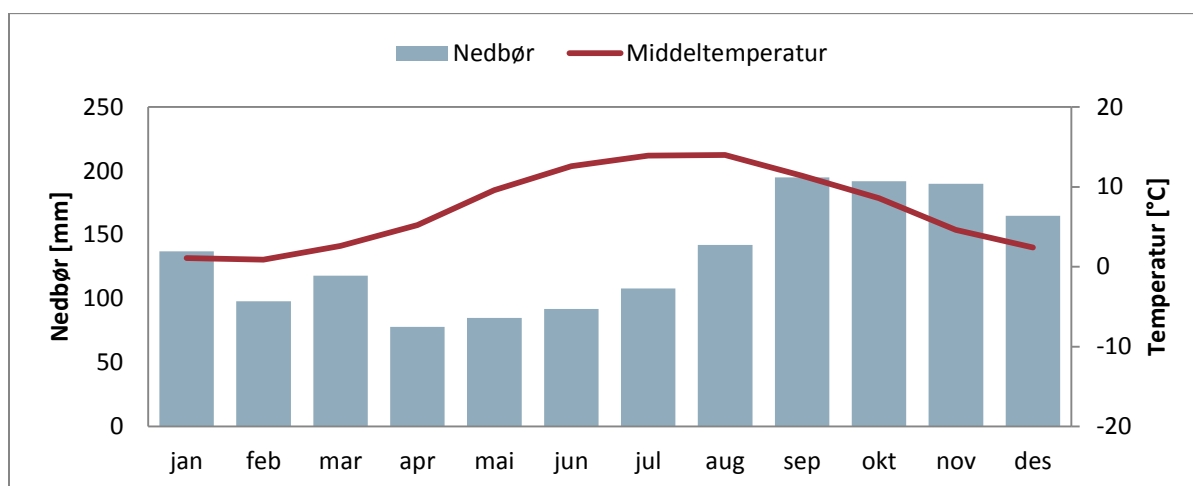
Figur 10: Oversikt over nærliggende værstasjoner til Åksdal som har blitt benyttet i klimanalysen.

Åksdal ligger rett øst for Haugesund ved Åksdalsvatnet som ligger på kote 25. Tysvær og Åksdal ligger derfor kystnært med kort veg til Førresfjorden og havet ved Haugesund. Samlingen av værstasjoner fra Haugesund ved kysten til Skjold og Vats lenger inn på Haugalandet antas derfor å være beskrivende for klimaet i Åksdal. Data ved stasjonen i Åksdal er interpolerte fra nærliggende værstasjoner.

3.2 KLIMASTATISTIKK

Data for nedbør og temperatur er basert på månedsnormaler fra 1961 – 1990. Tilgjengelig data for ekstremstatistikk varierer for hver stasjon ut fra måleutstyr og stasjonens levealder noe som vanskeliggjøre sammenligning av data for ekstremværstatistikk mellom ulike værstasjoner.

Gjennomsnittlig nedbør og middeltemperatur for Åksdal er gitt i Figur 11.



Figur 11: Månedsnormaler for Åksdal (stasjonsnr.47065), verdiene er interpolerte.

Som månedsnormalene viser så kan klimaet i Åksdal beskrives som et mildt kystklima. Årsmiddeltemperatur ligger på 7,2 grader. Til sammenligning er årsmiddeltemperatur for Nedre Vats 6,9 grader.

Normalnedbør og temperatur for månedsnormaler er sammenstilt for ulike værstasjoner i Tabell 2. Interpolerte verdier for Åksdal ligger like under normalene fra Skjold-Viken. Mer nedbør forventes i Nedre Vats som ligger lenger inne i landet og vi ser at Haugesund lufthavn ved kysten har mindre nedbør normalt.

Som Tabell 2 viser er årsmiddeltemperatur for Åksdal 7,2 grader, noe som samsvarer med de andre stasjonene og tyder på et mildt klima.

Tabell 2: Oversikt over normalnedbør for ulike værstasjoner. Vinterhalvåret er regnet fra oktober til mars.

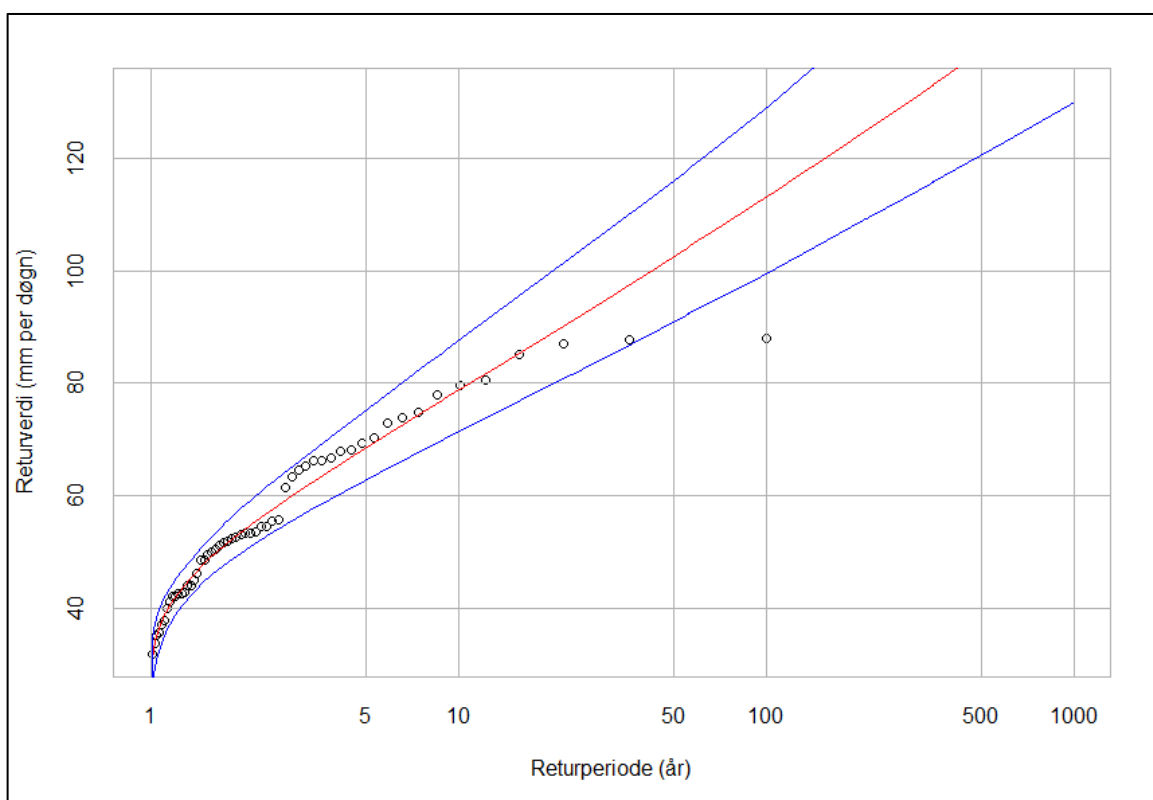
Værstasjon	Sommerhalvår [mm]	Vinterhalvår [mm]	Årsnedbør [mm]	Årsmiddeltemp. [°C]
Haugesund Lufthavn (47260)	560	710	1270	6,9
Åksdal (47065)	700	900	1600	7,2
Skjold-Viken (47120)	755	995	1750	N/A
Nedre Vats (46910)	927	1333	2260	6,9

Ekstremstatistikk for månedsverdier er kombinert for å finne maksimal døgnnedbør for stasjoner i Skjold, se Tabell 3. Her er data for stasjonene Skjold II (47110) og Skjold-Viken (47120) kombinert, noe som gir en måleserie fra 1957-2012. Maksimal registrert døgnnedbør i vinterhalvåret (okt-mar) er 87,7 mm.

Tabell 3: Ekstremstatistikk for månedsverdier som viser maksimal døgnnedbør for stasjoner i Skjold.

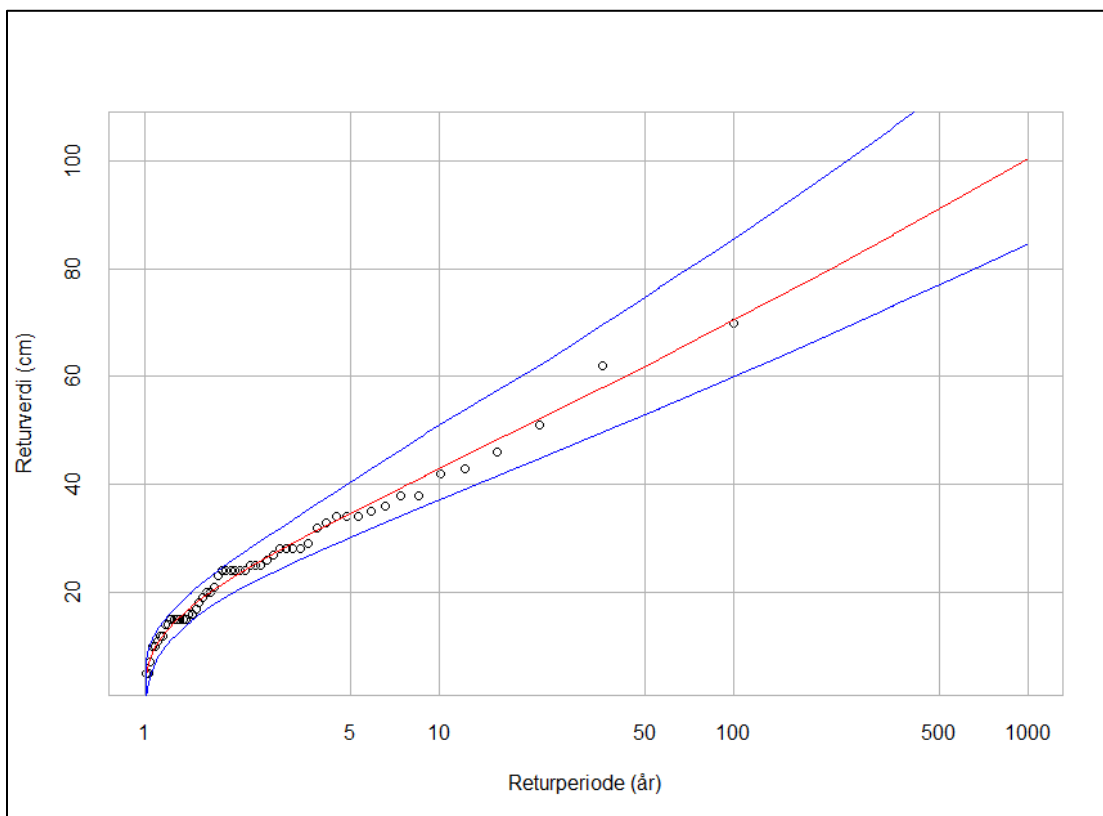
	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Døgnnedbør [mm]	53,4	64,5	65,2	41,4	48,6	47,8	88	66,3	50,1	87,7	61	51,5
Årstall	1975	1981	1970	1976	1971	1957	1976	1977	1957	1983	1981	1982

De kombinerte dataene fra Skjold ble også brukt til å lage et GEV-plot over forventet maksimal døgnnedbør, se Figur 12.



