

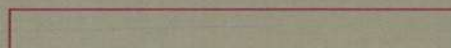
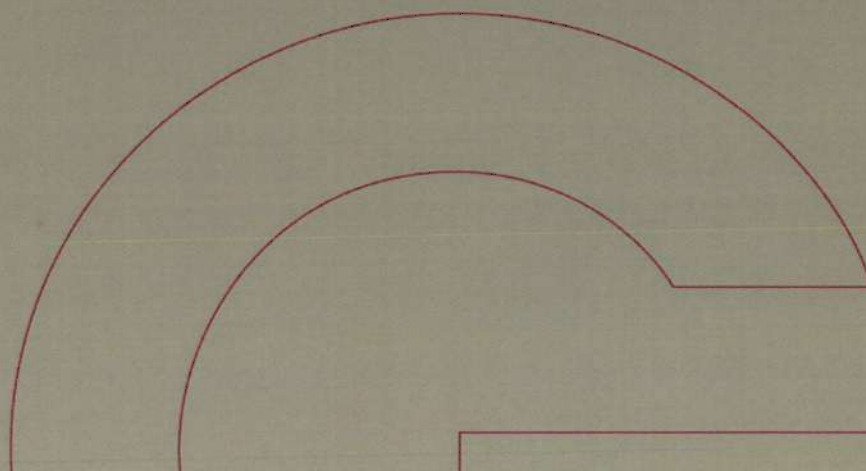


Rapport / Report

Vurdering av rystelser fra sprengning, Hoensmarka, Øvre Eiker

Hoensmarka Masseuttak – Virkning av vibrasjoner fra sprengning på kvikkleiresone

20120077-00-1-R
2. februar 2012



Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemand uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



Prosjekt

Prosjekt: Vurdering av rystelser fra sprengning, Hoensmarka, Øvre Eiker
Dokumentnr.: 20120077-00-1-R
Dokumenttittel: Hoensmarka Masseuttak – Virkning av vibrasjoner fra sprengning på kvikkleiresone
Dato: 2. februar 2012

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Pirsenteret
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Gevelt Grustak & Entreprenør AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Geir Andreassen
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse datert 13. januar 2012

For NGI

Prosjektleder: Karin Norén-Cosgriff
Utarbeidet av: Christian Madshus
Kontrollert av:

Sammendrag

I forbindelse med reguleringsplan for Hoensmarka Masseuttak har NGI, på oppdrag for Gevelt Grustak & Entreprenør AS vurdert om fremtidig sprengning i steinbruddet kan virke negativt inn på stabiliteten av kvikkleiresone ved Holmen – Hellefoss sydøst for reguleringsområdet.

Vi mener at det mest relevante vurderingsgrunnlaget i denne sammenheng er den vibrasjonsgrensen for sprengning nær områder med kvikkleire som Statens Vegvesen nylig har innført i sine håndbøker [2] og [3]. Vi har videre basert vår vurdering på analyse av tilsendte resultater fra målte vibrasjoner i området rundt steinbruddet fra samtlige sprengninger siden 2008, og har sammenholdt dette materialet med våre erfaringstall om utbredelse av vibrasjoner fra sprengning.

BS EN ISO 9001
Serifisert av BSI
Reg. No. FS 32989

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20120077-00-1-R
Dato: 2012-02-02
Side: 4

Vår vurdering konkluderer med at fremtidig sprengning i masseuttaket etter de planer som er fremlagt ikke vil ha negativ innvirkning på stabiliteten av kvikkleiresonen ved Holmen – Hellefoss. For videre sprengning i nordlig og nordvestlig retning fra dagens steinbrudd – ”Etappe 1” - vil bruk av pallhøyder opp til 14 m gi beskjedne vibrasjoner i kvikkleiresonen, og marginen opp til Statens vegvesens grenseverdi vil være meget god. For sprengning sydvest i ”Etappe 1” og øst i ”Etappe 3” blir avstanden til kvikkleiresonen mindre og det må sprenges noe mer forsiktig, i alle fall innledningsvis. Ved å begrense pallhøyden til 10 m vil det være god margin opp til Statens vegvesens grenseverdi. De fremtidige sprengningene må kontrolleres med vibrasjonsmåling, og med aktiv oppfølging slik at måleresultatene til en hver tid inngår i planlegging av den etterfølgende sprengningen. Det må videre etableres et nytt permanent målepunkt for vibrasjoner nær nordvestre avgrensning av kvikkleiresonen, der avstanden til masseuttaket er kortest.

