

Rapport

Oppdragsgiver: **Bergen kommune**

Oppdrag: **Skredfarekartlegging ROS II**

Emne: **Valla - Kirkebirkeland**

Dato: **4. februar 2011**

Rev. - Dato

Oppdrag- / Rapportnr. **613228 - 1**

Oppdragsleder: **Asbjørn Øystese**

Sign.: *Asbjørn Øystese*

Saksbehandler: **Kari Charlotte Sellgren**

Sign.: *Kari Charlotte Sellgren*

Kontaktperson hos Oppdragsgiver: **Gunn Østvik Petersen**

Sammendrag:

Bergen kommune er i ferd med å gjennomføre risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyse) der skredfaren for både bebygde og planlagt bebygde områder inngår. Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) utførte fase I av denne ROS-analysen for hele kommunen høsten 2005 og våren 2006. Som en oppfølging til dette arbeidet har MULTICONSULT utført fase II for området fra Vallaheiane i sør, til Birkelandsbotn i nord inkludert Vallahøgda på motsatt side av E39, i Bergen kommune

Områder hvor årlig nominell sannsynlighet vurderes å være større enn henholdsvis 1/1000 (en skredhendelse per 1000 år) og 1/5000 (en skredhendelse per 5000 år) er merket på vedlagte faresonekart.

Etter våre vurderinger ligger noen boligeiendommer i undersøkelsesområdet i faresonen. Her bør sikringstiltak vurderes.

Innholdsfortegnelse

Tegninger	5
Vedlegg	5
1. Innledning	6
2. Grunnlag	6
3. Skred og skredmekanismer	7
3.1 Årsaker til skred.....	7
3.2 Skredtyper.....	7
3.2.1 Steinskred	7
3.2.2 Jordskred.....	8
3.2.3 Flomskred	8
3.2.4 Kvikkleireskred	8
3.2.5 Snøskred	9
3.2.6 Isskred.....	9
3.3 Utløsningsmekanismer	9
3.3.1 Steinskred	9
3.3.2 Løsmasseskred.....	10
3.4 Stabiliserende faktorer	10
3.5 Virkning av skred på analyseobjektet.....	11
4. Metode	11
4.1 Skredhistorikk.....	11
4.2 Gradientanalyse	11
4.3 Feltobservasjoner.....	11
4.4 Analyser og analyseverktøy.....	12
4.4.1 RocFall	12
4.4.2 Empirisk modell for vurdering av utløpsdistanser.....	13
4.4.3 Swedge.....	13
4.4.4 Beregningsmetodikk for stabilitet av løsmasseskråninger.....	13
5. Beskrivelse	15
5.1 Topografi	15
5.2 Vegetasjon	15
5.3 Klima	16
5.4 Løsmassegeologi	16
5.5 Berggrunnsgeologi.....	17
5.6 Hydrogeologi og hydrologi.....	17
6. Bebyggelse	18
7. Lokaliteter	19

7.1	Hatlestadlia	19
7.1.1	Potensielle løснеområder og utført sikring	20
7.1.1	Utløpsområder	21
7.2	Vallaheiane	22
7.2.1	Potensielle løснеområder og utført sikring	23
7.2.2	Utløpsområder	24
7.3	Vallalia – Solsiden.....	24
7.3.1	Potensielle løснеområder og utført sikring	25
7.3.2	Utløpsområder	26
7.4	Vallaskaret og Osveien 94-112.....	26
7.4.1	Potensielle løснеområder og utført sikring	27
7.4.2	Utløpsområder	27
7.5	Vallahøgda og Vestre Vallaveien	28
7.5.1	Potensielle løснеområder og utført sikring	28
7.5.2	Utløpsområder	29
7.6	Øvre Kirkebirkeland og Osveien 76-82.....	30
7.6.1	Potensielle løснеområder og utført sikring	30
7.6.2	Utløpsområder	32
7.7	Birkelandsbotn.....	32
7.7.1	Potensielle løснеområder og utført sikring	33
7.7.2	Utløpsområder	35
7.8	Lilletevittjønna.....	35
7.8.1	Potensielle løснеområder og utført sikring	35
7.8.2	Utløpsområder	36
8.	Vurdering av lokalitetene.....	36
8.1	Hatlestadlia	37
8.1.1	Registrert skredmateriale	37
8.1.2	Beregninger /simuleringer	37
8.1.3	Vurdering av sannsynligheter for skred.....	38
8.2	Vallaheiane	38
8.2.1	Registrert skredmateriale	38
8.2.2	Beregninger /simuleringer	38
8.2.3	Vurdering av sannsynligheter for skred.....	39
8.3	Vallalia – Solsiden.....	39
8.3.1	Registrert skredmateriale	39
8.3.2	Beregninger / simuleringer	39
8.3.3	Vurdering av sannsynligheter for skred.....	40
8.4	Vallaskaret og Osveien	40
8.4.1	Registrert skredmateriale	40
8.4.2	Beregninger / simuleringer	40
8.4.3	Vurdering av sannsynligheter for skred.....	41

8.5	Vallahøgda og Vestre Vallaveien	41
8.5.1	Registrert skredmateriale	41
8.5.2	Beregninger / simuleringer	41
8.5.3	Vurdering av sannsynlighet for skred	41
8.6	Øvre Kirkebirkeland	42
8.6.1	Registrert skredmateriale	42
8.7	Simuleringer / beregninger	42
8.7.1	Vurdering av sannsynligheter for skred	42
8.8	Birkelandsbotn	43
8.8.1	Registrert skredmateriale	43
8.8.2	Simuleringer / beregninger	43
8.8.3	Sannsynligheter for skred	43
8.9	Lilletevittjønn	44
8.9.1	Registrert skredmateriale	44
8.9.2	Vurdering av sannsynligheter for skred	44
9.	Oppsummering / Konklusjoner	44
	Referanser	45
	Vedlegg	46

Tegninger

G0: Oversiktskart
G150: Faresonekart steinsprang / -skred
G151: Faresonekart løsmasseskred
G152: Oversiktskart med observasjoner og profilplan
G153 – Profil A-A
G154 – Profil B-B
G155 – Profil C-C
G156 – Profil D-D
G157 – Profil E-E
G158 – Profil F-F
G159 – Profil G-G
G160 – Profil H-H
G161 – Profil I-I
G162 – Profil J-J
G163 – Profil K-K
G164 – Profil L-L
G165 – Profil M-M
G166 – Profil N-N
G167 – Profil O-O
G168 – Profil P-P
G169 – Profil Q-Q
G170 – Profil R-R
G171 – Profil S-S
G172 – Profil T-T

Vedlegg

1. Gradientanalyse over området fra NGU fra pilotprosjekt.
2. Klimadata for Fana/Stend
3. RocFall analyser med resultater
4. Jordskjelvbetraktninger

1. Innledning

Bergen kommune er i ferd med å gjennomføre risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyse) der vurdering av skredfare i bebygde og planlagt bebygde områder skal inngå. Prosjektet er delt inn tre faser:

- Fase I: Omfatter grovkartlegging utført av Norges geologiske undersøkelse (NGU) høsten 2005 og våren 2006.
- Fase II: Utførelse av detaljkartlegging og vurdering av skredfare i henhold til TEK§ 7.3.
- Fase III: Forvaltning av resultatene i Fase II.

Det ble under Fase I påpekt flere områder som kan være skredfarlige. Den 2. juli 2010 lyste derfor Bergen kommune ut en anbudskonkurranse for videre faresonekartlegging, Fase II. Det ble valgt ut flere områder, slik at oppdraget besto av flere deloppdrag:

- Arnadalen, fra Teigane til og med Stujordet
- Valla/Kirkebirkeland
- Bønes
- Ytre Sandviken
- Bjørndalsstølen

Multiconsult AS har fått i oppdrag å utføre skredfarekartlegging for deloppdragene; Valla/Kirkebirkeland, Bønes og Ytre Sandviken. Denne rapporten omhandler deloppdraget Valla/Kirkebirkeland.

Faresonekartlegging er gjennomført i området fra Vallaheiane i sør, til Birkelandsbotn i nord, inkludert Vallahøgda på andre sida av dalen/hovedvegen. Området har et areal på 1.5 km².

2. Grunnlag

Oppdraget er definert i tilbudsforespørsel fra Bergen kommune (ref./13 /). Det vises til leveransebeskrivelse i kapittel 4. Videre vises det til Vedlegg 1, med Kravspesifikasjon og beskrivelse av delområdene.

Leveransen for kartleggingen skal i henhold til kravspesifikasjonen bestå av følgende:

- To faresonekart for hhv. steinsprang- og steinsprangprosesser og jordskred/løsmasseskred i ESRI-Shape eller SOSI.
- Rapport med tekstbeskrivelse for hvert område. Tilhørende disse er registrering av eksisterende sikring.

Grunnlaget for våre vurderinger av skredfare er Teknisk forskrift til Plan – og bygningsloven (TEK10) §7.3 (ref. /4 /). Det vises også til ”Veiledning til teknisk forskrift til PBL (ref. /8/).

Det overordnede grunnlaget for våre vurderinger av skredfare er følgende:

1. PBL §28 (ref. /5/)
2. TEK10 til PBL §7.3 (ref. /4/)
3. Veiledning til TEK10 (ref. /8/)
4. Byggforsk. Byggforskserien. Planløsning. 311.135. Sending 1 – 1998 (ref. /6/).

I tillegg har vi benyttet følgende grunnlagsmateriell:

5. Bergen kommune. Byrådsavdeling for byggesak og Bydeler. Etat for byggesak og private planer. Kommunedelplan, Valla. Kartutskrift datert 17.11.2010.
6. Digitalt kartgrunnlag i dwg-format og SOSI-format.
7. Gradientanalyse for området fra NGU's kartlegging.
8. www.ngu.no
9. www.skrednett.no
10. www.geoextreme.no
11. Sweco: Ros II Skredfare, Pilot II – Fjellsiden, Svartediket – Munkebotn. 96793002 / 3 /10 Sammenfattende rapport, datert 04.12.2009. Bergen kommune, Etat for byggesak og private planer.
12. Noteby AS: Rapport 36590, datert 12.12.1989, Lilletvedt – Kirkebirkeland, planområde (ref./11/)
13. Opticonsult AS, Reguleringsplan Vestre Valla – Rasfarevurdering, datert 27.10.2005 (ref./15 /).
14. Thorbjørn Kaland, Geologisk sakkyndig rapport Øvre Kirkebirkeland, datert 29.01.2007 (ref./16/).
15. NS-EN 1998-1 (2005): Eurocode 8 (ref. /17/)
16. Norsar/ NGI (2005): Seismic Zonation for Norway (ref. /18/).

3. Skred og skredmekanismer

3.1 Årsaker til skred

For at det skal gå skred må det for det første finnes skredfarlig materiale. For det andre må terrenget være tilstrekkelig bratt til at skredet kan løsne og utvikle seg. For det tredje må en utløsningsmekanisme sette materialet i bevegelse. Disse mekanismene er ofte knyttet til ekstreme situasjoner som endrer stabiliteten i massene.

Vi tar i våre vurderinger forbehold om klimaendringer, menneskelige tiltak i og på grunnen, vann- og avløpsledninger og drens-systemer (kapasitet og teknisk stand). Slikt kan føre til endrede forutsetninger og det kan føre til behov for nye ROS analyser, eller må ivaretas etter løyver, PBL eller annet lovverk.

3.2 Skredtyper

De ulike skredtypene er et resultat av ulike geologiske materialer som forekommer i helninger med ulik steilhet, og som kan bli utløst av ulike mekanismer.

3.2.1 Steinskred

Steinskred fra fast fjell kan sorteres i kategorier etter volum, fjellskred er større bergstykker (>10000 m³ skredmasse) som løsner fra fjellsider, steinskred med volum mellom 100 og 10000 m³ og steinsprang med volum < 100 m³ som er mindre steiner som løsner i bratthengene, ref. / 6/. Våre undersøkelser har vist at det i de undersøkte områdene er steinsprang og steinskred som er aktuelle for vurdering.

Steinsprang trenger ikke nødvendigvis bare løsne fra fast fjell. Også løse enkeltblokker som ligger i urer og lier kan rase videre dersom de blir utsatt for en ny og/eller annen utløsningsmekanisme.

Fjellskred vil i mindre grad enn steinsprang bli bremsset opp av ujevnheter og vegetasjon langs skredbanen, i alle fall dersom utraste blokker ikke deler seg i mindre deler. Konsekvensen vil ofte være en lengre utløpsdistanse for fjellskred enn for mindre steinsprang.

Steinsprangvifter har vanligvis en skredvinkel på om lag 40-45°. Steinskred blir som regel utløst fra oppsprukne fjellhamrer med helning større enn 35 - 40°, ref. / 6/. Dette avhenger imidlertid av både terrengforhold og formen på steinblokkene. Flakige steinblokker som ligger i urene er vanligvis mer stabile enn rundere blokker.

3.2.2 Jordskred

Jordskred er masser av blokk, stein, grus, sand, silt, leire, og torv med varierende innhold av vann som kommer i bevegelse. Vannrike jordskred langs mindre og større vassdrag blir ofte kalt flomskred. Disse blir i denne rapporten skilt ut som en egen skredtype.

Jordskred blir oftest utløst i forbindelse med store nedbørsmengder over kort tid eller i kombinasjon med rask avrenning ved snøsmelting eller regnfall på delvis frossen jord.

Jordskred utløses normalt i skråninger med en helning over 30°, men i områder uten skog og i sterkt finstoffholdige og glimmerholdige jordarter (som oftest henholdsvis marine jordarter og forvittringsjord av glimmerholdige bergarter) kan det utløses jordskred i skråninger som har en helning under 25°.

Jordskred opptrer vanligvis i fjellsider med større eller mindre lommer av løsmasser. Aktuelle løsmasser i undersøkelsesområdet er morene eller forvittringsjord som består av varierende innhold av finkorning jord, humus, torv, bergartsfragmenter og skredmateriale.

I det aktuelle området ved Valla - Kirkebirkeland vil et bidrag til redusert jordskredfare være den ujevne bergoverflaten under de skrinne løsmassene. Videre vil rotsystemet i både den naturlige og den plantede skogen bidra til å holde løsmassene sammen i topplaget. Stor fasthet i jordlagene er som regel en fordel, bortsett fra situasjoner der grunnvann trenger inn under tette topplag (mye finstoff/humus innhold i jorda og/eller i kombinasjon med tele) og bygger opp høyt vanntrykk nedenfra (artesiske vanntrykk).

Av andre prosesser i løsmasser kan nevnes sakte bevegelser som jordsig og solifluksjon. Førstnevnte er en sakte krepbevegelse der tele løfter de øverste løsmassene normalt på overflaten ved frysing, mens tyngkraften trekker de samme massene vertikalt ned ved tining. Resultatet av dette kan ses for eksempel som en bøy nederst på trestammene. Solifluksjon er bevegelse av tinede og vannmettede jordlag på toppen av frosset jord (tele eller permafrost). Sistnevnte er lite aktuelt for dagens klima i Bergen.

3.2.3 Flomskred

Flomskred trekkes i denne rapporten ut som en egen skredtype, og defineres her til å gjelde skred i løsmasser rundt definerte eller nye bekke- og elveløp som resultat av ekstrem vannføring. Denne vannføringen bidrar under stigning av vannstanden til sterk nedsettelse av skjærfastheten i de aktuelle løsmassene som raskt kan bli ustabile når en ytterligere økning i vannstanden bidrar til erosjon og ugunstige poretrykkssendringer.

3.2.4 Kvikkleireskred

Kvikkleireskred kan gå ved påvirkning av kvikk marin leire for eksempel ved grave- og fyllingsarbeider. Kvikkleireskredene skiller seg fra jordskred ved at de kan løses ut i nesten flatt terreng ved at strukturen i leirmineralene bryter sammen og massene får en nærmest væskelignende konsistens. Slike skred forekommer i kvikkleireområder som ligger under marin grense. I Norge er de mest vanlige i Trøndelag og på Østlandet hvor disse grunnforholdene er hyppigst forekommende. Marin grense i Bergen ligger omtrent på kote 50, og kvikkleireskred er derfor ikke en aktuell problemstilling i denne rapporten.

