

NOTAT - Vurdering av rystelser og skredfare i klatrefelt				
Lokalitet: Tønsåsen	Sted: Hell, Stjørdal kommune	Eiendom: 160/1	Dato: 22.05.2019	
Forfatter: Audun Sletten	Kunde: Tverås Maskin og Transport AS	Pro Invenia ref.: 2019 - /AMS		Side 1 av 6

1. Sammendrag

Planlagt steinuttak ved Tønsåsen på Hell, forventes å gi sprengningsinduserte rystelser ved klatrefeltet, som ligger i ca. 100m avstand. Sprengsalvene vil være i størrelsesorden 12 000m³, hvor mye rystelser det vil gi er ikke mulig å fastslå uten målinger. Ingeniørgeologisk kartlegging og vurdering har identifisert flere skredfarlige partier i klatreveggen og peker på fryse/tine-prosesser som hovedårsak. Erfaring tilsier at sprengningsinduserte rystelser også kan utgjøre et lite bidrag til å løsne steiner i klatreveggen. Som avbøtende tiltak, kan det gjøres rystelsesmålinger og observasjon med eventuelt rensk i klatreveggen etter sprengning.

2. Innledning

Et området på ca. 35 dekar langs Reppasmarkaveien ved Hell, Stjørdal kommune, skal reguleres til næringsområde. Som en del av tomteplaneringen, vil det pågå uttak av stein til videresalg som byggeråstoff i en periode på maksimalt 8år. Tverås Maskin og transport AS har søkt driftskonsesjon for steinuttaket og planlegger også å etablere seg på det planerte området med verksted, kontor og oppstillingsplass for maskinparken sin.

Pro Invenia er engasjert som plankonsulent for reguleringsprosessen og innehar også bergfaglig spesialkompetanse for vurderingene gjort i dette notat.

3. Rystelser fra sprengning og grenseverdier

Det er mange faktorer som avgjør hvor store rystelser en sprengning gir ved et gitt målepunkt i nærheten: Hvor mye sprengstoff det er i hvert borhull og hvor mange borhull som sprenges samtidig, er det som har størst effekt. I fjellsprengning benytter man tennintervaller, typisk på 10-60 millisekund mellom borhullene, slik at ikke alle hull skal detoneres samtidig. I dag finnes blant annet elektroniske tennere som sikrer full kontroll på detonasjonsrekkefølgen og tennintervallet.

Hvilken bergmasse det sprenges i har også betydning: Rystelser har størst forplantning parallelt med lagdelingen i berget, men blir dempet i retning på tvers av lagene. Frekvensen på rystelsene vil generelt være høy i homogent berg og lavere i oppsprukket berg. Lavest er frekvensen i løsmasser.

