

RAPPORT

Kongsberg Tomteselskap AS

**Effeløt Boligområde
Stabilitet og faregradsevaluering**

**Geoteknisk rapport
110737r2**

14. mai 2014

Prosjekt: Efteløt Boligområde
Dokumentnavn: Stabilitet og faregradsevaluering
Dokumentnr: 110737r2
Dato: 14. mai 2014

Kunde: Kongsberg Tomteselskap AS
Kontaktperson: Jan Løvberg
Kopi:

Rapport utarbeidet av: Geir Solheim og Jon Andre Adersen
Rapport kontrollert av: Sivert S. Johansen
Prosjektleder: Geir Solheim

Sammendrag:

Kongsberg Tomteselskap AS planlegger salg av boligtomter i Efteløt boligområde inntil Lågen i Kongsberg kommune. GrunnTeknikk AS har på oppdrag fra Kongsberg Tomteselskap AS utført grunnundersøkelser i området.

Under et topplag av sand er det påvist kvikkleire i dype lag innenfor hele det planlagte boligområdet. Leiravsetningen er lagdelt med tynne lag/sjikt av silt og finsand. Kvikkleiresonen synes å henge sammen med tidligere kartlagt faresone i vest. Sonen synes også tilnærmet å være avgrenset av Efteløtveien/Rv40 i syd og krysser over idrettsplassen mot øst.

Det er ikke påvist sensitive eller kvikke masser ved kirken, skolen eller i de østvendte skråningene øst for idrettsplassen.

Det er også påvist sensitive og sannsynlig kvikke masser på det lavereliggende jordet ved pumpestasjonen øst for skolen.

Klassifisering av kvikkleiresonen viser;

Faregradsklasse: Middels
Konsekvensklasse: Alvorlig
Risikoklasse: 2

Stabiliteten av de bratte skråningene fra det øvre terrengplatået i boligområdet og ned til Lågen er ikke tilfredsstillende i dagens situasjon. Det er nødvendig med stabiliserende tiltak før området kan benyttes til bolig. Eneste aktuelle tiltak dersom planlagte tomter skal beholdes, er å avlaste/slake ut toppen av skråningen i kombinasjon med utlegging av motfylling nede ved elva på et ca 130 m langt parti på den bratteste delen.

Mer detaljerte vurderinger av stabilitet framgår av rapporten.

INNHALDSFORTEGNELSE

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Innledning..... | 4 |
| 2 | Utførte undersøkelser..... | 5 |
| 3 | Terreng og grunnforhold..... | 5 |
| 3.1 | Terreng..... | 5 |
| 3.2 | Grunnforhold | 6 |
| 4 | Stabilitet..... | 7 |
| 4.1 | Regelverk..... | 7 |
| 4.2 | Grunnforhold og terreng..... | 7 |
| 4.3 | Beregninger og verktøy | 7 |
| 4.4 | Terrenglaster | 8 |
| 4.5 | Beregningsresultater..... | 8 |
| 4.5.1 | Generelt..... | 8 |
| 4.5.2 | Profil A-A..... | 9 |
| 4.5.3 | Profil B-B..... | 9 |
| 4.6 | Stabiliserende tiltak..... | 10 |
| 4.7 | Anbefaling stabilitet..... | 12 |
| 5 | Faregrad-, skadekonsekvens og risikoevaluering..... | 14 |
| 5.1 | Faregrad..... | 14 |
| 5.2 | Skadekonsekvens | 15 |
| 5.3 | Risikoklasse..... | 17 |
| 5.4 | Konklusjon..... | 17 |
| 5.5 | Krav til sikkerhet..... | 17 |
| 6 | Oppsummering..... | 18 |

TEGNINGER

| Tegn nr. | Tittel | Målestokk |
|-----------|--------------------------------------|-----------|
| 0 | Oversiktskart | 1:30.000 |
| 2 | Borplan | 1:3.000 |
| 100 - 101 | Profiler A-A og B-B | 1:200 |
| 500 | Borplan med antatte kvikkleiresoner | 1:3.000 |
| 501 | Profil B-B med stabiliserende tiltak | 1:200 |

VEDLEGG

- 1 Stabilitetsberegning B-B dagens situasjon. Tegning -110
- 2 Stabilitetsberegning B-B avlastning skråningstopp. Tegning -111
- 3 Stabilitetsberegning B-B avlastning skråningstopp og motfylling. Tegning -112
- 4 Stabilitetsberegning B-B avlastning skråningstopp % forbedring Tegning -150
- 5 Stabilitetsberegning A-A dagens situasjon Tegning -113

REFERANSER

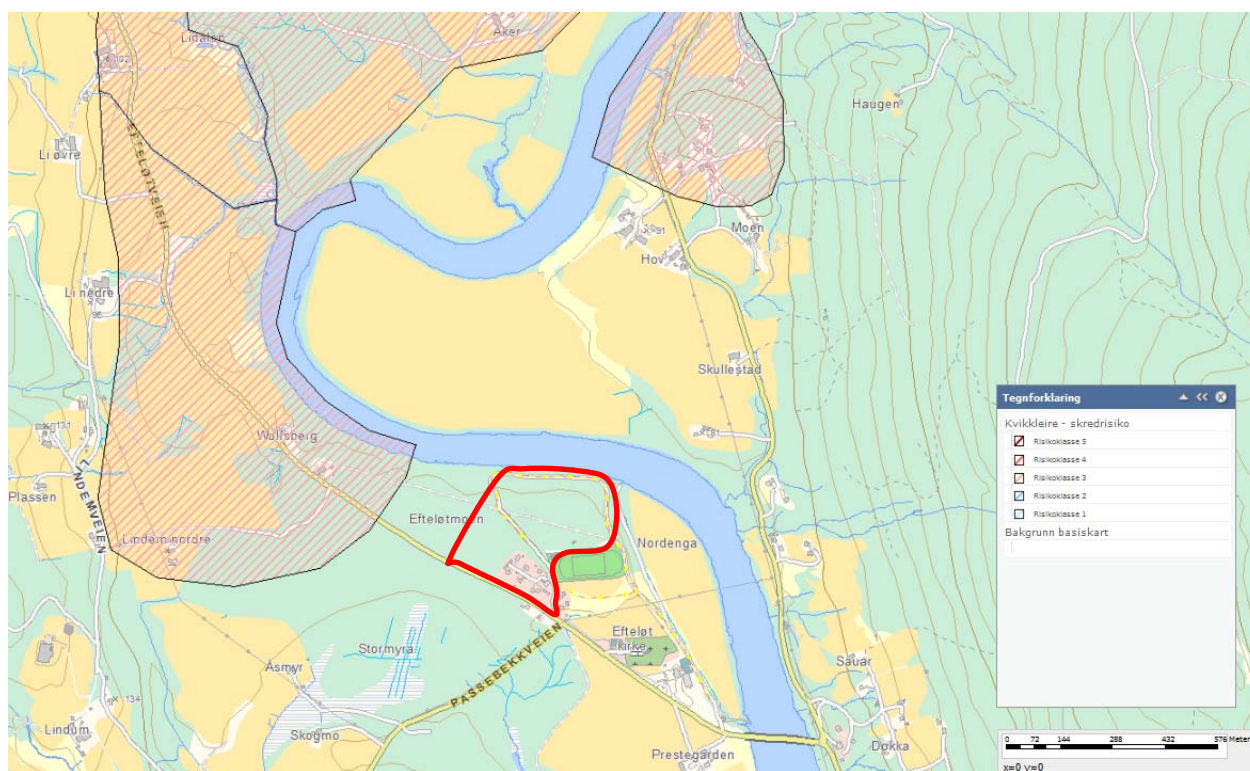
- [1] Geoteknisk datarapport 110737r1 rev.A datert 15. mai 2014. GrunnTeknikk AS.
- [2] Teknisk beregning Stabilitet. 110737tb1 datert 14. mai 2014. GrunnTeknikk AS
- [3] Sikkerhet mot kvikkleireskred. Veileder nr. 7-2014
Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. NVE 2014
- [4] NGI-rapport 20001008-2, rev. 3 datert 08.10.2008.
"Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire".
- [5] NGU rapport 2012.040 21.11.2012.
"Utstrekning og utløpsdistanse for kvikkleireskred".

1 Innledning

Kongsberg Tomteselskap AS planlegger salg av boligtomter i Efteløt boligområde inntil Lågen i Kongsberg kommune. GrunnTeknikk AS har på oppdrag fra Kongsberg Tomteselskap AS utført grunnundersøkelser i området. Jan J. Løvberg har vært vår kontaktperson.

Utførte grunnundersøkelser er beskrevet i geoteknisk datarapport 110737r1 revisjon A datert 15. mai 2014 fra GrunnTeknikk AS, ref.[1].

Det undersøkte område ligger inntil og øst for et tidligere registrert fareområde for kvikkleire (se fig.1 under). Undersøkelsene for Efteløt boligområde viser at den eksisterende sonen bør utvides mot øst og involvere det undersøkte tomteområdet.



Figur 1. Utsnitt fra skredatlas.nve.no. Aktuelt område er markert med rødt.

Foreliggende geotekniske rapport inneholder resultater fra de utførte stabilitetsberegningene og anbefalinger av stabiliserende tiltak. Detaljerte beregninger er beskrevet i teknisk beregning Stabilitet, 110737tb1 datert 14. mai 2014. GrunnTeknikk AS, ref.[2].

I tillegg inneholder rapport en faregrad-, skadekonsekvens og risikoevaluering av kvikkleiresonen iht retningslinjer utarbeidet av NGL, ref.[4].