3.2.5 Snøskred

Snøskred skiller seg fra de andre skredtypene ved at skredmaterialet endrer seg fra år til år avhengig av snømengder, formen på snødekket, vind og temperatur. Snøskred kan deles inn i flakskred, tørre og våte løssnøskred, vannmettede sørpeskred og utfall av snøskavler. I utgangspunktet vil dagens klima i Bergen og den tette skogen i området omtalt i denne rapporten tilsi generelt begrenset snøskredfare. Dersom en i fremtiden får større snømengder kan det ikke utelukkes at snøskred kan forekomme fra tid til annen, selv om det er svært lite sannsynlig at slike skred skal kunne nå bebyggelsen. Per dags dato er det hovedsakelig kun NGI som innehar den spesialkompetansen som trengs for å vurdere fare for snøskred på best mulig faglig grunnlag. Snøskredfare vil derfor ikke bli nærmere vurdert i denne analysen.

3.2.6 Isskred

Isskred kan forekomme ved mildvær som etterfølger en lengre kuldeperiode. Risikoen for dette er størst i nærheten av fosser og ved fuktige fjellskjæringer, og denne skredtypen blir ikke nærmere vurdert i denne analysen.

3.3 Utløsningsmekanismer

Siden steinsprang, jordskred og flomskred er de mest aktuelle risiki for undersøkelsesområdet i denne rapporten, vil de mest aktuelle utløsningsmekanismene være de som mest sannsynlig kan bidra til at disse skredene forekommer. Disse vurderer vi hovedsakelig vil være ekstrem nedbør, vannansamlinger samt fryse- og tineprosesser. Vi har også satt fokus på jordskjelvaktivitet i våre vurderinger og beregninger. Vi har vurdert jordskjelv i 1/100, 1/1000 og 1/5000 års perspektiv. Vi viser til Vedlegg 4 for vurderinger hvordan jordskjelv påvirker utløsning av skred. Skredutløsning etter menneskelig aktivitet vil være mest aktuelt dersom det utføres grave- og fyllingsarbeider eller andre inngrep i den naturlige fjellsiden. Som nevnt i kapittel 3.1 tar vi forbehold mot menneskelige inngrep i terreng som kan føre til skredutløsning.

3.3.1 Steinskred

Utløsningsmekanismer for skredtyper som er aktuelle for denne rapporten kan være situasjoner som er beskrevet i det følgende:

- Ekstremnedbør eller kraftig snøsmelting som gir ekstrem avrenning og økt grunnvannstilsig. Avrenningen kan føre til skred rundt bekke- og elveløp og utvasking langs nye vannveger, mens økt grunnvannstilsig kan gi nedsetting av skjærfastheten i jordarter og oppbygging av vanntrykk langs lagdelingsflater i løsmasser og på sprekkeflater i berg.
- Fryse- og tineprosesser som på grunn av at vann utvider seg ved frysing kan gi store trykk på sprekkeflater i bergmassen samt blokkbevegelser. Særlig ugunstig for fjellskred og steinsprang er situasjoner der frost etterfølges av rask tining og kraftig nedbør. Ved frostperioder kan nemlig vann som fyser tette dreneringskanalene, slik at rennende vann i etterfølgende mildværsperioder blokkeres av isen. Slik kan det bygges opp vanntrykk på sprekkeflatene.
- Menneskelig aktivitet kan være utløsende, enten ved at turgåere kan komme i skade for å sette løse enkeltblokker i bevegelse og dermed forårsake mindre steinsprang, eller ved at graving, fylling og eksempelvis vegbygging og etablering av stier forstyrrer grunnvannsnivået, de naturlige vannvegene og stabiliteten generelt.
- Rotsprengning kan forårsake mindre steinsprang ved at røtter som vokser ned i sprekkeflater kan øve press på flatene og presse ut flak og mindre fragmenter.

- Jordskjelv kan utløse steinsprang steinskred og fjellskred.
- Langvarig forvitring av bergmassen kan bidra til sakte, men gradvis nedsettelse av stabiliteten og nedsettelse av bergmassens permeabilitet. Særlig kan kjemisk forvitring av foten av større bergstykker bidra til en sakte, men sikker stabilitetsreduksjon. Imidlertid må ofte en av de andre mekanismene inntreffe før et skred eventuelt går.

3.3.2 Løsmasseskred

Utløsningsmekanismer for skredtyper som er aktuelle for denne rapporten kan være situasjoner som er beskrevet i det følgende:

- Ekstremnedbør eller kraftig snøsmelting som gir ekstrem avrenning og økt grunnvannstilsig. Avrenningen kan føre til skred rundt bekke- og elveløp og utvasking langs nye vannveger, mens økt grunnvannstilsig kan gi nedsetting av fastheten i jordarter og oppbygging av vanntrykk langs lagdelingsflater i løsmasser og på sprekkeflater i berg.
- Fryse- og tineprosesser som på grunn av at vann utvider seg ved frysing kan gi jordsig i de øvre jordlagene som er utsatt for tele.
- Kryp eller sakte glidning i jordmassene.
- Steinsprang, steinskred og fjellskred.
- Vannansamlinger for øvrig, som oppstår ved overbelastning eller tetting av naturlige bekke- og elveløp og grøfter kan føre til at nye vannveger dannes og at løsmasser som i utgangspunktet er stabile, blir ustabile. Dette kan skje f.eks. ved at greiner, kvister og blader legger seg mot innsnevninger i bekkeløpene eller mot bruer, rør og gjerder og tetter de naturlige vannvegene, eller at mindre initialscred fra dal-/søkksider tetter bekker og elveløp.
- Menneskelig aktivitet kan være utløsende enten ved at turgåere kan komme i skade for å sette løse enkeltblokker i bevegelse og dermed forårsake mindre steinsprang, eller ved at graving, fylling og eksempelvis vegbygging og etablering av stier forstyrrer grunnvannsnivået, de naturlige vannvegene og stabiliteten generelt.
- Jordskjelv kan utløse jordskred, men i sjelden grad jordskred i friksjonsmasser som på Valla, hvor det i liten grad kan bygges opp et kritisk poretrykk..
- Langvarig forvitring av løsmasser kan bidra til sakte men gradvis nedsettelse av stabiliteten og nedsettelse av løsmassenes permeabilitet.

Vi vurderer at faktorene ekstrem nedbør, vannansamlinger samt fryse- og tineprosesser vil ha størst påvirkning på skredaktivitet. Vi har gjort vurderinger av jordskjelvets betydning og har funnet ut at jordskjelvaktivitet trolig vil være mindre aktuelt på grunn av det beskjedne omfanget. Skredutløsning etter menneskelig aktivitet vil være mest aktuelt dersom det utføres grave- og fyllingsarbeider eller andre inngrep i den naturlige fjellsiden.

3.4 Stabiliserende faktorer

Som skredmotvirkende og stabiliserende faktorer i tillegg til geometri og skjærstyrke i materialene, er ujevnheter i terrenget og i bergoverflaten, skogens beskaffenhet og dreneringsmulighetene de viktigste faktorene.

3.5 Virkning av skred på analyseobjektet

Analyseobjektet består av boliger, utomhusareal og veger i boligområder, samt mennesker og materiell som oppholder seg i disse områdene. Risikoen for de ulike elementene vil ha ulike størrelser, fordi de ulike elementene har ulike sårbarhet.

Menneskelig oppholdstid er naturlig nok lengst inne i boligene, mens oppholdstiden langs vegene totalt sett er mye kortere. Videre er det lite sannsynlig at turgåere kan bli rammet av skred, da fjellskred og steinsprang går i bratte og utilgjengelige områder, mens jordskred oftest går i dårlig vær når sjansen for at turgåere er tilstede er minst.

4. Metode

Med bakgrunn i kjennskap til undersøkelsesområdet, forventede potensielle skredhendelser og tilgjengelig historikk og programvare er det gjort et utvalg av metoder for vurdering av skredfaren. Disse er en gjennomgang av skredhistorikk, gradientanalyse av helninger i fjellsiden, studier av flyfoto og skråfoto. Disse metodene har gitt grunnlag for innsats i felt. Observasjoner fra felt har videre sammen med tilgjengelig kartgrunnlag gitt utgangspunkt for en geoteknisk stabilitetsanalyse av utvalgte typiske skredsimuleringer langs utvalgte profiler.

4.1 Skredhistorikk

Fra Multiconsult AS egen oppdragsdatabase er det registrert en skredhendelse i februar 1999 ovenfor planlagt bebyggelse ved Kirkebirkeland. Et steinsprang på omtrent 50 m³ raste ut ovenfor rekkehus bebyggelse under oppføring. Noen blokker kom helt ned og rammet grunnmur. På oppdrag fra Veidekke ASA foretok Multiconsult 05.02.1999 en befaring for å vurdere arbeidssikkerheten med tanke på videre utbygging. NOTEBY har i forbindelse med reguleringsplan foretatt en skredrisikovurdering i det samme området. Det vises til rapport 36590 - 1, datert 12. desember 1989.

Løsneområdet for skredet er lokalisert til ca. kote 200. Skredet dannet en fure i morenemassene i skråningen. En del stein / blokk har stoppet på avsatter i terrenget eller mot trær i lien. Noen blokker har fortsatt helt ned mot grunnmuren for rekkehuset. Det synes klart at fjellpartiet i lengre tid har vært labilt. Vekslingen mellom mildvær og frost utløste skredet. Bruddflatene i løsneområdet så relativt rene ut og risikoen for nye store skred ble vurdert som liten. Det ble oppført en skredvoll mellom bebyggelsen og skråningen for sikring av bebyggelsen.

I følge skrednett.no er det ikke registrert noen skredhendelser i undersøkelsesområdet. Men like sør for undersøkelsesområdet ligger Hatlestad terrasse, hvor det høsten 2005 gikk et jordskred. Våren 1742 gikk det et løsmasseskred ved Sandven, like sør for undersøkelsesområdet.

4.2 Gradientanalyse

I forbindelse med NGU sin skredfarekartlegging av Bergen kommune fikk de utarbeidet en digital terrengmodell. Deretter er skråningsvinkler beregnet ved standard GIS funksjonalitet (ArcMap). En statistisk analyse av skråninger er utført som et grunnlag for å bestemme grenser for klasser av skråningsvinkler. Fordelingen av skråningsvinkelklassene som ble brukt i pilotprosjektet var <28°, 28-37°, 37-46° og >46°. Disse grensene ble imidlertid endret i de videre arbeidene gjennomført av NGU. Vedlegg 1 viser resultatene fra NGUs gradientanalyse over området.

4.3 Feltobservasjoner

Observasjoner av geologiske/geotekniske forhold danner grunnlaget for videre analyser og vurderinger. Vi viser til kapittel 7. Under kartleggingen har vi hatt fokus på registrering av relevante geologiske forhold. Hovedvekten er lagt på registrering av skredmateriale, og på observasjoner av sprekkegeometri. Vi har også gjort visuelle observasjoner av løsmassetyper / mektigheter, vegetasjon og hydrologiske forhold.

Deler av det undersøkte området er utilgjengelig for detaljerte feltobservasjoner. Det skyldes delvis høye steile bergskrenter og delvis tett vegetasjon.

Feltundersøkelsene ble gjennomført 17.-19. november 2010 av geolog Frode Johannesen og ingeniørgeolog Kari Charlotte Sellgren. Været under befaringene var pent med temperaturer rundt 0 °C.

4.4 Analyser og analyseverktøy

4.4.1 RocFall

Det er valgt ut i profiler A-T langs skredkildeområdene over analyseobjektet for simulering av steinsprang i programvaren *RocFall v3.01*, utviklet av RocScience (ref. /14/). Profilene ligger alle i terreng der det finnes bratte, steile bergskrenter som kan være potensielle løснеområder for steinsprang. Det er observert urmasser og/eller andre tegn til nyere eller eldre steinsprangaktivitet i alle disse områdene. I noen av områdene finnes relativt ferske spor etter større eller mindre steinsprang. Profilene vises i profilplan i tegning G152 og G153. Resultatene er vist i Vedlegg 3. Med unntak av profilene C, K, P, Q og S er det kjørt steinsprangsimulering for alle profilene. De nevnte profilene var for slake til at simuleringen kunne kjøres.

Terrengprofilene er framstilt fra digitalt kartgrunnlag. Nøyaktigheten er begrenset i flere deler av dalsidene. Årsaken er manglende innmåling i de tetteste vegeterte deler av arealet. Det ser ut til at kartgrunnlaget fra Bergen kommune har ulike tilnærminger til koteoppteining, da kartlag med 5 m ekvidistanse i stor grad viser glatte, interpolerte koter, mens kartlag med 1 m ekvidistanse viser et antatt mer realistisk koteforløp der avstandene også varierer mer. Vi har også sammenliknet med et eldre rasterkart fra økonomisk serie (M 1:5000) for om mulig å inkludere flere detaljer i terrengoverflaten. De endelige profilene er til dels justert i henhold til dette kartgrunnlaget.

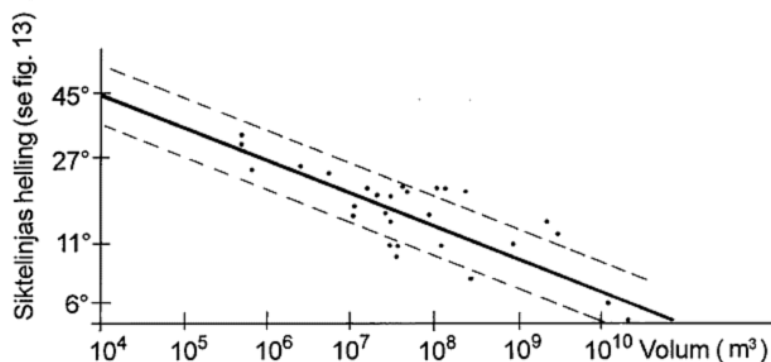
Simuleringene er utført med forskjellige inndata for steinsprangstørrelse etter observasjoner i terrenget og vurdering av oppsprekking i området. Bevegelseskarakteristikker er lagt inn med samme inndata. Det er forutsatt steinstørrelser mellom 100-500 kg og 10000 kg. Det er lagt inn en vertikal og en horisontal komponent av hastigheten på 0,5 m/s, og en rotasjon på 0 rad/s som utgangshastighet i løsnøyeblikket. For simuleringer utført med tanke på jordskjelv som utløsningsmekanisme er det lagt inn i tillegg både vertikale og horisontale svingehastigheter. Vi viser til Vedlegg 4.

Energitap som følge av støt og rotasjon underveis i skredbanen er betraktet. Det er lagt inn egenskaper for de ulike og reelt observerte terrengetypene langs profilene. Dette er egenskaper knyttet til bar bergoverflate, oppstikkende berg, skredvifter med og uten vegetasjon og vegeterte lier for øvrig. Metoden gir noe konservative resultater, fordi den i begrenset grad tar høyde for effekten av oppbremsing når steiner treffer trestammer i skogen. Hver simulering omfatter 50 enkeltvis steinspranghendelser.

Programmet simulerer ikke store sammensatte skred der blokker deler seg, river med seg jord og stein langs skredbanen. Dersom slike større skred inntreffer vil de kunne få større utløpsdistanse enn det våre simuleringer av separate blokker indikerer.

4.4.2 Empirisk modell for vurdering av utløpsdistanser

NGI har utviklet en enkel empirisk modell for beregning av utløpsdistanser. Modellen som beskrives i Byggforskserien (ref. /6) tar utgangspunkt i kjente skred. Lengste utløp blir korrelert med topografiske forhold som helningsforhold og fallhøyde. Det er også funnet en sammenheng mellom skredvolum og utløpsdistanse. Det viser seg at store skred har en tendens til å nå lenger enn mindre skred.



Figur 1 Empirisk modell for rekkevidde av steinskred (Kilde: NGI)

Modellen viser at siktelinjen fra ytterste skredblokk til overkant av skredets løsneområde har en gjennomsnittlig helning på ca. 45° for skredvolum 10^4 m^3 . For større skred avtar siktelinjens helning.

4.4.3 Swedge

Ved hjelp av programvaren Swedge, utviklet av RocScience er sprekkegeometri og mulighetene for å få dannet ustabile kiler i en bergskrent blitt analysert. Programmet identifiserer og beregner stabilitet for sprekkeavgrensede kiler dannet av to sprekkeplan, pluss eventuelt en avløsende sprekk. Fall og fallretninger for bergskreenter og sprekkeplan er inngangsparametre. I tillegg skal en ha data for sprekkeplanenes egenskaper. Data for virkende krefter, som for eksempel sprekkevannstrykk, legges inn som faktorer i beregningen.

Programmet identifiserer ikke direkte situasjoner som for eksempel utveltning av flak (toppling). Store variasjoner i bergkontur, som overheng eller søkk i terrenget og lokal oppsprekking fanges ikke opp ved slike analyser.