Figur 12: GEV-plot som viser gjentaksintervall for døgnnedbør. Data sammensatt fra stasjonene Skjold II og Skjold-Viken som gir måleserie fra 1957-2012.

For å se på hvilke snødybder som kan forventes i Åksdal ble det laget et GEV-plot med data fra værstasjoner i Skjold over maksimal snødybde registrert for døgner, se Figur 13.



Figur 13: GEV-plot som viser forventet gjentakintervall for ulike snødybder (målte maksimale snødybde i cm pr døgn). Data sammensatt fra stasjonene Skjold II og Skjold-Viken (1957-2012).

Til sammenligning finnes det observasjoner av maksimal målte snødybde fra stasjonene i Nedre Vats (46910) og Haugesund (47400), men måleseriene er forholdsvis korte og inneholder målinger fra hhv. 1972-1997 og 1958-1986. Maksimalt målte snødybde i Nedre Vats er 60 cm, mens for Haugesund er denne 63 cm.

4 Vurdering av skredfare

4.1 GENERELT

I områder med bratt terreng kan ofte flere skredtyper forekomme. En enkelt skredhendelse kan ofte være en kombinasjon av ulike skredtyper. Et skred defineres som et naturfenomen der tyngdekraften bidrar til at materialer som stein, løsmasser eller snø beveger seg nedover en skråning i terrenget. Skredet kan inneholde vann i ulike mengder, og bevegelsen kan beskrives som fall, glidning eller rask strøm av masse.

De mest relevante skredtypene i Norge er: steinsprang, snøskred, jord- og flomskred og fjellskred. Skredfare for de ulike skredtypene blir vurdert i dette kapittelet.

4.2 JORD- OG FLOMSKREDFARE

Det er ingen markerte vannførende bekker eller elver i området. Drenasjefeltet for området er også begrenset. En mindre bekk renner inn i området i nord-vest, men her er terrenget slakt og denne vil ikke ha et potensiale for flomskred.

Det vurderes ikke å være flomskredfare knyttet til det vurderte området.

Jordskred utløses vanligvis ved terrenghelninger brattere enn 30°, men kan utløses ned mot 25° dersom det er mange destabiliserende og drivende faktorer tilstede. Ved brattere terreng enn ca. 45° vil mulighetene for jordskred reduseres, særlig siden løsmassemekanismen da avtar.

Løsmassedekket er generelt tynt i det vurderte området. Terrengoverflaten undulerer også mye med spredte blokker og fremstikkende bergknauser. Det er spredt lav vegetasjon i form av einer og lave buskvekster som vil bidra til å binde sammen topplaget i løsmassene. Det er ikke observert skredbaner som stammer fra jordskred i det aktuelle området.

Det er områder som er bratt nok med hensyn til å være et løsneområde, men mektigheten av løsmassene kombinert med vegetasjon, potensialet for vanntilførsel og observasjoner fra felt indikerer at det ikke er potensiale for større jordskred i området. Lokale mindre utglidninger kan forekomme, men disse vil ikke være dimensjonerende for fastsettelse av faresonegrenser i det undersøkte området.

Det vurderes ikke å være fare for jordskred for det aktuelle området.

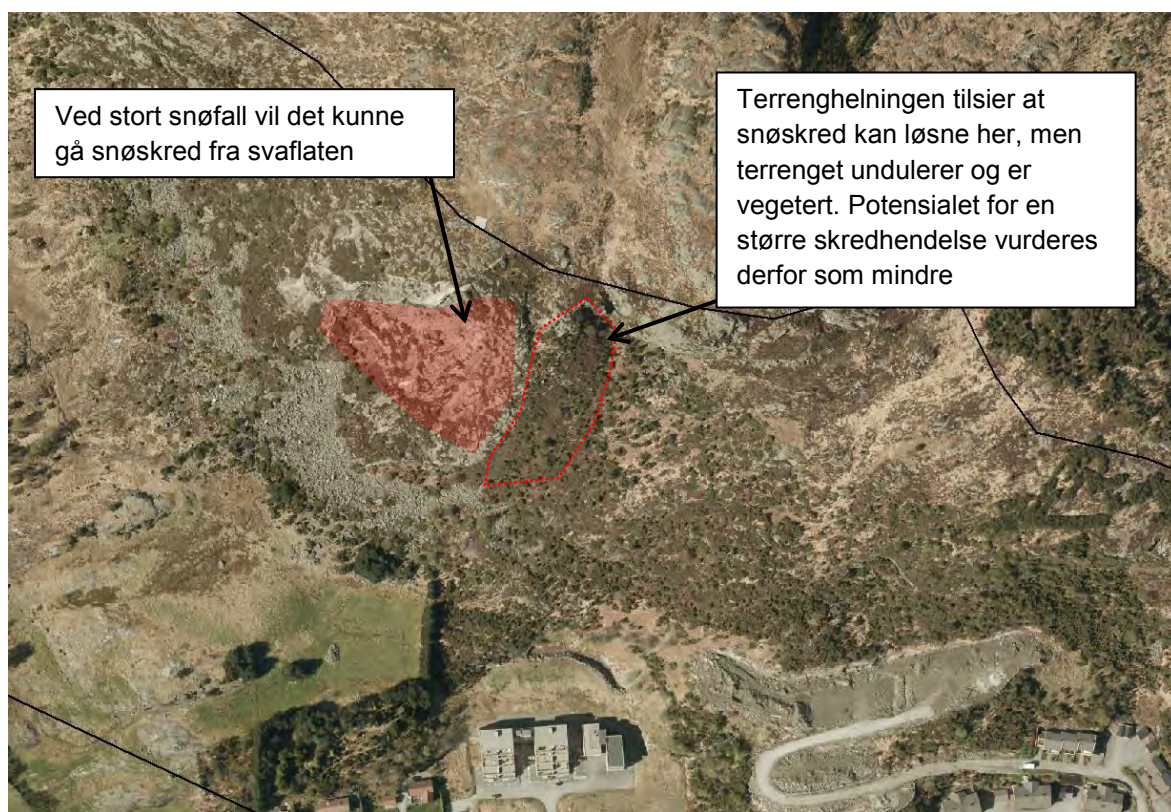
4.3 FARE FOR SNØ- OG SØRPESKRED

Helning på terrenget vil ha mye å si for potensialet for snøskred . Hovedsakelig utløses snøskred i skråninger mellom 30 og 60°. Blir terrenget brattere enn 60° vil ikke snøen akkumulere seg over tid, men gli ut fortløpende i mindre skred.

Sørpeskred er skred av vannmetta snø som vanligvis følger bekkeløp eller forsenkninger i terrenget. Dette gjør at skred kan utløses i slakt terreng også ned mot 5° helning (NVE, 2014b) . Blant viktige faktorer for utløsning av sørpeskred er terrengformer og nedbørsfeltets karakter og tilgang på vann. Klimaet vil være avgjørende for om det er fare for snø- og snørpeskred.

Klimaet i Åksdal bærer preg av et mildt kystklima, men en del nedbør kan forekomme. Snømengdene som er observert i regionen indikerer maks snødybde på rundt 60 cm. GEV-plot av forventede returperioder for ulike snødybder indikerer at snødybde rundt 60 cm må forventes å komme med 40-50 års gjentaksintervall. I henhold til plottet vil en med gjentaksintervall 100 år få snødybde på 60-80 cm, mens for 500 års gjentaksintervall få snødybde på 80-110cm.

Det forventes derfor ikke ekstreme snømengder i Åksdal, men det er potensiale for intensive perioder med nedbør, jmf. GEV-plot i kapittel om klima. Deler av vurdert område er teoretisk bratt nok for at skred kan kunne løsne, se Figur 14.



Figur 14: Potensielle løsneområder for snøskred. Svaflaten (rød skravur) vil kunne ha potensiale for snøskred ved et større snønedfall. Området innenfor rød stiplet linje er også teoretisk bratt nok, men her undulerer underlaget samt området er vegetert noe som gjør potensialet for snøskred mindre.

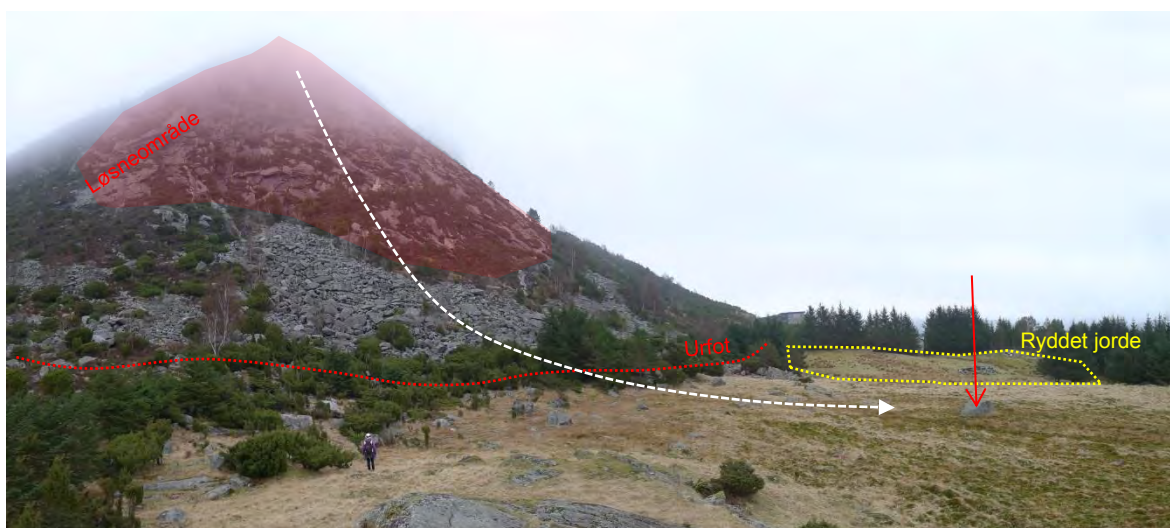
For å vurdere potensialet for utløpslengder for snøskred fra de to områdene vist i Figur 14, ble områdene vurdert med "Alfa-Beta-metoden", se Vedlegg A med oversikt over beregningsmetoder. Metoden er utledet fra og beregnet på terrengforhold som kan gi store skred fra høyere løsneområder enn i Åksdal. Den er derfor brukt som en konservativ tilnærming til potensiell utløpslengde for snøskred. Se vedlagt Kart nr. 04 som viser oversikt over Alfa-Beta-profiler. Alfa-beta-metoden gir her kortere utløpslengde enn registrerte steinsprang i området.

