

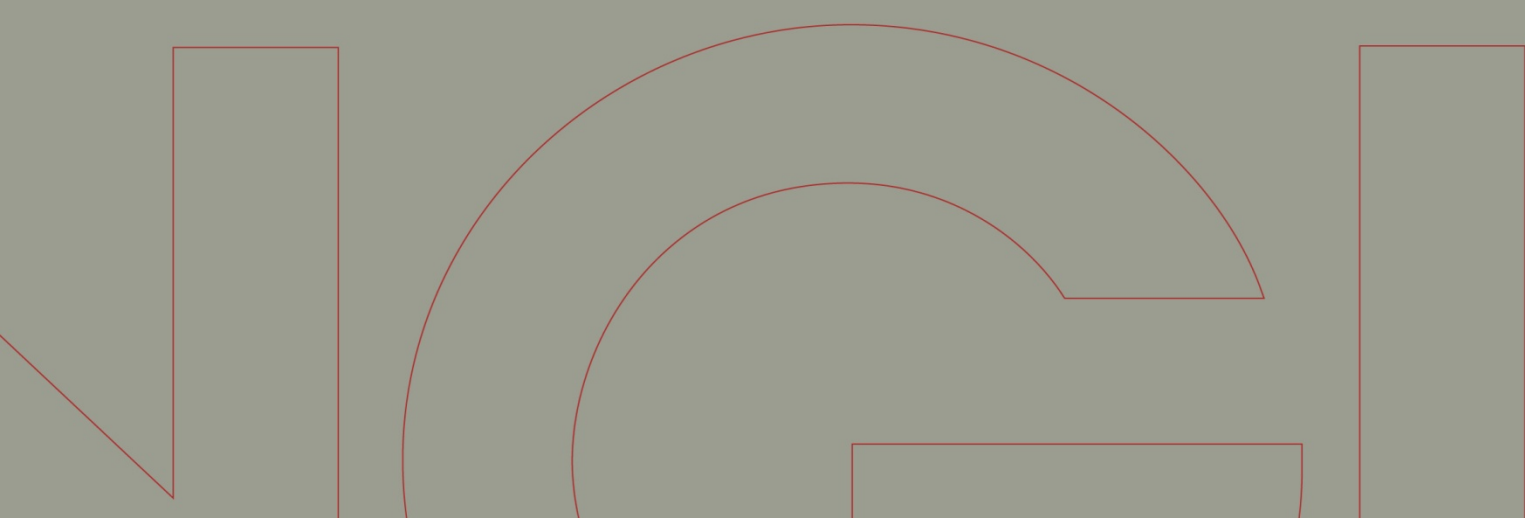


Rapport / Report

Esval – utvidelse av deponi

Geotekniske vurderinger

20140105-02-R
9. juli 2014
Rev. nr.: 1 / 4. november 2014



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

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

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

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



Prosjekt

Prosjekt: Esva – utvidelse av deponi
Dokumenttittel: Geotekniske vurderinger
Dokumentnr.: 20140105-02-R
Dato: 9. juli 2014
Rev. nr./rev. dato: 1/ 4. november 2014

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Sluppen
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Esva Miljøpark
Kontaktperson: Jonny Eriksen
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse signert 20.02.2014

For NGI

Prosjektleder: Bjørn Kalsnes
Utarbeidet av: Bjørn Kalsnes, Zhongqiang Liu og Laura Henderson
Kontrollert av: José Cepeda

Sammendrag

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har på oppdrag fra Esva Miljøpark utført en geoteknisk vurdering av Esva fyllplass i Nes kommune, i forbindelse med en planlagt utvidelse av deponiet. De geotekniske vurderingene er basert på grunnundersøkelser foretatt i flere stadier, det siste i 2014 for dette prosjektet. Undersøkelsene viser at grunnforholdene i området synes å være relativt homogene. Under et topplag med fyllmasser og tørrskorpe består grunnen av en lite til middels sensitiv leire over morene og fjell. I forbindelse med konstruksjonsarbeidet med biogassanlegget ble ca 50,000 m³ masse flyttet fra toppen av skråningen ned i ravinedalen. Det er ikke påvist kvikkleire (eller leire med sprøbruddegenskaper) i det undersøkte området.

Stabilitetsberegninger viser at dagens stabilitet i udrenert tilstand er tilfredsstillende for alle profilene. Lokalt kan det være lav stabilitet i den drenerte tilstand, men den vil bedres med oppfylling av ravinedalen av deponimasser som planlagt. Det må gjennomføres en detaljert planlegging før oppstart av dette deponeringsarbeidet.

Innhold

1	Innledning	5
2	Grunnundersøkelser	5
3	Beregningsforutsetninger og materialparametre	6
3.1	Lagdeling	6
3.2	Udrenerte styrkeparametre	8
3.3	Drenert skjærfasthet	9
3.4	Poretrykk	10
3.5	Setningsparametre	10
4	Stabilitetsberegninger	10
4.1	Generelt	10
4.2	Profil G	11
4.3	Profil A	11
4.4	Profil E	12
4.5	Profil I	12
4.6	Profil H	13
4.7	Oppsummering stabilitetsanalyser	14
5	Setninger	14
6	Referanser	15

Tegninger

Tegning nr 001	Oversiktskart	M= 1:50 000
Tegning nr 010	Borplan	M= 1: 2 000
Tegning nr 011	Borplan og beregningsprofiler	M= 1: 1 000

Vedlegg

Vedlegg A	Udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sonderinger
Vedlegg B	Resultater fra stabilitetsberegninger

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har på oppdrag fra Esva Miljøpark utført grunnundersøkelser på Esva fyllplass i Nes kommune. Grunnundersøkelsene ble utført i februar 2014. Resultatene av disse undersøkelsene ble rapportert i april 2014, se ref. /1/. Hensikten med grunnundersøkelsene var å kartlegge grunnforholdene i forbindelse med fremtidige utvidelser av deponiet på Esva. Beliggenheten av området er vist på tegning 001 mens beliggenheten av de utførte grunnundersøkelsene våren 2014, samt tidligere grunnundersøkelser, er vist på tegning 010.

NGI har ved flere tidligere anledninger utført grunnundersøkelser på Esva. En innledende vurdering ble gjort for biogassanlegget i 2009 og 2010, se ref. /2/ og /3/, mens man i 1992 og 2002, se henholdsvis ref. /4/ og /5/, utførte grunnundersøkelser i forbindelse med en potensiell utvidelse av fyllplassen.

I forbindelse med byggingen av biogassanlegget, ble det flyttet masser fra tomte for biogassanlegget ned i ravinedalen. Etter sigende skal det vært flyttet masser på ca. 50 0000 m³, noe som har medført at toppen av skråningen i området rundt biogassanlegget er blitt senket flere meter, mens bunnen av skråningen i tilsvarende område er hevet. Det er Rambøll som har stått ansvarlig for prosjekteringen av biogassanlegget, som rapportert i ref. /10/.

Denne rapporten oppsummerer de geotekniske vurderingene som er gjort i forbindelse med den planlagte utvidelsen av deponiet. Rapporten inneholder både en tolking av de geotekniske dataene fra undersøkelsen i 2014 og detaljerte stabilitetsberegninger utført både for å vurdere stabiliteten i dagens situasjon og for en eventuell framtidig utfylling.

Dette er en revidert versjon med oppdaterte data av terreng (endringer i forbindelse med biogassanlegget, se over), og konstruksjon av biogassanlegg.

2 Grunnundersøkelser

Resultatene av grunnundersøkelser på Esva fyllplass i 2014 er gitt i rapporten 20140105-01-R ref. /1/, og disse resultatene ble supplert med tidligere gjennomførte grunnundersøkelser, se ref. /2/-/5/.

Ved grunnundersøkelsen i 2014 ble det utført 3 dreietrykksonderinger, 4 trykksonderinger (CPTU), prøvetaking på 2 lokasjoner, samt poretrykksmåling på 2 dybder på én lokasjon, se ref. /1/.

I 2010 ble det utført 1 dreietrykksonderinger, 3 totalsondering, 2 trykksonderinger (CPTU), se ref. /2/.

I 2009 ble det utført 3 totalsondering, 1 trykksonderinger (CPTU), se ref. /3/.

Plasseringen av de enkelte borpunktene med symbol for type undersøkelser er presentert på borplanen, se tegning 010. Tegning 010 viser også grunnundersøkelser som tidligere er gjennomført i området.

3 Beregningsforutsetninger og materialparametre

Lagdeling og beregningsparametre er valgt ut fra kombinert vurdering av data fra dreietrykksonderinger, CPTU-sonderinger, poretrykkmålinger, resultater fra laboratorieanalyse av opphentede jordprøver, samt topografiske forhold.

3.1 Lagdeling

Tolket lagdeling for de enkelte borpunktene brukt i analysene er gitt under. Grunnforholdene i området synes å være relativt homogene. Under et topplag med fyllmasser og tørrskorpe består grunnen av en lite til middels sensitiv leire over morene og fjell. Det er ikke påvist kvikkleire (eller leire med sprøbruddegenskaper) i det undersøkte området. Det er foretatt prøvetaking og måling av omrørt styrke fra lokasjoner der dreietrykk- eller totalsondering antyder potensiell kvikkleire, men målingene viser omrørt styrke vel over grensen for leire med sprøbruddegenskaper (2 kPa). Det bemerkes at lagdelingen gitt under er basert på terreng fra den tid boringen ble utført. For enkelte gamle boringer er terrenget blitt endret noe (for eksempel boringer 6 og 7 fra 2010).

3.1.1 Borpunkt 1-2014 og 1-2009

Resultatene fra dreietrykksondering 1-2009 og CPTU-sondering i borpunkt 1-2014 indikerer fyllmasse og tørrskorpe til 4-5 m dybde og derunder et lag med homogen leire. Mellom dybde ca. 28,5 m-30,5 m indikerer sonderingen lag med morene. Dybde til antatt berg er ca. 30,5 m.

3.1.2 Borpunkt 2-2014

Resultatene fra dreietrykksondering, CPTU-sondering og prøvetaking i borpunkt 2-2014 indikerer indikerer fyllmasse og tørrskorpe til ca. 3 m dybde og derunder et lag med lite sensitiv leire til antatt berg i dybde 12,5 m under terreng.

3.1.3 Borpunkt 3-2014

Resultatene fra dreietrykksondering, CPTU-sondering og prøvetaking i borpunkt 3-2014 indikerer fyllmasse og tørrskorpe til 4-5 m dybde og derunder et lag med homogen lite til middels sensitiv leire. Mellom dybde ca. 8 m-9,8 m indikerer sonderingen lag med morene. Dybde til antatt berg er ca. 9,8 m.

3.1.4 Borpunkt 4-2014

Resultatene fra dreietrykkssondering og CPTU-sondering i borpunkt 4-2014 indikerer fyllmasse og tørrskorpe til 3-4 m dybde og derunder et lag med homogen leire. Dybde til antatt berg er ca. 17,6 m.

3.1.5 Borpunkt 1/10

Resultatene fra totalsondering, CPTU-sondering og prøvetaking i borpunkt 1/10 indikerer fyllmasse og tørrskorpe til ca. 4 m dybde og derunder et lag med lite til middels sensitiv leire. Dybde til antatt berg er ca. 26,7 m.

3.1.6 Borpunkt 2/10

Resultatene fra totalsondering, CPTU-sondering og prøvetaking i borpunkt 2/10 indikerer fyllmasse og tørrskorpe til 4-5 m dybde og derunder et lag med lite sensitiv leire. Dybde til antatt berg er ca. 23,7 m.

3.1.7 Borpunkt 4/10

Resultatene fra totalsondering i borpunkt 4/10 indikerer fyllmasse og tørrskorpe til ca. 2 m dybde og derunder et lag med homogen leire. Mellom dybde ca. 26,5 m-29,5 m indikerer sonderingen lag med morene. Dybde til antatt berg er ca. 29,5 m.

3.1.8 Borpunkt 6/10

Resultatene fra dreietrykkssondering i borpunkt 6/10 indikerer fyllmasse og tørrskorpe til ca. 1,5 m dybde og derunder et lag med homogen leire. Dybde til antatt berg er ca. 7 m.

3.1.9 Borpunkt 7/10

Resultatene fra dreietrykkssondering og CPTU sondering i borpunkt 7/10 indikerer fyllmasse og tørrskorpe til ca. 3 m dybde og derunder et lag med homogen leire. Dybde til antatt berg er ca. 8 m.

3.1.10 Borpunkt 2/09

Resultatene fra totalsondering, CPTU-sondering og prøvetaking i borpunkt 2/09 indikerer fyllmasse og tørrskorpe til ca. 5 m dybde og derunder et lag med homogen lite til middels sensitiv leire. Mellom dybde ca. 27 m-30,5 m indikerer sonderingen lag med morene. Dybde til antatt berg er ca. 30,5 m.

3.1.11 Borpunkt 4/09

Resultatene fra totalsondering i borpunkt 4/09 indikerer fyllmasse og tørrskorpe til ca. 4 m dybde og derunder et lag med homogen leire. Mellom dybde ca. 28 m-31 m indikerer sonderingen lag med morene. Dybde til antatt berg er ca. 31 m.

3.2 *Udrenerte styrkeparametre*

3.2.1 *CPTU-sonderinger*

Udrenerte styrkeparametre er tolket fra samlet bruk av informasjon fra CPTU- og dreietrykksonderinger, målte poretrykk i felten og laboratorieresultater. I tillegg er topografiske forhold benyttet for vurdering av overkonsolidering. Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet fra CPTU-sonderinger er vist i Vedlegg A.

Følgende anisotropiforhold er benyttet ved stabilitetsberegningene:

"Ikke-sprøbruddmateriale" (su omrørt > 2 kPa og St < 15):

- Direkte skjærfasthet: $SuD = 0,7 SuA$

- Passiv skjærfasthet: $SuP = 0,4 SuA$

SuA, SuD og SuP er hhv. aktiv, direkte og passiv karakteristisk udrenert skjærfasthet.

Ingen "sprøbruddmateriale" (su omrørt < 2 kPa og St > 15) ble påtruffet i grunnundersøkelsene.

Fasthetsprofil i de udrenerte beregningene er lagt inn som karakteristisk aktiv udrenert skjærfasthet, dvs. uten reduksjon som nevnt over. Anisotropifaktorene er deretter lagt inn i beregningsprogrammet for hvert materiale ut fra beskrivelsen gitt over.

