NOTAT

Dato 2017/10/05

Oppdrag	**1350017083 Udduvoll deponi**	
Kunde	**SG Entreprenør AS**	
Notat nr.	**G-not-001 rev01**	
Dato	**2017/10/05**	
Til	**Arvid Grønning**	**SG Entreprenør AS**
Fra	**Leif Tore Larsen**	**Rambøll Norge AS**
Kopi	**Grim Almhjell**	**Selberg Arkitekter AS**

Rambøll
Mellomila 79
PB 9420 Sluppen
N-7493 Trondheim

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

UDDUVOLL MASSEDEPONI – GEOTEKNISK VURDERING

1. Innledning

1.1 Generelt

SG Entreprenør AS planlegger etablering av et massedeponi ved Udduvoll i Melhus kommune. Det planlagte massedeponiet ønskes brukt for deponering av løsmasser fra lokale utbyggingsprosjekter. Området skal etter oppfylling benyttes til landbruksformål.

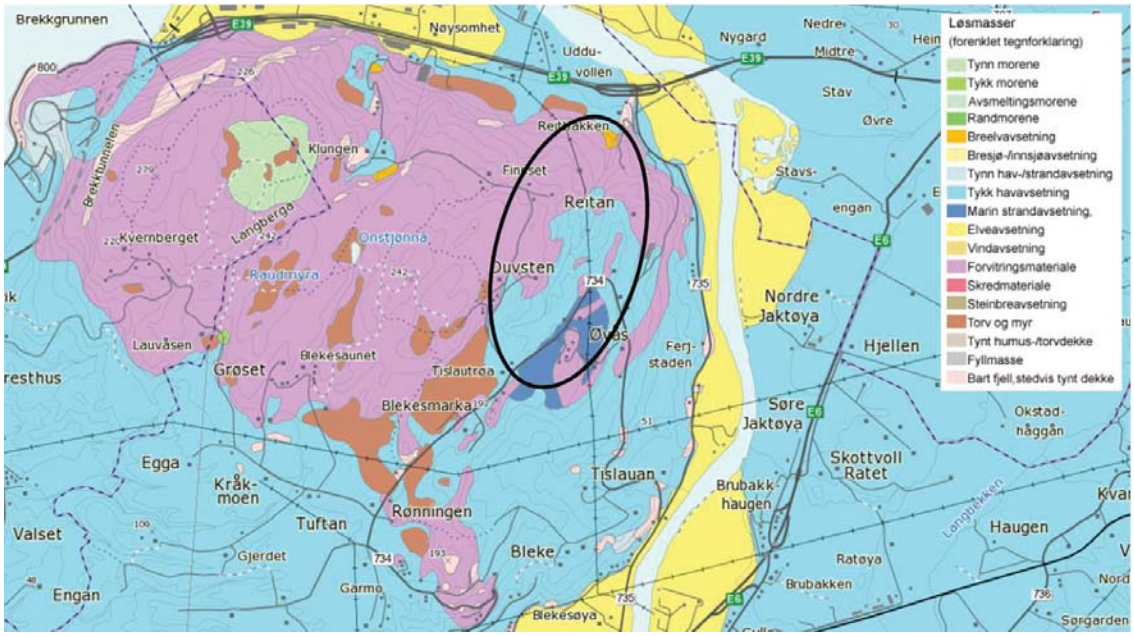
Deponiområdet ligger rett sør for E39. For øvrig er området lite utbygd, omkringliggende områder består generelt av landbruks- eller skogareal, og enkelte spredte gårdsbruk med tilhørende bebyggelse som grenser inn mot deponiområdet.

Det er som grunnlag for de nødvendige geotekniske vurderinger for det aktuelle deponiområdet utført grunnundersøkelser høsten 2016. Det er i tillegg utført supplerende undersøkelser februar 2017 som grunnlag for vurdering av støttefylling i bunnen av deponiområdet og etablering av sedimentasjonsbasseng. Ettersom det stedvis er registrert kvikk og sensitiv leire må den geotekniske utredningen av stabilitetsforholdene utføres iht. Norges Vassdrags- og Energidirektoratets (NVE) veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», ref /1/.

Omtrentlig plassering av det planlagte deponiområdet er vist i figur 1, sammen med kvartærgeologisk kart.

Det gjøres oppmerksom på at dette arbeidet ikke omfatter komplette utredninger for de ulike løsneområder for kvikkleireskred i området, men fokuserer på de stabilitetsforhold som er relevant for det planlagte deponiområdet. Dvs. at det er deponiets påvirkning på lokal- og områdestabiliteten som blir utredet.

Revisjon 01 av notatet inkluderer vurdering av utløpsdistanse fra et evt. skred i den sørlige delen av deponiet i tillegg til oppdatert rekkefølgebestemmelser. Revidert tekst er vist som kursiv.



Figur 1 Kvartærgeologisk kart og plassering av massedeponi

2. Regelverk

For geoteknisk prosjektering gjelder følgende standarder og retningslinjer:

- NVEs veileder 7/2014
- NS-EN 1990-1:2002+NA:2008 (Eurokode 0)
- NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 (Eurokode 7)
- Det skal vurderes om NS-EN 1998-1:NA2004/NA:2008 (Eurokode 8) skal legges til grunn for prosjekteringen
- Plan- og bygningsloven

2.1 Geoteknisk kategori

Det stilles i Eurokode 7 krav til prosjektering ut fra 3 geotekniske kategorier. Standardens punkt 2.1 «krav til prosjektering» gir føringer for valg av kategori. Det aktuelle tiltaket, med deponering av store mengder løsmasser, skal utføres i et område hvor det stedvis er registrert kvikk og sensitiv leire. Det er på bakgrunn av dette vurdert at tiltaket faller inn under **geoteknisk kategori 2**, «*fyllinger og jordarbeider*».

2.2 Pålitelighetsklasse (CC/CR) og tiltaksklasse

Tabellen NA.A1(901) i nasjonalt tillegg til Eurokode 0 gir eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler i pålitelighetsklasser (CC/RC) fra 1-4. For det planlagte tiltaket vurderes at både kategorien «*Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold*» og kategorien «*Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller*» kan være aktuelle. Det er for disse kategoriene normalt å plassere tiltak i henholdsvis pålitelighetsklasse 1 og 3, men en kan for begge kategoriene vurdere å plassere tiltak i pålitelighetsklasse 2. Vår vurdering er at dette tiltaket ikke utgjør noen ytterpunkt mht. kompleksitet. Det vil bli utarbeidet strenge rekkefølgebestemmelser som skal følges under utførelsen av anlegget,

som skal sikre at anlegget utføres på en oversiktlig og kontrollert måte.
Pålitelighetsklasse 2 velges derfor for tiltaket.

2.3 Kontrollklasse

Eurocode 0 stiller krav til graden av prosjekterings- og utførelseskontroll (kontrollklasse) hver for seg, avhengig av pålitelighetsklasse.

Iht. tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurocode 0 settes prosjekteringskontrollklasse til **PKK2** og utførelseskontrollklasse til **UKK2** hvor det for begge kreves egen-, intern systematisk og utvidet kontroll.

Utvidet kontroll i prosjekteringskontrollklasse PKK2 kan, i følge NA.A1 (903.4), begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket. Utvidet kontroll i utførelseskontrollklasse UKK2 skal, i følge NA.A1 (904.4), bekrefte at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det utførende foretaket.

Regler om uavhengig kontroll er også gitt i plan- og bygningsloven (pbl.) kap. 24 og byggesaksforskriften (SAK 10) kap. 14. For geoteknikk i tiltaksklasse 2 og 3 skal det utføres uavhengig kontroll både av prosjektering og utførelse.

2.4 Flom og skredfare

Ut i fra deponiområdets plassering vurderes det at det ikke er risiko for vedvarende flom på området, men at en i perioder med mye nedbør og stor snøsmelting kan ha stor vannføring i bekken i bunnen av dalen. Dette vurderes imidlertid ikke å utgjøre noen risiko for tiltaket så lenge erosjonsforhold langs bekken ivaretas og evt. omlegging av bekk i rør og/eller i kulverter dimensjoneres tilstrekkelig.

Det er registrert kvikkleire i området, og det er potensielt fare for at det kan oppstå større områdeskred. Disse forhold utredes i det videre i dette notatet.

3. Vurderinger iht. NVE 7/2014 – Forutsetninger

3.1 Grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser som grunnlag for prosjektering av det aktuelle deponiområdet. Resultater fra disse undersøkelsene er presentert i datarapport G-rap-001 1350017083, ref. /2/. Det er utarbeidet en situasjonsplan hvor alle grunnundersøkelsene som er utført i forbindelse med dette prosjektet er sammenstilt, se tegning 1001.

Det er i tidligere også utført grunnundersøkelser i forbindelse med etablering av E39, rett nord for deponiområdet. Disse undersøkelsene er også benyttet.

Borpunkter som danner grunnlag for vurdering av lagdeling ved stabilitetsberegningene er vist med undersøkelsesmetode på situasjonsplan på tegning 1001. Styrkeparametere i de enkelte løsmasselag er primært basert på konservative tolkninger av utførte trykksonderinger og laboratorieforsøk på uforstyrrede ø54 mm sylinderprøver.

3.2 Terreng/topografi og grunnforhold

Reitdalen, som definerer deponiområdet, har en helning fra Tislautrøa i sør mot elva Gaula i nord. Mer lokalt er terrenget sterkt preget av at bekken, som ligger i bunnen av dalen, over lang tid har erodert og ravinert terrenget, og medført at både mindre og større skred har gått og etterlatt seg skredgroper. Terrenget skrår oppover på begge sider av bekken, med høye skråninger på opp i mot 50 m.

Platået helt øverst i deponiet, ved borpunkt 23, ligger på ca. kote +164. Herfra går terrenget med en gjennomsnittlig helning på ca. 10 % ned mot bunnen av deponiområdet som ligger på ca. kote +34.

Grunnundersøkelsene viser meget varierende grunnforhold i hele deponiområdet. Det er påvist sprøbuddmateriale i den nordlige og den sørlige delen av området. Varierende innslag av humus og tørrskorpeleire på store dybder tyder på erosjon og rasaktivitet i dalområdet. Totalsonderingene i den nordlige delen, dvs. pkt. 1 – 5, viser i hovedsak en lagdeling med tørrskorpeleire over leire. Løsmassemektigheten varierer mellom ca. 1 og 25 m. Leira er i hovedsak middels fast og middels til meget sensitiv. Det er påvist sprøbruddmateriale i punkt 3.

Like sør for punkt 5 er løsmassemektigheten liten nede i dalbunn og vest oppover mot pkt. 6 og 25. Sonderingene tyder på at løsmassene i hovedsak består av tørrskorpeleire over friksjonsmasser. I dalbunnen er det i hovedsak tørrskorpe over grove friksjonsmasser og i noen punkter (7, 9, 27 og 28) er det registrert et tynt leirlag. Prøveserier fra punktene der det er registrert leire, viser at leira er lite til middels sensitiv og middels fast til fast, med unntak av pkt. 9 som er bløt til middels fast.

Videre sørover mellom pkt. 10 og 17/18 varierer løsmassemektigheten i dalen mye og ligger mellom 1m og 13m. Totalsonderingene tyder på at løsmassene består av tørrskorpeleire over leire med enkelte lag med friksjonsmasser. Prøveserier i denne delen av deponiet viser at leira er middels fast til fast og lite sensitiv.

I den sørlige delen av dalen, dvs. pkt. 19 – 24, viser sonderinger i hovedsak en lagdeling med tørrskorpeleire over leire og også her enkelte lag med friksjonsmasser. Leira varierer i fasthet mellom middels til meget fast med en sensitivitet fra lite til meget sensitiv. Det er påvist sprøbruddmateriale i pkt. 20 og 24. Løsmassemektigheten varierer også her mye, mellom ca. 2 og 35 m. Løsmassemektigheten er størst helt i sør ved pkt. 23 på høydeplatået mellom de to dalbunnene.

3.3 Områdeavgrensning og faregradsevaluering

Siden det ikke er registrert noen kvikkleiresoner i området fra før av, finnes det ikke faregradsevaluering av området. Det er derfor utført en faregradsevaluering (ROS-analyse iht. ref. /1/) for området der det er påvist kvikkleire øverst i deponiområdet. I analysen er det angitt både dagens situasjon av området og vurdering etter at deponiet er etablert. Faregradsevalueringen er vist i bilag 1 og gir middels faregrad før tiltak og lav faregrad etter at deponiet er etablert.

I nordenden av reguleringsområdet er det også registrert kvikkleire i grunnen. Deponiet er trukket sørover slik at prosjektet ikke skal ha innvirkning på kvikkleireforekomsten. Faregradsevaluering og områdestabilitet er derfor ikke gjennomført her.

Rigging eller annen anleggsaktivitet må ikke forekomme innenfor *restriksjonsområdene* skissert i situasjonsplan, tegning 1003.

3.4 Krav til sikkerhet

Krav til sikkerhet for tiltak i områder med kvikk og sensitiv leire bestemmes iht. ref. /1/. Det er der angitt 5 ulike tiltakskategorier, K0 – K4, hvor K4 er høyeste kategori, ut i fra konsekvensen av et skred (tiltakets verdi og det personopphold tiltaket medfører) samt hvordan tiltaket påvirker stabiliteten (positivt/negativt). Krav til dokumentert sikkerhet øker med økende tiltakskategori, og det stilles krav om uavhengig kvalitetskontroll for de høyeste kategoriene. Sistnevnte er også avhengig av gjeldende faregrad i området.

Ref. /1/ gir ingen tydelig anbefaling mht. klassifisering av denne typen tiltak. Av tidligere oppdrag har vi erfart at det er noe varierende praksis mht. klassifisering av massedeponier. Mindre massedeponier kan iht. ref. /1/ plasseres i tiltakskategori K1, uten at begrensing av deponiets størrelse/kapasitet er nærmere angitt. Det er på deler av deponiområdet forekomst av kvikk og sensitive leirer. Den delen av deponiet som havner inne i området i sør, hvor det er forekomst av kvikkleire, anses som et mindre massedeponi. Tiltakskategori K1 vil da være dekkende. I en tidligere fase av vurderingen ble det vurdert at tiltaket skulle plasseres i tiltakskategori K2, da tiltaket potensielt kan påvirke områdestabiliteten negativt. Vurderinger av stabiliteten viser at tiltaket ikke vil påvirke områdestabiliteten negativt.

For tiltakskategori K1 skal tiltaket ikke påvirke områdestabiliteten negativt. Ved tvil om dette skal tiltaket flyttes til K2.

Vurdering av tiltakets virkning på områdestabilitet kvalitetssikres av kollega.

For tiltakskategori K1 - K4 gjelder i tillegg:

- Dersom det er aktiv erosjon som kan påvirke tiltaket skal det utføres sikringstiltak som forhindrer videre erosjon.

Ved vurdering av skredfare tas det hensyn til at et tiltak både kan ligge i et potensielt utløpsområde for skred utenfra, og i et potensielt løsneområde for skred. Sistnevnte innebærer at tiltaket befinner seg i det området som raser ut, mens førstnevnte innebærer at tiltaket befinner seg i rasmassenes skredbane, da forutsatt at skredmassene har de egenskapene som kreves for at de skal kunne bevege seg dit tiltaket er lokalisert. Et massedeponi har imidlertid liten økonomisk verdi og faren for liv og helse i området vil være liten. Det vil naturlig nok være et begrenset personopphold i området i den perioden deponiet opparbeides. Disse forhold er tatt hensyn til i NVEs anbefalinger mht. type tiltak i de ulike tiltakskategoriene.

For glideflater som ikke involverer kvikk/sensitiv leire legges sikkerhetsfaktorer fra Eurokode 7 til grunn:

Totalspenningsanalyse: F ≥ 1,4
Effektivspenningsanalyse: F ≥ 1,25

3.5 Beregningsprofiler

Det er av Rambøll utført beregninger i 3 representative profil for det planlagte deponiet. Beliggenheten av profilene er vist på situasjonsplan tegning 1001. Ønsket utforming av deponiet er vist med kotekart i situasjonsplan, tegning 1002.

3.6 Stabilitetsberegninger – analysemetoder og bruddtyper

Stabilitetsberegningene er utført både ved:

- Totalspenningsanalyse – ADP (udrenert korttidstilstand)
- Effektivspenningsanalyse (drenert langtidssituasjon).

Totalspenningsanalysen vurderes som representativ ved de opptredende grunnforhold med leire, stedvis kvikk eller sensitiv, for å ta hensyn til en mulig situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen.

Effektivspenningsanalysen vurderes som representativ for langtidssituasjonen.

Stabilitetsanalysene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet, som er en del av GeoSuite-pakken. GeoSuite Stabilitet baserer seg på en likevektsbetraktning av potensielle bruddflater. Beregningene er utført for en plan tilstand.

Det er utført en vurdering av aktuelle skredmekanismer. På bakgrunn av denne er det valgt å utføre beregninger både for sirkulære og sammensatte glideflater. Sammensatte glideflater er beregnet der hvor slike er vurdert som relevante, i profiler med lag av kvikk/sensitiv leire (tilnærmet) parallelt med terrengoverflaten og eventuelt fast lag/berg. Det er utført beregninger for flere flater enn de som er vist på beregningstegningene. En framstilling av alle flatene ville gjort tegningene lite oversiktlig og bare de mest kritiske/relevante glideflater er vist.

3.7 Laster og forutsetninger

I stabilitetsberegningen hvor midlertidig fyllingsstuff er vurdert, er det benyttet en terrenglast på 13 kPa på topp skråning. Denne lasten skal tilsvare vekt av anleggsmaskiner ved etablering av deponiet.

4. Stabilitetsberegninger – Materialparametere

4.1 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet (romvekt) for bruk i stabilitetsberegningene er for de stedlige massene bestemt ut fra laboratorieundersøkelser og/eller erfaringsverdier. Valgte verdier er vist i tabell 2.

Benyttede verdier er presentert på beregningssnittene, tegning 1009 – 1016.

4.2 Udrenert skjærfasthet

Tolking – grunnlag

Udrenert skjærfasthet i leire som benyttes i stabilitetsberegningene er bestemt på grunnlag av tolket trykksondering (CPTU) og skjærfasthetsmålinger utført på uforstyrrede 54 mm prøver i laboratoriet.

Tolkning av CPTU er utført på grunnlag av poretrykksfaktoren $N_{\Delta u}$ og spissmotstandsfaktoren N_{KT}, uttrykt på følgende måte:

cuA= Δu/ NΔu

cuA = qn/ Nkt

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:

Nkt=7,8+2,5*logOCR+0,082*Ip	NΔu=6,9-4,0*logOCR+0,07*Ip	for St<15
Nkt=8,5+2,5*logOCR	NΔu=9,8-4,5*logOCR	for St>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+4,5B_q for sammenligning. Denne er en kurvetilpasning (Eggereide) basert på korrelasjoner mellom blokkprøver og målt poretrykksrespons (B_q) presentert i ref /5/.

In-situ poretrykk benyttet i tolkning av CPTU er basert på utførte poretrykksmålinger beskrevet i tabell 1 og iht. kapittel 4.5.

OCR (overkonsolideringsgrad) er vurdert ut fra tolkede CPTU og utførte ødometerforsøk. Ødometerforsøk som er lagt til grunn er presentert i bilag 2. Tolkede CPTU foreligger som bilag 4. Det gjøres oppmerksom på at CPTU i pkt. 12 ble utført i 2 omganger og satt sammen i tolkingsarket. Skillet mellom de 2 CPTUene er merket med svart linje i diagrammet i bilag 4.

Tabell 1: Tolkning CPTU

Pkt	**Tidligere terreng** *[kt]*	**Dagens terreng** *[kt]*	**Ip** *[%]*	**Rom-vekt**	**In-situ poretrykk**		**α**	**β**	**Anvendelses-klasse** *spissmotstand-sidefriksjon-poretrykk*
					% av hydro-statisk	*Nivå u. terreng*			
12	+98,0	+76,0	10	20,0	110	1,0	0,49	0,70	1-1-1
12	+98,0	+76,0	10	20,0	110	1,0	0,49	0,70	1-1-1

Designverdi

Designverdi benyttet i stabilitetsberegningene er presentert i hvert enkelt plott av tolket CPTU, bilag 4.

Generelt er det benyttet designstyrke fra CPTU i punktene hvor det er utført trykksondering. Der hvor leiravsetningene ikke er dekt opp av CPTU og/eller prøvetaking, er Shansep-normalisering med følgende sammenheng benyttet:

- $C_{uC} = \alpha * p_0' * OCR^{\beta}$

Med utgangspunkt i omkringliggende CPTU-tolkninger og utførte laboratorieundersøkelser er styrkeprofiler for skjærfasthet (c-profiler) benyttet med α-verdi på 0,49 og β-verdi på 0,70. Det er tatt utgangspunkt i tidligere terreng på kote +98 for området som beregningene omfatter.

Shansep-normalisering gir ofte unaturlig lav fasthet i øvre del av styrkeprofilet. Det er derfor ut fra prøvetakingen tolket en minimum skjærfasthet i øvre del av styrkeprofilene, iht. beregningstegningene.

Skjærfastheten i kvikk- og sensitiv leire er i beregningene, iht. anbefaling i NVEs retningslinjer, redusert med 15 % for å ta hensyn til at designstyrke er vurdert på grunnlag av tolket CPTU med korrelasjon mot utført fasthetsmålinger på høykvalitets blokkprøver. Reduksjonen er inkludert/utført i beregningene ved reduksjon av ADP-forholdet.

Vurdering av leiras sensitivitet er basert på utførte laboratorieundersøkelser, og lag med kvikk/sensitiv leire er også vurdert ut fra utførte sonderinger der hvor prøvetaking ikke har vært dekkende. Lag med tolket kvikkleire og sprøbruddmateriale er vist med rød skravur på beregningstegningene.

4.3 Anisotropi og tøyningskompatibilitet

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:

- $c_{uD} = 0{,}63\ c_{uA}$ (fasthet for den tilnærmet horisontale delen av glideflaten)
- $c_{uP} = 0{,}35\ c_{uA}$ (fasthet der glideflaten ligger i passiv sone)

For kvikk og sensitiv leire benyttes ADP-forhold 0,85 – 0,63 – 0,35.

Anvendt c_{uP}/ c_{uA}-forhold og c_{uD}/ c_{uA}-forhold er i henhold til NIFS rapport 14/2014, ref /6/.

Verdier fra konus- og enaksforsøk er vurdert som direkteverdier og justert iht. følgende forhold:
$c_{uA} = c_{uD}/0{,}63$.

Det er også tatt hensyn til tøyningskompatibilitet ved at så vel effektive skjærfasthetsparametere som udrenert skjærfasthet tolket fra treaksialforsøk er tatt ut ved små og tilnærmet like deformasjoner (ca. 0,5 – 1,5 %).

4.4 Effektiv skjærfasthet

Valg av effektivspenningsparametere er gjort på grunnlag av utførte treaksialforsøk på leira, og erfaringsverdier for de øvrige jordlag. Treaksialforsøkene som er lagt til grunn for valg av effektivspenningsparametere for leire og kvikkleire er presentert i bilag 3.