Klimavurderingen indikerer at vi har et mildt klima hvor sannsynligheten for akkumulasjon av nok snø til å utløse et stort snøskred vurderes å være liten. Sett sammen med resultater fra alfa-beta-metoden vurderes det derfor at snøskred ikke vil være dimensjonerende for faresonegrensen i vest. Det vil være potensiale for mindre snøskred ved kraftig snøskred og dette vil bli hensyntatt ved vurdering av faresonegrense i område vest.

4.4 FARE FOR STEINSPRANG

Steinsprangfaren vurderes å være reell for vurdert område da det i terrenget er spor etter både eldre og nyere steinsprang samt eldre steinspred-hendelser. Det er ingen vegetasjon eller skog i området som vil ha påvirkning på løsne eller utløpslengde for steinsprang. Se vedlagte registreringskart, Kart nr. 02 og 03, som viser kartlagte nøkkelblokker/hendelser i terrenget.

Det er flere løsneområder i det vurderte området med varierende potensiale for utfall. Steinsprangaktiviteten vurderes generelt for hele området å være lav. I vest er det en markert svaflåte ned mot store urmasser med utfall fra både større skredhendelser og steinsprang, se Figur 15. I dette området er løsneområdet preget av overflateparallel oppsprekking i kombinasjon med et mer flattliggende sprekkese sett som kan gi utfall av flak og avlange blokker. Også observert mer kubisk formede blokker med lengre utløpslengde. Ingen utfall som er klassifisert som "nyere" ble registrert utenfor urfot. For å vurdere potensielle utløpslengder for steinsprang er det gjennomført steinsprangsimuleringer med programvaren RocFall, særlig med hensyn til utløpslengder ved jorde, som vi antar er ryddet i forbindelse med jordbruk. For detaljer rundt utførte simuleringer se også Vedlegg A og B.



Figur 15: Løsneområde i vest med markerte svaflåter. Rød pil indikerer blokk med maksimalt registrerte utløp på jorden. Deler av jorden var ryddet i forbindelse med landbruk.

Terrenget vurderes generelt til å ha god fangevne. Bergmassen fremstår kompetent og massiv og det er ikke observert en stor andel nyere utfall i området. Det som er registrert av nyere utfall har også hatt relativt kort utløp sammenlignet med eldre utfall.

I område nord er det mindre høyde til løsneområde, samt ikke like definerte urmasser som i vest. Spredte blokker og indikasjoner på lavere aktivitet.

I vest vil den storblokkige ura ha god fangevne og trolig stoppe majoriteten av steinsprang. Ved et større utfall vil derimot ur kunne forseres og blokker kan nå ut fra urfot, se Figur 15.

I midtre del av området vil naturlig fallbane, og verste scenario for steinsprang, være blokker som løsner fra toppkant og får retning direkte mot eksisterende skredvoll, se Figur 16. Bergmassen fremstår også her kompetent og massiv med moderat oppsprekkingsgrad. Ut fra observerte urmassers fangevne vurderes steinsprang å stoppe tidlig i urmasser der en har urmasser høyt i terrenget. Terrenget ned mot bebyggelsen er vegetasjonsdekt med god dempningsevne, og det er flere terrasser i skråningen som vil være med å redusere energi/hastighet til eventuelle steinsprang som ikke fanges opp av ur.



Figur 16: Bildet er tatt mot Alvanuten i midtre del av området. Det viser potensielt løsneområde og skredbaner (rød skravur og hvite piler). Det er mange mindre bergskrenter som ikke er så markerte i terrenget. Noen av disse ble kartlagt som potensielle løsneområder.

I øst er oppsprekkingsgraden mer markert og potensialet for utfall vurderes å være større enn de andre områdene. Det ble her registrert steinsprangblokker helt ned mot bebyggelse. Terrenget her har også delvis god fangevne da det ligger en del urmasser i skråning, men horisontalavstand fra løsneområde til bebyggelse er kortere enn i den midtre delen av området. Det er registrert blokker fra steinsprang som ligger tett på bebyggelse, se Figur 17.



Figur 17: Potensielt løsneområde for steinsprang i øst. Deler av berghammeren er sikret med bergbolter (gul stiplet). Lengste registrerte utløp av steinsprang er til rett bak garasjer (rød pil) Det er også lokalt mindre bergskrenter med potensiale for steinsprang til høyre for bildet.

4.5 FARE FOR FJELLSKRED

Det er ikke kartlagt terrengformer, strukturer eller andre tegn i området rundt Alvanuten som tilsier fare for storskala fjellskred.

5 Fastsettelse av faresonegrense

Faresonegrenser samlet for alle skredtyper er vurdert og tegnet inn på vedlagt faresonekart, se Kart nr. 5 i Vedlegg C.

5.1 DIMENSJONERENDE SKREDTYPER

For alle områder er steinsprang dimensjonerende skredtype, men for område vest er det også tatt hensyn til snøskredfare ved fastsettelse av faresonegrenser.

5.2 FORUTSETNINGER FOR FASTSETTELSE AV FARESONEGRENSER

Skredfare og faregrad er vurdert ut i fra dagens situasjon i henhold til NVE sine retningslinjer. Dersom det gjennomføres terrenginngrep (veg, skogsveg o.l.) må skredfare vurderes spesielt for disse tiltakene.

Stabilitet og sikring av sprengte bergskjæringer bak terrassehus (G.nr./b.nr 72/166) er ikke vurdert. Det forutsettes at stabilitet og sikring av skjæringen er ivarettatt av utbygger.

Det er tatt hensyn til utført boltesikring ved vurdering av faresonegrenser. Bergsikringstiltak vil ha begrenset levetid så det forutsettes at sikre tiltak følges opp og rehabiliteres etter behov av grunneiere. Dette gjelder både eksisterende skredvoll og boltesikrede skjæringer og berghammere.

5.3 VURDERING AV FARE FOR SKRED OG RESTRISIKO

Utløpslengde for steinsprang vurderes å være lengst i vest og midtre del av det vurderte området hvor høyden ned fra potensielle løsneområder er størst. Det er i dag bebyggelse i midtre og østre del av området. Med unntak av noen garasjer i østre område vurderes all bebyggelse å ligge utenfor faresone for klasse S2, ($>1/1000$).

I midtre del er det gjennomført simuleringer med eksisterende skredvoll. Ved simuleringer der blokker når frem til voll fanger voll opp majoriteten av simulerte blokker. Horisontalavstand fra toppkant voll til terrasseblokk er ca. 40 m, og terrenget er her slakt (0-26 grader). Det vurderes at terrasseblokk ligger utenfor faresonegrense $1/5000$.

I øst er det boltesikret et område ovenfor planlagt parkeringsplass, men det er flere mindre bergskrenter ovenfor sikret berghammer. Dersom det kommer utfall fra disse vil de nå ned til planert areal da terrenget er bratt. Det anbefales generelt at eventuelle bygg plasseres med god avstand ut fra sprengt bergskjæring, slik at eventuelle steinsprang som når bergskjæringer har mulighet til å falle ned på uteområdet og stoppe der, se Figur 18.



Figur 18: Det anbefales at eventuelle bygg i området har god avstand ut fra sprengt bergskjæring. Dette er utført ved nybygd terrasseblokker i midtre del av området som vist på bildet. Stabilitet og sikring av viste bergskjæring er ikke med i denne vurderingen og forutsettes ivarettatt av utbygger.

Bebyggelsen helt i øst av området vurderes å ligge innenfor faresonegrense for klasse S3 (>1/5000), dette på grunn av kort horisontalavstand inn til potensielle løснеområder samt at oppsprekingsgrad i bergmassen og potensialet for utfall er større i øst enn i svapartiene i vest.

5.4 BRUKSOMRÅDER FOR FARESONEKART

Faresonekart er av NVE godkjente som grunnlag for vurderinger av reguleringsplaner og byggesøknader, og vil dermed gjelde over eventuelle aktsomhetskart for området.

Generelt vil faresonekart også være et godt verktøy for å vurdere behov for sikringstiltak for bebyggelse og områder som er skredfarlig. Dersom det vurderes å regulere, eller bygge, innenfor områder som er definert som skredfarlig må det gjennomføres en vurdering av om det er mulig å gjennomføre skredsikringstiltak som kan gi nødvendig sikkerhet mot skred.

6 Referanser

Direktoratet for byggkvalitet. (2015). *Veiledning om tekniske krav til byggverk*.

Kommunal- og regionaldepartementet. (2015). *Forskrift om tekniske krav til byggverk*. Hentet fra (Byggteknisk forskrift TEK 10): <http://www.lovdata.no>, 14.04.2015

Meteorologisk institutt. (2015). *eKlima*. Hentet fra eklima.met.no, 23.03.2015

Multiconsult. (2004). *Reguleringsplan for boligområde Åksdal (nordre del). Rasfarevurdering og restriksjoner ved plassering av boligbebyggelse*. Multiconsult AS, datert 24.05.2004, ref.210901/ør.

Multiconsult. (2005a). *Notat: Utsikten borettslag, HAUBO. Rasfare og sikringstiltak. Notat etter befaring 26.09.05*. Multiconsult AS, datert 26.09.2005, ref. 210901/ør.

Multiconsult. (2005b). *Notat: Utsikten borettslag, HAUBO. Notat fra befaring 9. november 2005*. Multiconsult AS, datert 29.11.05, ref. 210901/ør.

Multiconsult. (2006a). *Brev: Utsikten borettslag, HAUBO. Sikringsarbeider*. Multiconsult AS, datert. 09.02.06, ref. 210901/ør.

Multiconsult. (2006b). *Notat: Boligområde Åksdal Nordre Del. Område B. Rasfarevurdering*. Multiconsult AS, datert 03.02.2006, ref. 212135/ør.

NGU. (2015). *Norges Geologiske Undersøkelse*. Hentet fra Kart og data - Berggrunnskart og løsmassekart: www.ngu.no/kart-og-data/kartinnsyn, data hentet: 07.04.2015

NVE. (2014a). *Flom- og skredfare i arealplaner*. Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE. (2014b). *Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak*. Norges vassdrag- og energidirektorat.

