

NOTAT

OPPDRAAG	Sædalen reguleringsplan	DOKUMENTKODE	617067-RIGberg-NOT-001
EMNE	Skredfarevurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Bergen kommune	OPPDRAAGSLEDER	Asbjørn Øystese
KONTAKTPERSON	Laila Nesse Rosseland	SAKSBEH	Asbjørn Øystese, Mariia Pihlainen og Astrid Lemme
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233013 Bergteknikk Vest

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS har utført en skredfarevurdering av terrenget/skråningene i forbindelse med områdereguleringsplan for Sædalen i Bergen kommune.

Undersøkelsene og analysen omfatter kartlegging av skredfare fra skråningene i Indre Sædal, sørover i Såtedalen og elvedalen langs Sandalselva, samt enkelte skråninger utenfor disse områdene. Skråningen øst for Sædalen skole og tilhørende uteareal er særlig vektlagt. Skredfaren i terrenget ved Skytedalen er vurdert tidligere (614761-RIG-NOT-001 Skredfarevurdering, Sædalen datert 28. november 2013).

Vurderingen tar ikke hensyn til annen risiko som planområdet eventuelt måtte være utsatt for. Det presiseres at vurderingen er basert på dagens terreng- og skogsforhold. Dersom terrenget innenfor planområdet endres pga. fjerning av skog, endring av dreneringsveier, graving og/eller sprengning for å gi plass til ev. ny bygningsmasse og infrastruktur så må det gjøres nye vurderinger av berørt terreng.

Vi har vurdert at deler av Sædalen skole og tilhørende uteareal er utsatt for skred i form av steinsprang fra skråningen øst for området. Det er særlig den nordlige (nye) delen av Sædalen skole som er utsatt. I tillegg er det avdekket løsneområder for steinsprang i bergskrenter i Såtedalen og elvedalen langs Sandalselva. Faresonekart (vedlegg B) viser områdene i Sædalen med påvist skredfare og helningskart (vedlegg A) er med å danne basis for faresonekartet. For å oppfylle kravene til sikkerhet i TEK17 og for hindre eventuelle skred mot (i hovedsak ny) bygningsmasse vil det måtte gjøres skredforebyggende tiltak i områder med påvist skredfare. Skredforebyggende tiltak vil hovedsakelig være i form av aktiv bolte- og nettsikring av ustabile bergpartier. Firma med bergteknisk kompetanse skal prosjektere sikringstiltak. Sikringstiltak skal utføres av bergkyndig sikringsentreprenør.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	01.03.2019	Revidert skredfarevurdering-klar til utsendelse	Asbjørn Øystese/Astrid Lemme	Frode Johannesen	Asbjørn Øystese
00	06.02.2017	Skredfarevurdering-klar for utsendelse	Asbjørn Øystese/Mariia Pihlainen	Bård Steinsland	Asbjørn Øystese

Skredfarevurdering

1 Innledning

Multiconsult Norge AS har utført en skredfarevurdering av terrenget/skråningene i forbindelse med områdereguleringsplan for Sædalen i Bergen kommune.

Foreliggende notat gir en vurdering av stabilitet i berget, løsmassene i skråningene og snøskredfare. Vegskjæringer, sprengte bergskjæringer og graveskråninger er ikke vurdert i denne rapporten da det kun er skredfare fra naturlig terreng som skal vurderes i henhold til TEK17.

Videre beskrives de utførte undersøkelser med tilhørende resultater og vurderinger. Det er tidligere utført en skredfarevurdering i Skytedalen av Multiconsult Norge AS. Dette området vil derfor ikke bli omhandlet i denne rapporten. Vi har tidligere også gjort mer spesifikke skredfarevurderinger og anbefalt/fulgt opp stabiliserende tiltak (skredvoll og sikring av bergpartier) i området øst og sør for Sædalen skole.

2 Sikkerhetskrav

Akseptkriterium for skredfare er gitt i Byggeteknisk forskrift (TEK17) § 7.3. Kravene for sikkerhet i TEK17 gjelder nye byggverk. Kravene vil også gjelde ved utvidelser og nybygg knyttet til eksisterende byggverk.

Byggverk der konsekvensene av skred er særlig stor skal plasseres utenfor skredfarlig område. Dette gjelder for eksempel byggverk som er viktig for regional og nasjonal beredskap og krisehåndtering, samt byggverk som er omfattet av storulykkeforskrift.

For byggverk i skredfareområde skal kommunen alltid fastsette sikkerhetsklasse. Kommunen må se til at byggverk blir plassert trygt nok i henhold til de 3 sikkerhetsklassene S1 – S3.

*Tabell 1. Største tillatte nominelle årlige sannsynlighet for skred, og sekundærvirkninger av skred for byggverk og tilhørende uteareal og tillatte konsekvenser for sikkerhetsklasser i Tabell 1 i § 7-3 i TEK17. *) Sikkerheten mot skred er mindre enn kravet i sikkerhetsklasse S1. **) Byggverk som ikke skal plasseres i skredfarlig område fordi konsekvensen av skred, og sekundærvirkningen av skred er særlig stor.*

Sikkerhetsklasser for byggverk (S)	Tillatte konsekvenser for byggverk (K)	Største tillatte nominelle årlige sannsynlighet for skred (s)
*)		$1/100 < s \leq 1$
S1	Liten	$1/1000 < s \leq 1/100$
S2	Middels	$1/5000 < s \leq 1/1000$
S3	Stor	$0 < s \leq 1/5000$
**)	Særlig stor	$s = 0$

I S1 inngår byggverk der skred vil ha liten konsekvens. Dette kan være byggverk der personer normalt ikke oppholder seg. Garasjer, uthus, båtnaust, mindre bygg, lagerbygninger med lite personopphold er eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen.

I S2 inngår byggverk der skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Boligbygg med maksimalt 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssteder der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, driftsbygninger i landbruket, parkeringshus og havneanlegg er eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen.

Skredfarevurdering

I S3 inngår byggverk der skred vil føre til store konsekvenser. Dette kan være byggverk med flere boenheter og personer enn i S2, samt for eksempler skoler, barnehager, sykehjem og lokale beredskapsinstitusjoner.

Det er også krav til sikkerhet for tilhørende uteareal, men TEK17 er åpen for at kommunen kan vurdere kravet til sikkerhet basert på eksponeringstid for personer, antall personer som oppholder seg på utearealet.

TEK17 åpner for at byggverk i S1-S3 kan oppnå nødvendig sikkerhet ved at det blir gjennomført sikringstiltak.

