

NOTAT – MODELLERING OG SYNSFELTANALYSE

KUNDE / PROSJEKT Nordland Fylkeskommune Bjørangsfjorden - Skredmodellering og synsfeltanalyse	PROSJEKTLEDER Espen Eidsvåg	DATO 23.10.2020
PROSJEKTNUMMER 10219647	OPPRETTET AV Espen Eidsvåg	REV. DATO
UTARBEIDET AV Espen Eidsvåg/ Ole Jakob Olsen   <small>Ole Jakob Olsen (23. Oct. 2020 15:50 GMT+2)</small>	KONTROLLERT AV Øystein Strand Lohne 	

Innledning

Sweco Norge AS har på oppdrag for Nordland fylkeskommune utført en skredmodellering og synsfeltanalyse som et ledd i arbeidet med å plassere skreddetekteringssystem. Undersøkte områder er skredløpene Storrøna og Kvitrona i Bjørangsfjorden, Meløy kommune (figur 1). Radar for skreddetektering er planlagt plassert på sørsiden av fjorden, mellom Myra og Bjørangssjøen. Ved Storrøna finnes det også i dag skredtiltak langs veien i form av en rørkulvert som går parallelt med eksisterende veg og som kan benyttes ved skred på veien.



Figur 1: Oversiktskart over de undersøkte skredløpene Storrøna og Kvitrona (markert med rødt, stiplet omriss i nord). Aktuell plassering for skreddetekteringssystem er i sør mellom Myra og Bjørangssjøen (markert med rødt, stiplet omriss).

Skredmodellering

Det er gjort modelleringer av snøskred og sørpeskred langs de to skredløpene i programmet RAMMS. Hensikten med modelleringene har vært både å estimere tiden det tar for skred å nå veggen og utbredelsen av skred på veggen.

Inndata

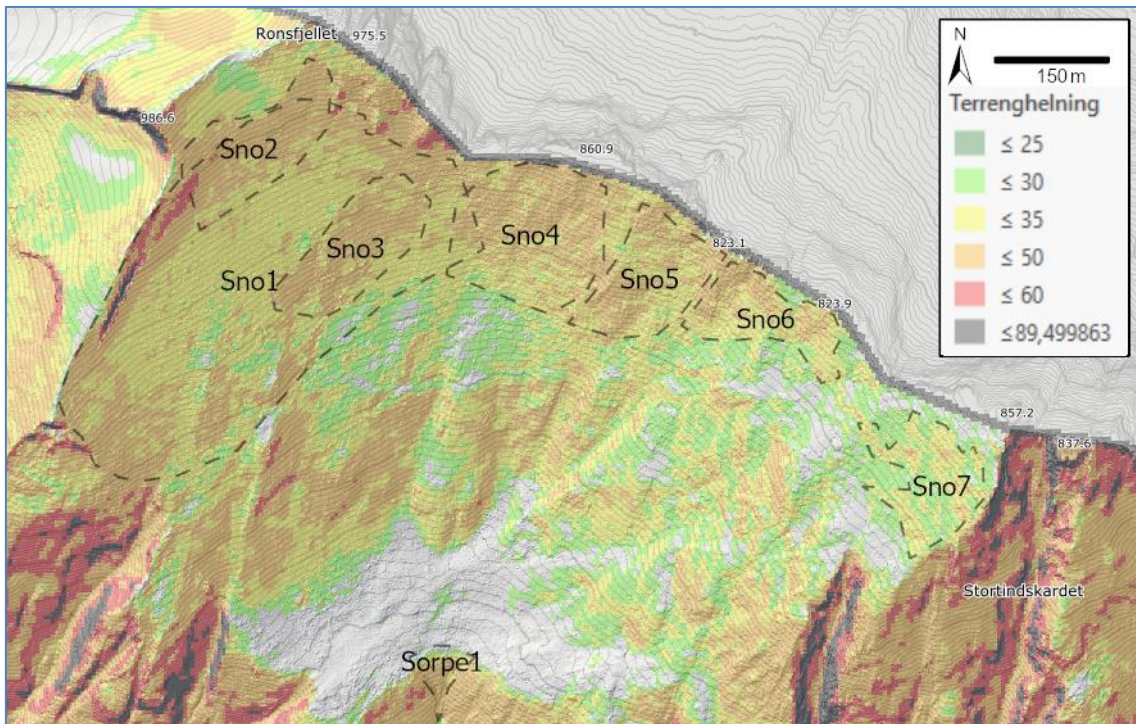
Modellering i RAMMS av snøskred for løснеområdene vist i Figur 2 og Figur 3. Løснеområdene er valgt i områder med helning mellom 30-50°, primært større, sammenhengende områder. Løsnakeområde 1 (sno1) i Storrona er primært benyttet i innledende kalibrering av modellen og ansees som lite sannsynlig. Resultatene fra disse modelleringene er derfor ikke tatt med.

