

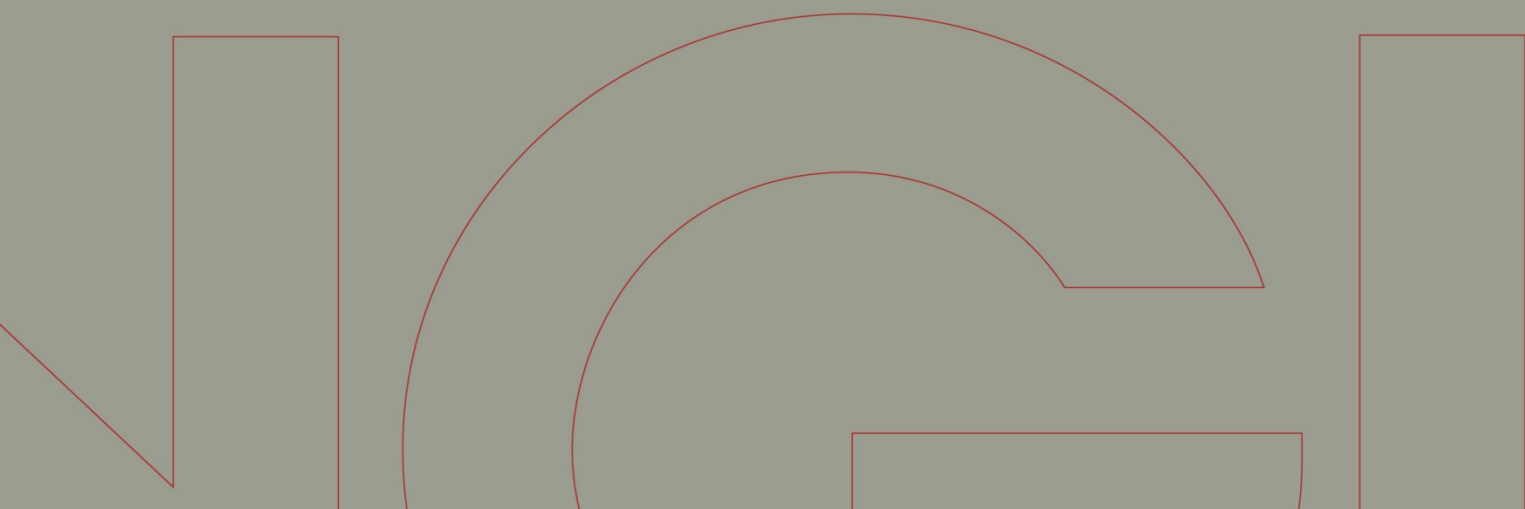


Rapport / Report

Petterbråten Boligfelt, Gol

Vurdering av stabilitet og fare for steinsprang

20100513-00-1-R
2. juli 2010



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 tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGL.

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 NGL.

Prosjekt

Prosjekt: Petterbråten Boligfelt, Gol
Dokumentnr.: 20100513-00-1-R
Dokumenttittel: Vurdering av stabilitet og fare for steinsprang
Dato: 2. juli 2010

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: Hallingdal Hytteservice AS
Oppdragsgivers
kontaktperson: Per Oland
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse underskrevet 2010-05-18

For NGI

Prosjektleder: Kalle Kronholm
Utarbeidet av: Kalle Kronholm og Ørjan Nerland
Kontrollert av: Krister Kristensen

Sammendrag

NGI har vurdert stabilitet av løsmasser og faren for skred i Petterbråten Boligfelt, Gol. Planlagte bygg faller inn under sikkerhetsklasse 3, der den nominelle årlige sannsynligheten for skred skal være mindre enn 1/1000. Under dagens forhold tilfredsstiller ikke plasseringen av de øverste av byggene disse kravene, men ved relativ enkle tiltak mot steinsprang vil bygningene tilfredsstille kravene.

Den nederste rekken med planlagte bygg må delvis fundamenteres på en fyllingsskråning. Anvendes de stedlige morenemassene til fyllingen må helningen på skråningen ikke overstige 1:1,75. Dersom det anvendes grus/sprengstein kan man øke helningen til 1:1,5. Foten av skråningen må være stabil og det må påses at det ikke er erosjon.

