

NOTAT

Dato 31.03.2014

Oppdrag **Bjørka massedeponi**
 Kunde **BL-Entreprenør**
 Notat nr. **G-Not-001-1350000101**
 Til **John Bolme** **BL-Entreprenør**

Rambøll
 Mellomila 79
 P.b. 9420 Sluppen
 NO-7493 TRONDHEIM

T +47 73 84 10 00
 F +47 73 84 10 60
 www.ramboll.no

Fra **Navid Zamani** **Rambøll Norge AS**
Per Arne Wangen **Rambøll Norge AS**

Kopi

Vår ref. 1350000101/NAZATRH

BJØRKA MASSEDEPONI, GEOTEKNISK VURDERING**1. Bakgrunn og hensikt**

BL-Entreprenør AS ønsker å etablere et massedeponi på Bratsberg i Trondheim kommune som etter innfyllingen skal reetableres som jordbruksareal. Deponiområde har et areal på ca. 90 mål og ligger mellom gårdene Kvammen, Bjørka og Nordre Lia. Deponiet skal etableres i det som basert på kartstudier ser ut som en gammel skredgrop. Vi har ikke funnet historiske opplysninger som beskriver dette ytterligere.

Rambøll AS er engasjert av BL-Entreprenør som geoteknisk rådgiver for å utføre grunnundersøkelser og prosjektering i forbindelse med utredningen av området.

Dette notatet omfatter vurderinger mht. områdestabiliteten i to beregningsprofiler, profil A og D, gjennom deponiområdet, basert på mottatte planer for hvordan det planlagte deponiet skal utformes, vi har mottatt tegning L 01 av 20.11.2013 fra Rambølls arkitektavdeling. Plassering av borpunkter og profiler er presentert sammen med deponiets planlagte utforming på tegning 1001.

Dokumentering av stabilitetsforholdene utføres iht. NVEs retningslinjer 2/2011, ref. /1/.

2. Krav

I henhold til tabell 3.1 i ref. /1/ vurderes prosjektet å ligge i Tiltakskategori K2, "Tiltak av begrenset omfang uten tilflytting av personer, negativ påvirkning på stabilitetsforholdene" jfr NVEs veileder 2/2011. De utførte grunnundersøkelsene viser at den angitte utbredelse av kvikkleiresone 217 Gisvål ikke er riktig. Det planlagte massedeponiet er ikke del av denne sonen, men det er påvist en tidligere ukjent og liten lomme med kvikk/sensitiv leire nede på platået mot Bratsbergvegen. For å plassere tiltaket riktig i tabell 3.1 i ref. /1/ har vi utført en ROS analyse for området, se bilag 1. Det er i vurderingen tatt hensyn til at massedeponiet ligger inne i en antatt gammel skredgrop. Denne viser at området har faregrad lav.



Det stilles da krav om at prosjektet skal medføre en forbedring av stabiliteten i skråningen eller at en ved beregninger oppnår en materialfaktor $\gamma_m \geq 1,4$.

Tiltaket er underlagt vanlig kontroll (prosjektklasse 2, NS 3480). Det medfører at de vurderinger som omhandler områdestabiliteten må underlegge sidemannskontroll samt en kontroll på anleggsplassen.

3. Grunnforhold

Grunnforholdene er vurdert med utgangspunkt i grunnundersøkelsene på området. Vi viser til vår datarapport G-rap-001 1350000101 og tidligere undersøkelser gjengitt i rapport 300296-1 utarbeidet av Multiconsult AS.

3.1 Topografi og terrengforhold

Terrenget i området heller grovt sett slakt nedover mot Bratsbergvegen, men har en brattere helning opp mot eiendomsgrensene i nord, øst og sør. Eiendommen ligger på ca. kt. +114 mot Bratsbergvegen, men mot nord og øst ligger terrenget stedvis opp mot ca. kt. +160.



3.2 Løsmasser

Utførte sonderingene viser 9-17 meter friksjonsmasser av grus, sand og silt i alle punkter. I punkt 1, 2, 4, 5, 9, 12 og 13 er det registrert leire under øvre laget av friksjonsmaterialer.

Det er ved prøvetaking påvist kvikk/sensitiv leire i punkt 1 i dybde ca. 20-21 meter og i punkt 4 i dybde 16-24 meter under dagens terreng. Punkt 1 ligger under innkjørselen til deponiet og punkt 4 ligger i randen av massedeponiet. Derfor vil dette området i mindre grad bli belastet av oppfyllingen. For nærmere detaljer rundt grunnforholdene vises det til vår datarapport G-rap-001 1350000101.

3.3 Fjell

Det er boret til fjell i fem av borpunktene på området. Dybde til antatt fjell varierer fra ca. 6 til 26 meter under dagens terreng. I øvrige punkter er det boret til 16-36 meter uten at fjell er nådd.

4. Vurderinger

4.1 Tolkning av materialparametere

Tolket, aktiv, udrenert skjærstyrke fra CPTU er ikke lagt til grunn for leiras skjærstyrke i beregningen, men er benyttet som sammenligningsgrunnlag. I beregninger er benyttet konservativt tolkede verdier fra konus- og enaksforsøk i laboratoriet. Disse er omregnet til aktiv udrenert skjærfasthet via formelen $S_{UA} = S_{UD}/0,7$ og sammenlignet med tolkede verdier fra CPTU. Tolkning av CPTU er utført på grunnlag av poretrykkfaktoren $N_{\Delta u}$ og spissmotstandsfaktoren N_{kt} , uttrykt på følgende måte:

$$c_{uA} = \Delta u / N_{\Delta u}$$

$$c_{uA} = q_n / N_{kt}$$

Generelt er $N_{\Delta u}$ benyttet ved B_q -verdi (poretrykksrespons) høyere enn 0,5 - 0,6, og N_{kt} er benyttet ved B_q lavere enn 0,5 - 0,6.

For bestemmelse av faktorene $N_{\Delta u}$ og N_{kt} er korrelasjoner basert på CAUC-treaksialforsøk på blokkprøver av høy kvalitet benyttet, kfr Lunne et al, ref /3/ og Karlsrud, ref /4/. For de valgte korrelasjonene for $N_{\Delta u}$ - og N_{kt} -faktorene er det skilt mellom leire med sensitivitet (S_t) lavere og høyere enn 15. Følgende faktorer er benyttet:

$N_{kt} = 7,8 + 2,5 * \log OCR + 0,082 * I_p$	$N_{\Delta u} = 6,9 - 4,0 * \log OCR + 0,07 * I_p$	for $S_t < 15$
$N_{kt} = 8,5 + 2,5 * \log OCR$	$N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 * \log OCR$	for $S_t > 15$

Det er i tillegg til de ovennevnte faktorene valgt å benytte korrelasjon mellom $N_{\Delta u}$ og B_q , $N_{\Delta u} = 4,0 + 4,5 B_q$ for sammenligning. Denne er en kurvetilpasning (Eggereide) basert på korrelasjoner mellom blokkprøver og målt poretrykksrespons (B_q) presentert i ref. /5/.