NVE. (2015). *Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), Skrednett (NVE Atlas)*. Hentet fra www.skrednett.no (28.04.2015)

Vedlegg

A: BEREGNINGSMODELLER

B: ROCFALL - INPUTPARAMETER

C: KART

Vedlegg A - Beregningsmodeller

ROCFALL 4.0 – 2D DYNAMISK STEINSPRANGMODELL

For å beregne rekkevidden av steinsprang har vi benyttet simuleringsprogrammet RocFall 4.0 fra Rocscience. RocFall er et 2-dimensjonalt statistisk analyseprogram for steinsprang. I programmet slippes blokker med fallbane langs et valgt terrengprofil. Terrengprofilet tegnes fra en høydemodell og må importeres til RocFall. For å ta hensyn til variasjoner i terrenget vil det ofte være hensiktsmessig å gjøre simuleringer på flere profiler over området. Utløpslengde, energimengde og spretthøyde langs profilet blir simulert.

RocFall simulerer sirkulære blokker hvor masses ansees som samlet i et uendelig lite punkt. Denne forenklingen av virkeligheten gjør at utløpslengden er uavhengig av massen til blokkene. Energimengden som simuleres i RocFall vil imidlertid være avhengig av massen som defineres. I realiteten vil fallblokkens form og volum også ha avgjørende betydning for utløpslengde og spretthøyde, da dette er definerende for kontaktflaten mellom blokka og underlaget ved sammenstøt. Kontaktflatens karakter er også viktig.

Langs terrengprofilet må underlagets egenskaper defineres. Ulike materialer defineres med parameterne restitusjon (dempingskoeffisienter) og friksjonsvinkel. Resultatet av simuleringene er sensitiv for hvilke materialtyper som defineres i profilet, da dette har betydning for hvordan blokkenes hastighet, energi og fallbane endres ved sammenstøt med underlaget.

Restitusjonen gir uttrykk for hvor mye energi som bevares i et treff med underlaget.

Restitusjonsegenskapene til materialet vil dermed bare gjøre seg gjeldende ved nedslag. En jorddekt og myk overflate vil ha høy restitusjon (stort tap av kinetisk energi), mens en hard fjelloverflate vil ha lav restitusjon (Pfeiffer & Bowen, 1989).

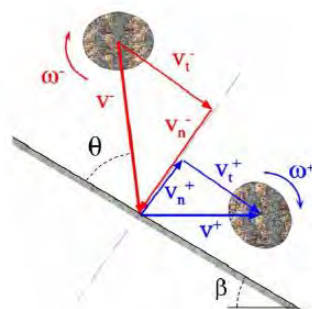
RocFall definerer to ulike koeffisienter for restitusjon:

- Normal restitusjonskoeffisient (R_N) som uttrykker tap av hastighet og energi normalt på overflaten.
- Tangentiell restitusjonskoeffisient (R_T) som uttrykker tap av hastighet og energi parallelt med overflaten (tangentielt).

Matematisk uttrykkes restitusjonskoeffisientene R_N og R_T som forholdet mellom hastigheten før (V^-) og etter (V^+) sammenstøtet som gitt av (Heidenreich & Labiouse, 2009):

$$R_N = \frac{V_n^+}{V_n^-}$$

$$R_T = \frac{V_t^+}{V_t^-}$$



Figur 1: Dempingen av en steinsprangblokk når den spretter nedover en skråning uttrykkes som forholdet mellom hastigheten før (V^-) og etter (V^+) sammenstøtet med terrengoverflaten (Heidenreich & Labiouse, 2009).

I naturen vil blokkas størrelse og hastighet ha betydning for hvor langt blokka trenger ned i underlaget ved sammenstøtet, samt ha betydning for graden av oppknulling. Under realistiske forhold vil altså restitusjonen være avhengig av massen og hastigheten til steinblokka. RocFall gir muligheten til å skalere

restitusjonen i normalretning (R_N) med hastigheten eller massen. Skalert R_N tar høyde for at det er nær elastisk deformasjon når blokkene har lav hastighet, mens ved høye hastigheter vil det være nær plastisk deformasjon på grunn av knusing av blokker og økt nedtrengning i overflaten (Pfeiffer & Bowen, 1989). Modellen får dermed en mer konservativ tilnærming når R_N ikke er skalert.

I RocFall finnes forhåndsdefinerte materialer med gitte restitusjonsverdier som kan benyttes. Verdier for restitusjonskoeffisientene er beregnet fra standardiserte materialkonstanter basert på empiriske data. Restitusjonsverdiene for de forhåndsdefinerte materialene i Rocfall er gitt i Tabell 1. Det er viktig å være klar over at disse verdiene baseres på signifikante forenklinger av virkeligheten (Heidenreich B. , 2004).

Tabell 1: Tabell med forhåndsdefinerte verdier for restitusjon i RocFall.

MATERIALE	R_N	R_T
<i>Rent hardt grunnfjell</i>	0,53	0,99
<i>Grunnfjell- og blokkområder</i>	0,35	0,85
<i>Bløt mark</i>	0,30	0,80
<i>Ur og kompakte forvittringsområder</i>	0,32	0,82
<i>Ur med vegetasjon</i>	0,32	0,80
<i>Asfalt</i>	0,40	0,90

Utslippspunkt av fallblokkene defineres av brukeren og er avgjørende for simulert utløpslengde, spretthøyde og energimengde. Starthastigheten (horisontalt, vertikalt og rotasjon) på simuleringsblokkene defineres av brukeren.

ALFA-BETA-METODEN – TOPOGRAFISK/STATISTISK SNØSKREDMODELL

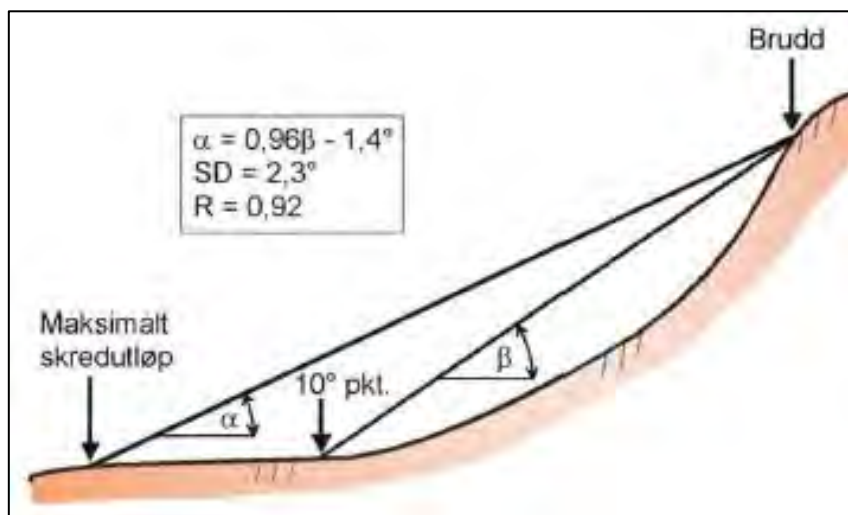
Alfa-beta-modellen er en empirisk topografisk-statistiske beregningsmodell utviklet av NGI som brukes til å modellere maksimal utløpslengde for snøskred. Modellen er utviklet med utgangspunkt i lengste registrert utløpsdistanse av ca. 200 historiske skred. Likningene i beregningene er funnet ved regresjonsanalyse, og er funksjoner av definerte topografiske parametere som er funnet å være avgjørende for utløpsdistanse.

Figur 2 viser de topografiske parameterne som har vist seg å ha størst betydning for utløpsdistanse og brukes ved beregningene med alfa-beta-modellen:

- Maksimal utløpsdistanse beskrives med vinkelen α , som er definert som vinkelen på ei siktelinje som går fra skredets ytterste avsetning i skråningsfoten til øvre begrensing av skredets utløsningsområde (Lied & Kristensen, 2003).
- Vinkelen β beskriver brattheten i skredløpet, og er definert som helningen til en siktelinje fra øvre del av utløsningsområdet til det punktet i skredbanen der terrenghelningen er 10° . 10° er valgt som definerende terrenghelning for bestemmelse av β fordi studier viser at denne helningen representerer den vinkelen der tørre snøskred starter oppbremsingen.
- Statistiske metoder er benyttet for å analysere sammenhengen mellom α og β for de ca. 200 skredene som danner datagrunnlaget for modellen. Sammenheng mellom topografiske parametere og utløpsdistanse som er mest brukt i Norge i dag er:

$$\alpha = 0,96\beta - 1,4^\circ \quad (\text{Alfa-beta-modellen})$$

Andre topografiske faktorer som har betydning for utløpsdistanse er vinkelen i løseområdet, total fallhøyde av skredet og skredbanens krumning. Disse parameterne har imidlertid liten innvirkning på beregnet utløpsdistanse i forhold til β , og kan derfor sees bort fra i beregningene. Studier viser at innsnevring i terrenget langs skredbanen ikke har betydning for utløpsdistanse.



Figur 2: Skisse som viser parameterne i alfa-beta-modellen. SD er standardavvik, R er korrelasjonskoeffisient. Figuren er hentet fra Håndbok om snøskred (Lied & Kristensen, 2003).

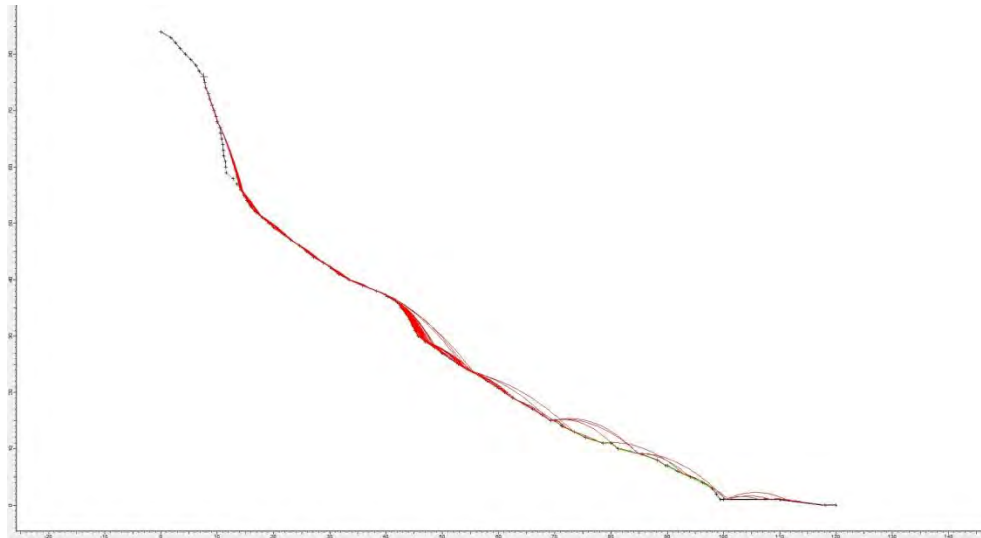
På grunnlag av datagrunnlaget som alfa-beta modellen er kalibrert mot, må det tas hensyn til at modellen er utviklet for potensiale for utløsning av relativt store skred.