I stabilitetsberegningene er det benyttet attraksjon og friksjonsvinkel iht. tabell 2.

Tabell 2: Effektivspenningsparametere

	a *[kPa]*	**tan ϕ** *[-]*	**ϕ** *[°]*	**Ip** *[%]*	**γ** *[kN/m³]*
Sprengstein (støttefylling)*	0	0,90	42	-	19,0
Fyllmasser	0	0,49	26	-	20,0
Tørrskorpe*	0	0,58	30	-	20,0
Sprøbruddmateriale	0	0,49	26	10,0	20,0
Leire	10,0	0,51	27	10,0	20,0
Friksjonsmasser*	0	0,65	33	-	19,0

* antatt ut fra erfaring/Hb V220

4.5 Poretrykksforhold

Grunnvann er målt med 2 stk. hydrauliske poretrykksmålere i ett punkt sentralt i området (pkt. 12). Poretrykksmåleren viser noe overtrykk i poretrykksmåleren som har filter på 6 meters dybde. Poretrykksavlesninger framkommer av tabell 3 under.

Tabell 3 Poretrykksmålinger

Punkt	Kote	Dybde filter	Avlesning, dato	Registrert vannsøyle, mvs
12	+76,0	6 m	12.09.2016	Inst.
			01.12.2016	7,0 (overtrykk)
		11 m	12.09.2016	Inst.
			01.12.2016	10,7

I stabilitetsberegningene er det på utvalgte områder valgt å legge inn 10 % overtrykk i hele dybdeintervallet for å ta hensyn til overtrykk nede i dalbunn.

For beregningene er det benyttet grunnvannstand og poretrykksøkning iht. beregningsprofilene, tegning 1009 – 1016.

I stabilitetsberegningene av støttefyllingen (tegning 1009 og 1010) er det lagt inn grunnvann iht. en ulykkessituasjon. Støttefyllingen skal bestå av drenerende masser slik at evt. vann i støttefyllingen vil bli ledet ned og ut av støttefyllingen til den åpne bekken nedstrøms støttefylling. Et grunnvannsnivå som vist i stabilitetsberegningen vil være et «verst tenkelig» tilfelle der grunnvannet bygger seg opp oppstrøms støttefylling. Det vil

være tettesjikt mellom den åpne bekken på toppen av deponiet, slik at vannet på toppen ikke føres ned i fyllmassene og bidrar til grunnvannsheving.

4.6 Kvalitet av grunnundersøkelser

Prøvekvalitet på opptatte 54mm sylinderprøver er vurdert ut fra volumetrisk tøyning ved treaksialforsøk. Det er gjennomført totalt 5 treaksialforsøk, fordelt på 4 stk. prøvesylindere fra 2 borpunkt (pkt. 12 og 20) i og ved massedeponiet. OCR-nivå benyttet i vurderingen av prøvekvalitet er basert på utførte ødometerforsøk og tolkning av OCR fra utførte CPTU i de respektive punktene. Kvaliteten av de fleste treaksialforsøkene benyttet i bestemmelse av styrkeparametere ligger i kvalitetsklasse «dårlig», se tabell 4 og bilag 3. Selv om kvaliteten på treaksialforsøkene ikke er bra, vurderes grunnlaget for bestemmelse av effektivspenningsparametere som tilfredsstillende. Treaksialforsøk gir ofte riktige verdier på friksjonsvinkel og attraksjon, selv om prøvekvaliteten ikke er tilfredsstillende.

Tabell 4: Prøvekvalitet

Punkt	Lab	OCR	Prøvenr.	$\Delta e/e_0$	Prøvekvalitet
12	13	2 – 4	1	0,081	Dårlig
			2	0,087	Dårlig
12	18	2 – 4	1	0,131	Veldig dårlig
20	33	2 – 4	1	0,073	Dårlig
20	35	2 – 4	1	0,094	Dårlig

Kvaliteten på trykksonderingene (CPTU) benyttet i bestemmelse/tolkning av skjærfasthet tilfredsstiller anvendelsesklasse 1 for alle måleparametere. Dokumentasjon av kvalitet er oppsummert i tabell 1 og presentert i datarapport, ref. /2/.

Det er generelt benyttet prøvesylindere av plast. Slikt utstyr vurderes iht. NGF-melding 11, tabell 2 normalt prøver i anvendelsesklasse 1 – 3.

5. Stabilitet – beregningsresultater og vurderinger

Det er regnet stabilitet i totalt 3 profiler for det planlagte deponiet. Med unntak av avslutningen av deponiet, ved støttefyllingen, vil fylling av masse forbedre stabiliteten i hele planområdet. Se også terrengprofiler B – D, tegning 1006 – 1008. For å sikre stabiliteten av den nedre delen av deponiet er det utført stabilitetsberegninger for en steinsjeté som skal fungere som en støttefylling i foten. I utførelsesfasen vil også midlertidige skråninger representere fare mtp. stabilitet. Det er derfor regnet stabilitet for en 5 m høy midlertidig fyllingsstuff i den midtre delen av deponiet der løsmassetykkelsen og forekomsten av leire er stor. Denne midlertidige fyllingsstuffen vil underveis i fyllingsarbeidet kunne oppstå flere steder i deponiet, men stabilitetsberegningene er utført i den delen av deponiet hvor det er forventet både stor høyde på midlertidig fyllingsstuff og større mektighet av løsmasse. Det kan også tenkes at området i sør, i området med kvikkleire, kan være kritisk mtp. stabilitet av en midlertidig fyllingsstuff. Siden fyllmasser deponeres i angrepspunktet i senter av deponiet og doses sørover vil fyllmassene skyves inn mot eksisterende terreng og ikke bygge seg opp i en midlertidig fyllingsstuff på samme måte som lenger nord i deponiområdet.

I den sørlige delen av deponiet hvor det er forekomst av kvikk og sensitiv leire, er det valgt ut et representativt profil (profil E) som anses som det mest kritiske for å undersøke dagens stabilitet mtp. fare i utførelsesfasen.

5.1 Profil A – støttefylling

Profilet omfatter nedre del av profil A, ved støttefyllingen. Profilets plassering er vist på tegning 1001. I beregningene er det forutsatt at det masseutskiftes til berg eller ned til fast grunn i underkant av støttefyllingen, samt at støttefyllingen har en helning på 1:2 i front, ned mot originalt terreng. Det er ikke påtruffet leire/silt i grunnundersøkelsen, så det er kun utført beregninger på effektivspenningsbasis for denne delen av deponiet.

Beregningene viser at den planlagte støttefyllingen har tilstrekkelig stabilitet. Se tabell 5 for laveste beregnede materialfaktor i dette profilet.

Tabell 5: Resultater stabilitetsberegninger profil A - støttefylling

Fase	Tegning nr.	Spenningstilstand	Materialfaktor
Oppfylling, støttefylling 1:1,5	1009	Effektivspenning	1,25
Oppfylling, støttefylling 1:2,0	1010	Effektivspenning	1,48

Det er i tillegg utført en alternativ beregning for støttefyllingen med fronthelning på 1:1,5 ned mot originalt terreng. Beregningene viser at oppnådd sikkerhetsfaktor for slik utførelse er tilfredsstillende og tangerer kravet på F ≥1,25. Imidlertid tar ikke Eurocode 7 hensyn til type brudd eller konsekvens ved et evt. brudd. I dette tilfellet vil konsekvensen av et brudd være «alvorlig» for bebyggelse og infrastruktur nedstrøms deponiet. Statens vegvesens håndbok V220 «*Geoteknikk i vegbygging*», ref /7/, gir i kapittel 0.3.6.1 krav til partialfaktorer for stabilitetsanalyser. Dersom en legger til grunn skadekonsekvens «alvorlig» og «nøytralt brudd» er krav til bygningsmessig sikkerhetsfaktor F ≥ 1,4. Det anbefales at dette sikkerhetsnivået legges til grunn for dimensjoneringen. Maksimal fronthelning på støttefyllingen settes etter dette til 1:2.

5.2 Profil A – Midlertidig fyllingsstuff

Profilet omfatter midtre del av dalen, ved borpunkt 12, plassering er vist på situasjonsplan, tegning 1001. Det er beregnet stabilitet med krav om materialfaktor F ≥ 1,25 (effektivspenningsanalyse) og F ≥ 1,40 (totalspenningsanalyse). Det er ikke sett på egenstabilitet av fyllmassene, men på jorda i underkant av fyllingen.

Beregningene viser at en 5 m høy midlertidig fyllingsstuff, med helning 1:1,5 på fronten av fyllingen, kan benyttes i utførelsesfasen. Se tabell 6 for laveste beregnede materialfaktor i dette profilet.

Tabell 6: Resultater stabilitetsberegninger profil A – Midlertidig fyllingsstuff

Fase	Tegning nr.	Spenningstilstand	Materialfaktor
Oppfylling	1011	Totalspenning (ADP)	1,38
Oppfylling	1012	Effektivspenning	1,27

Det er på generelt grunnlag ikke ønskelig med høyere stuff enn 5 meter. Helningen på fronten av den midlertidige fyllingsstuffen skal ikke være brattere enn 1:1,5 noen steder i deponiområdet. Dette med hensyn på sikkerhet for de som jobber på anlegget.

5.3 Profil E

Profil E omfatter øvre del av planområdet, plassering er vist på tegning 1001.

Stabilitetsberegningene viser at stabiliteten i dag ikke er tilfredsstillende, hverken for langtidstilstanden (effektivspenningsanalysen) eller med udrenert analyse (totalspenningsanalysen), i forhold til kravet på 1,40.

Tabell 7: Resultater stabilitetsberegninger profil E

Fase	Tegning nr.	Spenningstilstand	Materialfaktor
Dagens situasjon	1013	Totalspenning (ADP)	1,00
Dagens situasjon	1014	Effektivspenning	0,94
Stabiliserende tiltak	1015	Totalspenning (ADP)	1,10
Stabiliserende tiltak	1016	Effektivspenning	1,12

Stabilitetsberegningene viser at stabiliteten for dagens terrengsituasjon er anstrengt, se tabell 7 for laveste beregnede materialfaktor i dette profilet. Det er oppnådd en sikkerhetsfaktor F ≈ 1,0, dvs. at stabiliteten i skråningen er tilnærmet labil og at selv små inngrep kan medføre en initiell løsmasseglidning i skråningen. Med kvikk og sensitiv leire i skråningen kan en slik glidning potensielt utvikle seg til et større områdeskred som ikke bare kan bre seg bakover, men også medføre stort utløp av rasmasser inn i deponiområdet. En slik mindre, initiell glidning kan utløses av både menneskelig aktivitet (graving og fylling) i området og aktiv erosjon langs bekken i bunnen av ravina. Sistnevnte er utfordrede å holde under kontroll og det anbefales på bakgrunn av at det er beregnet et såpass lavt sikkerhetsnivå for dagens situasjon at en som et første steg i deponeringsarbeidet utfører en lett sikring av denne delen av deponiområdet. Det er utført en beregning for en ca. 1,5 meter tykk motfylling som legges jevnt utover som et teppe i ravinebunnen og langs elveløpet. En slik fylling vil gi en ca. 10 % økning fra dagens sikkerhetsnivå i skråningen.

Motfyllingen kan utformes på ulike måter for å oppnå ønsket effekt. En løsning kan være at denne fyllingen består av sprengt stein som legges jevnt utover som et teppe i ravinebunnen og langs elveløpet. En slik fylling vil i tillegg til å fungere som motfylling også fungere som et drenerende sjikt under det planlagte deponiet og ivareta krav om ingen økning av grunnvannstand i de originale løsmassene under deponiet. Som et alternativ til denne løsningen kan det etableres drenering i form av drensribber i dalsidene, samt drenering i bunn av ravine og fyllmasser på toppen, i tillegg til nødvendig motfylling med tilgjengelige fyllmasser bestående av mineralske løsmasser.

En kan på denne måten etablere en buffer mot uønskede hendelser i området med kvikk/sensitiv leire og hvor dagens stabilitetssituasjon er anstrengt. Den delen av deponiområdet hvor motfylling er nødvendig er skissert inn på situasjonsplanen, tegning 1003.

Profil E representerer det mest kritiske terrengsnittet i søndre del av deponiområde. Øvrige skråninger i denne delen av deponiområdet er også bratte og har samme karakteristikk mht. geometri og grunnforhold som i profil E. Det forventes derfor at stabilitetssituasjonen for dagens situasjon er anstrengt også der. Det må derfor utføres sikringsarbeider i et større område i denne delen av deponiet enn bare ved foten av skråningen i profil E.

I tillegg til sikring ved utlegging av en motfylling må platået på toppen av skråningene i dette området ikke benyttes for anleggsvirksomhet. Dette området kan ikke benyttes for mellomlagring av løsmasser, anleggstrafikk eller annen anleggsvirksomhet. Området er angitt som et «*restriksjonsområde*» på tegning 1003. Det bør i tillegg ved skilting etc. sikres mot uvedkommendes mulighet for deponering. Når tilstrekkelig fylling er lagt inn i deponiet og mot foten av disse skråningene, kan en på grunnlag av nye reviderte stabilitetsberegninger beslutte om området an utnyttes på noen måte. Etter ferdigstillelse av deponiet kan området fristilles fra slike restriksjoner.

5.4 Torvdeponi

Dersom det ønskes deponert torvmasser i deponiet må disse plasseres på egnet sted. Dette er med tanke på egenstabilitet og stabiliteten av evt. overliggende masser over torva. Ved deponering av torv stilles krav til helningsvinkel på terrengoverflaten av torva slik at torva ikke flyter nedover deponiet. Et evt. lag med torv under mineralske løsmasser kan i tillegg redusere stabiliteten av de overliggende massene. På bakgrunn av dette forutsettes det derfor at torv skal deponeres på egnet sted i fyllinga.

Det anbefales at en fristiller lokale områder av deponiområdet som forbeholdes torv. Helningen på torva på terrengoverflaten i deponiet kan maksimalt være 1:15 og det må ikke deponeres andre fyllmasser over disse. Et slikt lokalt området for torv skal avgrenses med støttefylling/voll av mineralske fyllmasser (leire, silt, sand, grus etc.) for å sikre stabiliteten av torva. Det må forventes vesentlige setninger i torv, avhengig av underliggende masser og vanninnhold i den deponerte torva. Det må etableres drenering for håndtering av vann fra disse områdene.

Den mest aktuelle plasseringen av fyllmasser bestående av torv vil være i øvre del av deponiet der den planlagte fyllingen har helning < 1:15, dvs. ca. 50 meter nordvest for pkt. 15. Endelig plassering av torvdeponi bestemmes på et senere tidspunkt i samråd med geotekniker.

6. Utløpsområde

Med utgangspunkt i NIFS-rapporten NVE R14-2016, ref /8/, har vi utført en vurdering av utløpslengde for skred i profil E.

Vurdering av utløpsområde avhenger av kvikkleirens mektighet, plassering og omrørte fasthet som igjen avgjør hvilket type skred (retrogressivt skred, flakskred eller rotasjonsskred) som er mest sannsynlig. Vi har vurdert at flakskred eller rotasjonsskred vil være sannsynlige skredtyper som vil gi en teoretisk utløpsdistanse på ca. 50 m. Dersom mektigheten av kvikkleire er noe større vil retrogressiv skredutvikling kunne skje. Ved et retrogressivt skred vil utløpsdistansen være i underkant av 300 m.

På grunnlag av disse vurderinger vil vi anbefale at det ikke utføres anleggsarbeider innenfor en avstand på 300 m fra sørenden av deponiet før sikringstiltak beskrevet i kap. 5.3 er utført.

Beregning av teoretisk utløpsdistanse iht. NVE R14/2016 er vist i bilag 5. Videre har vi med utgangspunkt i beregningen og topografi i området skissert inn utløpsområde fra skråningen ved profil E på tegning 1017 Situasjonsplan med utløpsområde.

7. Utførelse

7.1 Rekkefølgebestemmelser

Etter ønske fra oppdragsgiver skal det i første omgang fylles fra angrepspunkt B og C, deretter A (se figur 2).

Arbeidene i delområde B og C må utføres i følgende rekkefølge:

1. *Etablere anleggsvei for adkomst til området hvor støttefylling skal etableres og angrepspunkt for fylling av masser i senter av deponiet (se situasjonsplan, tegning 1003).*
2. *Etablere angrepspunkt for tipping av masse (B og C)*
3. *Etablere anleggsvei som følger dagens bekkeløp i bunnen av dalen for atkomst som samtidig utgjør fremtidig drenering i underkant av fyllmassene. Denne må settes i system med drensribber som legges oppover dagens ravineskråninger på utvalgte steder. Dette er vist på tegning 1004. Anleggsvegen avsluttes ved angrepspunktet i midten. Det vil da være viktig å sørge for at det legges til rette for at drenering i sørlige og nordlige del av deponiet settes i system under angrepspunktet i midten.*
4. *Etablere støttefylling ved deponiets avslutning i nord. Dette arbeidet utføres i flere etapper slik at høyden på støttefyllinga øker suksessivt med økende nivå for deponiet bak.*
5. *Starte deponering av fyllmasser. I delområde B og C (se figur 2) kan det fylles parallelt og en kan i prinsippet veksle mellom disse mens en venter på at ferske fyllmasser som må ha noe liggetid før de kan trafikkeres.*

Arbeidene i delområde A (se figur 2) må utføres i følgende rekkefølge

1. *Etablere anleggsvei i dagens bekkeløp for drenering som settes i system med drensribber på samme måte som for delområde B og C, pkt. 3 (se tegning 1004).*
2. *Etablere sikringstiltak (motfylling) i deponiets sørlige del iht. kap. 5.3, som vist på tegning 1003.*
3. *Starte deponering av fyllmasser. Delområde A (se figur 2) <u>skal</u> fylles nedenfra og oppover etter at motfylling er lagt ut i sør. Massene legges ut lagvis med tipp i nedre del og doses oppover.*

Oppfylling må generelt utføres lagvis, og det må ikke anlegges midlertidig fyllingsstuff høyere enn 5 meter og fronthelning brattere enn på 1:1,5. Overflatevann må kontinuerlig ledes ut i dreneringen eller en midlertidig åpen grøft.

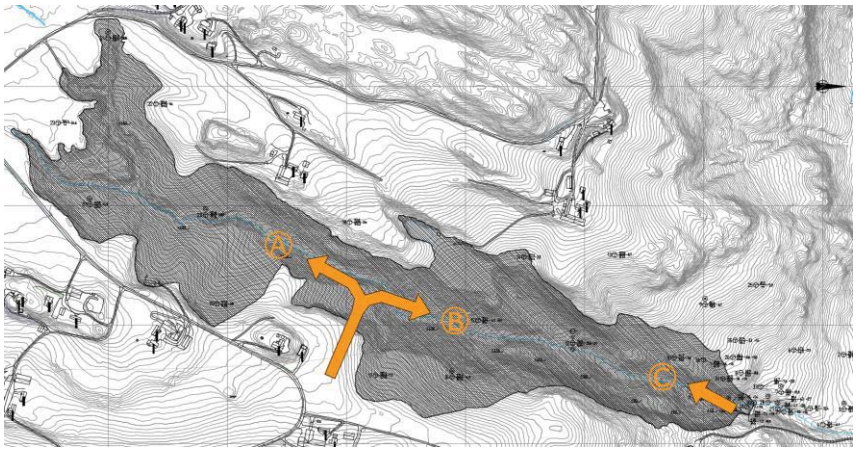
7.2 Anleggsvei inn til området

Det ligger et steintak like øst for den planlagte støttefyllingen i nord. Herfra skal det etableres en anleggsvei som skal sørge for adkomst til massedeponiet i hele utførelsesfasen. Anleggsvegen skal fungere som adkomst til 2 «angrepspunkter» for fylling av masser i ravina. Dette er ved støttefylling i nord og sentralt i deponiområdet, dvs. mellom borpunkt 15 og 18, angitt som «*angrepspunkt fylling*» på situasjonsplanen på tegning 1003. Bygging av anleggsveien må utføres på en slik måte at stabiliteten i skråningene i ravina ikke forverres på noe tidspunkt. En evt. anleggsvei ned mot de sentrale deler av deponiet vil måtte gå gjennom et område med svært steile og bratte skråninger.

Det forutsettes at alle vegtraseer godkjennes av geotekniker før disse bygges.

7.3 Angrepspunkt

Det skal etableres 2 angrepspunkt for tipp av masse sentralt i deponiet for innfylling i delområde A og B samt en tipp fra støttefyllingen for innfylling i delområde C, se prinsippskisse i figur 2 under. Plassering av tipp i senter («*angrepspunkt fylling*») av deponiet samt plassering av støttefylling er vist i situasjonsplanen, tegning 1003.



Figur 2 Angrepspunkt og driveretninger Udduvoll massedeponi

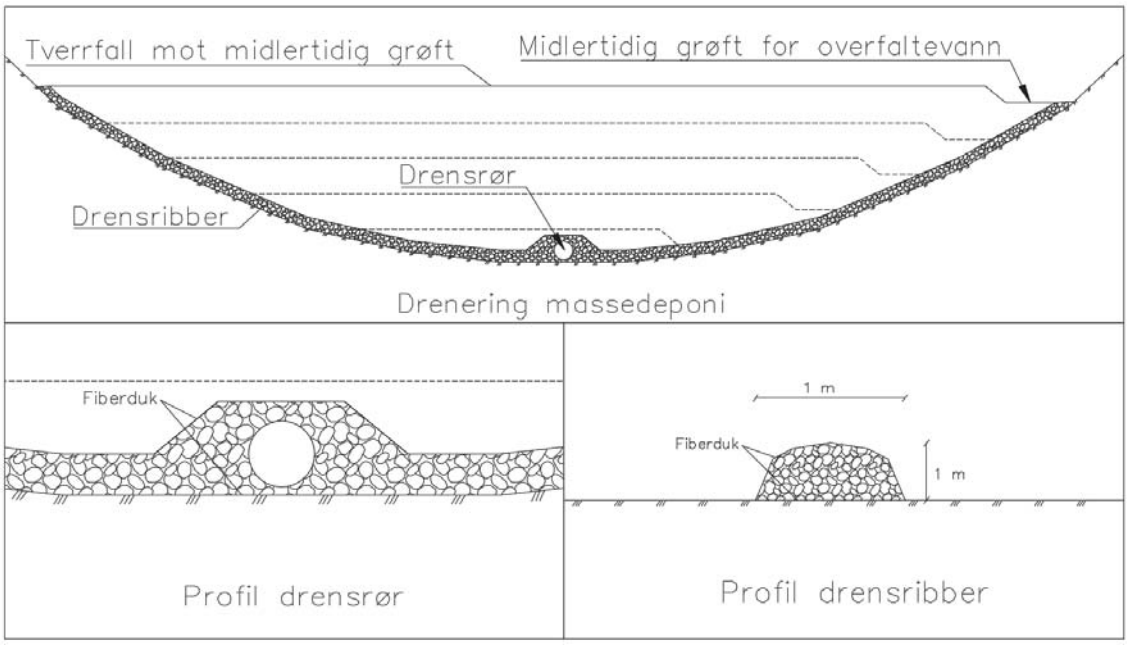
7.4 Støttefylling i nord

Støttefyllingen av sprengt stein må opparbeides i etapper parallelt med at det fylles masser i deponiet og nivået øker.