4.4.4 Beregningsmetodikk for stabilitet av løsmasseskråninger

I våre vurderinger av stabilitet for løsmasseskråninger har vi tatt utgangspunkt i erfaringsdata ved vurdering av fareområde for utløsning av løsmasseskred/steinsprang.

Som grenser på 5000 års skred har vi lagt til grunn følgende:

For steinur (grovblokking ur) på berg = terreng brattere enn 1:1,3 (38 grader). Ved brattere vinkler enn dette kan det løsne enkeltstein. Fare for utløsning av større skred i slike masser er størst ved helninger på mer enn 45 grader (1:1). Samlede steinskred vil normalt stoppe opp i terrenget i områder som er lik eller slakere enn 38 til 35 grader (1; 1,3 til 1; 1,4).

Morenemasser uten mye humus og glimmer (og forvittringsjord) der det er permanent lav grunnvannstand (i hovedsak utenom søkk/dalbunner) = terreng brattere 1: 1,5 (34 grader). Skred i slike tørre masser vil normalt stoppe opp i skråninger slakere enn 30 – 25 grader.

Morenemasser uten mye humus og glimmer (og forvittringsjord) der det er høy grunnvannstand (i hovedsak i søkk og dalbunner og i sideterreng til dette) = terreng brattere 1: 2 (27 grader). Skred i slike våte masser vil normalt stoppe opp i terreng slakere enn 25 - 22 grader.

Morenemasser med mye humus/torv og glimmer (og forvittringsjord) der det er permanent lav grunnvannstand (i hovedsak utenom søkk/dalbunner) = terreng brattere 1: 2,3 (25 grader). Skred i slike tørre masser vil normalt stoppe opp i terreng slakere enn 22 - 20 grader.

Morenemasser med mye humus/torv og glimmer (og forvittringsjord) der det er høy grunnvannstand (i hovedsak i søkk og dalbunner og i sideterreng til dette), evt. områder med silt og leire = terreng brattere 2:5 (22 grader). Skred i slike våte masser vil normalt stoppe opp i terreng slakere enn 20 - 18 grader.

Til generell beregning av stabilitet kan formelverket under brukes. Kravet til γ_m vil variere med krav til sikkerhet. $\gamma_m = 1,0$ er lik brudd i massene, mens for permanent tilstand i bruddgrensetilstand er kravet normalt 1,3 til 1,6, avhengig av tiltaksklasse. For å finne jordartsparementrene er det nødvendig å gjøre felt- eller lab.-tester, eller bruke erfaringsdata. Ofte er det ikke mulig å framskaffe eksakte data for jordartsparementre.

I skråninger av denne typen, med begrenset løsmassemektighet og relativ konstant skråningshelning, er overflateparallele utglidninger det mest vanlige.

For skråninger over grunnvannsnivå kan sikkerheten mot brudd (materialkoeffisient) angis som:

$$\gamma_m = \frac{a \tan \varphi}{\gamma z \cos \beta \sin \beta} + \frac{\tan \varphi}{\tan \beta} \quad (1)$$

Hvor γ_m	=	materialkoeffisient
a	=	attraksjon (kPa)
φ	=	karakteristisk indre friksjonsvinkel løsmasse
g	=	tyngdetetthet løsmasse (kN/m ³)
z	=	dybde til bruddflate (m)

For skråninger med grunnvannsnivå i terrengoverflaten kan sikkerheten mot brudd (materialkoeffisient) angis som:

$$\gamma_m = \frac{a \tan \varphi}{\gamma z \cos \beta \sin \beta} + \frac{\gamma' \tan \varphi}{\gamma \tan \beta} \quad (2)$$

Hvor parametre er de samme som forrige ligning og

$$\gamma' = \text{neddykket tyngdetetthet løsmasse (kN/m}^3\text{)}$$

For løsmasseskråningene ved Valla - Kirkebjergland er det usikkerhet knyttet til løsmassenes skjærfasthet, tyngdetetthet, og dreneringsforhold, poretrykk og grunnvannsstand. Dette gjør det attraktivt å gjøre estimater av sannsynlighet for utglidninger ved hjelp av probabilistiske analyser, som for eksempel Monte-Carlo analyser.

Denne type analyser brukes når:

- Det er usikkerhet knyttet til input-parametre,
- Det ikke er mulig å komme frem til et eksakt resultat (ved deterministisk analyse).

Ved en Monte-Carlo analyse utføres det gjentatte analyser med variable inputparametre. Det må i utgangspunktet bestemmes et utvalg av mulige inputparametre (i dette tilfelle

jordartsparemetre) med middelverdi og standardavvik. Analysen genererer input tilfeldig basert på utvalgene, og foretar en deterministisk beregning med de gitte inputparemetrene. Beregningene gjentas så med nye tilfeldige valgte input. Hver analyse inngår i sluttresultatet. Resultatet fra en Monte-Carlo analyse sier noe om sannsynligheten for brudd eller utglidning i en skråning eller hvis det er mange skråninger, hvor mange av disse som vil gå til brudd. Det bemerkes at det er ingen sammenheng mellom "sikkerhetsfaktor" og "sannsynlighet for brudd/utglidning".

Ved tidligere løsmasseskred i Bergen kommune er det som tidligere antydnet at sikkerhetsfaktoren (materialkoeffisienten) ved en deterministisk analyse bør være minst 1,3 til 1,6 (i bruddgrensetilstanden for permanent tilstand) for at sikkerhetskravene i byggeforskriften skal være ivaretatt (krav til sammenbrudd av boliger; 10^{-3} per år), selv om den i kritiske perioder (ekstreme situasjoner) kan tillates være vesentlig lavere enn dette (ned mot 1,0 i en slags ulykkesgrensetilstand). Imidlertid vil vi påpeke, som nevnt ovenfor, at det er ingen direkte sammenheng mellom sikkerhetsfaktor og sannsynlighet for brudd.

5. Beskrivelse

5.1 Topografi

Det undersøkte området strekker seg fra Vallaheiane i sør til Birkelandsbotn i nord. Områdets østre parti med Vallaheiane, Vallalia og Vallaskaret ligger i fjellsiden vest for Ljosvollsvarden. Kirkebirkeland og Birkelandsbotn ligger i skråningen og fjellsiden vest for Birkelandsfjellet. Vallahøgda ligger nedenfor Kråkåsen i den østoverhellende skråningen.

Terrenget bak bebyggelsen ved Kirkebirkeland og Birkelandsbotn stiger med varierende helningsgrad fra 55 m.o.h. ved Birkelandsvatnet til mellom 200 og 300 m.o.h. Gradientkartet til NGU viser at terrengets helningsgradient i hovedsak er større enn 37° .

Ved Vallahøgda skråner terrenget bratt opp vestover mot Kråkåsen. De bratteste partiene er begrenset av en steil fjellskrent rett bak boligrekken. Skrentene har gradienter over 45° .

Terrenget bak bebyggelse i Vallaskaret skråner bratt oppover langs Klypedalen. Klypedalen er en NØ-SV rettet kløft i terrenget, med steile bergvegger på begge sider. Brattest er det i dalens østre vegger med gradienter brattere enn 45° .

I de ubebygde områdene er helningsgradienten stort sett høy, bortsett fra området nærmest kraftmasten som spenner mellom Kråkåsen i vest og Birkelandsfjellet i øst. Terrenget i dette området er forholdsvis slakt.

Som skredmotvirkende og stabiliserende faktorer er ujevnheter i terrenget og i bergoverflaten, skogens beskaffenhet og dreneringsmuligheter de viktigste faktorene.

På grunn av at det er store forskjeller mellom de ulike skråningene, og dermed også variasjon i skredtyper og skredfare, har NGU foreslått å klassifisere naturlige skråninger i fire ulike klasser.

1. Bratte naturlige skråninger utsatt for steinsprang ($>35^\circ$ og >10 m høyde)
2. Lavere naturlige skråninger og menneskeskapte skjæringer utsatt for steinsprang ($>35^\circ$ og <10 m høyde) der hus ligger tett inntil.
3. Naturlige skråninger med fare for jordskred ($27-35^\circ$).
4. Fyllinger og menneskeskapte skjæringer i løsmasser.

Klasse 3. har vi valgt å dele inn i mer spesifikke avgrensninger, jfr kapittel 4.4.4.

5.2 Vegetasjon

Vegetasjonen er vesentlig i forbindelse med vurdering av skredfare. Det gjelder for både stein- og løsmasseskred. Vegetasjonen kan ha både positiv og negativ innvirkning på skredfaren. Røtter og trær virker stabiliserende på jordmasser. Store trær kan bremse skred og redusere utløpsdistanser.

Vegetasjonen varierer noe over området. Hovedmengden av vegetasjon består av en kombinasjon av bar- og løvskog. I skråningen vest for Ljosvollsvarden består vegetasjonen av plantet eldre granskog og yngre løvskog. Skråningene ned fra Birkelandsfjellet og nordvest mot Birkelandsbotn er beplantet med tett granskog. Det samme gjelder områdene ovenfor Hatlestadlia.

5.3 Klima

Med bakgrunn i mye oppmerksomhet fra samfunnsdebatten de siste årene om klimaendringer og en forventning om mer ekstremvær, har det i mediene vært mye fokus på skred og skredhyppighet. Forskere synes å være enige om at vi må forberede oss på mer ekstreme vær-situasjoner i framtiden. Storm Weather Senter sin rapport (ref. /9/) vedrørende temakart for nedbør i bergensområdet fra 2006 kommer frem til følgende konklusjoner vedrørende utvikling av klima og nedbørmengder i Bergen:

- Årlige nedbørmengder og maksimale nedbørmengder i Bergen for kortere akkumuleringsperioder (10 minutt til 2 døgn) vil stort sett øke med ca. 20 % frem mot år 2100. Dette medfører at antall episoder av store nedbørmengder vil fordobles. Verdene for returperioder på for eksempel 100 år må derfor multipliseres med ca. 1,2. I Gullfjellstraktene antas nedbøren om høsten og tidlig vinter å øke med ca. 30 %. Dette tilsvarer at antall tilfeller med store nedbørepisoder av varighet 3-48 timer vil tredobles. Verdene for returperioder på for eksempel 100 år må derfor multipliseres med ca. 1,3.
- I år 2050 forventes "normale" nedbørsverdier å ligge 10-15 % høyere enn 1961-1990 normalen. Verdene for år 2050 forventes derfor å ligge midt mellom nåværende normaler og forventende normaler for år 2100.

Vi tar i denne rapporten ikke stilling til hvilken skredfrekvens vi må forvente på grunnlag av klimaendringer, men vi tar til etterretning at mer ekstremvær nødvendigvis vil føre til at flere skred vil bli løst ut og at klimadata vil være viktige inngangsparametere både for å forutsi skredfare og for å forstå hvorfor skredene går.

For skredfare er nedbørsintensitet og frekvensen på fryse- og tinesykluser den viktigste klimainformasjonen. Generelt sett er Bergensområdet preget av et mildt og fuktig klima. Den værstasjonen som ligger nærmest er 50450 Fana Stend, som ligger 54 m o.h. Klimanormaler hentet fra Meteorologisk institutts klimadatabase (www.eklima.no) for denne stasjonen viser at nedbørsintensiteten er størst i perioden september – november og at gjennomsnittstemperaturen er lavest i månedsskiftet januar/februar. Ingen av middeltemperaturene for noen av månedene ligger under 0 °C, men siden området Vallaheiene og Kirkebirkeland ligger 100-250 m høyere, er det rimelig å anta at middeltemperaturen vil ligge nært 0 °C i perioden desember – februar/mars. I vinterhalvåret opptrer det normalt flere fryse/tinesykluser. Værdata for Fana Stend er gjengitt i vedlegg 2.

5.4 Løsmassegeologi

Marin grense i Bergensområdet ligger på kotehøyde ca. 50 m.o.h. De undersøkte områdene ligger på kotehøyder høyere enn 55 m.o.h. På bakgrunn av dette antar vi at det finnes lite marine avsetninger i det undersøkte området. Dersom det finnes marine avsetninger i området antas det at de finnes i søkk i bergoverflaten. Det vil si at det er menneskelig aktivitet, utbygging, som i slike tilfeller har betydning for stabiliteten. Ved utbygging må det derfor forutsettes at prosedyrer i Eurocode standardverk følges.

Løsmassene består i hovedsak av forvitret fjell og tynn morene. Skredavsetninger, hovedsakelig i form av steinsprangblokk, ligger oppå morenen under bratte fjellskrenter. NGUs løsmassekart viser at berggrunnen i området er dekket av et tynt morenemateriale samt noe torv og humus (ref. /3/). Urmasser opptrer i flere områder, gjerne over morenemasser.

Løsmassene i området har, foruten spesifikt omtalte områder i kapittel 7, generelt sett meget begrensede mektigheter.

5.5 Berggrunnsgeologi

NGU sitt berggrunnsgeologiske kart viser at bergartene i området består av granittiske, syenittiske og mangerittiske bergarter som er sterkt preget av kaledonsk omdanning og forgneising (ref. /2/). Bergets oppsprekingsgrad varierer noe over området, men er i hovedsak preget av moderat, men gjennomsettende oppsprekking. Slik har det blitt dannet en del større løse blokker i den sterke og harde bergarten. I overflater av bergblotninger og bergskrenter forekommer en del småblokkig forvitret berg. Det opptrer hovedsakelig tre hovedsprekkeretninger i området (ref. /1/).

I kapittel 7 beskrives bergets oppsprekking på de forskjellige lokalitetene. Generelt sett består berggrunnen i og omkring Birkelandsfjellet av varierende granittiske gneisbergarter og ligger innenfor den større formasjonen som kalles Store Bergensbue. Gneisen har foliasjon (lagdeling) med strøk om lag N070°Ø og fall om lag 60-70° SØ, dvs at fjellet har fall inn mot fjellveggen langs den sørvestre siden. I tillegg er det utviklet to sprekkesystemer som står om lag vinkelrett på lagdelingen. Orienteringen av foliasjonen gir i stor skala generelt en god stabilitet for fjellet. Oppsprekkingen har lokalt flere steder gitt lokalt avløste, flakformede blokker og fjellsøyler som kan gli ut langs den ene oppsprekkingsretningen med fall ca. 60° ut fra fjellskråningen.

5.6 Hydrogeologi og hydrologi

I nedre deler av Klypedalen og Erdalen renner det små bekker delvis nede i urmasser og delvis gjennom morenemasser. Bekkene samles blant annet i kummer og ledes i rør under vei og bebyggelse. Bekkene blir beskrevet nærmere i kapittel 7.

Vandreringsspor i dalsøkkene Klypedalen og Erdalen tyder på at det i perioder med mye nedbør vil det samles en del vann i dalsøkkene. Bekken som drenerer i søkket ned fra Ljosvoldsvarden mot ny bebyggelse er lagt i rør under veggen ved Vallaheiane 131. Bekken som drenerer ned fra Erdalen til Vallalien 50 er lagt i rør under veggen. I tiden før befaringene hadde det vært forholdsvis lite nedbør, og under befaringene var det tørt i området bortsett fra i selve bekkeløpene.

Avrenning av overflatevann samles opp i offentlige og private grøfter, bekkeinntak og overvannsledninger.

Det finnes ingen store løsmasseakviferer i det undersøkte området. Det aller meste av nedbøren vil renne direkte av som overflatevann, eller delvis magasineres i mindre myrsøkk og myrer.

Urmassene ved bl.a. Øvre Kirkebirkeland og Vallalia er drenerende og leder vann ned mot bebyggelse. Noe vann vil i tillegg tas opp i løsmassedekker av varierende mektighet, fordampe eller infiltrere berggrunnen som sprekkevann.

6. Bebyggelse

Vi viser til ”Teknisk forskrift til PBL” (TEK §7.3, ref /4/) hvor sikkerhetsklassene S1, S2 og S3 ved plassering av byggverk i skredfareområder er i beskrevet.

Bebyggelsen i områdene Vallahøgda, Kirkebirkeland, Birkelandsbotn, Vallaskaret, Osveien Lilletveitveien og Vallaheiane består i hovedsak av småhusbebyggelse som eneboliger og tomannsboliger. For alle de nevnte stedene er det kun den øverste bebyggelsen opp mot fjellskråning som er omtalt. Slik bebyggelse klassifiseres som sikkerhetsklasse S2 i henhold til ”Teknisk forskrift til PBL” (TEK §7.3, ref /4/).