REFERANSER

- Heidenreich, B. (2004). Small- and half-scale experimental studies of rockfall impacts on sandy slopes. *Ph. d. thesis*. Lausanne, Swiss Federal Institute of Technology, ELP: Rock Mechanics Laboratory (LMR).
- Heidenreich, B., & Labiouse, V. (2009, 12 03). Half-scale experimental study of rockfall impacts on sandy slopes. *Natural Hazards and Earth System Science*, ss. 1981 - 1993.
- Lied, K., & Kristensen, K. (2003). *Håndbok om snøskred*. Norges Geotekniske Institutt.
- Pfeiffer, T. J., & Bowen, T. D. (1989). *Computer Simulation of Rockfalls*. Bulletin of the Association of Engineering Geologists XXVI (1) s. 135-146.
- Stevens. (2003). *Advanced tutorial Determining Input parameters for a RocFall Analysis*. Henta frå Rocscience : https://www.rocscience.com/support/rockfall/RF_adv_tutor_1_tutorial.pdf

Vedlegg B – Inputparameter RocFall

Profil 1



Project Settings

Units: Metric
 Friction angle: Use friction angle specified in material editor
 Minimum Velocity=0.1
 Angular Velocity of the rocks CONSIDERED
 Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices
 Random-number generation: Random

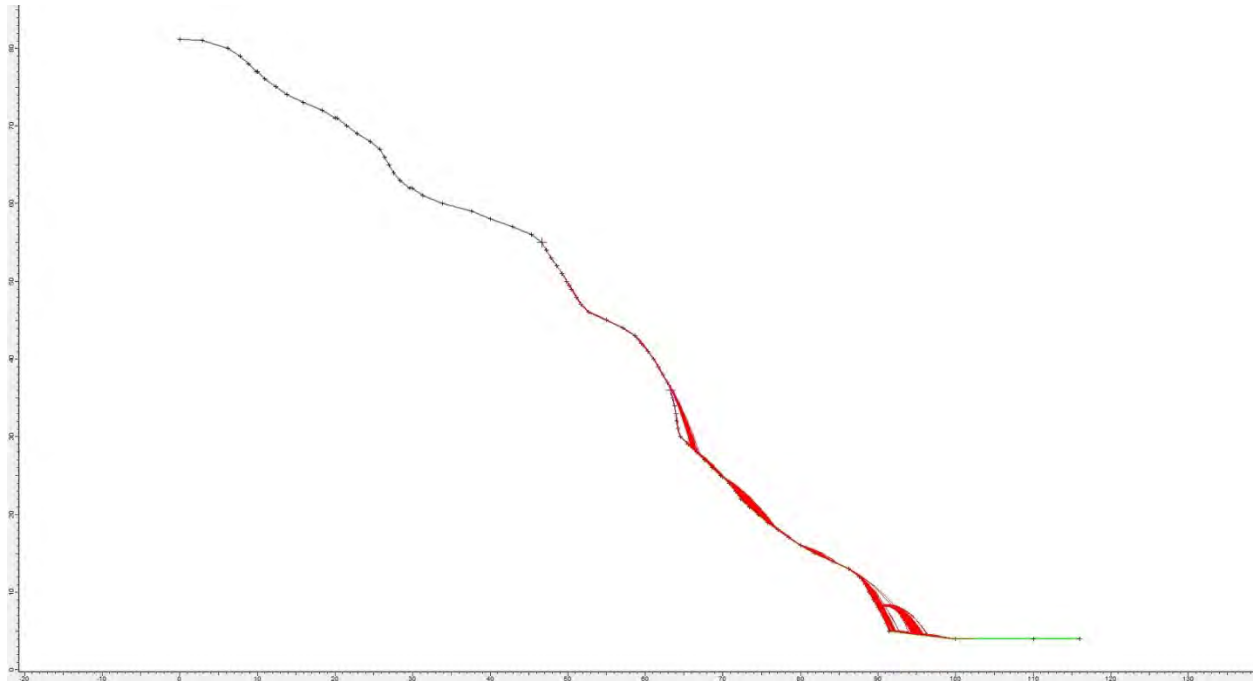
Materials

Material name: Clean hard bedrock [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.53 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.99 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Asphalt [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.4 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.9 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Bedrock outcrops [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Talus Cover [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.32 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.82 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Talus with vegetation [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.32 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.8 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Soil with vegetation [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.3 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.8 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0

Seeders

Point Seeder
 Horizontal Velocity: mean=0, std dev=0
 Vertical Velocity: mean=0, std dev=0
 Mass: mean=1000, std dev=0
 Angular Velocity: mean=0, std dev=0
 Location: 7.603, 76

Profil 2



Project Settings

Units: Metric

Friction angle: Use friction angle specified in material editor

Coefficient of Normal Restitution (RN) scaled based on rock velocity, According to:

$Rn(scaled) = Rn / (1 + (V_{rock}/K)^2)$, where $K=9.144$

Minimum Velocity=0.1

Angular Velocity of the rocks CONSIDERED

Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices

Random-number generation: Random

Materials

Material name: Clean hard bedrock [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.53 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.99 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Material name: Bedrock outcrops [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Material name: Soil with vegetation [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.3 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.8 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Seeders

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=0, std dev=0

Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

Mass: mean=1000, std dev=0

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 46.704, 55

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=0, std dev=0

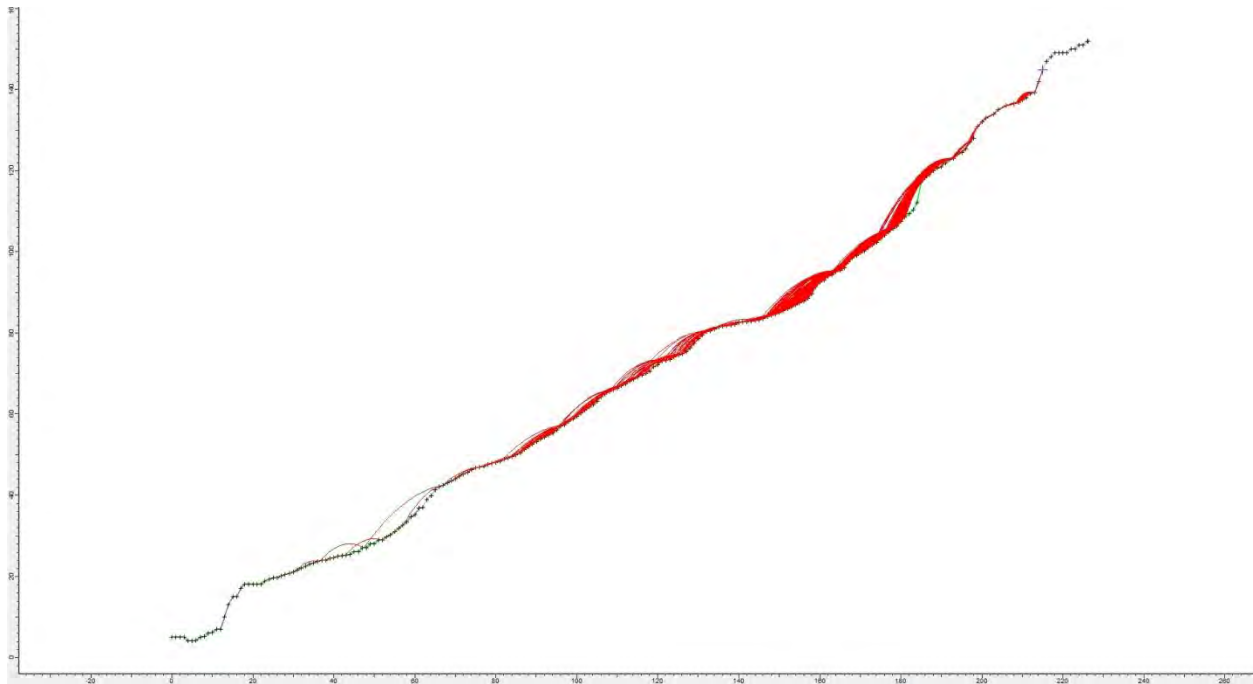
Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

Mass: mean=1000, std dev=0

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 63.294, 36

Profil 3



Project Settings

Units: Metric
 Friction angle: Use friction angle specified in material editor
 Minimum Velocity=0.1
 Angular Velocity of the rocks CONSIDERED
 Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices
 Random-number generation: Random

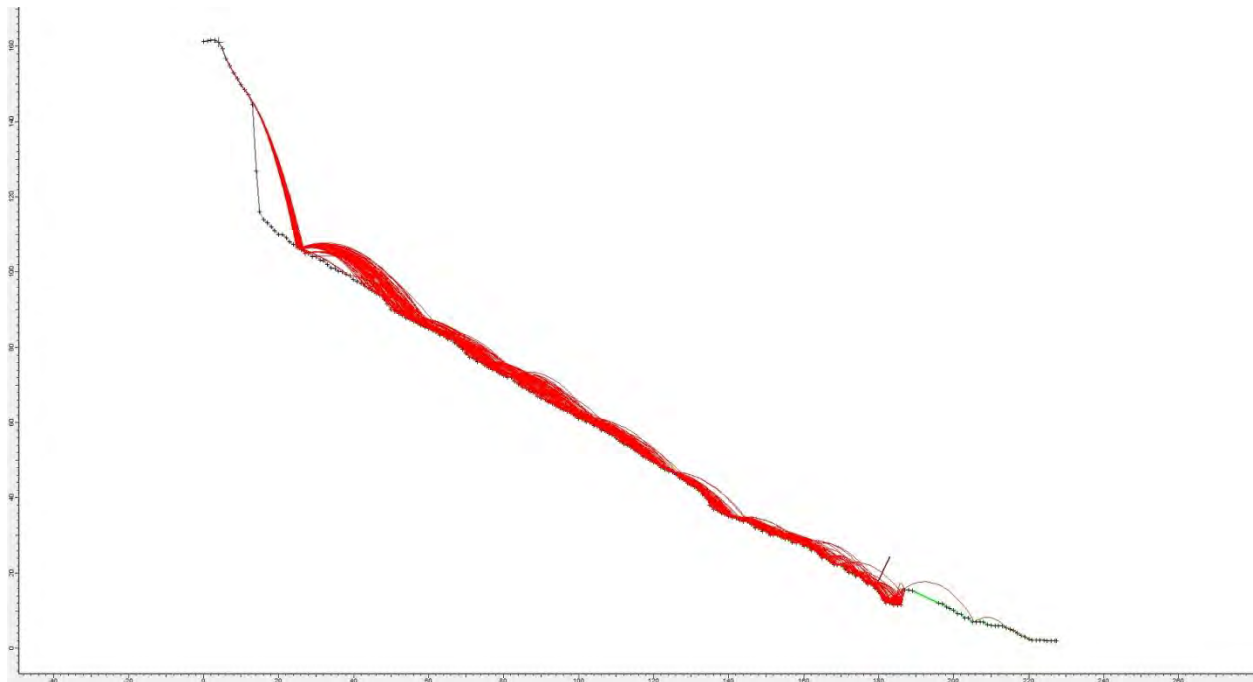
Materials

Material name: Clean hard bedrock [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.53 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.99 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Bedrock outcrops [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Soil with vegetation [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.3 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.8 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0