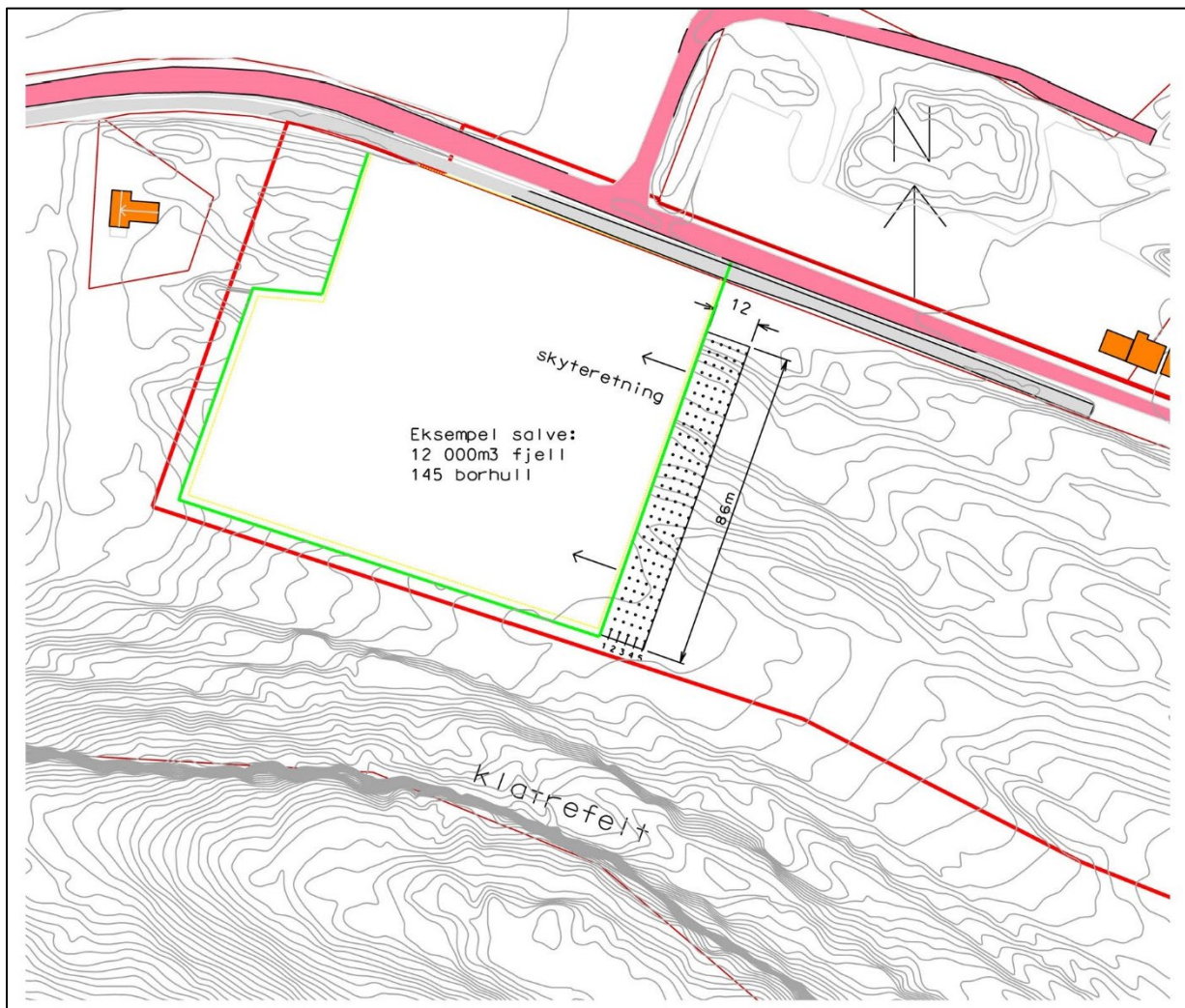
Rystelser måles i frekvensveid svingehastighet, og grenseverdien for tillat nivå ved bygninger har en basisverdi på $v_f = 25\text{mm/s}$, og blir innskjerpet eller satt høyere alt etter typen byggverk, byggematerial, byggetilstand og hvorvidt sprengning er permanent eller midlertidig (Norsk standard NS8141).

Standarden NS8141 angir også grenseverdier for tunnel og bergrom avhengig av bergkvalitet og sikring. Den strengeste grenseverdi er $v_f = 10\text{mm/s}$, for dårlig berg med kun spredt bolting eller ingen forsterkning. Erfaringene fra sprengning i tunnel og bergrom er spesielt relevant for vurderingene ved Tønsåsen, da problemstillingen med rystelser og utløsning av stein er den samme.

4. Plan for steinuttak og sprengning

Uttaket av stein vil foregå ved å sprengne salver bestående av flere borhull i et rutenett, fylt med sprengstoff som detonerer med en liten forsinkelse mellom hvert hull. Retningen på uttaket vil være fra vest mot øst, og salvene som sprenges vil strekke seg over hele planområdets bredde som vist på kartillustrasjonen i Figur 1 under. I eksempeltegningen under vises en slik salve med 5 borhull-raster bakover, slik at det blir totalt 145 borhull i salven som vil løsne ut ca. 12 000m³ stein.

