

Teknisk beregning

Oppdrag: **Kiwi Bø**
 Emne: **Stabilitet**
 Beregning: **Stabilitetsberegninger**
 Oppdragsgiver: **Brekke Eiendom**
 Dato: **12. oktober 2010**
 Oppdrag- /
 Beregning nr.: **812117 / 2 (Innledende beregninger)**

Utarbeidet av: **Joel Wessman** Fag/Fagområde: **Geoteknikk**
 Kontrollert av: **Arvid Straumsnes** Ansvarlig enhet: **Skien 1217**
 Godkjent av: **Runar Larsen** Emneord: **Stabilitet, kvikkleire**

Sammendrag:



Brekke Eiendom AS skal bygge en ny Kiwi butikk på tomt 47/73 og 47/86, nord for Esso-stasjonen i Bø sentrum. Aktuelt område er i faregradsklasse "Lav" og ettersom det er et næringsbygg så ligger prosjektet i tiltaksklasse "K3". Dette medfører at materialfaktoren skal være $\geq 1,4$ eller så må stabiliteten forbedres. I tillegg er det "skjerpet kontroll" hvilket innebærer at det skal utføres uavhengig granskning/kontroll.

Tabell 5.1, Resultat fra stabilitetsberegningene.

| Nr. | Type beregning | Sikkerhetsfaktor | Vedlegg nr. |
|-----|---|------------------|-------------|
| 1 | Mest kritisk glideflate for området, udrenert | 0,92 | 1 |
| 2 | Kritisk glideflate, med valgt avstand (ca. 20 m fra topp skråning) | 1,08 | 1 |
| 3 | Kritisk glideflate, med valgt avstand (ca. 45 m fra topp skråning) | 1,50 | 1 |
| 4 | Kritisk glideflate, med valgt avstand (ca. 100 m fra topp skråning) | 2,52 | 1 |
| 5 | Mest kritisk glideflate for området, udrenert | 0,92 | 2 |
| 6 | Mest kritisk glideflate etter ras ihht beregning nr. 5. | 0,83 | 2 |
| 7 | Mest kritisk glideflate etter ras ihht beregning nr. 6. | 0,95 | 2 |
| 8 | Mest kritisk glideflate etter ras ihht beregning nr. 7. | 1,33 | 2 |

Vi mener at stabilitet er OK for lange glideflater og progressive brudd for Kiwi bygget. Imidlertid er det ikke tilfredsstillende stabilitet ihht NVEs retningslinjer for ytre delen av skråningen, Esso-stasjonen.

Foreliggende notat inneholder mer detaljert beskrivelse av stabilitetsberegningene og konklusjonene for området.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|---|------------------|-----------------|---|---|
| 1 | 14.10.2010 | Stabilitetsvurdering/beregning Bø-sentrum | 9 | jowe |  |  |
| Utg. | Dato | Tekst | Ant.sider | Utarb.av | Kontr.av | Godkj.av |

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| Oppdrag: Kiwi Bø | Oppdrag nr.: 812117 |
| Emne: Stabilitet | Utarb. av: jowe |

Innholdsfortegnelse

| | |
|----------------------------------|---|
| 1. Innledning / regelverk | 3 |
| 2. Grunnforhold..... | 4 |
| 3. Jordparametere | 4 |
| 4. Beregninger og resultat | 5 |
| 5. Konklusjoner | 6 |

Vedlegg

| | |
|--|---------|
| 1. Stabilitetsberegninger på ulike avstand fra aktuell skråning. | 1 side |
| 2. En antatt progressivbruddutvikling i fire trinn | 2 sider |

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| Oppdrag: Kiwi Bø | Oppdrag nr.: 812117 |
| Emne: Stabilitet | Utarb. av: jowe |

1. Innledning / regelverk

Brekke Eiendom AS skal bygge en ny Kiwi butikk på tomt 47/73 og 47/86, nor for Esso-stasjonen i Bø sentrum.

