

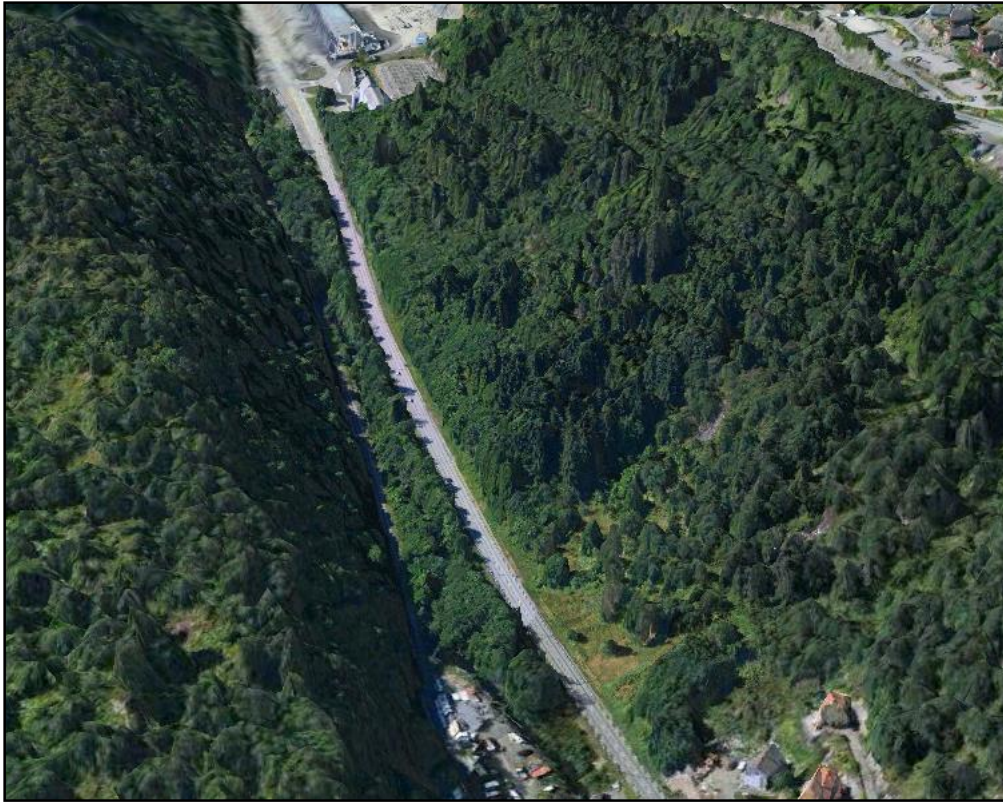
NOTAT - SKREDFARE

OPPDRAG KU og reguleringsplan Sanddalsringen	OPPDRAGSLEDER Irene Våge Silje Hermansen	DATO 18.01.2013 Rev. 17.12.2015
OPPDRAGSNUMMER 96933003	OPPRETTET AV Espen Eidsvåg	

1 Innledning

Sweco Norge AS har på oppdrag for Bergen Tomteselskap utført en skredfarekartlegging for aktuelle deler av reguleringsområdet i områdeplan Sanddalsringen øst i Fana Bydel, Bergen kommune. Dette notatet bygger på og inkluderer deler av et tidligere notat utarbeidet av Sweco, datert 23.05.2011. Størsteparten av det undersøkte området er vist i figur 1.

Det følgende notatet inneholder beskrivelser av området og vurderinger av skredfare for enkeltlokaliteter. Der hvor det er aktuelt har det også blitt skissert hvilke typer tiltak som kan redusere skredfaren til et akseptabelt nivå. I vedlegg 2 er det et faresonekart som viser de sonene som har blitt vurdert å ha skredfare ut i fra kravene i Plan- og bygningslovens tekniske forskrift (TEK10) § 7-3.



Figur 1: Oversiktsfoto fra nord av skråningen mellom Hardangerveien (sentralt) og Sanddalsringen (oppe til høyre), hentet fra Finn 3D kart, www.finn.no.

1.1 Utførte undersøkelser

Det ble gjennomført en befaring onsdag den 6. april 2011. Tilstede på befaringen var fra Sweco geolog, Roger Sørstø Andersen. Det ble også utført en befaring den 9. januar 2013. Tilstede var geolog Espen Eidsvåg fra Sweco.

1.2 Aktuelle skredtyper

Skred kan deles i tre ulike hovedtyper, basert på hvilket materiale det er som raser ut: skred fra fast fjell, løsmasseskred og snøskred. De klimatiske forholdene i Bergen vil sjelden føre til fare for snøskred. Snøskred kan likevel ikke utelukkes helt basert på klima ettersom det har forekommet snøskred tidligere, for eksempel på 1700-tallet. Det er imidlertid tett vegetasjon i området, og topografien er heller ikke av en slik art at man vil forvente snøskred i dette området. Det er dermed faren for løsmasseskred og skred fra fast fjell i form av steinsprang som har blitt undersøkt for det aktuelle området.