Ved tolking av CPTU er det benyttet en romvekt på 20,0 kN/m³. Det er benyttet plastisitetsindeks, I_p , lik 7 i tolkningene, basert på erfaringstall i Trondheimsområde.

OCR (overkonsolideringsgrad) er vurdert ut fra ødometerforsøk utført i punkt 4 og 5 til å være tilnærmet lik 2,0. Dette er naturlig i og med at punktene ligger i foten av skråningen og i bunnen av en antatt tidligere skredgrop. Det forventes lavere OCR oppover i skråningene og mot skråningstopp.

Tolkede CPTU foreligger som bilag 1 og 2. Designverdi er presentert i hvert enkelt plott av tolkingen.

Det er vanlig praksis at skjærfastheten i kvikk- og sensitiv leire, iht. anbefaling i NVEs retningslinjer, reduseres med 15 % for å ta hensyn til at designstyrke er vurdert på grunnlag av tolket CPTU med korrelasjon mot utført fasthetsmålinger på høykvalitets blokkprøver. Dette er ikke utført i våre beregninger, da skjærfastheten ikke er tolket fra CPTU, men fra laboratriveverdier.

Anisotropi og tøyingskompatibilitet

I beregningene tas det hensyn til spenningsanisotropi i leira, dvs. at udrenert skjærfasthet varierer med hovedspenningsretningene (ADP-analyse). Utgangspunktet er udrenert aktiv skjærfasthet c_{uA} .

For ikke-sensitiv leire er direkte og passiv skjærfasthet beregnet ut fra følgende sammenheng:

- $c_{uD} = 0,7 c_{uA}$ (fasthet for den tilnærmet horisontale delen av glideflaten)
- $c_{uP} = 0,4 c_{uA}$ (fasthet der glideflaten ligger i passiv sone)

Vi har også tolket friksjonsvinkel fra utførte CAUc-forsøk i punkt 4 og 5. Utførte effektivspenningsanalyser er valgt utført med følgende parametre:

Tabell 1

Lag	ϕ [grader]	c' [kPa]
Fylling	25	0
Sand/Grus	33	0
Leire	21	1,9
Kvikkleire	25	0,5
Sand/Silt	31	0

Tolket lagdeling for valgte profiler er vist på tegning 1002-1004.

4.2 Stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegningene er utført ved hjelp av dataprogrammet *GeoSuite Stability*. Det er utført beregning av lokal stabilitet i to profiler i det området hvor det er påvist kvikk/sensitiv leire. Det er utført totalspenningsanalyse og effektivspenningsanalyse med utgangspunkt i terreng etter oppfylling. Totalspenningsanalysen vurderes som kritisk ved de opptredende grunnforhold med leire, for å ta hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen. Effektivspenningsanalysen vurderes som representativ for langtidssituasjonen.

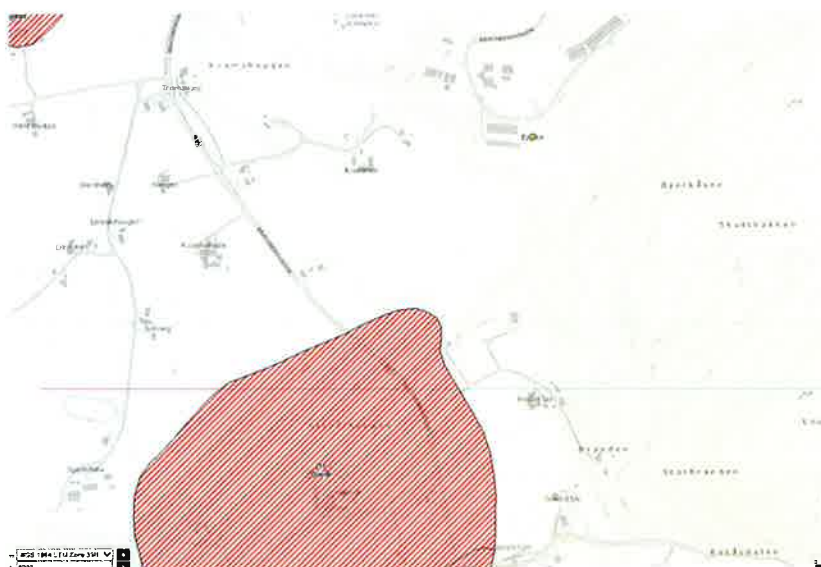
Det er utført stabilitetsberegninger i to profiler, profil A og D. Profilenes plassering er vist på situasjonsplanen, tegning 1001. De valgte beregningsprofilene vurderes som representative for å vurdere sikkerhet mot kvikkleireskred under og etter fylling.

Terrenget i profilene er generert med utgangspunkt digitalt kartgrunnlag (SOSI) mottatt fra oppdragsgiver. Alle høyder er oppgitt med referanse til NN 2000.

4.3 Beregningsresultater

NVEs kart over registrerte kvikkleiresoner viser at en liten del av det området som planlegges oppfylt ligger innenfor kvikkleiresone 217 Gisvål (se bilde på neste side). Våre grunnundersøkelser indikerer at dette ikke er riktig. Det er imidlertid påvist en forekomst av kvikk/sensitiv leire i form av en avgrenset lomme i området omkring punkt 1 og 4. Sondringene tyder på at det ikke er noen tilknytning mellom denne lommen og kvikkleiresone Gisvål. Vi vil derfor foreslå at kvikkleiresone (217 Gisvål) avgrenses mot Bratsbergvegen i dette området.

Utført beregning viser en laveste materialfaktor $\gamma_m = 1,49$ ved totalspenningsanalysen etter fylling. Det er gjort konservative valg av jordparametere og lagdeling. Tolkinger av utførte CPTU og spesialforsøk bekrefter dette. Videre utredning av global stabilitet finnes ikke nødvendig. Stabilitetsberegninger er nærmere presentert i tegning 1002-1004. Alle stabilitetsberegninger viser materialfaktorer som tilfredsstillende kravet på $\gamma_m \geq 1,4$ iht. ref. /1/ etter fylling med utbredelse og mektighet som vist på situasjonsplanen, tegning 1001.