3 Utførte undersøkelser

Terrenget ble undersøkt til fots i januar 2017 og i oktober 2018 av rådgiver Asbjørn Øystese fra Multiconsult Norge AS.

Temaene i undersøkelsen bestod i hovedsak av:

1. Berggrunn og geologiske strukturer av betydning for skredfare.
2. Løsmasseforhold av betydning for skredfare.
3. Registrering av vann- og vassdragsforhold.
4. Tilstand og omfang av eksisterende vegetasjon.
5. Snø- og sørpeskredfare.

Grunnlag

For vurdering av skredfare har følgende materiale blitt gjennomgått:

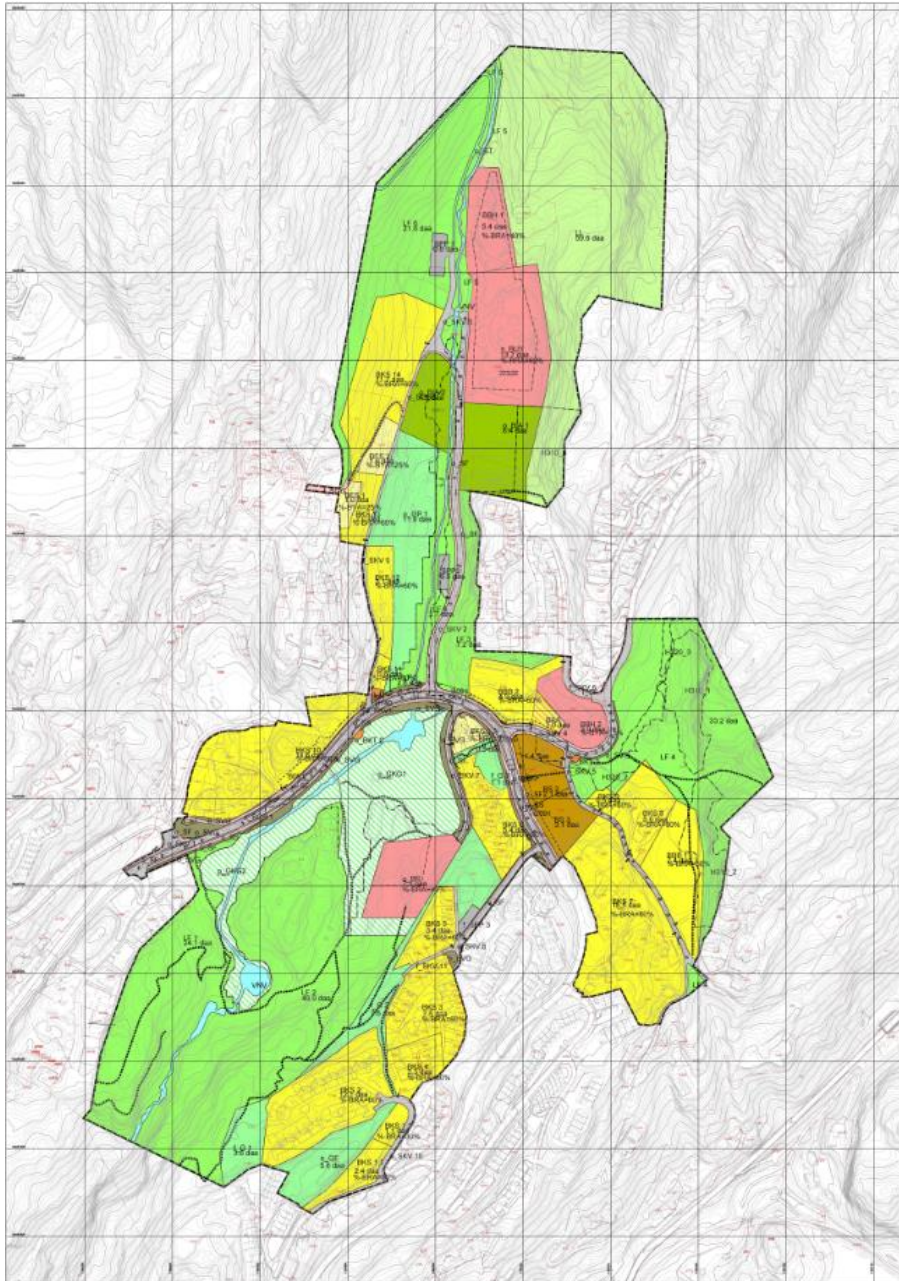
- Topografisk kart og flyfoto (www.norgeskart.no)
- Helningskart (1x1 m terrengmodell tilsendt av Bergen kommune)
- Klimadata (www.eklima.no)
- NVE Atlas (www.atlas.nve.no)

4 Topografi, løsmasseforhold og vegetasjon

Hovedområdene som er vektlagt i rapporten er Indre Sædal, sørover i Såtedalen og elvedalen langs Sanddalselva, se områdereguleringsplan og utsnitt fra Norgeskart (figur 1 og 2). Hoveddalen hvor blant annet Sædalen skole er ført opp, er lokalisert mellom nord-sør orienterte rygger som strekker seg parallelt med hoveddalen. Bebyggelsen i området befinner seg hovedsakelig mellom 150 og 200 moh.

NGU sitt kvartærgeologiske kart viser at løsmassene i reguleringsplanområdet stort sett skal bestå av tynn morene. Observasjoner fra befaringen viser at det stedvis er lite løsmasser, særlig på oppstikkende koller og rygger. I forsenkninger er det noe større mektigheter. Nederst i skråningene, særlig i de vestvendte skråningene i Indre Sædal observeres også en del skredavsetninger, i form av stein og bergblokker. I de østvendte skråningene er det observert lite skredmasser, men her er løsmassene mer sammenhengende og mektigere.

De vestvendte skråningene er brattest, med en gjennomsnittlig terrenghelning i overkant av 45°. De østvendte skråningene er noe slakere, med en gjennomsnittlig terrenghelning på rundt 30°. Helningskart (vedlegg A) viser terrenghelningen i området. Vegetasjonen i skråningene består av spredte granfelt, og ellers er det forholdsvis tett løvskog. På skogsbunnen vokser det mye gress og mose.