Innhold



Dokumentnr.: 20100513-00-1-R
Dato: 2010-07-02
Side: 4

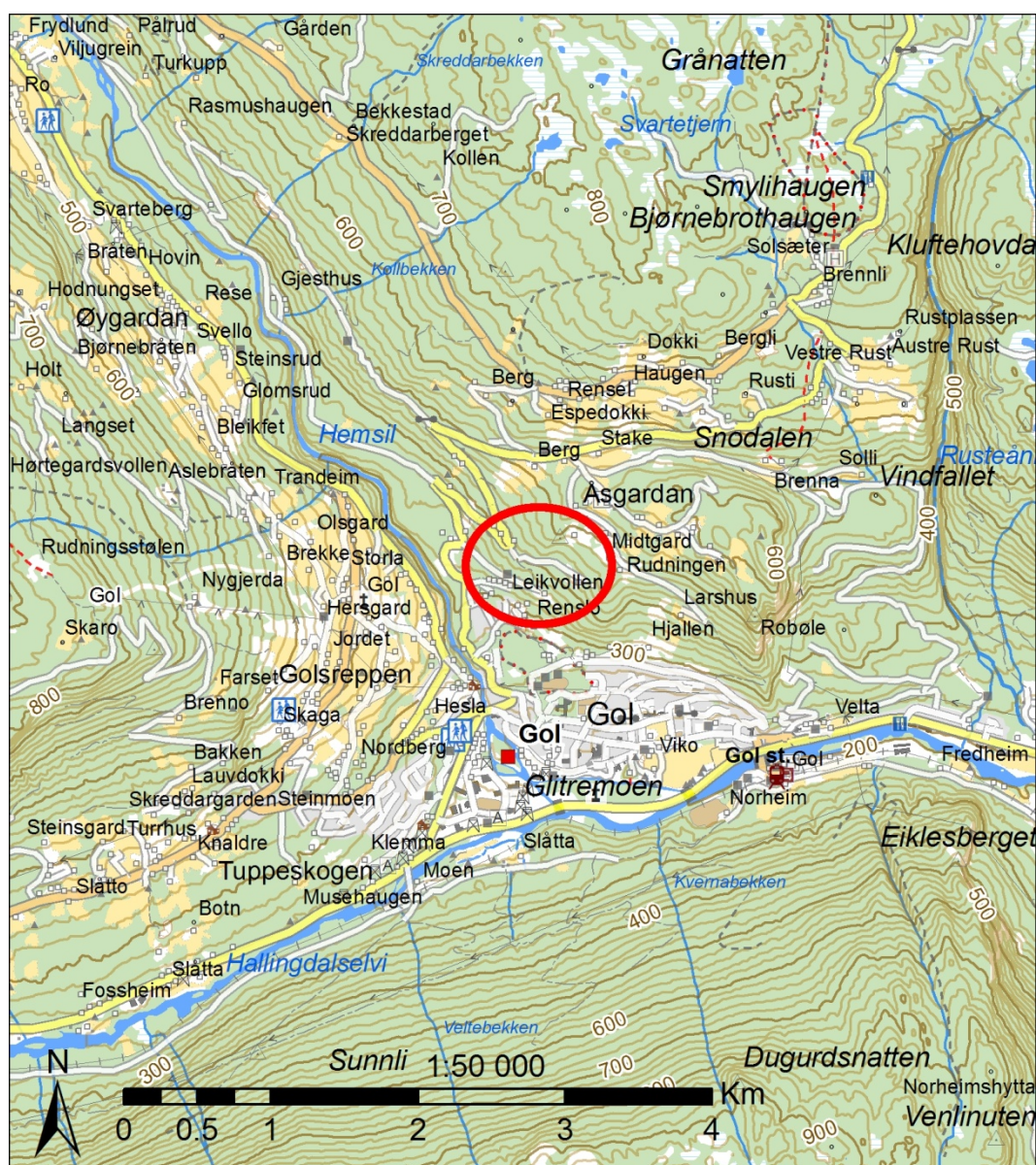
1	Innledning	5
1.1	Krav til sikkerhet mot skred for planlagt bebyggelse	6
2	Stabilitet av løsmasser	6
2.1	Bygninger på oversiden av planlagt veg	7
2.2	Stabilitet av løsmasser under bygninger nedenfor planlagt veg	7
3	Fare for skred	8
3.1	Fare for steinsprang	9
3.2	Tiltak mot steinsprang	10
4	Konklusjon	13
5	Referanser	13

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

På oppdrag fra Hallingdal Hytteservice AS har NGI vurdert stabilitet av løsmasse og fare for steinsprang i en utvidelse av Petterbråten Boligfelt i Homlelia, Gol (Figur 1).

Befaring ble foretatt 2010-05-10 av Kalle Kronholm, NGI. Per Oland fra Hallingdal Hytteservice AS viste til rette i området.