3.2.2 *Skjærfasthet i overkonsolidert leire*

Leiren i området er overkonsolidert, som resultat av at tidligere overliggende sedimenter er blitt fjernet gjennom prosesser som skred og erosjon. Masser som tidligere har hatt større overlaging er derfor konsolidert til et høyere spenningsnivå enn dagens, og har høyere fasthet enn dagens topografi ville tilsi.

Udrenert skjærstyrke i overkonsoliderte finkornige sedimenter kan beregnes dersom man kjenner forkonsolideringsnivået. Dette kan vurderes basert på en tolkning av CPTU-sonderingene, hvor forkonsolideringsnivået estimeres ut fra sonderingsresultatene og laboratorieanalyser av opptatte prøver.

Ut fra overkonsolideringsnivået kan udrenert skjærfasthet beregnes ved anvendelse av den såkalte SHANSEP-metoden (ref. /5/). Aktiv skjærfasthet, SuA,ocr , i overkonsolidert leire er således beskrevet ved følgende sammenheng:

$$SuA,ocr = 0,3 p_0' \times OCR^{0,8}$$

hvor $OCR = p_c'/p_0'$

p_0' = effektivt overlagingstrykk in situ (dvs. totalvekt minus poretrykk)

p_c' = forkonsolideringstrykk ut fra antatt tidligere terrengnivå (evt. Inkludert "aging"-effekt; her er benyttet en aging-faktor på 1,2)

Udrenert styrke av leiren i dette området er basert på antatt overkonsolideringsforhold, med en forsiktig antatt tidligere overlaging tilsvarende mellom 15 m-34m.

Normalkonsolidert leire (dvs. for områder uten større tidligere overlaging av masser enn dagens terrengnivå) vil erfaringsmessig ha følgende minimums-skjærfasthet, SuA,nc :

$$SuA,nc = 0,3 p_0'$$

3.3 Drenert skjærfasthet

3.3.1 Tørrskorpe

I beregningene er det brukt drenerte styrkeparametre for tørrskorpa som følger:

Kohesjon (c):	0 kPa
Friksjonsvinkel (ϕ'):	30°

3.3.2 Fyllingsmateriale fra tørrskorpe (avskaving fra område rundt biogassanlegget)

For materialet som er brukt til å fylle opp ravinedalen med tørrskorpemasser fra området rundt biogassanlegget, er det antatt noe lavere friksjonsvinkel enn for den opprinnelig tørrskorpen.

Kohesjon (c):	0 kPa
Friksjonsvinkel (ϕ'):	28°

3.3.3 Eksisterende leire

Udrenerte styrker tolket fra de enkelte CPT'ene er gitt i Vedlegg A. Triaksialforsøkene fra hull 2-2014 og 3-2014 bekrefter tolket skjærstyrke fra CPTU 2-2014 og CPTU 3-2014, se Vedlegg A2 og Vedlegg A4. Følgende drenerte skjærstyrkeparametere er tolket fra disse forsøkene og er benyttet ved drenerte stabilitetsberegninger i leire:

Kohesjon (c):	6 kPa
Friksjonsvinkel (ϕ'):	30°

3.3.4 Deponert materiale

De geotekniske egenskapene til deponerte materialer avhenger selvsagt av type materiale som deponeres, og i hvilken form det innehar. I stabilitetsberegningene er det konservativt antatt løst lagret friksjonsmateriale, som gitt under. Med løst lagret friksjonsmateriale menes materiale som drenerer relativt raskt (ikke ren leire), men som har liten styrke (dvs ikke nødvendigvis komprimert).

Fyllinger er modellert med følgende parametre:

Total romvekt (γ_{tot})	18 kN/m ³
Friksjonsvinkel (ϕ'):	25°
Kohesjon (c):	0 kPa

3.3.5 *Morene.*

Morenen er modellert med følgende parametre:

Total romvekt (γ_{tot})	19 kN/m ³
Friksjonsvinkel (ϕ'):	35°
Kohesjon (c):	0 kPa

3.4 *Poretrykk*

Målte poretrykk fra piezometre på 6 og 11 m dybde i borpunkt 2-2014 er benyttet ved tolkning av skjærfasthet fra CPTU sonderingene. Det er antatt hydrostatisk poretrykkfordeling med grunnvannstand basert på målingene fra de nevnte lokasjonene.

Mektighet av tørrskorpe i skråningene er brukt som indikasjon på grunnvannsnivået.

3.5 *Setningsparametre*

Det er foretatt ett ødometerforsøk for å gi parametre for setnings- og konsolideringsberegninger. Forsøket fra 7.3 m fra borhull 2-2014 viste at leira er betydelig forkonsolidert med en forkonsolideringsspenning, p_c' , på ca. 600 kPa, kontra dagens in situ effektivspinning, $p_{0'}$, på ca. 100 kPa (OCR = 6). Dette medfører at leira både er relativt fast og at deformasjonene blir relativt begrensede ved lastpåføringer. Målte verdier av deformasjonsmodul, M , og vertikal konsolideringskoeffisient, c_v , ved pålasting fra dagens in situ vertikalspenning, $p_{0'}$, var $M = 15$ MPa og $c_v = 20$ m²/år.

4 **Stabilitetsberegninger**

4.1 *Generelt*

Stabilitetsberegninger er utført ved hjelp av det geotekniske beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet, se ref. /7/. Stabilitetsanalyser er utført for udrenert tilstand (korttidstilstand der endringer av lastsituasjon kan føre til ustabiliteter) og drenert tilstand (langtidstilstand der alle poreovertrykk fra ytre laster er utlignet).

Beregninger er utført i lengdeprofilene G, A, E, I og H (fra sørøst mot nordvest), både for dagens situasjon og etter endt deponering (med unntak av profil E og G). Beregningsprofilene er angitt på borplan (Tegning 011).

Det bemerkes at beregningene gjelder for antatt mest kritiske snitt i skråningen. For snitt i økende avstand fra beregningsprofilen vil materialfaktoren gradvis øke.

4.2 Profil G

4.2.1 Dagens terreng, udrenert analyse

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 20 m dyp og ca. 95 m lang, se Tegning B1. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er $\gamma_m = 2.25$, dvs. analysen viser at skråningen ved profil G har høy sikkerhet med de gitte forutsetninger. Det er derfor ikke foretatt beregninger for tilstand etter deponering, der sikkerheten vil bli ytterligere forbedret. Det påpekes dog at med de gitte antakelser på styrke for fyllingen, bør ikke skråningshelningen for fyllingen overstige 1:2.7 (20°) for å tilfredsstille kravet til materialfaktor $\gamma_m = 1.25$ for drenert tilstand.

4.2.2 Dagens terreng, drenert analyse

Laveste beregnede materialfaktor for drenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 20 m dyp og ca. 100 m lang, se Tegning B2. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er $\gamma_m = 2.78$, dvs. analysen viser at skråningen ved profil G har høy sikkerhet med de gitte forutsetninger. Sikkerheten mot brudd lokalt i toppen av skråningen er beregnet til $\gamma_m = 1.87$.

4.3 Profil A

4.3.1 Dagens terreng, udrenert analyse

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut midt ute på det nye terrengnivået i ravedalen, og som har bakkant midt under biogassanlegget. I beregningen er det antatt en uniform last på 30 kPa fra biogassanlegget. I Rambølls rapport, ref. /10/, er flatetrykket fra biogassanlegget med en diameter på 24 m, gitt til 71 kPa. Siden det er fjernet flere meter masser på området for biogassanlegget, anses en uniform tilleggslast på 30 kPa være et konservativt estimat.

Den kritiske glideflaten er ca. 20 m dyp og ca. 60 m lang, se Tegning B3. Beregnet materialfaktor for denne bruddoverflaten er $\gamma_m = 1.46$.

4.3.2 Dagens terreng, drenert analyse

Laveste beregnede materialfaktor for drenert analyse er funnet for en relativt grunn sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 5 m dyp og ca. 25 m lang, se Tegning B4. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er $\gamma_m = 1.13$ (lokalt). Dette er i

utgangspunktet noe lavt, men den vil bedres ved oppfylling av deponert materiale dersom dette arbeidet gjøres på en fornuftig måte (se kap. 4.7).

4.3.3 *Med oppfylling av deponerte masser, drenert analyse*

Det er utført beregninger for selve fyllingen. Beregnet $\gamma_m = 2.22$ for hele fyllings-skråningen slik den er planlagt, se Tegning B5. Beregninger viser at det kan være fare for overflateglidninger for fyllingen dersom den legges med for stor helning (se kommentar for profil G for anbefalt helning), men det er tilstrekkelig sikkerhet mot dypere utglidninger.

4.4 **Profil E**

4.4.1 *Dagens terreng, udrenert analyse*

Profil E har fått endret topografi grunnet arbeidet som er gjort i forbindelse med utbyggingen av biogassanlegget. Toppen er skavet av, og ravedalen er delvis fylt opp. Dette har bedret stabiliteten for profilet. Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 15 m dyp og ca. 50 m lang, se Tegning B6. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er $\gamma_m = 1.58$.

4.4.2 *Dagens terreng, drenert analyse*

Laveste beregnede materialfaktor for drenert analyse for skråningen er funnet for en relativt grunn sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 5 m dyp og ca. 30 m lang, se Tegning B7. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er $\gamma_m = 1.35$.

Det er også utført beregninger for fyllingen i ravedalen som allerede er utført, se Tegning B8. Beregninger viser at det kan være fare for overflateglidninger dersom for bløtt materiale deponeres, men det er liten fare for dypere utglidninger. Med de gitte antakelser på styrke for det utfylte området, bør ikke skråningshelningen for fyllingen overstige 1:2.4 (23°) for å tilfredsstille kravet til materialfaktor $\gamma_m = 1.25$ for drenert tilstand.

4.5 **Profil I**

4.5.1 *Dagens terreng, udrenert analyse*

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 25 m dyp og ca. 80 m lang, se Tegning B9. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er $\gamma_m = 1.35$.

4.5.2 *Dagens terreng, drenert analyse*

Laveste beregnede materialfaktor for drenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut nede i skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 15 m dyp og ca. 50 m lang, se Tegning B10. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er $\gamma_m = 1.12$. Dette er i utgangspunktet noe lavt, men den vil bedres ved oppfylling av deponert materiale dersom dette arbeidet gjøres på en fornuftig måte (se kap. 4.5.4 og kap. 4.7).

4.5.3 *Med oppfylling av deponerte masser, udrenert analyse*

Det er utført beregninger for utfylling i henhold til planlagt utfylling, se Tegning B11. Beregningene viser at stabiliteten forbedres med de gitte forutsetninger, fra dagens $\gamma_m = 1.35$, til $\gamma_m = 1.55$. Den kritiske glideflaten er relativt dyp, ca. 30 m og i overkant av 100 m lang.

4.5.4 *Med oppfylling av deponerte masser, drenert analyse*

Det er utført beregninger for utfylling i henhold til planlagt utfylling, se Tegning B12. Beregningene viser at stabiliteten forbedres med de gitte forutsetninger, fra dagens $\gamma_m = 1.12$, til $\gamma_m = 2.17$, med kritisk glideflate som for udrenerte analyser. Beregningene viser at dagens noe lave beregnet materialfaktor for drenert tilstand vil forbedres kraftig ved oppfylling av deponerte masser under kontrollerte forhold.

4.6 **Profil H**

4.6.1 *Dagens terreng, udrenert analyse*

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 20 m dyp og ca. 130 m lang, se Tegning B13. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er $\gamma_m = 1.53$, dvs. analysen viser at skråningen ved profil H har høy sikkerhet med de gitte forutsetninger.

4.6.2 *Dagens terreng, drenert analyse*

Laveste beregnede materialfaktor for drenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i høyt oppe i skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 10 m dyp og ca. 35 m lang, se Tegning B14. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er $\gamma_m = 1.99$, dvs. analysen viser skråningen ved profil H har høy sikkerhet med de gitte forutsetninger.

4.6.3 *Med oppfylling av deponerte masser, udrenert analyse*

Det er utført beregninger for utfylling i henhold til planlagt utfylling, se Tegning B15. Beregningene viser at stabiliteten reduseres litt med de gitte forutsetninger, fra dagens $\gamma_m = 1.53$, til $\gamma_m = 1.44$. Den kritiske glideflaten er ca. 25 m dyp og ca. 130 m lang.

4.6.4 Med oppfylling av deponerte masser, drenert analyse

Det er utført beregninger for utfylling til kote +150 moh, se Tegning B16. Beregningene viser at stabiliteten forbedres med de gitte forutsetninger, fra dagens $\gamma_m = 1.99$, til $\gamma_m = 2.44$. Den kritiske glideflaten er ca. 25 m dyp og ca. 130 m lang.

4.7 Oppsummering stabilitetsanalyser

Tabell 1 oppsummerer stabilitetsberegningene utført for Esva.

Tabell 1 Stabilitetsberegninger

Profil	Beregnet materialfaktor γ_m			
	Dagens, udrenert	Dagens, drenert	Deponiutfylling, udrenert	Deponiutfylling, drenert
G	2.25	1.87		
A	1.46	1.13		2.22
E	1.58	1.35/1.14		
I	1.35	1.12	1.55	2.17
H	1.53	1.99	1.44	2.44

Beregningene viser at dagens stabilitet i en udrenert tilstand er tilfredsstillende for alle profilene, men at det lokalt kan være lav stabilitet i den drenerte (langtids)tilstand. Beregningene viser videre at den drenerte tilstand for disse profilene vil forbedres kraftig ved kontrollert deponering i henhold til planene, og føre til materialfaktorer langt over kravet gitt i Eurokode 7 (ref. /8/). Stabiliteten er derfor ansett til å være tilfredsstillende. Det anbefales også at det lages en detaljert plan for deponering av masser før det settes i gang. Stabiliteten av området vil normalt forbedres når det fylles masser i dalbunner, slik beregningene viser, men stabiliteten kan forverres temporært dersom dette arbeidet utføres på en uvetting måte.

Stabiliteten av fyllingsskråninger vil avhenge av materiale som deponeres. Det anbefales at deponiet ikke legges ut med en helning brattere enn 1:2.7 for bløte masser (av type leire) og 1:2.0 for fastere masser (sand/grus).