I Vallalia og Øvre Kirkebirkeland består bebyggelsen i hovedsak av rekkehus og Hatlestadlia består bebyggelsen av terrassehus. Slik bebyggelse klassifiseres som sikkerhetsklasse S3 i henhold til ”Teknisk forskrift til PBL” (TEK §7.3, ref /4/)

7. Lokalteter

Undersøkellesområdet er begrenset i Bergen kommunes kravspesifikasjon og beskrivelse til oppdraget. I de påfølgende kapitlene omtales undersøkte områder med stedsnavn. Vi viser til Figur 2 med oversiktskart og tegning G 152 med oversiktskart med observasjoner.



Figur 2 Oversiktskart over det undersøkte området (Kilde: 1881.no).

7.1 Hatlestadlia

Lengst sør i undersøkellesområdet ligger bebyggelsen i Hatlestadlia. Vi viser til Figur 3 for oversiktsbilde. Den øverste bebyggelsen i Hatlestadlia består av terrassehus, Solvalla terrasse. Ovenfor bebyggelsen skråner terrenget mot nord oppover mot Ljosvollsvarden. Skråningen nord for bebyggelsen er beskrevet av NGU som et kildeområde for steinsprang.

Terrenget i området er kun i mindre partier brattere enn 37°, og terrenget opptrer trinnvis med slakere partier med myr. NGUs gradientkart viser at helningsgradienten i området ligger mellom 28-37°. Skråningen er vegetert med blandingskog, i hovedsak plantet granskog, i tillegg til naturlig løvskog.

Profil T i profilplan viser terrenget ovenfor bebyggelsen i Hatlestadlia



Figur 3 Oversiktsbilde over Hatlestadlia med Solvalla terrasse. Skredvullen mellom bebyggelse og skråning er markert med blå sirkler i bildet (Kilde: 1881.no).

7.1.1 Potensielle løснеområder og utført sikring

7.1.1.1 Høye bergskrenter

Det ble kun observert 2 enkeltvis blotninger av bart fjell i skråningen. Disse har lave høyder, opptil 2 meter.

Det er utført sikring i bergblotning og skråning med bolter, bånd og steinsprangnett, vi viser til Figur 4.

7.1.1.2 Bratte løsmasseskråninger

Generelt sett er det løsmassedekket i området tynt og usammenhengende og består i hovedsak av humus og forvittringsjord. Bak bebyggelsen i Solvalla terrasse er det blitt bygget en skredvoll. Skredvullen har høyde omtrent 1,50 m og lengde omtrent 30 m. Vi viser til venstre bilde i Figur 5

Ovenfor skredvullen ligger det urmasser på skredvinkel. Blokksteinene er begrodd med mose og er trolig av eldre dato. Løsmassedekket i området, for uten urmassene, er relativt tynt med oppstikkende bergnabber og består trolig av forvittringsjord og tynt morenedekke. I søkk i terrenget kan det opptre tykkere løsmassemektigheter. Enkeltvis blokksteiner ligger spredt i terrenget. Foruten området med urmasser finnes det kun enkeltvis mindre blokksteiner som tolkes som skredmateriale. Disse steinene kan ha blitt forflyttet som følge av rotvelt. Vi har ikke observert noen tydelige løснеområder for løsmasseskred i området.

7.1.1.3 Elver / bekkeløp

Det ble observert flere vandreringsspor i terrenget ovenfor bebyggelsen, det mest markerte sporet er blitt sikret med nett over lavbrekk i terrenget.



Figur 4 Eksisterende sikring ovenfor bebyggelse øverst i Hatlestadlia, Solvalla terrasse. Bildet til venstre viser sikring av oppsprukket fjellskjæring. Skjæringen er sikret med bolter og nett. Bildet til høyre viser sikring med nett utført over lavbrekk i terrenget. Vandreringsspor i søkket tyder på at nettet skal hindre eventuelle flomskred.



Figur 5 Bilde til venstre viser skredvoll bak bebyggelse i Solvalla terrasse. Skredvullen har høyde ca. 1,50 m og har lengde ca 30 m. Bilde til høyre viser urmasser som ligger ovenfor skredvullen. Urmassene er begrodd med mose og er trolig av eldre dato.

7.1.1 Utløpsområder

7.1.1.1 Steinsprang/-skred

Som nevnt finnes det kun en større uravsetning i området. Uren bak Solvalla terrasse er middels- til småblokkig. Den er vegetert med mose. Uren ligger i terreng med lav helningsgradient, omtrent 15-20° og strekker seg ned til opparbeidet skredvoll bak bebyggelsen.

7.1.1.2 Løsmasseskred

Det er begrensede mektigheter av løsmasser i området. Mindre løsmasseskred (overflateskred) antas likevel å kunne forekomme i bratt terreng, med maksimal utløpsdistanse til framkanten av urmassene.

Langs bekkefar, søkk i terrenget og tydelige vandreringsspor kan flomskred forekomme. Den installerte sikringen vil ta av for eventuelle skred.

7.2 Vallaheiane

Ved Vallaheiane skråner terrenget nordover opp mot Ljosvollsvarden, vi viser til oversiktskart i Figur 2. Profilene Q, R og S vist i profilplan viser terrenget i området. Terrenget ovenfor Vallaheiane 125 er vist i profil R i profilplan. Vi viser til oversiktsbilde i Figur 6.

Befaring i området, kartgrunnlag og NGUs gradientanalyse viser at terrenget ovenfor bebyggelsen i Vallaheiane generelt sett er bratt. I gradientkartet er skråningene klassifisert med skråningsvinkler høyere enn 28° , med hovedvekt på partier med helningsgradienter mellom $37-46^\circ$ og høyere.

Profilene P og Q vist i profilplan er plassert bak Vallaheiane nr. 141 og 133.



Figur 6 Oversiktsbilde over Vallaheiane. Til høyre i bildet sees Vallaheiane 125-119. Den øverste bebyggelsen i bildet er Vallaheiane 127-143. Gul stjerne markerer omtrentlig sted hvor sannsynligheten for skred/steinsprang er høy (Kilde: 1881.no).

7.2.1 Potensielle løseområder og utført sikring

7.2.1.1 Høye bergskrenter

Mellom garasjen og bolighus tilhørende Vallaheiane 125 ligger det en usikret fjellskjæring. Skjæringen er grovblokkig oppsprukket med noe vann tilstede.

Omtrent 40 m ovenfor 119-121 ble det observert en bergblotning med høyde omtrent 4-10 m, mektighet 1-3 m og lengde 2-3 m, området er markert i Figur 6. Skråningen i området er meget bratt, med helning omtrent på 50°. I bakkant av blotningen går det en omtrent skråningsparallelle sprekk. Sprekken ser ut til å være gjennomgående, og det er noe vann tilstede i blotningen. Eventuelle nedfall fra blotningen vil sannsynligvis være mellom 1-2 m³. Hovedoppsprekningen i området har strøk- og fallretning N177°/82°V.

I skråningen ovenfor Vallaheiane 131-137 opp mot Ljosvollsvarden er det kun enkeltvis bergblotninger, som har gunstig oppsprekking med fall innover i skjæringen.



Figur 7 Bildet til venstre viser oppsprukket berg mellom garasje og hus ved Vallaheiane 119. Bildet til høyre viser området markert i Figur 6 med stor sannsynlighet for skred/steinsprang.

7.2.1.2 Bratte løsmasseskråninger

Løsmassedekket i området er generelt sett tynt og usammenhengende, og består av forvittringsjord og tynn morene. Enkeltvis blokksteiner opptrer spredt i det undersøkte området. Slike steiner kan være et resultat av rotvelt høyere oppe i terrenget.

Ovenfor bebyggelse ved nr. 123-125 ligger det urmasser, og i foten av urmassene er det utført gravearbeider.

Ved Vallaheiane 131 består løsmassene av blokkstein i ur. Løsmassedekket er ellers tynt og usammenhengende og består av morenemasser. Gjennom urmassene dreneres det en bekk ned i en kum. Videre oppover skråningen har terrenget helning på omtrent 25°.

Enkeltvis blokksteiner opptrer spredt i terrenget.

7.2.1.3 Elver og bekkeløp

Ved Vallaheiane 139 kommer det også en bekk ned fra skråningen, hvor det er støpt opp en dreneringskanal for inntak av vann.

7.2.2 Utløpsområder

7.2.2.1 Steinsprang/-skred

Som nevnt foran, finnes det enkeltvis blokkstein spredt i terrenget og blokkstein i ur ved Vallaheiane 131. Graving i ur for tomter tyder på at det opprinnelig kan ha vært skredmateriale lenger fram enn det vi har kunnet registrere.

7.2.2.2 Løsmasseskred

I den bratte skråningen ligger det tynne løsmassedekket med helning brattere enn 30°. Løsmassene består i hovedsak av et tynt jordlag, både forvittringsjord og tynt morenedekke. Det ble ikke observert noen tydelige løsneområder for løsmasseskred i disse områdene.

Urmassene ned mot bebyggelsen ligger i et noe slakere terreng. Inngrep i ura kan føre til mindre stabile masser. Urmassene består i hovedsak av blokkstein. Før utbygging av bebyggelse har urmassene trolig hatt utbredelse lenger ned i skråningen.

7.3 Vallalia – Solsiden

Bebyggelsen i Vallalia består i hovedsak av rekkehus, og ligger nedenfor skråningen opp mot Ljosvollsvarden.

Profilene N, O og P i profilplan viser terrenget bak bebyggelsen.



Figur 8 Oversiktsbilde over Vallalia. (Kilde: 1881.no)

7.3.1 Potensielle løseområder og utført sikring

7.3.1.1 Høye bergskrenter

Ovenfor husrekka Vallalia nr. 52-72 ligger en bratt fjellskrent. Denne er et potensielt løseområde for steinsprang. Vi viser til oversiktsbilde i Figur 8.

Bak nr. 56 ble det observert en sprekkeavløst blokk med dimensjon omtrent $4 \times 3 \times 2 \text{ m}^3$, vi viser til Figur 9. Det er noe vann tilstede i skjæringen. Blokken ligger tilsynelatende sprekkeavløst i bratt skråning, og glideplanet til blokken har strøkretning omtrent nord/sør rettet og steilt fall, $N164^\circ/74^\circ V$. Glideplanet opptrer omtrent parallelt med skråningen.

7.3.1.2 Bratte løsmasseskråninger

Bak husrekka Vallalia 40-50 består løsmassene av ei tynn morene med noe steinsprangmateriale oppå. Skråningen har tynt løsmassedecke, men helningsgradienten er til dels høyere enn 28° , og stedvis også $>46^\circ$.

I Erdalen og ned mot Vallalia 50-52 ligger det en del skredmasser i form av ur. Disse massene ligger trolig på et tynt dekke av jord eller morene.

Nedenfor den bratte fjellskrenten ovenfor Vallalia 52-72 ligger det en steinsprangur helt ned til de utgravede tomtene. Vi viser til Figur 9. Urmassene er av eldre dato. Det ble ikke observert spor etter nylig nedfall i området. Boligtomtene er delvis gravd ut i foten av steinsprangura og muren som er satt opp, for å stabilisere urmassene er omtrent 0,2 m tykk.

7.3.1.3 Elver og bekkeløp

Ned mot Vallalia ligger det to markerte søkk i terrenget. Bekken som dreneres ned Erdalen er lagt i rør under vegen ved rekkehus nr. 50. Bekken ligger i den bratte ura, som er gravd ut i foten.



Figur 9 Bilde til venstre viser urmasser ovenfor bebyggelse i Vallalia. Bildet til høyre viser oppsprukket bergknaus ovenfor bebyggelse 52-72. Knausen har glideplan omtrent parallelt med skråningen med strøk- og fallretning $N164^\circ/74^\circ V$.

7.3.2 Utløpsområder

7.3.2.1 Steinsprang/skred

Oppover i Erdalen ligger det flere bratte bergskrenter som er løснеområder for steinsprang. Skredmasser ligger på skredvinkel i hele skråningen opp mot Ljosvollsvarden.

7.3.2.2 Løsmasseskred

Skredmaterialet i Erdalen ligger hovedsakelig på skredvinkel nedenfor de høye bergskrentene. Bekkeløpet dreneres hovedsakelig gjennom urmasser ned mot nr. 50.

Mellom bebyggelsen Vallalia 52-72 og bergskrenten ligger urmassene i en løsmasseskråning med helning brattere enn 27°. Løsmassene består av ur, grusig skredmateriale og noe humus. Da løsmassene i området består i hovedsak av ur, anser vi utløpsområdet å være begrenset.

7.3.2.3 Flomskred

Bekken som drenerer ned Erdalen og gjennom løsmassene ved Vallalia kan teoretisk sett føre til flom- og flomskred.

Vi forutsetter at inntaket ved bebyggelsen vedlikeholdes slik at kapasiteten ikke reduseres.

7.4 Vallaskaret og Osveien 94-112

Vallaskaret ligger i nedre del av det nordøst-sørvest rettede skaret Klypedalen. E39 ligger langs Osveien, omtrent midt i dalføret mellom Kråkåsen og Ljosvollsvarden. Bebyggelsen i Osveien 98-112 ligger like nord for Vallaskaret i skråningen opp mot Ljosvollsvarden. Nord for Osveien 112 og sør for Øvre Kirkebirkeland krysser en høyspentmast dalen. Under høyspentmasten er det ingen bebyggelse.

Bebyggelsen i området er eneboliger. Vi viser til oversiktsbilde i Figur 10. Profilene K, L og M i profilplan viser terrenget i området.



Figur 10 Oversiktskart over Vallahøgda og Vestre Vallaveien i vest og med Vallaskaret, Osveien og Klypedalen i øst (kilde: 1881.no).

7.4.1 Potensielle løsneområder og utført sikring

7.4.1.1 Bergskrenter

Den bratte fjellskrenten øst for Klypedalen er kildeområde for steinsprang. Flere sprekkeavløste blokker ble observert i forholdsvis stor høyde. Det ligger urmasser i dalføret i og ned mot Vallaskaret.

Ovenfor Vallaskaret 33 skråner terrenget oppover mot bergsya. Det ble ikke observert tegn til nylige steinsprang i området.

Bak bebyggelse i Vallaskaret 31 ligger det en bratt bergskjæring tett inntil huset. Skjæringen er grovblokkig oppsprukket, og under befaringen ble det observert noe is i skjæringen.

Det ble ikke observert skredfarlige bergblotninger i terrenget ovenfor Osveien 98-112.

7.4.1.2 Bratte løsmasseskråninger

Ned mot Vallaskaret 33 ligger det en omtrent 5 m høy løsmasseskråning. Her er det utført graving i foten av skråningen. Løsmasseskråningen er forsøkt sikret ved hjelp av nett. Ovenfor løsmasseskråningen ligger det eldre urmasser, før det skråner bratt opp mot steile bergsya.



Figur 11 Løsmasseskråning ovenfor Vallaskaret nr. 33, hvor løsmasseskråningen er dekket med nett. Ovenfor ligger eldre urmasser, før terrenget skråner bratt oppover bergsya med ingen eller lite løsmassedekning og vegetasjon.

7.4.1.3 Elver og bekkeløp

Ved Osveien 112 drenerer det en bekk ned mot bebyggelsen. Bekken ligger delvis i urmasser og steinsatt bekkedar. Bekken ligger i forholdsvis slakt terreng, med helning 10-15°.

Gjennom Klypedalen dreneres det vann gjennom urmassene i dalen.

7.4.2 Utløpsområder

7.4.2.1 Steinsprang/skred

Det ble observert steinsprangblokker helt ned til veien fra Vallaskaret 35 til 38, og mellom nr. 35 og 33.

7.4.2.2 Løsmasseskred

Løsmassene i området består i hovedsak av skredmateriale, og dekket er tynt og usammenhengende. Bak Vallaskaret nr. 33, er det imidlertid noe større mektighet på løsmassene. Det er ikke spor etter nylig bevegelse i massene under befaringen.

7.5 Vallahøgda og Vestre Vallaveien

Vallahøgda og Vestre Vallaveien ligger vest for E39. Fra Vallahøgda skråner terrenget vestover opp mot Kråkåsen med helningsgradienter bratter enn 45°. Terrenget ovenfor Vestre Vallaveien er slakere. Vi viser til oversiktsbilde med kart i Figur 10 og oversiktsbilde i Figur 12. Profilene A, B og C i profilplan viser terrenget i dette området.

Ovenfor bebyggelsen ved Vallahøgda er vegetasjonen delvis fjernet ved hogst. Ovenfor nr. 21 er flere trær nylig blitt hogd ned i tillegg til enkelte rotvelter.