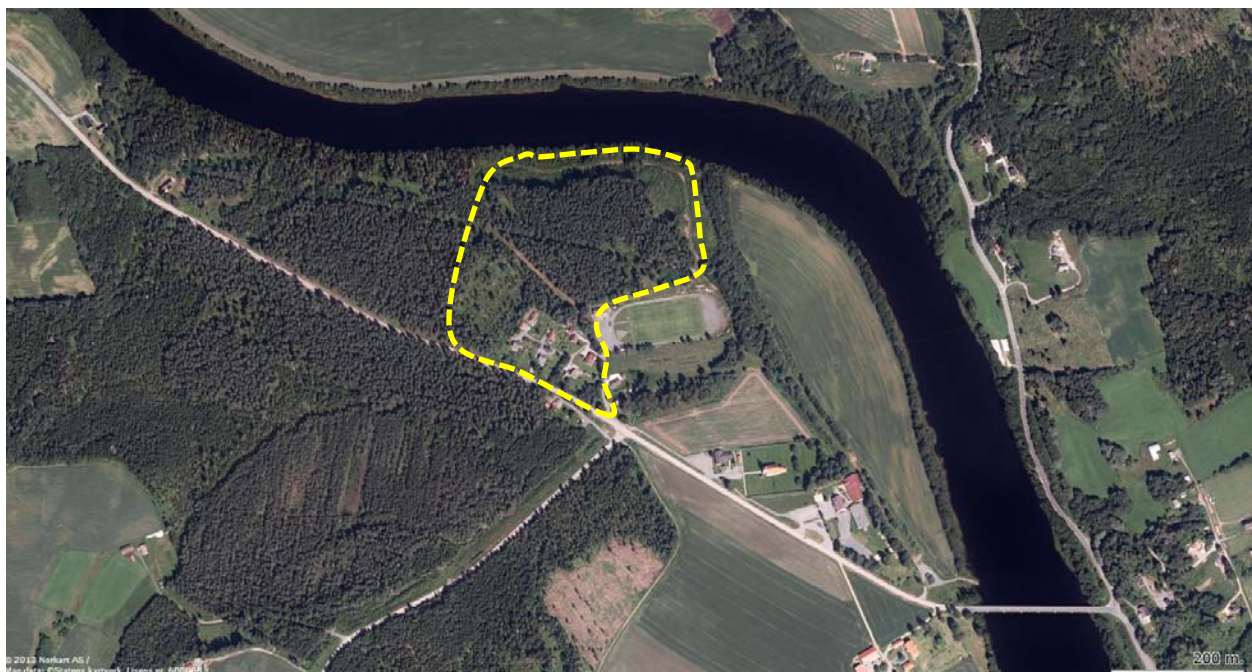
2 Utførte undersøkelser

Grunnundersøkelsene er utført av GeoStrøm AS med beltegående borerigg. Det er utført grunnundersøkelser i to faser. Fase 1 er utført oktober/november 2013, og fase 2 er utført i mars 2014. Detaljert beskrivelse av felt- og laboratorieundersøkelser framgår av ref.[1].

3 Terreng og grunnforhold

Borplan med plassering av utførte boringer er vist på tegning 110737-2. Tegning -500 viser antatt utstrekning av kvikkleiresonen ut fra de utførte undersøkelsene.

3.1 Terreng



Bilde 1. Flyfoto fra 1881.no. Aktuelt område er markert med gult.

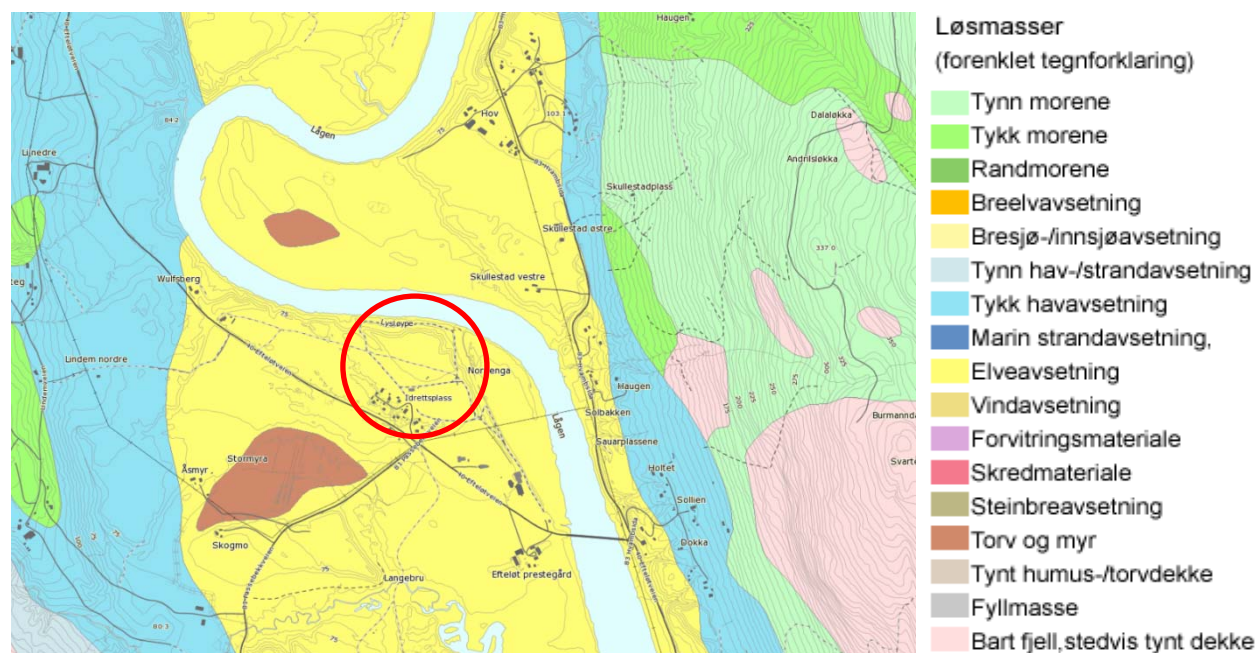
Det undersøkte området ligger ved Efteløt i Lågendalen, mellom Hvitvingfoss og Kongsberg i Kongsberg kommune.

Det aktuelle tomteområdet ligger nordvest for Efteløt kirke, og strekker seg fra Rv40/Efteløtveien i syd til Lågen i nord. Søndre del av området ligger på en relativt flat elveterrasse på ca kote +80, mens området i nord er et høyere platå på ca kote +87. I følge kommunalt kart ligger Lågen på ca kote +60,5, dvs. at skråningene mot Lågen er 20-27 m høye. Syd for Rv40 er terrenget tilnærmet flatt.

8-10 m over Lågen er det et flatere parti/terrasse i skråningen hvor det er anlagt lysløype.

Tomteområdet er opparbeidet med VA-anlegg og asfalterte adkomstveier. Skråningene mot nord er bevest med lav/ung skog, mens det er større nedenfor lysløypa mot Lågen.

3.2 Grunnforhold



Figur 2. Løsmassekart fra ngu.no. Aktuelt område er markert med rødt.

Løsmassekart fra NGU angir at grunnen i området er «elveavsetning» (gul farge). Elveavsetninger forventes å bestå av lagdelte masser av sand, grus og silt. På begge sider av dalføret er det imidlertid angitt «tykk havavsetning» (lyseblå farge). Slike masser forventes å bestå av leire/silt.

Generelt er det funnet varierende grunnforhold i området. Det er ikke funnet berg ved boring til ca. 30 m dybde.

Under et topplag av sand med varierende mektighet er det påvist kvikkleire i dype lag innenfor hele det planlagte boligområdet. Leiravsetningen er lagdelt med tynne lag/sjikt av silt og finsand. Leira er overkonsolidert og middels fast til fast. Kvikkleiresonen synes å henge sammen med tidligere kartlagt faresone i vest. Sonen synes også tilnærmet å være avgrenset av Efteløtveien/Rv40 i syd og krysser over idrettsplassen mot øst.

Det er ikke påvist sensitive eller kvikke masser ved kirken, skolen eller i de østvendte skråningene øst for idrettsplassen.

Det er påvist sensitive og sannsynlig kvikke masser på det lavereliggende jordet ved pumpestasjonen øst for skolen. Kvikkleira i dette området antas ikke å være sammenhengende med de sensitive/kvikke massene lenger vest.

Antatt avgrensning av kvikkleiresonen er vist på tegning -500.

Grunnvannstanden er målt til ca kote +76 (11 m under terreng) på det øvre platået og til ca kote +66 (4 m under terreng) ved skiløypa nede i skråningen. Ved befaring ble det observert enkelte lokale vannutkommer lengst nede i skråningen mot Lågen. Grunnvannstanden vil generelt variere med årstider og nedbørsforhold.

For en mer detaljert beskrivelse av grunnforholdene vises til ref.[1].

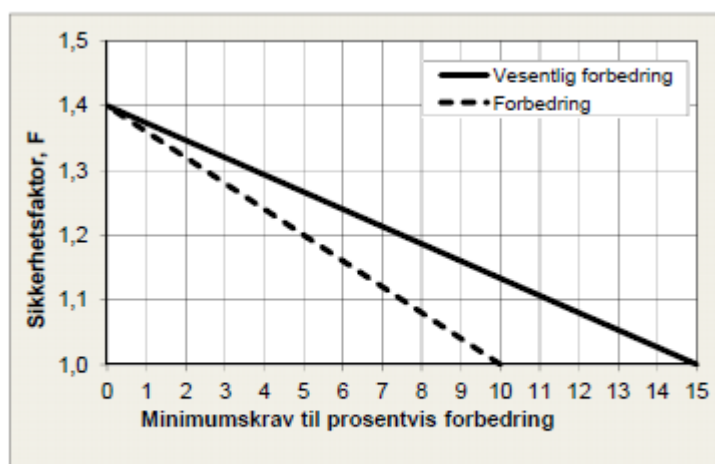
4 Stabilitet

4.1 Regelverk

Gjeldende regelverk legges til grunn for beregningene,

- NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008 (Eurokode 0) og NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7)
- NVEs retningslinjer. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Veileder nr 7-2014.

Tiltaket med tilflytting av mennesker i flere nye boenheter faller i tiltakskategori K4 iht tabell 5.2 i ref.[3]. Krav til beregningsmessig sikkerhet er da $\gamma_m \geq 1,4$ for totalspenningsanalyse eller prosentvis forbedring iht tabell 5.1



Figur 5.1 Krav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer eller bruk av lette masser.

4.2 Grunnforhold og terreng

Terrenget i kritiske profiler er tegnet opp med bakgrunn i koter fra kommunalt kart på Kongsberg kommunes hjemmesider. Videre er det foretatt høydemålinger i utførte borepunkter. Det er ikke foretatt egen profilering/innmåling av terrenget utover målingene i borepunktene. Det er generelt god overensstemmelse mellom høydemålinger og koter i kart.

Lagdelling og styrkeparametere i grunnen er modellert ut fra utførte borer, se ref.[1] og [2].

I beregningene er det benyttet en vannstand i Lågen på kote +60.

Leira er meget overkonsolidert i øvre lag og overkonsolidert i dybden med OCR = 2,5.

4.3 Beregninger og verktøy

Det er utført beregninger på totalspenningsbasis (ADP-analyse) med beregningsprogrammet Geosuite Stabilitet. I beregningene er det benyttet anisotropiverdier: A - 1,5; D - 1,0; P - 0,5 iht St.v.v. håndbok 016.