Modellering av sørpeskred i RAMMS Debris Flow er utført på tross av at dette verktøyet ikke er utviklet med tanke på slike skred. Det finnes imidlertid eksempler på at utløpslengder for slike skred er estimert noenlunde riktig i forhold til historiske sørpeskred ved hjelp av RAMMS, f.eks. fra et skred på Svalbard [1]. Det er benyttet tilsvarende inndata som for dette skredet, selv om det trolig gir for konservative verdier. Det er derfor også benyttet verdier med noe større friksjon.

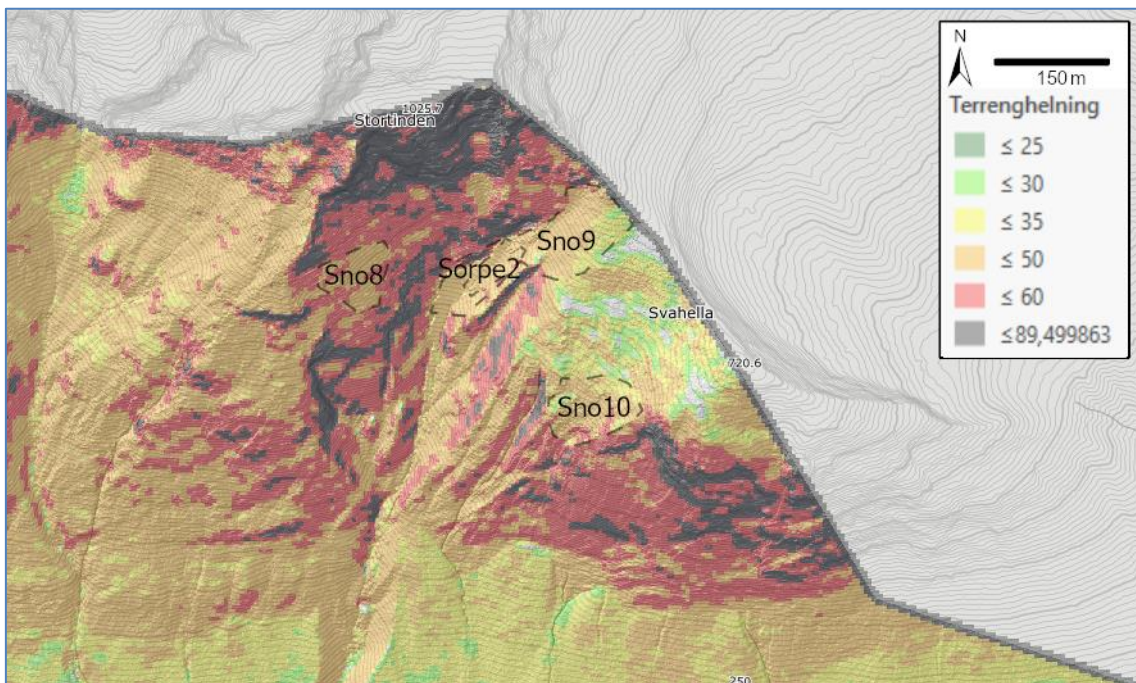
Det er ikke kjørt modelleringer av våte snøskred for skredløpene, da slike skred normalt har betydelig lavere fart enn tørre snøskred og enn sørpeskred. Våte snøskred vil derfor mest sannsynlig ikke være dimensjonerende i forhold til planlagt detekteringsystem.