Torv og humusholdige løsmasser må masseutskiftes under støttefyllingen. Det forutsettes at det masseutskiftes ned til berg eller ned til faste jomfruelige løsmasser, og at fronthelningen ikke anlegges brattere enn 1:2.

7.5 Drenering

Det må etableres et dreneringssystem for å håndtere vann i massedeponiet. Som et minimum må det etableres drenering i bunnen av dalen i hele lengderetningen av deponiet, samt drensribber i dalsidene på kritiske området. De kritiske områdene (2 områder) hvor drensribber er nødvendig er skissert inn i situasjonsplan 1003.



Figur 3 Prinsipp drenering Udduvoll deponi

Figur 3 viser prinsippskisse av dreneringssystemet i massedeponiet, profil av drensrør samt profil av drensribber. Drensribbene skal ha dimensjon lik 1 meter x 1 meter, og ha utstrekning helt opp til topp fylling, som vist i figur 3. Det skal etableres fiberduk mellom de drenerende massene og fyllmassene, samt i underkant drenering ned mot originale masser. C/C drensribber skal være maksimalt 10 meter. Drensrøret i bunnen av dalføret skal ligge i drenerende masser.

Overflatevann må hele tiden ledes inn i etablert drenering eller en/flere midlertidige åpne grøfter. Plassering vist i figur 3 er vilkårlig valgt som illustrasjon. Plassering av midlertidige grøfter for overflatevann kan tilpasses anlegget, men det må sørges for fall mot grøft. Dersom utbygger har alternative løsninger kan disse diskuteres med geotekniker.

7.6 Sedimentasjonsbasseng

Det skal etableres et sedimentasjonsbasseng for å sedimentere ut finstoff av vannet i anleggsperioden nedstrøms støttefyllingen i nord. Sedimentasjonsbassenget kan etableres ved den den foreslåtte plasseringen uten at det må gjøres større inngrep i terrenget. Sedimentasjonsbassenget er vist i situasjonsplanen på tegning 1001.

Foreslått plassering er mtp. flere faktorer, bla. tilstrekkelig plass, det er grunt til berg (2 – 7 meter under terreng), ingen kvikk eller sensitiv leire i grunnen, ravinesidene utgjør en naturlig avgrensning av bassenget og det kan enkelt lages en voll nedstrøms som kan benyttes som dam.

Torv og humusholdige masser må masseutskiftes under sedimentasjonsbassenget. Dersom det skal masseutskiftes dypere enn 2 meter må graveskråninger ha en maksimal helning på 1:1,5, også i ravinesidene dersom disse blir berørt av tiltaket.

Det forutsettes at endelige planer for sedimentasjonsbassenget oversendes til geoteknikker for kontroll før igangsettelse.

8. Kontroll

Iht. plan- og bygningsloven skal det for tiltaksklasse 2 og 3 utføres uavhengig kontroll av prosjektering og utførelse. Uavhengig kontroll utførelse vil være en kontroll av at forholdene på byggeplassen (massedeponiet) stemmer med prosjekteringsforutsetningene. Det må utarbeides en driftsplan som viser hvordan anlegget skal driftes og hvordan sikkerhet og kontroll skal ivaretas. Kvikkleireområdet i sør bør vies spesiell oppmerksomhet.

Det er ikke krav om uavhengig kontroll av de utførte vurderingsarbeider knyttet til områdestabilitet iht. NVEs veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred».

9. Oppsummering

SG Entreprenør AS planlegger etablering av et massedeponi ved Udduvoll i Melhus kommune. Det planlagte massedeponiet ønskes brukt for deponering av løsmasser fra lokale utbyggingsprosjekter. Området skal etter oppfylling benyttes til landbruksformål.

Ettersom det er funnet kvikk og sensitiv leire må den geotekniske utredningen av stabilitetsforholdene utføres iht. Norges Vassdrags- og Energidirektoratets (NVE) veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», ref /1/.

Stabilitetsberegningene viser at stabiliteten for dagens situasjon er noe anstrengt i den sørlige delen av deponiområdet. Innfylling av masser vil imidlertid forbedre stabiliteten på tvers av dalføret så lenge utførelsen gjøres iht. aktuelle rekkefølgebestemmelser.

Anleggsvei må etableres på en slik måte at stabiliteten ikke blir svekket. Fra angrepspunktene, i senter av deponiet og ved støttefyllingen, skal det fylles masse iht. beskrivelsen i dette dokumentet. Det må etableres drenering i deponiområdet, i form av langsgående drenering i bunnen av dalen og drensribber i aktuelle kritiske områder. Sedimentasjonsbassenget kan etableres i bunnen av dalføret, vist på tegning 1001.

Dersom det under utførelsen registreres forhold som avviker fra prosjekteringsforutsetningene eller oppstår uforutsette situasjoner må geotekniker kontaktes før videre arbeid gjenopptas.

Det må lages en driftsplan for anlegget ibm. IG. Denne oversendes til geotekniker for kontroll. Planer for gravearbeidene vedr. anleggsvei, sedimentasjonsbasseng etc. oversendes til geotekniker før utførelse.

Dokumentet er utarbeidet av:

Leif Tore Larsen
Sivilingeniør geoteknikk

Dokumentet er kontrollert av:

Bjørnar Kristiansen
Avdelingsleder Grunnboring og laboratorium

Referanser

1. NVEs retningslinjer 2/2011 med vedlagte NVEs veileder 7/2014. «Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper»

2. Rambøll Norge AS – G-rap-001 1350017083 *«Datarapport fra grunnundersøkelse – Udduvoll deponi»*, 24.03.2017

3. Lunne et al, 1997. *"Cone penetration test in geotechnical practice".*

4. Karlsrud et al, 2005. *"CPTU correlations for clays".* ICSMGE 2005, Osaka, Japan

5. Karlsrud et al, 1996. *"Improved CPTU correlations based on block samples"*. Nordisk Geoteknikermøte, Reykjavik, Island.

6. NIFS rapport 14/2014. *"En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktor i prosjektering i norske leirer"*

7. Statens vegvesen, 2014. «Håndbok V220 – Geoteknikk i vegbygging».

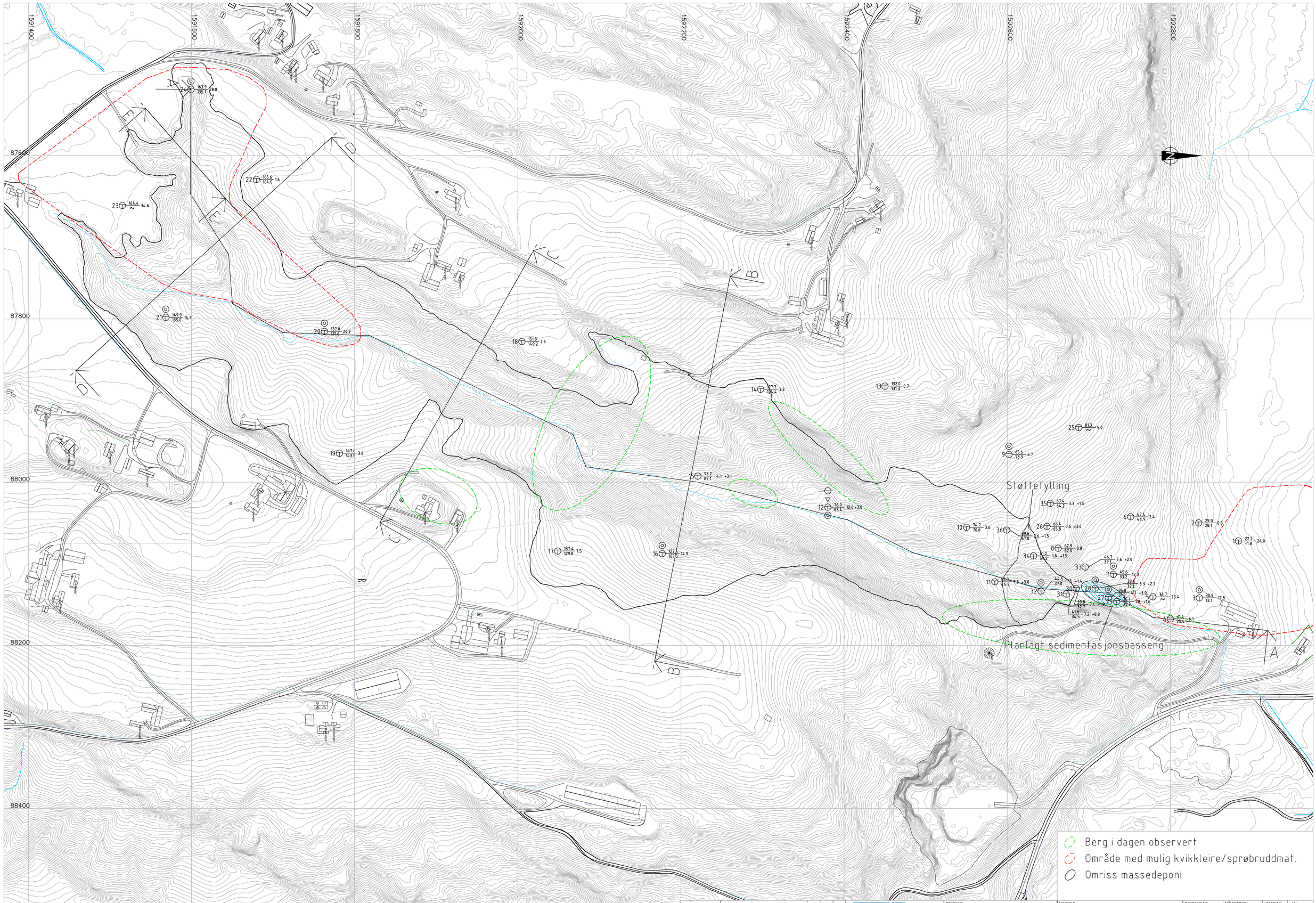
8. NIFS rapport 14/2016. «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred»

Tegninger

Tegn.nr	Tittel
1001	Situasjonsplan
1002	Situasjonsplan – Planlagt nytt massedeponi med koter
1003	Situasjonsplan – Med sikringstiltak
1004	Situasjonsplan – Med planlagt drenering
1005	Terrengprofil A – Med planlagt deponi
1006	Terrengprofil B – Med planlagt deponi
1007	Terrengprofil C – Med planlagt deponi
1008	Terrengprofil D – Med planlagt deponi
1009	Stabilitetsberegning, Profil A – Støttefylling 1:1,5, effektivspenningsanalyse
1010	Stabilitetsberegning, Profil A – Støttefylling 1:2,0, effektivspenningsanalyse
1011	Stabilitetsberegning, Profil A - Midlertidig fyllingsstuff, totalspenningsanalyse (ADP)
1012	Stabilitetsberegning, Profil A - Midlertidig fyllingsstuff, effektivspenningsanalyse
1013	Stabilitetsberegning, Profil E, dagens situasjon, totalspenningsanalyse (ADP)
1014	Stabilitetsberegning, Profil E, dagens situasjon, effektivspenningsanalyse
1015	Stabilitetsberegning, Profil E, sikringstiltak, totalspenningsanalyse (ADP)
1016	Stabilitetsberegning, Profil E, sikringstiltak, effektivspenningsanalyse
1017	Situasjonsplan med utløpsområde

Bilag

Bilag nr.	Tittel
1	Faregradsevaluering (ROS-analyse)
2	Tolkning ødometer
3	Tolkning treaksialforsøk
4	Tolkning CPTU
5	Vurdering av løsne- og utløpsområde, profil E



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
00	24.03.2017		LETL	BKN	BKN

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL

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

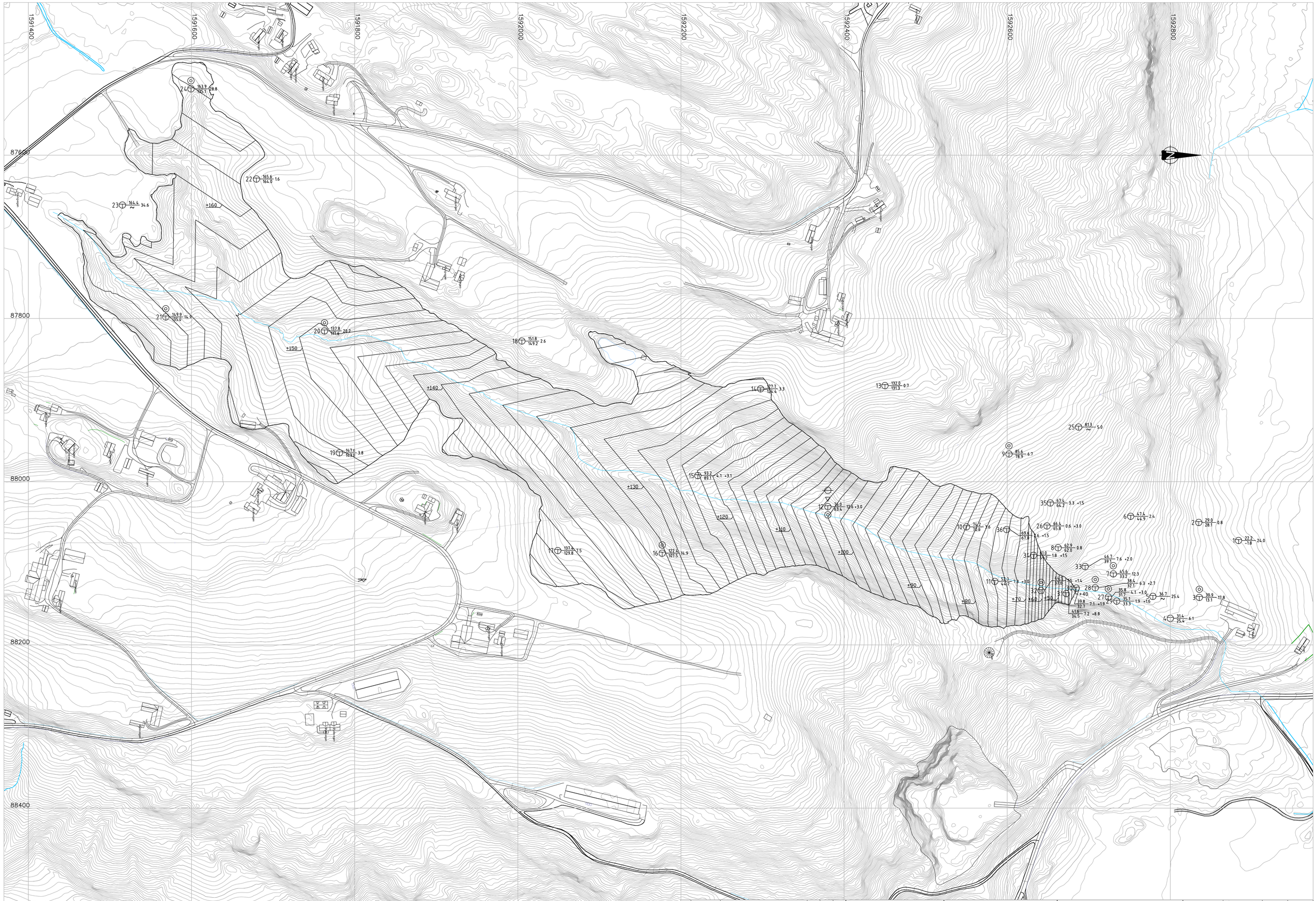
OPPDRAG
Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER
SG Entreprenør AS

INNHOLD
SITUASJONSPLAN
Totalsondering
Prøveserie
Trykksondering (CPTU)
Piezometer

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:2000 (A1)	01	01

TEGNING NR.	REV.
1001	0



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
00	24.03.2017		LETL	BKN	BKN

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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

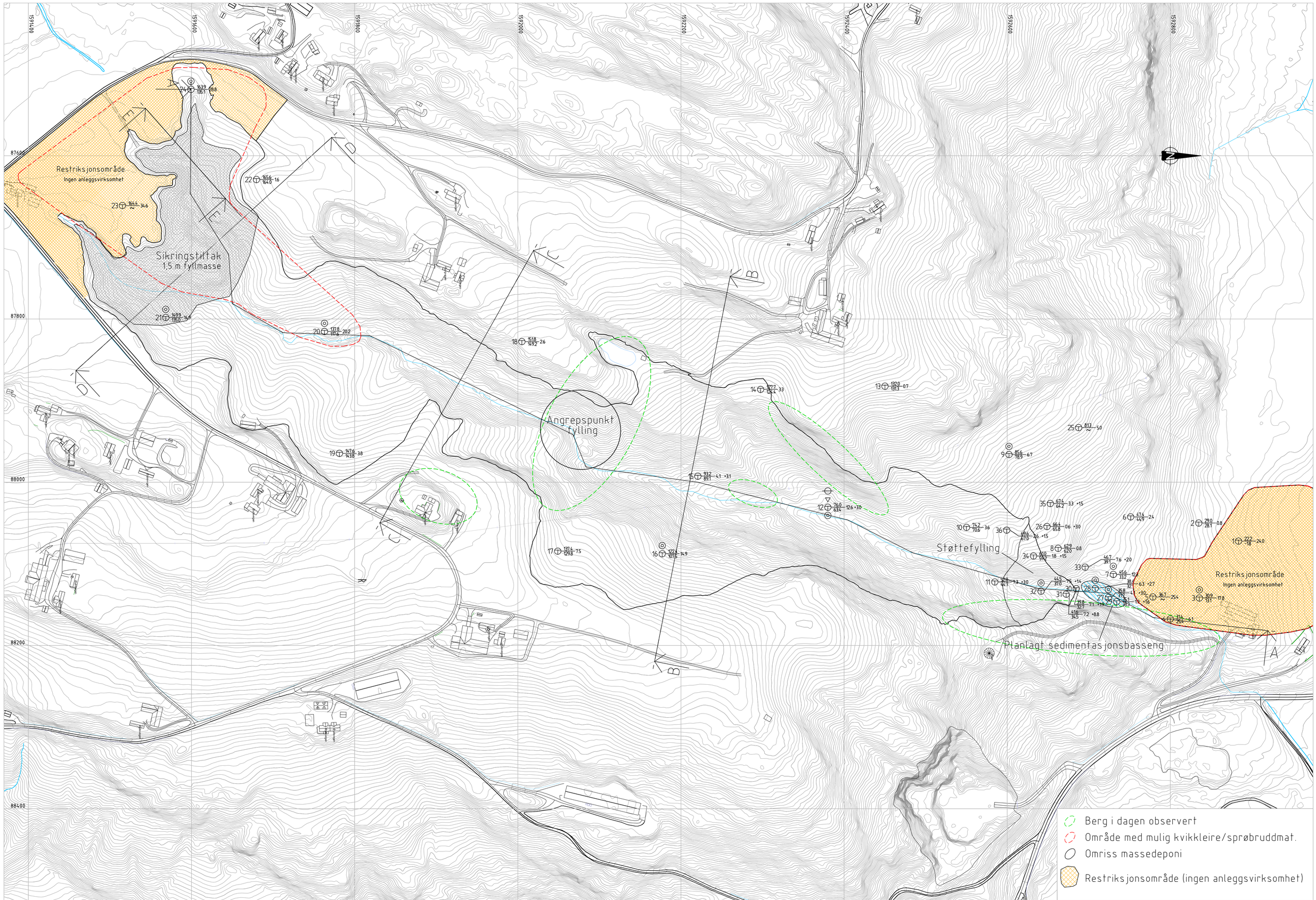
OPPDRAG
Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER
SG Entreprenør AS

INNHOLD
SITUASJONSPLAN
Med planlagt deponi

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:2000 (A1)	01	01

TEGNING NR.	REV.
1002	0



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
00	24.03.2017		LETL	BKN	BKN

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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: Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER: SG Entreprenør AS

INNHOLD: SITUASJONSPLAN
Med sikringstiltak

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:2000 (A1)	01	01

TEGNING NR.	REV.
1003	0

Drensribber c/c 10 m

Drensribber c/c 10 m

Støttefylling

Planlagt sedimentasjonsbasseng

Berg i dagen observert

Område med mulig kvikkleire/sprøbruddmat.

Omriss massedeponi

Drensribber

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
00	24.03.2017		LETL	BKN	BKN

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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

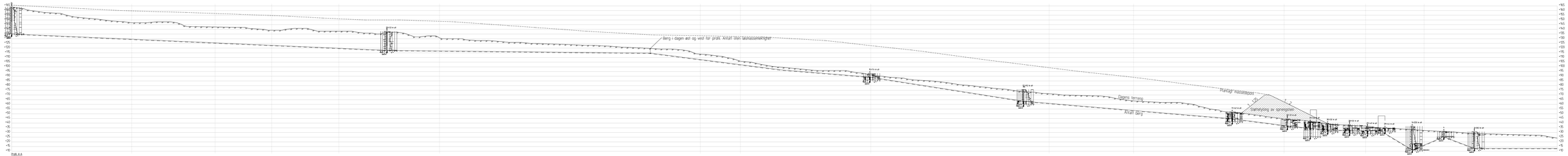
OPPDRAG: Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER: SG Entreprenør AS

INNHOLD: SITUASJONSPLAN
Med planlagt drenering

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:2000 (A1)	01	01

TEGNING NR.	REV.
1004	0



01	24.03.2017		LEN	BEN
REV.	DATO	REVISJON	UTF.	KONTR.