Figur 1: Omtrentlig beliggenhet av det vurderte området er indikert med rødt.

1.1 Krav til sikkerhet mot skred for planlagt bebyggelse

Ifølge oppdragsgiver planlegges det åtte (8) boliger, hver med fire (4) leiligheter (Figur 2). Garasjer er planlagt nedenfor de fire øverste hus. Slik vi tolker plan- og bygningsloven og tilhørende forskrifter faller denne typen bygninger inn under sikkerhetsklasse 3. For denne sikkerhetsklassen må den nominelle årlige sannsynligheten for skred være mindre enn 1/1000 for bygningene og tilhørende uteareal, men det er i dag opp til kommunen å fastsette det absolutte sikkerhetsnivå. Fra 1. juli 2010 vil en ny forskrift anbefale at den nominelle årlige sannsynligheten for skred ikke må overskride 1/5000 for bygninger i sikkerhetsklasse 3 og tilhørende uteareal. Vi har valgt å bruke dette nivået siden det vil tre i kraft om kort tid, og har derfor ikke diskutert saken med kommunen.



Figur 2: Situasjonsplan oversendt av oppdragsgiver. Bygg 3, 4, 5 og 6 ligger på oversiden av planlagt veg, bygg 7, 8, 9 og 10 ligger på nedsiden av planlagt veg. Kotegrunnlag brukt til steinsprangberegninger er nyere enn det her viste kotegrunnlaget.

2 Stabilitet av løsmasser

Løsmassene ble vurdert på befaring ut ifra utgravningen til fjellet ved enden av den planlagte vegen (Figur 3). De stedlige massene er relativt grov morene. Basert på observasjoner i utgravningen og utsagn fra Per Oland er mektighet på morenen 3-5 m og fjellet under morenemassene er antakelig lite oppsprukket.



Figur 3: Utgraving i den sørøstlige delen av det vurderte området, omtrent der den planlagte veg skal slutte. De opprinnelige massene består av morene med en mektighet på antakelig 3-5 m, over lite oppsprukket fjell.

2.1 Bygninger på oversiden av planlagt veg

Bygg 3, 4, 5 og 6 kan graves/sprenges inn i skråningen og kan antakelig plasseres på fjell. Vi antar derfor at disse ikke vil ha utfordringer knyttet til stabilitet av grunnen under bygningene. Massene kan brukes til fylling på nedsiden av vegen.

Anbefalt bratteste skråningshelning på skråningen på oversiden av byggene er 1:1,75, basert på en feltvurdering av kornstørrelse i de stedlige massene. Dessuten kommer anbefalinger om tiltak mot steinsprang og avrenning av overflatevann som beskrevet i kapittel 3.

2.2 Stabilitet av løsmasser under bygninger nedenfor planlagt veg

Bygg 7, 8, 9 og 10 er skissert nedenfor den planlagte vegen (Figur 2). Oppdragsgiver ønsker terrassering av skråningen nedenfor byggene, og en generell helning på 1:1,5 på denne flaten.

Plasseres bygningene på opprinnelige, urørte masser og fjell og ikke fyllmasser vil man oppnå størst sikkerhet. Der det ikke lar seg gjøre må byggene plasseres på fyllmasse og følgende må ivaretas:

- Fyllmasse må ikke være telefarlig.
- Drenering av overvann og grunnvann må ivaretas slik at endringer i vannveiene ikke fører til oppbygging av porevannstrykk i fyllmasser og til erosjon i skråningsfot.
- Det må observeres om fyllmassen som legges på skråningen har glidetendenser.

Den anbefalte bratteste skråningshelning nedenfor de planlagte bygningene er 1:1,75 for fyll med de stedlige morenemassene. Ved å bruke grovere masse, for eksempel sprengstein fra oversiden av vegen, kan man gå opp til en skråningshelning på 1:1,5 (Tabell 1) som ønsket av oppdragsgiver.

Tabell 1: Anbefalte bratteste skråningshelning i fyllinger av ulike materialer. Fra Håndbok 274, Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, Statens vegvesen.