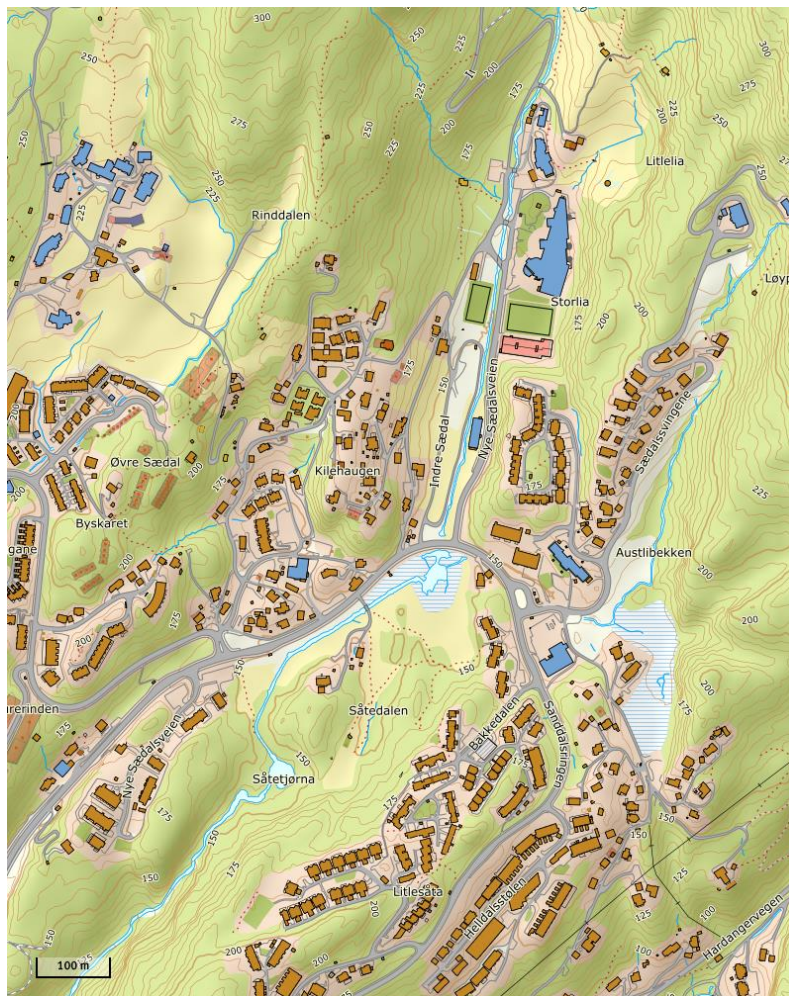


Figur 1. Områdereguleringsplan for Sædalen.

5 Vann- og vassdragsforhold

Foruten hovedelva (Sanddalselva) som har sitt drensområde i fra myrområder på Landåsfjellet og som renner gjennom hoveddalen og i rør under Nye Sædalsvegen, så er det flere bekker som renner inn i Sanddalselva. Orebekken og Austlibekken er de mest markerte av disse. Disse bekkene fører tidvis med seg svært mye vann ved mye nedbør, og ved enkeltpunkter har de erodert i løsmassene langs sidene. Men da bekkene hovedsakelig renner på berg og/eller i grovere masser i form av runde bergblokker og stor stein, vurderes det som lite sannsynlig at det kan gå flomskred langs bekkene. Når det gjelder hovedbekken og dens flompotensiale, så refereres det til egne hydrologiske vurderinger og beregninger i områdeplanen.

Skredfarevurdering



Figur 2. Oversiktskart for kartlagt område ved Sædalen. Kartet er hentet fra www.norgeskart.no.

6 Bergartsfordeling og sprekkegeometri

Bergarten i det kartlagte området består av gneis og er en del av Blåmannsdekket med antatt alder fra proterozoisk tid (www.ngu.no).

Oppsprekking

Bergmassen er nokså kompetent og har noe oppsprekking, særlig langs foliasjonen i bergmassen. Sprekkene i bergarten er forholdsvis plane og har moderat ruhetsgrad. Det er observert noe vann i sprekkene og lite finstoff som sprekketrylling. Følgende sprekkesystemer ble registrert i bergmassen gitt ved sprekkenes strøkretning/fall:

1. N 60-80°/50-70° SSØ. Dette sprekkesystemet følger foliasjonen i bergmassen. Sprekkene avløser bergpartier i frem- og bakkant, og berg kan løsne som følge av toppling, dvs. at overhengende berg kan velte ut på grunn av manglende støtte i fremkant. Avstanden mellom sprekkene i sprekkesonene er mellom 0,05-0,3 m.
2. N 0-20°/90°. Vertikalt sprekkesett som avløser blokker og flak i bakkant. Avstanden mellom sprekkene i sprekkesonene er mellom 0,2-0,5 m.
3. N 180°/40-50° V. Skråningsparallelt sprekkesett med fall ut av berget som avløser blokker og flak i over- og underkant. Avstanden mellom sprekkene i sprekkesonene er mellom 0,15-0,5 m.

Skredfarevurdering

7 Vurdering av skredfare

I følge aktsomhetskartene til Skrednett (www.skrednett.no) ligger Indre Sædal og elvedalen langs Sanddalselva innenfor de skisserte utløpsområdene for snøskred, steinsprang og jord-/flomskred. Våre vurderinger vil overprøve aktsomhetskartet for området, da aktsomhetskartene kun baserer seg på skråningsdata og ikke på feltvurderinger.

7.1 Registrerte skredhendelser

I databasen NVE Atlas er det ikke gjort noen registreringer av noen skredtyper. Observasjoner viser at det derimot har gått nylige steinsprang i skråningene både i Indre Sædal, fra bergskrenter i Såtedalen og på begge sider av elvedalen langs Sanddalselva. At disse ikke er registrert skyldes nok at skredene ikke har rammet bygg eller infrastruktur.

7.2 Snøskred og sørpeskred

De høyeste delene av skråningene i Indre Sædal har moderat akkumulasjon av snø på vinterstid med opp imot 1,0 meter som maks snødybde, det viser blant annet klimastatistikken fra www.seNorge.no. Dette er nok snø til å kunne utløse snøskred, men skog og terrassert terreng reduserer sannsynligheten for snøskred. Den tette skogen hindrer dannelsen av svake lag i snødekket og dersom det løsner mindre snømasser i et mer åpent område av skråningene så vil slakere partier bremse snømassene. Det er heller ikke gjort observasjoner i skråningene i form av knekte, bøyde trær og fragmenter som snøskred drar med seg som indikerer at det har gått snøskred i nyere tid.

I lavereliggende terreng er skråningene for avgrensede til at det kan samle seg nok snø til at snøen kan gå i brudd og danne snøskred.

