

Kartlegging av skredutsatte områder i Sulitjelma

Ingeniørgeologisk rapport

Harald Rostad, Arne Sivertsen

31.12.2010



Innholdsfortegnelse

1. Bakgrunn	4
2. Skred og skredmekanismer	5
2.1 Årsaker til skred.....	5
2.2 Skredtyper	5
2.2.1 Fjellskred og steinsprang.....	5
2.2.2 Jordskred	5
2.2.3 Flomskred	6
2.2.4 Kvikkleireskred.....	6
2.2.5 Snøskred	6
2.2.6 Sørpeskred.....	7
2.2.7 Isras.....	7
2.3 Utløsningsmekanismer	7
2.4 Stabiliserende faktorer	8
2.5 Virkning av skred på analyseobjektet.....	8
3. Metoder.....	8
4. Geologi, klima, topografi og vegetasjon.....	8
4.1 Geologi.....	8
4.2 Klima	10
4.3 Topografi	11
4.4 Vegetasjon	11
5.0 Risiko- og sårbarhetsanalyse	12
5.1 Uønskede hendelser knyttet til skred	12
5.2 Konsekvensanalyse.....	13
5.3 Sannsynlighetsanalyse.....	13
5.4 Risikodiagram	14
6 Vurdering av de ulike områdene	15
6.1 Bursi.....	15
6.2.1 Topografi, geologi og vegetasjon	15
6.1.2 Historiske skredhendelser	16
6.1.3 Resultat fra simuleringer	17
6.1.4 Skredfarevurdering – vurdering av risiko mot bebyggelsen	17
6.1.5 Oppsummering Bursi.....	18
6.2 Glasstunes	19

6.2.1 Topografi, geologi og vegetasjon	19
6.2.2 Tidligere skredhendelser	19
6.2.3 Resultat fra simuleringer	20
6.2.4 Skredfarevurdering – vurdering av risiko mot bebyggelsen	20
6.2.5 Oppsummering Glasstunes	21
6.3 Furulund	22
6.3.1 Topografi, geologi og vegetasjon	22
6.3.2 Historiske skredhendelser	22
6.3.3 Resultat fra simuleringer	23
6.3.4 Skredfarevurdering – vurdering av risiko mot bebyggelsen	23
6.3.5 Oppsummering Furulund	24
6.4 Charlotta	24
6.4.1 Topografi, geologi og vegetasjon	24
6.4.2 Historiske skredhendelser	25
6.4.3 Resultat fra simuleringer	25
6.4.4 Skredfarevurdering – vurdering av risiko mot bebyggelsen	26
6.4.5 Oppsummering Charlotta	26
6.5 Sandnes	27
6.5.1 Topografi, geologi og vegetasjon	27
6.5.2 Historiske skredhendelser	27
6.4.3 Resultat fra simuleringer	27
6.5.4 Skredfarevurdering – vurdering av risiko mot bebyggelsen	28
6.5.5 Oppsummering Sandnes	29
7.0 Forslag til videre arbeid	29
7.1 Akseptkriterier	29
7.2 Risikoreduserende tiltak	30
7.3 Aktuelle sikringsmetoder	30
7.4 Planlegging og oppfølging	31
Vedlegg:	31

1. Bakgrunn

Fauske kommune har bedt om en kartlegging av skredutsatte områder (jord-, fjell- og snøskred) på nordsiden av Langvannet i Sulitjelma i området Burismarka, Glastunes, Furulund, Charlotta og Sandnes.

Geologene Arne Sivertsen og Harald Rostad har utarbeidet en rapport om generell skredfare mot bebyggelsen i disse områdene. Rapporten skal inngå i en risiko og sårbarhetsanalyse for bebygde områder i Fauske kommune.

Arbeidet har bestått i en kartanalyse, analyse av flyfoto og skråfoto og feltbefaring av de antatt mest skredutsatte områdene i Sulitjelma. Det er kjørt modellanalyser på steinsprang. Det er videre gjennomført samtaler med personer, som har kjennskap til historie og tidligere rashendelser i bygda. Det er også benyttet data registrert av Norges Geotekniske Institutt (NGI) og Norges geologiske undersøkelser (NGU).

2. Skred og skredmekanismer

2.1 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.

2.2 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.

2.2.1 Fjellskred og steinsprang

Skred fra fast fjell kan sorteres i kategoriene fjellskred som er større bergstykker ($>1000 \text{ m}^3$ skredmasse) som løsner fra fjellsider, og steinsprang som er mindre steiner som løsner i bratthengene. Vi har i denne rapporten skilt mellom store ($100\text{-}1000 \text{ m}^3$), mellomstore ($10\text{-}100 \text{ m}^3$) og små ($<10 \text{ m}^3$) steinsprang. Denne grensegangen kan være noe kunstig da større blokker, særlig fra forvitret og lagdelt fjell, kan dele seg undervegs slik at bare enkelte stykker raser videre mens andre stykker blir liggende igjen langt oppe i rasbanen. Denne effekten vil bli tatt hensyn til i klassifisering av konsekvenser av skred i ROS-analysen.

Steinsprang trenger ikke nødvendigvis løsne bare 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, iallfall dersom utraste blokker ikke deler seg i små deler. Konsekvensen vil ofte være en lengre utløpsdistanse for fjellskred enn for mindre steinsprang.

Steinsprangvifter har vanligvis en rasvinkel på om lag $40\text{-}45^\circ$. Det vil si at bergskrenter og løsmasseskråninger normalt må være steilere enn 45° for at fjellskred eller steinsprang kan forekomme. Dette avhenger imidlertid av både terrengforhold og formen på steinblokkene. Flakige steinblokker som ligger i urene er vanligvis mer stabile enn rundere blokker.

2.2.2 Jordskred

Jordskred er masser av stein, grus, sand og jord 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 gradient over 30° , men i områder uten skog kan det utløses jordskred i skråninger som er ned mot 25° .

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

I det aktuelle området i Sulitjelma vil et bidrag til redusert jordskredfare være den ujevne bergoverflaten under de skrinne løsmassene. Videre vil rotsystemet i den oppvoksende 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 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 krypbevegelse der de øverste løsmassene normalt på overflaten ved frysing, mens tyngdekraften 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).

2.2.3 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 fastheten i de aktuelle løsmassene som raskt kan bli ustabile når en ytterligere økning i vannstanden bidrar til en slags spylingseffekt.

Brå oppdemming av vann i de gamle gruvegangene som følge av ras/ igjenerodering og påfølgende brå ”demningsbrist” kan føre til ustabilitet og erosjon i løsmassene nedenfor aktuelle gruvegang. Drenerte gruvegangene er ellers positivt for stabiliteten som følge av drenering av grunnvann og derved redusert sprekkvannstrykk i gruveåpningene.

2.2.4 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 Fauske ligger omtrent på 100 m o.h., og kvikkleireskred er derfor ikke en aktuell problemstilling i denne rapporten siden kartlagte område i sin helhet ligger over dette nivå.

2.2.5 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 flaskskred, tørre og våte løssnøskred, vannmettede sørpeskred og utfall av snøskavler.

Snøskred utløses vanligvis der terrenget er mellom 30° og 50° bratt. Der det er brattere glir snøen ut i små porsjoner uten at det dannes større snøskred. Fjellsider, kløfter og forsenkninger, som ligger i le for de vanligste nedbørførende vindretninger er mest utsatt for snøskred. Fjellrygger, fremstikkende knauser blåser som regel fri for snø.

Som regel må det komme fra 0,5-1 meter snø i løpet av 2-3 døgn sammen med vind for at store snøskred skal bli utløst. Markerte temperatursvingninger kan også føre til at det går snøskred.

2.2.6 Sørpeskred

Sørpeskred er en spesiell type snøskred med så mye vann i snøen at den blir flytende. Skredene følger helst bekkedrag, myrområder og bergsua, som danner forsenkninger slik at vann samles. De utløses helst når snøen er løs/lett med påfølgende kraftig regnvær eller snøsmelting.

2.2.7 Isras

Isras kan forekomme ved mildvær som etterfølger en lengre kuldeperiode. Risikoen for dette er størst i nærheten av fosser, bekker over fjellskrenter og ved fuktige fjellskjæringer med tilgang på vann eks grunnvann gjennom vinteren.

2.3 Utløsningsmekanismer

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

Ekstremnedbør eller kraftig snøsmelting som gir høy 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.

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 er stabile i utgangspunktet blir ustabile. Dette kan skje f.eks. ved at greiner, kvister og blader legger seg mot innsnevring i bekkeløpene eller mot bruer, rør og gjerder og tetter de naturlige vannvegene.

Fryse- og tineprosesser som på grunn av at vann utvider seg ved frysing kan gi store trykk på sprekkeflater i bergmassen samt blokkbevegelser og jordsig i de øvre jordlagene som er utsatt for tele. Særlig ugunstig for fjellskred og steinsprang er situasjoner der frost etterfølges av rask tining og kraftig nedbør. Ved frostperioder kan nemlig vann som fryser 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 både steinsprang og jordskred.

Langvarig forvitring av løsmasser og bergmasse kan bidra til sakte men gradvis nedsettelse av stabiliteten og nedsettelse av løsmassenes 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 ras eventuelt går.

Siden steinsprang, snøskred, 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. Jordskjelvaktivitet 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.

2.4 Stabiliserende faktorer

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

2.5 Virkning av skred på analyseobjektet

Analyseobjektet består av boliger, utomhusareal og veger, samt mennesker og materiell som oppholder seg i disse områdene. Risikoen for de ulike elementene vil ha ulik størrelse fordi de ulike elementene har ulik 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. Oppholdstiden i utomhusarealet vil være lengst når været er godt og stabilt samtidig som rasfaren i disse periodene vanligvis er minst.