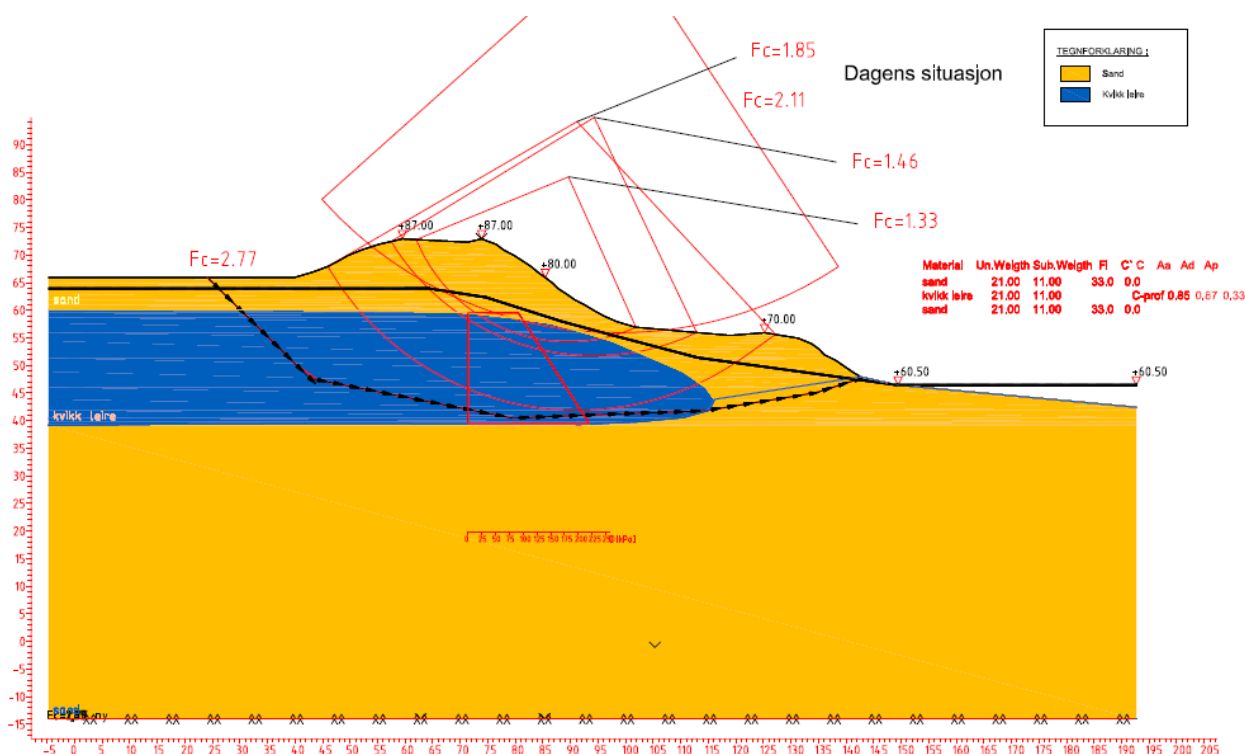
Valgt lagdelling og designparametere framgår ev teknisk beregning, ref.[2].

4.5.2 Profil A-A

Topografien i profil A-A er generelt gunstig i forhold til stabilitet mot Lågen. Plataået på kote +70 fungerer som motfylling for de dype glideflatene fra toppen av terrenget og ned til Lågen.

Det er ikke påvist kvikkleire eller sensitive masser i boringene ved elvekanten. Boringer lenger bak i profilet viser imidlertid kvikk leire fra ca kote +70 og videre i dybden.

Beregnet sikkerhet for dagens situasjon er $F_c = 1,33$ for en relativt grunn glidesirkel med utløp på terrassen på kote +70. Dypere glidesirkler som går ned i underliggende kvikkleire viser tilfredsstillende sikkerhet med $F_c = 1,46-1,85$.

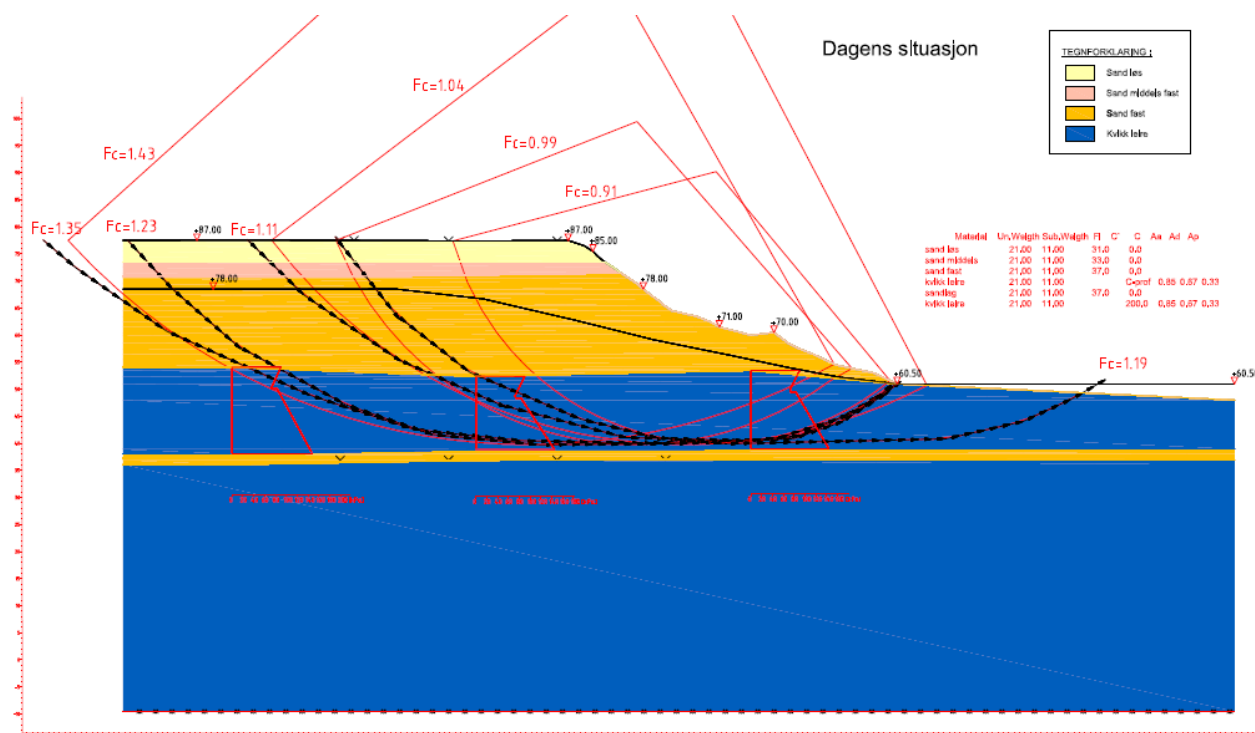


Figur 4. Beregningsprofil A-A. Kritiske glideflater dagens situasjon

4.5.3 Profil B-B

Grunnundersøkelsene har påvist kvikkleire i dype lag i de ca 27 m høye skråningene ned til Lågen. Kvikkleireavsetningen ligger tilnærmet i nivå med Lågen under et lag av sand og fast leire.

Beregninger for dagens situasjon viser meget lav sikkerhet med $F_c < 1,0$ for flere dype og lange glidesirkler som går ned i underliggende kvikkleire. Beregningsmessig sikkerhet lavere enn 1,0 tilsier en bruddsituasjon. Det er ikke synlige tegn på deformasjon/sig eller tidligere brudd i denne delen av området. Vi vurderer derfor sikkerheten i dagens situasjon til å være minst $F_c = 1,0$. Vi har ikke utført korreksjoner av beregningene som følge av dette, men mener det er sannsynlig at overkonsollideringen av massene er større enn det som er målt ved boringene. Anbefaling av tiltak ved prosentvis forbedring (se pkt. 4.6) tar derfor utgangspunkt i dagens situasjon med $F_c = 0,91$.



Figur 5. Beregningsprofil B-B. Kritiske glideflater dagens situasjon

Stabilitetsforholdene i denne delen av området er ikke akseptabel, og det må utføres stabiliserende tiltak før området kan benyttes til bolig.

4.6 Stabiliserende tiltak

Det vil ikke være mulig å oppnå beregningsmessig sikkerhet $F_c \geq 1,4$ med topografiske endringer i rimelig omfang. Stabilisering av underliggende fast kvikkleir under et tykt lag av sand og fast leire vurderes ikke som gjennomførbart.

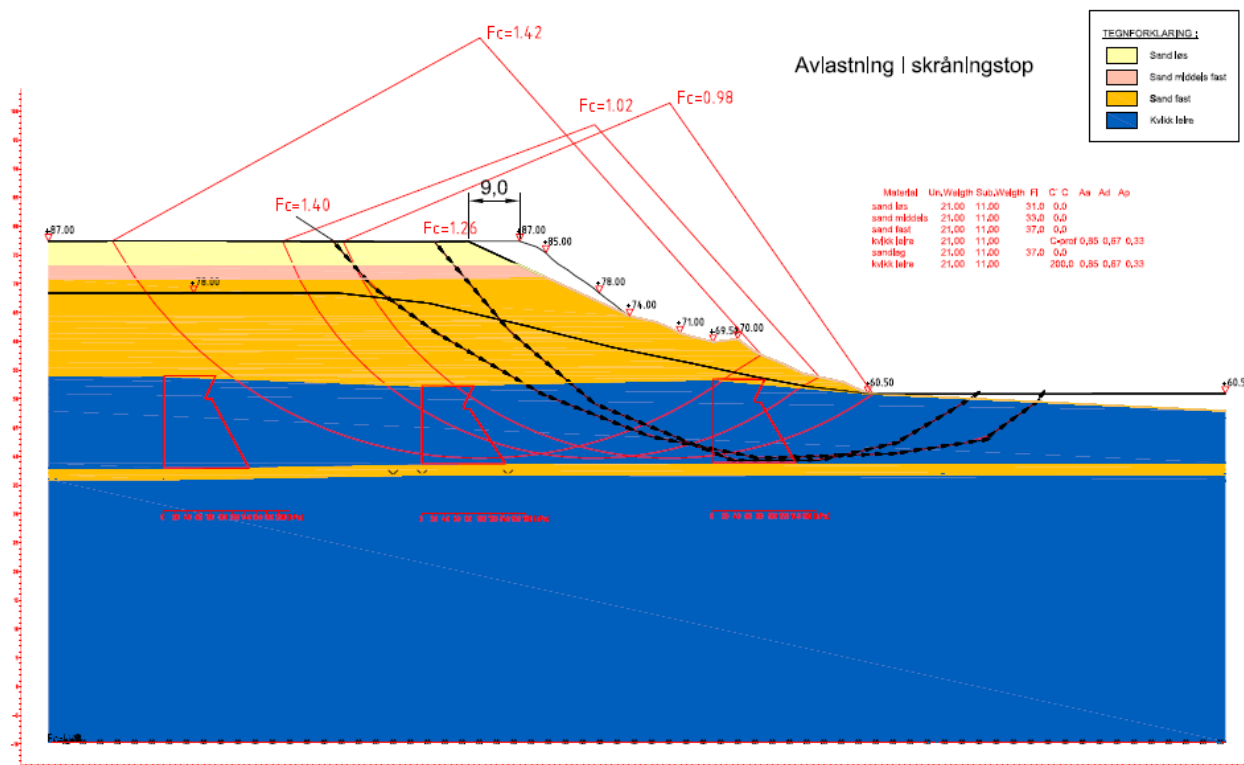
For anbefaling av tiltak er det derfor lagt til grunn en prosentvis forbedring på 10-15 % iht fig.5.1 i [3].