På grunnlag av disse observasjonene/vurderingene er sannsynligheten for snøskred som kan ramme planområdet vurdert til å være liten.

Sørpeskred dannes stort sett langs, ut fra eller i forbindelse med større bekker og elver og i områder med mindre skog enn det er her i Sædalen. Vi anser derfor ikke denne skredtypen som en sannsynlig hendelse i området.

Historisk er snø- og sørpeskred et marginalt problem i denne delen av Hordaland.

7.3 Steinsprang

Bergarten i blotningene som ble observert i Sædalen er bergmekanisk sett nokså sterk, men pga. bratte bergskrenter og observasjoner av avløste bergpartier og –blokker i skråningene er sannsynligheten for steinsprang vurdert til å være middels stor for enkelte deler av Indre Sædal, i Såtedalen og i elvedalen langs Sanddalselva. Vi vurderer at arealet på nedsiden av de vestvendte skråningene og et lite areal i de østvendte skråningene i Indre Sædal kan rammes dersom det skulle gå steinsprang. Den nordlige (nye) delen av Sædalen skole vil være særlig utsatt. Her er det blant annet observert et ustabil bergparti (se bilde 1) som kan treffe skolebygget om det skulle løsne bergfragmenter fra bergpartiet. Simuleringer gjort ved hjelp av programmet Rocfall, se vedlegg C, bekrefter dette.

Den sørlige delen av Sædalen skole er vurdert til ikke å være utsatt for steinsprang da det her er etablert en skredvoll som vil stoppe eventuelle fragmenter av ulik størrelse i å nå bygget (se bilde 2, profil 2 i vedlegg C og faresonekart, vedlegg B).

I skråningen øst for fotballbanen og brakkebygg er det gjort sikringstiltak ved hjelp av bolter, steinsprangnett og etablering av sognemurer/plankestengsel som har redusert sannsynligheten for steinsprang, men likevel er det enkeltpartier i skråningen hvor det kan løsne mindre bergblokker.

Skredfarevurdering

I skråningen mellom Sædalsveien og Kyrkjeledshaugen er det for et par år siden utført sikringstiltak i form av bolter, steinsprangnett og bergbånd. Det er derfor ikke tegnet inn faresoner for steinsprang i dette området.

Ellers i planområdet er det avdekket løsneområder for steinsprang i bergskrenter i Såtedalen, på begge sider av elvedalen langs Sanddalselva og en mindre bergskrent ved Helldalssåta, se faresonekart i vedlegg B.

Det presiseres at det er flere områder med løsneområder for steinsprang i vegskjæringer og sprengte skjæringer bak bygg, men disse er ikke vurdert i denne rapporten.



Bilde 1. Avløst bergparti i skråningen ovenfor den nordlige (nye) delen av Sædalen skole.



Bilde 2. Etablert skredvoll bak den sørlige delen av Sædalen skole.

Skredfarevurdering



Bilde 3. Avløst bergblokk i den den østlige skråningen i elvedalen langs Sanddalselva.

7.4 Løsmasseskred

Sannsynligheten for løsmasseskred/-utglidning mot planområdet anses som liten pga. slakt terreng ($<30^\circ$) i de fleste løsmassedekte områdene og lite opplagrede løsmasser i de brattere delene av skråningene. I de delene hvor det er brattere terreng ($25-35^\circ$) med opplagrede løsmasser, som ved den østvendte skråningen sør for parkeringsplassen i Indre Sædal (se bilde 4 under) er den tette skogen med å stabilisere løsmassene, og vil dermed hindre initiering av løsmasseskred/-utglidninger. Det ble ikke observert rester/spor etter tidligere løsmasseskred, sprekker/tegn til sig i løsmassene eller løsmasseskred i skråningene.



Bilde 4. Tett skog i den østvendte skråningen sør for parkeringsplassen i Indre Sædal.

Skredfarevurdering

8 Risikovurdering med hensyn på skred

Undersøkelsene og analysen omfatter skred fra naturlig terreng. Risiko med hensyn til ulike typer skred mot bygningsmasser er gitt som en funksjon av sannsynligheten for at ulike skredhendelser finner sted, og konsekvensen av dem dersom de skulle inntreffe.

En foreslått plan for avbøtende tiltak tar utgangspunkt i gjeldende akseptkriterier for skredrisiko slik disse er formulert i Plan- og bygningsloven med tilhørende Teknisk forskrift, TEK 17.

8.1 Uønskede hendelser som følge av skred og vann

På grunnlag av befaring og vurderinger i området er følgende uønsket hendelse vurdert som aktuell fra bergskrenter/skråninger i Sædalen:

1. Steinsprang fra bergskrenter i skråninger i Sædalen på grunn av rotsprengning, is- og vanntrykk i sprekker i berget. Nummereringen av disse hendelsene vil bli benyttet videre i risikoanalysen.

8.2 Sikkerhetsklasser, konsekvenser og sannsynlighet for skred

Sikkerhetsklasser for byggverk (S)	Tillatte konsekvenser for byggverk (K)	Største tillatte nominelle årlige sannsynlighet for skred (s)
*)		$1/100 < s \leq 1$
S1	Liten	$1/1000 < s \leq 1/100$
S2	Middels	$1/5000 < s \leq 1/1000$
S3	Stor	$0 < s \leq 1/5000$
**)	Særlig stor	$s = 0$

Tabell 1: Største tillatte nominelle årlige sannsynlighet for skred, og sekundærvirkninger av skred for byggverk og tilhørende uteareal og tillatte konsekvenser for sikkerhetsklasser i Tabell 1 i § 7-3 i TEK 17. *) Sikkerheten mot skred er mindre enn kravet i sikkerhetsklasse S1, jfr. tabell 2. **) Byggverk som ikke skal plasseres i skredfarlig område fordi konsekvensen av skred, og sekundærvirkningen av skred er særlig stor, jfr. tabell 3.

REGISTRERTE SANNSYNLIGE SKREDHENDELSER

Uønsket hendelse	Beskrivelse	Nominell årlig sannsynlighet
1	Steinsprang fra bergskrenter i skråninger i Sædalen	$1/1000 < s \leq 1$

Tabell 2: Registrerte sannsynlige uønskede hendelser

Inndelingene er gjort i samsvar med gjeldende utgave av Plan- og bygningsloven, § 28 og teknisk forskrift; TEK 17.

Vi presiserer at det kun er naturgitt skredfare som inngår i tabellene 1-2 ovenfor.

