Norges geologiske undersøkelse
7491 TRONDHEIM
Tlf. 73 90 40 00
Telefaks 73 92 16 20

RAPPORT

Rapport nr.: 2005.088	ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen

Tittel:
Potensielt skredfarlige områder i Bergen kommune.
Pilotprosjekt.

Forfatter: Kari Sletten, Knut Stalsberg, Marc H. Derron, Lars Harald Blikra, Terje H. Bargel	Oppdragsgiver: Bergen kommune, NGU
Fylke: Hordaland	Kommune: Bergen
Kartblad (M=1:250.000) Bergen	Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1115 I, Bergen
Forekomstens navn og koordinater:	Sidetall: 17 Pris: 130 Kartbilag: 1

Feltarbeid utført:	Rapportdato:	Prosjektnr.:	Ansvarlig:
14-16. desember 2005	22.12.2005	2962.00	

Sammendrag:
Bergen kommune skal utføre en ROS-analyse der skredfarevurdering av bebygde og planlagt bebygde områder skal inngå. Norges geologiske undersøkelse har laget et forslag til hvordan denne delen av ROS-analysen bør gjennomføres. Forslaget består av et prosjekt delt i tre faser: **Fase I:** Grovkartlegging. Påvisning av områder med potensiell skredfare, **Fase II:** Detaljkartlegging og vurdering av farenivå i de områder som ble pekt ut i Fase I. **Fase III:** Forvalting av resultatene fra Fase II.
Her rapporteres et Pilotprosjekt som har gjennomført Fase I i et ca 12 km^2 stort testområde ved Kalandsvatnet - Øvsttun - Smørås.
Erfaringsmessig er skråninger brattere enn 25-30° generelt skredutsatte. Ved hjelp av helningsanalyser på digitalt kartgrunnlag ble områder som er brattere enn 28° plukket ut. Der disse ligger i nærheten av bebygde eller planlagt bebygde områder ble det foretatt befaring i felt. Allerede i denne fasen er det dokumentert at mange bebygde, eller planlagt bebygde områder kan ligge utsatt til for skred, og at det er et behov for å gjøre en fullstendig kartlegging av potensielle fareområder. Det er videre klart at steinsprang utgjør den største trusselen mot bebyggelse i testområdet. Jordskred utgjør en fare i mer begrensede områder. En rekke områder er plukket ut for nærmere kartlegging og skredfarevurdering i en Fase II av prosjektet. Pilotprosjektet gir grunnlag for å vurdere den videre fremdriften i ROS analysen for Bergen kommune. Erfaringene fra pilotprosjektet viser at helningsanalyser er svært viktige for en første utvelgelse av skredfarlige områder. Flyfototolkning er nyttig for en generell oversikt over løsmasser, og for å studere skredavsetninger der disse er bevart. Befaring i felt er nødvendig for å vurdere lave, bratte skråninger i tettbygde strøk, og også større skråninger der skog eller andre forhold vanskeliggjør flyfototolkning. Befaring vil i de fleste tilfeller også være nødvendig for å observere en del menneskeskapte inngrep, sprekkforhold i fjell osv. Det er store forskjeller i type skråninger, både kunstige og naturlige, og disse må angripes med ulike metoder. Det anbefales derfor at disse systematiseres i ulike grupper for å forenkle oppfølgingen i Fase II.

Emneord:	Skredfare	Fagrapport
Steinsprang	Pilotprosjekt	
Jordskred	Bergen kommune	

INNHOLD

1. BAKGRUNN FOR PROSJEKTET 5

2. MÅL MED PILOTPROSJEKTET 5

3. SKREDTYPER 6

3.1 JORDSKRED 6
3.2 STEINSPRANG, STEINSKRED OG FJELLSKRED 6

4. MENNESKELIGE INNGREP OG SKREDFARE 7

4.1 UTGRAVINGER OG PLASSERING AV BEBYGGELSE OG VEIER 7
4.2 UTSPRENGING OG PLASSERING AV BEBYGGELSE OG VEIER 7
4.3 DRENERING 7
4.4 FYLLINGER 7
4.5 HOGST 7

5. METODER 8

5.1 GRADIENTANALYSER 8
5.2 FLYFOTOTOLKNING 8
5.3 FELTBEFARING 8

6. BERGGRUNN OG LØSMASSEFORHOLD I TESTOMRÅDET 8

7. VURDERING AV POTENSIELL SKREDFARE I BEBYGDE OG PLANLAGT BEBYGDE OMRÅDER INNEN TESTOMRÅDET 8

7.1.1 Hatlestad terrasse 8
7.1.2 Vallahøyden 9
7.1.3 Solvalla 9
7.1.4 Vallaheiene 9
7.1.5 Solsiden 10
7.1.6 Vallaskaret 11
7.1.7 Kirkebirkeland - Birkelandsbotn 11
7.1.8 Birkelandsbotn – Myrdal 12
7.1.9 Kvernhushaugen: Planlagt byggeområde. 12
7.1.10 Litletveit 13
7.1.11 Øvsttun 13
7.1.12 Slåtthaugen 13
7.1.13 Apeltunveien 2-38 13
7.1.14 Tranhaugen 13
7.1.15 Skjold 14
7.1.16 Storlien 14
7.1.17 Utbyggingsområde Nøttveit-Smørås 15
7.1.18 Titlestad 15

8. ERFARINGER FRA PILOTPROSJEKTET 15

8.1 METODIKK 15
8.1.1 Gradientkart 15
8.1.2 Befaring 16
8.1.3 Flyfoto 16

8.2 RESSURSBRUK 16
9. OPPSUMMERING OG VIDERE ARBEID 16
10. REFERANSER 17

VEDLEGG

KARTVEDLEGG 1: Gradientanalyse med tre helningsklasser: 28-37°, 37-46° og >46° for testområdet. Bebyggelse og planlagte utbyggingsområder vises også på kartet

.