Materialer	Stein	Grus	Sand	Finsand/silt
Anbefalte bratteste skråningshelning	1:1,25	1:1,5	1:1,5	1:2

I forhold til de nevnte anbefalinger er det mest problematiske område slukten nedenfor bygg 9 og 10 (Figur 2). Dels fordi det naturlige terrenget her er brattest, og dels fordi det her ble observert vannsig. Det anbefales derfor her å bruke grovere fyllmasser for eksempel fra sprengning for byggene på oversiden av vegen for å sikre best mulig drenering av fyllmassene. I tillegg anbefales det at området med vannsig drenes med drensør for å sikre at det ikke bygges opp vanntrykk i fyllmassene. Dersom det ved graving i området finnes flere områder med vannsig anbefales det at disse dreneres med drensør i tillegg til grove masser.

Oppdragsgiver har uttrykt ønske om å etablere skråningen nedenfor planlagt veg ved å bruke stedlig utsortert stein og eventuelt sprengstein. På toppen ønsker oppdragsgiver at skråningen skal tettes med mindre steiner og deretter beslås med jord og beplantes. Dersom skråningen blir etablert slik oppdragsgiver har gitt uttrykk for og dersom anbefalingene ovenfor følges, kan skråningen etableres med en helning på 1:1,5.

3 Fare for skred

Under dagens forhold utgjør steinsprang størst fare for bebyggelsen. Fra observasjoner her og fra andre lokaliteter rundt Gol har vi observert at de naturlige morenemasser i området er relativt bra drenert. Dermed vurderer vi jordskred som lite sannsynlige i de naturlige morenemassene i uforstyrret tilstand. Snøskred mot planlagte bygninger vurderer vi som lite sannsynlige hovedsakelig på grunn av områdets helningsvinkel, som kun i mindre partier overstiger 30 grader.

Det finnes ingen naturlige dreneringsveier i terrenget ovenfor planlagt bebyggelse, og vi anser faren for naturlige flomskred mot planlagt bebyggelse som liten. Det er dog viktig å sikre seg at den eksisterende veg på oversiden av planlagt bebyggelse og området overfor denne vegen er drenert på fornuftig vis. Det vil si at grøften på oversiden av vegen må være riktig dimensjonert og at drenerør under vegen er riktig plassert og dimensjonert. Dette er viktig for å unngå utglidninger av masse fra vegen og det naturlige terrenget på grunn av for dårlig drenering, slik det ble observert for eksempel under de store nedbørmengder i Hallingdal i juli 2007, der flere jord- og flomskred var direkte knyttet til dårlig drenering langs skogsbilveger.

3.1 Fare for steinsprang

Under befaringen ble det observert to ferske steinsprang der blokker hadde løsnet i terrenget ovenfor planlagt bebyggelse og rullet nedover terrenget (Figur 4). Begge blokker hadde nådd området med planlagt bebyggelse, men hadde stoppet ovenfor den planlagte vegen.

Under dagens forhold vil løse blokker på overflaten kunne igangsettes ved menneskelig aktivitet. Dessuten antar vi at de vil kunne løses ut ved store mengder smeltevann på våren eller som følge av større nedbørmengder.

Tabell 2: Inngangsparametre for kjøring av steinsprangmodellen Rockyfor3D, vurdert ut ifra observasjoner i terrenget.

Parameter	Verdi
Høydegrunnlag	1 m koter levert av Gol kommune og derav avledet terrengmodell med 1 m pixelstørrelse
Blokk størrelse	$L = H = B = 0,7 \text{ m}$
Blokk form	Sfærisk
Blokk tetthet	2990 kg m^{-3} (tilsvarende Gneis)
Terrengets ruhet	70 %: 0,15 m (0,1-0,2 m) 20 %: 0,50 m (0,4-0,6 m) 10 %: 1,30 m (1,0-1,5 m)
Materiale, terreng	Morene med normal restitusjonskoeffisient $R_n = 0,38$ (0,34-0,42)
Skog	Ingen, siden det meste antakelig vil fjernes ovenfor planlagt bebyggelse.
Blokker per pixel	1
Initial fallhøyde	1 m

Basert på observasjoner i terrenget, erfaring og beregninger med steinsprangmodellen Rockyfor3D (Dorren, 2009) med inngangsparametre som vist i Tabell 2, mener vi at planlagt bebyggelse ikke ligger trygt nok i forhold til kravene under dagens forhold. Observasjoner og beregninger viser imidlertid at rullende blokker antakelig bare vil oppnå relativt små hastigheter og små

spranghøyder (Figur 5). Det er derfor relativt enkle tiltak som må til for oppnå ønsket sikkerhet.



Figur 4: Ferskt steinsprang observert i skogen over planlagt bebyggelse. Blokken er omtrent sfærisk med en diameter på rundt 80 cm. Blokken ble stoppet av en furu, noe som illustrerer effekten av større skog på mindre steinsprang. Det er mulig den observerte blokken var utløst av menneskelig aktivitet.