Skredfarevurdering

Denne vurdering gjelder for et større planområde, men kan benyttes i byggesaker i området. Og dersom det skal føres opp nye bygg som er innenfor de inntegnede faresoner (faresonekart i vedlegg B) så må det gjøres skredforebyggende tiltak.

For den nye (nordlige) delen av Sædalen skole er det ikke et krav om sikring da skolen allerede er bygget, men vi anbefaler dette sterkt. Se kapittel 9 for sikring av bergskrentene i skråningen øst for Sædalen skole.

9 Videre tiltak

I dette kapittelet er det foreslått tiltak for å hindre steinsprang mot Sædalen skole.

9.1 Følgende tiltak og nye vurderinger anbefales gjennomført:

- Sikring av avløste bergpartier og -blokker i bergskrentene i skråningen ovenfor (øst for) den nordlige (nye) delen av Sædalen skole ved hjelp av rensk, bolter, bergbånd og vaier-/steinsprangnett. Firma med bergteknisk kompetanse bør vurdere stabilitetsforholdene nærmere og prosjektere sikringstiltakene. Sikringstiltakene skal utføres av bergkyndig sikringsentreprenør.
- Rensk og sikring av enkelte bergpartier i skråningen ovenfor fotballbanen sør for Sædalen skole. Her er det tidligere sikret med bolter og bergbånd, men det er gjenstående partier som bør etterses. Firma med bergteknisk kompetanse bør vurdere stabilitetsforholdene nærmere og prosjektere ev. sikringstiltak.

Avstanden fra bygg til skråningene vil avgjøre hvor mye sikring som det er behov for.

Faresonekartet i vedlegg B kan være førende for hvor det må gjøres tiltak. Sikringsarbeidet vil skje ved hjelp av taulag eller mobilkran/lift om det er tilkomst.

- Eventuell utskiftning av sognemurer/plankestengsel eventuelt ny støpt mur og nærmere vurdering av skråningsstabilitet i skråning øst og sør for brakkebygg, sør for fotballbane i Indre Sædal da deler av sikringen har gitt etter for massene (se bilde 5 under).
- I de østvendte skråningene i Indre Sædal (øst for parkeringsplasser/veg til turområde og skole) vil vi fraråde storstilt hogst av skog og annen vegetasjon, bortsett fra hogst av store, falleferdige og soppangrepne trær og trær som er til hinder for ny/eksisterende bygningsmasse. Dersom det skal etableres ny bygningsmasse her, vil det uansett måtte gjøres nye vurderinger av byggegrunn og skråninger. Det må gjøres prøvegravning/grunnundersøkelser på byggegrunn og i områder hvor det skal flyttes på stedlige løsmasser, graves i eller disse skal belastes, og undersøke løsmasseforholdene med hensyn på stabilitet og bæreevne. Firma med geo- og bergteknisk kompetanse bør bistå i dette arbeidet.

10 Oppsummering

Vi har vurdert at det er enkeltområder i Indre Sædal, Såtedalen og i Elvedalen langs Sanddalselva som vil være utsatt for steinsprang. Særlig den nordlige (nye) delen av Sædalen skole kan bli rammet dersom det skulle gå et steinsprang fra skråningen. Det anbefales at bergskrentene i dette området blir sikret for å unngå nedfall. I bratte bergskrenter i Såtedalen og elvedalen langs Sanddalselva er det avdekket løsneområder for steinsprang. Dette er utenfor områder med eksisterende bebyggelse, men dersom det skal bygges i disse områdene så må det gjøre avbøtende tiltak.

Skredfarevurdering



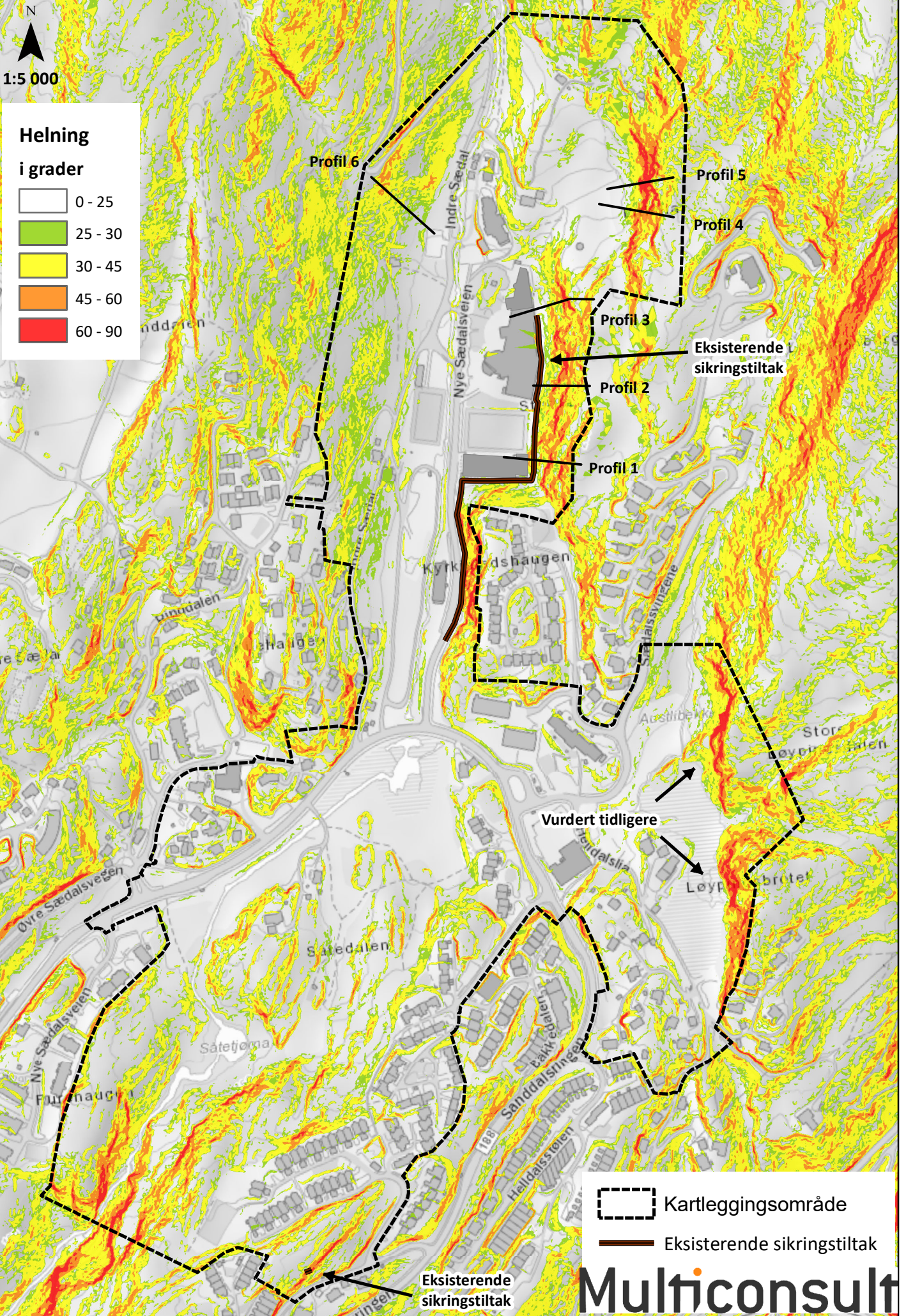
Bilde 5. Løsmasseskråning bak brakkebygg i Indre Sædal hvor eksisterende sikring bør skiftes ut.