1. BAKGRUNN FOR PROSJEKTET

Bergen kommune skal utføre en ROS-analyse der skredfarevurdering av bebygde og planlagt bebygde områder skal inngå. Da det ble kjent i media at Bergen kommune ønsket en skredfarevurdering for hele kommunen sendte Norges geologiske undersøkelse (NGU) et brev 3. oktober 2005 med en kort orientering om NGUs arbeid med skredfarekartlegging og ROS-analyser. Som svar på dette ble NGU invitert til et møte den 21. oktober. Fra NGU møtte Kari Sletten og Terje H. Bargel, fra Bergen kommune møtte Kari Maisol Knudsen og Nils Høyseter. NGU presenterte et forslag til gjennomføring av skredfarekartlegging av bebygde og planlagt bebygde områder i Bergen kommune. Forslaget besto i et prosjekt delt i tre faser:
Fase I: Grovkartlegging. Påvisning av områder med en potensiell skredfare, basert på topografiske analyser/gradientanalyser og en kombinasjon av flyfototolkning og feltbefaring. Sluttproduktet fra Fase I vil være kart som viser kildeområder der skred kan utløses. Kartet sier ikke noe om farenivå, eller hvor langt ut fra skråningen et skred vil kunne nå.
Fase II: Detaljkartlegging og vurdering av farenivå i de områder som ble pekt ut i fase I. Sluttprodukt fra Fase II vil være et skredfarekart med grense for 1000 års skredet, som direkte kan brukes i kommunens arealplanlegging og i behandling av byggesaker. I tillegg bør Fase II peke ut områder som bør sikres, områder som bør overvåkes, og hus/områder som bør evakueres i en akuttsituasjon. Fase II bør også gi en vurdering av hvilke værforhold som skal til for å utløse skred i kommunen. Dette må brukes som grunnlag for å vurdere evakuering.
Fase III: Forvalting av resultatene fra Fase II: Sikring, eventuell overvåking, utarbeiding av evakueringsplan, formidling.

Hvis kommunen ønsker å følge dette forslaget vil NGU kunne bidra på følgende måte:
Fase I: Gjennomføre hele dette arbeidet
Fase II: Være rådgivere i en anbudsrunde, utforme kravspesifikasjon, vurdere tilbud. Eventuelt som samarbeidspartner for det/de valgte konsulentfirma.
Fase III: Formidling gjennom www.skrednett.no

På møtet 21. oktober ble det bestemt at NGU skulle starte opp et pilotprosjekt som omfattet Fase I i et mindre testområde. Dette for å komme raskt i gang med arbeidet, for å teste ut metodikk, og for å få et grunnlag for å vurdere ressursbruk, jfr. brev fra Bergen kommune av 04. november 2005. Pilotprosjektet skal sluttrapporteres før jul 2005.

I etterkant av møtet den 21. oktober ytret Bergen kommune ønske om å få gjort en gradientanalyse av alle bebygde og planlagt bebygde områder før jul 2005. Det er også i ettertid framført ønske om Fase 1-undersøkelser for så store deler av kommunen som mulig før påske 2006 og for hele kommunen på et senere tidspunkt, senest innen utgangen av 2006. Pilotprosjektet vil derfor også bidra til å vurdere ressursbruken for videreføring av undersøkelsen.

2. MÅL MED PILOTPROSJEKTET

I Norge er det ikke tidligere utført en så omfattende skredfarekartlegging som Bergen kommune nå planlegger. Det ble derfor bestemt at det ville være gunstig å utføre et pilotprosjekt for å teste ut metodikk og skaffe grunnlag for å vurdere ressursbruken for Fase I. Det ble valgt ut et testområde på 12 km^2 (figur 1), som inkluderer Hatlestad terrasse der det gikk et jordskred 14. september 2005.

Pilotprosjektet skal plukke ut bebygde og planlagt bebygde områder med potensiell fare for jordskred og steinsprang innenfor testområdet, basert på gradientanalyser på digitalt kartgrunnlag, feltbefaring og flyfototolkning.

Figur 1 Testområdet som inkluderer Hatlestad.

3. SKREDTYPER

Denne rapporten peker ut områder som potensielt er utsatt for jordskred og/eller steinsprang.

3.1 Jordskred

Jordskred er masser av stein, grus, sand og jord med varierende innhold av vann som er i bevegelse. Vannrike jordskred langs mindre og større bekker blir ofte kalt flomskred. Jordskred blir normalt utløst i forbindelse med store nedbørsmengder over kort tid eller i kombinasjon med rask snøsmelting. Jordskred utløses normalt i skråninger med gradient over 30°, men i områder uten skog kan det utløses jordskred i skråninger som er ned mot 25°. Jordskred opptrer ofte i fjellsider med en del løsmasser, i form av morene eller forvitringsjord.