I forbindelse med planarbeider for bebyggelsesplan har det kommet innspill fra NVE med krav om dokumentasjon vedrørende mulig forekomst av kvikkleire og en vurdering av rasisiko.

NGI har gjort en vurdering av risiko for kvikkleireskred i Bø kommune, jfr Rapport 20001008-68 datert 21.6.2006. Planområdet ligger i en sone med potensiell fare, benevnt sone "1345 Bø sentrum". Det kreves derfor en nærmere vurdering av grunn- og terrengforholdene slik at det er en reell skredfare med referanse til NVEs retningslinjer nr. 1/2008 Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag.

Tabell 4.3 Vurdering av sikkerhet ved tiltak i områder med fare for kvikkleireskred. Fra NVEs "Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag"

| Tiltakskategori Beskrivelse av tiltak | Faregradklasse før utbygging | | |
|---|--|---|---|
| | Lav | Middels | Høy |
| K1. Små tiltak uten tilflytting av personer. Ingen negativ påvirkning på stabilitetsforholdene. Garasjer, mindre tilbygg, mindre terrenginngrep o.l. | Tiltak bør følge anbefalingene i "Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner (se f.eks. NGL-rapport 2001008-62)" | Tiltak bør følge anbefalingene i "Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner (se f.eks. NGL-rapport 2001008-62)" | Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a) Materialfaktor $\geq 1,4$ eller b) ikke forverring Vanlig kontroll (Prosjektklasse 2, NS 3480) |
| K2. Tiltak av begrenset omfang uten tilflytting av personer. Negativ påvirkning på stabilitetsforholdene. Private og kommunale veier, grøfter, planeringer, oppfyllinger o.l. | Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a) Materialfaktor $\geq 1,4$ eller b) ikke forverring Vanlig kontroll (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480) | Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a) Materialfaktor $\geq 1,4$ eller b) forbedring Vanlig kontroll (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480) | Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a) Materialfaktor $\geq 1,4$ eller b) forbedring Vanlig kontroll (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480) |
| K3. Tiltak som innebærer tilflytting av mennesker. Viktige samfunnsfunksjoner. Boliger, institusjoner, skoler, næringsbygg, VAR-anlegg, sentralt kraftnett o.l. | Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a) Materialfaktor $\geq 1,4$ eller b) forbedring Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480) | Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a) Materialfaktor $\geq 1,4$ eller b) vesentlig forbedring Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480) | Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a) Materialfaktor $\geq 1,4$ eller b) vesentlig forbedring Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480) |

Aktuelt område er i faregradsklasse "Lav" og ettersom det er et næringsbygg så ligger prosjektet i tiltaksklasse "K3". Dette medfører at materialfaktoren skal være $\geq 1,4$ eller så må stabiliteten forbedres. I tillegg er det "skjerpet kontroll" hvilket innebærer at det skal utføres uavhengig granskning/kontroll.

Foreliggende notat sammenfatter stabilitetsberegninger og konklusjoner for området.

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| Oppdrag: Kiwi Bø | Oppdrag nr.: 812117 |
| Emne: Stabilitet | Utarb. av: jowe |

2. Grunnforhold

Terrenget er relativt flatt fra planlagt bygg i nord til søndre del av Esso-tomten der terrenget faller fra kote ca. +67 til ca. kote +58.

Grunnforholdene er beskrevet i rapport 812117-2.

”Observasjoner under boring av totalsonderingene indikerer et lag av faste masser øverst av sand, grus og tørrskorpeleire. Tykkelsen på de faste massene varierer mellom ca. 2 og 4 m. Fra 2-4 m under terreng til mellom 14 og 24 m dybde er det registrert antatt bløt leire/silt. Derunder er det registrert antatt sand/grus/stein til avsluttet boring på mellom 15 og 30 m dybde.