Vedlegg

Vedlegg A - Helningskart med Rocfall profiler

Vedlegg B - Faresonekart

Vedlegg C - Resultater fra steinsprangsimuleringer i Rocfall



N
1:5 000

☐ Kartleggingsområde

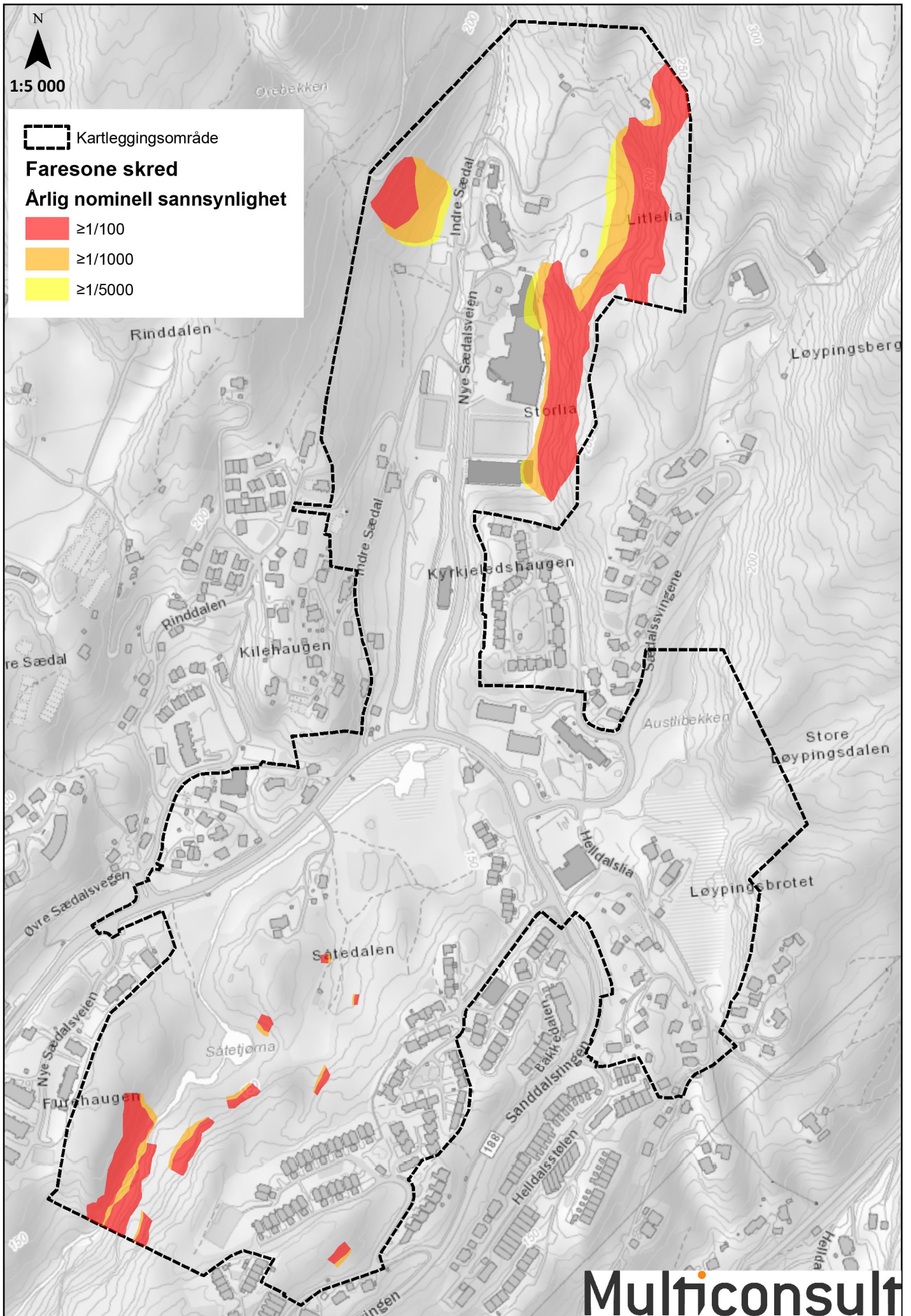