3.2 Steinsprang, steinskred og fjellskred

Skred i fast fjell deles i steinsprang, som er mindre steiner som løsner i en bratt fjellside, og fjellskred, som er utfall av store bergstykker (mer enn 1000 m^3 skredmasse). Betegnelsen

’steinskred’ (100 – 10 000 m^3 skredmasse) er ikke brukt i denne rapporten. Enkeltblokk fra steinsprang vil normalt ikke gå like langt ut i dalbunnen som et fjellskred.

4. MENNESKELIGE INNGREP OG SKREDFARE

Menneskelige inngrep i form av utgraving, sprengning, hogst, fyllinger og dreneringsarbeid kan ha stor innvirkning på skredfaren i bratte skråninger. Slike inngrep blir i stor grad utført i urbane strøk som i Bergen, og kan i verste fall skape en skredfare der det var liten eller ingen skredfare fra før. I en skredfarevurdering må denne type inngrep derfor tas i betraktning.
Det blir her gitt en kort redegjørelse for ulike typer uheldige inngrep.

4.1 Utgravinger og plassering av bebyggelse og veier

Ved graving i bratte løsmasseskråninger, for eksempel ved utgraving av tomter eller veier, vil skråningen over bli mer ustabil ved at foten av skråningen fjernes, samtidig som jorda blottlegges. Skråningen blir også lokalt brattere. Ekstra uheldig er veier i hogstfelt, fordi man da kombinerer to uheldige inngrep.

4.2 Utsprenging og plassering av bebyggelse og veier

Når tomter eller veier sprenges inn i skråninger økes gradienten og man skaper nye brattkanter med potensiell fare for steinsprang. Flere hus i testområdet for dette pilotprosjektet er plassert svært tett inntil naturlige eller utsprengte skjæringer i fjell.

4.3 Drenering

Utilstrekkelig dimensjonering av dreneringssystemet ved etablering av bebyggelse og/eller veier i bratte skråninger har i flere tilfeller resultert i utglidninger og jordskred (Sandersen, 1988). Også naturlige dreneringsveier i bakken kan bli endret og gi erosjon i nye områder.

4.4 Fyllinger

Fyllinger i bratte skråninger påfører løsmassedekket ekstra tyngde og dermed skjærspenninger slik at stabiliteten reduseres. Fyllingene i seg selv kan også være ustabile hvis disse anlegges med for bratt helling.

4.5 Hogst

Vegetasjon har ofte betydelig effekt på risikoen for erosjon og utløsning av skred i bratte skråninger (Rankka og Fallsvik, 2003). Vegetasjonen virker positivt inn på skråningsstabiliteten på flere måter, blant annet ved at røttene hjelper til å forankre jorda. Vanninnholdet i jorda vil også minke og avrenningshastigheten vil være mindre enn i uvegeterte områder. En tett vegetasjon vil i tillegg kunne fange opp materiale som eroderes høyere opp i skråningen. Mindre snø vil kunne legge seg på bakken i vegeterte områder, og snøsmeltingen vil gå saktere på grunn av skyggen fra trærne.

Hogstfelt i bratte skråninger vil derfor øke faren for utløsning av både jordskred og snøskred, og for at steinsprang når bebyggelse. Også i områder hvor store trær har rotveltet vil jordskredfaren kunne øke fordi vann lett innfiltrerer ned i bakken der jorda er blottlagt. Ung skog vil derfor være bedre enn gammel skog med tanke på skredfare (Rankka og Fallsvik, 2003).

5. METODER

5.1 Gradientanalyser

Terratec har bidratt med punkter med høydeverdi som siden har dannet grunnlag for en digital terrengmodell med 2 m oppløsning (koordinatsystem UTM sone 32). Deretter er skråningsvinkler beregnet ved standard GIS funksjonalitet (ArcMap). En statistisk analyse av skråninger er utført som et grunnlag for å bestemme grensene for klasser av skråningsvinkler. Ut fra erfaringer vet vi også at jordskred normalt kan utløses fra skråninger fra 28º til 30º. Steinsprang opptrer ofte fra fjellskråninger som er brattere enn 45º. Disse grensene vil imidlertid vurderes i det videre arbeidet i Fase 1. Fordelingen av skråingsvinkelklassene for testområdet er vist i vedlegg 1.

5.2 Flyfototolkning

Flyfoto fra testområdet ble gjennomgått med stereoskop for å grovkartlegge løsmasseforholdene i skråninger over 28°. Det ble også sett etter spor fra eldre skredhendelser.

5.3 Feltbefaring

Befaring av områder som er brattere enn 28° ved planlagt og eksisterende bebyggelse er gjennomført. I disse områdene er det gjort en grov kartlegging av løsmasseforhold, oppsprukket fjell, spor etter tidligere skred, drenering, vegetasjon, og andre forhold som har betydning for skredfare.

6. BERGGRUNN OG LØSMASSEFORHOLD I TESTOMRÅDET

Berggrunnen består for en stor del av amfibolrik gneis, gneis og amfibolitt (Ragnhildstveit, J og Helliksen, D) som er forvitret og mange steder oppsprukket. Løsmassene består i hovedsak av forvitret fjell og tynn morene. Skredavsetninger, hovedsakelig i form av steinsprangblokk ligger oppå morena under bratte fjellskrenter.