Innhold



Dokumentnr.: 20120077-00-1-R
Dato: 2012-02-02
Side: 5

1	Bakgrunn	6
2	Situasjonen på stedet	6
3	Virkning av vibrasjoner på kvikkleire	6
4	Vibrasjoner fra sprengning	7
5	Vurdering av fremtidig drift i forhold til skredfare i kvikkleiresone	9
6	Anbefaling	11
7	Referanser	13

1 Bakgrunn

Det pågår arbeid med reguleringsplan for fremtidig drift av Hoensmarka Masseuttak i Øvre Eiker kommune. I den forbindelse har det kommet inn merknader fra berørte naboer som er bekymret for at vibrasjoner fra sprengning i masseuttaket kan utløse skred i nærliggende kvikkleiresone.

Gevelt Grustak & Entreprenør AS har bedt NGI om å gi en vurdering av dette spørsmålet.

2 Situasjonen på stedet

Vedlagte kart, figur 1, viser området som er planlagt regulert til steinbrudd og masseuttak. Det skal etter det vi har fått opplyst ha pågått utsprengning av masser i østre del av dette området i snart 10 år. På oppdrag fra Norges vassdrags- og energidirektorat har NGI i 2005 evaluert risikoen for kvikkleireskred i Øvre Eiker kommune, på generelt grunnlag. Av NGIs rapport [1] fremgår at det er påvist en kvikkleiresone sydøst for steinbruddsområdet, betegnet sone "480 – Holmen Hellefoss". Sonen er lagt inn på kartet i figur 1. Sonen er i NGIs rapport gitt faregradsklasse "Middels" og konsekvensklasse "Meget alvorlig". Det gir risikoklasse 4.

3 Virkning av vibrasjoner på kvikkleire

Spørsmål om virkning av vibrasjoner på stabilitet av kvikkleireskråninger har vært reist fra tid til annen. Oppfatningen i fagmiljøet vært at kvikkleire ikke er særlig følsom for moderate vibrasjoner, men at det bør utvises forsiktighet ved sprengning nær områder med kvikkleire. Problemstillingen fikk ny aktualitet etter skredet i Kattmarka ved Namsos 13. mars 2009. Der førte sprengning for en vegskjæring til et større skred i et kvikkleireområde. Det viste seg imidlertid at det der ikke var vibrasjonene fra sprengningen som utløste skredet, men at uheldige omstendigheter førte til at selve salven brøt direkte ut i leira. En mindre sone av kvikkleira ble omrørt. Det utløste et initialt skred som så åpnet for at hele området gled ut.

Som en oppfølging etter skredet i Namsos har Statens Vegvesen og Jernbaneverket satt i gang en nærmere utredning av hvordan vibrasjoner virker på kvikkleireskråninger. Dette arbeidet pågår fortsatt. Statens vegvesen har imidlertid allerede tatt temaet inn i sine håndbøker HB016 "Geoteknikk i vegbygging" og HB018 "Vegbygging". [2] og [3]. I siste utgave er det spesifisert at det skal utvises spesiell forsiktighet ved sprengning i områder med kvikkleire, og at salveopplegget skal tilpasses slik at sprengninger ikke gir vibrasjoner med svingehastighet som overskrider 25 mm/s, der vibrasjonsbølgene når frem til kvikkleireforekomsten. Denne grenseverdien er ment å gi en god sikkerhetsmargin. Når det pågående utredningsarbeidet er ferdig vil det komme ut en egen del til den norske standarden om vibrasjoner fra anleggsvirksomhet

NS8141 [4], som vil skal ta for seg virkning av vibrasjoner på kvikkleire og andre sensitive masser.

For vurdering av vibrasjoner fra sprengning i masseuttaket i Hoensmarka mener vi det er riktig å benytte grenseverdien fra Statens vegvesen, på 25 mm/s (toppverdi av uveid svingehastighet). Grenseverdien skal gjelde der de kraftigste vibrasjonene overføres inn i kvikkleira fra omkringliggende mark, det vil i praksis si der avstanden fra sprengningssted til kvikkleiresonen til en hver tid er på det kortest.