Vi antar at hovedbekymringene for negativ virking på mennesker derfor vil være knyttet til større ødeleggende skred som treffer boliger om natten, og skred som treffer biler og busser som trafikkerer på vegene. Størst negativ virkning på materielle verdier vil på samme måte være knyttet til store ødeleggende skred som treffer boligene, og i noen grad til ødeleggelse av garasjer, parkerte kjøretøy og veger.

3. Metoder

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, simulering av vannavrenning i nedbørsfeltet, 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 løsmasser og steinsprangsimulering langs utvalgte profiler.

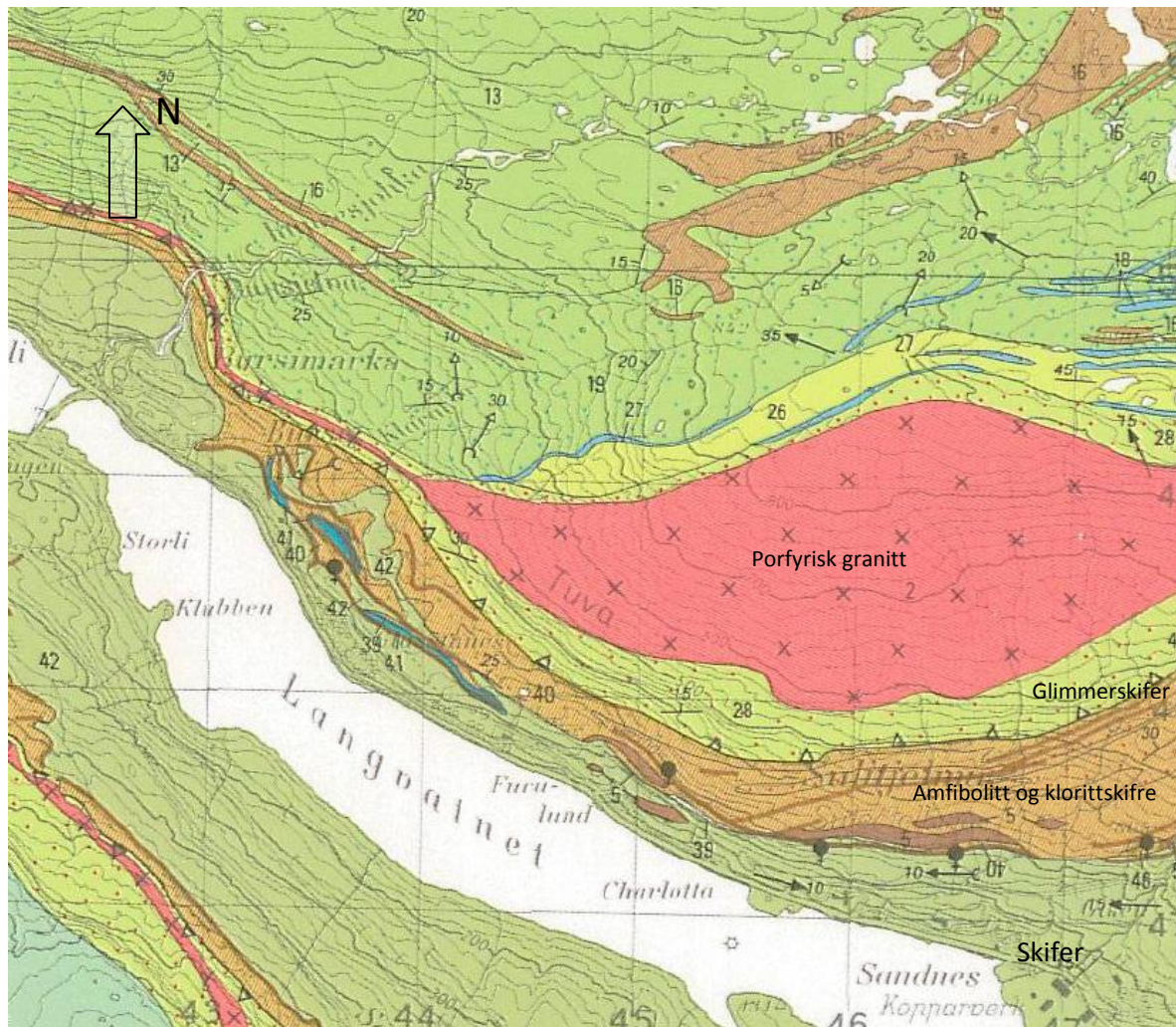
4. Geologi, klima, topografi og vegetasjon

4.1 Geologi

Berggrunnen på Nordsiden av Langvannet består av skifre/brune glimmerskifre. Over disse bergartene ligger mer massive amfibolitter og kropper av gabbro. Bergartsgrensen mellom disse to hovedgruppene av bergarter ligger som regel i bratthenget over bebyggelsen. I denne grensa finner vi også de fleste kisforekomstene i Sulitjelmaområdet. Bergartene har en strøkretning nær parallelt Langvannet og som regel slakt fall (5-20°) mot nord og nordøst.

Over amfibolittene ligger finner vi igjen ulike skifer hvor en rusten kvartsskifer dominerer. Grensen mellom bergartene består av et skyvedekke/forkastningssone og utgjør i følge det geologiske kartet for området grensen mellom Gasakdekket og Kølidedekket (ref NGU Kollung, S. 1986 Sulitjelma Berggrunnskart, 2129II M 1:50.000).

Kølidedekket ved Sulitjelma består av ulike glimmerskifer/skifer mindre marmorganger og amfibolitter. En større porfyrisk granitt ligger i berggrunnen fra Tuva opp mot Kobbertoppen.



Figur 4.1-1 Geologisk kart over Sulitjelma (NGU S. Kollung 1986)

Det er generelt sparsomt med løsmasser. Området er dekt av et tynt og usammenhengende morenedekke og større og mindre urer avsatt under brattskrenter. Her finnes flere større tipper fra gruvevirksomheten som danner urer hvor også steinsprang kan forekomme som tippen under Mons Petter gruva er et eksempel på.

Urene avsatt fra skiferbergartene er forholdsvis mindre blokkrik og jevnere enn de svært grovblokkige urene med avsetninger fra amfibolittbergartene. I Bursi er således urmassene svært grovblokkig ofte med 4-6 meter diameter på blokkene, mens på Glasstunes, Furulund og Charlotta er det sjelden med blokker over 1-2 meter. Dog spesielt i området ved Charlotta er det flere meget store rasblokker ofte på mer en 10 meter. Rasblokka ved Brannstasjonen er et godt eksempel på dette. Blokkene består gjerne av gabbro/amfibolitt som også viser hvorfra de er rast ut.

4.2 Klima

Klimaet i Sulitjelma er et typisk Nordlandsk innlandsklima med normalt kalde vintre relativt sen vår og forholdsvis nedbørfattige somre. Særmerkt er at mild havluft på vinteren tidvis når inn til bebyggelsen og kan gi relativt kraftig nedbør både som regn og snø. Den årlige nedbørnormalen i Sulitjelma er på 1067 millimeter nedbør. Oktober er den mest dominerende nedbørmåned med en månedsnormal på tett over 140 millimeter nedbør. Perioden september tom februar er meste nedbørsintensive måneder, se fig 4.2-1

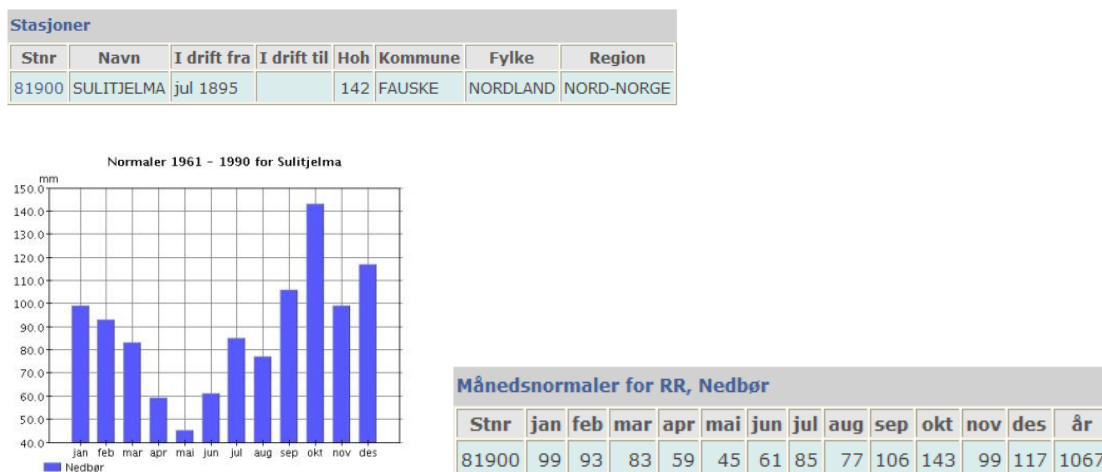


Fig 4.2-1 Nedbørstatistikk fra Sulitjelma

Ekstremnedbør pr døgn kan være opp mot 90 millimeter i vintermånedene, ref fig 4.2-2.