7. VURDERING AV POTENSIELL SKREDFARE I BEBYGDE OG PLANLAGT BEBYGDE OMRÅDER INNEN TESTOMRÅDET

Gradientanalysen påviser et stort antall skråninger som er brattere enn 28°. Skråningenes høyde og utstrekning varierer. Testområdet er delt i 18 underområder, se Kartvedlegg 1. I 17 av disse områdene er bratte skråninger i nærheten av bebyggelse eller planlagt bebyggelse befart i felt. Beskrivelser og konklusjoner for de 17 underområdene er gitt i det følgende. Det tas forbehold om at eventuelle feil eller mangler i det digitale datagrunnlaget kan føre til at små skrenter lavere enn 5 m og nyere bebyggelse ikke er identifisert. Det presiseres også at mindre objekter kan bli oversett under denne type grov befaring.

7.1.1 Hatlestad terrasse

Beskrivelse: Hele området preges av forvitret berggrunn med tynt dekke av morene og forvitringsjord. Fjell i dagen er oppsprukket og til dels løst. De bratteste områdene (>46°) er kildeområder for steinsprang. Enkelte bekker ser ut til å ha funnet nye løp. Fyllinger er anlagt en rekker steder.

Spesielle forhold: Bekk ledes ned i rør i overkant av hus nr. 92, men noe av bekken ser ut til å ha tatt nytt løp ned mot nr. 94 hvor den drenerer ned i oppsprukket fjell og kommer ut i veiskjæring nedenfor huset.
Ovenfor rekkehus nr. 70 – 74 er en bekk ledet ned i kanal/drensrør med ca. 20 cm diam. (figur 2) Bekken drenerer i forvitringsjord og morene og gjør en knekk på ca. 80° der den blir ført inn i kanalen. Det renner også en bekk rett ned mot nr. 68d. Skråningen ovenfor dette huset er et hogstfelt.
Konklusjon: Jordskredfare bør vurderes i skråninger brattere enn 28°, og steinsprangfaren vurderes i skråninger brattere enn 46°.

Figur 2 Skråningen ovenfor Hatlestad terrasse 70-74 der en bekk ledes ned i kanal/drensrør.

7.1.2 Vallahøyden

Beskrivelse: Hele skråningen øst av Kråkåsen er kildeområde for steinsprang. Steinblokker fra steinsprang er observert helt ned til husveggene bak Vallahøyden 17-21. Fjellet er oppsprukket med sprekker delvis parallelt med skråningen.
Spesielle forhold: Det er nylig hogd en del trær i skrenten ved nr. 21. Det er kommet bekymringsmelding fra nr. 17.
Konklusjon: Faren for steinsprang må vurderes, og utløpsdistanser beregnes for hele skråningen.

7.1.3 Solvalla

Skråningen nord for bebyggelsen er kildeområde for steinsprang. Ei ur med steinsprangmateriale ligger ned mot vestre del av terrassen. Det er også spor etter erosjon i toppen av løsmassedekket i skråningen som består av forvitret fjell og tynn morene, samt noe steinsprangmateriale.
Spesielle forhold: Det er etablert sikring mot steinsprang i form av nett for østre del av bebyggelsen og en voll i vestre enden. Det er kommet bekymringsmelding fra Hatlestadlia 150.
Konklusjon: Dimensjoneringen på sikringsvollen bør vurderes. Stabiliteten til løsmassedekket bør vurderes med tanke på faren for jordskred.

7.1.4 Vallaheiene

Beskrivelse: Vallaheiene 119-125: Bratt fjellskrent bak husene. Ei ur dannet av steinsprang ligger helt ned til garasjen ved nr. 125 (figur 3). En bekk drenerer i søkk ned fra Ljosvoldsvarden mot Vallaheiene 131. Bekken drenerer gjennom permeable masser i terreng som er brattere enn 28°.

Spesielle forhold: Det er gravet i foten av ura ved nr 125. Det er kommet bekymringsmelding fra nr 119 m.fl. Bekken som drenerer i søkk ned fra Ljosvoldsvarden mot ny bebyggelse er lagt i rør under vegen ved nr 131
Konklusjon: Stabiliteten til ura ved nr. 125, samt faren for at nye steinsprang kan treffe bebyggelsen bør vurderes. Dimensjonering og vedlikehold av dreneringen ved nr. 131 bør vurderes med tanke på eventuell erosjon i løsmassene.

Figur 3 Steinsprangur ned mot garasjen ved Vallaheiene 125.

7.1.5 Solsiden

Beskrivelse: Bratt fjellskrent øst for husrekka Vallalien nr. 52-76 er kildeområde for steinsprang. Under skrenten ligger det en steinsprangur helt ned til de utgravde tomtene (figur 4 og 5).
En bekk drenerer gjennom dalsøkket Erdalen og er lagt i rør under vegen ved leilighet nr. 50. Løsmassene i Erdalen består av ei tynn morene med steinsprangmateriale oppå. Det er en skråning med tynt løsmassedekke som til dels er over 28°, og stedvis opp i >46°over husrekka Vallalien 40-50.
Spesielle forhold: Tomtene til husrekka 52-76 er delvis gravd ut i foten av steinsprangura. Det ser også ut som om det har vært noe graving i foten av ura i Erdalen. Det er kommet bekymringsmelding fra Vallalien 40 - 60 mfl.
Konklusjon: Stabiliteten til Steinsprangura over nr. 52-76, samt faren for at nye steinsprang kan treffe bebyggelsen bør vurderes. Dimensjonering og vedlikehold av dreneringen av Erdalenbekken ved nr 50 bør vurderes med tanke på eventuell erosjon i steinsprangmaterialet i Erdalen. Skråningen over Vallalien 40-50 bør vurderes med tanke på jordskred.

