



Statens vegvesen

Miljøpakken – E6 Jaktøyen-Storler

Byggeplan



SVV prosj.nr: 403719	RAPPORT	Utarbeidet av:		
Prosj.nr: 2702				
Dok.nr: R-G-03	Tittel: Områdestabilitet			
Dato: 27.02.2015	Fra: Alf Kristian Lund		Til: Karl Gunnar Sødal	
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utført:	Kontrollert:
0	27.02.2015	Originaldokument	BKB	AKL
1	13.05.2015	Oppdatert etter uavhengig kontroll	BKB	AKL
2	24.08.2015	Oppdatering av seismisk analyse	BKB	AKL



Klæbuavn. 196 b, Trondheim, www.aajt.no

I samarbeid med:

ViaNova Trondheim AS, Selberg Arkitekter AS,
GeoVita AS, NGI, ECT AS, Brekke og Strand AS

 		Side: 2
Prosj. nr 2702	Miljøpakken E6 Jaktøyen-Storler Byggeplan	
Dok. Nr R-G-03	Områdestabilitet	

Innhold

E6 parsell Jaktøyen - Storler sør for Trondheim skal utvides til 4-felts motorveg. Utbyggingen av selve motorvegen består blant annet av større terrenginngrep i form av store fyllinger og skjæringer. I tillegg er det planlagt en rekke bruer og underganger i forbindelse med kryssinger av ovennevnte veg. Pågående prosjektering er ledet av Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen Trondheim AS som også er oppdragsgiver for Norges Geotekniske Institutt (NGI). NGI er, sammen med Geovita AS, geoteknisk rådgiver i prosjekteringsgruppen.

Foreliggende rapport inneholder stabilitetsberegninger for områder i tilknytning til E6 parsell Jaktøyen – Storler. Det er gjort beregninger for skjæringer og oppfyllinger der det har vært mistanke om for dårlig stabilitet. Det er også beskrevet tiltak i form av grunnforsterkning med bruk av kalksementpeler eller krav til skråningshelninger der dette har vært nødvendig.



Rapport / Report

E6 Jaktøyen - Storler

Områdestabilitet

20130642-03-R
27. februar 2015
Rev. nr.: 2 / 24. august 2015

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

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til 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.



Prosjekt

Prosjekttittel: E6 Jaktøyen – Storler
Dokumenttittel: Områdestabilitet
Dokumentnr.: 20130642-03-R
Dato: 27. februar 2015
Rev. nr./rev. dato: 2 / 24. august 2015

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 5687 Sluppen
7485 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen Trondheim AS
Kontaktperson: Karl Gunnar Sødal
Kontraktreferanse: Kontrakt SVV-AAJT signert 12.12.2013

For NGI

Prosjektleder: Alf Kristian Lund
Utarbeidet av: Bjørn Kristian Fiskvik Bache
Kontrollert av: Alf Kristian Lund

Sammendrag

Med bakgrunn i utbyggingen av E6 parsell Jaktøyen – Storler er NGI engasjert av Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen Trondheim AS som rådgivende ingeniør innen geoteknikk. Denne rapporten inneholder beregninger og tiltak knyttet til stabiliteten for prosjektet.

Det er utført stabilitetsberegninger for 18 ulike profiler; 5 profiler for å dokumentere stabilitet mot Søra, 8 profiler for å dokumentere stabilitet i skjæringer og fyllinger, og 5 profiler for å dokumentere stabiliteten i kvikkleiresonen ved Sørnypan. I vegskjæringen ved Sørnypan er det også utført en tidshistorieanalyse for å dokumentere sikkerheten ved seismisk lastpåvirkning.

Beregninger viser at stabiliteten mot Søra er tilstrekkelig etter at elva er hevet til planlagt nivå. For skjæringer og støyvoller er geometri utformet slik at tilstrekkelig stabilitet oppnås. For kvikkleiresonen ved Sørnypan er tilstrekkelig stabilitet oppnådd ved å grunnforsterke området med kalksementpeler før utgraving starter.

BS EN ISO 9001
Certified by BSI
Reg. No. FS 32989

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20130642-03-R
Dato: 2015-02-27
Rev. nr.: 2 / 2015-08-24
Side: 4

Tidshistorieanalysen for skjæringen ved Sørnypan viser små tøyninger og deformasjoner. Skjæringen er vurdert å ha tilstrekkelig sikkerhet mot seismisk lastpåvirkning.

Det er gjort beregninger for i hvilket omfang det skal stabiliseres med kalksement. Oversiktskart med utbredelse samt forslag til plassering av kalksementpeler er vist i vedlegg D.

Det er gjort beregninger for å finne hvilket poreovertrykk som kan tolereres ved etablering av fyllinger og installasjon av kalksement. Tegning 012 viser hvilke områder som tillater hvilke poretrykksøkninger som et grunnlag for kontroll og oppfølging i byggefasen.

Det er utført en evaluering av aktuelle løsne- og utløpsområder iht. NVE-veileder 7/2014 ref. [1]. Evalueringen medfører endring av dagens kvikkleiresone nr. 440 *Klett – Sørnypan*, samt opprettelse av en ny sone, 1869 *Bruvoll*. Tegninger som viser utbredelse av løsne- og utløpsområder samt reviderte kvikkleiresoner er vist i vedlegg E.

Innhold

1	Innledning	6
2	Generelt	6
3	Beregningsforutsetninger	7
4	Løsne- og utløpsområder	8
	4.1 Løsneområder	8
	4.2 Utløpsområder	10
	4.3 Evaluering av eksisterende kvikkleiresoner	12
5	Beregninger	16
	5.1 Stabilitet mot Søra	16
	5.2 Stabilitet i skjæringer og støyvoller	27
	5.3 Sørnypan	41
	5.4 Jordskjelvberegninger	53
6	Utforming og utbredelse av kalksementstabilisering	58
	6.1 Skjærfasthet	58
	6.2 Utbredelse og utforming	59
7	Resultater	60
8	Tiltaksbeskrivelse	62
	8.1 Heving av Søra	62
	8.2 Kalksementstabilisering	62
9	Rekkefølgebestemmelser	62
10	Kontroll	63
11	Referanser	64

Tegning 001	Oversiktskart, 1:50 000
Tegning 010	Plantegning, del 1
Tegning 011	Plantegning, del 2
Tegning 012	Poretrykksoppbygning

Vedlegg A	Stabilitetsberegninger
Vedlegg B	Tolkning indeksforsøk
Vedlegg C	Tidshistorieanalyse
Vedlegg D	Kalksement
Vedlegg E	Løsne- og utløpsområder

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

I forbindelse med utbygging av E6 parsell Jaktøyen – Storler er NGI engasjert av Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen Trondheim AS for å gjøre geoteknisk prosjektering. I den sammenheng er det gjort beregninger for å dokumentere stabiliteten i området og det er prosjektert løsninger der stabiliteten i utgangspunktet ikke er tilstrekkelig.

Revisjon 1 av dette dokumentet inneholder korreksjoner etter tredjepartskontroll utført av Multiconsult AS. Revisjonen gjelder enkelte stabilitetsprofiler samt inkludering av løsne- og utløpsvurderinger knyttet til kvikkleireforekomster i området. For mer utfyllende info om utførte endringer se NGI-notat 20130642-15-TN "Svar på uavhengig kontroll av områdestabilitetsrapport" ref. [2].

Revisjon 2 av dette dokumentet inneholder resultater fra oppdaterte tidshistorieanalyser på bakgrunn av innspill fra Multiconsult AS angående feil skalering av input for tidshistorier.

2 Generelt

Det er flere geotekniske utfordringer knyttet til parsellen Jaktøyen – Storler. Planlagt trasé går gjennom to kvikkleiresoner, nr. 440 *Klett – Sørnypan* og nr. 437 *Stor-Ler*, og det er påvist kvikkleire i store dyp også utenfor disse sonene. Leira i området er generelt middels fast til fast, og dybden til fjell er over 200 meter på det meste. Dersom skred utløses ifm. utbyggingen av E6 er muligheten stor for progressiv skredutvikling.

Gjennom kvikkleiresone nr. 440 *Klett – Sørnypan* er det planlagt å etablere en skjæring for veglinjen. I anleggsfasen vil skjæringen være 14 meter høy på det meste, noe som fører med seg betydelige utfordringer mht. stabiliteten. Også i Storlerbakken er det planlagt en skjæring gjennom kvikkleire. Det er planlagt omfattende grunnforsterkende tiltak ved bruk av kalksementpeler for begge skjæringene.

Elva Søra som går gjennom området er planlagt hevet for å bedre stabiliteten og hindre erodering i kvikkleire som kan føre til initiering av skred. Dagens elveløp er dannet ved naturlig erosjon, og skråningene ned mot Søra står mange steder med sikkerhet lik 1,0, så heving av vassdraget er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig stabilitet i området.

Det skal etableres flere støyvoller langs E6 for å skjerme lokal bebyggelse for trafikkstøy. Støyvollene er flere steder opptil 5 meter høye, og utgjør dermed en betydelig terrenglast med påfølgende fare for stabiliteten. Stabilitet ifm. etablering av støyvollene er tatt med i denne rapporten. Utbredelse, materialparametere og plassering av kalksementpeler er omtalt i kapittel 5.

Det er gjort en vurdering av området generelt for å finne områdene som er kritisk mht. stabilitet. Videre er det valgt representative profiler for de kritiske områdene og gjort stabilitetsberegninger for disse. Beregningene er delt inn i 3 deler; stabilitet mot Søra (profil S1 – S5), stabilitet i skjæringer og støyvoller (profil V1 – V6) og området ved Sørnypan (N1 – N4). Sammen dekker disse beregningene hele prosjektområdet.

I tillegg til tradisjonelle stabilitetsberegninger er det gjort en jordskjelvanalyse av skjæringen ved Sørnypan for å dokumentere sikkerhet ved seismisk lastvirkning.

3 Beregningsforutsetninger

Det settes ulike rammer for ulike deler av prosjektet. Disse avhenger av bruddets oppførsel, samt hvilken konsekvensklasse tiltaket tilskrives. De ulike rammebetingelsene er basert på SVV håndbok V220 ref. [3], NVE-veilederen ref. [1] og teknisk notat 20130642-01-TN ref. [4]. Tabell 3-1 oppsummerer forutsetningene for de ulike profilene. Begrunnelse for forutsetningene er beskrevet nærmere i delkapitlene for hvert profil.

Tabell 3-1 Forutsetninger for de ulike profilene.

Profil	CC/ RC	Geoteknisk kategori	Brudd- mekanisme	Kontroll- krav	γ_M Krav
S1	2	2	Sprø	N	$\geq 1,5$ / %-vis forbedring
S2	2	2	Sprø	N	$\geq 1,5$ / %-vis forbedring
S3	2	2	Sprø	N	$\geq 1,5$ / %-vis forbedring
S4	3	3	Nøytral	U	$\geq 1,5$ / %-vis forbedring
S5	2	2	Nøytral	N	$\geq 1,4$
V1	2	2	Nøytral	N	$\geq 1,4$
V2	2	2	Nøytral	N	$\geq 1,4$
V3	2	2	Nøytral	N	$\geq 1,4$
V4, Storler	3	3	Sprø	U	$\geq 1,6$
V5, Skjæring øst	3	3	Sprø	U	$\geq 1,6$
V6, Skjæring sør	2	2	Nøytral	N	$\geq 1,4$
N1, Sørnypan	3	3	Sprø	U	$\geq 1,4$
N2, Sørnypan, skjæring	3	3	Sprø	U	$\geq 1,6$
N3, Sørnypan, fundamentlast	3	3	Sprø	U	$\geq 1,6$
N4, Sørnypan, skjæring	3	3	Sprø	U	$\geq 1,6$

Dersom det forekommer kvikkleire/sprøbruddmateriale karakteriseres bruddmekanismen som "sprøtt, kontraktant" jfr. figur 0.3 ref. [3]. Dette innebærer materialfaktor, $\gamma_M \geq 1,5$ eller 1,6 avhengig av hvilken konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) delen av prosjektet defineres i. Dette er beskrevet i ref. [4].

Tiltaket defineres som en viktig samfunnsfunksjon og havner i tiltakskategori K4 ref. [1]. For skråninger der stabiliteten ikke påvirkes av inngrep ifm. utbyggingen av E6 anses skråningen som en naturlig skråning. Kravet til sikkerhetsfaktor for områdestabilitet er $\gamma_M \geq 1,4$ eller forbedring dersom $\gamma_M \leq 1,4$ jfr. NVE-veilederen ref. [1].

Dersom vegen eller tiltaket virker forbedrende på stabiliteten kan krav til prosentvis forbedring jfr. figur 0.4 og 0.5 ref. [3] benyttes.

Alle statiske stabilitetsberegninger er utført i GeoSuite stabilitet, mens dynamiske beregninger (jordskjelv) er utført i Plaxis. For å finne kritisk skjærflate er søkestrategien "Tangent" benyttet for alle sirkulære glideflater. Der det har vist seg nødvendig er også beregninger med plane skjærflater vist.

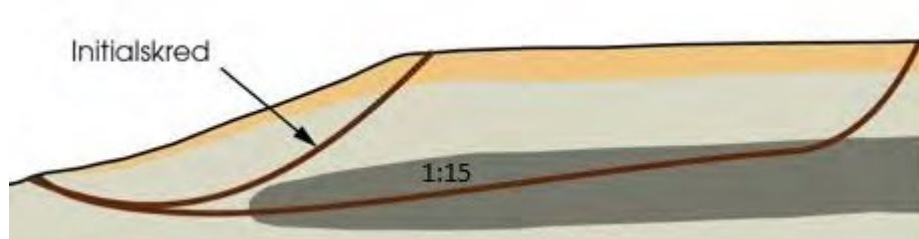
For beregning av 3D-effekter i skråninger er det tatt utgangspunkt i et NC-bæreevneprinsipp, ref. [4]. Prinsippet er utledet fra bæreevne på fundamenter ut fra fundamentets bredde/lengde-forhold (B/L). Dette kan overføres til skråningsstabilitet, der bruddets lengde vil være 2B og bruddets utstrekning vil være L. Ut fra B/L-forholdet benyttes figur 6.9 i SVV håndbok V220 ref. [3]. For å finne en NC-verdi. Denne sammenliknes med NC-verdien for en plan tilstand (som beregningene i GeoSuite representerer) med B/L-forhold lik 0. Forholdet mellom de ulike NC-verdiene er lik forholdet mellom beregnet sikkerhet med/uten 3D-effekter inkludert.

4 Løsne- og utløpsområder

Iht. NVE-veileder 7/2014 ref. [1] skal det gjøres en vurdering av løsne og utløpsområder for prosjektområdet. Det er i første omgang tolket hvor i prosjektområdet det finnes kvikkleire/sprøbruddmateriale. Deretter er løsneområder bestemt med grunnlag i den stedsspesifikke lagdelingen. Utløpsområder er vurdert iht. pågående arbeid innen NIFS, ref. [5] og [6]. Det er ikke påvist kvikkleire sør for profilnummer 2200. Oversiktskart som viser utbredelse av kvikkleire i prosjektområdet er vist på figur E1 i vedlegg E. Det er kun vurdert løsne- og utløpsområder som vil virke inn på veglinjen.

4.1 Løsneområder

Løsneområder i prosjektet er vurdert ut fra forekomsten av kvikkleire samt kriterier i NVE-veileder 7/2014 der skråninger med helning brattere enn 1:15 og høydeforskjell større enn 5 meter skal vurderes som et potensielt løsneområde [1]. Videre er løsneområdene begrenset ved å se på den stedsspesifikke lagdelingen og i hvilken grad et skred vil kunne forplante seg bakover. Dette er vurdert ved å se på dybden en skjærflate vil ha for den aktuelle geometrien. Deretter er det vurdert hvor langt bak et skred vil nå ved å følge en linje med helning 1:15 bakover i profilet til en skjærer ut av sprøbruddmaterialet. Figur 4-1 viser en prinsippskisse for å illustrere dette.



Figur 4-4-1 Prinsipp for forplantningslengde for skred i sprøbruddmateriale.

Et oversiktskart som viser aktuelle løseområder for prosjektområdet er vist i vedlegg E figur E2. De ulike løseområdene er vurdert ut fra eksisterende stabilitetsprofil samt vurdering av sonderinger og lagdeling på stedet.

4.1.1 Før tiltak

Vestre del av Søra er vurdert som løseområde for skred. Utbredelsen her er imidlertid vurdert til å være lav da kvikkleiren ligger såpass dypt. Lenger oppstrøms, omtrent ved E6 profilnummer 3100 vil et initialskred kunne forplante seg oppover i forhøyningen mellom Søra og E6. Her vil store masser potensielt sett kunne rase ut. Videre oppstrøms Søra ligger sprøbruddmaterialet såpass dypt at et eventuelt skred ikke vil komme i kontakt med kvikkleire, og det vurderes derfor ikke som et løseområde. Øverst ved boligfeltet på Esp er det tolket sprøbruddmateriale noen meter over elvebunn. Et initialskred her vil imidlertid ikke kunne forplante seg videre da skredformen vil være et rotasjonsskred, og følgelig ikke åpne for bakenforliggende masser.

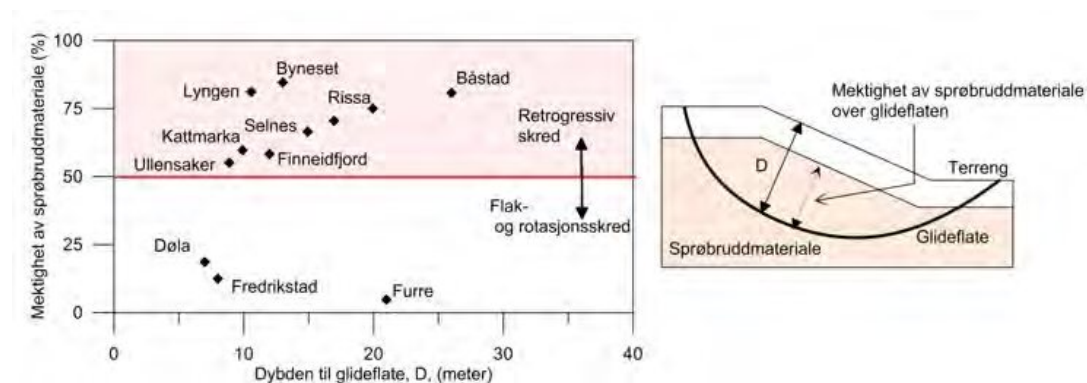
Ved Sørnypan er dagens kvikkleiresone vurdert som et potensielt løseområde. I tillegg omfatter et løseområde store deler av området vest for dagens sonegrense. Her er det flere steder påvist kvikkleire kun et par meter under terrengnivå, og et initialskred vil kunne forplante seg langt bakover. Mektigheten av sprøbruddmateriale her gjør også at eventuelle skredmasser vil flyte unna og åpne for bakenforliggende masser. Kart som viser løse- og utløpsområde før tiltak er vist i vedlegg E figur E2.

4.1.2 Etter tiltak

Løseområdene etter tiltak er noe begrenset i forhold til situasjonen før tiltak. Dette skyldes i hovedsak oppfyllingen i Søra som gjør at elvebunn kommer tilstrekkelig langt over kvikkleira til at et skred ikke vil gå i sprøbruddmaterialer. I tillegg er endring i topografi for ny veglinje samt Kalksementstabilisering i forbindelse med etablering av veglinjen med på å redusere løseområdet noe. Kart som viser løse- og utløpsområde etter tiltak er vist i vedlegg E figur E3.

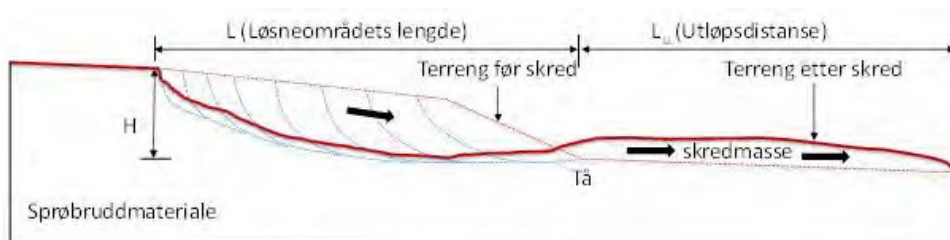
4.2 Utløpsområder

Utløpsområder er vurdert iht. [5] og [6], og er basert på mektigheten av kvikkleire samt topografien i utløpssonen (ravinert/flatt terreng). Iht. ref. [5] er bruddformen (skalk- og flyteskred eller flak og rotasjonsskred) avhenger av prosentandelen av et brudd som består av sprøbruddmateriale. Dette er forsøkt vist i figur 9-4.

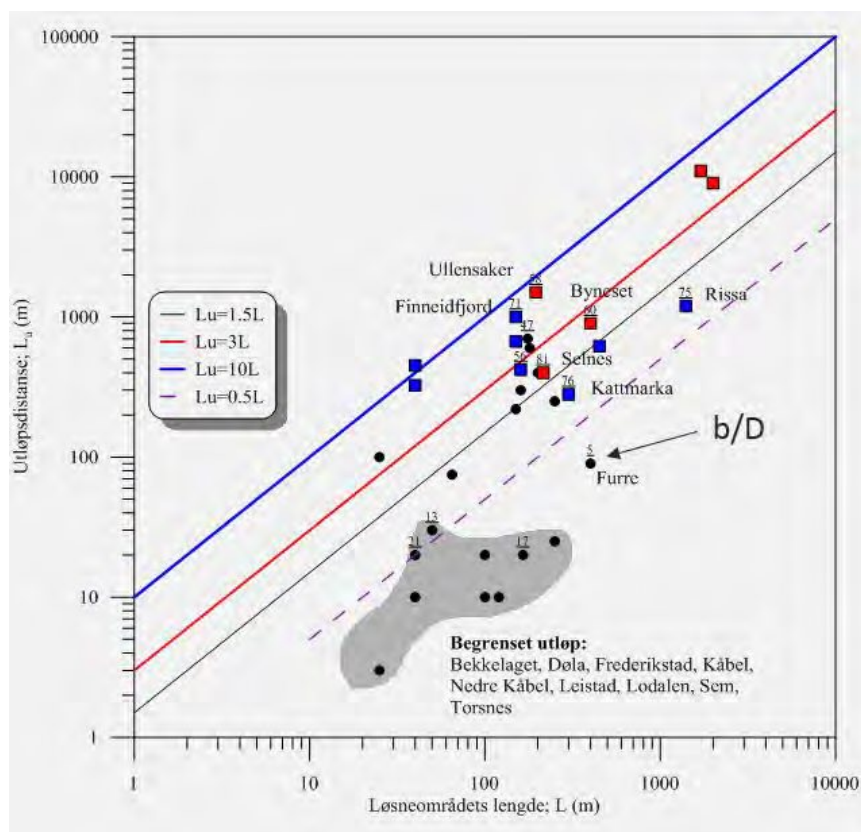


Figur 4-4-2 Skredmekanisme basert på prosentandel sprøbruddmateriale inkludert i skredet. Hentet fra ref. [5].

Lengden på utløpsområdet L_u , bestemmes ut fra lengden på skredet, L , se figur 4-3.. Iht. ref. [5] kan skredlengden bestemmes som en faktor multiplisert med løsneområdets lengde, L . Figur 4-4 viser erfaringsdata fra ulike skred, som gir grunnlag for å bestemme en faktor for dette prosjektet. Det velges å følge den svarte linjen som gir $L_u = 1,5 \cdot L$. Dette anses som tilstrekkelig konservativt.



Figur 4-4-3 Utløpsdistanse, L_u og løsneområdets lengde, L . Hentet fra ref. [5].



Figur 4-4-4 Sammenheng mellom løseområdets lengde og utløpsområde, ref. [5].

4.2.1 Før tiltak

For løseområdene mot Sørå antas det at eventuelle skred vil være rotasjonsskred med begrensede utløpsområder. Dette gjelder for hele elva med unntak av ved profil S2, der andelen kvikkleire utgjør mer enn 50% av skredmassene. Her antas det at skredmassene vil være omrørte nok til å flyte unna. I tillegg vil Sørå bidra til å vaske vekk skredmasser og åpne for bakenforliggende masser. Mengden masser vil kunne fylle opp elvedalen og følgelig gjøre det mulig for skredmasser å strømme over elvedalen og over på terrenget på nordsiden av Sørå.

For den nordøstlige delen av Sørnypan vil skredmassene kunne bre seg nordover over E6. Det antas at skredmassene ikke vil strømme over elveløpet for Sørå eller forsenkningen ved Klettrøa da mektigheten av rasmasser ikke er stor nok.

For vestre del av Sørnypan vil et skred trolig gå mot vest over eksisterende E6. Lagdelingen i profil N1 tilsier at en maksimal skredlengde vil være omtrent 400 meter, noe som medfører utløpsområde 600 meter nedenfor skråningen. Dette vil være skredmasser med omtrent 50% innhold av sprøbruddmateriale. Det antas at skredmassene vil stanse i elveleiet for Sørå.

4.2.2 Etter tiltak

Endringene i utløpsområdene etter tiltak er små. I hovedsak skyldes endringen frafall av løseområder langs Søra grunnet heving av elveleiet. Annen endring i utløpsområdet er vest for Vigrød idrettshall. Her fører hevingen av Søra til at et eventuelt brudd ikke lenger vil involvere like store mengder kvikkleire, noe som vil gjøre skredmassene mindre flytende. Det antas derfor at massene vil oppføre seg mer som et rotasjonsskred og at skredmassene ikke vil kunne flomme over på motsatt side av elveleiet. Skisse av utløpsområde etter tiltak er vist i vedlegg E figur E5.

4.3 Evaluering av eksisterende kvikkleiresoner

Det er utført en evaluering av eksisterende kvikkleiresoner i tilknytning til E6. For kvikkleiresone nr. 440 *Klett – Sørnypan* er det i tillegg gjort en revisjon av sonens utstrekning.

For haugen nord for kvikkleiresone nr. 440 *Klett – Sørnypan* er det opprettet en ny kvikkleiresone. Sonen er adskilt fra sone nr. 440 da det antas at et skred i den ene sonen ikke vil kunne forplante seg til den andre. Sonen betegnes heretter som *Bruvoll*, da dette er nærmeste stedsnavn.

Kvikkleiresone nr. 437 *Stor-Ler* og nr. 438 *Bekkenget* er ikke vurdert her da det ble utført et arbeid i forbindelse med disse sonene i NGI-notat 20101055-00-2-TN "E6 Jaktøyen – Tonstad, områdestabilitet i kvikkleiresoner" ref. [7]. Her beskrives blant annet erosjonssikring av Klasbekken og nedplanering av Himmelhaugen.

Faregrads og skadekonsekvensvurderinger for sonene utføres på bakgrunn av dagens tilstand, uten hensyn til forbedrende tiltak som utføres i forbindelse med prosjektet. En reklassifisering av sonene etter ferdig tiltak vil bli gjort etter ferdigstillelse i forbindelse med "som bygget"-dokumentasjon.

4.3.1 Sone nr. 440, *Klett – Sørnypan*

Nytt grunnlag fra sonderinger har gjort det nødvendig å revidere utstrekningen av kvikkleiresone nr. 440 *Klett – Sørnypan*. Revisjonen er utført iht. NVE veileder 7/2014 ref. [1] og omfatter et større område enn tidligere. En plantegning som viser utstrekning av tidligere sonegrense er vist i vedlegg E figur E4.

Det er også utført en evaluering av faregrad for kvikkleiresonen. Evalueringen er foretatt iht. "Program for økt sikkerhet mot kvikkleireskred" ref. [8]. Tabell 4-1 oppsummerer evalueringen.

Tabell 4-1 Faregradsklassifisering av kvikkleiresoner for kvikkleiresone nr. 440 Klett – Sørnypan iht. program for økt sikkerhet mot kvikkleireskred ref. [8].

Faktorer	Vekt -tall	Faregrad, Score				Prosjektets vurdering	
		3	2	1	0		
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	Lav	1
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 - 30	15-20	<15	15-20	2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 – 1,2	1,2 – 1,5	1,5 – 2,0	>2,0	1,0 – 1,2	6
Poretrykk Overtrykk, kPa: Undertrykk, kPa:	3 -3	>+30 >-50	+10 – 30 -(20 – 50)	0 – 10 -(0 – 20)	Hydrostatisk	Hydrostatisk	0
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2 – H/4	<H/4	Tynt lag	>H/2	6
Sensitivitet	1	>100	30 - 100	20 - 30	<20	>100	3
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	Ingen	0
Inngrep forbedring Forverring	3 -3	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	Ingen	Ingen	0
Sum		51	24	16	0		18
% av maksimal poengsum		100%	67%	33%	0%		35%

Evalueringen gir en score på 18 poeng som tilsvarer 35% av maksimal poengscore, noe som tilsvarer middels faregrad. Det er også utført en evaluering av skadekonsekvens, vist i tabell 4-2.

Tabell 4-2 Evaluering av skadekonsekvens for kvikkleiresone nr. 440 Klett – Sørnypan iht. Program for økt sikkerhet mot kvikkleireskred ref. [8].

Faktorer	Vekt- tall					Prosjektets vurdering	
		3	2	1	0		
Boligheter, antall	4	Tett >5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen	Ingen	0
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	Ingen	0
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	Ingen	0
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	>5000	6
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen	Ingen	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	Lokal	0
Oppdemming/ flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	Liten	2
Sum, poeng		45	30	15	0		8
%av maksimal poengsum		100%	67%	33%	0%		17,8%

Evalueringen gir en score på 8 poeng som tilsvarer 17,8% av maksimal poengscore, noe som tilsvarer konsekvensklasse "Mindre alvorlig".

Risiko defineres som *skadekonsekvens x faregrad*. For kvikkleiresone nr. 440 Klett – Sørnypan blir risikoen $35 \cdot 17,8 = 623$. Dette tilsvarer risikoklasse 2 som omfatter alle soner med risiko fra 170 - 630 iht. ref. [8]. Risikoklasse 2 er en økning i risikoklasse fra tidligere. Dette skyldes i hovedsak at E6 er inkludert i sonen noe som gir økt score for faktoren "Vei, ÅDT".

Ny risikoklasse og sonegrense gjør at dagens kvikkleiresone må endres. Dette er gjort ved at den gamle sonen (nr. 440 Klett – Sørnypan) er arkivert og en ny sone er

opprettet. Sonen har fått sonenummer og navn 1870 *Klett – Sørnypan*. Informasjon om sonen finnes i SOSI-format og oversendes oppdragsgiver for registrering på www.skrednett.no.

4.3.2 Ny kvikkleiresone – Bruvoll

Den nye kvikkleiresonen ved Bruvoll er opprettet på grunnlag av stor kvikkleiremektighet samt topografiske kriterier iht. NVEs veileder 7/2014 ref. [1]. Sonen omfatter området mellom E6 og Sør mellom profilnummer 3000 og 3300. Omriss av sonen er vist på figur E4 i vedlegg E.

Det er utført en faregrad- og skadekonsekvensvurdering for den nye sonen basert på NVEs retningslinjer gitt i "Program for økt sikkerhet mot kvikkleireskred" ref. [8]. Vurderingen er gjengitt i tabell 4-3 og 4-4. En tekstlig begrunnelse for vurderingen er gitt under tabellen.

Tabell 4-3 Faregradsklassifisering av kvikkleiresoner for ny kvikkleiresone ved Bruvoll iht. program for økt sikkerhet mot kvikkleireskred ref. [8].

Faktorer	Vekt -tall	Faregrad, Score				Prosjektets vurdering	
		3	2	1	0		
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	Lav	1
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 - 30	15-20	<15	15-20	2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 – 1,2	1,2 – 1,5	1,5 – 2,0	>2,0	1,0 – 1,2	6
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	>+30	+10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk		
Undertrykk, kPa:	-3	>-50	-(20 – 50)	-(0 – 20)		-(0 – 20)	-3
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2 – H/4	<H/4	Tynt lag	>H/2	6
Sensitivitet	1	>100	30 - 100	20 - 30	<20	30 - 100	2
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	Noe	6
Inngrep forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	Ingen	0
Forverring	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum		51	24	16	0		20
% av maksimal poengsum		100%	67%	33%	0%		39,2%

Den nye kvikkleiresonen har skråningshøyder opp mot 20 meters høyde. Ødometerforsøk viser at grunnen består av tilnærmet normalkonsolidert leire med sensitivitet på over 80. Kvikkleiremektighet varierer fra mellom 10 og 14 meter. Poretrykksmålinger i området viser poretrykk med 0,9*hydrostatisk poretrykksøkning med dybden, noe som tilsvarer et undertrykk i tabellen. Det er registrert noe erosjon i Sør, og det er ikke gjort noen forbedrende eller forverrende tiltak i sonen som er NGI kjent.

Tabell 4-4 Evaluering av skadekonsekvens for ny kvikkleiresone ved Bruvoll iht. Program for økt sikkerhet mot kvikkleireskred ref. [8]

Faktorer	Vekt-tall					Prosjektets vurdering	
		3	2	1	0		
Boligheter, antall	4	Tett >5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen	Spredt <5	4
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	Ingen	0
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	Ingen	0
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	>5000	6
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen	Ingen	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	Lokal	0
Oppdemming/ flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	Middels	4
Sum, poeng		45	30	15	0		14
%av maksimal poengsum		100%	67%	33%	0%		31%

Kvikkleiresonen omslutter et bolighus i området. Bortsett fra det er det ingen næringsbygg eller annen bebyggelse innenfor sonegrensen. Eksisterende E6 går gjennom sonen, noe som klassifiseres som veg med ÅDT > 5000. Ellers er det ingen jernbane eller kraftnett i sonen. Et ras ut i Sørå vil inneholde tilstrekkelige mengder med ikke-sensitiv leire som vil kunne demme opp elveløpet og føre til overløp og oversvømmelse av nærliggende boligområder. Skredvolumet vil imidlertid være såpass lite at det trolig vil være mulig å grave seg gjennom skredet for å således lede vannet bort fra boligområdet. Skadekonsekvensen av oppdemming/flom er på bakgrunn av dette vurdert til middels.

Den nye kvikkleiresonen er opprettet med sonenummer og navn 1869 Bruvoll. Informasjon om sonen er opprettet i SOSI-format og oversendes oppdragsgiver for registrering på www.skrednett.no.

5 Beregninger

Dette kapitlet inneholder tolking av lagdeling samt bestemmelse av prosjekteringsforutsetninger for de ulike stabilitetsprofilene. Selve beregningene omfatter drenert og udrenert tilstand etter ferdig utført tiltak. I Søra der tiltakene virker stabiliserende er det også gjort beregninger før tiltak for å kunne finne prosentvis forbedrende virkning av tiltaket. For skjæringene er det også gjort beregninger for en anleggsfase for å ta hensyn til dypere utgraving for å etablere grøfter og vegkroppen.

En planskisse som viser samtlige profiler og plasseringer er vist på tegning 010 og 011.

Det er utført egne beregninger for å vurdere hvilket poreovertrykk som kan tolereres før beregningsmessig stabilitet blir for lav. Disse beregningene er utført i profil S5, V2, V3, V7, V8 og N1. Et oversiktskart over hvilke områder som tåler ulike poreovertrykk er vist på tegning 012. Oppfyllinger er i utgangspunktet basert på udrenert analyse, men disse "udrenert drenerte" analysene vil brukes som supplement til å kontrollere og overvåke stabiliteten.

5.1 Stabilitet mot Søra

Det er gjort beregninger for 5 profiler mot Søra, S1 – S5, for å dokumentere tilstrekkelig stabilitet. Alle referanser til profilnummer i dette delkapitlet (5.1) refererer til senterlinje for Søra.

Det antas at fyllmassene det fylles tilbake med har samme drenerte materialegenskaper som de stedegne materialene da det planlegges å benytte masser fra andre steder i prosjektet som fyllmaterialer.

Tabell 5-1 Materialparametere for profil S1

Jordart	Tyngdetetthet (γ)	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet (C_u)	Drenert skjærfasthet (a og φ)
Tørrskorpe	Tyngdetetthet lik 19,5 kN/m ³ er forutsatt (konstant med dybden).	Grunnvannsspeil antatt 2 meter under terrengnivå, avtagende ut mot Søra. Hydrostatisk poretrykksøkning med dybden er benyttet.	<u>Topp skråning:</u> Skjærfasthetsprofil fra CPTU 1417. <u>Bunn skråning:</u> SHANSEP-basert, $C_{uA}=0,28 \cdot p_0 \cdot OCR^{0,7}$ (beregnet med antatt opprinnelig havbunn kt. +35 og agingsfaktor 1,3)	Benytter $\varphi=31^\circ$ og $a=2\text{kPa}$ iht. ref. [9].
Leire, siltig	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----
Kvikkleire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' ----- Reduserer skjærfasthet med 15%, 10% og 5% i aktiv, direkte og passiv sone.	----- '' -----
Leire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----

Tabell 5-2 Skjærfasthetsprofiler benyttet ved profil S1

SHANSEP		CPTU-1417	
Dybde [m]	$C_{u,A}$ [kPa]	Dybde [m]	$C_{u,A}$ [kPa]
0	40	0	52
1	45	5	52
2	56	10	60
3	64	15	85
5	77	50	105
10	100	25	120
20	135	30	130
30	165		

Resultater

Resultater fra beregningene viser drenert sikkerhet etter tiltak på $F_c, \varphi = 1,73$ og udrenert sikkerhet $F_c = 1,68$. Beregnet stabilitet tilfredsstillende dermed kravene i V22 ref. [3]. Beregninger og tolking av lagdeling er vist i vedlegg A figur 100 – 102.

5.1.2 Profil S2 – Skråning ved Bruvoll

Profil S2 ligger ved profilnummer 950. Sør for profil 950 er det en stor haug som er antatt å innvirke negativt på stabiliteten. I skråningen går det en lokalveg, og skråningen faller inn under konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) 2. Dette medfører geoteknisk kategori 2 og krav til normal (N) kontroll. Ettersom det skal gjøres stabilitetsforbedrende tiltak er kravet til sikkerhet $\geq 1,5$ eller %-vis forbedring iht. figur 0.4 i håndbok V220 ref. [3]. Figur 5-2 viser profil S2 med nærliggende sonderinger.



Figur 5-5-2 Plantegning med sonderinger og profil S2.

Grunnen er ut fra nærliggende sonderinger tolket til å bestå av tørrskorpe de øverste 2 meterne. Videre er det antatt å være dels siltig leire med en tykkelse på 1 til 6 meter henholdsvis i bunn og topp av skråningen. Under leira er det tolket å være et sammenhengende lag av kvikk/sensitiv leire med en mektighet på 5 - 10 meter. Kvikkleirelaget er antatt å være sammenhengende under bunn av Søra. Under kvikkleirelaget er det marint avsatt leire videre ned i dypet.

En trafikklast på 13 kPa er benyttet for å ta høyde for trafikk på veien. Tabell 5-3 viser benyttede skjærfasthetsprofiler for profil S2, mens øvrige materialparametere er vist i tabell 5-4.

Tabell 5-3 Materialparametere for profil S2.

Jordart	Tyngdetetthet (γ)	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet (c_u)	Drenert skjærfasthet (a og φ)
Tørrskorpe	Tyngdetetthet lik 19,5 kN/m ³ er forutsatt (konstant med dybden).	Poretrykk iht. Pz-2015 benyttet. I bunn av skråning er grunnvannstand i terreng hydrostatisk poretrykksøkning benyttet.	<u>Topp skråning:</u> Skjærfasthetsprofil fra CPTU-2015 ref. [9]. Profilet er også benyttet midt i skråning <u>Bunn skråning:</u> SHANSEP-basert, $C_{uA}=0,28 \cdot p_0 \cdot OCR^{0,7}$ (beregnet med antatt opprinnelig havbunn kt. +43 og agingfaktor 1,3)	Benytter $\varphi=31^\circ$ og $a=2\text{kPa}$ iht. ref. [9].
Leire, siltig	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----
Kvikkleire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' ----- Reduserer skjærfasthet med 15%, 10% og 5% i aktiv, direkte og passiv sone.	----- '' -----
Leire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----

Tabell 5-4 Skjærfasthetsprofiler benyttet for profil S2.

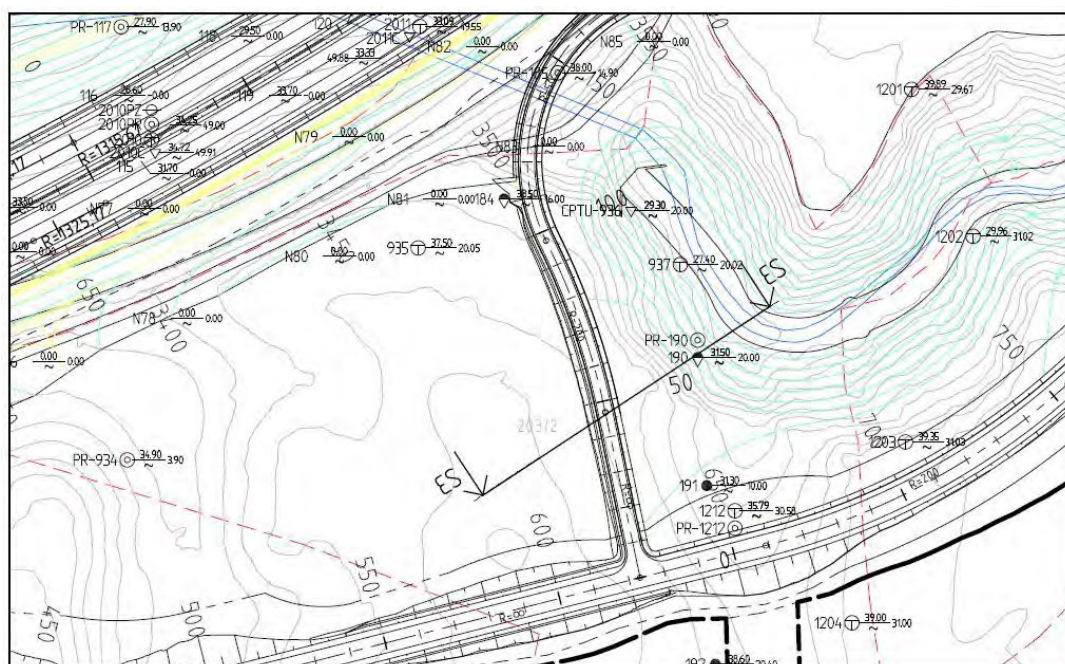
SHANSEP før tiltak		SHANSEP etter tiltak		CPTU-2015	
Dybde [m]	$C_{u,A}$, [kPa]	Dybde [m]	$C_{u,A}$, [kPa]	Dybde [m]	$C_{u,A}$ [kPa]
0	15	0	11,9	4	30
1	39	1	24,2	18	95
2	50,6	2	30,9	27	110
3	55,3	3	36,2	33	120
4	59,8	4	40,8	50	175
6	68,0	6	49,1		
8	75,8	8	56,8		
10	83,3	10	64,1		
15	101,2	15	81,5		
20	118,4	20	98,3		
30	151,9	30	131,3		

Resultater

Beregningene før tiltak viser drenert sikkerhet på $F_{c,\varphi} = 1,75$. Udrenert sikkerhet er beregnet til $F_c = 1,23$, som ikke tilfredsstillt kravet på $\gamma_M \geq 1,5$. Det henvises til kravet til prosentvis forbedring iht. figur 0.4 i V220 ref. [3]. Sikkerhet før tiltaket var 1,23, som krever en prosentvis forbedring på 10,6% som tilsvarer $\gamma_M \geq 1,36$. Beregnet sikkerhet på $F_c = 1,36$ og $F_{c,\varphi} = 2,04$ etter tiltak tilfredsstillt dermed sikkerhetskravene og gir en prosentvis forbedring på 10,6%. Beregninger og tolking av lagdeling er vist i vedlegg A, figur 110 – 112.

5.1.3 Profil S3 – Adkomstveg mot Sørå

Profil S3 ligger ved profilnummer 1420. Adkomstvegen skal gå på toppen av skråningen, og det er derfor ønskelig å dokumentere stabiliteten her med hensyn til trafikk. Vegen er en lokalveg og skråningen faller inn under konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) 2. Dette medfører geoteknisk kategori 2 og krav til normal (N) kontroll. Ettersom det skal gjøres stabilitetsforbedrende tiltak er kravet til sikkerhet $\geq 1,5$ eller %-vis forbedring iht. figur 0.4 i håndbok V220 ref. [3]. Figur 5-3 viser profil S3 med nærliggende sonderinger.



Figur 5-5-3 Plantegning med sonderinger og profil S3.

Grunnen er ut fra nærliggende sonderinger tolket til å bestå av et 2 meter tykt lag tørrskorpeleire i toppen over et 9 meter tykt lag med siltig leire. Under den siltige leira ved omtrent 12 meters dyp er det antatt å være kvikk/sensitiv leire.

Skjærfasthet ved skråningens topp er bestemt fra tolking av CPTU 2011, mens det i bunn er benyttet en SHANSEP-tilnærming. Skjærfasthetsprofiler er vist i tabell 4-6. Øvrige materialparametere er vist i tabell 5-5. En trafikklast på 13 kPa er inkludert for å ta hensyn til trafikken på vegen.

Tabell 5-5 Materialparametere for profil S3.

Jordart	Tyngdetetthet (γ)	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet (c_u)	Drenert skjærfasthet (a og φ)
Tørrskorpe	Tyngdetetthet lik 19,5 kN/m ³ er forutsatt (konstant med dybden).	Poretrykk tilsvarende grunnvannstand 2,5 m under terreng og hydrostatisk poretrykksøkning med dybden.	<u>Topp skråning:</u> Skjærfasthetsprofil fra CPTU-2011 ref. [9]. <u>Bunn skråning:</u> SHANSEP-basert, $C_{uA}=0,28 \cdot p_0 \cdot OCR^{0.7}$ (beregnet med antatt opprinnelig havbunn kt. +43 og agingfaktor 1,3)	Benytter $\varphi=31^\circ$ og $a=2\text{kPa}$ iht. ref. [9].
Leire, siltig	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----
Kvikkleire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' ----- Reduserer skjærfasthet med 15%, 10% og 5% i aktiv, direkte og passiv sone.	----- '' -----

Tabell 5-6 Skjærfasthetsprofiler benyttet ved profil S3.

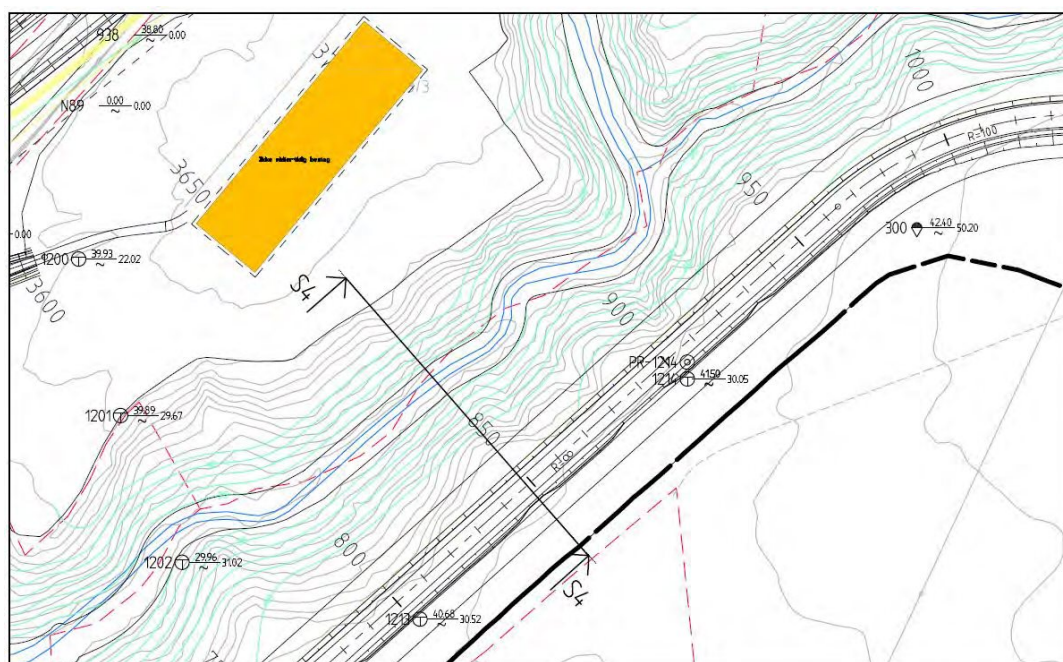
SHANSEP		CPTU-2011	
Dybde [m]	$C_{u,A}$, [kPa]	Dybde [m]	$C_{u,A}$ [kPa]
0	30	6	30
1	34	29	110
2	42,5	70	280
3	48,8		
5	58,8		
10	78		
15	94,3		
20	109,4		

Resultater

Beregningsresultatene viser drenert sikkerhet $F_{c,\varphi} = 1,82$. Udrenert sikkerhet er $F_c = 1,32$, som ikke tilfredsstillers kravet på $\gamma_M \geq 1,5$. Her benyttes kravet til prosentvis forbedring, ettersom hevingen av Sørå virker stabiliserende på terrenget. Udrenert sikkerhet før tiltaket var 1,01. Iht. figur 0.4 i V220 ref. [3] kreves en prosentvis forbedring på 20%, som svarer til $\gamma_M \geq 1,21$. Beregnet sikkerhet på 1,32 tilfredsstillers dermed kravet til prosentvis forbedring med 31 %. Beregninger og tolking av lagdeling er vist i vedlegg A figur 120 – 122.

5.1.4 Profil S4 – Interimsveg og ny Røddeveg mot Sørø

Profil S4 ligger ved profilnummer 1580. Røddevegen er planlagt å gå på toppen av skråningen, og stabiliteten i forbindelse med opprettelse av denne må dokumenteres. Vegen skal fungere som midlertidig E6, og skråningen faller inn under konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) 3. Dette medfører geoteknisk kategori 3 og krav til utvidet (U) kontroll. Ettersom det skal gjøres stabilitetsforbedrende tiltak er kravet til sikkerhet $\geq 1,5$ eller %-vis forbedring iht. figur 0.4 i håndbok V220 ref. [3]. Figur 5-4 viser profil S4 med nærliggende sonderinger.



Figur 5-5-4 Plantegning med sonderinger og profil S4.

Sonderinger antyder at grunnen består av et 2 meter tykt tørrskorpelag over et 5-6 meter tykt lag siltig leire. Videre er det leire ned til under relevant dybde. Det er ikke indikasjoner på tilstedeværelse av kvikk/sensitiv leire i dette profilet.

En trafikklast på 13 kPa er inkludert for å ta høyde for trafikklast på interimsvegen.

Ved toppen av skråningen er skjærfastheten bestemt fra indeksforsøk fra borhull 1214 presentert i Multiconsults rapport 415531 RIG-RAP-001 ref. [10]. Tolkingen er vist i vedlegg B figur B.1. Den aktive skjærfastheten er satt til et forsiktig gjennomsnitt av konusforsøkene. Ved bunn av skråningen er skjærfasthet fra en SHANSEP-tilnærming benyttet, se tabell 5-8. Øvrige materialparametere er presentert i tabell 5-7.

Tabell 5-7 Materialparametere for profil S4.

Jordart	Tyngdetetthet (γ)	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet (C_u)	Drenert skjærfasthet (a og φ)
Tørrskorpe	Tyngdetetthet lik 19,5 kN/m ³ er forutsatt (konstant med dybden).	Poretrykk tilsvarende grunnvannstand 2 m under terreng med hydrostatisk poretrykksøkning i dybden.	<u>Topp skråning:</u> Skjærfasthet tolket fra enaks- og konusforsøk fra borhull 1214. <u>Bunn skråning:</u> SHANSEP-basert, $C_{uA}=0,28 \cdot p_0 \cdot OCR^{0,7}$ (beregnet med antatt opprinnelig havbunn kt. +43 og agingfaktor 1,3)	Benytter $\varphi=31^\circ$ og $a=2\text{kPa}$ iht. ref. [9].
Leire, siltig	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----
Leire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----

Tabell 5-8 Skjærfasthetsprofiler benyttet ved profil S4.

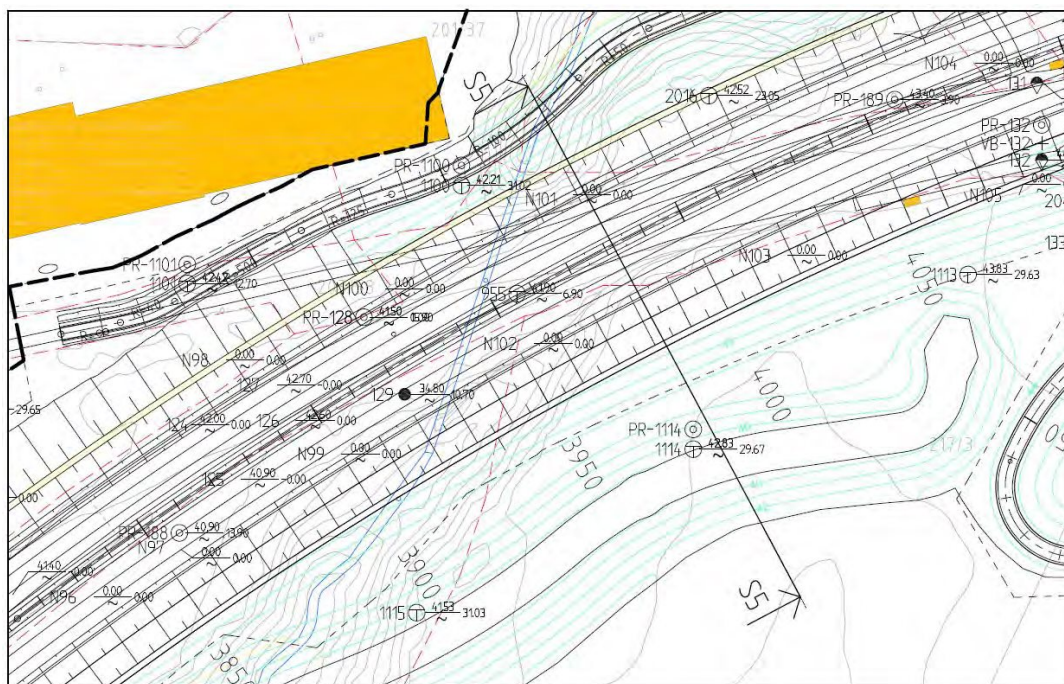
SHANSEP		Konusforsøk 1214	
Dybde [m]	$C_{u,A}$, [kPa]	Dybde [m]	$C_{u,A}$ [kPa]
0	25	0	79
1	29.1	6	79
2	36.7	15	143
3	42.7		
5	51.3		
10	69.1		
20	99.1		

Resultater

Stabilitetsberegningene viser tilstrekkelig sikkerhet etter tiltak for både udrenert og drenert beregning med sikkerhet på henholdsvis $F_c = 2,65$ og $F_{c,\varphi} = 1,92$. Beregninger og tolking av lagdeling er vist i vedlegg A figur 130 – 132.

5.1.5 Profil S5 – Støyvoll mot Sørå

Profil S5 ligger ved profilnummer 1940. Det er planlagt å etablere en støyvoll mellom Sørå og E6, og det er i den forbindelse foretatt en stabilitetsvurdering for å kontrollere stabiliteten fra støyvullen ned mot Sørå. Støyvullen har en høyde på omtrent 4 meter over dagens terrengnivå. Tiltaket faller inn under konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) 2. Dette medfører geoteknisk kategori 2 og krav til normal (N) kontroll. Det er ikke registrert sprøbruddmateriale i området, og følgelig er kravet til sikkerhet $F_c \geq 1,4$, ref. [11]. Figur 5-5 viser profil S5 med nærliggende sonderinger.



Figur 5-5-5Plantegning med sonderinger og profil S5.

Grunnforholdene i området antyder at grunnen består av et tørrskorpelag med tykkelse på omtrent 2 meter over et siltig leirelag som strekker seg ned til 10 – 12 meter. Under dette siltige leirelaget er det leire med lav sensitivitet ned til store dyp. Det antas hydrostatisk grunnvannstand 2 meter under terrengnivå.

De siltige massene de øvre 8-10 meterne regnes både drenerte og udrenerte. Udrenerte parametere for den siltige leira bestemmes fra indeksforsøk fra prøveserie 1114. For dybder større enn 8-10 meter benyttes karakteristisk skjærfasthet for område C i parameterrapporten ref. [9]. Verdier for benyttet skjærfasthetsprofil er vist i tabell 5-10. Øvrige materialparametere er vist i tabell 5-9.

Tabell 5-9 Materialparametere for profil S5.

Jordart	Tyngdetetthet (γ)	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet (c_u)	Drenert skjærfasthet (a og φ)
Tørrskorpe	Tyngdetetthet lik 19,5 kN/m ³ er forutsatt (konstant med dybden).	<u>Topp skråning:</u> Hydrostatisk, 2 meter under terrengnivå <u>Bunn skråning:</u> Hydrostatisk, i terrengnivå.	Skjærfasthet som tolket fra PR-1114 ned til 8 meter. Skjærfasthet som karakteristisk profil C i ref. [9] fra 10-30 meter. Interpolering mellom PR-1114 og karakteristisk skjærfasthetsprofil fra 8 – 10 meter.	Benytter $\varphi=31^\circ$ og $a=2\text{kPa}$ iht. ref. [9].
Leire, siltig	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----
Leire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----

Tabell 5-10 Skjærfasthetsprofiler benyttet ved profil S5.

Karakteristisk profil C, ref. [9]			
Dybde [m]	$c_{u,A}$, [kPa]	Dybde [m]	$c_{u,D}$, [kPa]
8	46	0	100
10	46	8	100
30	123		

Resultater

Beregninger viser at stabiliteten er tilstrekkelig fra støyvollen ned mot Søra med en udrenert sikkerhet $F_c = 1,68$ (siltig leire drenert) og drenert sikkerhet $F_{c,\varphi} = 1,50$. Beregning med udrenert siltig leire gir sikkerhet på $F_c = 2,91$.

Det ble også utført en beregning for å se hvilken poretrykksøkning som kan aksepteres før stabiliteten blir for lav. Beregningene viser at det for støyvollen mot Søra sitt nye løp tåles en økning i poretrykk på 60 kPa målt 4 meter under terrengnivå. For støyvollen på nordsiden av E6 kan en økning i poretrykket på 80 kPa målt 4 meter under terrengnivå aksepteres. Det antas at støyvollen etableres som en kvalitetsfylling med drenerende lag, og at poretrykk derfor ikke vil bygge seg opp i selve fyllingen.

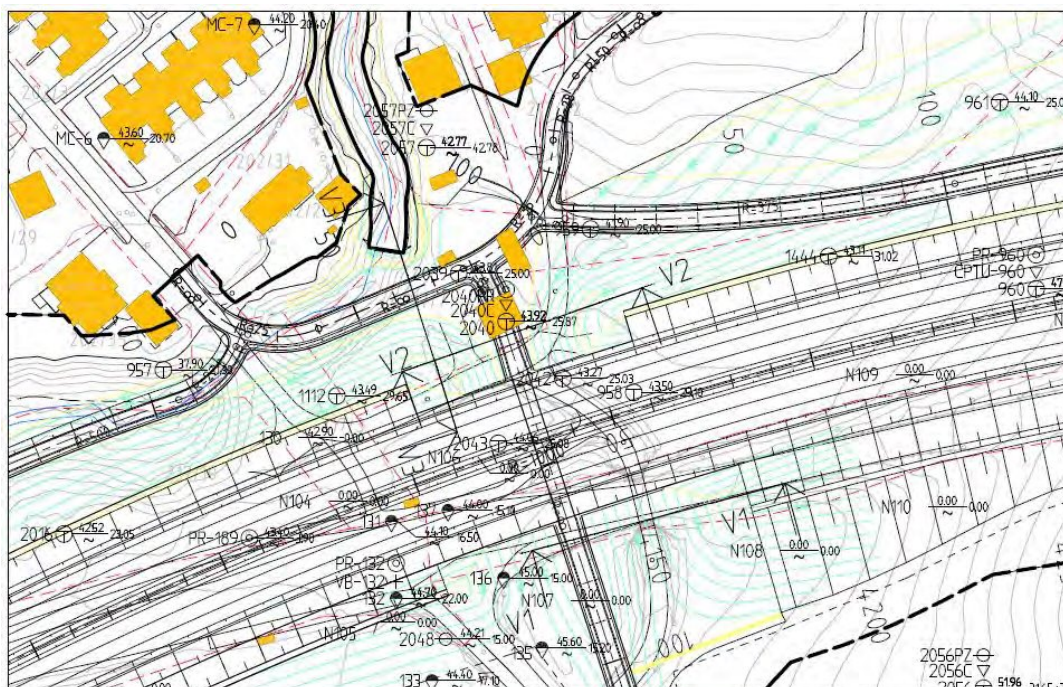
Beregninger og tolking av lagdeling er vist i vedlegg A figur 140 – 142.

5.2 Stabilitet i skjæringer og støyvoller

Det er flere tilfeller av skjæringer og støyvoller i prosjektområdet der stabiliteten må dokumenteres. Dette gjelder skjæringer ved profilnummer 650 og 4600, samt ved foten av skråningen mot Storler, ved profilnummer 4150. Det er også gjort stabilitetsberegninger for støyvoller ved Esp, profilnummer 4100. Profiler for skjæringer og støyvoller er nummerert fra V1-V6. Skjæringen ved Sørnypan er behandlet i eget delkapittel og er ikke tatt inn her.

5.2.1 Profil V1 – Støyvoll sør for E6

Lagdeling for profil V1 bestemt fra nærliggende sonderinger og viser et øvre lag av siltig leire med tykkelse på 8 – 10 meter. Under dette laget er det ikke-sensitiv leire videre i dypet. Støyvollen som skal etableres har høyde på omtrent 5 meter. Figur 5-6 viser profil V1, V2 og V3 samt nærliggende sonderinger.



Figur 5-5-6 Plantegning med sonderinger og profil V1, V2 og V3.

Fraværet av kvikk/sensitiv leire og at det er en gang- og sykkelveg som skal etableres gjør at tiltaket tilsvarer konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) 2. Dette medfører geoteknisk kategori 2 og krav til normal (N) kontroll. Kravet til sikkerhet er iht. SVV håndbok V220 ref. [3] $\gamma_M \geq 1,4$.

Udrenert skjærfasthet er tolket fra CPTU-2055, ref. [9], vist i tabell 5-12. Øvrige materialparametere er vist i tabell 5-11. Tiltaket innebærer både en terrengoppfylling i form av støyvoll samt terrengsenkning i form av skjæring. Teoretisk kan man ta hensyn til endring i skjærfasthet som følge av svelling/konsolidering fra av/pålastning. I dette tilfellet er fyllingen og skjæringen omtrent like stor (ca. 5meter), og det antas

at disse effektene opphever hverandre. Det gjøres derfor ikke endringer i skjærfasthetsprofilen som følge av terrengendringer for dette profilet.

Tabell 5-11 Materialparametere for profil V1.

Jordart	Tyngdetetthet (γ)	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet (c_u)	Drenert skjærfasthet (a og φ)
Leire, siltig	Tyngdetetthet lik 19,5 kN/m ³ er forutsatt (konstant med dybden).	Grunnvannstand antas omtrent i terrengnivå med hydrostatisk poretrykksøkning med dybden.	Skjærfasthet tolket CPTU-2055 ref. [9].	Benytter $\varphi=31^\circ$ og $a=2$ kPa iht. ref. [9].
Leire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----

Tabell 5-12 Skjærfasthetsprofil benyttet ved profil V1.

CPTU-2055	
Dybde [m]	$c_{u,A}$, [kPa]
0	70
5	70
10	90
15	110
27	125

Resultater

For å oppnå tilstrekkelig stabilitet mot støyvollen må terrenget graves med helning 1:3 der det graves i dagens terreng. Selve støyvollen kan etableres med helning 1:2,5 de øverste 5 meterne. For en slik utforming viser stabilitetsberegningene udrenert sikkert $F_c = 1,71$ og drenert sikkerhet $F_{c,\varphi} = 1,45$. Dette oppfyller kravene til sikkerhet er iht. SVV håndbok V220 ref. [3] $\gamma_M \geq 1,4$.

5.2.2 Profil V2 – Støyvoll nord for E6

Det er utfordringer knyttet til støyvollen nord for E6 ved Esp, profilnummer 4100, særlig med hensyn til undergangen for gang- og sykkelvegen. Støyvollen som skal etableres har en høyde på rundt 10 meter med helning 1:2 mot GS-vegen. Nærliggende sonderinger antyder ikke tilstedeværelse av kvikk/sensitiv leire.

Lagdelingen i området består i hovedsak av siltig leire med en tykkelse på 8-9 meter. Under den siltige leiren er det marin leire til dypet.

Fravær av kvikk/sensitiv leire og tilstedeværelsen av en lokal veg gjør at tiltaket tilsvarer konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) 2. Dette medfører geoteknisk kategori 2 og krav til normal (N) kontroll. Kravet til sikkerhet er iht. SVV håndbok V220 ref. [3] $\gamma_M \geq 1,4$.

Udrenert skjærfasthet er tolket fra CPTU-2040. De øvrige siltige materialene antas å oppføre seg drenert og regnes som drenerte selv. Benyttet skjærfasthetsprofil er vist i tabell 5-13, og øvrige materialparametere er vist i tabell 5-14. Skjærfastheten er ikke økt som følge av pålasting av terrenget og følgende komprimering av massene.

Tabell 5-13 Materialparametere for profil V3.

Jordart	Tyngdetetthet (γ)	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet (c_u)	Drenert skjærfasthet (a og φ)
Leire, siltig	Tyngdetetthet lik 19,5 kN/m ³ er forutsatt (konstant med dybden).	Grunnvannstand antas omtrent i terrengnivå med hydrostatisk poretrykksøkning med dybden.	Skjærfasthet tolket CPTU-2040 ref. [9].	Benytter $\varphi=31^\circ$ og $a=2\text{kPa}$ iht. ref. [9].
Leire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----

Tabell 5-14 Skjærfasthetsprofil benyttet for profil V3.

CPTU-2040	
Dybde [m]	$c_{u,A}$, [kPa]
14	100
18	115
26	135

Resultater

Stabilitetsberegningene viser lik udrenert og drenert sikkerhet; $F_c = F_{c,\varphi} = 1,47$ for skråningshelning 1:2 ettersom materialer med udrenerte egenskaper ligger på såpass stort dyp. Sikkerheten er dermed innenfor kravet til $\gamma_M \geq 1,4$ ref. [3].

Det ble også utført en vurdering for å finne hvor stor økning i poretrykket som kan tillates før beregnet stabilitet blir for lav. Beregningene viser at det kan aksepteres en økning på 20 kPa målt 2 meter under terrengnivå. Det antas at støyvollen etableres



som en kvalitetsfylling med drenerende lag, og at det derfor ikke vil bygge seg opp poretrykk i selve fyllingen.

Tolking av lagdeling og beregninger er vist i vedlegg A figur 210-212.

5.2.3 Profil V3 – Støyvoll mot Esp

Støyvullen nord for E6 danner en høy skråning mot boligfeltet på Esp. Skråningen er kontrollert mht. tilstrekkelig stabilitet mot Sør. Lagdelingen i området viser siltig leire med en tykkelse på omtrent 8 meter. Under det siltige leirlaget er det ikke-sensitiv leire i dypet.

Fravær av kvikk/sensitiv leire samt gang- og sykkelvegen gjør at tiltaket tilhører konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) 2. Dette medfører geoteknisk kategori 2 og krav til normal (N) kontroll. Kravet til sikkerhet er iht. SVV håndbok V220 ref. [3] $\gamma_M \geq 1,5$ dersom skjærflaten går gjennom sprøbruddmateriale og $\gamma_M \geq 1,4$ dersom bruddet er nøytralt.

Udrenert skjærfasthet er i likhet med profil V2 tolket ut fra CPTU 2040, ref. [9]. Øvrige materialparametere antas også å være identiske. Det henvises derfor til tabell 5-13 og 5-14 for materialparametere og skjærfasthetsprofilen som er benyttet i beregningen. Skjærfastheten er ikke økt som følge av pålasting av terrenget og følgende konsolidering av massene.

Trafikklast fra lokalvegen i skråningen er ikke inkludert da den virker stabiliserende på kritiske skjærflater.

Resultater

Beregningene viser lik udrenert og drenert sikkerhet, $F_c = F_{c,\varphi} = 1,49$ ettersom materialer med udrenerte egenskaper ligger på såpass store dyp. Kritiske skjærflater for beregningene går ikke gjennom sprøbruddmateriale og kravet til sikkerhet er dermed $\gamma_M \geq 1,4$.

Det er også utført beregninger for å se hvor mye poretrykket kan øke før beregnet stabilitet blir for lav. Beregningene viser at det kan tillates en økning på 20 kPa. Det antas at støyvullen etableres som en kvalitetsfylling med drenerende lag, og at poretrykk derfor ikke vil bygge seg opp i selve fyllingen.

Beregninger og tolking av lagdeling er vist i vedlegg A figur 220 – 222.

5.2.4 Profil V4 – Skjæring mot Storler

Skjæring i forbindelse med Røddevegen ved foten av skråningen mot Storler kan være et problem mht. stabilitet, og er derfor kontrollert her. Veggen i bunn av skråningen er en lokalveg, men grunnet gårdsbygningen og E6 på toppen av skråningen havner den i konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) 3. Dette medfører geoteknisk kategori 3 og krav til utvidet (U) kontroll. Ettersom det skal gjøres et potensielt stabilitetsforverrende tiltak er kravet til sikkerhet $\gamma_M \geq 1,6$ ref. figur 0.3 i håndbok V220 ref. [3]. Figur 5-7 viser profil V4 med nærliggende sonderinger.



Figur 5-5-7 Plantegning med sonderinger og profil V4.

Grunnundersøkelser i skråningen og nærliggende områder viser 1-2 meter tørrskorpe i toppen over et 2-3 meter tykt leirelag. Under leirlaget er det kvikk/sensitiv leire med en tykkelse på omtrent 15 meter som kiler ut mot bunnen av skråningen. I sondering 2055 er det ikke tolket kvikk/sensitiv leire. Under det sensitive leirelaget er det et mindre sensitivt lag på 3-4 meter over et morenelag med tykkelse på 7-8 meter. Det er registrert fjell under morenen på en dybde på ca. 30 meter.

For udrenerte beregninger er skjærfasthetsprofiler bestemt ut fra tolkning av CPTU-sonderinger 2055 og 2056 ref. [9], gjengitt i tabell 5-16. Øvrige materialparametere er vist i tabell 5-15.

Tabell 5-15 Materialparametere for profil V4.

Jordart	Tyngdetetthet (γ)	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet (c_u)	Drenert skjærfasthet (a og φ)
Tørrskorpe	Tyngdetetthet lik 19,5 kN/m ³ er forutsatt (konstant med dybden).	<u>Topp skråning:</u> Poretrykk iht. Pz-2056 benyttet i topp og midt i skråning. <u>Bunn skråning:</u> Grunnvannstand i terrengnivå med hydrostatisk poretrykksøkning med dybden.	<u>Topp skråning:</u> Skjærfasthetsprofil fra CPTU-2056 ref. [9]. Profilet er også benyttet midt i skråning <u>Bunn skråning:</u> Skjærfasthetsprofil fra CPTU-2055, ref. [9].	Benytter $\varphi=31^\circ$ og $a=2\text{kPa}$ iht. ref. [9].
Leire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----
Kvikkleire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' ----- Reduserer skjærfasthet med 15%, 10% og 5% i aktiv, direkte og passiv sone.	----- '' -----
Morene	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	Benytter $\varphi=35^\circ$ og $a=5\text{ kPa}$.

Tabell 5-16 Skjærfasthetsprofil benyttet for profil V4.

CPTU 2055		CPTU 2056	
Dybde [m]	$c_{u,A}$, [kPa]	Dybde [m]	$c_{u,A}$ [kPa]
0	70	0	60
5	70	4	60
10	90	6	65
15	110	7	70
27	125	16	95
		21	115

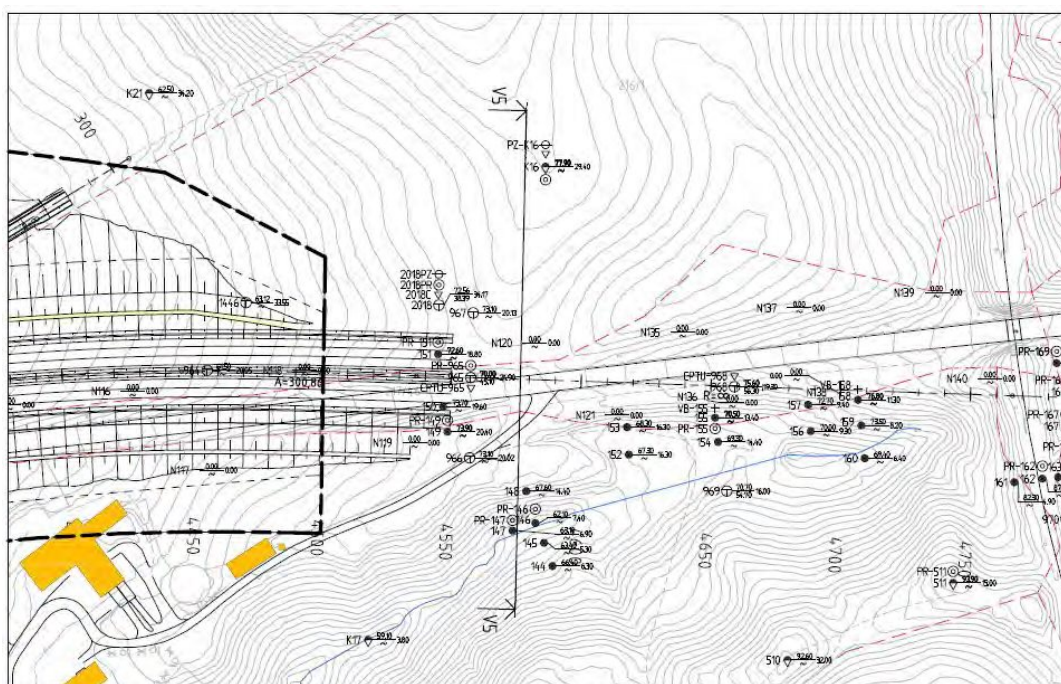
Resultater

Resultater fra beregningene viser tilstrekkelig sikkerhet for skjæringen ved Storler. Kritisk skjærflate ved udrenert beregning går gjennom foten av skjæringen og viser sikkerhet på $F_c = 2,09$. Drenert beregning viser sikkerhet på $F_c, \varphi = 3,22$. Det er også vist beregninger for sammensatt skjærflate på udrenert basis i anleggsfasen. Denne beregningen viser sikkerhet på $F_c = 2,32$.

Beregninger for anleggsfasen viser udrenert sikkerhet på $F_c = 2,09$ og drenert beregning viser sikkerhet på $F_c, \varphi = 3,22$. Stabiliteten er dermed uendret etter tiltak. Beregningene og tolking av lagdeling er vist i vedlegg A figur 230 – 232.

5.2.5 Profil V5 – Skjæring i Storlerbakken

Skjæringen i øst ved profilnummer 4600 har en høyde på omtrent 4 meter med helning 1:2. Terrenginngrepet skyldes etablering av E6. Et eventuelt brudd vil påvirke vegen, og skjæringen havner dermed i konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) 3. Dette medfører geoteknisk kategori 3 og krav til utvidet (U) kontroll. Ettersom det skal gjøres et potensielt stabilitetsforverrende tiltak er kravet til sikkerhet $\gamma_M \geq 1,6$ ref. figur 0.3 i håndbok V220 ref. [3]. Figur 5-8 viser profil V5 med nærliggende sonderinger.



Figur 5-5-8 Plantegning med sonderinger og profil V5.

Sonderinger viser at grunnen består av tørrskorpeleire den øverste meteren og middels fast ikke-sensitiv leire til 5 meters dyp. Ved 5 meter viser prøveserie 2018 kvikkleire ned til minimum 10 meter og sensitiv leire videre ned til 15 meter. Det er antatt at sprøbruddmateriale kan være tilstede også under 15 meters dyp, og det er derfor gjort beregninger med kvikkleire ned til 30 meters dyp som en konservativ antakelse.

Ved utgraving for etablering av vegkroppen vil traubunn være under tolket overgang til kvikkleire. Området må derfor stabiliseres med kalksementpeler før utgraving for å ivareta stabilitet og trafikkerbarhet i anleggsfasen.

For udrenerte beregninger er skjærfastheten bestemt ut fra CPTU-sondering 2018 ref. [9] og CPTU-sondering K-16 ref. [7]. Verdier for skjærfasthetsprofiler er vist i tabell 5-18. Øvrige materialparametere er vist i tabell 5-17.

Tabell 5-17 Materialparametere for profil V5.

Jordart	Tyngdetetthet (γ)	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet (c_u)	Drenert skjærfasthet (a og φ)
Tørrskorpe	Tyngdetetthet lik 19,5 kN/m ³ er forutsatt (konstant med dybden).	<u>Topp skjæring:</u> GVS 2 meter under terreng med poretrykksøkning på 9 kPa/m. iht. Pz-2018. <u>Bunn skjæring:</u> GVS i terrengnivå med hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden.	Skjærfasthetsprofil fra CPTU K-16 ref. [7] i bakkant. Skjærfasthetsprofil fra CPTU 218 ref. [9] midt i skjæring.	Benytter $\varphi=31^\circ$ og $a=2\text{kPa}$ iht. ref. [9].
Leire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----
Kvikkleire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' ----- Reduserer skjærfasthet med 15%, 10% og 5% i aktiv, direkte og passiv sone.	----- '' -----
Kalksement	20 kN/m ³	----- '' -----	50 kPa gjennomsnittlig skjærfasthet	Regnes ikke drenert

Tabell 5-18 Skjærfasthetsprofiler benyttet ved profil V5.

K-16		CPTU 2018		CPTU 2018 redusert for avlasting	
Dybde [m]	$c_{u,A}$ [kPa]	Dybde [m]	$c_{u,A}$ [kPa]	Dybde [m]	$c_{u,A}$ [kPa]
0	50	0	60	0	18
8	50	2	60	1	45
31	125	12	77	2	56
		33	135	5	64
				7	68
				19	103
				28	129

Resultater

Beregninger viser at det er nødvendig å kalksementstabilisere skjæringen til en gjennomsnittlig skjærfasthet på 50 kPa før utgraving starter. Det må stabiliseres til en dybde på 15 meter fra terreng. Stabiliteten i anleggsfasen viser da udrenert sikkerhet på $F_c = 1,77$ for skråningshelning 1:2. Stabiliteten anses å være god nok etter stabilisering er utført. Under utgraving for anleggsfasen vil man komme i kontakt med kvikkleire, og det kan derfor være nødvendig å stabilisere utover det som kreves mht. stabiliteten for å opprettholde et robust graveplanum. Forslag til utforming av kalksementstabilisering er vist i vedlegg D figur D4.

Kalksementveilederen ref. [12] krever at sikkerheten mot utglidning mellom ribber kontrolleres. For å kontrollere sikkerheten mellom ribber er det gjort beregninger der sidefriksjonsfaktor er inkludert. Sidefriksjonsfaktoren i GeoSuite er lik $f = 2/B$

dersom en regner fullt bidrag fra begge sider. For å ta hensyn til reduksjon i skjærfasthet i leira nært KS-pelene er det tatt utgangspunkt i figur 4-3 i NGI-notat 20130642-12-TN ref. [13]. Figuren viser en reduksjon i fasthet på opptil 75% av opprinnelig fasthet i omkringliggende materiale etter 7 dagers herdetid. For å unngå for stor avstand mellom ribbene anbefales det å stabilisere med 50 kg/m^3 og derved oppnå skjærfasthet i stabilisert materiale lik 275 kPa etter 2 måneders herdetid ref. [13]. Det må muligens suppleres med enkeltpeleer for å sikre et robust graveplanum.

Beregninger viser at nødvendig sidefriksjonsfaktor er 0,125 for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mellom ribber. Dette tilsvarer en bredde mellom ribber på 4 meter, og senteravstand mellom ribbene på 4,5 meter. Denne senteravstanden blir dermed dimensjonerende, og gir en midlere skjærfasthet på 66 kPa. Sikkerheten mot utglidning mellom ribber er da $F_c = 2,74$ og $F_{c,\varphi} = 1,60$.

Resultater fra beregningene viser tilstrekkelig sikkerhet med udrenert og drenert sikkerhetsfaktor på henholdsvis $F_c = 2,94$ og $F_{c,\varphi} = 1,83$ etter ferdig tiltak med kalksementstabilisering. Dette er tilstrekkelig iht. kravene i V22 ref. [3]. Beregninger og tolking av lagdeling er vist i vedlegg A, figur 240 – 243.

5.2.6 Profil V6 – Skjæring, profilnummer 650

Skjæringen i sør ved profilnummer 650 skyldes etableringen av gangfelt ved undergangen under E6. Skjæringen har en høyde på omtrent 7 meter med en helning 1:2. Ettersom det er en lokalveg som fører til inngrepet er kravet til kontroll- og pålitelighetsklasse (CC/RC) 2. Dette medfører geoteknisk kategori og krav til normal (N) kontroll. Ettersom det skal gjøres stabilitetsforverrende tiltak er kravet til sikkerhet $\geq 1,4$ iht. figur 0.3 i håndbok V220 ref. [3]. Figur 5-9 viser profil V6 med nærliggende sonderinger.



Figur 5-5-9 Plantegning med sonderinger og profil V6. Sonderinger er hentet fra SVV rapport Ud800A-17 ref. [11].

Prøveserie 24 og 30 i SVV rapport Ud800A-17 ref. [11] (416 og 418 i figur 4-9) viser at grunnen består av leirig silt de øverste 2 meterne, og deretter grusig sand ned til kote +9. Videre er det sandig silt ned til omtrent 18 meters dyp.

Det antas at grunnvannstanden i nærheten er lav grunnet permeable masser og drenering ut mot Stokkbekken og Gaula. Grunnvannet antas å stå omtrent ved kote +11.

Skjærfasthetsprofil bestemmes ut fra enaks- og konusforsøk fra prøveserie 30. Tolkningen er vist i vedlegg B figur B.2. Benyttet aktivt skjærfasthetsprofil er vist i tabell 5-20. Øvrige materialparametere er vist i tabell 5-19.

Tabell 5-19 Materialparametere for profil V6.

Jordart	Tyngdetetthet (γ)	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet (c_u)	Drenert skjærfasthet (a og φ)
Leirig silt	Tyngdetetthet lik 19,5 kN/m ³ er forutsatt (konstant med dybden).	GVS antatt omtrent ved kote +11. Lav grunnet drenering mot Stokkbekken.	Tolket fra indeksforsøk fra prøveserie 30 ref. [11].	Benytter $\varphi=31^\circ$ og $a=2$ kPa iht. SVV håndbok V220 figur 2.39.
Grusig sand	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	Benytter $\varphi=34^\circ$ og $a=2$ kPa iht. SVV håndbok V220 figur 2.39.
Siltig sand	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	Benytter $\varphi=32^\circ$ og $a=2$ kPa iht. SVV håndbok V220 figur 2.39.

Tabell 5-20 Skjærfasthet benyttet ved profil V6.

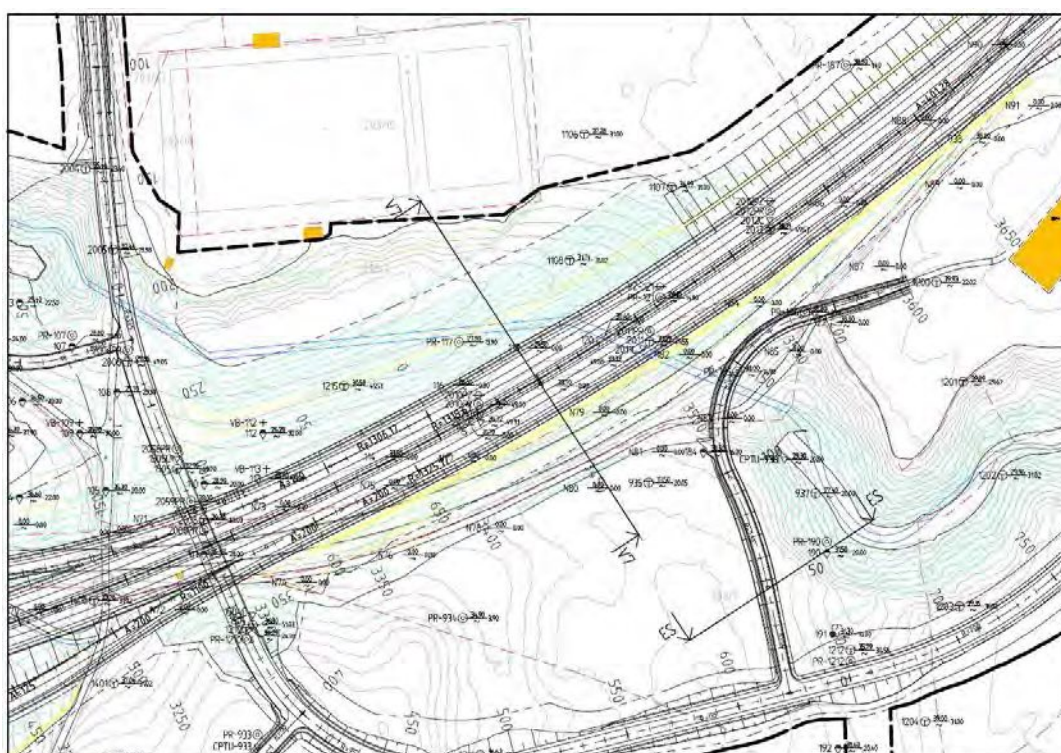
Konus- og enaks, PR-30		
Dybde [m]	$c_{u,DSS}$, [kPa]	$c_{u,A}$, [kPa]
0	40	63
10	40	63
20	50	79

Resultater

Resultater fra beregningene viser at sikkerheten for skjæringen er $F_c = 1,64$ og $F_{c,\varphi} = 1,68$ for henholdsvis udrenert og drenert beregning. Beregninger for anleggsfasen viser også tilstrekkelig sikkerhet med $F_c = 1,40$ og $F_{c,\varphi} = 1,62$. Lagdeling og beregninger er vist i vedlegg A tegning 250 - 252.

5.2.7 Profil V7 – Poretrykksoppbygning ved Klettrøa.

Ved Klettrøa skal det fylles opp nord for E6 for å bli kvitt overskuddsmasser samt bedre stabiliteten. For å unngå for store poretrykk under utleggingen av fyllinga er det gjort beregninger for å finne ut hvor stor poretrykksøkning som kan aksepteres før beregnet stabilitet blir for lav. Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) vurderes til klasse 2, noe som medfører geoteknisk kategori 2 og krav til normal (N) kontroll. Materialene på stedet tilsier at et brudd vil klassifiseres som "nøytralt", og kravet til materialfaktor blir dermed $\gamma_M \geq 1,4$ ref. figur 0.3 i håndbok V220 ref. [3]. Figur 5-10 viser profil V7 med nærliggende sonderinger.



Figur 5-5-10 Plantegning med sonderinger og profil V7.

Grunnen i området består av et 2-4 meter tykt tørrskorpelag over et lag siltig leire med variabel tykkelse. Under den siltige leira er det kvikkleire med mektighet på 15-25 meter. Det antas at grunnvannstand står i overgangen mellom tørrskorpe og siltig leire.

Beregningene utføres drenert med friksjonsvinkel og attraksjon $\varphi=31^\circ$ og $a=2$ kPa iht. NGI-rapport 20130642-09-R ref. [9]. Beregningene viser at det kan aksepteres en økning i poretrykket på 100 kPa målt ved dagens terrengoverflate. Det antas at størsteparten av fyllingen for støyvullen etableres som en kvalitetsfylling med drenerende lag, og at det derfor ikke vil bygge seg opp store poretrykk i fyllingen. Det forutsettes at ikke fyllingen legges ut med for høy stuff.

Tolking av lagdeling og beregninger er vist i vedlegg A tegning 260 - 261.

5.2.8 Profil V8 – Poretrykksoppbygning nord for Storlerbakken

Nord for Storler er det planlagt å fylle masser for å bedre stabiliteten ved etablering av veglinjen. Denne skal kontrolleres for å finne ut hvor stor økning i poretrykk som kan aksepteres før beregnet sikkerhet blir for lav. Økning av poretrykk vil oppstå midlertidig i anleggsfasen, så konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) vurderes til klasse 2, noe som medfører geoteknisk kategori 2 og krav til normal (N) kontroll. Et eventuelt brudd vil gå i fyllmassene og ikke omfatte sprøbruddmaterialer på større dyp. Bruddet vil klassifiseres som "nøytralt", og kravet til materialfaktor blir dermed $\gamma_M \geq 1,4$ ref. figur 0.3 i håndbok V220 ref. [3]. Figur 5-11 viser profil V8 med nærliggende sonderinger.



Figur 5-5-11 Profil V8 samt nærliggende sonderinger.

Grunnen i området består av et 2 meter tykt tørrskorpelag over et tynt leirelag med tykkelse på 1-2 meter. Under leira er det kvikk/sensitiv leire ned til 20-25 meter under terreng. Grunnvannstand antas å stå 2 meter under terreng i overgangen mellom tørrskorpe og leire.

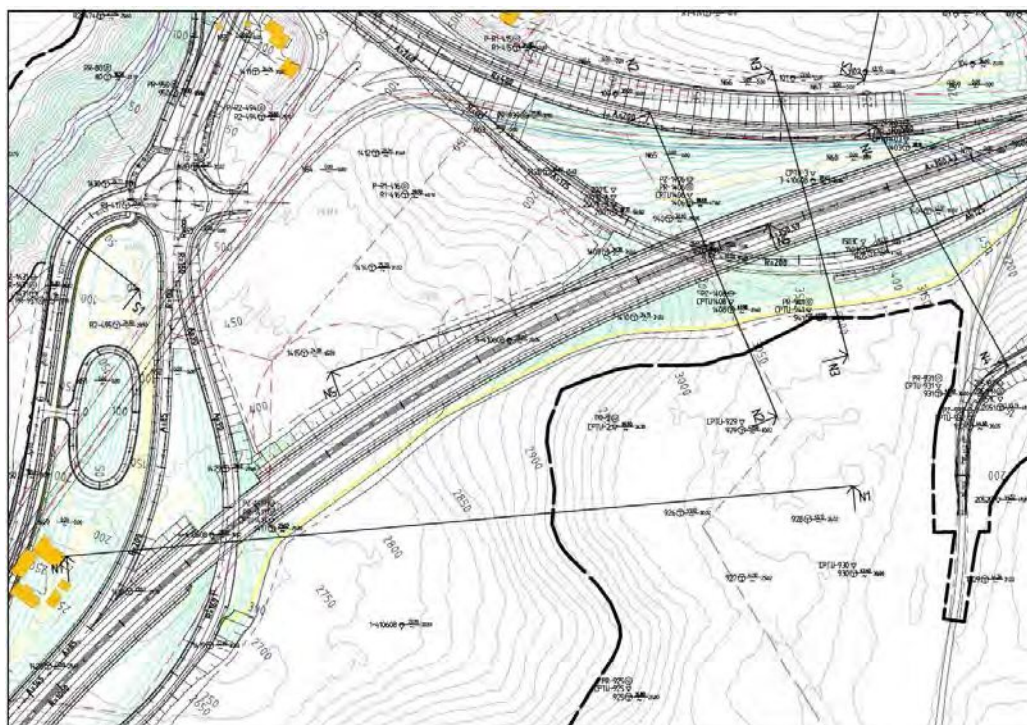
Beregningene utføres drenert med friksjonsvinkel og attraksjon $\varphi=31^\circ$ og $a=2$ kPa iht. NGI-rapport 20130642-09-R ref. [9]. Beregningene viser at det kan tillates en økning i poretrykket på 80 kPa før stabiliteten blir for dårlig. Det antas at store deler av fyllingen, og spesielt støyvollen etableres som en kvalitetsfylling med drenerende lag, og at det derfor ikke vil bygges opp store poretrykk i deler av fyllinga.

Beregninger og tolkning av lagdeling er vist i vedlegg A, figur 270 – 271.

5.3 Sørnypan

Prosjektet veglinje går gjennom kvikkleiresone nr. 1870 Klett - Sørnypan. Sonene er klassifisert med middels faregrad, konsekvensklasse alvorlig og risikoklasse 3. Veglinjen er planlagt å gå gjennom nordre del av kvikkleiresonen. Veglinjen planlegges etablert med en 11 meter høy skjæring med helning 1:2.

Det er utført stabilitetsberegninger både for den naturlige skråningen mot vest (profil N1) og for skjæringen som skal etableres der veglinjen går gjennom området (profil N2, N3 og N4). For å bevare stabilitet i skjæringen samt et trafikkerbart graveplanum vil det være nødvendig å stabilisere med kalksementpeler før utgravning foretas. Figur 5-12 viser profil N1 – N5 med nærliggende sonderinger.



Figur 5-5-12 Plantegning for området ved Sørnypan. Sondringer og profil N1 – N4 er vist.

Område ved Sørnypan inneholder sprøbruddmateriale og faller derfor inn under konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC) 3. Dette medfører blant annet at den kommer i kontrollklasse U (utvidet), som er nærmere beskrevet i figur 0.9 i ref. [3].

Materialfaktor for beregning av skråningsstabilitet for den naturlige skråningen mot vest (profil N1) settes til $\gamma_M \geq 1,4$ iht. NVE-veilederen ref. [1].

Materialfaktor for delen av området der E6 gjør inngrep i skråningen i nord (profil N2 og N3) settes til $\gamma_M \geq 1,6$ iht. "sprøtt, kontraktant brudd" og "CC3" i figur 0.3 ref. [3].

5.3.1 Profil N1 – Naturlig skråning

Det er utført en stabilitetsberegning for en naturlig skråning vest for kvikkleireområdet. Det er valgt et kritisk profil som er representativt for skråningen. Sonderinger i området tilsier at grunnen ved skråningstoppen består av siltig tørrskorpelære de øverste 1 – 2 meterne. Deretter er det et lag middels fast leire med tykkelse på 10-12 meter før det er påvist kvikkleire. Kvikkleiren har en mektighet på 15-20 meter, og går gradvis over i mindre sensitiv leire ved omtrent 30 meters dyp. Kvikkleiren kiler ut mot skråningens bunn.

Ved skråningens bunn øker det siltige tørrskorpelaget gradvis i tykkelse, samtidig som det ikke lenger er påvist kvikkleire. Leiren under det siltige topplaget er middels fast.

Skjærfasthetsprofilen tolket fra CPTU-2 er benyttet ved toppen av den naturlige skråningen. Profilet viser noe høyere skjærfasthet de øverste 10 meterne enn andre sonderinger i området, som f.eks. CPTU 1408. Det velges likevel å benytte denne da den ligger nærmere beregningsprofilen og er vurdert å være mer representativ enn andre CPTU-sonderinger.

Profilet som er benyttet ved skråningens tå er basert på tolkningen av CPTU-1417, men det er gjort en reduksjon av dette profilet på bakgrunn av ulik lagdeling. Ved borhull 1417 omfatter de øvre, mer siltige massene de øverste 13 meterne. Borhull 1416 ved skråningens tå viser at de samme siltige massene bare finnes i de øverste 2 meterne. For å korrigere for dette er skjærfasthetsprofilen fra CPTU-1417 ekstrapolert oppover.

Ekstrapoleringen er foretatt ved å ta utgangspunkt i leirmaterialet dypere enn 13 meter ved CPTU-1417. Tolkning av skjærfasthet for dette materialet viser en økning med dybden på $0,32 \cdot p_0'$, som tilsvarer en økning i skjærfasthet på om lag 3 kPa/m. Denne inklinasjonen er benyttet for å ekstrapolere leirmaterialets skjærfasthet fra 13 meter opp til 2 meter. Dette er et konservativt anslag for å unngå å overestimere skjærfastheten bestemt fra CPTU-1417. Tabell 4-22 viser verdier for de ulike skjærfasthetsprofilene som er benyttet. Øvrige materialparametere er vist i tabell 5-21.

Tabell 5-21 Materialparametere for profil N1.

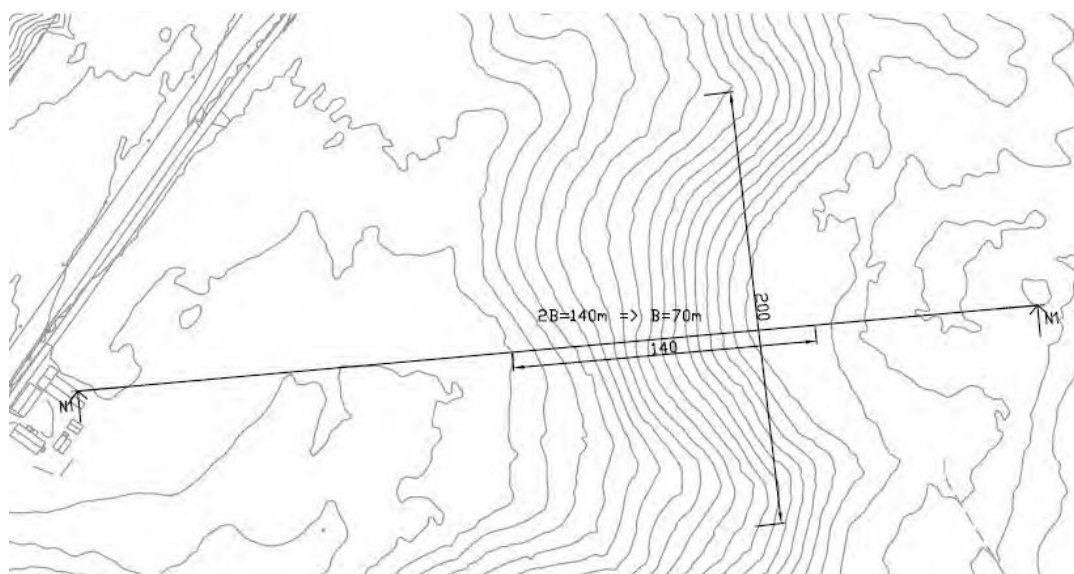
Jordart	Tyngdetetthet (γ)	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet (c_u)	Drenert skjærfasthet (a og φ)
Tørrskorpe/ siltig leire	Tyngdetetthet lik 19,5 kN/m ³ er forutsatt (konstant med dybden).	Poretrykk iht. Pz-932 benyttet; hydrostatisk, 1 meter under terrengnivå. I bunn av skråning er hydrostatisk grunnvannstand i terreng antatt.	<u>Topp skråning:</u> Skjærfasthetsprofil fra CPTU-2 ref. [9]. <u>Bunn skråning:</u> Redusert skjærfasthet fra CPTU-1417 iht. beskrivelse over.	Benytter $\varphi=31^\circ$ og $a=2\text{kPa}$ iht. ref. [9].
Leire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----
Kvikkleire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' ----- Reduserer skjærfasthet med 15%, 10% og 5% i aktiv, direkte og passiv sone.	----- '' -----
Leire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----

Tabell 5-22 Skjærfasthetsprofiler for profil N1.

CPTU-2		CPTU-1417		CPTU-1417, redusert	
Dybde [m]	$c_{u,A}$, [kPa]	Dybde [m]	$c_{u,A}$, [kPa]	Dybde [m]	$c_{u,A}$ [kPa]
0	60	0	115	0	36
2	45	3	115	2	36
5	55	5	52	5	45
10	64	10	60	10	60
30	102	13	69	13	69
		30	120	30	120

Resultater

Udrenerte beregninger viser sikkerhetsfaktor på $F_c = 1,29$ uten inkludering av NC-bæreevneprinsipp. Prinsippet er forklart i kapittel 3 i denne rapporten. For skråningen ved Sørnypan har kritisk bruddflate en lengde, $2B$, på 140 meter, og bruddet antas å ha en maksimal bredde, L , på om lag 200 meter, se figur 5-13. Dette fører til et B/L -forhold på 0,35.



Figur 5-5-13 Lengde og antatt bredde for kritisk skjærflate for profil N1. Målene gir grunnlaget for beregning av 3D-effekter ved bruk av NC-bæreevneprinsipp.

Med lineær interpolasjon fra figur 6.9 ref. [3] tilsvarer dette en økning i sikkerhet på 7,7%. Med økning fra NC-bæreevneprinsippet blir dermed sikkerhetsfaktoren $F_c = 1,39$. Dette er marginalt mindre enn kravet til sikkerhet på 1,4. Tatt i betraktning fraværet av aktiv erosjon og det at skråningen tidligere har vært utsatt for utslaking i forbindelse med jordbruk gjør at vi anser skråningen som trygg og sikkerheten som tilstrekkelig.

Drenerte beregninger viser sikkerhetsfaktor på $F_c, \varphi = 2,35$.

Det er vist beregninger med sammensatte skjærflater for udrenert tilfelle. Beregningene viser sikkerhetsfaktor på $F_c = 1,43$. Stabilitetsberegninger og tolking av lagdeling er vist i vedlegg A figur 300 – 302.

5.3.2 Profil N2 - Vegskjæring

Der veglinjen skjærer gjennom området skal det etableres en skjæring med helning 1:2 og største høyde 11 meter. Området skal stabiliseres med kalksementpeler før utgravning finner sted. Dette er nødvendig både for å ivareta stabilitet etter utgraving og trafikkerbarhet i anleggsfasen. Det gjøres beregninger for å finne en gjennomsnittlig skjærfasthet som er nødvendig i det kalksementstabiliserte materialet.

Grunnen der vegskjæringen kommer består av tørrskorpe de øverste 1-2 meterne, og deretter kvikkleire ned til omtrent 30 meter. Etter 30 meter avtar sensitiviteten gradvis med dypet.

Skjærfasthetsprofil tolket fra CPTU-1408 er benyttet ved toppen av skjæringen og videre i materialet bakover. Ved skjæringens tå benyttes skjærfasthet basert på tolking av CPTU-1502. Tabell 4-24 viser verdier for de ulike skjærfasthetsprofilene som er benyttet. Øvrige materialparametere er presentert i tabell 5-23.

Tabell 5-23 Materialparametere for profil N2.

Jordart	Tyngdetetthet (γ)	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet (C_u)	Drenert skjærfasthet (a og φ)
Tørrskorpe/ siltig leire	Tyngdetetthet lik 19,5 kN/m ³ er forutsatt (konstant med dybden).	Poretrykk iht. Pz-1408; <u>Topp</u> : 1 m under terreng, hydrostatisk poretrykksøkning. <u>Bunn</u> : Hydrostatisk grunnvannstand i terreng.	<u>Topp skråning</u> : Skjærfasthetsprofil fra CPTU-1408 ref. [9]. <u>Bunn skråning</u> : Skjærfasthetsprofil fra CPTU-1502.	Benytter $\varphi=31^\circ$ og $a=2\text{kPa}$ iht. ref. [9].
Kvikkleire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' ----- Reduserer skjærfasthet med 15%, 10% og 5% i aktiv, direkte og passiv sone.	----- '' -----
Leire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----
Kalk- sement 1	20 kN/m ³	----- '' -----	70 kPa gjennomsnittlig skjærfasthet	Regnes ikke drenert
Kalk- sement 2	20 kN/m ³	----- '' -----	70 kPa gjennomsnittlig skjærfasthet	Regnes ikke drenert
KS traubunn	20 kN/m ³	----- '' -----	240 kPa gjennomsnittlig skjærfasthet	Regnes ikke drenert

Tabell 5-24 Skjærfasthetsprofiler benyttet ved profil N2.

CPTU-1408		CPTU-1502	
Dybde [m]	$c_{u,A}$ [kPa]	Dybde [m]	$c_{u,A}$ [kPa]
0	35	0	50
5	35	2	50
10	42	10	42
12	38	27	80
15	40	30	103
25	64	40	150
30	81		
40	130		

Beregninger for å finne nødvendig midlere skjærfasthet i et kalksementstabilisert materiale tar utgangspunkt i stabilisering ned til 25 meter under dagens terreng, som er maksimal stabiliseringsdybde med dagens utstyr. Det anbefales at det varieres i hvilken dybde KS-pelene settes (20-25 meter) for å unngå en sammenhengende svekket sone under pelene. Plan for kalksementstabilisering av området er omtalt i kapittel 5, med skisser vist i vedlegg D.

Resultater

Tiltaket med kalksementstabilisering er utformet for å gi sikkerhet $\gamma_M \geq 1,60$. Det er tatt utgangspunkt i en anleggsfase med 3 meter dypere utgravning for å bestemme nødvendig midlere skjærfasthet i KS-materialet. Udrenerte beregninger viser at nødvendig midlere skjærfasthet i KS-materiale for å opprettholde tilstrekkelig stabilitet i skjæringen er 70 kPa nord for traubunn og 70 kPa sør for traubunn. Det må stabiliseres minimum 10 meter bak topp skråning. I tillegg må det stabiliseres til en midlere skjærfasthet på 240 kPa under traubunn. Det må forsterkes både nord og sør for traubunn for å opprettholde trafikkerbarhet og et robust graveplanum. All stabilisering forutsettes utført iht. kalksementveileder ref. [12]. Beregninger med dette tiltaket viser udrenert sikkerhet i anleggsfasen på $F_c = 1,58$ og $F_c = 1,78$ i ferdig tilstand.

Kalksementveilederen ref. [12] krever at stabilitet mellom ribber dokumenteres. Med utgangspunkt i enkle ribber med en senteravstand på 3,5 meter vil bredden av et eventuelt brudd mellom ribbene være 3,0 meter. I GeoSuite stabilitet kan en ta inn en sidefriksjonsfaktor for å ta hensyn til sidekantenens stabiliserende bidrag. Faktoren bestemmes ut fra formelen $2/B$. Dette gir en stabilitetsfaktor på 0,667.

For å ta hensyn til reduksjon i skjærfasthet mellom ribber i leira nært KS-pelene er det tatt utgangspunkt i figur 4-3 i NGI-notat 20130642-12-TN ref. [13]. Figuren viser en reduksjon i fasthet på opptil 75% av opprinnelig fasthet i omkringliggende materiale etter 7 dagers herdetid. Ved å kun benytte 25% av sidefriksjonen i beregningen vil sidefriksjonsfaktoren være 0,167. Dette anses som en konservativ verdi da tiden mellom stabilisering og utgravning av skjæringen vil være mye mer enn 7 dager, og materialet vil gradvis rekonsolideres over tid. Udrenert beregning med sidefriksjonsfaktor på 0,167 viser en sikkerhet på $F_c = 1,63$.

En drenert beregning på stabilitet mellom ribber representerer en langtidstilstand der poreovertrykket fra peleinstallasjon i stor grad vil ha dissipert. Drenert beregning gjøres derfor uten reduksjon i sidefriksjonsfaktoren, med faktor på 0,667. Dette gir en drenert sikkerhet på $F_c, \varphi = 1,69$.

Beregninger av kalksementstabilisert skråning og stabilitet mellom ribber viser at stabiliteten mellom ribber er dimensjonerende. For å sikre en tilstrekkelig robust løsning er det etter diskusjon med SVV kommet frem til en løsning med annenhver enkle og doble ribber i skjæringa. Dette resulterer i høyere gjennomsnittlig skjærfasthet enn det som er beregningsmessig nødvendig i områdene der det skal stabiliseres til gjennomsnittlig skjærfasthet <100 kPa. Vi kan se på muligheten for å redusere KS-innblandingsmengden senere.

For den søndre delen av skjæringa vil KS-stabilisert sone gå dypere enn det som er tolket som kvikkleire, og KS-pelene vil oppnå lavere fasthet iht. kalksementnotatet ref. [13]. Som følge av løsningen med annenhver enkle og doble ribber blir gjennomsnittlig skjærfasthet likevel høyere enn 70 kPa som er beregningsmessig nødvendig (løsningen gir 87 kPa). Det gjøres derfor ikke noen ekstra tiltak i prosjekteringen for å ta hensyn til denne lagdelingen.

Plan for plassering av peler samt innblandingsmengder er vist i vedlegg D. Tolket lagdeling og stabilitetsberegninger er vist i vedlegg A tegning 310 – 314.

5.3.3 Profil N3 - Fundamentlast

Søndre landkar for Klettbrua vil stå i skjæringen ved Sørnypan. Det er gjort beregninger for å dokumentere stabilitet av skjæringen ved påkjent fundamentlast. Selve bæreevnen av fundamentet er dokumentert i NGI-rapport 20130642-10-R ref. [14].

Lagdelingen ved N3 er relativt lik som for N2, med et tynt tørrskorpelag på 1-2 meter over et kvikkleirelag ned til 15 - 20 meters dyp. Fra 20 meter avtar sensitiviteten gradvis mot dypet.

Det er planlagt å stabilisere som ved profil N2, med kalksementpeler ned til 25 meters dyp. Under selve fundamentet er det tenkt å etablere en KS-blokk med gjennomsnittlig skjærfasthet på 300 kPa. Udrenert skjærfasthet bestemmes fra tolking av CPTU-1503 ref. [9]. Verdier for det udrenerte skjærfasthetsprofilen som er benyttet er vist i tabell 4-26. Øvrige materialparametere er vist i tabell 5-25.

Tabell 5-25 Materialparametere for profil N3.

Jordart	Tyngdetetthet (γ)	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet (c_u)	Drenert skjærfasthet (a og φ)
Tørrskorpe/siltig leire	Tyngdetetthet lik 19,5 kN/m ³ er forutsatt (konstant med dybden).	Poretrykk iht. Pz-1406; <u>Topp</u> : 2 m under terreng, poretrykksøkning på 9 kPa/m. <u>Bunn</u> : Hydrostatisk grunnvannstand i terreng.	<u>Topp</u> : Skjærfasthet tolket fra CPTU-1503 benyttet. <u>Bunn</u> : Skjærfasthet tolket fra CPTU-1403 benyttet.	Benytter $\varphi=31^\circ$ og $a=2\text{kPa}$ iht. ref. [9].
Kvikkleire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' ----- Reduserer skjærfasthet med 15%, 10% og 5% i aktiv, direkte og passiv sone.	----- '' -----
Leire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----
KS blokk	20 kN/m ³	----- '' -----	300 kPa gjennomsnittlig skjærfasthet	Regnes ikke drenert.
KS traubunn	20 kN/m ³	----- '' -----	190 kPa gjennomsnittlig skjærfasthet	Regnes ikke drenert.
KS venstre	20 kN/m ³	----- '' -----	120 kPa gjennomsnittlig skjærfasthet	Regnes ikke drenert.
KS høyre	20 kN/m ³	----- '' -----	70 kPa gjennomsnittlig skjærfasthet	Regnes ikke drenert.

Tabell 5-26 Skjærfasthetsprofiler benyttet ved N3.

CPTU-1503		CPTU-1403	
Dybde [m]	$C_{u,A}$, [kPa]	Dybde [m]	$C_{u,A}$, [kPa]
0	40	0	35
10	40	2	35
70	210	4	40
		6	39
		10	49
		17	70
		23	80
		28	80
		48	140

Resultater

Beregninger viser en udrenert sikkerhet ved landkaret på $F_c = 1,61$ i anleggsfasen og $F_c = 1,70$ etter ferdig tiltak, som er tilstrekkelig i henhold til SVV håndbok V220 ref. [3]. Det er ikke gjort beregninger for å se på muligheten for utglidning av fundamentet mellom ribber, da fundamentet er såpass bredt at det strekker seg over flere ribber. Det som er beskrevet som "gjennomsnittlig skjærfasthet" vil dermed være representativt. Når det gjelder stabilitet av jordmateriale mellom ribbene anses beregningen fra profil N2 som tilstrekkelig, da tilfellet beregnet der er mer konservativt enn for dette profilet. Etersom skråningshelningen er brattere.

Stabiliteten er tilstrekkelig for fundamentlast i skråningen. Tolking av lagdeling og stabilitetsberegninger er vist i vedlegg A tegning 320 – 322.

5.3.4 Profil N4 – Skjæring

Det er gjort en stabilitetsvurdering for den nordøstre del av skjæringen for å finne nødvendig utbredelse og fasthet av kalksementstabilisert materiale.

Lagdelingen ved N4 er relativt lik som for N3, med et tynt tørrskorpelag på 1-2 meter over et kvikkleirelag ned til om lag 20 meters dyp. Fra 20 meter avtar sensitiviteten gradvis mot dypet.

Det er planlagt å stabilisere som ved profil N2, med kalksementpeler ned til 25 meters dyp. Udrenert skjærfasthet bestemmes fra tolking av CPTU-1403 ref. [9]. Verdier for det udrenerte skjærfasthetsprofilet som er benyttet er vist i tabell 5-28. Øvrige materialparametere er vist i tabell 5-27.

Tabell 5-27 Materialparametere for profil N4.

Jordart	Tyngdetetthet (γ)	Poretrykk (u)	Udrenert skjærfasthet (c_u)	Drenert skjærfasthet (a og φ)
Tørrskorpe/ siltig leire	Tyngdetetthet lik 19,5 kN/m ³ er forutsatt (konstant med dybden).	Poretrykk iht. Pz-1403; <u>Topp</u> : 2 m under terreng, poretrykksøkning på 9 kPa/m. <u>Bunn</u> : Hydrostatisk grunnvannstand i terreng.	Skjærfasthet tolket fra CPTU-1403 benyttet i hele skjæringen.	Benytter $\varphi=31^\circ$ og $a=2\text{kPa}$ iht. ref. [9].
Kvikkleire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' ----- Reduserer skjærfasthet med 15%, 10% og 5% i aktiv, direkte og passiv sone.	----- '' -----
Leire	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----	----- '' -----
KS traubunn	20 kN/m ³	----- '' -----	140 kPa gjennomsnittlig skjærfasthet	Regnes ikke drenert.
KS venstre	20 kN/m ³	----- '' -----	120 kPa gjennomsnittlig skjærfasthet	Regnes ikke drenert.
KS høyre	20 kN/m ³	----- '' -----	70 kPa gjennomsnittlig skjærfasthet	Regnes ikke drenert.

Tabell 5-28 Skjærfasthetsprofil benyttet ved N4.

CPTU-1403	
Dybde [m]	$c_{u,A}$, [kPa]
0	35
2	35
4	40
6	39
10	49
17	70
23	80
28	80
38	100
58	150

Resultater

Beregninger viser en udrenert sikkerhet ved landkaret på $F_c = 1,60$ og $F_{c,\varphi} = 1,62$ i anleggsfasen og $F_c = 1,76$ etter ferdig tiltak, som er tilstrekkelig i henhold til SVV håndbok V220 ref. [3]. Når det gjelder stabilitet av jordmateriale mellom ribbene anses beregningen fra profil N2 som tilstrekkelig, da tilfellet beregnet der er mer konservativt enn for dette profilet siden skråningshøyden er større. Beskrivelse av utbredelse og omfang av KS-stabilisering er vist i vedlegg C.

Stabiliteten er tilstrekkelig for den nordøstre delen av skjæringen med kalksementstabilisering som vist for N4. Tolking av lagdeling og stabilitetsberegninger er vist i vedlegg A tegning 330 – 332.

5.3.5 Profil N5 – Poretrykksoppbygning

Ved installasjon av KS-peler vil det bygge seg opp poretrykk som følge av massefortrengning i grunnen. Økt poretrykk vil forverre stabiliteten. Det er derfor gjort beregninger for skråningen vest for planlagt skjæring ved profilnummer 3000 for å finne ut hvor stor poretrykksøkning som kan tillates før beregnet sikkerhet blir for lav. Et brudd som følge av økt poretrykk vil tilfalle konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) 3, noe som medfører geoteknisk kategori 3 og krav til utvidet (U) kontroll. Et brudd vil inkludere kvikkleire, og dermed klassifiseres som "sprøtt, kontraktant", noe som medfører krav til materialfaktor lik $\gamma_M \geq 1,6$ ref. figur 0.3 i håndbok V220 ref. [3].

Grunnen i området består av et lag tørrskorpe med en tykkelse på 2 meter over et mektig kvikkleirelag som strekker seg ned til 20-25 meters dyp. Sensitiviteten avtar mot dypet fra kote +15. Grunnvannstand antas å stå omtrent 2 meter under terreng, i overgangen mellom tørrskorpeleire og kvikkleire.

Beregninger utføres med drenerte materialparametere friksjonsvinkel og attraksjon $\varphi=31^\circ$ og $a=2$ kPa iht. NGI-rapport 20130642-09-R ref. [9].

Beregningene viser at det kan aksepteres en poretrykksøkning på 65 kPa målt 4 meter under terrengnivå.

Tolking av lagdeling og beregninger er vist i vedlegg A tegning 340 - 341.

5.4 Jordskjølvberegninger

For skjæringen ved Sørnypan må det utføres en seismisk analyse for å dokumentere sikkerheten under et jordskjelv. Bakgrunnen for dette er at fundamentet for K35 Klettbrua står i skjæringen. Klettbrua leder trafikken fra E39 over E6, og brua er definert i seismisk klasse IV. Brua kommer ikke innenfor utelatelseskriteriet iht. pkt. NA.3.2.1(5)P i eurocode 8 ref. [15]: "*For bruer i seismisk klasse IV kreves alltid påvisning av tilstrekkelig sikkerhet etter NS-EN 1998*". Ettersom bruas funksjon er avhengig av skjæringens stabilitet må også skjæringen kontrolleres for seismisk påvirkning.

Det er utført en tidshistorieanalyse (TH-analyse) i elementprogrammet Plaxis 2D AE for å finne skjærtøyninger og deformasjoner ved seismisk lastpåvirkning. Tidshistorieanalysen utføres ved at en modell av skjæringen utsettes for en akselerasjonstidshistorie fra et jordskjelv skalert for verdier tilsvarende Trondheim iht. Eurokode 8 figur NA.3(901) ref. [15]. Geometrien som benyttes for analysen er den samme som for profil N2.

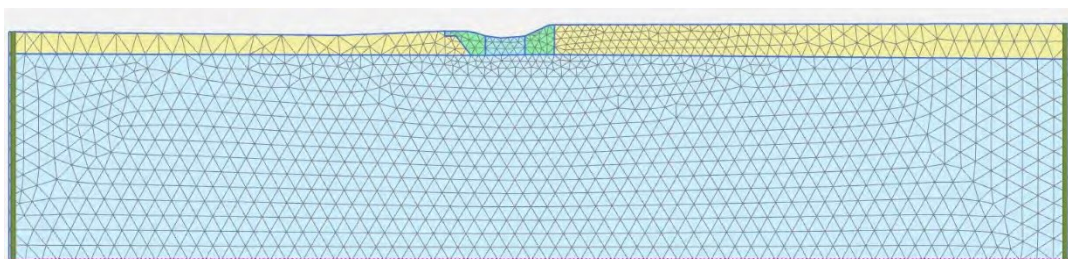
Per dags dato finnes det ikke eksakte krav til hvordan resultater fra tidshistorieanalyser skal vurderes. Det tas derfor utgangspunkt i forslag til veiledning til SVVs håndbok fra NGFs stabilitetskurs i Trondheim 4. – 5. februar ref. [16]. Dette er enda ikke ment for bruk, men presenterer generelle ideer for hvordan resultater fra tidshistorieanalyser med elementmetodeprogram kan vurderes. Kravene er som følger:

1. Utfører TH-analyse med FEM-program, inkluderer rate-effekt.
2. Sjekker skjærtøyninger etter analysen:
 - i. Hvis permanent skjærtøyning overstiger 2% i kvikkleire og 5% i leire => antar at skråningen raser.
 - ii. Hvis permanent skjærtøyning overstiger 1% i kvikkleire og 3% i leire => Må sjekke statisk stabilitet med c - φ -reduksjon på nytt med redusert c_u pga. nedbrytning av fasthet pga. jordskjelvets sykliske laster (RIF 3.2 ref. [17]).
 - iii. Hvis permanent skjærtøyning ikke overstiger 1% i kvikkleire og 3% i leire => ikke nødvendig å redusere skjærfastheten og sjekke statisk sikkerhet.
3. Vurder om deformasjon er akseptabel mht. konstruksjonens funksjon.

5.4.1 Modellering

Geometri

Det er brukt Mohr-Coulomb jordmodell da det hovedsakelig er skjærbølgehastigheten og dempningen i materialet som styrer responsen. Geometrien for selve skjæringen er den samme som for profil N2, men den er utvidet ca. 200m horisontalt i hver retning for å forhindre uheldig innvirkning på resultatene fra randbetingelsene. Modellen og elementinndelingen som er benyttet er vist i figur 5-14.



Figur 5-5-14 Modell og elementinndeling som er benyttet for tidshistorieanalysene.

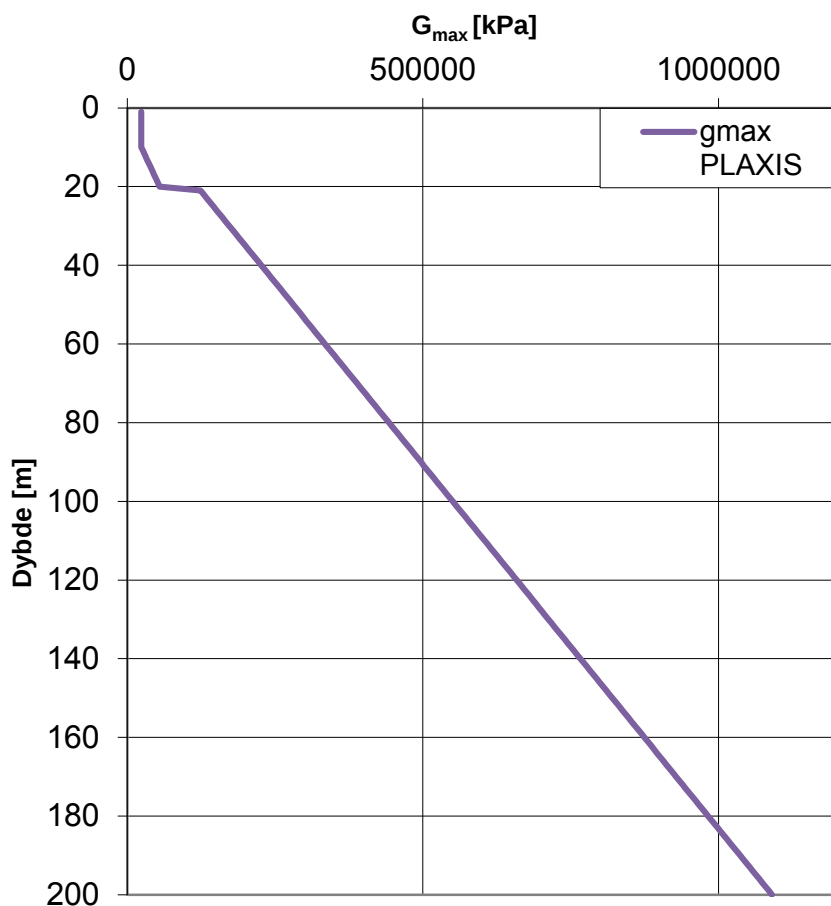
Materialparametere

Materialparametere som er benyttet i beregningene er bestemt fra NGI-rapport 20130642-09-R ref. [9] og teknisk notat 20130642-11-TN ref. [18]. De viktigste materialparametere som er benyttet er vist i tabell 5-29. Komplette oversikt over parametere er vist i vedlegg C. Det gjøres oppmerksom på at skjærfastheten som er benyttet er økt med 40% for å ta hensyn til økning i fasthet som følge av høy tøyingsrate ref. [17] pkt. 3.2.

Tabell 5-29 De viktigste materialparametere benyttet i tidshistorieanalysen.

	KS-Blokk	KS-Skråning	Kvikkleire	Leire
Tyngdetetthet, [kN/m ³]	20,0	20,0	19,5	19,5
G _{,ref} [kPa]	225 000	120 000	23 700	70 000
G _{,inc} [kPa/m]	0	0	3 100	5 400
Cu _{,ref} [kPa]	336	98	56	56
Cu _{,inc} [kPa/m]	0	0	4,3	4,3

Tøyningskompatibel skjærmodul, G_{max}, er bestemt fra korrelasjoner i NGI notat 20130642-11-TN Responsspekter ref. [18]. Skjærmodulen er avgjørende for skjærbølgehastigheten da disse henger sammen med uttrykket $V_s = \sqrt{G/\rho}$. Verdier for G_{max} er vist i figur 5-15.



Figur 5-5-15 Skjærmodulprofil for kvikkleire og leire i tidshistorieanalysen.

Tidshistorier

Det Valg av tidshistorier for analysene er valgt iht. NS-EN 1998-1:2004 pkt. 3.2.3.1 ref. [15]. Det er brukt målinger av tre reelle skjelv som er skalert til gjeldende verdi for Trondheim, $a_{g,40Hz} = 0,37 \text{ m/s}^2$. Målingene er fra Nahanni, Canada, 1985.12.23, registrert ved Site 3, Friuli, Italia, 1976.09.11, registrert ved Tarcento, og Imperial Valley, USA, 1979.10.15, registrert ved Superstition Mountain, henholdsvis EQ4, EQ5 og EQ6. Akselerogrammene tilfredsstiller betingelsene i pkt. 3.2.3.1.2 ref. [15]. Tidshistoriene som er benyttet er vist i vedlegg C.

Randbetingelser

Det ble benyttet "free-field" betingelser på modellens sider og "compliant base" i bunn av modellen. Disse randbetingelsene tillater absorbering av innkommende bølger samtidig som de muliggjør jordskjelvinput i form av en akselerasjonstidshistorie i bunn av modellen. Disse randbetingelsene er generelt foretrukket for jordskjelvanalyser i Plaxis 2D AE, ref. [19].

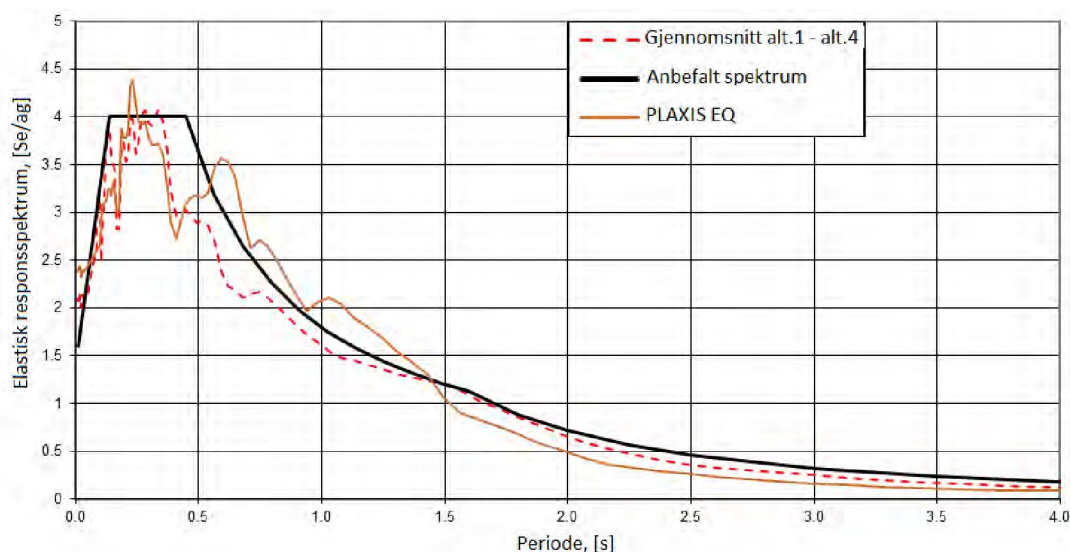
Dempning

For å modellere riktig dempning i materialet er det tatt utgangspunkt i responsspekterne som ble funnet i Teknisk notat 20130642-11-TN Responsspekter ref. [18]. Dempningen som inngår i analysene for responsspekterne er prosentvis dempning iht. endimensjonal svingningsteori. I Plaxis benyttes Rayleigh dempning som benytter separate dempningsparametere, α og β , for masse- og stivhetsmatrisen. Dempningsparameterne α og β representerer dempning av henholdsvis høye og lave frekvenser. For ytterligere teori om Rayleigh-demping henvises det til f.eks. *Dynamics of Structures*, s. 455-464, ref. [20].

For å finne riktige verdier for dempningen er det laget en modell i Plaxis med horisontale lag tilsvarende lagdelingen som ble benyttet i SHAKE(N)-analysen, samt identisk skjærmodul for de ulike materialene. Deretter ble gjort iterasjoner med ulike verdier for α og β til samsvar med "free field" responsen fra SHAKE(N) ble oppnådd. Figur 5-16 viser samsvar mellom responsspekterne fra Plaxis og SHAKE(N). Verdier for α og β som ble benyttet i de endelige beregningene er vist i tabell 5-30.

Tabell 5-30 Dempningsparametere for tidshistorieanalyse.

	KS-Blokk	KS-Skråning	Kvikkleire	Leire
Rayleigh α	0,3763	0,3763	1,003	0,815
Rayleigh β	$1,793 \cdot 10^{-3}$	$1,793 \cdot 10^{-3}$	$2,391 \cdot 10^{-3}$	$2,689 \cdot 10^{-3}$



Figur 5-5-16 Samsvar mellom responsspekter fra Plaxis, SHAKE(N) og anbefalt responsspektrum.

5.4.2 Resultater

Diagrammer som viser skjærtøyninger og deformasjon i utvalgte relevante punkter i tilknytning til skjæringen er vist i vedlegg C. Største skjærtøyninger og deformasjoner er vist i tabell 5-31.

Tabell 5-31 Største tøyninger og deformasjoner i skjæringen ved Sørnypan for tre ulike tidshistorier.

	EQ4C	EQ5A	EQ6A
Skjærtøyninger, γ_s , [%]	0,48	0,66	0,86
Forskyvninger, $ u $, [mm]	63,5	91,9	75,5

Skjærtøyningene som oppstår er mindre enn 1% som er en grenseverdi iht. NGFs stabilitetskurs ref. [16] og det er dermed ikke nødvendig å redusere skjærfasthet som følge av syklisk degradering. Dette underbygges av at skjærtøyninger i den størrelsesorden som opptrer i modellen er mindre enn bruddtøyninger som oppstår i laboratorieforsøk. Størrelsen på tøyningene anses derfor å være akseptable.

Deformasjonene som oppstår ved toppen av skjæringen er i underkant av 10 cm på det meste. Deformasjonsplottene i vedlegg C viser imidlertid at bevegelsene er tilnærmet lik i alle de beregnede punktene, noe som indikerer at det er små relative deformasjoner i modellen. Figur C13 i vedlegg C viser at største relative differanse etter jordskjelvet er omtrent 2 cm. Deformasjonene er såpass små at de ikke vurderes å virke inn på konstruksjonens funksjon. Størrelsen på deformasjonene anses derfor å være akseptable.

Basert på resultatene fra tidshistorieanalysene betraktes skjæringens sikkerhet mot seismisk lastpåvirkning som tilstrekkelig.

6 Utforming og utbredelse av kalksementstabilisering

6.1 Skjærfasthet

I kapittel 4 er det funnet hvilken midlere skjærfasthet skjæringen ved Sørnypan og øst ved profilnummer 4600 må ha for at sikkerheten skal tilfredsstillende gjeldende regelverk. Midlere skjærfasthet i stabilisert materialet bestemmes ut fra forholdet mellom pelearealet og arealet av ustabilisert leire, gitt av uttrykket ref. [12]:

$$c_{c;m} = a * c_{u;pel} + (1 - a) * c_{u;jord}$$

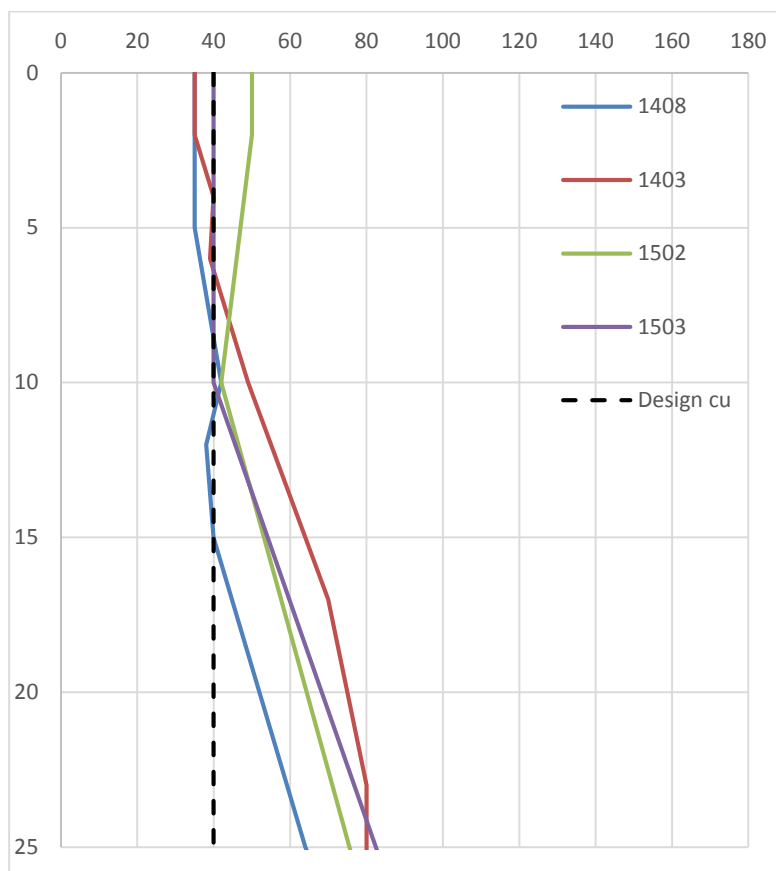
Hvor

- $c_{u;m}$ = Gjennomsnittlig skjærfasthet i det totale jordvolumet
- $c_{u;pel}$ = Skjærfasthet i stabilisert materiale
- $c_{u;jord}$ = Skjærfasthet i omkringliggende leire
- a = Stabilisert dekningsgrad (pelenes andel av overflaten)

Med bakgrunn i denne formelen bestemmes senteravstand mellom ribber for å oppnå nødvendig skjærfasthet.

For å ta høyde for reduksjon i skjærfasthet i leirmaterialet mellom ribbene er det valgt en verdi som er lavere enn gjennomsnittet av leiras skjærfasthet de øverste 25 meterne (kalksementpelenes lengde), som vist i figur 6-1. Valgt skjærfasthet på 40 kPa tilsvarer en reduksjon i fasthet på omtrent 25%.

Skjærfastheten i kalksementstabilisert materiale er som beskrevet i NGI-notat 20130642-12-TN ref. [13] bestemt til å være 425 kPa for stabilisering med 90 kg/m³ etter 2 måneder herdetid. Dette legges til grunn for beregninger av midlere skjærfasthet for kalksementstabilisering ved Sørnypan. For stabiliseringen i Storlerbakken velges det å benytte innblanding med 50 kg/m³ for å unngå for stor avstand mellom ribbene. Ved innblanding av 50 kg/m³ er gjennomsnittlig skjærfasthet etter 2 måneder herding 275 kPa iht. ref. [13]. Skisse som viser plassering av kalksementpeler for å oppnå ønsket midlere skjærfasthet samt utbredelse av KS-stabilisering er vist i vedlegg D.



Figur 6-1 Skjærfasthetsprofiler knyttet til skjæringen samt benyttet verdi for leirmateriale med redusert fasthet mellom ribber.

6.2 Utbredelse og utforming

For å finne utbredelsen av kalksementmateriale er det tatt utgangspunkt i stabilitetsberegningene for profil N2 til N4, der nødvendig midlere skjærfasthet samt utbredelse av dette er bestemt. Utbredelsesområdet er vist i vedlegg D figur D1.

Når det gjelder plassering og utformingen av KS-pelene ved Sørnypan er dette tenkt utført ved å ha annenhver enkle og doble ribber i helningsretning, med senteravstand tilsvarende det som er oppgitt for å unngå utglidning mellom ribbene. Dette gjøres for å sikre enhetlig oppførsel av stabilisert materiale. Det installeres doble ribber for å sikre robusthet av løsningen. Ekstra forsterking der det er nødvendig (doble ribber og tverribber) installeres som skissert i vedlegg D figur D2. Skisser for hvordan stabilisering til ulik midlere skjærfasthet oppnås er vist i vedlegg D figur D5 – D9.

For skjæringen i øst ved profilnummer 4600 settes annenhver enkle og doble ribber med senteravstand tilsvarende det som kreves for å unngå utglidning mellom ribbene. Supplering med enkeltpeler kan være nødvendig for å sikre robust graveplanum.

7 Resultater

En sammenstilling av resultatene fra stabilitetsberegningene er presentert i tabell 7-1. Det er vist gjennom beregningene i denne rapporten at stabiliteten i området, med de tiltak og forutsetninger som ligger til grunn, er tilstrekkelig iht. gjeldende regelverk ref. [3] og [1].

Tabell 7-1 Resultater fra stabilitetsberegningene. Krav til materialfaktor iht. SVV håndbok V220 er vist i 2. kolonne.

Profil	Krav til γ_M Sprøtt/nøytralt	Oppnådd γ_M	Prosentvis forbedring (krav/oppnådd)	OK?
S1	$\geq 1,5$ / 1,4 / %-vis forbedring	Drenert: 1,73 Udrenert: 1,68		OK
S2	$\geq 1,5$ / 1,4 / %-vis forbedring	Drenert: 2,04 Udrenert: 1,36	+8,4% / +10,1 %	OK
S3	$\geq 1,5$ / 1,4 / %-vis forbedring	Drenert: 1,82 Udrenert: 1,32	+20 % / +31 %	OK
S4	$\geq 1,6$ / 1,5 / %-vis forbedring	Drenert: 1,92 Udrenert: 2,65		OK
S5	$\geq 1,4$	Drenert: 1,50 Udrenert: 1,68		OK
V1	$\geq 1,5$ / 1,4	Drenert: 1,45 Udrenert: 1,71		OK
V2	$\geq 1,5$ / 1,4	Drenert: 1,47 Udrenert: 1,47		OK
V3	$\geq 1,5$ / 1,4	Drenert: 1,49 Udrenert: 1,49		OK
V4	$\geq 1,6$ / 1,5	Drenert: 3,22 Udrenert: 2,09		OK
V5	$\geq 1,6$ / 1,5	Drenert: 1,83 Udrenert: 1,77		OK
V5, Mellom ribber	$\geq 1,6$ / 1,5	Drenert: 1,60 Udrenert: 2,74		OK
V6	$\geq 1,4$	Drenert: 1,62 Udrenert: 1,40		OK
N1	$\geq 1,4$	Drenert: 2,35 Udrenert: 1,39		OK
N2	$\geq 1,6$	Udrenert: 1,58		OK
N2, mellom ribber	$\geq 1,6$	Drenert: 1,69 Udrenert: 1,63		OK
N3	$\geq 1,6$	Udrenert: 1,61		OK
N4	$\geq 1,6$	Udrenert: 1,60 Drenert: 1,62		OK
Jordskjelv	$\gamma_s < 1\%$	$\gamma_{s,max} = 0,0112\%$		OK

Der det er fare for at stor poretrykksøkning under etablering av støyvoller og fyllinger er det gjort beregninger for å bestemme hvor stor poretrykksøkning som kan tillates før sikkerheten blir for lav. Tabell 7-2 oppsummerer disse beregningene.

Tabell 7-2 Sammenstilling av tillatt poretrykksøkning for ulike profil i prosjektområdet.

Profil	Krav til γ_M	Oppnådd γ_M	Tillat poretrykksøkning
S5	$\geq 1,4$	Sør for E6: 1,40 Nord for E6: 1,42	Sør for E6: 80 kPa Nord for E6: 60 kPa
V2	$\geq 1,4$	1,39	20 kPa
V3	$\geq 1,4$	1,39	20 kPa
V7	$\geq 1,4$	1,41	100 kPa
V8	$\geq 1,4$	1,41	80 kPa
N5	$\geq 1,6$	1,71	60 kPa

8 Tiltaksbeskrivelse

8.1 Heving av Søra

For å bevare tilstrekkelig stabilitet i området må elva Søra heves. For å forhindre at erosjon utløser skred må bekkeløpet erosjonssikres. Heving av Søra medfører etablering av flere kulverter og strekninger med terskeltrapper, noe som er håndtert i NGI-rapport 20130642-07-R "Konstruksjoner i Søra" ref. [21]. Elveløpet skal heves med opp mot 6 meter enkelte steder, noe som medfører en betydelig stabilitetsforbedring for det omkringliggende terrenget.

8.2 Kalksementstabilisering

Store områder ved Sørnypan og Storler må stabiliseres med Kalksement før utgraving kan finne sted. Stabilitetsberegninger fra områder som skal stabiliseres er beskrevet i kapittel 4. Som grunnlag for bestemmelse av KS-stabilisering beregnes det en gjennomsnittlig oppnådd skjærfasthet i det stabiliserte materialet. Deretter bestemmes stabiliseringsmønster og innblandingsmengde for å oppnå beskrevet fasthet.

For skjærfastheten som er benyttet i KS-peler i denne rapporten er det forutsatt en herdetid på 2 mnd. Innblandingsmengde i KS peler varierer mellom 50 og 90 kg/m³ avhengig av hvilken gjennomsnittlig skjærfasthet som ønskes oppnådd. Blindboring unngås ved å tilsette 30 kg/m³ i skjæringsmasser.

9 Rekkfølgebestemmelser

Følgende rekkfølgebestemmelser gjelder for anleggsarbeidene. Beskrivelsene er organisert etter stigende profilnummer:

- Området ved Sørnypan må KS-stabiliseres før utgravning finner sted. Herdetid før full utgravning er forutsatt til 2 mnd.
- Forsenkningen nord for E6 ved profilnummer 3400 må fylles opp før støyvoll etableres. Største høydeforskjell i anleggsfasen må ikke overskride prosjektert høydeforskjell for endelig tiltak.
- Søra må heves før Interimsveg øst for profilnummer 3500 til 4100 etableres.
- Fylling nord for profilnummer 4300 må fylles opp i bunn før støyvoll etableres. Største høydeforskjell i anleggsfasen må ikke overskride prosjektert høydeforskjell for endelig tiltak.
- Skjæringen i Storlerbakken ved profilnummer 4600 må KS-stabiliseres før utgravning finner sted. Herdetid før utgravning forutsettes til 2 mnd.

10 Kontroll

Følgende punkter må følges opp under utførelse for å sikre stabiliteten i anleggsfasen:

- At rekkefølger er som beskrevet
- At poreovertrykk ikke overskrider verdier gitt i tegning 012.
- At installasjon av KS-peler utføres korrekt
- At prosjektert helning ikke overskrides
- At prosjekterte gravedybder og fyllingshøyder overholdes

Dersom uforutsette ting dukker opp, som f.eks. vannfrembrudd/utvasking i skjæringer, kontakt med kvikk/sensitiv leire der dette ikke er beskrevet samt andre uforutsette hendelser knyttet til geoteknikk skal dette rapporteres til geotekniker umiddelbart.

11 Referanser

- [1] Norges Vassdrags- og energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper,» NVE, 2014.
- [2] NGI, «20130642-15-TN Svar på uavhengig kontroll av områdestabilitetsrapport,» NGI, Trondheim, 2015.
- [3] Statens Vegvesen, «Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging,» Vegdirektoratet, 2014.
- [4] NGI, «20130642-01-TN Geotekniske prosjekteringsforutsetninger,» NGI, Trondheim, 2014.
- [5] V. T. m.fl., «En diskusjon om løsne- og utløpsområder for skred i sprøbruddmaterialer,» Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2014.
- [6] Norges Geotekniske Institutt, «Q-bing - Utløpsmodell for kvikkleireskred, Characterization og historical quick clay landslides and input parameters for Q-Bing,» NGI, 2012.
- [7] NGI, «20101055-00-2-R E6 Jaktøyen - Tonstad, Områdestabilitet i kvikkleiresoner - vurdering,» NGI, Trondheim, 2011.
- [8] Norges Geotekniske Institutt, «Program for økt sikkerhet mot kvikkleireskred - Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire,» NGI, Oslo, 2008.
- [9] NGI, «20130642-09-R Grunnforhold og jordegenskaper,» NGI, Trondheim, 2014.
- [10] Multiconsult AS, «Grunnundersøkelser - Datarapport, rapportnr. 415531 - RIG-RAP-001,» Multiconsult AS, Trondheim, 2013.
- [11] Statens Vegvesen, «Ud800A-17 Ny E6 Melhus, Hølundavegen - Jagtøya, Datarapport,» Vegteknisk seksjon, Trondheim, 2003.
- [12] Norsk Geoteknisk Forening, «Veiledning for grunnforsterkning med kalksementpeler,» Norsk Geoteknisk Forening, 2012.
- [13] NGI, «20130642-12-TN Kalksementstabilisering, valg av designparametere.,» NGI, Trondheim, 2014.
- [14] NGI, «20130642-10-R Klettbrua, Geoteknisk prosjekteringsrapport,» NGI, Trondheim, 2014.
- [15] Standard Norge, «NS-EN 1998-1:2004+NA:2008, Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger.,» Standard Norge, Oslo, 2008.
- [16] Norsk Geoteknisk Forening, «Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger, Jordskjelvanalyse for stabilitetsprogram (8d), 4. - 5. Februar 2015

- Clairion Hotel & Congress Trondheim,» Norges Geotekniske Forening, Trondheim, 2015.
- [17] Rådgivende Ingeniørers Forening, «Dimensjonering for jordskjelv, Veileder til NS-EN 1998-1:2004+NA:2008,» Rådgivende Ingeniørers Forening, Oslo, 2010.
- [18] NGI, «20130642-11-TN, Responsspekter,» NGI, Trondheim, 2014.
- [19] Plaxis, «Plaxis knowledge base,» 23 juni 2014. [Internett]. Available: <http://kb.plaxis.nl/tips-and-tricks/use-dynamic-boundary-conditions>. [Funnet 12 Februar 2014].
- [20] A. K. Chopra, «DYNAMIC of structures, Theory and Applications to Earthquake Engineering, Fourth edition,» Prentice Hall, 2012.
- [21] NGI, «20130642-07-R Konstruksjoner i Søra,» NGI, 2015.
- [22] Rambøll, «Grunnundersøkelser, Datarapport for delstrekning P-13 Ust - Gaula,» Rambøll, Trondheim, 2011.
- [23] Rambøll, «Grunnundersøkelser Benna - Heimdal, Rapport nr 8, delstrekning Klett - Gaula,» Rambøll, Trondheim, 2012.



E6 Jaktøyen - Storler Oversiktstegning

Status

Original format

A4

Tegningens tittel

Målestokk

150 000



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

29.09.2014

Konstr./Tegnet

VGS

Kontrollert

TmS

Godkjent

AKL

Oppdragsnr

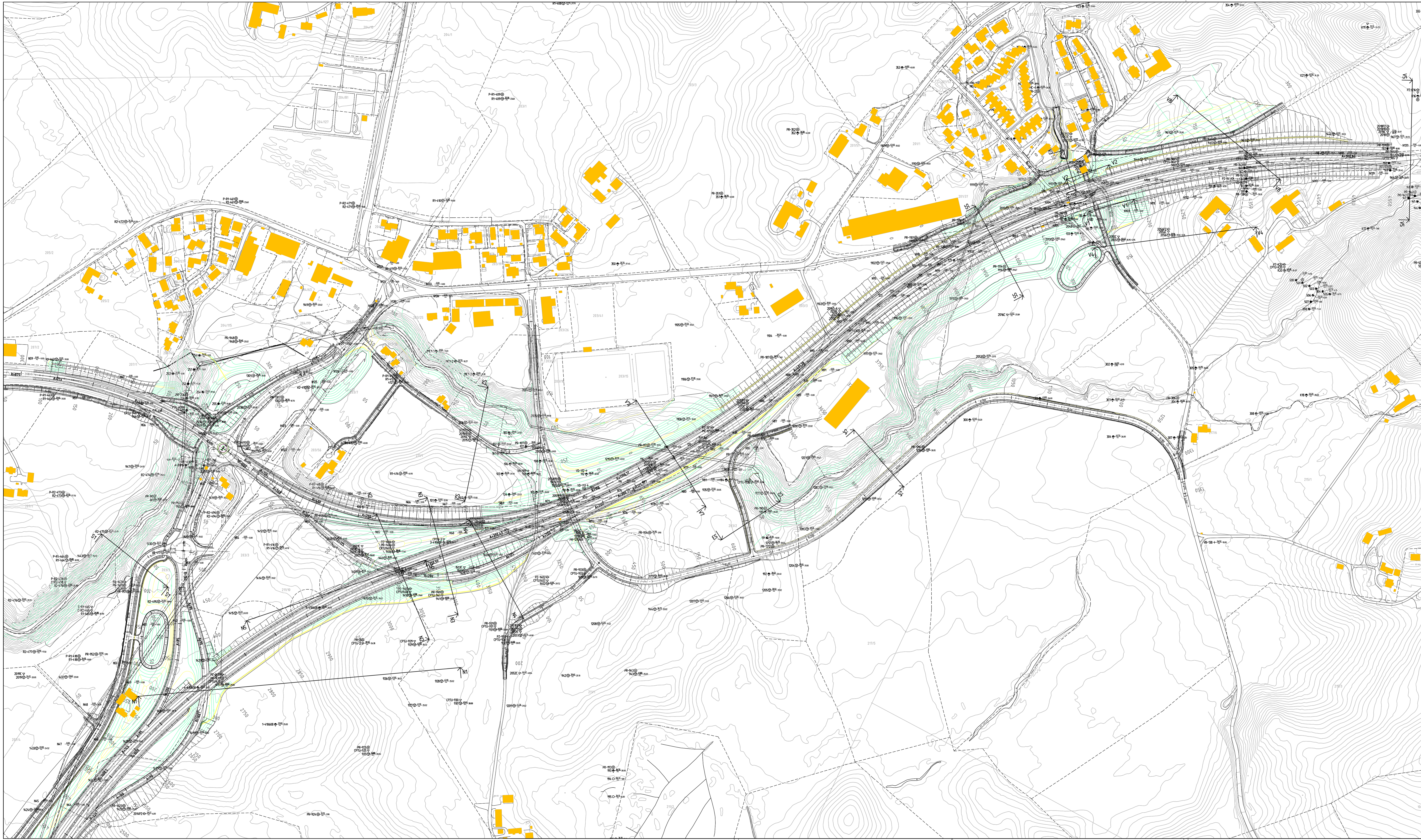
20130642

Tegningsnr

001

Rev

0



FORKLINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Figurshifet:	Oversiktskart stabilitetsprofiler, del 1	Figurnummer:	010	Rev.:	01
--------------	--	--------------	-----	-------	----

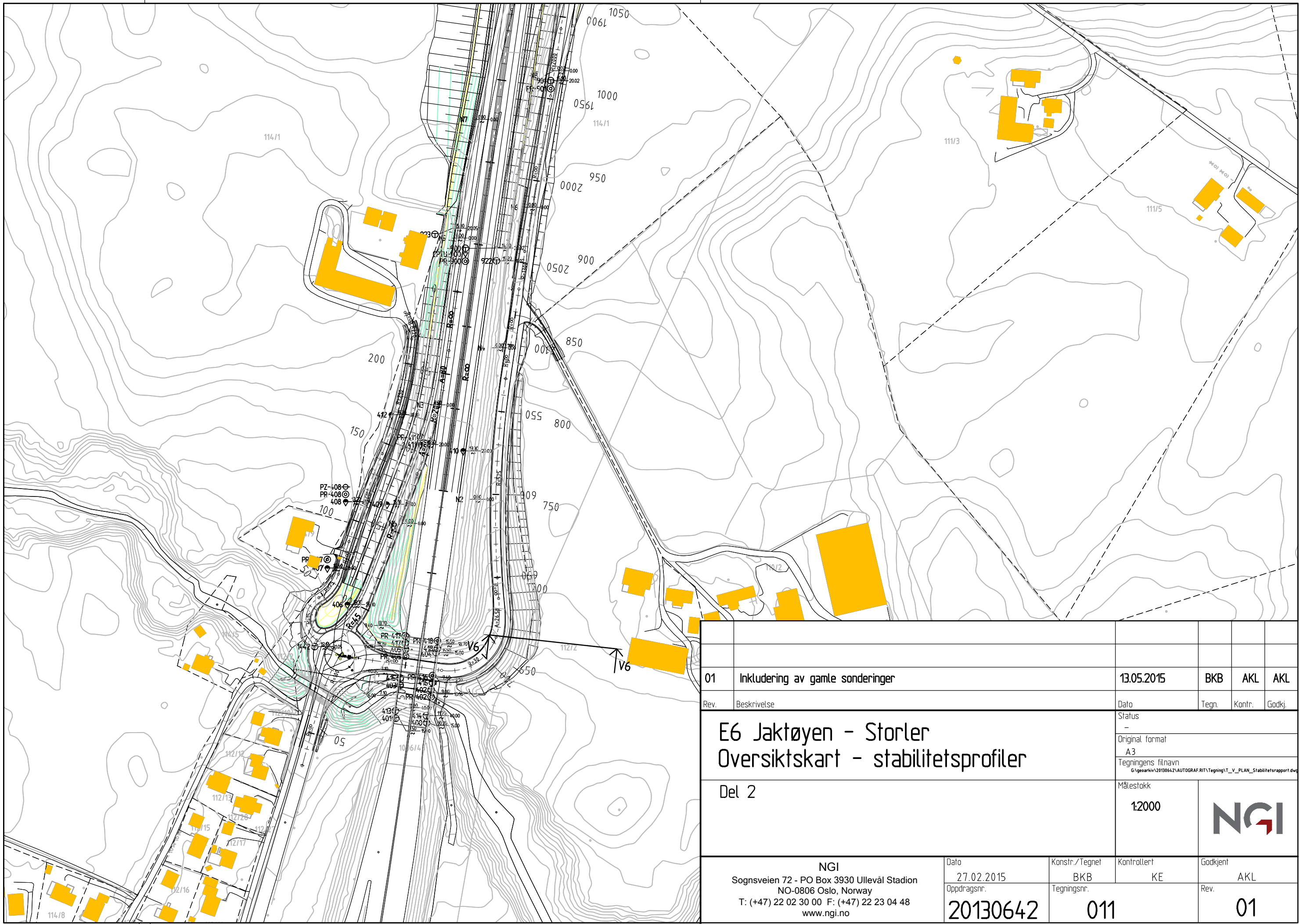
01	Sonderinger sortert for å unngå overlapp.	13.05.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Kontroll	Tegn.	Kontroll


E6 Jaktøyen - Storer
Oversiktskart, stabilitetsprofiler

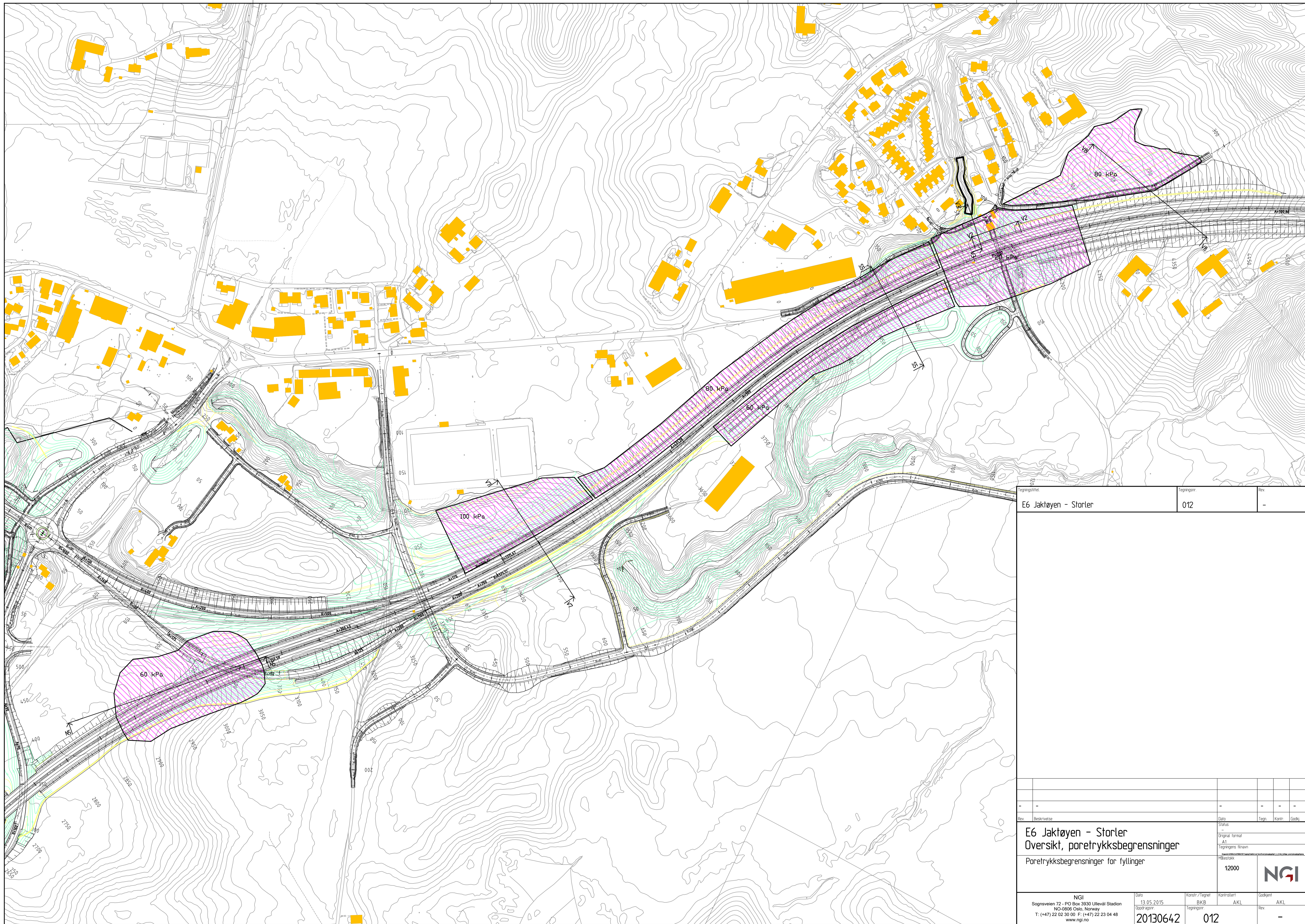
Del 1

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	27.02.2015	Kontroll/tegner	BKB	Kontrollert	KE	Godeknt	AKL
		Figurnummer	20130642	Figurnummer	010	Rev.			01





01	Inkludering av gamle sonderinger	13.05.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler Oversiktskart - stabilitetsprofiler		Status			
		Original format A3			
Del 2		Tegningens filnavn G:\geotekn\20130642\AUTOGRAF\IT\Tegning\T_V_PLAN_Stabilitetsrapport.dwg			
		Målestokk 1:2000			
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	Konstr./Tegnet		
		27.02.2015	BKB	KE	AKL
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20130642	011	01	



Tegningsnr:	012	Rev:	-
-------------	-----	------	---

E6 Jaktøyen - Storler

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkjent
-	-	-	-	-	-

E6 Jaktøyen - Storler
Oversikt, poretrykksbegrensninger
 Poretrykksbegrensninger for fylling

12000



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 13.05.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert AKL	Godkjent AKL
Oppdragsnr. 20130642	Tegningsnr. 012	Rev.	-	-

Vedlegg A - Stabilitetsberegninger

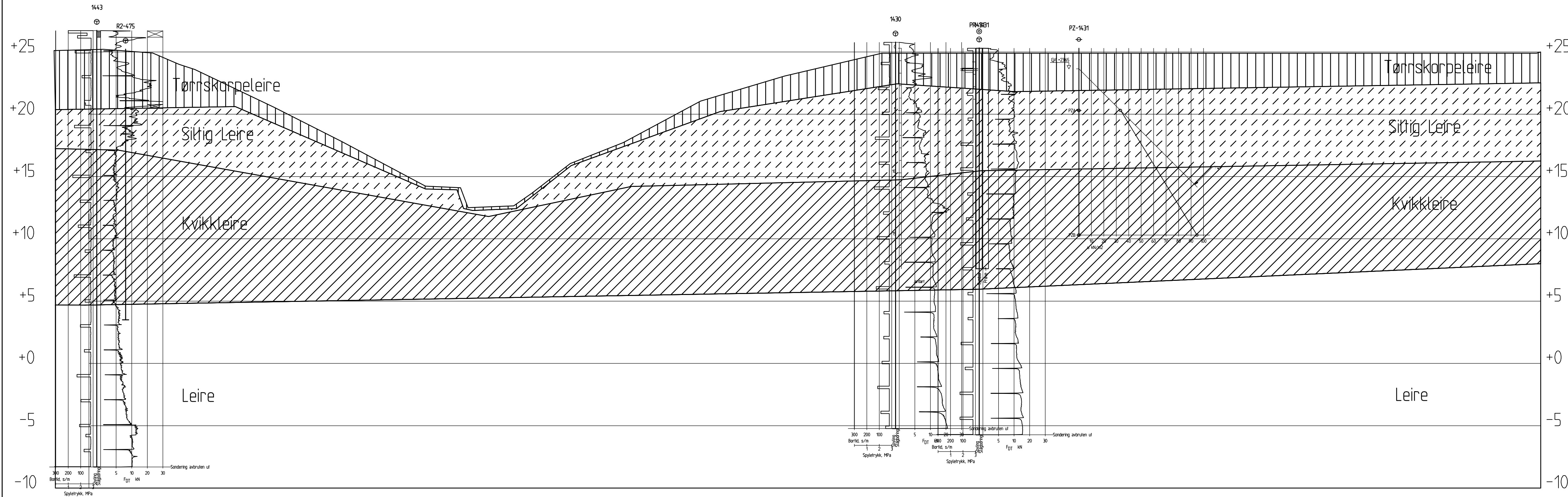
Innhold

Tegninger

100	Profil S1, Lagdeling
101	Profil S1, Før tiltak
102	Profil S1, Etter tiltak
110	Profil S2, Lagdeling
111	Profil S2, Før tiltak
112	Profil S2, Etter tiltak
120	Profil S3, Lagdeling
121	Profil S3, Før tiltak
122	Profil S3, Etter tiltak
130	Profil S4, Lagdeling
131	Profil S4, Før tiltak
132	Profil S4, Etter tiltak
140	Profil S5, Lagdeling
141	Profil S5, Etter tiltak
142	Profil S5, Poretrykksoppbygning
200	Profil V1, Lagdeling
201	Profil V1, Etter tiltak
210	Profil V2, Lagdeling
211	Profil V2, Etter tiltak
212	Profil V2, Poretrykksoppbygning
220	Profil V3, Lagdeling
221	Profil V3, Etter tiltak
222	Profil V3, Poretrykksoppbygning
230	Profil V4, Lagdeling
231	Profil V4, Etter tiltak
232	Profil V4, Anleggsfase
240	Profil V5, Lagdeling
241	Profil V5, Etter tiltak
242	Profil V5, Anleggsfase
243	Profil V5, Stabilitet mellom ribber
250	Profil V6, Lagdeling
251	Profil V6, Etter tiltak
252	Profil V6, Anleggsfase



- 260 Profil V7, Lagdeling
- 261 Profil V7, Poretrykksoppbygning
- 270 Profil V8, Lagdeling
- 271 Profil V8, Poretrykksoppbygning
- 300 Profil N1, Lagdeling
- 301 Profil N1, Udrenert
- 302 Profil N1, Drenert
- 310 Profil N2, Lagdeling
- 311 Profil N2, Før tiltak
- 312 Profil N2, Etter tiltak
- 313 Profil N2, Stabilitet mellom ribber
- 314 Profil N2, Anleggsfase
- 320 Profil N3, Lagdeling
- 321 Profil N3, Fundamentlast
- 322 Profil N3, Anleggsfase.
- 330 Profil N4, Lagdeling
- 331 Profil N4, Etter tiltak
- 332 Profil N4, Anleggsfase
- 340 Profil N5, Lagdeling
- 341 Profil N5, Poretrykksoppbygning

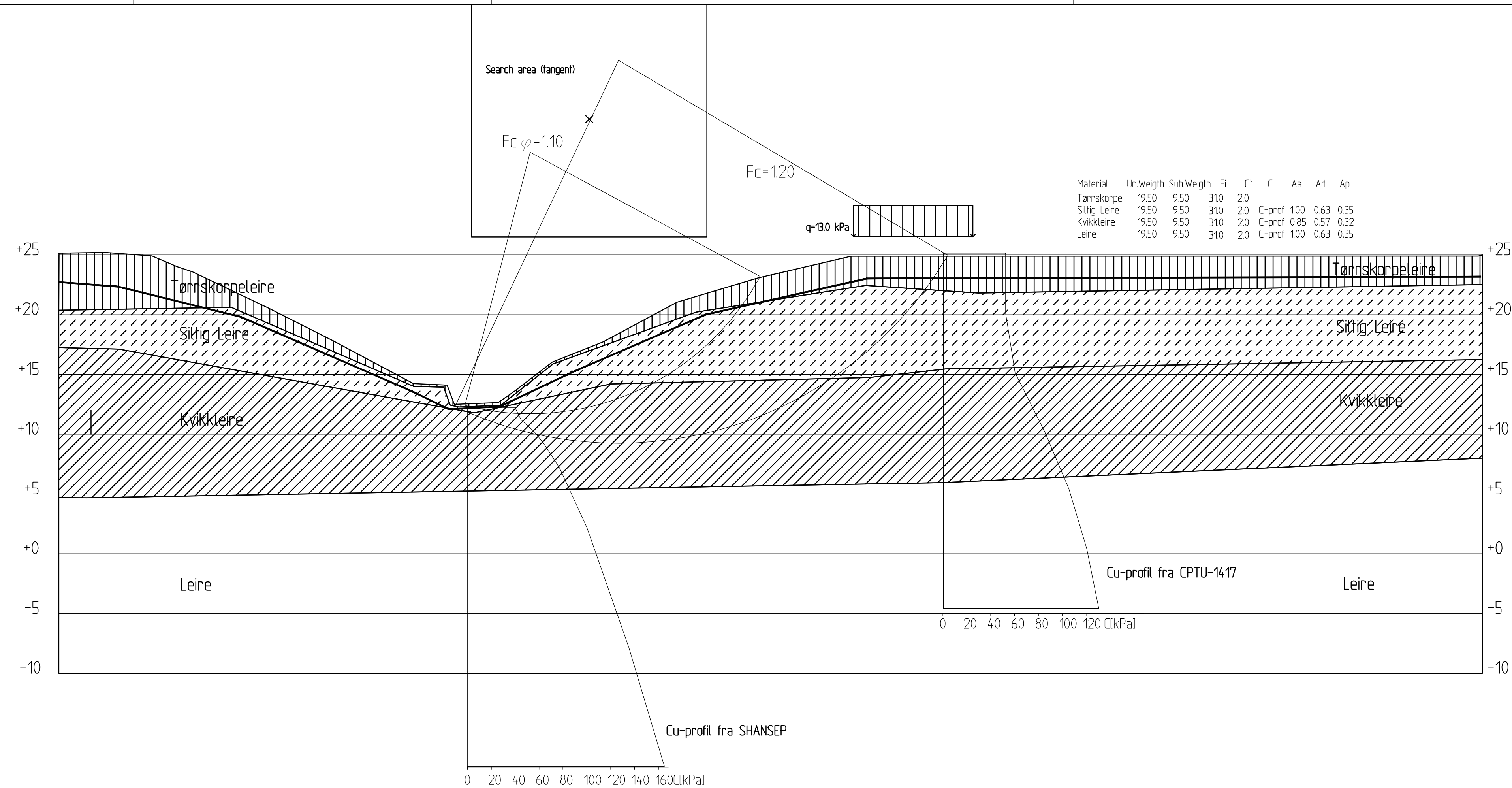


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Økt mektighet av kvikkleire	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Stabilitet		Målestokk	
Stabilitet mot Søra		Profil S1		1:200	
Lagdeling		NGI		NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
20130642		27.02.2015	BKB	KE	AKL
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
100		100		01	

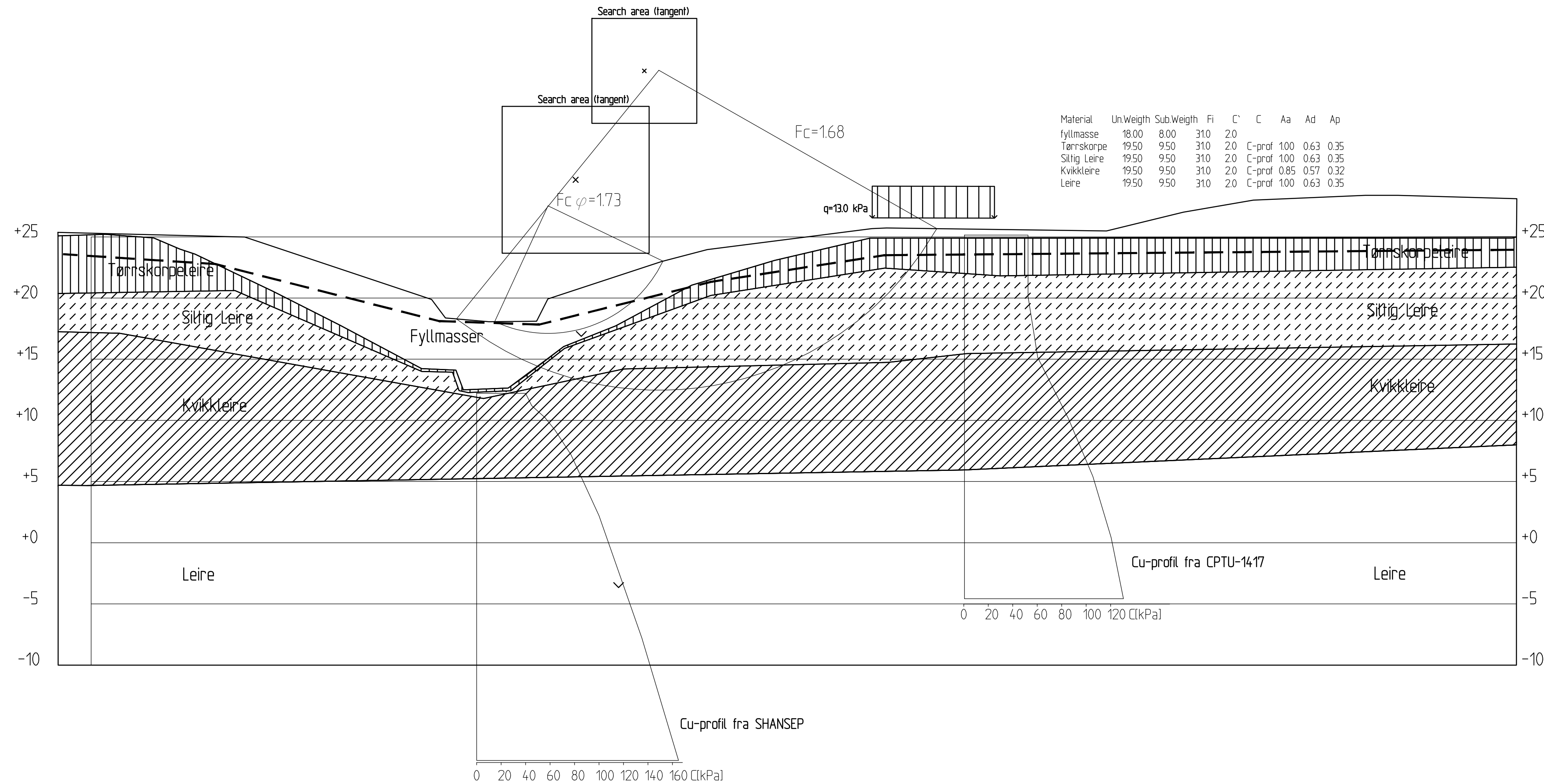


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Økt mektighet av kvikkleire	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Stabilitet		Målestokk	
Stabilitet mot Søra		Profil S1		1:250	
Før tiltak				NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 27.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert KE	Godkjent AKL
Oppdragsnr. 20130642		Tegningsnr. 101		Rev. 01	

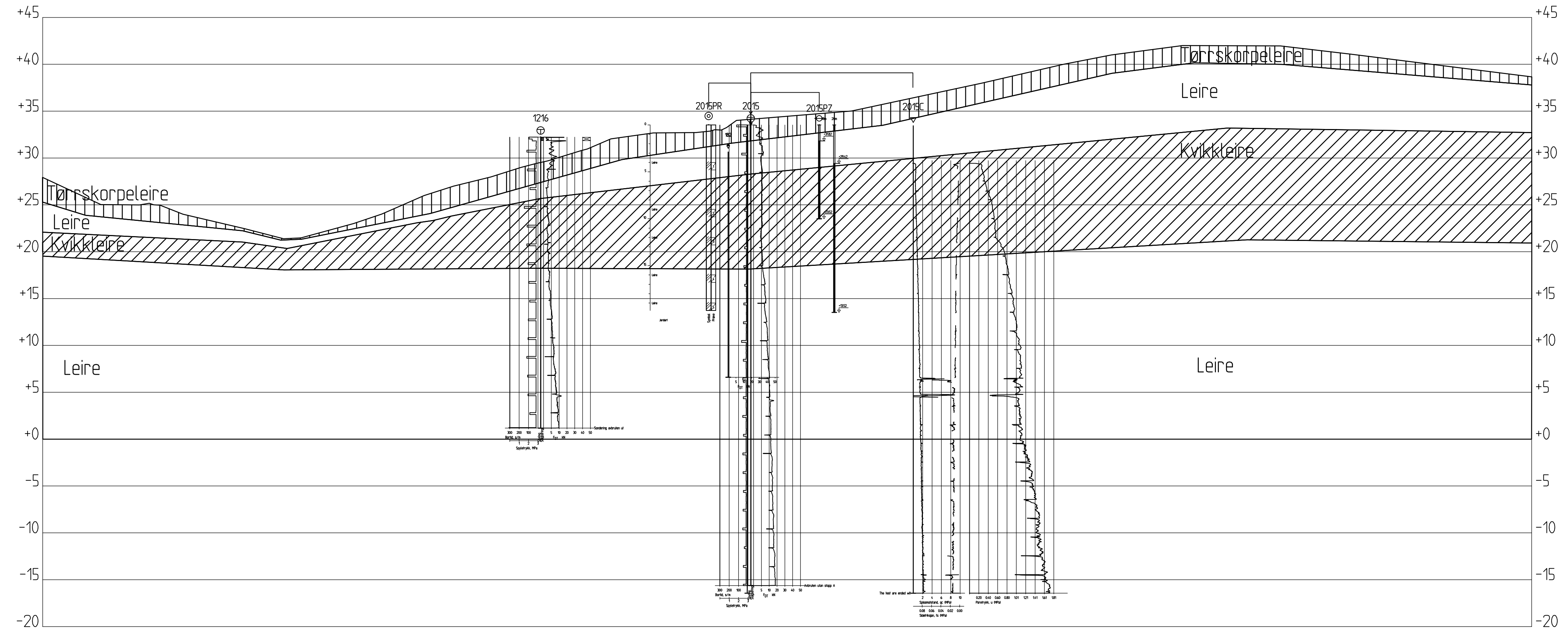


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Økt mektighet av kvikkleire	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Stabilitet		Målestokk: 1:250	
Stabilitet mot Søra		Profil S1		Etter tiltak	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 27.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert KE	Godkjent AKL
Oppdragsnr. 20130642		Tegningsnr. 102		Rev. 01	

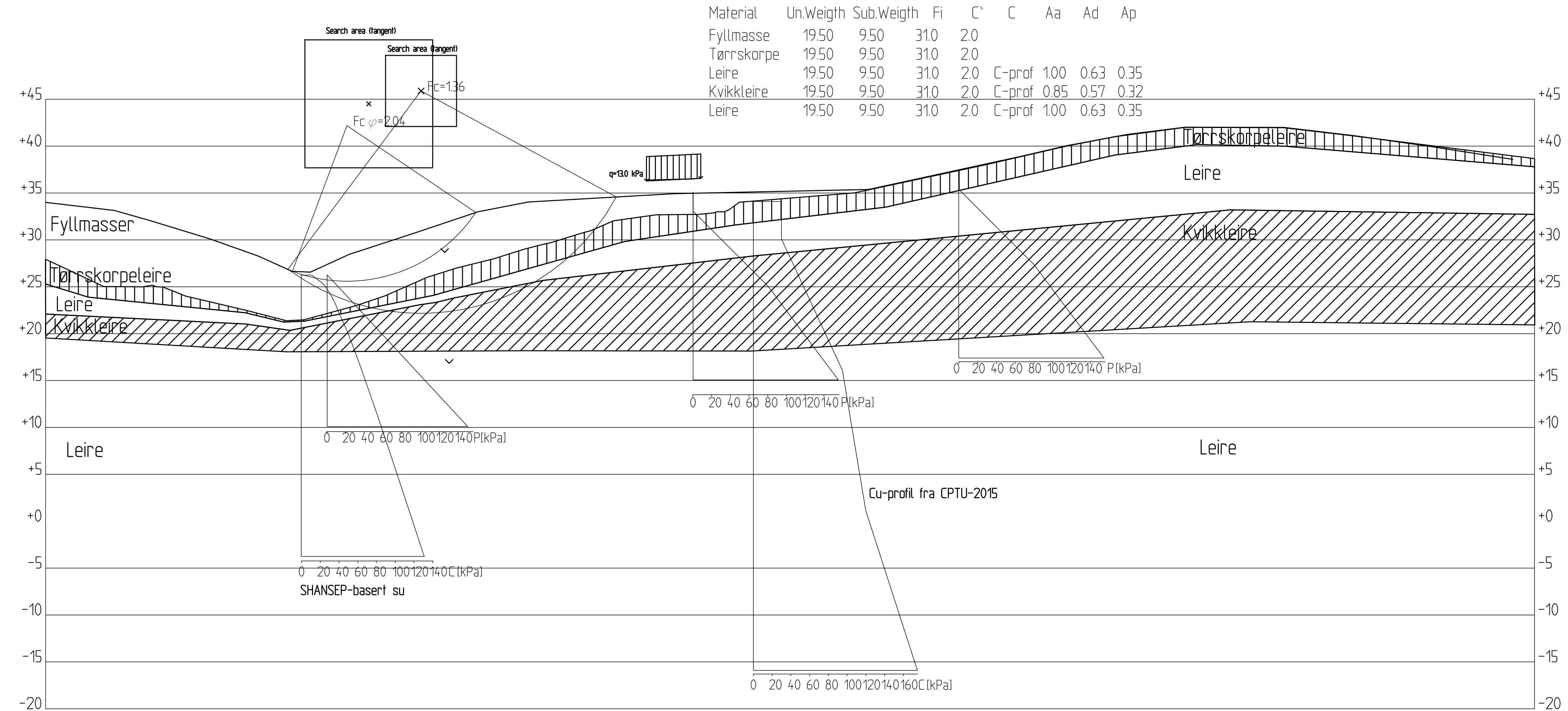


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmateriale endret	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Stabilitet mot Søra		Målestokk	
Stabilitet		Profil S2		1:300	
Lagdeling		NGI		NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 27.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert KE	Godkjent AKL
Oppdragsnr. 20130642		Tegningsnr. 110		Rev. 01	

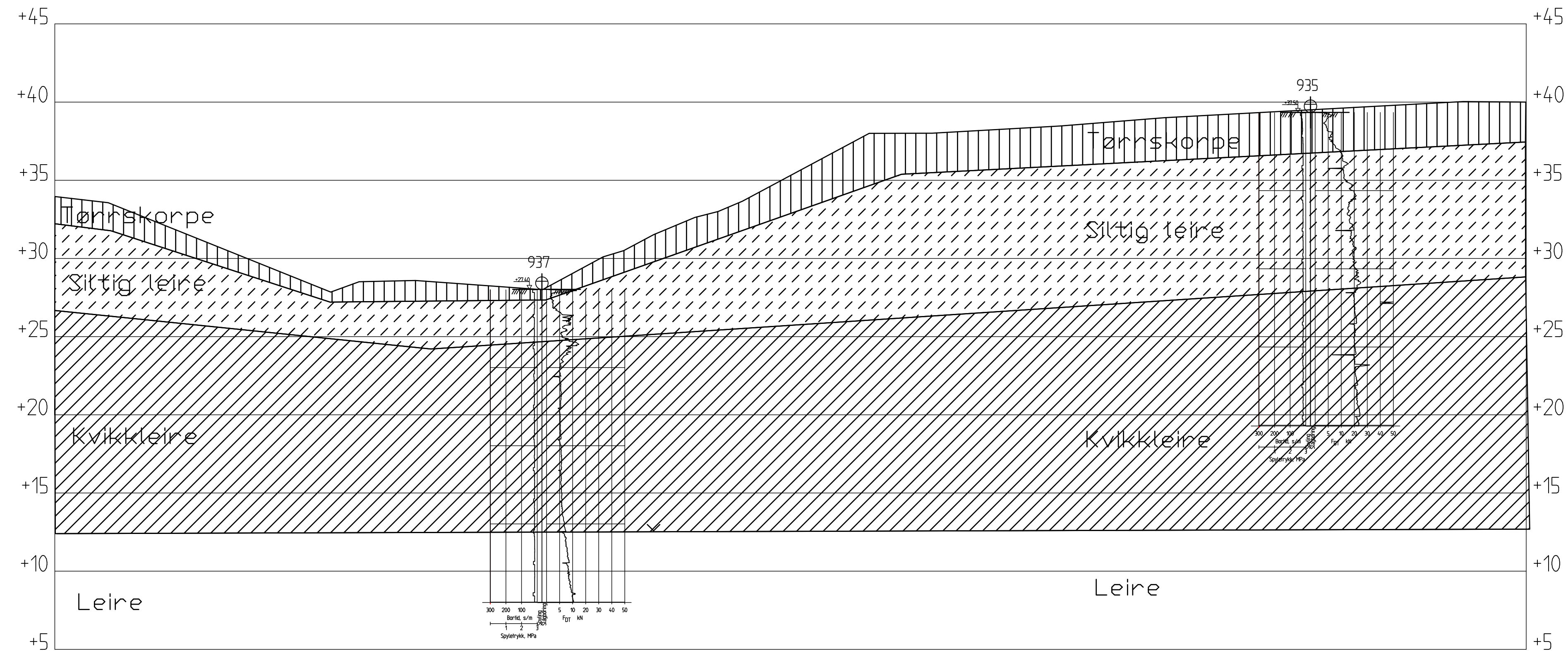


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	SHANSEP-profil endret	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
		Status			
E6 Jaktøyen - Storler		Original format			
Stabilitet		A3-LL			
		Tegningens filnavn			
Stabilitet mot Søra		Målestokk			
Profil S2		1:300			
Etter tiltak					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		27.02.2015	BKB	KE	AKL
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20130642	112		01

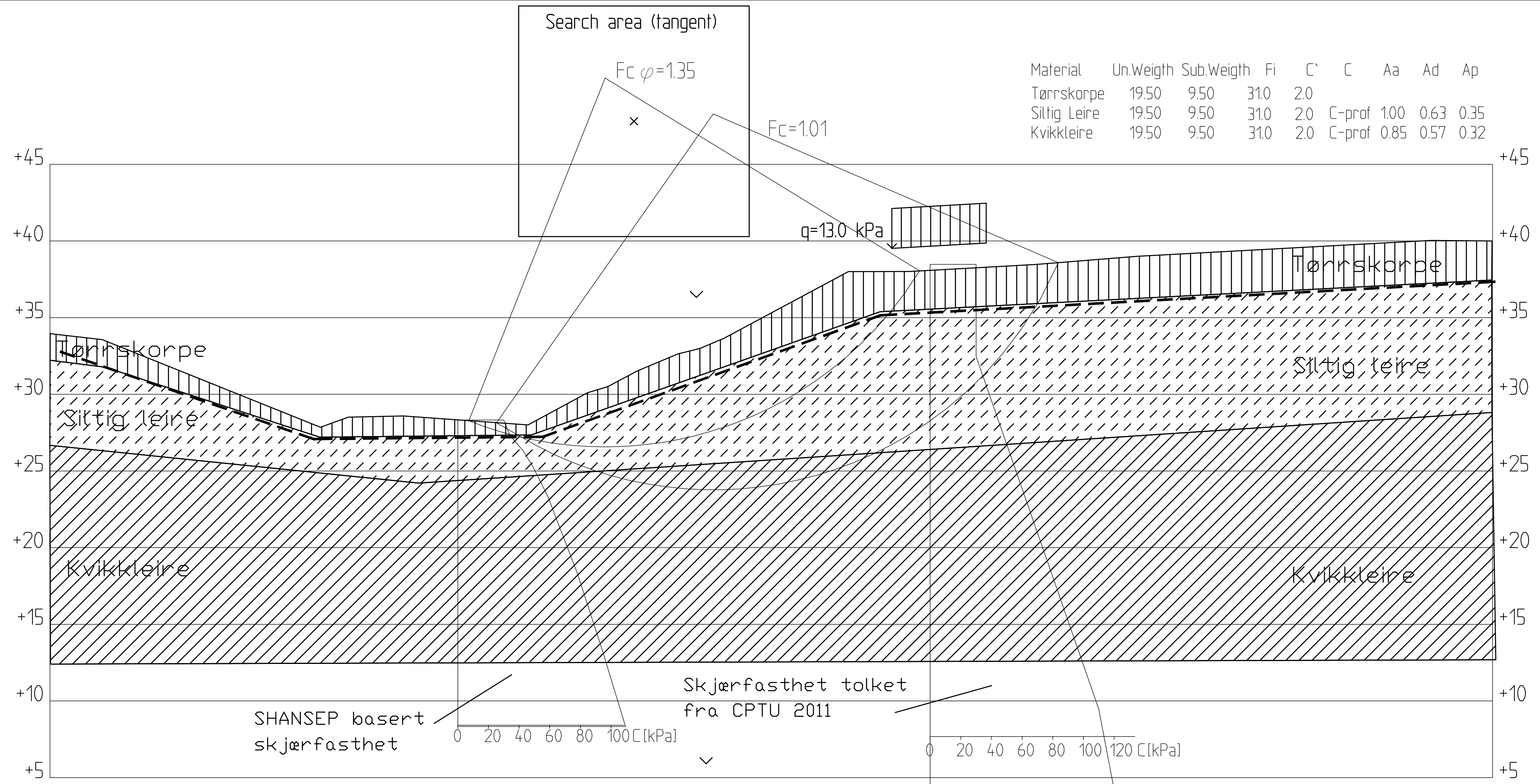


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status - Original format A3-L1 Tegningens filnavn		Målestokk 1:200	
Stabilitet mot Søra Profil S3 Lagdeling		NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		NGI	
Oppdragsnr. 20130642		Konstr./Tegnet BKB		Kontrollert KE	
Dato 27.02.2015		Tegningsnr. 120		Godkjent AKL	
Rev.		-		-	




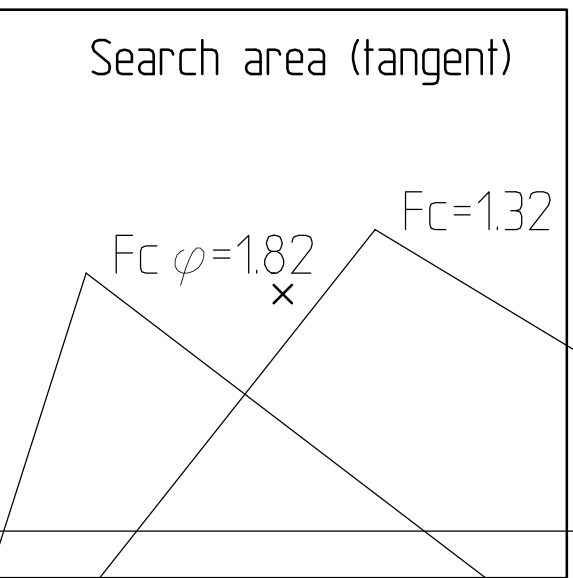
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpe	19.50	9.50	31.0	2.0				
Siltig Leire	19.50	9.50	31.0	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	19.50	9.50	31.0	2.0	C-prof	0.85	0.57	0.32

FORKLARINGER:

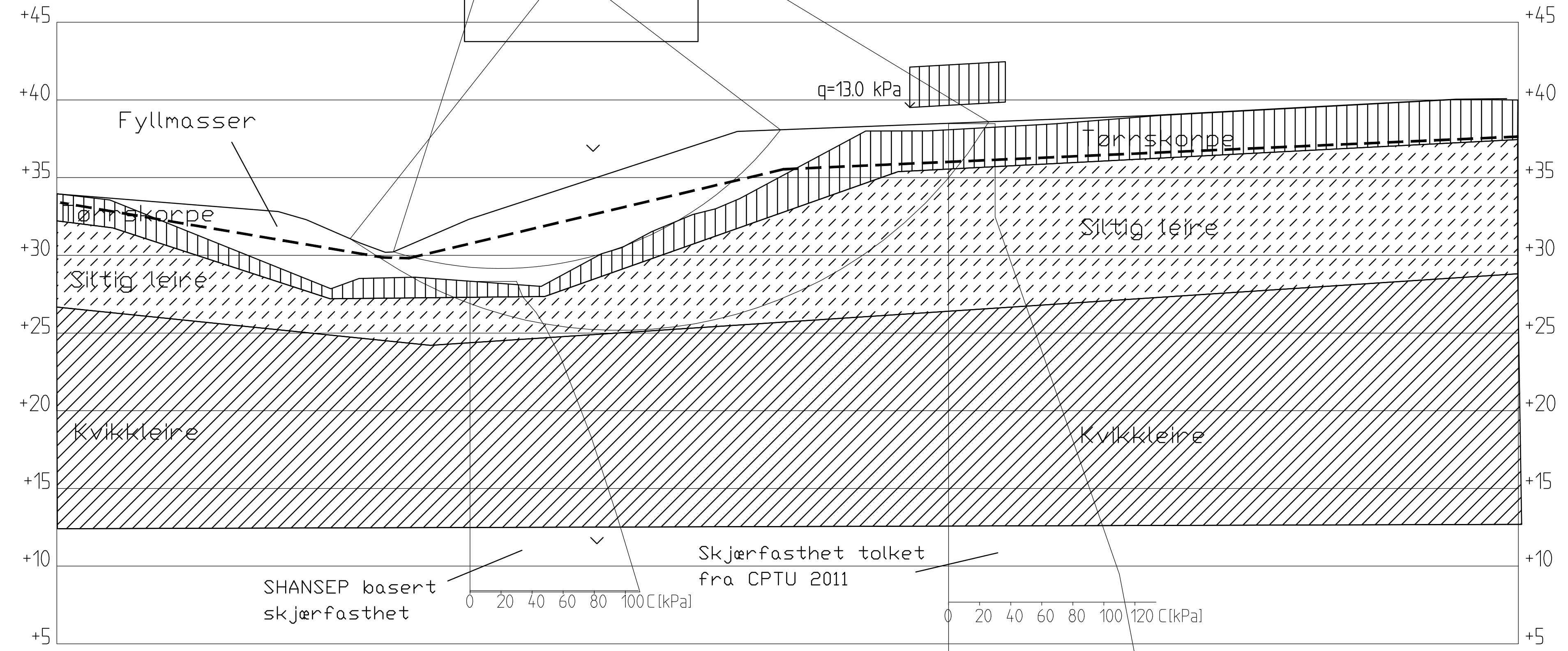
BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet					Status - Original format A3-L1 Tegningens filnavn
Stabilitet mot Søra Profil S3 Før tiltak					Målestokk 1:200 
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 27.02.2015 Oppdragsnr. 20130642	Konstr./Tegnet BKB Tegningsnr. 121	Kontrollert KE	Godkjent AKL Rev. -



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.50	9.50	31.0	2.0				
Tørreskorpe	19.50	9.50	31.0	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Siltig Leire	19.50	9.50	31.0	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	19.50	9.50	31.0	2.0	C-prof	0.85	0.57	0.32

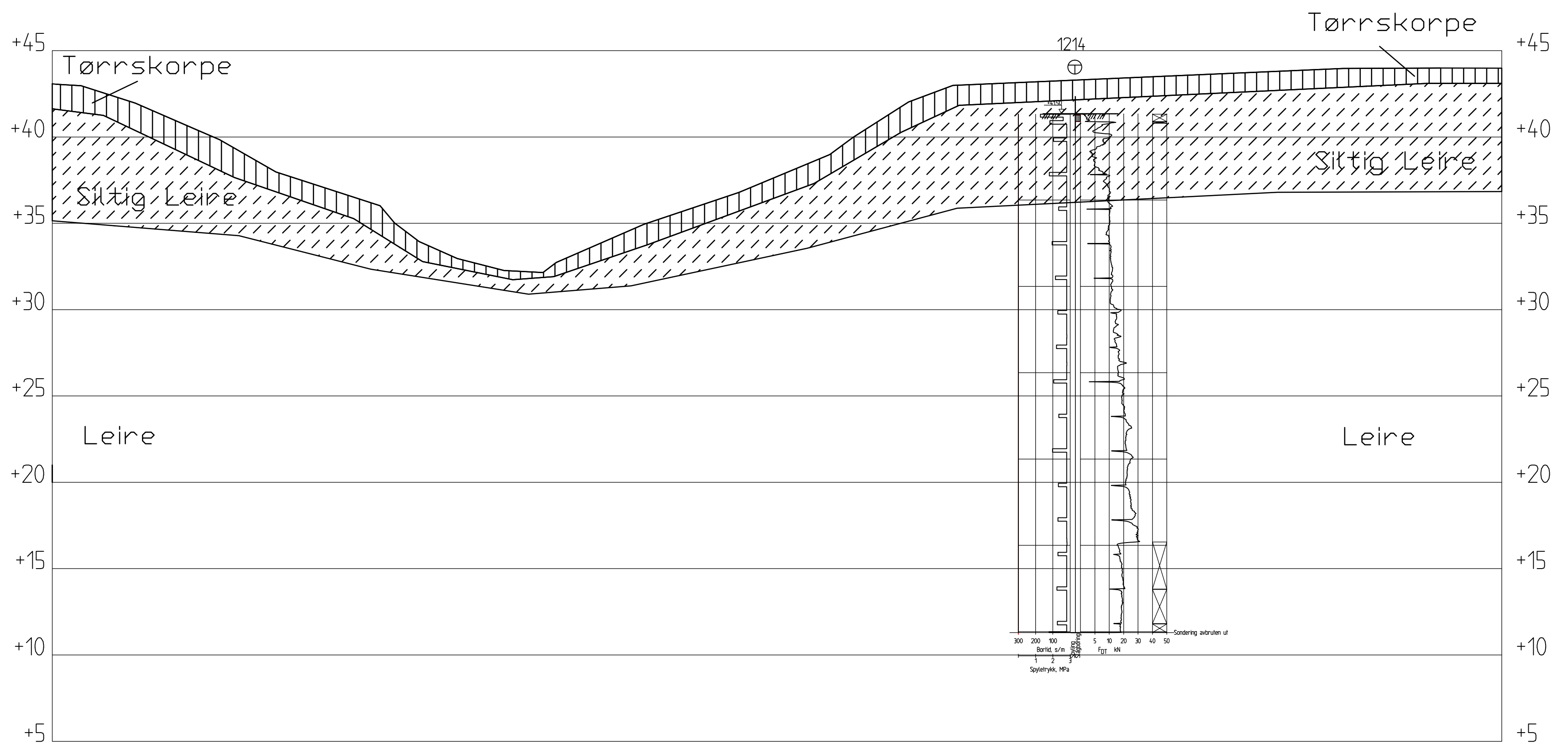


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status - Original format A3-L1 Tegningens filnavn		Målestokk 1:200	
Stabilitet mot Søra Profil S3 Etter tiltak		NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		NGI logo	
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 27.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert KE	Godkjent AKL
Oppdragsnr. 20130642		Tegningsnr. 122		Rev. -	



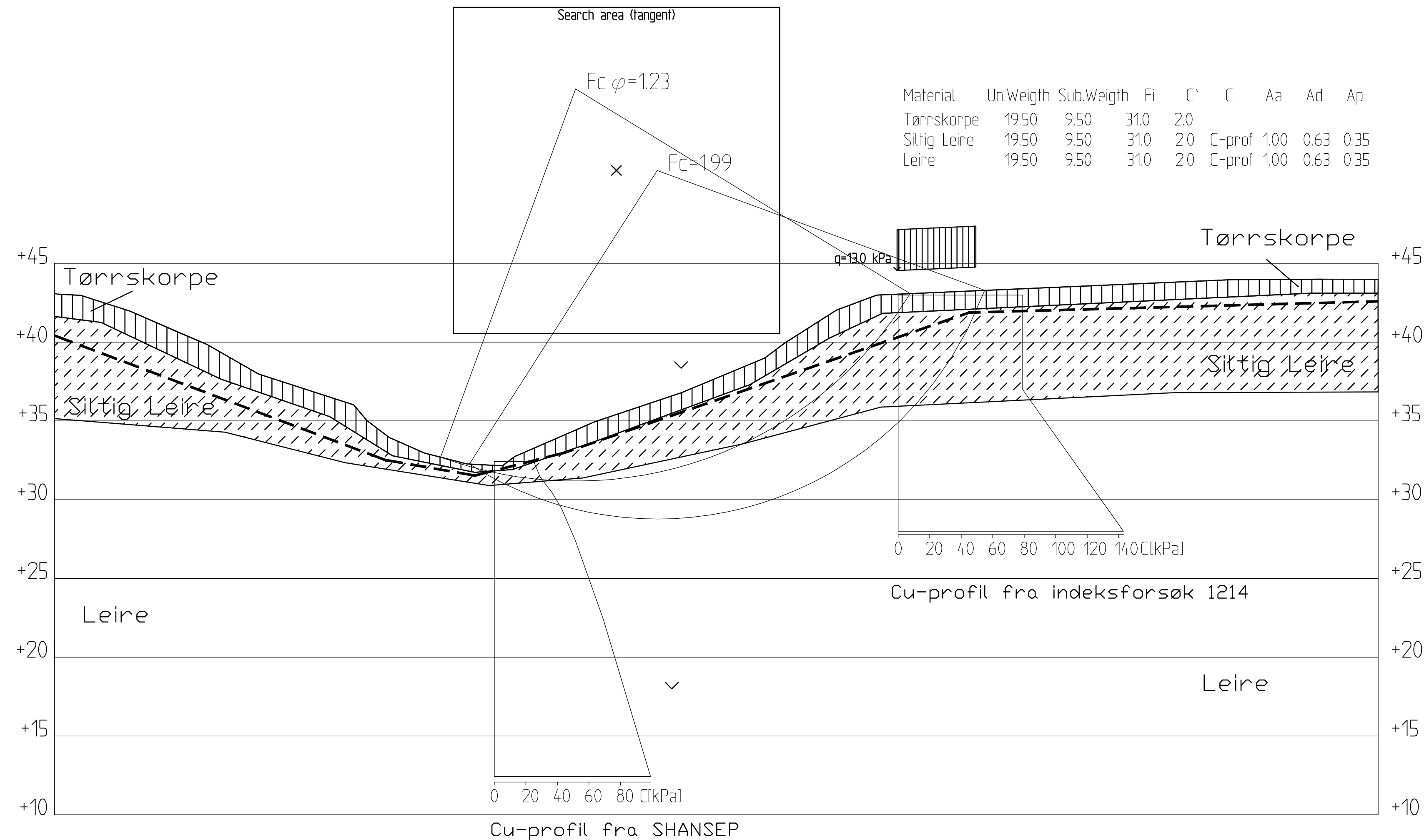
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status -			
Stabilitet mot Søra Profil S4 Lagdeling		Original format A3-L1 Tegningens filnavn			
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 27.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert KE	Godkjent AKL
Oppdragsnr. 20130642		Tegningsnr. 130			
		Rev. -			




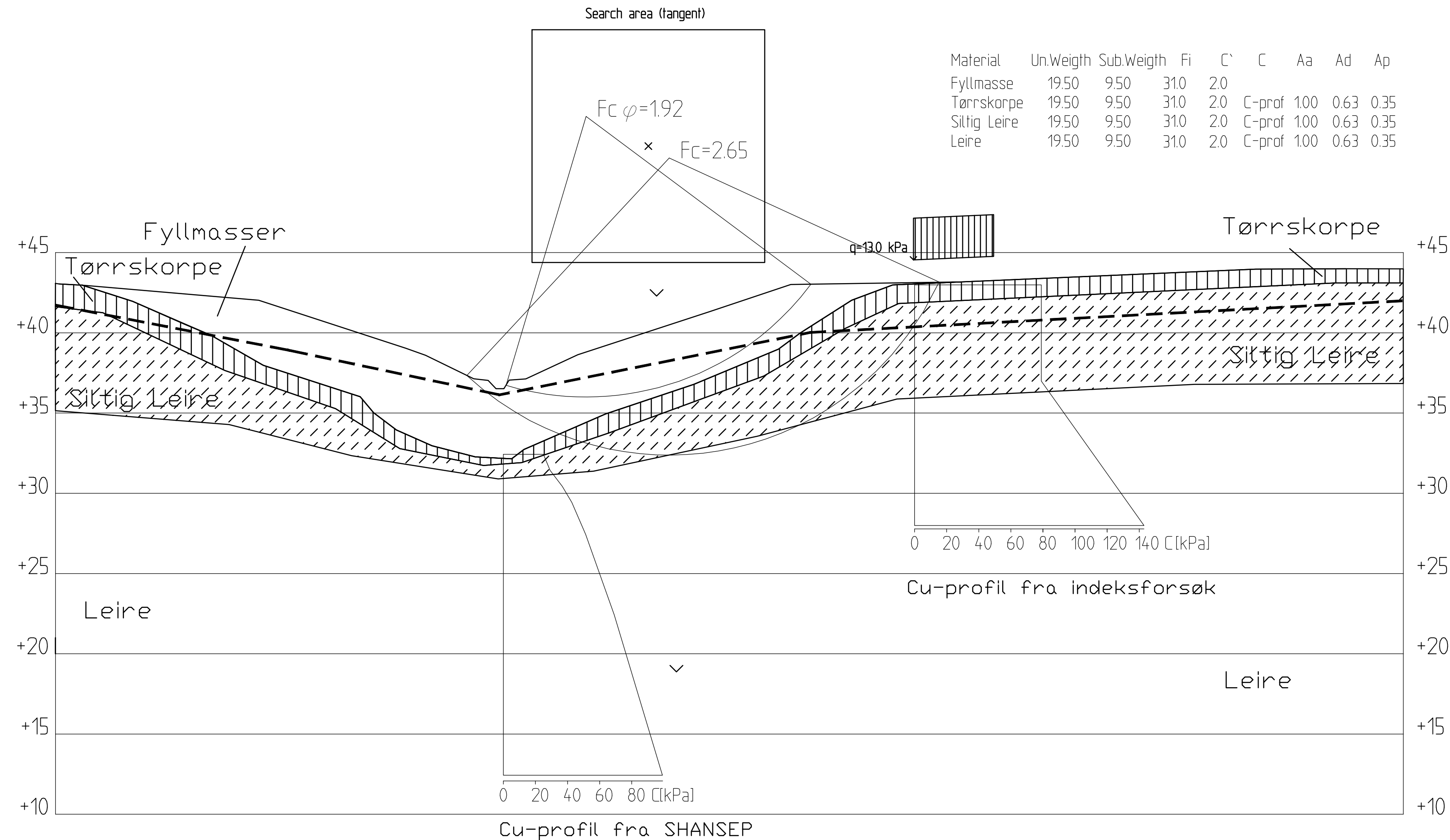


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler		Status			
Stabilitet		-			
		Original format			
		A3-L1			
		Tegningens filnavn			
Stabilitet mot Søra		Målestokk			
Profil S4		1:200			
Lagdeling					
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		27.02.2015	BKB	KE	AKL
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20130642	131	-	
www.ngi.no					

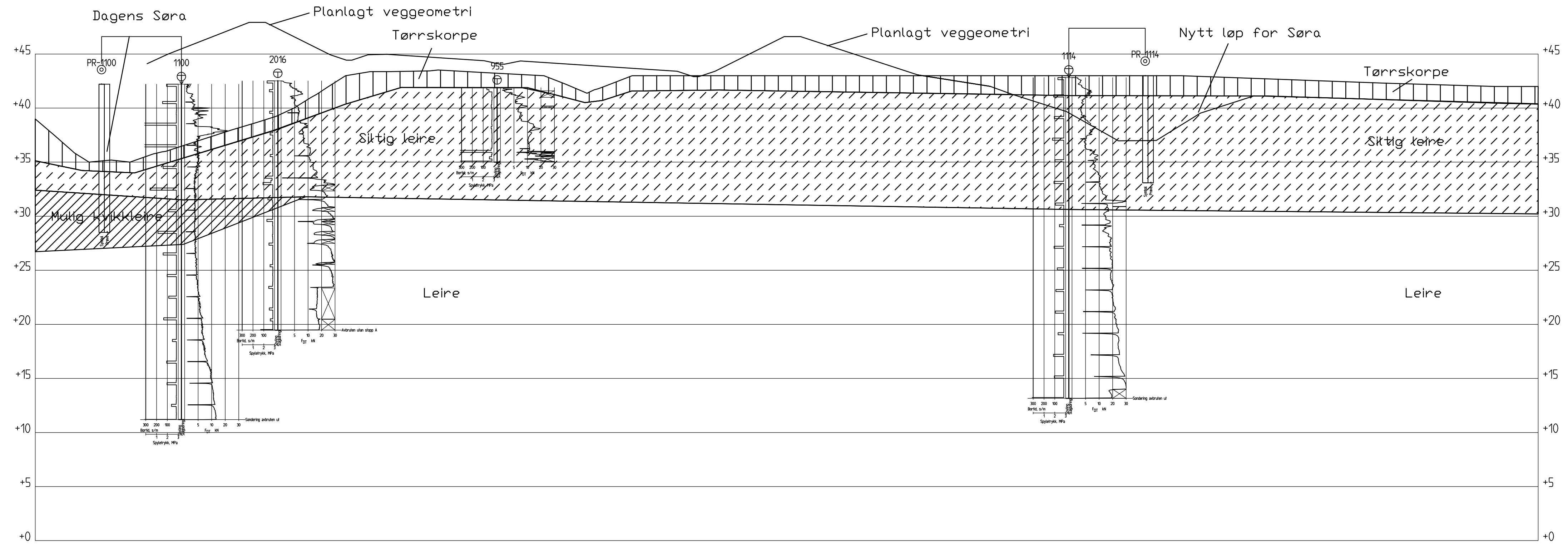


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Original format A3-L1		Tegningens filnavn	
Stabilitet mot Søra Profil S4 Etter tiltak		Målestokk 1:200			
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 27.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert KE	Godkjent AKL
		Oppdragsnr. 20130642	Tegningsnr. 132	Rev. -	



FORKLARINGER:

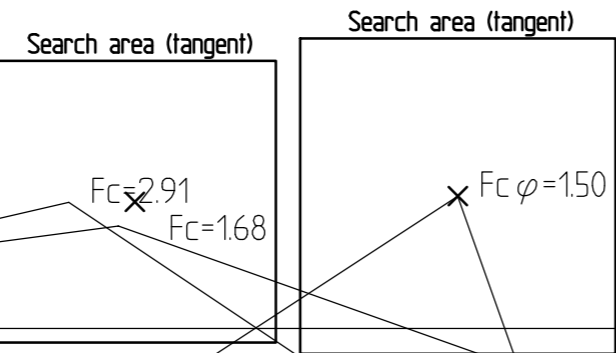
BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

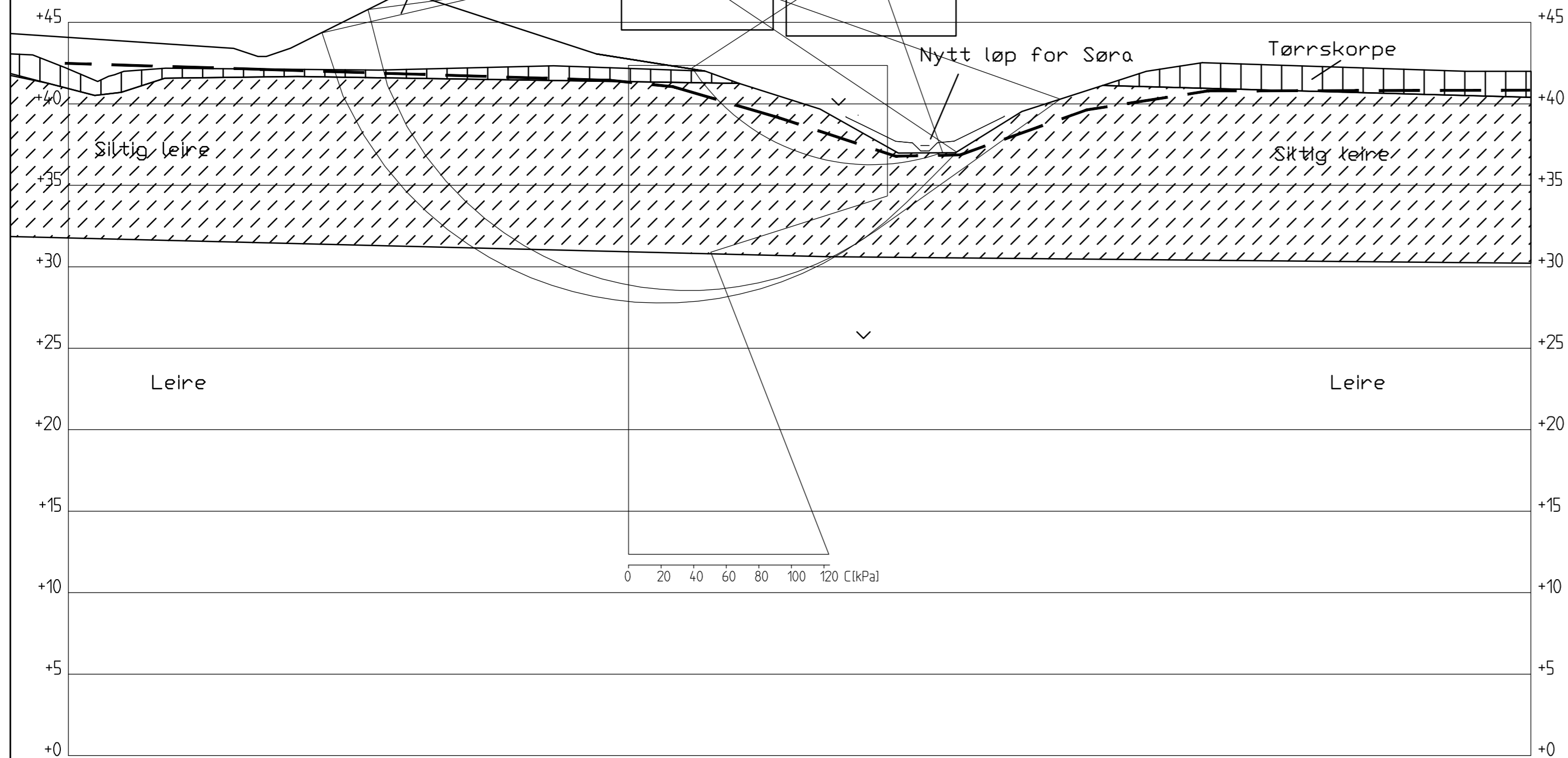
01	Plussing av nytt løp for Sørå samt kvikkleirelag inkludert.	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Status		-	
Stabilitet		Original format		A3-L1	
Stabilitet mot Sørå		Tegningens filnavn		E6_2015_04_16	
Profil S5		Målestokk		1:250	
Lagdeling		NGI		NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
20130642		27.02.2015	BKB	KE	AKL
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
140		140		01	

Merknader

Fc=1.68 gjelder for drenert beregning av siltig leire
 Fc=2.91 gjelder for udrenert beregning av siltig leire



Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.50	9.50	310	2.0				
Tørrskorpe	19.50	9.50	310	2.0				
Siltig leire	19.50	9.50	310	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire	19.50	9.50	310	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35

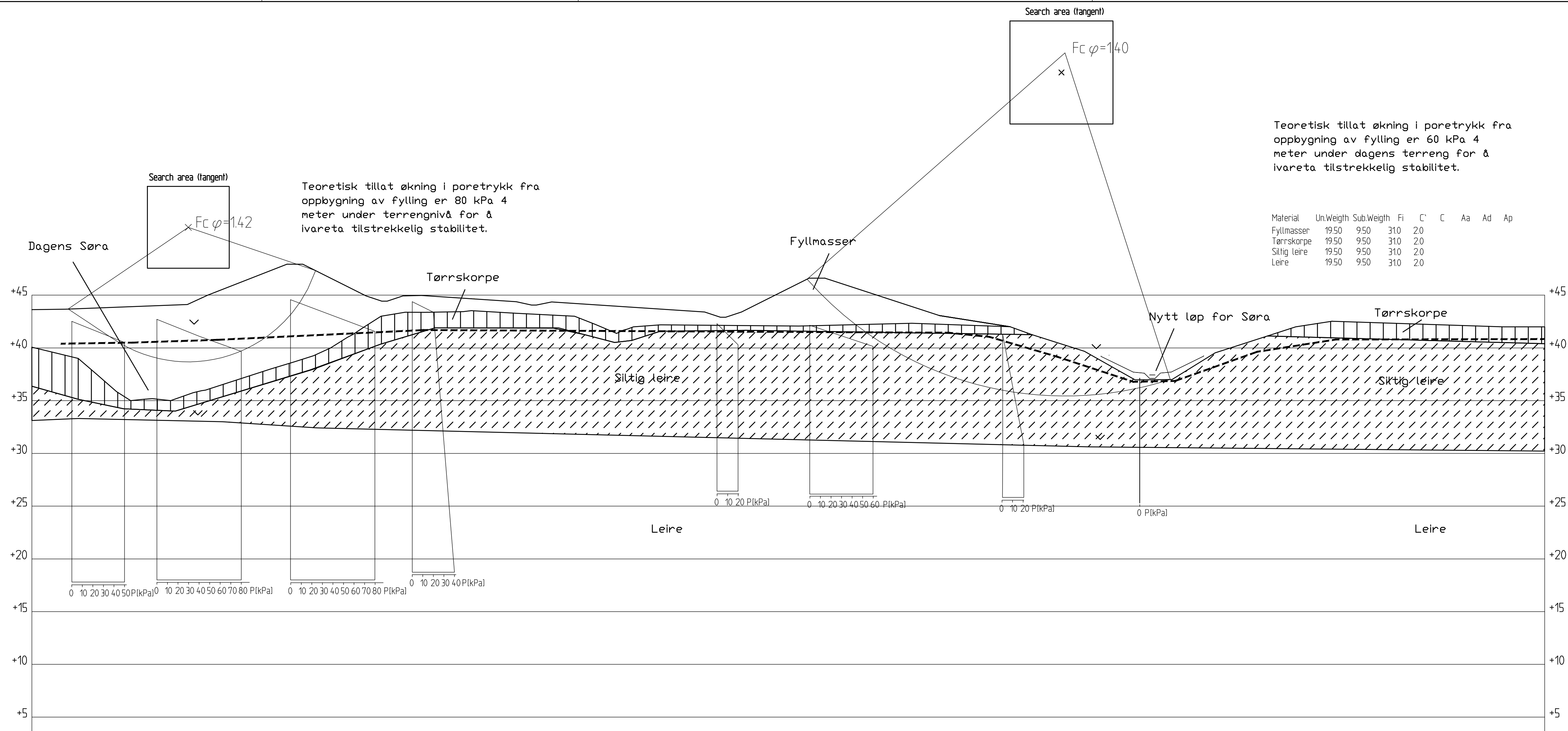


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Udrenert beregning av siltig leire inkludert	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Stabilitet		Status -	
Stabilitet mot Søra		Profil S5		Original format A-XX	
Etter tiltak		Målestokk 1:250		Tegningens filnavn	
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 27.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert KE	Godkjent AKL
Oppdragsnr. 20130642		Tegningsnr. 141		Rev. 01	

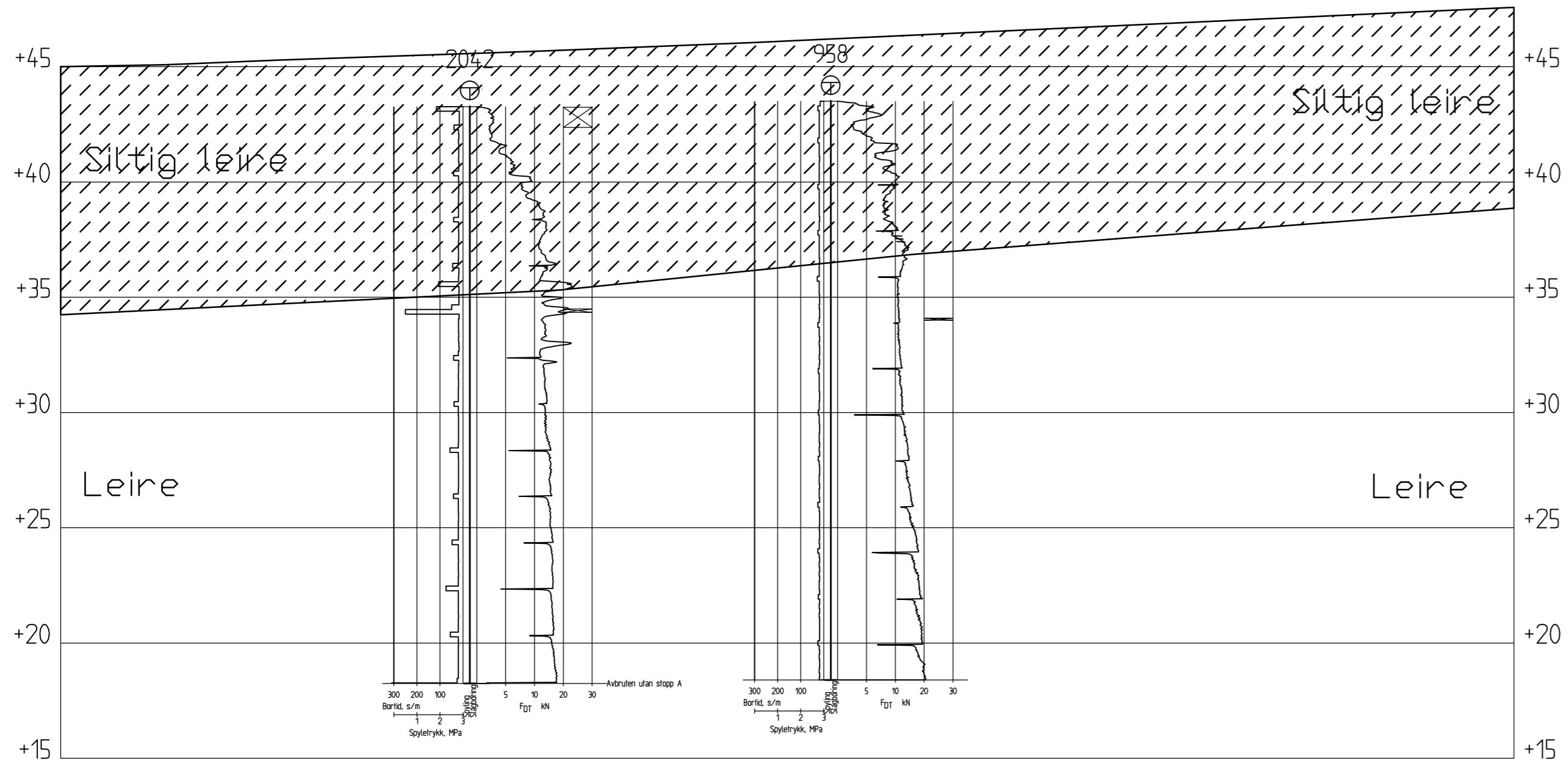


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Målestokk		1:250	
Stabilitet mot Søra Profil S5 Poretrykksoppbygning		NGI		NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		30.04.2015	BKB	KE	AKL
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20130642	142	-	

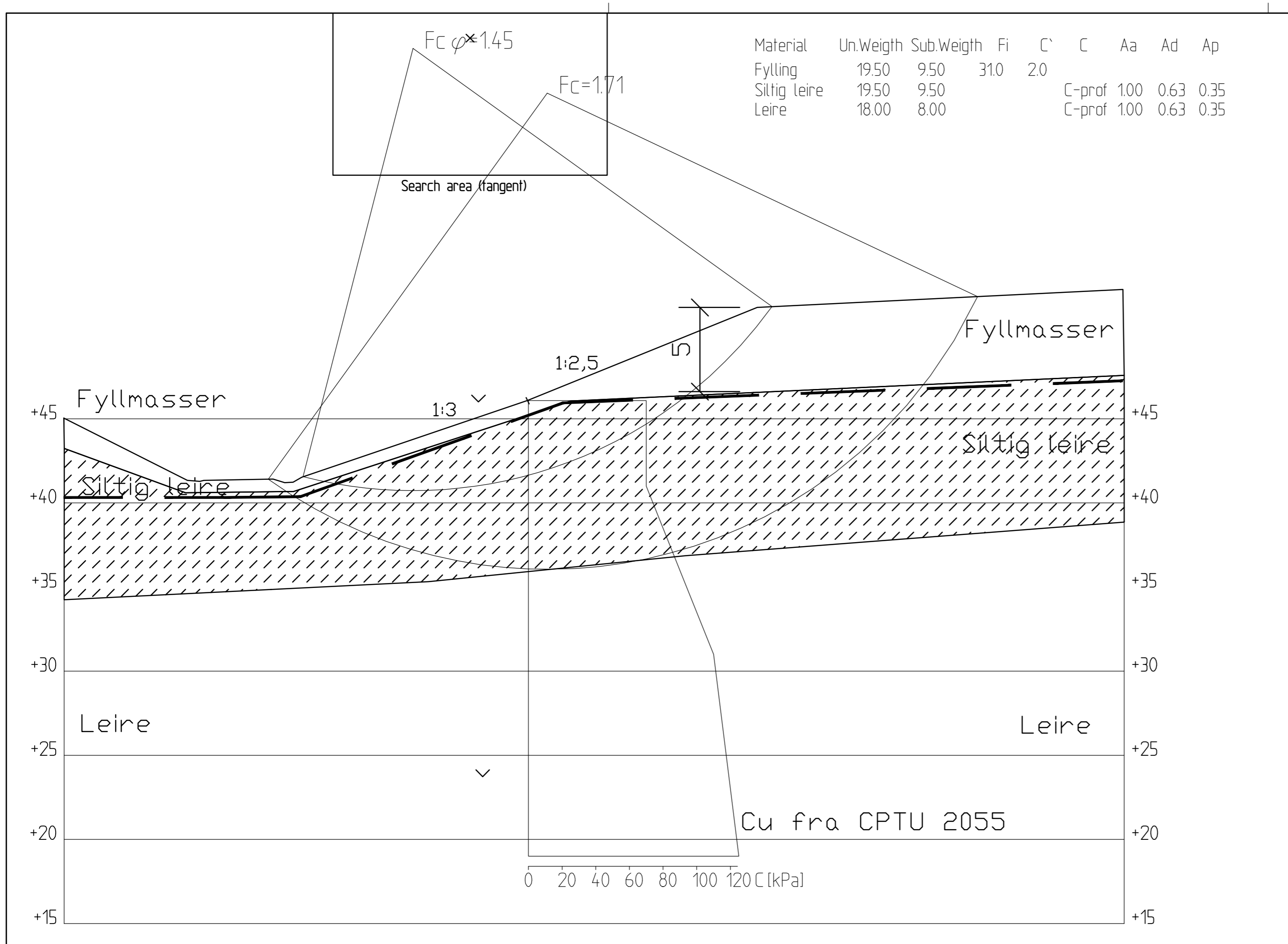


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status - Original format A3-LL Tegningens filnavn <small>© Sjøpartiet 2015. Alle rettigheter fortløpende reservert. NGI er et selskap i Norge.</small>		Målestokk 1:200	
Tunnel ved Esp, sør Profil V1 Lagdeling				Godkjent AKL	
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 27.02.2015 Oppdragsnr. 20130642	Konstr./Tegnet BKB Tegningsnr. 200	Kontrollert KE	Godkjent AKL Rev. -



FORKLARINGER:


-

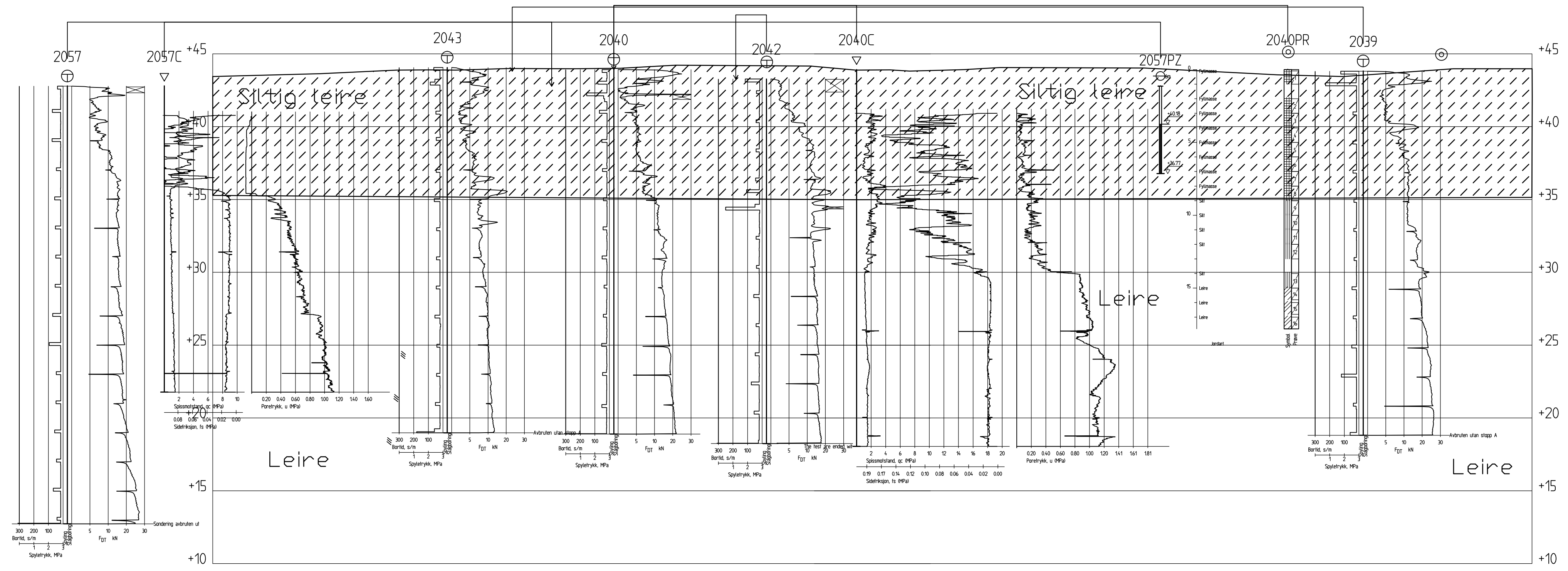
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-


01	Endring i tekst	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status -	Original format A3-LL Tegningens filnavn		
Tunnel ved Esp, sør Profil V1 Etter tiltak		Målestokk 1:200			
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 27.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert KE	Godkjent AKL
		Oppdragsnr. 20130642	Tegningsnr. 201		Rev. 01

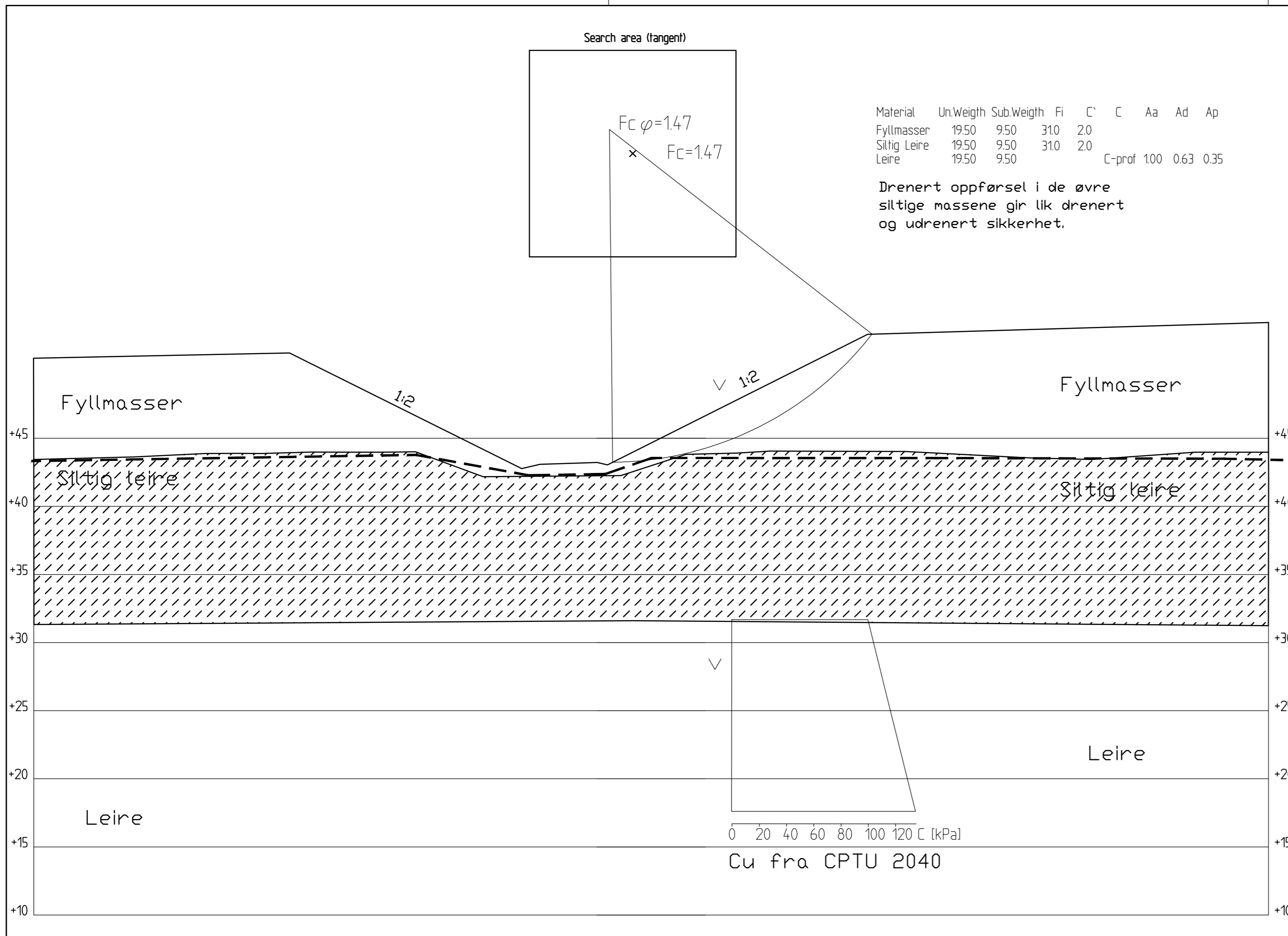


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Målestokk 1:200			
Tunnel ved Esp, nord Profil V2 Lagdeling					
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 27.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert KE	Godkjent AKL
Oppdragsnr. 20130642		Tegningsnr. 210		Rev. -	

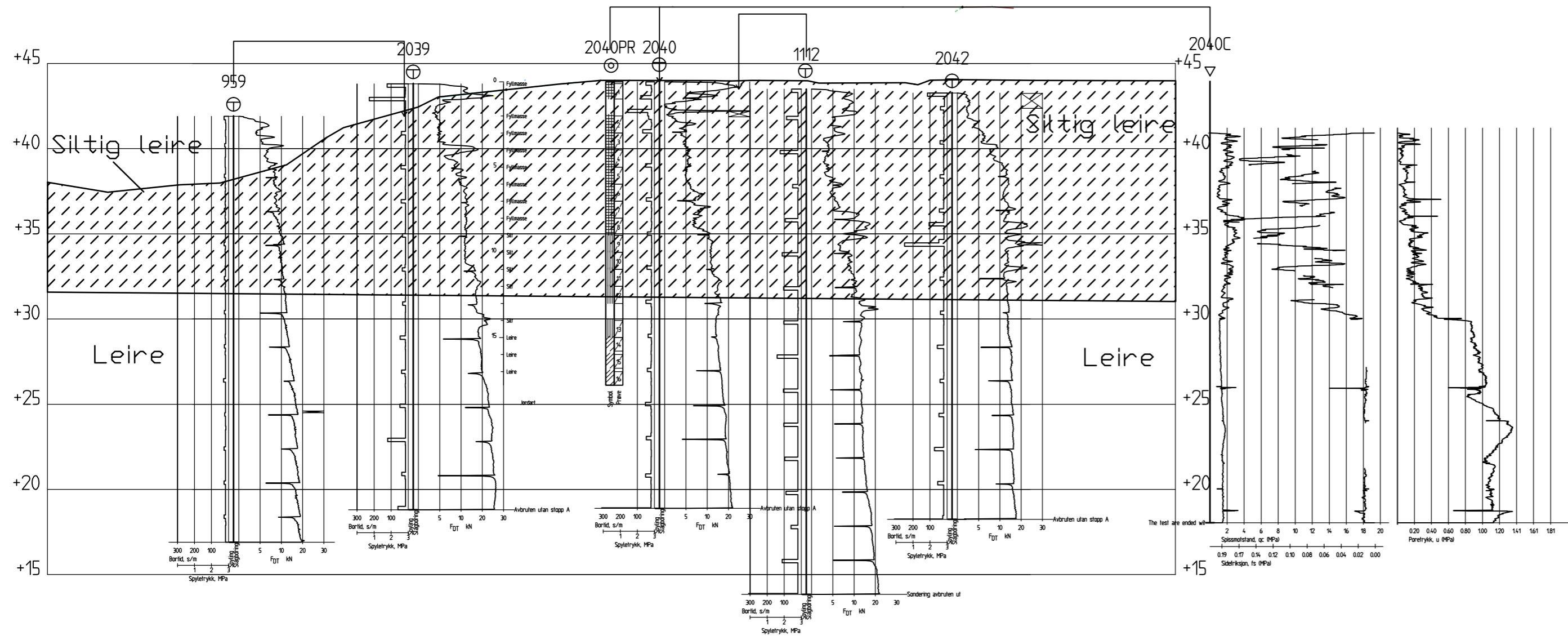


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:


01	Endring i tekst	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Status -			
Stabilitet		Original format A3-L			
Tunnel ved Esp, nord		Tegningens filnavn			
Profil V2		Målestokk 1:250			
Etter tiltak					
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		27.02.015	BKB	KE	AKL
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20130642	211	01	
www.ngi.no					



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

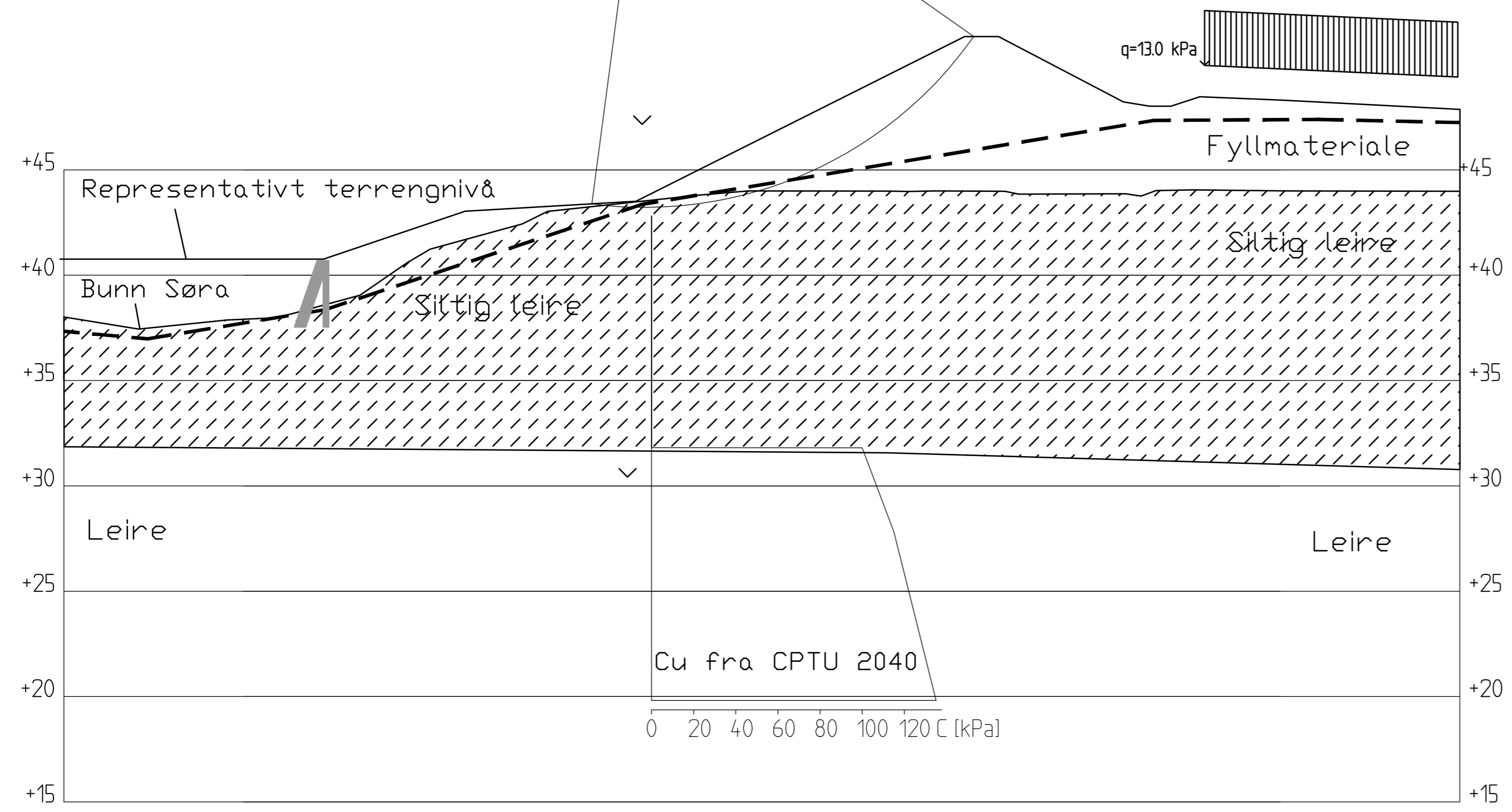
HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status - Original format A3-L Tegningens filnavn <small>© Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion</small>			
Støyvoll ved Esp Profil V3 Lagdeling		Målestokk 1:250			
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 27.02.2015 Oppdragsnr. 20130642	Konstr./Tegnet BKB Tegningsnr. 220	Kontrollert KE	Godkjent AKL Rev. -

Drenert oppførsel i de øvre siltige massene gir lik drenert og udrenert sikkerhet.

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.50	9.50	31.0	2.0				
Fyllmasser	19.50	9.50	31.0	2.0				
Siltig Leire	19.50	9.50	31.0	2.0				
Leire	19.50	9.50	31.0	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35

$F_c \varphi = 1.49$
 $F_c = 1.49$
 Search area (tangent)

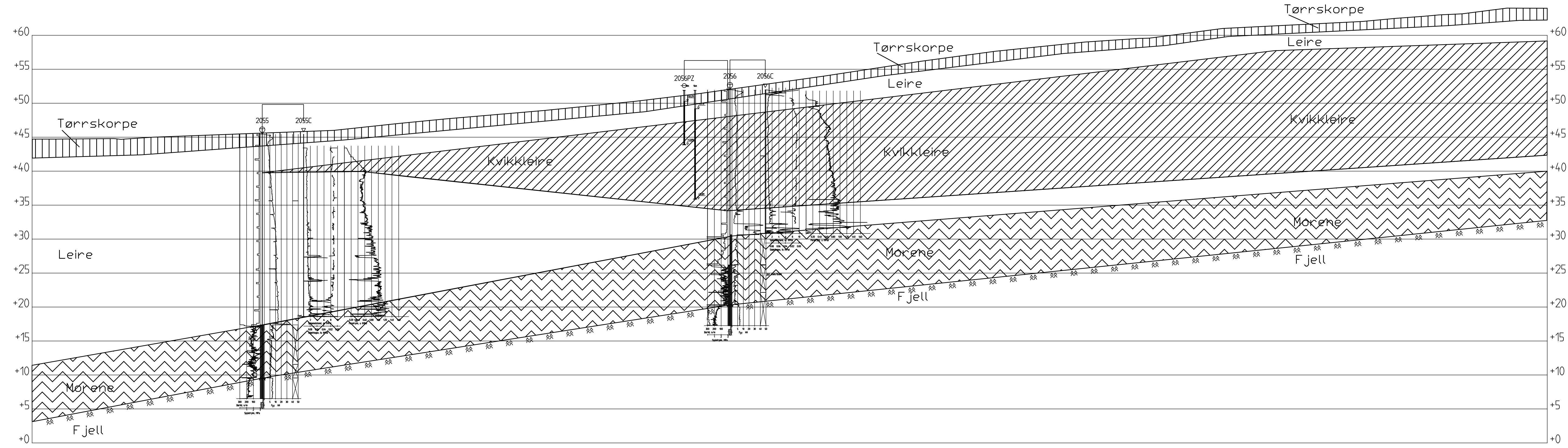


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Endring i tekst	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status	-		
Støyvoll ved Esp Profil V3 Etter tiltak		Original format	A3-L		
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		Tegningens filnavn	Målestokk		
27.02.2015		Oppdragsnr.	20130642	Konstr./Tegnet	221
BKB		Kontr./Tegnet	KE	Kontr./Tegnet	AKL
20130642		Kontr./Tegnet	221	Kontr./Tegnet	01

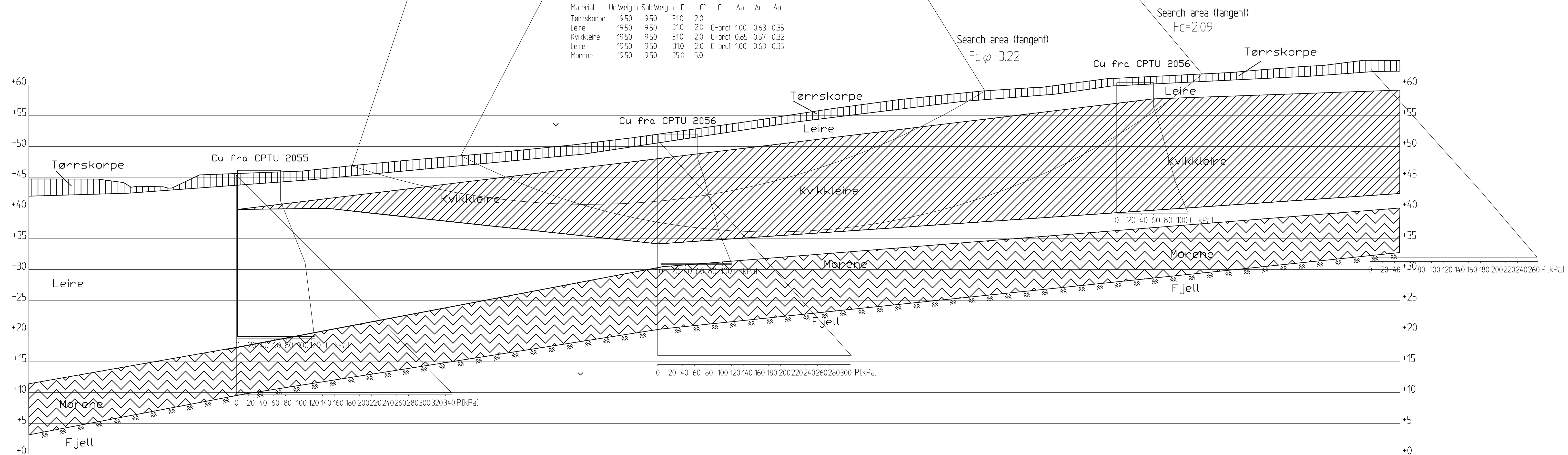


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler		Status			
Stabilitet		Original format			
		A3-LLL			
		Tegningens tittel			
Skjæring ved Storler		Målestokk	NGI		
Profil V4		1:300			
Lagdelling					
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 27.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontr./Tegnet KE	Godkjent AKL
		Oppdragsnr. 20130642	Tegningsnr. 230		Rev. -



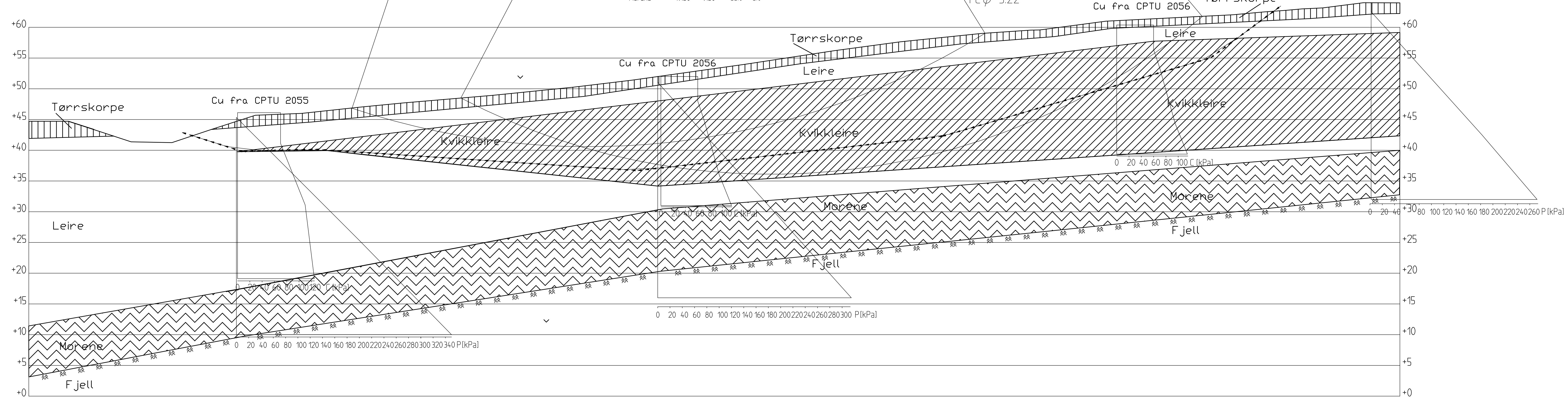
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Tekst endret	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Status		Original format	
Stabilitet		A3-L1L		Tegningens filnavn	
Skjæring ved Storler		Målestokk		1:300	
Profil V4		Konstr./Tegnet		BKB	
Etter tiltak		Kontrollert		KE	
NGI		Godkjent		AKL	
Sognsvelen 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		Oppdragsnr.		20130642	
NO-0806 Oslo, Norway		Tegningsnr.		231	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		Rev.		01	
www.ngi.no					

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	1950	950	310	20				
Leire	1950	950	310	20	C-prof	100	0.63	0.35
Kvikkleire	1950	950	310	20	C-prof	0.85	0.57	0.32
Leire	1950	950	310	20	C-prof	100	0.63	0.35
Morene	1950	950	350	50				

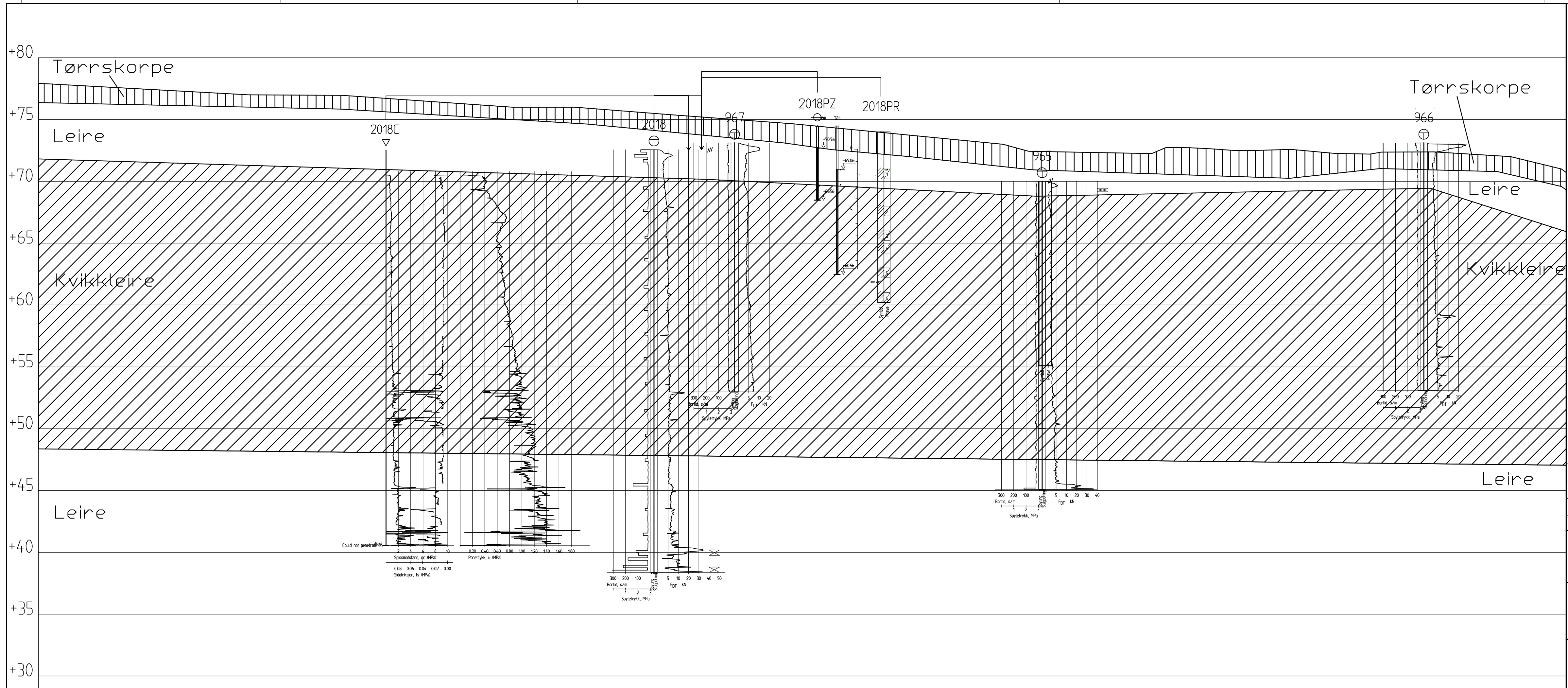


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:


01	Sammensatt skjærflate inkludert	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Status		Original format	
Stabilitet		A3-LLL		Tegningens filnavn	
Skjæring ved Storler		Målestokk		1:300	
Profil V4		NGI		NGI	
Anteggsfase		NGI		NGI	
NGI Sognsvelen 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	Konstr./Tegnet	Kontr./Kontrollert	Godkjent
20130642		27.02.2015	BKB	KE	AKL
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
232		01		01	

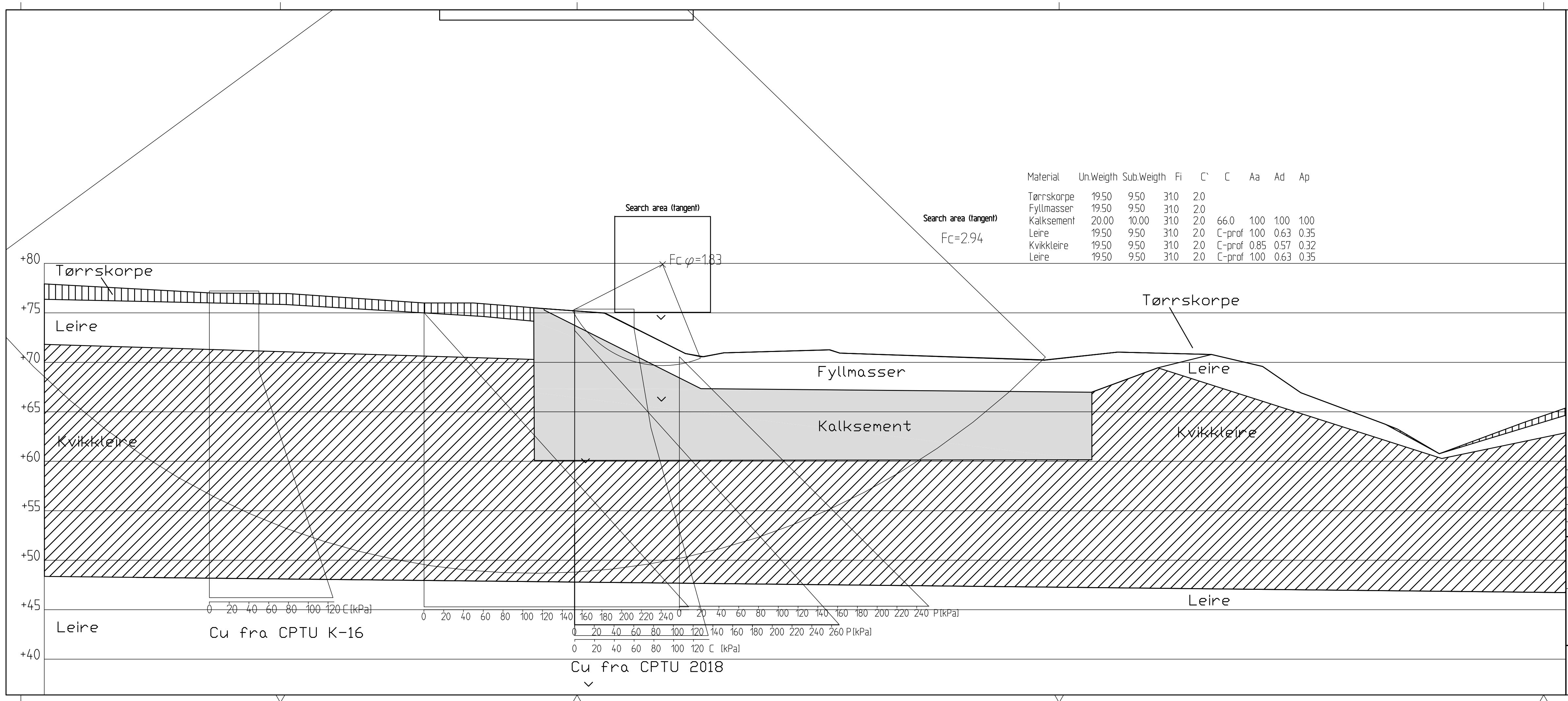


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status - Original format A3-L1 Tegningens filnavn			
Skjæring i Storlerbakken Profil V5 Lagdeling		Målestokk 1:200			
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 27.02.2015 Oppdragsnr. 20130642	Konstr./Tegnet BKB Tegningsnr. 240	Kontrollert KE	Godkjent AKL Rev. -



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.50	9.50	310	2.0				
Fyllmasser	19.50	9.50	310	2.0				
Kalksement	20.00	10.00	310	2.0	66.0	100	100	100
Leire	19.50	9.50	310	2.0	C-prof	100	0.63	0.35
Kvikkleire	19.50	9.50	310	2.0	C-prof	0.85	0.57	0.32
Leire	19.50	9.50	310	2.0	C-prof	100	0.63	0.35

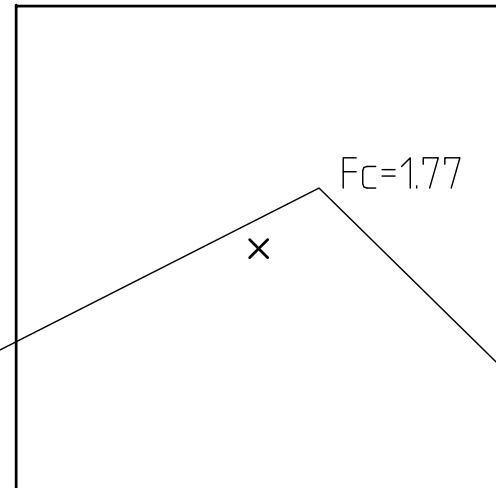
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

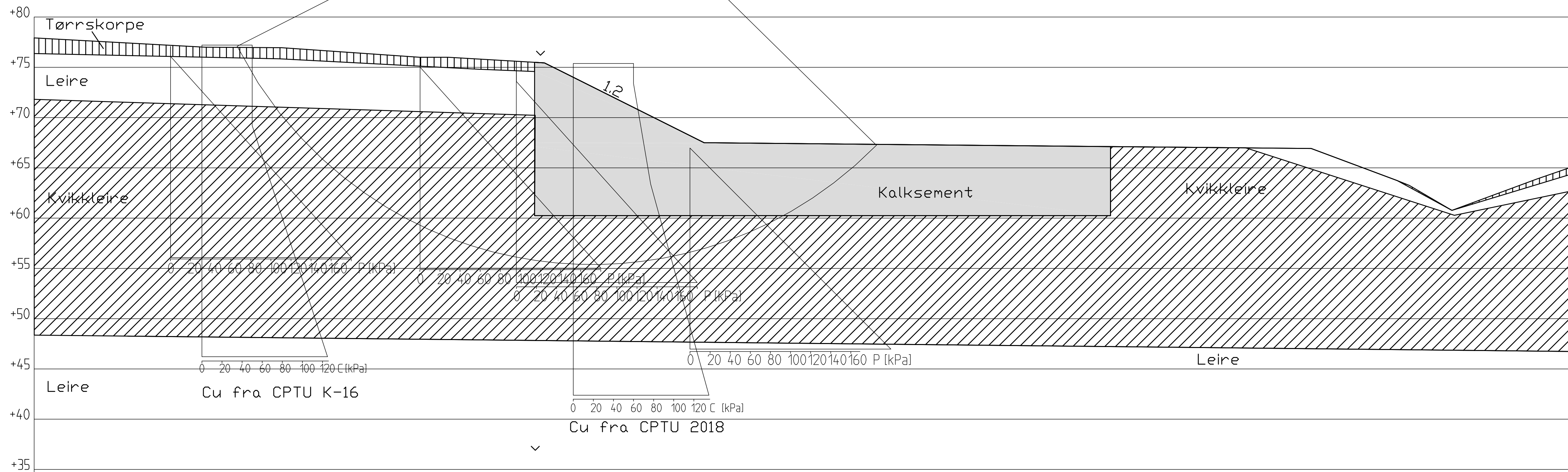
HENVISNINGER:

01	Poretrykksprofiler utvidet til større dyp	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status	-		
Skjæring i Storlerbakken Profil V5 Etter tiltak		Original format	A3-LL		
Målestokk		Tegningens filnavn	-		
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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Oppdragsnr.		27.02.2015	BKB	KE	AKL
Tegningsnr.		20130642	241	Rev.	01

Search area (tangent)



Material	Un.Weighth	Sub.Weighth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpe	19.50	9.50	31.0	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Kalksement	20.00	10.00	31.0	2.0	50.0	1.00	1.00	1.00
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.57	0.32
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.63	0.35

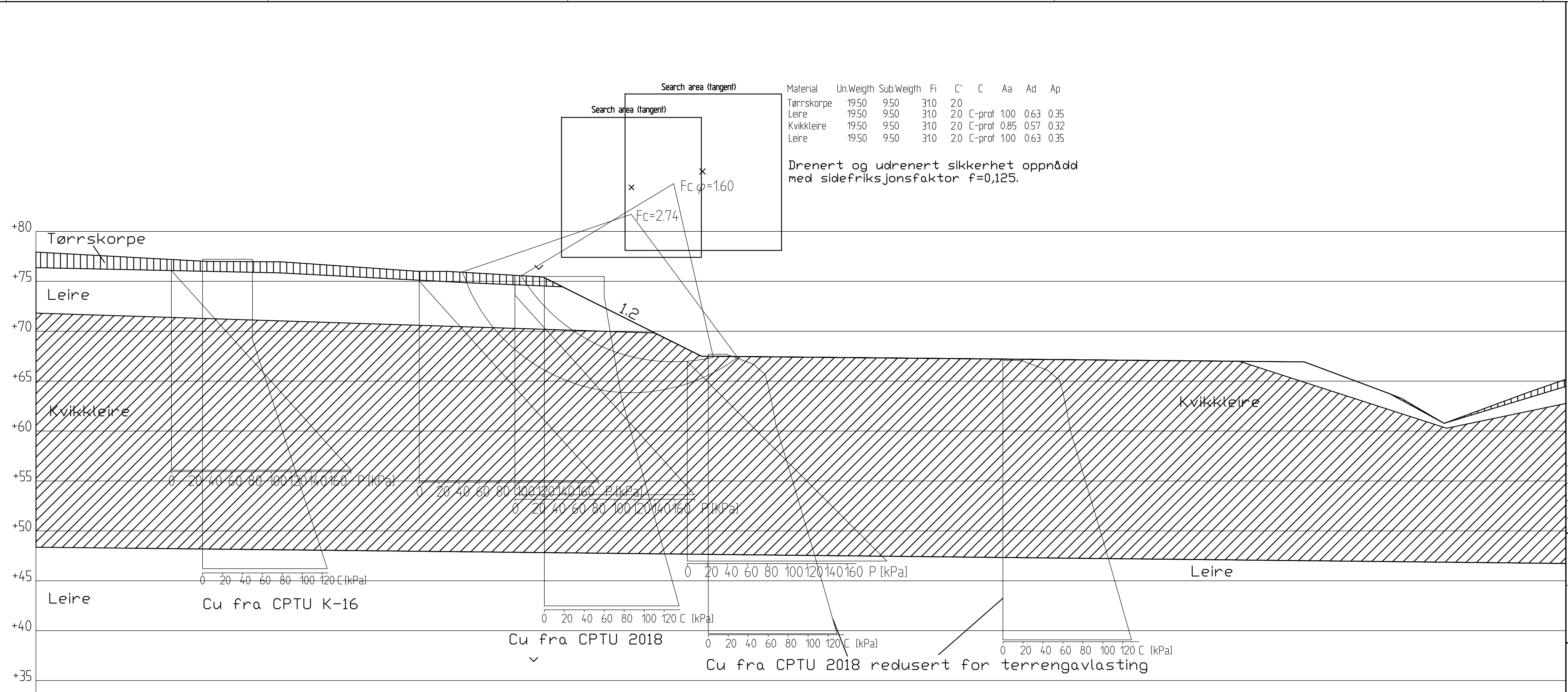


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Flere poretrykksprofiler inkludert	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Original format A3-LL Tegningens filnavn		Målestokk 1:250	
Skjæring i Storlerbakken Profil V5 Anleggsfase		NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		NGI	
	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
	27.02.2015	BKB	KE	AKL	
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
	20130642	242	01		



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpe	19.50	9.50	31.0	2.0				
Leire	19.50	9.50	31.0	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	19.50	9.50	31.0	2.0	C-prof	0.85	0.57	0.32
Leire	19.50	9.50	31.0	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35

Drenert og udrenert sikkerhet oppnådd med sidefriksjonsfaktor $f=0,125$.

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:


HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Skjærfasthetsprofil redusert for terrengavlastning	16.04.2015	BKB	AKL	AKL

E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet

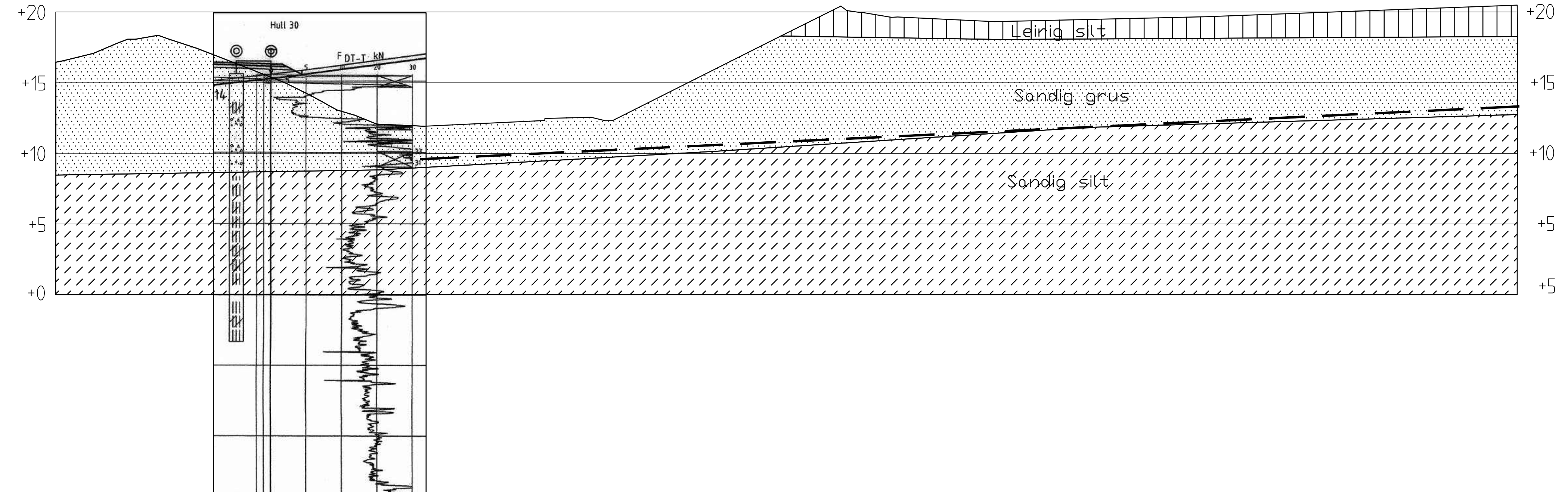
Skjæring i Storlerbakken
 Profil V5
 Stabilitet mellom ribber

Målestokk: 1:250



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: 27.02.2015 Oppdragsnr.: 20130642	Konstr./Tegnet: BKB Tegningsnr.: 243	Kontrollert: KE	Godkjent: AKL Rev.: 01
---	---	---	-----------------	---------------------------

Lagdeling er bestemt fra sondering 26, 28 og 30 samt prøveserie 30 fra SVV rapport Ud800A-17. Sonderingene er vist i vedlegg B.

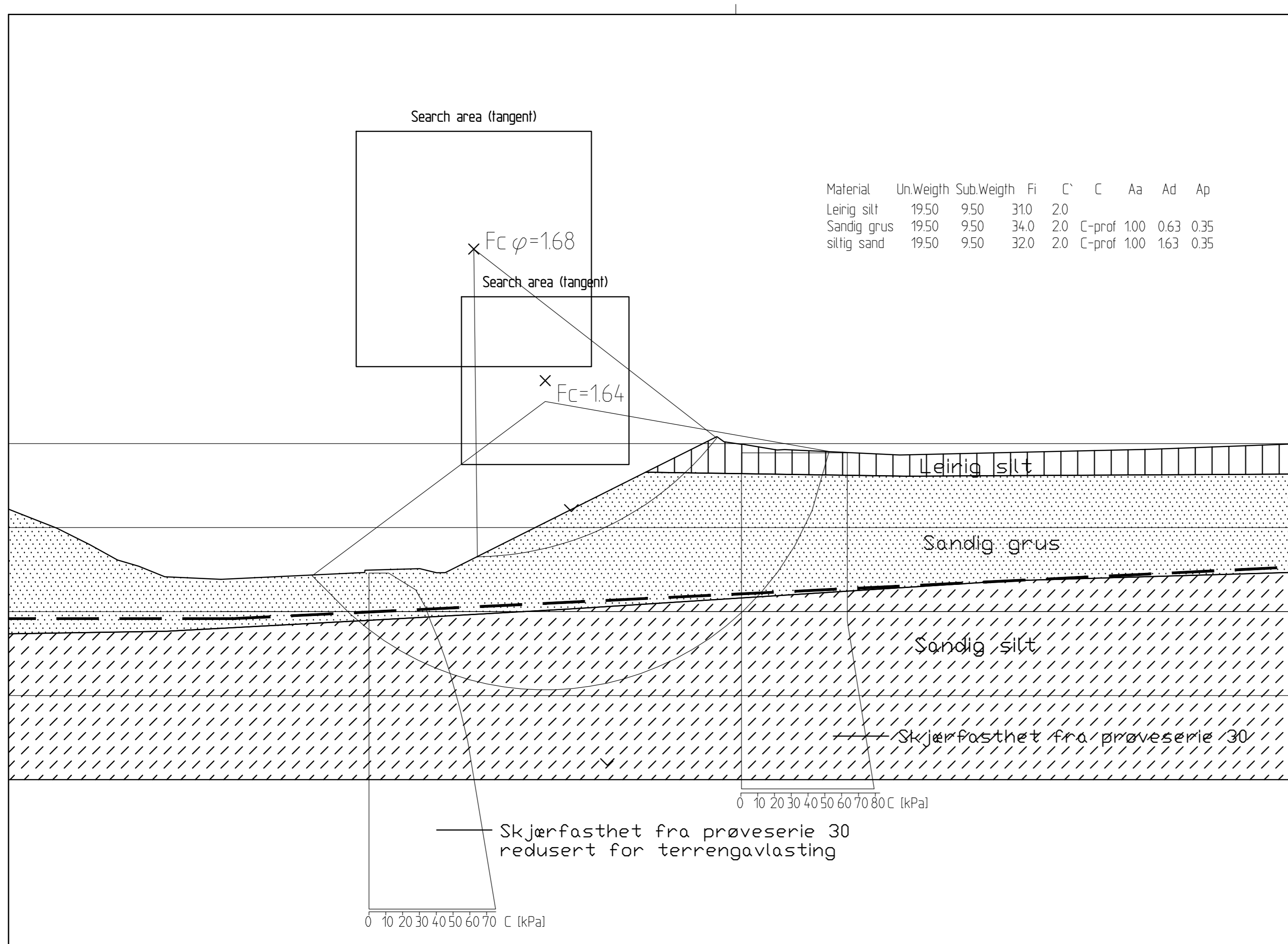


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status Original format A3.1 Tegningens filnavn			
Skjæring, profilnr. 650 Profil V6 Etter tiltak		Målestokk 1:200	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 27.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert AKL	Godkjent AKL
		Oppdragsnr. 20130642	Tegningsnr. 250		Rev. -

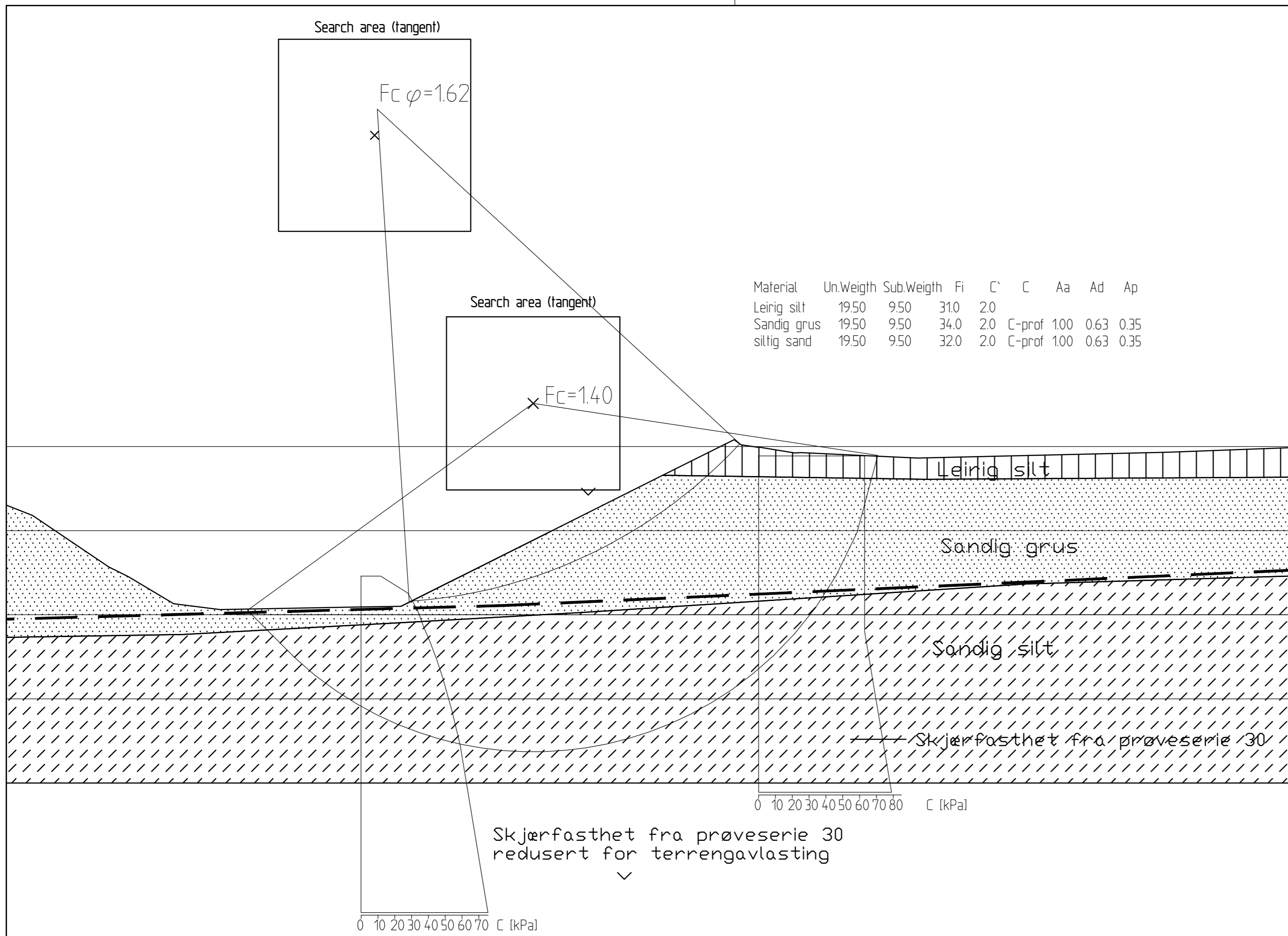


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Skjærfasthetsprofil redusert for terrengavlastning inkludert	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Stabilitet		Status -	
Skjæring, profilnr. 650		Profil V6		Original format A3.2	
Etter tiltak		Målestokk 1:200		Tegningens filnavn	
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 27.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert AKL	Godkjent AKL
Oppdragsnr. 20130642		Tegningsnr. 251		Rev. 01	



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Leirig silt	19.50	9.50	31.0	2.0				
Sandig grus	19.50	9.50	34.0	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
siltig sand	19.50	9.50	32.0	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35

FORKLARINGER:

-

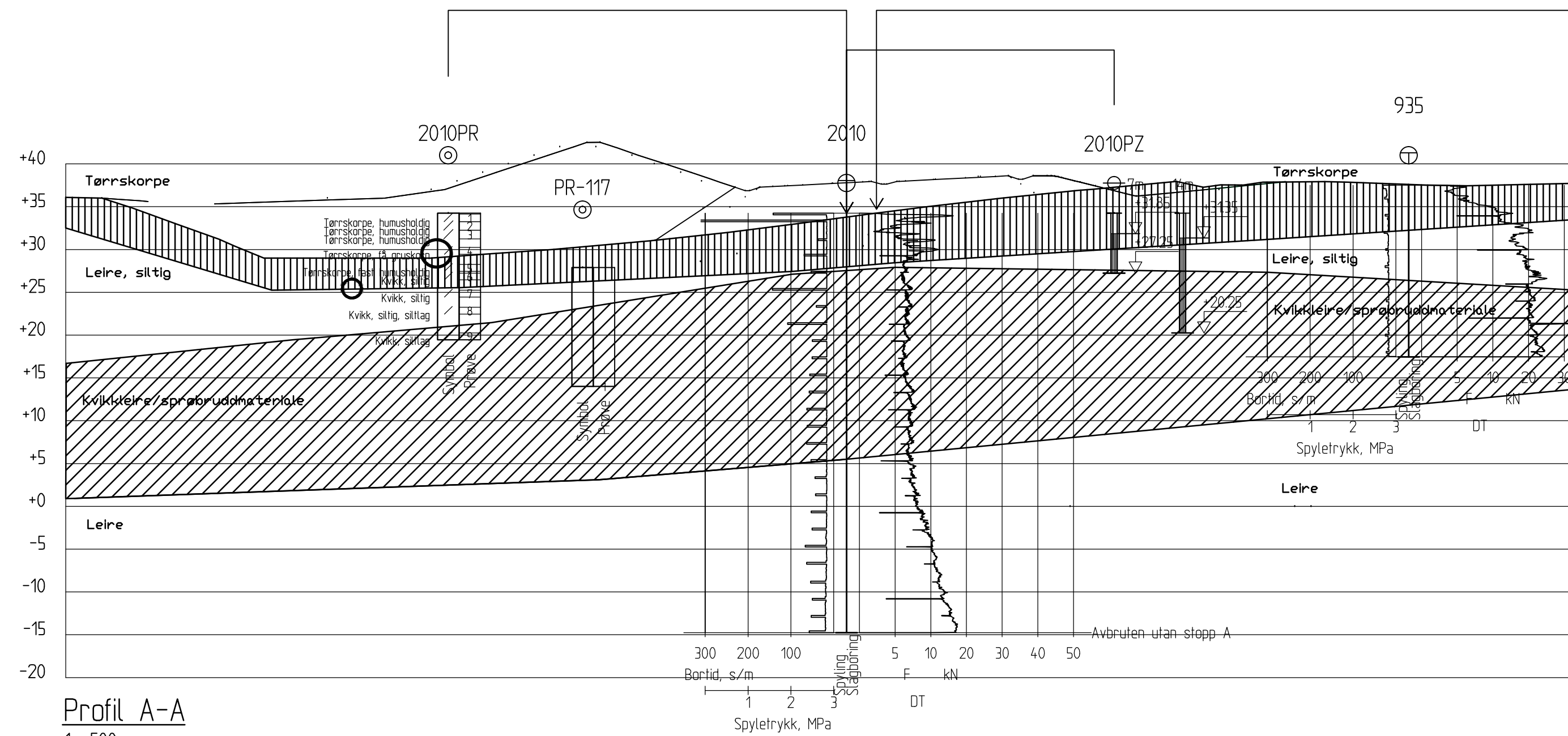
BESTEMMELSER:

-

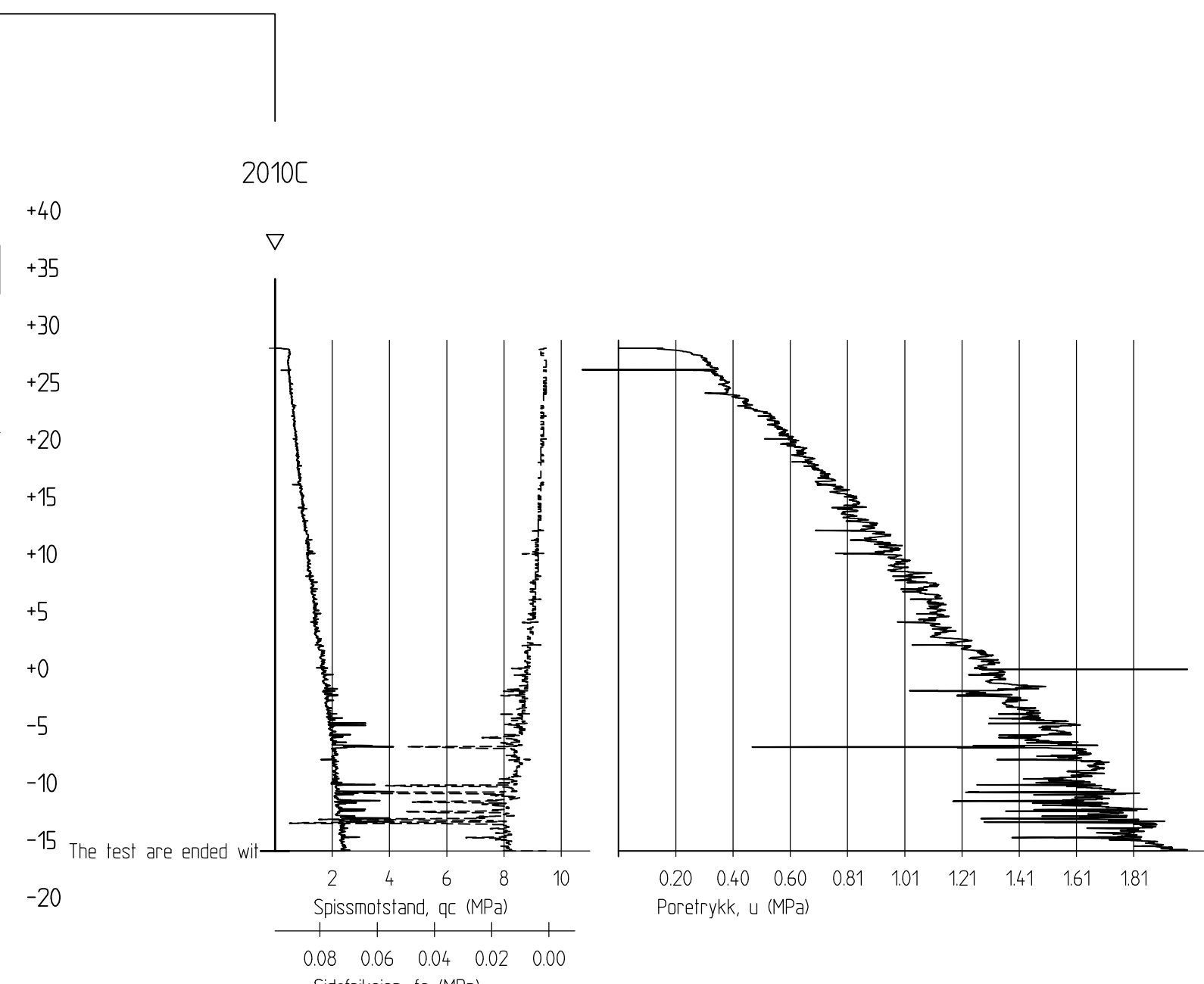
HENVISNINGER:

-

01	Skjærfasthetsprofil redusert for terrengavlasting inkludert	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status		-	
Skjæring, profilnr. 650		Original format		A3.2	
Profil V6		Tegningens filnavn		-	
Anleggsfase		Målestokk		1:200	
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		27.02.2015	BKB	AKL	AKL
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20130642	252		01
www.ngi.no					



Profil A-A
1 : 500



FORKLARINGER:

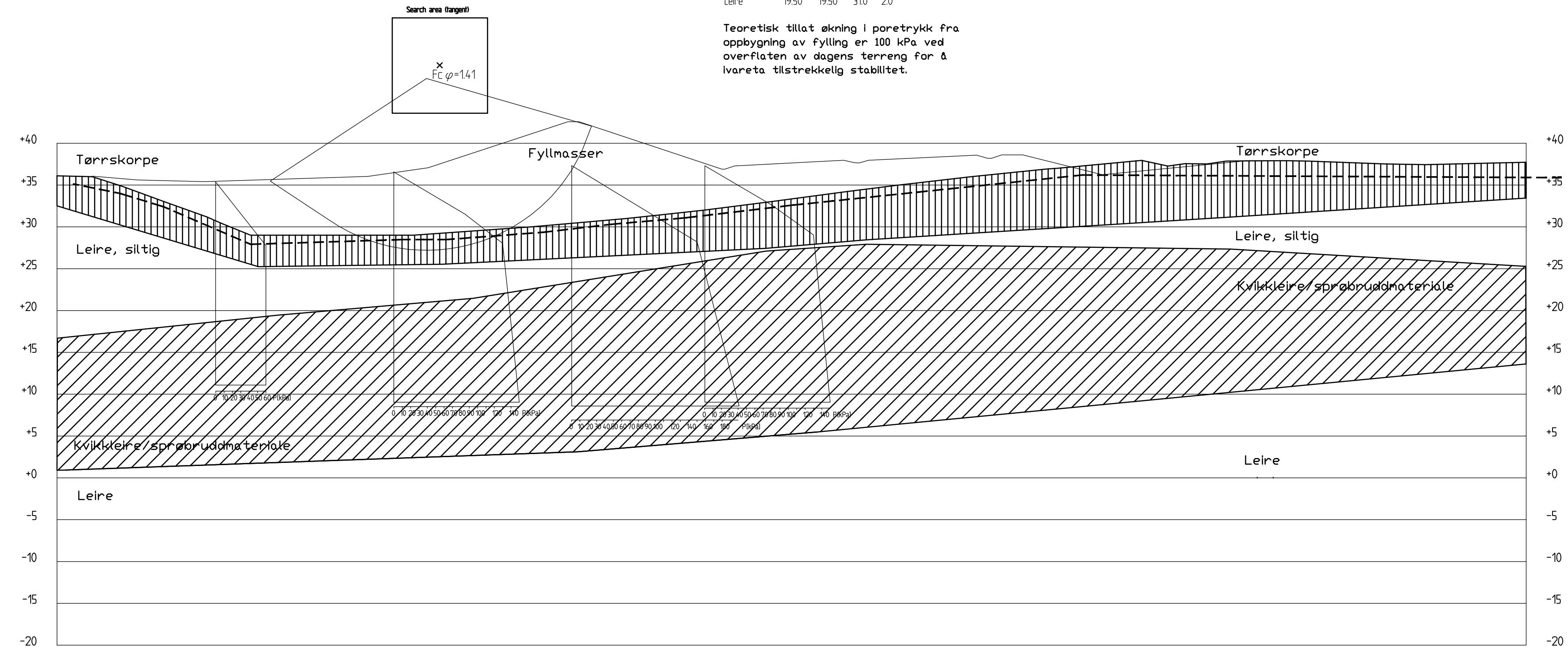
BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Målestokk 1500		NGI	
Oppfylling i Klettrøa Profil V7 Lagdelling		Dato 30.04.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert AKL	Godkjent AKL
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		Oppdragsnr. 20130642	Tegningsnr. 260	Rev.	-

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.50	19.50	310	2.0				
Tørrskorpe	19.50	19.50	310	2.0				
Leire, siltig	19.50	19.50	310	2.0				
Kvikkleire	19.50	19.50	310	2.0				
Leire	19.50	19.50	310	2.0				

Teoretisk tillat økning i poretrykk fra oppbygning av fylling er 100 kPa ved overflaten av dagens terreng for å ivareta tilstrekkelig stabilitet.

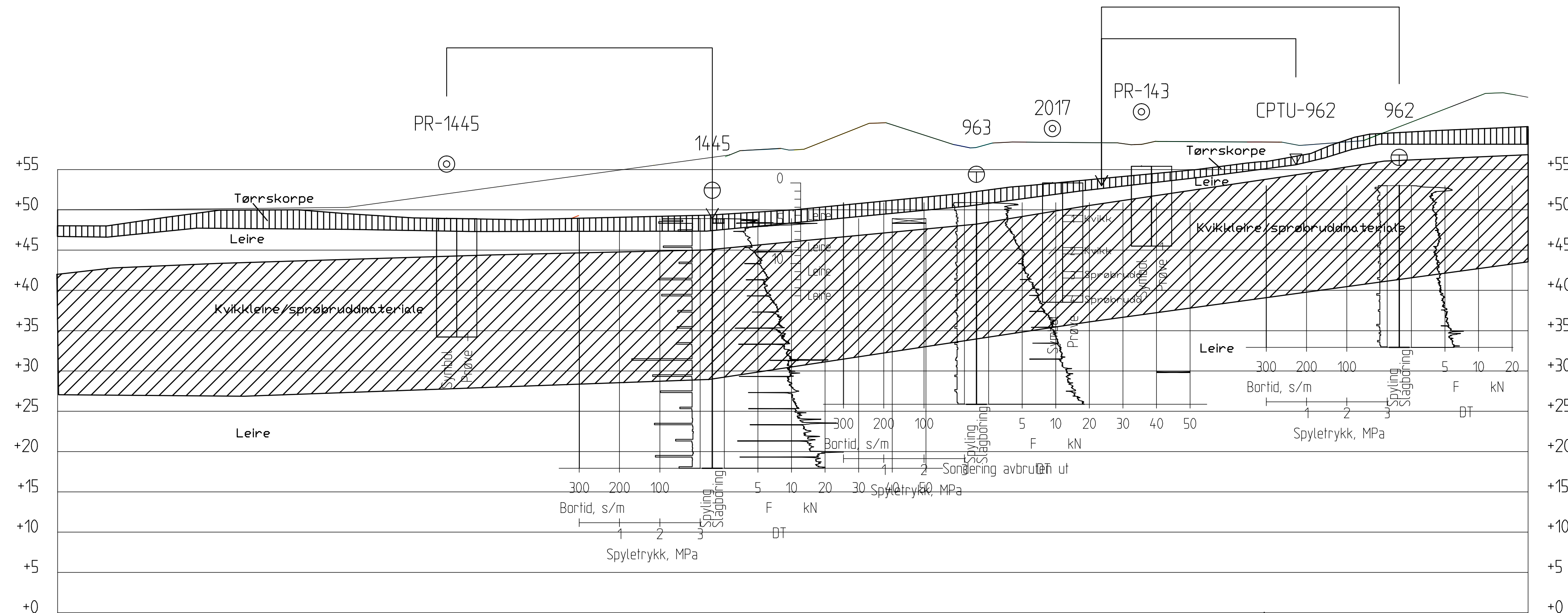


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status		-	
Oppfylling i Klettørå Profil V7 Poretrykksoppbygning		Original format A3.1		Tegningens filnavn	
Målestokk		1:400		NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Oppdragsnr.		30.04.2015	BKB	AKL	AKL
Tegningsnr.		20130642	261	Rev. -	



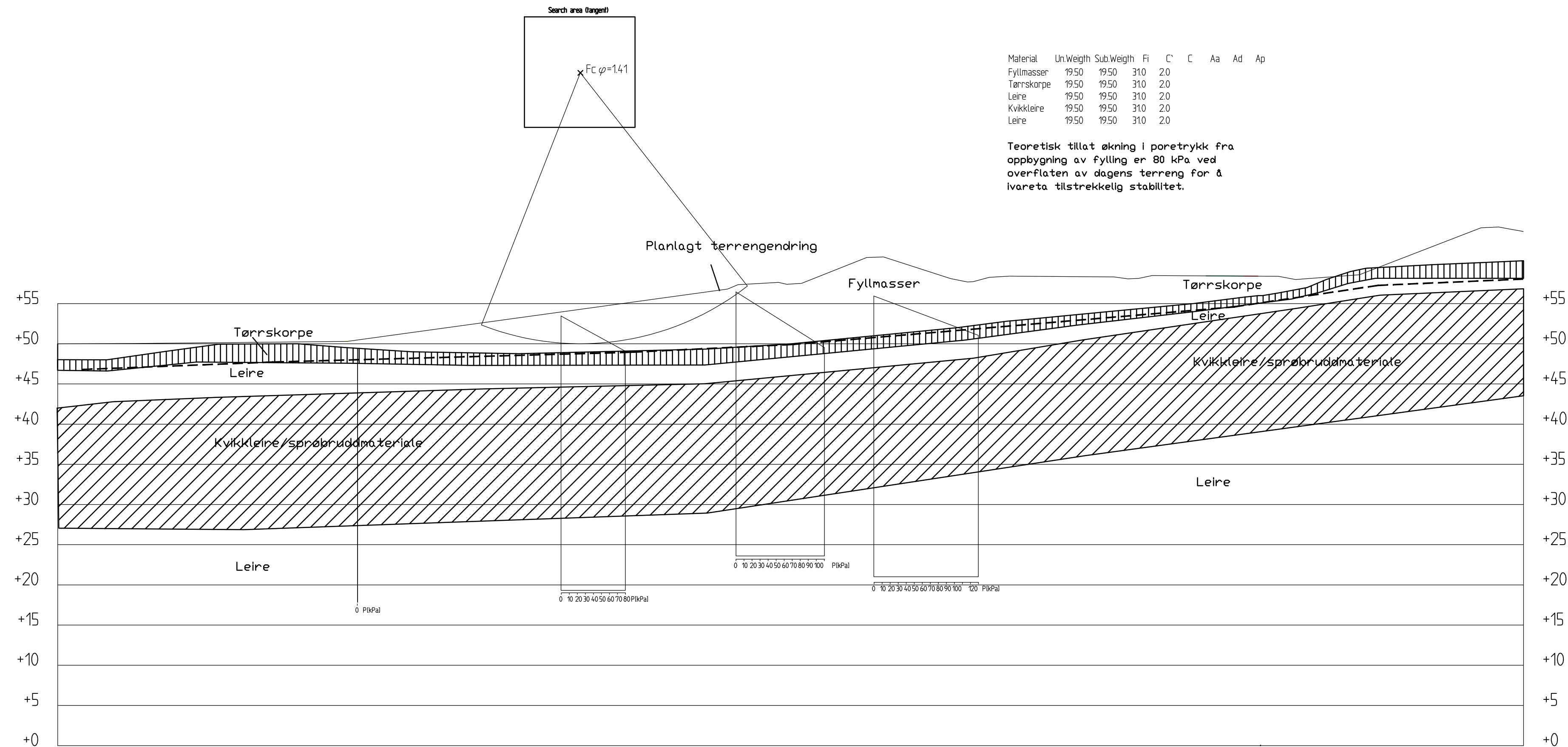
Profil A-A
1 : 500

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Målestokk		1400	
Fylling nord for storlerbakken Profil V8 Lagdelling		NGI			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		30.04.2015	BKB	AKL	AKL
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20130642	270	-	

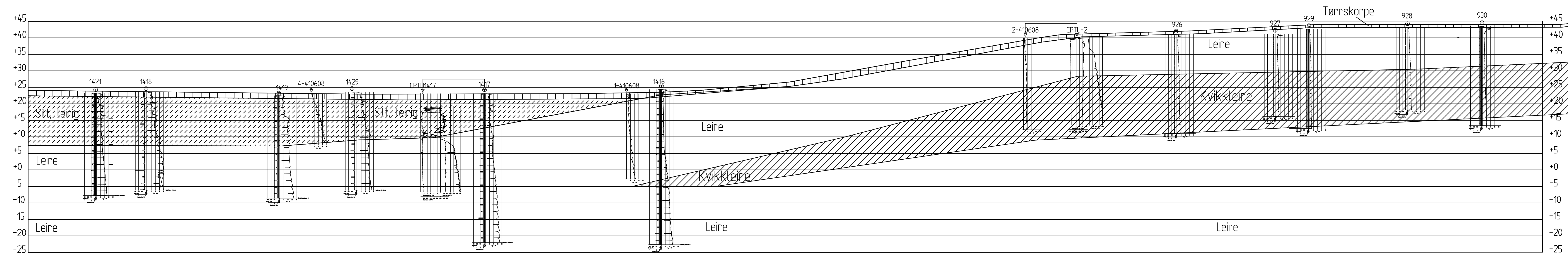


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status		-	
Fylling nord for Storlerbakken Profil V8 Poretrykksoppbygning		Original format A3.1		Tegningens filnavn	
Målestokk		1400		NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Oppdragsnr.		30.04.2015	BKB	AKL	AKL
Tegningsnr.		20130642	271	Rev.	-

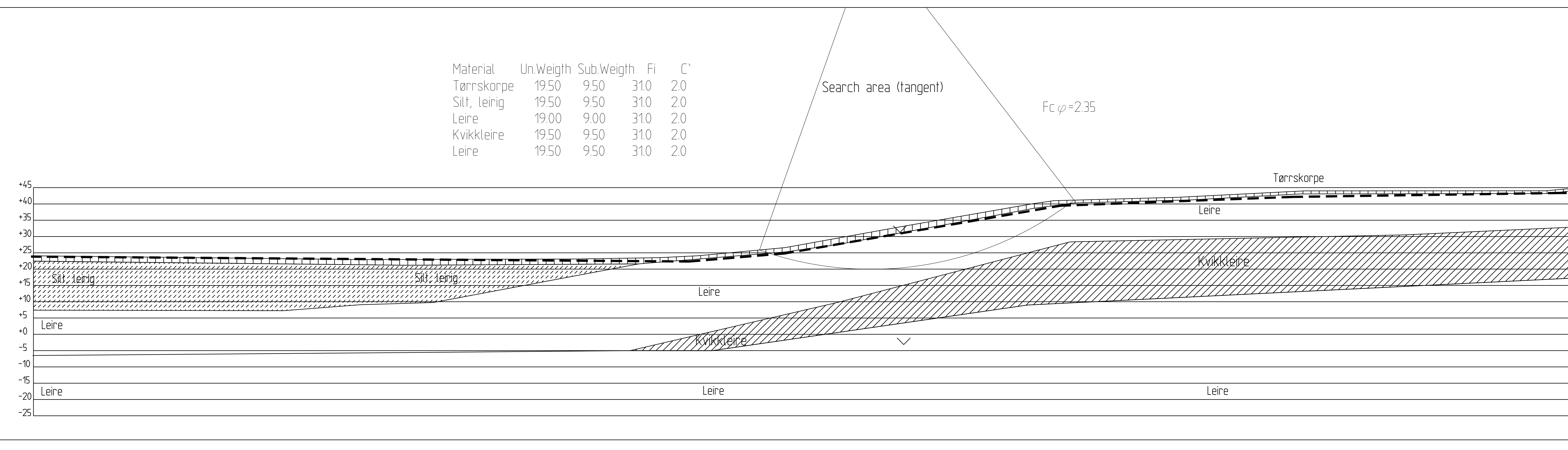


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Endret lagdeling	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Status		Original format	
Stabilitet		A3LLL		Tegningsnr./filnavn	
Sørnypan		Målestokk		1500	
Profil N1		NGI		NGI	
Lagdeling		Dato		27.02.2015	
NGI		Konstr./Tegnet		BKB	
Sognsvelen 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		Kontr./Tegnet		KE	
NO-0806 Oslo, Norway		Godkjent		AKL	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		Oppdragsnr.		20130642	
www.ngi.no		Tegningsnr.		300	
		Rev.		01	



FORKLARINGER:

-

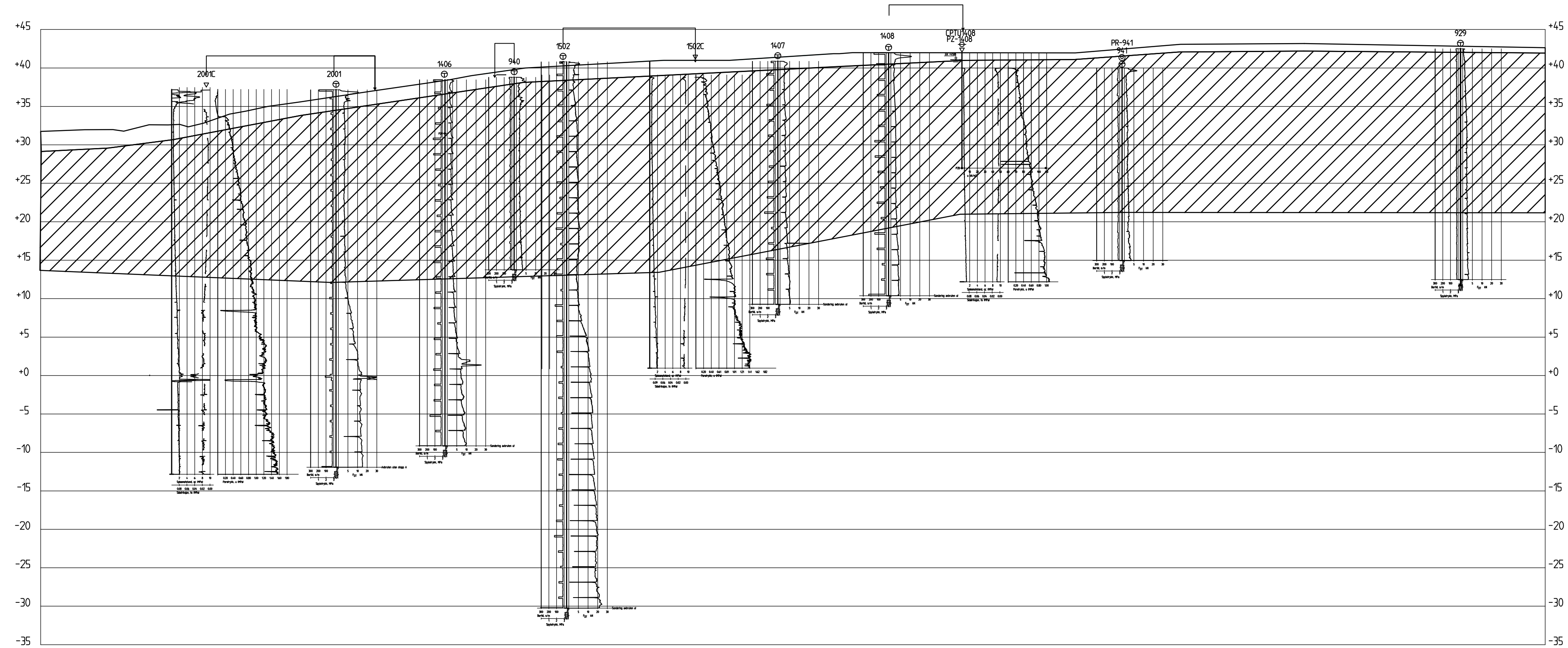
BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-


01	Endret lagdeling	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Status		Original format	
Stabilitet		A-3LLL		Tegningens filnavn	
Sørnypan		Målestokk		1500	
Profil N1		NGI		NGI	
Drenert beregning		Dato		Konstr./Tegnet	
NGI		14.11.2014		BKB	
Sognsvelen 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		Oppdragsnr.		Kontr./Tegnet	
NO-0806 Oslo, Norway		20130642		KE	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		Tegningsnr.		Godkjent	
www.ngi.no		302		AKL	
				Rev.	
				01	

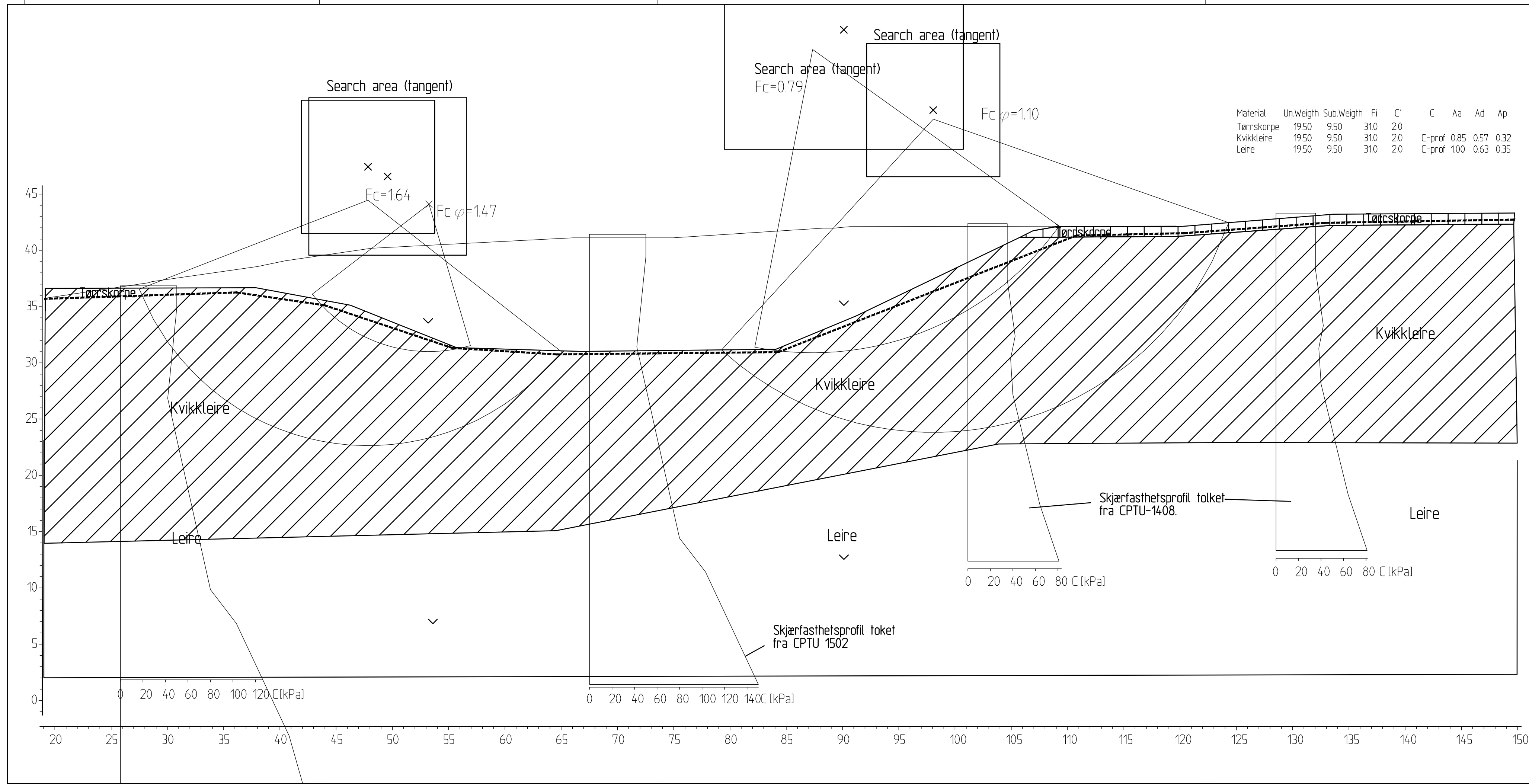


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status - Original format A3-L1 Tegningens filnavn <small>Årsoppgave 2015/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100</small>			
Sørnypan Profil N2 Lagdeling		Målestokk			
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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		27.02.2015	BKB	KE	AKL
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20130642	310	-	

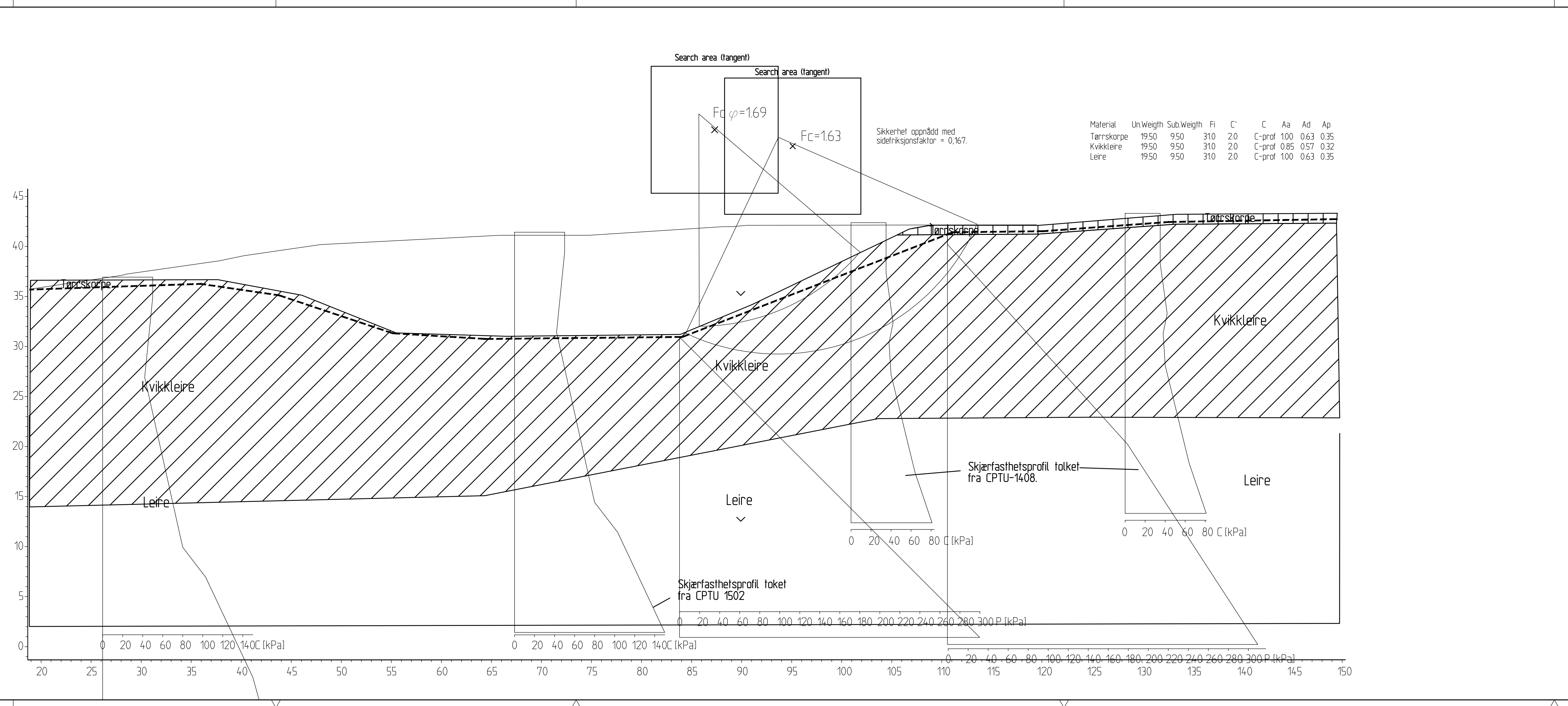


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Styrkeprofil til venstre inkludert og beregninger oppdatert	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
		Status			
E6 Jaktøyen - Storler		Original format			
Stabilitet		A3LLL			
Sørnypan		Tegningens filnavn			
Profil N2		Målestokk			
Uten stabilisering		1:250			
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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		20.02.2015	BKB	KE	AKL
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20130642	311	01	

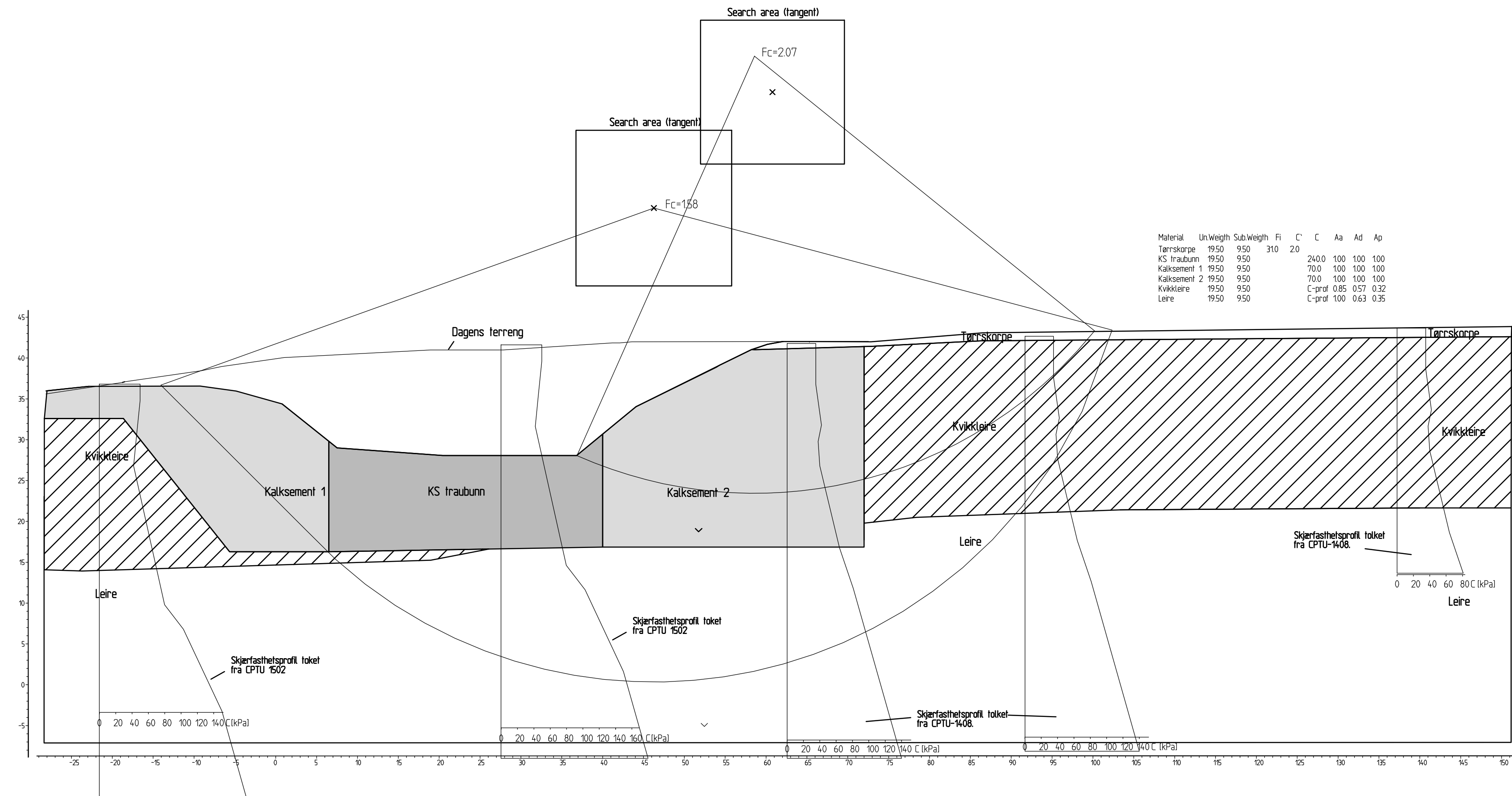


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:


01	Grunnvannsbetingelser endret	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Status		-	
Stabilitet		Original format		A3LLL	
Sørnypan		Tegningens filnavn		G:\geotekn\1019864\2\STABGRAF\01\Sørnypan-ss_jerdyg-dagens-18.plott.dwg	
Profil N2		Målestokk		1:250	
Stabilitet mellom ribber		NGI		NGI	
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		27.02.2015	BKB	KE	AKL
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20130642	313		01
www.ngi.no					



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

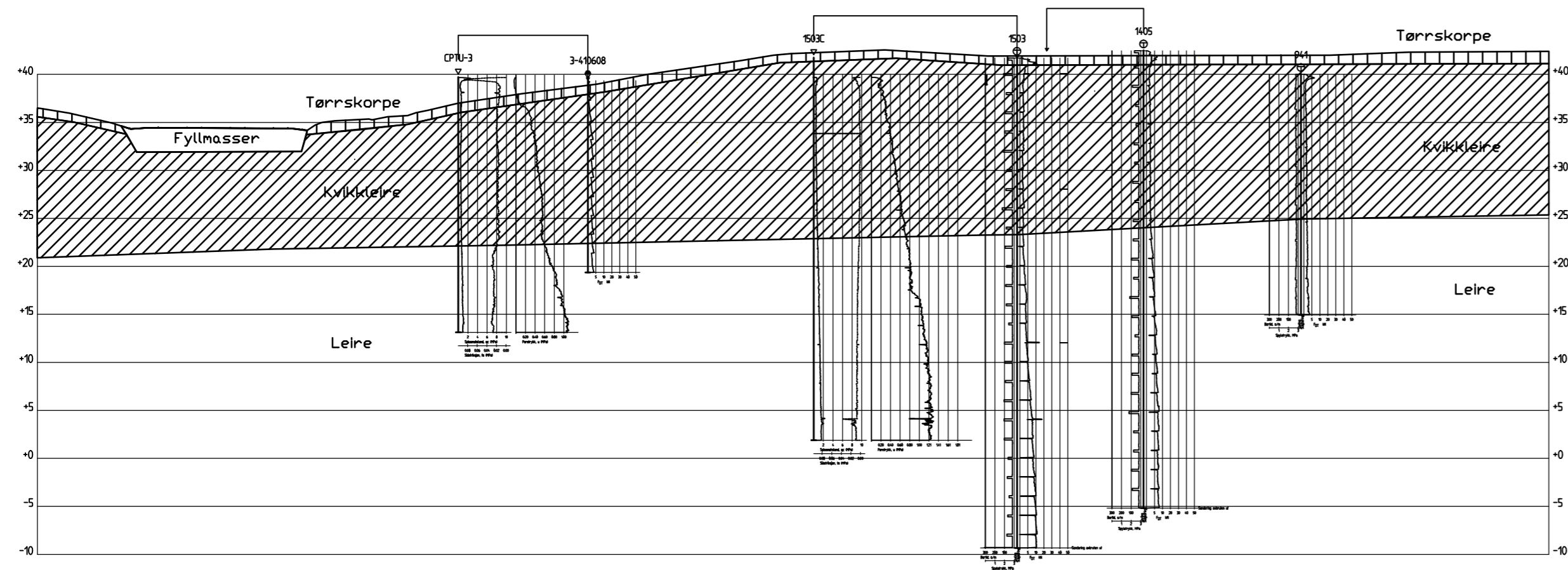
HENVISNINGER:


01	Tåsrinkel og skjærfasthetsprofil til venstre inkludert	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Status			
Stabilitet		-			
		Original format			
		A3-L1			
		Tegningens filnavn			
Sørnypan		Målestokk			
Profil N2		1400			
Anleggsfase					
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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	27.02.2015	BKB	KE	AKL	
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.			
20130642	314	01			

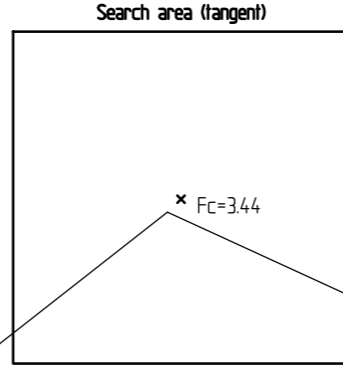
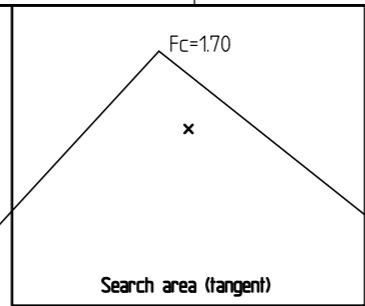
FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

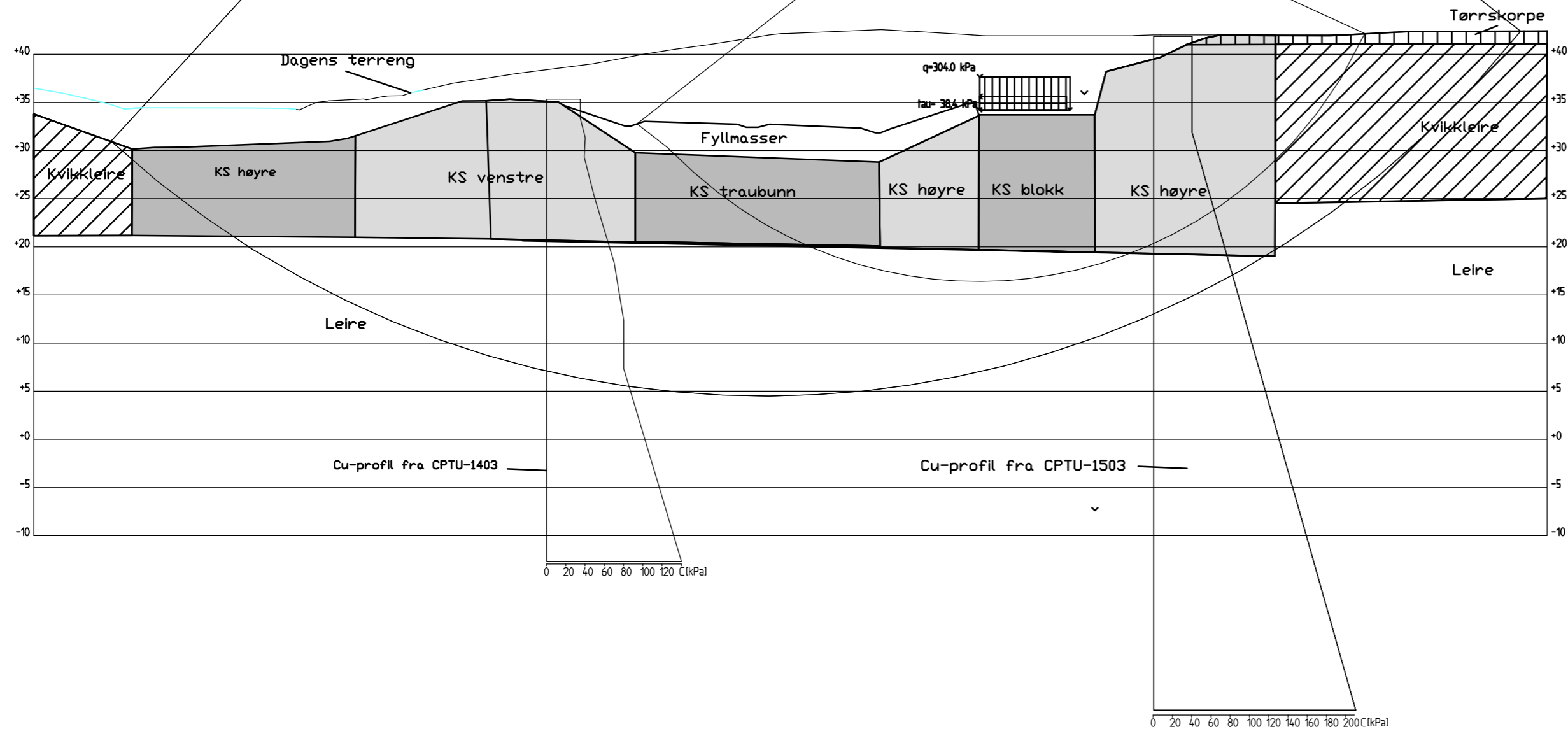
HENVISNINGER:



01	Profil utvidet i nordlig retning	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status -	Original format A3-L Tegningens filnavn		
Sørnypan Profil N3 Lagdelling		Målestokk 1:500			
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 27.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert KE	Godkjent AKL
		Oppdragsnr. 20130642	Tegningsnr. 320		Rev. 01




Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	1950	950	420	0.0				
KS blokk	2000	1000			300.0	100	100	100
KS traubunn	2000	1000			190.0	100	100	100
KS venstre	2000	1000			120.0	100	100	100
KS høyre	2000	1000			70.0	100	100	100
Kvikkleire	1950	950			C-prof	0.85	0.57	0.32
Leire	1950	950			C-prof	1.00	0.63	0.35

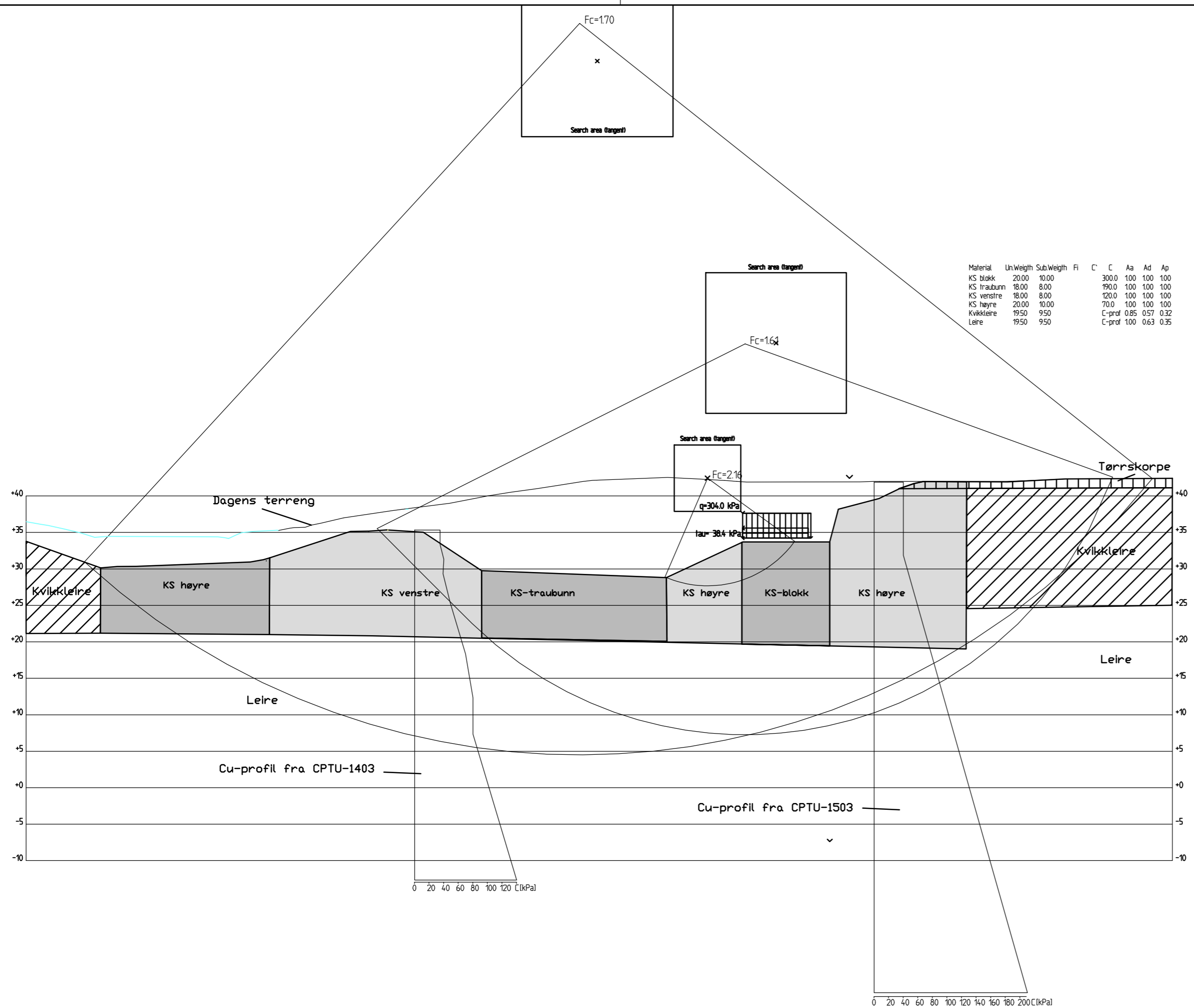


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Skjærfasthetsprofil fra CPTU 1403 lagt inn og KS-utbredelse endret	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status -	Original format A3-L Tegningens filnavn		
Sørnypan Profil N3 Fundamentlast		Målestokk 1500			
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 13.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert KE	Godkjent AKL
		Oppdragsnr. 20130642	Tegningsnr. 321		Rev. 01

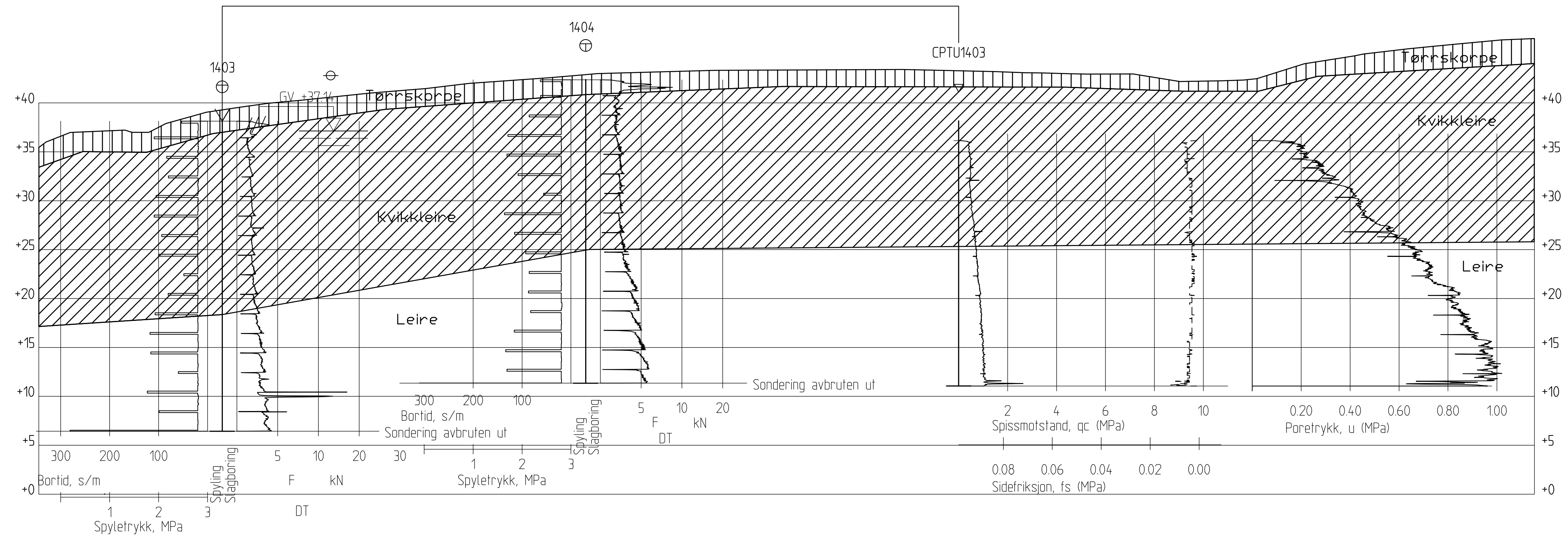


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Skjærfasthetsprofil fra CPTU-1403 inkludert og KS-utbredelse endret	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Status		-	
Stabilitet		Original format		A3-L	
Sørnypan		Tegningens filnavn		-	
Profil N3		Målestokk		1500	
Fundamentlast, anleggsfase		NGI		-	
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		13.02.2015	BKB	KE	AKL
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20130642	322		01
www.ngi.no					

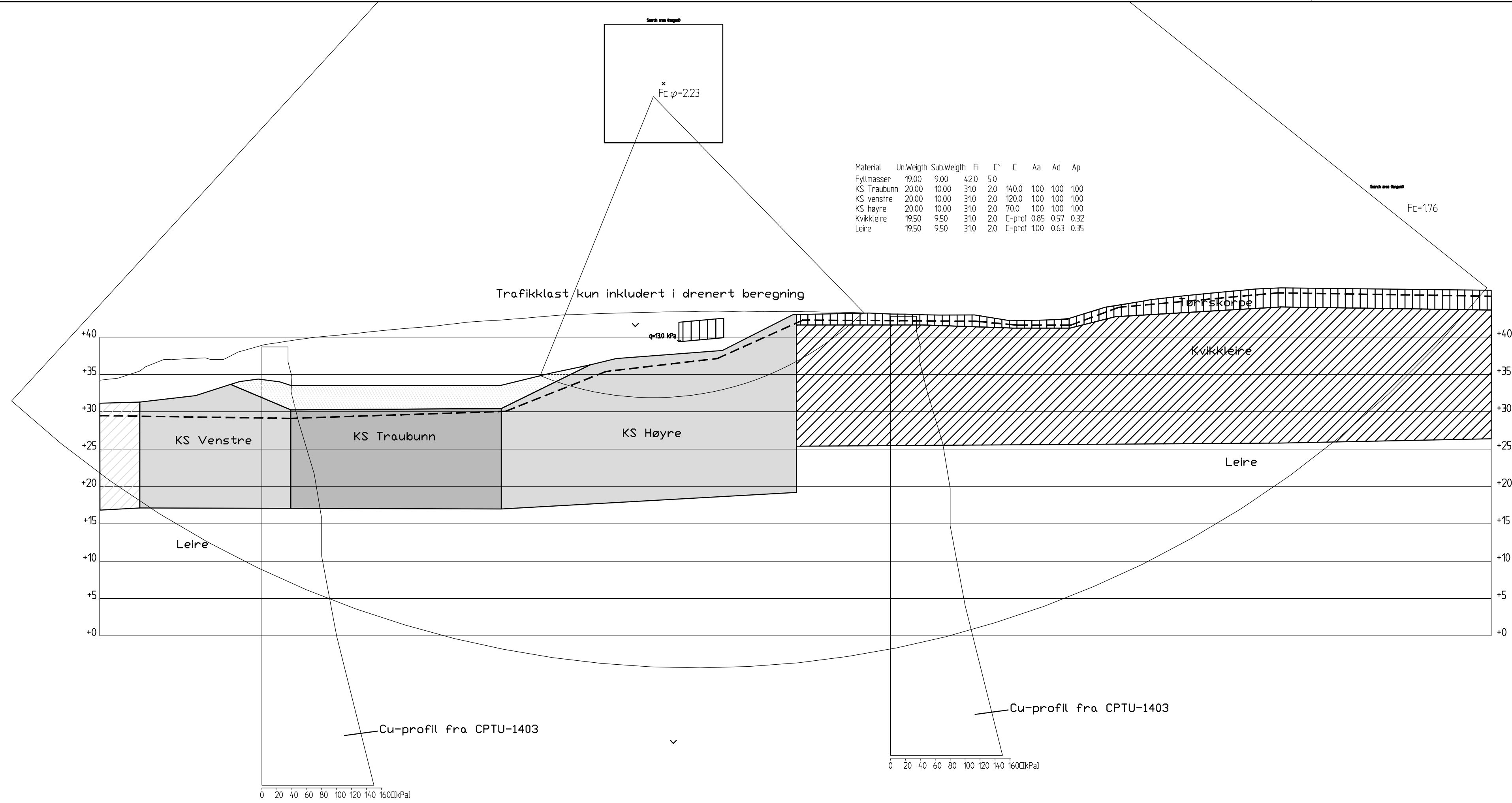


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Endret mektighet av kvikkleire	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 JHaktøyen - Storler		Status			
Stabilitet		Original format			
Sørnypan		A3-L1			
Profil N4		Tegningens filnavn			
Lagdeling		Målestokk			
		1:300			
NGI		NGI			
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
NO-0806 Oslo, Norway		27.02.2015	BKB	KE	AKL
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
www.ngi.no		20130642	330		01

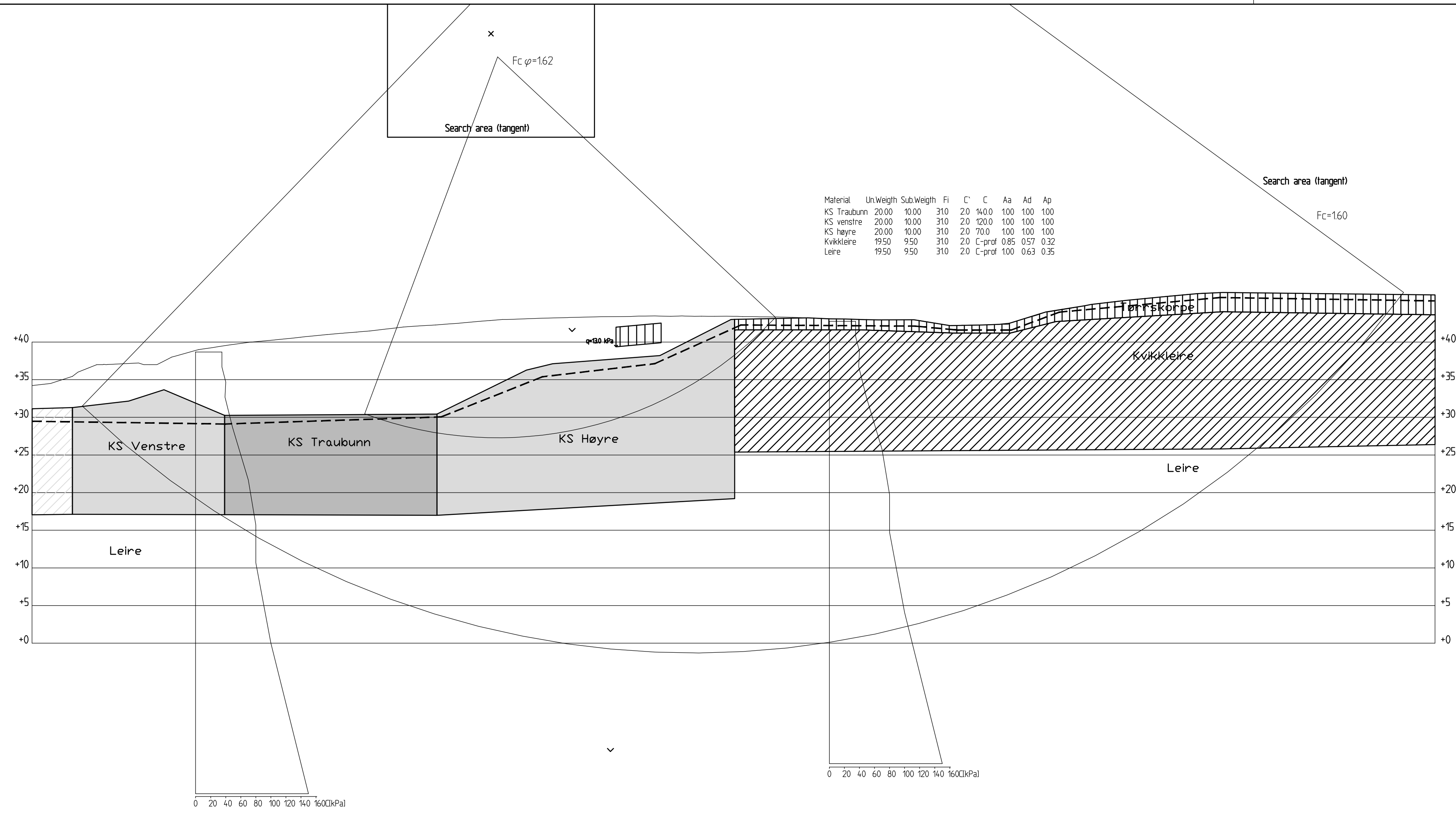


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Endret mektighet kvikkleire	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Stabilitet		Status	
				Original format	
				A3-L1	
				Tegningens filnavn	
Sørnypan		Målestokk		1400	
Profil N4				NGI	
Etter tiltak					
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		27.02.2015	BKB	KE	AKL
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20130642	331		01
www.ngi.no					

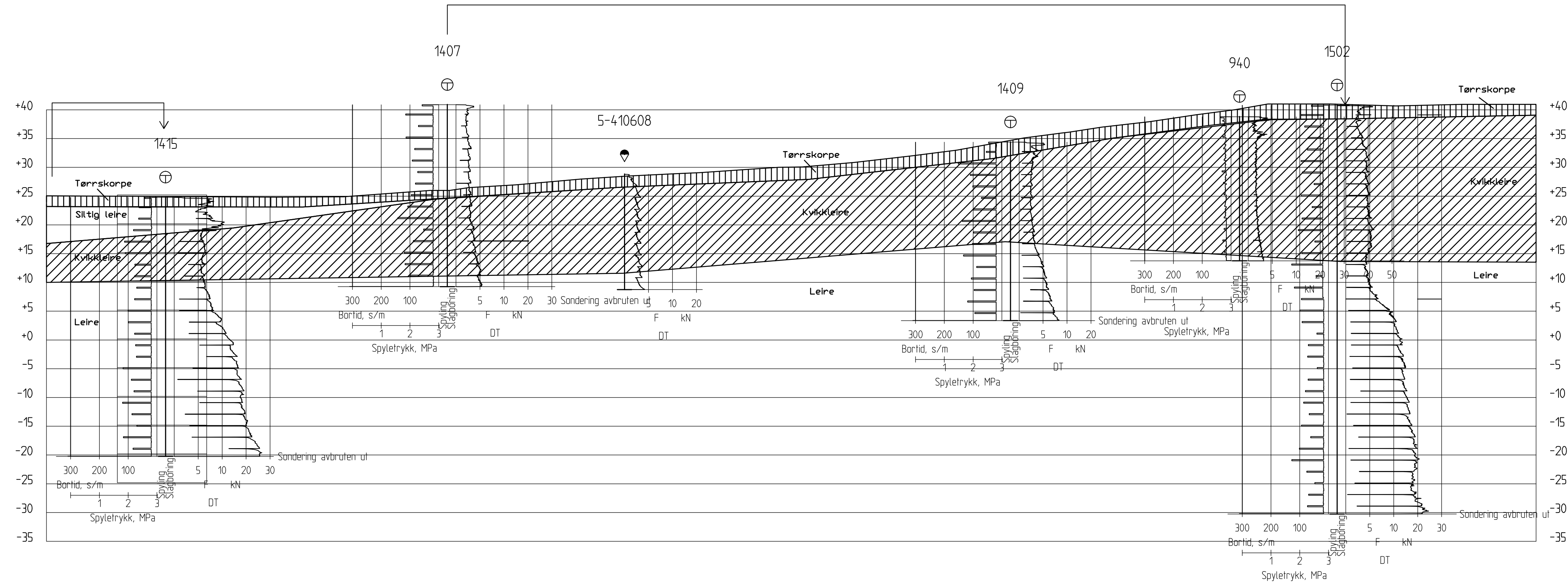


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

01	Endret mektighet kvikkleire	16.04.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Status		-	
Stabilitet		Original format		A3-L1	
Sørnypan		Tegningens filnavn		Målestokk	
Profil N4		1400		NGI	
Anleggsfase		Dato		Konstr./Tegnet	
NGI		27.02.2015		BKB	
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		Oppdragsnr.		Kontrollert	
NO-0806 Oslo, Norway		20130642		KE	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		Tegningsnr.		Godkjent	
www.ngi.no		332		AKL	
				Rev.	
				01	

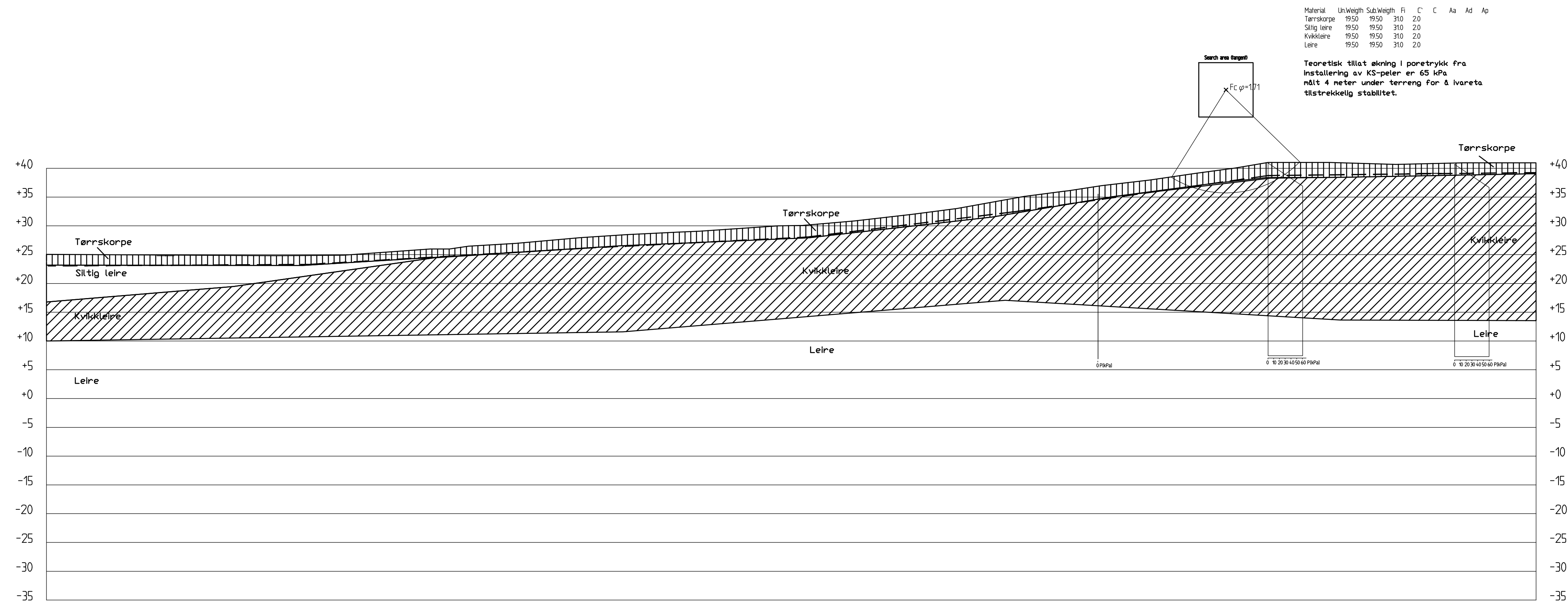


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Målestokk		1500	
Sørnypan Profil N5 Lagdeling		NGI			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		30.04.2015	BKB	AKL	AKL
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20130642	340	-	



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status Original format A3.1 Tegningens filnavn			
Sørnypan Profil N5 Poretrykksoppbygning		Målestokk 1500	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 30.04.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert AKL	Godkjent AKL
		Oppdragsnr. 20130642	Tegningsnr. 341	Rev. -	

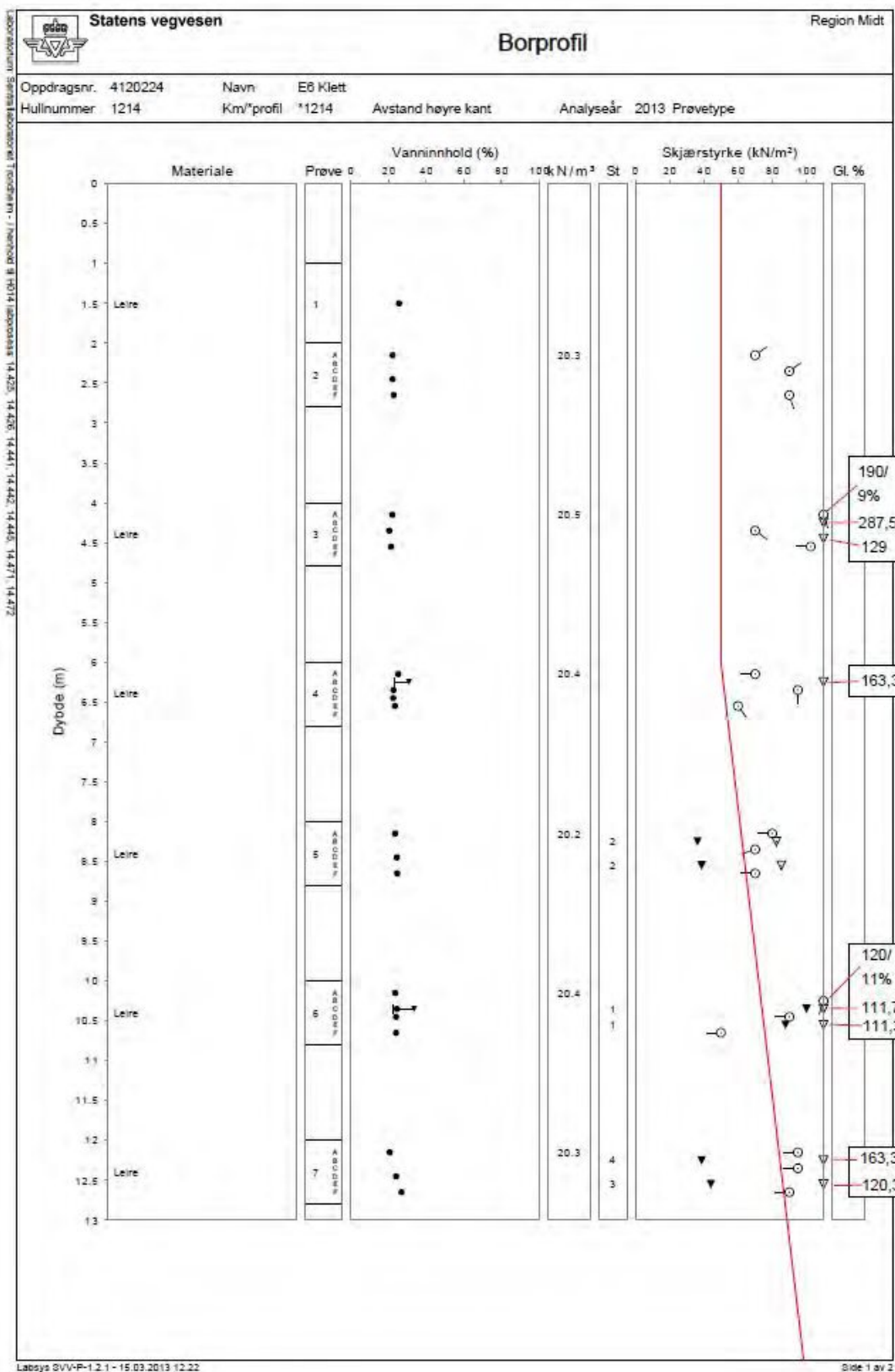


Vedlegg B - Tolkning indeksforsøk

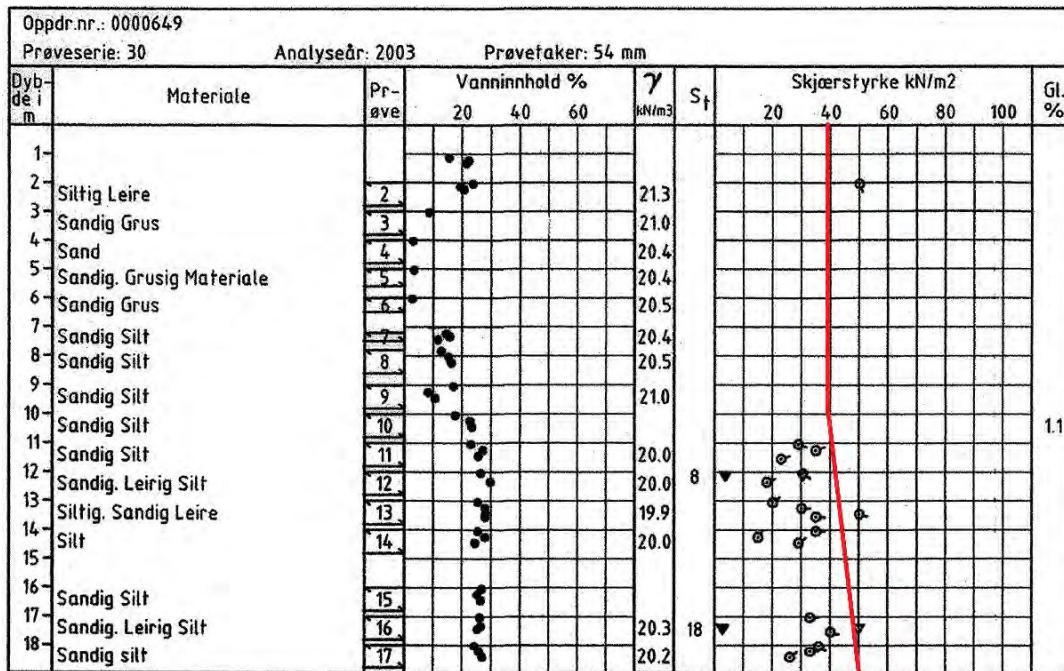
Innhold

Figurer

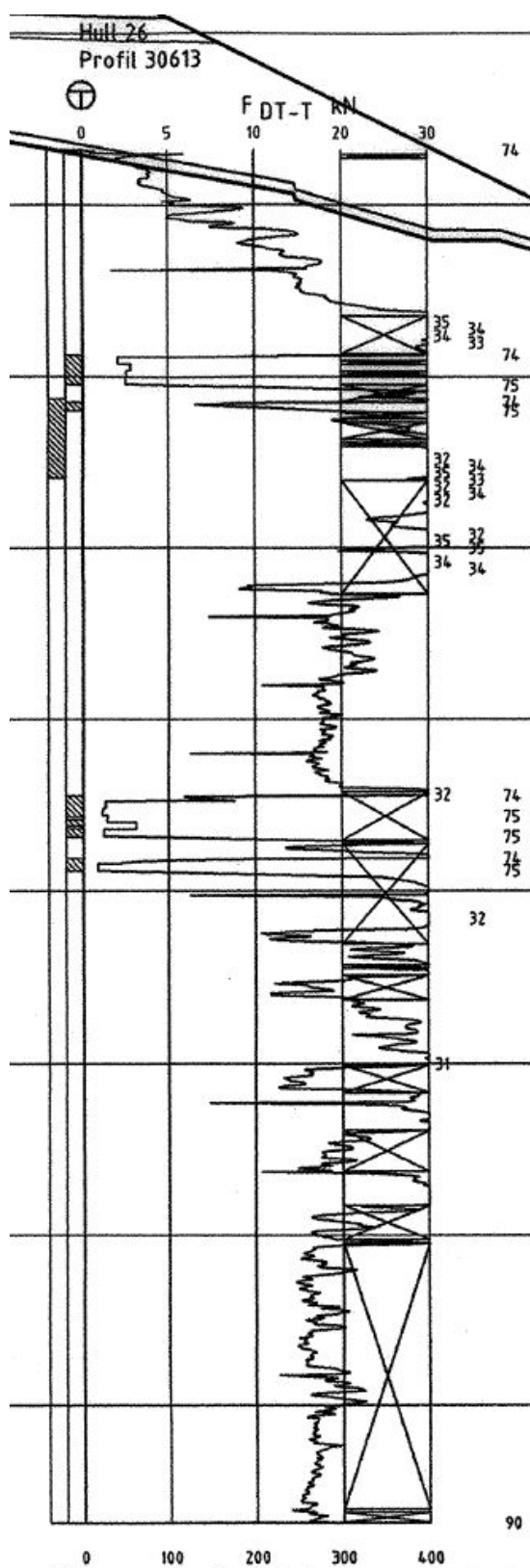
Figur B1	Tolking av indeksforsøk 1214
Figur B2	Tolking av indeksforsøk PR-30
Figur B3	Tolkning av indeksforsøk 1114
Figur B4	Totalsondering 26
Figur B5	Totalsondering 28
Figur B6	Totalsondering 30



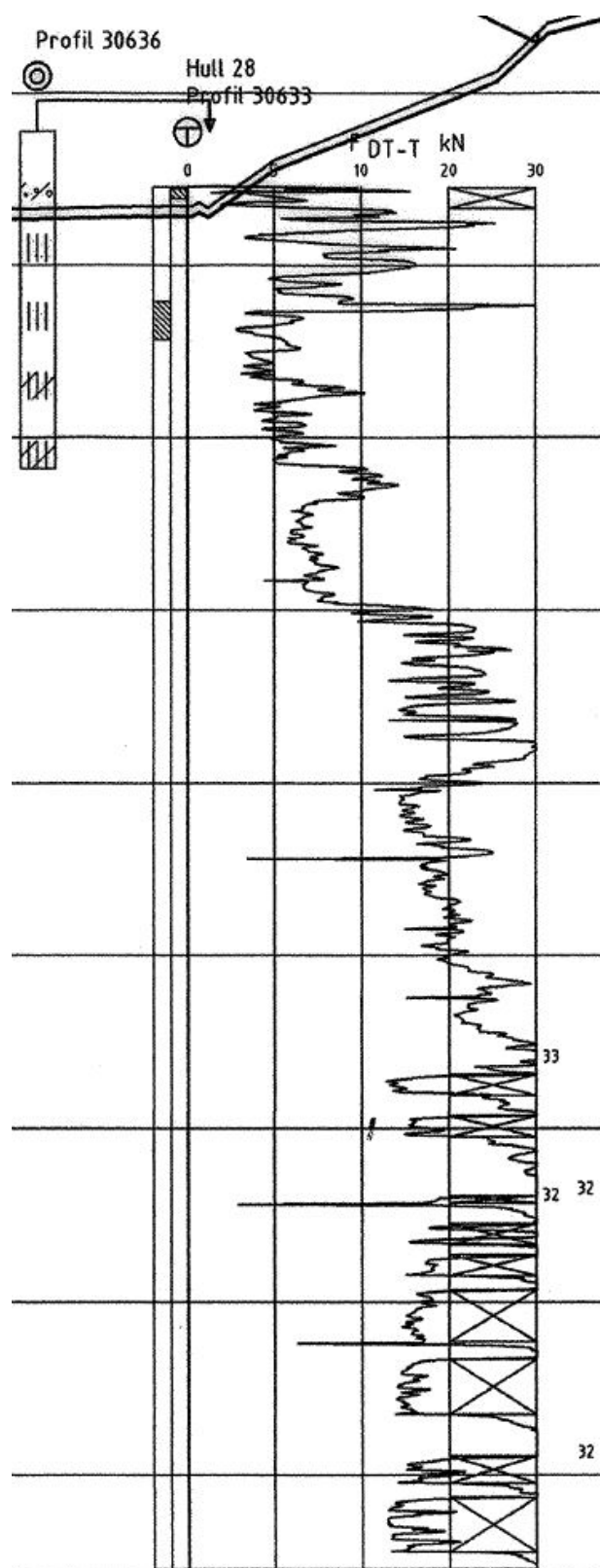
Figur B1 – Tolking av direkte skjærfasthet fra indeksforsøk 1214.



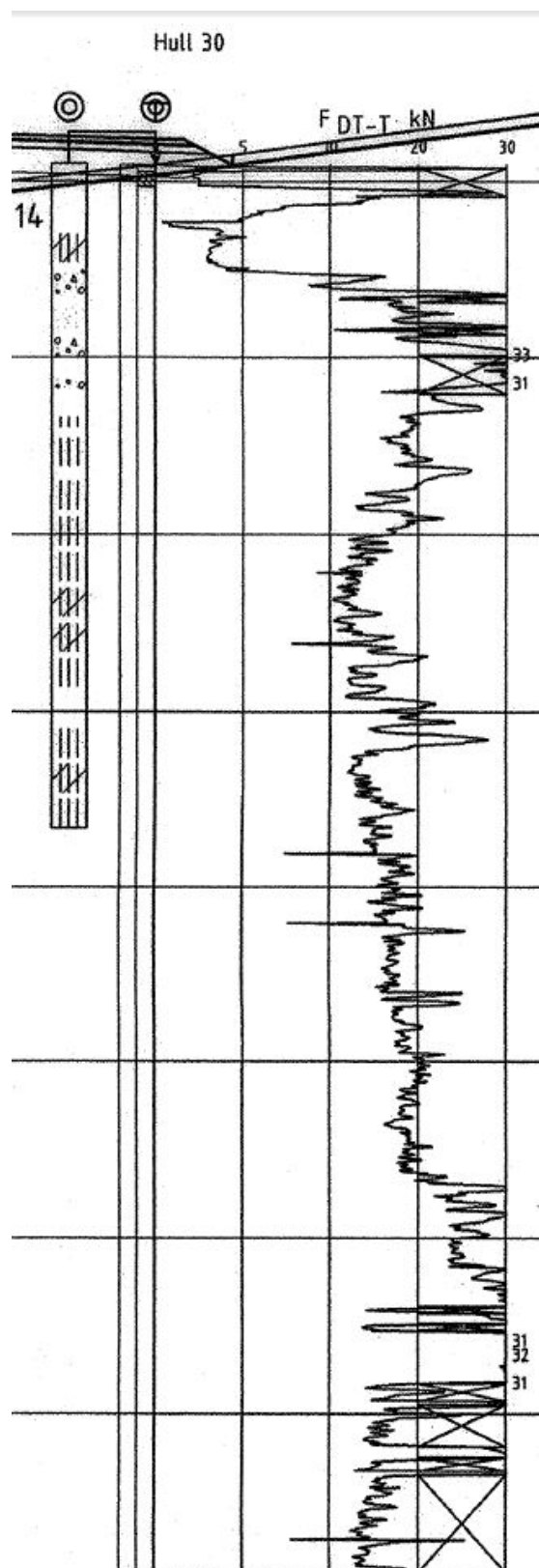
Figur B2 – Tolking av direkte skjærfasthet fra indeksforsøk 30.



Figur B4 – Sondering 26 fra SVV rapport Ud800A-17.



Figur B5 – Sondering 28 fra SVV rapport Ud800A-17.



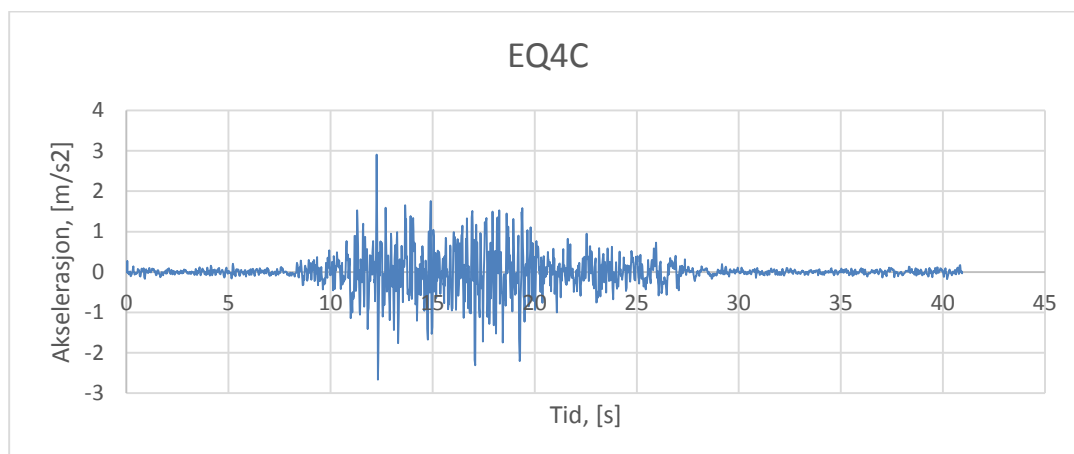
Figur B6 - Sondring 30 fra SVV rapport Ud800A-17.

Vedlegg C - Tidshistorieanalyse

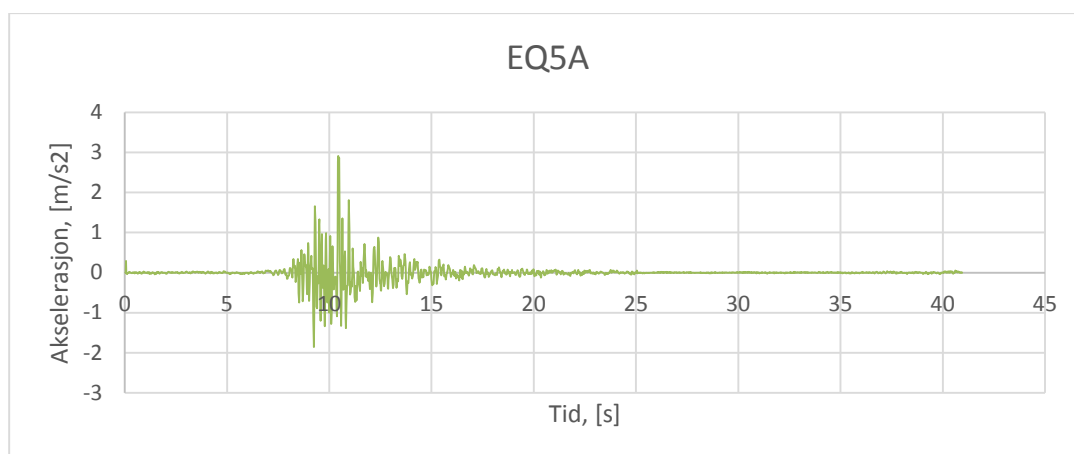
Innhold

Figurer

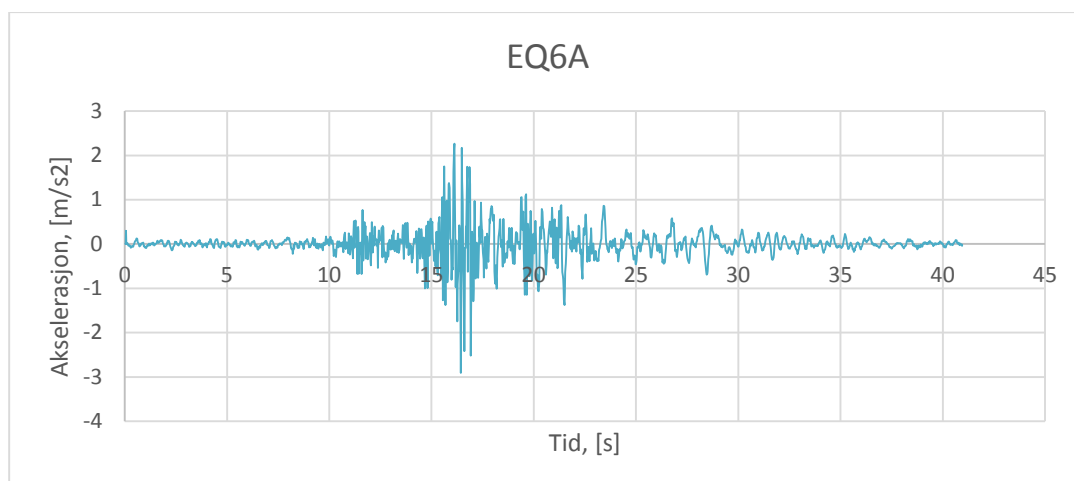
Figur C1	Input for akselerasjonstidshistorie EQ4C
Figur C2	Input for akselerasjonstidshistorie EQ5A
Figur C3	Input for akselerasjonstidshistorie EQ6A
Figur C4	Materialparametere Plaxis - General
Figur C5	Materialparametere Plaxis - Parameters
Figur C6	Materialparametere Plaxis - Flow parameters
Figur C7	Materialparametere Plaxis - Interface
Figur C8	Materialparametere Plaxis - Initial
Figur C9	Plaxis - beregningspunkter
Figur C10	Resultater – Skjærtøyninger EQ4C
Figur C11	Resultater – Deformasjoner EQ4C
Figur C12	Resultater – Skjærtøyninger EQ5A
Figur C13	Resultater – Deformasjoner EQ5A
Figur C14	Resultater – Skjærtøyninger EQ6A
Figur C15	Resultater – Deformasjoner EQ6A
Figur C16	Responsspektere for EQ4C, EQ5A og EQ6A







Figur C1 Input for akselerasjonstidshistorie EQ4C.



Figur C2 Input for akselerasjonstidshistorie EQ5A.







Figur C3 Input for akselerasjonstidshistorie EQ6A.

Property	Unit	Value	Value	Value	Value
Material set					
Identification number		1	2	3	4
Identification		KS-Blokk	KS-skråning	Kvikkleire	Leire
Material model		Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Drainage type		Non-porous	Non-porous	Non-porous	Non-porous
Colour		 RGB 161, 226, 232	 RGB 134, 234, 162	 RGB 236, 232, 156	 RGB 195, 229, 249
Comments					
General properties					
γ_{unsat}	kN/m ³		20,00	20,00	19,50
γ_{sat}	kN/m ³		20,00	20,00	19,50
Advanced					
Void ratio					
Dilatancy cut-off		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e_{init}			0,5000	0,5000	0,5000
e_{min}			0,000	0,000	0,000
e_{max}			999,0	999,0	999,0
Damping					
Rayleigh α			0,3763	0,3763	1,003
Rayleigh β			1,792E-3	1,792E-3	2,391E-3





Figur C4 – Materialparametere fra Plaxis, general-fanen.

Property	Unit	Value	Value	Value	Value
Material set					
Identification number		1	2	3	4
Identification		KS-Blokk	KS-skråning	Kvikkleire	Leire
Material model		Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Drainage type		Non-porous	Non-porous	Non-porous	Non-porous
Colour		RGB 161, 226, 232	RGB 134, 234, 162	RGB 236, 232, 156	RGB 195, 229, 249
Stiffness					
E	kN/m ²	672,8E3	358,8E3	70,86E3	209,3E3
ν (nu)		0,4950	0,4950	0,4950	0,4950
Alternatives					
G	kN/m ²	225,0E3	120,0E3	23,70E3	70,00E3
E _{oed}	kN/m ²	22,72E6	12,12E6	2,394E6	7,070E6
Strength					
c _{ref}	kN/m ²	336,0	98,00	56,00	56,00
ϕ (phi)	°	0,000	0,000	0,000	0,000
ψ (psi)	°	0,000	0,000	0,000	0,000
Velocities					
V _s	m/s	332,2	242,6	109,2	187,7
V _p	m/s	3339	2438	1097	1886
Advanced					
Set to default values		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stiffness					
E _{inc}	kN/m ² /m	0,000	0,000	9300	16,20E3
γ _{ref}	m	0,000	0,000	190,0	190,0
Strength					
c _{inc}	kN/m ² /m	0,000	0,000	4,300	4,300
γ _{ref}	m	0,000	0,000	190,0	190,0
Tension cut-off		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tensile strength	kN/m ²	0,000	0,000	0,000	0,000





Figur C5 - Materialparametere fra Plaxis, parameters-fanen.

Property	Unit	Value	Value	Value	Value
Material set					
Identification number		1	2	3	4
Identification		KS-Blokk	KS-skråning	Kvikkleire	Leire
Material model		Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Drainage type		Non-porous	Non-porous	Non-porous	Non-porous
Colour		 RGB 161, 226, 232	 RGB 134, 234, 162	 RGB 236, 232, 156	 RGB 195, 229, 249
Parameters					
k_x	m/s		0,000	0,000	0,000
k_y	m/s		0,000	0,000	0,000
$-W_{\text{unsat}}$	m		10,00E3	10,00E3	10,00E3
e_{init}			0,5000	0,5000	0,5000
Change of permeability					
c_k			1,000E15	1,000E15	1,000E15

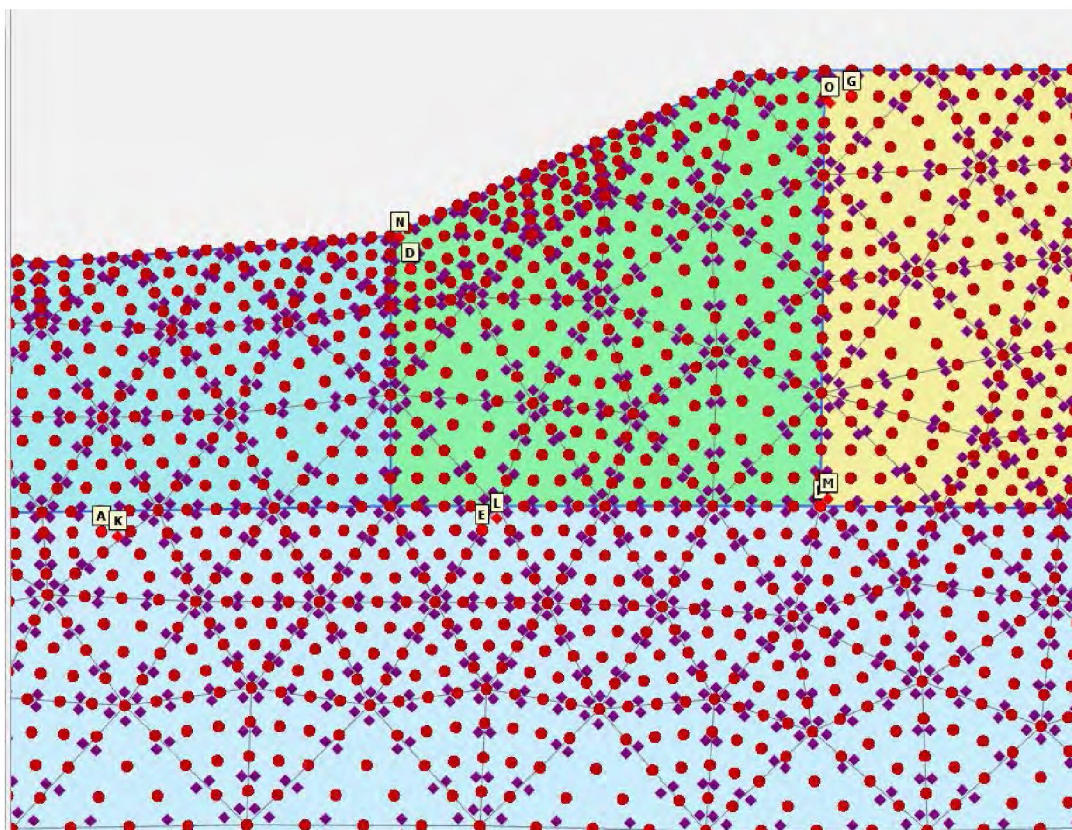
Figur C6 - Materialparametere fra Plaxis, flow parameters-fanen.

Property	Unit	Value	Value	Value	Value
Material set					
Identification number		1	2	3	4
Identification		KS-Blokk	KS-skråning	Kvikkleire	Leire
Material model		Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Drainage type		Non-porous	Non-porous	Non-porous	Non-porous
Colour		 RGB 161, 226, 232	 RGB 134, 234, 162	 RGB 236, 232, 156	 RGB 195, 229, 249
Strength					
Strength		Rigid	Rigid	Rigid	Rigid
R_{inter}			1,000	1,000	1,000
Consider gap closure		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Real interface thickness					
δ_{inter}			0,000	0,000	0,000

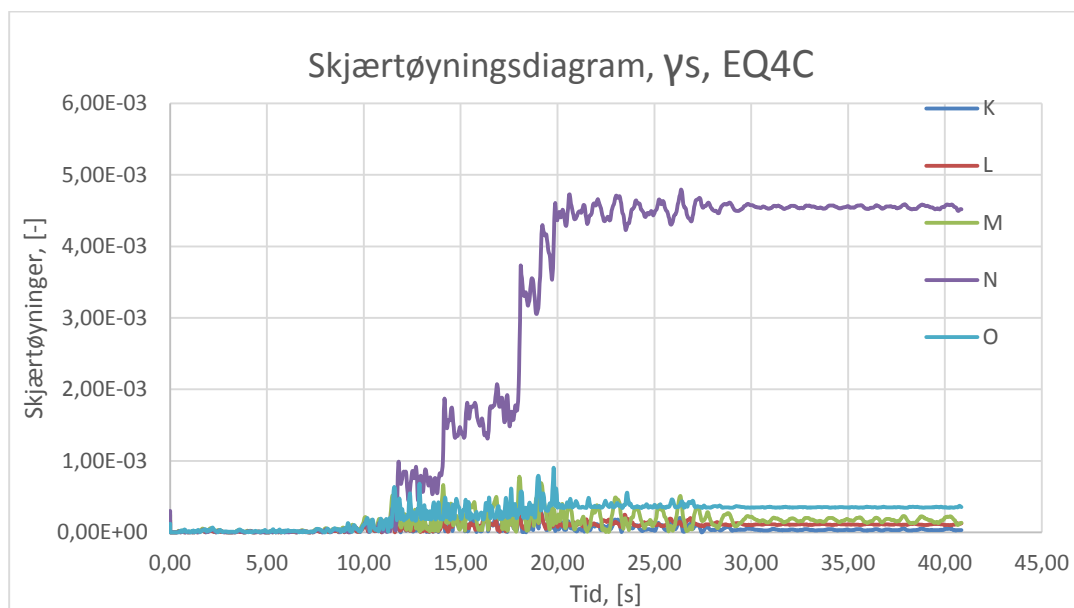
Figur C7 - Materialparametere fra Plaxis, interfaces-fanen.

Property	Unit	Value	Value	Value	Value
Material set					
Identification number		1	2	3	4
Identification		KS-Blokk	KS-skråning	Kvikkleire	Leire
Material model		Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Drainage type		Non-porous	Non-porous	Non-porous	Non-porous
Colour		 RGB 161, 226, 232	 RGB 134, 234, 162	 RGB 236, 232, 156	 RGB 195, 229, 249
K0 settings					
K_0 determination		Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
$K_{0,x}$			1,000	1,000	1,000

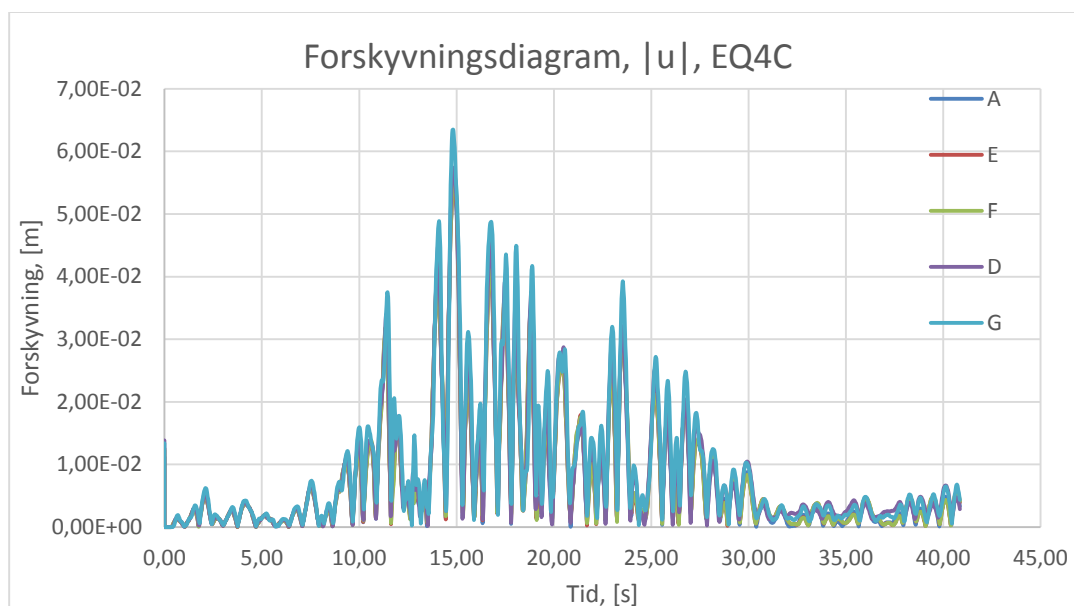
Figur C8 - Materialparametere fra Plaxis, initial-fanen.



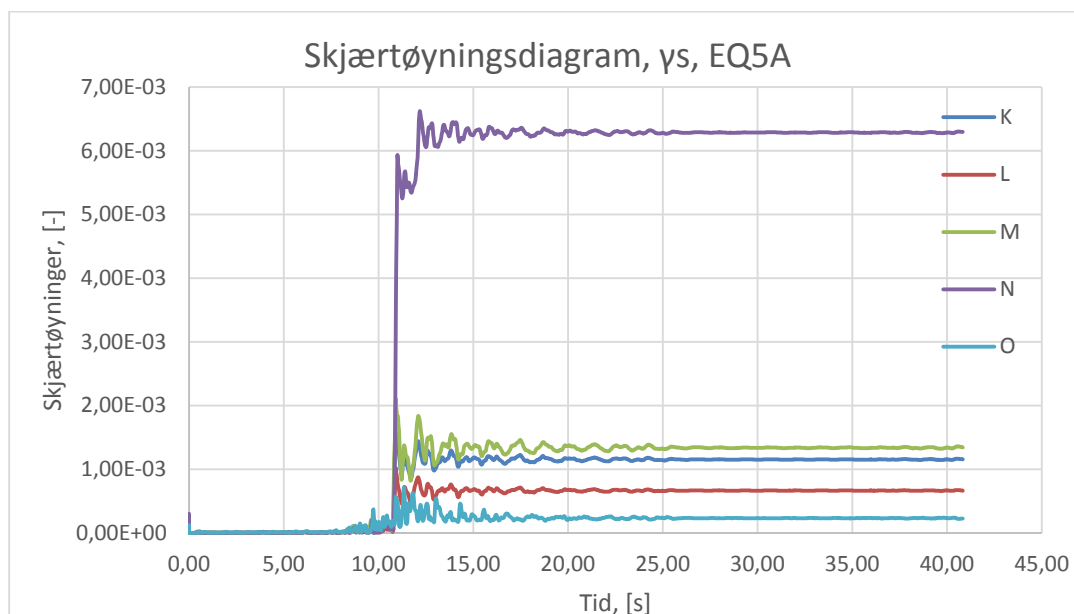
Figur C9 – Beregningspunkter for vurdering av deformasjoner og tøyninger i skjæringen ved Sørnypan. A, E, F, D og G er geometriske punkter som gir deformasjoner mens K, L, M, N og O er beregningspunkter som gir tøyninger.



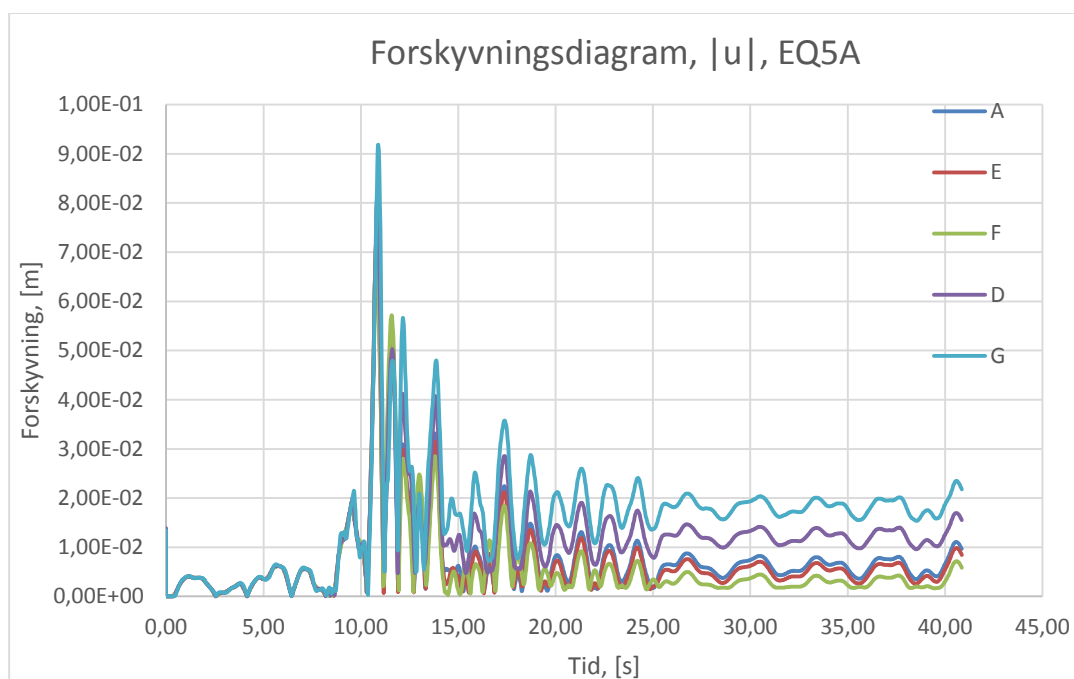
Figur C10 – Skjærtøyninger for ulike beregningspunkter i skjæringen ved påføring av akselerasjonstidshistorie EQ4C.



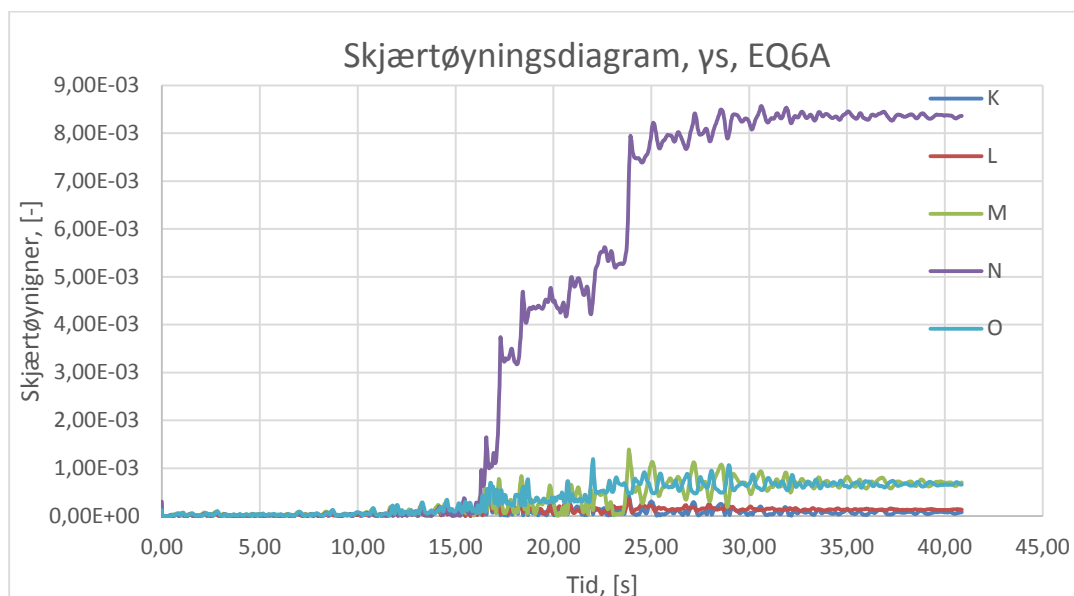
Figur C11 – Forskyvninger for ulike beregningspunkter i skjæringen ved påføring av akselerasjonstidshistorie EQ4C.



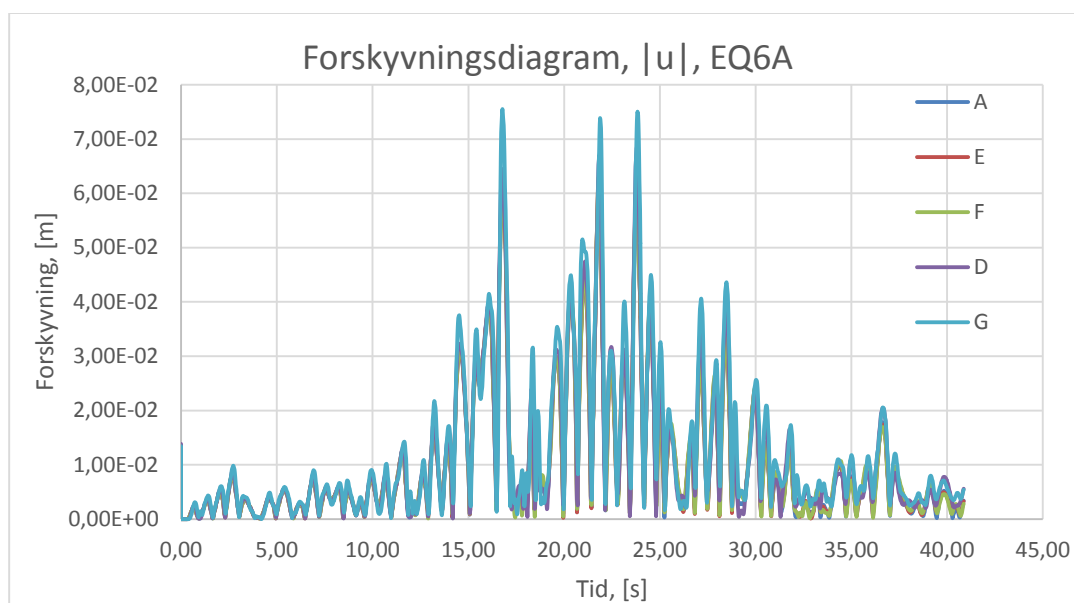
Figur C12 – Skjærtøyninger for ulike beregningspunkter i skjæringen ved påføring av akselerasjonstidshistorie EQ5A.



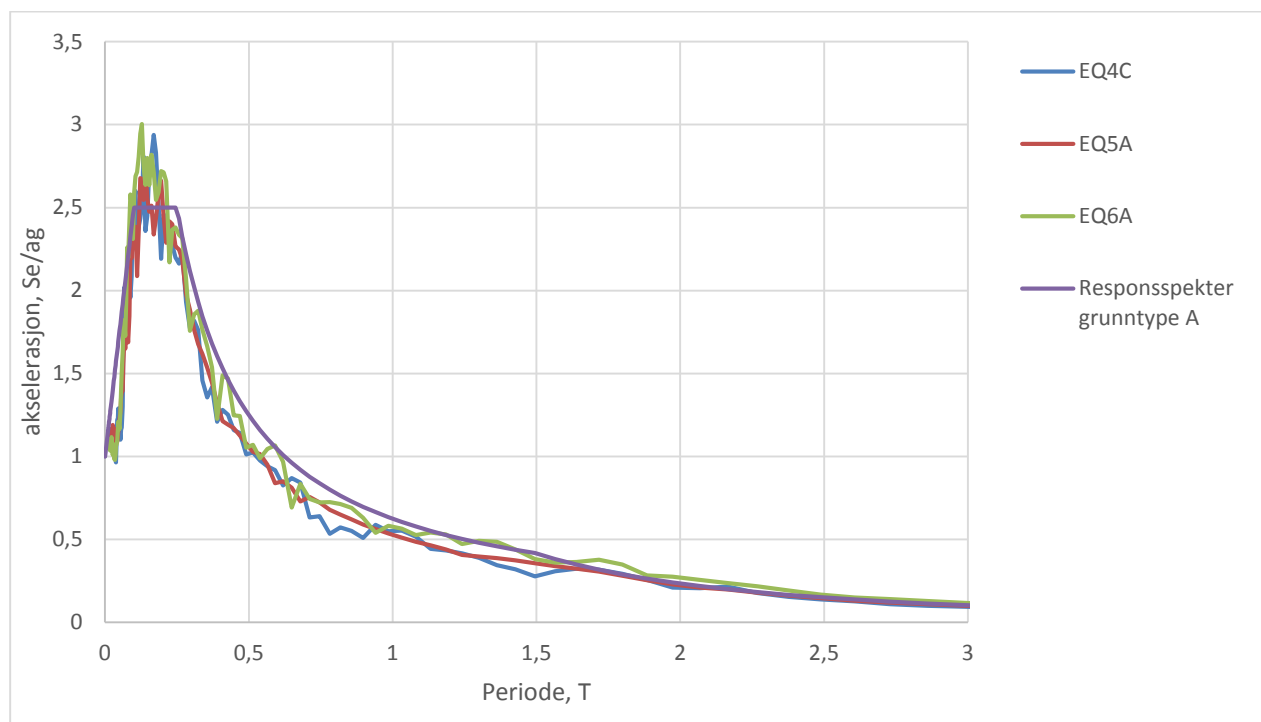
Figur C13 - Forskyvninger for ulike beregningspunkter i skjæringen ved påføring av akselerasjonstidshistorie EQ5A.



Figur C14 - Skjærtøyninger for ulike beregningspunkter i skjæringen ved påføring av akselerasjonstidshistorie EQ6A.



Figur C15 - Forskyvninger for ulike beregningspunkter i skjæringen ved påføring av akselerasjonstidshistorie EQ6A.



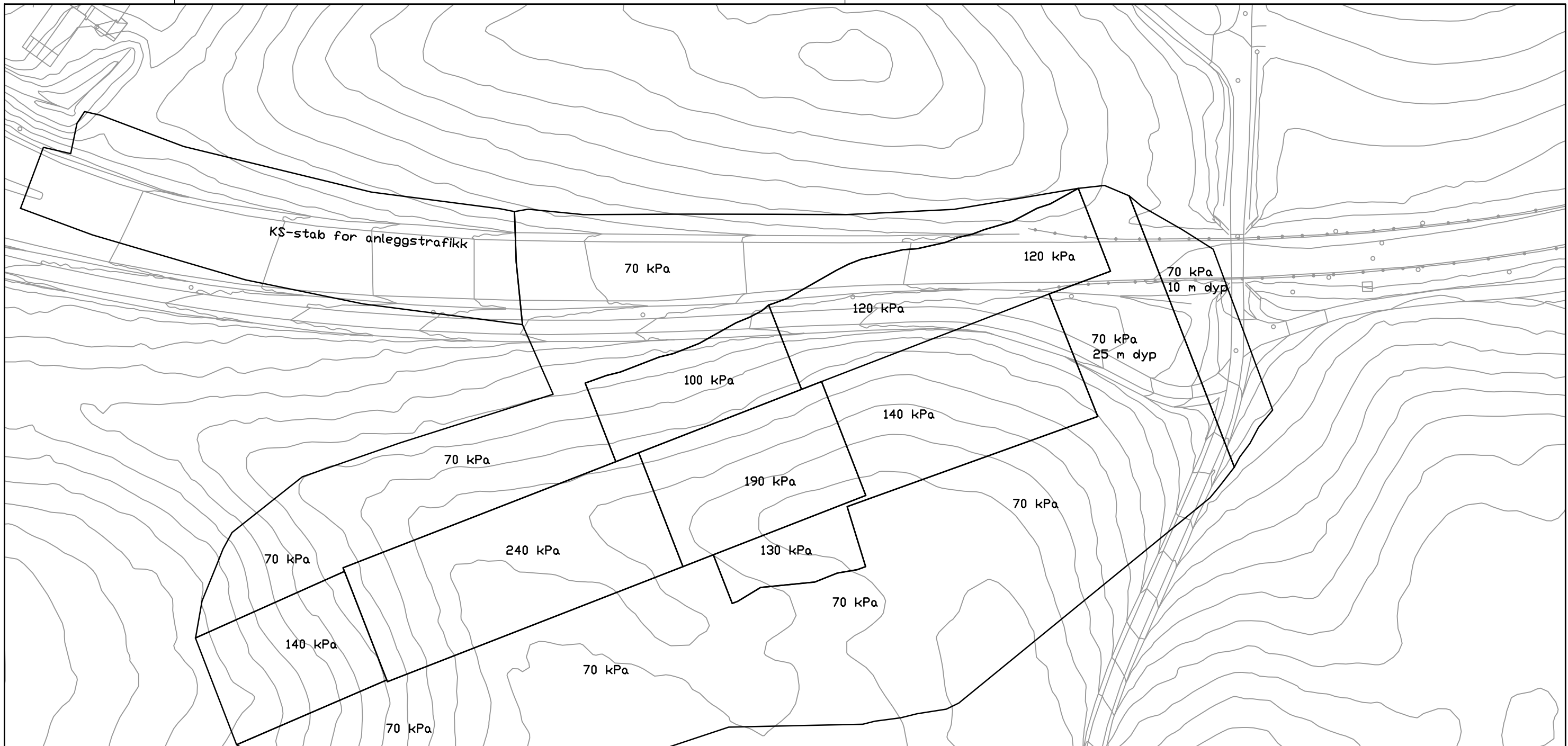
Figur C16 - Responsspekter for EQ4C, EQ5A og EQ6A samt responspekter for grunntype A.


Vedlegg D - Kalksement

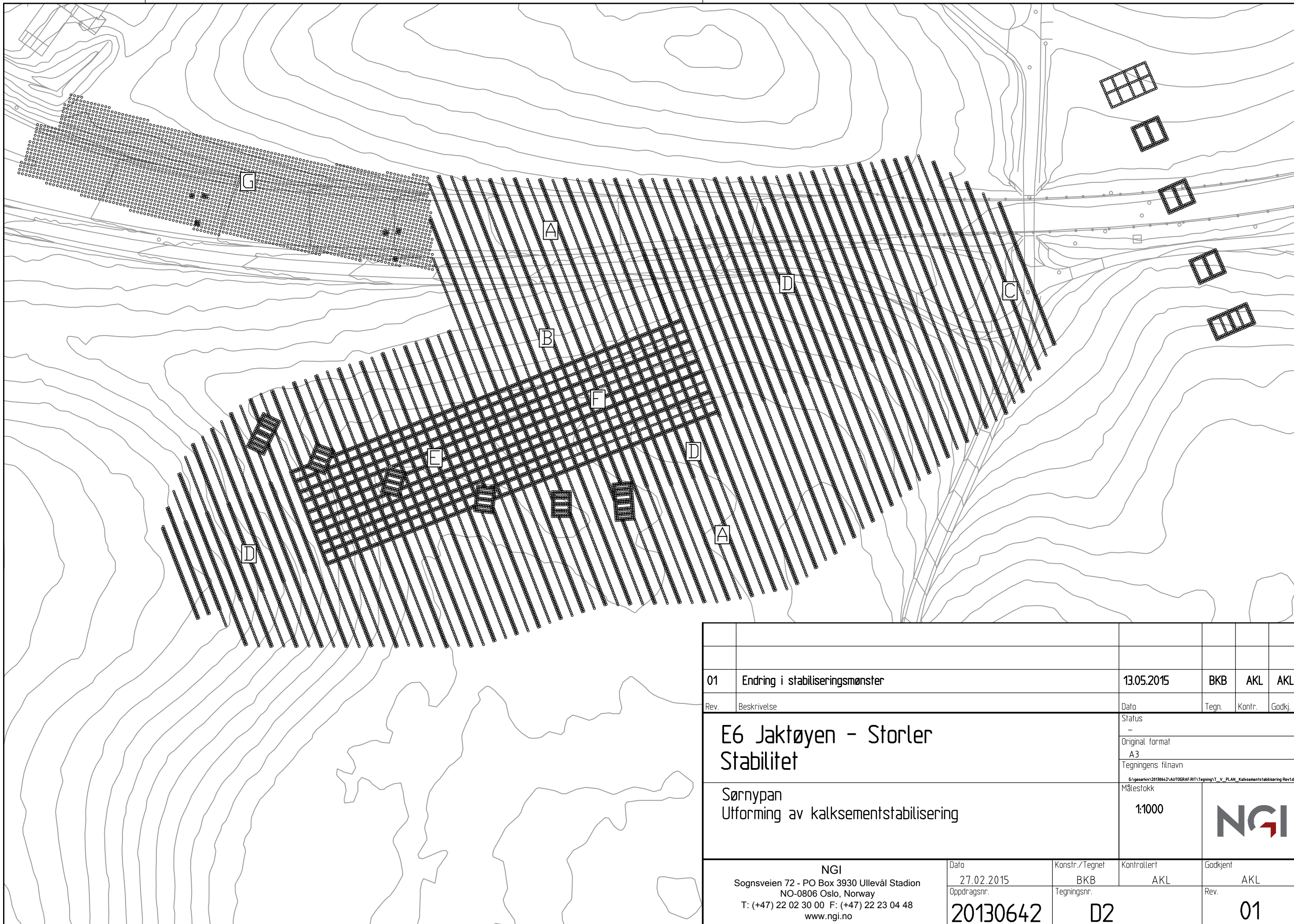
Innhold


Figurer

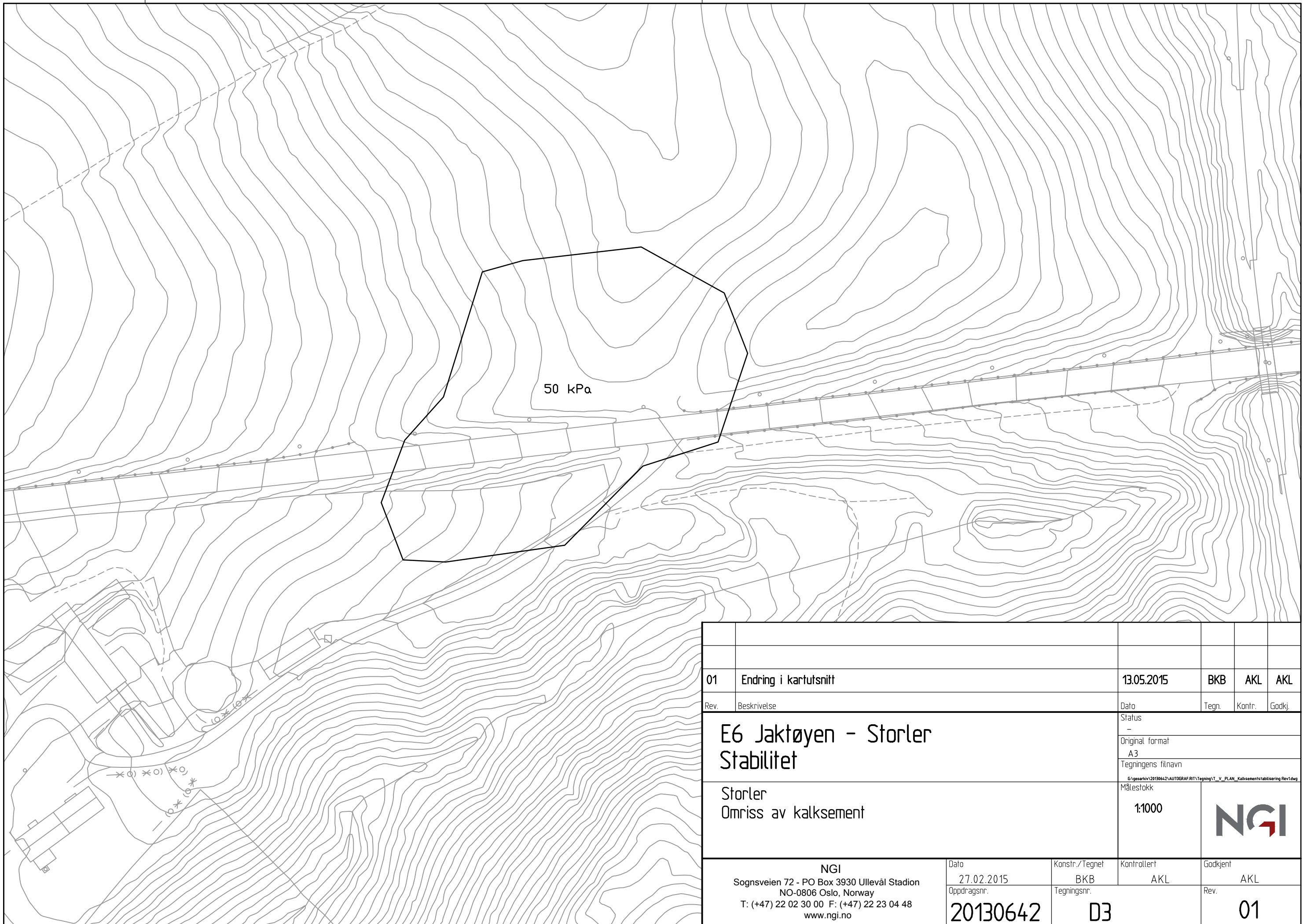
D1	Utbredelse av KS-stabilisert område, Sørnypan
D2	Utforming av KS-stabilisert område, Sørnypan
D3	Utbredelse av KS-stabilisert område, Storlerbakken
D4	Utforming av KS-stabilisert område, Storlerbakken
D5	Utforming av midlere skjærfasthet område A, B og C
D6	Utforming av midlere skjærfasthet område D
D7	Utforming av midlere skjærfasthet område E
D8	Utforming av midlere skjærfasthet område F
D9	Utforming av midlere skjærfasthet område G



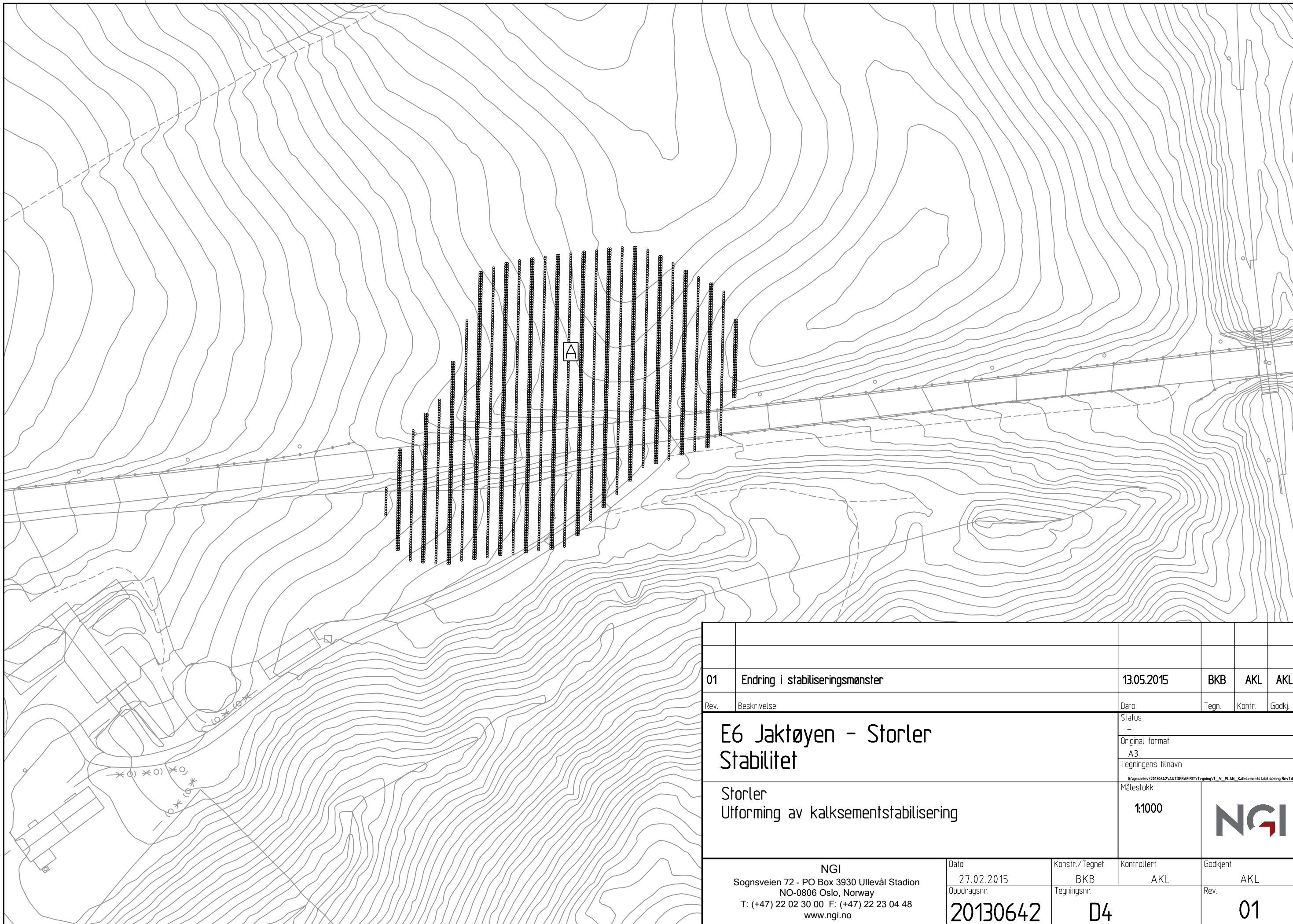
01	Omriss av kalksement endret	13.05.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Status			
Stabilitet		-			
		Original format			
		A3			
		Tegningens filnavn			
		G:\prosjekt\20130642\AUTOGRAF\BT\Tegning\T_V_PLAN_Kalksementstabilisering Rev1.dwg			
Sørnypan		Målestokk			
Omriss av kalksement		1:1000			
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		27.02.2015	BKB	AKL	AKL
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20130642	D1	01	
www.ngi.no					



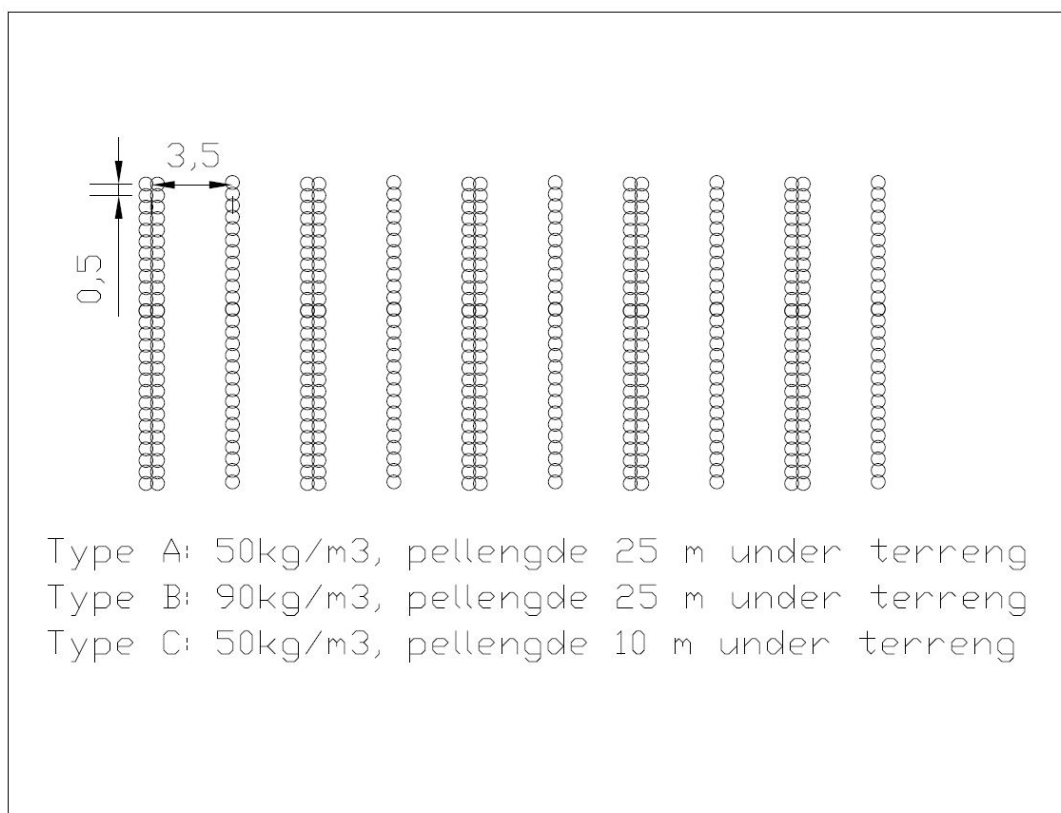
01	Endring i stabiliseringsmønster	13.05.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status - Original format A3 Tegningens filnavn <small>G:\prosjekt\20130642\AUTOGRAF\BIT\Tegning\T_V_PLAN_Kalksementstabilisering Rev1.dwg</small>			
Sørnypan Utforming av kalksementstabilisering		Målestokk 1:1000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 27.02.2015	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert AKL	Godkjent AKL
		Oppdragsnr. 20130642	Tegningsnr. D2	Rev. 01	



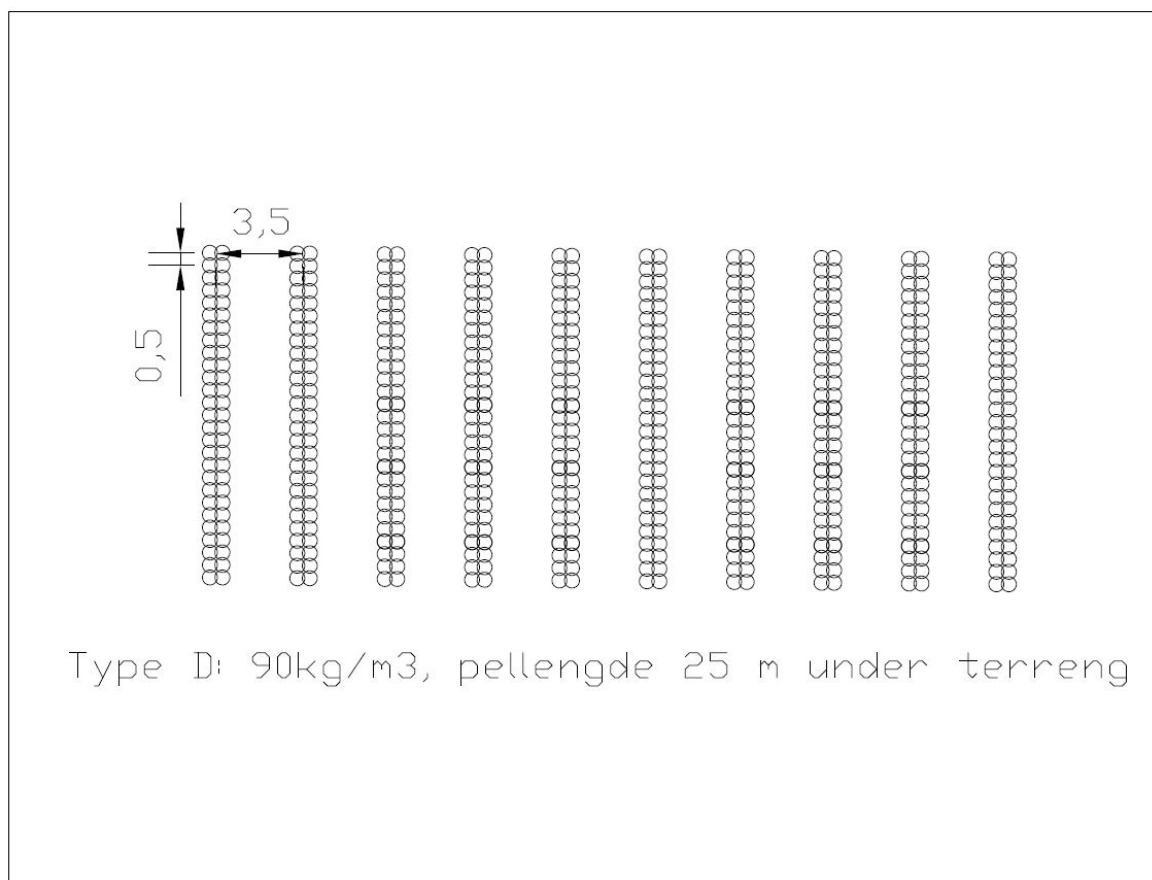
01	Endring i kartutsnitt	13.05.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Status			
Stabilitet		-			
		Original format			
		A3			
		Tegningens filnavn			
		G:\prosjekt\20130642\AUTOGRAF\BIT\Tegning\T_V_PLAN_Kalksement\stabilitet\Rev1.dwg			
Storler		Målestokk	NGI		
Omriss av kalksement		1:1000			
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		27.02.2015	BKB	AKL	AKL
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20130642	D3	01	
www.ngi.no					



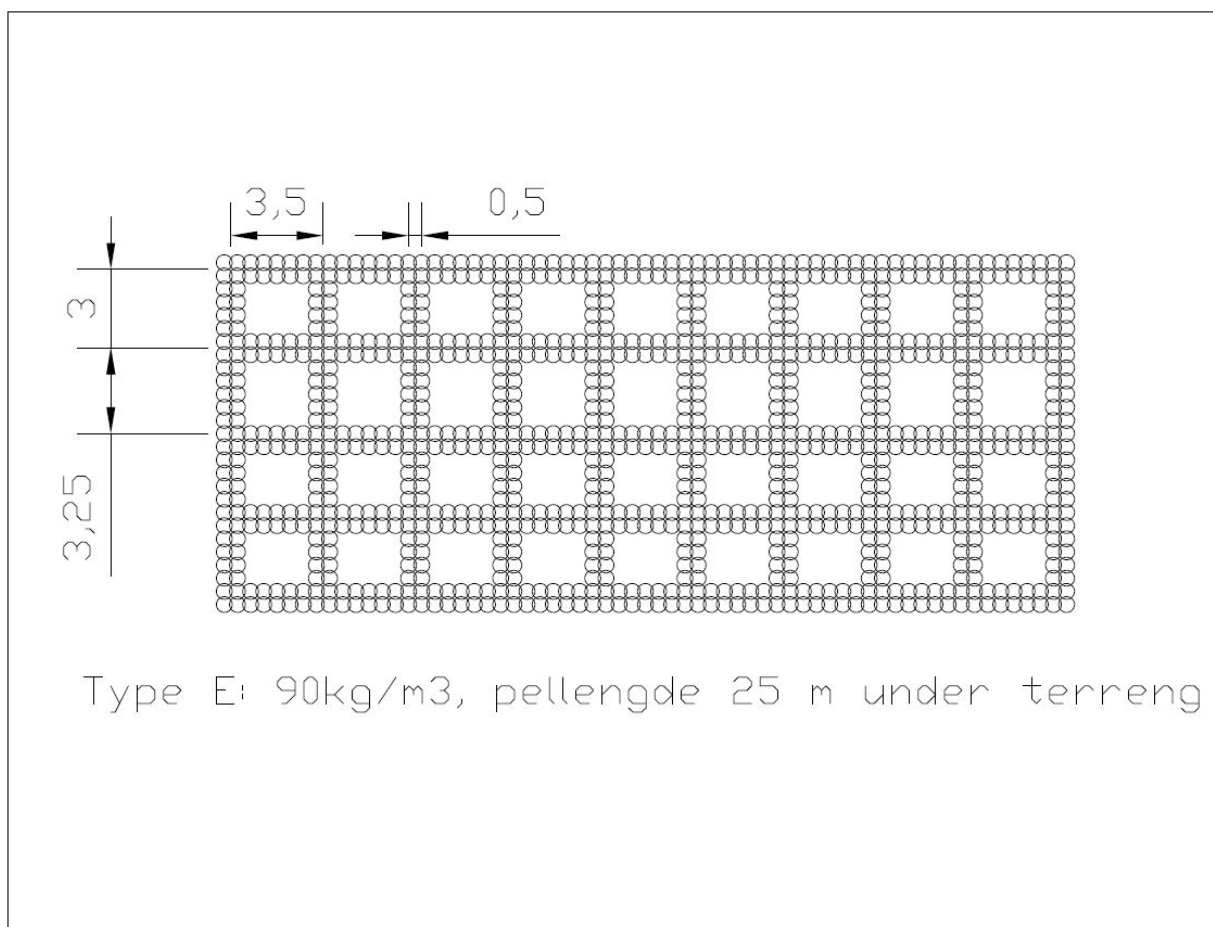
01	Endring i stabiliseringsmønster	13.05.2015	BKB	AKL	AKL
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Jaktøyen - Storler		Status			
Stabilitet		-			
		Original format			
		A3			
		Tegningens filnavn			
		G:\prosjekt\20130642\AUTOGRAF\BIT\Tegning\T_V_PLAN_Kalksementstabilisering Rev1.dwg			
Storler		Målestokk		Godkjent	
Uforming av kalksementstabilisering		1:1000		AKL	
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		27.02.2015	BKB	AKL	AKL
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20130642	D4	01	
www.ngi.no					



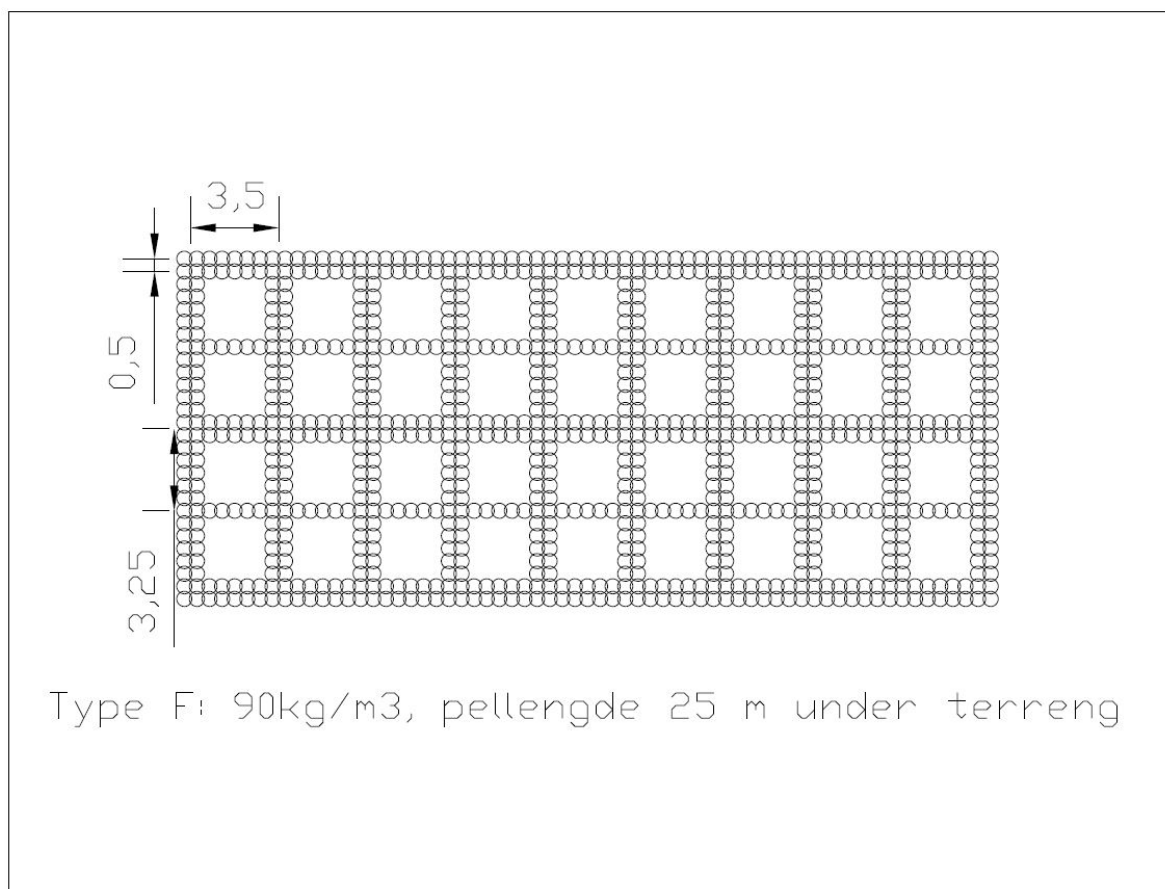
Figur D5 – Plassering av kalksementpeler for område A, B og C.



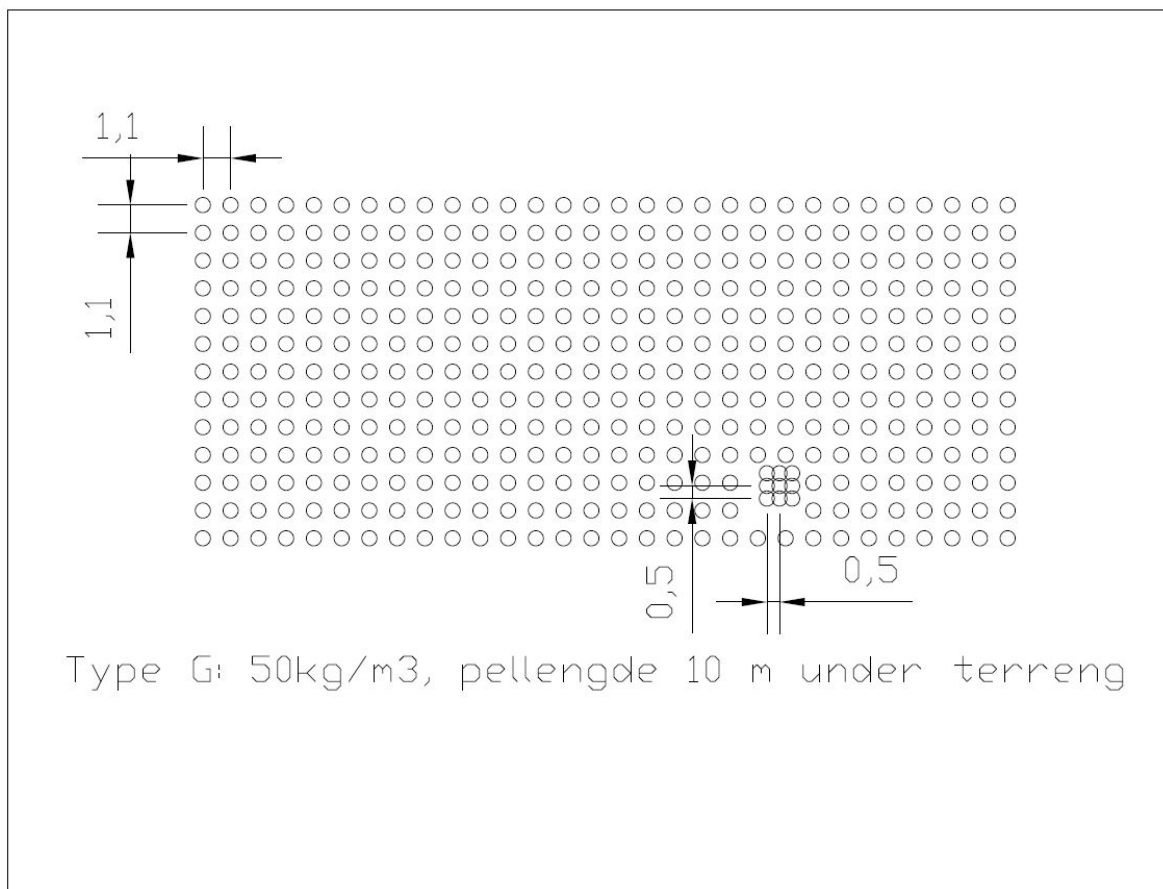
Figur D6 – Plassering av kalksementpeler for område D.



Figur D7 – Plassering av kalksementpeler for område E.



Figur D8 – Plassering av kalksementpeler for område F.



Figur D9 - Plassering av kalksementpeler for område G.

Vedlegg E - Løsne- og utløpsområder

Innhold

Tegninger

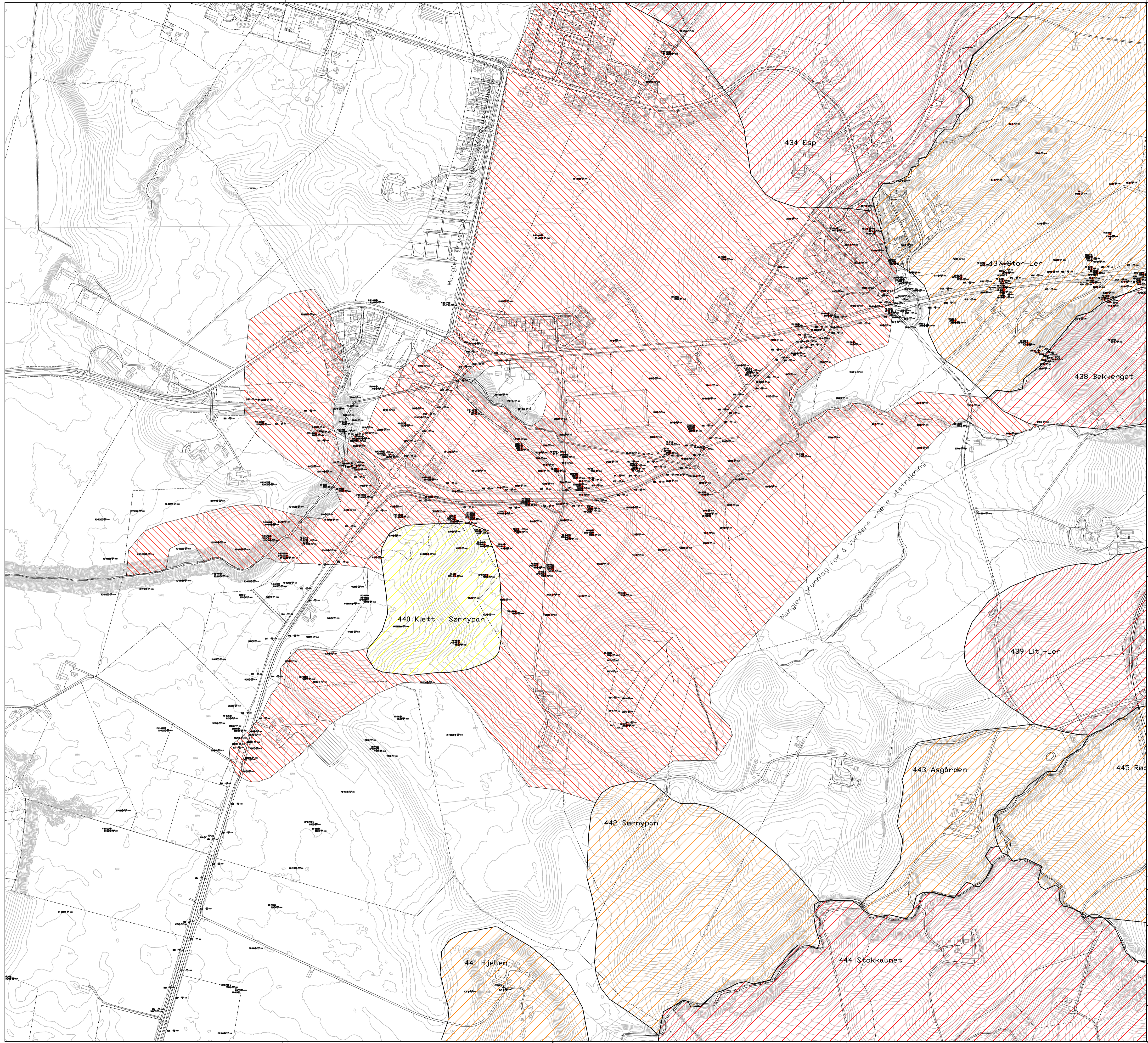
E1 – Utbredelse av kvikkleire

E2 – Løsne- og utløpsområder før prosjektert tiltak

E3 – Løsne- og utløpsområder etter prosjektert tiltak

E4 – Revisjon av kvikkleiresone nr. 440 før prosjektert tiltak

E5 – Revisjon av kvikkleiresone nr. 440 etter prosjektert tiltak



FORKLARINGER:

- Kvikkleire / sprøbruddmateriale
- Kvikkleiresone, lav faregrad
- Kvikkleiresone, middels faregrad
- Kvikkleiresone, høy faregrad
- Omriss kvikkleireutbredelse

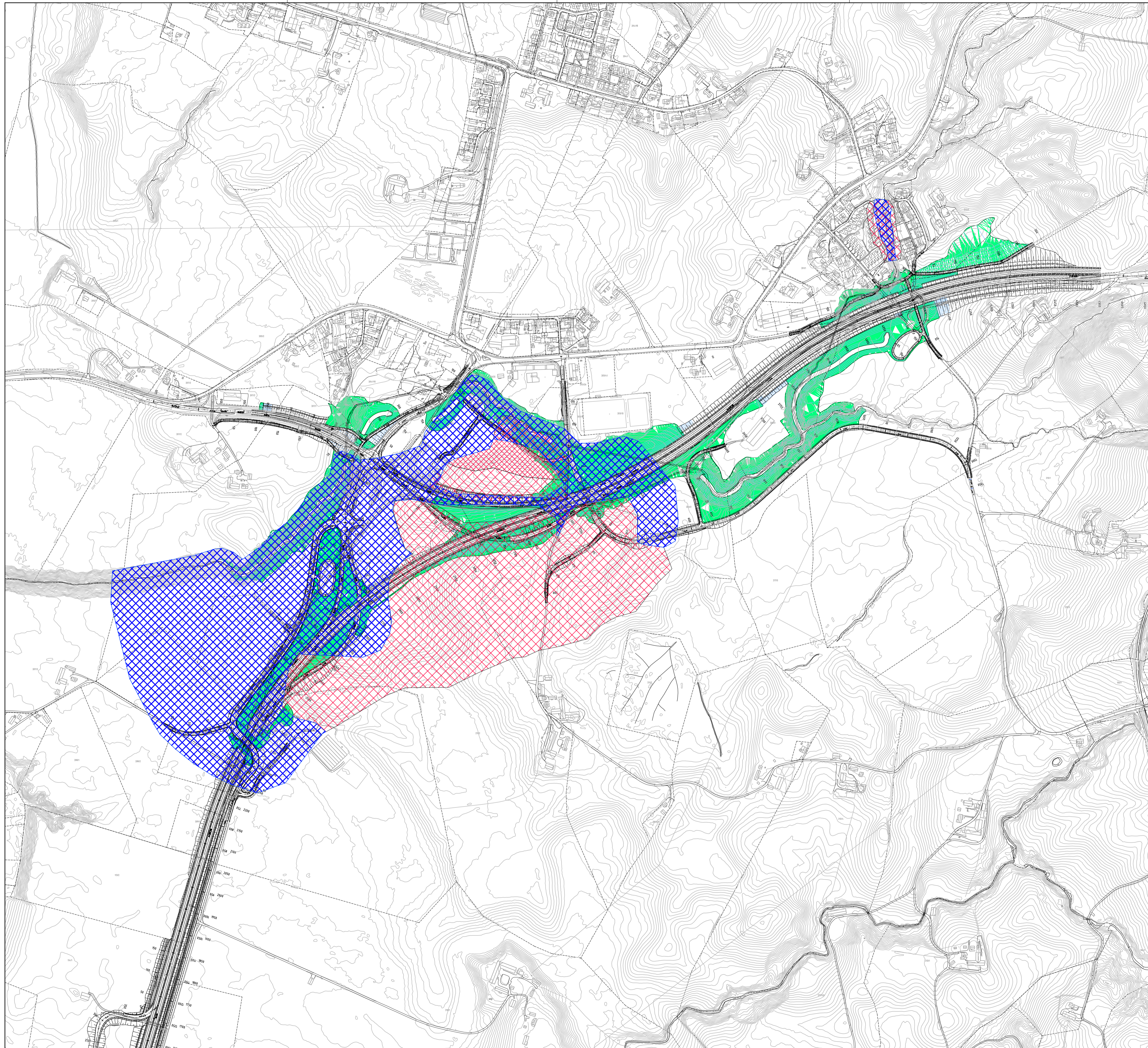
BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Tegningstittel: Kvikkleireutbredelse	Tegningsnr: 012	Rev: -
--------------------------------------	-----------------	--------

<p style="font-size: 24px; margin: 0;">440 Klett - Sønnenpan</p> <p style="font-size: 24px; margin: 0;">439 Litj-Ler</p> <p style="font-size: 24px; margin: 0;">443 Asgården</p> <p style="font-size: 24px; margin: 0;">442 Sønnenpan</p> <p style="font-size: 24px; margin: 0;">444 Stokkaunet</p> <p style="font-size: 24px; margin: 0;">445 Rød</p>	
--	--

<p>E6 Jaktøyen - Storler Stabilifet</p> <p>Utbredelse av kvikkleire /sprøbruddmateriale</p>	<p>14000</p>		
<p>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</p>	<p>Dato: 13.05.2015 Oppdragsnr: 20130642</p>	<p>Konstr./Tegnet: BKB Tegning: E1</p>	<p>Kontrollert: AKL Rev: -</p>



FORKLARINGER:

- Løseområde
- Utløpsområde

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

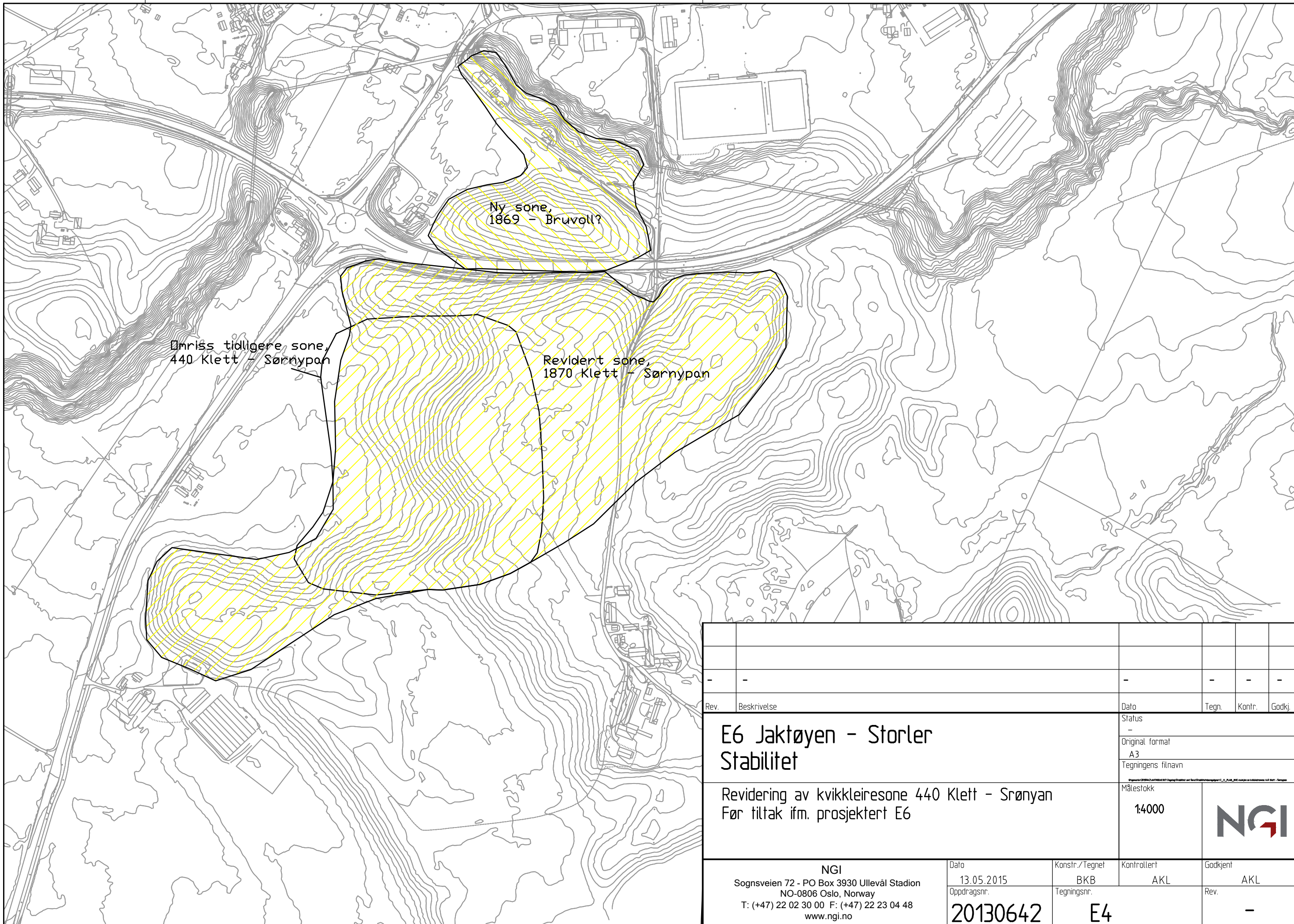
Tegningsnr. Løse- og utløpsområder, etter tiltak	Tegning: E3	Rev. -
---	----------------	-----------

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
-	-	-	-	-	-

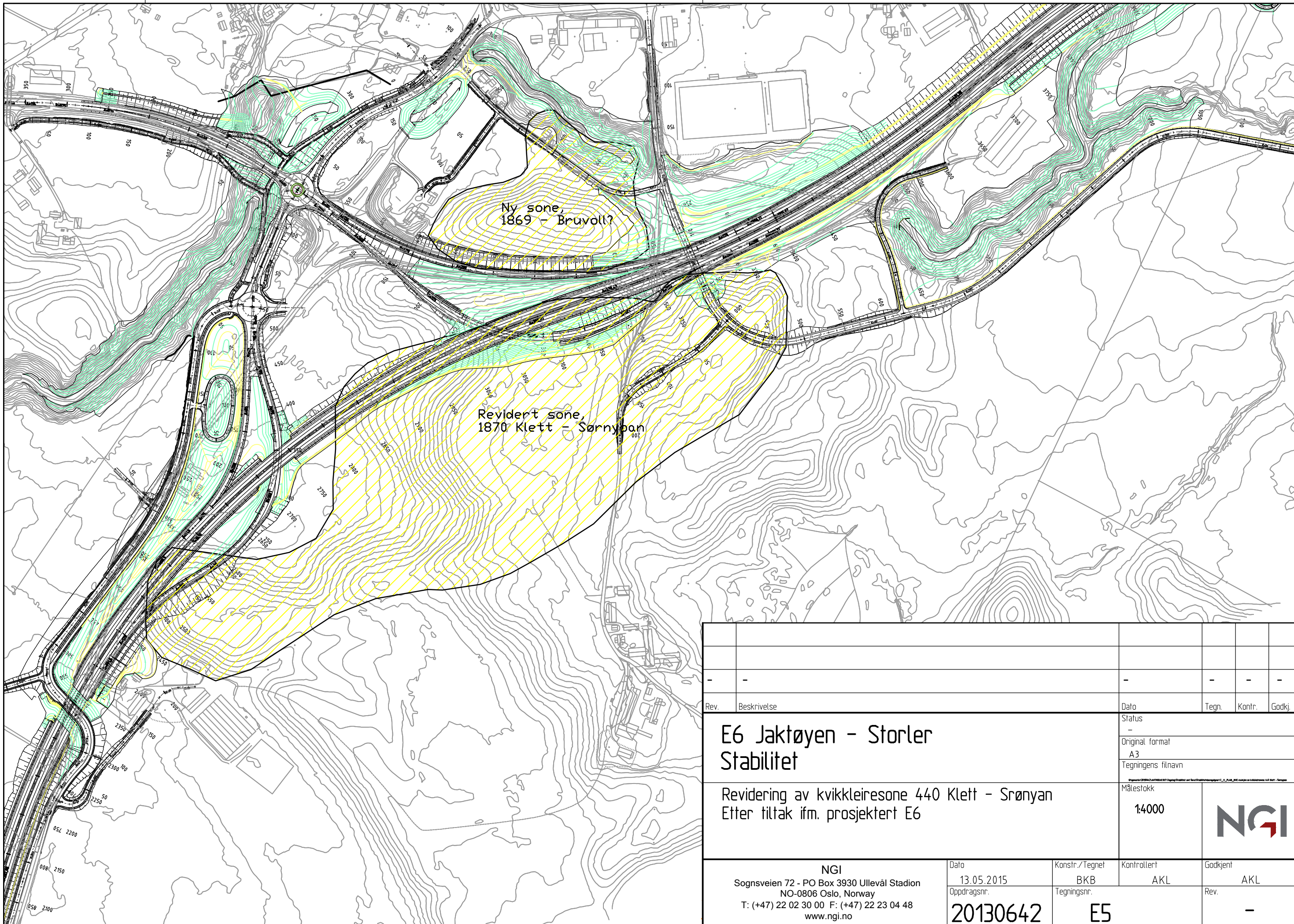
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet	Status - Original format A1 Tegningens tittel NØbestak
---	---

Løse- og utløpsområder Etter tiltak	14000	
--	-------	---

NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 13.05.2015 Oppdragsnr. 20130642	Karakt. / Tegnet BKB Tegning: E3	Kontrollert AKL	Godkjent AKL	Rev. -
---	---	---	--------------------	-----------------	-----------



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status	-		
Revidering av kvikkleiresone 440 Klett - Sørnypan Før tiltak ifm. prosjektert E6		Original format	A3		
		Tegningens filnavn	<small>Oppgave\0806\2015\05\13\Tegning\Stabilitet av kvikkleiresone\1_2_PAK_01.dwg as lastet inn av: Sørensen, S. 13.05.2015</small>		
		Målestokk	14000		
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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		13.05.2015	BKB	AKL	AKL
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20130642	E4	-	



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
E6 Jaktøyen - Storler Stabilitet		Status	-		
Revidering av kvikkleiresone 440 Klett - Sørnyan Etter tiltak ifm. prosjektert E6		Original format	A3		
		Tegningens filnavn	<small>Oppgave\0806\2013\0642\E6\Stabilitet\0806_2013_0642_E6_Stabilitet.dwg</small>		
		Målestokk	14000		
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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		13.05.2015	BKB	AKL	AKL
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20130642	E5	-	



Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Områdestabilitet		Dokumentnr./Document No. 20130642-03-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited	Dato/Date 2015-02-27
		Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 2 / 2015-08-24
Oppdragsgiver/Client Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen Trondheim AS		
Emneord/Keywords Stabilitet, kvikkleire, kalksement, tidshistorieanalyse, seismisk		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge / Sør-Trøndelag	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Trondheim	Feltnavn/Field name
Sted/Location Klett	Sted/Location
Kartblad/Map Trondheim 1621 IV	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Nord: 7022190, Øst: 564340	

Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2015-02-13 Bjørn Kristian Fiskvik Bache	2015-02-23 Alf Kristian Lund		
1	Revisjon etter tredjepartskontroll	2015-05-11 Bjørn Kristian Fiskvik Bache	2015-05-12 Alf Kristian Lund		
2	Oppdatering av seismisk analyse	2015-08-10 Bjørn Kristian Fiskvik Bache	2015-08-21 Alf Kristian Lund		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 24. august 2015	Prosjektleder/Project Manager Alf Kristian Lund
--	-------------------------------------	---

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

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

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

www.ngi.no

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

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

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002.

www.ngi.no



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

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

Avd Trondheim/Trondheim office:
PO Box 5687 Sluppen
NO-7485 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Høgskoleringen 9, 7034 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