81900 SULITJELMA												
Maksimale RR verdier												
År	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Maks	85,1	72,6	83,5	50,2	47,7	62,0	52,0	59,3	58,8	66,3	59,2	79,5
År	2002	1922	1930	1938	1937	1922	1966	1971	1988	1985	1961	1932

Fig 4.2-2 Ekstremnedbør pr døgn fra Sulitjelma

Dominerende vindretning i Sulitjelma i vintermånedene er vinder fra NØ retning som vindrosen fra desember og mars viser, ref fig 4.2-3 samt vedlegg 01

Vindrose, frekvensfordeling av vind
Vindretning deles i sektorer på 30°
Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

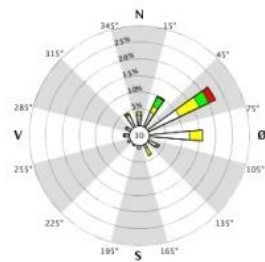
Vindhastighet (m/s)
■ >20.2
■ 15.3-20.2
■ 10.3-15.2
■ 5.3-10.2
□ 0.3-5.2

Stille (%)
10



År: 1975 - 1978
des
Tidspunkt: 1, 7, 13, 19 (NMT)

81910 SULITJELMA GRUBER



Vindrose, frekvensfordeling av vind
Vindretning deles i sektorer på 30°
Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)
■ >20.2
■ 15.3-20.2
■ 10.3-15.2
■ 5.3-10.2
□ 0.3-5.2

Stille (%)
10



År: 1975 - 1978
mar
Tidspunkt: 1, 7, 13, 19 (NMT)

81910 SULITJELMA GRUBER

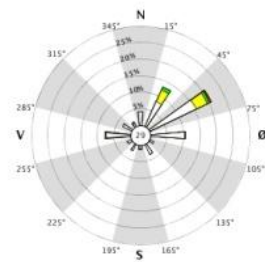


Fig 4.2-3 Vindrose for desember og mars

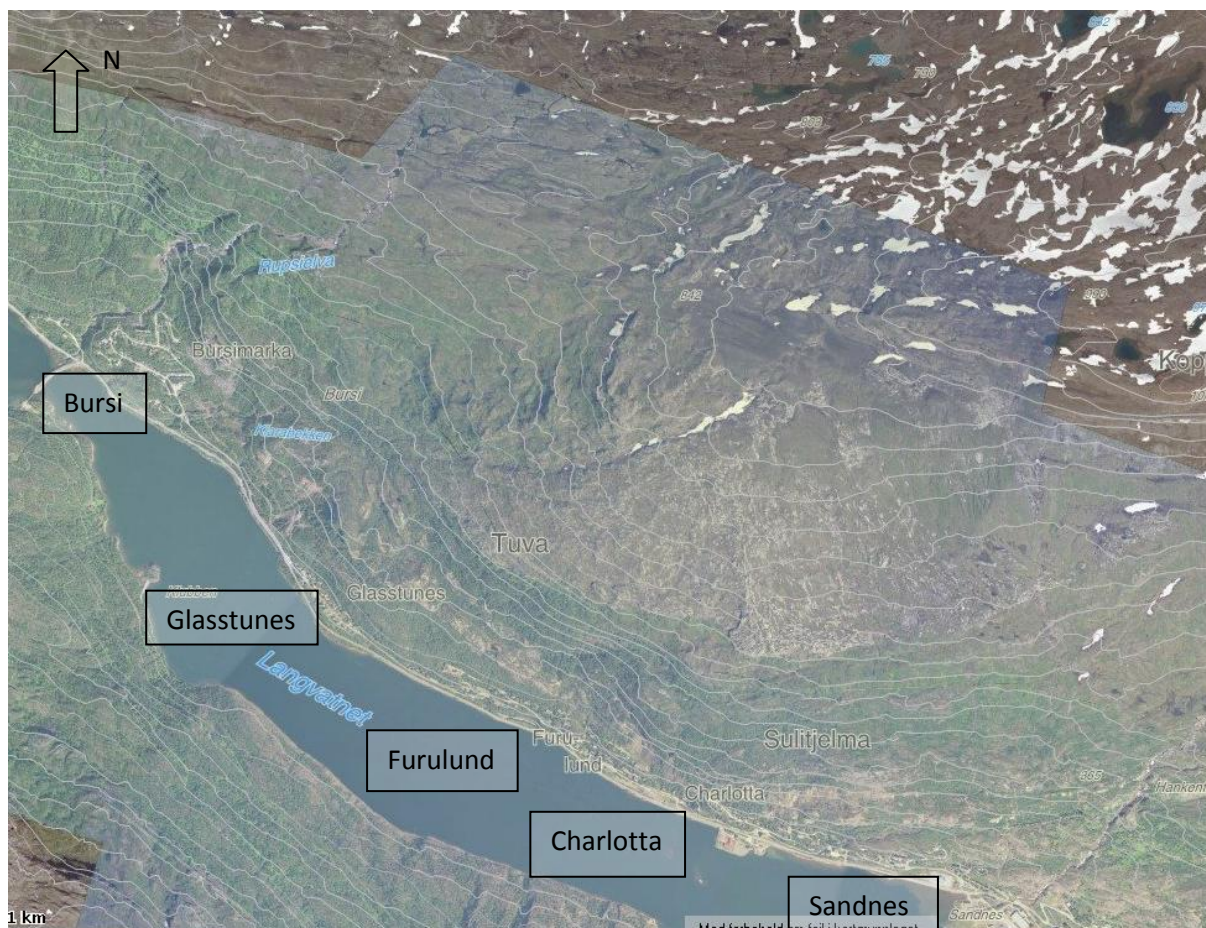
Gjennomsnittvinden og vinden med høyest hastighet har en vinkel på ca 60° med dalsidene i Sulitjelma. Når vinden treffer dal og fjellsiden ovenfor bebyggelsen i Sandnes, Charlotta og Furulund vil den følge dalsiden. Dette betyr at snøen normalt blåser bort fra fjellsiden ovenfor bebyggelsen her og blir avsatt i tverrgående skar og fjell/dalsider som blir liggende i le for dominerende vindretning. Dette er daler med retning omtrent på tvers av hoveddalen og snøen avsettes i le av dominerende vindretning fortrinnsvis på dalenes øst-nordøstlige sider. Et slikt område er området ovenfor Glastunes og Bursi dvs langs øvre deler av bekkene ned mot Klarabekken og Rupiselva.

4.3 Topografi

Langvannet ligger med strøkretning SØ-NV, se figur 4.3-1. Dal/fjellsiden som Charlotta og Furulund og Glasstunes ligger i er formet med hyller/benker oppover fjellsiden. Noen av disse hyllene er svært bratte gjerne med urmasser i foten. Bursi ligger i ei "gryte" inn i dalsiden omkranset av bratte lier helt i nerenden (nordvestre ende) av Langvannet.

4.4 Vegetasjon

På grunn av gruvedrifta har det vært sparsomt med høyvokst vegetasjon. Særlig bjørk, men stedvis også furu er begynt å komme tilbake og dekker større områder ovenfor bebyggelsen i Sulitjelma. Tregrensa varierer noe, men ligger jevnt over på kote 475 moh. Langvannet ligger på kote 127 moh.



Figur 4.3-1 Ortofoto av Sulitjelma

5.0 Risiko- og sårbarhetsanalyse

Til tross for noen usikkerheter i foreliggende undersøkelser gir informasjonen samlet i dette arbeidet et godt grunnlag for å jobbe videre med en risikovurdering for de enkelte deler av analyseobjektet. En systematisert risiko- og sårbarhetsanalyse er gjennomført i dette kapitlet.

Vi betrakter her risiko som et produkt av konsekvenser av uønskede hendelser og sannsynligheten for at de skal inntreffe. Analysen er basert på norsk standard NS 5814.

5.1 Uønskede hendelser knyttet til skred

I forbindelse med utvalget av uønskede hendelser som inngår i risiko og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) understrekes det at det i denne rapporten er en vurdering av skredfare. Andre typer risiki som brann, trafikkskade osv er derfor naturlig nok ikke tatt med. Risiko for skog- og lynnbrann er heller ikke tatt med, selv om dette indirekte kan få betydning for skredfaren. Det samme gjelder risiko for at det blir utført menneskelige inngrep og/eller flatehogst som kan øke skredfaren. Det siste kan i stor grad styres av samfunnet blant annet ut fra vurderingen i denne rapporten.

Uønskede hendelser som både har små konsekvenser og liten sannsynlighet er også utelukket for å ikke gjøre analysen unødvendig omfattende. Eksempel er trevelt over boliger og veger selv om dette i ytterste forstand kan betraktes som en form for skred. Øvrige negative effekter av flom, bortsett fra flomskred, er også utelukket i denne vurderingen.

Vi har i undersøkelsene ikke funnet konkrete lokaliteter som kan forårsake fjellskred med mer

enn 1000 m³ skredmasse. Vi begrenser derfor vurderingen av uønskede skredhendelser fra fast fjell til steinsprang med mindre enn 1000 m³ skredmasse.

De uønskede hendelsene som inngår i denne analysen er sortert på de aktuelle områdene og gjengitt i tabell 5.1.

Tabell 5.1: Uønskede hendelser sortert på områder

Uønskede skredhendelser		Sted				
		Bursi	Glastunes	Furulund	Charlotta	Sandnes
1	Fjellskred >1000m ³					
2	Større steinsprang 100-1000m ³	X		X	X	
3	Mellomstort Steinsprang 10-100m ³	X	X	X	X	X
4	Mindre Steinsprang < 10m ³	X	X	X	X	X
5	Stort Snøskred					
6	Mellomstort snøskred			X	X	X
7	Lite Snøskred	X	X	X	X	X
8	Sørpeskred					
9	Jordskred					
10	Flomskred					
11	Isras	X	X		X	

5.2 Konsekvensanalyse

Konsekvensanalysen er utført først slik at den etterfølgende sannsynlighetsvurderingen beskriver sannsynligheten for at en hendelse med en gitt konsekvens skal forekomme. Vi har i analysen benyttet oss av en tekstlig inndeling av konsekvensklasser som skiller mellom skader på personell og materiell slik dette er gjengitt i tabell 5.2.