Kvikkleiresone 217 Gisvål.

4.4 Setninger

Det må påberegnes egenetning i fyllingen i forholdsvis lang tid fremover. Dette vil avhenge av hvilken type masse som fylles inni deponiet og hvordan disse bearbeides. Da området i ettertid skal benyttes som jordbruksareal vil ikke dette være noe problem. Eventuell jordbruksdrenering bør forventes til setningene har avtatt tilstrekkelig.

4.5 Drift av deponi og drenering

All humusholdig masse fjernes før utlegging av fyllmasser. Dette for å unngå glidesjikt under fyllmassen, men også for å kunne benytte humusmassen til jordbruksforbedring etter at deponiet er fullført dersom dette er hensiktsmessig. Oppfylling skal utelukkende gjennomføres fra foten av skråningen og oppover. Oppbygging av massedeponiet gjennomføres lagvis og slik at det ikke oppstår

større interne høydeforskjeller i fyllingsperioden, noe som potensielt kan skape en anstrengt stabilitetssituasjon. Det er vanskelig å ta hensyn til slike effekter i stabilitetsberegningene, og det er generelt forutsatt at det jevnlig må utføres planering av de deponerte massene. Dosing av massene vil gi lagdelt utlegging og sannsynligvis også tilfredsstillende komprimering dersom lagtykkelsen ikke er for stor.

Det er i beregningene også forutsatt at det ikke tillates grunnvann opp i de deponerte massene. For å unngå høye midlertidige poreovertrykk under fylling og permanent økning av poretrykket i grunnen i området, må det etableres drenerende grøfter under deponiet. Drenssystemet må ledes ut til en naturlig avrenning. Dette kan utføres ved å legge pukkestrenger regelmessig nedover i skråningen og forbinde disse med en langsgående pukkestreng i foten av skråningen/fyllingsfronten. Pukkstrengene må omhylles i en fiberduk for separering av massene. Hyppigheten av pukkestrengene må vurderes i samråd med geoteknikker når oppstart av deponiet er bestemt. De kan også være aktuelt å legge et teppe av drenerende steinmasser under hele deponiet. Bekken som går igjennom området må legges i rør.

5. Pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori

Jfr. Eurokode 0, plasseres dette prosjektet i pålitelighetsklasse 2 (ref. Eurokode 0, tabell NA.A1(901)), Grunnarbeider med enkle og oversiktlige forhold. Dette setter prosjektet i N (normal) kontrollklasse, tilsvarende basiskontroll og intern systematisk kontroll.

Jfr. Eurokode 7, plasseres prosjektet i geoteknisk kategori 2 (ref. Eurokode 7, kapittel 2), konvensjonelle konstruksjoner uten unormal risikoer eller vanskelige grunn- og belastningsforhold.

6. Konklusjon

Det ligger til rette for en fylling på deponiet på Bjørka dersom fyllingen utføres iht. dette notatet og med utbredelse og mektighet som vist på tegning L 01 av 20.11.2013 mottatt fra arkitekten.



Navid Zamani
BSc / Avdeling
grunnundersøkelse og laboratorium

Mobil +47 906 15 065
Navid.Zamani@ramboll.no



Per Arne Wangen
Siv. Ing / geotekniker

Mobil + 47 75 67 75
per.arne.wangen@ramboll.no

Referanser:

- 1: NVEs retningslinjer 2-2011 "Flaum- og skredfare i arealplanar"
- 2: Statens vegvesens håndbok 016 "Geoteknikk i vegbygging"
- 3: Lunne et al, "Cone penetration test in geotechnical practice", 1997
- 4: Karlsrud et al, "CPTU correlations for clays", ICSMGE 2005, Osaka, Japan
- 5: Karlsrud et al, 1996 "Improved CPTU correlations based on block samples", Nordisk Geoteknikermøte, Reykjavik, Island.

Tegninger:



- 1001, Situasjonsplan massedeponi
- 1002, Profil D - Totalspenningsanalyse
- 1003, Profil D - Effektivspenningsanalyse
- 1004, Profil A - Totalspenningsanalyse
- 1005, Profil A - Effektivspenningsanalyse

Bilag:


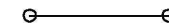


- 1: ROS-analyse kvikkleireforekomst
- 2: Tolkning CPTU punkt 4
- 3: Tolkning CPTU punkt 5

