

Teknisk notat



Til: Reinertsen AS divisjon entreprenør
v/: Tedd Årnes
Kopi til:
Dato: 31. august 2012
Rev. nr./ Rev. dato: 01/2012-09-25
Dokumentnr.: 20120205-01-TN
Prosjekt: Stabilitet av Aune tipp
Utarbeidet av: Alf Kristian Lund
Prosjektleder: Alf Kristian Lund
Kontrollert av: Kyrre Emaus

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Sluppen
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Geoteknisk vurdering av dagens situasjon

Innhold

1	Innledning	2
2	Grunnforhold	2
3	Stabilitetsberegning/resultater	3
4	Krav til sikkerhet i kvikkleiresoner	4
5	Vurdering	4
	5.1 Kvikkleire	4
	5.2 Fyllingen i sørvest, øvre del.....	4
	5.3 Ravinedalen.....	5
6	Konklusjon	5
7	Referanser	6

Kontroll- og referanseside



1 Innledning

Reinertsen divisjon entreprenør har deponert masser på g nr. / b nr.: 329/5, Aune tipp. Området ligger delvis i kvikkleiresone "Tillereggen" klassifisert med høy faregrad. Det har oppstått uklarheter omkring deponeringen mellom Trondheim kommune og Reinertsen. Trondheim kommune beordret stans i deler av området.

Nå ønsker Reinertsen å fortsette driften av tippet i henhold til foreliggende tillatelse, Sak nr. DB 1829/88. Det innebærer oppfylling av myr i ravinedalen som beskrevet i ref /1/. I tillegg er det et ønske om å planere ned det som er fylt slik at dette kan bli dyrkbart areal. Det vil si utslaking til ca 1:8 og et topplag på 1-2 m leire.

NGI er engasjert av Reinertsen entreprenør for å bistå med geoteknisk rådgivning.

Multiconsult har utført grunnundersøkelser etter plan fra NGI.

Dette notatet gir en geoteknisk vurdering av dagens situasjon og slik tippet er tenkt avsluttet med tanke på stabilitet av deponiet i en kvikkleiresone.

2 Grunnforhold

I følge NGUs kvartærgeologiske kart består området av tykk havavsetning, torv og myr. Like sør for området stiger terrenget bratt med tynn løsmasseoverdekning eller berg i dagen. Plassering av utførte boringer og deponiets utstrekning er vist i Figur 001.

Deponiet ligger i Tillereggen kvikkleiresone, som er klassifisert med høy faregrad.

Deponiet var opprinnelig tenkt i en bekkedal, men det er i dag fylt en del utover denne i de øvre områdene. Bekkedalen faller jevnt med en gjennomsnittlig helling 1:20. Skråningene mot bekken er 12-13 m høye og så bratte som 1:2.

I forbindelse med planleggingen av tiltaket ble det gjort grunnundersøkelser i bekkebunnen, ref /1/. Disse viste fast leire med udrenert skjærfasthet i størrelsesorden 70 kPa til over 100 kPa.

I 2012 ble det utført supplerende boringer rundt deponiet, ref /2/. Det ble utført 5 dreietrykksonderinger. Samtlige ble boret til ca 50 m dyp uten å treffe fast grunn eller berg. Sonderingene viser inntil 1 m tørrskorpeleire over leire, som ikke er kvikk ned til 5-10 m dyp. Fra 5-10 m dyp og ned til 20-25 m dyp ser leiren ut til å være kvikk. Et unntak er sondering nr 3, som tolkes som kvikk helt ned til 35 m dyp. Fra 20-25 m dyp fines det med unntak av boring 3 et lag med grovere masser, antagelig sand med 5 til 10 m mektighet. Under sandlagene er det igjen leire, som antagelig er kvikk i boring 5, for øvrig ser den ikke kvikk ut i så stort dyp.

Utførte poretrykksmålinger indikerer lavt poretrykk, kun 20 – 30 % av hydrostatisk poretrykksøkning fra terreng.

Opptatt prøveserie viser en fast - meget fast, kvikk leire. Det er utført treaksialforsøk og ødometerforsøk på prøver fra to dyp, dette oppsummeres i Tabell 1.

Tabell 1: Oppsummering av resultater fra treaksialforsøk og ødometerforsøk

Dybde	σ_{v0}	u	σ_{v0}'	p_c	OCR	S_{uA}
m	kPa	kPa	kPa	kPa		kPa
7,5	146	29	117	480	4,1	75
17,5	341	54	287	420	1,5	120

Det er utført CPTU-sondering i ett borhull. Leiras skjærfasthet er tolket på bakgrunn av spissmotstand og poretrykksrespons og ligger noe høyere enn treaksialforsøkene. Dette er naturlig da man må forvente en viss grad av prøveforstyrrelse i 54 mm prøver. Tolket CPTU-sondering er vist i figur 002. Skjærfasthet som tolket i borhull 1 er benyttet også i andre profiler. Dreietrykksonderingene indikerer nokså like grunnforhold.