2 (11)

NOTAT - SKREDFARE
18.01.2013

1.3 Grunnlag

Grunnlaget for våre vurderinger er:

- Lovgrunnlag fra Plan- og bygningslovens tekniske forskrift (TEK10) § 7-3, samt veileder til forskriften av Direktoratet for byggkvalitet, www.lovdata.no og www.dibk.no.
- Observasjoner gjort under befarung.
- Digitalt kartgrunnlag.
- Berggrunnskart og løsmassekart fra NGU, www.ngu.no.
- Topografiske kart og ortofoto fra Statens kartverk, www.norgeskart.no.
- Tekniske kart fra Bergen kommune, www.bergenskart.no.
- 3D-kart hentet fra Finn, www.finn.no.
- Veileder til kartlegging av flom- og skredfare i arealplaner fra NVE, www.nve.no.
- Informasjon om tidligere skredhendelser fra NVE, www.skrednett.no.

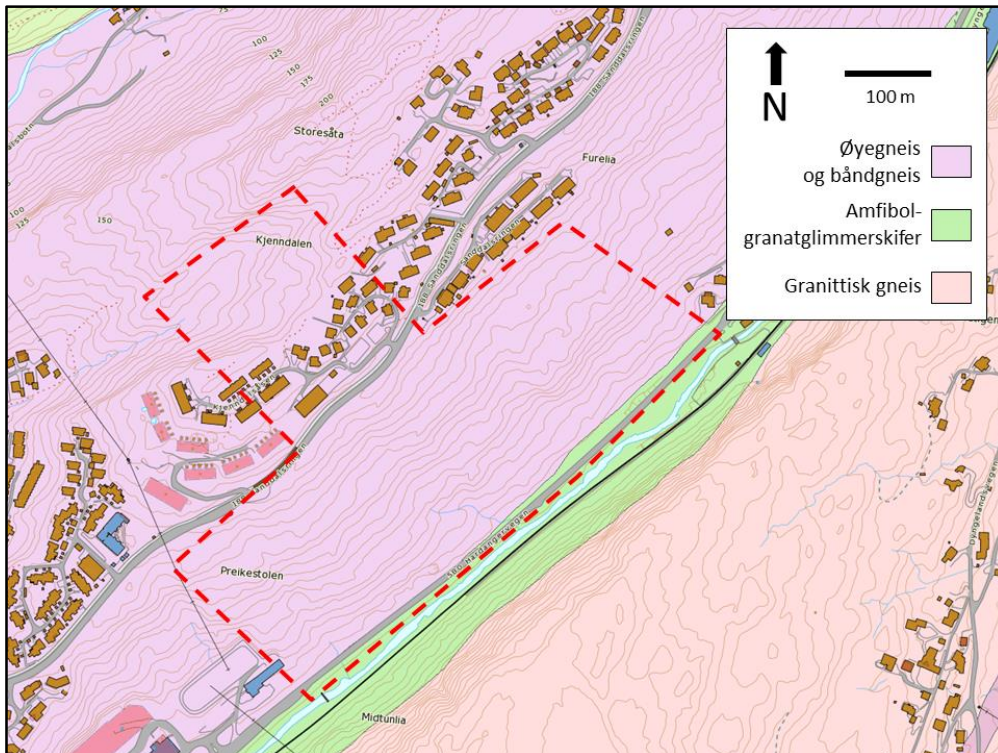
2 Generell områdebeskrivelse

2.1 Topografi

Området består i sørøst av en skråning fra om lag kote 70 ved Hardangerveien opp til ca kote 170 ved Sanddalsringen. Lenger nordvest skrår det nedover mot en liten dal der hvor boligområde BB1 er planlagt. Vedlegg 1 viser et helningskart der steder i terrenget brattere enn 30° og 45° er markert. Gjennomsnittlig helning i terrenget er ca 25°.

2.2 Berggrunn

Berggrunnen i området er en del av Bergensbuene som stammer fra den kaledonske fjellkjedefoldingen. Hovedsakelig består det vurderte området av øyegneis og båndet gneis (figur 2). Nederst i dalen langs Hardangerveien er det av NGU kartlagt en sone med amfibolgranatglimmerskifer, og på andre siden av denne dalen, granittisk gneis.



Figur 2: Berggrunnskart fra NGU. Det undersøkte området er merket med rød, stiplet linje.

2.3 Løsmasser

Det tilgjengelige løsmassekartet på NGU sine nettsider er for dette området kartlagt på målestokken 1:250 000, noe som gjør det uegnet til bruk i denne sammenhengen. Løsmassedekket i området er for det meste tynt, og består hovedsakelig av humus og forvittringsjord, noen steder også morenemateriale. Det er også observert eldre skredmateriale i området i form av blokker i underkant av skrenter.

