

## RAPPORT

Lardal kommune

GS-vei, Lardal  
Stabilitet

Geoteknisk rapport  
110126r2

29. februar 2012

Prosjekt: GS-vei, Lardal  
Dokumentnavn: Stabilitet  
Dokumentnr: 110126r2  
Dato: 29. februar 2012  
Kunde: Lardal kommune  
Kontaktperson: Morten Ulleberg  
Kopi:

Rapport utarbeidet av: Lars Erik Haug  
Rapport kontrollert av: Geir Solheim  
Prosjektleder: Geir Solheim

---

#### Sammendrag:

Lardal kommune planlegger bygging av en gang- og sykkelvei langs Krokenveien i Svarstad. Som grunnlag for utarbeidelse av reguleringsplan har GrunnTeknikk AS på oppdrag fra Lardal kommune utført grunnundersøkelser, beregnet stabilitet og gitt anbefalinger vedrørende grave og fundamenteringsløsninger for det aktuelle området. Kontaktperson for oppdraget har vært Morten Ulleberg.

Grunnforholdene i det undersøkte området består generelt av et topplag av tørrskorpepreget leire/silt over middels fast siltig leire og leirig silt med innhold av noe sand og grus. Nordøst før Krokenveien 49 er det påvist kvikke/sensitive masser. I dette området er det gjort undersøkelser i flere omganger for å kartlegge kvikkeiresonen.

Beregningene viser dårlig beregningsmessig sikkerhet i profil A-A med dagens situasjon,  $F_c = 1,0$ . Å oppnå beregningsmessig sikkerhet 1,5, vil føre til meget omfattende tiltak. Det er derfor sett på løsninger med motfyllinger og lette veifyllinger som vil gi 15-20 % forbedring av dagens situasjon.

Mellom profil 310 og 420 skal veien ligge på fylling på nordsiden av dagens Krokenvei. Dagens skråning har beregningsmessig meget lav sikkerhet og er tilnærmet labil med sikkerhet  $F_c = 1,0$ . Uansett om gang- og sykkelveien blir etablert eller ikke bør det gjøres stabiliserende tiltak i skråningen. Et evt. brudd i grunnen kan få meget omfattende konsekvenser med bakovergripende og suksessive ras. Før en evt. oppfylling for veien må derfor stabilitetsforholdene forbedres. Vi vil anbefale at dette gjøres ved utlegging av motfylling på jordet i skråningsfot.

Nærmere anbefalinger framgår av rapporten.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	3
2	Utførte undersøkelser.....	3
3	Grunnforhold.....	3
4	Stabilitet.....	4
4.1	Regelverk og forutsetninger.....	4
4.1.1	Grunnforhold og terreng.....	6
4.1.2	Lagdelling og parametere.....	6
4.1.3	ADP-analyse.....	6
4.1.4	Oppfylling og laster.....	7
4.2	Beregningsresultater.....	8
5	Anbefalinger vedrørende grave- og fundamentarbeider.....	10
5.1	Profil 0 - 310.....	10
5.2	Profil 310 - 420.....	10
5.3	Profil 410 - 710.....	11
5.4	Profil 710 - 920.....	11
6	Sluttkommentar/kritiske forhold.....	11

## TEGNINGER

Tegn nr.	Tittel	Målestokk
0	Oversiktskart	1:25 000
2	Borplan med kvikkleiresone	1:1000
100	Profil A-A og B-B	1:200

## VEDLEGG

1	Oversiktskart, tegning B fra tegningshefte Detalj- og reguleringsplan, av 15.10.11
---	--

## REFERANSER

[1]	NVEs retningslinjer nr. 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplanar»
-----	---

## 1 Innledning

Lardal kommune planlegger bygging av en gang- og sykkelvei langs Krokenveien i Svarstad. Som grunnlag for utarbeidelse av reguleringsplan har GrunnTeknikk AS på oppdrag fra Lardal kommune utført grunnundersøkelser, beregnet stabilitet og gitt anbefalinger vedrørende grave og fundamenteringsløsninger for det aktuelle området.

Kontaktperson for oppdraget har vært Morten Ulleberg.

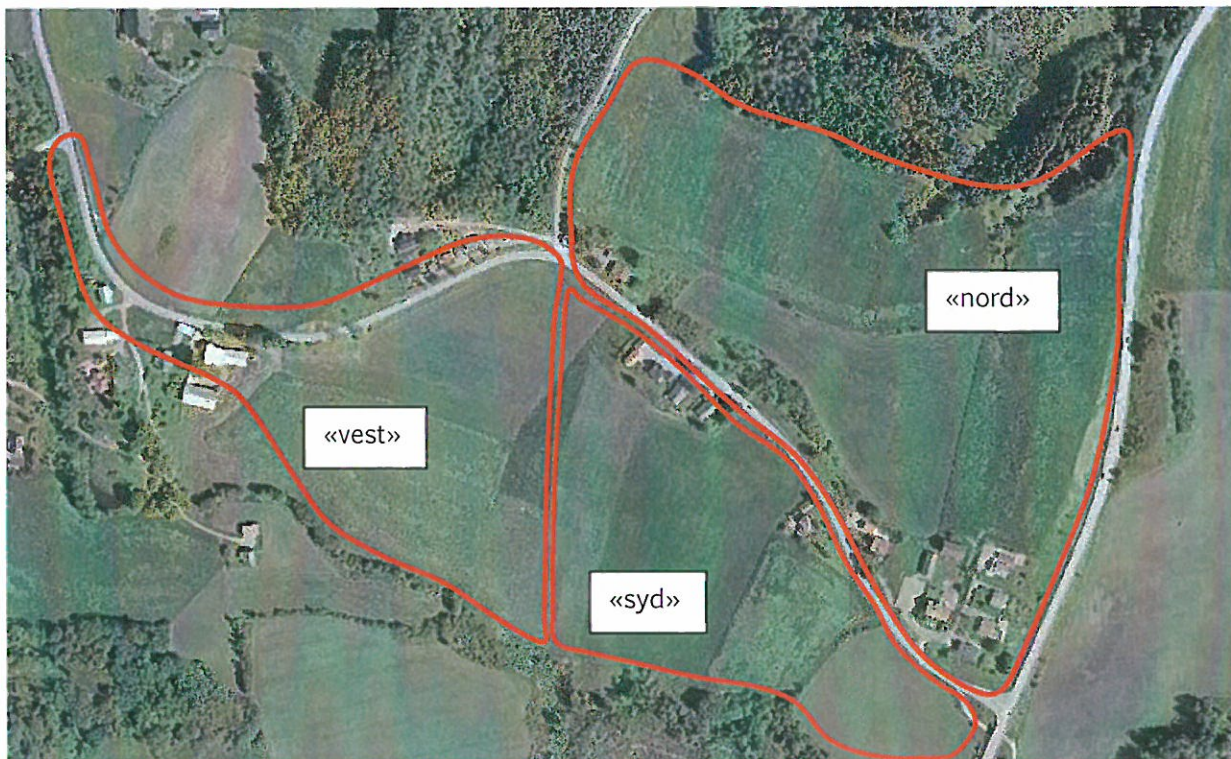
Foreliggende rapport er en geoteknisk rapport med resultater fra stabilitetsberegningene og anbefalinger vedrørende grave- og fundamenteringsløsninger.