Følgende stabiliserende tiltak er vurdert;

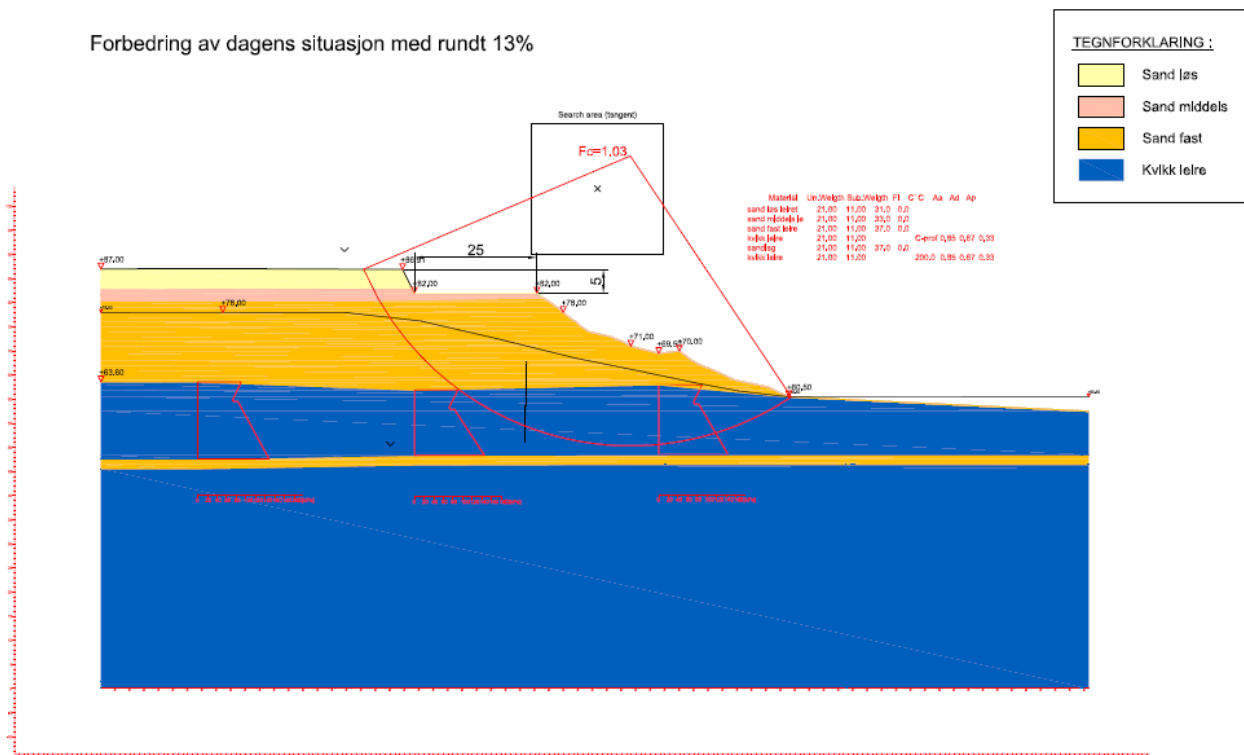
1. Terrengavlastning på topp skråning
2. Utlegging av motfylling ved skråningsfot mot Lågen
3. Kombinasjon av terrengavlastning og motfylling

Beregningene viser at en Avlastning ved utslaking av øvre del av skråningen til 1:2 gir 6-7 % forbedring og fortsatt beregningsmessig sikkerhet $F_c < 1,0$ (figur 6) neste side.

En ca 5 m dyp avlastning til 25 m bak dagens skråningskant gir ca 13 % forbedring. Alternativet berører imidlertid flere av de ytterste tomtene som da vil måtte utgå fra planene. Det er ikke mulig å oppnå en tilfredsstillende forbedring ved avlastning alene uten at dette berører tomtene. En mulig dypere avlastning enn 5 m i ytterste delen av skråningen gir også for lav forbedring da permanent skråning ikke anbefales brattere enn 1:2.

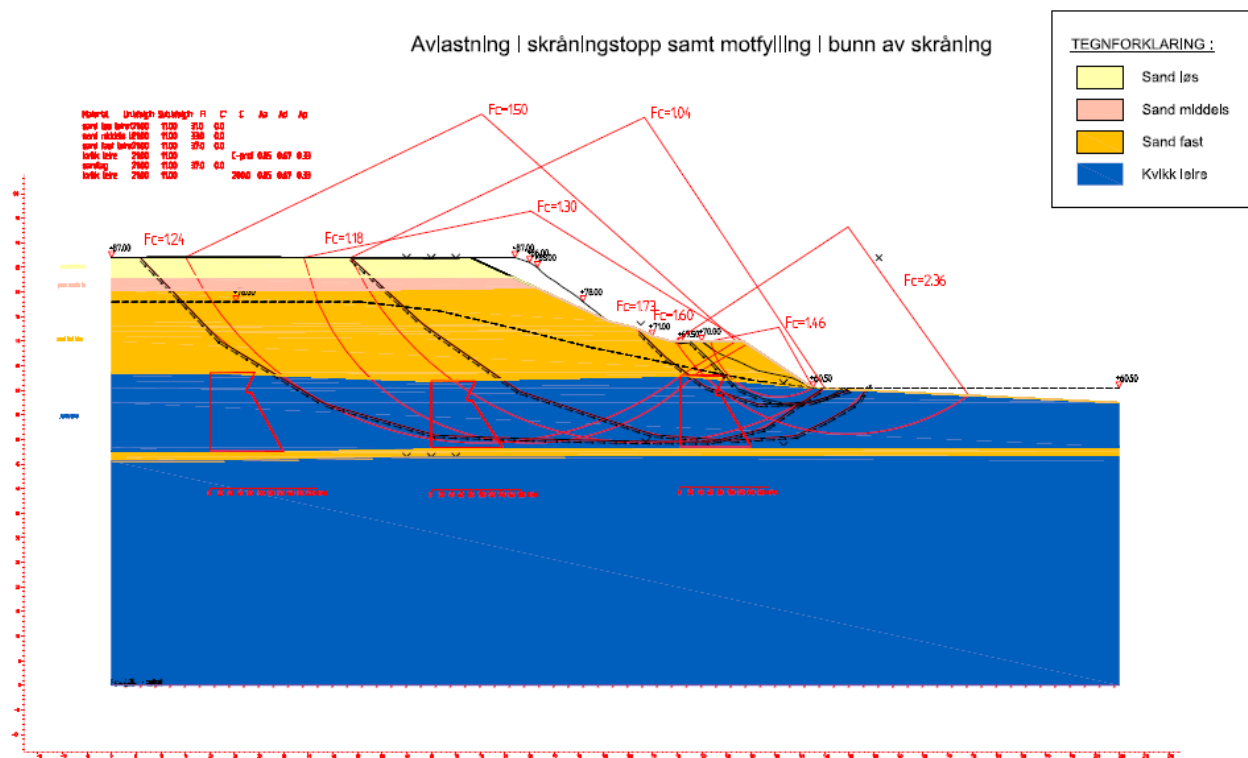


Figur 6. Stabilitetsforbedring 6-7 % ved utslaking av øvre del av skråning



Figur 7. Stabilitetsforbedring 13 % ved kun terrengavlastning (5 m dybde i 25 m langde fra kant)

Et alternativ med utslaking og terrengavlastning i øvre del kombinert med en motfylling nede ved elva gir beregningsmessig ca 14 % forbedring.



Figur 8. Stabilitetsforbedring 14% ved utslaking/avlastning og motfylling

Alternativet innebærer at skråningene over skiløypa på ca kote +70 slakes ut til 1:2. Overskuddsmassene av sand og noe fast leire fra topp skråning legges ut som motfylling på kote +70 på nedre del innenfor en sjeté av stein ned til Lågen. Lokalstabiliteten av motfyllingen ned mot Lågen er tilfredsstillende med beregningsmessig sikkerhet $F_c = 1,46$.

4.7 Anbefaling stabilitet

Dersom planlagt antall tomter skal opprettholdes, mener vi at alt. 3 med utslaking og terrengavlastning i øvre del kombinert med en motfylling nede ved elva er eneste aktuelle løsning. Tiltaket vil måtte gjøres på den bratteste delen av skråningen over ca 130 m lengde. Topp ny skråning vil da komme ca 5 m fra tomtegrensen til de ytterste tomtene. Deretter faller skråningen med 1:2 ned til kote +70 hvor skiløypa legges på motfyllingen.

Arbeidene med avlastning og motfylling anbefales utført etter følgende prosedyre;

0. Rydding av trær/skog nede ved Lågen på aktuell strekning
1. Utlekking av steinfront/sjeté fra elva på kote +60 med helning 1:1,5 opp til ca kote +67. Steinfyllinga legges som erosjonssikring med velgradert stein 0-500. Ytterste lag legges som ordnet steinfylling. Steinfyllinga vil virke som avgrensning for senere oppfylling med stedlige sand- og leiremasser (se under).

5 Faregrad-, skadekonsekvens og risikoevaluering

Det planlagte boligområde er ikke angitt som kvikkleire faregradssone på NVE's karttjeneste www.skrednett.no, men ca. 150 m vest for boligområdet ligger faresonen som vist på figur 1 under kapittel 1. Denne sone er klassifisert til middels faregrad, alvorlig konsekvensklasse og risikoklasse 3.

Undersøkelsene som nå er utført på Efteløt boligområde viser at tidligere angitt faresone i vest også strekker seg lenger østover og omfatter deler av det undersøkte boligområdet.

I det følgende er det utført en faregrads- skadekonsekvens- og risikoevaluering av kvikkleiresonen ved boligområdet. Evalueringen er utført iht. retningslinjer beskrevet av NGL, ref. [2].

5.1 Faregrad

Tabell 3.1 viser klassifiseringssystemet med score poeng og vekttall, tabell 3.2 viser tildelte score poeng for det aktuelle område og tabell 3.3 viser inndeling i tre ulike faregradsklasser etter samlet score poeng.