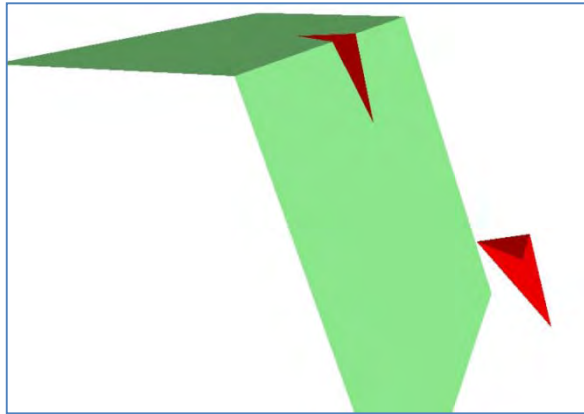
Figur 12 Oversiktsbilde over Vallahøgda. Bildet er tatt fra Vallaskaret med retning omtrent rett vest.

7.5.1 Potensielle løsneområder og utført sikring

7.5.1.1 Høye bergskrenter

Bergets hovedsprekkeretning i området har strøk- og fallretning N039°/58° SØ. I tillegg opptrer et steilt sprekkesett med strøkretning omtrent N-S og fall omtrent parallelt med skråningen. Oppsprekkingen gjør at det dannes store, flakige blokker. Flere av sprekkeene er jordfylte med vegetasjon mellom røttene. Bergets oppsprekking og sprekkefyll virker negativt inn på stabiliteten i området, og sannsynligheten for nedfall (toppling) er relativt høy.

Oppsprekkingen i området gjør at det dannes kiler. Swedge beregner, og viser mulige kiler i berggrunnen definert av to bruddflater som skjærer hverandre, skråningens overflate og avløsningssprekker. Perspektivskisse med en kile som avgrenses av de typiske sprekkesettene kan sees i Figur 13. I bildet til høyre i Figur 14 er eksempel på kile i berget bak bebyggelsen vist.



Figur 13 Eksempel på kiledannelse bak bebyggelse i Vallahøgda. Kilen er inntegnet på bakgrunn av innmålte sprekkesystemer.

Ujevne bergkonturer og tilfeldig oppsprekking gjør at mange andre ustabile situasjoner og utløsningsmekanismer kan oppstå.

7.5.1.2 Bratte løsmasseskråninger

Ved Vallahøgda er løsmassedekket i området meget tynt og usammenhengende.

Ovenfor Vallahøgda nr. 23 ligger det enkelte blokksteiner og eldre urmasser mellom bergskråning og huset.



Figur 14 Bildet til venstre viser Vallahøgda 17 og 19 med skråning bak. Bildet til høyre viser oppsprekking bak bebyggelse. Markert med rødt er kileformet oppsprekking.

Ved Vestre Vallaveien opptrer løsmasedekket med noe større mektighet. Området er tidligere brukt i jordbruket med opparbeidede jorder. Løsmassene består trolig av humus. Terrenget med løsmassedekket er slakt med helning 10-20°.

7.5.1.3 Elver og bekkeløp

Like sør for Vallahøgda, ved Vestre Vallaveien 35, renner det en bekk som drenerer ned fra Kråkåsen mot SØ.

7.5.2 Utløpsområder

7.5.2.1 Steinsprang/steinskred

Det ble observert enkelte blokksteiner i terrenget ned mot bebyggelsen. Enkelte av blokkene hviler mot trær. Berget i skråningene er oppsprukket, med både vegetasjon og jord i

enkeltevis sprekker. Her vil det være både fare for utvelting og utglidning av blokker. Da bergskrentene ikke er så høye vil utløpsområdet være begrenset.

7.5.2.2 Bratte løsmasseskråninger

Ved Vallahøgda er det generelt sett meget tynt og usammenhengende løsmassedekke. Det ble ikke observert områder som kan være utsatt for løsmasseskred. Ved Vestre Vallaveien opptrer løsmassene som nevnt i slakt terreng og utløpsområdene vil være begrenset.

7.6 Øvre Kirkebirkeland og Osveien 76-82

Hele skråningen vest for Birkelandsfjellet er bratt med helning ned mot bebyggelse og vei. Vi viser til Figur 15 for oversiktsbilde over området.

Profilene H, I og J i profilplan viser terrenget i området.



Figur 15 Oversiktsbilde over Kirkebirkeland, Øvre Kirkebirkeland ligger nederst i bildet (kilde: 1881.no).

7.6.1 Potensielle løснеområder og utført sikring

7.6.1.1 Høye bergskrenter

Bak bebyggelsen i Øvre Birkeland 72 og sørover til Osveien 76 er det opparbeidet en skredvoll. Vollen har høyde omtrent 1 m i nordre ende ved nr. 72, og varierer med opptil 3m høyde sørover til Osveien nr. 76. Ved Øvre Kirkebirkeland nr. 68 ligger det en del skredmasser i form av ur. Massene er mosegrodd og trolig av eldre dato. Her er skredvollen omtrent 3 m høy. Vollen er ca. 50 m lang. Vi viser til Figur 16.



Figur 16 Skredvoll bak bebyggelse i Øvre Kirkebirkeland 72 og sørover mot Osveien 76.

Bak Osveien 76 ligger det en steil bergskjæring med omtrent 7 m høyde. Hovedsprekkeretningen (foliasjonen) i området har strøk- og fallretning N009°/30-50°Ø. Med fall innover i skjæringen er denne oppsprekningen gunstig i forhold til steinsprangfare. I tillegg til foliasjonen opptrer det steile sprekker med strøk- og fallretning N290°/64°Ø. Berget er grovblokkig oppsprukket, og sikring av enkeltblokker bør vurderes. Bergblotninger med samme oppsprekking ble observert også høyere i terrenget ovenfor Osveien 76. Enkeltvis sprekkavløste blokker med størrelse omtrent 4 m³ i skråningen anses å være lite stabile.



Figur 17 Bildet til venstre viser undergravd tre som står i fare for å velte ovenfor Osveien 76. Bildet til høyre viser oppsprekking i bergblotning ovenfor nr. 76. Det var noe vann i form av is tilstede i skjæringen under befaringen.

7.6.1.2 Bratte løsmasseskråninger

Løsmassedekket er generelt sett tynt og usammenhengende i området bak bebyggelsen. Bak Øvre Kirkebirkeland 72 og 74 ligger det imidlertid noe løsmasser med større mektighet enn observert andre steder i terrenget. Det ble observert noe solifluksjon i løsmassene i området. I terrenget ovenfor bebyggelse i Osveien 76-82 er det generelt sett lite løsmasser.

7.6.1.3 Elver og bekker

En bekk drenerer ned fra Storstigen og ned til bebyggelsen i Øvre Birkeland 38-72. Helningen i dette området er til dels over 28°. Det er lite spor etter tidligere flomskred i forbindelse med bekken.

Ved Øvre Kirkebirkeland nr. 72 dreneres bekken ned i rør. Ved Øvre Kirkebirkeland nr. 68 dreneres en mindre bekk ned i skredvollen bak bebyggelsen. I skredvollen er det lagt inn drenering i bunnen av vollen.

7.6.2 Utløpsområder

7.6.2.1 Steinsprang/steinskred

Det ligger bebyggelse helt opp til områder med steinsprangmateriale. Dette indikerer relativ høy sannsynlighet for steinsprang for bebyggelsen. Det er observert ur og steinsprangblokker i hele dalsiden over Kirkebirkeland.

Terrenghelningen og vegetasjonen vil trolig virke reduserende på både energier og utløpslengder for eventuelle nedfall fra bergblotningene i skråningen. Ovenfor bebyggelsen i Osveien 76-82 ble det observert enkeltvis ferske blokksteiner spredt i terrenget.

7.6.2.2 Løsmasseskred

Det tynne løsmassedekket i området ovenfor bebyggelsen gjør at vi anser det som lite sannsynlig at eventuelle løsmasseskred vil utløses i skråningen.

7.7 Birkelandsbotn

Hele skråningen vest for Birkelandsfjellet har bratte partier med helningsgradient brattere enn 45°. Den nordre delen av Birkelandsfjellet er beplantet med tett granskog. Vi viser til oversiktsbilde i Figur 18. Profil D, E, F og G i profilplan viser terrenget i området.



Figur 18 Oversiktskart over Birkelandsbotn (kilde: 1881.no). Markert med rød sirkel er Birkelandsbotn 21A/B-23, området ned mot Birkelandsvatnet har noe løsmassemektighet. Løsmassene består hovedsakelig av sand og grus. Det er gjort utgravinger i foten av løsmassene.

7.7.1 Potensielle løsneområder og utført sikring

7.7.1.1 Bergskrenter

Hele skråningen vest for Birkelandsfjellet er kildeområde for steinsprang.

I den nordre delen av Birkelandsfjellet opptrer det en rekke bratte bergskrenter som er potensielle løsneområder. Omtrent parallelt langs bergskrentene ligger det et dalsøkk med omtrent 40° helning sørover.

Ved Birkelandsbotn nr. 31 ligger det skredmasser helt ned til veien.

7.7.1.2 Bratte løsmasseskråninger

Mellom husene Birkelandsbotn 21 A/B og 23 og Birkelandsvatnet er det en skråning med tykt løsmassedekke. Det aktuelle området er markert med rød sirkel i Figur 18, Figur 20 viser et nærbilde av området. Her er det kommet en bekymringsmelding knyttet til leire. Foten av

skråningen er gravd ut. Verken under NGUs befaringer i området eller under vår befaring ble det observert leire i utgravingsområdet. Massene ble imidlertid ikke prøvetatt. Løsmassene ser ut til å bestå av morenemasser. Morenemasser i Bergensområdet er erfaringsmessig vesentlig mer stabil enn en marin leiravsetning. Skråningens helningsgradient ligger mellom 20-25°, men er ikke vegetert.



Figur 19 Bildet til venstre er oversiktsbilde over bebyggelsen nord i Birkelandsbotn, Birkelandsbotn 12-22. Bildet til høyre viser bekkefar ved Birkelandsbotn 26-28.



Figur 20 Menneskelige inngrep i løsmasser nedenfor Birkelandsbotn 21A-B og 23, graveskråning.

7.7.1.3 Elve og bekkeløp

Mellom Birkelandsbotn 26-28 og 38 dreneres en bekk ned mot Birkelandsvannet. Bekken ligger delvis i en kisteveite og delvis i rør. I bekkefarene ligger det en del greiner og løvverk som kan tette igjen rørene. For å opprettholde rørenes funksjon må det utføres rensk i bekkefarene. Vi viser til Figur 19.

Det ble ikke observert tegn til flomskred i området.

7.7.2 Utløpsområder

7.7.2.1 Steinsprang/steinskred

Steinsprangur ligger helt ned til veien Birkelandsbotn helt nord til Galtebrekka

I terrenget ovenfor Birkelandsbotn 40 er det en del skredmaterialer i form av urmasser. Ura består både av relativt ferske steinblokker og eldre masser. Gunstig terrengformasjon langs bl.a. Galtebrekka danner et trinn i terrenget. Dette trinnet vil sannsynligvis ta av for eller dempe eventuelle nedfall fra Birkelandsfjellet nordre parti.

7.7.2.2 Løsmasseskred

I undersøkelsesområdet opptrer det løsmasser med noe mektighet ved Birkelandsbotn 21 A-B. Graving i foten av løsmassene kan føre til lavere stabilitet i massene. Til tross for at løsmassene antas å være relativt stabile i dag, kan endringer i grunnforholdene i tillegg til ugunstige forhold med mye nedbør, føre til utglidning av løsmassene i bakkant av gravekant.

7.8 Lilletveittjøna

Ut i fra NGUs gradientanalyse og flybilder valgte Multiconsult også å undersøke området ved Lilletveitvannet. Skråningen bak bebyggelsen har partier med helning brattere enn 46° . Vi viser til oversiktsbilde i Figur 21.

Den vestvendte skråningen bak bebyggelsen i Lilletveitveien 119 og 120 er delvis vegetert av løvskog.



Figur 21 Området ved Lilletveittjøna som ble undersøkt. Området er markert med rød sirkel. I følge NGUs gradientanalyse har skråningen bak bebyggelsen større helning enn 46° .

7.8.1 Potensielle løsneområder og utført sikring

7.8.1.1 Bergskrenter

Det opptrer kun enkeltvis, mindre bergblotninger i skråningen ovenfor bebyggelsen. Rett ovenfor nr. 119 og 120 ble det observert en sprekkeavløst blokk i et bergparti. Hovedsprekkeretningen har strøk- og fallretning N157/32°V. Blokken har størrelse omtrent $1,5 \text{ m}^3$, se Figur 22.



Figur 22 Oversiktsbilder for skråning og bebyggelse i Lilletveitveien 119 og 120. Markert med rødt i bildet til venstre er område med oppsprukket parti vist i bildet til høyre.

7.8.1.2 Bratte løsmasseskråninger

I området ovenfor bebyggelsen er løsmassedekket tynt og usammenhengende. Nedenfor bebyggelsen er løsmassemektigheten trolig noe større nedover mot Littleveittjønna.

7.8.1.3 Bekker og elveløp

Fra Steinsbeket og ned til Lilletveittjønna går det en sti som kommer ut ved garasjen til Lilletveitveien 118. Det er tydelige vandreringsspor i stien.

7.8.2 Utløpsområder

7.8.2.1 Steinsprang/steinskred

I skrånningen ovenfor bebyggelsen ligger det noe urmasser, som ser ut til å være av eldre dato. Blokkene opptre helt ned til bebyggelsen. Blokker fra beskrevet blotning kan trolig nå frem til bebyggelsen.

7.8.2.2 Løsmasseskred

Løsmassedekket ovenfor bebyggelsen i området er tynt og usammenhengende. Det ble observert lite tegn til sig eller bevegelse i løsmassene.

Vi gjør for ordens skyld oppmerksom på at området på flaten nær Lilletveittjønna (og lingende myr og tjernområder/vassdrag) kan være uegnet som byggeområde på grunn av stor fare for setninger, erosjon og lavbæreevne i grunnen (fare for utrasing ved graving pålastning), selv om de ikke her angis som skredfarlige.

8. Vurdering av lokalitetene

Vi viser til våre utarbeidede skredrisikokart for områdene i tegning G150 og G151.

Profilene A-T ligger i undersøkelsesområdet og vist i tegning G152 Oversiktskart med observasjoner profilplan.

Vi viser til Vedlegg 3 for resultater fra RocFall simuleringer. I vedlegget presenteres simuleringer med blokksteiner med liten størrelse, 500kg. Det ble i tillegg kjørt ekstra simuleringer for de kildeområdene som i første omgang fikk høyest kinetisk energi ved bebyggelsen og lengste utløpslengder. For å se dette i forhold til 100-, 1000,- og 5000 års perspektivet ble det i tillegg kjørt simuleringer med blokkstørrelser tilsvarende $2 \text{ m}^3 = 3000 \text{ kg}$ og $100 \text{ m}^3 = 150000 \text{ kg}$. Simuleringene viser at jo større blokker, jo høyere energier og jo lengre utløpslengder, men forskjellen i utløpsdistanse blir mindre etter hvert som blokkstørrelsen øker. I skredrisikokartene er grensene trukket opp i samsvar med både registreringer i felt, vurderinger og simuleringer i RocFall.

I forhold til sesongvariasjoner, for eksempel ved tele/ frost i bakken ble det vurdert om det hadde noen hensikt å utføre simuleringer hvor eventuelle løsmasseparametre i skredbanen ble justerte i forhold til dette. Da løsmassene i profilene stort sett er av begrenset mektighet eller uvegetert ur ble det ikke utført simuleringer med hensyn til tele i grunnen. Vi antar at effekten av frost i grunnen er større i områder med større løsmassesmektigheter.

Observasjoner i terrenget viser at det generelt sett mindre steinblokker som er sprekkeavløst, henholdsvis i størrelsesordenen $0,1\text{-}2 \text{ m}^3$.

I vurderingene har vi tatt hensyn til alle blokkstørrelser i henhold til 100, 1000 og 5000 års perspektiv inkludert påvirkning av jordskjelv. For 1000 og 5000 års perspektiv er steinsprang- og steinskredstørrelsene generelt sett større enn i 100 års perspektiv. I de fleste tilfellene vi har simulert i denne sammenheng har jordskjelv liten eller ingen betydning for utløpsdistansen for steinskred.

8.1 Hatlestadlia

8.1.1 Registrert skredmateriale

Det ble registrert skredmateriale i form av blokksteinsur ned til bebyggelsen.