Det påpekes at det ikke er påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale i noen av prøvene tatt fra området, og at videre vurderinger av områdestabilitet i henhold til NVEs veileder for kvikkleire (ref. /9/) derfor ikke skulle være nødvendig.

5 Setninger

Det er foretatt ett ødometerforsøk på prøve fra leira for å kunne vurdere setningsegenskapene til leira. Forsøket viser som angitt i kapittel 3.5 at leira er relativt stiv. Videre antyder boringene at leira har begrenset mektighet i dalbunnen, der tykkelsen av eventuelle utfyllinger vil være størst. Med utgangspunkt i resultater fra ødometerforsøket ($M=15$ MPa), med last fra deponi av 20m tykkelse (profil E),

og med 10 m mektighet av leira er setningene beregnet til å bli i størrelsesorden 25 cm. I tillegg kommer egensetninger av selve fyllmassene, som antakelig vil være langt større.

6 Referanser

- /1/ Norges Geotekniske Institutt (2014)
Esval – utvidelse av deponi. Datarapport.
NGI rapport 20140105-01-R, datert 24. april 2014
- /2/ Norges Geotekniske Institutt (2009)
Lokalisering av biogassanlegg, grunnundersøkelser – Esval.
”Datarapport – grunnundersøkelser”
NGI rapport 20091799-00-1-R, datert 9. september 2009.
- /3/ Norges Geotekniske Institutt (2010)
Biogassanlegg på Esval, supplerende grunnundersøkelser og vurderinger.
Grunnundersøkelser. Datarapport.
NGI rapport 20100576-00-2-R, datert 9. august 2010.
- /4/ Norges Geotekniske Institutt (1992)
Esval Fyllplass, Nes kommune. ”Stabilitet ved utvidelse av eksisterende fyllplass” Brev til Jordforsk, datert 11. mai 1992.
- /5/ Norges Geotekniske Institutt (2002)
Esval fyllplass, Nes kommune. ”Grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger” NGI rapport 20021319-1, datert 18. februar 2003.
- /6/ Ladd, C. C. and R. Foott (1974): New design procedure for stability of soft clays. Journal of the geotechnical engineering division, ASCE, Vol. 100, No. GT7, July, pp. 763-786.
- /7/ ViaNova GeoSuite AB, 2009. GeoSuite GS Stability. Version 5.0.5.
- /8/ Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering.
Del 1: Allmenne regler.
ICS 91.010.30; 93.020
- /9/ NVE (2014): Sikkerhet mot kvikkeleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
NVE veileder 7-2014. Revidert april 2014. ISSN: 1501 – 0678.
- /10/ Rambøll (2012). Notat G-not-001, EGE 2010 biogassanlegg, datert 27.05.2011



Esväl - utvidelse av deponi

Oversiktskart
Målestokk 1:50 000

Status			
Original format	A-4		
Tegningens tittel			
Målestokk	1:50 000		
			
Data	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.04.2014	LaH	BGK	
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
2014.0105	001	00	

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0808 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no



Y 6675000

Y 6674500

X 632500

X 633000



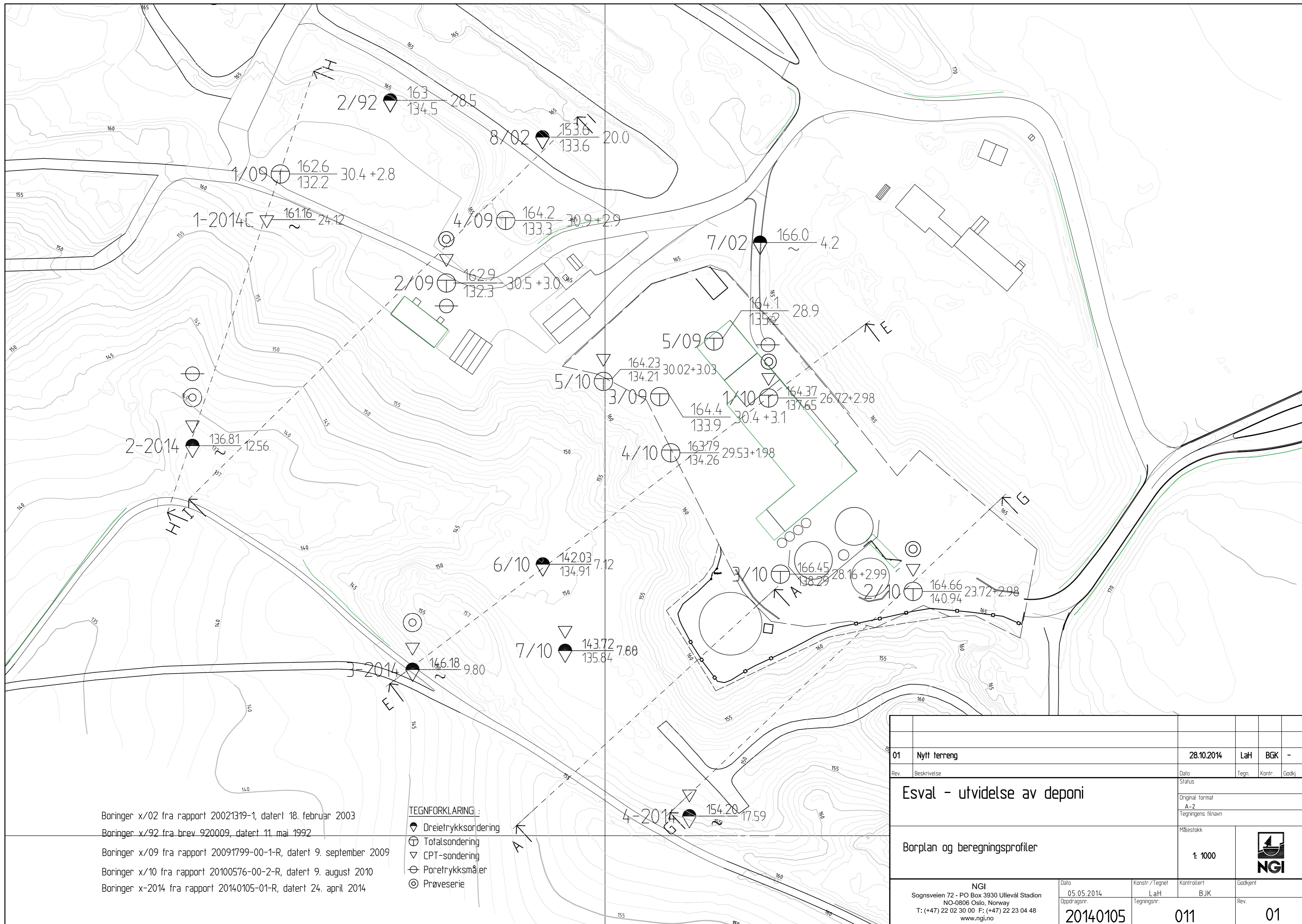
Boringer x/02 fra rapport 20021319-1, datert 18. februar 2003
 Boringer x/92 fra brev 920009, datert 11. mai 1992
 Boringer x/09 fra rapport 20091799-00-1-R, datert 9. september 2009
 Boringer x/10 fra rapport 20100576-00-2-R, datert 9. august 2010
 Boringer x-2014 fra rapport 20140105-01-R, datert 24. april 2014

TEGNFORKLARING :

- ◆ Dreietrykkssondering
- ⊕ Totalsondering
- ▽ CPT-sondering
- ⊖ Poretrykksmåler
- ⊙ Prøveserie

01	Nytt terrengkart	28.10.2014	LaH	BGK	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Esva - utvidelse av deponi		Status			
Borplan utførte boringer		Original format A-2 Tegningens filnavn \\AUTOGRAF.RIT\Tegning_010.dwg 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 14.04.2014	Konstr./Tegnet LaH	Kontrollert BGK	Godkjent
20140105		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		010	010	01	





Boringer x/02 fra rapport 20021319-1, datert 18. februar 2003
 Boringer x/92 fra brev 920009, datert 11. mai 1992
 Boringer x/09 fra rapport 20091799-00-1-R, datert 9. september 2009
 Boringer x/10 fra rapport 20100576-00-2-R, datert 9. august 2010
 Boringer x-2014 fra rapport 20140105-01-R, datert 24. april 2014

TEGNFORKLARING:

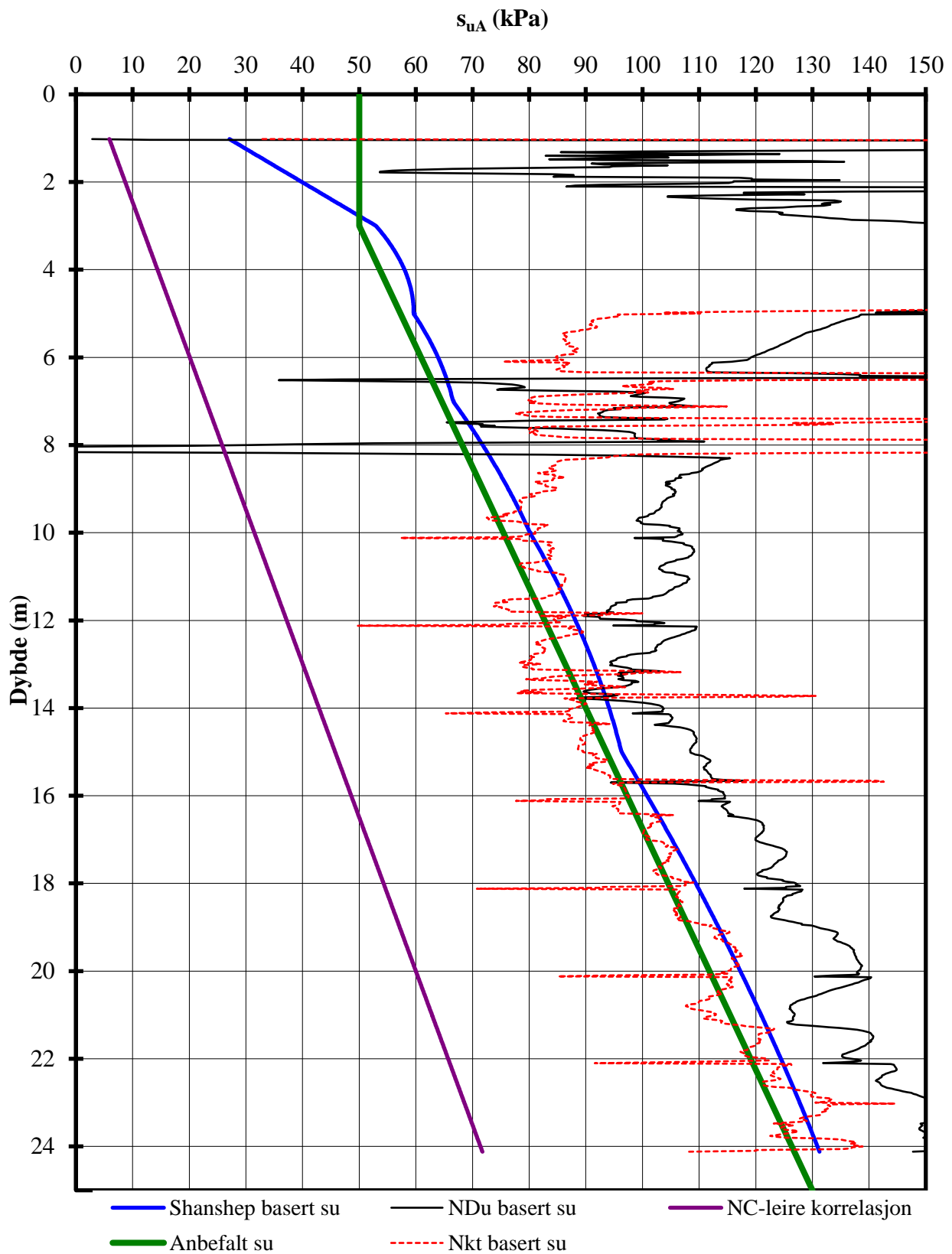
- ▼ Dreietrykksøndering
- ⊕ Totalsondering
- ▽ CPT-sondering
- ⊖ Poretrykksmåler
- ⊙ Prøveserie

01	Nytt terreng	28.10.2014	LaH	BGK	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Esvål - utvidelse av deponi		Status			
		Original format			
		A-2			
		Tegningens filnavn			
Borplan og beregningsprofiler		Målestokk	NGI		
		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 05.05.2014	Konstr./Tegnet LaH	Kontrollert BJK	Godkjent
Oppdragsnr. 20140105		Tegningsnr. 011		Rev. 01	

Vedlegg A - Aktiv udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sonderinger