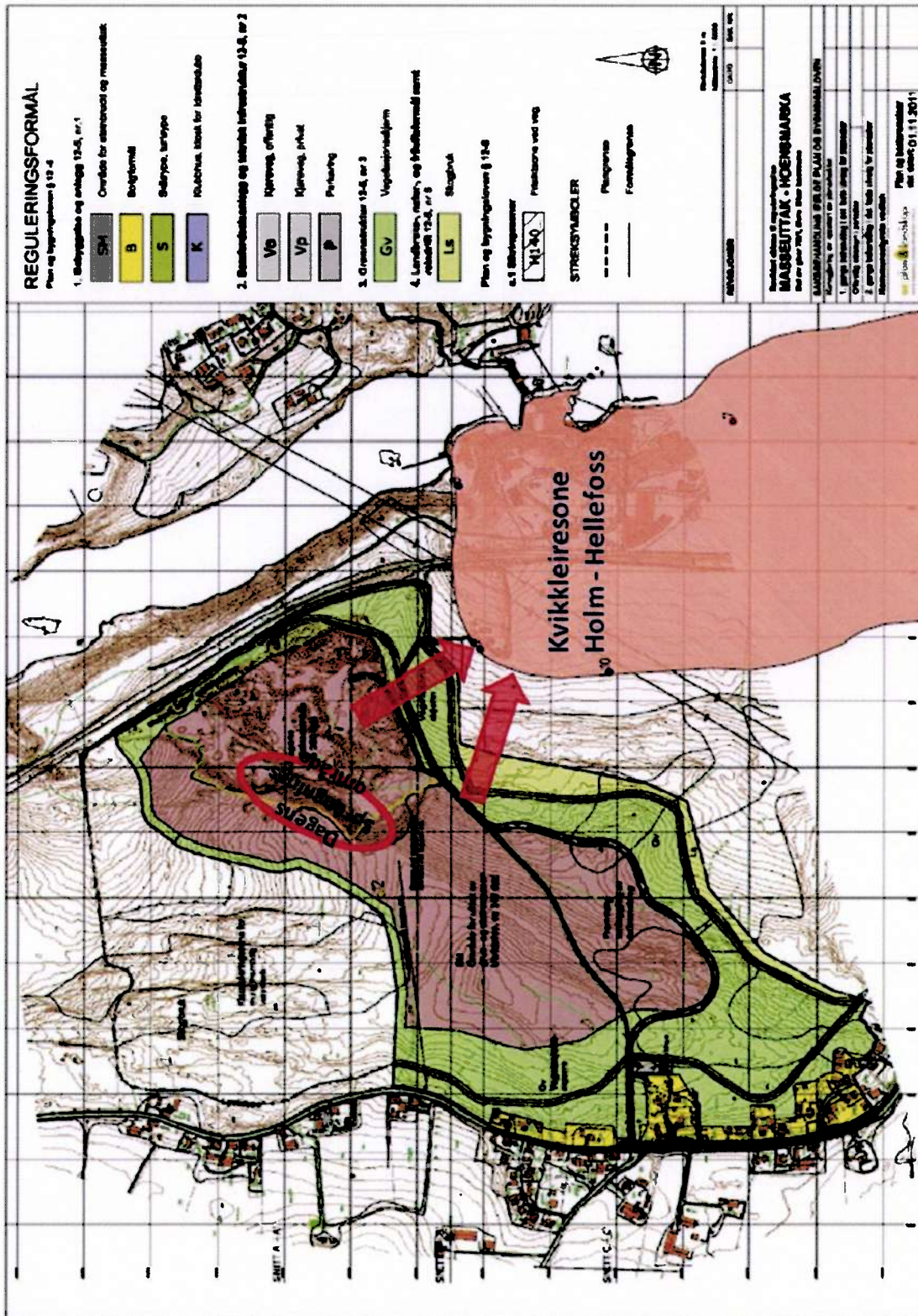
4 Vibrasjoner fra sprengning

Hvor kraftige vibrasjoner en sprengning gir i bakken er i det vesentlige bestemt av hvor lang avstanden det er til sprengningsstedet og hvor stor ladning som går av samtidig. Det vil si hvor stor ladning det er per tennerintervall i salven. Også bergets egenskaper og grunnforholdene har betydning for hvor kraftige vibrasjonene blir. Dette medfører at det kan bli ganske stor variasjon fra sted til sted i hvordan vibrasjoner brer seg ut. Til vår vurdering av sprengning i Hoensmarka har vi benyttet registrerte vibrasjoner fra de salvene som er blitt skutt i tidsrommet mellom november 2008 og oktober 2011, i alt 12 salver. I figur 2 er de målte vibrasjonsverdiene plottet mot avstand fra sprengningsstedet.