Tabell 3.1 Grunnlag for evaluering av faregrad

| Faktorer | Vekt-tall | Faregrad, score | | | |
|--|-----------|-----------------|-------------|-------------|--------------|
| | | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Tidl. skredaktivitet | 1 | Høy | Noe | Lav | Ingen |
| Skråningshøyde, meter | 2 | > 30 | 20 - 30 | 15 - 20 | < 15 |
| Tidligere/ nåværende terrengnivå (OCR) | 2 | 1,0 - 1,2 | 1,2 - 1,5 | 1,5 - 2,0 | > 2,0 |
| Poretrykk Overtrykk, kPa | +3 | > + 30 | 10 - 30 | 0 - 10 | Hydrostatisk |
| Undertrykk, kPa | -3 | > -50 | - (20 - 50) | - (0 - 20) | |
| Kvikkleiremektighet | 2 | > H/2 | H/2 - H/4 | < H/4 | Tynt lag |
| Sensitivitet | 1 | > 100 | 30 - 100 | 20 - 30 | < 20 |
| Erosjon | 3 | Aktiv/ glidning | Noe | Lite | Ingen |
| Inngrep | +3 | Stor | Noe | Liten | Ingen |
| Forverring | -3 | Stor | Noe | Liten | |
| Forbedring | | | | | |
| Sum poeng | | 51 | 34 | 16 | 0 |
| % av maksimal poengsum | | 100 % | 67 % | 33 % | 0 % |

Tabell 3.2 Faregradsevaluering for området

| Faktorer | Vekttall | Score | Produkt | Merknad/vurdering |
|--------------------------------------|----------|-------|-----------|---|
| Tidl. skredaktivitet | 1 | 0 | 0 | Vi er ikke kjent med at det har vært skredaktivitet i området. Terrengtet tyder på enkelte skredhendelser ned mot elva lenger vest |
| Skråningshøyde | 2 | 2 | 4 | Høydeforskjellen ned mot elva er ca. 27 m. |
| OCR | 2 | 0 | 0 | Området i bunn skråning er overkonsolidert og noe overkonsolidert på toppen av plataet. |
| Poretrykk | 3/-3 | 2 | 6 | Grunnvannstanden er målt til ca 11 m under terreng på øvre plata og 4 m under terreng på nedre terrasse. Evt overtrykk er ikke målt og derfor antatt ut fra terreng og topografi. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 3 | 6 | Kvikkleiremektighet er ca. 16 m på det tykkeste. |
| Sensitivitet | 1 | 3 | 3 | Sensitiviteten er målt til $S_t = 200$ i kvikkleira. |
| Erosjon | 3 | 0 | 0 | Det er ikke pågående erosjon av betydning. Partiet ligger på et rett parti i elva som er lite utsatt for erosjon. |
| Inngrep | 3/-3 | 1 | 3 | Det er etablert skiløype i bunn av skråning, men dette vurderes ikke å ha stor betydning for stabiliteten. |
| Poengverdi (F_i) | | | 22 | Gir faregradsklasse "middels" |

Tabell 3.3 Faregradsklassene er inndelt tre faresoner

| Faregradsklasse | Lav | Middels | Høy |
|---------------------------------|------------------|---------------------------|-----------------------|
| Faregradsindikator, F_i | 0 - 17 | 18 - 25 | 26 - 51 |
| Relativ sannsynlighet for skred | Lav | Middels | Høy |
| Erosjon | Ingen/lite | Noe | Aktiv |
| Terrenginngrep | Ingen/forbedring | Noe stabilitetsforverring | Stabilitetsforverring |

Evalueringen gir samlet poengverdi på 22 hvilket medfører faregradsklasse «middels» jf. tabell 3.3

5.2 Skadekonsekvens

Tabell 3.4 viser klassifiseringssystemet med score poeng og vektall, tabell 3.5 viser tildelte score poeng for det aktuelle området og tabell 3.6 viser inndeling i tre ulike konsekvensklasser etter samlet score poeng.

Tabell 3.4 Grunnlag for skadekonsekvens evaluering

| Faktorer | Vekt-tall | Faregrad, score | | | |
|-------------------------------|-----------|-----------------|-------------|--------------|------------|
| | | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Boligheter, antall | 4 | Tett > 5 | Spredt > 5 | Spredt < 5 | Ingen |
| Næringsbygg, personer | 3 | >50 | 10 - 50 | < 10 | Ingen |
| Annen bebyggelse, verdi | 1 | Stor | Betydelig | Begrenset | Ingen |
| Vei, ÅDT | 2 | >5000 | 1001 - 5000 | 100 - 1000 | <100 |
| Toglinje, baneprioritet | 2 | 1 - 2 | 3 - 4 | 5 | Ingen |
| Kraftnett | 1 | Sentralt | Regionalt | Distribusjon | Lokal |
| Oppdemming/flo | 2 | Alvorlig | Middels | Liten | Ingen |
| Sum poeng | | 45 | 30 | 15 | 0 |
| % av maksimal poengsum | | 100 % | 67 % | 33 % | 0 % |

Tabell 3.5 Skadekonsekvensevaluering for aktuelt område

| Faktorer | Vekttall | Score | Produkt | Merknad/vurdering |
|-------------------------|----------|-------|-----------|---|
| Boligheter, antall | 4 | 3 | 12 | Området er/blir tett bebygd |
| Næringsbygg, personer | 3 | 0 | 0 | Ingen, boligområde |
| Annen bebyggelse, verdi | 1 | 0 | 0 | Ingen |
| Vei, ÅDT | 2 | 2 | 4 | ÅDT total = 3342 iht. St.vegvesen |
| Toglinje | 2 | 0 | 0 | Ingen |
| Kraftnett | 1 | 0 | 0 | lokalt |
| Oppdemming/flo | 2 | 0 | 0 | Ingen, området ligger over flomgrense. |
| Poengverdi | | | 16 | Skadekonsekvensklasse "Alvorlig" |

Tabell 3.6 Skadekonsekvensklassene er inndelt i tre klasser

| Skadekonsekvensklasse | Mindre alvorlig | Alvorlig | Meget Alvorlig |
|---------------------------------|-----------------|-----------|----------------|
| Skadekonsekvensindikator, S_i | 0 - 6 | 7 - 22 | 23 - 45 |
| Skade/tap av liv | Liten fare | Fare | Stor fare |
| Økonomiske tap | Moderat | Betydelig | Meget store |

Den utførte evalueringen gir samlet poengverdi på 16, hvilket klassifiserer sonen i konsekvensklasse «alvorlig».

5.3 Risikoklasse

Risikoklasse er definert som produktet mellom samlet poengverdi for hhv. faregradsevaluering og konsekvensevurdering.

For den aktuelle faresonen gir dette poengverdi 352. Tabell 3.7 viser inndeling i 5 ulike risikoklasser etter samlet poengverdi. Faresonen klassifiseres etter tabellen til risikoklasse 2.

Tabell 3.7 Risikoklasse

| Risikoklasse | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------|-------|----------|---|---|--|
| Risikoindeks, R_i | < 170 | 171- 630 | 631 - 1900 | 1901 - 3200 | >3200 |
| Videre aktiviteter | ingen | ingen | Vurdere grunnundersøkelse og stabilitet | Grunnundersøkelse, stabilitetsanalyser og evt. tiltak | Grunnundersøkelse, stabilitetsanalyser og tiltak |

5.4 Konklusjon

Den delen av kvikkleiresonen/faresonen som omfatter Efteløt boligområde får følgende klassifisering:

Faregradsklasse: Middels
Konsekvensklasse: Alvorlig
Risikoklasse: 2

5.5 Krav til sikkerhet

Krav til sikkerhetsnivå, beregninger og kontroll er avhengig av tiltakskategori og faregradsklasse. Prosjektet inndeles i tiltakskategori etter retningslinjer vist i utsnitt av tabell 5.2 fra ref.[3]. Krav til stabilitetsvurderinger kan deretter avleses i figuren.

For det aktuelle prosjekt velges tiltaksklasse K4. Faregradsklasse er klassifisert som høy, hvilket resulterer i krav til sikkerhetsfaktor på $F = 1,4$ eller vesentlig forbedring. Dette er lagt til grunn i vurdering av tiltak, kfr. Kap.4 ang. stabilitet.

| | | |
|--|---|---|
| <p>K4: Tiltak som medfører større tilflytning/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner.</p> <p>Eksempler er mer enn to eneboliger /fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, bolig- og hyttefelt, skole og barnehage, sykehjem, større næringsbygg, kontorbygg, idretts- og industrianlegg, større utendørs publikumsanlegg, lokale beredskapsinstitusjoner.</p> | <p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p> | <p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller</p> <p>b) Vesentlig forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p> |
|--|---|---|

Figur 10. Utsnitt av tabell 5.2 fra NVE's veileder, ref.[3]

6 Oppsummering

Under et topplag av sand er det påvist kvikkleire i dype lag innenfor hele det planlagte boligområdet. Leiravsetningen er lagdelt med tynne lag/sjikt av silt og finsand. Kvikkleiresonen synes å henge sammen med tidligere kartlagt faresone i vest. Kvikkleiresonen synes også tilnærmet å være avgrenset av Efteløtveien/Rv40 i syd og krysser over idrettsplassen mot øst.

Det er ikke påvist sensitive eller kvikke masser ved kirken, skolen eller i de østvendte skråningene øst for idrettsplassen.

Det er påvist sensitive og sannsynlig kvikke masser på det lavereliggende jordet ved pumpestasjonen øst for skolen. Kvikkleira i dette området antas ikke å være sammenhengende med de sensitive/kvikke massene lenger vest.

Stabiliteten av de bratte skråningene fra det øvre terrengplatået i boligområdet og ned til Lågen er ikke tilfredsstillende i dagens situasjon. Det er nødvendig med stabiliserende tiltak før området kan benyttes til bolig. Eneste aktuelle tiltak dersom planlagte tomter skal beholdes, er å avlaste/slake ut toppen av skråningen i kombinasjon med utlegging av motfylling nede ved elva på et ca 130 m langt parti på den bratteste delen.


Alle beskrevne stabilitetsforbedrende tiltak bør følges opp av geoteknisk sakkyndig.