Tabell 5.2: Inndeling i konsekvensklasser

Konsekvens-kategori	Konsekvens-klasse	Skader på personell	Skader på materiell
K1	Ubetydelig	Ubetydelige	Ubetydelige
K2	Liten	Få og små	Få og små
K3	Farlig	Alvorlige skader	Alvorlige skader
K4	Alvorlig	Alvorlige skader / noen døde	Materielle ødeleggelser
K5	Katastrofal	Store skader / mange døde	Store materielle ødeleggelse

5.3 Sannsynlighetsanalyse

Sannsynlighetsanalysen baserer seg på årsakene til at hendelsene inntreffer og forutsier frekvensen av hendelser med konsekvenser gitt fra konsekvensanalysen. De valgte frekvensene er basert på antall hendelser sett i ettårs-, tiårs-, hundreårs- og tusenårsperspektiv.

Med en slik inndeling kan man sammenlikne deler av ROS-analysen direkte mot de kvantifiserte kravene i Plan- og bygningsloven der blant annet tusenårsskredet er dimensjonerende for boliger med tilhørende utomhusareal mens hundreårsskredet er dimensjonerende for garasjer og lagerskur.

Vi har i analysen benyttet oss av sannsynlighetsklasser slik de er angitt i tabell 5.3. Disse er uavhengige av om konsekvensen gjelder skader på personell eller materiell.

Tabell 5.3: Inndeling i sannsynlighetsklasser

Sannsynlighets- kategori	Grad av sannsynlighet	Frekvens (predikert antall hendelser pr tidsrom)
S1	Lite/minst sannsynlig	Mindre enn én hendelse pr 1000 år
S2	Mindre sannsynlig	Mellom én hendelse pr 100 år og én hendelse pr 1000 år
S3	Sannsynlig	Mellom én hendelse pr 10 år og én hendelse pr 100 år
S4	Meget sannsynlig	Mellom én hendelse pr ett år og én hendelse pr 10 år
S5	Svært/mest sannsynlig	Mer enn én hendelse pr ett år

5.4 Risikodiagram

Etter vurdering av konsekvenser og sannsynligheter kan risiko defineres ut fra en systematisering av kategoriene. Vi har i denne rapporten benyttet et risikodiagram som vist i tabell 5.4.

Tabell 5.4: Risikodiagram

RISIKODIAGRAM FOR UØNSKEDE HENDELSER, SKRED					
SANNSYNLIGHET	KONSEKVENSS				
	K1 Ubetyde- lig	K2 Liten	K3 Farlig	K4 Alvorlig	K5 Katastrofalt
S5 - Svært/mest sannsynlig					
S4 - Meget sannsynlig					
S3 - Sannsynlig					
S2 - Mindre sannsynlig					
S1 - Lite sannsynlig					



Lav risiko

Avbøtende tiltak gjennomføres bare når kost/nytte-vurderingen tilsier det



Middels risiko

Akseptabel risiko. Avbøtende tiltak iverksettes dersom effekten er stor og ulempene/kostnadene små



Høy risiko

Uakseptabel risiko. Avbøtende tiltak er nødvendig

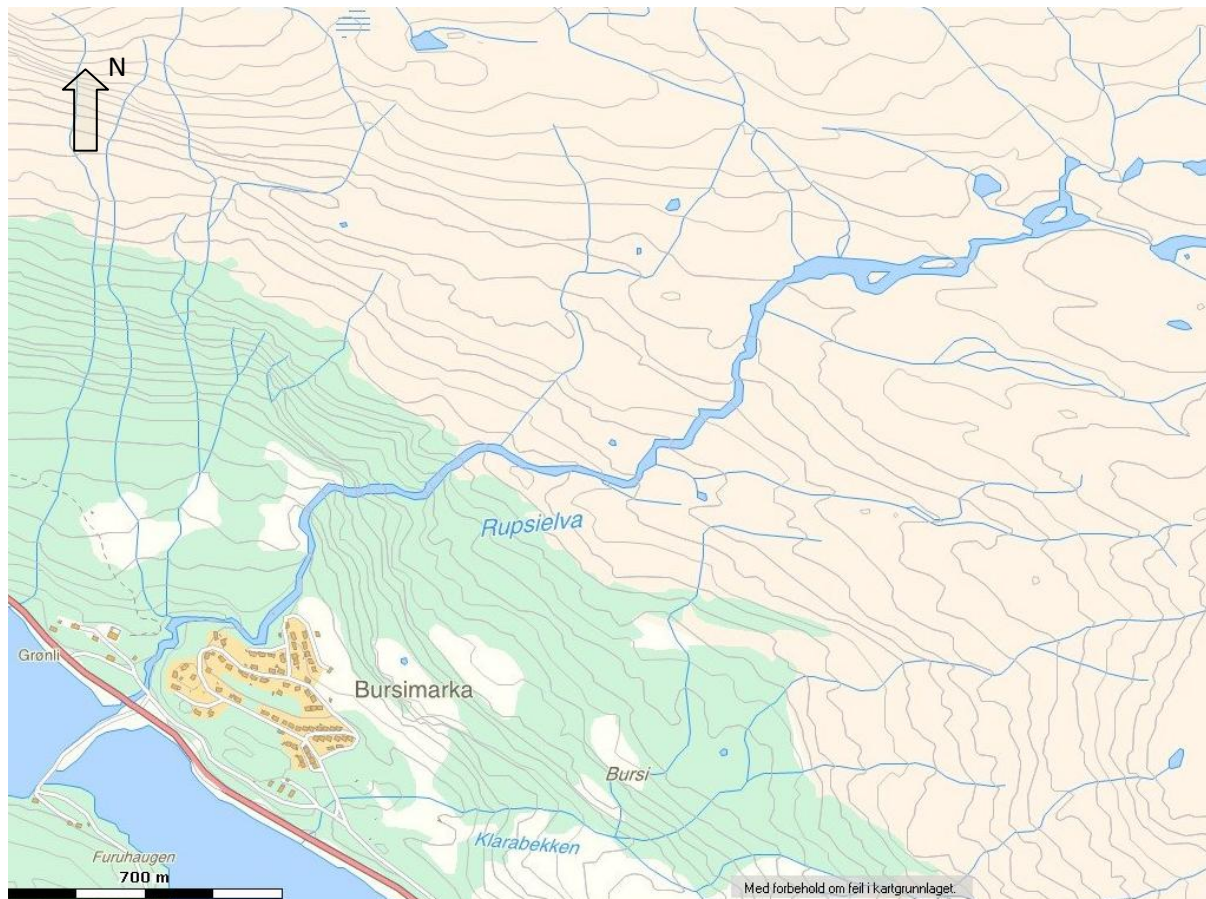
6 Vurdering av de ulike områdene

6.1 Bursi

6.2.1 Topografi, geologi og vegetasjon

Bursi ligger mot sørenden av Langvannet og sørøst for Rupsielva. Dalen gjør her en slak bue og har en mer øst-vest retning vest om Bursi. Øst for Bursi dreier dalen noe mot sør og får en vestnordvest-østsørøstlig retning.

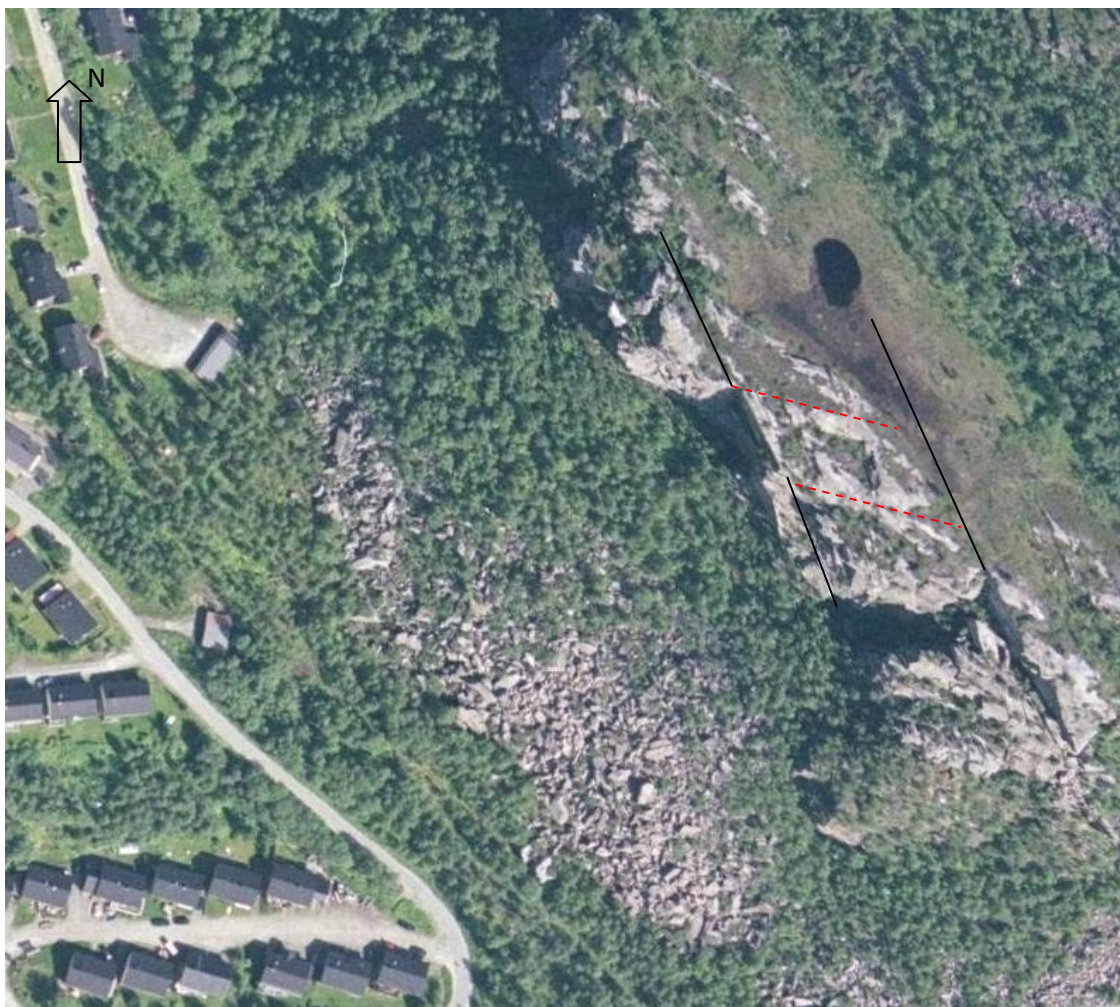
Mot nord ligger Rautind med høyde på ca 1165 moh. Mot nordøst ligger Ørnfloet.