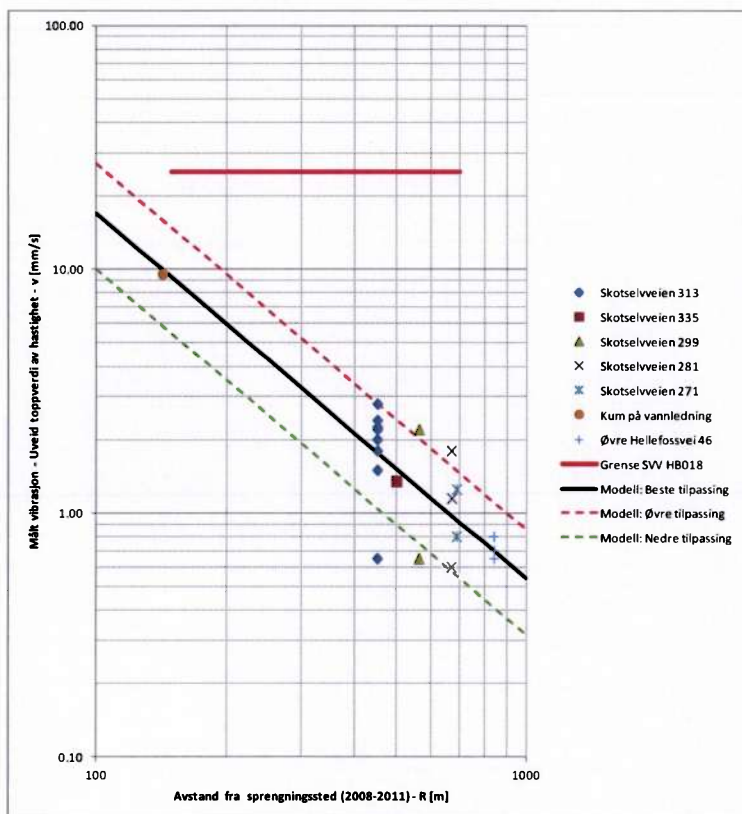
Alle disse sprengningene skal ha blitt utført langs den bratte pallskråningen i nordvestre begrensnng av dagens tiltaksområde. Vi har fått opplyst at pallhøyden har variert fra 13 m til 17 m. Alle ladingshull har vært boret med 3½ " krone og hvert hull er satt av på eget tennerintervall (etthullstenning). Samtidig detonerende sprengstoffmengde har variert mellom 60kg til 90kg.

De fleste målepunktene ligger langs Skotselvsveien i vestlig retning for sprengningsstedet med avstand mellom 500 m og 700 m. Ett målepunkt, Øvre Hellfoss vei 46, ligger i kvikkleiresonen på ca. 850 m avstand. Dessuten er det ett målepunkt ved en vannledningskum på kortere avstand.

Figur 2 viser at de målte vibrasjonene fra samtlige målepunkter og salver samsvarer godt innbyrdes og at utbredelsen av vibrasjoner i området ser ut til å være ganske ensartet i alle retninger. Vibrasjonsverdiene passer godt inn i nye bruk erfaringsgrunnlag, som er vist med heltrukket linje i figur 2. Denne linjen representerer et beste estimat på vibrasjonsutbredelse i området. Et øvre estimat ligger ca. 50 % over denne linjen. Vi mener at de foreliggende måledataene gir oss et godt grunnlag for å vurdere virkningen av fremtidig sprengning i steinbruddet.



Figur 1: Reguleringsområde for masseuttak i Hoensmarka, med inntegnet Kvikkleiresone fra NGI's kvikkleirekartlegging i Øvre Eiker i 2005.