Grunnvannstanden er observert på ca. 1,5 m dybde under terreng ved totalsondering nr. 1 og på ca. 4,5 m dybde under terreng ved totalsondering nr. 7.”

3. Jordparametere

Grunnundersøkelsene som er beskrevet i rapport 812117-2 er brukt som utgangspunkt for valg av jordparametere.

PR.v7 viser øverst et ca. 1 m tykt lag av stein / grus / sand. Fra 1 til 5 m dybde er det registrert siltig leire som er noe forvitret. Fra 5 til 13 m er det registrert middels sensitiv leire med noe silt og sand på 7-8 m dybde. Fra 13 m til avsluttet prøvetaking er det registrert kvikkleire med sensitivitet omtrent 80.

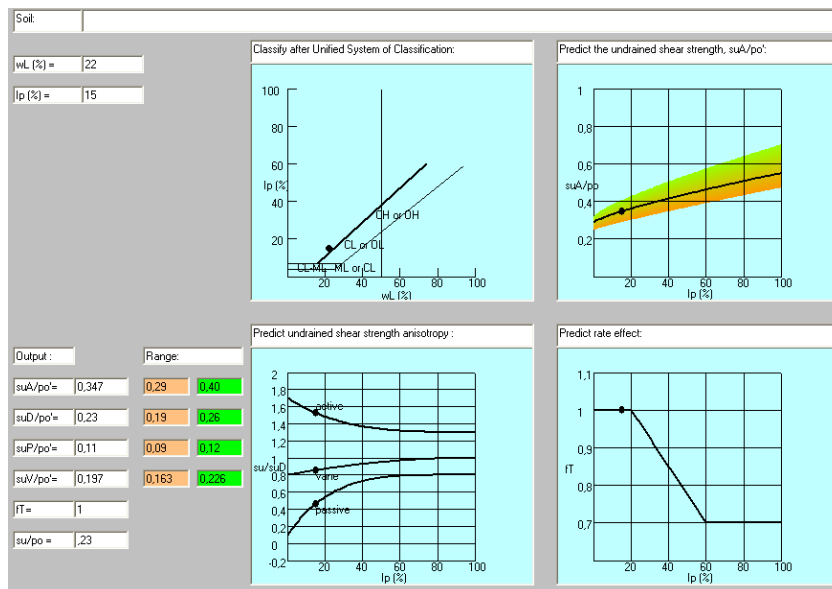
Treksialforsøkene som er utført på PR.v7 viser at den udrenerte skjærstryken øker fra 32 kPa på 8,4 m dybde til 58 kPa på 13,5 m dybde ved 0,5 % tøyning.

Espar som er en empirisk database er benyttet for valg av S_u/p'_0 forhold, vist i figur 3.1 og 3.2. Input til Espar er plastisitet [I_p (%)] og flytgrense [w_L (%)]. Den laveste plastisiteten og flytegrensen fra respektive prøveserie er benyttet, konservativt valg.

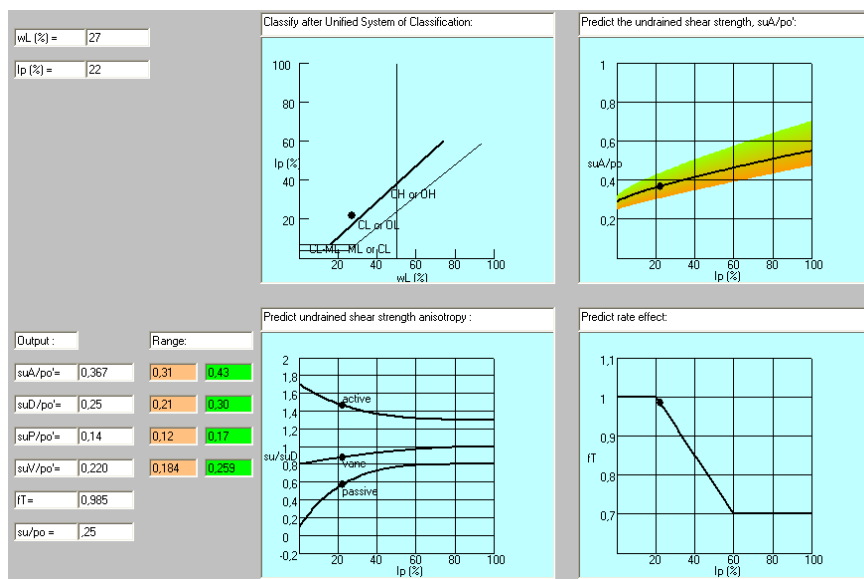
Tabell 1 Jordparametre for totalspenningsanalyse