Det ble registrert vanndreneringsspor i løsmasser i lia ovenfor bebyggelsen.

Skredvollen i bakkant av bebyggelsen har lav høyde og begrenset utstrekning. Den lave høyden på vollen gjør at den kun vil kunne fange opp begrensede skredvolum.

Sannsynligheten for at det skal komme større steinsprang og fylle opp skredvollen anser vi å være relativt lav, men en negativ kombinasjon av vann, blokkstein og løsmasser er mer sannsynlig. For å kunne ta av for eventuelle skred bør en forlengelse av vollen østover vurderes.

Skredvollene dreneres ut på vestre side av bebyggelse og i rør under vei og parkering. Vi understreker viktigheten av vedlikehold av avrenningssystemer i perioder med mye nedbør.

I montert fangnett i bekkefar ligger det enkelte blokksteiner. Fangnettet vil ta av for eventuelle flomskred i området. Jevnlig vedlikehold i form av rensk er nødvendig for å opprettholde fangnettets funksjon.

8.1.2 Beregninger /simuleringer

Generelt:

Da løsmassedekket i området er tynt og usammenhengende anser vi generelt sett faren for løsmasseskred for å være lav generelt sett i området. Langs vannveier og søkk i terrenget vil imidlertid faren for flomskred være tilstede. Rotvelter, som drar med seg enkeltvis blokksteiner kan også føre til enkeltvis steinsprang.

Da det kun opptrer to lave bergblotninger i terrenget ovenfor bebyggelsen anser vi sannsynligheten for steinsprang som lav. Vi har utført simuleringer av steinsprang -skred i dataprogrammet RocFall fra firmaet RocScience.

Det vises til kapittel 4.4.1.

Våre utførte stabilitetsvurderinger med RocFall langs profil T i skråningen ovenfor bebyggelsen viser at enkeltvise blokker ikke vil ha utløpslengder ned til bebyggelsen. Enkeltvise relativt ferske blokksteiner i terrenget ned mot bebyggelsen tyder imidlertid på at det er noe bevegelse i bergmassene ovenfor.

Da steinsprang / -skred vurderes å være bestemmende for faregrensene her har vi ikke utført stabilitetsberegninger spesifikt for løsmasser for dette området.

8.1.3 Vurdering av sannsynligheter for skred

Steinsprang /-skred

Steinsprang/ - skred vurderes å utgjøre en forholdsvis lav risiko i området. Det er utført sikring av de enkeltstående bergskrentene i området.

Steinsprang av enkeltblokker fra rotvelt kan forekomme, men da med begrensede utløpslengder.

Løsmasseskred

Løsmassene i området består i hovedsak av urmasser og humusjord. Grunne overflateskred kan ikke utelukkes, men utløpsdistansen for slike skred antas i være begrenset av den avgrensende vollen.

Flomskred

Det kan teoretisk forekomme flom og flomskred langs bekkefarene i området. Sannsynligheten for skade vurderes som liten, forutsatt at forholdene i bekkefar og terreng ikke endres.

Vi forutsetter at det ikke foretas inngrep i terrenget som har innvirkning på nedslagsfelt og bekkefar, og at inntak og kulverter vedlikeholdes slik at kapasiteten ikke reduseres.

8.2 Vallaheiane

8.2.1 Registrert skredmateriale

Det er observert urmasser som tolkes som skredmasser ved nr. Vallaheiane 123-125 og nr. 131. Enkelte spredte blokksteiner opptrer i terrenget, gjerne støttende mot trestammer.

8.2.2 Beregninger /simuleringer

Løsmassene ligger delvis i bratt terreng med en bekk drenerende gjennom. Da løsmassedekket er tynt er det ikke utført egne stabilitetsvurderinger for dette. I vurderingen blir erfaringsdata benyttet.

Vi har utført simuleringer av steinsprang -skred i dataprogrammet RocFall fra firmaet RocScience.

Det vises til kapittel 4.4.1.

Våre utførte stabilitetsvurderinger med RocFall langs profilene Q, R og S gir følgende resultater:

Q – terrengprofilen er for slakt til at en får ut resultater fra simuleringen. Ut i fra simuleringen har terrenget for lav helningsgradient til at steinblokker vil få bevegelse. Det er liten sannsynlighet for steinsprang langs profil.

R – Simuleringen viser at en ved steinsprang fra skrenter i terrenget vil få utløpslengder nedenfor bebyggelse. Steinblokker vil treffe bebyggelsen med kinetisk energi omtrent 20 kJ.

S – terrengprofilen er for slakt til at en får ut resultater fra simuleringen. Terrenget har for lav helningsgradient til at steinblokker vil få bevegelse. Det er liten sannsynlighet for steinsprang langs profilen.

8.2.3 Vurdering av sannsynligheter for skred

Steinsprang / - skred

I fjellskjæringen mellom bolighus og garasje for Vallaheiane 125 er berget oppsprukket og bør sikres. Sannsynligheten for nedfall fra bergblotning i skråning ovenfor nr. 119 anses å være høy, 1/100. Bergen kommune er varslet om bergpartiet, og vi anbefaler prioritering av området med tanke på sikring. Aktuell sikring i området er fjellbånd, nett og bolter.

Fjellskjæringen mellom hus og garasje ved nr. 119 bør sikres for steinsprang.

Ovenfor nr. 131-137 vurderer vi sannsynligheten for steinsprang for å være lav.

Løsmasseskred

I området er det begrensede mektigheter på løsmassene. Eventuelle skred vil sannsynligvis skje i forbindelse med søkk i terrenget eller langs eksisterende vannveier.

Flomskred

Det kan teoretisk forekomme flom og flomskred langs bekkefarene i området. Sannsynligheten for skade vurderes som liten, forutsatt at forholdene i bekkefar og terreng ikke endres, for eksempel vannføring under flomvannføring etc.

Vi forutsetter at det ikke foretas inngrep i terrenget som har innvirkning på nedsalgsfelt og bekkefar, og at inntak og kulverter vedlikeholdes slik at kapasiteten ikke reduseres.

8.3 Vallalia – Solsiden

8.3.1 Registrert skredmateriale

Nedenfor bergskrenter i Erdalen og bergskrent ovenfor Vallalia nr. 50-52 opptrer det skredmasser i form av ur. Urmassene i Erdalen antas å stamme fra flere skred langs den bratte bergskrenten.

8.3.2 Beregninger / simuleringer

Løsmassene i området består i hovedsak av urmasser. Det ikke utført spesifikke stabilitetsanalyser på disse.

Vi har utført simuleringer av steinsprang -skred i dataprogrammet RocFall fra firmaet RocScience.

Det vises til kapittel 4.4.1.

Våre utførte simuleringer med RocFall langs profilene N, O og P gir følgende resultater:

N – Simuleringen viser at eventuelle steinsprang vil ha utløpslengder nedenfor bebyggelse. Steinblokkene simuleres til å treffe bebyggelsen med kinetiske energier opptil 160 kJ. Steinblokkene vil ha en rullende bevegelse med lave spretthøyder.

O - Simuleringen viser at eventuelle steinsprang vil ha utløpslengder nedenfor bebyggelse. Steinblokkene simuleres til å treffe bebyggelsen med kinetiske energier opptil 50-60 kJ. Steinblokkene vil ha en rullende bevegelse med lave spretthøyder.

P – Terrengprofilen er for slakt for å få skikkelige resultater fra simuleringen. Eventuelle løseområder for steinsprang er i nedre del av profilen, energiene vil bli lave pga lav helningsgradient og lav vekt på steinblokker. Observerte bratte bergskrenter ovenfor

bebyggelse gjør at vi vurderer at sannsynligheten for steinsprang er høy, trolig med liknende bevegelseskarakteristikker som for profil N og P.

8.3.3 Vurdering av sannsynligheter for skred

Steinsprang / -skred

Sannsynlighetene for steinsprang fra bergskrenter ovenfor Vallalia nr. 52-72 vurderes å være høyere enn 1/100, og tiltak bør vurderes. Kravene for bebyggelse i sikkerhetsklasse S3 er at sannsynligheten for skred skal være mindre enn 1/5000. Dette er ikke tilfredsstillt.

Løsmasseskred

Urmassene ovenfor Vallalia nr. 52-72 støttes av en mur. Slik urmassene ligger i dag, med støtte i foten er sannsynligheten for skred lav. Tilstandskontroll og vurdering av mur i forhold til urmassene bør utføres.

Ved foten av skrentene i området finnes løsmasseskråninger med helning brattere enn 27°. Løsmassene består av ur, grusig skredmateriale og humusjord. Mindre overflateskred kan ikke utelukkes, men utløpsdistansene for slike skred antas å være mindre enn eller lik utløpsdistansen for steinskred i de samme områdene.

Derfor anses steinsprang / -skred å være bestemmende for fastsetting av faresone.

Flomskred

Bekken som drenerer ned Erdalen mot Vallalia drenerer hovedsakelig gjennom urmasser, og vi anser sannsynligheten for flomskred å være lav. Dette forutsetter at det ikke foretas inngrep i terrenget som kan ha betydning for vannføring samt at inntak, kulverter etc. vedlikeholdes slik at kapasiteten ikke reduseres.

8.4 Vallaskaret og Osvegen

8.4.1 Registrert skredmateriale

Nedenfor den bratte fjellskrenten øst for Klypedalen ligger det steinsprangblokker helt ned til veien i Vallaskaret.

Det er ikke observert tegn til løsmasseskred i området.

8.4.2 Beregninger / simuleringer

Da løsmassedekket i området er tynt og usammenhengende er det ikke utført egne stabilitetsvurderinger for dette. I vurderingen blir erfaringsdata benyttet.

Vi har utført simuleringer av steinsprang -skred i dataprogrammet RocFall fra firmaet RocScience.

Det vises til kapittel 4.4.1.

Våre utførte simuleringer med RocFall langs profilene L og M gir følgende resultater:

L - Simuleringen viser at blokksteinene vil ha utløpslengder omtrent 10 m nedenfor eksisterende bebyggelse. Steinblokkene vil treffe bebyggelsen med kinetisk energi omtrent 50-60 kJ. Bevegelseskarakteristikken til steinblokkene er i følge simuleringen omtrent rullende med spretthøyder lavere enn 0,5 m.

M – Simuleringen viser at en vil kunne få utløst steinsprang i terrenget. Blokkene vil ha maksimal utløpslengdene omtrent 35 ovenfor eksisterende bebyggelse.

8.4.3 Vurdering av sannsynligheter for skred

Steinsprang / -skred

Sannsynligheten for steinsprang / -skred fra bratte bergskrenter i Klypedalen vurderes å være høy.

Løsmasseskred

Ved foten av skrentene i Klypedalen området finnes løsmasseskråninger med helning brattere enn 27°. Løsmassene består av ur, grusig skredmateriale og humusjord. Mindre overflateskred kan ikke utelukkes, men utløpsdistansene for slike skred antas å være mindre enn eller lik utløpsdistansen for steinskred i de samme områdene.

Derfor anses steinsprang / -skred å være bestemmende for fastsetting av faresone.

Flomskred

Det kan teoretisk forekomme flom og flomskred langs bekkefarete som dreneres ved Osveien 112. Løsmassedekket er tynt og består i hovedsak av humus. Det har imidlertid i følge beboere ikke forekommet truende situasjoner. I forbindelse med ekstremnedbør de siste årene. Sannsynligheten for skade vurderes derfor som svært liten forutsatt at forholdene langs elveløpene ikke endres.

Vi forutsetter at det ikke foretas inngrep i bekk og at inntak, kulverter nedenfor Osveien 112 etc. vedlikeholdes slik at kapasiteten ikke reduseres.

8.5 Vallahøgda og Vestre Vallaveien

8.5.1 Registrert skredmateriale

Det er registrert blokkstein og urmasser i terrenget ovenfor bebyggelse i Vallahøgda.

8.5.2 Beregninger / simuleringer

Da løsmassedekket i området er tynt og usammenhengende er det ikke utført egne stabilitetsvurderinger for dette. I vurderingen blir erfaringsdata benyttet.

Vi har utført simuleringer av steinsprang -skred i dataprogrammet RocFall fra firmaet RocScience.

Det vises til kapittel 4.4.1.

Våre utførte simuleringer med RocFall langs profilene A, B og C som ligger i terrenget ovenfor Vallahøgda nr. 17 og 23 og ved Vestre Vallaveien, gir følgende resultater:

A - Simuleringen viser at selv små steinsprang fra skråningen vil ha utløpslengder ned på bebyggelsen. Blokksteiner med størrelse 500 kg vil treffe bebyggelsen med energier opp til 80 kJ. Jo større blokker, jo høyere energi. Sannsynlige blokkstørrelser vil ha størrelser $< 0,5 \text{ m}^3$.

B - Simuleringen viser at eventuelle steinsprang fra skråningen ovenfor vil ha utløpslengder ned på bebyggelsen. Blokksteiner med størrelse 500 kg vil treffe bebyggelsen med energier opp til 40 kJ. Jo større blokker, jo høyere energi. Sannsynlige blokkstørrelser vil ha størrelser $< 0,5 \text{ m}^3$, disse vil ha energier i størrelsesordenen 50 kJ.

C - Terrengprofilen er for slakt til å få kjørt simuleringen. Da det ikke opptrer noen bergskrenter i området, er det liten sannsynlighet for steinsprang langs profilen.

8.5.3 Vurdering av sannsynlighet for skred

Steinsprang / -skred

Hele skråningen bak bebyggelsen i Vallahøgda nr. 17- 23 vurderes å være kildeområde for steinsprang. Vi anser sannsynligheten for steinsprang som høy, altså større enn 1/100. Det bør gjøres mer spesifikke vurderinger av enkeltvis utsatte blokker.

Løsmasseskred

Ved Vestre Vallaveien kan mindre overflateskred ikke utelukkes, utløpsdistansene for slike skred antas å være begrenset.

Flomskred

Det kan teoretisk forekomme flom og flomskred langs bekken ved Vestre Vallaveien. Det er imidlertid ikke funnet spor etter tydelig erosjon og fluvial transport ved sterk nedbør. Det er ikke gjort registreringer som tyder på at det er forekommet truende situasjoner i forbindelse med ekstremnedbør de siste årene. Sannsynligheten for skade vurderes derfor som liten forutsatt at forhold langs bekkefar ikke endres.

Vi forutsetter at det ikke foretas inngrep i bekkefar og at inntak, kulvert etc. vedlikeholdes slik at kapasiteten ikke reduseres.

8.6 Øvre Kirkebirkeland

Hele skråningen vest for Birkelandsfjellet vurderes å være kildeområde for steinsprang. I 1999 ble det utløst et skred på omtrent 50 m³ ovenfor den i dag eksisterende bebyggelsen.

8.6.1 Registrert skredmateriale

Det er registrert steinsprangmateriale i form av blokkstein i hele dalsiden ovenfor Kirkebirkeland. Massene ligger på skredvinkel og vi antar at uren er dannet av flere mindre skred og steinsprang.

8.7 Simuleringer / beregninger

Da løsmassedekket i området er tynt og usammenhengende er det ikke utført egne stabilitetsvurderinger for dette. I vurderingen blir erfaringsdata benyttet.

Vi har utført simuleringer av steinsprang/-skred i dataprogrammet RocFall fra firmaet RocScience.

Det vises til kapittel 4.4.1.

Våre utførte simuleringer med RocFall langs profilene H, I og J gir følgende resultater:

H – Simuleringen viser at eventuelle steinsprang vil ha utløpslengder omtrent 20 m nedenfor eksisterende bebyggelse. Bevegelseskarakteristikken på blokkene vil være lave spretthøyder ved bebyggelse < 0,5m, og blokkene vil treffe bebyggelsen med kinetisk energi opptil 100kJ

I – Simuleringen viser at blokkstein ikke vil ha utløpslengder ned til bebyggelse. I følge simuleringen bremses blokkene opp ca. 20 m ovenfor bebyggelsen.

J – Simuleringen viser at eventuelle steinsprang vil bremses opp og stoppe omtrent 60 m ovenfor bebyggelsen.

8.7.1 Vurdering av sannsynligheter for skred

Steinsprang /-skred

Skredmasser ned til bebyggelsen samt tidligere registrerte steinsprang i området indikerer relativt høy sannsynlighet for steinsprang. Det er utført sikring i form av skredvoll bak bebyggelsen i Øvre Kirkebirkeland.

Løsmasseskred

Ved Øvre Kirkebirkeland nr. 72-74 opptrer det løsmasser med noe større mektighet enn andre steder i undersøkelsesområdet. Løsmassene består hovedsakelig av humusholdig jord (torv) evt. morene med antatt mektighet < 2 m. Terrenghelningen her er omtrent 20°. Mindre overflateskred kan ikke utelukkes.