Figur 2: Resultater av målte vibrasjoner fra sprengning i steinbruddet i Hoensmarka mellom 2008 og 2011. Toppverdier av målt svingehastighet er plottet mot avstand, sammen med beregningsmodell.

5 Vurdering av fremtidig drift i forhold til skredfare i kvikkleiresone

Vi har fått opplyst at hovedtyngden av fremtidig sprengning vil skje i nordvestlig retning fra dagens sprengningsområde. Dette området ligger sentralt og mot vest og nord i det som i reguleringsmaterialet betegnes "Etappe 1". Se figur 4. Korteste avstand til kvikkleiresonen vil herfra bli ca. 300 m, og den vil øke etter hvert som man arbeider seg videre mot nordvest. Vi har fra oppdragsgiver fått oppgitt at fremtidig pallhøyde vil bli begrenset til 12 til 14 m, med største samtidig detonerende ladning på ca. 60 kg.

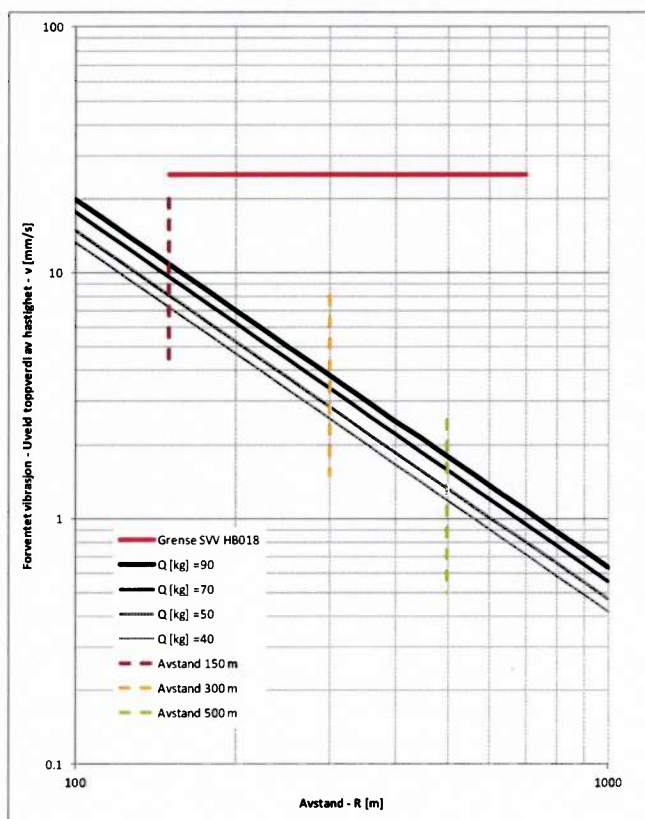
Figur 3 viser forventet vibrasjon for fremtidig sprengning, basert på de vibrasjonsdataene vi har analysert. Figuren viser toppverdi av svingehastighet som funksjon av avstand og samtidig detonerende ladning. Figuren viser tydelig at vibrasjonene reduseres kraftig med økende avstand, mens en reduksjon av ladmengden har mindre effekt.

Av figur 3 ser man at det beskrevne sprengningsopplegget kan forventes å overføre vibrasjoner til kvikkleiresonen med størrelse ca. 3 – 4 mm/s. Et øvre estimat vil gå opp mot 6mm/s. Sammenlignet med grenseverdien på 25 mm/s gir