Innhold


A1	CPTU 1/2014
A2	CPTU 2/2014
A3	CPTU 3/2014
A4	CPTU 4/2014
A5	CPTU 1/2010
A6	CPTU 2/2010
A7	CPTU 2/2009

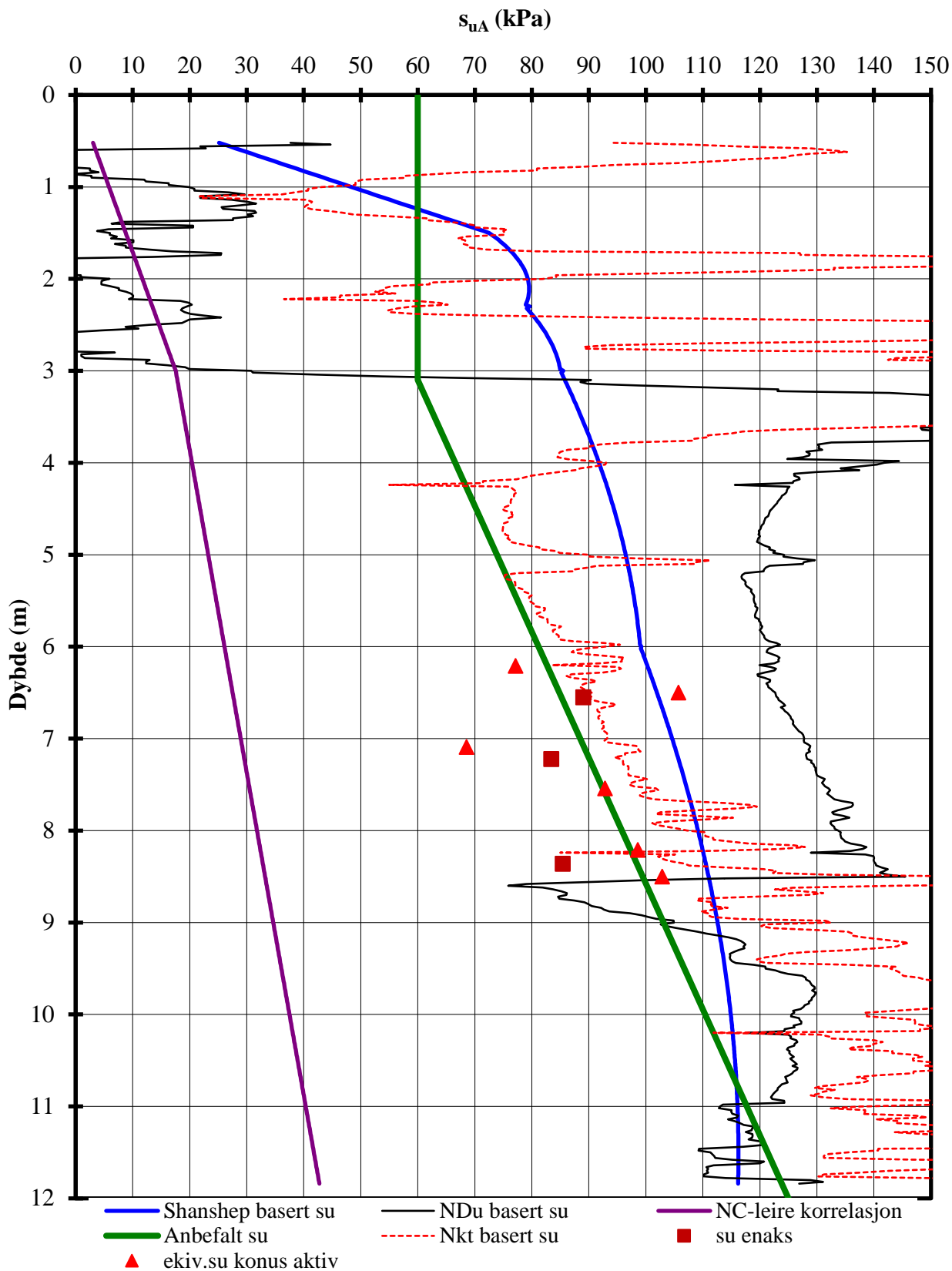


Terrengkote : 161,16 m

Tidligere kotenivå : 180 m

P:\2014\01\20140105\Beregninger\CPTU_tolk\CPTU-tolk2006_Esval_1_ZL.xls]sua profil

Esval-utvidelse av deponi	Rapport nr.	Figur nr.
	20140105	A1
	Tegner	Dato
	ZL	01.04.2014
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.	Kontrollert	
	Borhull1	
	Godkient	

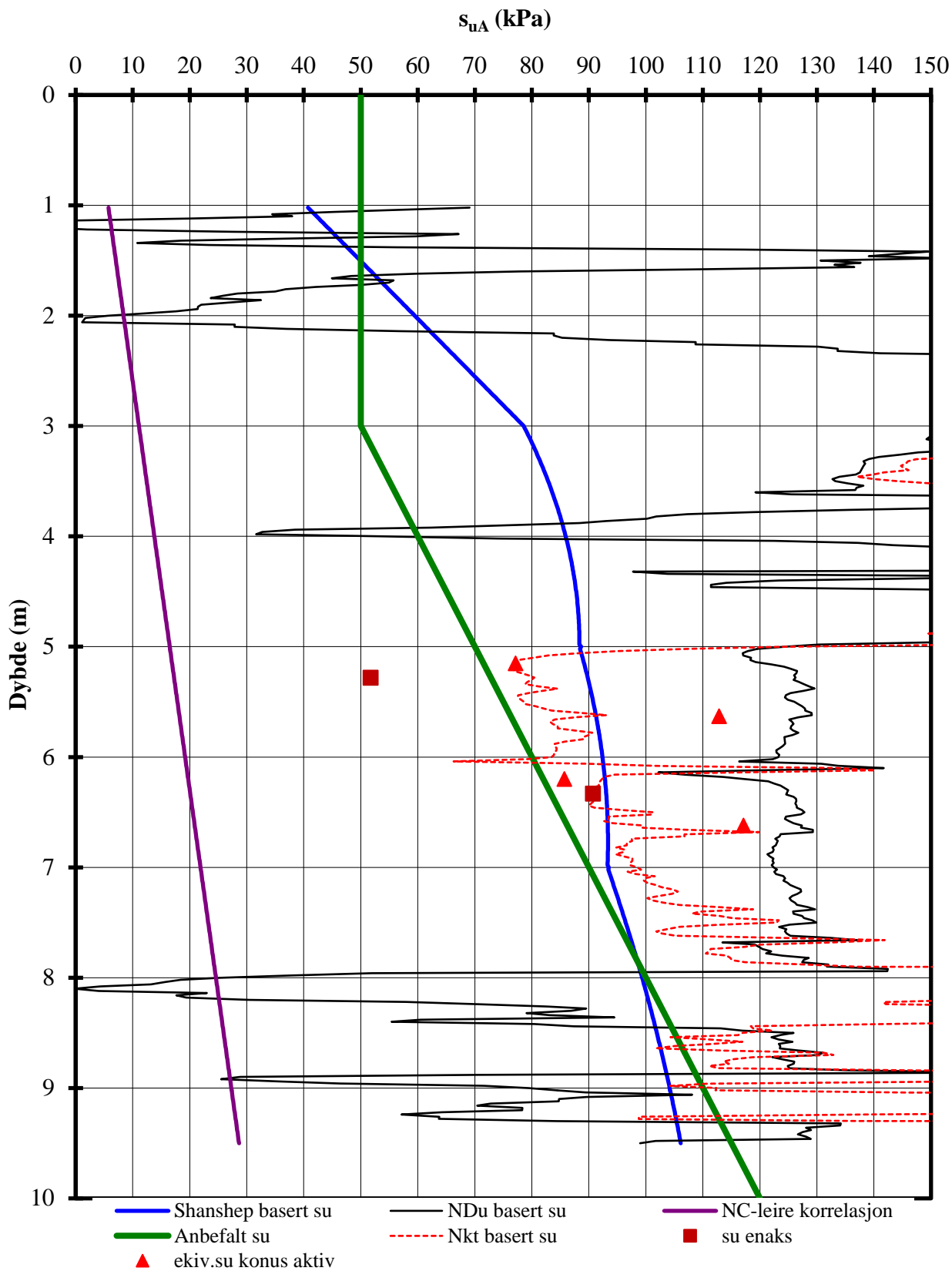


Terrengkote : 136,81 m

Tidligere kotenivå : 170 m

P:\2014\01\20140105\Beregninger\CPTU_tolk\CPTU-tolk2006_Esval_2_ZL.xls\sua profil


Esval-utvidelse av deponi	Rapport nr.	Figur nr.
	20140105	A2
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull2	Tegner	Dato
	ZL	01.04.2014
	Kontrollert BGK	
Godkient		

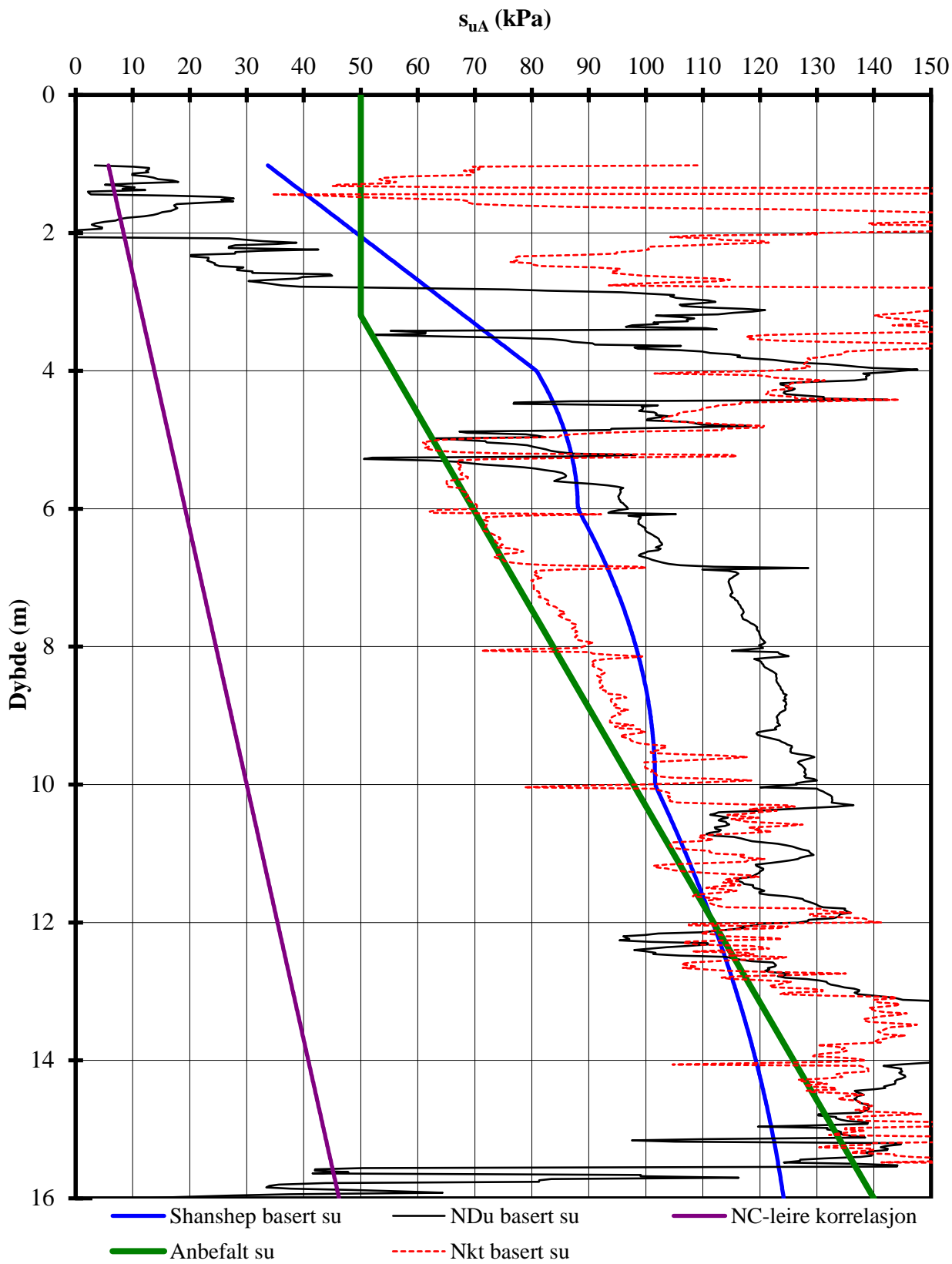


Terrengkote : 146,18 m

Tidligere kotenivå : 180 m

P:\2014\01\20140105\Beregninger\CPTU_tolk\CPTU-tolk2006_Esval_3_ZL.xls\sua profil


Esval-utvidelse av deponi	Rapport nr.	Figur nr.
	20140105	A3
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull3	Tegner	Dato
	ZL	01.04.2014
	Kontrollert BGK	
Godkient		