Forventet årlig uttak vil ligge rundt 40 000m³, så det vil sprenges 3 eller 4 slike salver per år.



Figur 1 Kart som viser situasjon under uttak med planlagt størrelse på sprengningssalve

5. Ingeniørgeologisk vurdering av klatrefelt

Med bakgrunn i en skredhendelse i klatreveggen oppdaget desember 2018, hentet Tindegruppa NTNUi inn ingeniørgeologisk bistand for å vurdere skråningsstabiliteten i klatrefeltet.

Ingeniørgeologene Fredrik Johannessen og Martin Flåten fra Sweco har stått for befarings- og vurderingene, som er oppsummert i et NOTAT 10211520-RIGBERG-N01, som legges ved i sin helhet.

Ingeniørgeologene har observert 4 lokaliteter med betydelig skredfare der det sterkt frarådes å bruke området inntil tiltak er utført, i tillegg til flere lokaliteter med moderat skredfare som må følges med. En oppsummering av lokalitetene og anbefalte tiltak finnes i en egen tabell, vedlagt det ingeniørgeologiske notatet.

Klatrefeltet som har vært stengt helt frem til april 2019, er nå åpnet igjen, med advarsler om hvilke klatreruter og hvilke oppholdsarealer som kan være farlige. Blant annet anbefales det at ferdsel inn til området flyttes fra stien som går langs foten av bergveggen og ned til stien som går langs plangrensen for planlagt næringsområdet. Dette for å unngå ferdsel under partiene med betydelig skredfare.

Bergmassen i klatrefeltet beskrives som konglomerat, generelt ru med irregulære sprekker, stedvis med vann på sprekke. Det er steile sprekker parallelt bergskrenten/klatreveggen som utgjør mesteparten av stabilitetsproblemene. Ingeniørgeologene peker på fryse/tine prosesser eller erosjon på grunn av tilstedeværelse av vann, som hovedårsaken til utfall av blokker i bratt terreng. I tillegg er det vegetasjon og trær langt frem på toppen av bergkanten, som kan være kilde til steiner som løsner. Sannsynligheten for skredhendelser er sterkt knyttet til nedbør og frost, slik at det vil være liten skredsannsynlighet under tørt vær på sen vår, sommer og tidlig høst, og større sannsynlighet på vinteren.



Figur 2 Foto tatt desember 2018 av rasblokkene som har ramlet ned. Bilde var på trykk i Stjørdalsbladet.

6. Rystelser fra sprengning sin påvirkning på skred

All form for bevegelse i grunnen, gir et større eller mindre bidrag til å løsne steiner fra fjellveggen. Den største bidragsyter er vann fra nedbør og i grunnen, som eroderer og vasker ut løse partikler og vann i sprekker som skaper bevegelse når det fryser og tiner. Som ingeniørgeologene påpeker, er disse prosessene hovedårsak til utfall av blokker.