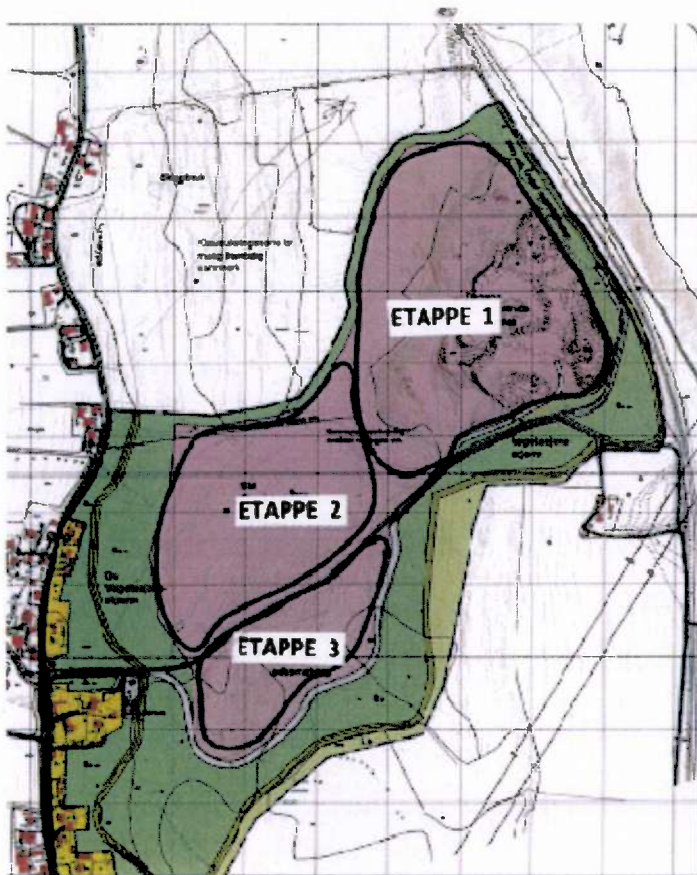
dette en meget god margin. Disse vibrasjonene vil ikke ha noen negativ innflytelse på stabiliteten av kvikkleiresonen. Ut fra hensyn til kvikkleiresonen alene er det ikke noe i veien for etter hvert å øke ladningene i ved sprengning i dette området, dersom det skulle være ønskelig. Dette forutsetter imidlertid at hver salve følges opp med vibrasjonsmålinger.

Ved sprengning i sydvestre del av sone "Etappe 1" vil avstanden til kvikkleiresonen på det korteste bli omtrent 150 m. Ved sprengning i øst i sone "Etappe 3" vil korteste avstand bli ca. 200 m. Vi har fra oppdragsgiver fått oppgitt at det i disse områdene, i alle fall innledningsvis legges opp til mer forsiktig sprengning med pallhøyder mellom 8 og 10 m og største samtidig detonerende ladning begrenset til 40 kg.

Med et slikt opplegg kan det ved den korteste avstanden forventes vibrasjoner i kvikkleira med styrke på ca 7 mm/s, med et øvre estimat på ca. 10 mm/s. Også dette gir en god margin mot grenseverdien på 25 mm/s. Heller ikke disse sprengningene vil ha negativ innflytelse på stabiliteten i kvikkleiresonen. Resultatene viser imidlertid at det er behov for mer forsiktig sprengning i de sonene som ligger nærmest kvikkleira, i alle fall innledningsvis, og at oppfølging med måling er viktig. Dersom målingene fortsatt viser god margin i forhold til grenseverdien, vil ladningene kunne økes uten at det har negativ innflytelse på stabiliteten av kvikkleiresonen.



Figur 3: Forventet vibrasjon fra fremtidig sprengning i steinbruddet i Hoensmarka, basert på måledata og tilpasset beregningsmodell. Toppverdi av svingehastighet plottet mot avstand og samtidig detonerende sprengstoffmengde.



Figur 4: Hoensmarka masseuttak: Inndeling av området i "etapper" i henhold til reguleringsplan.

6 Anbefaling

Basert på det datagrunnlaget vi har hatt tilgang til kan vi gi følgende anbefalinger:

- 1) I nordre og vestre del av sone "Etappe 1" kan det sprenges med samtidig detonerende ladninger opp til 60kg uten at det vil gi vibrasjoner som har noen negativ innflytelse på stabiliteten av kvikkleiresonen. Det vil om ønskelig være mulig å øke ladningen ytterligere forutsatt god oppfølging med vibrasjonsmåling.
- 2) I sydvestre del av sone "Etappe 1" og i østre del sone "Etappe 3" må det for sikkerhets skyld, i alle fall innledningsvis, sprenges mer forsiktig med største ladning begrenset til 40 kg. Slike sprengninger vil ikke gi vibrasjoner som har negativ innflytelse på stabiliteten av kvikkleiresonen. Basert på god oppfølging med vibrasjonsmåling kan det etter hvert vise seg mulig å øke ladningsmengden noe.
- 3) Hver salve må overvåkes med vibrasjonsmåling, og måleresultatene må inngå i planleggingen av etterfølgende salve.