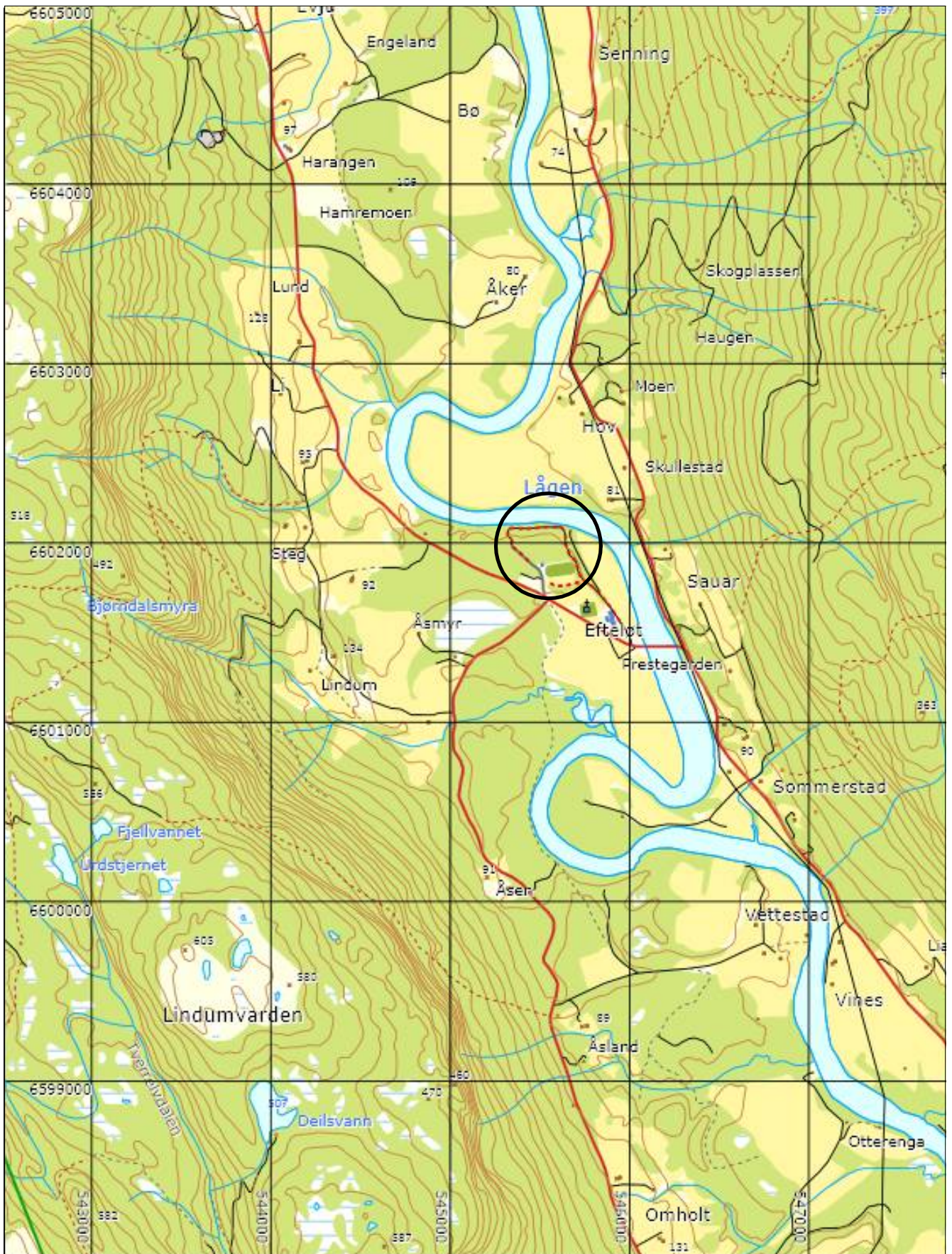
Kontrollside

| Dokument | |
|--|--------------------------|
| Dokumenttittel: Efteløt Boligområde, Stabilitet og faregradsevaluering | Dokument nr: 110737r2 |
| Oppdragsgiver: Kongsberg Tomteselskap AS | Dato: 14. mai 2014 |
| Emne/Tema: Stabilitet | |

| Sted | | |
|-----------------------------------|-----------------------|----------------|
| Land og fylke: Norge, Buskerud | Kommune: Kongsberg | |
| Sted: Efteløt | | |
| UTM sone: 32 | Nord: 6602000 | Øst: 545500 |

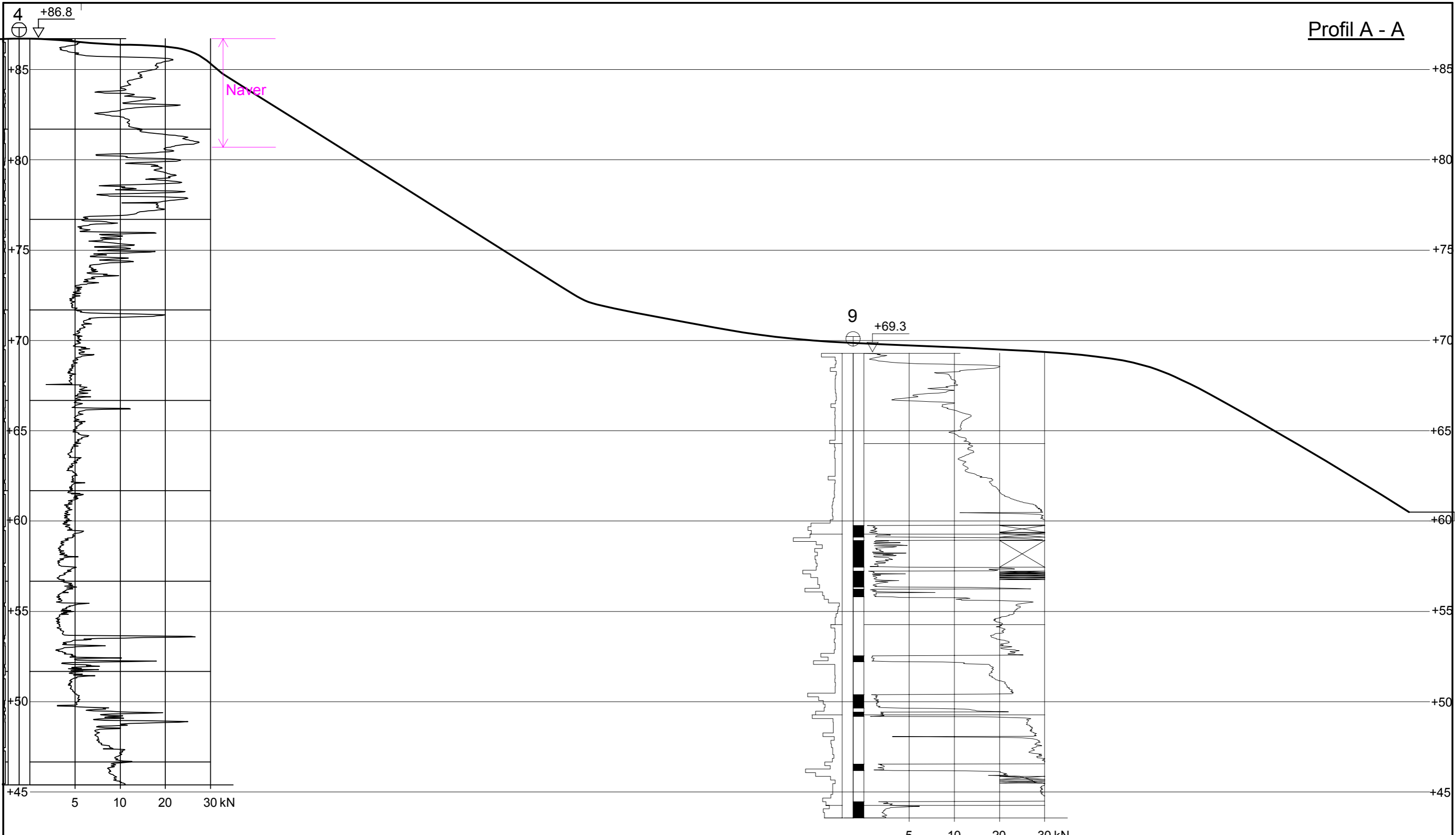
| Kvalitetssikring/dokumentkontroll | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------|------|------------------|------|
| Rev | Kontroll | Egenkontroll av | | Sidemannskontrav | |
| | | dato | sign | dato | sign |
| | Oppsett av dokument/maler | 14.5.14 | ges | 16.5.14 | ssj |
| | Korrekt oppdragsnavn og emne | 14.5.14 | ges | 16.5.14 | ssj |
| | Korrekt oppdragsinformasjon | 14.5.14 | ges | 16.5.14 | ssj |
| | Distribusjon av dokument | 14.5.14 | ges | 16.5.14 | ssj |
| | Laget av, kontrollert av og dato | 14.5.14 | ges | 16.5.14 | ssj |
| | Faglig innhold | 14.5.14 | ges | 16.5.14 | ssj |

| Godkjenning for utsendelse | |
|----------------------------|--|
| Dato: 15.5.2014 | Sign.:  |



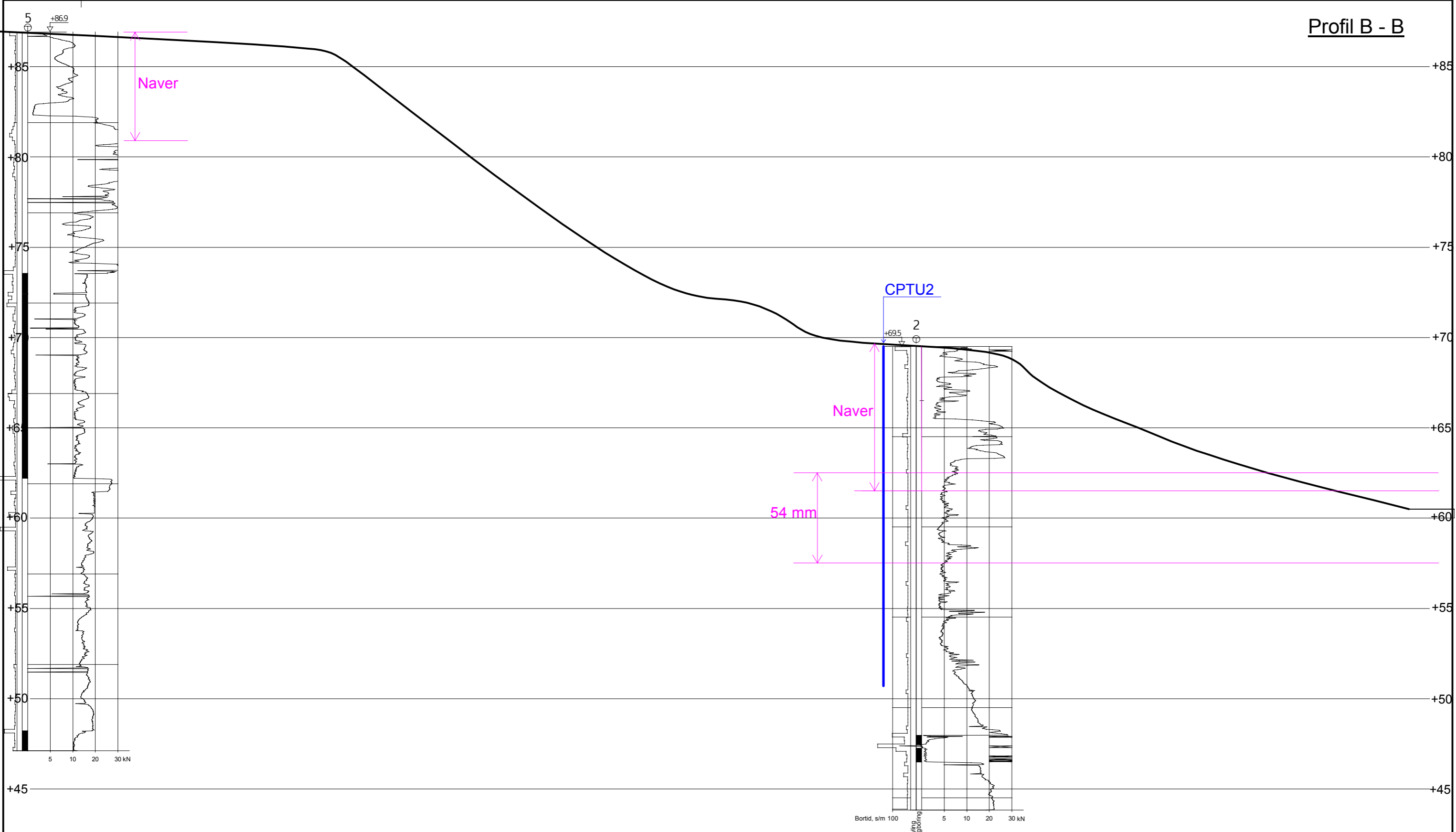
| | | | | |
|------|--|---|-------------------|--------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. |
| | Kongsberg Tomteselskap AS Kongsberg. Efteløt boligområde | Dato | Tegn. | Kontr. |
| | | 15.10.2013 | IVG | GES |
| | Oversiktskart | Målestokk | Originalformat | |
| | | M= 1:30 000 | A4 | |
| | | Status | Tegning i rapport | |
| | | Tegningsnr. | Rev. | |
| |  GRUNNTEKNIKK AS | www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07 | 110737-0 | |