TEGNINGSNAVN:

HAMBRO

Hambro AS - Region Midt-Norge
Postadresse: Postboks 2024
Kontoradresse: Kjøpmannsgata 23
7013 Trondheim - Tlf.: +47 73 89 20 00
www.hambro.no

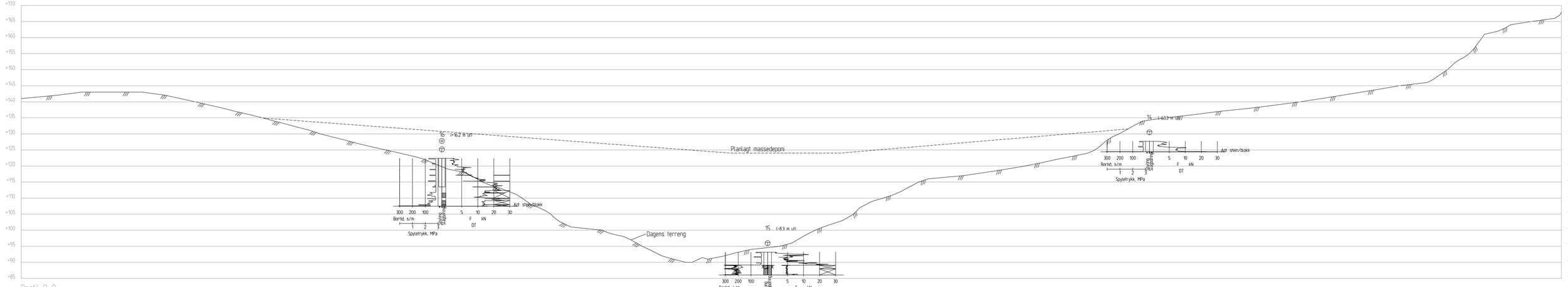
Uddevoll deponi

SG Entreprenør AS

TEKNISKNIVÅ:

Med planlagt deponi

UNIKNR.	MÅLESTOKK	Rev. nr.	
330017083	1:1000	01	01
		TEGNING NR.	DELNR.
		1005	0



Profil B-B

1 : 400

00	24.03.2017		LETL	BKN	BKN
REV	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODK

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
Rambøll AS - Region Midt-Norge
Postboks 6884 Sluppen
Mellomila 29, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

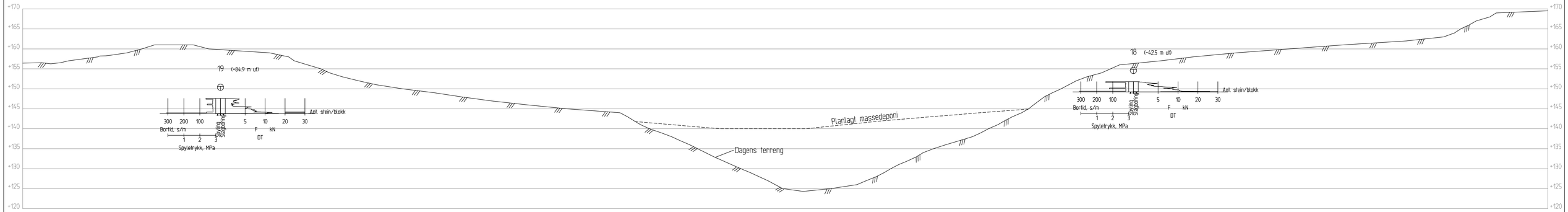
OPPDRAG
Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER
SG Entreprenør AS

INNHOLD
TERRENGPROFIL B
Med planlagt deponi

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
1006	0



Profil C-C

1 : 400

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
00	24.03.2017		LETL	BKN	BKN

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL

Ramboll 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

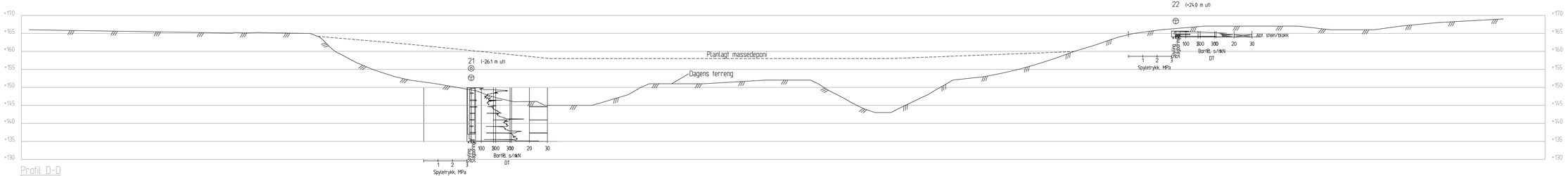
OPPDRAG: Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER: SG Entreprenør AS

INNHOLD: TERRENGPROFIL C
Med planlagt deponi

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
1007	0



Profil D-D

1 : 400

00	24.03.2017		LETL	BKN	BKN
REV	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODK

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL

Ramboll AS - Region Midt-Norge
Kjelsåsveien 168
Postboks 76, N-7463 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

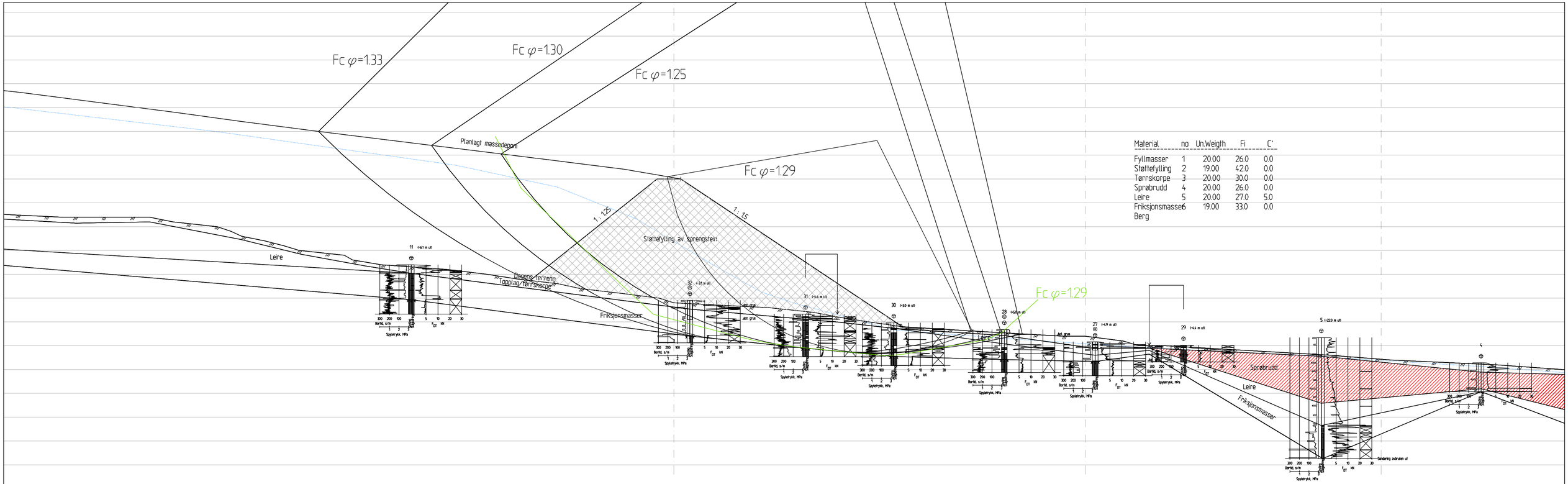
OPPDRAG
Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER
SG Entreprenør AS

INNHOLD
TERRENGPROFIL D
Med planlagt deponi

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
1008	0



Material	no	Un.Weigth	Fi	C`
Fyllmasser	1	20.00	26.0	0.0
Støttefylling	2	19.00	42.0	0.0
Tørrskorpe	3	20.00	30.0	0.0
Sprøbrudd	4	20.00	26.0	0.0
Leire	5	20.00	27.0	5.0
Friksjonsmasser	6	19.00	33.0	0.0
Berg				

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
00	24.03.2017		LETL	PAW	BKN

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
Ramboll 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

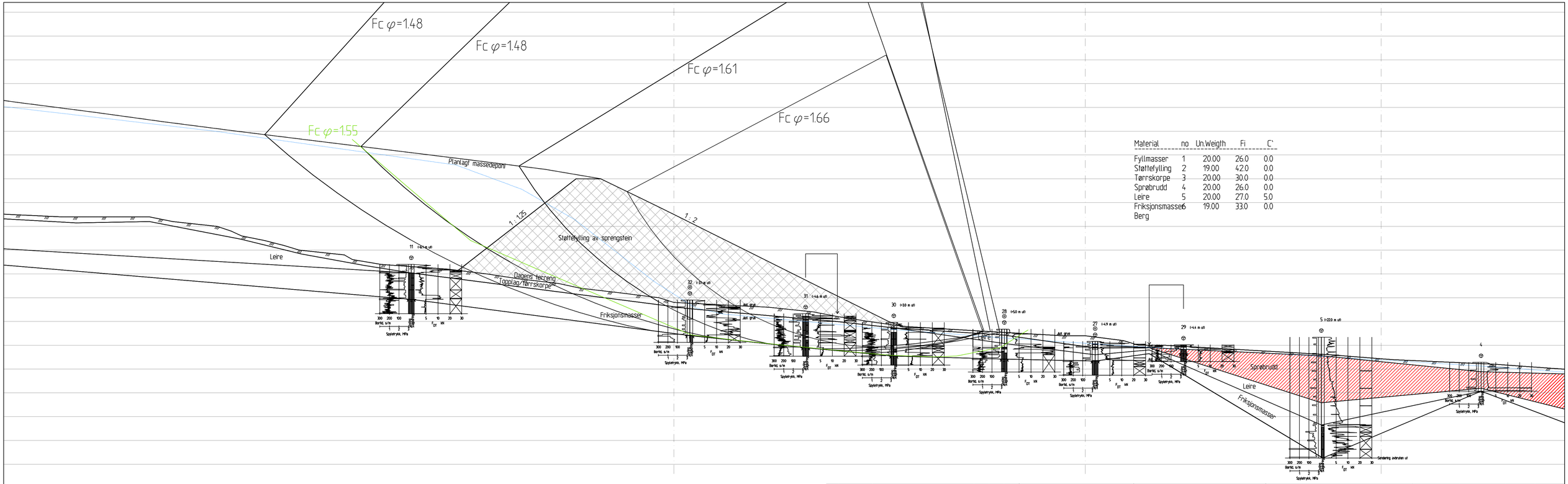
OPPDRAG
Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER
SG Entreprenør AS

INNHOLD
STABILITETSBEREGNING
Profil A - støttefylling 1:1,5
Effektivspenningsanalyse

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
1009	0



Material	no	Un.Weigth	Fi	C`
Fyllmasser	1	20.00	26.0	0.0
Støttefylling	2	19.00	42.0	0.0
Tørrskorpe	3	20.00	30.0	0.0
Sprøbrudd	4	20.00	26.0	0.0
Leire	5	20.00	27.0	5.0
Friksjonsmasser	6	19.00	33.0	0.0
Berg				

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
00	24.03.2017		LETL	PAW	BKN

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
Ramboll 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
Udduvoll deponi

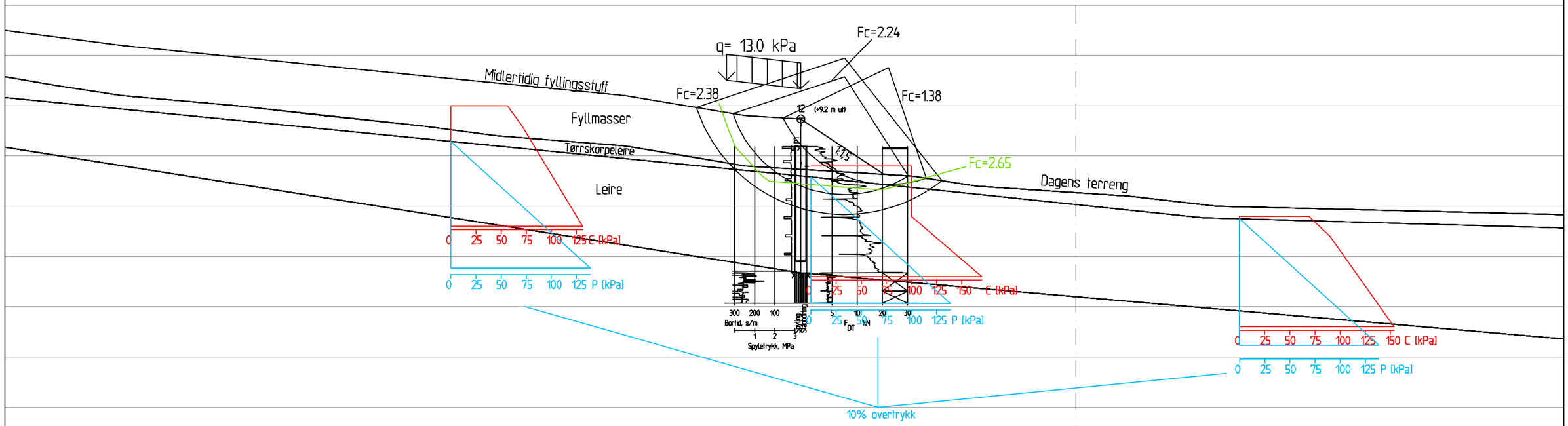
OPPDRAGSGIVER
SG Entreprenør AS

INNHOLD
STABILITETSBEREGNING
Profil A - støttefylling 1:2,0
Effektivspenningsanalyse

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
1010	0

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	1	20.00	26.0	0.0				
Tørrskorpe	2	20.00	30.0	0.0				
Leire	3	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Berg								



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
00	24.03.2017		LETL	PAW	BKN

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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
Udduvoll deponi

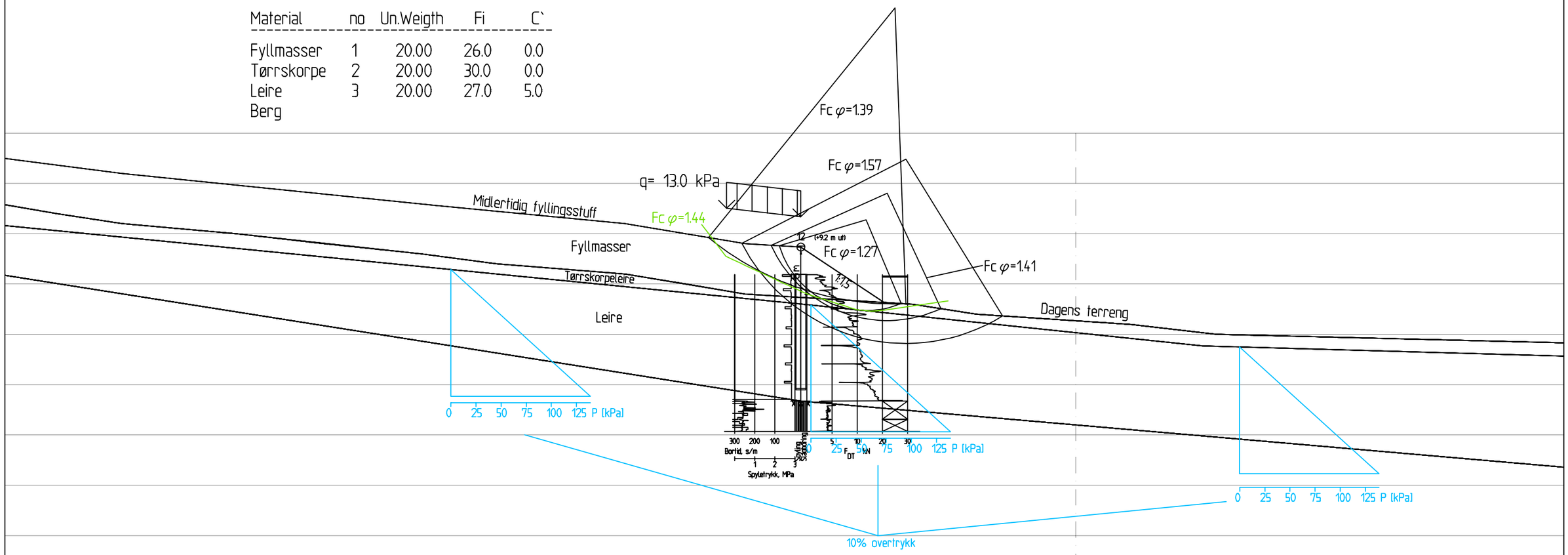
OPPDRAGSGIVER
SG Entreprenør AS

INNHOLD
STABILITETSBEREGNING
Profil A - Midlertidig fyllingsstuff
Totalspenningsanalyse (ADP)

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
1011	0

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`
Fyllmasser	1	20.00	26.0	0.0
Tørrskorpe	2	20.00	30.0	0.0
Leire	3	20.00	27.0	5.0
Berg				



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
00	24.03.2017		LETL	PAW	BKN

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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

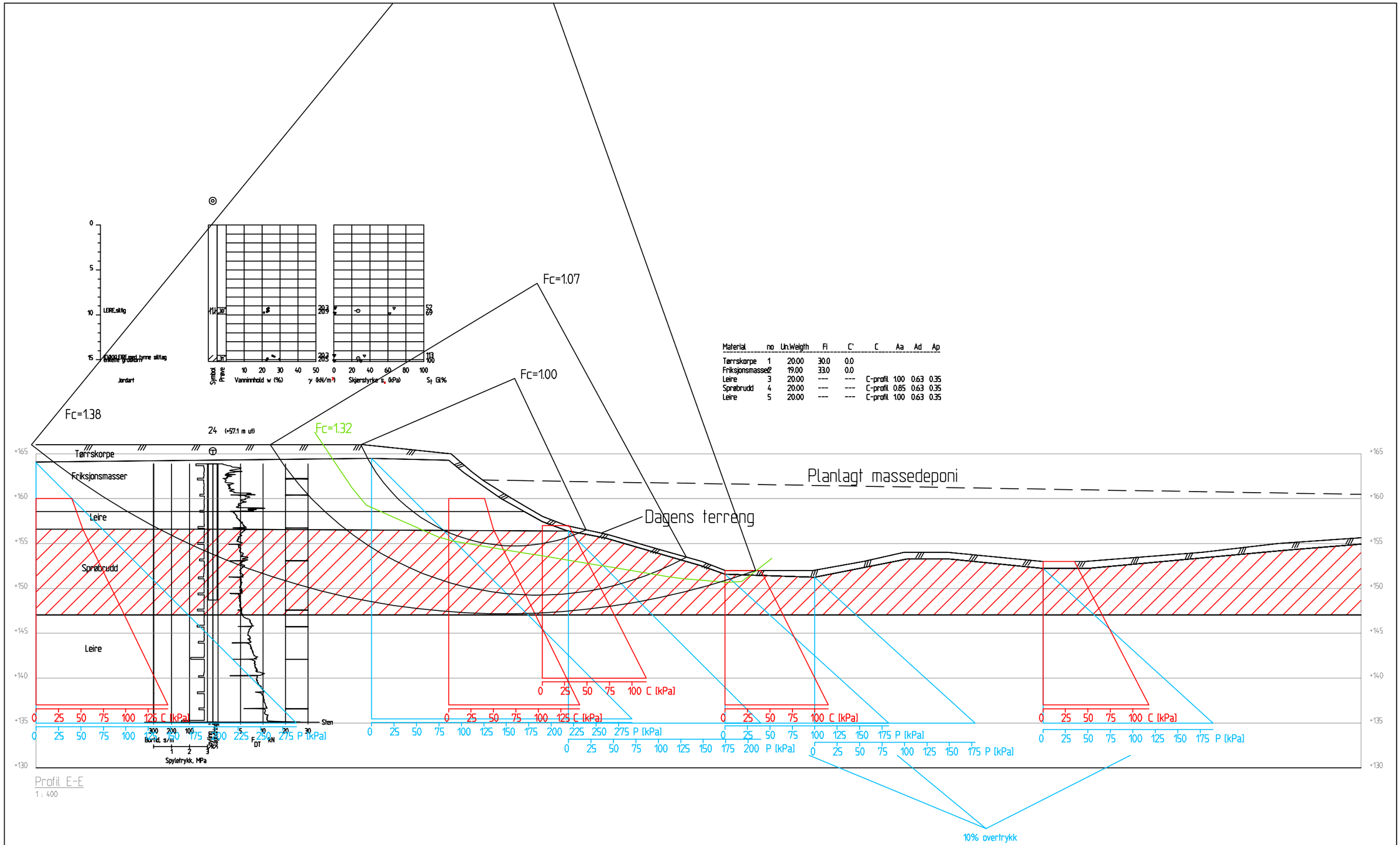
OPPDRAG
Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER
SG Entreprenør AS

INNHOLD
STABILITETSBEREGNING
Profil A - Midlertidig fyllingsstuff
Effektivspenningsanalyse

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
1012	0



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	1	20.00	30.0	0.0				
Friksjonsmasse	2	19.00	33.0	0.0				
Leire	3	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudd	4	20.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire	5	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	24.03.2017		LETL	PAW	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL

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

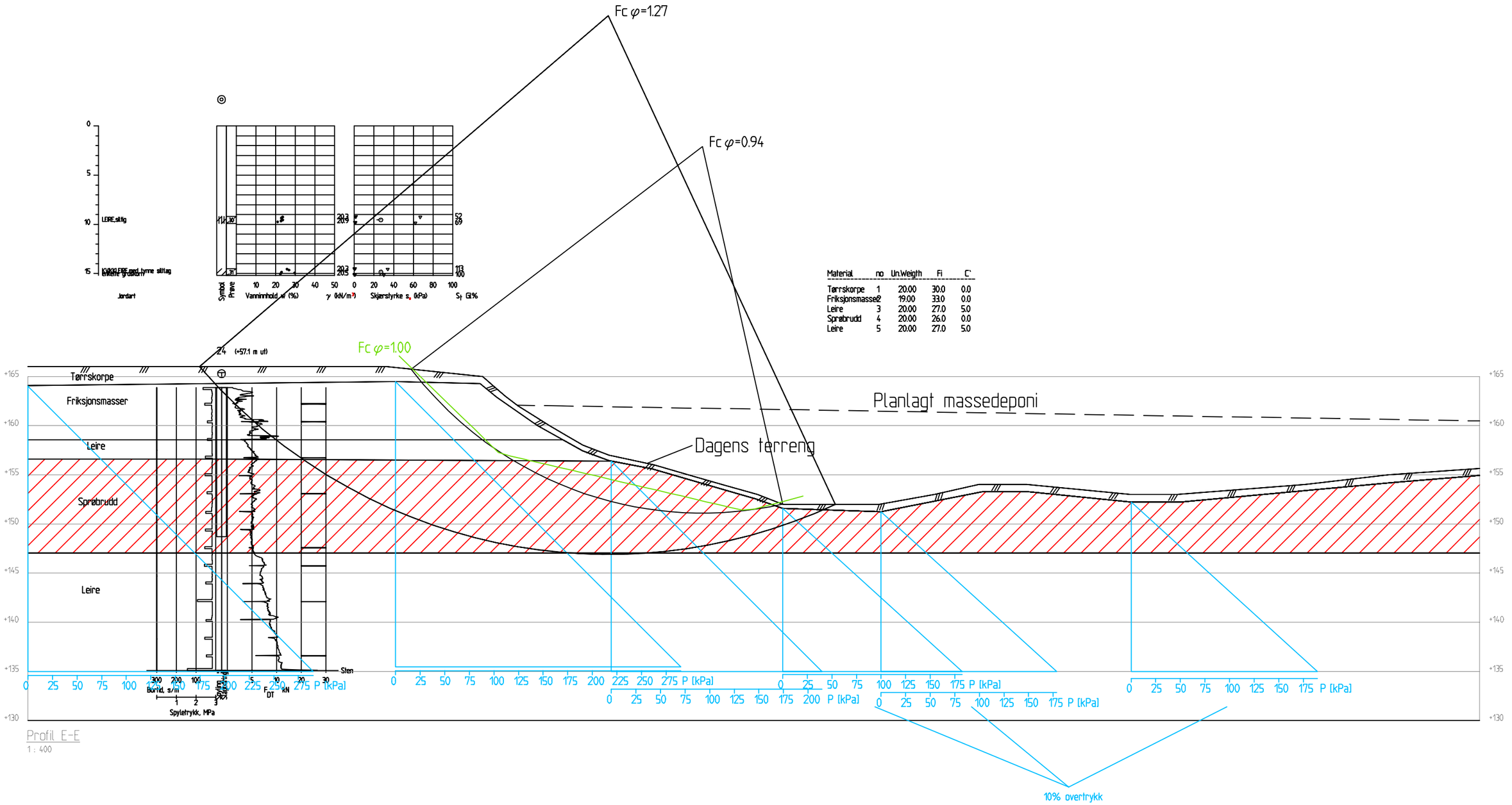
OPPDRAG
Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER
SG Entreprenør AS