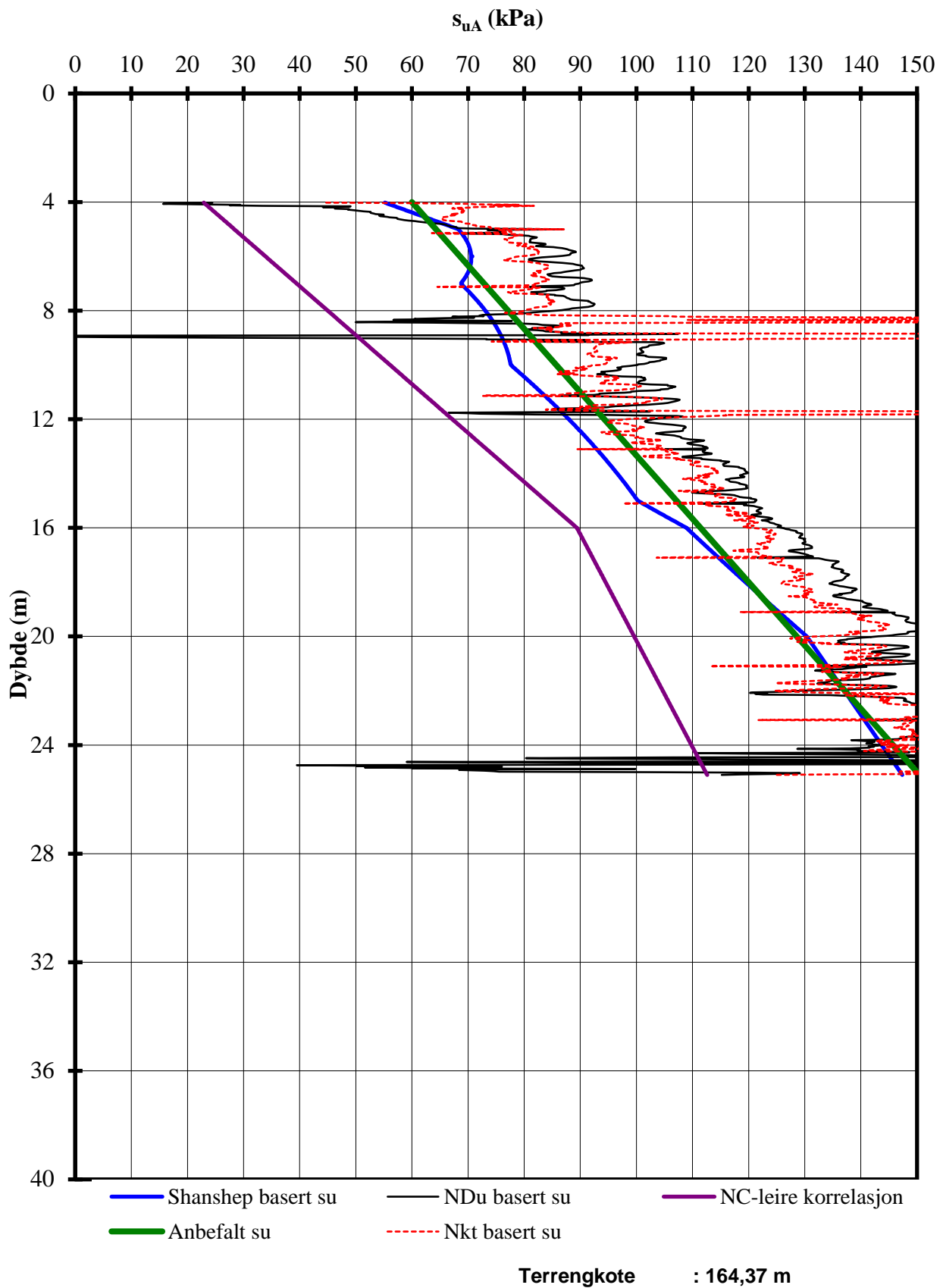


Terrengkote : 154,2 m


Tidligere kotenivå : 185 m

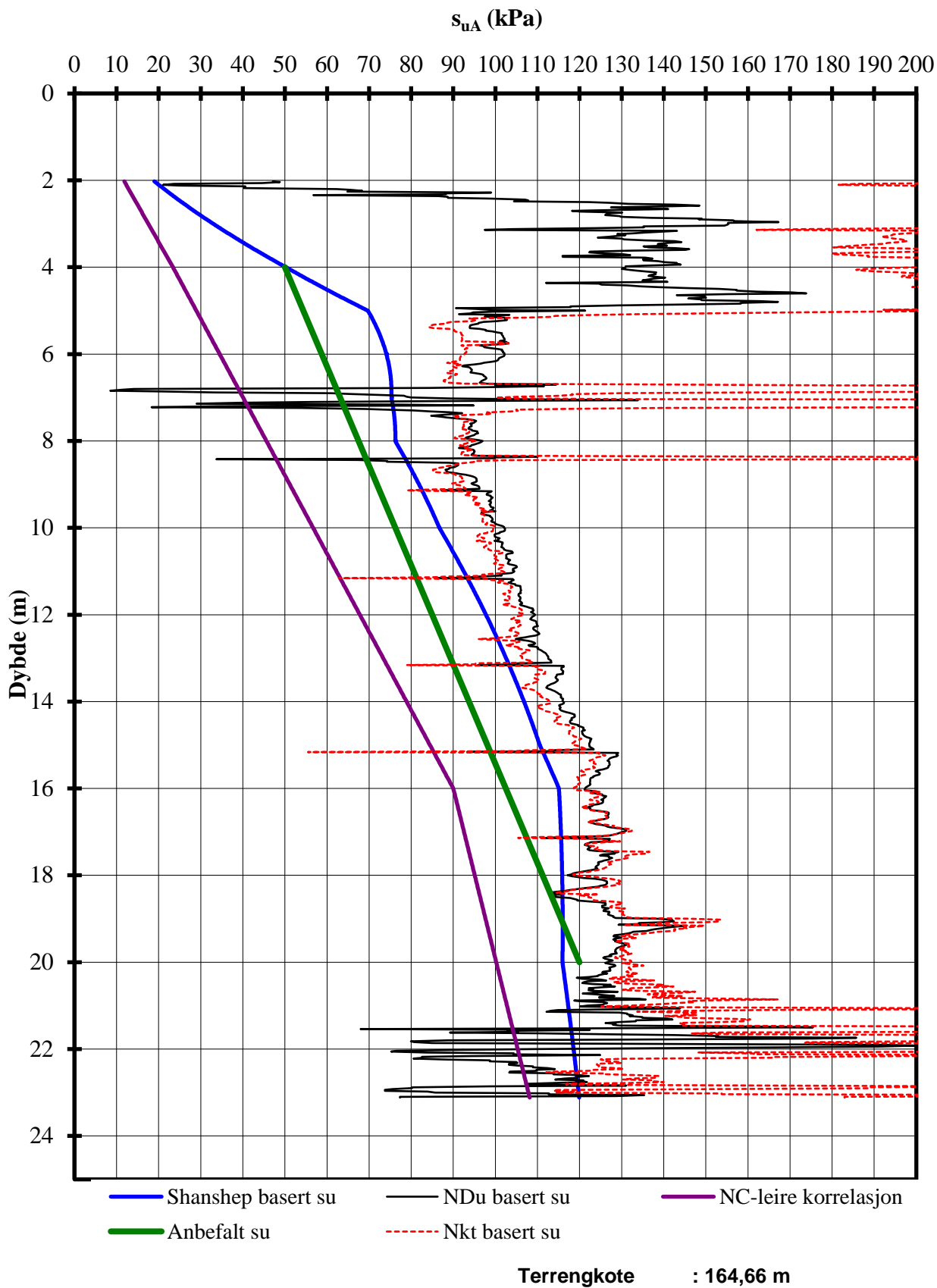
P:\2014\01\20140105\Beregninger\CPTU_tolk\CPTU-tolk2006_Esval_4_ZL.xls\sua profil

Esval-utvidelse av deponi	Rapport nr.	Figur nr.
	20140105	A4
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull4	Tegner	Dato
	ZL	01.04.2014
	Kontrollert BGK	
Godkient		




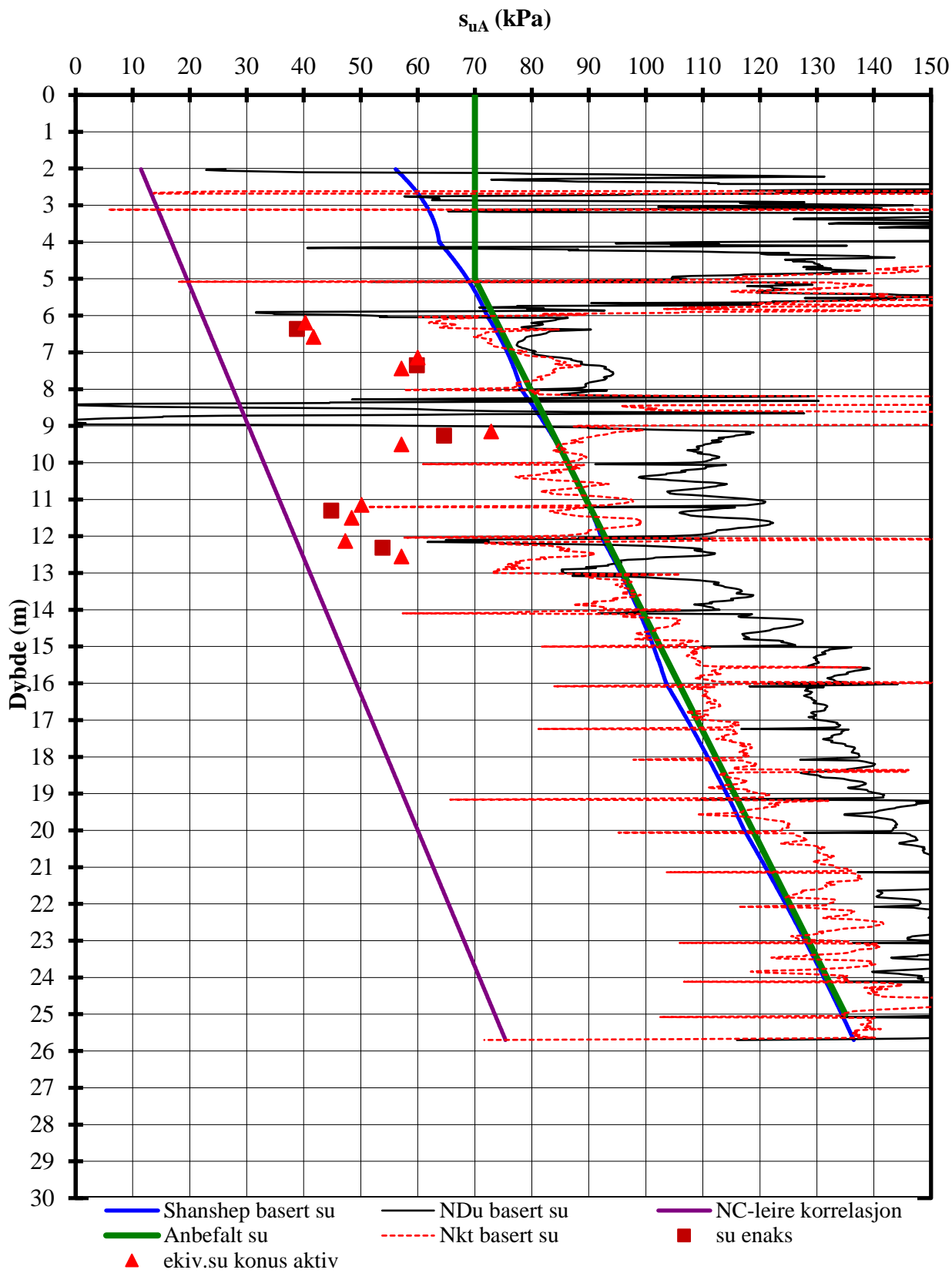
P:\2014\01\20140105\Beregninger\CPTU_tolk\100818 - CPT tolk_ BH 1_20100576_ZL Modified.xls\sua profil

Esvall-utvidelse av deponi	Rapport nr.	Figur nr.
	20140105	A5
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull1/10	Tegner	Dato
	ZL	01.04.2014
	Kontrollert BGK	
Godkjent		



P:\2014\01\20140105\Beregninger\CPTU_tolk\100818 - CPT tolk_ BH 2_20100576_ZL Modified.xls\Inngangsdata


Esvall-utvidelse av deponi	Rapport nr.	Figur nr.
	20140105	A6
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull2/10	Tegner	Dato
	ZL	01.04.2014
	Kontrollert BGK	
Godkient		



Terrengkote : 162,86 m

Tidligere kotenivå : 185 m

P:\2014\01\20140105\Beregninger\CPTU_tolk\CPTU-tolk2006_Esval_2_20091799.xls\sua profil

Esval-utvidelse av deponi	Rapport nr.	Figur nr.
	20140105	A7
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull2/09	Tegner	Dato
	ZL	01.04.2014
	Kontrollert BGK Godkient	

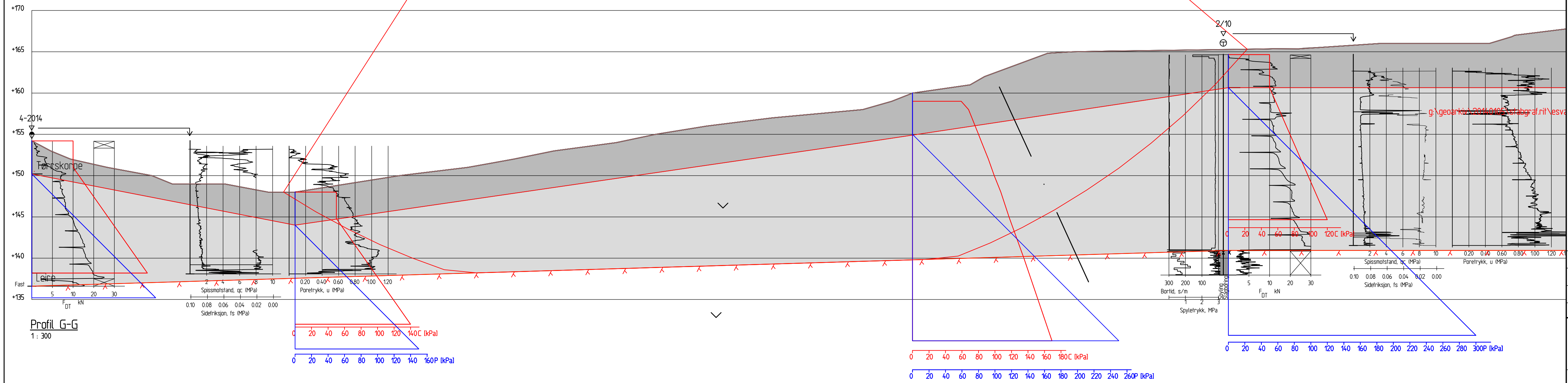
Vedlegg B - Resultater fra stabilitetsberegninger

Innhold

Tegningnr.	Tittel	Rev.
B1	Profil G- Dagens- Udrenert	00
B2	Profil G- Dagens- Drenert	00
B3	Profil A- Dagens- Udrenert	00
B4	Profil A- Dagens- Drenert	00
B5	Profil A- Endelig fylling- Drenert	00
B6	Profil E- Dagens- Udrenert	00
B7	Profil E- Dagens- Drenert	00
B8	Profil E- Endelig fylling- Drenert	00
B9	Profil I- Dagens- Udrenert	00
B10	Profil I- Dagens- Drenert	00
B11	Profil I- Endelig fylling- Udrenert	00
B12	Profil I- Endelig fylling- Drenert	00
B13	Profil H- Dagens- Udrenert	00
B14	Profil H- Dagens- Drenert	00
B15	Profil H- Endelig fylling- Udrenert	00
B16	Profil H- Endelig fylling- Drenert	00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00		C-prof	100	0.70	0.40	

$F_c=2.25$
 $F_c=2.25$
 PROF G-Su-DAGENS-KRITISK SIRK
 Result file : g:\geoarkiv\20140105\stabgraf.rif\esval_profil_g_dagens.R1



Profil G-G
1:300

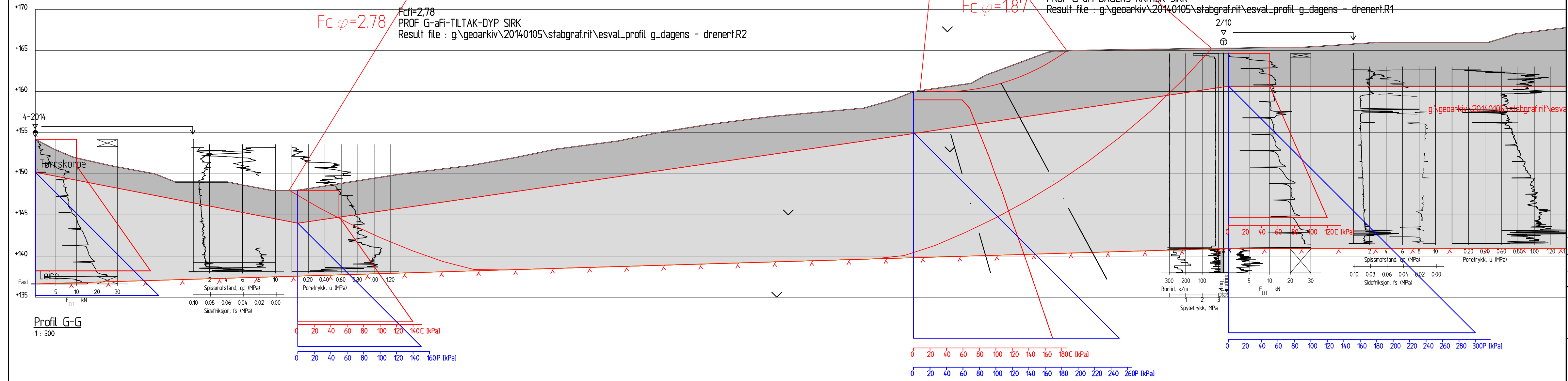
FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Esval - utvidelse av deponi		Målestokk		1:300	
Stabilitetsvurdering Profil G-Dagens-Udrenert		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
		23.05.2014	LaH	BGK	-
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20140105	B1	00	