2.4 Skredhendelser

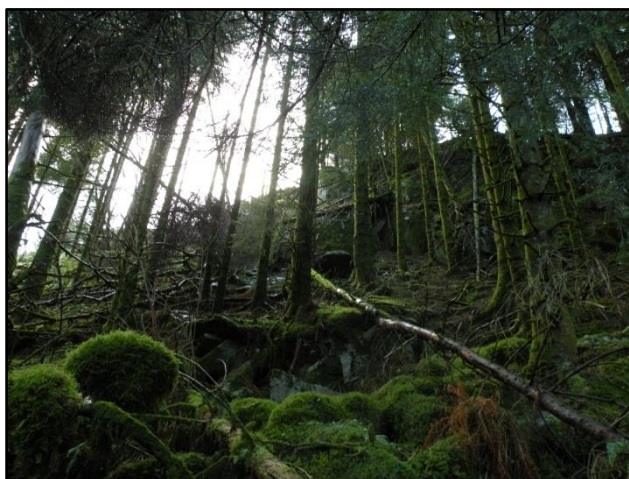
Det finnes ingen registrerte hendelser i dette området i NVE sin skredatabase. Dette betyr ikke at det aldri har gått skred tidligere, bare at de ikke har blitt rapportert inn og registrert.

3 Beskrivelse av delområder

3.1 Delområde BB1

Dette delområdet består av en vestvendt skråning i den øvre delen av Kjennaldalen. Skråningen er for det meste mellom 10 og 35° bratt innenfor delområdet. I det sørvestre hjørnet av delområdet er det en 2-3 m høy, sub-vertikal skrent som fortsetter videre mot vest utenfor delområdets avgrensning (figur 3). Her er det enkelte løse blokker i skrenten, samt blokker noen meter nedover i skråningen nedenfor som trolig stammer fra steinsprang. Det er ingen slike

blokker der hvor terrenget flater ut. I terrenget er det et tynt løsmassedecke, sannsynligvis mellom 0,5 og 1,5 m og for det meste bestående av organisk materiale.



Figur 3: Skråning i delområde BB1 hvor det er en liten skrent.

Noen få steder stikker det berggrunn opp i dagen, for eksempel i en liten skrent helt nordvest i delområdet. Det er gjort sprekkemålinger av berget i en større skrent nordvest for delområdets avgrensning, og disse målingene er vist i tabell 1. Det antas at disse sprekkesettene er relevante også innenfor delområde BB1. For sprekkesett måles strøket, sprekkenes himmelretning (0-360°) i horisontalplanet, og fallet, hvor bratt sprekkene heller i vertikalplanet (0-90°). Disse verdiene oppgis slik at sprekkens fallretning alltid er 90° til høyre for strøketretningen.

Tabell 1: Sprekkemålinger i en større skrent nordvest for delområde BB1.

Sprekkesett	Strøk/fall	Beskrivelse
1	233/58	Strøket til foliasjonsplanet går i retning SV-NØ. Fallet er 58° mot NV. Sprekkeavstanden er om lag 0,1-0,3 m.
2	125/90	Strøket til sprekkeplanet går i retning SØ-NV. Fallet er vertikalt.
3	115/45	Strøket til sprekkeplanet går i retning ØSØ-VNV. Fallet er 45° mot SSV.

3.2 Delområde B1 og mot B/K1-2

På sørøstsiden av Sanddalsringen planlegges det nytt boligområde. Området er i øvre kant av skråningen mellom Hardangerveien og Sanddalsringen, men det er relativt slakt her. Noen få steder er det likevel 2-4 m høye skrenter (figur 4). Disse har for det meste en helning på ca. 45°, maksimalt 60° helt lokalt. Det tydeligste sprekkesettet (foliasjonen) i området (sprekkesett 1 i tabell 2) faller 50° langs disse skrentene og gjør at det finnes enkelte avgrensede blokker i

skrentene. Dette sprekkeplanet har trolig vært bestemmende for at skrentene er som de er. Nedenfor så å si alle skrentene er terrenget tilnærmet flatt. Et lite stykke sørøst for avgrensningen av boligområdet er det også en mindre skrent, ca. 2-5 m høy.



Figur 4: Skrent i delområde B1 og mot B/K1-2

Det går enkelte små bekker gjennom område. Den tydeligste av disse renner ut i fra under veien ved et buss-skur på sørøstsiden av Sanddalsringen. Vegetasjonen i området er i dag for det meste granskog og noe løvskog med en del mose på bakken.