Flomskred

Det kan teoretisk forekomme flom og flomskred langs bekken som dreneres ned til Øvre Birkeland nr. 38-72. Det er imidlertid ikke funnet spor etter tydelig erosjon og fluvial transport ved sterk nedbør. Det er ikke gjort registreringer som tyder på at det er forekommet truende situasjoner i forbindelse med ekstremnedbør de siste årene. Sannsynligheten for skade vurderes derfor som liten, forutsatt at forhold langs bekkefar ikke endres.

Vi forutsetter at det ikke foretas inngrep i bekkefar og at inntak, kulvert etc vedlikeholdes slik at kapasiteten ikke reduseres.

8.8 Birkelandsbotn

8.8.1 Registrert skredmateriale

I hele skråningen vest for Birkelandsfjellet er det observert steinsprangmateriale i form av blokkstein og ur.

8.8.2 Simuleringer / beregninger

Da løsmassedekket i området er tynt og usammenhengende er det ikke utført egne stabilitetsvurderinger for dette. I vurderingen blir erfaringsdata benyttet.

Vi har utført simuleringer av steinsprang -skred i dataprogrammet RocFall fra firmaet RocScience.

Det vises til kapittel 4.4.1.

Våre utførte simuleringer med RocFall langs profilene D, E, F og G gir følgende resultater:

D – Simuleringen viser at blokkstein vil treffe bebyggelsen med energier på ca. 200 kJ. Blokkenes spretthøyder er lavere enn 1 m i nedre del av profilet.

E – Simuleringen viser at blokkstein vil treffe bebyggelsen og ha utløpslengder omtrent 20 m nedenfor bebyggelse. Blokkene vil treffe bebyggelsen med energi ca. 100 kJ og med spretthøyder opp mot 1 m.

F – Simuleringen viser at blokkstein vil treffe bebyggelsen og ha utløpslengder omtrent 10-15 m nedenfor bebyggelse. Blokkene vil treffe bebyggelsen med energier mindre enn 100 kJ og med spretthøyder lavere enn 1 m.

G – Simuleringen viser at blokkstein ikke vil treffe bebyggelsen, men bremses opp omtrent 20 m ovenfor bebyggelsen.

8.8.3 Sannsynligheter for skred

Steinsprang / - skred

Skredmasser ned til veien indikerer relativt høy sannsynlighet for steinsprang.

Løsmasseskred

I undersøkelsesområdet opptrer det løsmasser med noe mektighet ved Birkelandsbotn nr. 21 A-B. Graving i foten av morenemassene kan føre til lavere stabilitet i massene. Til tross for at løsmassene antas å være relativt stabile i dag kan endringer i grunnforholdene i tillegg til ugunstige forhold med mye nedbør, føre til utglidning av løsmassene i bakkant av gravekant.

Skråningshelningen ligger på omtrent 25° , sannsynligheten for løsmasseskred antas å være lavere enn krav i PBL. Vi viser til krav i Eurocode i forhold til menneskelige inngrep i terreng.

Flomskred

Det kan teoretisk forekomme flom og flomskred langs bekken som dreneres ned mellom Birkelandsbotn nr. 26-28 og 38. Det er imidlertid ikke funnet spor etter tydelig erosjon og fluvial transport ved sterk nedbør. Det er ikke gjort registreringer som tyder på at det er forekommet truende situasjoner i forbindelse med ekstremnedbør de siste årene.

Sannsynligheten for skade vurderes derfor som liten, forutsatt at forhold langs bekkefar ikke endres.

Vi forutsetter at det ikke foretas inngrep i bekkefar og at inntak, kulvert etc. vedlikeholdes slik at kapasiteten ikke reduseres.

8.9 Lilletveittjøna

Det undersøkte området ved Lilletveitveien ligger utenfor det markerte undersøkelsesområdet i Bergen kommunes kartgrunnlag. NGUs gradientanalyse viser imidlertid at terrenget ovenfor bebyggelsen har helningsgradienter større enn 46° . Derfor ble også dette området undersøkt nærmere.

8.9.1 Registrert skredmateriale

Enkeltvis blokksteiner og steinsprangur ble observert ned mot bebyggelsen.

8.9.2 Vurdering av sannsynligheter for skred

Vi anser sannsynligheten for steinsprang ned mot bebyggelsen å være større enn $1/1000$. Vi anbefaler å undersøke bergskrent med sprekkavløst blokk ovenfor bebyggelse nærmere.

9. Oppsummering / Konklusjoner

Ut i fra grunnlagsdata som flybilder, NGUs gradientkart, rapporter fra tidligere undersøkelser, klimadata, gjeldene lovverk samt befaringer, profilering og stabilitetsanalyser har vi vurdert områdene i undersøkelsesområdene med tanke på risiko og sårbarhet i forhold til fare for skred. Faresoner for steinsprang og steinskred er vist i tegning G150, faresoner for løsmasseskred er vist i tegning G151. Kildeområdene for steinsprang /-skred og løsmasseskred er markert i tegningene. På grunn av tynt løsmassedecke i undersøkelsesområdene påpeker vi at kildeområdene for løsmasseskred sannsynligvis er mindre enn inntegnet i kartene. Derav blir polygonet for faresoner for løsmasseskred nokså sammenfallende med faresoner for steinsprang /-skred. Mindre overflateskred i grunne løsmasser antas å ha utløpslengder mindre enn eller lik utløpsdistanser for steinskred i samme område.

Sikkerhetsklassene 1 (S1), 2 (S2) og 3 (S3) har henholdsvis en årlig nominell sannsynlighet for skred på $1/100$, $1/1000$ og $1/5000$. Disse er vist ved polygoner i kartene i tegningene G150 og G151.

Det framgår at en del boliger i undersøkelsesområdet etter våre vurderinger ligger i faresone for skred. Vi anbefaler at tiltak vurderes nærmere for disse boligene.

Referanser

1. Norges geologiske undersøkelse (2005). Potensielt skredfarlige områder i Bergen kommune. Pilotprosjekt. 2005.088
2. Ragnhildstveit, J. og Helliksen, D. (1997): Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Bergen M 1:250 000. Norges geologiske undersøkelse.
3. Thoresen, M.K., Lien, R., Sønstegaard, E. og Aa, A.r. (1995): Hordaland fylke, kvartærgeologisk kart 1:250 000. Norges geologiske undersøkelse
4. Kommunal- og regionaldepartementet. 2010. Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift) <http://www.lovdata.no/cgi-wift/lldles?doc=/sf/sf/sf-20100326-0489.html>
5. Miljøverndepartementet. Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven), <http://www.lovdata.no/all/nl-20080627-071.html>, publisert i hefte 7 2008.
6. Byggforsk / NGI 1998. Steinskred og løsmasseskred i bratt terreng. Farevurdering. Byggforskserien. Planløsning. Sending 311.135.
7. Byggforsk/NGI 1998. Steinskred og løsmasseskred i bratt terreng. Sikringstiltak. Sending 311.136.
8. Statens Byggtekniske Etat. 2010. Veiledning til teknisk forskrift til Plan- og bygningsloven <http://byggeregler.be.no/bin/tek10.pdf>
9. Storm Weather Senter. Utarbeidelse av temakart for nedbør. Bergen kommune, Vann og avløpsetaten. 2006
http://www3.bergen.kommune.no/info/_ekstern/ROS/Storm_rapport2006_ekstremnedboer_rev_02_11_2006.pdf
10. Sweco (2009): Ros II – Skredfare, pilot II – Fjellsiden, Svartediket – Munkebotn. 96793002/3/10 Sammenfattende rapport. Bergen kommune, Etat for byggesak og private planer.
11. NOTEBY AS (1989): Lilletvedt – Kirkebirkeland, planområde. Rapport 36590, 12. desember 1989
12. AS GEOTEAM: Rassikring ved boligfelt, Osvegen, rapport 308190.01, 27. oktober 1986
13. (EØS 026-2010) Konkurransesgrunnlag for åpen anbudskonkurranse vedrørende levering av konsulenttjenester for skredfarekartlegging (ROS II) til Bergen kommune
14. Stevens, W.D. (1998): RocFall: A tool for Probabilistic Analysis. Design of Remedial Measures and Prediction of Rocfalls. A thesis submitted in conformity with the requirements for the degree of Master of Applied Science, graduate department of Civil Engineering, University of Toronto.
15. Opticonsult AS (2005): Reguleringsplan Vestre Valla – Rasfarevurdering, datert 27.10.2005.
16. Thorbjørn Kaland (2007): Geologisk sakkyndig rapport for Øvre Kirkebirkeland, datert 29.01.2007.
17. NS-EN 1998-1 (2005): Eurocode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger.
18. NORSAR/ NGI (1998): Seismic Zonation for Norway.

Vedlegg

1. Gradientanalyse over området fra NGU fra pilotprosjekt.
2. Klimadata for Fana/Stend
3. RocFall analyser med resultater
4. Jordskjelvbetraktninger


Arkivreferanser:

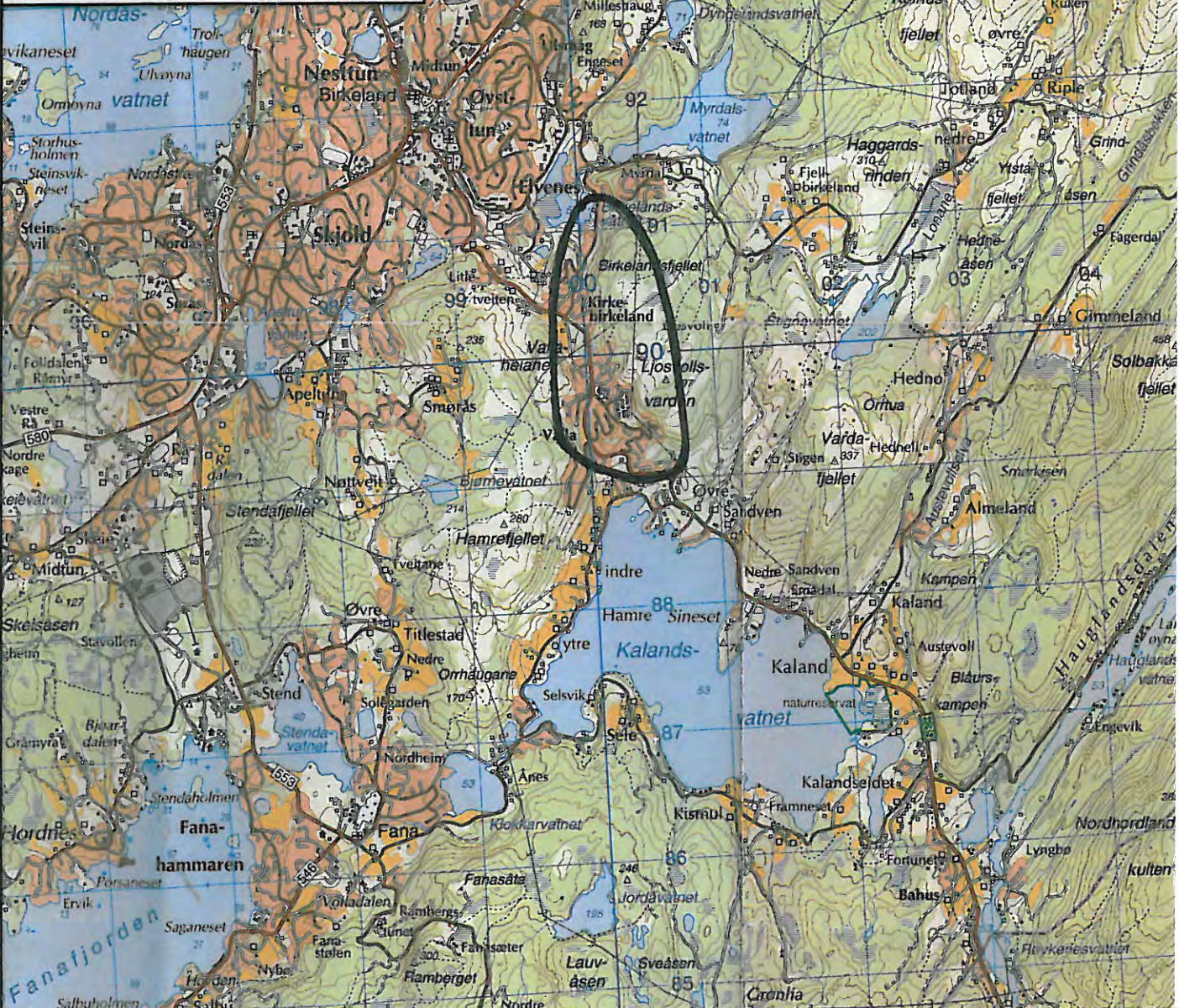
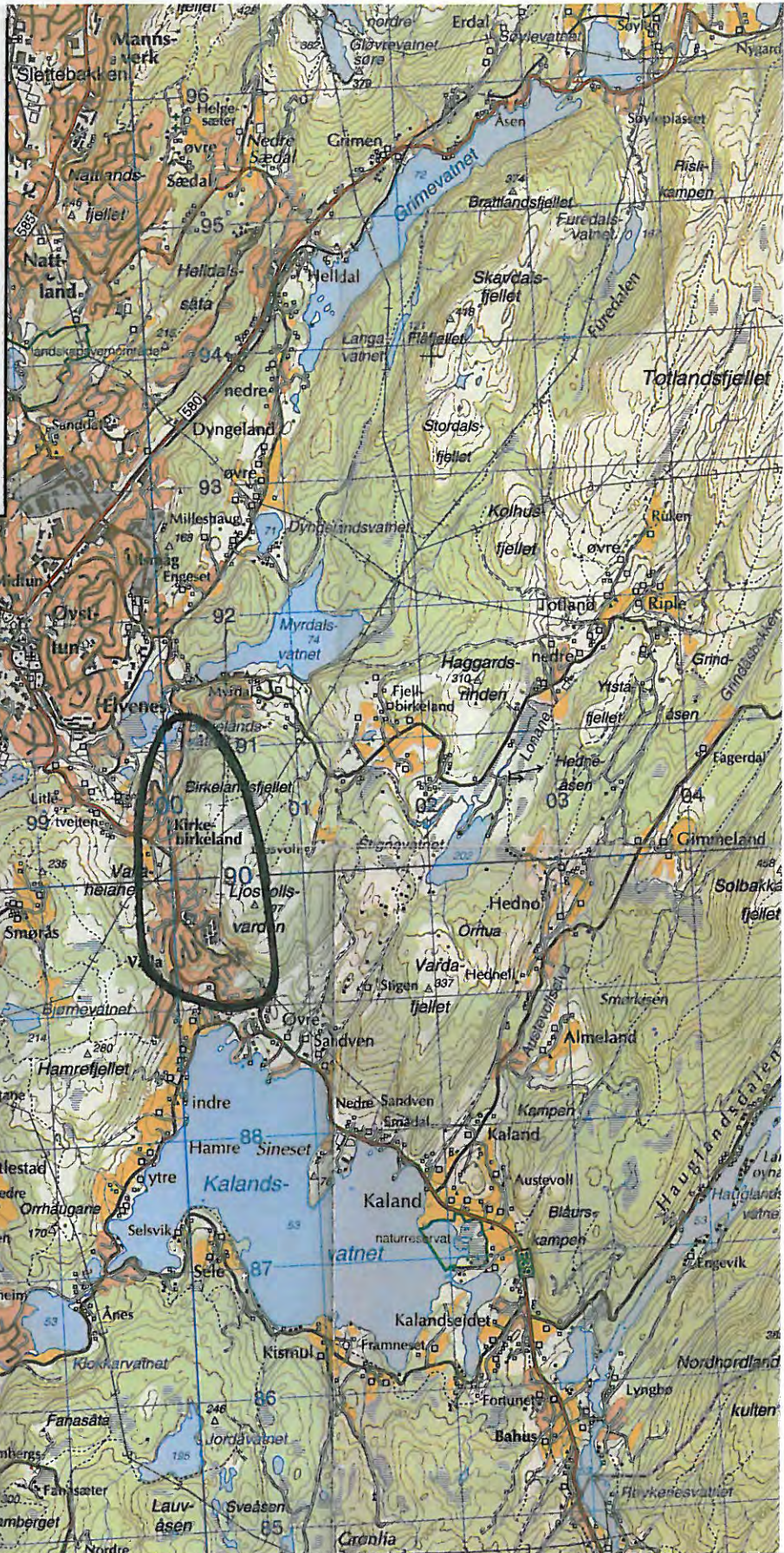
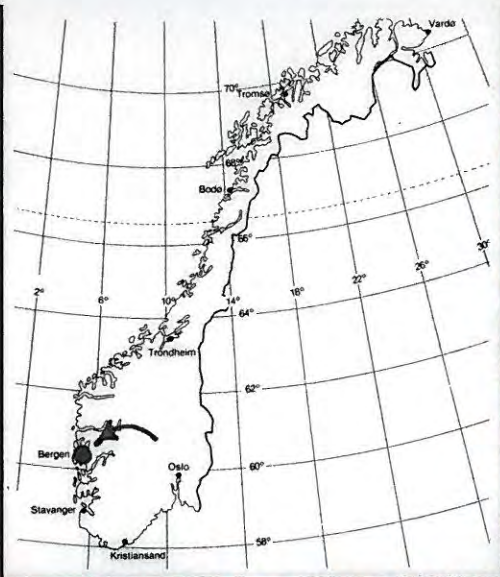
Fagområde:	Ingeniørgeologi og geoteknikk		
Stikkord:	ROS-analyse, skredfarekartlegging		
Land/Fylke:	Hordaland	Kartblad:	1215 IV
Kommune:	Bergen	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Valla - Kirkebirkeland	Øst: 3001	Nord: 66905