Figur 4 Solsiden borettslag med brattkant og steinsprangur ned mot bebyggelsen.

Figur 5 Solsiden borettslag med steinsprangur ned mot bebyggelsen.

7.1.6 Vallaskaret

Beskrivelse: Den bratte fjellskrenten øst av Klypedalen er kildeområde for steinsprang. Steinsprangblokker ligger helt ned til veien fra Vallaskaret 35 til 38, og mellom nr. 35 og 33
Spesielle forhold: Det er gravet i foten av løsmasseskråningen ved nr. 33. Sikringsnett er montert. Det er kommet bekymringsmelding fra Vallaskaret 33 A/B.
Konklusjon: Faren for nye steinsprang som kan treffe bebyggelsen (spesielt nr. 35 og 33 A/B bør vurderes. Sikringen av løsmassene over 33 bør vurderes.

7.1.7 Kirkebirkeland - Birkelandsbotn

Beskrivelse: Hele skråningen vest av Birkelandsfjellet er kildeområde for steinsprang. Steinsprangur ligger ned til vegen Birkelandsbotn helt nord til Galtabrekke. Det er observert ur og steinsprangblokk i hele dalsiden over Kirkebirkeland. En bekk drenerer gjennom et tynt løsmassedekke ned Storstigen, der hellingen til dels er over 28°. Det er lite spor etter tidligere flomskred i forbindelse med bekken.

Mellom husene Birkelandsbotn 21A/B og 23 og Birkelandsvatnet er det en skråning med tjukt løsmassedekke (figur 6). Her er det kommet bekymringsmelding knyttet til leire. Foten av skråningen, ned mot Birkelandsvatnet er gravd ut (pågående gravearbeider). Det ble ikke observert leire i utgravingsområdet. Løsmassene består så langt det var mulig å se av leirholdig morene. Denne vil være mer stabil enn en leiravsetning. Gradienten i skråningen

opp mot nr 21 A/B og 23 er noe lavere enn 28°, men er ikke bevokst med skog. Utgravinger i bratte løsmasseskråninger har ofte vist seg å kunne destabilisere deler av lasmassedekket. I dette tilfellet regner vi med at det er gjort geotekniske vurderinger av stabiliteten i forbindelse med utgravingene i foten av skråninga.

Spesielle forhold: Det er etablert sikringsvoll for Øvre Kirkebirkeland. Det er imidlertid ikke observert sikringstiltak for den eldre bebyggelsen i Osvegen 76-82, og heller ikke for de nordligste leilighetene i rekkehusbebyggelsen (84, 96 og 35-41). Bekken fra Storstigen dreneres ned i rør ved Øvre Kirkebirkeland 74.
Konklusjon: Befaringene i dette området viser at det ligger bebyggelse helt opp til områder der det er observert steinsprangmateriale, noe som indikerer at det kan være relativ høy sannsynlighet for steinsprang for noe av bebyggelsen. Utløpsrekkevidde for steinsprang bør derfor gjøres for hele skråningen vest av Birkelandsfjellet. Steinsprangfaren bør spesielt vurderes mot usikrede bolighus.

Stabiliteten til løsmasseskråningen mellom hus Birkelandsbotn 21 A/B og 23 og Birkelandsvatnet bør vurderes med tanke på jordskred så lenge det ikke er satt opp ny støtte for foten av skråningen

Figur 6 Foten av løsmasseskråning er kuttet ved Birkelandsbotn 21A/B og 23.

7.1.8 Birkelandsbotn – Myrdal

Beskrivelse: Bratt skrent bak bebyggelsen i Birkelandsbotn 44-4 og langs Totlandsvegen til Myrdal har til dels løst fjell. Det ligger steinsprangblokk ned til Birkelandsbotn nr. 18-22.
Spesielle forhold: Det er laget en mindre skjæring i bratt moreneskråning ved nr. 18. det er kommet bekymringsmelding for Birkelandsbotn 18-22.
Konklusjon: Det bør gjøres analyser av rekkevidden av steinsprang for hele denne skråningen. Sikring bør vurderes. Stabiliteten til moreneskråningen ved nr 18 bør vurderes.

7.1.9 Kvernhushaugen: Planlagt byggeområde.

Beskrivelse: Fjell i dagen er delvis oppsprukket. En nord-sørgående skrent midt i området består av enkelte bratte hamre som kan slippe stein. I østenden av det planlagte utbyggingsområdet går det en nord-sørgående kløft med tynt løsmassedekke og stedvis bratte sider.

Konklusjon: De bratte skrentene bør vurderes med hensyn til steinsprang ved plassering av bebyggelse. Erosjon og mindre utglidninger i kløfta i østenden av området kan forekomme ved ekstremregn/snøsmelting.

7.1.10 Litletveit

Steinbeket: Bratt skrent vest av Steinbeket er i store partier > 46° og kildeområde for steinsprang. Steinsprangur ligger ned til traktorvegen, og enkelte blokker ligger mellom traktorvegen og Litletveittjønna. Sørenden av skrenten som er mindre bratt kan også være kildeområde for jordskred.
Konklusjon: Farenivå og utløpsdistanse bør vurderes med hensyn til steinsprang hvis nye hus skal bygges. Skråningen over etablert bebyggelse (Lilletveitveien 118, 119, 120) bør vurderes med tanke på steinsprang og jordskred.