| Jordlag: | Romvekt [kN/m ³]: | Friksjonsvinkel [rader]: | SuA | SuA/SuA | SuD/SuA | SuP/SuA |
|---|-------------------------------|--------------------------|--|---------|---------|---------|
| Topplag / finsand/grus og tørrskorpeleire | 19,5 | 32 | - | - | - | - |
| Leire siltig | 19,5 | - | 20 kN/m ² for dybde < 4m, 0,30*p'0 fra 4m | 1 | 0,67 | 0,32 |
| Sand/grus/stein | 19,5 | 32 | - | - | - | - |

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| Oppdrag: Kiwi Bø | Oppdrag nr.: 812117 |
| Emne: Stabilitet | Utarb. av: jowe |



3.1 Espar, empirisk databaseprogram som er brukt til å finne $Su/p'0$ forhold med parametere fra Pr.v1



3.2 Espar, empirisk databaseprogram som er brukt til å finne $Su/p'0$ forhold med parametere fra Pr.v7

4. Beregninger og resultat

Stabilitetsberegningene er utførte i Geosuite stability v.5.0.3.

Det er gjort beregninger på fire ulike avstand fra skrånningen for å se vad sikkerheten er for et skred uten progressiv utvikling, se vedlegg 1.

I tillegg er det gjort beregninger for en antatt progressiv utvikling. Dette er gjort som en iterasjon der et initialbrudd går først, deretter gjøres en ny beregning med terrenget som er kvar etter første raset o.s.v. til sikkerheten er over 1,0 med marginal.

Ettersom deler av massene er sensitive så er det antatt at hoveddelen av leiren rinner bort mens friksjonsjorden er kvar som motholdende masser i bunn på den antatte glidesirkelen, se vedlegg 2.

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| Oppdrag: Kiwi Bø | Oppdrag nr.: 812117 |
| Emne: Stabilitet | Utarb. av: jowe |

Tabell 5.1, Resultat fra stabilitetsberegningene.