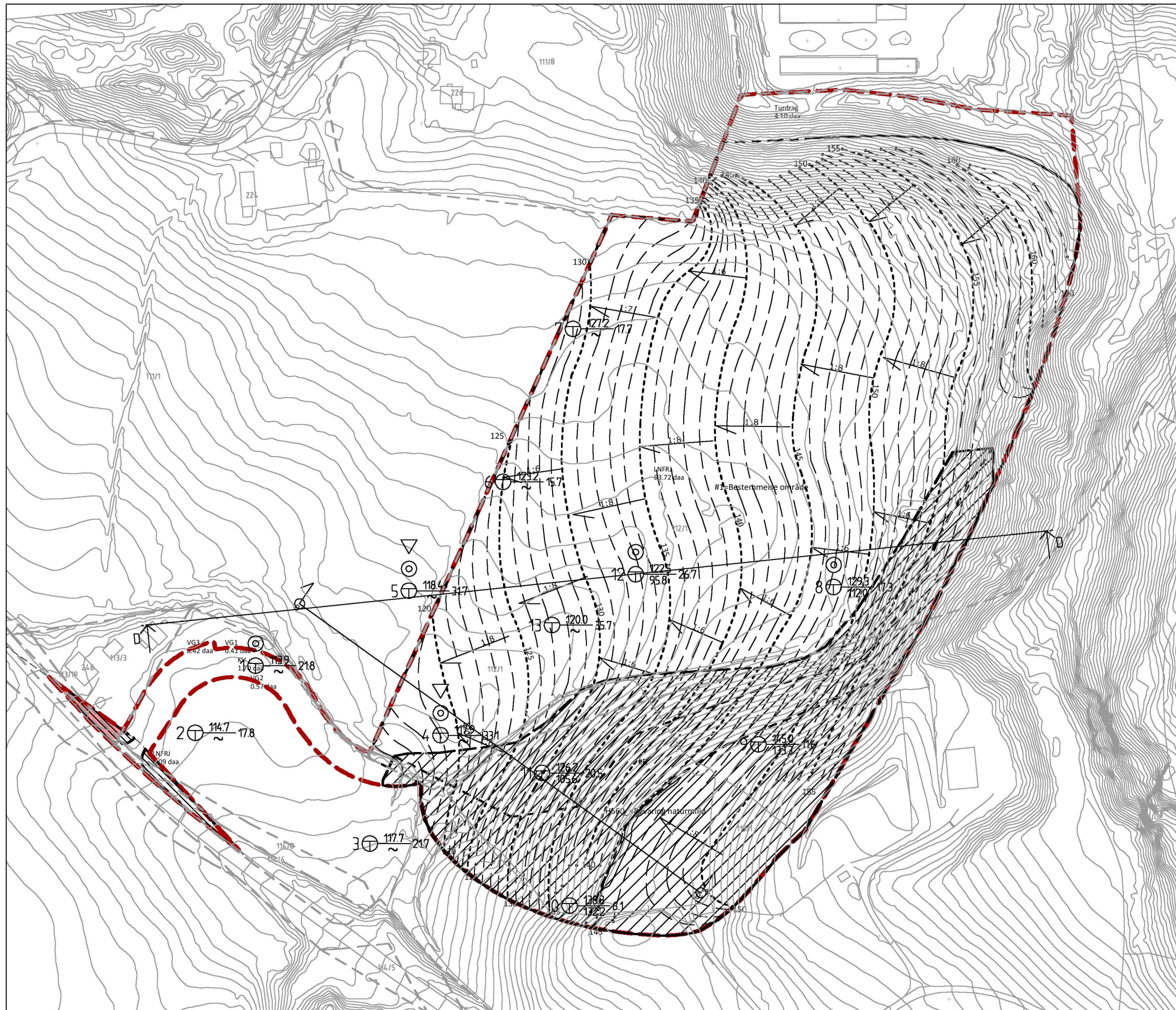
TEGNFORKLARING


Diverse

-  Plangrense
-  Grense for sikringszone

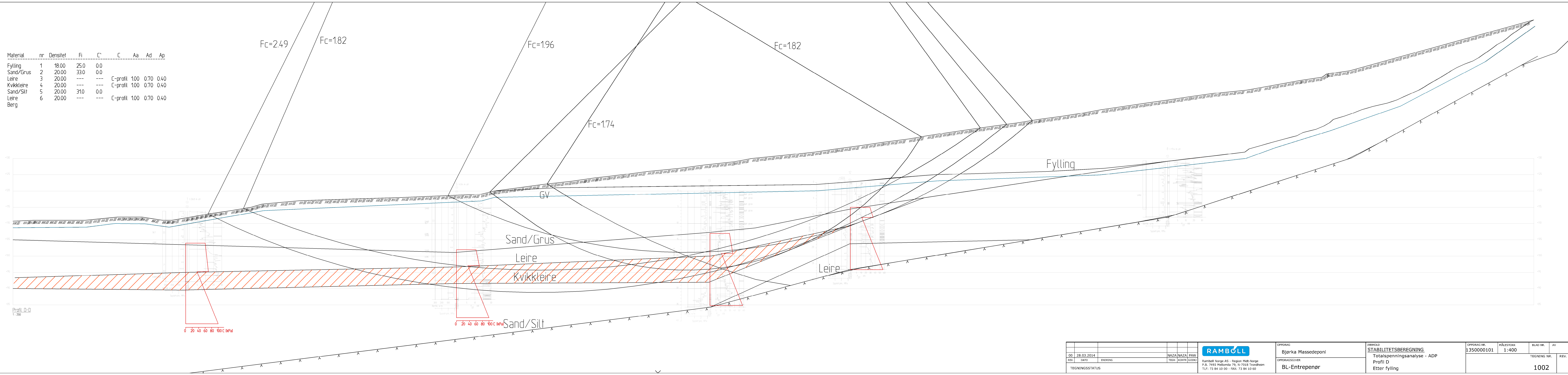
Terreng

-  Eksisterende kote
-  Ny kote 1m
-  Ny kote 5m
- 115 Høyder
-  Fallpil



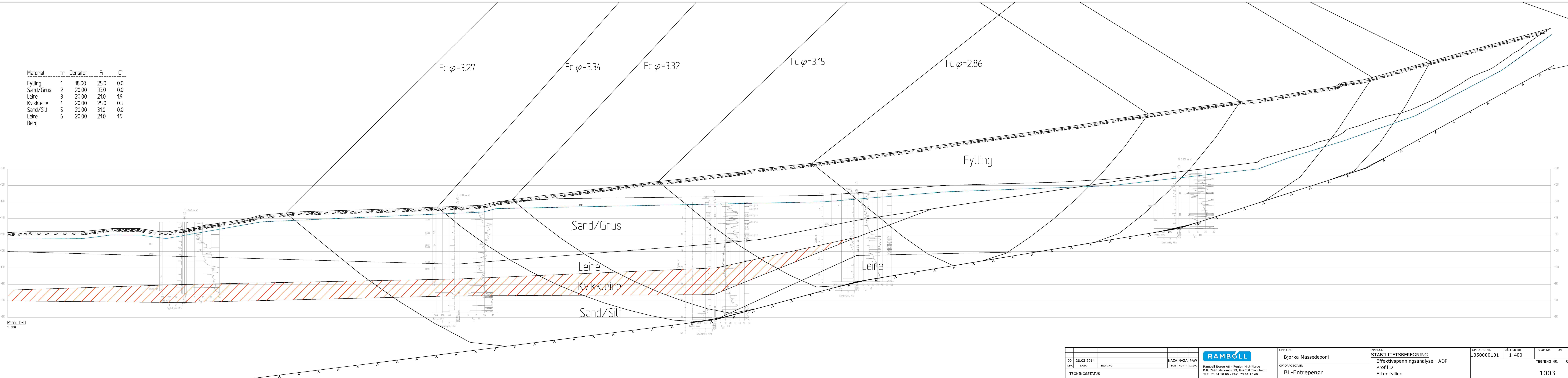
00 28.03.2014			NAZA			 Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no			OPPDRAG Bjørka Massedeponi			INNHOLD Situasjonsplan			OPPDRAG NR. 1350000101		MÅLESTOKK 1:2000		BLAD NR. 01		AV 01	
TEGNINGSSTATUS			TEGN KONTR GODKJ			OPPDRAGSGIVER BL-Entreprenør						TEGNING NR. 1001		REV. 1								

Material	nr	Densitet	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	1	18.00	25.0	0.0				
Sand/Grus	2	20.00	33.0	0.0				
Leire	3	20.00	---	---	C-profil	100	0.70	0.40
Kvikkleire	4	20.00	---	---	C-profil	100	0.70	0.40
Sand/Silt	5	20.00	31.0	0.0				
Leire	6	20.00	---	---	C-profil	100	0.70	0.40
Berg								



00	28.03.2014		NAZA	NAZA	PAW		OPDRAG	Bjørka Massedeponi	IRRHOLD	STABILITETSBEREGNING	OPDRAG NR.	MÅLSTOKK	BLAD NR.	AV
REV.	DATE	ENDRING	TEGN.	KONTR.	GODKJ.		Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60	OPDRAGSGIVER	BL-Entreprenør	Totalspeningsanalyse - ADP	Profil D	1350000101	1:400	
TEGNINGSSTATUS										Etter fylling	TEGNING NR.		1002	REV.