3 Stabilitetsberegning/resultater

Det er utført stabilitetsberegninger i tre snitt, A, B og C. Profilene representerer antatt verste snitt ut av området, internt i området og inn mot området, hhv A, B og C. Udrenert sikkerhetsfaktor er i størrelsesorden 2 eller høyere. Se figur 003, 004 og 005. Sikkerheten mot brudd er derfor god. NVE krever udrenert sikkerhetsfaktor større enn 1,4 for tiltak i kvikkleiresoner.

Stabilitetsberegningene er basert på tolking av CPTU-sonderingen, hvilket vi mener er et sannsynlig riktig estimat av grunnens fasthet. Som en nedre grense for fasthet kan man regne resultatene av lab-forsøkene. Vi har også beregnet stabilitet i profil A med denne fastheten, og får da en materialfaktor lik 1,7, som også er betydelig bedre enn det NVEs veileder krever.

I sørvestre del av tippet, hvor det er fylt høyere enn opprinnelig terreng utenfor bekkedalen er fyllingen på det høyeste ca 7 m høy i følge Reinertsens oppmåling. I fig 006 er det vist en stabilitetsberegning av denne situasjonen, 7 m høy fylling på flat mark, konservativt og forenklet regnet med kvikkleire helt opp til opprinnelig terreng. Materialfaktor for denne situasjonen er 1,37.

Som en del av avslutningen av tippet er det ønske om å slake ut fyllingsskråningene og å legge på inntil 2 m leire. I fig 007 vises denne situasjonen, 10 m fylling, skråning 1:8 og for øvrig samme forutsetninger som i fig 006. Materialfaktoren øker da til 2,72.

4 Krav til sikkerhet i kvikkleiresoner

Tabell 3.1 i ref /3/ definerer krav til sikkerhetsnivå i områder med fare for skred i sprøbruddmaterialer. En kombinasjon av høy faregrad og "K2, tiltak av begrenset omfang uten tilflytting personer. Negativ påvirkning på stabilitetsforholdene" vil medføre krav om faregradsevaluering og stabilitetsanalyse hvor $\gamma_M \geq 1,4$ eller "forbedring". Det vil også kreves vanlig kontroll eller skjerpet kontroll. Disse kravene gjelder for hele kvikkleiresonen, ikke bare lokalt rundt tiltaket. Det vil si at et slikt tiltak vil medføre grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger flere steder i sonen, antagelig 4-5 profiler.

Vi velger å fravike denne praksisen noe, det vil si at vi stiller de samme krav til sikkerhet og kontroll lokalt, men ikke for hele kvikkleiresonen. Årsaken er at tippen ikke medfører endring i konsekvens utover at det er flere kubikk masse i terrenget enn tidligere.

Krav til sikkerhet gjelder lokalt for bruddflater som påvirkes av tippen og er enten/eller:

- a) Materialfaktor større enn 1,4
- b) "Forbedring"

Krav til kontroll er "vanlig kontroll".

5 Vurdering

5.1 Kvikkleire

Området er kvikt og et lokalt brudd kan spre seg og omfatte store områder med blant annet jordbruk og bebyggelse. Selv om leira er kvikk så er den allikevel fast i dette området, så sikkerheten mot brudd er god, bedre enn eller lik kravene ref /3/ stiller. Områder i sonen utenfor tiltaket er ikke undersøkt eller vurdert.

5.2 Fyllingen i sørvest, øvre del

Ved fyllingsfronten er stabiliteten redusert som følge av oppfyllingen. Men oppfyllingen som har funnet sted har ikke påvirket stabiliteten i negativ retning av praktisk/vesentlig betydning. Dette fordi den har foregått på et relativt flatt område med høy fasthet. Den planlagte avslutningen av tippen og istandsetting av dyrkbart areal innebærer en nedplanering av skråningene til maksimalt 1:8 og oppfylling av inntil 2 m leire. Dette gir en stor forbedring av sikkerheten i forhold til i dag.



5.3 Ravinedalen

En oppfylling av ravinedalen vil i utgangspunktet kunne være positivt for stabiliteten i sonen, men oppfyllingen må være lavere enn tilsvarende terreng og i henhold til ref /1/, som beskriver

- topp krone ved "demningen" skal være på kote +111 (NN2000)
- Oppfylling av dalen med myrmasser med antatt romvekt på 11 kN/m^3 .
- Hellingen på oppfyllingen oppover fra demningen skal være 1:25
- Måling av poretrykk under oppfylling

Reinertsen bør kontrollmåle toppen og utformingen av demningen og plassere ut høydemarkeringer for hver 50-100 m langs lavbrekket tilsvarende 1:25 helling fra topp krone. Det kan fylles opp til denne høyden. Mot dalsidene bør det utføres kombinert oppfylling i dalen og nedplanering av høyder på opprinnelig terreng.

I utgangspunktet skal det ikke fylles masse på opprinnelig terreng utenom i bekkedalen. Deler av terrenget utenfor bekkedalen er myrlendt og dermed uegnet for oppdyrking uten overfylling av andre masser. Disse områdene kan overfylles med inntil 1 m masser dersom bekkedalen først er oppfylt og terrenget rundt nedplanert til 1:8 eller slakere.

Demningen er lagt oktober-november 2011 og en del myrmasser ble fylt inn vinteren 2011-2012. Grunnen har dermed hatt god tid til å drenere ut eventuelt poreovertrykk. Måling av poretrykk ved den videre oppfyllingen anses ikke nødvendig.

I stabilitetsberegningen av demningen i ref /1/ er det forutsatt at det fylles med myrmasser bak demningen. Basert på opptatt prøve under demningen (ref /1/) og at det har gått ett år siden demningen ble lagt ut antas poreovertrykk å være drenert ut. Derfor anses stabiliteten å være god nok til at det kan fylles inntil 2 m leire oppå torva. Torva er meget kompressibel. Det anbefales å fylle torv til ca 1 m under toppen av demningen og deretter fylle leire i størrelsesorden 2 m tykkelse. Midlertidig kan fyllingen ha noe overhøyde ($< 1 \text{ m}$) i forhold til toppen av demningen, men avhengig av hvordan fyllingen setter seg må man justere slik at nivået på fyllingen flukter med toppen av demningen og 1:25 stigning oppover dalen.

6 Konklusjon

Utførte grunnundersøkelser og beregninger dokumenterer god stabilitet lokalt ved Aunetippen. Geoteknisk er det ikke noe i veien for å fylle opp ravinedalen som beskrevet i ref /1/ og nedplanering av den høyeste fyllingen til jordbruksformål. Det anses heller ikke problematisk å dekke myrpartier med inntil 1 m bedre masser så fremt nærliggende høydeforskjeller er utjevnet.

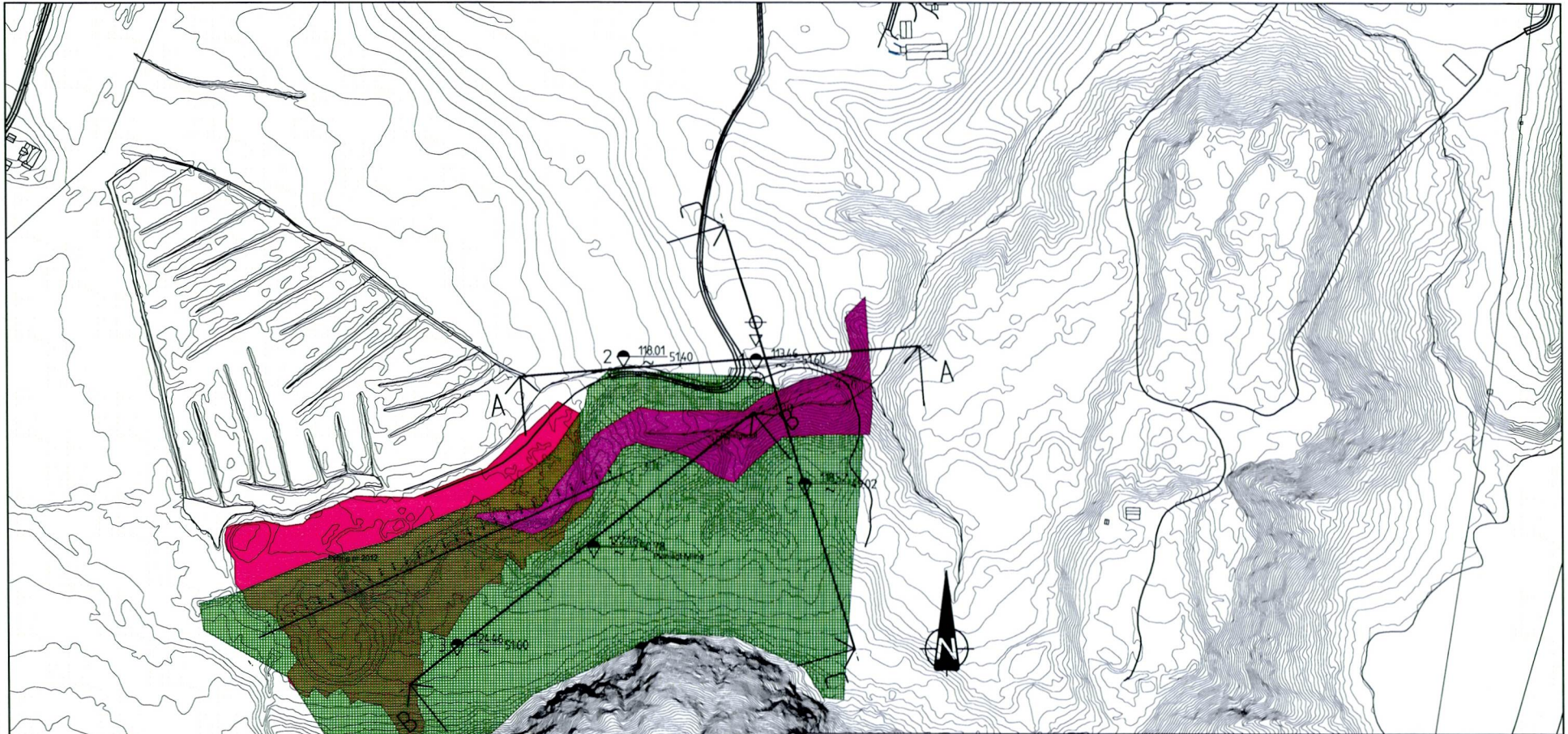



Et enkelt og viktig middel for å sikre at det videre arbeidet foregår innenfor disse føringene er å markere lavbrekket i ravinedalen med tillatt fyllingshøyde på stolper med jevne mellomrom, hver 50-100 m. Dette vil være til hjelp ved den daglige driften og for kommunen ved kontroll.

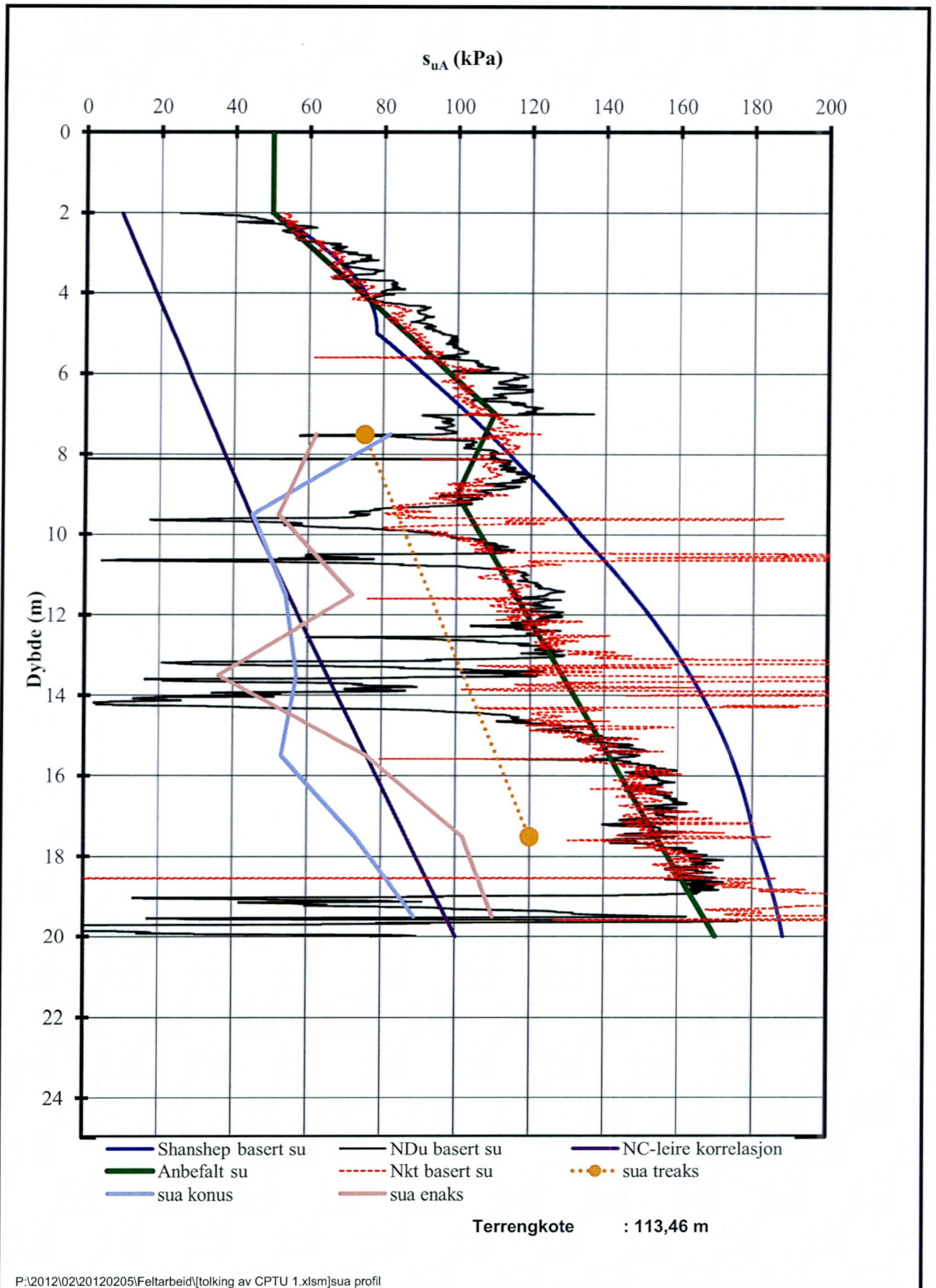
Det er mulig å tolke NVEs retningslinjer (ref /3/) strengere enn det beskrives i dette notatet. Det må innhentes aksept fra Trondheim kommune før tiltaket igangsettes.

7 Referanser


- /1/ Geoteam 1989, Fylling i bekkedal, Tiller. Grunnundersøkelse og geoteknisk vurdering. 31922.01 11. januar 1989.
- /2/ Multiconsult 2012, Aunetippen, Tiller, Grunnundersøkelser datarapport. 415279-RIG-RAP-001, 5. juli 2012
- /3/ NVE (2011) Retningslinjer 2 Flom- og skredfare i arealplaner. 15.04.2011

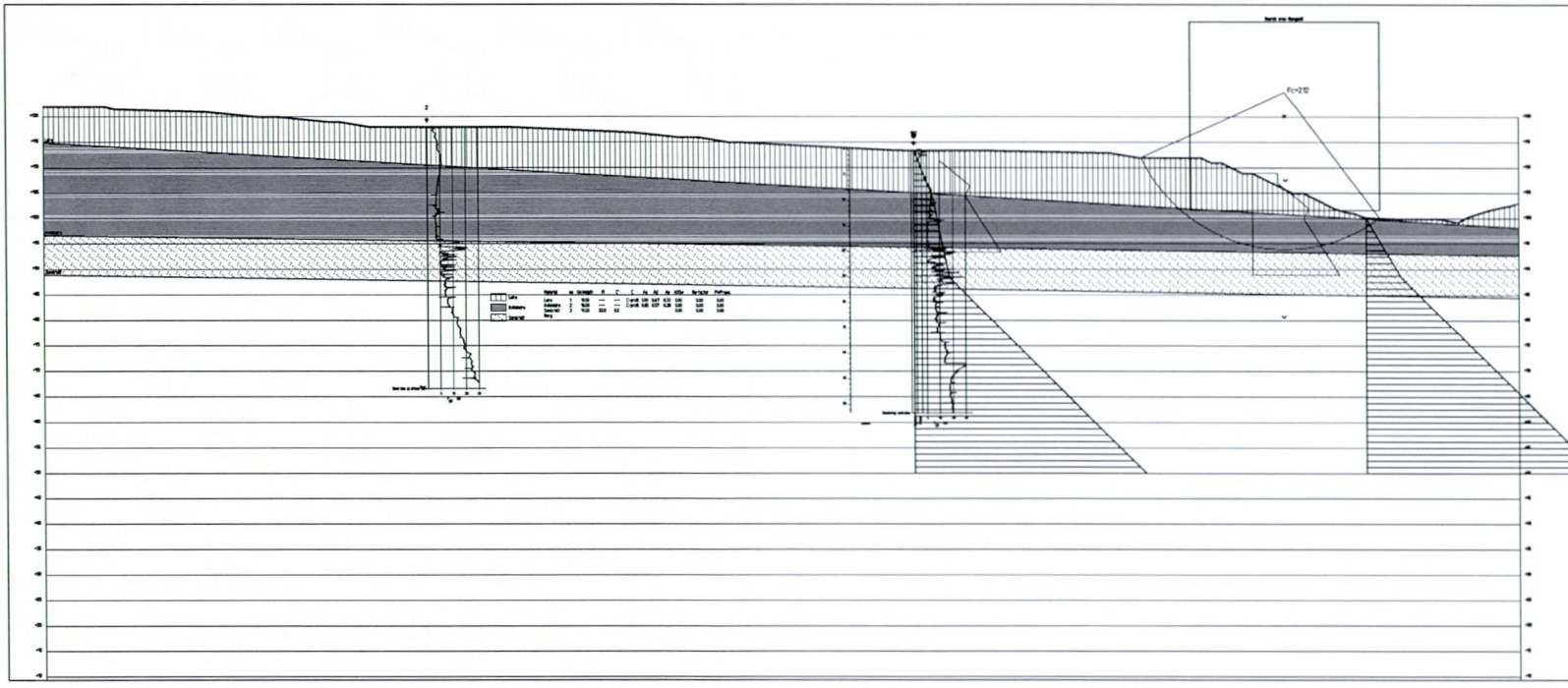


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
REINERTSEN AS DIVISJON ENTREPRENØR STABILITET AV AUNE TIPP		Status figur Original format A3 Tegningens filnavn Borplan.dwg Målestokk 1:3000			
Borplan					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2012-08-31 Oppdragsnr. 20120205	Konstr./Tegnet AKL Tegningsnr. Fig 001	Kontrollert KE Rev. -	Godkjent AKL



P:\2012\02\20120205\Feltarbeid\Tolking av CPTU 1.xlsm\sua profil

Stabilitet av Aune tipp	Rapport nr. 20120205	Figur nr: 002
	Tegner	Dato 2012-08-31
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull1	Kontrollert	 NGI
	Godkjent	

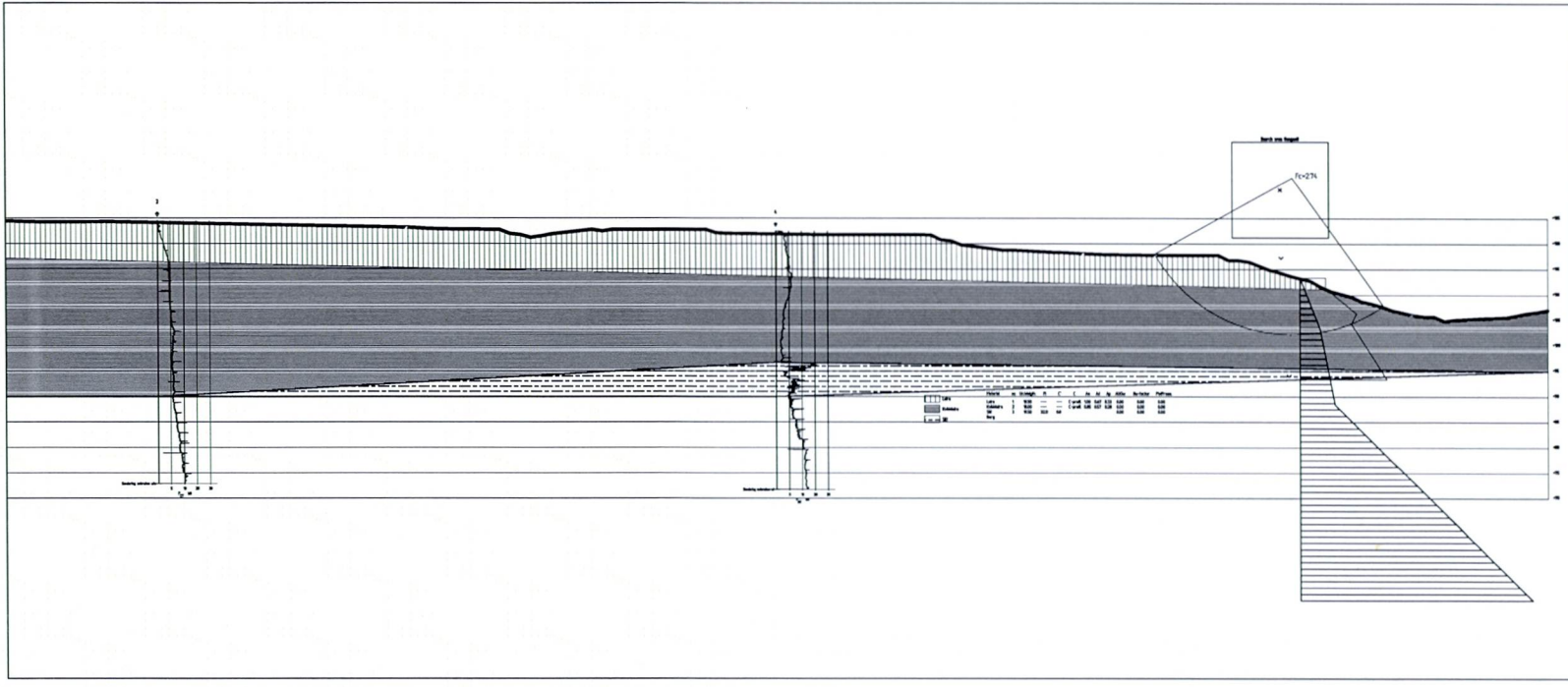


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev	Revisjonsnr	Rev	Revisjonsnr	Rev	Revisjonsnr	Rev	Revisjonsnr
-	-	-	-	-	-	-	-
Prosjekt		Tittel		Dato		Tegn	
REINERTSEN AS DIVISJON ENTREPRENØR		STABILITET AV AUNE TIPP		2012-08-31		AKL	
Stabilitetsberegning profil A		1500		AKL		KE	
NGI		2012-08-31		AKL		KE	
Sognvæien 72 · PO Box 3030 Ullevål Stadion		20120205		Fig 003		-	
NO-0806 Oslo, Norway							
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48							
www.ngi.no							

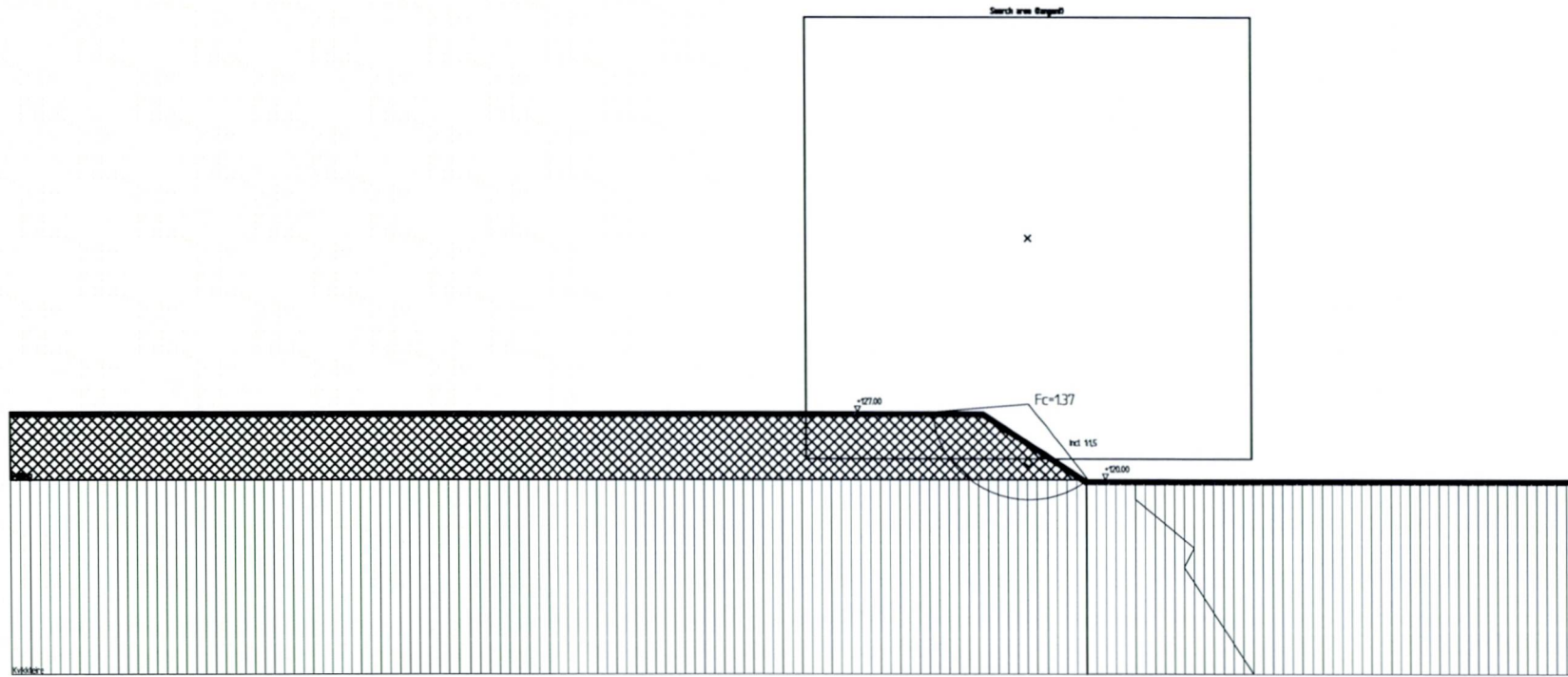


FORKLARINGER:


BESTEMMELSER:

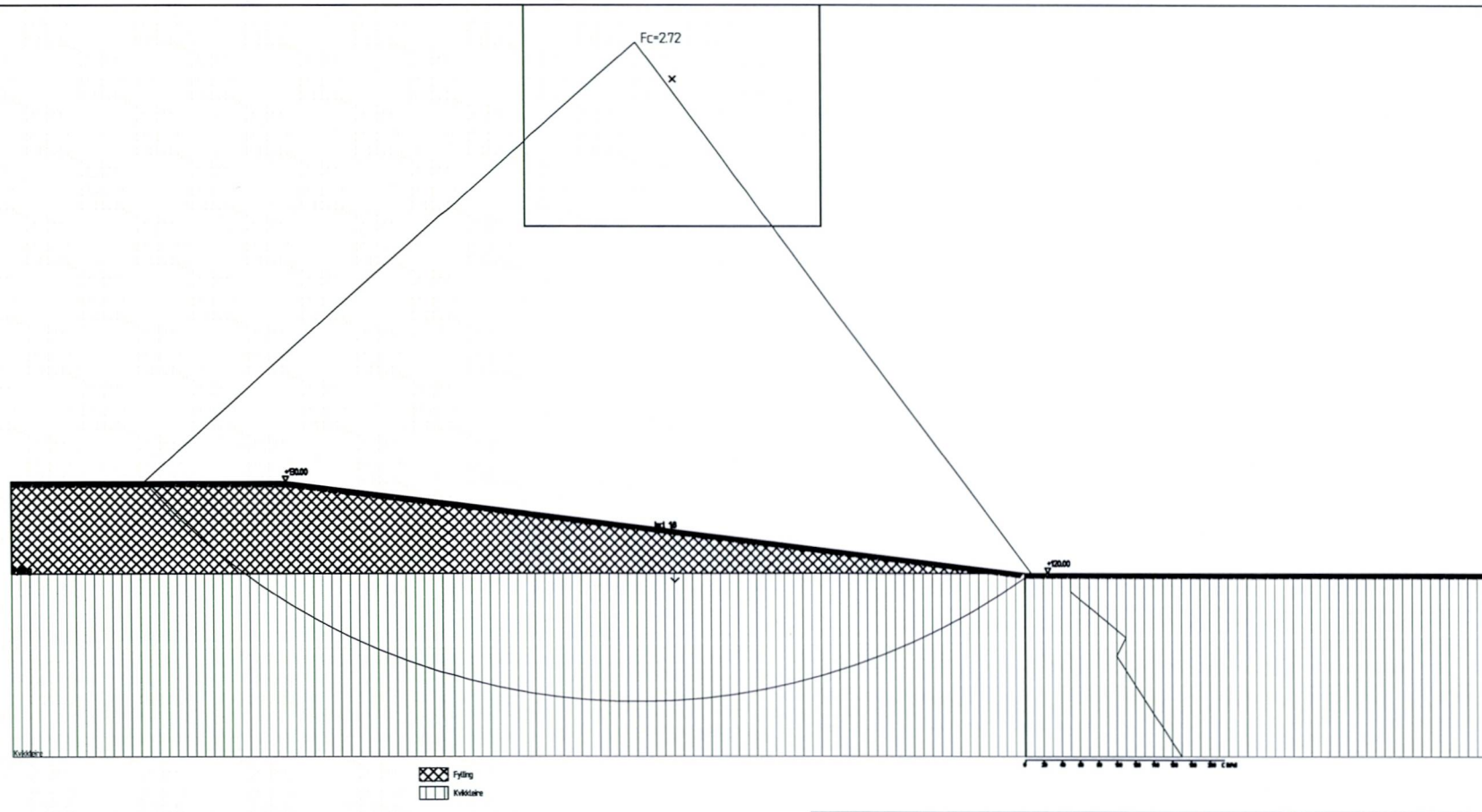
HENVISNINGER:

REINERTSEN AS DIVISJON ENTREPRENØR		Date			
STABILITET AV AUNE TIPP		Tegn			
Stabilitetsberegning profil B		Figur			
		Original format			
		AKL			
		Tegningsnavn			
		profil B - stabilitet aune tipp			
		Høydning			




	Material	no	Un	weigh	FI	C	C	Aa	Ad	Ap	At	Factor	Factor	Factor
☒	Fylling	2	18.00	35.0	0.0							0.00	0.00	0.00
☐	Kvikklire	1	18.00					C-profil	0.85	0.57	0.28	0.00	0.00	0.00

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
REINERTSEN AS DIVISJON ENTREPRENØR STABILITET AV AUNE TIPP		Status figur Original format A3 Tegningens filnavn fyllingsfront.dwg Målestokk 1500			
Stabilitetsberegning av fyllingsfront 1:1,5 - - -		NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2012-08-31 Oppdragsnr. 20120205	
		Konstr./Tegnet AKL		Kontrollert KE	
		Godkjent AKL		Rev. -	
		Tegningsnr. Fig 006			



 Fylling
 Kvikkleire

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
REINERTSEN AS DIVISJON ENTREPRENØR STABILITET AV AUNE TIPP		Status figur Original format A3 Tegningens filnavn fyllingsfront10m.dwg Målestokk 1500			
Stabilitetsberegning av fyllingsfront med 1:8 helling - - -		NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2021-08-31 Oppdragsnr. 20120205	
		Konstr./Tegnet AKL Tegningsnr. Fig 007		Kontrollert KE Godkjent AKL Rev. -	

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Geoteknisk vurdering av dagens situasjon			Dokumentnr./Document No. 20120205-01-TN		
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical Note		Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited		Dato/Date 2012-08-31	
				Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 01 / 2012-09-25	
Oppdragsgiver/Client Reinertsen AS divisjon entreprenør					
Emneord/Keywords Kvikkleire, massedeponi					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Sørtrøndelag			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Trondheim			Feltnavn/Field name		
Sted/Location Tiller			Sted/Location		
Kartblad/Map			Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates					
Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Originaldokument	AKL	KE		
1	Revidert tekst	AKL	KE		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 2012-09-25		Sign. Prosjektleder/Project Manager Alf Kristian Lund <i>Alf Kristian Lund</i>	

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

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

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002 og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

www.ngi.no

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

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

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002 and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

www.ngi.no

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

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

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

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



Hovedkontor/Main office:
P.O. Box 3930 Ljillevold Station
NO-0806 Oslo
Norway

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

Avd. Trondheim/Trondheim office:
P.O. Box 1230 Presentert
NO-7462 Trondheim
Norway

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

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

ngi@ngi.no
www.ngi.no

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

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