Seeders

Point Seeder
 Horizontal Velocity: mean=0, std dev=0
 Vertical Velocity: mean=0, std dev=0
 Mass: mean=1000, std dev=0
 Angular Velocity: mean=0, std dev=0
 Location: 214.991, 144.919

Profil 4



Project Settings

Units: Metric
 Friction angle: Use friction angle specified in material editor
 Minimum Velocity=0.1
 Angular Velocity of the rocks CONSIDERED
 Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices
 Random-number generation: Random

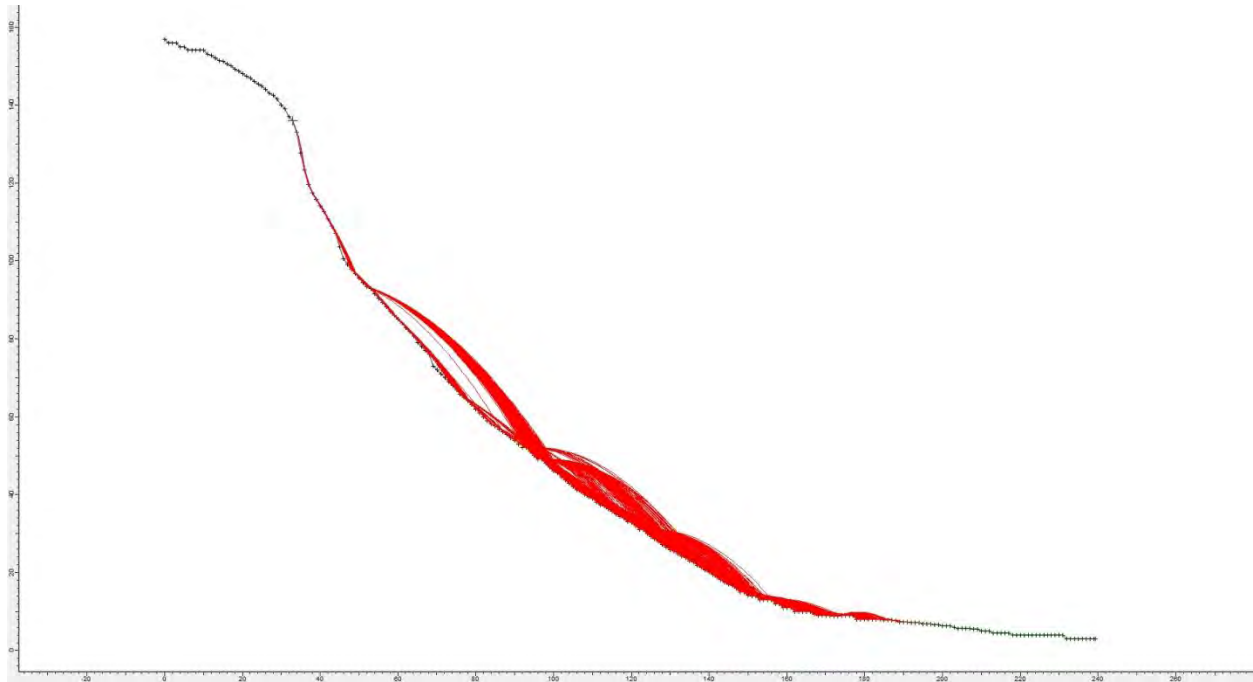
Materials

Material name: Clean hard bedrock [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.53 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.99 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Bedrock outcrops [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Talus Cover [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.32 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.82 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Talus with vegetation [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.32 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.8 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Soil with vegetation [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.3 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.8 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0

Seeders

Point Seeder
 Horizontal Velocity: mean=0, std dev=0
 Vertical Velocity: mean=0, std dev=0
 Mass: mean=10, std dev=0
 Angular Velocity: mean=0, std dev=0
 Location: 3.991, 161.175

Profil 5



Project Settings

Units: Metric

Friction angle: Use friction angle specified in material editor

Coefficient of Normal Restitution (RN) scaled based on rock velocity, According to:

$Rn(scaled) = Rn / (1 + (V_{rock}/K)^2)$, where $K=9.144$

Minimum Velocity=0.1

Angular Velocity of the rocks CONSIDERED

Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices

Random-number generation: Random

Materials

Material name: Clean hard bedrock [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.53 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.99 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Material name: Bedrock outcrops [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Material name: Talus Cover [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.32 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.82 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Material name: Talus with vegetation [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.32 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.8 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Material name: Soil with vegetation [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.3 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.8 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Seeders

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=0, std dev=0

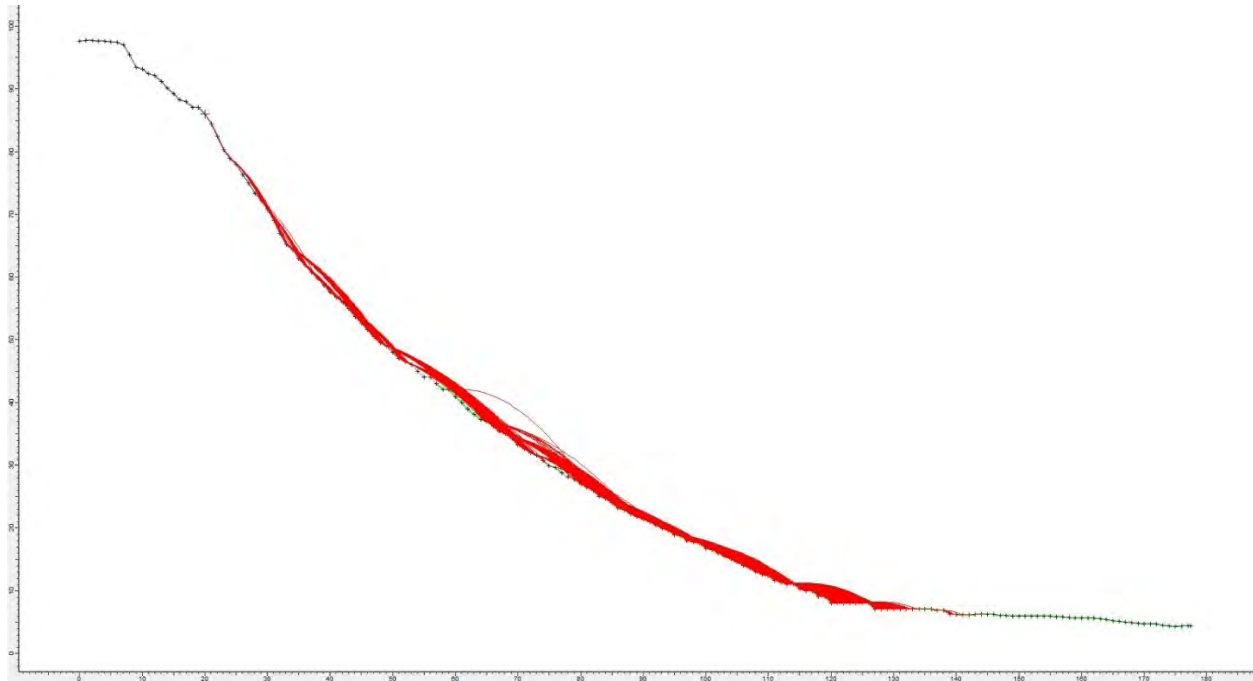
Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

Mass: mean=1000, std dev=0

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 32.99, 135.997

Profil 6



Project Settings

Units: Metric

Friction angle: Use friction angle specified in material editor

Coefficient of Normal Restitution (RN) scaled based on rock velocity, According to:

$Rn(scaled) = Rn / (1 + (V_{rock}/K)^2)$, where $K=9.144$

Minimum Velocity=0.1

Angular Velocity of the rocks CONSIDERED

Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices

Random-number generation: Random

Materials

Material name: Clean hard bedrock [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.53 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.99 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Material name: Bedrock outcrops [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Material name: Talus Cover [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.32 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.82 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Material name: Soil with vegetation [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.3 std dev=0.04

Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.8 std dev=0.04

Friction Angle: mean=30 std dev=2

Roughness: std dev=0

Seeders

Point Seeder

Horizontal Velocity: mean=0, std dev=0

Vertical Velocity: mean=0, std dev=0

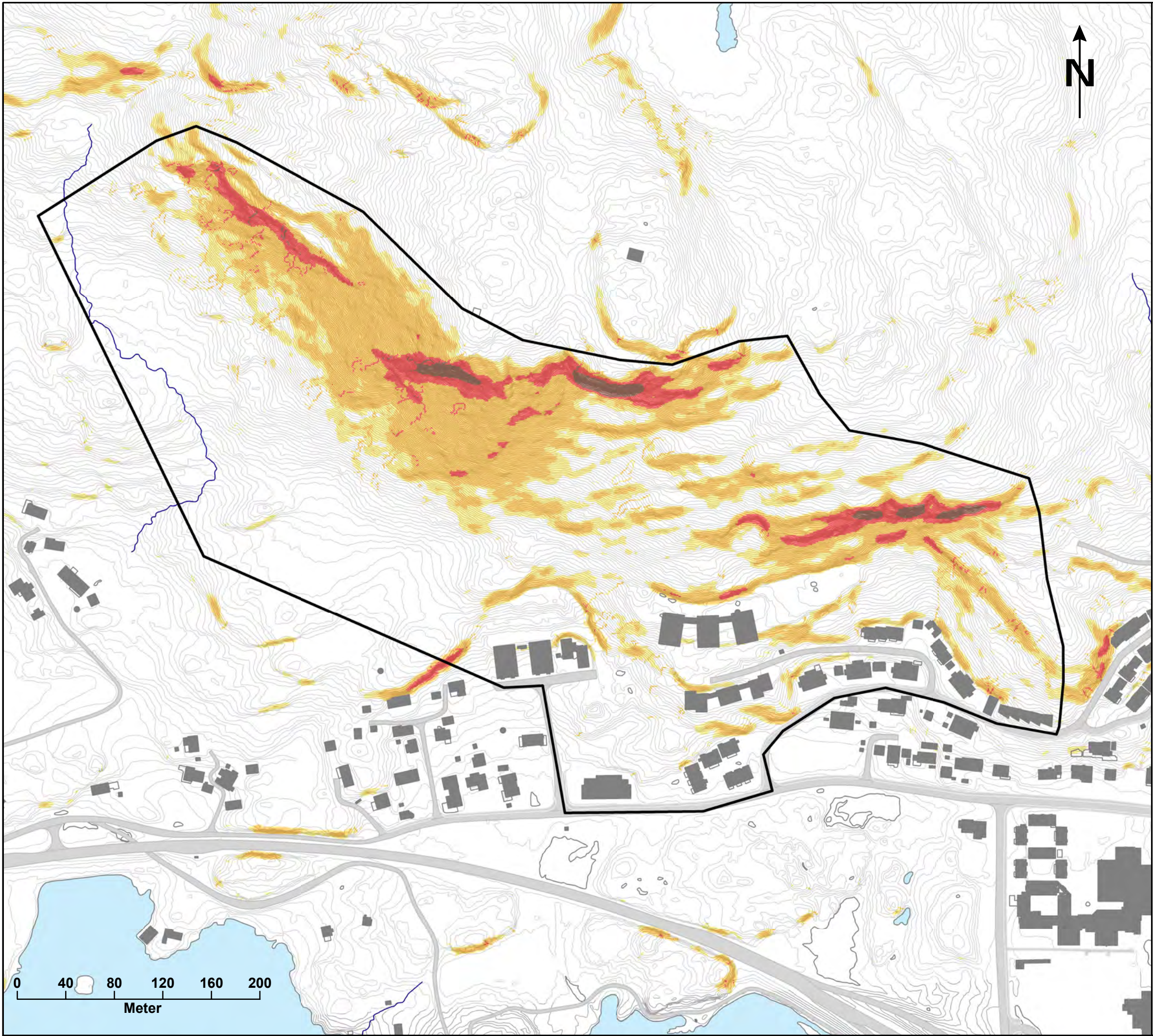
Mass: mean=1000, std dev=0

Angular Velocity: mean=0, std dev=0

Location: 20, 86

Vedlegg C - Kart

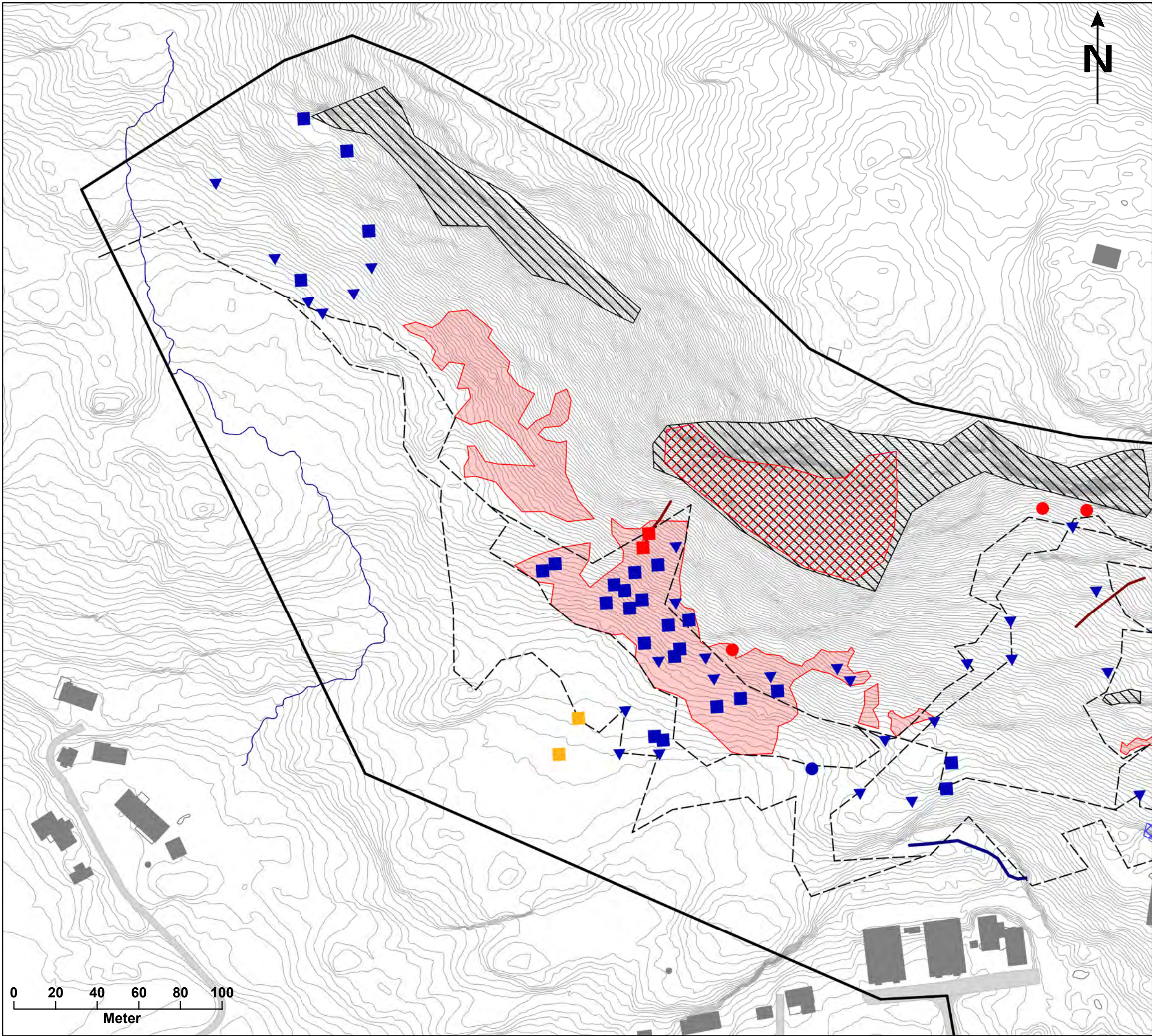
Tegningsnr.	Tegning	Målestokk (A3)
01	Helningskart	1:3000
02	Registreringskart – vest	1:1750
03	Registreringskart – øst	1:1750
04	Profil	1:3000
05	Faresonekart	1:3000



Tegnforklaring

	Områdeavgrensning
Terrenghelning (grader)	
	0 - 26
	27 - 30
	31 - 44
	45 - 59
	60 - 76

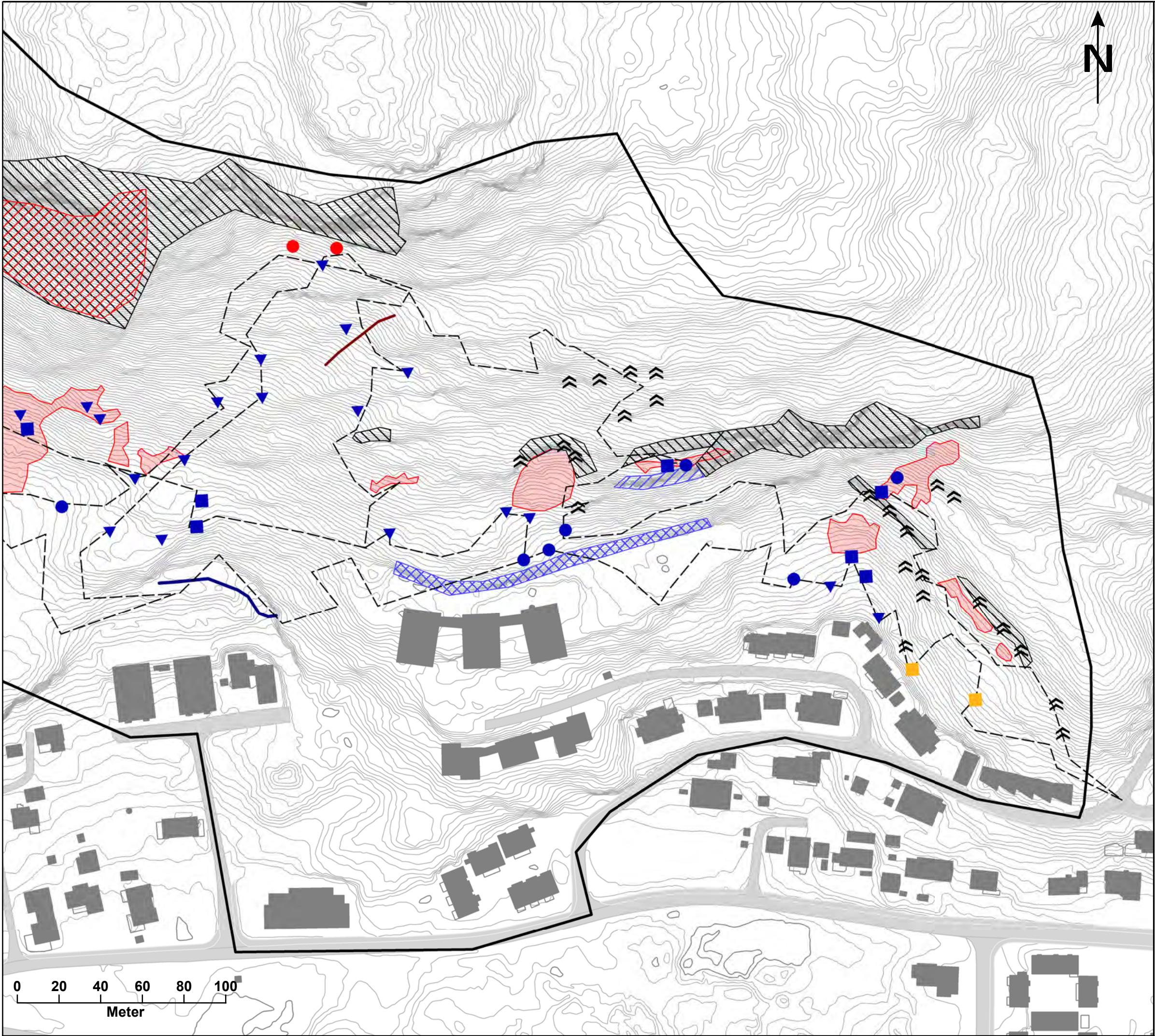
J01	Helningskart	ToSan	KTLoF	ToSan
Revisjon	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.				
Oppdragsgiver		Dato	Målestokk (A3 format)	
Tysvær kommune		2015-05-04	1:3000	
Faresonekartlegging Alvanuten				
Helningskart				
Aksdal, Tysvær kommune				
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
		5152103	01	J01