Det er hentet klimadata fra eklime.no fra målestasjonen Glomfjord (39 moh.) som ligger om lag 10 km lenger øst-nordøst. Disse viser at klimaet i området er marint og forholdsvis mildt med årsmiddeltemperatur på 5°C og en årsmiddelnedbør på 2069 mm i normalperioden 1961-1990. Den mest ekstreme 1- og 3-døgnsnedbøren som er målt er henholdsvis 184,3 mm og 277,6 mm fra henholdsvis januar 1964 og januar 2002. Påregnelig maksimal nedbør med returperiode 100 år er 168 mm og 243 mm for henholdsvis 1 og 3 døgn. Dominerende vindretning er fra sør-sørøst, men også nordlige vinder er relativt fremtredende. Ved ekstrem nedbør og vinder fra vest, nordvest eller nord vurderes det å kunne komme bruddkanter på opptil ca. 2 m i de mest gunstige løsnakeområdene. Dette er tatt som et utgangspunkt for modelleringene i RAMMS, selv om dette trolig er noe konservativt og kanskje representerer skred med sjeldnere gjentaksintervall enn det veien trenger å dimensjoneres for.

Det er tatt utgangspunkt i terrengmodellen Meløy 2014 fra Hoydedata.no. Terrengmodellens oppløsning er omdannet ved hjelp av «bilineær resampling» i ArcGIS Pro slik at benyttet oppløsning er 5x5 m. Øvrige inndata som er benyttet i RAMMS er vist i Tabell 1 og Tabell 2.



Figur 2: Løsneområder som det er modellert snøskred og sørpeskred fra ved Storrona.



Figur 3: Løsneområder som det er modellert snøskred og sørpeskred fra ved Kvitrona.

Tabell 1: Inndata brukt ved modelleringer av snøskred i RAMMS Avalanche.

<u>Inndata</u>	<u>Verdier</u>	<u>Kommentar</u>
Mektighet løsneområde	2 m	Trolig noe konservativt
Løsnevolum	17000-87 000 m ³	
Skog	Nei	
Størrelse	Medium	
Frekvens	300	Trolig noe konservativt
Høydeverdier	800 m / 300 m	
Stopp-moment	10 %	Verdien er valgt da erfaring tilsier at det forhindrer «sig» og reduserer tid for prosessering, uten å betydelig påvirke resultatene.

Tabell 2: Inndata brukt ved modelleringer av sørpeskred i RAMMS Debris Flow.

<u>Inndata</u>	<u>Verdier</u>	<u>Kommentar</u>
Mektighet løsneområde	2 m	
Løsnevolum	6800-9000 m ³	
Mu	0,05-0,1	0,05 ble funnet å gi representative utløp for et historisk sørpeskred på Svalbard [1]. Dette skredet var imidlertid trolig mer tyntflytende og raskere enn det sørpeskred i Storrøna og Kvitrona kan være. Mu-verdi på 0,1 vurderes å være mest representativ her.
Xi	2000-5000	Verdier på 3000-10000 ble funnet å gi representative utløp for et historisk sørpeskred på Svalbard [1]. Dette skredet var imidlertid trolig mer tyntflytende og raskere enn det sørpeskred i Storrøna og Kvitrona kan være. Xi-verdi på 2000 vurderes å være mest representativ her.
Tetthet	800 kg/m ³	
Stopp-moment	10 %	Verdien er valgt da erfaring tilsier at det forhindrer «sig» og reduserer tid for prosessering, uten å betydelig påvirke resultatene.