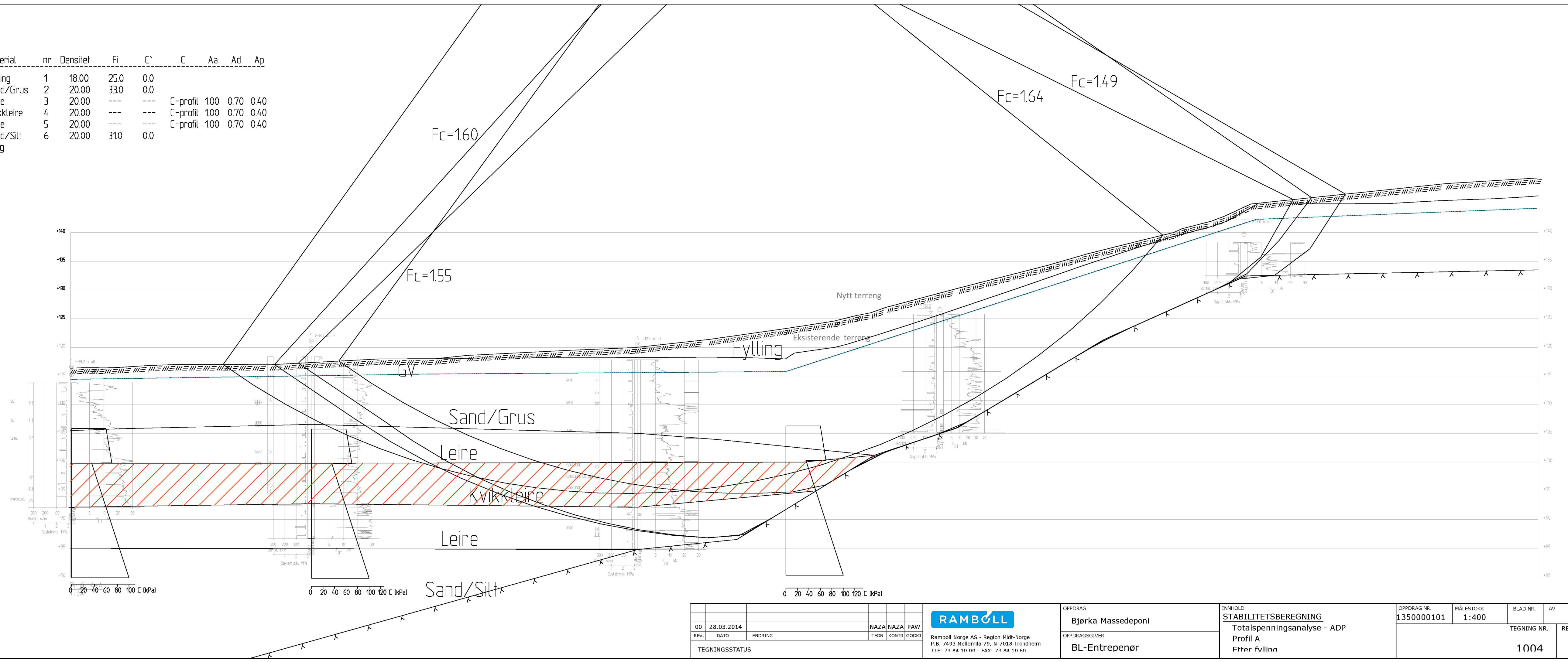
Material	nr	Densitet	Fi	C'
Fylling	1	18.00	250	0.0
Sand/Grus	2	20.00	330	0.0
Leire	3	20.00	210	19
Kvikkleire	4	20.00	250	0.5
Sand/Silt	5	20.00	310	0.0
Leire	6	20.00	210	19
Berg				



Profil D-D
1:200

00	28.03.2014		NAZA	NAZA	PAW		OPDRAG	Bjørka Massedeponi	INNHOLD	STABILITETSBEREGNING	OPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GDOK		Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge P.B. 7493 Hellomila 79, N-7018 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 00	OPDRAGSGIVER	BL-Entreprenør	Effektivspenningsanalyse - ADP	Profil D	1350000101	1:400	
TEGNINGSSTATUS										Ftter fullinn	TEGNING NR.	REV	1003	

Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	1	18.00	25.0	0.0				
Sand/Grus	2	20.00	33.0	0.0				
Leire	3	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	4	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40
Leire	5	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40
Sand/Silt Berg	6	20.00	31.0	0.0				



00	28.03.2014		NAZA	NAZA	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



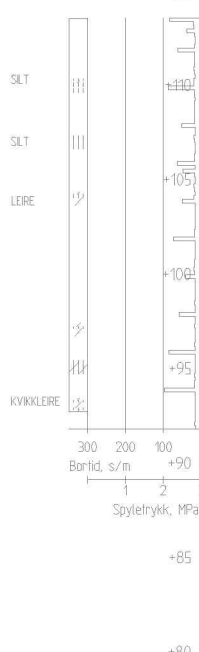
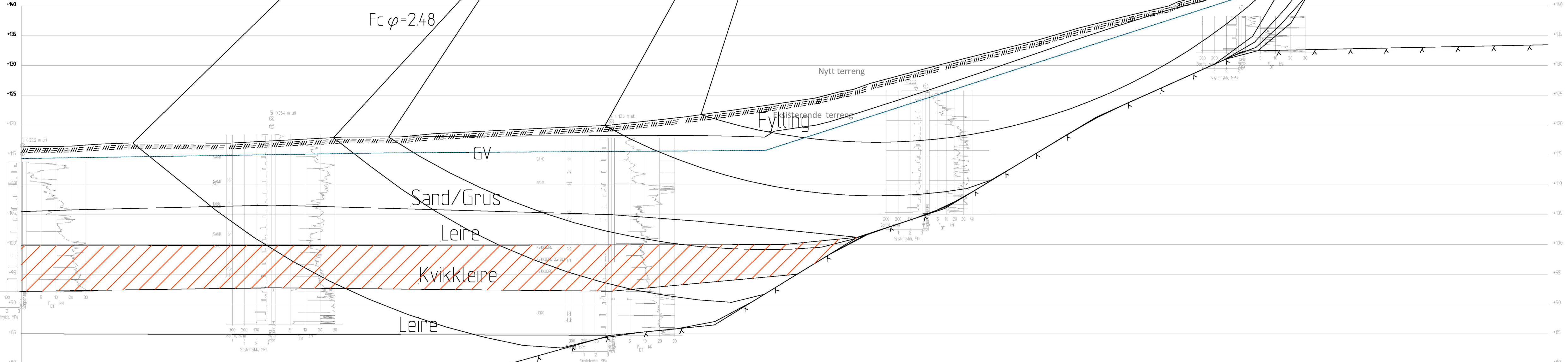
Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
Tlf: 73 84 10 00 - Fax: 73 84 10 60