Figur 6.1-1 Bebyggelsen i Bursi

Berggrunnen i Bursi består av skifer. Grensen mellom skiferen og den overliggende amfiboloitten ligger omtrent foten av Ørnfloet, mens den lysere porfyriske granitten ligger over her igjen omtrent midt i floet. Blokkene som raser ut fra Ørnfloet er store, de største ofte 5 meter i diameter. Dette er som regel blokker av granitt som kommer fra øvre del av floet. Disse blokkene synes å ha størst utløpsdistanse.

På toppen av Ørnfloet kan ses en rekke steile og utholdene sprekker, se bilde 6.1-2. Sprekkene har retning nordvest-sørøst. De danner baksprekker i fjellveggen og kan tillate større blokkutfall, sansynligvis skred/steinsprang på over 100m³. Frekvensen av slike skred/steinsprang er ikke høy, men kanskje ett pr 100-200 år.



Figur 6.1-2 Ørnfloet, med markante baksprekker (merket sort). I nedre høyre hjørne ses overgangen mellom mørkere amfibolitt/skifer og lysere granitt godt.

6.1.2 Historiske skredhendelser

I 1946 omkom en person i snøras i gamle Bursi gruve i et område i le av vind fra øst. Ellers er det rapportert om årlige snøras vest for Bursi i lia opp mot Rautind. Disse rasene når sjelden ned i vegetasjonen ved Danielheia. Også i de østre sidebekkene til Leirtakelva går snøras i utsatte år. Disse har ikke passert kote 250 ut fra det vi har brakt på det rene og har aldri nådd bebyggelsen.

I Ørnfloet går det årlig is og mindre steinsprang. Hvert 10.-15. år oppleves steinsprang som kommer ned i nedre halvdel av ura. For ca 10 år siden gikk et større steinsprang fra hammeren mellom Rupsielva og Ørnfloet. Blokker passerte 2-300 meter nord for øverste hus i Bursi og ned mot elva.

Vi har ikke fått rapportert om steinsprang som har skadd boliger eller nådd frem til noen av veiene i Bursi.



Figur 6.1-3 Ørnfloet og Bursi sett mot vest

6.1.3 Resultat fra simuleringer

Simuleringer gjort av potensielle steinsprang viser at deler av bebyggelsen kan være utsatt. Det er gjort simuleringer i 4 profil gjennom Fra Ørnfloet og ned mot bebyggelsen (se vedlegg).

På figur 6.1-4 vises hva vi antar er makimal utløpsdistanse for enkeltblokker som løsner i steinsprang. Simuleringene viser at de fleste blokkene stopper i ura og bare at fåtall passerer urfoten.

6.1.4 Skredfarevurdering – vurdering av risiko mot bebyggelsen

Ut fra vår kartlegging og befaring i området er det steinsprang som kan utgjøre fare for bebyggelsen i Bursi. Som kartet i Figur 6.1-4 viser kan boligene på begge siden av veien treffes av steinblokk av en viss størrelse. Ut fra vår vurdering vil frekvensen av slike steinsprang være lav, maks ett til to ras pr 100 år. Den grovblokkige ura vil fange opp både isras og de aller fleste av steinsprangene fra Ørnfloet.

Isras vil ut fra simuleringer og våre observasjoner neppe utgjøre noen risiko for bebyggelsen i Bursi.

Det forekommer snøskred i fjellsidene rundt Bursi. Vindretningen er slik at drivsnø vil avsettes NV for bebyggelsen. Her har imidlertid vegetasjon med trær blitt så pass stor og kraftig i et potensielt løснеområde at vi tror sannsynligheten for slike skred er svært lav. Det er heller ikke registrert slike skred mot bebyggelsen i historisk tid så vidt vi har brakt i erfaring.

Det er sparsomt med løsmasser og urmassene med grove blokker vurderes som godt drenerende at vi også her mener at sannsynligheten for slike skred er svært lav. Langs elva kan nok slike skred forekomme, men neppe slik at de utgjør noen trussel mot bebyggelsen i Bursi.



Figur 6.1-4 områder utsatt for steinsprang

6.1.5 Oppsummering Bursi

Tabellen i figur 6.1 oppsummerer våre observasjoner og vurderinger for Bursi

Risikodiagram for Uønskede hendelser, Skred Bursi					
Sannsynlighet	Konsekvens				
	K1 - Ubetydelig	K2 - Liten	K3 - Farlig	K4 - Alvorlig	K5 - Katastrofalt
S5 - Svært/mest sannsynlig					
S4 - Meget Sannsynlig					
S3 - Sannsynlig			Steinsprang	Større steinsprang	
S2 - Mindre sannsynlig				Snøskred	
S1 - Lite sannsynlig					
	Lav risiko		Middels risiko		Høy risiko

6.2 Glasstunes

6.2.1 Topografi, geologi og vegetasjon

Bebyggelsen i Glasstunes ligger på ei skrå hylle som strekker seg fra riksvegen i NV fra ca kote 140 og slakt opp mot sørøst og høyeste punkt ca kote 150. Det er bebyggelse på hver side av veien som følger sentralt oppover terrenghylla. Mot nordøst ligger en 60-70 m høy brattskrent. Nedre $\frac{3}{4}$ fjerdedeler består av ur og øvre del kommer berggrunnen bestående av skifer frem. Berggrunnen er stedvis sterkt oppsprukket.