Resultater

Modelleringene av snøskred ved Storrona viser at snøskred fra løsneområdene 2-6 kan nå veggen og videre ned i fjorden. De modellerte skredene fra disse løsneområdene er i størrelsesorden 37 000-87 000 m³. Modellkjøringene viser at de kan nå veggen i løpet av 61-86 sekunder fra de løsner. Samlet sett vil utløp fra disse modellkjøringene nå veggen over en strekning på ca. 220 m, som i sin helhet ligger innenfor strekningen hvor det er rørkulvert parallelt med vegbanen per i dag. Modelleringene fra løsneområde 1 vurderes å være lite sannsynlige og er dermed ikke tillagt mye vekt. Det nevnes likevel at disse når veggen på 41-53 sekunder. Skred fra løsneområde 7 er trolig mer sjeldent på grunn av helningen og eksposisjonen, men om de løsner kan de nå veggen langs et annet skredløp lenger øst for Storrona.

Sørpeskredene som er modellert i Storrona er beregnet å nå veggen på mellom 30-39 sekunder. De treffer en strekning av veggen som er om lag 175 lang.

Ved Kvitrona er det gjort modelleringer av snøskred ved løsneområdene 8-10. Løsneområde 8-9 er modellert med volum på 17000-57000 m³ som når ned til veggen i løpet av 68-104 sekunder. Samlet utløp av disse treffer veggen over en strekning på ca. 175 m. Løsneområde 10 går primært lenger øst i terrenget og er lite relevant for veggen.

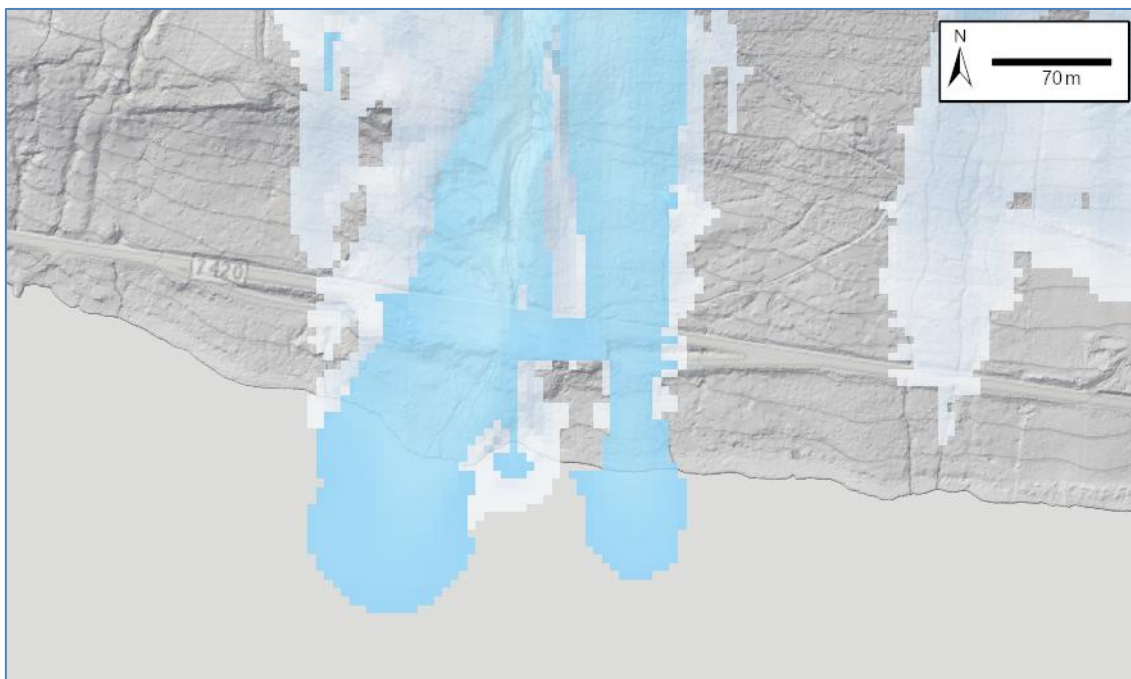
Ved Kvitrona er det også modellert sørpeskred selv om det ikke er rapportert om hendelser om dette herfra. Disse skredene når veggen på om mellom 54-67 sekunder og dekker en bredde på om lag 150 m. Terrenget er imidlertid trolig så bratt at det ikke løsner større sørpeskred i området her.