## 2 Utførte undersøkelser

GrunnTeknikk AS har utført grunnundersøkelser for gang- og sykkelveien vinteren 2011/2012. Grunnundersøkelsen har bestått av dreietrykksonderinger, trykksonderinger/CPTU og opptak av forstyrrede og uforstyrrede prøver med tilhørende laboratorieanalyser. En sammenstilling av alle grunnundersøkelsene er beskrevet i geoteknisk datarapport 110126r1, datert 10. februar 2012.

## 3 Grunnforhold

Grunnforholdene i det undersøkte området består generelt av et topplag av tørrskorpepreget leire/silt over middels fast siltig leire og leirig silt med innhold av noe sand og grus.



Figur 1 Oversiktsbilde over det undersøkte området med «områdeinndeling» (gulesider.no).

Nordøst før Krokenveien 49 (område «nord») er det påvist kvikke/sensitive masser. I dette området er det gjort undersøkelser i flere omganger for å kartlegge kvikkleiresonen. I syd er det registrert lagdelte masser av middels fast, sandig og grusig leire/silt. Leira er lite sensitiv. I vest er det grunnere til fjell og for det meste påvist faste masser.

Grunnvannstanden er ikke målt.

For en mer detaljert beskrivelse av grunnforholdene vises til geoteknisk datarapport 110126r1 av 10. februar 2012.

Med bakgrunn i tidligere og nye grunnundersøkelser er det gjort en vurdering av utbredelse av kvikkleire i området. Sannsynlig kvikkleiresone er vist på tegning nr. 110126 - 2.

## 4 Stabilitet

Basert på mottatte planer og utførte grunnundersøkelser, er det utført stabilitetsberegninger i et antatt kritisk snitt fra Krokenveien og mot kvikkleiresonen i nord. Videre er det gjort beregning i en ravineskråning lengst nord i kvikkleiresonen.

### 4.1 Regelverk og forutsetninger

Gjeldende regelverk legges til grunn for beregningene,

- NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008 (Eurokode 0) og NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7)
- Statens vegvesen (SV), Håndbok 016 Geoteknikk i vegbygging, 6. utgave, juni 2010
- NVE retningslinjer 2011\_02 «Flaum og skredfare i arealplanar»

For geoteknisk prosjektering gjelder dermed:

Det planlegges en gang- og sykkelvei (grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte forhold) som blir kategorisert med pålitelighetsklasse 3 (CC/CR). Dette gir kontrollklasse U (utvidet kontroll). Det legges til grunn geoteknisk kategori 3 da planene viser en gang- og sykkelvei med oppfylling i bratt skråning over et kvikkleireområde.

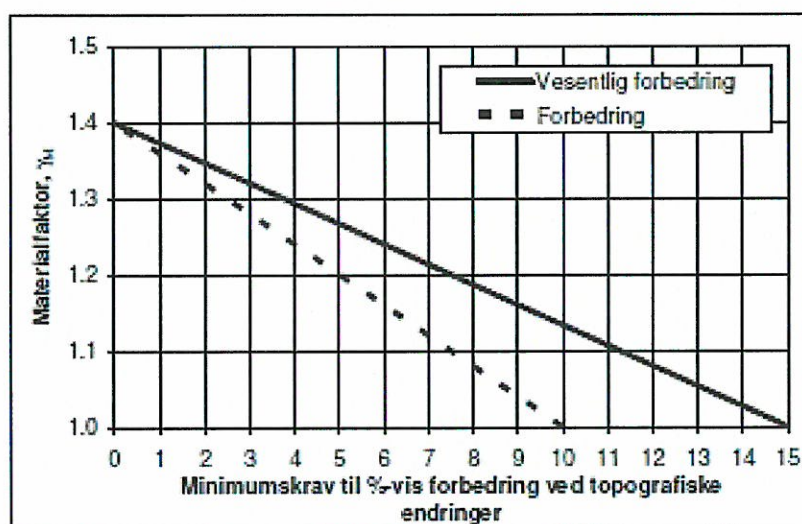
For prosjektering anbefales uavhengig 3 parts kontroll av beregninger.

Prosjektet kategoriseres i konsekvensklasse CC2. Krav om partialfaktor er  $\gamma_m \geq 1,4$  iht. NVEs retningslinjer og  $\gamma_m \geq 1,5$  iht. Håndbok 016, alternativt % - vis forbedring/vesentlig forbedring for totalspenningsanalyse og sprøtt, kontraktant brudd.

Det er ikke utført en utfyllende faregradsevaluering. Tiltak vedr. kommunale veien vil imidlertid havne i kategori K2 i følge NVEs tabell vist under. Dette krever minimum «forbedring». Vi har imidlertid tatt høyde for at det ved lav sikkerhet i dagens kvikkleireskråninger med  $\gamma_m \sim 1,0$  oppnås vesentlig forbedring, dvs. over 15 %. Figur 3.1 fra [1] viser prosentvis forbedring ved topografiske endringer i naturlig terreng.

Tiltakskategori Beskrivelse av tiltak	Faregradklasse før utbygging		
	Lav	Middels	Høy
<b>K1. Små tiltak uten tilflytting av personer.</b> <b>Ingen negativ påvirkning på stabilitetsforholdene.</b> Garasjer, mindre tilbygg, mindre terrenginngrep o.l.	Tiltak bør følge anbefalingene i " <a href="#">Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner (se f.eks. NGI-rapport 2001008-62)</a> "	Tiltak bør følge anbefalingene i " <a href="#">Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner (se f.eks. NGI-rapport 2001008-62)</a> "	<b>Faregradevaluering</b> <b>Stabilitetsanalyse:</b> a) Materialfaktor $\geq 1,4$ eller b) ikke forverring <b>Vanlig kontroll</b> (Prosjektklasse 2, NS 3480)
<b>K2. Tiltak av begrenset omfang uten tilflytting av personer.</b> <b>Negativ påvirkning på stabilitetsforholdene.</b> Private og kommunale veier, grøfter, planeringer, oppfyllinger o.l.	<b>Faregradevaluering</b> <b>Stabilitetsanalyse:</b> a) Materialfaktor $\geq 1,4$ eller b) ikke forverring <b>Vanlig kontroll</b> (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller <b>Skjerpet kontroll</b> (Prosjektklasse 3, NS 3480)	<b>Faregradevaluering</b> <b>Stabilitetsanalyse:</b> a) Materialfaktor $\geq 1,4$ eller b) forbedring <b>Vanlig kontroll</b> (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller <b>Skjerpet kontroll</b> (Prosjektklasse 3, NS 3480)	<b>Faregradevaluering</b> <b>Stabilitetsanalyse:</b> a) Materialfaktor $\geq 1,4$ eller b) forbedring <b>Vanlig kontroll</b> (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller <b>Skjerpet kontroll</b> (Prosjektklasse 3, NS 3480)
<b>K3. Tiltak som innebærer tilflytting av mennesker.</b> <b>Viktige samfunnsfunksjoner.</b> Boliger, institusjoner, skoler, næringsbygg, VAR-anlegg, sentralt kraftnett o.l.	<b>Faregradevaluering</b> <b>Stabilitetsanalyse:</b> a) Materialfaktor $\geq 1,4$ eller b) forbedring <b>Skjerpet kontroll</b> (Prosjektklasse 3, NS 3480)	<b>Faregradevaluering</b> <b>Stabilitetsanalyse:</b> a) Materialfaktor $\geq 1,4$ eller b) vesentlig forbedring <b>Skjerpet kontroll</b> (Prosjektklasse 3, NS 3480)	<b>Faregradevaluering</b> <b>Stabilitetsanalyse:</b> a) Materialfaktor $\geq 1,4$ eller b) vesentlig forbedring <b>Skjerpet kontroll</b> (Prosjektklasse 3, NS 3480)

Tabell 1 Vurdering av sikkerhet ved tiltak i områder med fare for kvikkleireskred. Tabell 3.1 [1].