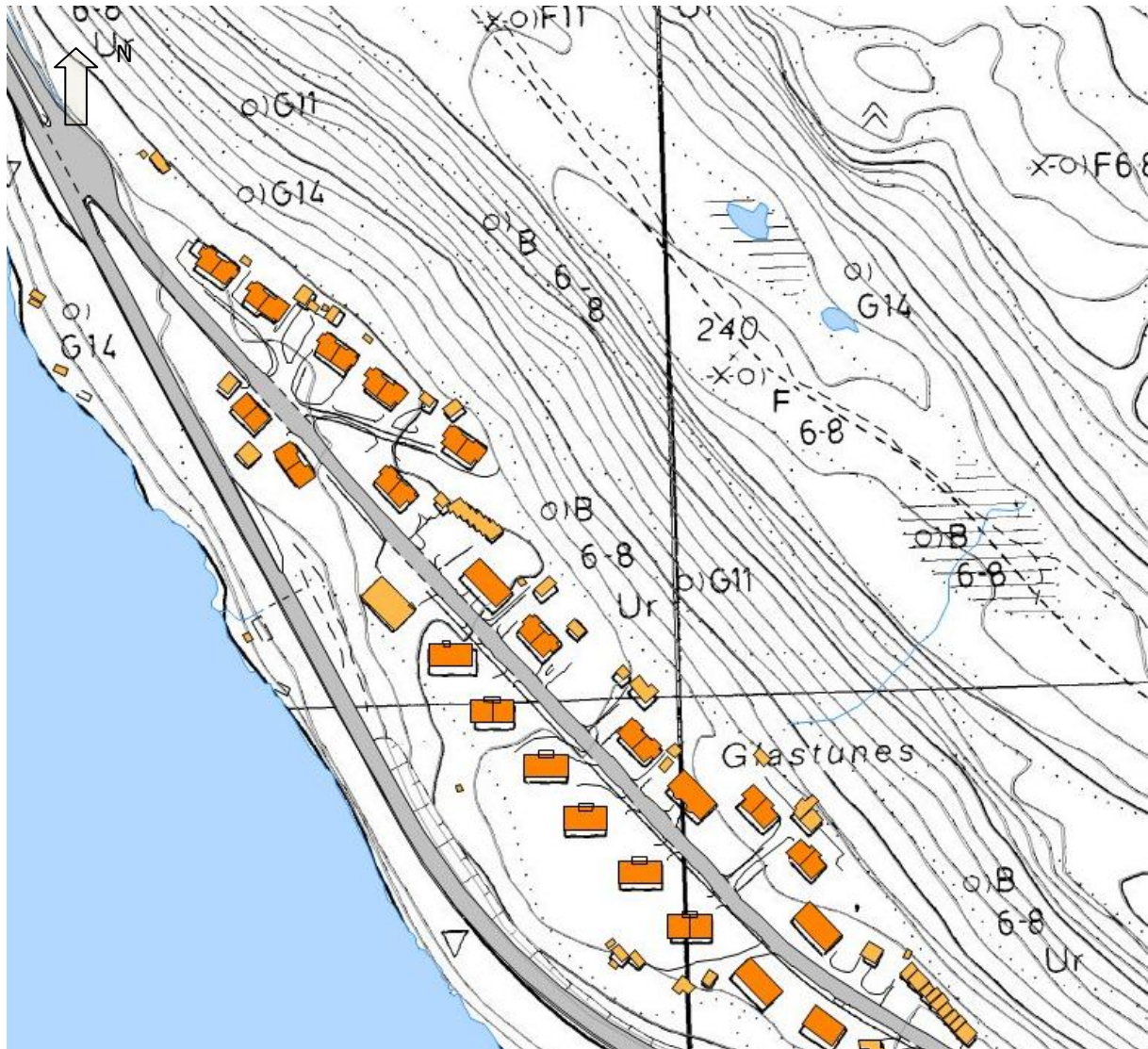


Fig 6.2-1 Glasstunes

6.2.2 Tidligere skredhendelser

I den bratte lia ovenfor bebyggelsen forekommer isras og mindre steinsprang årlig. Hvert 10-20 år er det rapportert om blokker på 1-2m³ som når ned mot nordøstre husrekke, sist gang for ca 10 år siden. Både garasjer, drivhus og delvis ei trapp er truffet av steinsprang. Den bratte skråninga er nå bevokst med bjørk, selje og rogn. Før vegetasjonen kom tilbake er det rapportert om hendelser med mindre snøras i ura. Blant annet ble en brakke på oversiden av veien truffet (rasbrakka).

6.2.3 Resultat fra simuleringer

Resultatene fra simuleringer av steinsprang viser at selv relativt små blokker kan nå ned mot bebyggelsen på Glasstunes. Simuleringer med blokker med en diameter på ca 2 meter viser at disse har maksimal utløpsdistanse omtrent frem til veien, se fig 6.2-4.



Figur 6.2-2

6.2.4 Skredfarevurdering – vurdering av risiko mot bebyggelsen

Steinsprang representerer etter vår vurdering størst risiko mot bebyggelsen på Glasstunes.

Simuleringene og historiske hendelser viser at de fleste av husene på oversiden (nordsiden) av veien kan nås av steinsprang. Et større steinsprang vil kunne påføre beboelseshus her "større" skader.

Slik vi vurderer det er frekvensen av steinsprang relativt høy, med årlige mindre steinsprang som stanser i selve ura og større steinsprang som kan nå ned til husene på ett hver 10-25 år. Steinsprang av en størrelsesorden som kan skade hus kanskje så høyt som ett pr 50 til 100 år.



Bilde 6.2-2 viser eksempler på ustabile parti fra brattskrenten ovenfor husene.

Også isras går årlig i fjellsiden ovenfor bebyggelsen på Glasstunes. Ut fra simuleringer er det lite sannsynlig at de kan skade bolighus i området selv om is nok i ugunstige tilfeller kan nå helt ned til bebyggelsen.

Før ura var dekt av skog gikk det mindre snøras i fjellsida ovenfor bebyggelsen. Skogen armerer i dag snøen slik at slike ras er lite sannsynlige så lenge skogen bevares. Mindre ras kan likevel gå for eksempel i linjetraseen til e-verket, men vil neppe utgjøre fare for bolighusene i området.

Topografien gjør det slik at det ikke er sannsynlig med større snøras i området.

Vi vurderer det videre slik at det er lite sannsynlig med løsmasseras i ura utenom ved større steinsprang. Topografi tilsier heller ikke at flomskred skal kunne gå i området.

6.2.5 Oppsummering Glasstunes

Diagrammet i figur 6.2- oppsummerer våre observasjoner og vurderinger for Glasstunes.

Risikodiagram for Uønskede hendelser, Skred Glasstunes					
Sannsynlighet	Konsekvens				
	K1 - Ubetydelig	K2 - Liten	K3 - Farlig	K4 - Alvorlig	K5 - Katastrofalt
S5 - Svært/mest sannsynlig					
S4 - Meget Sannsynlig			Steinsprang		
S3 - Sannsynlig				Større steinsprang	
S2 - Mindre sannsynlig			Snøskred/Isras		
S1 - Lite sannsynlig					
	Lav risiko		Middels risiko		Høy risiko

6.3 Furulund

6.3.1 Topografi, geologi og vegetasjon

Terrenget ved Furulund er også kjennetegnet med en benkning parallelt fjellsiden. Tregrensa ligger på mellom 525-600 moh i dette området. Mot nordvest stryker et par trange daler med retning nordvest-sørøst. Berggrunnen består også her av skifer nede ved bebyggelsen med overliggende klorittskifer/amfibolitter og lokale kropper med hornblende gabbro. Bergartsgrensene danner ofte brattheng hvor steinsprang ofte forekommer. Videre er det en rekke gruveganger og lømassetipper fra dem i området, se fig 6.3-1.

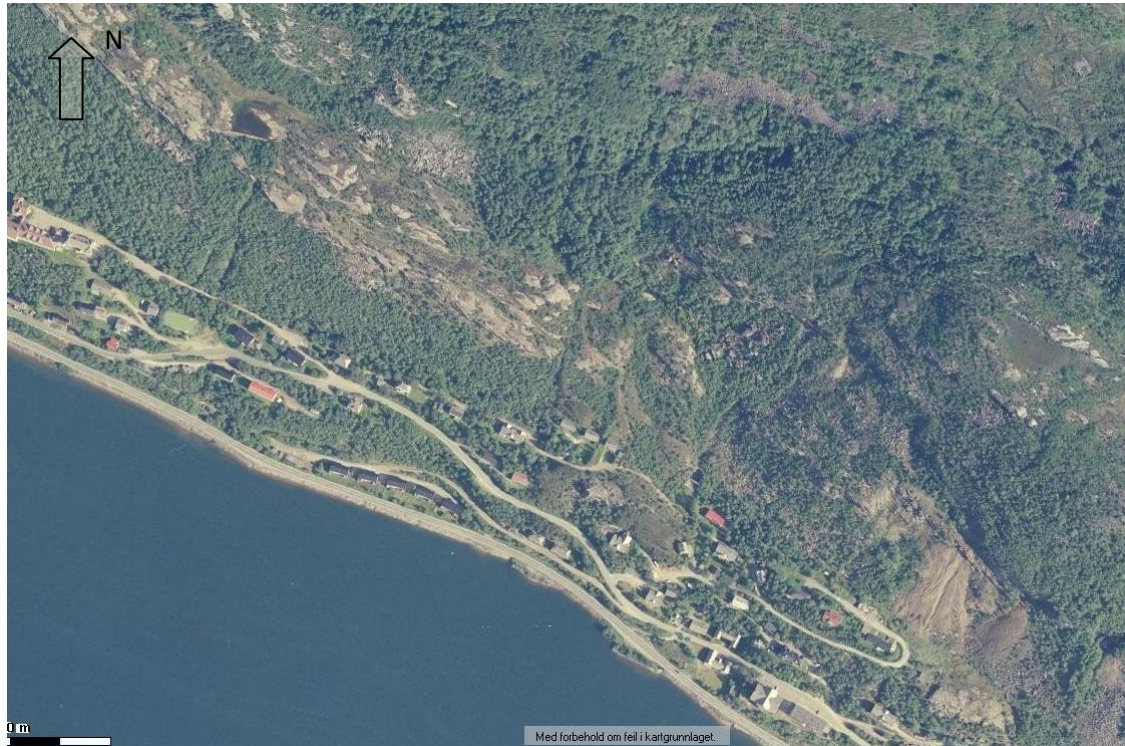


Fig 6.3-1 Furulund

6.3.2 Historiske skredhendelser

Senest i april 2010 traff større steinblokker en bolig i Mons Petter veien og skadet garasjen i enden av huset (eiendom 119/101), ref bilde i fig 6.3-2. Ellers er det rapportert om flere hendelser der stein har nådd ned mot bebyggelsen i øvre del av Mons Petterveien. Det kan se ut som om frekvensen på steinsprang som når lengre enn urfoten i dette området er på en hendelse pr 15-25 år.

Det er rapportert om et steinsprang i slutten av 1970-årene ned mot eiendom 119/257 som førte til at videre bebyggelse i dette området ble stanset.

Det er også rapportert om blokkfall fra fjellhammeren ved den gamle sykestua (eiendom 119/317). Hammeren ble sikret med bolter og wire som i dag er rustet bort. Se bilde fig 6.3-3.

Beboerne i området forteller om årlige isras og steinsprang. For et par år siden gikk et større steinsprang i dalen nord for eiendom 119/140.

Det er ikke rapportert om andre typer skredhendelser i området.

6.3.3 Resultat fra simuleringer

Også i Furulund representerer steinsprang største fare for bebyggelsen i området.

Vi har kjørt simuleringer på utsatte områder og flere bolighus ligger innenfor maksimal utløpsdistanse for steinsprang.

I vedlegget ligger plassering av profil og resultat fra analysene som grunnlag for kartet i figur 6.3-2

6.3.4 Skredfarevurdering – vurdering av risiko mot bebyggelsen

Simulering viser at eiendommene 119/328, 119/343 og til dels 119/136 ligger utsatt for steinsprang fra hammeren på ca kote 225 ovenfor boligene. Frekvensen av steinsprang herfra vurderes som relativt lav dvs 1-2 steinsprang pr 100 år.