Profil A - A

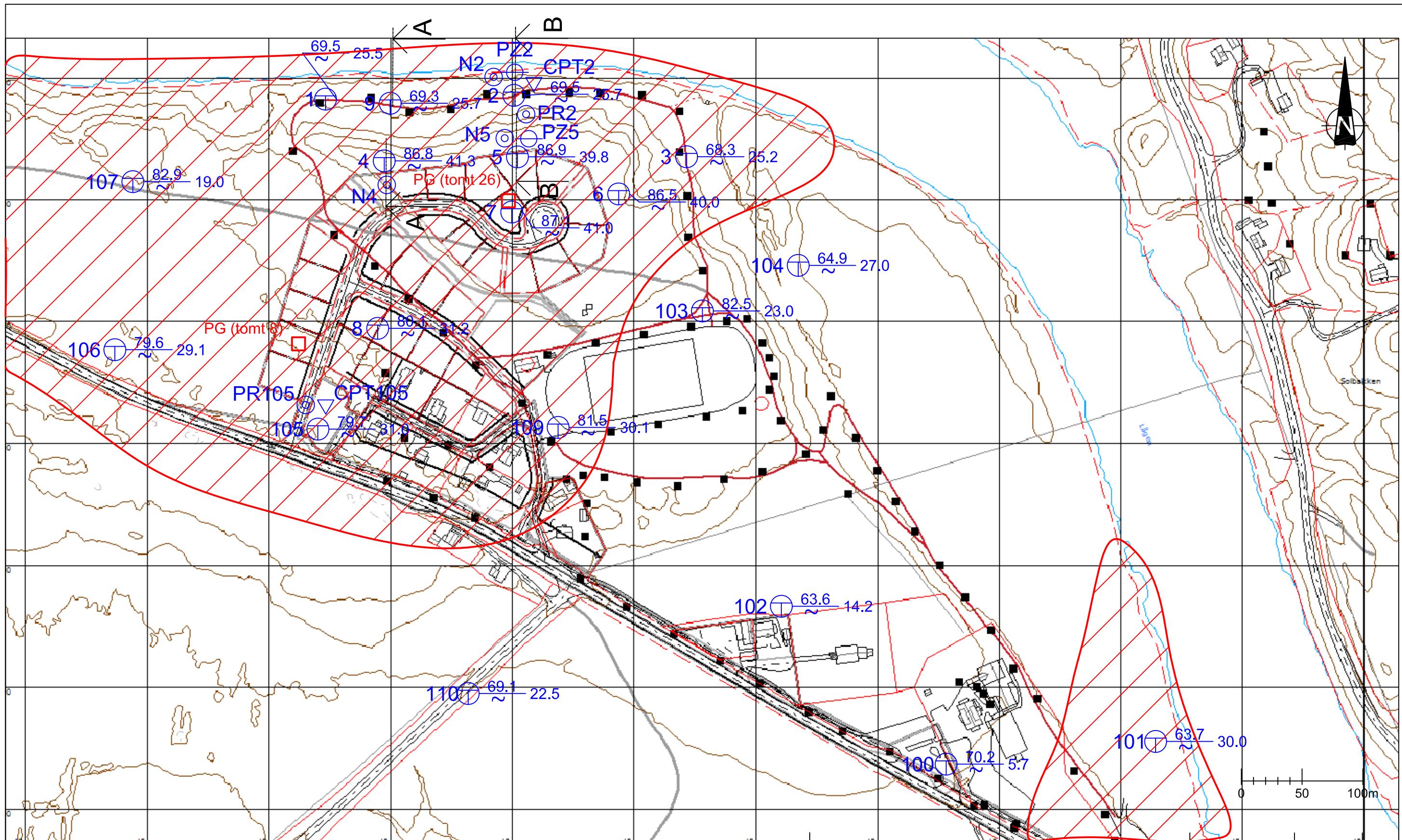


| | | | | |
|------|--|----------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. |
| | Kongsberg Tomteselskap AS Kongsberg. Efteløt boligområde | 19.11.13 | IVG | GES |
| | Profil A-A | Målestokk 1:200 | Originalformat A3 | Status Tegning i rapport |
| |  www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07 | Tegningsnr. 110737-100 | Rev. | |

Profil B - B



| | | | | |
|------|--|---------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. |
| | Kongsberg Tomteselskap AS Kongsberg. Efteløt boligområde | 19.11.13 | IVG | GES |
| | Profil A-A | Målestokk 1:200 | Originalformat A3 | Status Tegning i rapport |
| | GRUNNTEKNIKK AS | Tegningsnr. 110737-101 | Rev. | |
| | www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07 | | | |



TEGNFORKLARING :

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ CPT sondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊖ Dreietrykks sondering
- ⊕ Totalsondering
- Prøvegrop
- + Vinge boring
- ⊙ Prøveserie (P) / Naverboring (N)
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

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

Kartgrunnlag :

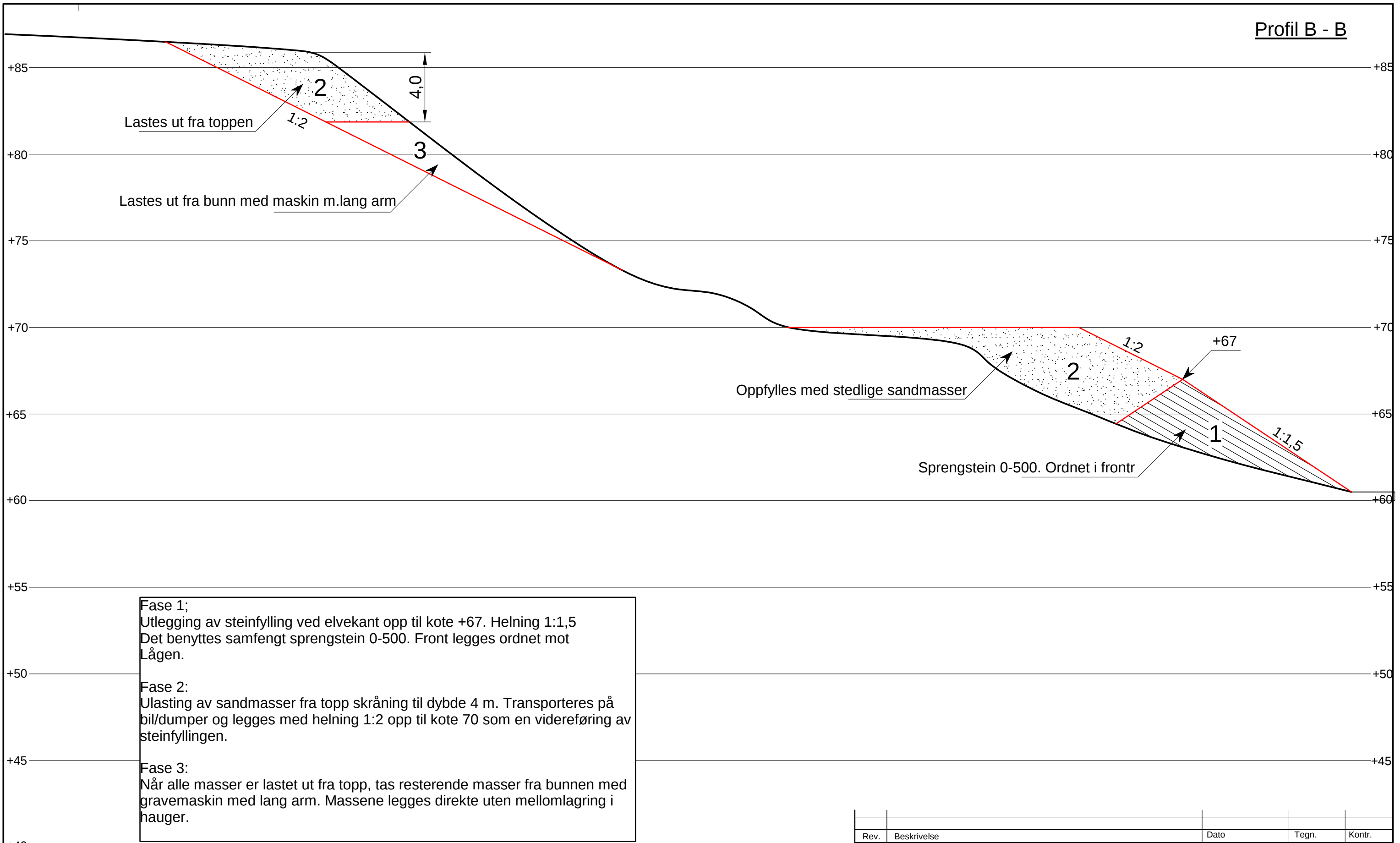
Utgangspunkt for nivellement : Målt inn med GPS av GeoStrøm AS



Antatte kvikkleiresoner

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. |
|------|--|-------------------------------------|----------------------|--------|
| | Kongsberg Tomteselskap AS | 24.04.2014 | JAA | GS |
| | Kongsberg. Efteløt boligområde | Målestokk M = 1 : 3000 | Originalformat A3 | |
| | Borplan | Status Tegning i rapport | | |
| | | Tegningsnummer 110737-500 | | Rev. |
| | www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07 | | | |

Profil B - B



Fase 1;
 Utlegging av steinfylling ved elvekant opp til kote +67. Helning 1:1,5
 Det benyttes samfengt sprengstein 0-500. Front legges ordnet mot
 Lågen.