Distribusjon:

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
 Intern
 Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument 4. februar 2011		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
for KCS Forutsetninger	Utarbeidet	4/2-11	AΦ						
	Kontrollert	4/2-11	JPK/ym						
for KCS Grunnlagsdata	Utarbeidet	4/2-11	AΦ						
	Kontrollert	4/2-11	JPK/ym						
for KCS Teknisk innhold	Utarbeidet	4/2-11	AΦ						
	Kontrollert	4/2-11	JPK/ym						
for KCS Format	Utarbeidet	4/2-11	AΦ						
	Kontrollert	4/2-11	JPK/ym						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)				Dato: 04.02.2011		Sign.: 			



BERGEN KOMMUNE SKREDFAREKARTLEGGING VALLA-KIRKEBIRKELAND

OVERSIKTSKART



MULTICONSULT

Totalleverandør av rådgivningstjenester

Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN
Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01

Dato
03.02.11

Oppdragsnr.
613228

Tegningens filnavn

Målestokk
1:50000

Original format
A4

Tegningsnr.
G0

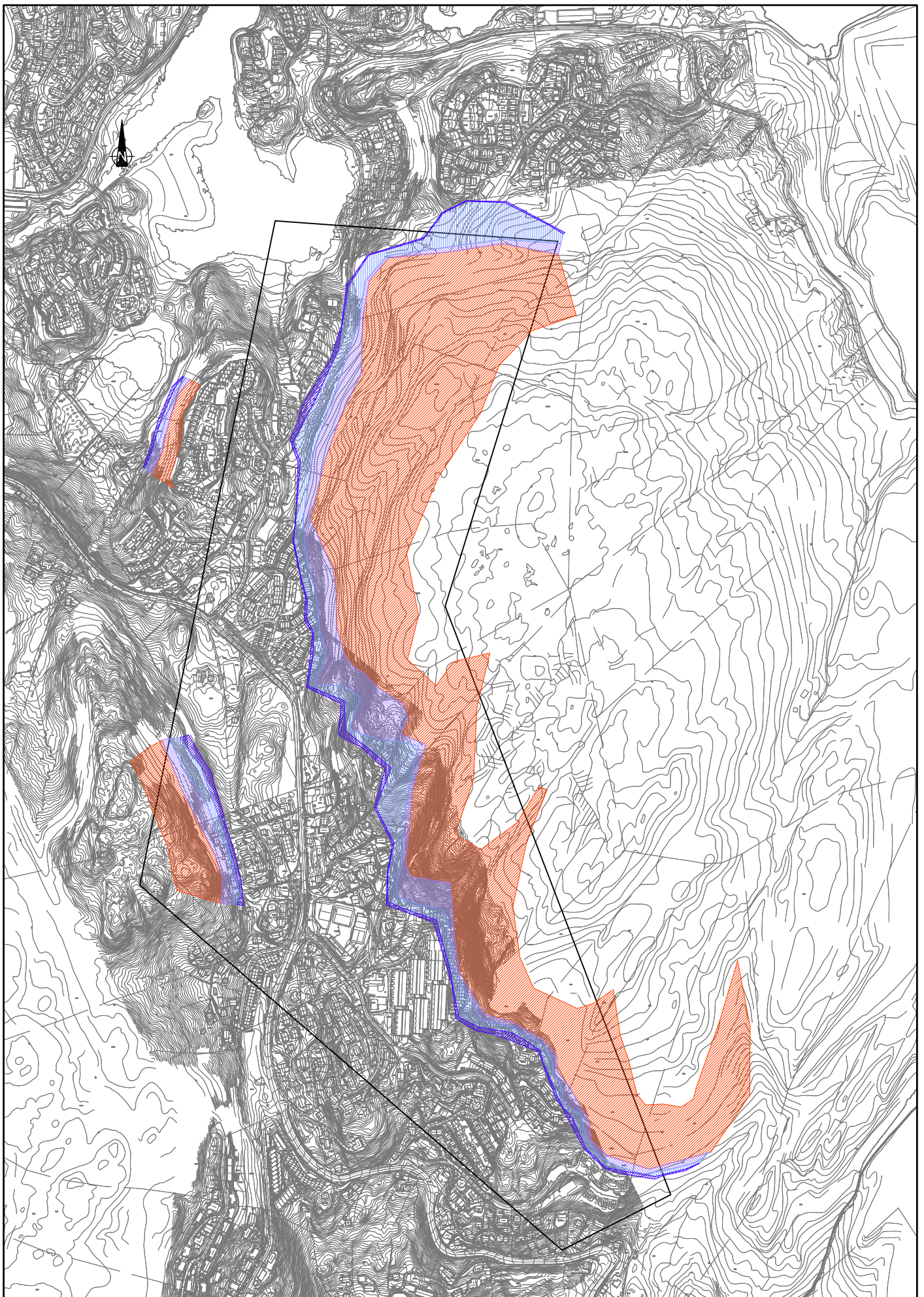
Godkjent

Kontrollert

Konstr./Tegnel

/JSB

Rev.



TEGNFORKLARING

- KILDEOMRÅDE FOR STEINSPRANGI/-SKRED
- FARESONE FOR SKRED MED ÅRLIG SANNSYNLIGHET 1/1000
- FARESONE FOR SKRED MED ÅRLIG SANNSYNLIGHET 1/100
- FARESONE FOR SKRED MED ÅRLIG SANNSYNLIGHET 1/5000
- OMRÅDEAVGRENSNING

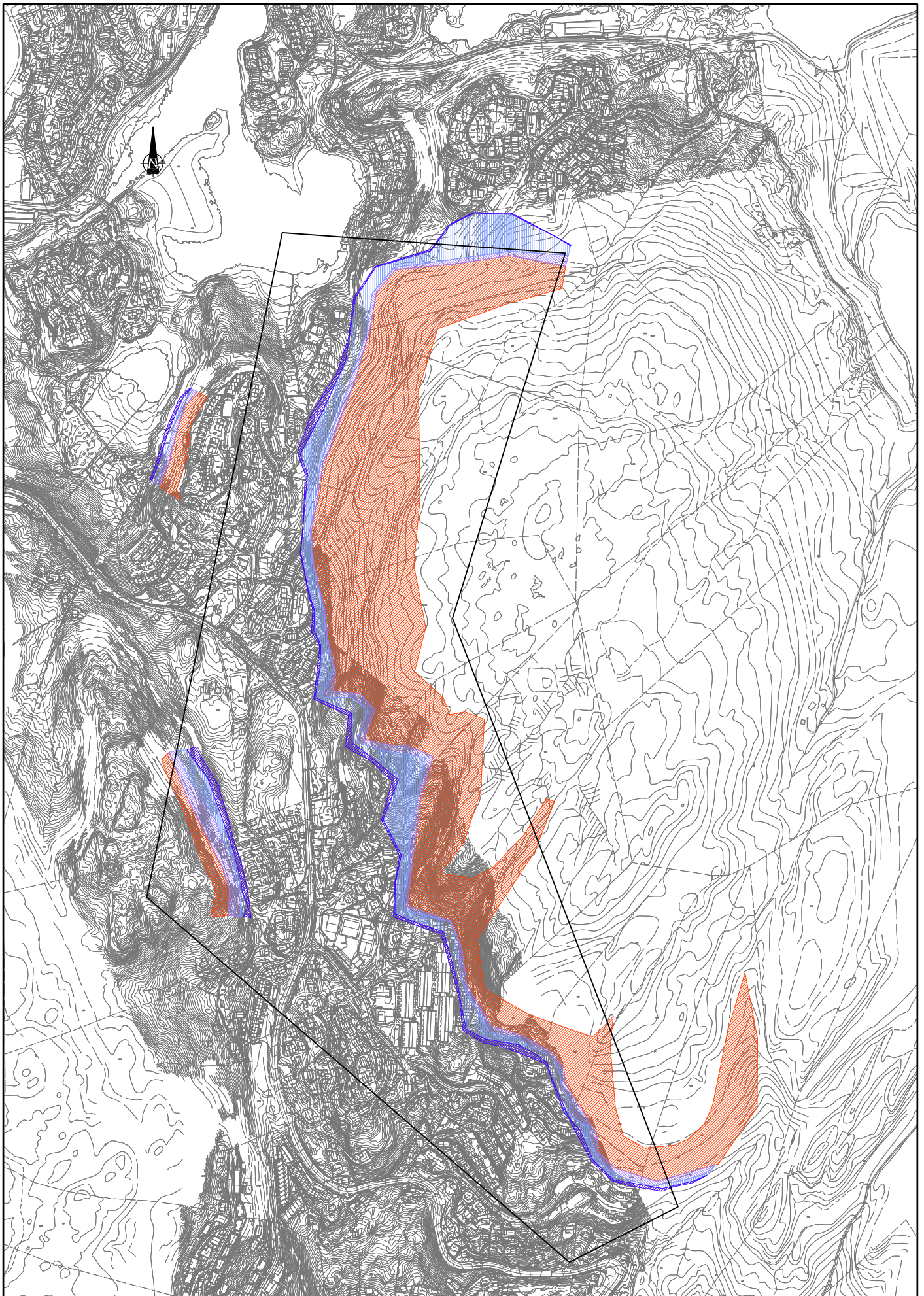
**BERGEN KOMMUNE
SKREDFAREKARTLEGGING VALLA-KIRKEBIRKELAND**

FARESONEKART STEINSPRANGI/-SKRED

MULTICONSULT
 Totalleverandør av rådgivningstjenester
 Nesttunbrøkke 95 - 5221 NESTTUN
 Tlf: 55 62 37 00 - Faks: 55 62 37 01


Date: 03.02.11
 Oppdragsnr.: 613228

Tegningens filnavn O-613228-TEGNINGER-G150	
Målestokk 1:5000	Godkjent Kontrollert
Original format A2	Konstr./Tegnet JJSB
Tegningsnr. G150	Rev.




TEGNFORKLARING

 KILDEOMRÅDE FOR LØSMASSESKRED

 FARESONE FOR SKRED MED ÅRLIG SANNSYNLIGHET 1/100

 OMRÅDEAVGRENSNING

 FARESONE FOR SKRED MED ÅRLIG SANNSYNLIGHET 1/1000

 FARESONE FOR SKRED MED ÅRLIG SANNSYNLIGHET 1/5000

BERGEN KOMMUNE
SKREDFAREKARTLEGGING VALLA-KIRKEBIRKELAND

FARESONEKART LØSMASSESKRED



MULTICONSULT
Totalleverandør av rådgivningstjenester
Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN
Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01

Dato 03.02.11

Oppdragsnr. 613228

Tegningens filnavn

O.613228-TEGNINGER-G151

Målestokk

1:5000

Godkjent

Kontrollert

Original format

A2

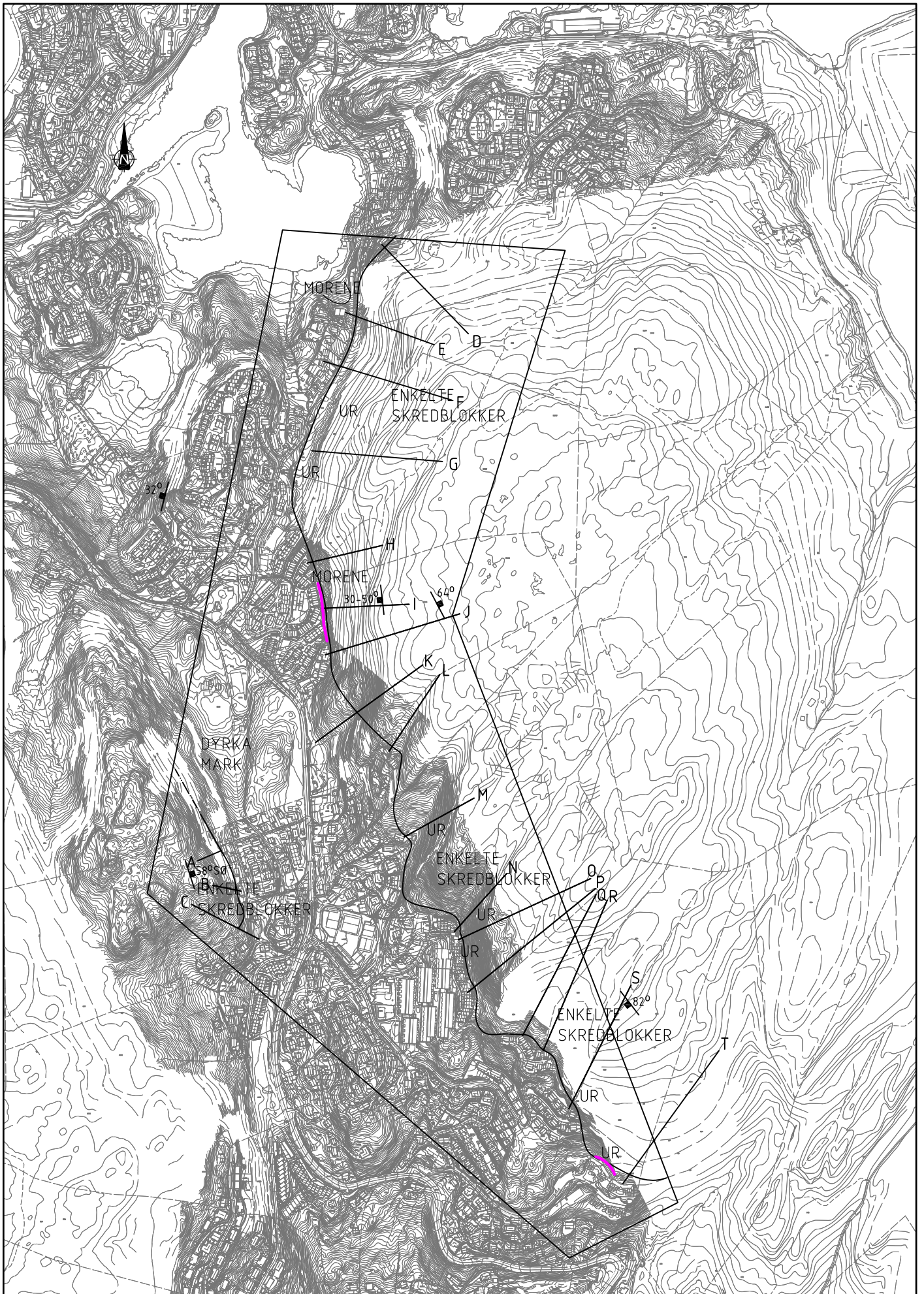
Karst./Tegnet

//JSB

Tegningsnr.

G151

Rev.



TEGNFORKLARING

82° SPREKKER OG FOLIASJON. STRØK/FALLVINKEL

BERGEN KOMMUNE
SKREDFAREKARTLEGGING VALLA-KIRKEBYRKEALAND

OVERSIKTSKART MED OBSERVASJONER OG PROFILPLAN

Tegningens filnavn
0-613228-TEGNINGER-G152

Målestokk Godkjent

1:5000

Kontrollert

Original format

A2

Tegninger:

G152

Konstr./Tegnet

/JSB

Rev.



MULTICONSULT

Totalleverandør av rådgivningsjenester

Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN
Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01

Dato
03.02.11

Oppdragsnr.
613228