Faresone skred

Årlig nominell sannsynlighet

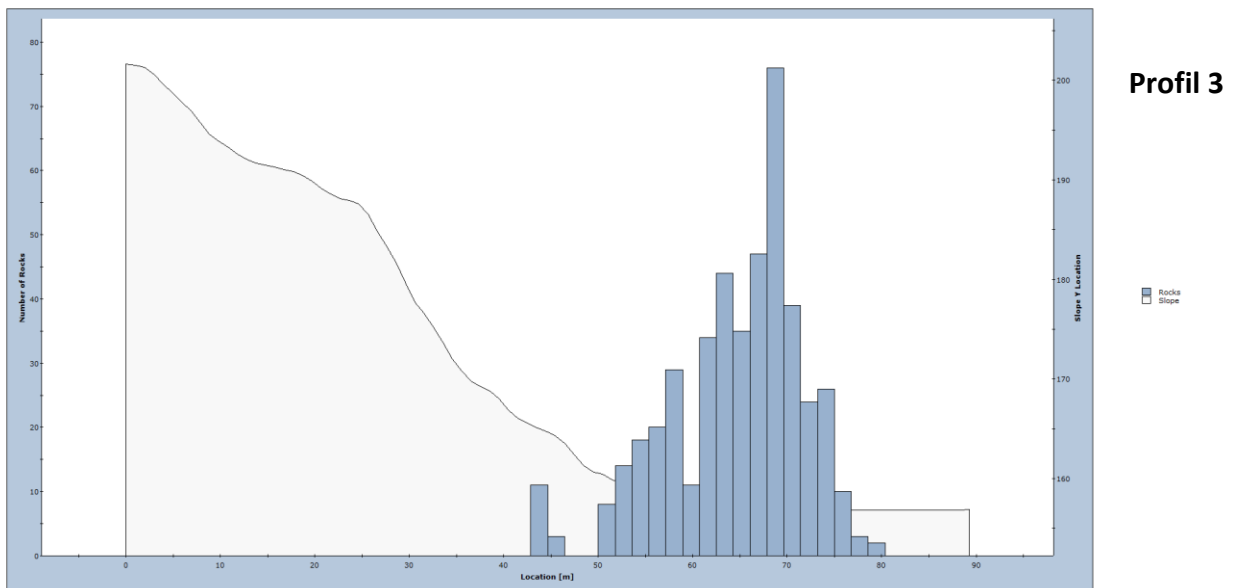
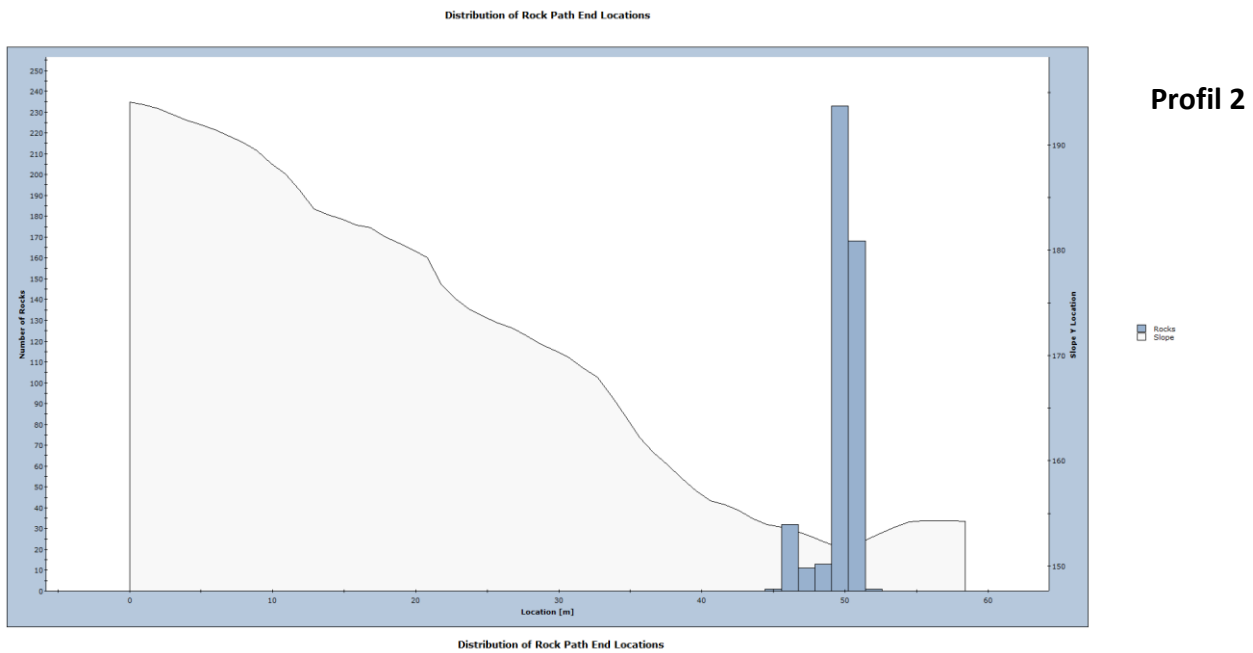
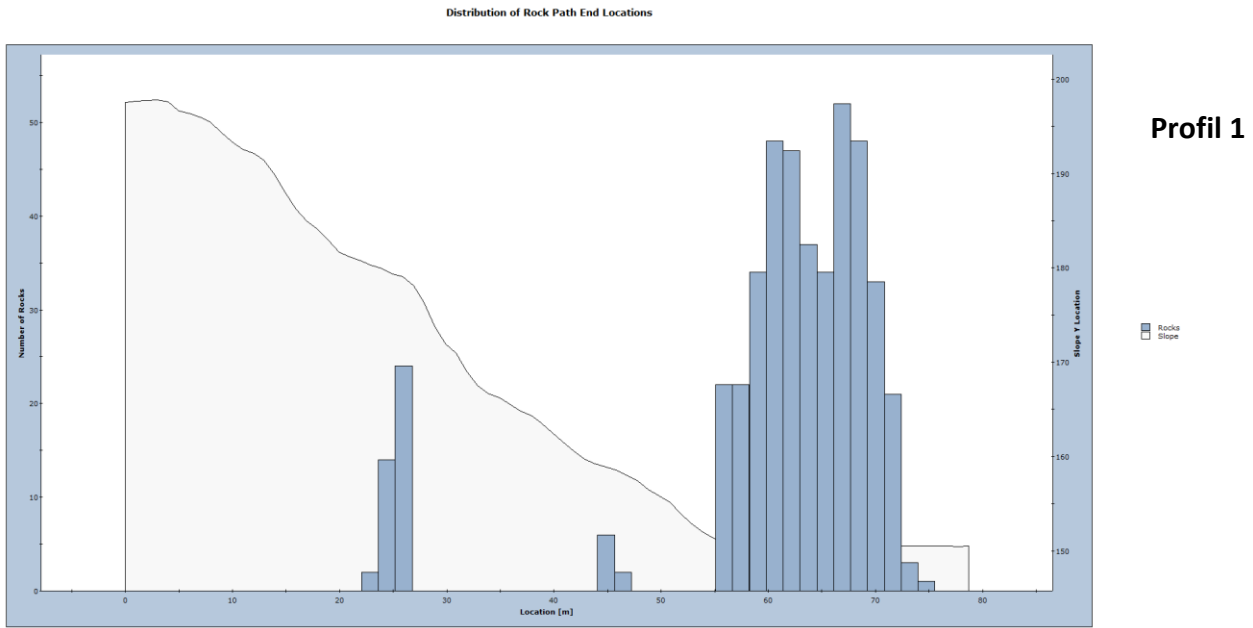
☑ $\geq 1/100$