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00	30.0	6.0				



Profil G-G
1: 300

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Esva - utvidelse av deponi

Status: Original format A-3LL
Tegningens filnavn: -

Stabilitetsvurdering
Profil G-Dagens-Drenert

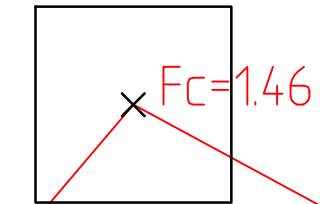
Målestokk: 1:300



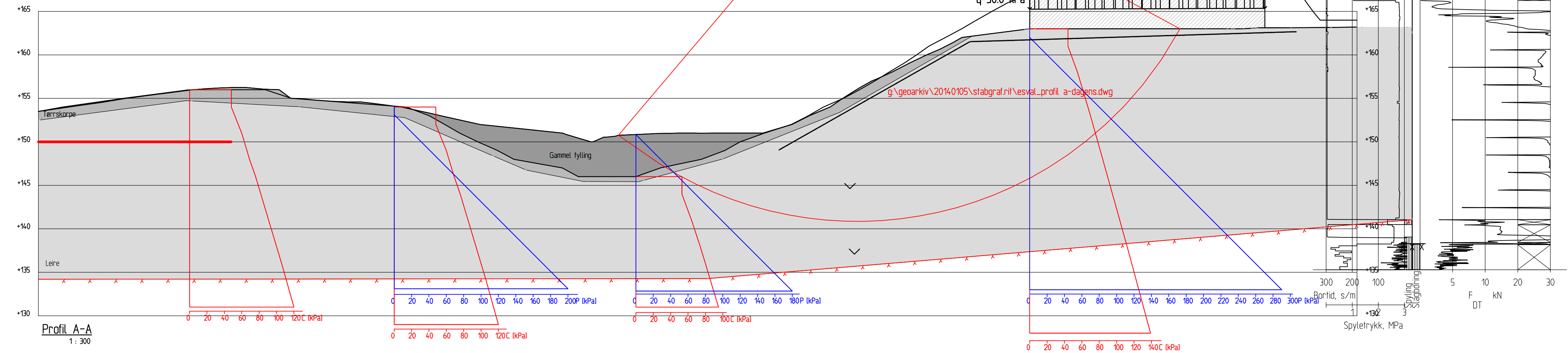
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato: 23.05.2014 Oppdragsnr.: 20140105	Konstr./Tegnet: LaH Tegningsnr.: B2	Kontrollert: BGK	Godkjent: -
---	---	--	------------------	-------------

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Gammel fylling	19.00	9.00	28.0	0.0				
Tørreskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.70	0.40

Search area (tangent)



Fc=1.46
 PROF A-DAGENS-Su-KRITISK SIRK
 Result file : g:\geoarkiv\20140105\stabgraf.rif\esval_profil_a-dagens.R1




Profil A-A
1: 300

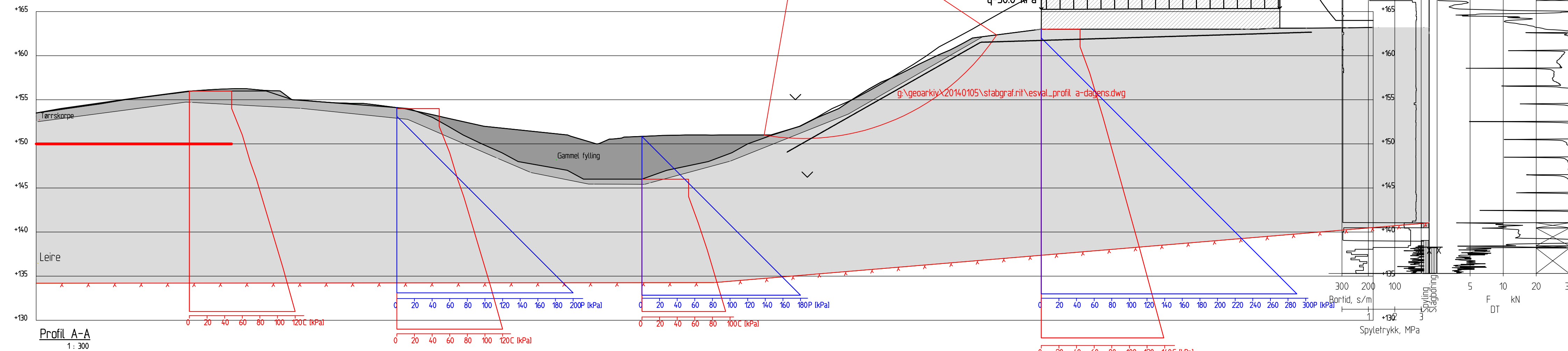
FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Esval - utvidelse av deponi Stabilitetsvurdering Profil A-Dagens-Udrenert		Status Original format A-3LL Tegningens filnavn	Målestokk 1:300		
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 29.10.2014 Oppdragsnr. 20140105	Konstr./Tegnet LaH Tegningsnr. B3	Kontrollert BGK	Godkjent - Rev. 00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Gammel fylling	19.00	9.00	28.0	0.0				
Tørnskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00	30.0	6.0				



FORKLARINGER:

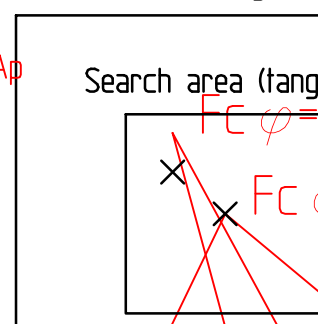
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊗ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Esval - utvidelse av deponi		Status		-	
Stabilitetsvurdering Profil A-Dagens-Drenert		Målestokk		1:300	
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
		29.10.2014	LaH	BGK	-
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20140105	B4	00	

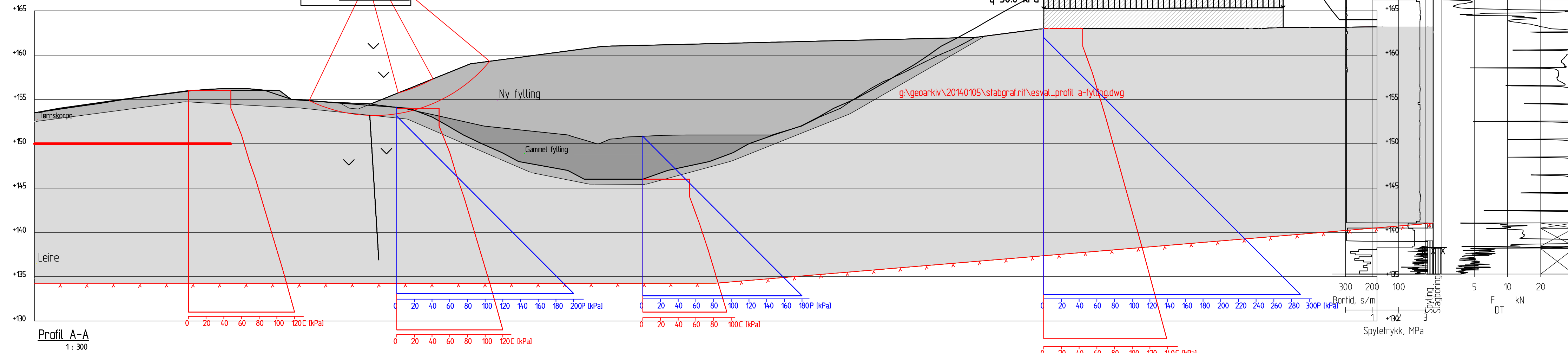
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Ny fylling	18.00	8.00	25.0	0.0				
Gammel fylling	19.00	9.00	28.0	0.0				
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00	30.0	6.0				

Search area (tangent)



Fcfi=1,17
 PROF A-FYLLING-AFI-GRUNN GLIDEFLATE
 Result file : g:\geoarkiv\20140105\stabgraf.rit\esval_profil a-fylling.R3

Fcfi=2,22
 PROF A-FYLLING-AFI-GLIDEFLATE TVUNGET UNDER TØRRSKORPE
 Result file : g:\geoarkiv\20140105\stabgraf.rit\esval_profil a-fylling.R4



Profil A-A
1 : 300

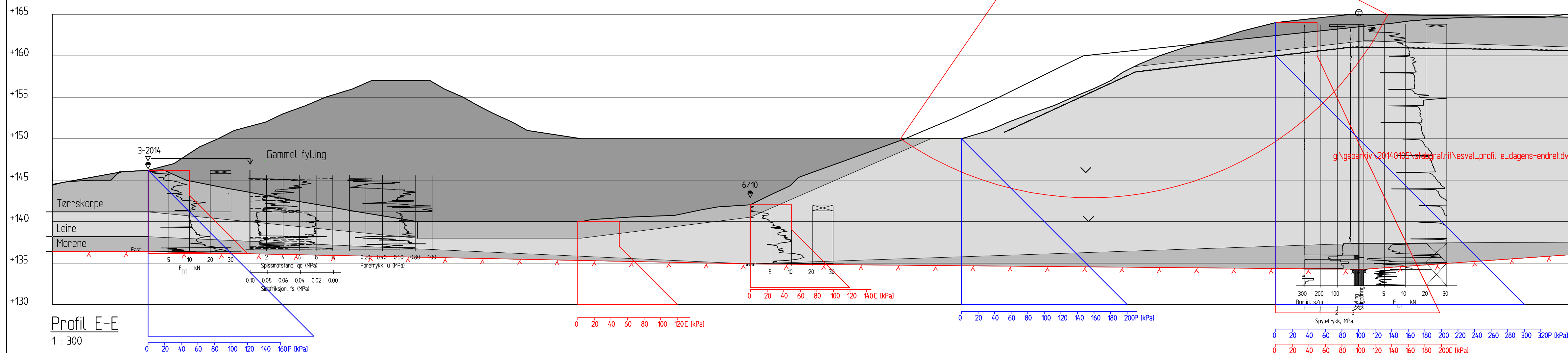
FORKLARINGER:

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksoneering
- ⊗ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksoneering
- ⊕ Totalsonering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Esval - utvidelse av deponi		Status		Original format	
		A-3LL		Tegningens filnavn	
Stabilitetsvurdering Profil A-Endelig fylling-Drenert		Målestokk	1:300		
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
		29.10.2014	LaH	BGK	-
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20140105	B5	00	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Gammel fylling	19.00	9.00	28.0	0.0				
Tørnskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				



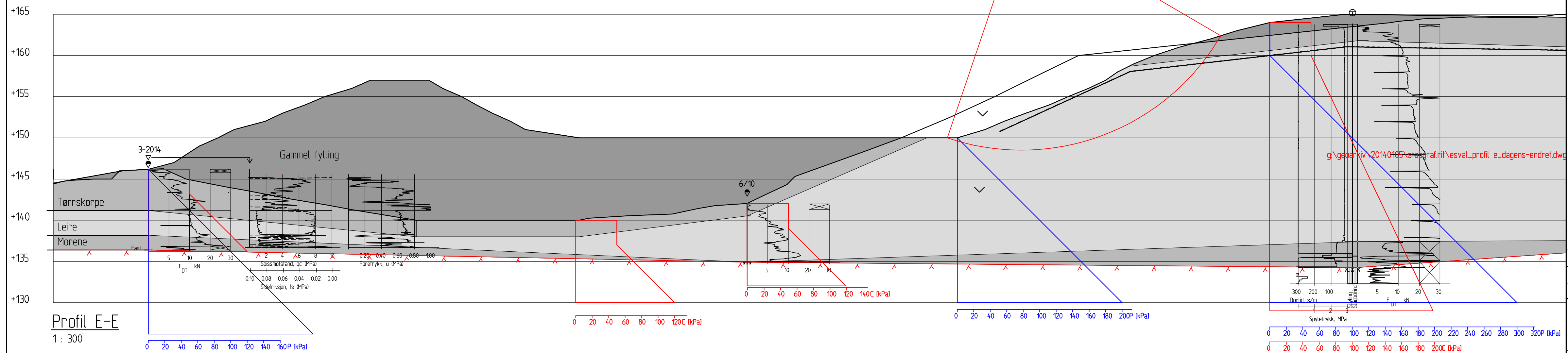
FORKLARINGER:

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksoneering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksoneering
- ⊕ Totalsoneering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Esval - utvidelse av deponi		Status		Original format	
Stabilitetsvurdering		Målestokk		1:300	
Profil E-Dagens-Udrenet		NGI		Godkjent	
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
20140105		29.10.2014	LaH	BGK	-
B6		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
00		20140105	B6		

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	Aa	Ad	Ap
Gammel fylling	19.00	9.00	28.0	0.0			
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0			
Leire	19.00	9.00	30.0	6.0			
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0			



Search area (tangent)

$F_c \phi = 1.35$

Fcfi=1,35
 PROF E-aFi-DAGENS-KRITISK SIRK
 Result file : g:\geoarkiv\20140105\stabgraf.rif\esval_profil_e_dagens-endret.R2

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeoring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

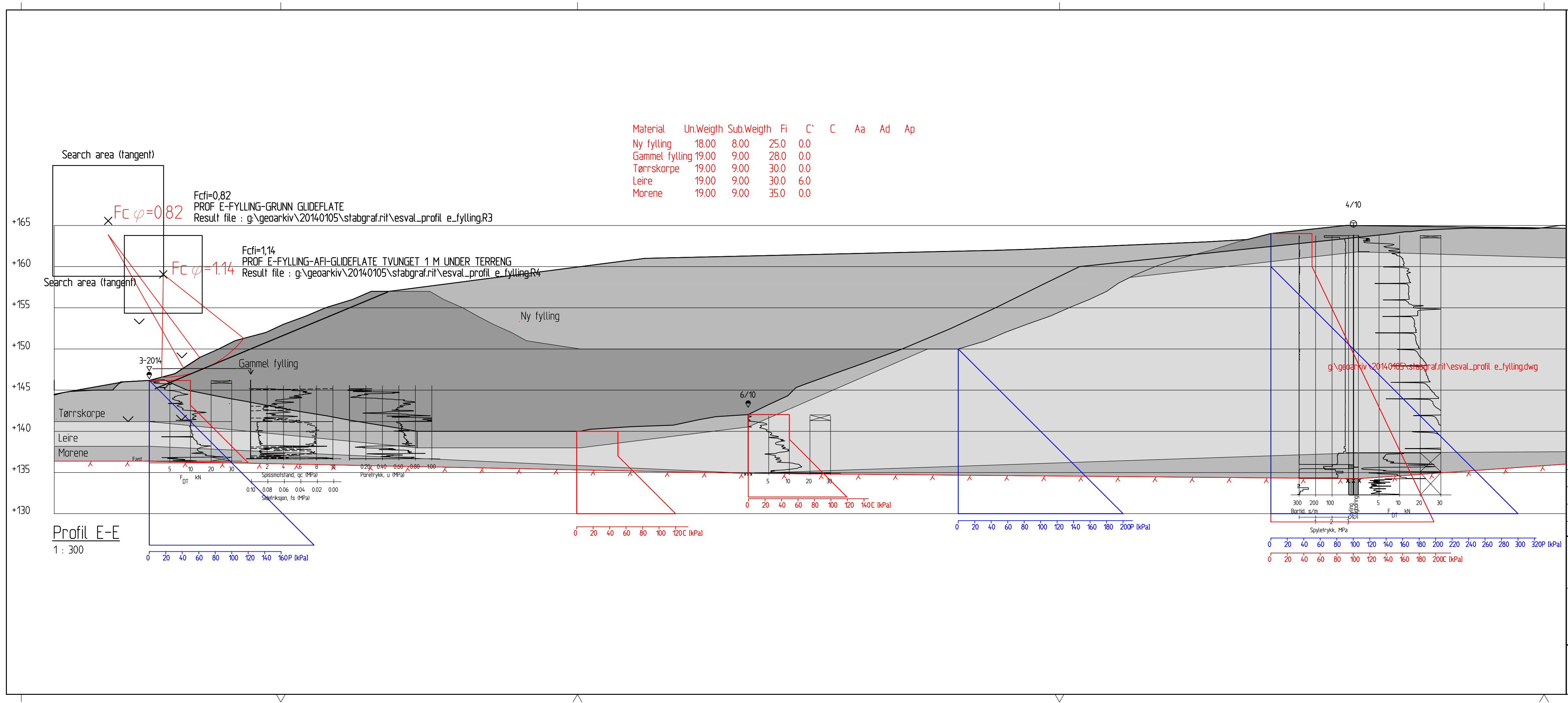
Esval - utvidelse av deponi

Stabilitetsvurdering
 Profil E-Dagens-Drenert

Målestokk
 1:300



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
	29.10.2014	LaH	BGK	-
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
	20140105	B7		00



FORKLARINGER:

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksoneering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksoneering
- ⊕ Totalsonering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboering
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
-	-	-	-	-
Esval - utvidelse av deponi Stabilitetsvurdering Profil E-Endelig fylling-Drenert		Status	Godkj.	
		Original format A-3LL Tegningens filnavn		
		Målestokk		
		1:300		
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
		29.10.2014	LaH	BGK
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
		20140105	B8	00

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				

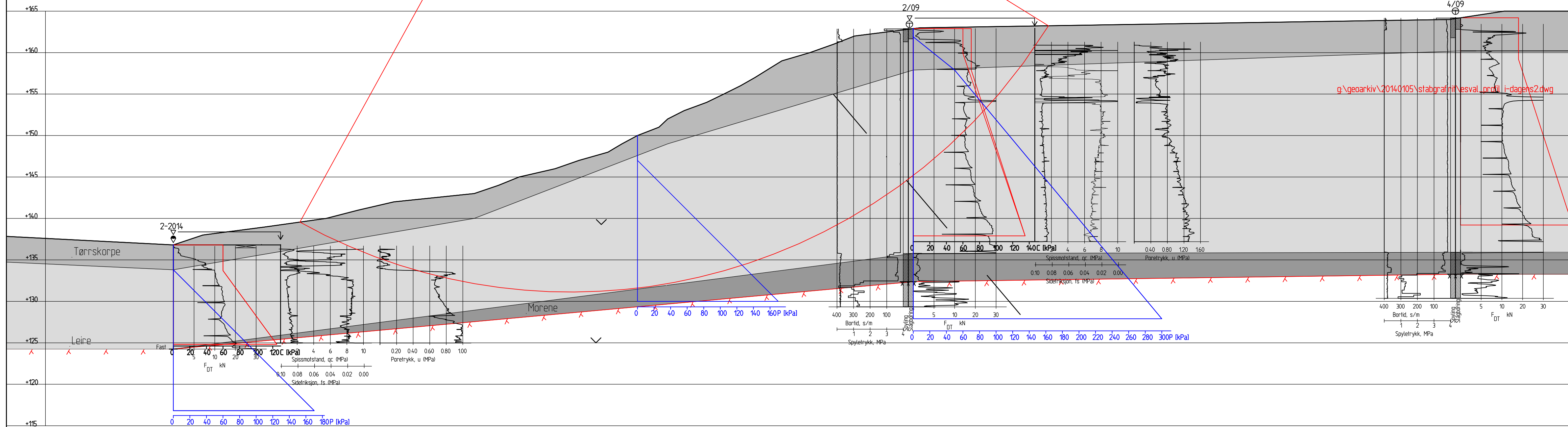
Fc=1.35

Fc=1.35
 PROF I-Su-DAGENS-KRITISK SIRK
 Result file : g:\geoarkiv\20140105\stabgraf.rit\esval_profil_i-dagens2.R1

FORKLARINGER:

- Dreiesondering ⚙ Fjellkontrollboring ⊙ Prøveserie ⊕ Poretrykksmåling
- Enkel sondering ⚡ Dreietrykksondering □ Prøvegrop ⚒ Fjell i dagen
- ▽ Trykksondering ⊕ Totalsondering + Vinge-boring

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)



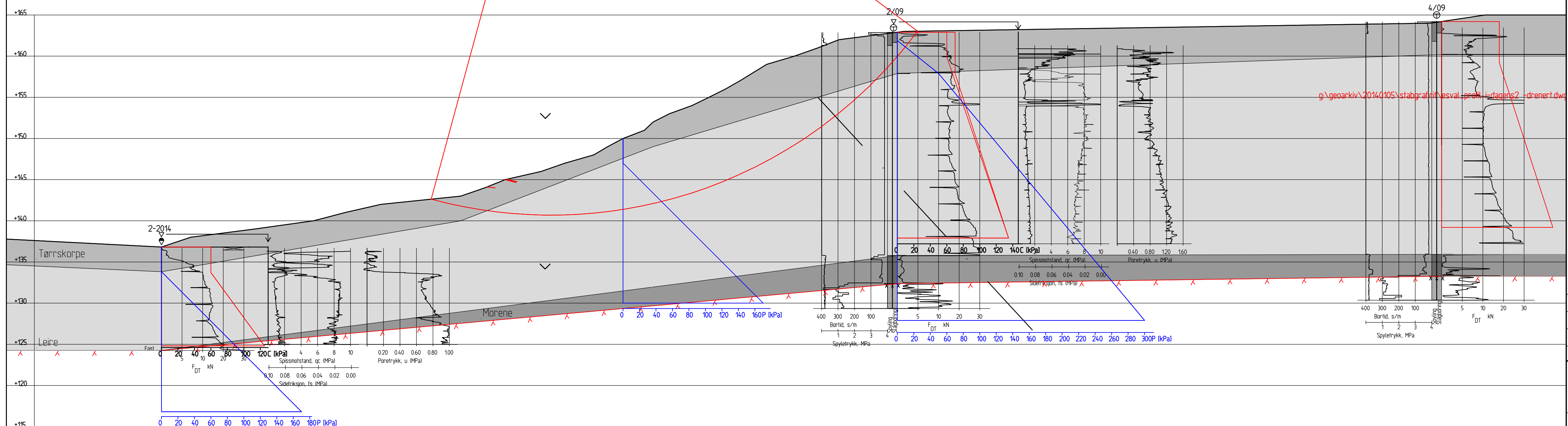
Profil I-I
 1:300

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Esva - utvidelse av deponi		Målestokk		1:300	
Stabilitetsvurdering Profil I-Dagens-Udrenert		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 23.05.2014	Konstr./Tegnet LaH	Kontrollert BGK	Godkjent -
Oppdragsnr. 20140105		Tegningsnr. B9		Rev. 00	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00	30.0	6.0				
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				

$F_c \varphi = 1.12$

Fcfi=1,12
 PROF I-aFi-DAGENS-KRITISK SIRK
 Result file : g:\geoarkiv\2014\0105\stabgraf.nit\esval_profil_i-dagens2 -drenert.R1



Profil I-I
 1 : 300

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

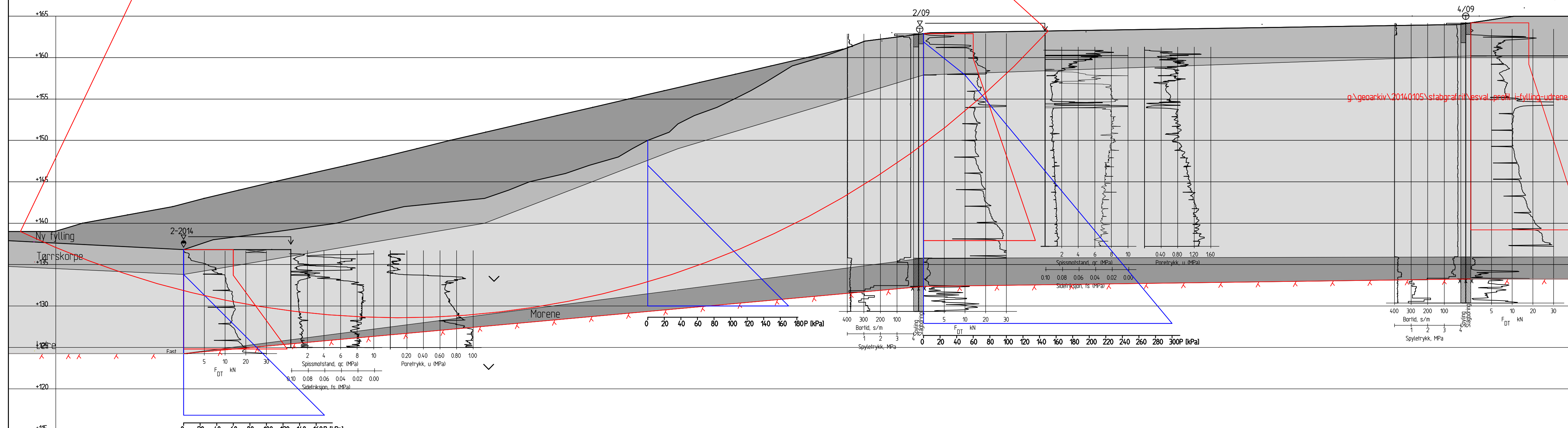
g:\geoarkiv\2014\0105\stabgraf.nit\esval_profil_i-dagens2 -drenert.dwg

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Esval - utvidelse av deponi		Status		Målestokk	
		Original format		1:300	
		A-3LL		NGI	
		Tegningens filnavn			
Stabilitetsvurdering		Konstr./Tegnet		Kontrollert	
Profil I-Dagens-Drenert		LaH		BGK	
NGI		Dato	Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		23.05.2014	20140105	B10	-
NO-0806 Oslo, Norway					Rev.
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48					00
www.ngi.no					

Material	Un Weigth	Sub. Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Ny fylling	18.00	8.00	25.0	0.0				
Tørrskorpe	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.70	0.40
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				

$F_c=1.55$

$F_c=1.55$
 PROF I-FYLLING-Su-TØRRSKORPE UDRENERET
 Result file : g:\geoparkiv\2014\0105\stabgraf\rit\esval_profil_i-fylling-udrenert.R3



FORKLARINGER:

- Dreiesondering ⚙ Fjellkontrollboring ⊙ Prøveserie ⊕ Poretrykksmåling
- Enkel sondering ⚡ Dreietrykksondering □ Prøvegrop ⚒ Fjell i dagen
- ▽ Trykksondering ⊕ Totalsondering + Vingebooring

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Esval - utvidelse av deponi
 Status: -
 Original format: A-3LL
 Tegningens filnavn: -

Stabilitetsvurdering
 Profil I-Udrenert-Endelig fylling-Udrenert

Målestokk: 1:300



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: 28.10.2014 Oppdragsnr.: 20140105	Konstr./Tegnet: LaH Tegningsnr.: B11	Kontrollert: BGK	Godkjent: -
---	---	---	------------------	-------------