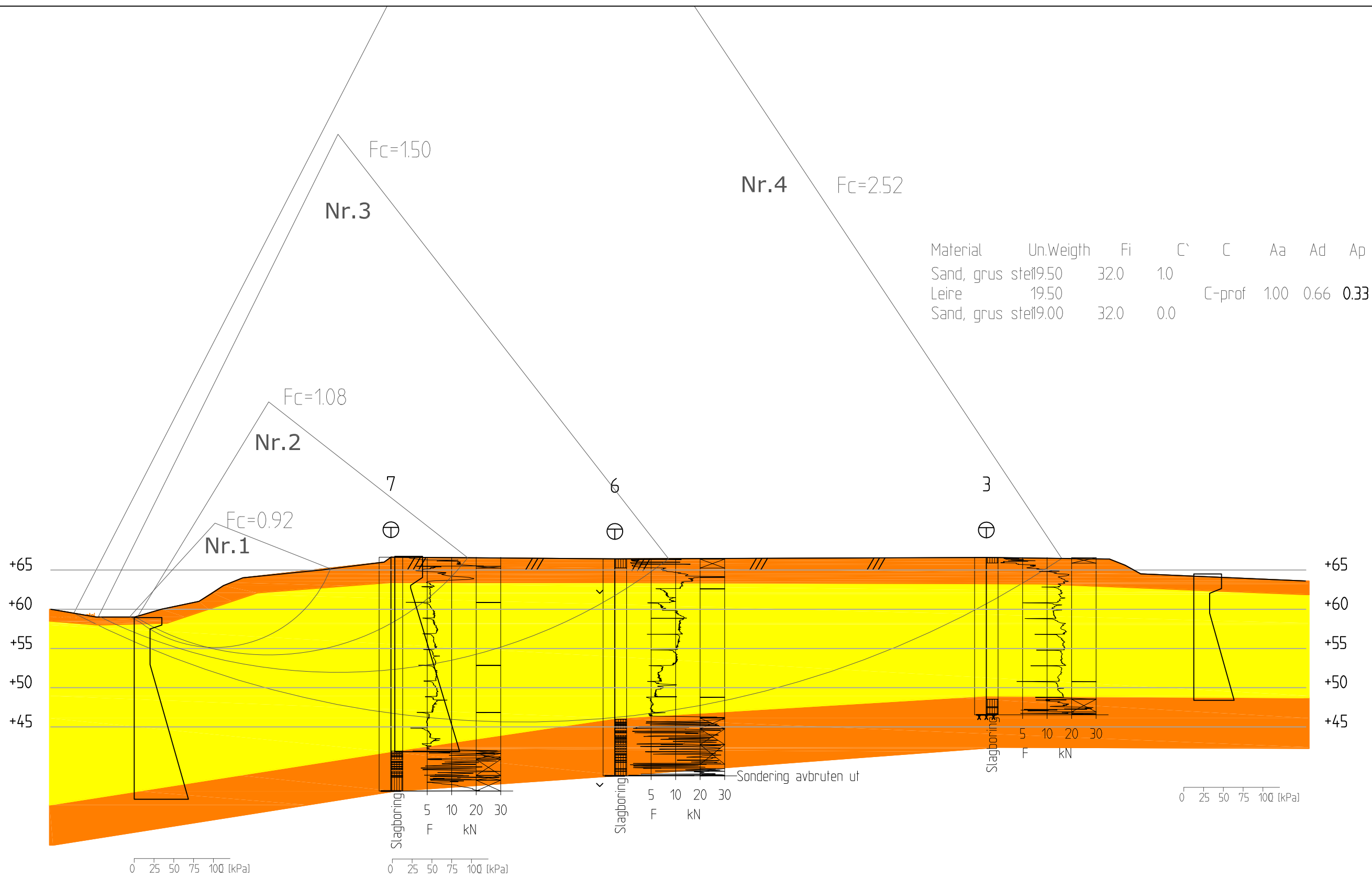
| Nr. | Type beregning | Sikkerhetsfaktor | Vedlegg nr. |
|-----|---|------------------|-------------|
| 1 | Mest kritisk glideflate for området, udrenert | 0,92 | 1 |
| 2 | Kritisk glideflate, med valgt avstand (ca. 20 m fra topp skråning) | 1,08 | 1 |
| 3 | Kritisk glideflate, med valgt avstand (ca. 45 m fra topp skråning) | 1,50 | 1 |
| 4 | Kritisk glideflate, med valgt avstand (ca. 100 m fra topp skråning) | 2,52 | 1 |
| 5 | Mest kritisk glideflate for området, udrenert | 0,92 | 2 |
| 6 | Mest kritisk glideflate etter ras ihht beregning nr. 5. | 0,83 | 2 |
| 7 | Mest kritisk glideflate etter ras ihht beregning nr. 6. | 0,95 | 2 |
| 8 | Mest kritisk glideflate etter ras ihht beregning nr. 7. | 1,33 | 2 |