3.2 Tiltak mot steinsprang

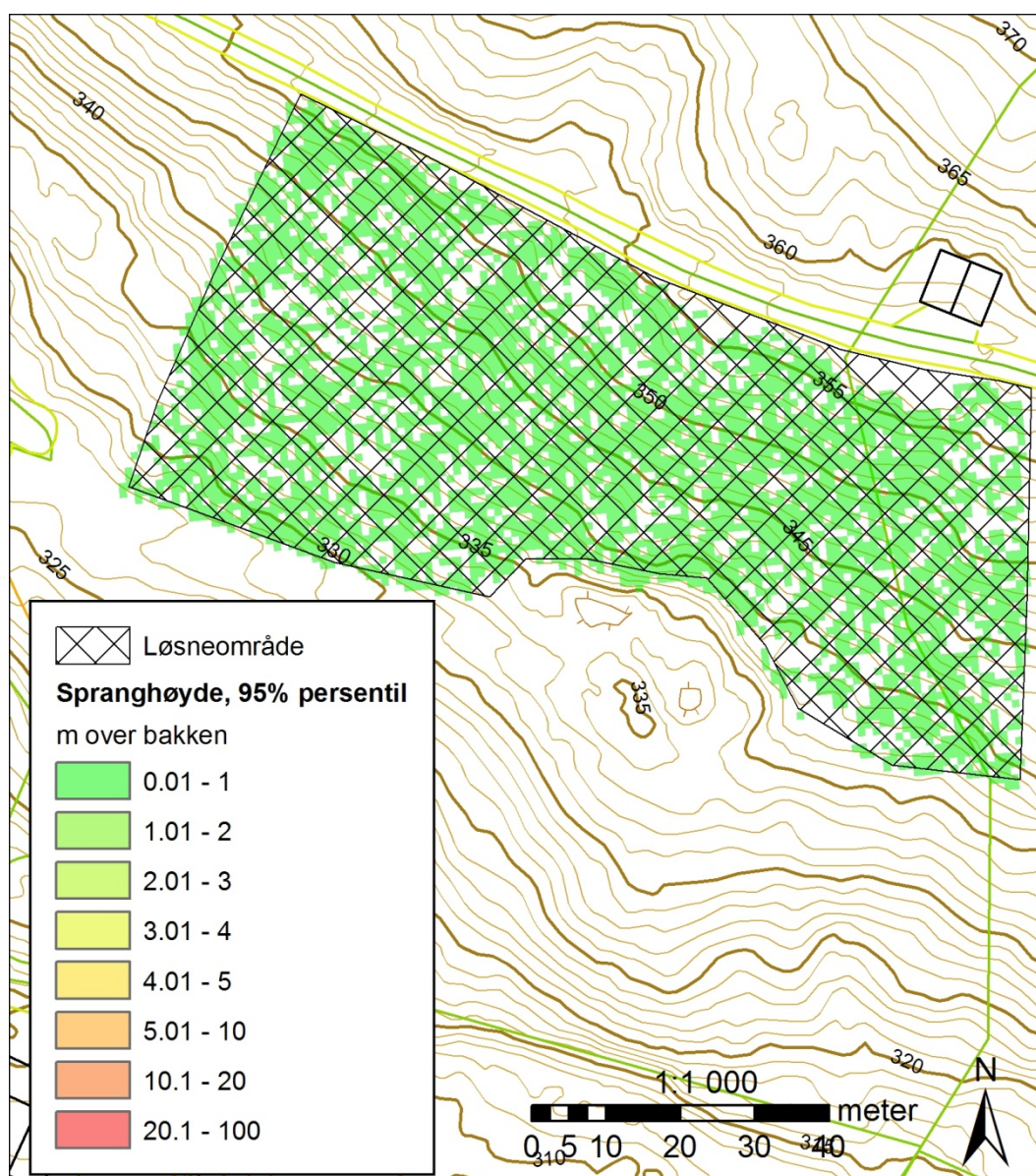
For å hindre utløsning av blokker må skråningen ovenfor den planlagte bebyggelsen renskes for alle blokker i overflaten, slik det er gjort ovenfor eksisterende bebyggelse mot NV. Under befaring nevnte Per Oland at dette var planlagt utført.