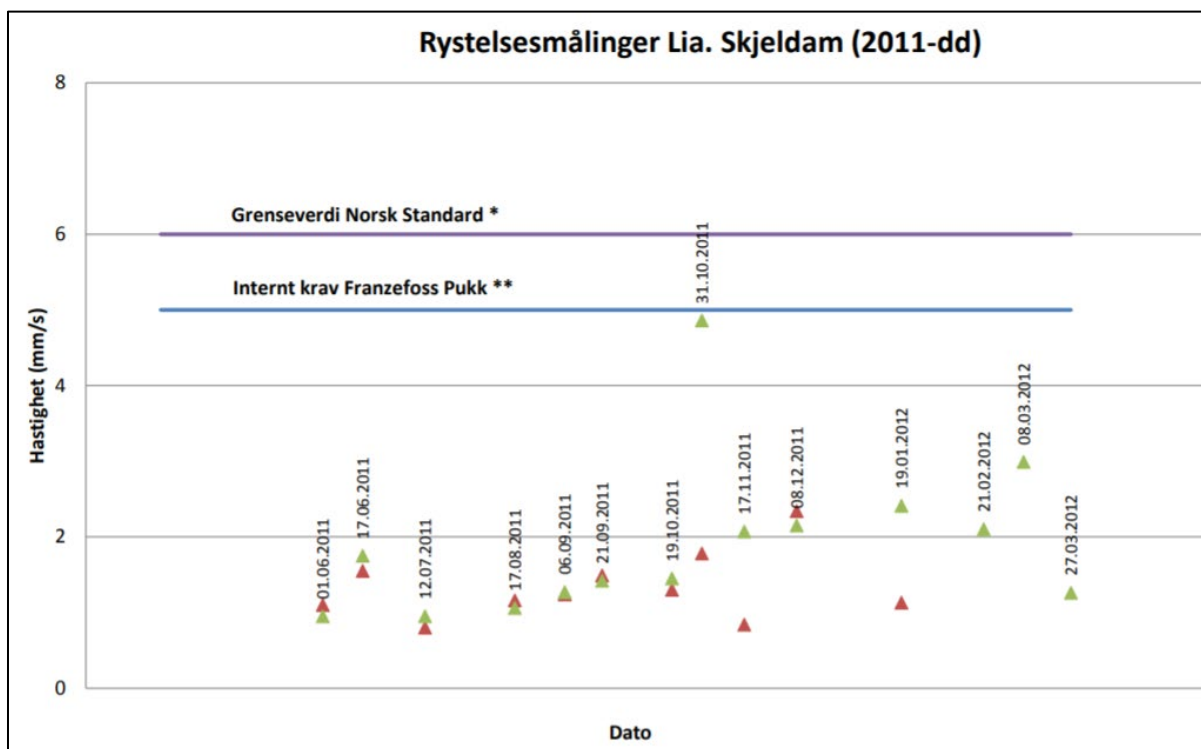
Rystelser i grunnen, fra jordskjelv eller sprengning, kan også bidra til utfall av blokker, dersom svingehastigheten (v_f) er høy nok. Nøyaktig hvor store rystelsene fra planlagte sprengninger ved Tønsåsen blir, ved 100m avstand oppe i klatreveggen, er vanskelig å anslå før man har gjennomført rystelsesmåling av sprengning med kjent mengde sprengstoff.

Som en pekepinn, viste rystelsesmålinger ved nærmeste nabo ca. 500m unna daværende produksjonsområde til Lia Pukkverk i Trondheim, verdier v_f mellom 1 og 5mm/s med snitt ca. 1,6mm/s. Kart og dataplott for disse målinger vises i hhv. Figur 3 og Figur 4 under.

På bakgrunn av målingene ved Lia pukkverk, forventer vi tilsvarende eller høyere verdier på rystelser fra Tønsåsen steinuttak målt i klatrevegg, fordi avstanden er kortere.



Figur 3 Flyfoto av Lia Pukkverk i Trondheim med markering av nærmeste nabo hvor rystelsesmålinger utført. Norge i Bilder



Figur 4 Rystelsesmålinger ved nærmeste nabo til Lia Pukkverk i Trondheim. Plot hentet fra Franzefoss nettside

7. Rettslig årsakssammenheng

Pro Invenia sin vurdering er at de forventede rystelsene fra Tønsåsen uttaket, kan gi et lite bidrag til å løsne det som allerede er løst, men vil med all sannsynlighet ikke løsne et steinskred alene. Det vil fortsatt være de naturlige prosesser (frysing/tining og nedbør) som gjør det største bidraget til at steiner løsner.

Skulle det gå et skred i klatreveggen etter at sprengningene har begynt, kan sprengningsinduserte rystelser og de naturlige prosesser pekes på som samvirkende årsaker til skredet.

I en rettslig vurdering av årsakssammenheng, vil vanligvis betingelseslæren legges til grunn. Den sier at dersom skaden ville ha inntruffet også om den påståtte skadevoldende handling tenkes borte, er den skadevoldende handling ikke årsak til skaden.