INNHOLD
STABILITETSBEREGNING
Profil E
Totalspenningsanalyse (ADP)
Dagens situasjon

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:400		

TEGNING NR.	REV.
1013	0



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	1	20.00	30.0	0.0
Friksjonsmasse	2	19.00	33.0	0.0
Leire	3	20.00	27.0	5.0
Sprøbrudd	4	20.00	26.0	0.0
Leire	5	20.00	27.0	5.0

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	24.03.2017		LETL	PAW	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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

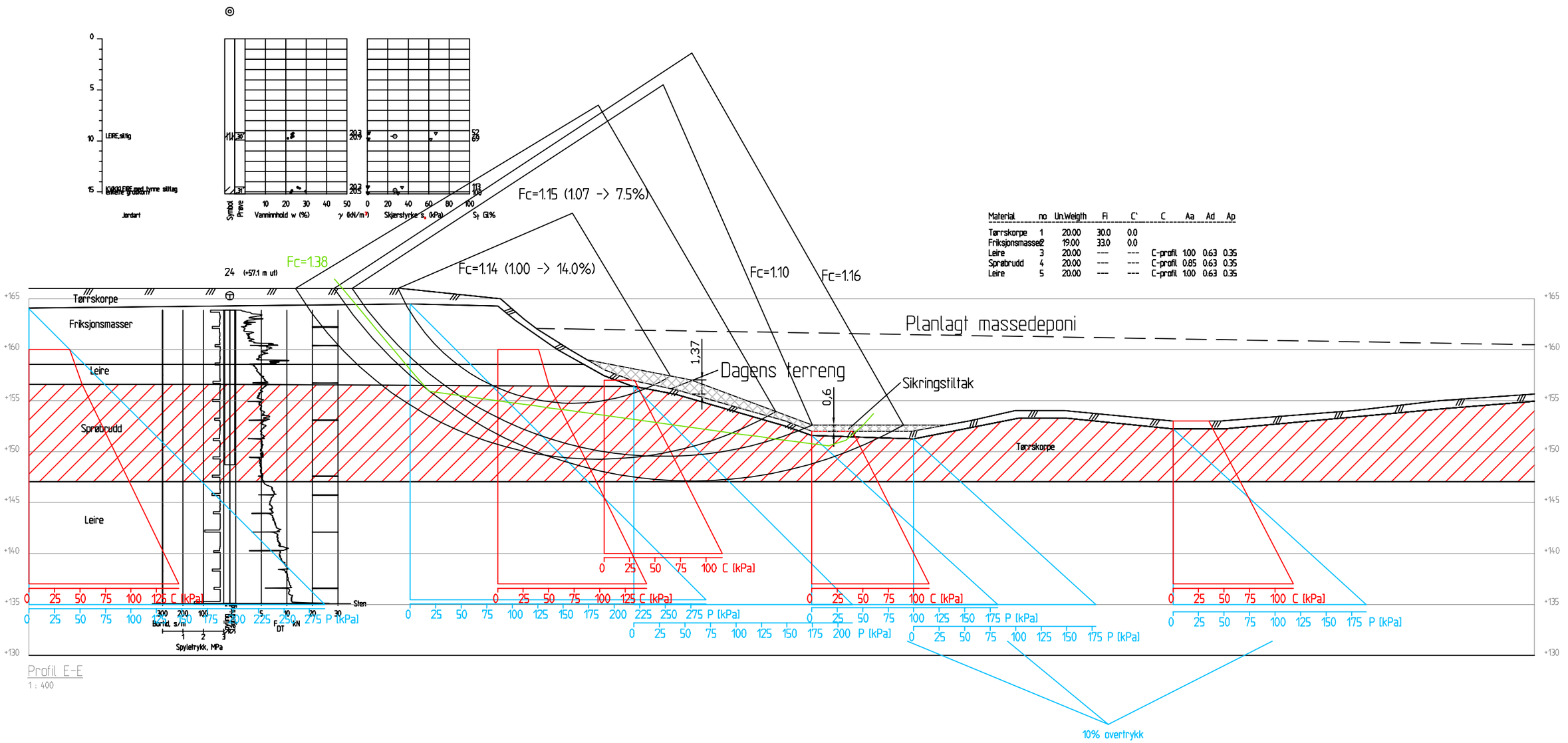
OPPDRAG
Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER
SG Entreprenør AS

INNHOLD
STABILITETSBEREGNING
Profil E
Effektivspenningsanalyse
Dagens situasjon

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:400		

TEGNING NR.	REV.
1014	0



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	1	20.00	30.0	0.0				
Friksjonsmasser	2	19.00	33.0	0.0				
Leire	3	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudd	4	20.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire	5	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	24.03.2017		LETL	PAW	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL

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

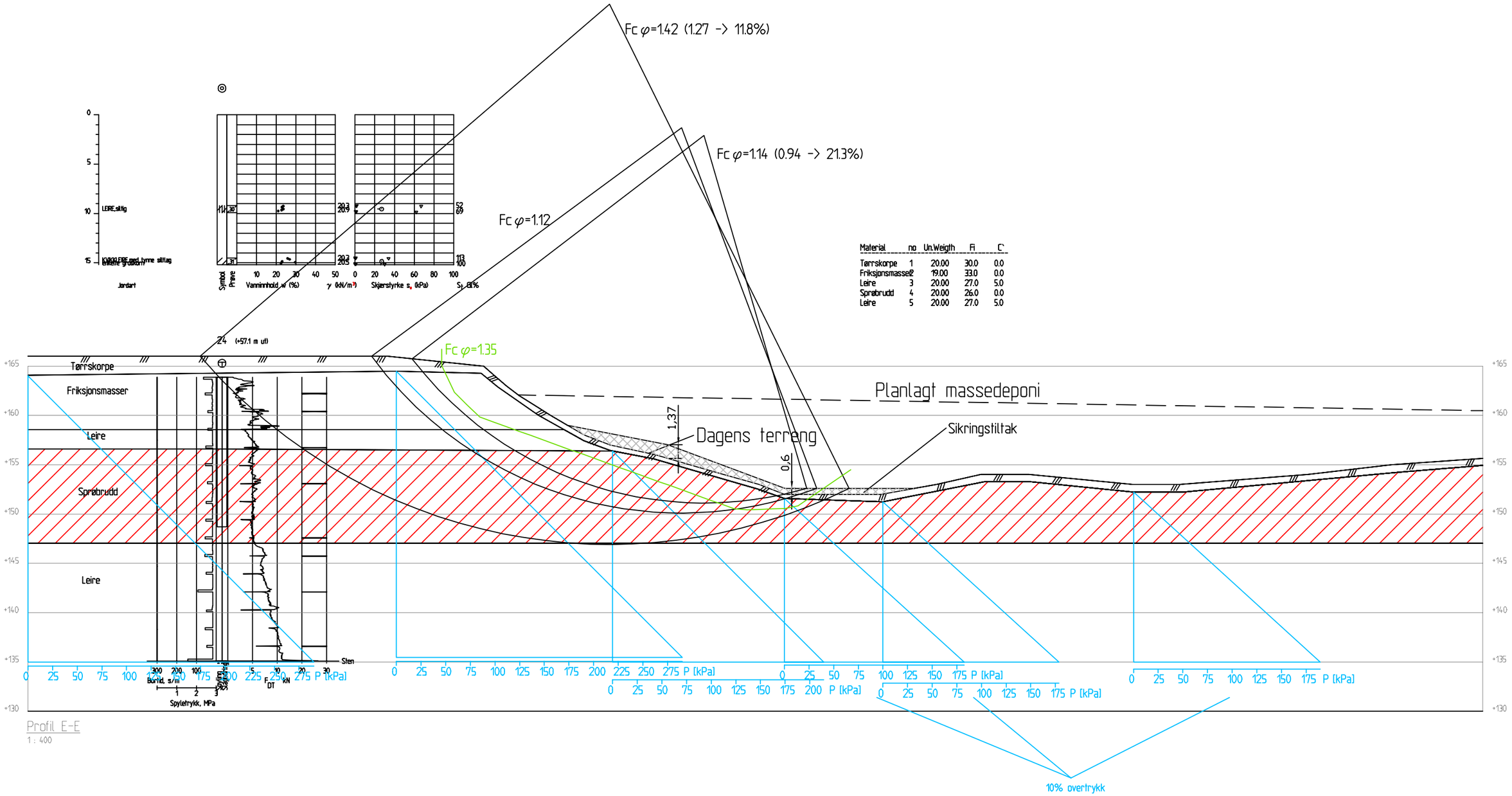
OPPDRAG
Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER
SG Entreprenør AS

INNHOLD
STABILITETSBEREGNING
Profil E
Totalspenningsanalyse (ADP)
Med sikringstiltak

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:400		

TEGNING NR.	REV.
1015	0



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	1	20.00	30.0	0.0
Friksjonsmasse	2	19.00	33.0	0.0
Leire	3	20.00	27.0	5.0
Sprøbrudd	4	20.00	26.0	0.0
Leire	5	20.00	27.0	5.0

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	24.03.2017		LETL	PAW	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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

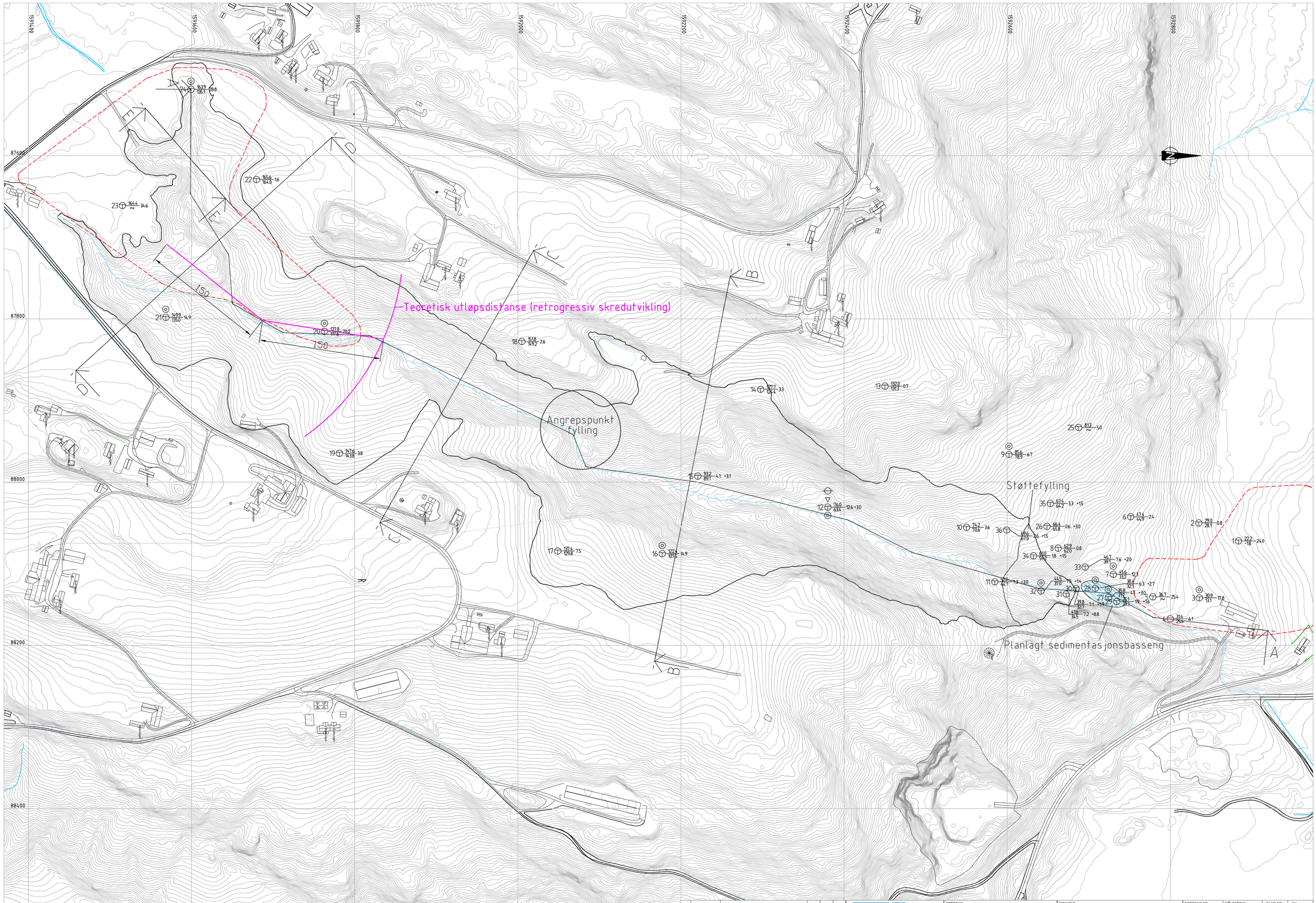
OPPDRAG
Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER
SG Entreprenør AS

INNHOLD
STABILITETSBEREGNING
Profil E
Effektivspenningsanalyse
Med sikringstiltak

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:400		

TEGNING NR.	REV.
1016	0



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
00	22.09.2017		LETL	KEG	BKN

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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
Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER
SG Entreprenør AS

INNHOLD
SITUASJONSPLAN MED UTLØPSOMRÅDE
Totalsondering
Piezometer
Prøveserie
Trykksondering (CPTU)

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:2000 (A1)	01	01

TEGNING NR.	REV.
1017	0

BILAG 1
G-not-001

FAREGRADSEVALUERING (ROS-ANALYSE)

(2 sider inkl. forside)

ROS-ANALYSE

Oppdrag:	Udduvoll deponi		
Oppdragnummer:	1350017083	Dato:	20.01.2017
Saksbehandler	JSHTRH/LETL	Kontrollert:	PAW

ref: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, Metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire"
20001008-2 datert 31 august 2001. Revisjon 3 datert 8 oktober 200

Skadekonsekvens

vurdering:

Faktor	vekttall	Dagens situasjon (2017)	Etter tiltak	kommentar
Boligenheter	4	1	1	1 hus innenfor foreløpig avgrensning
Næringsbygg, personer	3	0	0	Ingen næring innenfor foreløpig avgrensning
Annen Bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen annen bebyggelse av verdi innenfor foreløpig avgrensning
Vei	2	0	0	vei med minimal trafikk i grensen til foreløpig avgrensning
Toglinje	2	0	0	ingen toglinje
Kraftnett	1	0	0	ingen kraftnett innenfor foreløpig avgresning
Oppdemming/flom	2	1	1	Liten fare for særlig oppdemming og flom
Poeng (score x vekttall):		6	6	

Beregnet skadekonsekvensklasse: **Mindre alvorlig** **Mindre alvorlig**

Skadekonsekven 0.13 0.13

Forklaring

Faktor	vekttall	Konsekvens, score 3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen

Faregradsklasser (sannsynlighet)

vurdering:

Faktor	vekttall	Dagens situasjon (2017)	Etter tiltak	kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	1	1	Ingen historiske skred, men registrert mulige skredmasser ved støttefylling
Skråningshøyde	2	1	0	H=15 m i dagens situasjon (kritisk profil E)
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	1	1	Generelt høy OCR i området i følge ødometer.
Poretrykk, overtrykk	3	1	1	Poretrykksmåler viser noe overtrykk ved ravinebunn ved pkt. 12.
Poretrykk, undertrykk	-3	0	0	
Kvikkleiremektighet	2	2	2	10 m kvikkleiremektighet 10/15 = 0.667
Sensitivitet	1	3	3	S = 113
Erosjon	3	1	0	Det er ikke observert særlig erosjon.
Inngrep, forverring	3	0	0	Det er ikke observert inngrep som kan forverre stabiliteten
Inngrep, forbedring	-3	0	0	
Poeng (score x vekttall):		18	13	

Beregnet faregradsklasse: **Middels** **Lav**

Faregrad 0.35 0.25

Forklaring

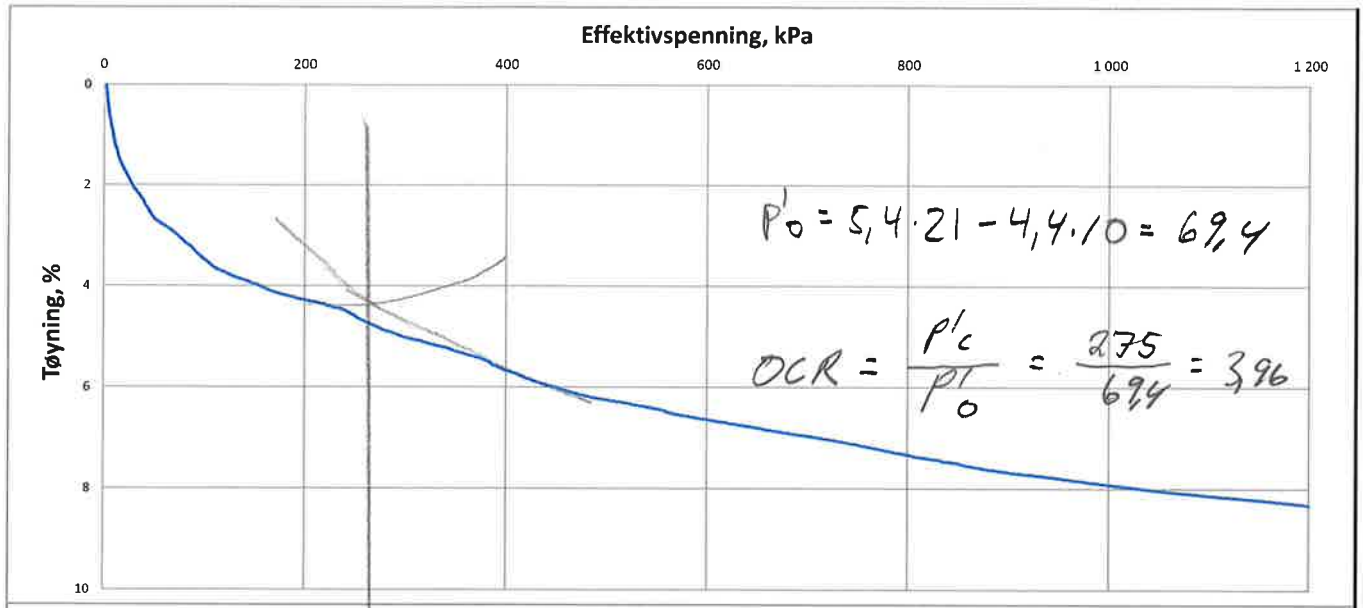
Faktor	vekttall	Faregrad, score 3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)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

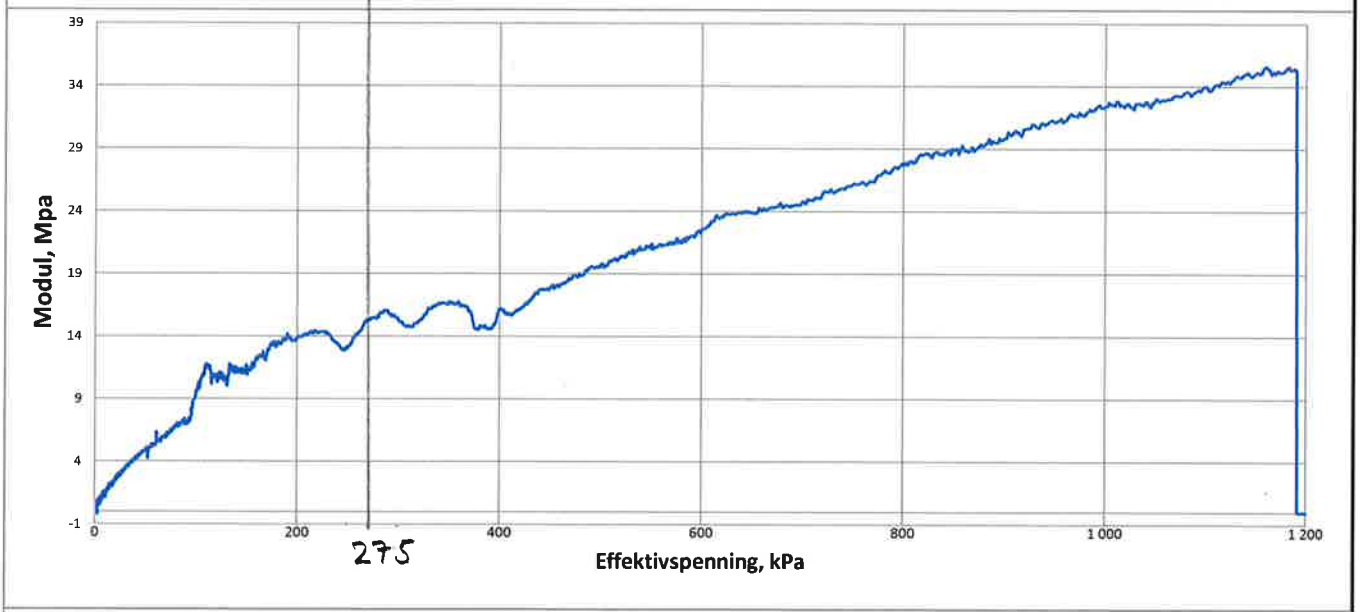
Risiko (skadekonsekvens x faregrad)	471	340
Risikoklasse:	**2**	**2**

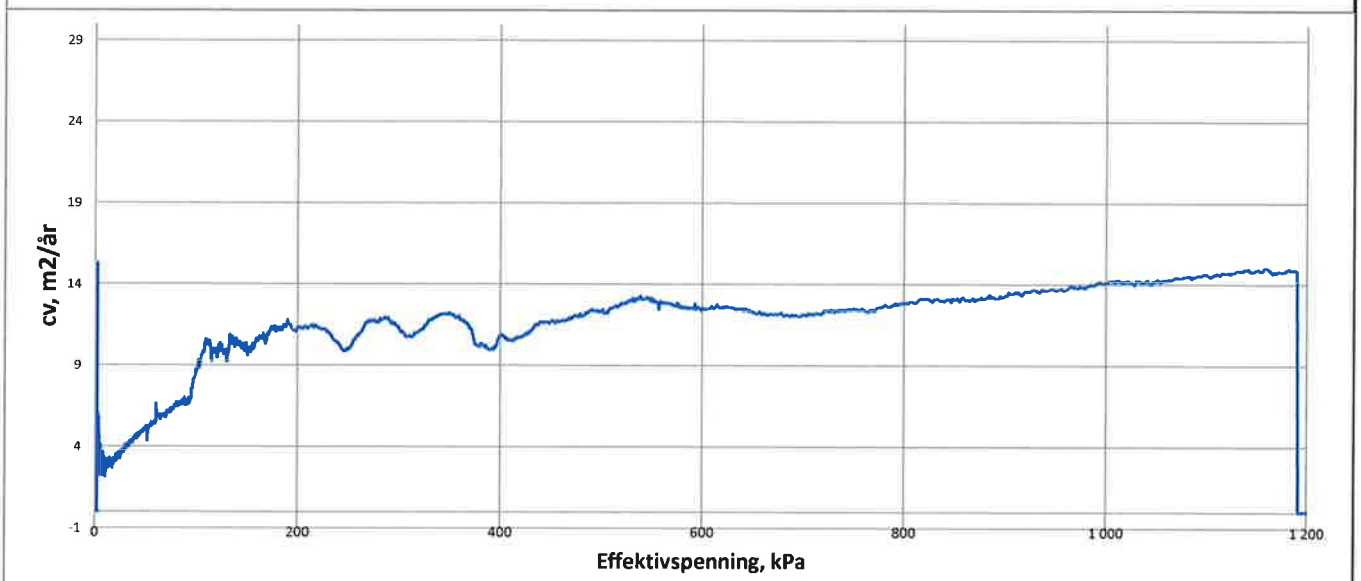
BILAG 2
G-not-001

TOLKNING ØDOMETER

(2 sider inkl. forside)