5. Konklusjoner

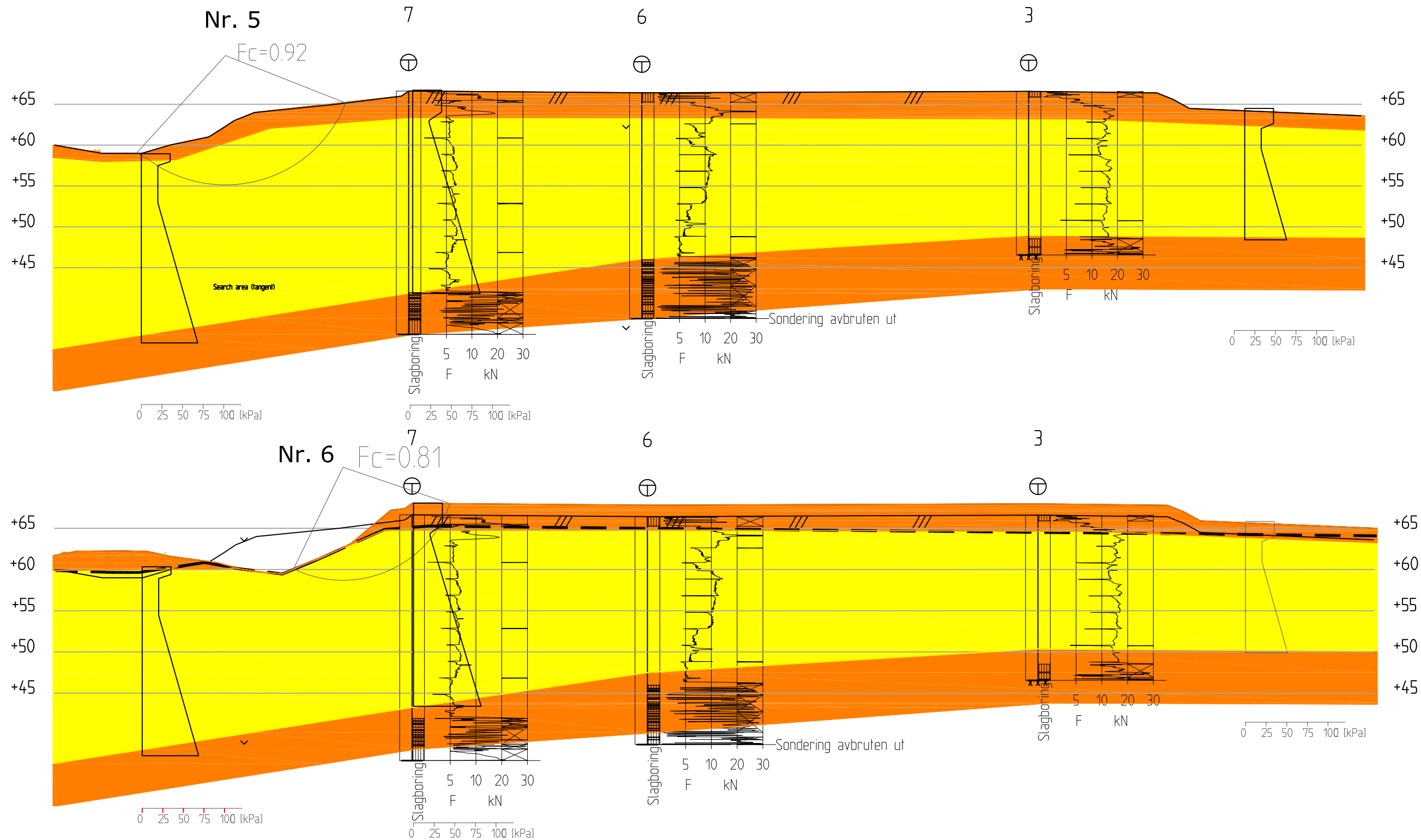
Vi mener at det ikke er noe problem med stabilitet for Kiwi bygget.

Sikkerheten mot skred er større enn 2,5 for glideflater som er ca. 100 m fra topp skråning hvilket er godt over påkrevet sikkerhetsfaktor. Dessuten påvirker ikke mindre pålastninger sikkerheten mot skred ut i øvjudalen ettersom terrenget er flatt fra topp skråning, og i tillegg er terrenget ved aktuelt bygg ca. 2-3 m lavere enn terrenget nærmere skråningen.


Imidlertid er stabiliteten fra topp skråning og ca.50 m ut derfra ikke tilfredsstillende, og tiltak bør gjøres.

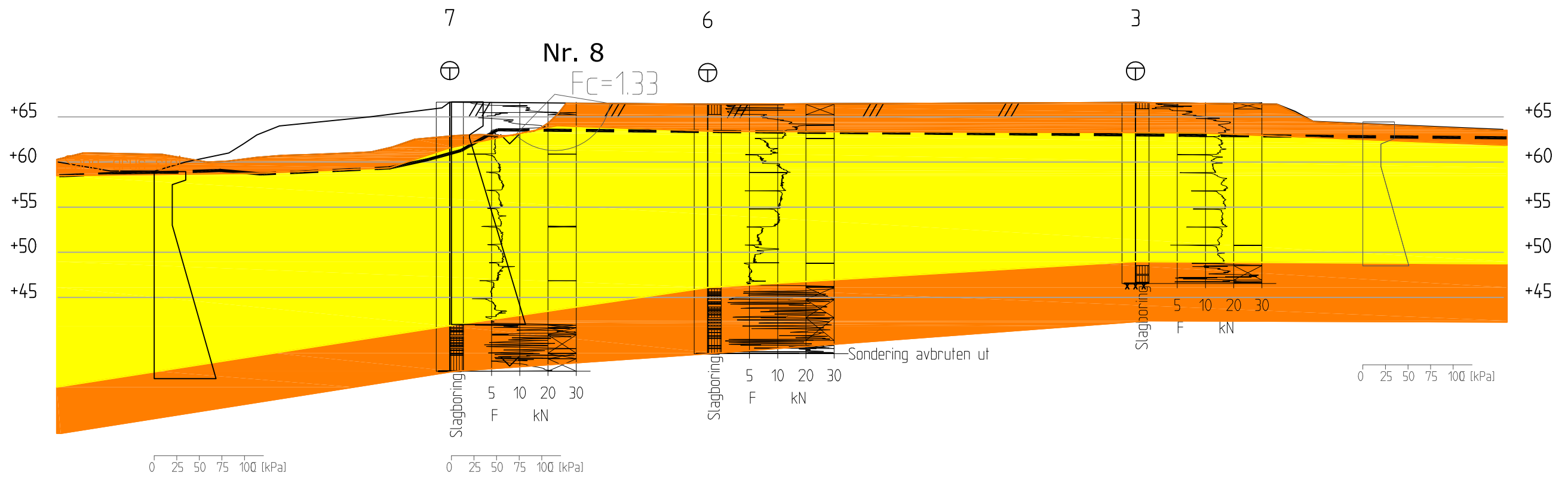
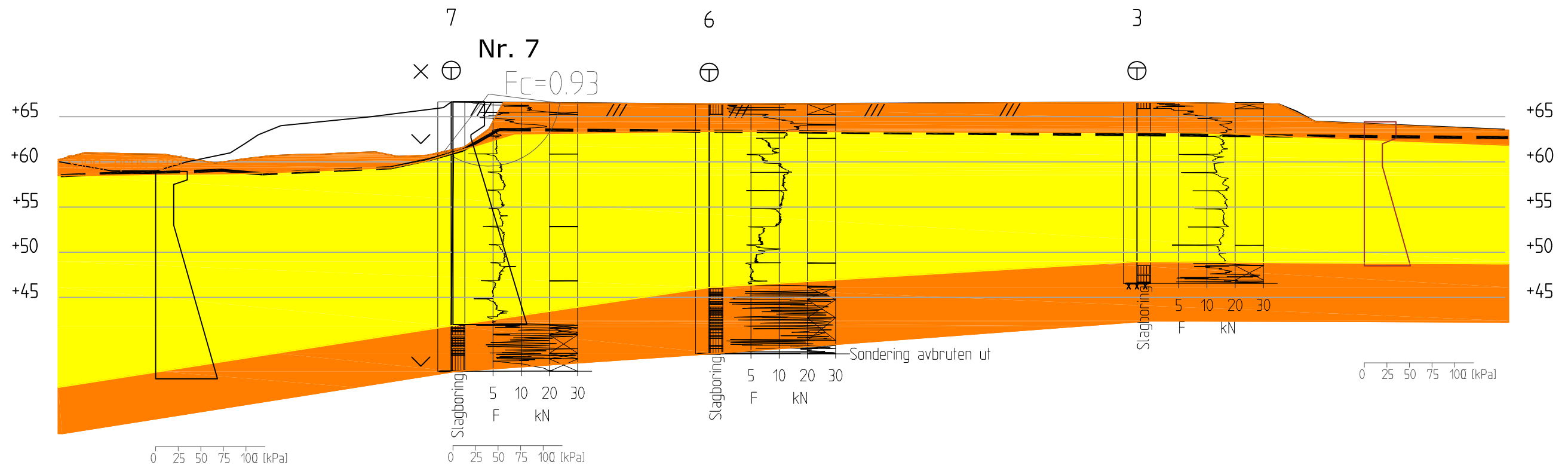


| | | | |
|--|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| Profil | | Tegningens filnavn | |
| Brekke Eiendom | | Målestokk M = 1:500 | Godkjent |
| GBnr. 53/217 mfl, KIWI, Bø | | Fag Geoteknikk | Kontrollert |
|  MULTICONSULT Totalleverandør av rådgivningstjenester | Dato 11.10.2010 | Original format A3 | Konstr./Tegnet jowe |
| | Oppdragsnr. 812117 | Tegningsnr. VEDLEGG 1 | Rev. |




| Material | Un.Weighth | Fi | C' | C | Aa | Ad | Ap |
|-----------------|------------|------|-----|--------|------|------|------|
| Sand, grus stei | | | | | | | |
| Leire | | | | C-prof | 1.00 | 0.66 | 0.33 |
| Sand, grus stei | 19.00 | 32.0 | 0.0 | | | | |

| | | | |
|--|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| Profil | | Tegningens filnavn | |
| Brekke Eiendom | | Målestokk M = 1:500 | Godkjent |
| GBnr. 53/217 mfl, KIWI, Bø | | Fag Geoteknikk | Kontrollert |
|  MULTICONSULT Totalleverandør av rådgivningstjenester | Dato 11.10.2010 | Original format A3 | Konstr./Tegnet jowe |
| | Oppdragsnr. 812117 | Tegningsnr. VEDLEGG 2 | Rev. |



| Material | Un.Weight | Fi | C' | C | Aa | Ad | Ap |
|-----------------|-----------|------|--------|---|------|------|------|
| Sand, grus stei | | | | | | | |
| Leire | | | C-prof | | 1.00 | 0.66 | 0.33 |
| Sand, grus stei | 19.00 | 32.0 | 0.0 | | | | |

| | | | |
|--|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| Profil | | Tegningens filnavn | |
| Brekke Eiendom | | Målestokk M = 1:500 | Godkjent |
| GBnr. 53/217 mfl, KIWI, Bø | | Fag Geoteknikk | Kontrollert |
|  MULTICONSULT Totalleverandør av rådgivningstjenester | Dato 11.10.2010 | Original format A3 | Konstr./Tegnet jowe |
| | Oppdragsnr. 812117 | Tegningsnr. VEDLEGG 2 | Rev. |