Tabell 2: Sprekkemålinger i og ved delområde B1 mot B/K1-2. Sprekkesett 1 er målt i en skrent inne i området. Sprekkesett 2, 3 og 4 er målt i en veiskjæring på nordvestsiden av Sanddalsringen, ved avkjørselen til Kjenndalsbrotet.

Sprekkesett	Strøk/fall	Beskrivelse
1	048/50	Strøket til foliasjonsplanet går i retning NØ-SV. Fallet er 50° mot SØ.
2	050/65	Strøket til foliasjonsplanet går i retning NØ-SV. Fallet er 65° mot SØ. Dette planet er trolig det samme som sprekkesett 1. Det er stedvis noe foldet.
3	133/42	Strøket til sprekkeplanet går i retning SØ-NV. Fallet er 42° mot SV.
4	140/90	Strøket til sprekkeplanet går i retning SØ-NV. Fallet er vertikalt.

3.3 Delområde Næ1-4, delvis også Næ5-8

Dette delområdet er tidligere kartlagt ved et notat fra Sweco datert 23.05.2011 og deler av beskrivelsene av dette området er hentet fra det notatet. I skråningen i delområdet er det både brattere og slakere partier. Stedvis er det enkelte tilnærmet vertikale småskrenter. Det vokser en del trær, einer og noe lyng og gress i området. Stedvis i området ble det observert partier med avgrensede blokk og flak i berget. I tillegg er det registrert noe eldre skredblokk i terrenget. Stedvis er det bratte bergskrenter på opptil ca. 4-6 m høyde i skråningen. Det ble registrert

6 (11)

NOTAT - SKREDFARE
18.01.2013

avgrensede blokker og flak enkelte steder. Det ligger også enkelte løse blokker i skråningen. Det er gjort målinger av sprekkesettene sør for delområdet (figur 4), vist i tabell 3.



Figur 5: Bergets helning i den sørlige delen av delområde Næ1-4.

Det ble observert tilsig av vann i området, blant annet 5-6 bekkeløp. Det kan være en risiko for frostsprenging i berget, som kan utløse steinsprang. I perioder med nedbør vil en få tilsig av vann. Vanntrykk på glideplanene vil redusere normalspenningen og dermed også friksjonen, noe som også kan utløse steinsprang.

Tabell 3: Sprekkemålinger i delområde Næ1-4. Det finnes også andre lokale sprekker og stikk som ikke tilhører disse sprekkesettene, men som lokalt kan skape ustabile forhold.

Sprekkesett	Strøk/fall	Beskrivelse
1	030/50 – 045/60	Strøket til foliasjonsplanet går i retning NØ-SV. Fallet er mellom 50 og 60° mot SØ.
2	130/80	Strøket til foliasjonsplanet går i retning SØ-NV. Fallet er ca 80° mot SV.
3	170/20 – 200/45	Strøket til sprekkeplanet går i retning N-S. Fallet er mellom 20 og 45° mot V.
4	270/70 – 300/90	Strøket til sprekkeplanet går i retning Ø-V. Fallet er mellom 70 og 90°, slakt mot N.

4 Vurdering av skredfare

Vurderinger av skredfare gjøres i henhold til sikkerhetsklasser for bygg definert i plan- og bygningslovens tekniske forskrift (TEK 10) § 7-3. Disse sikkerhetsklassene er satt på bakgrunn av de forventede konsekvensene en eventuell skredhendelse vil ha på ulike typer bygg. Bygg i sikkerhetsklasse S1 skal ikke ha større skredfare enn 1/100 per år. Dette gjelder for eksempel for garasjer og naust. Bygg i sikkerhetsklasse S2, for eksempel vanlige bolighus, skal ikke ha større skredfare enn 1/1000 per år. Bygg hvor det normalt oppholder seg mer enn 10 personer; rekkehus, boligblokker skoler, barnehager med mer faller i sikkerhetsklasse S3. Slike bygg skal

ikke ha større skredfare enn 1/5000 per år. Ytterligere presisering av hvilke typer bygg som faller i de ulike sikkerhetsklassene finnes i veilederen til TEK10 (www.dibk.no). I forbindelse med planarbeid utarbeides det faresonekart som viser utstrekningen av soner med de ulike nominelle årlige sannsynlighetene for skredhendelser. I tilfeller hvor det ikke finnes noe historisk datagrunnlag for å vurdere frekvensen av skredhendelser, slik som er tilfellet her, vil man utelukkende måtte bruke faglig skjønn for å anslå skredfaren.