- 4) Det må opprettes et nytt målepunkt i kvikkleiresonen der avstanden til sprengningsområdet er kortest. Dette målepunktet beholdes permanent gjennom fremtidige sprengninger. Det bør dessuten være minst ett målepunkt til i kvikkleiresonen.
- 5) I tillegg til stabiliteten i kvikkleiresonen er det viktig også å ivareta at bygningene omkring sprengningsområdet ikke påføres for kraftige vibrasjoner. I tillegg til vibrasjonsmålepunktene i kvikkleiresonen må det derfor opprettholdes målepunkter på bygninger vest for reguleringsområdet. Her vil avstanden bli sprengningene bli kortere etter som steinbruddet arbeider seg videre i denne retningen.
- 6) Ny utgave av NS8141 vil komme tidlig i 2012, og vil etter hvert måtte legges til grunn for måling og fastsettelse av grenseverdier. Den nye utgaven er basert på et frekvensveid vibrasjonsmål, men generelt sett er grenseverdiene nær de som tidligere er benyttet. Det blir imidlertid noe strengere grenseverdier på lang avstand enn det var i utgaven av NS8114 fra 2001. De vibrasjonene som er målt til nå vil ligge langt under de nye grenseverdiene.
- 7) Den nye utgaven av NS8141 setter i tillegg til krav til vibrasjoner også krav til lufttrykkstøt. Det kan være behov for kontrollmåling av lufttrykkstøt ved en eller noen av naboeiendommene.
- 8) Vibrasjoner på det nivået det her er snakk om merkes godt av mennesker som oppholder seg i bygninger i nabolaget. Vibrasjonene er likevel ikke forbundet med noen fare, og vil ikke skade på bygningene. Det er imidlertid viktig å ha en god dialog med naboene, gode varslingsrutiner, god oppfølging gjennom måling og god informasjon om at dette er vibrasjoner langt under grenseverdiene for skade på bygninger og langt under grensen for hva som kan ha negativ innflytelse på stabiliteten i kvikkleiresonen. Det er planlagt utgitt et tilleggsark til den nye NS8141, som går nærmere inn på hvordan vibrasjoner fra sprengning virker mennesker.

7 Referanser

[1] Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred Øvre Eiker kommune. Rapport fra NGI nr. 2001008-19, datert 30. oktober 2005.

[2] Statens vegvesen Håndbok 016 – Geoteknikk i vegbygging, juni 2010.

[3] Statens vegvesen Håndbok 018 / Normaler – Vegbygging, januar 2011.

[4] prNS8141-1:2012. Vibrasjoner og støt. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt fra sprengning på byggverk, inkludert tunneler og bergrom. Planlagt å komme ut 1. mars 2012.

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Hoensmarka masseuttak – virkning av vibrasjoner fra sprengning på kvikkleiresone			Dokument nr./Document No. 20120077-00-1-R		
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date 2. februar 2012	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		Rev.nr./Rev.No.	
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited			
		<input type="checkbox"/> Ingen/None			
Oppdragsgiver/Client Gevelt Grustak & Entreprenør AS					
Emneord/Keywords					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County				Havområde/Offshore area	
Kommune/Municipality				Felt navn/Field name	
Sted/Location				Sted/Location	
Kartblad/Map				Felt, blokknr./Field, Block No.	
UTM-koordinater/UTM-coordinates					
Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev./Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen-kontroll/ Self review av/by:	Sidemanns-kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter-disciplinary review av/by:
0	Originaldokument	CM <i>ku</i>	KMR <i>ku</i>		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 02.02.2012		Sign. Prosjektleder/Project Manager <i>Karin Norén-Cosgriff</i> Karin Norén-Cosgriff	

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002 og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in the geosciences. NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002 and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

www.ngi.no



Hovedkontor/Main office:
PO Box 3930 Lillevevdal Station
NO-0806 Oslo
Norway

Basekontor/Street address:
Sognsvelen 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:
PO Box 1230 Pilsenteret
NO-7402 Trondheim
Norway

Basekontor/Street address:
Pilsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00
F: (+47) 22 23 04 48

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Kontonr: 5096 05 01281 / IBAN NO26 5096 0501 281
Org nr/Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989