OPPDAG	Bjørka Massedeponi
OPPDAGSGIVER	BL-Entreprenør

INNHOOLD	STABILITETSBEREGNING
Totalspenningsanalyse - ADP	
Profil A	
Ftter fylling	

OPPDAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350000101	1:400		
TEGNING NR.			REV
1004			

Material	nr	Densitet	Fi	C'
Fylling	1	18.00	25.0	0.0
Sand/Grus	2	20.00	33.0	0.0
Leire	3	20.00	21.0	19
Kvikkleire	4	20.00	25.0	0.5
Leire	5	20.00	21.0	19
Sand/Silt	6	20.00	31.0	0.0



Profil A-A
1:200

00	28.03.2014		NAZA	NAZA	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge
P.B. 7493 Mellomlia 79, N-7018 Trondheim
Tlf: 73 84 10 00 - Fax: 73 84 10 60

OPPDAG	Bjørka Massedeponi
OPPDAGSGIVER	BL-Entreprenør

INNHOOLD	STABILITETSBEREGNING
	Effektivspenningsanalyse
	Profil A
	Ftter fylling

OPPDAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350000101	1:400		
TEGNING NR.			REV
1005			

RAMBOLL**ROS-ANALYSE**

ref: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, Metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire"
 Z0001.008-z datert 31. august 2001. Revisjon 3 datert 8 oktober 2008

Oppdrag: **Bjørka massedepони**Dato: **21.03.2014**Oppdragsnummer: **1350000101**

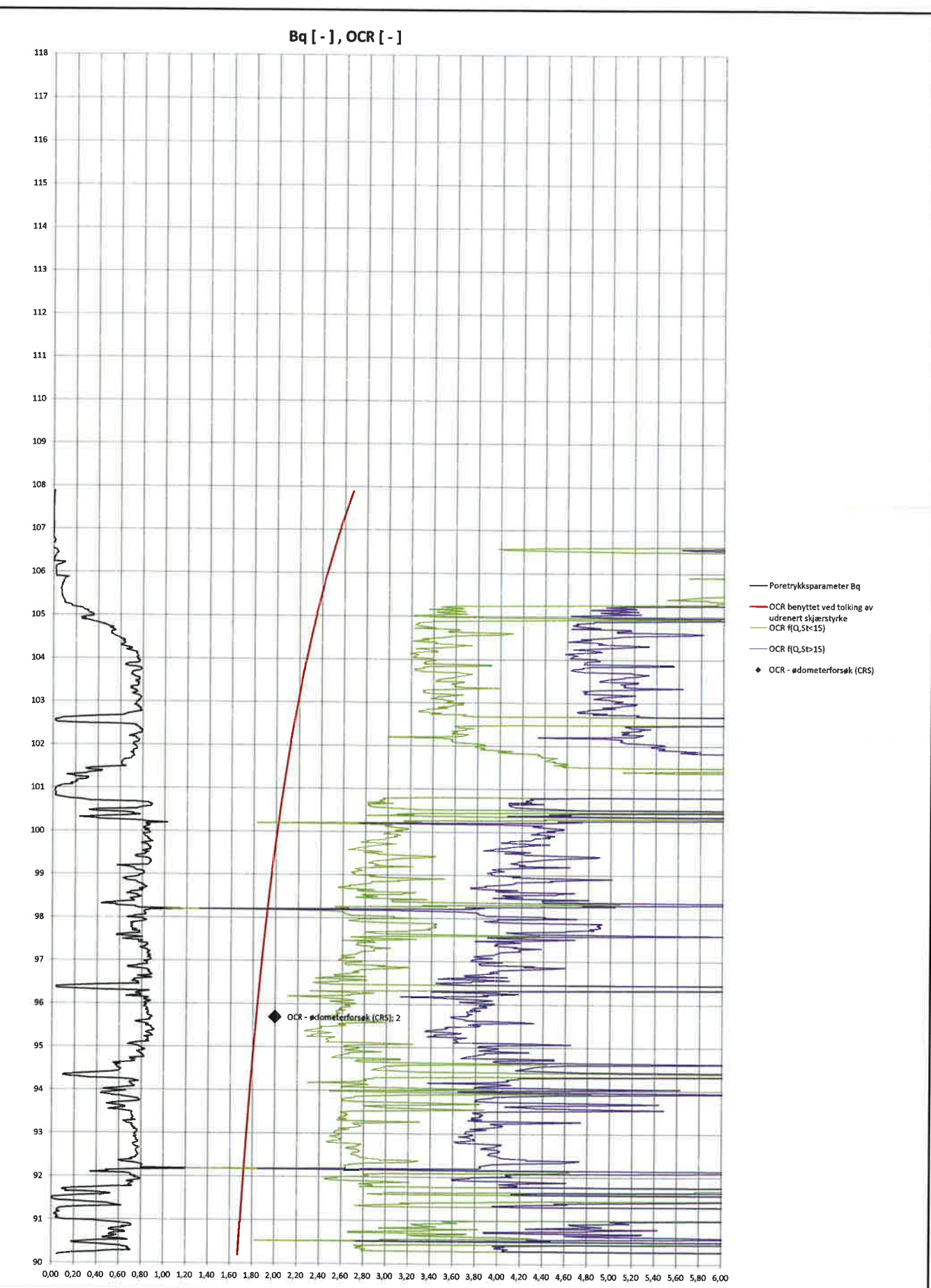
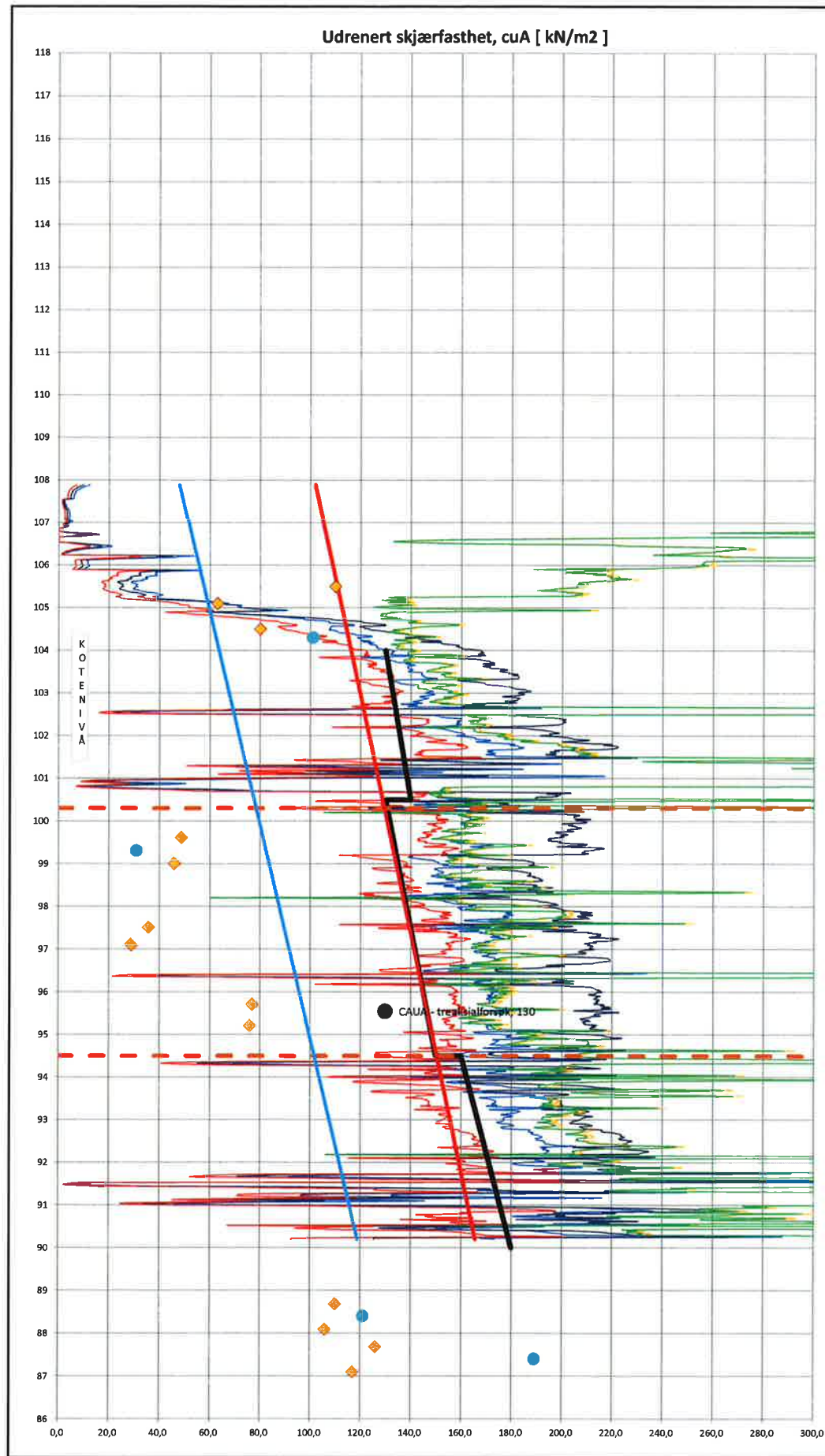
Kontrollert:

Saksbehandler: **Navid Zamani****Faregradsklasser (sannsynlighet)**

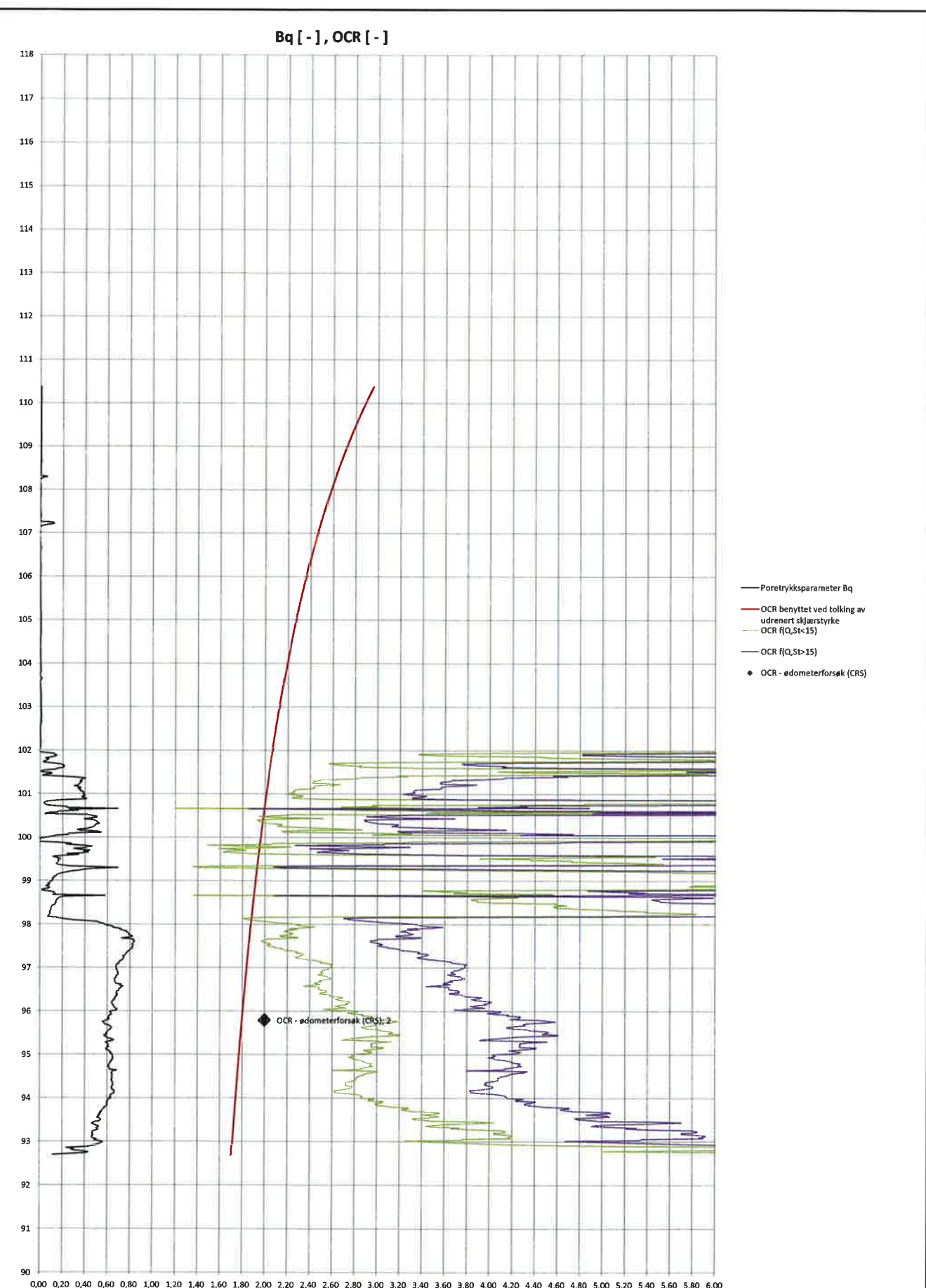
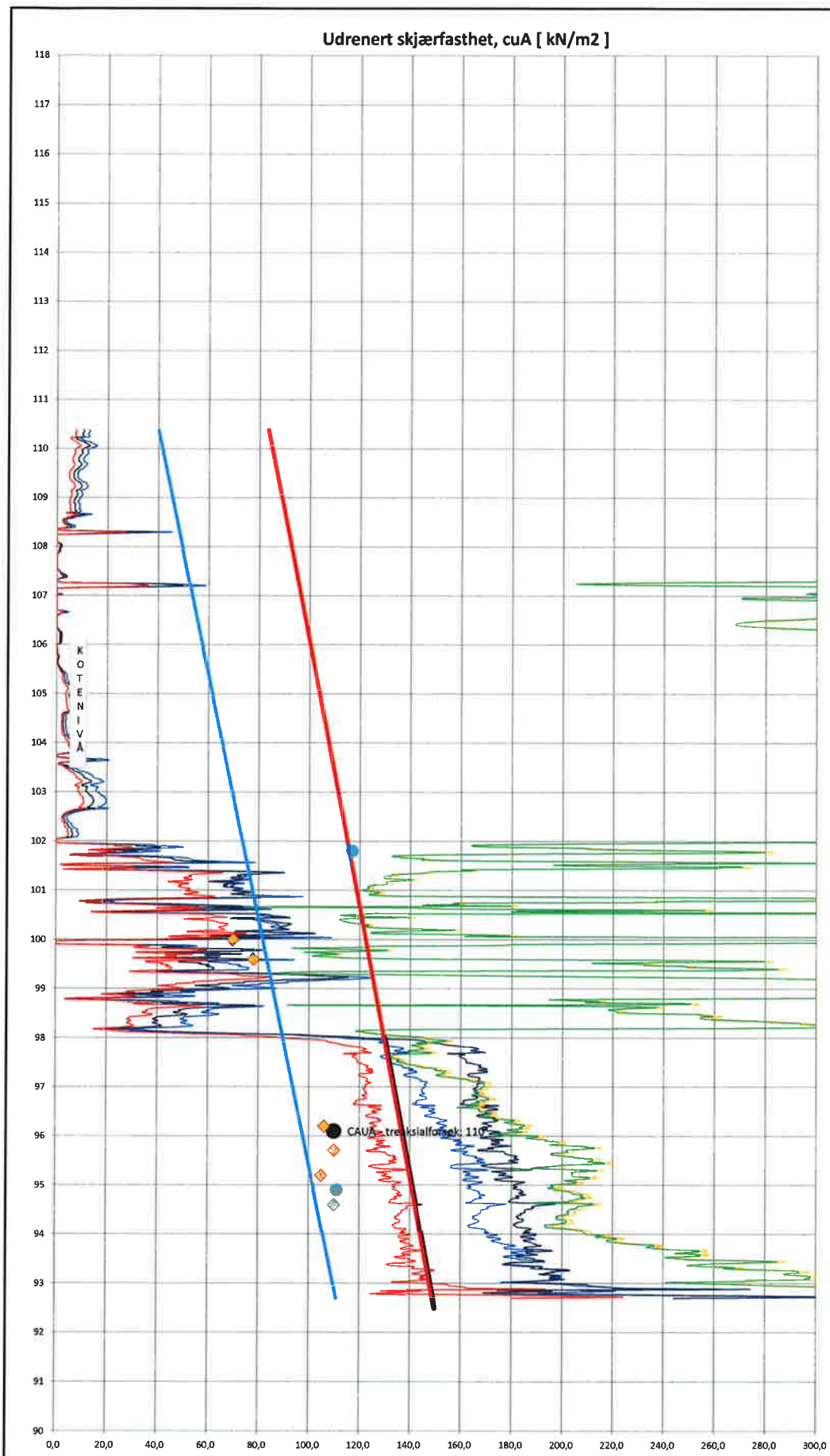
vurdering:		vektall		kommentar	
Faktor	vektall	1	2	3	0
Tidligere skredaktivitet	1	0			
Skråningshøyde	2	0			
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	1			Ganske flat over kvikkleireomnna Uthørt 2 ødometeforsøk
Poretrykk, overtrykk	3	2			Usikker- konservativt valg
Poretrykk, undertrykk	-3	0			
Kvikkleiremektighet	2	1			
Sensitivitet	1	3			
Erosjon	3	0			
Inngrep, forverring	3	1			
Inngrep, forbedring	-3	0			
Poeng (score x vektall):		16			
Beregnet faregradsklasse:		Lav			
Faregrad		0,31			

Forklaring

Faktor	vektall	Faregrad_score			0
		3	2	1	
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Lav	Ingen	
Skråningshøyde, m	2	>30	15-20	<15	
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,5-2,0	>2,0	
Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>=30	0-10	Hydrostatisk	
Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>=50	-(0-20)	Hydrostatisk	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	<20	
Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Lite	Ingen	
Inngrep, forverring	3	Stor	Liten	Ingen	
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Liten	Ingen	



BL-Entereprnør		Oppdrag 1350000101
Bjørka massedeponi		Tegn./kontr. NAZA/PAW
Borpunkt: 4	Terrengekote: 118	Bilag -
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Tegn. Nr. -
		Dato 12.03.2014



BL-Entreprør		Oppdrag 1350000101
Bjørka massedeponi		Tegn./kontr. NAZA/PAW
Borpunkt: 5	Terrengekote: 118	Bilag -
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Tegn. Nr. -
		Dato 12.03.2014