4.1 Delområde BB1

Fra skrenten i det sørvestre hjørnet av delområde BB1 kan det en sjelden gang komme enkelte utfall av steinblokker, hovedsakelig blokker mindre enn 1 m³. Den årlige nominelle sannsynligheten (skredfaren) for slike utfall vurderes å være større enn 1/5000. Det er litesynlig at slike utfall vil nå vesentlig lengre enn de blokkavsetningene som allerede ligger nedover skråningen. Også nordvest i området kan det forekomme noe utfall med ganske avgrenset utløp med større årlig sannsynlighet enn 1/5000. Det er ikke gjort modellering av utløpsdistanser i disse skråningene, da maksimal utløpsdistanse ansees å være ganske godt fastsatt ut i fra avsetningene i skråningene. Det er ingen steder i delområde BB1 hvor skredfaren er vurdert å være større enn 1/1000 eller 1/100 per år. Det er heller ikke vurdert å være fare for løsmasseskred noen steder i området.

4.2 Delområde B1 og mot B/K1-2

Skredfaren fra skrentene i delområdet er stedsmessig svært begrenset. Ettersom det utpregede sprekkesettet er langs skrentene og disse bare er 45-60° bratte vil utløste blokker på noen få m³ kun skli ned til bunnen av skrenten. Utløpsdistansen av slike blokker vil i praksis derfor bare være 1-5 m i fra utløsningspunktet. Den årlige sannsynligheten for utfall fra disse skrentene vurderes å være større enn 1/5000 per år. Hele delområdet er befart, men lokaliseringen av skrentene, og dermed også faresonene, har blitt fastsatt ut i fra helningskartet i vedlegg 1. Det er ingen steder i delområde B1-B2-B3 hvor skredfaren er vurdert å være større enn 1/1000 eller 1/100 per år.

Det vurderes at det ikke er noen vesentlig fare for løsmasseskred i delområdet. Det er neppe fare for flomskred langs bekken, og det er heller ingen egnede løsneområder for jordskred.

4.3 Delområde Næ1-4, delvis også Næ5-8

Delområdet har som nevnt blitt kartlagt og vurdert tidligere, og det vises til vurderinger i den rapporten. Den gang ble det vurdert at det var enkelte skrenter i skråningen med skredfare større enn 1/1000 per år. Disse skrentene har blitt avgrenset ved hjelp av helningskartet i vedlegg 1. Faresonene i vedlegg 2 har blitt satt med den forutsetning at utløste blokker fra disse skrentene vil stoppe innen noen få meter fra foten av skrenten, de vil neppe ha noen særlig stor rekkevidde.

Det har ikke blitt laget faresoner med skredfare 1/100 og 1/5000 per år for dette delområdet. Det vurderes at det ikke vil løsne blokker med frekvens høyere enn 1/100 per år. De skredene som løsner oftere enn hvert 5000 år (men sjeldnere enn hvert 1000 år) vurderes å ikke ha noe lenger

utløp enn skredene som løsner oftere enn hvert 1000 år. Dermed inneholder faresonekartet i vedlegg 2 kun faresoner for skredfare 1/1000 per år.

Det er vurdert at det ikke er noen vesentlig fare for løsmasseskred i området da terrenget er kupert, det er synlig fjell i dagen og det ikke er noen store mektigheter med løsmasser.

5 Anbefalte sikringstiltak

5.1 Delområde BB1

I skrenten sørvest i delområde BB1 anbefales det rensk og bolting av løse blokker. Helt lokalt hvor det er bratt kan det kanskje være nødvendig med stabilisering av løsmasser for å hindre erosjon. Dette avhenger imidlertid av hvilke terrengingrep som gjøres i området. Inngrep i terrenget som endrer topografien eller vegetasjonen vil kunne føre til større skredfare.

5.2 Delområde B1 og mot B/K1-2

Sikringstiltakene for å redusere skredfaren vil avhenge noe av hvilke inngrep som er planlagt i terrenget. I de fleste tilfeller vil imidlertid rensk og bolting av løse blokker i skrentene være tilstrekkelig for å redusere skredfaren til et akseptabelt nivå i delområdet.

5.3 Delområde Næ1-4 og delvis Næ 5-8

Det antas at deler av berget i dette området skal sprenges ut for å få plass til bygninger, og at de bakre skjæringene vil bli 15-20 m høye. Det vil i så tilfelle være behov for omfattende sikring, hovedsakelig i form av bolting. Avhengig av plasseringen av byggegroppen vil det også kunne bli behov for sikring av skrenter som ligger tett over byggegroppen.

Avhengig av hvordan sprengningsarbeidet blir utført vil sikringsmengden variere. Dersom en sprenger ut etter fjellets fallretning mot det planlagt utbygde området vil det bli mindre behov for sikring. Fjellet heller fra ca. 45-60° mot utbyggingsområdet (figur 5). Dersom en sprenger ut langs denne formasjonen vil helningen på ferdig skjæring ha tilsvarende fall og en kutter ikke "foten" til fjellet. Det vil også innebære at en får mer luft mellom bygningsmassen og berget. Blir sprengningsarbeidet utført langs disse sprekkeplanene vil det bli store fine flater og relativt lite sikringsbehov i forhold til ved vertikale skjæringer.