☑ $\geq 1/1000$

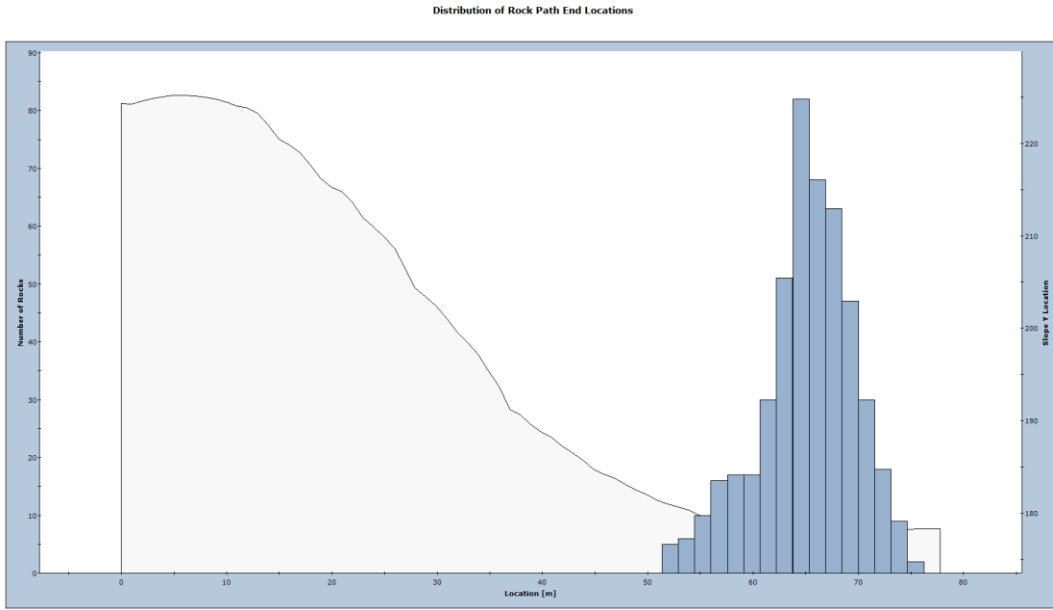
☑ $\geq 1/5000$



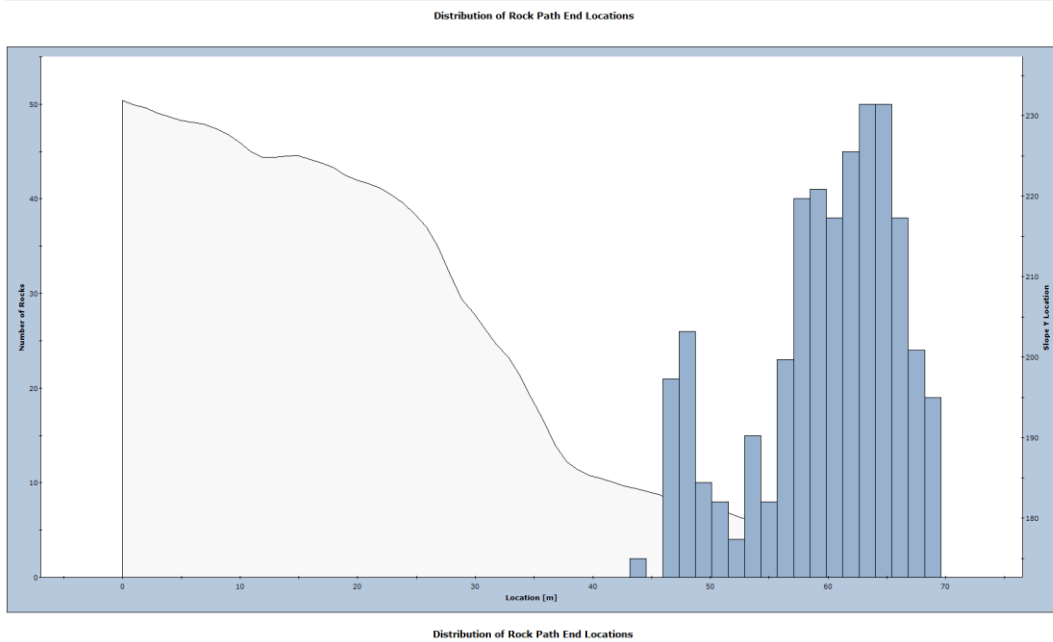
Vedlegg C – resultater fra simuleringer i Rocfall



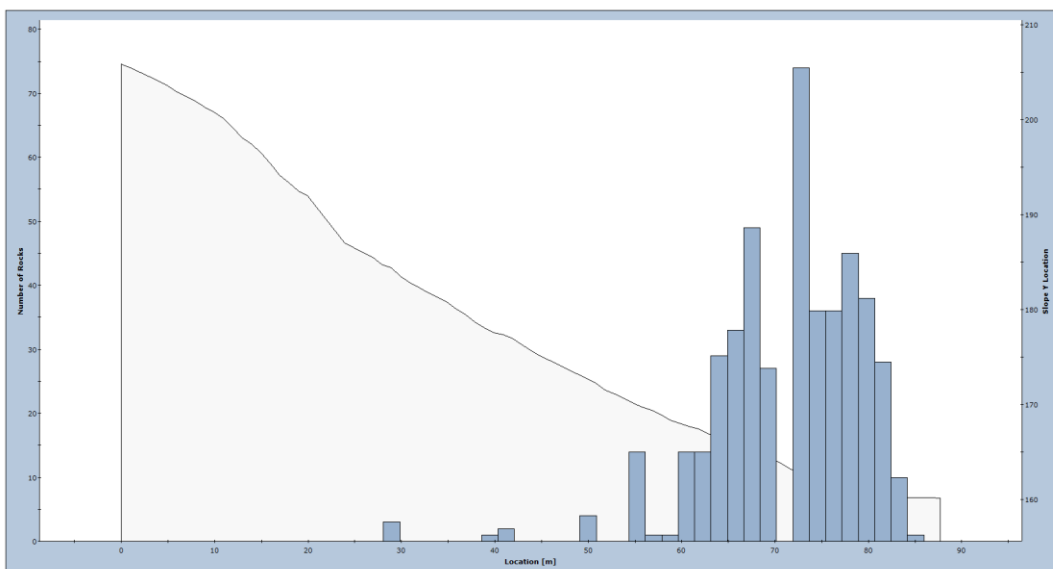
Vedlegg C – resultater fra simuleringer i Rocfall



Profil 4



Profil 5



Profil 6