Også eiendom som ligger under bergknausen ved det gamle sykehjemmet, eiendom 119/285 kan være utsatt for steinsprang. Frekvensen her vurderes å ligge på mellom 1-2 steinsprang pr 100 år.

Bebyggelsen under gruveinngangene ved Monspetter kan også være utsatt for steinsprang. Simuleringene viser at alle boligene på oversiden av Mons Petterveien dvs eiendom 119/1, 214, 213, 257, 152, 101 og 103 1-7 kan være utsatt for steinsprang. Også eiendom 119/70 kan i ugunstige tilfeller nås av steinsprang. Frekvensen av steinsprang i dette området er høyere enn beskrevet ovenfor. Kanskje 1-2 steinsprang pr 50 år som har potensial til å nå noen av husene beskrevet med høyest frekvens mot øst.

Området langs bekken kan også være utsatt for snøskred. Men både vindforhold, grove urmasser og vegetasjonen i området gjør at vi vurderer slike skred som meget sjeldne.

Isras går årlig i alle brattheng i området, men det vurderes som svært lite sannsynlig at de kan nå ned mot bebyggelsen og påføre den noen skade.



Fig 6.3-2. Skredutsatte partier i Furulund

6.3.5 Oppsummering Furulund

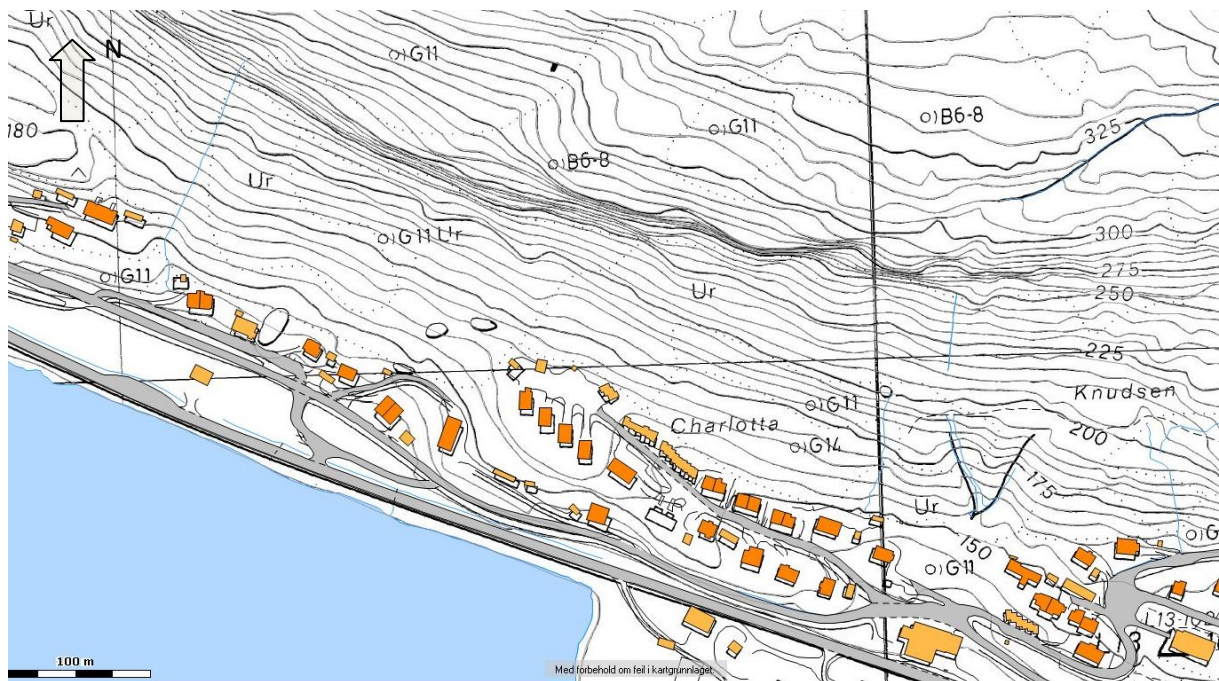
Risikomatrisen i figur 6.3 oppsummerer vår vurdering av risikoforholdene i Furulundområdet. Ut fra vår vurdering anbefales det å sikre flere eiendommer mot steinsprang.

Risikodiagram for Uønskede hendelser, Skred Furulund					
Sannsynlighet	Konsekvens				
	K1 - Ubetydelig	K2 - Liten	K3 - Farlig	K4 - Alvorlig	K5 - Katastrofalt
S5 - Svært/mest sannsynlig					
S4 - Meget Sannsynlig			Steinsprang		
S3 - Sannsynlig				Større steinsprang	
S2 - Mindre sannsynlig			Isras	Snøskred	
S1 - Lite sannsynlig					
	Lav risiko		Middels risiko		Høy risiko

6.4 Charlotta

6.4.1 Topografi, geologi og vegetasjon

Brannstasjonen ved Charlotta ligger i urfoten opp mot bratthenget som danner grensen mellom skifre og amfibolitt/klorittskifrene. Bratthenget er moderat til sterkt oppsprukket og på flyfotene ser en spor etter rasmasser og flere større steinsprang. Også tippene fra gruvevirksomheten er markante i området. Vegetasjon i form av løvtrær strekker seg opp mot kote ca 500 hvor terrenget også flater ut. Sentralt i området ligger ei hylle på kote ca 160 som synker slakt mot samfunnshuset mot øst og mer steilt ned mot brannstasjonen i vest.



Figur 6.4-1 Oversiktskart over Charlotta

6.4.2 Historiske skredhendelser

Det vi har fått rapportert om av skredhendelser i dette området er følgende:

Ut av hammeren over Charlotta gruve kom det en gang en stor steinblokk som gikk gjennom taket på stigerkontoret ved stoll 4. Blokken ble liggende på vegen utenfor kontoret og ligger der ennå.

Lenger mot vest kom et par steinblokker rasende ned mot stigerbrakken, som ligger på en høyde. Blokkene ble liggende i en dalgang like utenfor. Eksakt når disse hendelsene skal ha skjedd vites ikke, men antageligvis med en frekvens på 1-2 større steinsprang pr 50 år synes sannsynlig.

Også her er det hver vår isras og steinsprang fra bratthenget, men det er ikke rapportert om hendelser der stein eller andre typer skred har nådd frem til bebyggelsen ut over ovenstående. Spor i terrenget indikerer relativt hyppige steinsprang i øvre del av urene i området.

6.4.3 Resultat fra simuleringer

Ventelig nok som ellers representerer steinsprang største fare for bebyggelsen i Charlotta også.

Vi har kjørt simuleringer på utsatte områder og flere bolighus ligger innenfor maksimal utløpsdistanse for steinsprang.

Vedlegg 5 viser plassering av profil og resultat fra analysene som grunnlag for kartet i figur 6.4-2

6.4.4 Skredfarevurdering – vurdering av risiko mot bebyggelsen

Område utsatt for steinsprang er vist på figur 6.4-2. Frekvensen av skred som kan nå bebyggelse antar vi er 1-2 hendelser pr 50-100 år.

Slik vi vurderer det er de lite sannsynlig at isras kan nå ned til bebyggelsen og samtidig volde noe skade på den.

Løsmasseskred vurderer vi også som mindre sannsynlig selv om det nok i noen av de gamle steintippene kan forekomme bevegelse og sig siden de ble lagt ut med rasvinkel.

Terrenget i urene har en slik helning at snøskred kan forekomme. Spesielt mot vest er vinden slik at snø kan avsettes. Vegetasjon og grovblokkig ur vil imidlertid normalt låse snøen slik at skred herfra er lite sannsynlig. Ovenfor tregrensa vil normalt snø blåse bort og terrenghelningen begynner å bli så lav at større snøskred er lite sannsynlig. Terrengformene ellers gjør også sørpeskred lite sannsynlig i dette området.



Fig. 6.4-2 Skredutsatt område i Charlotta

6.4.5 Oppsummering Charlotta

Risikomatriksen oppsummerer vår vurdering av risikoforholdene i Charlottaområdet. Ut fra vår vurdering anbefales det å sikre flere eiendommer mot steinsprang.

6.5 Sandnes

6.5.1 Topografi, geologi og vegetasjon

Mot Sandnes slakker terrenget noe ut og dal/fellsiden er mindre bratt. Også Langvannet vier seg ut mens hoveddalen dreier mer mot sørsørøst. Berggrunnen består av skifer og grensen mot amfibolitt/klorittskiferen beveger seg oppover i terrenget. Den bratte kanten ved Charlotta dør ut mot nordøst og blir derved betydelig mindre fremtredende. Vegetasjonen i dette området blir mer sparsom og har ikke tatt seg like mye igjen som lenger "nede" i dalen.