Figur 4 og Figur 5 viser maksimalt utløp av modellerte skred. Figuren viser modelleringer av løsneområdene 2-10 samlet for snøskred. I tillegg er resultatene fra modelleringer av sørpeskred lagt oppå. I og med at figuren viser kumulativt utløp av alle modelleringer kan områdene berørt av skred langs veggen ansees som maksimalt utløp for gitte modelleringer og er trolig noe konservativt.

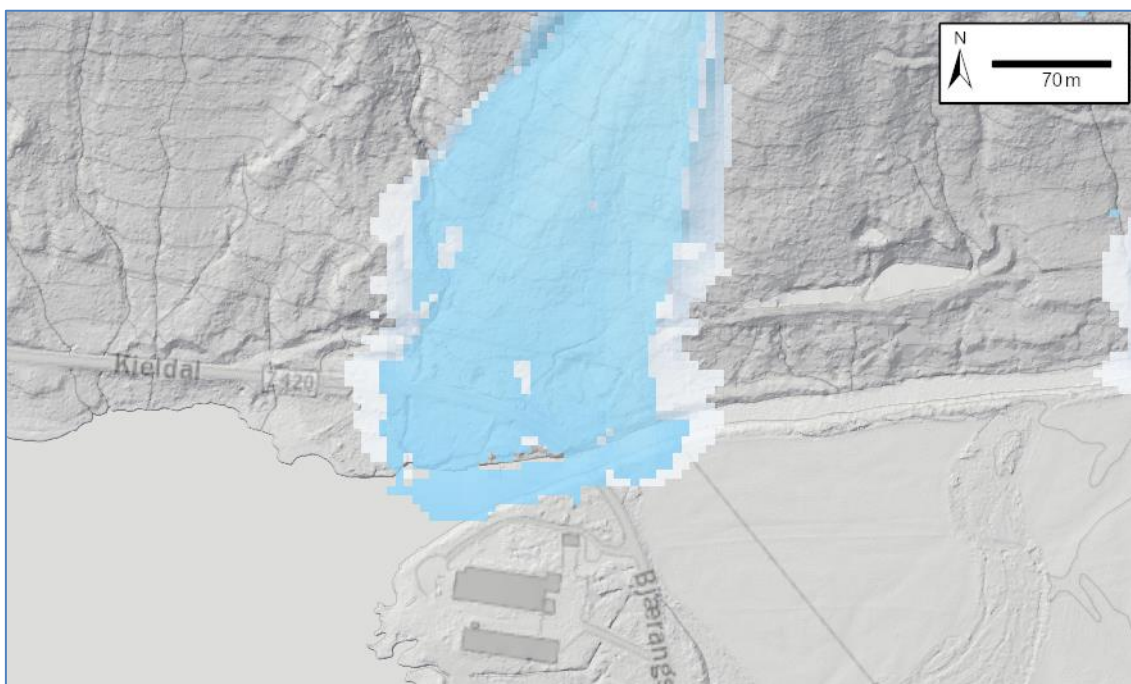
Vurdering

Modelleringene av snøskred i RAMMS antyder at snøskred på det raskeste kan nå veggen i løpet av ca. 60 sekunder, og dette ansees som det mest realistiske scenariet. Imidlertid er det gjort modelleringer av snøskred (fra løsneområde 1) og av sørpeskred som antyder skredforløp ned mot 30-50 sekunder. Disse skredene ansees å være lite sannsynlige og i det minste svært sjeldne. Ved Storrona kan det derfor antas at man har minst 60 sekunder fra et skred vil løsne til det vil nå veggen.

Ved Kvitrona er skredløpet noe mindre optimalt for store skred med høy hastighet og estimert tid for skredløp på nærmere 70 sekunder vurderes som realistisk. Også her vises det at sørpeskred kan gå raskere ned, men dette vurderes som lite sannsynlig. Det kan dermed forventes at man har nærmere 70 sekunder fra skred løsner til de når veggen.



Figur 4: Modellert utløp fra RAMMS av snøskred (hvit-lys blå) og sørpeskred (klar blå) langs Storrona.



Figur 5: Modellert utløp fra RAMMS av snøskred (hvit-lys blå) og sørpeskred (klar blå) langs Kvitrona.

6 (9)

NOTAT – MODELLERING OG
SYNSFELTANALYSE
23.10.2020

Synsfeltanalyse

Det planlegges å etablere en radar på sørsiden av fjorden som en del av skreddektekingssystemet. Som del av dette må det vurderes hva som er gunstigste plassering av en slik radar. En vesentlig faktor for plassering av radaren er at det er direkte sikt fra radaren til kritiske punkter i skredløpet, slik at de fanges opp av radaren.

Metode

Det forventes at radarens optimale plassering er på sørsiden av fjorden, som vist i markert analyseområde på Figur 1. Verktøyet «Viewshed» i 3D Analyst Tools (ArcGIS Pro) benyttes for å vurdere hvilke områder («synsfelt») som er synlige fra et gitt punkt. Inngangsparametere i denne analysen er «observasjonspunkter» som samples fra analyseområde med definert høyde (2 meter) over en gitt terrengmodell. Terrengmodellen som er benyttet er samme som for skredmodelleringer, Meløy 2014 hentet fra hoydedata.no. Resultatet fra analysen er et bilde som viser hvilke områder som er direkte synlig, og hvilke som ikke er det. Den endelige analysen ble kjørt individuelt for 425 observasjonspunkter i analyseområdet ved hjelp av et datascript. For hvert av disse punktene er prosentandel av synsfelt innenfor gitte polygoner ved Storrøna og Kvitrona beregnet, som gir en visuell vurdering av hvilke punkter i analyseområdet som har best sikt til gitte polygon.

Resultater

Vedlegg 1A-E viser hvor stor prosentandel av terrenget som er synlig fra de ulike observasjonspunktene i analyseområdet. Observasjonspunktene er symbolisert med ulike farger for å fremheve de observasjonspunktene med best sikt. Det er utarbeidet seks ulike kart som viser forskjellene i synlighet for ulike deler av skråningen/skredløpene.

- Vedlegg 1A: Prosentandel av selve skredløpene (nedre del av terrenget) for både Storrøna og Kvitrona som er synlig fra de ulike observasjonspunktene i analyseområdet. Totalt sett er det tydelig at sikten mot skredløpene er best i høyden midt i analyseområdet.
- Vedlegg 1B: Prosentandel av skredløpet ved Kvitrona som er synlig fra observasjonspunktene i analyseområdet. Områder som er noe opp i høyden i østlig del har best sikt mot dette skredløpet. Lavereliggende områder, vestlig del og ytterste østlige hjørne har dårligere sikt mot skredløpet.
- Vedlegg 1C: Prosentandel av utløpsområdet for skred fra Storrøna som er synlig fra observasjonspunktene i analyseområdet. Observasjonspunkter som befinner seg vest i analyseområdet har best sikt mot skredløpet.
- Vedlegg 1D: Prosentandel av hele skredområdet ved Kvitrona som er synlig fra observasjonspunktene i analyseområdet. Generelt er det best sikt fra observasjonspunkter i høyden og østlig del. Sørøstre hjørne av analyseområdet har dårlig sikt mot alle områder, på grunn av at området ligger i en forsenkning i terrenget, med en liten høyde foran.

- Vedlegg 1E: Prosentandel av hele skredområdet ved Storrøna som er synlig fra observasjonspunktene i analyseområdet. Generelt er det best sikt fra observasjonspunkter i høyden og i vestlig del av området.
- Vedlegg 1F: Prosentandel av hele skredområdet for både Storrøna og Kvitrona som er synlig fra observasjonspunktene i analyseområdet. Ingen punkter har veldig god sikt til hele begge skredområdene, men det området med best sikt ligger i høyden sentralt og mot vest i området.

Vedlegg 2A-E viser eksempler på noen synsfeltanalyser, og forskjellene på hva som er synlig fra ulike utvalgte observasjonspunkter i analyseområdet. Det er vist synsfelt for punkt 003 og 015 sør i analyseområdet som er blant de med totalt sett best sikt. Det er også vist eksempler fra observasjonspunkter vest, nord og øst i analyseområde.

- Vedlegg 2A: Fra observasjonspunkt 003 i sør (i høyden) er det god sikt til begge skredløpene og størsteparten av de aktuelle løsneområdene i Storrøna. Også i Kvitrona er det forholdsvis god sikt til potensielle løsneområder, med unntak av de som ligger lengst nordøst, men som trolig er mindre aktuelle.
- Vedlegg 2B: Fra observasjonspunkt 075 i vest er det god sikt til både løsneområder og skredløp i Storrøna. Sikten til løsneområder og skredløp langs Kvitrona er grei, men noe dårligere enn for punkt 003.
- Vedlegg 2C: Fra observasjonspunkt 320 i nord (langs fjorden) er det generelt litt dårligere sikt til både Storrøna og Kvitrona. Både løsneområder og skredløp blir noe mindre synlige fra dette punktet i forhold til de andre.
- Vedlegg 2D: Fra observasjonspunkt 360 i øst er det svært god sikt til størsteparten av Kvitrona, både skredløp og mesteparten av de aktuelle løsneområdene. Det er imidlertid forholdsvis store områder av Storrøna som ikke kan sees herfra, både løsneområder og ikke minst store deler av skredløpet.
- Vedlegg 2E: Fra observasjonspunkt 015 i sør (i høyden) er det god sikt til begge skredløpene og løsneområdene. Sikten til den østligste delen av løsneområdene i Storrøna er noe dårligere i forhold til punkt 003 og sikten langs skredløpet er også noe dårligere. Mens sikten til både skredløpet og løsneområdene i Kvitrona er marginalt bedre enn for punkt 003.

Vurdering og konklusjon

Den typiske trenden er at observasjonspunkt høyere i terrenget har bedre sikt enn de som er plassert lavere. Observasjonspunkt langt mot vest i analyseområdet har relativt sett noe dårligere sikt mot skredløpet ved Kvitrona. Desto lenger øst man kommer i analyseområdet, viser det seg derimot at punktene totalt sett får en dårligere sikt mot deler av løsneområdene. Særlig østlig del av løsneområdene ved Storrøna er ikke synlig fra østlig del av analyseområdet. Sikten er best inn i skredløpene omtrent i den retningen disse er orientert, og viser seg å være best for Storrøna (vestlig utløp) i vestlig del, og for Kvitrona i østlig del, av analyseområdet.

Det er identifisert to områder hvor det kan være gunstig å plassere radar. Avhengig av hvor det er viktigst å observere eventuell skredbevegelse er det forskjellige områder som er best egnet:

1. Beste oversikt over løsneområdene oppnås ved plassering omkring observasjonspunkt 001-005. Et eksempel på dette er vist for observasjonspunkt 003 i vedlegg 2A.
2. Ved observasjonspunkt nr. 012-017, samt punkt 035-036 sees mer enn 85% av begge skredløpene, og er sådan å anse som en gunstig plassering av radaren. Ulempen er at det her ikke har beste dekning av løsneområdene. Et eksempel på dette er vist for observasjonspunkt 015 i vedlegg 2E.