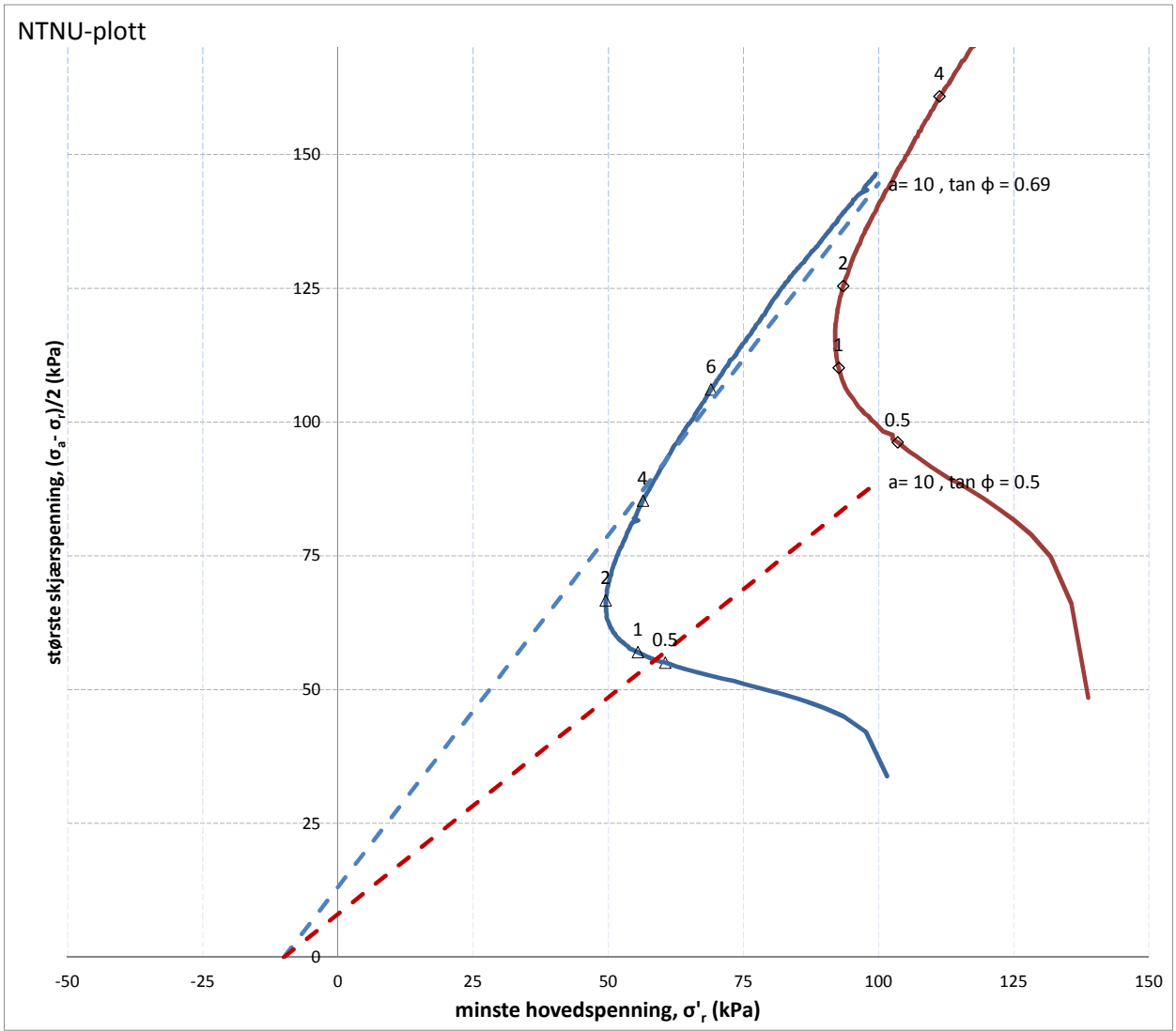
pkt 12 lab 15 dybde 5,40m Leire,siltig,sand og gruskorn

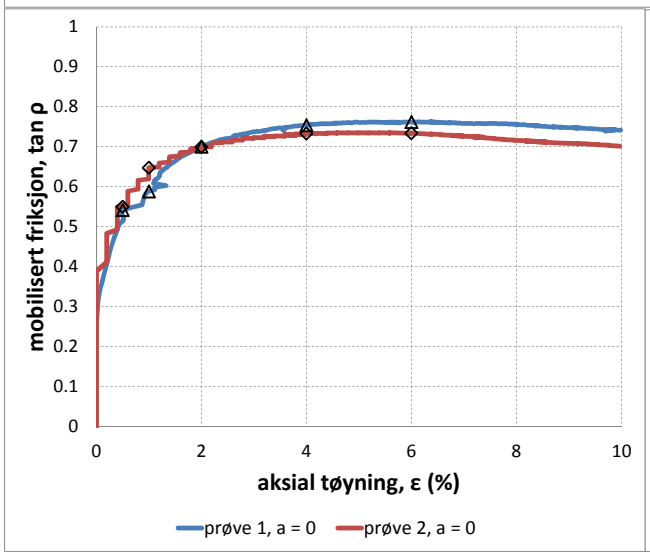
RAMBØLL	Udduvoll deponi		Oppdrag 1350017083
	SG Entreprenør AS	Tegn./kontr. GBR/LETL	Bilag 2
	Ødometerforsøk	Dato 24.03.2017	Tegn. Nr. -

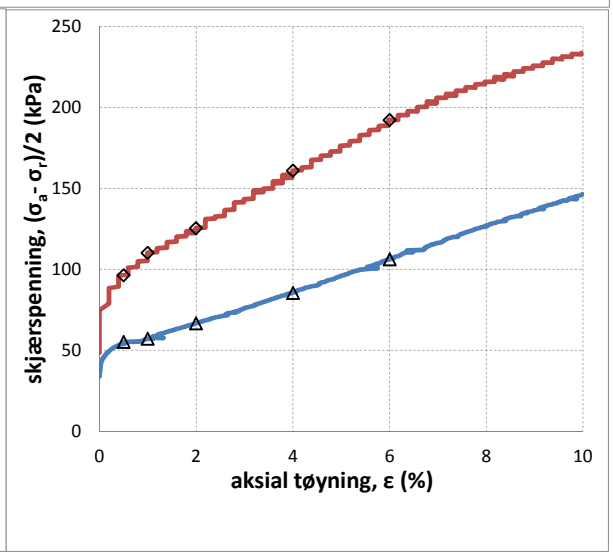
BILAG 3
G-not-001

TOLKNING TREAKSIALFORSØK

(9 sider inkl. forside)



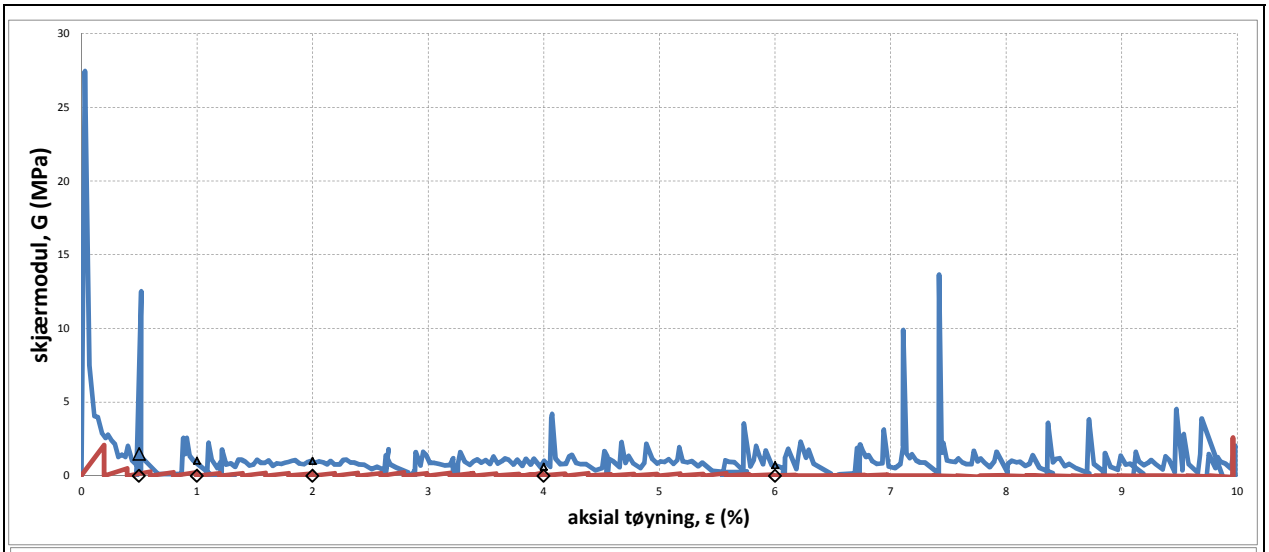


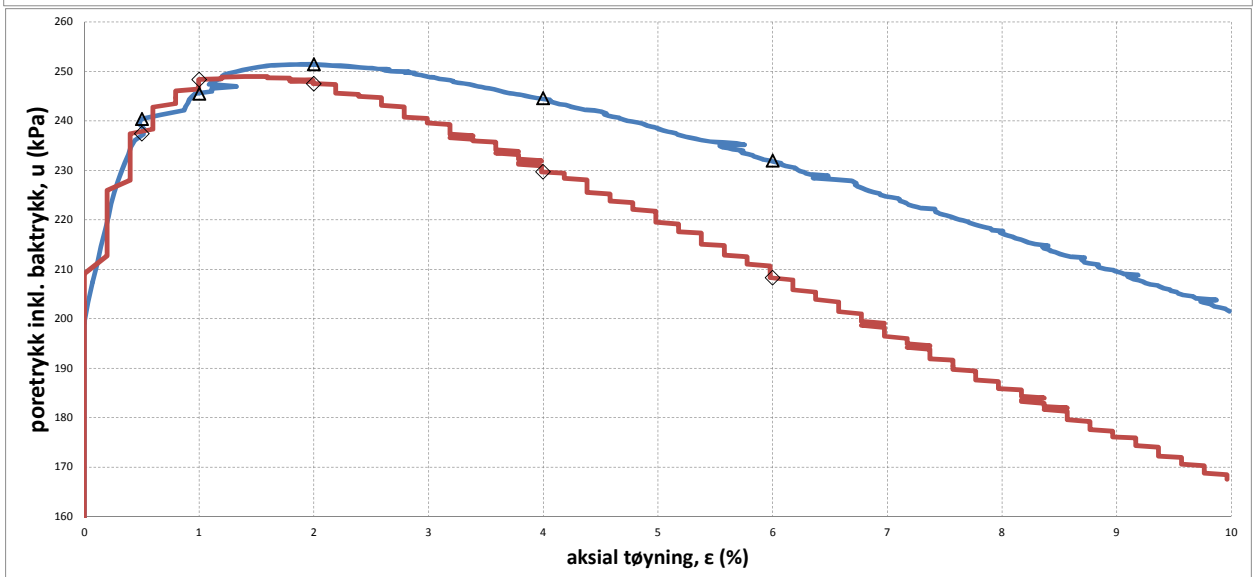


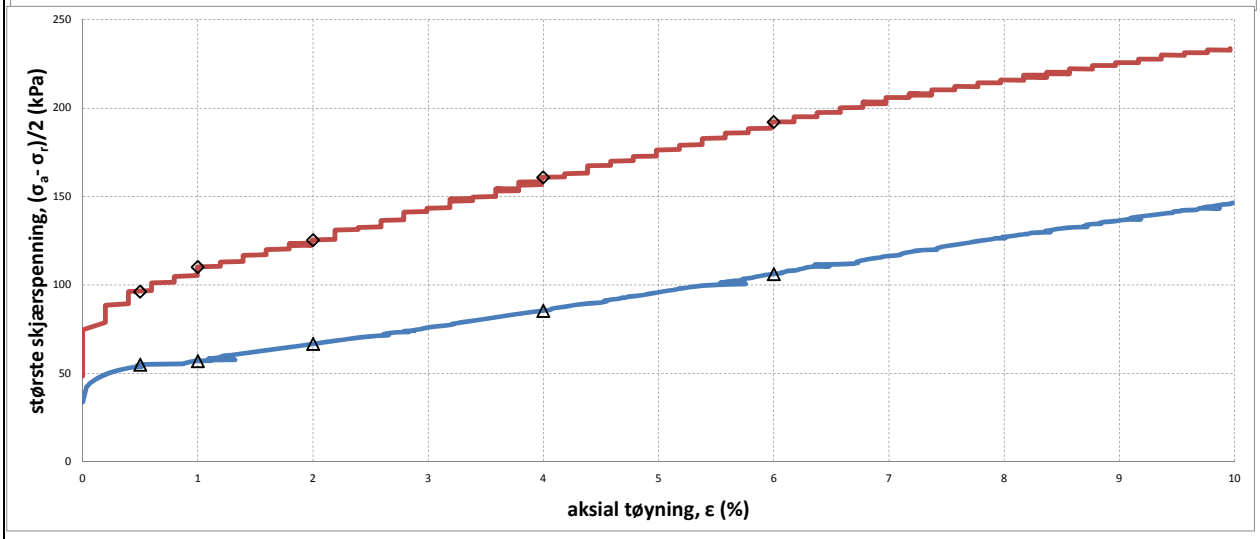
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e$_0$	Konsolideringsspenninger p_0' (kPa)	p_a' (kPa)	p_r' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	12	13	3,55m	CAUc	19.2	2.8	0.081	0	169	102	Leire, siltig m/ gruskorn
2	◊	12	13	3,70m	CAUc	19.1	3.0	0.087	0	233	139	Leire, siltig m/ gruskorn

RAMBØLL	Udduvoll deponi		Oppdrag 1350017083
	SG Entreprenør	Tegn./kontr. ESK/LETL	Bilag 3A
	TREAKSIALFORSØK	Dato 24.03.2017	Tegn. Nr. -

Versjon: 2017-01-10B



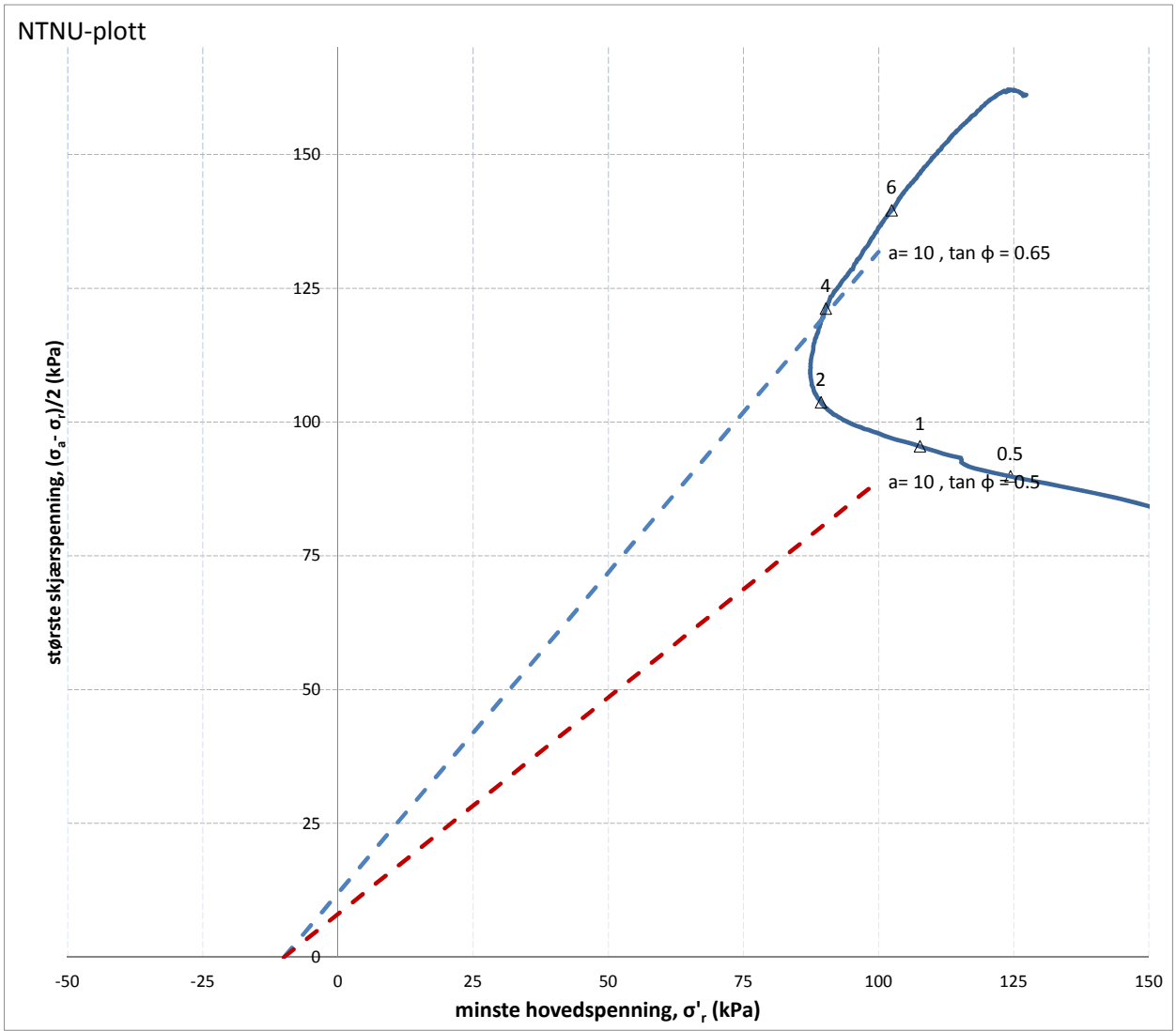


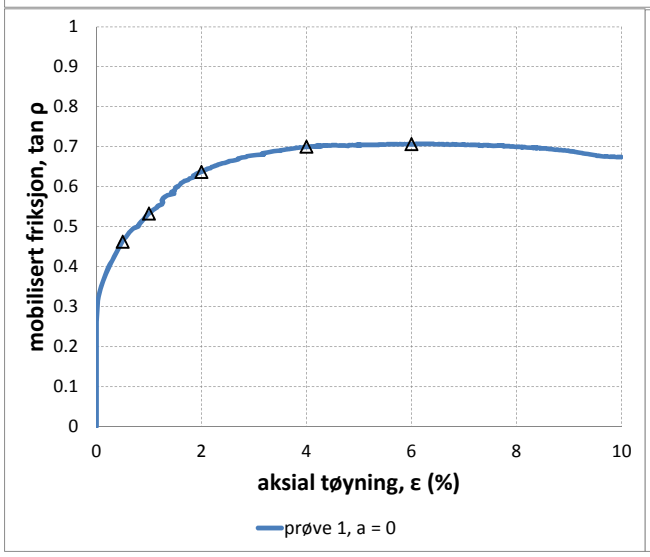


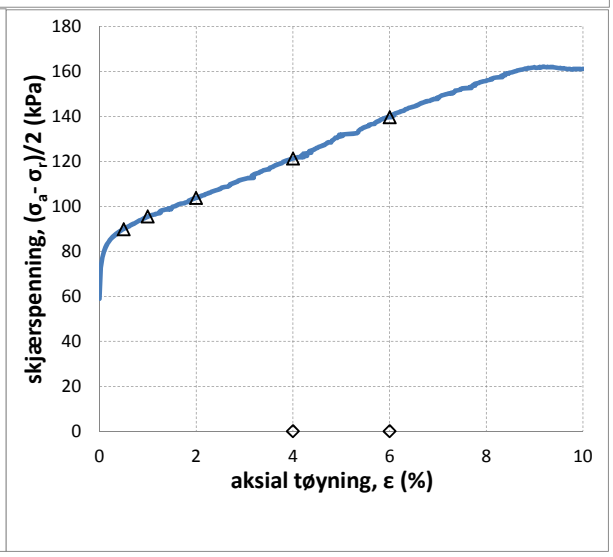
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e_0	Konsolideringsspenninger p_0' (kPa)	p_a' (kPa)	p_r' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	12	13	3,55m	CAUc	19.2	2.8	0.081	0	169	102	Leire, siltig m/ gruskorn
2	◊	12	13	3,70m	CAUc	19.1	3.0	0.087	0	233	139	Leire, siltig m/ gruskorn

RAMBØLL	Udduvoll deponi		Oppdrag 1350017083
	SG Entreprenør	Tegn./kontr. ESK/LETL	Bilag 3A
	TREAKSIALFORSØK	Dato 24.03.2017	Tegn. Nr. -