Figur 1 Prosentvis forbedring ved topografiske endringer i naturlig terreng. Figur 3.1 [1].

### 4.1.1 Grunnforhold og terreng

Terrengprofiler A-A og B-B er opptegnet med bakgrunn i kart oversendt fra oppdragsgiver, innmålte boringer fra GeoStrøm AS og utførte dreietrykksonderinger. Dette viser terreng og grunnforhold for beregningene.

### 4.1.2 Lagdeling og parametere

Det er utført beregninger i Geosuite Stabilitet på totalspenningsbasis ved ADP-analyse, samt effektivspenningsparametere i sand/siltmaterialer. Følgende lagdeling og grunnparametere er benyttet;

### 4.1.3 ADP-analyse

Silt:  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ,  $a = 0$ ,  $\phi = 31^\circ$

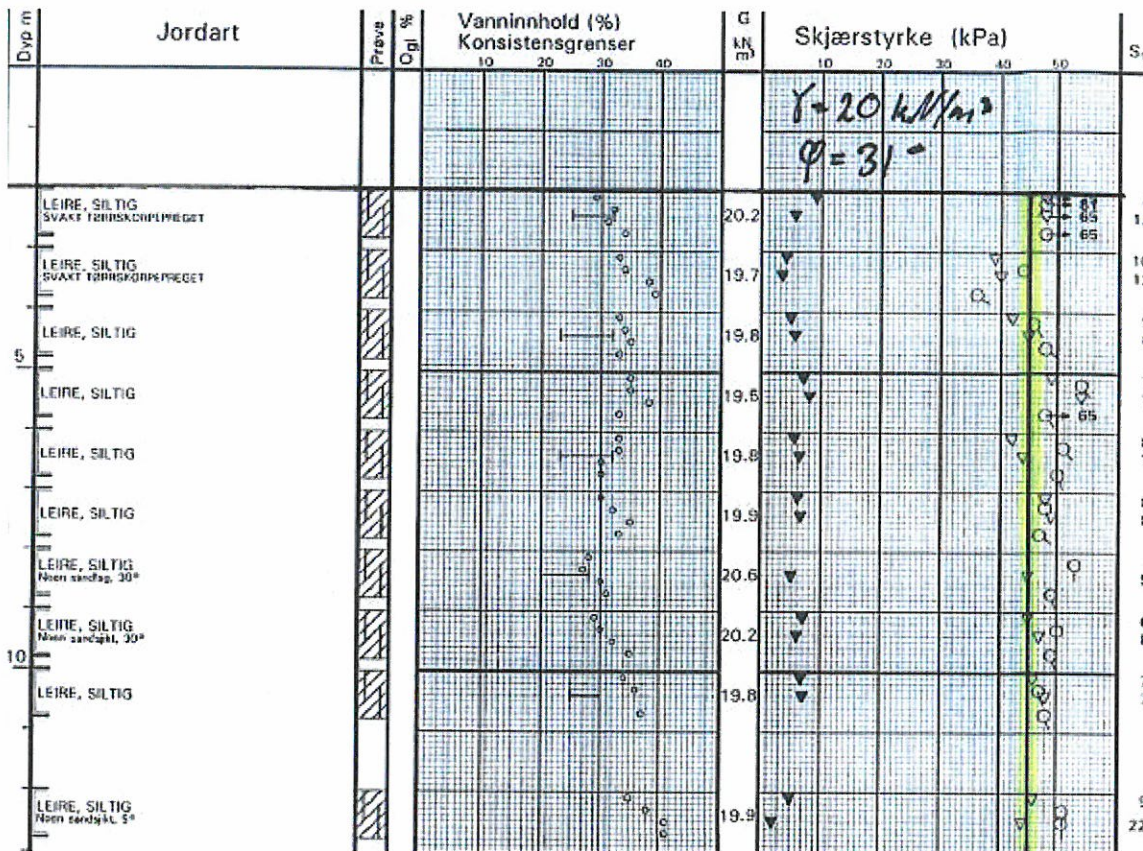
leire:  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ,  $s_{ud} = 45 \text{ kPa}$  (i ravineryggen)

Silt:  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ ,  $a = 0$ ,  $\phi = 31^\circ$

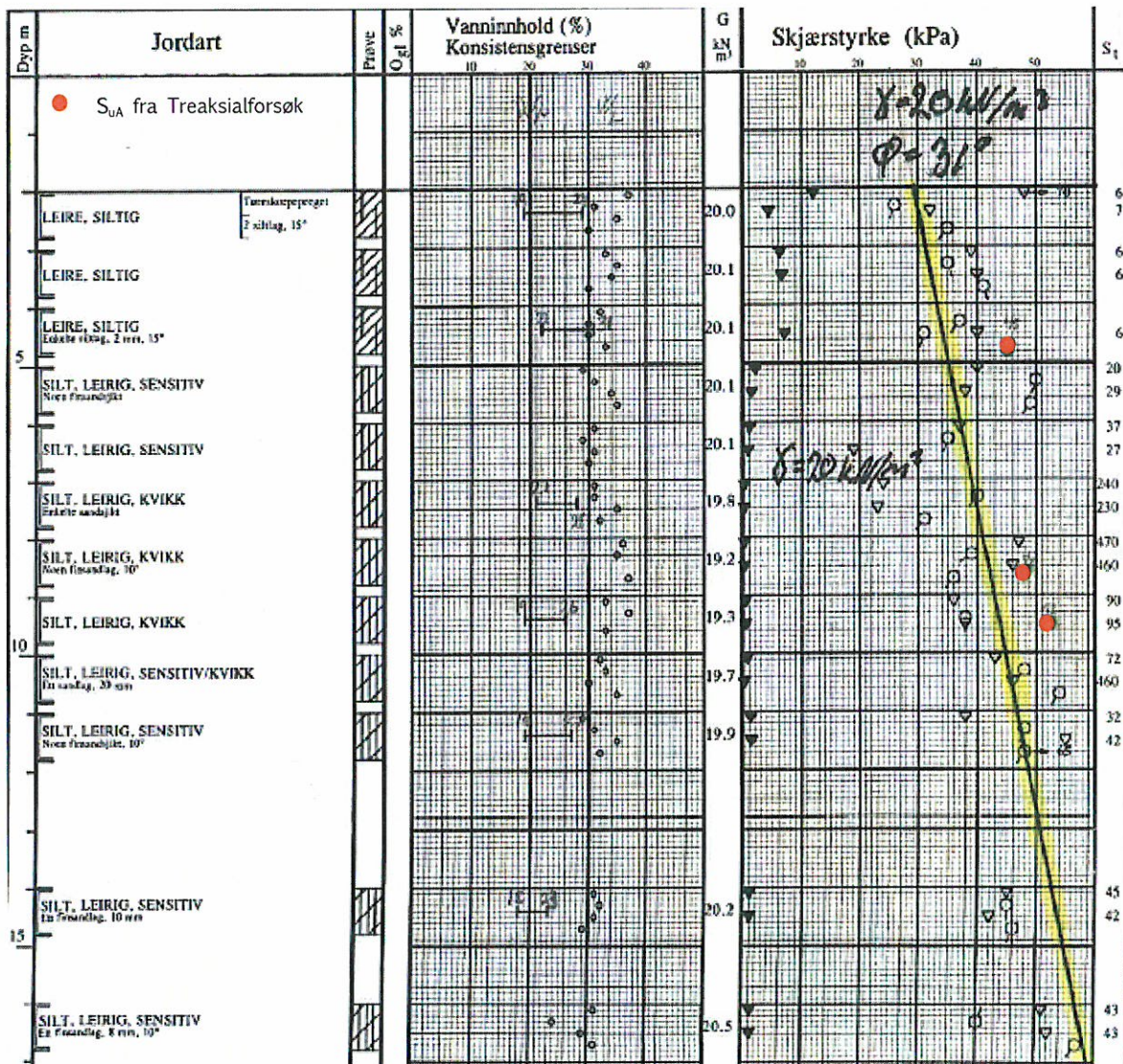
kvikkleire:  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ,  $s_u = C$ -profil (i kvikkleireområdet)