Lilletveitåsen: Det er løst fjell i skrent i sørenden av Lilletveitåsen ved nye (ubebygde) tomter. Skrenten fortsetter nordover på vestsiden av Lilletveitåsen hvor det er etablert bebyggelse. Denne skrenten ligger også innefor planlagt utbyggingsområde.
Spesielle forhold: Det er etablert sikring med bolter over nye, ubebygde tomter i sørenden av Lilletveitåsen.
Konklusjon: Hele skrenten nordover mot Storelva bør vurderes sikret.

Kroken: Det er en bratt skrent i vestenden av planlagt utbyggingsområde ved Kroken. Skrenten strekker seg fra Osveien 50 til Osveien 40, øst for E39. De bratteste partiene er fjellskrenter, men det er ikke observert steinsprangblokker under.
Konklusjon: Berggrunnens beskaffenhet i området generelt tilsier at skrenten vurderes nærmere ved etablering av ny bebyggelse.

7.1.11 Øvsttun

Beskrivelse: En nord-sørgående brattkant strekker seg fra Øvsttun borettslag i sør til Solåsen 4F i nord (og derifra nordover ut av testområdet). Bortsett fra ved Øvsttun borettslag er det observert få synlige sprekker og lite steinsprangblokk ned mot bebyggelsen.
Spesielle forhold: Sørlige del av Øvsttun borettslag er for noen år tilbake sikret med bolter og støttemur på beboernes eget initiativ.
Konklusjon: Nordlige del av Øvsttun borettslag er ikke sikret, og bør vurderes. Faren for steinsprang bør også vurderes ved Øvsttunvegen 40c og ved Solåsen 4F-16.

7.1.12 Slåtthaugen

Beskrivelse: Svømmehallen og idrettshallen ligger nær bratt og høg skrent. Blokk er observert under skrenten.
Konklusjon: Faren for steinsprang mot bygningene bør vurderes.

7.1.13 Apeltunveien 2-38

Beskrivelse: Flere brattskrenter over næringsbygg (Apeltunveien 2 A og C) er kildeområde for steinsprang. Det er også en bratt fjellskrent bak Apeltunvegen 38 og 38b.
Konkluskon: Fare for steinsprang og eventuell sikring bør vurderes.

7.1.14 Tranhaugen

Beskrivelse: Bratt fjellskrent bak huset Apeltunvegen 54 c-d. Skrent bak Tranehaugen 11-21
Spesielle forhold: Det er utført sikring med bolter og nett bak 54c. Tranehaugen 15-21 er sikret med støttemur.
*Konklusjon: S*krenten bak Apeltunvegen 54 d og over Tranehaugen 11-13 bør vurderes sikret.

7.1.15 Skjold

Beskrivelse: Det er flere bratte skråninger/fjellskrenter nær bebyggelse i dette området: En skrent strekker seg fra husrekka Lille Skjolddal 16-20, nord og østover bak bebyggelsen i Lille Skjolddalen nr. 6, 8 og 10 og sørover igjen på østsiden av Apeltunveien, helt til Apeltunveien 53A. De bratteste partiene av skråningen (>46°) er kilde for steinsprang, mens mindre bratte partier kan være kilde for jordskred. Det er registrert ei ur over Lille Skjolddal nr. 20A, og steinsprangblokk er observert ned til veien sørøst for Apeltunveien 43C.

En annen skrent strekker seg fra Mårdalen 2 og østover langs Fanaveien og sørøstover til Skjoldhøyden 13. Brattkant fra Lille Skjolddalen 1 til Skjoldhøgda 7 har noen mindre fjellhamrer som kan være kilde til steinsprang. Den bratteste delen av skrenten ligger over Fanaveien og truer ikke bolighus.

Det er en mindre brattskrent ved Terrassehus Skjoldhøgda 127-129 og 123-125. Noe løst fjell, og blokk under mot hjørnet av terrassebygget er observert.

Spesielle forhold: Gammel, tørrmurt vei i skrenten over husrekka Lille Skjolddal 16-20. Trær i skråningen bak Skjolddalen 26, 28 er nylig fjernet. Skrent bak bebyggelsen i Lille Skjolddalen nr. 8 og 10 er delvis sikret med bolter.
Konklusjon: Alle de nevnte skråninger bør vurderes for steinsprang- og jordskredfare.

7.1.16 Storlien

Beskrivelse: Bratt skrent strekker seg fra Tranevatnet til bekken ved Nedre Smøråsvei 40: De bratteste partiene (>46°) er kilde for steinsprang. Blokk er observert under disse skrentene. Også i de slakere partiene er det mindre framspring med løst fjell (figur 7). Steinsprangblokk er observert under slike framspring (figur 8). Lia har et tynt løsmassedekke og flere mindre bekker som følger forsenkninger rett ned mot bebyggelsen. Det er en skjæring i fjell svært nær husene Nedre Smøråsvei 40 A-F: Denne kan være kildeområde for steinsprang.

Konklusjon: Hele skråningen må vurderes for både steinsprang og jordskred. Fjellskrenten bak Nedre Smøråsvei 40 A-F bør vurderes sikret.