Versjon: 2017-01-10B



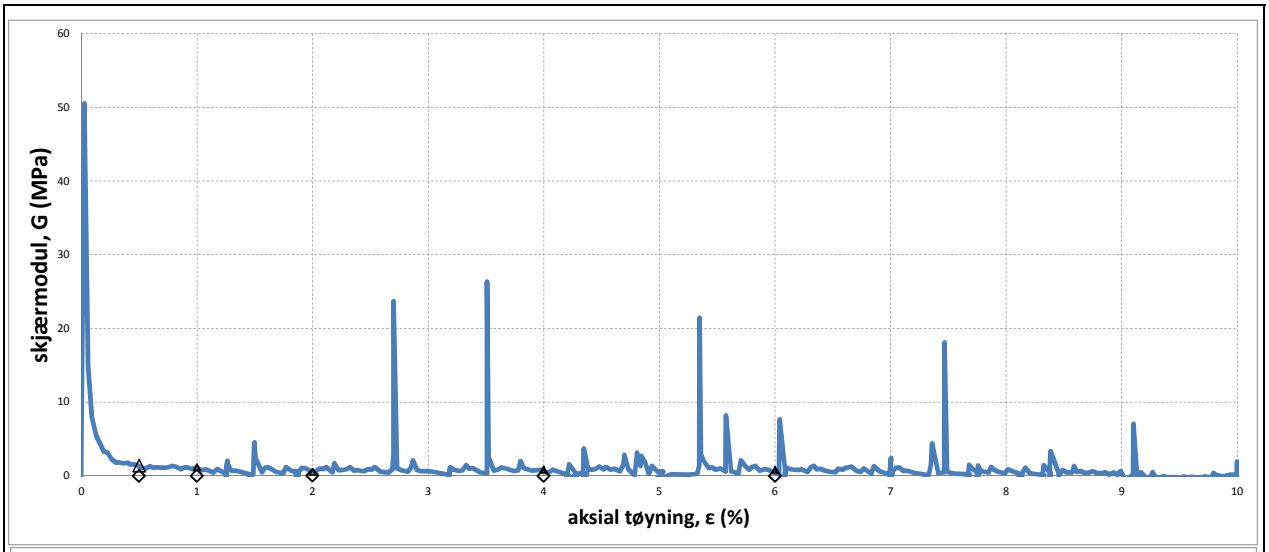


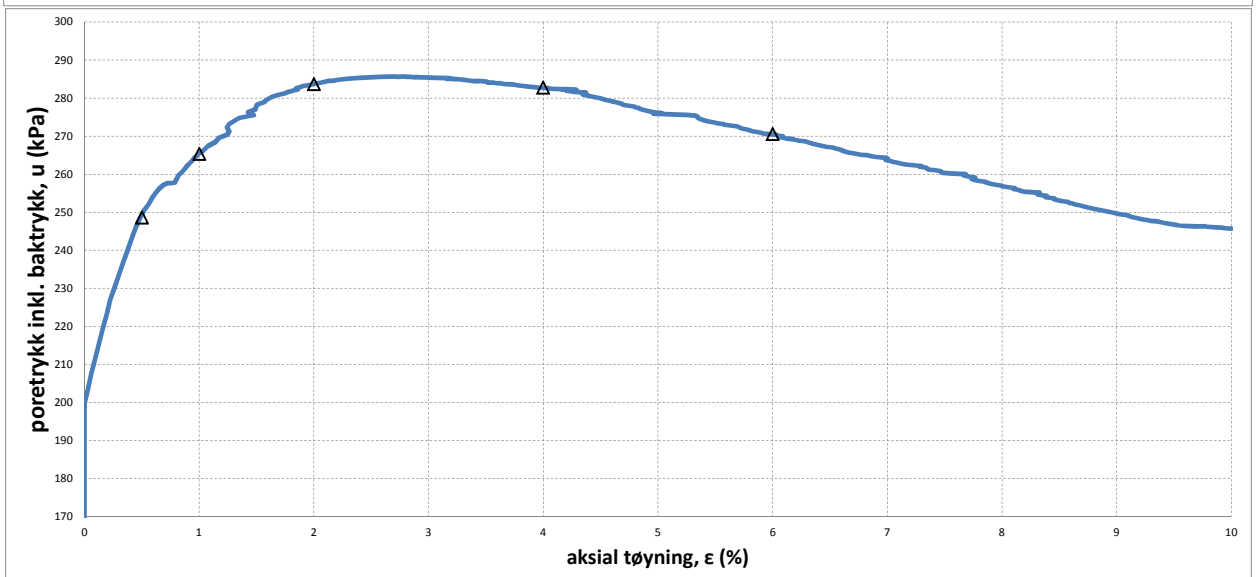


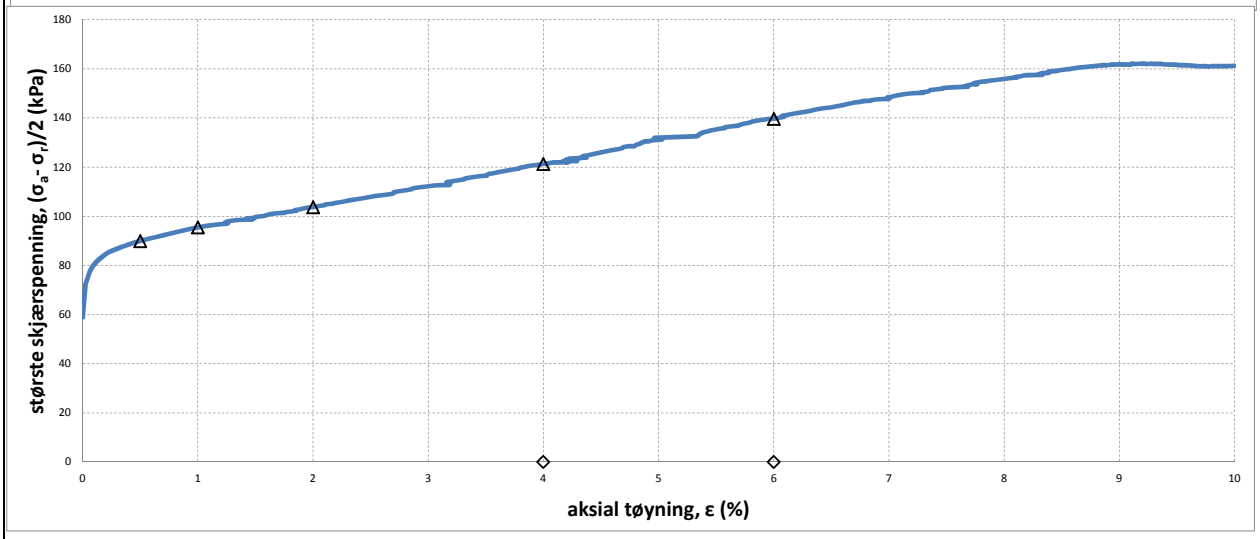
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e0	Konsolideringsspenninger p0' (kPa)	pa' (kPa)	pr' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	12	18	8,60m	CAUc	19.1	4.5	0.131	0	288	173	Leire, siltig,enkelte gruskorn

RAMBØLL	Udduvoll deponi		Oppdrag 1350017083
	SG Entreprenør AS	Tegn./kontr. ESK/LETL	Bilag 3B
	TREAKSIALFORSØK	Dato 24.03.2017	Tegn. Nr. -

Versjon: 2017-01-10B





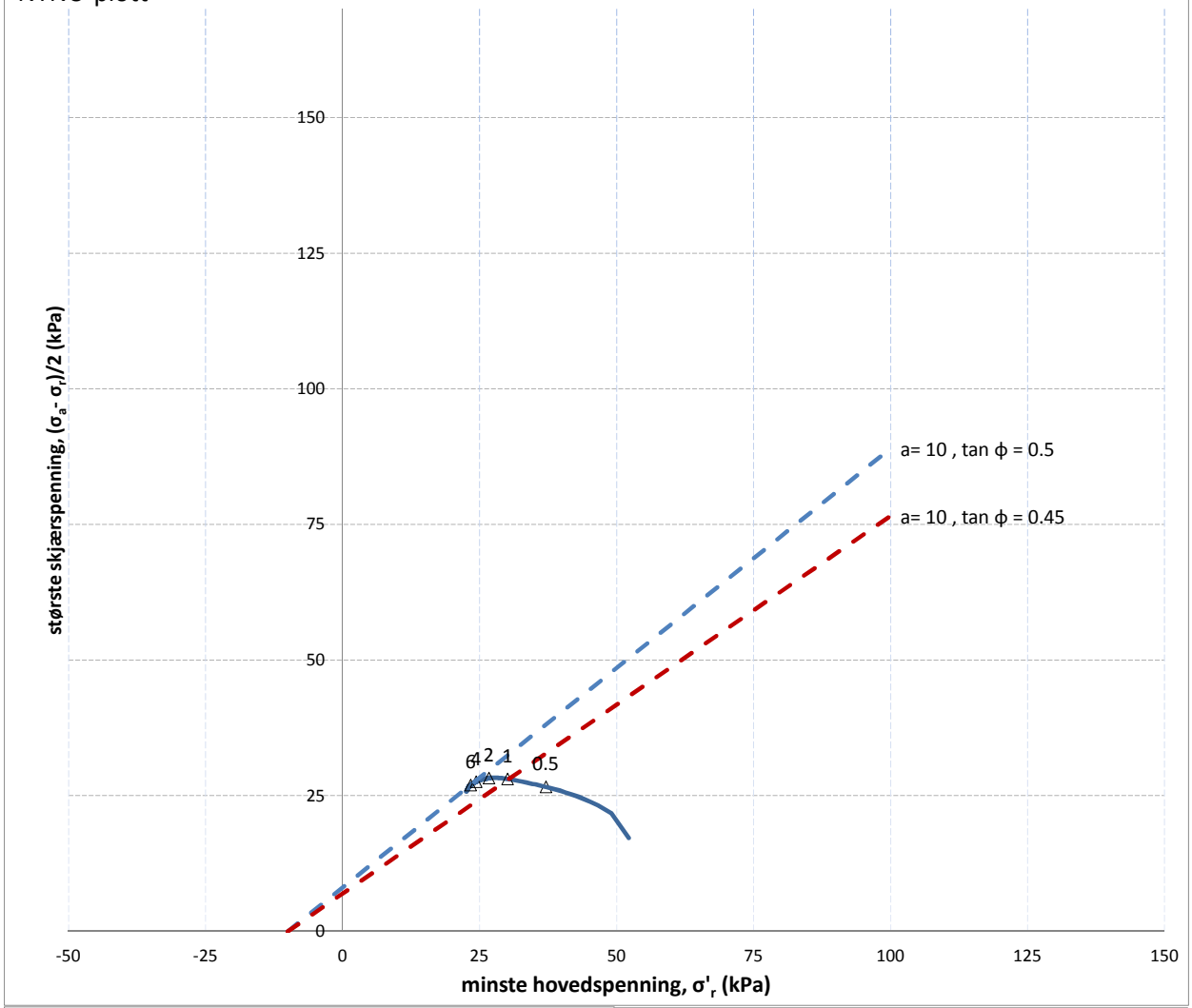


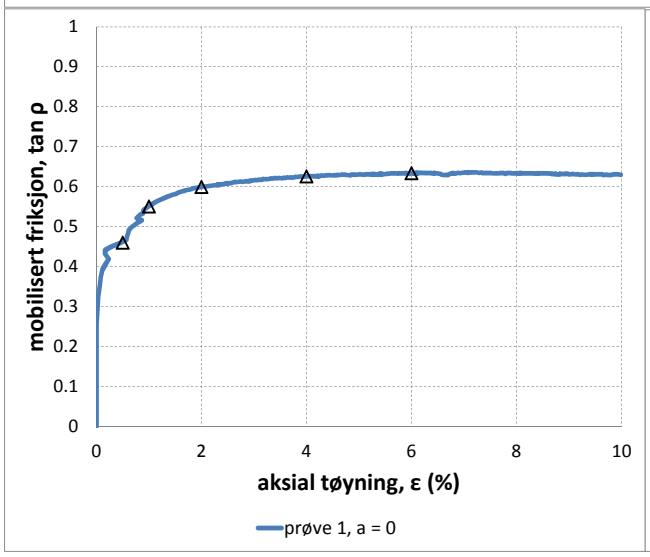
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e$_0$	Konsolideringsspenninger p$_0$' (kPa)	p$_a$' (kPa)	p$_r$' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	12	18	8,60m	CAUc	19.1	4.5	0.131	0	288	173	Leire, siltig,enkelte gruskorn

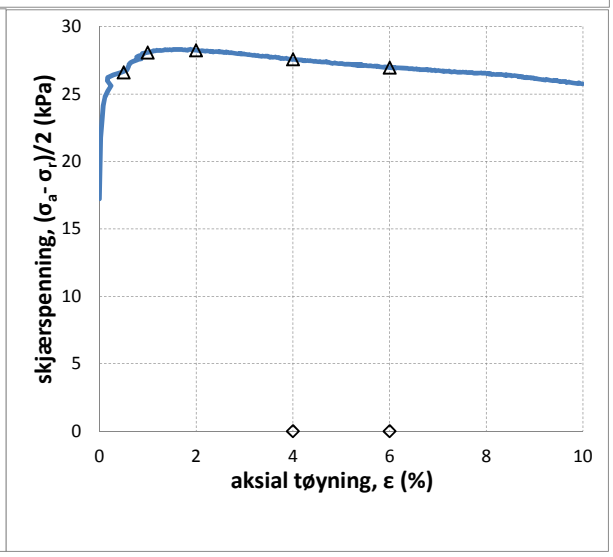
RAMBØLL	Udduvoll deponi		Oppdrag 1350017083
	SG Entreprenør AS	Tegn./kontr. ESK/LETL	Bilag 3B
	TREAKSIALFORSØK	Dato 24.03.2017	Tegn. Nr. -

Versjon: 2017-01-10B

NTNU-plott



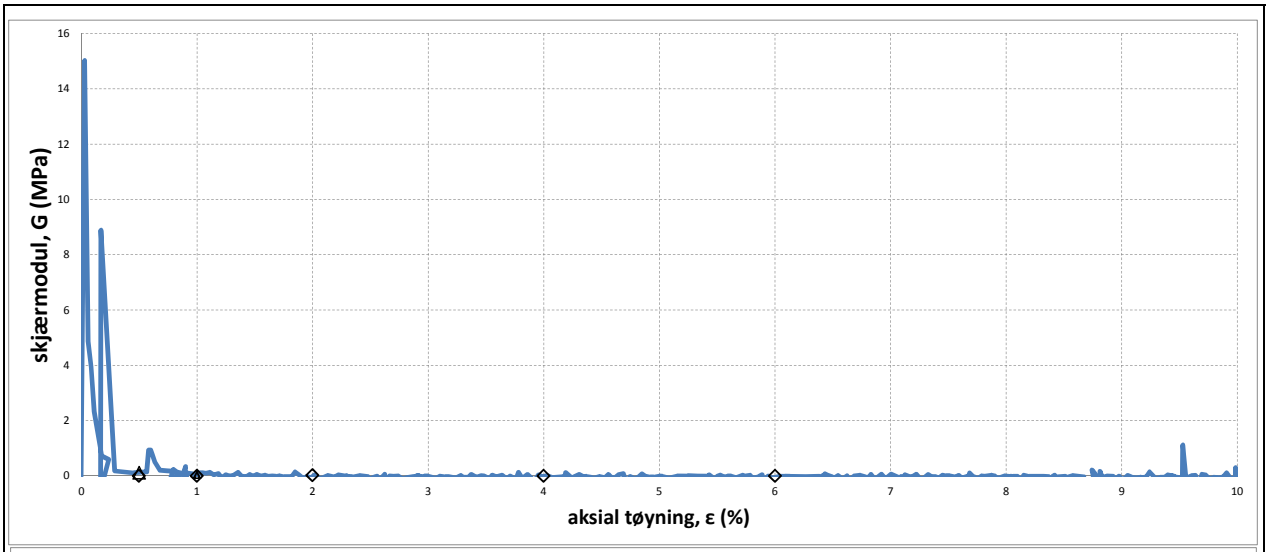


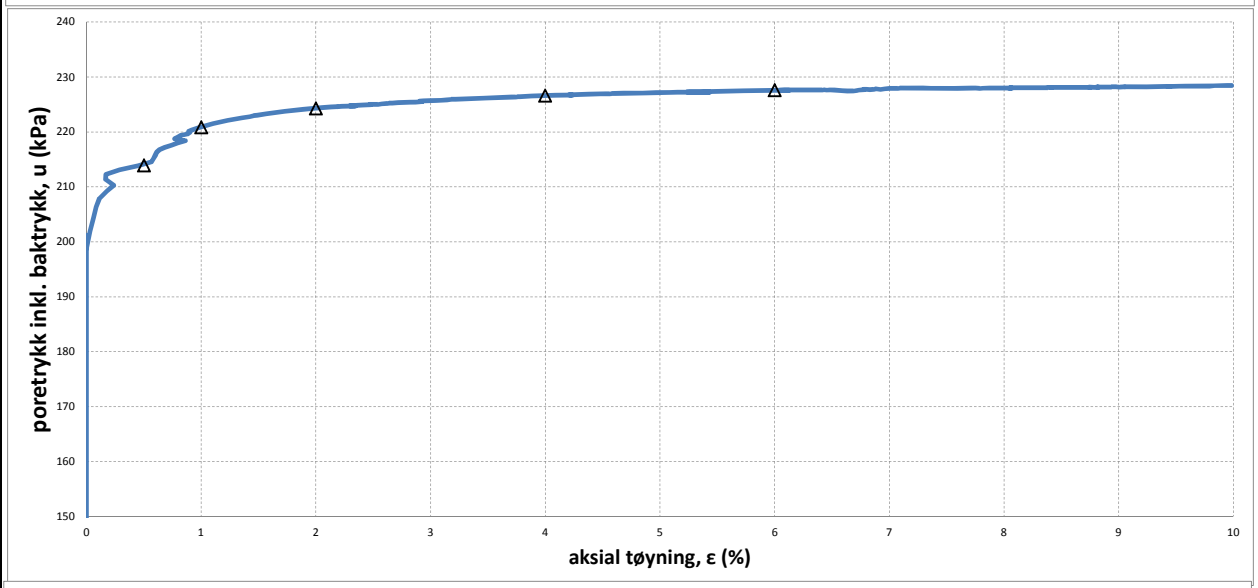


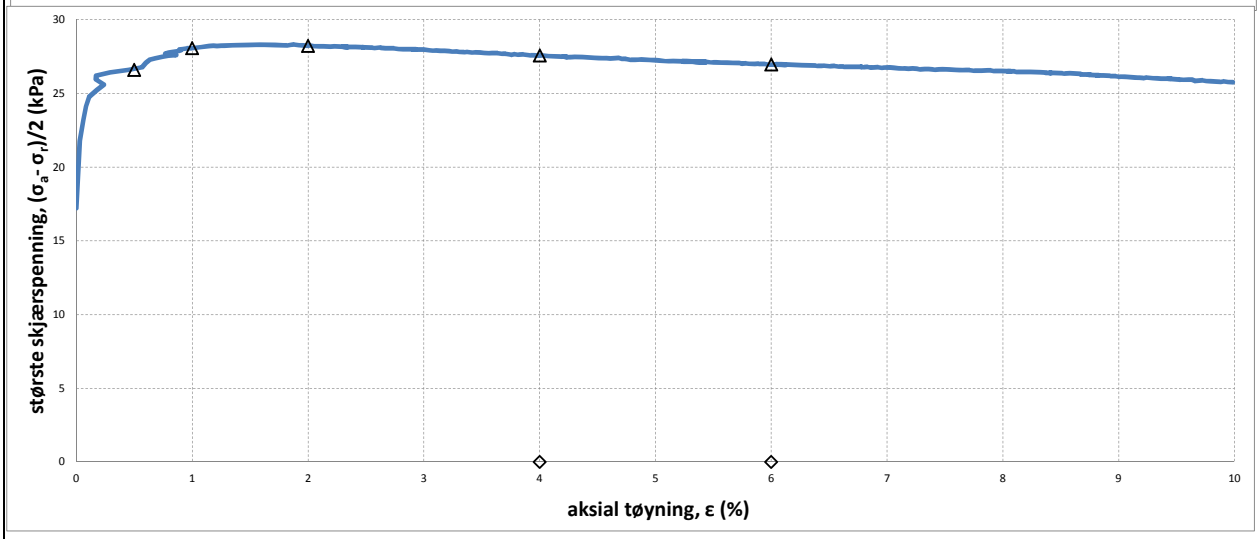
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e0	Konsolideringsspenninger p0' (kPa)	pa' (kPa)	pr' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	20	33	5,70m	CAUc	29.9	3.3	0.073	0	86	52	Kvikkleire

RAMBØLL	Udduvoll deponi		Oppdrag 1350017083
	SG Entreprenør AS	Tegn./kontr. ESK/LETL	Bilag 3C
	TREAKSIALFORSØK	Dato 24.03.2017	Tegn. Nr. -

Versjon: 2017-01-10B





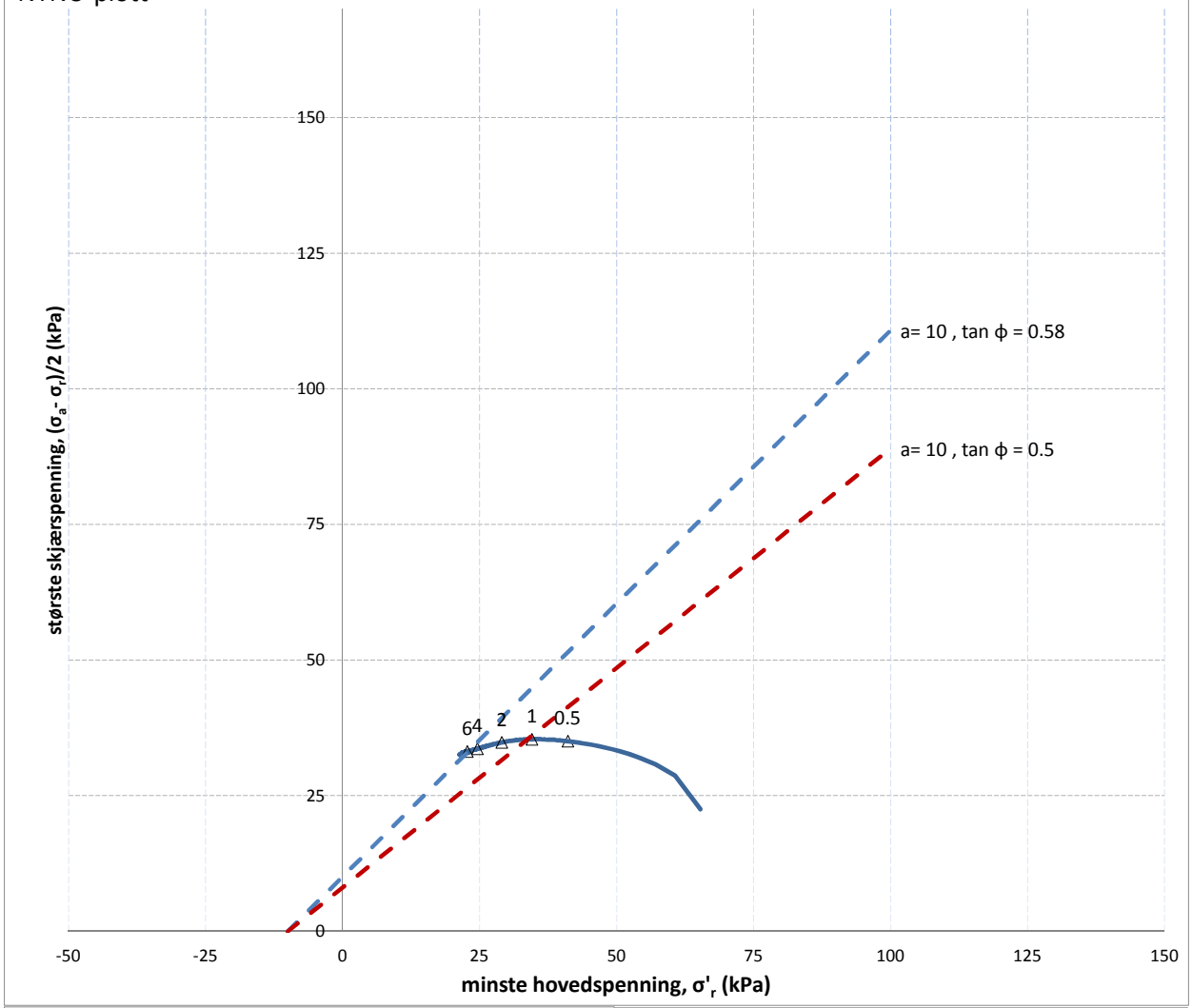


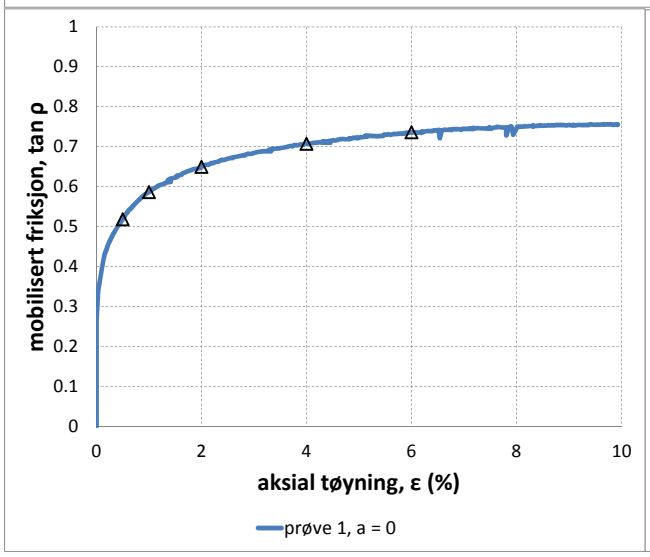
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e$_0$	Konsolideringsspenninger p$_0$' (kPa)	p$_a$' (kPa)	p$_r$' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	20	33	5,70m	CAUc	29.9	3.3	0.073	0	86	52	Kvikkleire