Når renskingsarbeidet er utført bør resultatet av dette vurderes. Avhengig av denne vurderingen kan det være nødvendig med anlegging av en grøft med en mindre voll på nedsiden av skråningen, på oversiden av de øverste fire planlagte bygningene. En slik kombinert grøft og voll vil kunne fange mindre rullende steiner før de treffer bygget, og kan samtidig brukes til å håndtere drenering av overflatevann. Steinsprangnett kan også være et alternativ, men slike vil ikke drenere overflatevann. Dersom en av de sistnevnte sikringsløsningene velges kan NGI bistå med anbefalinger for valg av løsning, design, dimensjonering og plassering i terreng for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet. Selv om fjellsiden renskes

vil vi anbefale at det anlegges en mindre voll og en grøft som beskrevet for å sikre utearealet ved bebyggelsen ytterligere.

Vegetasjon i form av større trær vil også øke sikkerheten mot mindre rullende blokker ved at disse bremses før de oppnår for stor fart (Figur 4). Vi anbefaler derfor å beholde så mye av den eksisterende vegetasjon som mulig, og om mulig å plante ytterligere trær i området ovenfor planlagt bebyggelse.

Gjennomføres disse tiltakene anser vi de planlagte bygninger og tilhørende uteområder for å tilfredsstille kravene til sikkerhet mot skred gitt i plan- og bygningsloven med tilhørende forskrifter, som beskrevet i avsnitt 1.1.



Figur 5: Beregninger med Rockyfor3D viser at blokker som løsner hovedsakelig vil stoppe i kort avstand fra utløsningspunktet og at de hverken vil oppnå stor spranghøyde eller høy hastighet.

4 Konklusjon

Ved å ta høyde for anbefalingene for tiltak mot steinsprang og andre skredtyper samt anbefalinger om bruk av masser for størst mulig sikkerhet, mener vi at de planlagte byggene vil kunne oppfylle gjeldende krav og anbefalinger til sikkerhet for denne typen bygninger.

Anbefalinger i forbindelse med fylling nedenfor de fire nederste planlagte bygg:

- Ved bruk av stedets morenemasser til fyllingen bør helningen på skråningen ikke overstige 1:1,75.
- Ønskes det brattere skråning kan det benyttes grus/sprengstein, der den anbefalte bratteste skråningsvinkel er 1:1,5.
- Avrenning av overvann må håndteres slik at det ikke bygges opp porevannstrykk i massene og slik at fyllingen ikke eroderes i foten.
- I slukten mellom bygg 9 og bygg 10 anbefales det å bruke grus/sprengstein til fyllingen samt drenerør for å få drenert vann som løper ut nederst i skråningen. Dersom det ved utgraving oppdages flere steder med vannsig må også disse drenes med drenerør.
- Etablering av skråning med lokale blokker, stein og sprengstein med etterfølgende tetting med finere masser for beplantning vil muliggjøre en helningsvinkel på 1:1,5.

Som tiltak mot faren for steinsprang må følgende ivaretas:

- Skråningen over de øverste planlagte bygg renskes for blokker.
- Resultatet av renskingen vurderes. Dersom det blir vurdert som nødvendig anlegges en grøft med en mindre voll på nedsiden for å fange opp eventuelle rullende blokker. Vollen kan med fordel anlegges uansett resultat av renskningen.
- Eksisterende skog ovenfor de øverste planlagte bygninger beholdes for å bremse rullende blokker.

5 Referanser

Dorren L.K.A., 2009. Rockyfor3D – Description of the complete 3D rockfall model.

Statens vegvesen, 2008. Håndbok 274 – Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger.

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumenttittel/Document title Vurdering av stabilitet og fare for steinsprang		Dokument nr/Document No. 20100513-00-1-R			
Dokumenttype/Type of document ☒ Rapport/Report ☐ Teknisk notat/Technical Note		Distribusjon/Distribution ☐ Fri/Unlimited ☒ Begrenset/Limited ☐ Ingen/None			
		Dato/Date 2010-07-02 Rev.nr./Rev.No. 0			
Oppdragsgiver/Client Hallingdal Hytteservice AS					
Emneord/Keywords Steinsprang, stabilitet					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Norge, Buskerud		Havområde/Offshore area			
Kommune/Municipality Gol		Feltnavn/Field name			
Sted/Location Gol		Sted/Location			
Kartblad/Map 1616-II Gol		Felt, blokknr./Field, Block No.			
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone 32 N6730698 E496567					
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	KaK	KKr		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date		Sign. Prosjektleder/Project Manager	

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 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo
Norway

Besøksadresse/Street address:
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:
PO Box 1230 Pircenteret
NO-7462 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Pircenteret, 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