Figur 7 Mindre framspring med løst fjell i dalsiden over Nedre Smøråsvei 30-44.

Figur 8 Steinsprangblokk under mindre framspring med løst fjell i dalsiden over Nedre Smøråsvei 30-44.

7.1.17 Utbyggingsområde Nøttveit-Smørås

Beskrivelse: Dette området ble befart mens det lå snø på bakken, og løsmassedekket og potensiell jordskredfare er foreløpig ikke vurdert.
Det er flere nord-sørgående brattkanter og skrenter i området. Steinsprangblokk er observert under en del av de bratteste partiene.

Brattkanter bak eksisterende bebyggelse: Brattkant øst for Steintrælien er kildeområde for steinsprang. Overheng og steinsprangblokk er observert ved nr. 17. Nøttveitlien 41, 22 og 16: Bratt fjellskrent. Nedre Nøttveit 58 til Smøråsveien 22: Bratt fjellskrent bak industriområde.

Konklusjon: De nevnte brattkanter ved etablert bebyggelse bør vurderes med tanke på steinsprang. Dette gjelder også alle brattkanter over 46° i utbyggingsområdet. Eventuelle områder med jordskredfare må plukkes ut og kartlegges.

7.1.18 Titlestad

Ikke befart, bør befares.

8. ERFARINGER FRA PILOTPROSJEKTET

8.1 Metodikk

8.1.1 Gradientkart

Gradientkartene er helt nødvendige for å peke ut brattkanter, spesielt der skrentene er små, eller der fjellsidene ligger rundt 30°. Disse skråningene peker seg ikke så lett ut på et vanlig topografisk kart. For resten av Fase I bør det vurderes å bruke fire gradientklasser istedenfor tre. Dette må testes ut, men trolig er det en fordel å ha en klasse som går fra ca 27° til ca 30° for å vurdere skråninger som ligger på grensen til å være bratte nok for utløsning av skred.

8.1.2 Befaring

Befaring i felt ble foretatt 14-16. desember 2005. Befaring er nødvendig for å vurdere lave, bratte skråninger i tettbygde strøk, og også større skråninger der skog eller andre forhold vanskeliggjør flyfototolkning. Befaring vil i de fleste tilfeller også være nødvendig for å observere en del menneskeskapte inngrep slik som gravearbeid, dimensjonering av dreneringskanaler og eventuelle sikringstiltak. Sprekkforhold i bratte fjellskråninger må også vurderes i felt.

8.1.3 Flyfoto

Verdien av flyfoto er begrenset i tettbebygde strøk med lave, bratte skråninger, men er nyttige der skråningene ikke er tett bebygd, for eksempel i utbyggingsområder, eller i større skråninger over bebyggelsen. Flyfotoene vil kunne gi et generelt bilde av løsmassedekket og skredavsetninger i foten av skråninger som ikke er bebygde. En del større skråninger/dalsider kan muligens beskrives godt nok ved hjelp av gradientkart og flyfototolkning.

8.2 Ressursbruk

For pilotprosjektet ble det til sammen brukt 44 timer til befaring av testområdet. Tre geologer jobbet sammen i én dag, og to geologer jobbet sammen i to dager. Det viste seg å være en stor fordel at to geologer jobbet sammen, både for faglig diskusjon underveis, og fordi arbeidet krever mye forflytning med bil og kartlesing under kjøring.

Befaringen ble foretatt midt i desember da det var ca 7 timer med dagslys. Vi hadde også én dag med snøvær og snødekke på bakken. For best mulig utnytting av tid i felt bør befaring fortrinnsvis skje når dagene er lengre og det ikke er fare for snøfall.

9. OPPSUMMERING OG VIDERE ARBEID

Arbeidet som er foretatt gjennom terrenganalyser og korte befaringer i felt har gitt et godt grunnlag for å vurdere den videre fremdriften i ROS analysen for Bergen kommune. Til sammen 17 områder innen testområdet er befart (markert på Kartvedlegg 1). Allerede i denne fasen er det dokumentert at mange områder kan ligge utsatt til for skred, og at det er et behov for å gjøre en fullstendig kartlegging av potensielle fareområder. Det er videre klart at steinsprang utgjør den største trusselen mot bebyggelse. Jordskred utgjør en fare i mer begrensede områder. I de fleste områdene som er befart bør det gjøres en fullstendig farekartlegging. Fordi det er store forskjeller i type skråninger, både kunstige og naturlige, anbefales det for videre Fase I arbeid å gruppere disse etter hvordan de bør angripes i den videre oppfølgingen. Et forslag til gruppering er:

1. Bratte naturlige skråninger utsatt for steinsprang (>45º og >10 m høye). Her bør det gjøres analyse av rekkevidde og utarbeidelse av farekart

2. Mindre, naturlige skråninger og menneskeskapte skjæringer (>45º og <10 m høye) der hus ligger tett inntil. Her bør det gjøres en geoteknisk oppfølging for vurdering av sikringsbehov (bolting, nett etc.)

3. Naturlige skråninger med fare for jordskred (28-45º). Her bør det utføres undersøkelser for å se på farenivå og utløpsrekkevidder for utarbeidelse av farekart.

4. Menneskeskapte skjæringer i løsmasser, samt fyllinger. Her bør det i hvert enkelt tilfelle gjøres en geoteknisk oppfølging for å vurdere den lokale stabiliteten og eventuelle sikringstiltak.