Anisotropiverdier: A - 1,5; D - 1,0; P - 0,5

Valgte designparametere er vist i fig.2 og 3 på de neste sidene.



Figur 2 Valgte designparametere for leire i moreneryggen.



Figur 3 Valgte designparametere for kvikkeleire.

#### 4.1.4 Oppfylling og laster

Det er benyttet 13 kPa (10\*1,3) trafikklast på parkeringsarealer for boliger og på Krokenveien.

Oppfylling for planlagt utvidelse av veien er lagt inn som steinfylling med  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$  og  $\phi = 42^\circ$ . Det er også gjort beregninger for et alternativ med EPS-fylling med  $\gamma = 0,5 \text{ kN/m}^3$  og  $\phi = 45^\circ$ .



## 4.2 Beregningsresultater

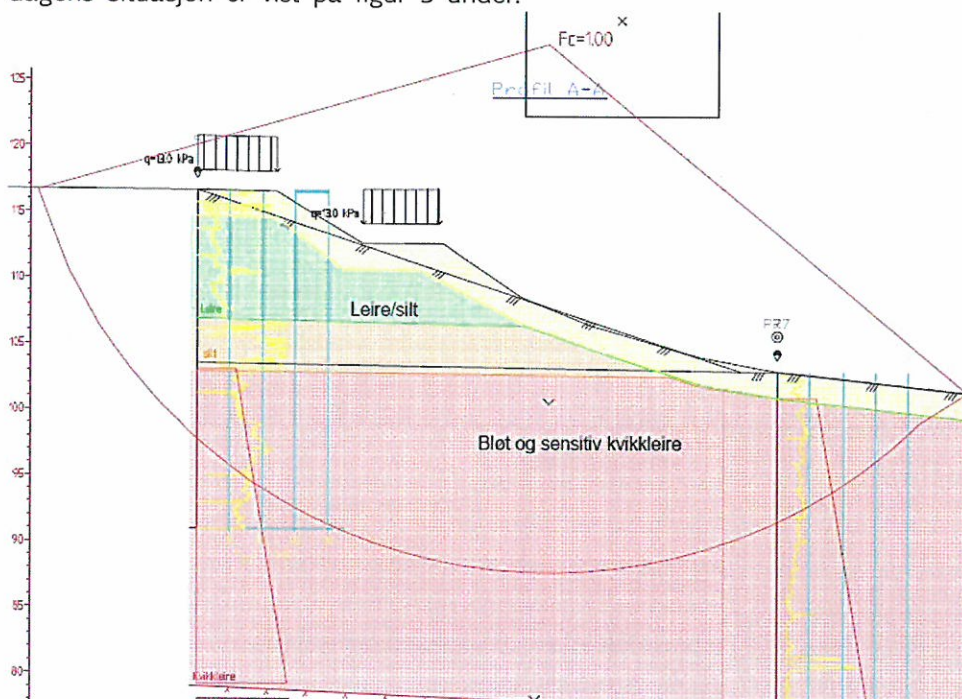
Resultater fra beregningsprogrammet Geosuite Stabilitet er vist i tabell 1 under.

Beregning	Beskrivelse	Sikkerhet, $\gamma_m / F_c$
5 - 1	Profil A-A, Dagens terreng	1,00
5 - 2	Profil A-A, Dagens terreng, 3 m høy motfylling i bunnen(20% forbedring)	1,20
5 - 3	Profil A-A, Oppfylling for ny vei, 13 kPa trafikklast og motfylling for dagens situasjon i bunnen (14 % forbedring)	1,14
5 - 4	Profil A-A, Oppfylling for ny vei, 13 kPa trafikklast, 1 m høy motfylling i bunnen og kalk/semestabilisering (6 % forbedring)	1,06
5 - 5	Profil A-A, Oppfylling for ny vei, 13 kPa trafikklast, og 3 m høy motfylling i bunnen som er fylt opp lenger ut på jordet (20 % forbedring)	1,20
5 - 6	Profil A-A, Oppfylling med EPS for ny vei, 13 kPa trafikklast og motfylling i bunnen for dagens situasjon (17 % forbedring)	1,17
5 - 7	Profil B-B, Dagens terreng	1,39
5 - 8	Profil B-B, Dagens terreng, motfylling	1,50

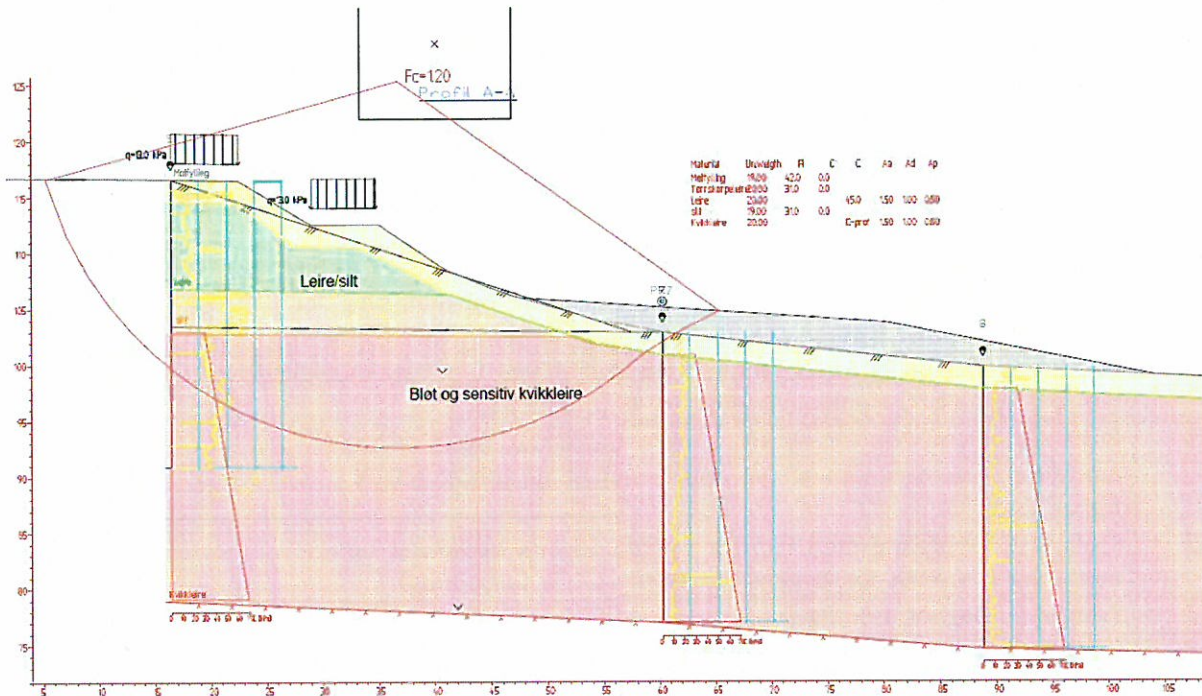
Tabell 1 Resultater fra beregningene

### Profil A-A ved ravineryggen ved Krokenveien

Beregningene viser dårlig beregningsmessig sikkerhet i profil A-A med dagens situasjon, ( $\gamma_m$ )  $F_c = 1,0$ . Å oppnå beregningsmessig sikkerhet 1,5 krever meget omfattende tiltak. Det er derfor utført beregning for løsninger med motfyllinger og bruk av lette fyllinger som gir 15-20 % forbedring av dagens situasjon, ref. NVE's veileder «utbygging i fareområder langs vassdrag». Kritisk glidesirkel for dagens situasjon er vist på figur 3 under.



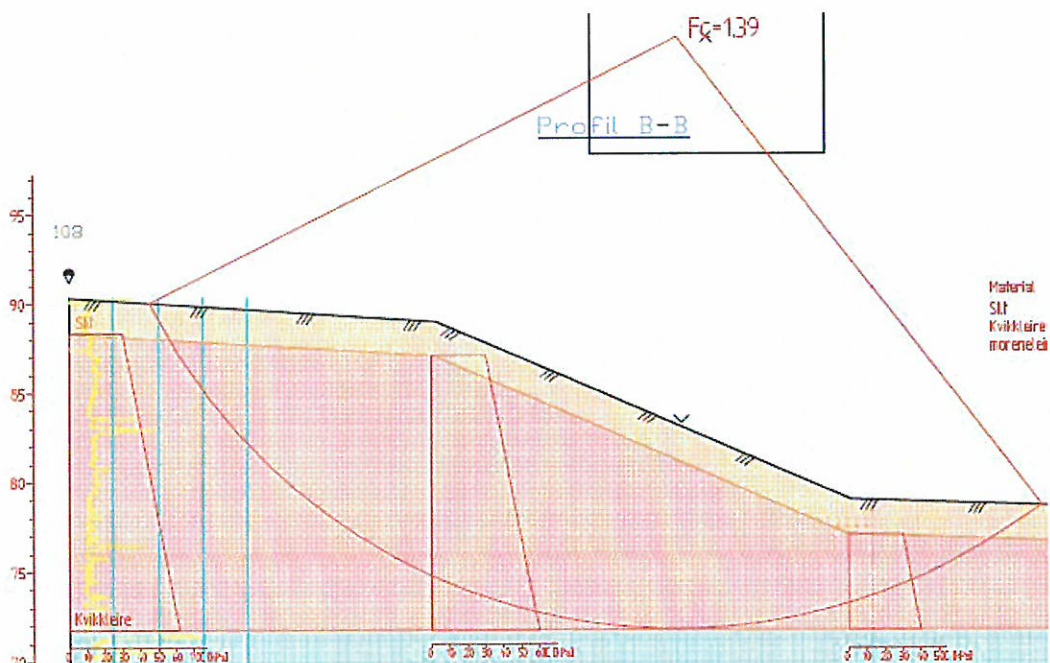
Figur 4 Kritisk glidesirkel fra Geosuite Stabilitet for profil A - A, dagens situasjon.



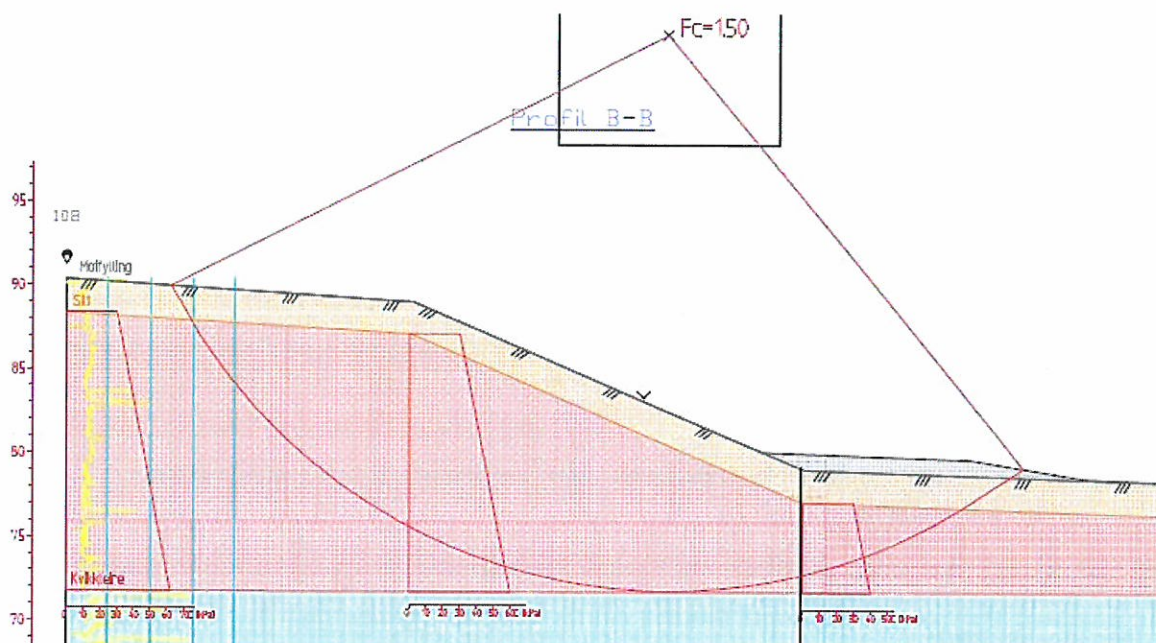
Figur 5 Kritisk glideflate fra Geosite Stabilitet for profil A - A, alternativ med motfylling.

Profil B-B, skråning mot ravine lengst nord i området

Kritisk gledesirkel for profil B - B er vist på figur 5 og 6. Dagens situasjon i profil B-B lengst nord har en sikkerhet ( $\gamma_m$ )  $F_c \sim 1,4$ . Skråningen vurderes som tilfredsstillende med en motfylling i bunnen av skråningen, ( $\gamma_m$ )  $F_c = 1,5$ .



Figur 6 Gledesirkler fra Geosite Stabilitet for profil B - B, dagens situasjon.



Figur 7 Glidesirkler fra Geosuite Stabilitet for profil B - B, med motfylling.

## 5 Anbefalinger vedrørende grave- og fundamentarbeider

Planlagt gang- og sykkelvei skal ligge på sørsiden av dagens vei. Krokenveien skal stedvis flyttes mot nord for å få plass til GS-veien. GS-veien og utvidelsen av eksisterende vei går for det meste i terreng eller på fylling. Lengst vest kommer utvidelsen av Krokenveien i skjæring.

Våre anbefalinger i det følgende referer seg til oversiktskart, tegning B datert 20.10.2010 fra planheftet for reguleringsplanen, se vedlegg -1.

### 5.1 Profil 0 - 310

Mellom profil 0 og 310 skal GS-veien ligge tilnærmet i terreng. Det er gode grunnforhold langs toppen av ravinryggen hvor veien er planlagt. På et ca. 100 m langt parti profil 200-300 kommer GS-veien på lav fylling mot syd. Det er ikke påvist kvikkleire eller sensitive masser på partiet, men fra profil 200-300 er det kvikkleire nord for ryggen.

Stabilitetsforholdene vurderes som tilfredsstillende på strekningen. Fyllinger for GS-veien kan bygges opp på konvensjonell måte med knust/sprengt stein. Ingen ytterligere tiltak vurderes nødvendig.

### 5.2 Profil 310 - 420

På dette 110 m lange partiet skal utvidet vei ligge på fylling på nordsiden av Krokenveien. Det skal da fylles opp i og mot kvikkleireområdet nord for ravinryggen.

Dagens skråning har beregningsmessig meget lav sikkerhet og er tilnærmet labil med sikkerhet  $F_c = 1,0$ . Uansett om gang- og sykkelveien blir etablert eller ikke bør det gjøres stabiliserende tiltak i skråningen. Et evt. brudd i grunnen kan få meget omfattende konsekvenser med bakovergrepene og

suksessive ras. Før en evt. oppfylling for veien må derfor stabilitetsforholdene forbedres. Vi vil anbefale at dette gjøres ved utlegging av motfylling på jordet i skråningsfot som vist i kap.4. Motfylling og tiltak må detaljprosjekteres.

Det anbefales at oppfyllingen for veien gjøres med superlette masser av EPS. Et mulig alternativ er å gjøre motfyllinga noe større for å oppnå tilstrekkelig forbedring av stabilitetsforholdene.

### 5.3 Profil 410 - 710

På dette partiet skal GS-veien etableres ved oppfylling syd for eksisterende vei. Fra profil 620 skal eksisterende vei flyttes noe lenger inn i skråningen mot nord.

Grunnforholdene på denne strekningen er gode med middels fast og fast leire og beskjedne dybder til fjell. Det er ikke påvist sensitive/kvikke masser. Stabilitetsforholdene vurderes som tilfredsstillende på strekningen.

Fyllinger for GS-veien kan bygges opp på konvensjonell måte med knust/sprengt stein. Ingen ytterligere tiltak vurderes nødvendig.

Mellom profil 620 og 710 skal veien gå i skjæring i relativt fast sandig og grusig leire nordsiden av eksisterende vei. Permanente skråninger bør etableres med skråningshelning 1:2 eller slakere. Skråningene bør erosjonssikres.

### 5.4 Profil 710 – 920

På dette partiet kommer ny GS-vei tilnærmet i dagens terreng uten terrenginngrep av betydning. Boringer viser relativt gode grunnforhold og ingen særskilte tiltak vurderes nødvendig for GS-veien.

Krokenveien skal utvides noe inn i skråningen mot nord. Tilsvarende forrige parti bør permanente skråninger etableres med skråningshelning 1:2 eller slakere og skråningene bør erosjonssikres.

## 6 Sluttkommentar/kritiske forhold

Utførte undersøkelser viser kun grunnforholdene der boringene er utført. Lagdeling og egenskaper til massene kan variere mellom boringene. Det er ikke utført undersøkelser i bunnen av ravinen lengst nord på grunn av vanskelig fremkommelighet.

Det er påvist en sammenhengende kvikkleiresone fra Krokenveien og videre nordover. Soneavgrensingen er angitt i forhold til utførte boringer og kan avvike noe, spesielt der hvor avstanden mellom utførte boringer er stor.

Stabilitetsforholdene i den nordvendte skråningen fra profil 310-420 er ikke tilfredsstillende. Det er kvikkleire i skråningen og i foten av skråningen mot nord. Det anbefales at sikkerheten for skråningen ned mot kvikkleiresonen forbedres uansett om planene med gang- og sykkelvei blir gjennomført eller ikke. Evt. brudd i skråningen kan få meget store konsekvenser.


Tiltak i skråningen må detaljprosjekteres av geoteknisk sakkyndig.

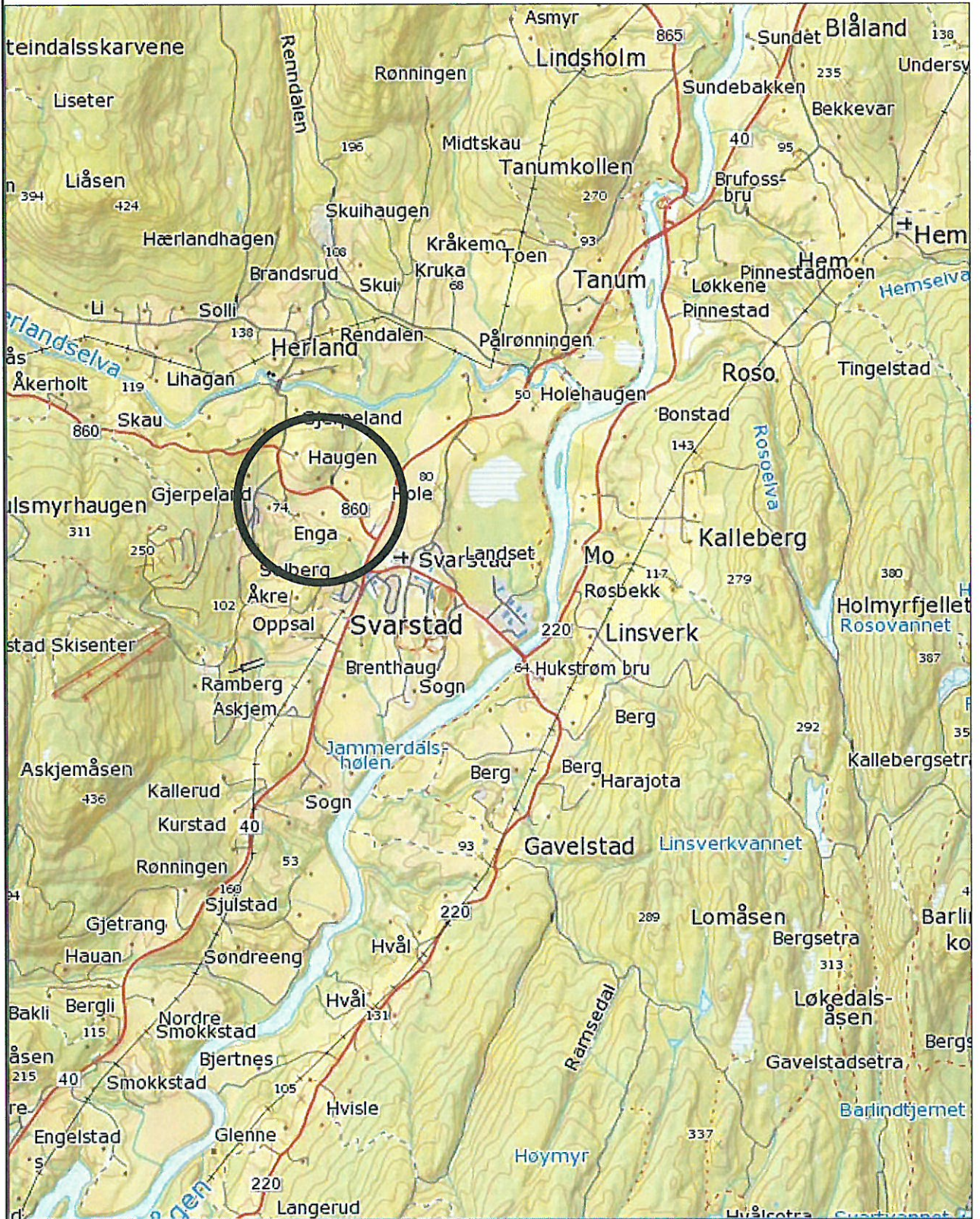
## Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: GS-vei, Lardal, Stabilitet	Dokument nr: 110126r2
Oppdragsgiver: Lardal kommune	Dato: 29. februar 2012
Emne/Tema: Stabilitet	

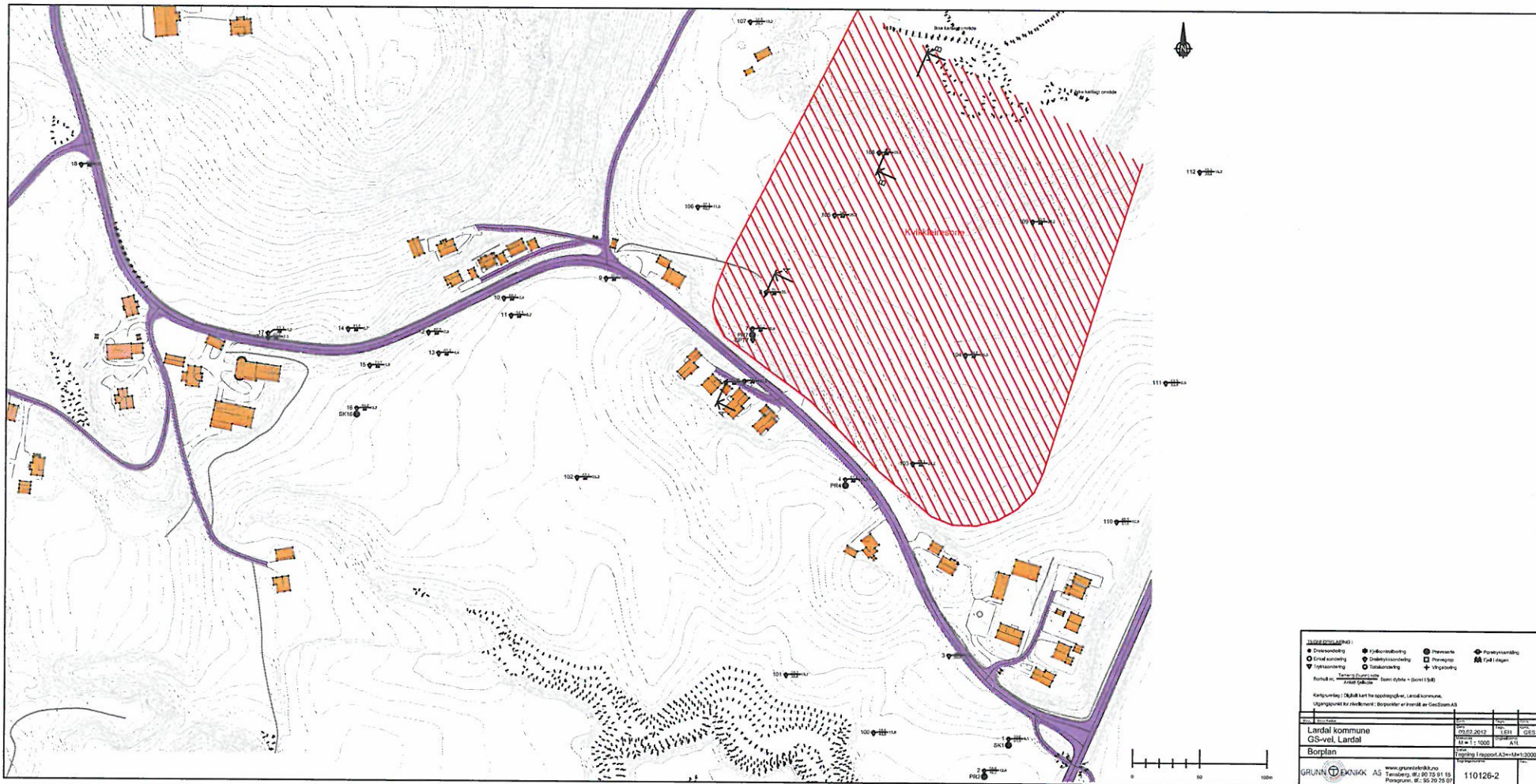
Sted		
Land og fylke: Norge, Vestfold	Kommune: Lardal	
Sted: Svarstad		
UTM sone: 32	Nord: 6585710	Øst: 553981

Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign	dato	sign
	Oppsett av dokument/maler	29.2.12	LEH	29.2.12	ges
	Korrekt oppdragsnavn og emne	29.2.12	LEH	29.2.12	ges
	Korrekt oppdragsinformasjon	29.2.12	LEH	29.2.12	ges
	Distribusjon av dokument	29.2.12	LEH	29.2.12	ges
	Laget av, kontrollert av og dato	29.2.12	LEH	29.2.12	ges
	Faglig innhold	29.2.12	LEH	29.2.12	ges

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 29.2.12	Sign.: 



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Lardal kommune	Dato	Tegn.	Kontr.
	GS-vei, Lardal	09.02.2012	LEH	GES
	<b>Oversiktskart</b>	Målestokk	Originalformat	
		1 : 25 000	A4	
		Boring nr.	Borplan nr.	Boret dato
GRUNNTEKNIKK AS		Tegningsnr. <b>110126-0</b>		Rev.
www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07				



**SYMBOLSKLÄMMA**

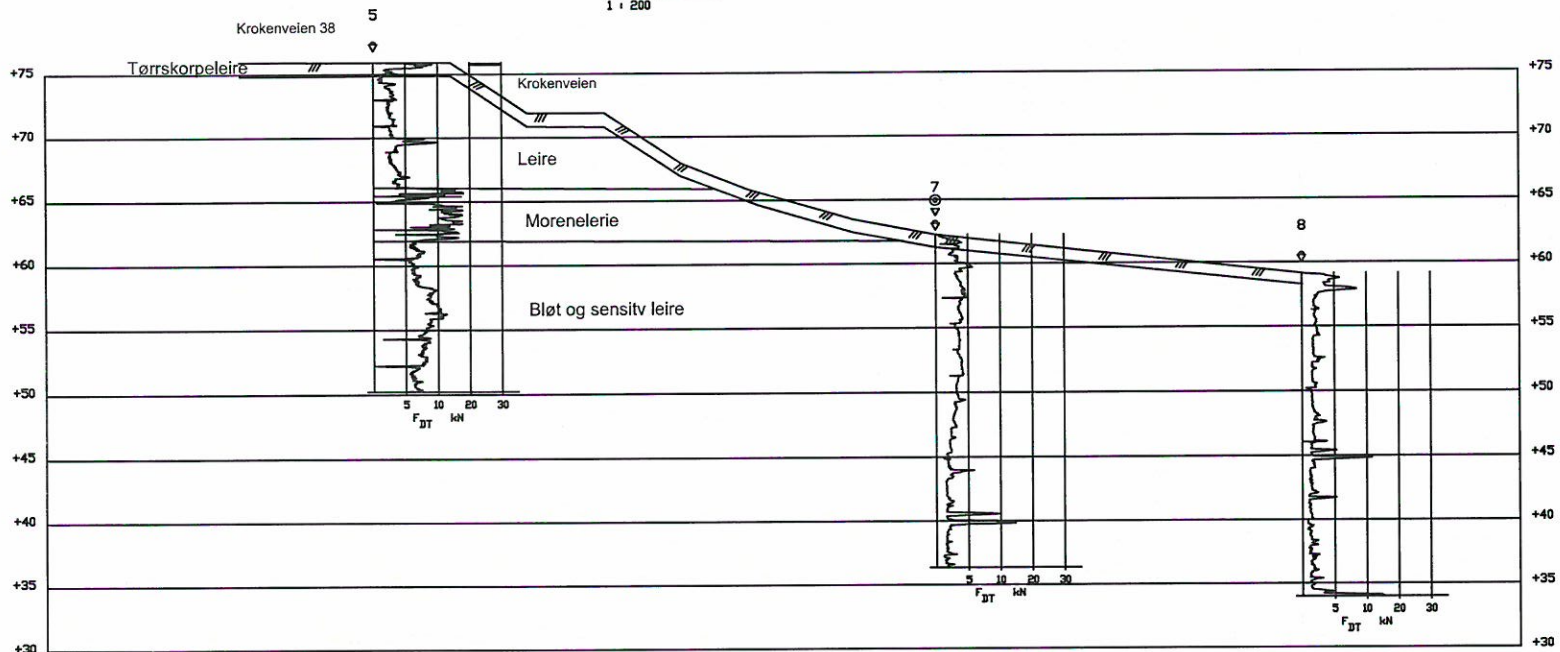
- Dreierböring      • Fjålböring      • Fjærstak      • Fjærstakböring
- Ernd bæring      • Dreierbæring      □ Fjærstak      ■ Fjærstakbæring
- ▼ Fjærstakböring      • Tindaböring      • Fjærstakböring      • Fjærstakbæring

Skilte nr. 1000-10000      Skilte nr. 10000-100000  
 Antall (Skilte)

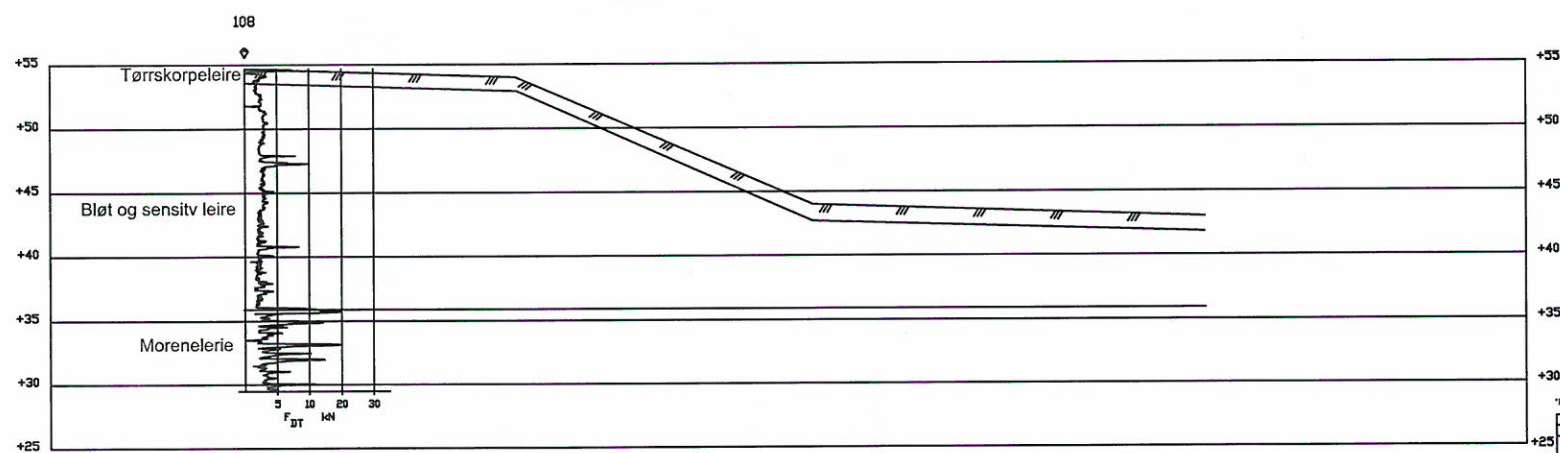
Kartverket: © All rett forbeholdt, Lardal kommune.  
 Skapingsår for kartverket: 2012/2013 og 2014/2015

Lardal kommune		2012-2013	1:5000	GS
GS-vel, Lardal		11.11.2012	1:5000	GS
Borplan		11.11.2012	1:5000	GS
GRUNNTEKNIKK AS		www.grunntekniikk.no		110126-2
		Temborg, SE-290 73 91 15		
		Persegaten, SE-290 20 25 01		

Profil A-A  
1 : 200



Profil B-B  
1 : 200



\*Profilene er generert på bakgrunn av høyder i bopunkt og koter på kart.

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kont.
	Lardal kommune	17.02.2012	LEH	GES
	GS-vei, Lardal	Målestokk M = 1 : 200	Organisasjon A1	
	Profil A-A og B-B	Tegningnummer		Rev.
	GRUNNTEKNIKK AS www.grunnteknikk.no Tårnberg, tlf: 90 75 81 15 Porsgrunn, tlf: 95 20 25 07	110126-100		