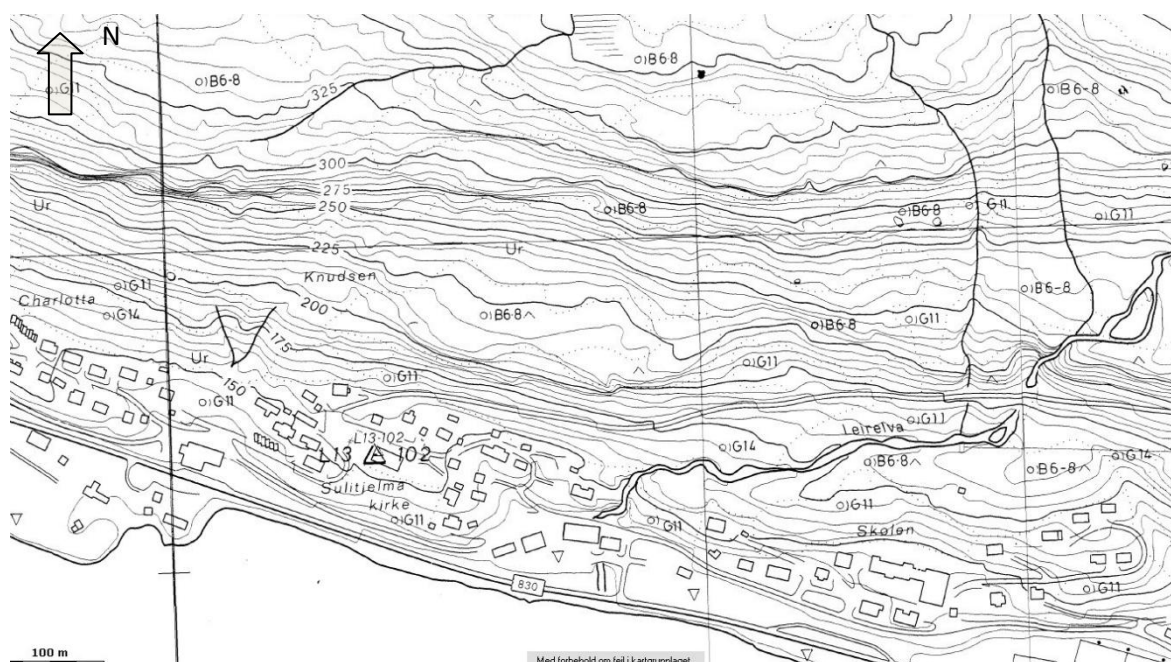


Fig 6.5-1 Sandnes

6.5.2 Historiske skredhendelser

Her har vi fått rapportert om få skredhendelser. Bare ved Gikenbrua har vi fått rapportert ustabilitet og nedsprenning av ei blokk like over veien. I tillegg er det mye små stein som raser ned på veien opp til Giken og Hanken i de bratte skjæringene. Et snøskred har også blitt rapportert i den trange elvedalen ovenfor Gikenbrua. Dette kan ha vært et sørpeskred som har fulgt elva.

I flere av de bratte skrentene i skiferen er det ustabile partier hvor steinsprang kan forekomme.

6.4.3 Resultat fra simuleringer

Også her i Sandnesområdet har vi kjørt datasimuleringer fra antatt utsatte skredområder.

Resultatene viser at også her er et par bolighus utsatt og ligger innenfor maksimal utløpsdistanse for steinsprang.

I vedlegget ligger plassering av profil og resultat fra analysene som grunnlag for kartet i figur 6.5-3.

6.5.4 Skredfarevurdering – vurdering av risiko mot bebyggelsen

Område utsatt for steinsprang er vist på figur 6.5-2. Frekvensen av skred som kan nå bebyggelse antar vi er 1-2 hendelser pr 100 år.



Figur 6.5.2 Potensielt ustabilt parti ovenfor husene i skravert område på Sandnes, ref fig 6.5-3

Slik vi vurderer det er det lite sannsynlig at isras kan nå ned til bebyggelsen og samtidig volde noe skade på den.

Løsmasseskred vurderer vi også som mindre sannsynlig, likevel noe mer sannsynlig enn ellers i Sulitjelma. Også i noen av de gamle steintippene kan forekomme bevegelse og sig siden de ble lagt ut med rasvinkel. Dette gjelder særlig ved langvaring nedbør og da spesielt sent på våren med litt tele i bakken.

Terrenget i området har en slik helning av snøskred kan forekomme. Imidlertid er det få avleiringsplasser for vindtransportert snø. Lia her ligger nær parallelt dominerende vindretning på vinteren slik at det sjeldent legger seg mye snø. Ovenfor tregrensa vil normalt snø blåse bort og terrenghelningen begynner å bli så lav at større snøskred er lite sannsynlig. Terrengformene ellers gjør også sørpeskred lite sannsynlig i dette området. Leirbekken danner likeledes en naturlig voll for mindre snøskred i skråningen ovenfor veien til Giken for blant annet skolen i Sulitjelma.



Figur 6.5-3 Områder utsatt for steinsprang på Sandnes

6.5.5 Oppsummering Sandnes

Risikomatrisen oppsummerer vår vurdering av risikoforholdene i Sandnesområdet. Ut fra vår vurdering anbefales det å sikre to eiendommer mot steinsprang.

Risikodiagram for Uønskede hendelser, Skred Sandnes					
Sannsynlighet	Konsekvens				
	K1 - Ubetydelig	K2 - Liten	K3 - Farlig	K4 - Alvorlig	K5 - Katastrofalt
S5 - Svært/mest sannsynlig					
S4 - Meget Sannsynlig			Steinsprang		
S3 - Sannsynlig					
S2 - Mindre sannsynlig				Snøskred	
S1 - Lite sannsynlig					
	Lav risiko		Middels risiko		Høy risiko

7.0 Forslag til videre arbeid

7.1 Akseptkriterier

Ved en vurdering av hvilke tiltak som eventuelt skal iverksettes for å redusere risikoen vil det være naturlig definere hvilke akseptkriterier som skal gjelde. Skredfarevurderinger for planlagt bebyggelse baserer seg på de kvantifiserte kravene i tekniske forskrifter til plan og bygningsloven. Der heter det at sikkerheten mot skred antas å være tilfredsstillende når ødeleggende skred mot byggverk i sikkerhetsklasse 3 (boliger med tilhørende utomhus bruksareal) har mindre årlig nominell sannsynlighet enn én hendelse pr 1000 år. Dette tilsvarer sannsynlighetsklasse S1 i denne analysen.

Det er derimot ikke definert en tilhørende konsekvensklasse som tar utgangspunkt i energimengder i skredet, effekt av sikringstiltak og utforming av utomhusareal og bygg.

Plan- og bygningsloven stiller altså krav til planlagt bebyggelse. Det finnes ikke tilsvarende kvantifiserte krav til eksisterende bebyggelse.

Det vil være opp til samfunnet ved beboerne og/eller de lokale myndigheter å beslutte hvilke krav til sikkerhet som skal gjelde for eksisterende bebyggelse og hvilket risikonivå som skal aksepteres. I denne sammenheng vil det være naturlig å sammenlikne skredrisikoen med andre typer risiki som beboerne vil være utsatt for i hverdagen. Et kriterium ofte brukt mot eksisterende bebyggelse er mindre nominell sannsynlighet enn én hendelse pr 333 år.

7.2 Risikoreduserende tiltak

Med bakgrunn i identifisert risiko vil vi i dette avsnittet gi noen generelle forslag til tiltak og nye undersøkelser som kan bidra til å heve sikkerheten mot skred og redusere usikkerheten i foreliggende vurderinger.

Med bakgrunn i manglende henvisninger til hvilken kvantifisert risiko som kan aksepteres, tar vi i denne rapporten ikke stilling til når det skal settes sluttstrek for eventuelle tiltak og undersøkelser. I stedet gir vi vårt forslag til en prioritet på tiltakene og undersøkelsene ut fra vår oppfatning av risikoen, samtidig som vi angir formålet med de ulike tiltakene og undersøkelsene.

De prioriterte sikringstiltakene bør velges ut fra størrelsen på risikoen, sikkerheten i analysen og kompleksiteten i tiltakene. Tiltak mot fjell-, snø-, jord- og flomskredfare er normalt mer komplekse enn tilsvarende mot steinsprang.

.

7.3 Aktuelle sikringsmetoder

Rapporten viser at steinsprang representerer størst risiko for bebyggelsen i Sulitjelma.

Det er flere aktuelle metoder for å bedre sikkerheten til skredutsatte boliger.

I Bursi vil sannsynligvis en høy jordvoll på oversiden av veien være tilfredsstillende sikring og videre det samme i Furulund under Mons Petter. Lokalt der plassen ikke tillater dette vil trolig fanggjerder som kan motstå høy treffenergi være aktuelt i kombinasjon med voll eventuelt gabionmur.

På Glasstunes vil sannsynligvis høyenergi fanggjerder være mest aktuell sikringsmetode på grunn av liten plass mellom ur og bebyggelse. Dette kan også være aktuelt både i utsatt område på Sandnes og under ustabil parti ved det gamle sykehuset. Dette siste partiet kan alternativt sikres med wirenett og bolter.

De øvrige steder vil jordvoller/gabionmurer i kombinasjon med fanggjerder kunne være aktuelle sikringsmetoder.

Felles for alle områdene er at det må gjennomføres en detaljert analyse og kartlegging før sikringstiltak blir endelig bestemt og dimensjonert. Både plass og høye treffenergier i områdene som skal sikres vil være utfordrende.

7.4 Planlegging og oppfølging

Det er vår mening at rapporten bør kunne danne grunnlaget for prioritering av sikring i Sulitjelma.

Figurene som viser skredutsatte områder (rød skravur på ortofotoene) viser områder hvor vi vurderer risikoen som høy (rød) etter tabell 5.4. Dette betyr at også områdene utenfor ikke nødvendigvis tilfredsstiller plan og bygningslovens krav til sikkerhet for ny bebyggelse i området.

Et viktig tiltak er at det settes krav til vurdering av skredfaren ved nybygging i Sulitjelma. Der vurderingene viser at skredsikring er nødvendig bør det selvsagt stilles krav om at denne bygges i forkant/parallelt nybyggingen og at brukstillatelser ikke gis før også nødvendig rassikring er ferdigstilt og godkjent.

Bodø 31. desember 2010

Arne Sivertsen

Geolog

Harald Rostad

Ingeniørgeolog

Vedlegg: