



Rapport / Report

Geotekniske undersøkelser Vårryggen industriområde

Vurderingsrapport

20140059-02-R
1. oktober 2014
Rev. nr.: 1, datert 02.10.2015

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGL.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGL.



Prosjekt

Prosjekt: Geotekniske undersøkelser Vårryggen
industriområde
Dokumenttittel: Vurderingsrapport
Dokumentnr.: 20140059-02-R
Dato: 1. oktober 2014
Rev. nr./rev. dato: rev. 1/ 02.10.2015

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Sluppen
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Grong kommune
Kontaktperson: Lars Å. Arnesen
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse datert: 2014-02-24

For NGI

Prosjektleder: Jean-Sebastien L'Heureux
Utarbeidet av: Jean-Sebastien L'Heureux
Kontrollert av: Vidar Gjelsvik

Sammendrag

Grong kommune planlegger reguleringsarbeid for utvidelse av eksisterende industriområde på Vårryggen i Grong. Planområdet er delvis lokalisert innenfor kvikkleiresonen "988-Moum" som har per i dag høy faregrad og skredrisiko 4. NGI er engasjert for å utføre grunnundersøkelser samt vurdere områdestabiliteten for det planlagte industriområdet iht. NVEs retningslinjer.

Foreliggende rapport inneholder faregradsevaluering av området, geotekniske beregninger samt vurdering av sikringstiltak.

Området består hovedsakelig av siltig leire og leire som er delvis sensitiv. Landskapet i det aktuelle planområdet domineres av et lett skrånende platå på ca. kt. +56–47. Platået i planområdet skråner mot øst-sørøst og er gjennomskåret av en opptil 10 m dyp ravine. Skråningshøyde fra platå og til bunn av ravine varierer fra 15 til 30 m. Basert på de nye grunnundersøkelser er kvikkleiresonen noe innskrenket og

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20120099-03-R
Dato: 2014-10-01
Rev. nr.: 0
Side: 4

reklassifisert med middels faregrad, konsekvensklasse "2-Alvorlig" og risikoklasse 3.

Det er gjennomført befaringsundersøkelser for vurdering av erosjon og beregning av skråningsstabilitet. Fra befaringsundersøkelsen er det registrert noe erosjon i bekken sør for planområdet i tillegg til mindre overflateskred. Beregninger tilsier at det generelt er for dårlig stabilitet iht. NVEs retningslinjer sør-øst i kvikkleiresonen Moum. For å heve sikkerheten til sonen kreves det sikringstiltak. En mulighet for å oppnå kravet til prosentvis forbedring av stabilitet øst og sørøst for kvikkleiresonen er å etablere en motfylling i foten av skråningen i størrelsesorden 1.5-3.0 m. I tillegg må sikkerheten i ravinen i sør forbedres med å sikre bekken mot erosjon samtidig som det legges motfylling i ravinen. Ved å utføre sikringstiltak blir faregraden redusert til kategorien 1-lav, mens risikoklassen blir i klasse 3.

De foreslåtte sikringstiltakene må detaljprosjekteres, og i denne forbindelse må det utføres supplerende grunnundersøkelser for å kunne bestemme endelig omfang og form på motfyllingen. Det understrekes at omfanget av sikringstiltak er per i dag beregnet med stor grad av konservatisme og basert på et begrenset antall grunnundersøkelser. Supplerende grunnundersøkelser i detaljprosjekteringsfasen vil kunne medføre et redusert omfang av sikringstiltak og vil kunne brukes for å ytterligere innskrenke faresonen i nordøst.

Innhold

1	Innledning	6
2	Grunnundersøkelser	6
3	Beskrivelse av området	6
3.1	Topografi	6
3.2	Kvartærgeologi og grunnforhold	7
3.3	Utbredelse av leire med sprøbruddegenskaper – generelt	8
3.4	Jordartsegenskaper	9
3.5	Grunnvann	9
3.6	Erosjonsforhold	10
4	Stabilitetsberegninger og resultater	10
4.1	Beregningssituasjoner	10
4.2	Lagdeling	10
4.3	OCR og udrenert skjærstyrke	10
4.4	Anisotropiforhold	12
4.5	Drenert skjærstyrke	12
4.6	Grunnvannstand og poretrykk	13
4.7	Resultat	13
5	Evaluering av faregrad, konsekvens- og risiko	14
6	Soneavgrensning og vurdering av utløpsområder for skredmasser	14
7	Skred fra utenfor området	15
8	Krav/forhold til NVEs retningslinjer 7/2014	18
9	Vurdering av stabilitet og sikringstiltak	19
10	Referanser	21

Tegningsliste

Vedlegg

- A. Skjema for evaluering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse
- B. Poretrykksmålinger
- C. Tolkning av ødometerforsøk
- D. Tolkning av treaksialforsøk
- E. CPTU – tolkning av aktiv, udrenert skjærfasthet (c_u^A)
- F. Erosjon, oppsummering og bilder fra befarings

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Grong kommune planlegger reguleringsarbeid for utvidelse av eksisterende industriområde på Vårryggen i Grong. Planområdet er lokalisert syd for fv. 760 ca. 1 km øst for Bergsmoen sentrum, og delvis innenfor kvikkleiresonen "988-Moum" som har per i dag høy faregrad og skredrisiko 4. Faren for kvikkleireskred må dermed utredes iht. NVEs retningslinjer; ref [1]. NGI er engasjert for å utføre grunnundersøkelser samt vurdere områdestabiliteten for det planlagte industriområdet iht. ref [1].

Utførte grunnundersøkelser er presentert i rapport nr. 20140059-01-R; ref. [2].

Foreliggende rapport inneholder faregradsevaluering av området iht. NVEs retningslinjer. Videre inneholder rapporten grunnlag for geotekniske beregninger samt resultater fra stabilitetsberegninger og – vurderinger.

2 Grunnundersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i området og disse fremgår i følgende rapporter:

- NGI 1996: Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred–Kartblad 1823-4 Grong. M =1:50 000, Rapport nr. 920033-2. (Resultater fra dreietrykksondering i pkt 50)
- NGI 2006: Skredrisiko kvikkleire Grong. Prosjekt nr. 20061350. (Resultater fra dreietrykksondering og CPTU; pkt 501 og 502).

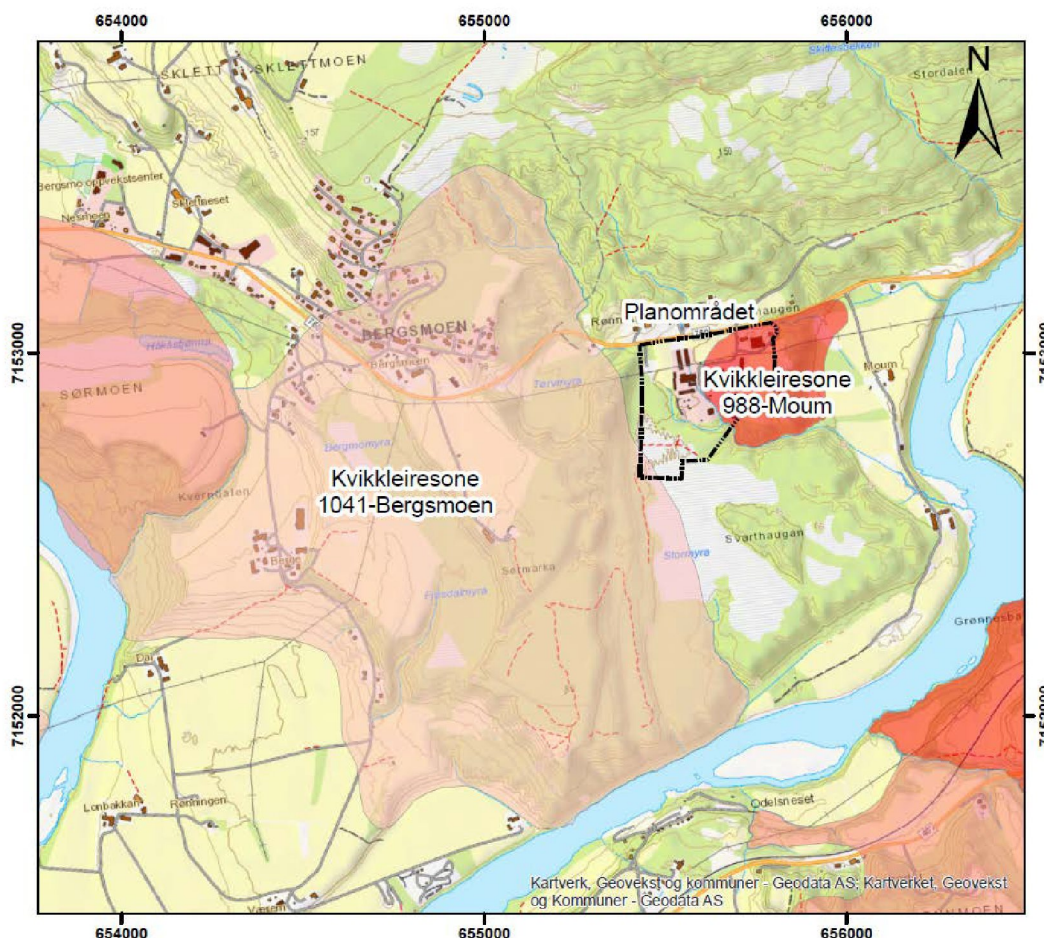
Resultatene fra disse er innarbeidet i foreliggende rapport sammen med nyere utførte grunnundersøkelser presentert i ref. [2].

3 Beskrivelse av området

3.1 Topografi

Planområdet er lokalisert syd for fv. 760 ca. 1 km øst for Bergsmoen sentrum, og delvis innenfor kvikkleiresonen "988-Moum" som har per i dag høy faregrad og skredrisiko 4; ref. [3]. Området er vist på Figur 1 og Tegning 001.

Landskapet i det aktuelle planområdet domineres av et lett skrånede platå på ca. kt. +56–47. Platået i planområdet skråner mot øst-sørøst og er gjennomskåret av en opptil 18 m dyp ravine i sør (helning 1:2,5). Skråningen øst i kvikkleiresonen er ca. 24 m høy (ca. kt. +47–23) og 130 m lang.



Figur 1: Oversiktskart over planområdet for Vårryggen industriområdet og kvikkleiresone 988-Moum.

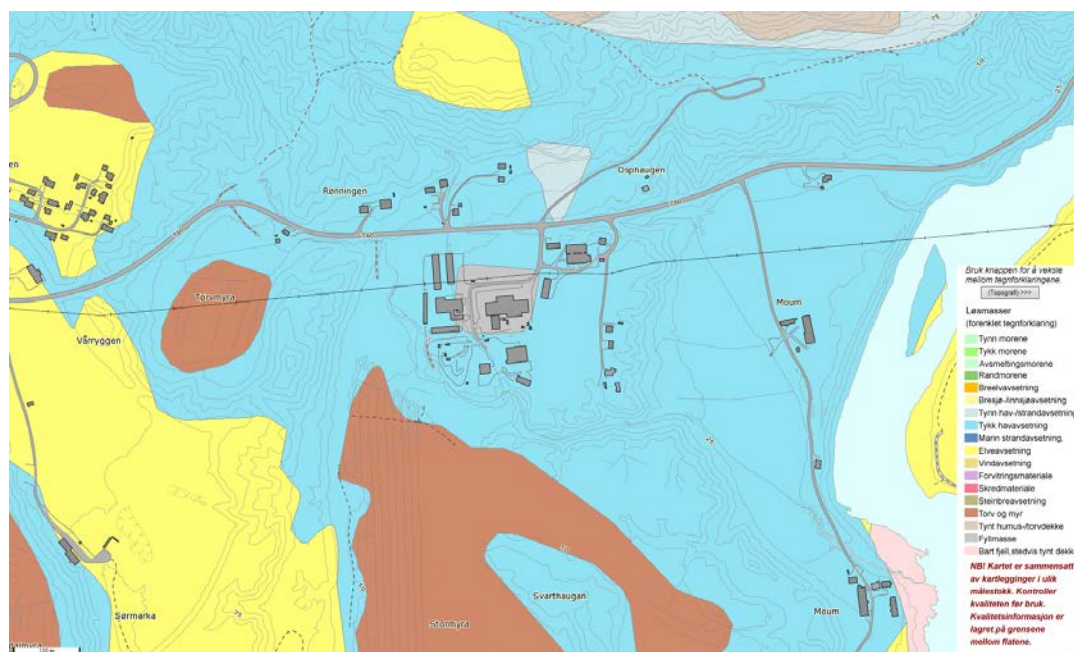
3.2 Kvartærgeologi og grunnforhold

Kvartærgeologiske kart fra NGU viser at planområdet består av tykke marine avsetninger og at marin grense i området ligger på ca. 150 moh (Figur 2). Det er registrerte tidligere kvikkleireskredhendelser i nærområdet ved Bergsmoen 6. April 1965 og ved Moum 15. Juli 1884.

Grunnundersøkelser i planområdet viser at original grunn består for det meste av leire og silt med noe grovere masser mot antatt morene/berg. Sonderingene er avsluttet mellom kt. 30 og kt. 12 i antatt morene/berg.

I søndre delen av planområdet er det stedvis observert løsmasser og store steiner i bekken. Fjell og berg i dagen er ikke påvist.

Kvikkleiresonen 1041-Bergsmoen (lav faregrad) ligger vest for Vårryggen industriområdet (Tegning 002). En liten del av planområdet faller også inn i kvikkleiresone 1041-Bergsmoen. Potensielt skred fra denne sonen og mot planområdet er vurdert i Kap. 7.



Figur 2: Kvartærgeologisk kart (www.ngu.no).

3.3 Utbredelse av leire med sprøbruddegenskaper – generelt

Sprøbruddmateriale er i ref. [4] definert med følgende egenskaper:

Sensitivitet (S_t) > 15, og

Omrørt skjærfasthet (s_{uomr}) < 2 kPa (kvikkleire når $s_{uomr} < 0,5$ kPa)

Følgende kriterier er lagt til grunn for tolkningen av sprøbruddmateriale:

- **Prøveserier** - dersom en prøveserie viser kvikk/sensitiv leire er dette tillagt størst vekt i forhold til andre undersøkelsesmetoder under tolkningsarbeidet.
- **Dreietrykksondering** - ved "overheng" eller "utflating" av målt spissmotstand tolkes det kvikk/sensitiv leire ned til *dypet hvor spissmotstand øker igjen*.
- **CPTU** - det er benyttet klassifikasjonssystem basert på normalisert spissmotstand, Q_t , poretrykk-parameter, B_q , og normalisert friksjonsratio; Fr etter ref. [5] og [6].

Laboratorieresultatene fra opptatte prøver viser leire med tynne siltlag og enkelte fingruskorn. Leira er middels fast til fast og generelt lite sensitiv, med unntak av en prøve i borehull 1 som har vist seg å være sensitiv (dvs. $s_{uomr} = 1,9$ kPa og $S_t=36$). Disse resultatene stemmer overens med resultatene fra CPTU i punkt 1 hvor det er tolket lag med sensitiv leire i samme dybde intervallet (jf. Fig E05; vedlegg E). Det sensitive leirlaget ligger 10 m under terreng i borepunkt 1 og har en tolket mektighet på opptil 7 m i borepunkt 50. Utstrekning av dette laget er presentert i Tegning 201-204. Det er ikke påvist kvikkleire i prøveserie, men det er konservativt valgt og tolke

det sensitive laget som kontinuerlig i fareområdet basert på resultatene fra grunnundersøkelser.

3.4 Jordartsegenskaper

Typiske klassifiseringsdata for de 2 jordlagene påtruffet i området fremgår av Tabell 1.

Tabell 1: Oppsummering av rutinedata på opptatte prøver fra borhull 1.

Materiale	w [%]	γ [kN/m ³]	Cu-konus [kPa]	Cu-omrørt [kPa]	St	Ip
Leire, siltig	17-32	20,5-21,5	65-155	10-80	1-5	12-15
Sensitiv leire	28	20,0	50-85	1,9	>30	14

3.5 Grunnvann

Det ble satt ned to poretrykksmålere i borpunkt 1. Målerne er installert ved 10 og 15 m dybde og disse har logget en gang om dagen i perioden 9.april til 27. august 2014. En full oversikt over målt poretrykk i borpunkt 1 er presentert i ref. [2] og en oppsummering av resultatene er presentert i Tabell 2 og Vedlegg B. Det er målt artesisk trykk i nivået mot bunnen av ravinen, tilsvarende en maksimale poretrykksstigning på 1.25 kPa/m. Videre i dybden er det nedadrettet gradient som varierer over tid. Dette tyder på drenasje mot lavereliggende terreng.

Boringene viser noe inhomogene grunnforhold, og permeabiliteten vil erfaringsvis variere en god del. Permeable lag av eksempelvis silt vil drenere raskere enn leire. Dette medfører at det vil kunne forekomme lokale poretrykksvariasjoner. I enkelte nivåer / lag kan derfor poretrykket avvike en god del fra det som interpoleres / ekstrapoleres fra nivåer med målt poretrykk.

Tabell 2: Oversikt over poretrykksavlesning i borpunkt 1.

Borpunkt	Dybde spiss (m)	Kote terreng (moh)	Kote piezometerspiss (moh)	Løsmasse ved spiss	Poretrykk (kPa)	Stigehøyde fra poretrykk* (moh)
1	10	47,0	37,0	Sensitiv leire	115	48,5
1	15	47,0	32,0	Leire, siltig	142	46,2
502	6,90	28,0	21,1	Sensitiv leire	70,4	28,1
502	14,95	28,0	13,05	Leire, siltig	160	29,05

* Hydrostatisk poretrykksfordeling

3.6 Erosjonsforhold

Befaring ble utført i 29.mai 2014 av Siri Bente Hagen (NGI) for å vurdere erosjonsforhold i planområdet og i kvikkleiresone Moum. Det er registrert noe erosjon i bekken sør for planområdet i tillegg til mindre overflate skred. En oversikt over erosjonsforholdene er presentert i Vedlegg F.

4 Stabilitetsberegninger og resultater

4.1 Beregningssituasjoner

Stabilitetsberegningene er utført for antatt kritiske profiler i planområdet med hjelp av GeoSuite Stability; versjon 14.0.5. Profilene er plassert der skråningene er høyest og brattest. En oversikt over plassering av profilene er presentert på Tegning 100.

I alle profiler er det utført beregninger av sikkerheten for dagens situasjon under drenerte og udrenerte forhold. I profil A og D er det også utført beregninger som inkluderer sikringstiltak, da med sikte på å oppfylle kravene gitt i ref. [1] som gjelder for etablering av ny bebyggelse.

4.2 Lagdeling

Lagdelingen er tolket med utgangspunkt i nye boringer og gamle boringer vi har hatt tilgjengelig, jf. ref. [2]. Tolket lagdeling er vist på Tegning 201 – 204.

Lagdeling og beliggenhet/tykkelse av sprøbruddmateriale er tolket med konservatisme grunnet begrenset antall grunnundersøkelser i området og at det er noe vanskelig å tolke noen av resultatene fra grunnundersøkelser. Generelt er lagdelingen relativt likt over hele området med et lag siltig leire ovenfor et tykkere lag med leire som kan være sensitiv mot toppen og som er fast i dybden. Overgangen til morene/fjell er truffet ved alle borepunktene i området og denne oppstår mellom kote +25 og +40.

4.3 OCR og udrenert skjærstyrke

Aktuelle parametere benyttet i de enkelte stabilitetsberegningene er fremstilt på beregningsprofilene, Tegning 300 – 306. Udrenerte så vel som drenerte beregningsparametere er benyttet.

4.3.1 Ødometerforsøk

En sammenstilling av utførte ødometerforsøk er gitt i Vedlegg C. På grunnlag av volumendringene av prøven under rekonsolidering til *in situ* effektivspenning, gir tabellen i Vedlegg C et anslag for prøve kvaliteten iht. ref. [1]. Det er 1 forsøk som er kvalitetsklasse 1 – perfekt og 1 forsøk som er kvalitetsklasse 1 – akseptabel.

Resultatene fra prøvene viser at leira er overkonsolidert i borpunkt 1. På bakgrunn av en neddykket romvekt på 9 kN/m^3 og en aldringsfaktor på 1,2 er tidligere

havbunnsnivå beregnet til å være ca. ved kote +70 i området. Se vedlegg C for en sammenstilling av tolkede ødometerforsøk.

4.3.2 Treaksialforsøk

En sammenstilling av utførte treaksialforsøk er gitt i vedlegg D. På grunnlag av utpresset porevann under forsøkets konsolideringsfase gir tabellen D1 i vedlegg D et anslag for prøve kvaliteten iht. ref. [1]. Begge forsøkene er kvalitetsklasse 1 – perfekt. Treaksialforsøkene er utført med tanke på å tolke friksjonsvinkelen for materialet, samt udrenert aktiv skjærfasthet. Se vedlegg D for en sammenstilling av tolkede treaksialforsøk.

4.3.3 CPTU

Det er utført 2 CPTU-sonderinger. Tabell E1 i vedlegg E gir et anslag på kvaliteten av sonderingene som fremkommer av nullpunktsavlesningen. CPTU målingene i borpunkt 1 havner i anvendelsesklasse 1, men deler av CPTU målingene i borpunkt 2 havner i anvendelsesklasse 2 og 3 (dvs. hhv. u_2 og helning).

CPTU-sonderingene er tolket etter korrelasjoner mot blokkprøver iht. ref. [7]. Det er benyttet inngangsparametere fra indeksforsøkene i nærheten av de ulike CPTU-sonderingene, samt avleste og antatte poretrykk, jf. ref. [2]. I tillegg er tolkede indeks-, ødometer- og treaksial-forsøk vurdert for bestemmelse av udrenert skjærstyrke- og OCR-profil. Resultatene av tolkningene er vist i vedlegg E. Generelt indikerer CPTU-sonderingene tilnærmet samme overkonsolideringsnivå som er tolket fra ødometerforsøkene. Tidligere havbunnsnivå beregnet fra CPTU resultatene er presentert i Tabell E2, Vedlegg E.

4.3.4 SHANSEP-faktorer

Forutsetningene for beregnede skjærstyrkeprofiler iht. SHANSEP-prinsippet er oppsummert i Tabell 3. SHANSEP-prinsippet tar hensyn til effektivt overlagingstrykk, p'_0 , og leirens overkonsolideringsgrad, OCR, i bestemmelsen av udrenert skjærfasthetsprofil, ref. [7]. Dette gir grunnlag for beregning av udrenert skjærfasthet på steder hvor det ikke er utført grunnundersøkelser, se nedenstående formler.

$$s_{uA} = \alpha \cdot p'_0 \cdot OCR^m \quad (1)$$

$$OCR = \frac{p'_c}{p'_0} \quad (2)$$

Tabell 3: Forutsetninger for beregning av skjærstyrke iht. SHANSEP-prinsippet.

α	p_0'	OCR	m
0,32	Beregnet med målt romvekt og målt/interpolert poretrykk	Prekonsoliderings-spenningen (p_c') beregnet med målt romvekt, poretrykk og antatt opprinnelig havbunnsnivå	0,8

Verdiene for α og m er valgt slik at det oppnås best mulig samsvar med CPTU-tolket skjærfasthet basert på korrelasjoner i ref. [7]. Verdiene gir også godt samsvar med tolkede verdier fra ødometer- og treksialforsøk, jf. vedlegg C og D.

4.4 Anisotropiforhold

Anisotropiforhold for leiren er valgt ut fra anbefalinger presentert i ref. [8] og gjengitt i Tabell 4. I stabilitetsberegningene er aktiv skjærstyrke redusert med 15 % for sprøbruddmateriale iht. ref [1]. Denne reduksjonen er anbefalt for blokkprøvedata eller korrelasjoner mot blokkprøvedata pga. sprøbrudd- og tidseffekter. Reduksjonen er tatt inn i stabilitetsberegningene gjennom anisotropifaktoren for aktiv skjærfasthet.

Tabell 4: Anisotropiforhold benyttet i stabilitetsberegninger.

Type leire	Aktiv (S_{u_a})	Direkte (s_{u_d})	Passiv (s_{u_p})
$S_t > 15$ og $s_{u_{omr}} < 2$ kPa	0,85	0,65	0,36
$S_t < 15$ og $s_{u_{omr}} > 2$ kPa	1,0	0,65	0,36

4.5 Drenert skjærstyrke

Resultatene fra utførte treksialforsøk stemmer rimelig godt overens med erfaringsdata, og det er benyttet friksjonsvinkel og kohesjon iht. tolkede verdier i Vedlegg D. Tabell 5 gir en oversikt over benyttede parametere i stabilitetsberegningene.

Tabell 5: Oversikt over drenerte skjærfasthetsparametere.

Lagpakker	Friksjonsvinkel φ (°)	Kohesjon c' (kPa)
Leire med silt	29-33	5,5-10
Sensitiv leire	29	5

4.6 Grunnvannstand og poretrykk

Resultatet fra utførte poretrykksmålinger i to nivåer er benyttet i analysene. I borpunkt 1 er det målt poreovertrykksgradienter lavere enn 1.1 kPa/m 10 m under terreng over en periode på 5 måneder i 2014. Dybden samsvarer med bunnen av ravinen som er ca. 10 m dyp sør for borpunkt 1. 15 m under terreng er det målt stighøyde noe under terreng. Lignende resultater framkommer av i borpunkt 502. Dette fremgår i Vedlegg B hvor målt poretrykk er fremstilt sammen med dybde for disse to borpunktene.

I stabilitetsanalyser har vi brukt noe konservativ poretrykksgradienter (dvs. 1.25 kPa/m) for å ta hensyn til mulige effekt av klimatologiske forandringer i studieområdet. Poretrykksprofilene er beregnet ved interpolasjon / ekstrapolasjon av målte data.

4.7 Resultat

Resultater fra stabilitetsberegningene er oppsummert i Tabell 6 og presentert på Tegninger 300 – 305. Avhengig av profilen, er det gjort beregninger for dagens situasjon og med eventuelle tiltak. Det er brukt både sirkulærsylindriske og sammensatte glideflater i analysene for å vurdere den mest sannsynlig skredtype. Vurdering av stabilitet og sikringstiltak er videre diskutert i kap. 7.

I tillegg til stabilitetsberegningene oppsummert i Tabell 6 er det vurdert retrogresjonspotensialet i Profil A og D ut fra 1:15 kriteriet ref. [9], jf. Tegning 300, 301 og 306. Denne analysen er utført som grunnlag for å vurdere utstrekning av faresonen innover på platået og for prioritering av tiltak. I analysen er sensitiv leire konservativt lagt som et kontinuerlig lag i profilene.

Tabell 6: Beregningsresultater (materialkoeffisient) for utførte stabilitetsanalyser ved kvikkleiresone "988-Moum".

Beregningsprofil	1. Dagens Situasjon	Krav til forbedring (%)	2. Tiltak	Forbedring (%)	Tegning	
				1. – 2.		
A-A	Udrenert ^a	1,72	–	–	> 1,4	300
	Drenert ^a	1,18	5,5	1,25	6%	301A, 301B
	Udrenert ^b	2,15	–	–	> 1,4	300
B-B	Udrenert ^a	1,93	–	–	> 1,4	302
	Drenert ^a	1,59	–	–	> 1,4	303
C-C	Udrenert ^a	1,86	–	–	> 1,4	304
	Drenert ^a	1,10*	–	–	–	305
D-D	Udrenert ^a	1,28	2,9	1,32	3,1 %	306
	Drenert ^a	1,06	8,6	1,25	17 %	
	Udrenert ^b	2,04	–	–	> 1,4	

a – sirkulærsylindrisk glidefalte; b – Sammensatt glideflate

*Ikke fare for områdeskred

5 Evaluering av faregrad, konsekvens- og risiko

Faresonen "988-Moum" er hovedsakelig et bebygd området. Innenfor faresonen er det ikke funnet kvikkleire, men det er påtruffet et lag med sensitiv leire (sprøbruddmateriale) som skråner oppover og som ligger mellom kote +20 og +40. Laget med sprøbruddmateriale er tykkest i borpunkt 50 (tolket mektighet på opptil 7 m). Det er konservativt valgt og tolke det sensitive laget som kontinuerlig i fareområdet.

Faresonen "988-Moum" er evaluert med utgangspunkt i nye grunnundersøkellesdata og observasjoner fra befaring. Resultatene fremgår av Tabell 7. Evalueringene er i sin helhet presentert i Vedlegg A.

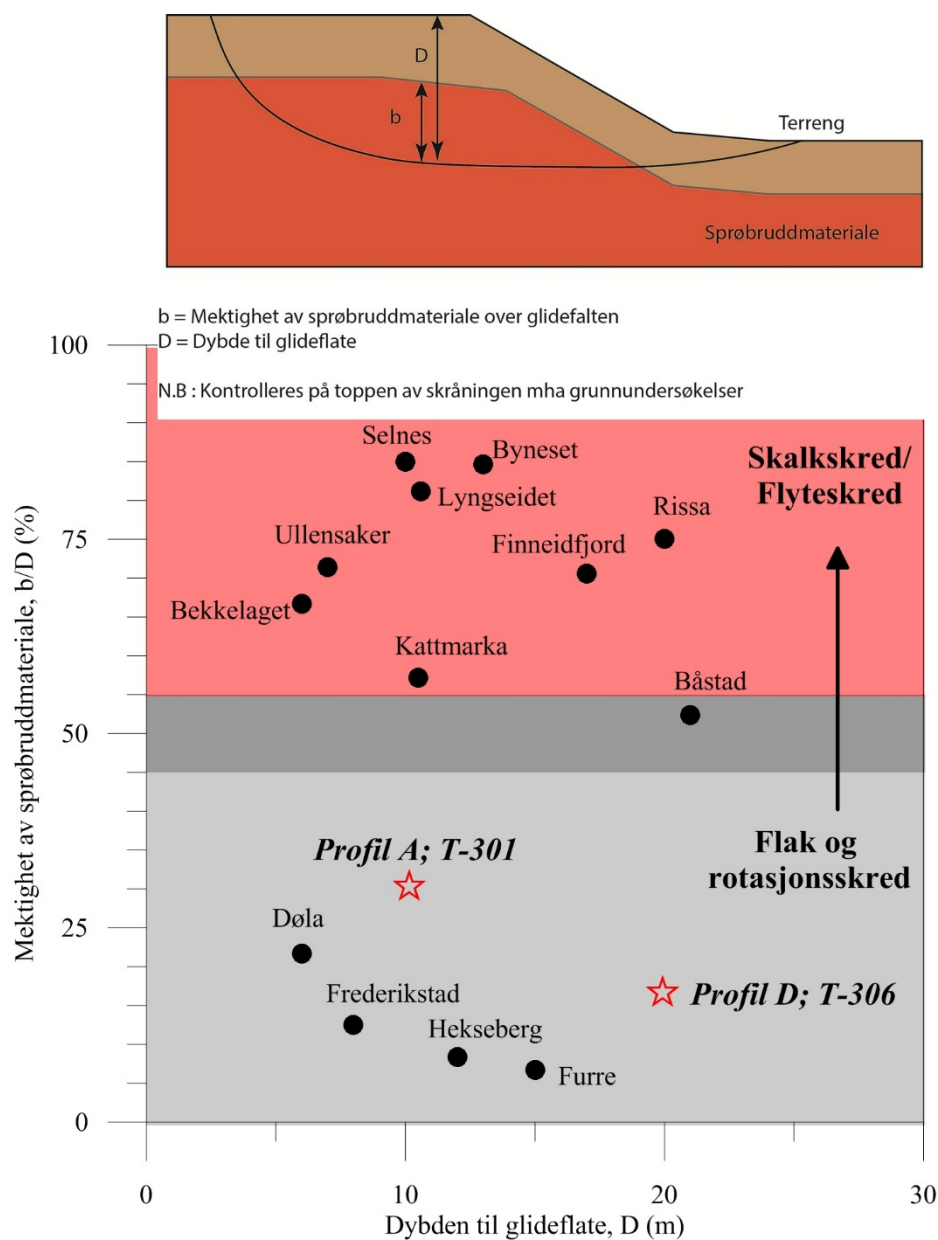
Tabell 7: Evaluering av faregrad, konsekvens og risiko for faresonen "988-Moum" – dagens situasjon.

Situasjon	Faregrad (1-3)	Konsekvens (1-3)	Risiko (1-5)
Opprinnelige vurdering; jf. ref [3].	3 – «Høy»	2 – «Alvorlig»	4 – «Klasse 4»
Dagens situasjon	2 – «Middels»	2 – «Alvorlig»	3 – «Klasse 3»
Etter tiltak	1 – «Lav»	2 – «Alvorlig»	3 – «Klasse 3»

6 Soneavgrensning og vurdering av utløpsområder for skredmasser

Basert på resultatene fra grunnundersøkelser og stabilitetsberegningene er utstrekningen av faresonen "988-Moum" noe innskrenket ift. original soneutbredelse. Den nye foreslått avgrensningen er presentert i Tegning 102. Sonen avgrenses mtp 1:15 kriteria og ut fra beliggenhet av kritiske glideflater; jf. ref. [10]. Eksempler fra 1:15 linjen for soneavgrensningen er presentert i Tegninger 300, 301, 305 og 306. Den største forskjellen i innskrenkingen er nord i sonen hvor stabiliteten er god og hvor beliggenheten av sprøbruddmateriale er slik at det er lite fare for områdeskred. Det kan være mulig å innskrenke faresonen ytterligere nordøst i sonen, men supplerende grunnundersøkelser er nødvendig før dette kan gjøres. Dette begrunnes i at det er vanskelig å kartlegge utbredelsen av det sensitive leirelaget nord og sør for borpunkt 501 pga mangel på grunnundersøkelser i dette området.

Basert på resultatene fra stabilitetsanalyser, fra morfologien av det påtruffet sprøbruddmateriale og fra empiriske data er den mest sannsynlig skredtype i faresonen antatt å være rotasjonskred/flakskred (se Figur 3). Et eventuelt skred vil dermed ha begrenset utløp i området. Som presentert i ref. [11] og [12], er det konservativt å anta et forhold $Lu=L$ for slike skred; hvor Lu er utløpsdistanse og L er skredets retrogresjonslengde. Dette forholdet benyttes for vurdering av utløpsområder presentert i Tegning 102.



Figur 3: Analyse av historiske skredhendelser som viser forholdet mellom mektigheten av sprøbruddmateriale og mest sannsynlig skredtype; etter ref [11]. Forholdene mellom mektighet av sprøbruddmateriale og dybde til den mest kritiske glideflate for profilene A og D er presenterte.

7 Skred fra utenfor området

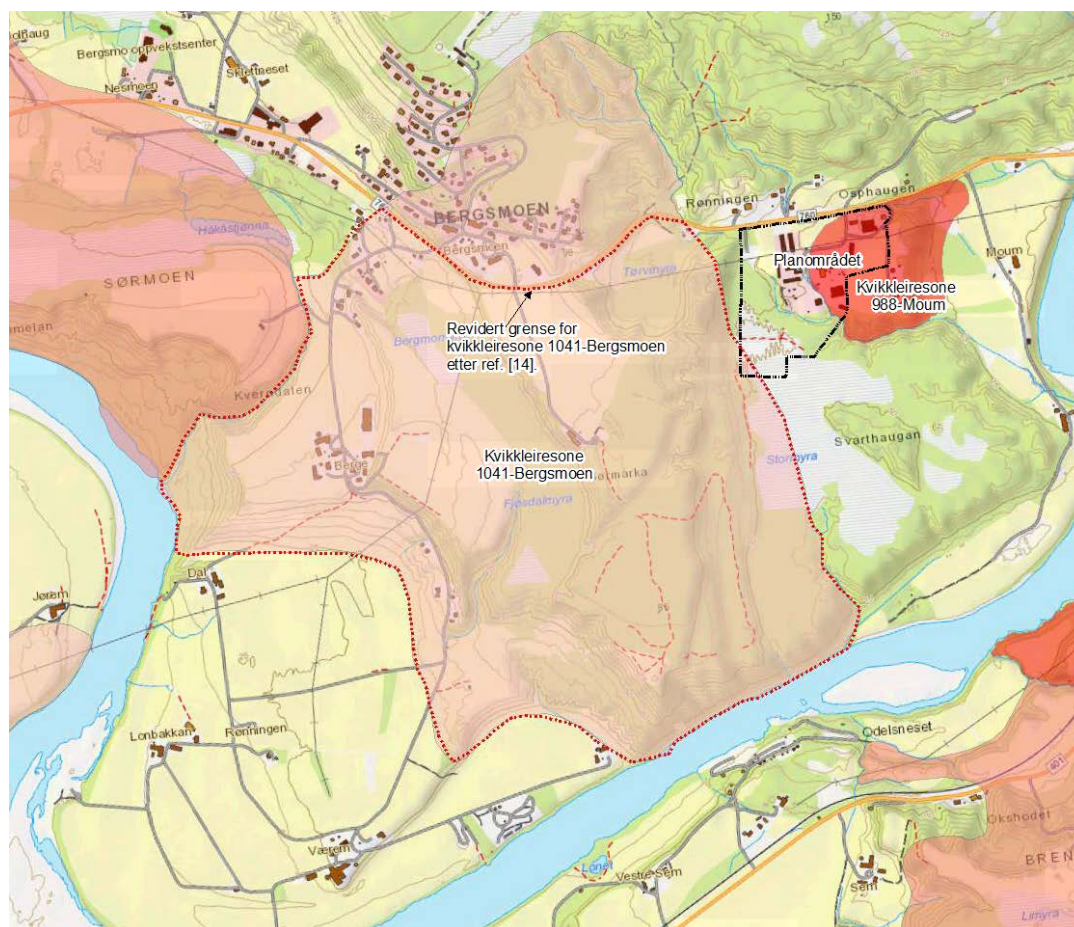
NVEs retningslinjer nr. 7/2014 gir krav til at skred fra utenfor planområdet skal vurderes. Vest for planområdet og kvikkleiresone Moum ligger kvikkleiresone 1041-Bergsmoen med lav faregrad (Figur 4). Utstrekning av kvikkleiresonen 1041-Bergsmoen var opprinnelig basert på kvartærgeologisk kart, Figur 3, i tillegg til boringer som rapportert i ref [13], også gjengitt i Figur 5 og Figur 6. Kvartærgeologisk kart antyder at Vårryggen (dvs ryggen vest for planområdet) består

av leire (marine avsetninger) og sand (fluviale avsetninger) med underliggende leire og en breelvvavsetning. Boring 51 nord i faresonen (Figur 5 og Figur 6) var tolket som "mulig kvikk", men tolkingen er meget usikker.

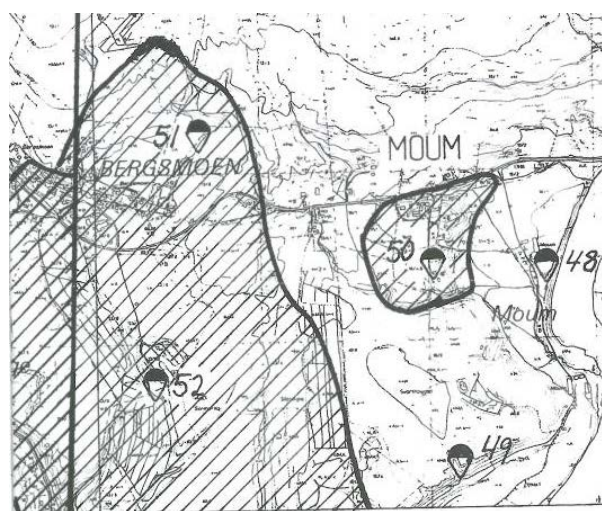
I 2013 vurderte NGI i teknisk notat, ref. [14], deler av kvikkleiresone 1041-Bergsmoen ved Bergsmoen boligfelt. Supplerende grunnundersøkelser ble utført i fire punkter ved boligfeltet nord for rv. 760. Undersøkelsen viste at leira i området var middels fast og middels til lite sensitiv, ikke kvikk. Basert på undersøkelsene ble boring 51 tolket som "ikke" kvikk. På bakgrunn av kvartærgeologisk kart, og summen av utførte grunnundersøkelser i 2013 ble det konkludert at det ikke fantes sprøbruddmateriale (kvikkleire) i den nordlige delen av faresonen Bergsmoen (nord for rv. 760) med en slik beliggenhet at skred kan inntreffe. Kvikkleiresonen ble dermed revidert og består i dag av kun den delen sør for rv. 760 (Figur 4; se også Tegning 002). *Dette er imidlertid ikke oppdatert i NVEs atlas.*

Det eneste området i kvikkleiresone Bergsmoen som kan utgjøre en trussel mot planområdet er den bratte ryggen rett vest for planområdet (dvs selve Vårryggen). For å vurdere denne skråningen ble det i Juni 2015 utført supplerende grunnundersøkelser i punkt 4-8. Resultatene er presentert i revisjon av datarapport 20150049-01-R-rev.1, ref. [2]. Resultatene fra boringer 4, 5 og 6 viser et 2-3 m tykt lag med vekslende leir, silt, sand og myr over faste masser. Bekken i øst og ved foten av Vårryggen går på fjell og støtte resultatene fra grunnundersøkelser. Av praktisk hensyn var det ikke mulig å sondere fra toppen av den bratte og høye Vårryggen, men det ble boret sør for Vårryggen i punkt 7 og 8 på henholdsvis kote 85,6 og 91,4. Resultatene fra dreietrykksonderingen i punkt 7 viser en 9 m tykk siltig leire/leirig silt med økende motstand i dybden helt til faste masser. I punkt 8 er det utført en dreietrykksondering og en trykksondering med resistivitetsmålinger (RCPTU). Resultatene viser den samme siltige laget (ca. 11 m tykt) over et 2,5 m tykt leirlag over faste masser. Tolkning fra RCPTU'en viser at Bq verdien er under 0,75 i leirlaget. Resistivitetsverdier målt med RPCTU'en er langt under 10 ohm·m for leirlaget noe som representerer saltholdig leire, jf. ref. [15]. Dette tilsier at leire ikke er kvikk og dette støttes av de lave Bq verdiene.

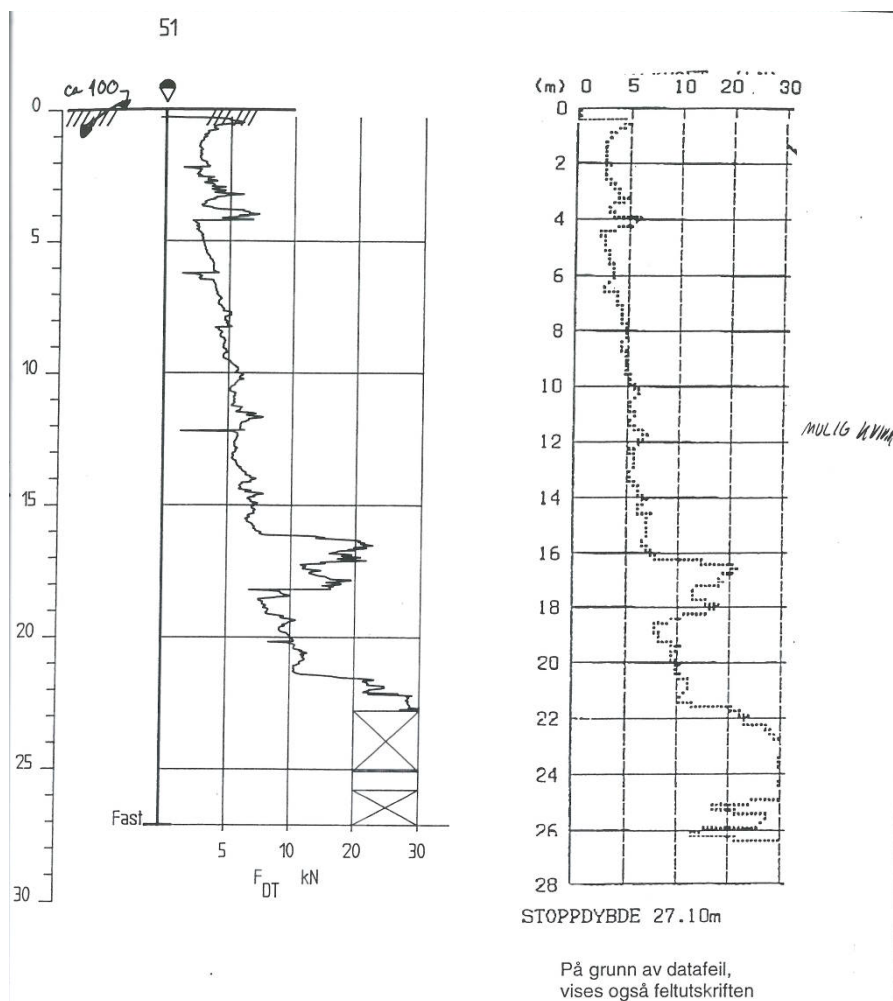
Basert på resultatene fra grunnundersøkelser i punkt 4-8, samt topografi, har vi revidert utstrekningen til kvikkleiresone 1041-Bergsmoen (se Tegning 002). Den reviderte kvikkleiresone Bergsmoen grenser mot Namsen og er fra før erosjonssikret langs elva. Et eventuelt skred i den reviderte sonen vil mest sannsynlig løper ut mot Væremneset og i Namsen uten å utgjøre noe fare for det aktuelle planområdet (jf. Tegning 002). NGI anser det som svært usannsynlig at planområdet treffes av et større kvikkleireskred fra kvikkleiresone Bergsmoen. Det understrekes at Vårryggen er relativt bratt ned mot planområdet (opptil 25 grader) og at det kan være fare for overflateskred og mindre utglidninger under langvarige og/eller kraftige nedbør selv om det ikke er kvikkleire til stede.



Figur 4: Oversikt over kvikkleiresone 1041-Bergsmoen vest planområdet. Den stiplede rød linjer er revidert grense for kvikkleiresone Bergsmoen etter supplerende grunnundersøkelser utført i ref. [14].



Figur 5: Borplan fra ref [13].



Figur 6: Boring 51 fra ref/4/.

8 Krav/forhold til NVEs retningslinjer 7/2014

NVEs retningslinjer nr. 7/2014 gir krav til utredninger av skredrisiko for utbygging i kvikkleireområder. For konkrete tiltak er krav til sikkerhetsnivå og utredninger bestemt av tiltakskategori og faregradsklasse.

Det planlagte industriområdet ligger delvis i kvikkleiresonen "988-Moum", se Figur 1 og Tegning 102. Basert på de nye grunnundersøkelser er kvikkleiresonen noe innskrenket og klassifisert med middels faregrad, konsekvensklasse "2-Alvorlig" og risikoklasse 3; jf. Tabell 7 og Vedlegg A. Klassifisering av sonen er styrende for krav til utredninger og analyser.

Tiltak medfører økt aktivitet, større tilflytning/personopphold og viktige samfunnsfunksjoner. Tiltaket plasseres i **tiltakskategori K4**; jf. ref. [1]. Prosjektet må dermed kvalitetssikres av et uavhengig foretak.

Sikkerhetsnivå mot utglidning er representert med en materialkoeffisient (γ_M) i Tabell 6. Krav til sikkerhetsnivå er satt til $\gamma_M \geq 1,4$ iht. NVEs retningslinjer. Dersom dette sikkerhetsnivået ikke oppnås, og under forutsetning om at sonen klassifiseres i faregradsklasse "middels" (Tabell 7 og Vedlegg A) er det krav om at stabiliteten forbedres iht figur 5.1 i NVEs retningslinjer nr. 7/2014.

9 Vurdering av stabilitet og sikringstiltak

Som vist i Tabell 6 er det to skråninger hvor sikkerheten (dvs. materialkoeffisient) ikke er tilstrekkelig iht. NVEs retningslinjer; jf. ref. [1]. Dette gjelder skråningene ved ravinen sør i sonen og deler av skråningen sør-øst i sonen (dvs. deler av profil A og D).

Det er også beregnet en lav materialkoeffisient i drenert tilstand i profil C, men beliggenheten av sprøbruddmateriale i profil C er slikt at det er usannsynlig for et initialskred å utvikle seg i et større områdeskred. Som diskutert i kap. 6 er det mulig å innskrenke sonen ytterligere i nordøst, men supplerende grunnundersøkelser må til før dette kan gjøres.

Lagdeling og materialegenskaper mellom borpunktene i planområdet varierer noe og beliggenhet/tykkelse av sprøbruddmateriale er valgt konservativt i vurdering av området stabilitet. Valg av udrenert skjærfasthet (s_{ua}) fra CPTU soneringene er utfordrende i planområdet siden resultatene (dvs. $Bq < 0.6$) i pkt 1 og 2 faller utenfor korrelasjonsgrunnlaget presentert i ref. [7]. Skjærstyrkeprofiler ble derfor definert iht. SHANSEP-prinsippet og disse gir godt samsvar med tolkede verdier fra treaksialforsøk. Eventuelle mindre avvik mellom udrenert skjærfasthet i felt og de brukt i stabilitetsanalyser er tatt hensyn til gjennom kravet til prosentvisforbedring.

En mulighet for å oppnå kravet til prosentvisforbedring [jf. ref. [1]] i profilene A og D er å etablere en motfylling i foten av skråningene sør-øst i sonen. Resultatene fra stabilitetsanalyser viser forbedring med en motfylling i størrelsesorden 2-3 m; jf. Tegning 301B og 306.

Det er registrert noe erosjon i bekken sør for planområdet i tillegg til mindre overflate skred. Det er derfor anbefalt å sikre bekken mot erosjon samtidig som det legges motfylling i ravinen. En oversikt over aktuelle sikringstiltak for utbygging i kategori "K4" er presentert på Tegning 101.

Sikringstiltakene presentert på Tegning 101 må detaljprosjekteres, og i denne forbindelse må det utføres supplerende grunnundersøkelser for å kunne bestemme endelig omfang og form på motfyllingen. Det understrekes at omfanget av sikringstiltak er per i dag beregnet med en viss grad av konservatisme og basert på et begrenset antall grunnundersøkelser. Supplerende grunnundersøkelser kan føre til et redusert omfang av sikringstiltak og vil kunne brukes for å ytterligere innskrenke faresonen i nordøst.



NGI forstod det slik under diskusjon med Grong kommune (ref. telefonsamtale med Lars Arnesen den 25.03.2015) at de foreslåtte sikringstiltakene ikke er til hindring for videre utvikling av industriområdet. NGI mener derfor at det vil være mest gunstig å utføre supplerende grunnundersøkelser i området under detaljprosjekteringen, som først antydte i først versjon av vurderingsrapporten.

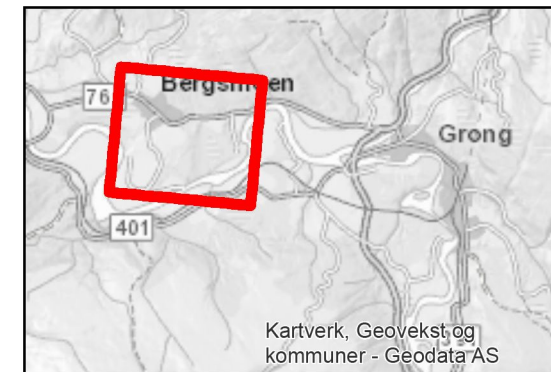
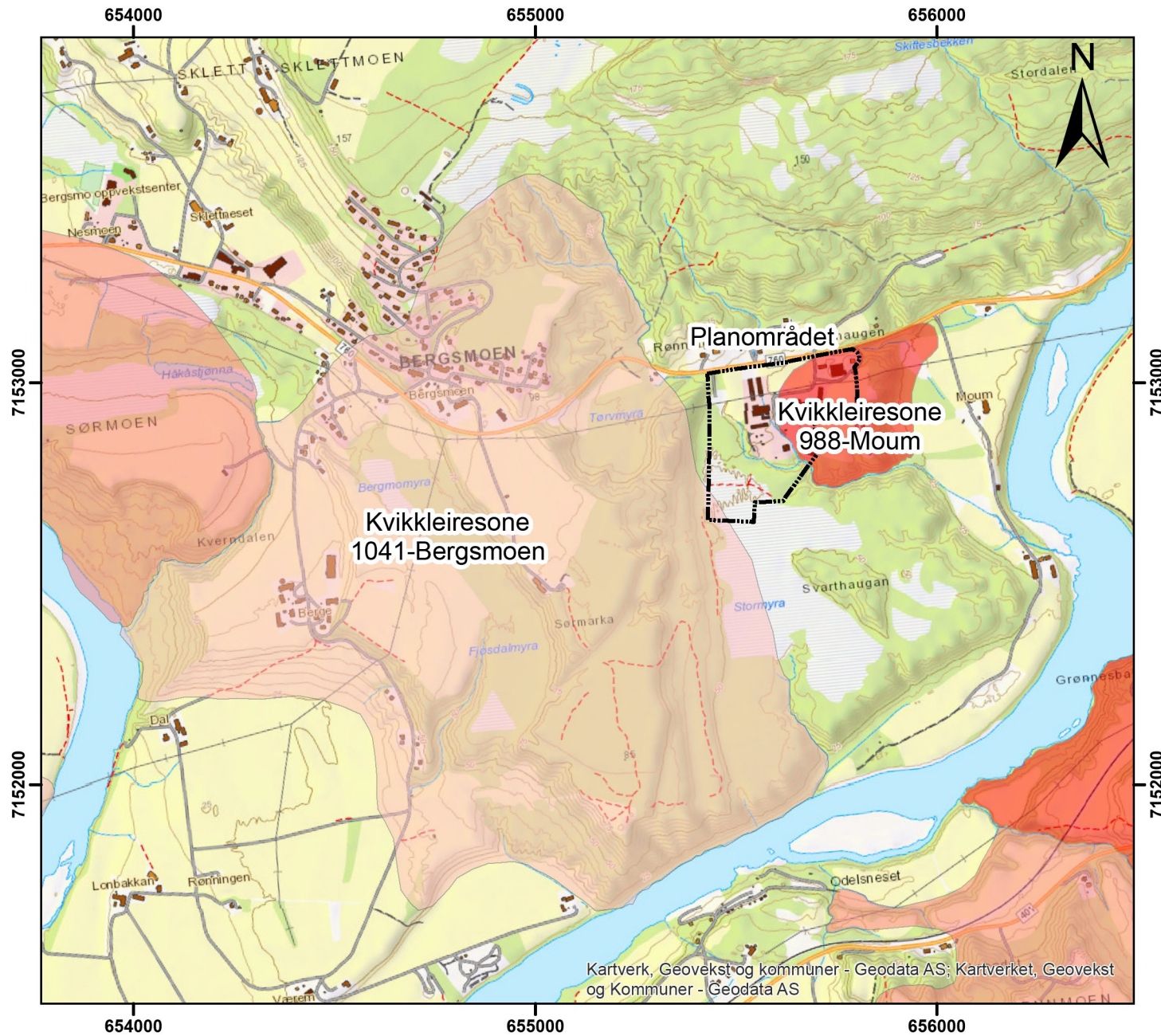
Spesielt viktig vil være å hente mer informasjon fra grunnundersøkelser øst i sonen på eiendommene 16/3 og 16/4 under detaljprosjekteringsfasen. NGI og Grong kommune fikk ikke tillatelse fra grunneier av eiendom 16/4 å utføre grunnundersøkelser i 2014. Det blir viktig å ha en god dialog med grunneier under detaljprosjekteringsfasen.

10 Referanser

- [1] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred - Veileder nr 7-2014,» Norges vassdrag- og energidirektorat, 2014.
- [2] NGI, «Geotekniske undersøkelser Vårryggen industriområdet - Geoteknisk datarapport. 20140059-01-R rev. 1,» NGI, 2015.
- [3] NGI, «Program for økt sikkerhet mot leirskred - Evaluering av risiko for kvikkleireskred - Grong kommune.,» NGI, Oslo, 2006.
- [4] NVE, Flaum- og skredfare i arealplanar., 2011-04-15.
- [5] L. R. a. M. M., «Piezocone tests in clay,» *SGI report 42*, 1991.
- [6] P. Robertson, «Soil classification using the cone penetration test,» *Canadian Geotechnical Journal*, 1990.
- [7] K. Karlsrud, T. Lunne, D. Kort og S. Strandvik, CPTU correlations for clays, International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 16. Osaka 2005. Proceedings, Vol. 2, pp. 693-702., 2005.
- [8] NIFS, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» NVE i samarbeid med SVV og JBV, 2014.
- [9] NGI, «Program for økt sikkerhet mot leirskred - Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire.,» oktober 2008.
- [10] NGI, «Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred. Trondheim kommune.,» 2005.
- [11] L. J.S, «Karakterisering av historiske kvikkleireskred og input parametere for Q-Bing,» NIFS, 2013.
- [12] NIFS, «En diskusjon om løsne- og utløpsområder for skred i sprøbruddmaterialer,» 2014.
- [13] NGI, «Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Grong, M = 1: 50 000, boreresultat. 920033-2,» NGI, Oktober 1996.
- [14] NGI, «Grunnundersøkelser i Grong kommune, Vurdering av fare for kvikkleireskred. 20111025-02-TN,» NGI, 2013.
- [15] M. D. S. L. J. S. I. R. J. m. Long, Relationships between electrical resistivity and basic geotechnical parameters for marine clays., *Canadian Geotechnical Journal* 49:1-11, 2012.

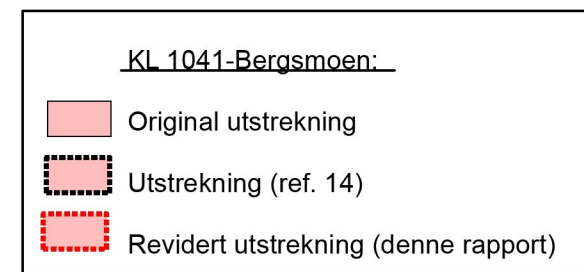
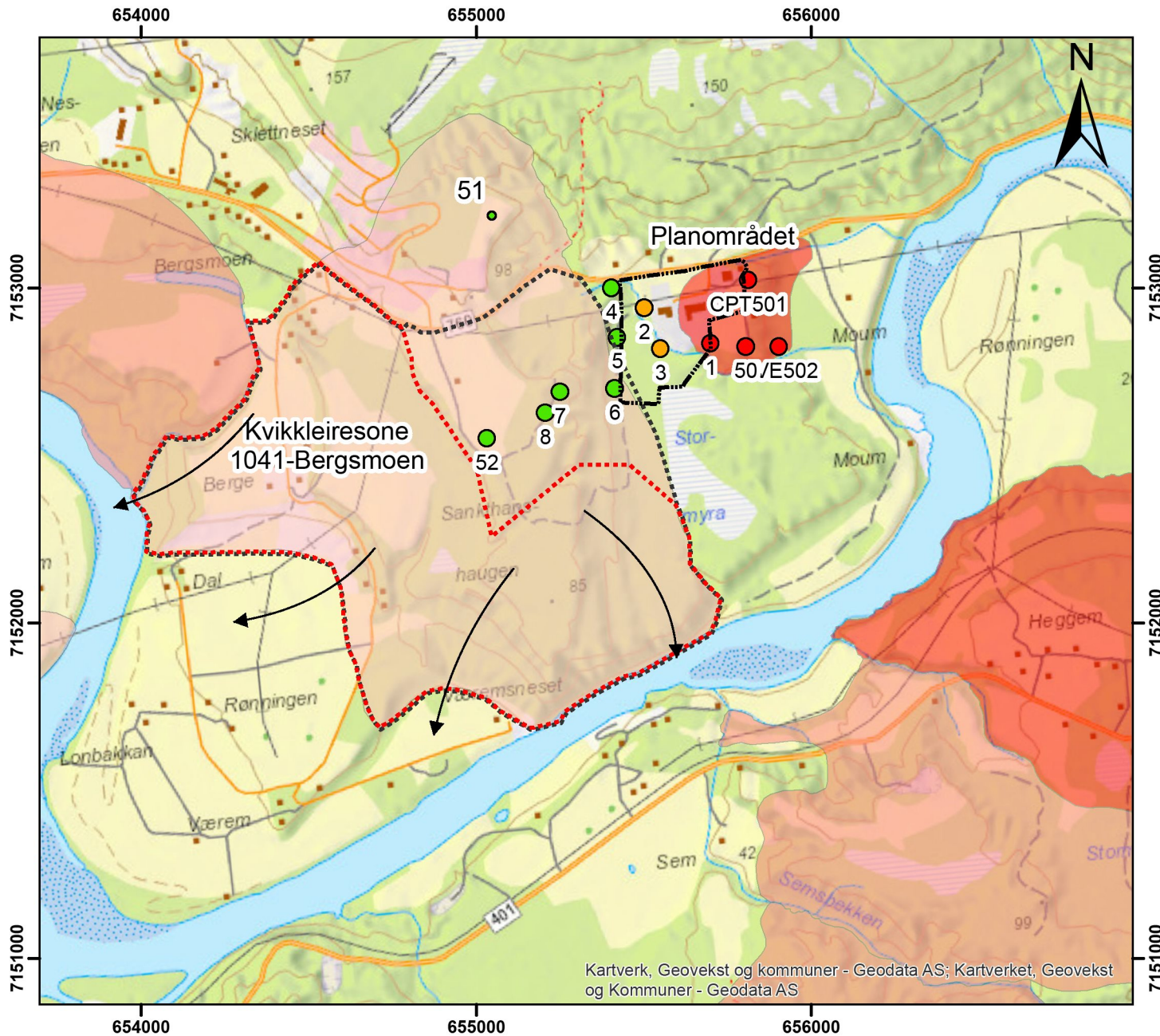
Tegningsliste

Tegn. nr.	Tittel	Format	Målestokk	Rev. dato
001	Oversiktskart	A3	1:25 000	02.10.2015
002	Vurdering av skredfare utenfor planområdet	A4	1: 18000	02.10.2015
100	Situasjonsplan m. boringer og profiler	A3	1:1000	01.10.2014
101	Situasjonsplan - sikringstiltak	A3	1:1000	10.04.2015
102	Revidert løsne- og utløpsområdet	A4	1:5000	02.10.2015
201	Lagdelling – Profil A	A3L	1:1000	10.04.2015
202	Lagdelling – Profil B	A3L	1:1000	10.04.2015
203	Lagdelling – Profil C	A3L	1:1000	10.04.2015
204	Lagdelling – Profil D	A3L	1:1000	01.10.2014
300	Stabilitet – Profil A – Udrenert	A3L	1:1000	10.04.2015
301A	Stabilitet – Profil A – Drenert	A3L	1:1000	10.04.2015
301B	Stabilitet – Profil A – Drenert - tiltak	A3L	1:1000	10.04.2015
302	Stabilitet – Profil B – Udrenert	A3L	1:1000	01.10.2014
303	Stabilitet – Profil B – Drenert	A3L	1:1000	10.04.2015
304	Stabilitet – Profil C – Udrenert	A3L	1:1000	10.04.2015
305	Stabilitet – Profil C – Drenert	A3L	1:1000	10.04.2015
306	Stabilitet – Profil D – Dagens situasjon og tiltak	A3L	1:1000	10.04.2015



Målestokk (A4): 1:18 000 Datum: UTM 32N, Kartprojeksjon: WGS 1984

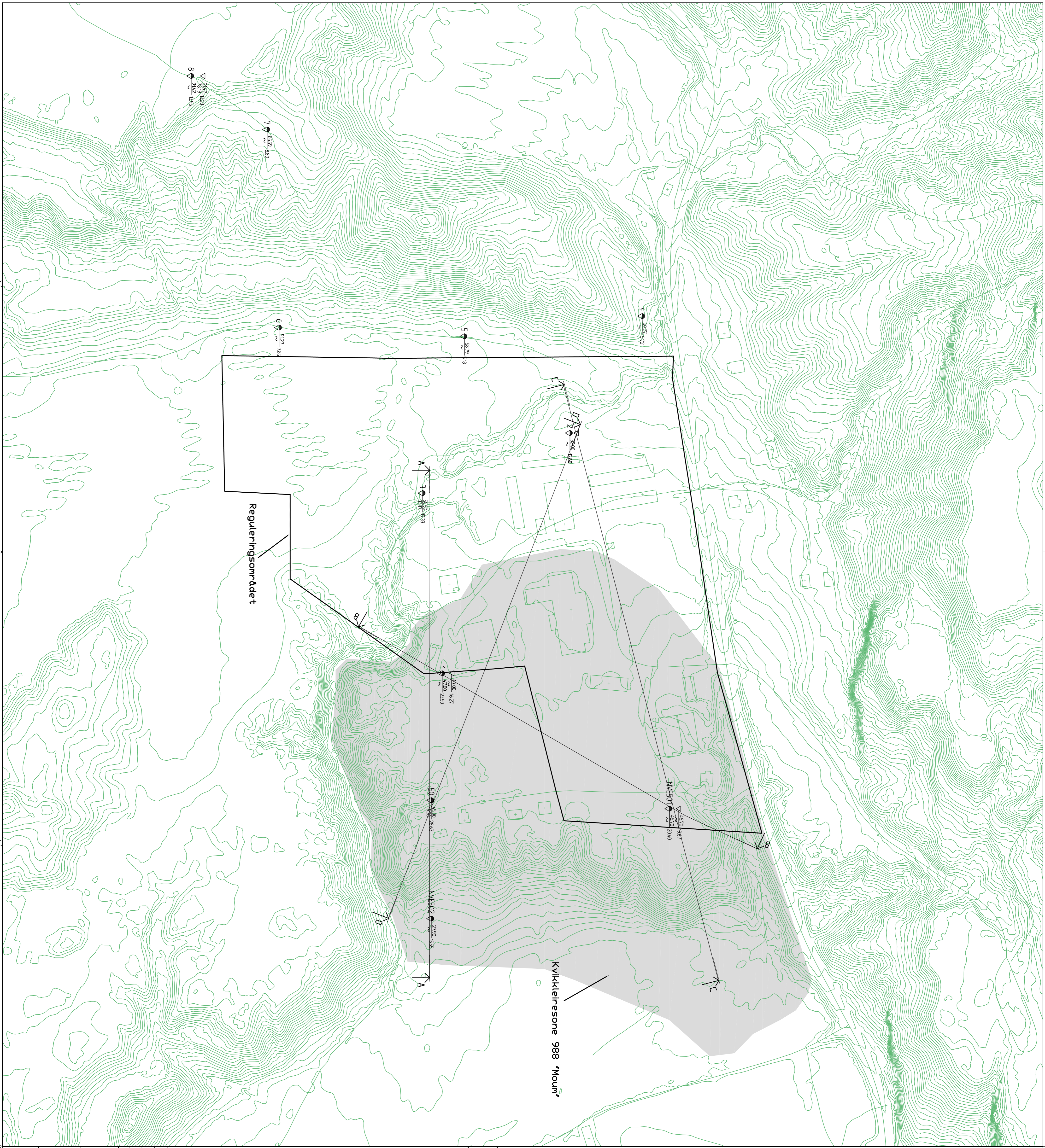
Oversiktskart		
	Prosjektnr. 20140059	Kart nr. 001
Kart over planområdet og situasjon av kvikkleiresoner Moum og Bergsmoen	Utført JSL	Dato 2015-10-02
	Kontrollert VG	Godkjent VG



Målestokk (A4): 1:18 000 Datum: UTM 32N, Kartprojeksjon: WGS 1984

Vurdering av skredfare utenfor planområdet		
Revidert utstrekning av kvikkleiresone 1041-Bergsmoen	Prosjektnr. 20140059	Kart nr. 002
Pilene viser de mest sannsynlige utløpsretninger for evt skred i kvikkleiresonen Bergsmoen	Utført JSL	Dato 2015-10-02
	Kontrollert VG	Godkjent VG

Kartverk, Geovekst og kommuner - Geodata AS; Kartverket, Geovekst og Kommuner - Geodata AS



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Forprosjekt	Forprosjekt	Rev.
<p>HENVISNINGER:</p> <p>BESTEMMELSER:</p> <p>FORKLARINGER:</p>		
<p>Vårnygen Industriområde Borplan</p>		
Beskrivelse	Dato	Rev.
Oppdelerie borttull	27.08.2015	
<p>1500</p>		
<p>NSI Sognvænen 72, P.O. Box 9330 Ulvål, Sørkisa NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.nsi.no</p>		
Dato	Utdragsnr	Forprosjekt
27.08.2015	TS6	100
Rev.	Utdragsnr	Forprosjekt
		1





Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontrollert	Godkjent
01	Ustrekning av sikringsiltak	10-04-2015	JSL	VG	VG

Vårryggen Industriområde
Situasjonsplan – Sikringsiltak

Dato: 01.10.2014
 Oppdragsnr.: 20140059

Målestokk: 1:1000

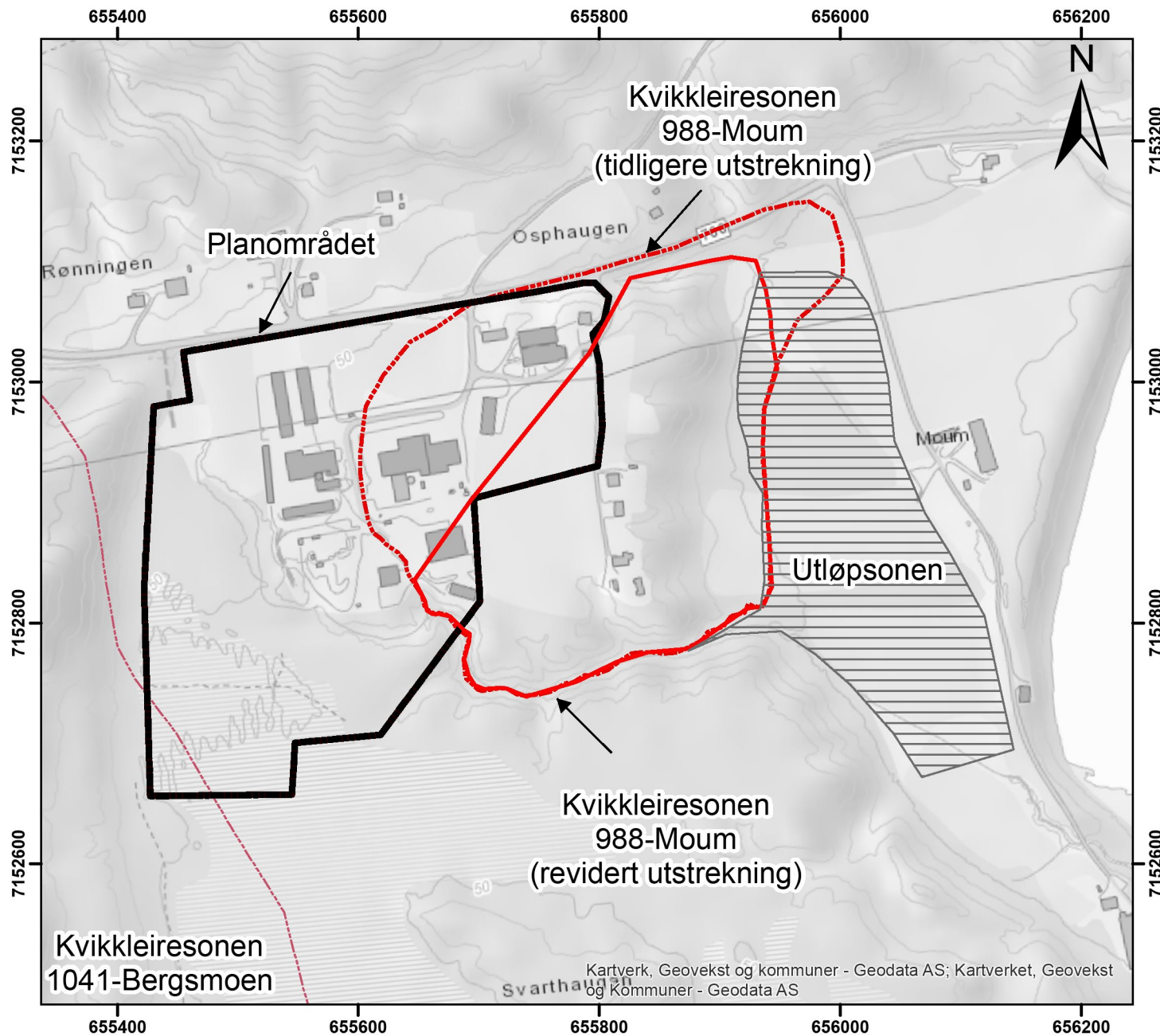


NGI
 Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Station
 NO-0806 Oslo, Norway
 T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
 www.ngi.no

Dato: 01.10.2014
 Oppdragsnr.: 20140059

Konstr./Tegnet: JSL
 Kontrollert: VG
 Godkjent: VG

Tegningsnr.: 101
 Rev.: -



Målestokk (A4): 1:5000 Datum: UTM 32N, Kartprojeksjon: WGS 1984

Revidert løsne- og utløpsområdet		
Kvikkleiresone Moum	Prosjektnr.	Kart nr.
	20140059	102
	Utført	Dato
	JSL	2015-10-02
	Kontrollert	Godkjent
	VG	VG
NGI		

Kvikkleiresonen
1041-Bergsmoen

Kvikkleiresonen
988-Moum
(revidert utstrekning)

Kvikkleiresonen
988-Moum
(tidligere utstrekning)

Utløpsonen

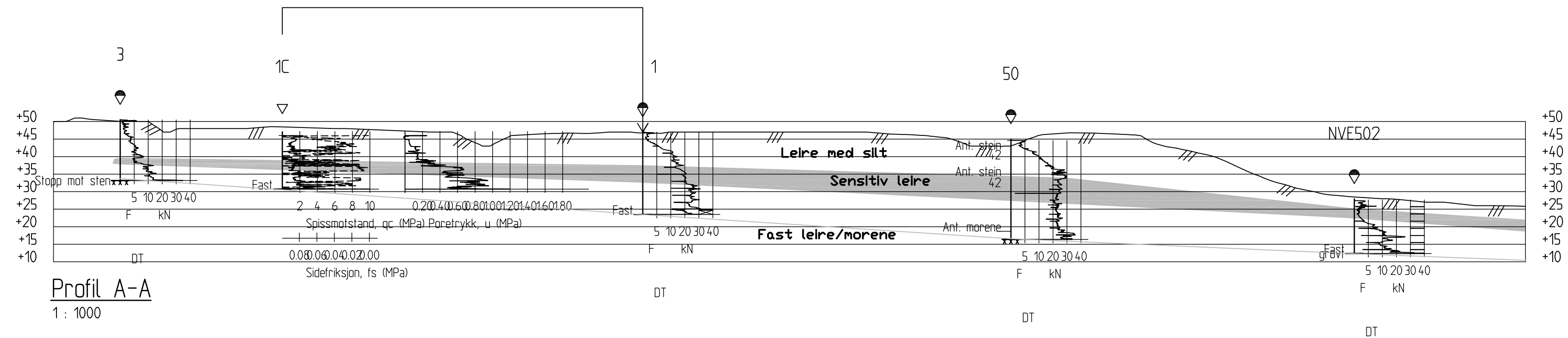
Planområdet

Osphaugen

Moum

Svarthaugen


Kartverk, Geovekst og kommuner - Geodata AS; Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

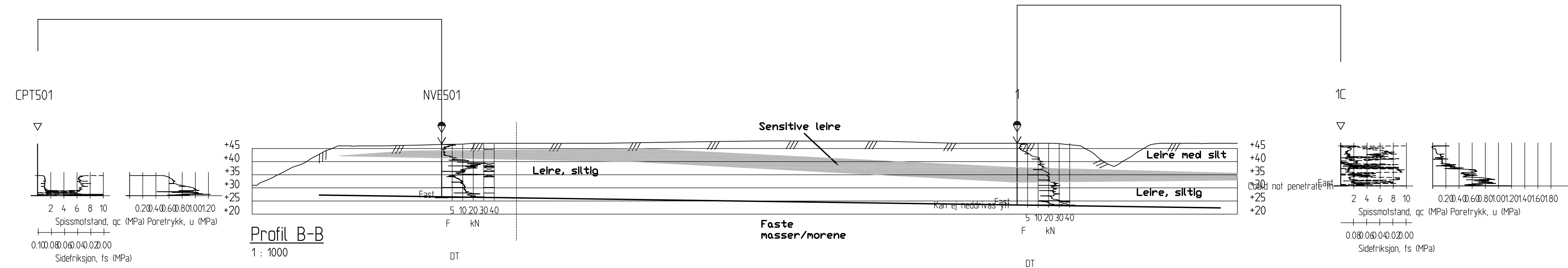


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Justering av lagdeling	10-04-2015	JSL	VG	VG
Vårryggen Industriområdet		Status			
Lagdeling - Profil A		Målestokk 1:1000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 01-10-2014	Konstr./Tegnet JSL	Kontrollert VG	Godkjent VG
		Oppdragsnr. 20140059	Tegningsnr. 201	Rev. 01	

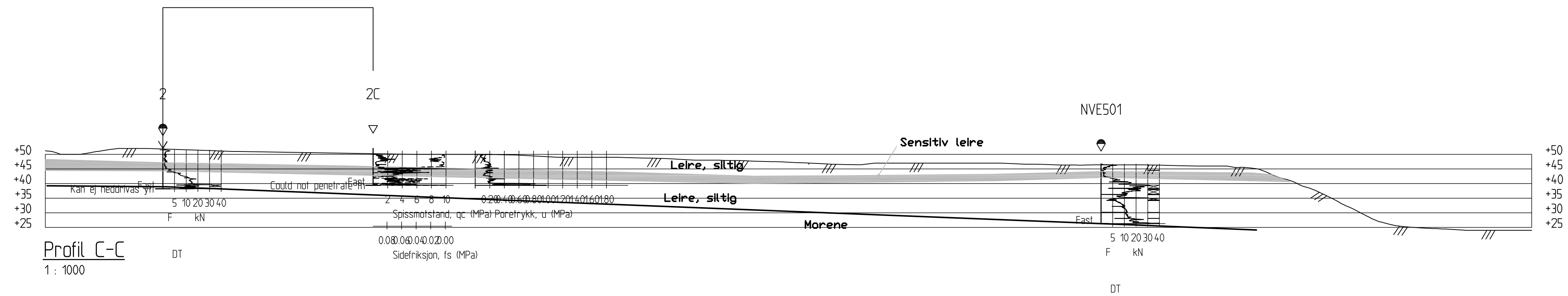


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Justering av lagdeling	10-04-2015	JSL	VG	VG
Vårryggen Industriområdet Status: Original format A3L Tegningens filnavn:		Målestokk: 1:1000 			
Lagdeling - Profil B		NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no			
Dato: 01-10-2014 Oppdragsnr: 20140059		Konstr./Tegnet: JSL Tegningsnr: 202		Kontrollert: VG Godkjent: VG Rev: 01	

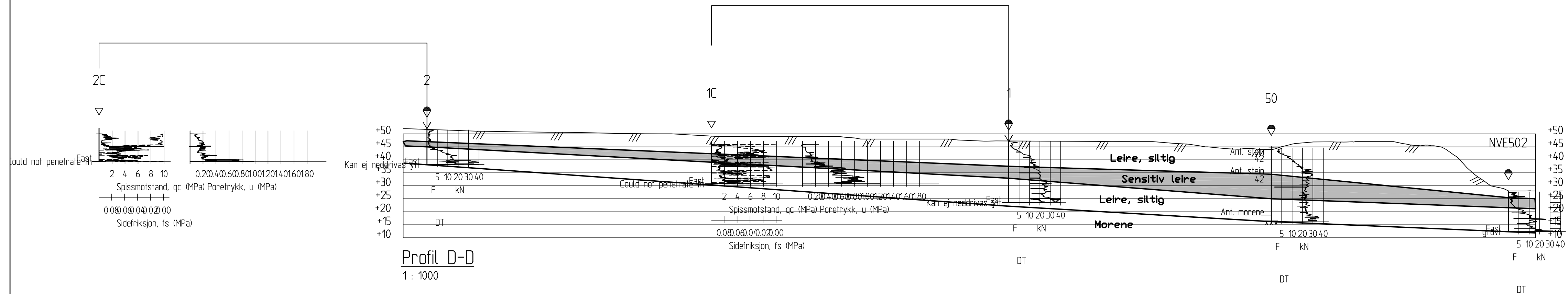


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Vårryggen industriområdet		Status - Original format A3L Tegningens filnavn - Målestokk 1:1000			
Lagdeling - Profil C					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 01-10-2014 Oppdragsnr. 20140059	Konstr./Tegnet JSL Tegningsnr. 203	Kontrollert VG	Godkjent - Rev. -

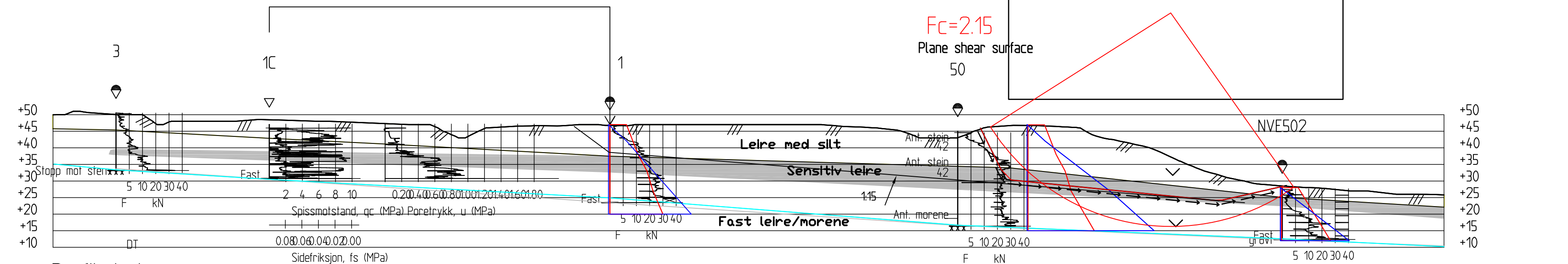


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Description	Date	Drawn	Checked	Approved
-	-	-	-	-	-
Vårryggen industriområdet		Status: -			
Lagdeling - Profil D		Original format: A3L		Drawing filename: -	
		Scale: 1:1000		NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Date: 01.10.2014	Drawn by: JSL	Checked: VG	Approved: -
		Contract no: 20140059	Drawing no: 204	Rev: -	



Profil A-A
1 : 1000

DT				DT				DT			
Z(m)	su(kPa)	Z(m)	u (kPa)	Z(m)	su(kPa)	Z(m)	u (kPa)	Z(m)	su(kPa)	Z(m)	u (kPa)
47	50	47	0	47	50	47	0	28	50	28	0
38	85	42	55	38	85	42	55	12	148	12	192
33	112	27	250	33	112	27	250	fra Shansep			fra piezometer i bpkt 502
27	130			27	130	15	384				
15	200			15	200	(fra Shansep)					
(fra CPTU 1)											

Result file : g:\geoarkiv\20140059\stabgraf.nit\profil aa-undrained.R2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Leire med silt	20.50	10.50		C-prof	1.00	0.65	0.36	
Sensitiv leire	20.00	10.00		C-prof	0.85	0.65	0.36	
Leire med silt	21.50	11.50		C-prof	1.00	0.65	0.36	

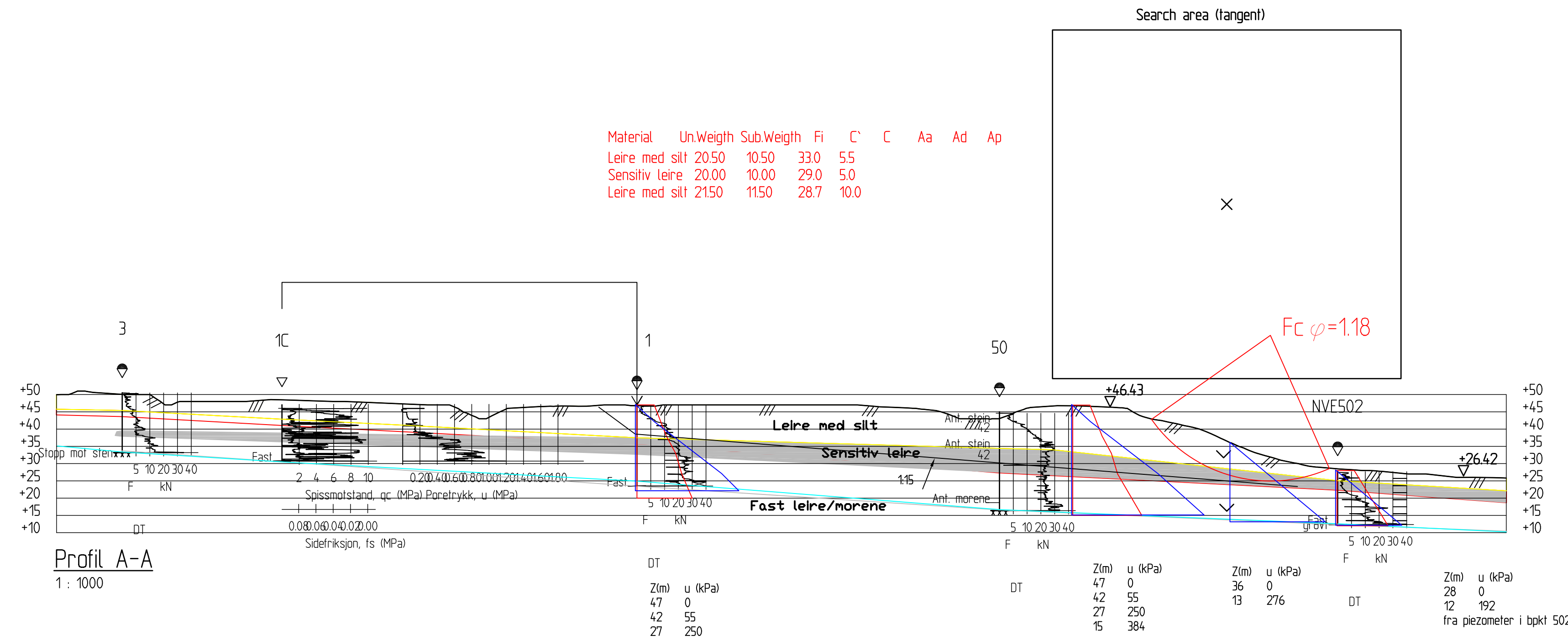
g:\geoarkiv\20140059\stabgraf.nit\profil aa-undrained.dwg

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

-		Ny stabilitetsanalyse basert på justert poretrykksprofiler		10-04-2015	JSL	VG	VG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.		
Vårrygen industriområdet		Stabilitet - Profil A		Status		Original format	
Udrenert Dagens		Målestokk	1:1000		Tegningens filnavn		
-		-		-		NGI	
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent		
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		01.10.2014	JSL	VG	VG		
Oppdragsnr.		Tegningsnr.	300		Rev.		
20140059		300		JSL			

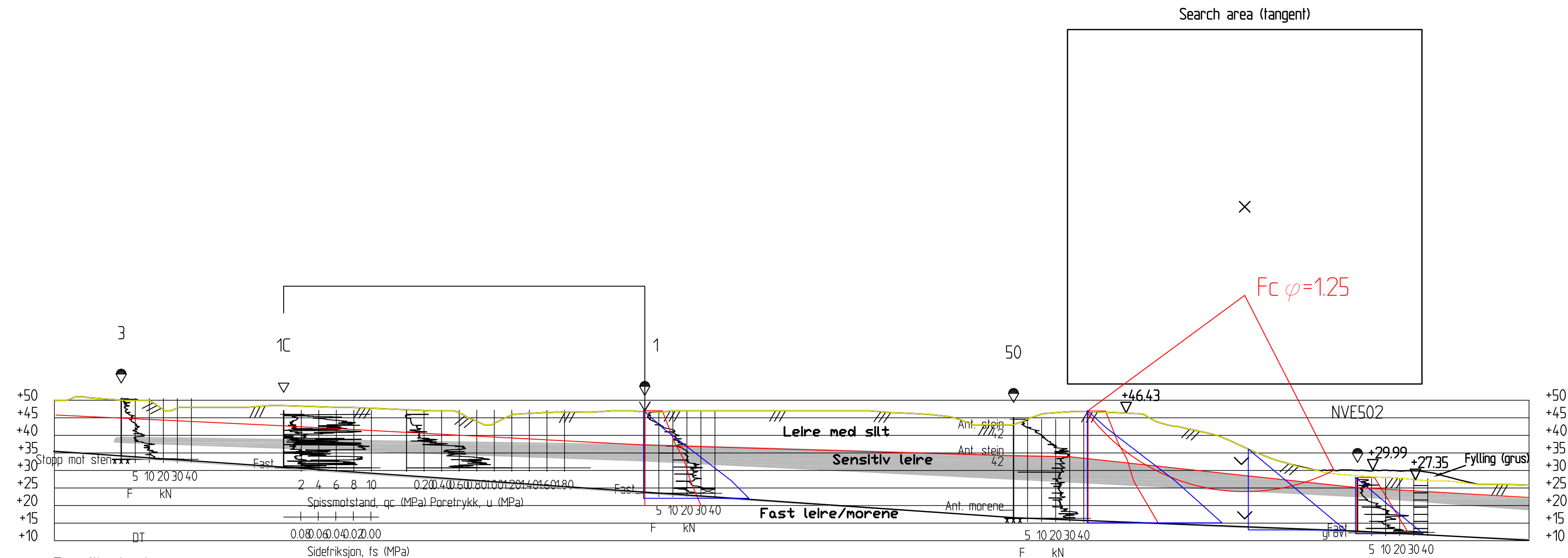


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

-		Revidert stabilitets analyser basert på korrigert poretrykksprofiler	10-04-2015	JSL	VG	VG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
Vårtryggen industriområdet		Status		Original format		
Stabilitet - Profil A		A3L		Tegningens filnavn		
Drenert analyse		Målestokk	1:1000		NGI	
Dagens situasjon						
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		01.10.2014	JSL	VG	VG	
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20140059	301-A	-		
www.ngi.no						



Profil A-A
1 : 1000

DT	Z(m)	u (kPa)	DT	Z(m)	u (kPa)	DT	Z(m)	u (kPa)
	47	0		47	0		47	0
	42	55		42	55		28	0
	27	250		27	250		12	192
	27	250		15	384			

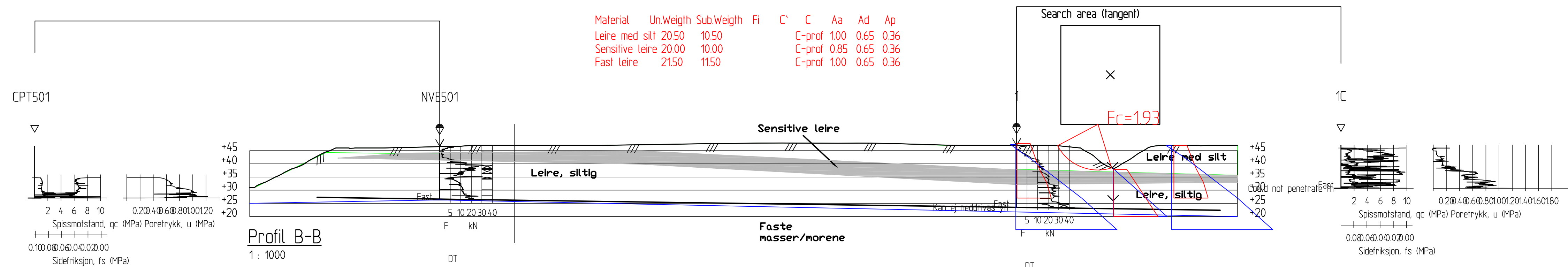
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Grus	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire med silt	20.50	10.50	33.0	5.5				
sensitiv leire	20.00	10.00	29.0	5.0				
leire siltig	21.50	11.50	29.0	10.0				

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Ny stabilitetsvurdering etter revisjon av poretrykksprofiler	10-04-2015	JSL	VG	VG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Vårtryggen Industriområdet		Status			
Stabilitet - Profil A		Original format			
Tiltak		Målestokk			
Drenert analyse		1:1000			
-		NGI			
-		NGI			
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		01.10.2014	JSL	VG	VG
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20140059	301-B	-	
www.ngi.no					



Z(m)	su (kPa)	Z(m)	su (kPa)	Z(m)	su (kPa)
47	50	37	50	47	50
38	85	20	168	38	85
33	112			33	112
27	130			27	130

Z(m)	u (kPa)	Z(m)	u (kPa)	Z(m)	u (kPa)
47	0	38	0	47	0
42	55	20	204	42	55
27	250			27	250
15	384			15	384

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

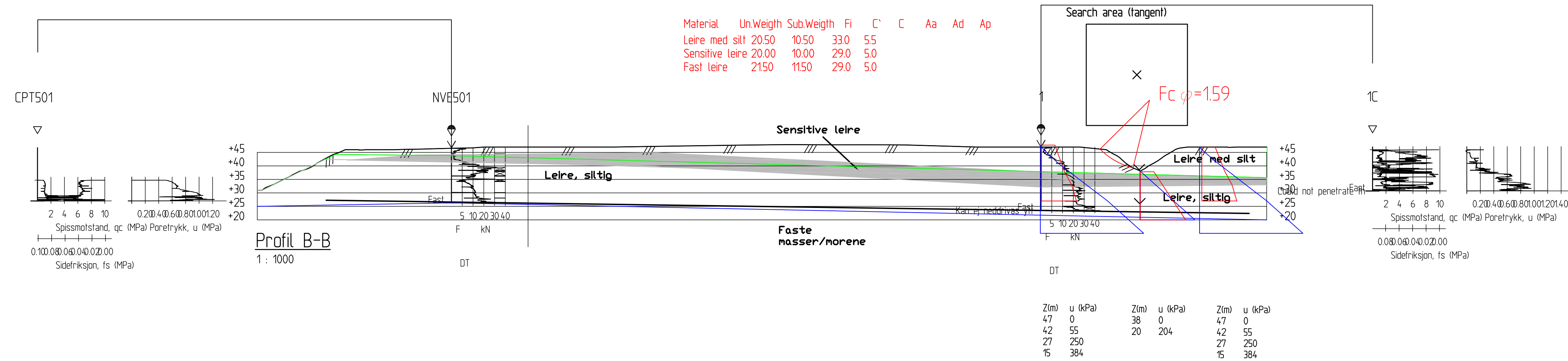
HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Vårryggen Industriområdet Stabilitet - Profil B					Status Original format A3L Tegningens filnavn
Udrenert Dagens situasjon					Målestokk 1:1000
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no					Dato 12.09.2014 Oppdragsnr. 20140059
Konstr./Tegnet JSL			Kontrollert VG	Godkjent VG	Rev. -
302					-

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	Revidert stabilitetsanalyse etter justering på poretrykksprofiler og lagdeling	10-04-2015	JSL	VG	VG

Vårryggen Industriområdet
Stabilitet - Profil B

Original format: A3L
 Tegningens filnavn:

Dagens Situasjon
 Drenert

Målestokk: 1:1000

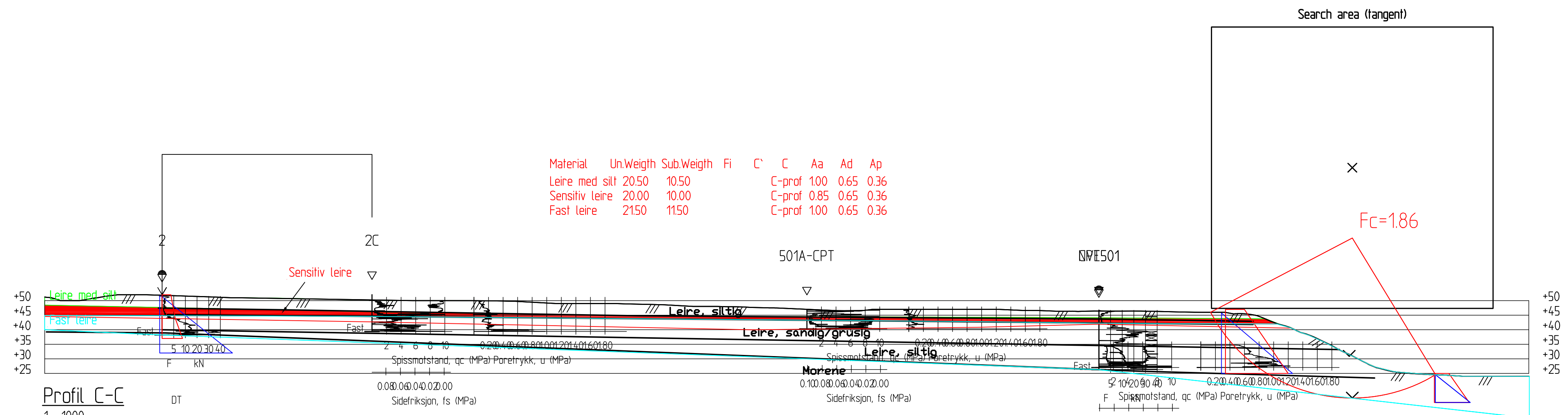


NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato: 12.09.2014 Oppdragsnr: 20140059	Konstr./Tegnet: JSL Tegningsnr: 303	Kontrollert: VG	Godkjent: VG
---	--	--	-----------------	--------------

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Leire med silt	20.50	10.50		C-prof	1.00	0.65	0.36	
Sensitiv leire	20.00	10.00		C-prof	0.85	0.65	0.36	
Fast leire	21.50	11.50		C-prof	1.00	0.65	0.36	

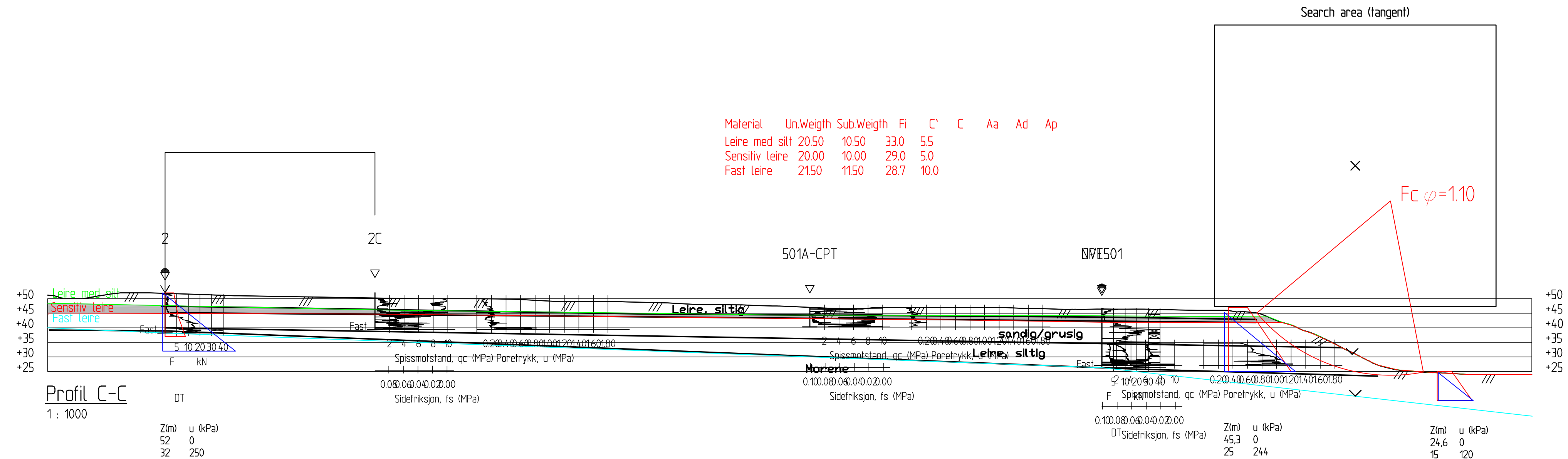
Profil C-C
1 : 1000

Z(m)	u (kPa)
52	0
32	250

Z(m)	su(kPa)	Z(m)	su(kPa)
47	65	25	50
25	215	15	120

Z(m)	u (kPa)	Z(m)	u (kPa)
45,3	0	24,6	0
25	244	15	120

01	Justering av lagdeling og poretrykksprofiler	10-04-2015	JSL	VG	VG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Vårtryggen industriområdet		Status			
Stabilitet - Profil C		Original format			
Dagens situasjon		Målestokk	Godkjent		
Udrenert		1:1000	VG		
-		-			
-		-			
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		12.09.2014	JSL	VG	VG
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20140059	304	-	
www.ngi.no					



FORKLARINGER:

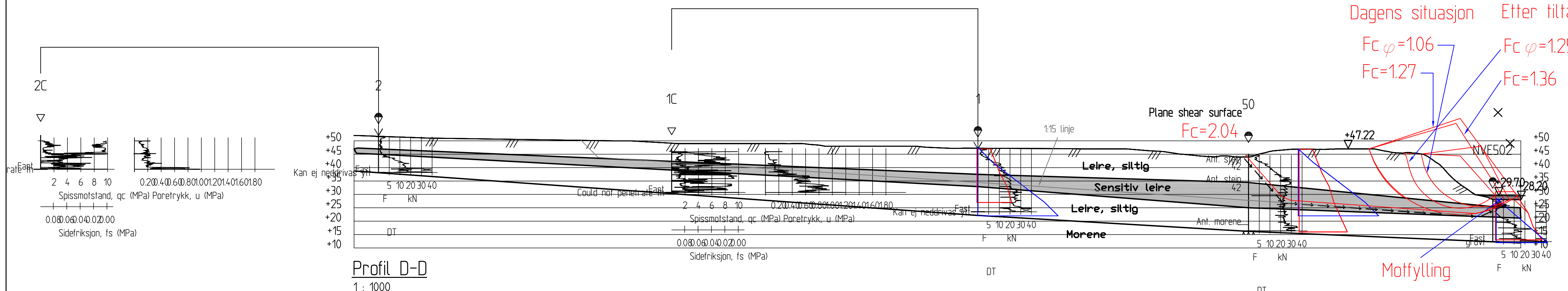
BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

1	Revisjon av stabilitetsanalyse etter justering av poretrykk og lagdeling	10-04-2015	JSL	VG	VG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Vårtryggen industriområdet		Status		Original format	
Stabilitet- Profil C		A3L		Tegningens filnavn	
Drenert		Målestokk	NGI		
Dagens		1:1000			
-					
-					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 12.09.2014	Konstr./Tegnet JSL	Kontrollert VG	Godkjent VG
Oppdragsnr. 20140059		Tegningsnr. 305			Rev.

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Leire, siltig	20.50	10.50		C-prof	1.00	0.65	0.36	
Sensitiv leire	20.00	10.00		C-prof	0.85	0.65	0.36	
Leire siltig	21.50	11.50		C-prof	1.00	0.65	0.36	

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Leire, siltig	20.50	10.50	33.0	5.5				
Sensitiv leire	20.00	10.00	29.0	5.0				
Leire siltig	21.50	11.50	29.0	10.0				



Z(m)	su (kPa)	Z(m)	u (kPa)
47	50	47	0
38	85	42	55
33	112	27	250
27	130	22	300
16	180		
fra CPTU-1			

Z(m)	su (kPa)	Z(m)	u (kPa)
47	50	47	0
38	85	42	55
33	112	27	250
27	130	22	300
16	180		
fra CPTU-1			

Z(m)	su (kPa)	Z(m)	u (kPa)
28	70	28.5	0
23	122	12	192
18	140		
13	174		
fra Shansep			

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Vårryggen industriområdet Stabilitet - Profil D		Status Original format A3L Tegningens filnavn		Målestokk 1:1000	
Udrenert og drenert analyser Dagens situasjon og situasjon etter tiltak		NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		NGI logo	
Dato 03.26.2015		Konstr./Tegnet JSL		Godkjent VG	
Oppdragsnr. 20140059		Tegningsnr. 306		Rev. -	

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information														
Dokumenttittel/Document title Geotekniske undersøkelser Vårryggen industriområde - Vurderingsrapport						Dokumentnr./Document No. 20140059-02-R								
Dokumenttype/Type of document Rapport/Report		Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited				Dato/Date 1. oktober 2014		Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 02.10.2015						
Oppdragsgiver/Client Grong kommune														
Emneord/Keywords Kvikkleire, stabilitet, faregrad, erosjon, tiltak														
Stedfesting/Geographical information														
Land, fylke/Country, County Norge						Havområde/Offshore area								
Kommune/Municipality Grong						Feltnavn/Field name								
Sted/Location Vårryggen						Sted/Location								
Kartblad/Map						Felt, blokknr./Field, Block No.								
UTM-koordinater/UTM-coordinates UTM 32N														
Dokumentkontroll/Document control														
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001														
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision					Egen- kontroll/ Self review av/by:		Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:		Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:		Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:		
0	Originaldokument					JSL		VG						
1	Revisjon etter uavhengig kontroll					JSL	<i>JKL</i>	VG	<i>JKL</i>					
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release				Dato/Date 1. oktober 2014			Sign. Prosjektleder/Project Manager <i>J. Espedal</i>							

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in the geosciences. NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002.

www.ngi.no



Hovedkontor/Main office:
PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo
Norway

Besøksadresse/Street address:
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:
PO Box 1230 Pirsenferet
NO-7462 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00
F: (+47) 22 23 04 48

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Kontonr 5096 05 01281 /IBAN NO26 5096 0501 281
Org. nr./Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