Et estimat på boltebehovet er en boltetetthet på 3 m, stedvis kan det i tillegg være behov for forbolting. Dette er sannsynligvis konservativt, men med tanke på at det kan bli en del bergflak med helning ut mot det planlagt utbygde området, og som blir kuttet i foten kan det likevel brukes som et øvre mengdeanslag. Fordelt på et areal på ca. 5500 m² gir dette et estimert bolteforbruk på ca. 780 bolter. I tillegg vil det bli behov for 150-200 bolter til forbolting, dette vil variere med hvordan en sprenger. Avhengig av sprengningsarbeider og endelig utforming av skjæringene kan behovet for sikring også bli en god del større. Dersom en sprenger vertikalt vil en kappe "foten" av berget og flak kan løsne ut mot det planlagt utbygde område. Dette innebærer en god del mer sikringsarbeid både med forbolting og til den permanente sikringen.

Der hvor det blir forboltet bør det brukes Ø32 mm fullt innstøpte bolter i varmforsinket utførelse. Boltene må være lange nok til å låse de aktuelle flakene, det vil si helst like høye som de

aktuelle skjæringene, men dette kommer også litt an på vinkelen til skråplanene og til boltene. De resterende boltene bør hovedsakelig også være innstøpte bolter i ulike lengder. Polyesterforankrede bolter brukes der hvor det er behov for umiddelbar sikring. Totalt kan det påregnes behov for isnett langs deler av skjæringene, eventuelt en grøft som vil kunne fange opp isras.

Det forventes ikke mye løsmasser, men stedvis kan det være lommer med noe mer løst materiale. Det vil derfor også være behov for mindre murkonstruksjoner (støpte eller sognemurer) for å hindre erosjon av løsmasser på toppen av skjæringer.

De planlagte sprengningsarbeidene vil gi visse rystelser i berggrunnen i området. Mesteparten av energien i sprengladningen brukes i å bryte bergmassen. Resten av energien bre seg i omkringliggende materialer i form av spenningsendringer som forplanter seg som bølger i materialene. Fjell og jord, stein og andre løsmasser vil i denne sammenheng oppføre seg som elastiske materialer. Dette kan medfølge store ødeleggelser for bygninger og viktige installasjoner dersom sprengningen ikke er nøyaktig planlagt. Sprengningsarbeidene som skal utføres må derfor planlegges på en slik måte at definerte vibrasjonsgrenser overholdes og at arbeidene ikke skader bygninger og andre eiendommer.

For bygningskonstruksjoner defineres følgende foreløpige grenseverdier: For boligeiendommer i området er vertikal svingehastighet $v = 50$ mm/s. Det anbefales å montere vibrasjonsmålere på strategiske steder på nærliggende bygg for å dokumentere at vibrasjonsgrensene overholdes. Målerne skal leses av etter hver salve. Justeringer i sprengningsopplegg skal vurderes dersom målte verdier er nær, eller over definerte grenseverdier og ut fra lokale forhold. Det skal legges stor vekt på å unngå sprut under sprengningen. Salvene må dekkes forskriftsmessig med tunge skytematter og not. Det er viktig at skytemattene også dekker godt til sidene for salva. Det forutsettes nøyaktig boring og god fordemming av alle salvehull.

6 Konklusjoner

For delområdene BB1 og B1 mot B/K1-2 er enkelte mindre skrenter vurdert å kunne ha utfall med større årlig sannsynlighet enn 1/5000. I delområde Næ1-4 og delvis Næ5-8 er skrentene noe brattere og større, og det forventes utfall av steinblokker med større årlig sannsynlighet enn 1/1000. Disse vurderingene gjelder dagens terrengforhold, eventuelle endringer vil kunne medføre større eller mindre skredfare.

Det skal trolig gjennomføres sprengning i delområde Næ1-4 og delvis også i Næ5-8 ved utbygging. Det er gunstig å gjøre slik sprengning langs sprekkese 1, vist i figur 5 og tabell 3.

Vi anbefaler følgende tiltak:

Før eventuelle sprengningsarbeider:

- For å få en god oversikt over situasjonen renskes trær og vegetasjon bort.
- Åpenbart avgrensede blokker i nærliggende bergskrenter renskes bort før sprengningsarbeidene starter.
- Ingeniørgeolog eller geolog skal vurdere om det er behov for forbolting.

10 (11)

NOTAT - SKREDFARE
18.01.2013

Etter eventuelle sprengningsarbeider:

- Avgrensede blokker, kiler og flak fjernes ved rensk i skjæringen. Rensk skal alltid avsluttes med spettrensk.
- Avgrensede blokker, flak og kiler som ikke løsner ved rensk sikres med bolter og eventuelt fjellbånd.
- Det kan også være aktuelt med steinspang/isnett i skjæringen.
- Detaljer for lengde og type bolter bestemmes på stedet, boltene skal være forankret minimum 1 meter inn i friskt fjell.