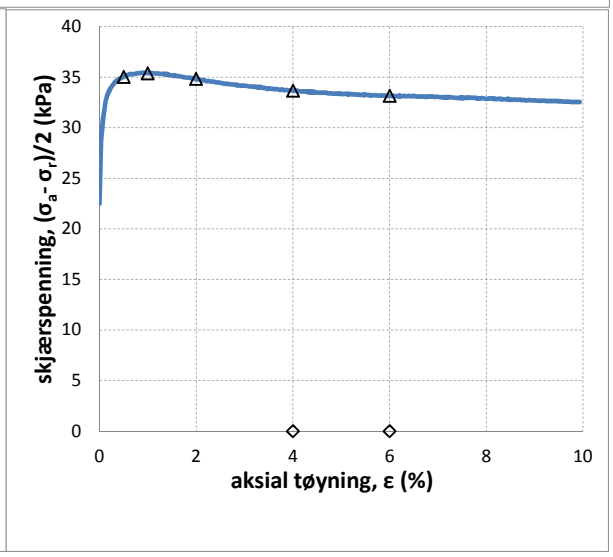
RAMBØLL	Udduvoll deponi		Oppdrag 1350017083
	SG Entreprenør AS	Tegn./kontr. ESK/LETL	Bilag 3C
	TREAKSIALFORSØK	Dato 24.03.2017	Tegn. Nr. -

Versjon: 2017-01-10B

NTNU-plott



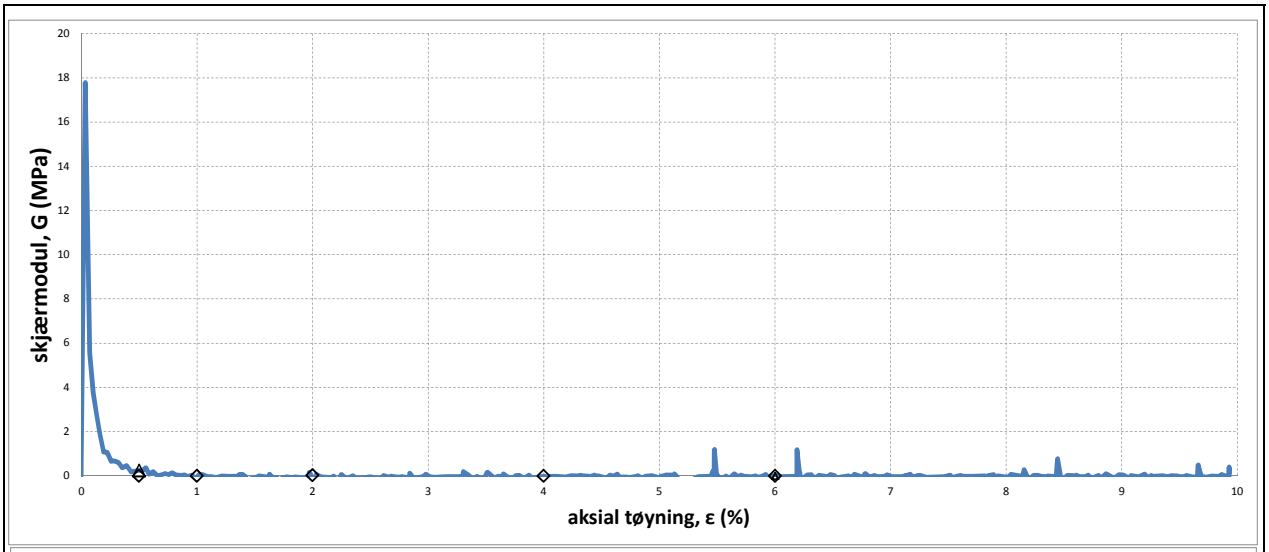


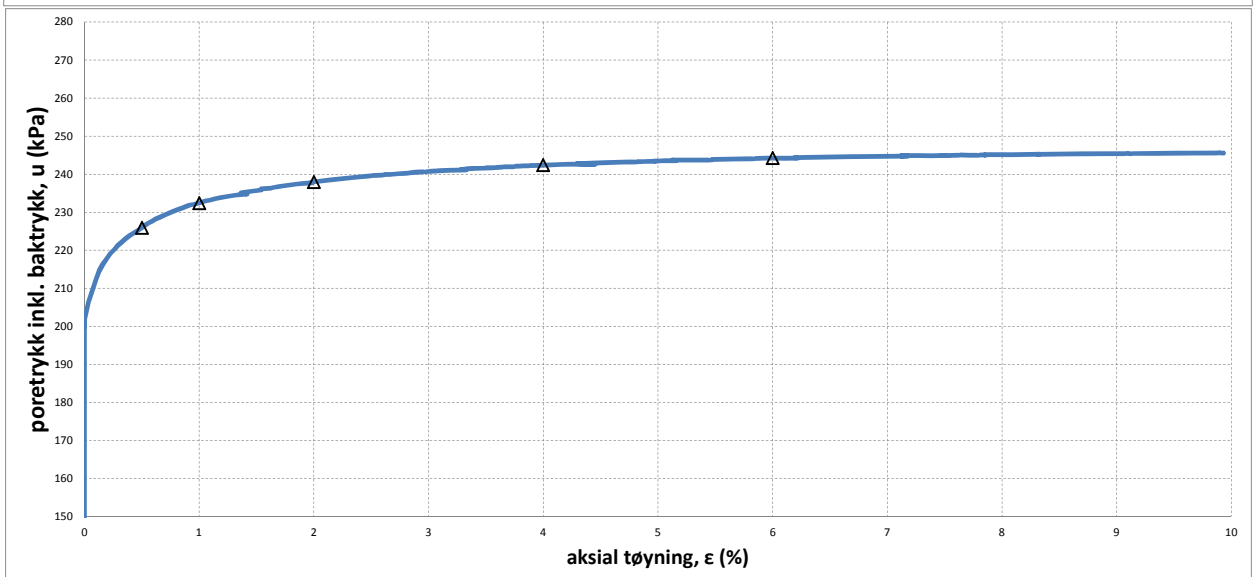


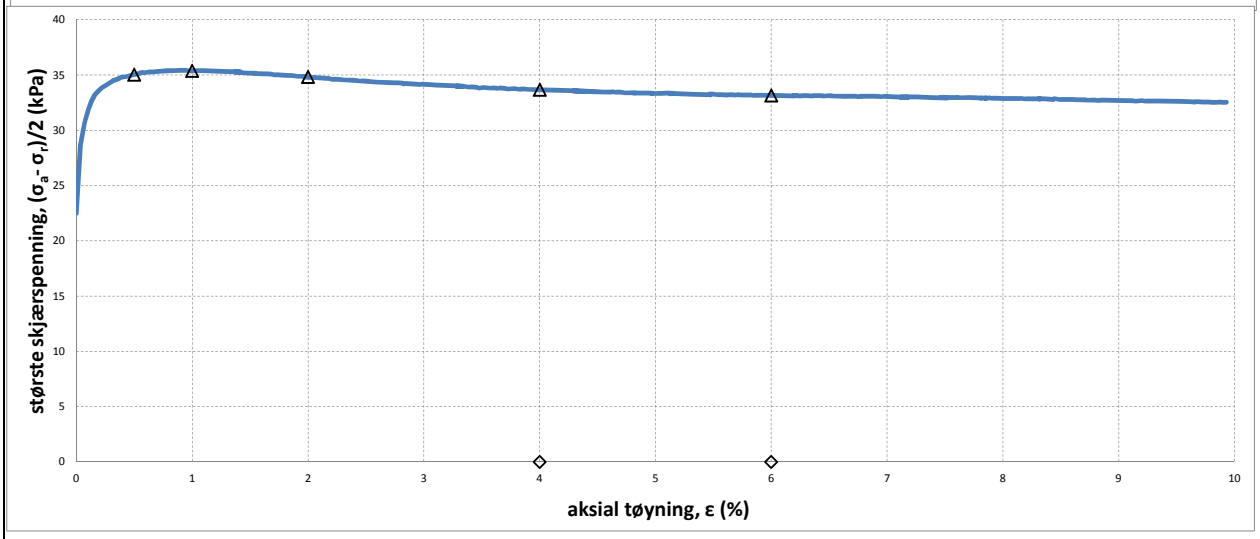
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e0	Konsolideringsspenninger p0' (kPa)	pa' (kPa)	pr' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	20	35	10,60m	CAUc	31.8	4.4	0.094	0	109	65	Leire

RAMBØLL	Udduvoll deponi		Oppdrag 1350017083
	SG Entreprenør AS	Tegn./kontr. ESK/LETL	Bilag 3D
	TREAKSIALFORSØK	Dato 24.03.2017	Tegn. Nr. -

Versjon: 2017-01-10B







PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e$_0$	Konsolideringsspenninger p_0' (kPa)	p_a' (kPa)	p_r' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	20	35	10,60m	CAUc	31.8	4.4	0.094	0	109	65	Leire

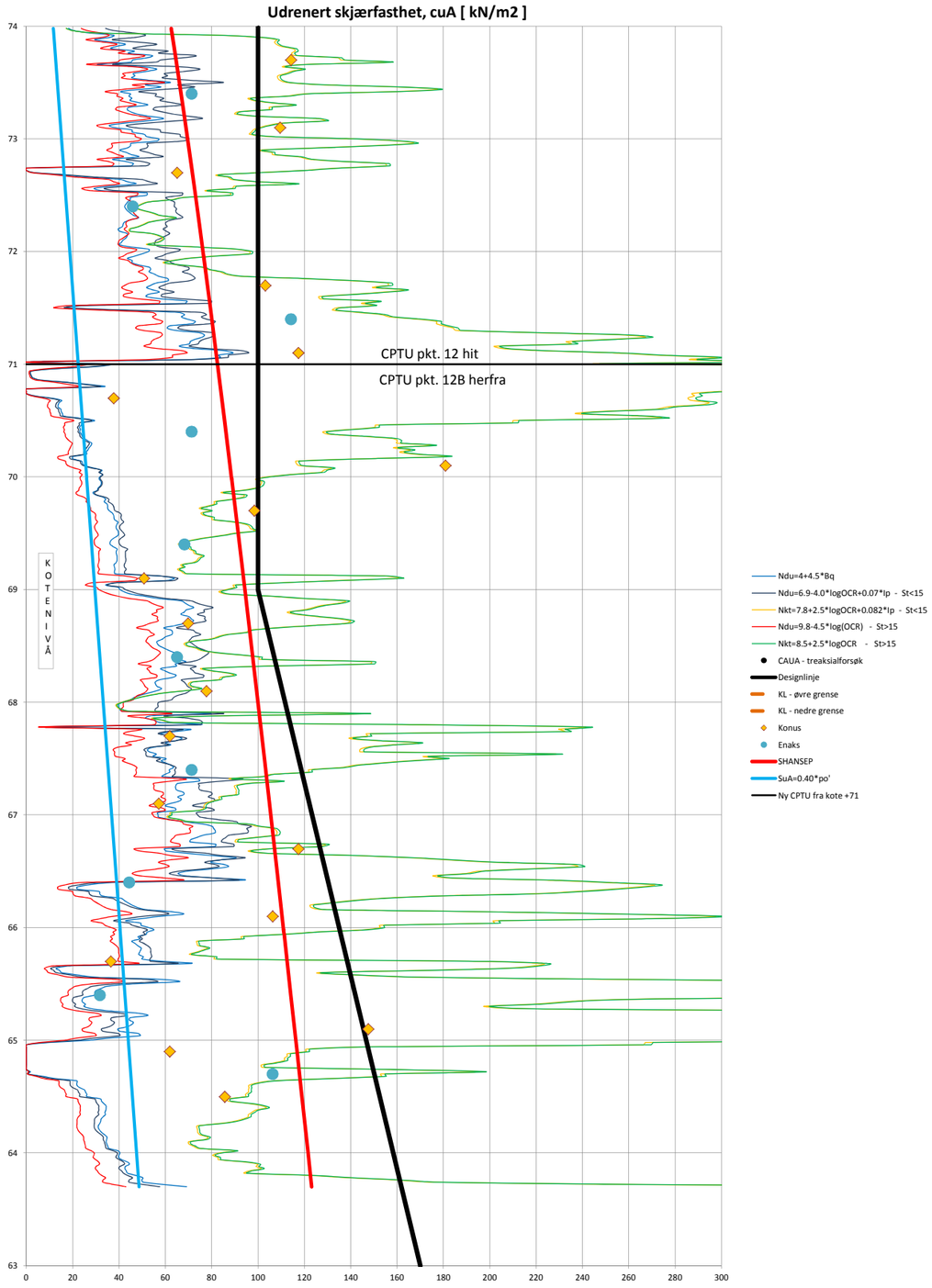
RAMBØLL	Udduvoll deponi		Oppdrag 1350017083
	SG Entreprenør AS	Tegn./kontr. ESK/LETL	Bilag 3D
	TREAKSIALFORSØK	Dato 24.03.2017	Tegn. Nr. -

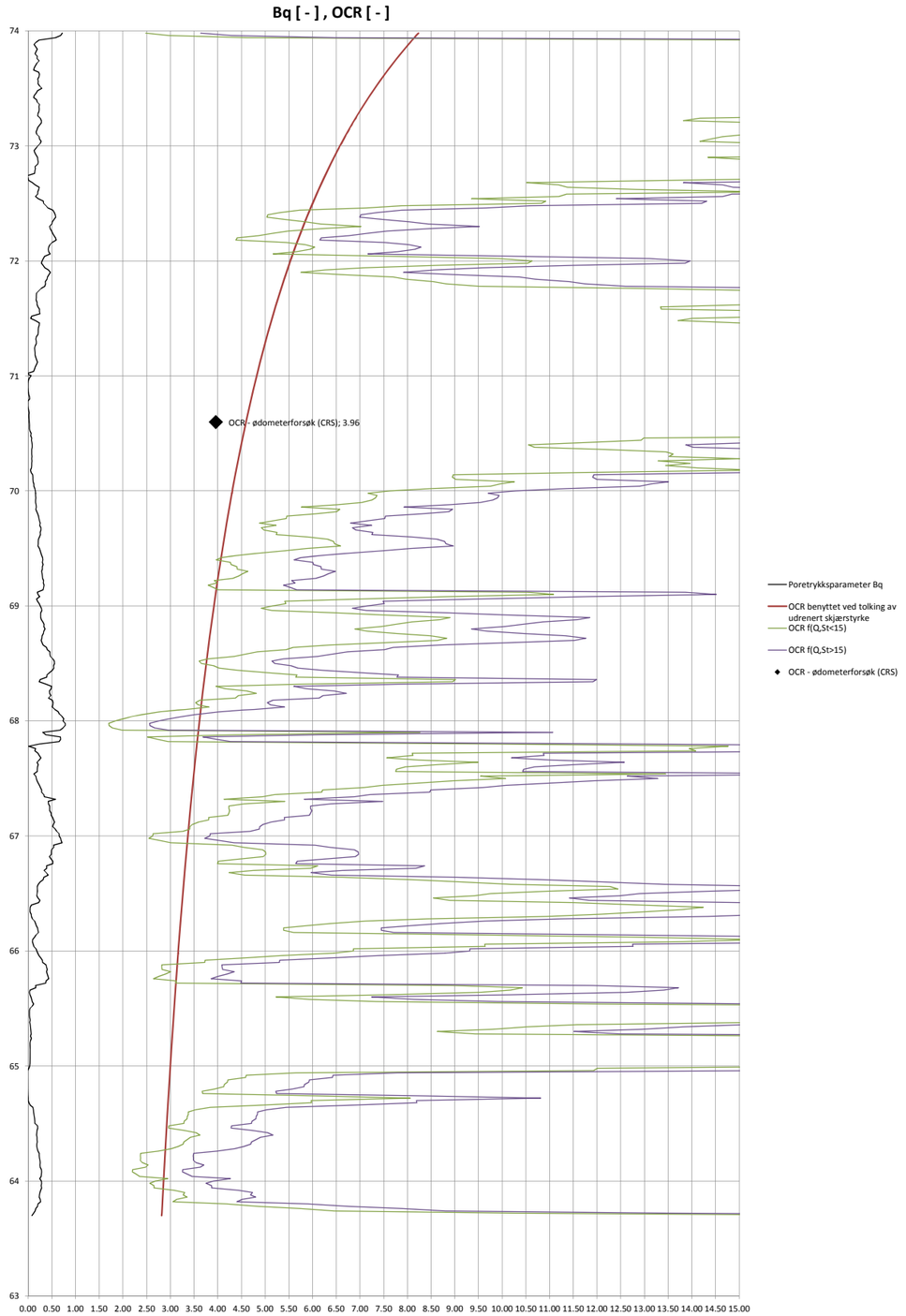
Versjon: 2017-01-10B

BILAG 4
G-not-001

TOLKNING CPTU

(2 sider inkl. forside)





RAMBØLL	SG Entreprenør AS		Oppdrag 1350017083
	Udduvoll deponi	Tegn./kontr. LETL	Bilag 4
	Borpunkt: 12 Terrengkote: 76		
	Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR	Dato 24.03.2017	Tegn. Nr. -

BILAG 5
G-not-001_rev01

VURDERING AV LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDE, PROFIL E

(3 sider inkl. forside)

Vurdering av løsneområde og utløp iht NVE R14-2016

Oppdrag 1350017083 Udduvoll deponi

Egenkontroll	LETL
Sidemannskontroll	KEGTRH

Indikator	**Vekttall**	**Stor L/H**	**Middels L/H**	**Lav L/H**	**Null**		
		3	**2**	**1**	**0**		
b/D ved L1	1	>0,5	0,25-0,5	opptil 0,25		1	
*b/d ved 2L1 eller 3L1**	2	>0,5	0,25-0,5	opptil 0,25		0	
Astand fra fot av initialskred til kvikkleirelomme	1	x1<L1	X1 = L1	x1>L1		3	
Forhold ved skredporten	2	Stor elv eller dal	Bekkedal/ravine med bredde av samme størrelse som skredporten	Flere hindringer og/eller veldig trang ravine		4	
Tidligere skredhendelser	1	L/H > 10	5 < L/H < 10	L/H > 5		0	
*Su/gamma*D*	1	Su/gamma D < 0,1	0,1 < su/gamma D < 0,25	Su/gamma D > 0,25		2	=44/(20*9.6)
SUM						**10**	

* avhengig av skredtype

Løsneområde

	sum	L/H
stor	16-24	15
middels	10-15	10
lav	5-9	5

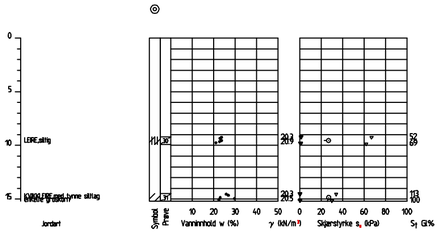
Utløp

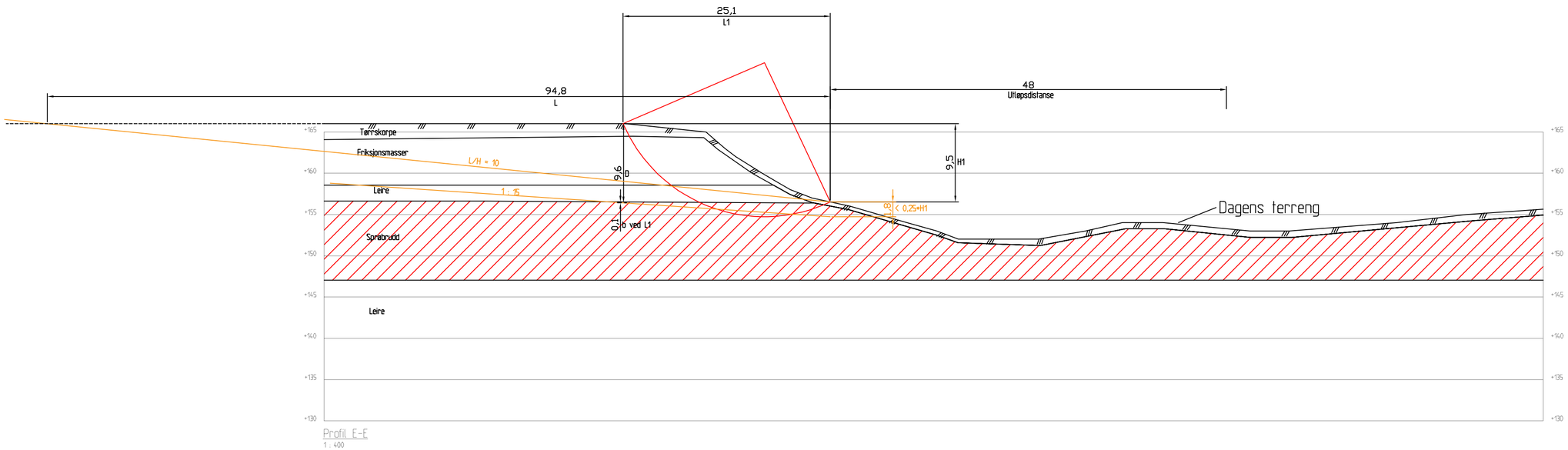
Mektighet av kvikkleire ca 20 %

--> skredtype 3 (iht side 11 i R14/2016), som er flakskred eller rotasjonsskred uten videre retrogressiv skredutvikring

--> utløpsdistanse = 0,5*L = 0,5 * 95 m = 48 m

(Ved retrogressivt skred: utløpsdistanse = 3,0*L = 3,0 * 95 m = 285 m)





Profil E-E
1 : 400

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
00	19.09.2017		LETL	BKN	BKN

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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
Udduvoll deponi

OPPDRAGSGIVER
SG Entreprenør AS

INNHOLD
Profil E
Vurdering av løsneområde
Vurdering av utløp

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350017083	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
Bilag 5	0