Det bør jobbes med å lage GIS-analyser som deler bratte skråninger inn i de fire overnevnte grupper. Dette vil kunne effektivisere Fase I arbeidet for resten av kommunen.

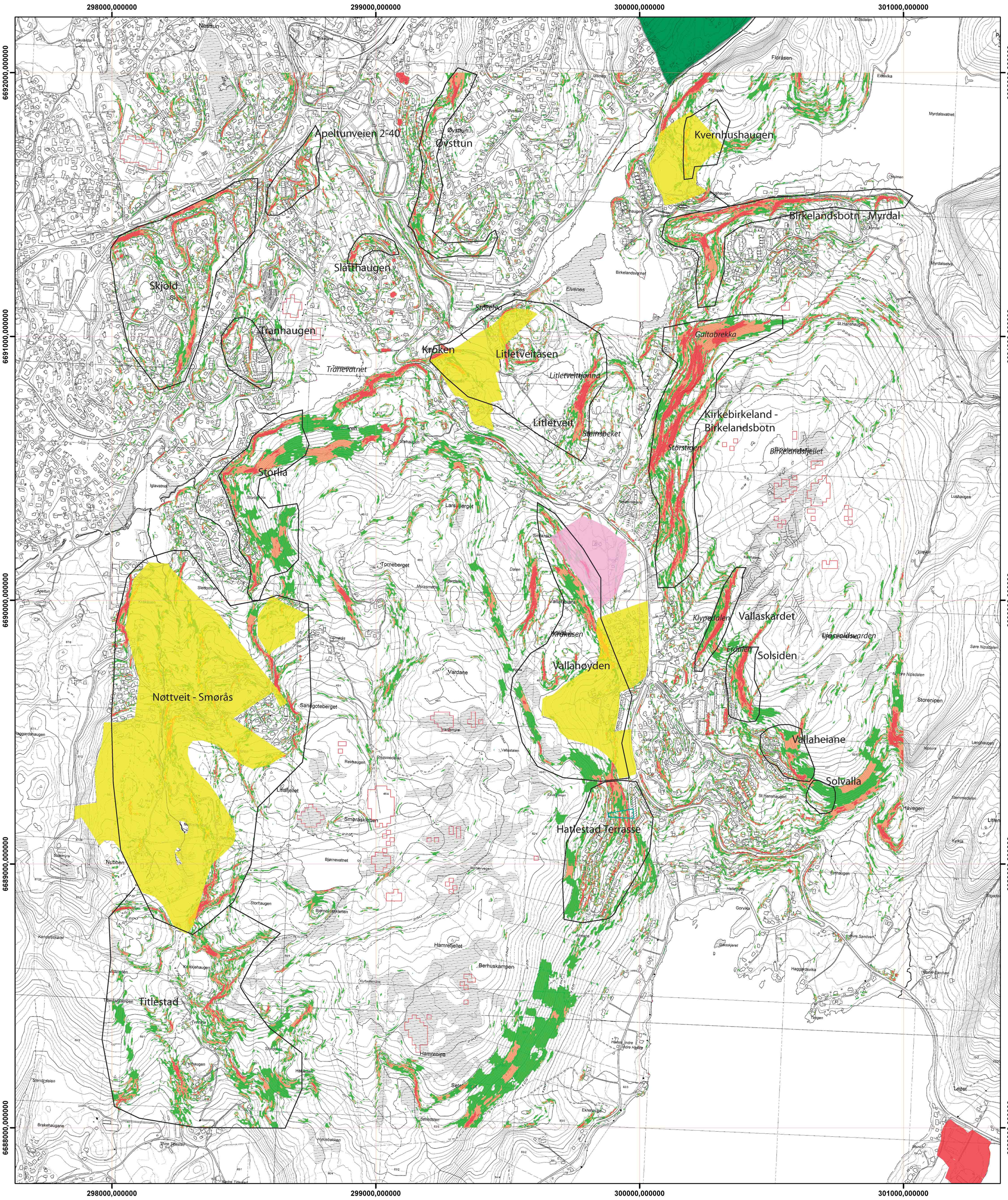
En del områder er allerede vurdert m.h.p. skredfare, og sikring er gjennomført enkelte steder. Rapporter fra disse skredvurderingene bør framskaffes slik at dobbeltarbeid unngås.

10. REFERANSER

Rankka, K. og **Fallsvik, J.** 2003: Förstärkningsåtgärder för slänter och raviner i morän och annan grov sedimentjord. *FoU rapport*, Rädningsverket. Karlstad.

Sandersen, F. 1988: Faktorer som har betyding for utløsning og rekkevidde av flomskred og mulige sikringsmetoder. *NGI rapport 58300-8.*

Ragnhildstveit, J og **Helliksen, D.** 1997: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Bergen – M1:250.000. Norges geologiske undersøkelse.



Meters
0 250 500

KARTVEDLEGG 1:
Gradientanalyse med tre helningsklasser: 28-37˚, 37-46˚ og >46˚ for testområdet. Planlagte utbyggingsområder vises også.

NGU
Norges geologiske undersøkelse

Arealdisponering

- Boligområde med tilhørende anlegg
- Industri og næringsvirksomhet
- Offentlig formål
- Offentlig interessant fortettingsområde
- Område som ikke kan bebygges før etter 2010
- Boligformål ikke bindende

Skråningsvinkel

- <28
- 28 - 37
- 37 - 46
- >46