Profil I-I
1:300

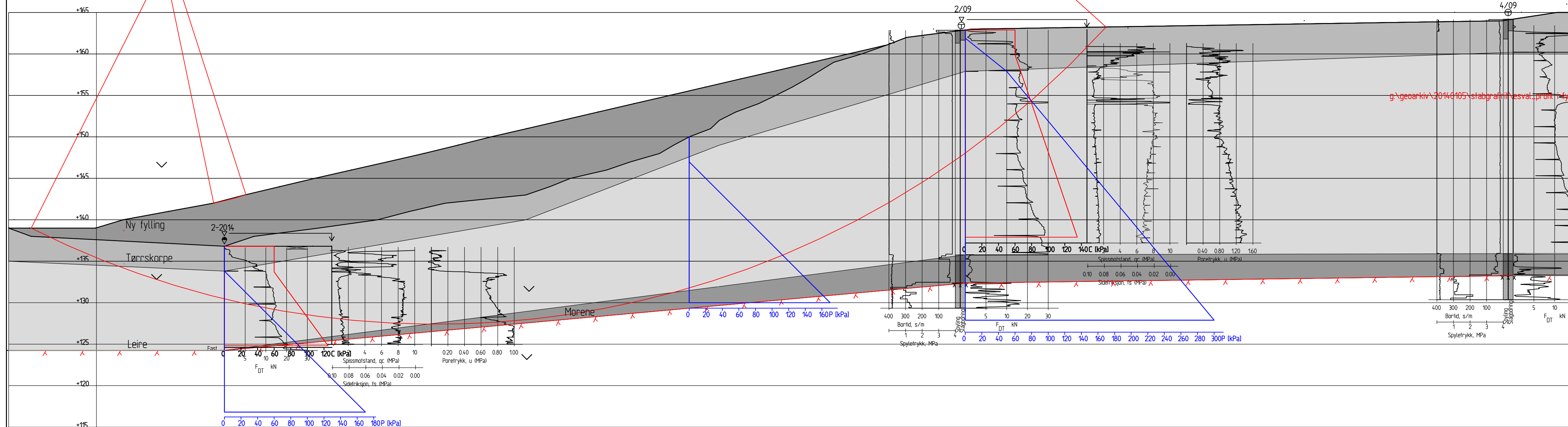
Search area (tangent)

Material	Un	Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Ny fylling	18.00	8.00	25.0	0.0					
Tørreskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0					
Leire	19.00	9.00	30.0	6.0					
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0					

Fcφ=1,77
 PROFI-FYLLING-AFI-GRUNN GLIDEFLATE
 Result file : g:\geoarkiv\20140105\stabgraf.rit\esval_profil i-fylling -drenert.R3

Fc φ=2.17

Fcφ=2,17
 PROF I-FYLLING-AFI-GLIDEFLATE TVUNGET NED UNDER FYLLING
 Result file : g:\geoarkiv\20140105\stabgraf.rit\esval_profil i-fylling -drenert.R2



Profil H-1
 1 : 300

FORKLARINGER:

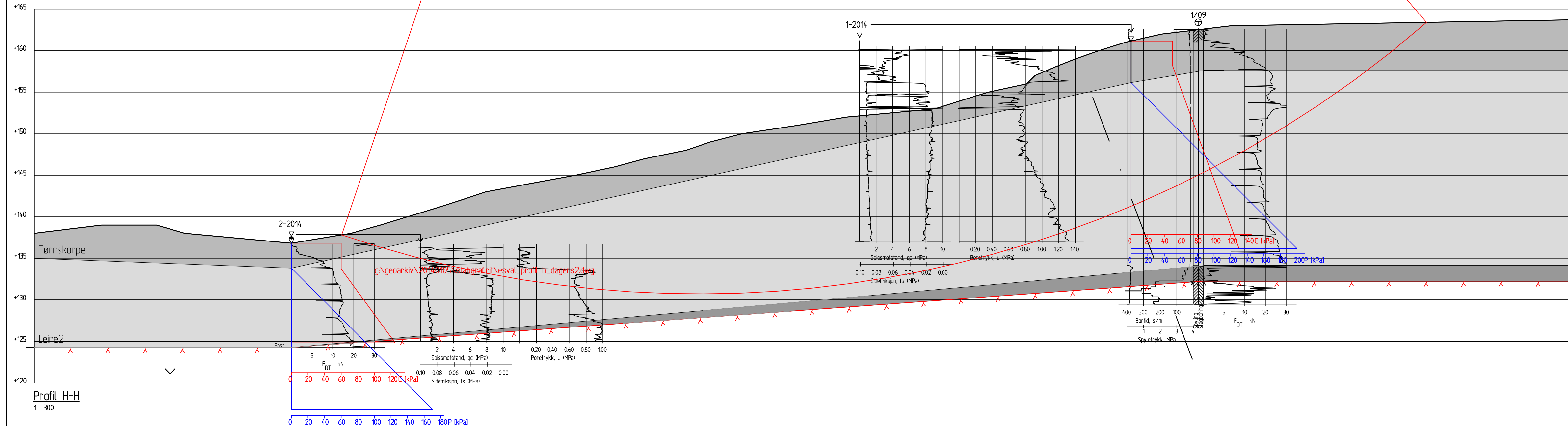
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊗ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Esva - utvidelse av deponi		Status	-		
		Original format	A-3LL		
Stabilitetsvurdering Profil I-Udrenert-Endelig fylling-Drenert		Målestokk	1:300		
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
		28.10.2014	LaH	BGK	-
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20140105	B12	00	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				

$F_c=1.53$



Profil H-H
1 : 300

FORKLARINGER:

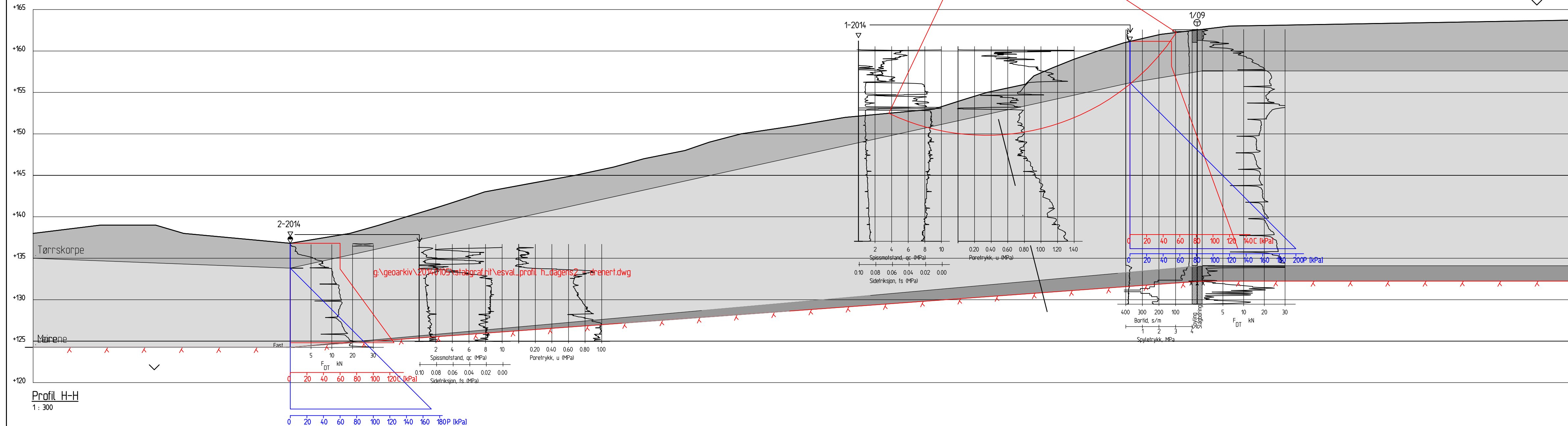
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊗ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Esva - utvidelse av deponi		Status		-	
Stabilitetsvurdering Profil H-Dagens-Udrenert		Målestokk	1:300		
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
		23.05.2014	LaH	BGK	-
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20140105	B13	00	



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50	30.0	6.0				
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				



Profil H-H
1: 300

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊗ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

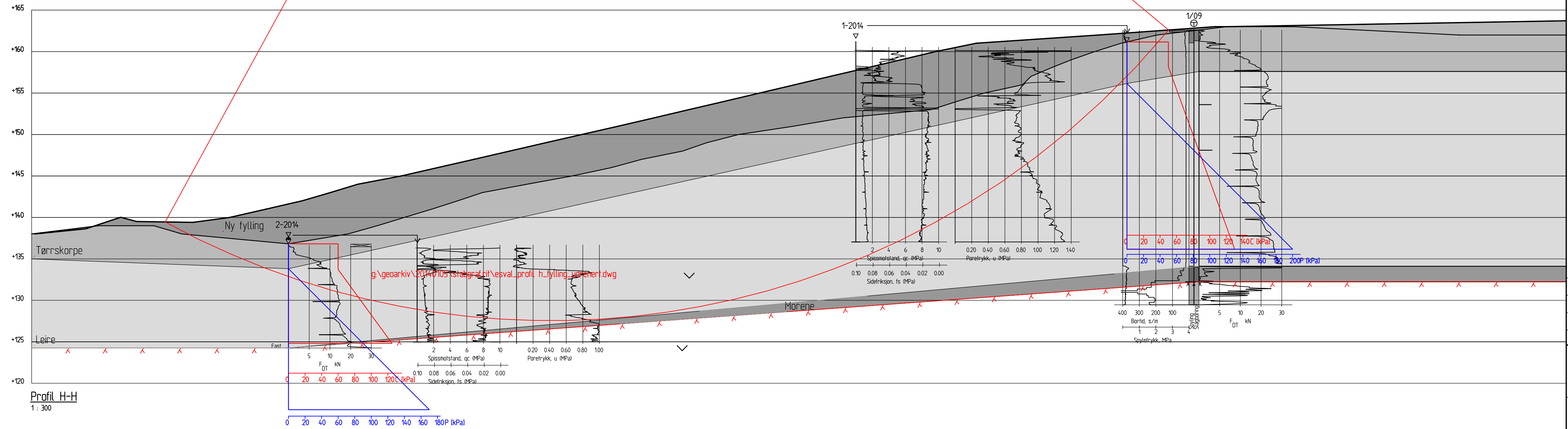
Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Esva - utvidelse av deponi		Status		-	
Stabilitetsvurdering Profil H-Dagens-Drenert		Målestokk	1:300		
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
		23.05.2014	LaH	BGK	-
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20140105	B14	00	

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Ny fylling	18.00	8.00	25.0	0.0				
Tørrskorpe	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				

FC=1.44

FC=1.44
 PROF F-FYLLING-Su-TØRRSKORPE UDRENERET
 Result file : g:\geoteknik\20140105\stabgraf.rif\esval_profil_h_fylling_udrenert.R3



Profil H-H
1 : 300

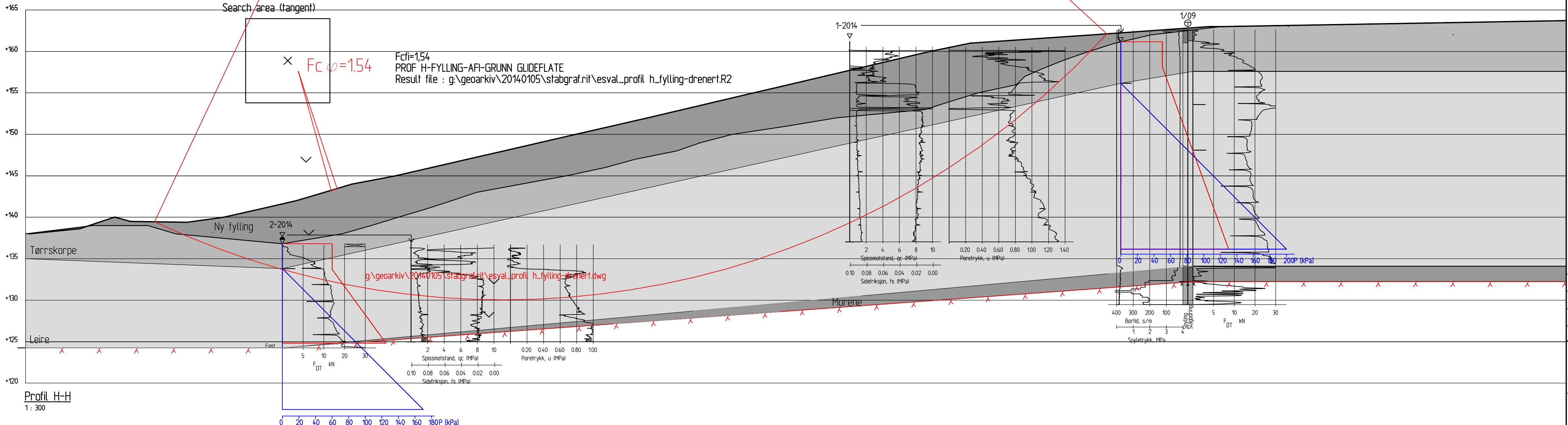
FORKLARINGER:

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksonering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksonering
- ⊕ Totalsonering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Esval - utvidelse av deponi		Status	-		
Stabilitetsvurdering Profil H-Endelig fylling-Udrenert		Original format	A-3LL		
		Tegningens filnavn	-		
		Målestokk	1:300		
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
		28.10.2014	LaH	BGK	-
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20140105	B15	00	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Ny fylling	18.00	8.00	25.0	0.0				
Tørsskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50	30.0	6.0				
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				



FORKLARINGER:

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksoneering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksoneering
- ⊕ Totalsoneering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Esval - utvidelse av deponi

Status: Original format A-3LL
Tegningens filnavn: -

Stabilitetsvurdering
Profil H-Endelig fylling-Drenert

Målestokk: 1:300



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
	28.10.2014	LaH	BGK	-
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
20140105	B16	00		

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information												
Dokumenttittel/Document title Geotekniske vurderinger					Dokumentnr./Document No. 20140105-02-R							
Dokumenttype/Type of document Rapport/Report		Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited			Dato/Date 9. juli 2014			Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 1 / 4. november 2014				
Oppdragsgiver/Client Esval Miljøpark												
Emneord/Keywords Grunnundersøkelser, stabilitet, setninger												
Stedfesting/Geographical information												
Land, fylke/Country, County Norge, Akershus					Havområde/Offshore area							
Kommune/Municipality Nes					Felt navn/Field name							
Sted/Location Esval					Sted/Location							
Kartblad/Map Jessheim 1915 II					Felt, blokknr./Field, Block No.							
UTM-koordinater/UTM-coordinates UTM 32 Euref 89: N6674601, Ø632974												
Dokumentkontroll/Document control												
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001												
Rev./Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision				Egen-kontroll/Self review av/by:		Sidemanns-kontroll/Colleague review av/by:		Uavhengig kontroll/Independent review av/by:		Tverrfaglig kontroll/Inter-disciplinary review av/by:	
0	Originaldokument				BGK		JMC					
1	Oppdatert data av terreng og terrengbelastning.				BGK		JMC					
Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release				Dato/Date 5. november 2014			Sign. Prosjektleder/Project Manager Bjørn Kalsnes					

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

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

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

www.ngi.no

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

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

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002.

www.ngi.no



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

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

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

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

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

ngi@ngi.no
www.ngi.no

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

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