Tegnforklaring

- Blokk Eldre <0,5 m3
- ▼ Blokk Eldre 0,5-2 m3
- Blokk Eldre >2 m3
- Blokk Nyere <0,5 m3
- Blokk Nyere >2 m3
- Blokk eldre ukjent opprinnelse
- Steinsprang skredbane kartlagt
- ⋈ Bergblotning
- Befaringsrute
- Skredvoll
- ▨ Snøskred Løsneområde
- ▨ Steinsprang Løsneområde
- ▭ Ur Kartlagt
- ▨ Bergskjæring utsprengt
- ▨ Boltesikret berghammer
- ▭ Områdeavgrensning

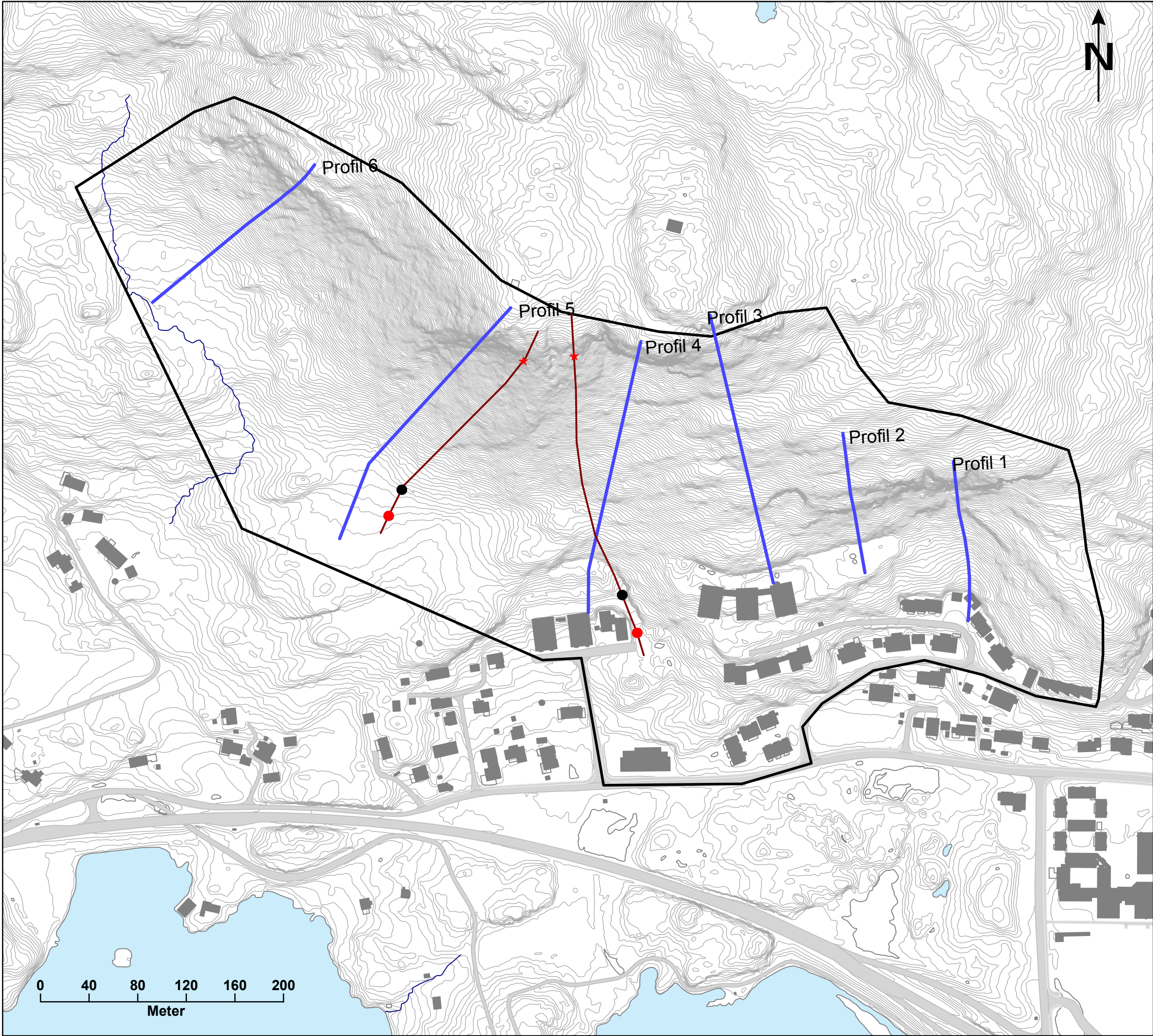
J01	Registreringskart, vest	ToSan	KTLOf	ToSan
Revisjon	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.				
Oppdragsgiver		Dato	Målestokk (A3 format)	
Tysvær kommune		2015-05-04	1:1750	
Faresonekartlegging Alvanuten Registreringskart, vest Aksdal, Tysvær kommune				
Norconsult 		Oppdragsnummer 5152103	Tegningsnummer 02	Revisjon J01



Tegnforklaring

- Blokk Eldre <0,5 m3
- ▼ Blokk Eldre 0,5-2 m3
- Blokk Eldre >2 m3
- Blokk Nyere <0,5 m3
- Blokk Nyere >2 m3
- Blokk eldre ukjent opprinnelse
- Steinsprang skredbane kartlagt
- ⋈ Bergblotning
- Befaringsrute
- Skredvoll
- ▨ Snøskred Løsneområde
- ▨ Steinsprang Løsneområde
- ▭ Ur Kartlagt
- ▨ Bergskjæring utsprengt
- ▨ Boltesikret berghammer
- ▭ Områdeavgrensning

J01	Registreringskart, øst	ToSan	KTLoF	ToSan
Revisjon	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.				
Oppdragsgiver		Dato	Målestokk (A3 format)	
Tysvær kommune		2015-05-04	1:1750	
Faresonekartlegging Alvanuten				
Registreringskart, øst				
Aksdal, Tysvær kommune				
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
		5152103	03	J01



Tegnforklaring

Alfa-Beta profil

★

Løsnepunkt Snøskred

●

Alfa

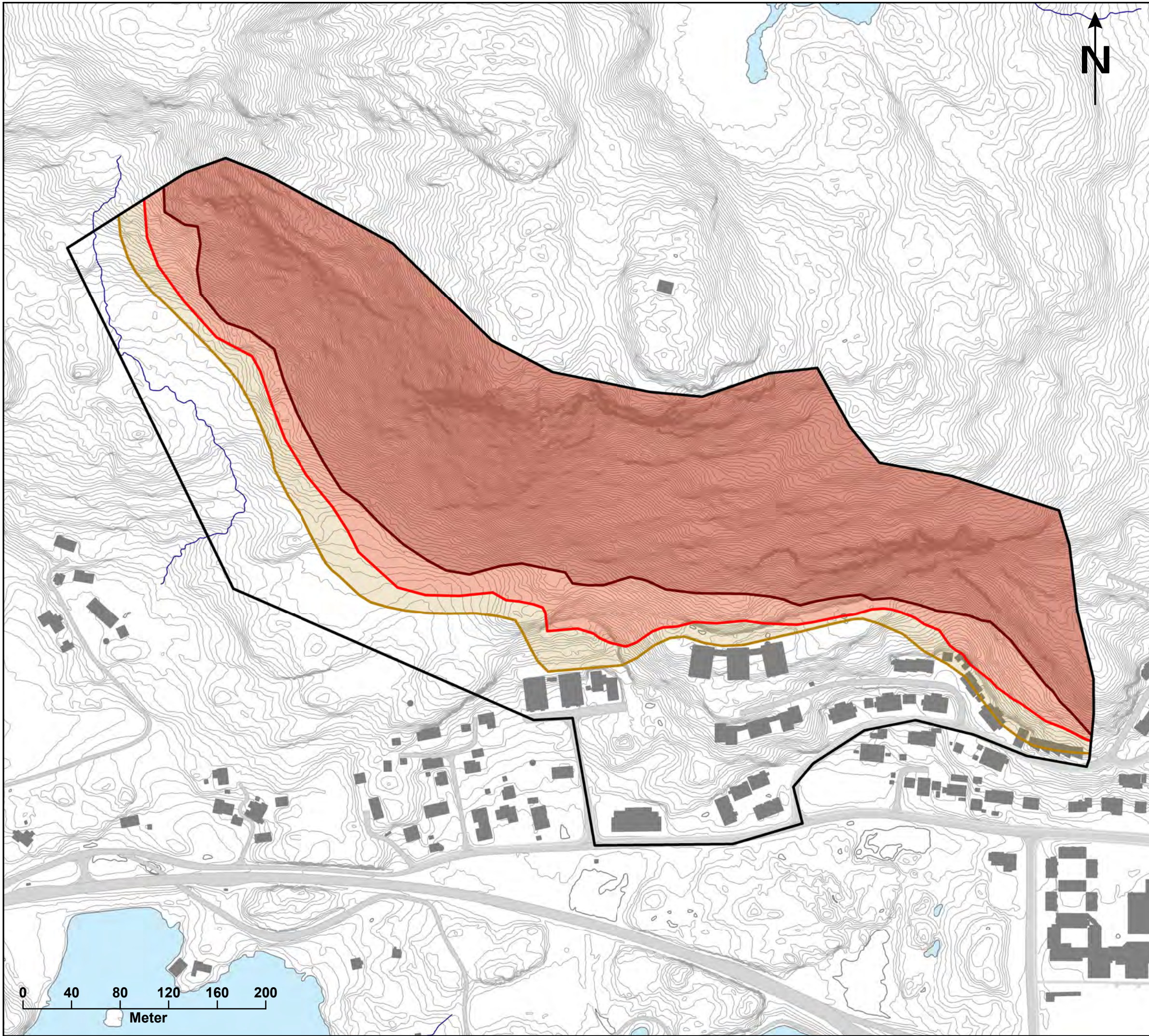
●

Beta

RocFall-profil

Områdeavgrensning

J01	Profil	ToSan	KTLoF	ToSan
Revisjon	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.				
Oppdragsgiver		Dato	Målestokk (A3 format)	
Tysvær kommune		2015-05-04	1:3000	
Faresonekartlegging Alvanuten Profil RocFall og Alfa-Beta Aksdal, Tysvær kommune				
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
5150987		04	J01	



Tegnforklaring

	Faresone >1/100
	Faresone >1/1000
	Faresone >1/5000
	Områdeavgrensning

J01	Faresonekart	ToSan	KTLoF	ToSan
Revisjon	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.				
Oppdragsgiver		Dato	Målestokk (A3 format)	
Tysvær kommune		2015-05-04	1:3000	
Faresonekartlegging Alvanuten Faresonekart Aksdal, Tysvær kommune				
Norconsult 		Oppdragsnummer 5152103	Tegningsnummer 05	Revisjon J01