Begrepet «tuen som veltet lasset» kan i denne sammenheng anvendes for å beskrive at sprengningsinduserte rystelser kan utløse skred, men er ikke et tilstrekkelig vesentlig element i årsaksbilde til at det er naturlig å knytte ansvar til sprengningshandlingen.

8. Avbøtende tiltak

Under foreslås fire avbøtende tiltak som vil redusere risikoen for skred i klatreveggen.

8.1 Varsling og avsperring

Bergsprengningsleder skal alltid forsikre seg om at området er klarert for mennesker og dyr før sprengning. For å sikre at det ikke oppholder seg folk i klatrefeltet under sprengning, skal det gås en varslingsrunde gjennom klatrefeltet med postering i vestenden av feltet mot parkeringsplassen. Sprengning bør også varsles til de respektive klatreklubbene gjennom egnede kommunikasjonskanaler.

8.2 Rystelsesmåling

Det er vanlig praksis å plassere rystelsesmåling på grunnmur til nærmeste bygning for å dokumentere at rystelser ikke overstiger tillat grenseverdi.

I dette tilfelle har vi et klatrefelt som ikke er underlagt grenseverdier på samme måte som for bygninger, men det vil fortsatt ha en verdi å gjøre målinger når det sprenges.

Pro Invenia foreslår derfor å plasseres rystelsesmåler på egnet sted i klatrefeltet, festet til bergveggen. Formålet med dette er økt kunnskap om sammenhengen mellom sprengsalvene og rystelsene det gir ved klatrefeltet.

Det er vanskelig å fastsette en grenseverdi for tillate rystelser i klatrefelt, da det er varierende bergkvalitet, sprekkeforhold og sikring. Det mest nærliggende vil være å bruke grenseverdier for tunneler og bergrom, som har $v_f = 10\text{mm/s}$, som strengeste grenseverdi ved dårlig berg med kun spredt bolting.

8.3 Justering av salvene

Størrelsen på sprengsalvene, kan være fristende å underlegge begrensninger, med formål om å redusere rystelsene mot klatrefeltet. Konsekvensen for driften av steinuttaket, blir at det må bores og sprenges mindre, men flere salver. Dette tiltak vurderes som lite hensiktsmessig både for steinuttaket som får mindre effektiv sprengning og for klatrefeltet som blir utsatt for rystelser oftere.

Et annet parameter som kan justeres er tennintervall, altså hvor mange sprenghull som detoneres samtidig og hvilken forsinkelse det er mellom sprenghullene. Vår vurdering er at tennplanen med fordel kan settes opp med få hull detonert samtidig og lenger tennintervall, som et avbøtende tiltak

for å redusere rystelser. Justering av tennplan bør imidlertid ikke gå på bekostning av sprengningens formål, nemlig å fragmentere fjellet.

For å unngå feildetonasjoner, med utilsiktet mye sprengstoff som går av samtidig, kan elektroniske tennere være et fornuftig tiltak.

8.4 Observasjon og rensk

Klatremiljøet har egne drift – og vedlikeholdsrutiner for observasjon og rensk av evt. løse steiner i klatreveggen, som beskrives i vedlagte NOTAT 10211520-RIGBERG-N01. Det gjennomføres blant annet en årlig gjennomgang av hele klatrefeltet på våren, etter at vinterens fryse og-tineprosesser har virket på fjellet.

Med sprengningsinduserte vibrasjoner midt i klatresesongen, introduserer man et mulig ekstra bidrag til løsning av steiner, som ikke fanges opp av den årlige gjennomgangen på vårparten. Gjøres det imidlertid en grundig nok observasjon og rensk av de løseste partiene tidlig på vårparten, reduseres risikoen for at noe løsner som følge av sprengningsinduserte vibrasjoner.

Pro Invenia vurderer at det med fordel kan gjøres en tilleggsobservasjon med eventuelt rensk av skredfarlige partier etter sprengning. Den årlige vedlikeholdsrunderen på vårparten, før klatrefeltet åpner for sesongen bør opprettholdes.