Det må etter utspredning av eiendommen regnes med en god del sikringsarbeider. Det viktig at definerte vibrasjonsgrenser overholdes, slik at arbeidene ikke skader bygninger og andre eiendommer. Vibrasjonsgrense for sprenging i områder nær bolig og industri er beregnet til 50 mm/s.

Alle sikringsarbeider må prosjekteres og følges opp av foretak med ingeniørgeologisk/geologisk kompetanse og utføres av personell med nødvendig kompetanse innen fjellsikring.

Sweco Norge AS

Utarbeidet av

Espen Eidsvåg

Espen Eidsvåg

Geolog

Kontrollert

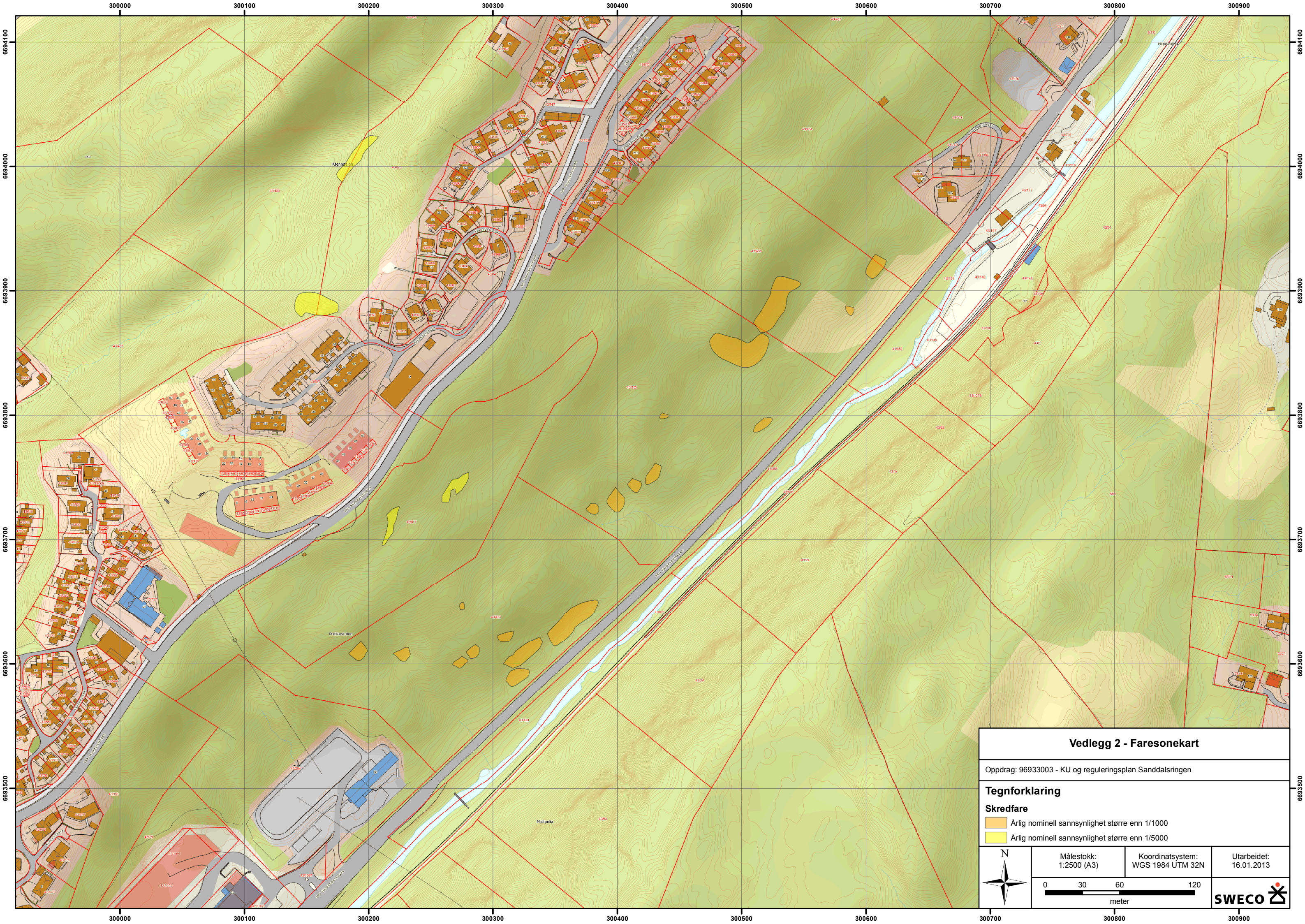
Roger S. Andersen

Roger Sørstø Andersen

Geolog

Vedlegg:



1. Faresonekart 2. Helningskart



Vedlegg 2 - Faresonekart

Oppdrag: 96933003 - KU og reguleringsplan Sanddalsringen

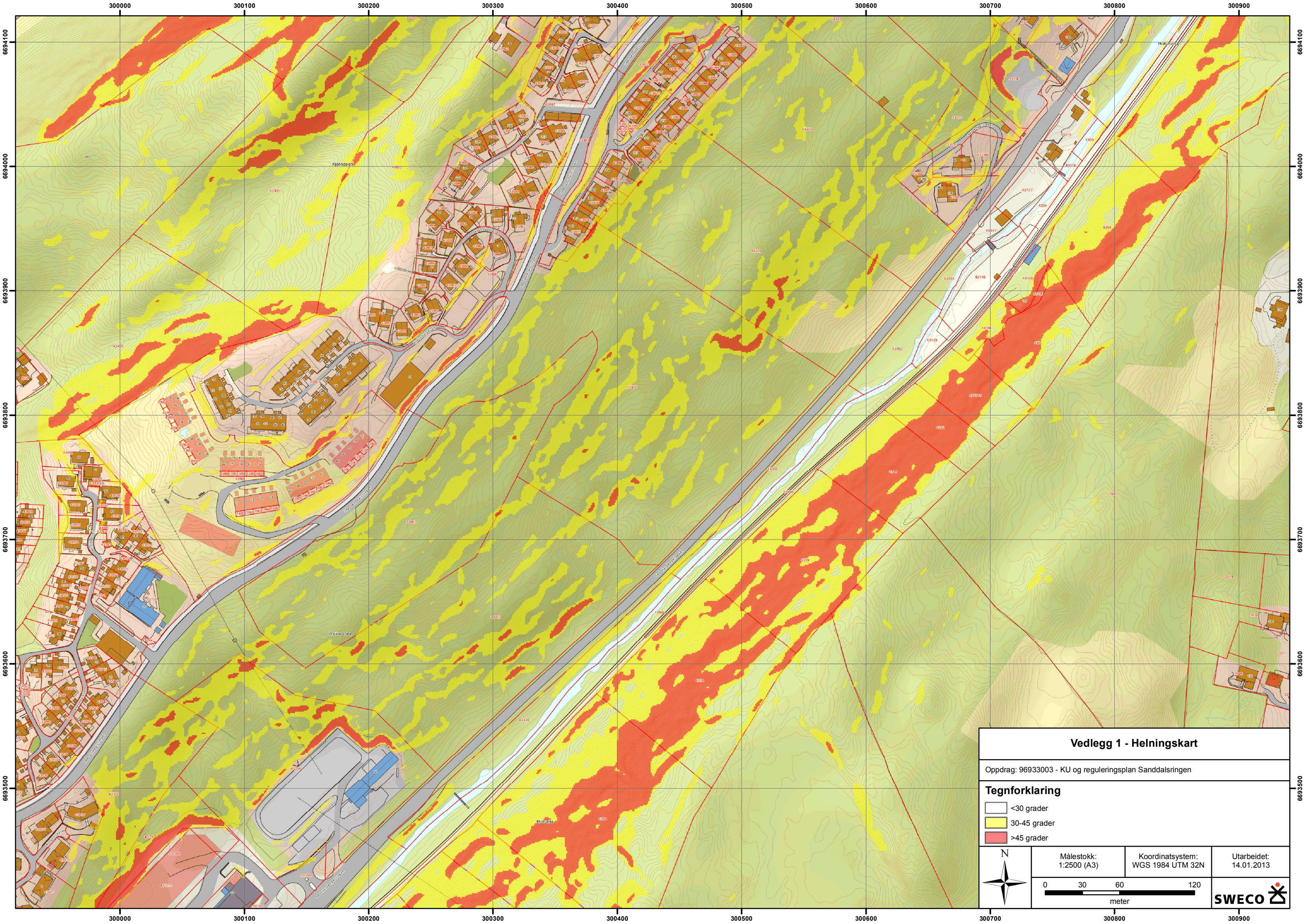
Tegnforklaring

- Skredfare**
-  Arlig nominell sannsynlighet større enn 1/1000
 -  Arlig nominell sannsynlighet større enn 1/5000



Målestokk: 1:2500 (A3)	Koordinatsystem: WGS 1984 UTM 32N	Utarbeidet: 16.01.2013
0 30 60 120 meter		








Vedlegg 1 - Helningskart

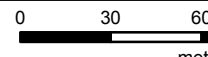
Oppdrag: 96933003 - KU og reguleringsplan Sanddalsringen

Tegnforklaring

-  <30 grader
-  30-45 grader
-  >45 grader



Målestokk:
1:2500 (A3)



meter

Koordinatsystem:
WGS 1984 UTM 32N

Utarbeidet:
14.01.2013