Fase 2:
 Ulasting av sandmasser fra topp skråning til dybde 4 m. Transporteres på
 bil/dumper og legges med helning 1:2 opp til kote 70 som en videreføring av
 steinfyllingen.

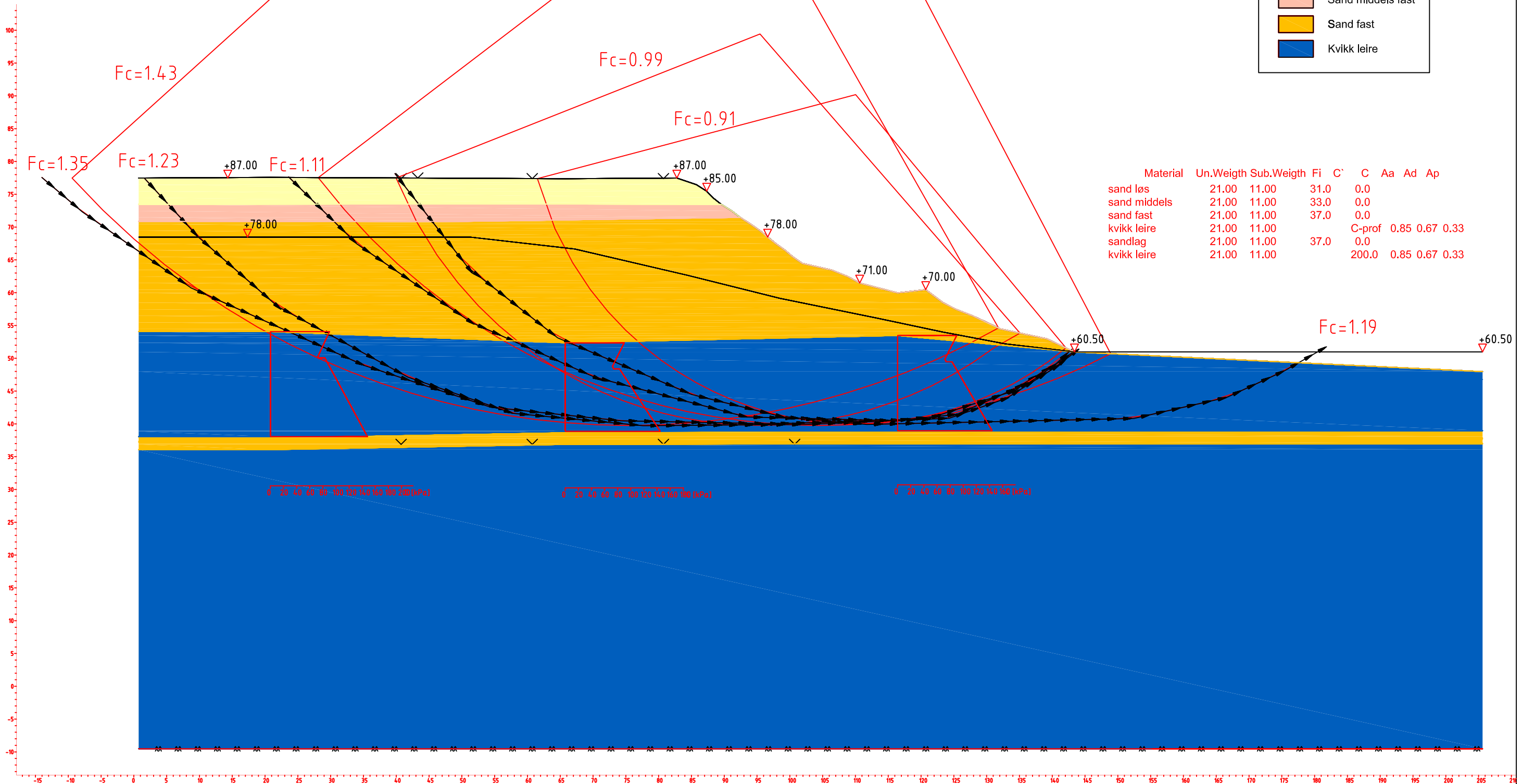
Fase 3:
 Når alle masser er lastet ut fra topp, tas resterende masser fra bunnen med
 gravemaskin med lang arm. Massene legges direkte uten mellomlagring i
 hauger.

| | | | | |
|------|--|---------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. |
| | Kongsberg Tomteselskap AS Kongsberg. Efteløt boligområde | Dato 14.05.14 | Tegn. ges | Kontr. rl |
| | Profil B-B Stabiliserende tiltak | Målestokk 1:200 | Originalformat A3 | Status Tegning i rapport |
| | GRUNNTEKNIKK AS | Tegningsnr. 110737-501 | Rev. | |
| | www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07 | | | |

Dagens situasjon

TEGNFORKLARING :

- Sand løs
- Sand middels fast
- Sand fast
- Kvikk leire







| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C' | C | Aa | Ad | Ap |
|--------------|-----------|------------|------|-----|--------|------|------|------|
| sand løs | 21.00 | 11.00 | 31.0 | 0.0 | | | | |
| sand middels | 21.00 | 11.00 | 33.0 | 0.0 | | | | |
| sand fast | 21.00 | 11.00 | 37.0 | 0.0 | | | | |
| kvikk leire | 21.00 | 11.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.67 | 0.33 |
| sandlag | 21.00 | 11.00 | 37.0 | 0.0 | | | | |
| kvikk leire | 21.00 | 11.00 | | | 200.0 | 0.85 | 0.67 | 0.33 |

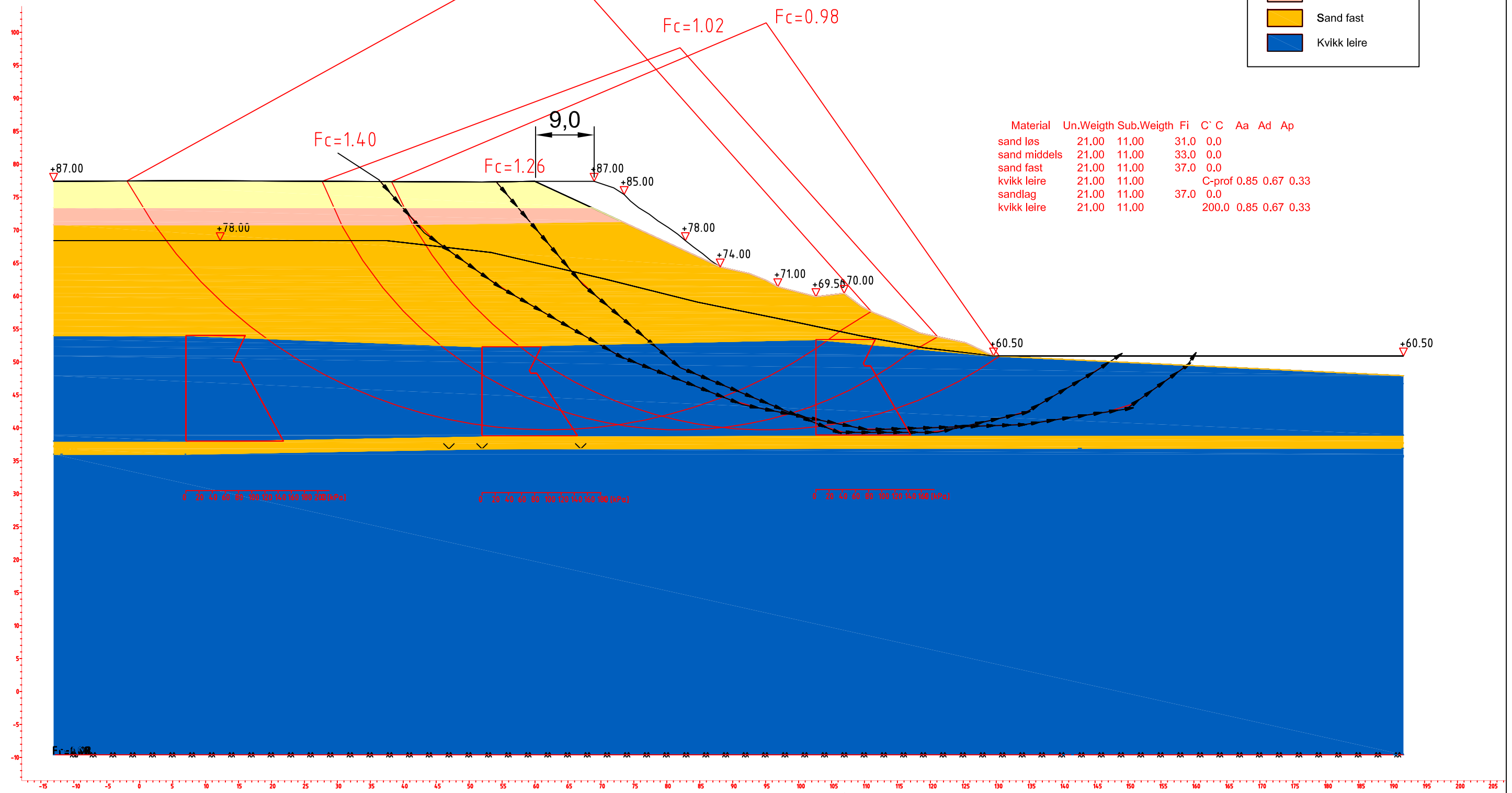
| | | | | |
|--|--|--------------------------|----------------------|--------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. |
| | Kongsberg Tomteselskap AS | 12.02.2014 | JAA | GS |
| | Kongsberg. Efteløt boligområde | Målestokk M = 1 : 600 | Originalformat A3 | |
| | Stabilitetsberegning profil B-B | Status | | |
|  www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07 | | Tegningsnummer | Rev. | |
| | | 110821-110 | | |

Avlastning i skråningstop

TEGNFORKLARING :

| | |
|---|-------------------|
|  | Sand løs |
|  | Sand middels fast |
|  | Sand fast |
|  | Kvikk leire |





| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C` C | Aa | Ad | Ap |
|--------------|-----------|------------|------|------|--------|------|-----------|
| sand løs | 21.00 | 11.00 | 31.0 | 0.0 | | | |
| sand middels | 21.00 | 11.00 | 33.0 | 0.0 | | | |
| sand fast | 21.00 | 11.00 | 37.0 | 0.0 | | | |
| kvikk leire | 21.00 | 11.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.67 0.33 |
| sandlag | 21.00 | 11.00 | 37.0 | 0.0 | | | |
| kvikk leire | 21.00 | 11.00 | | | 200.0 | 0.85 | 0.67 0.33 |



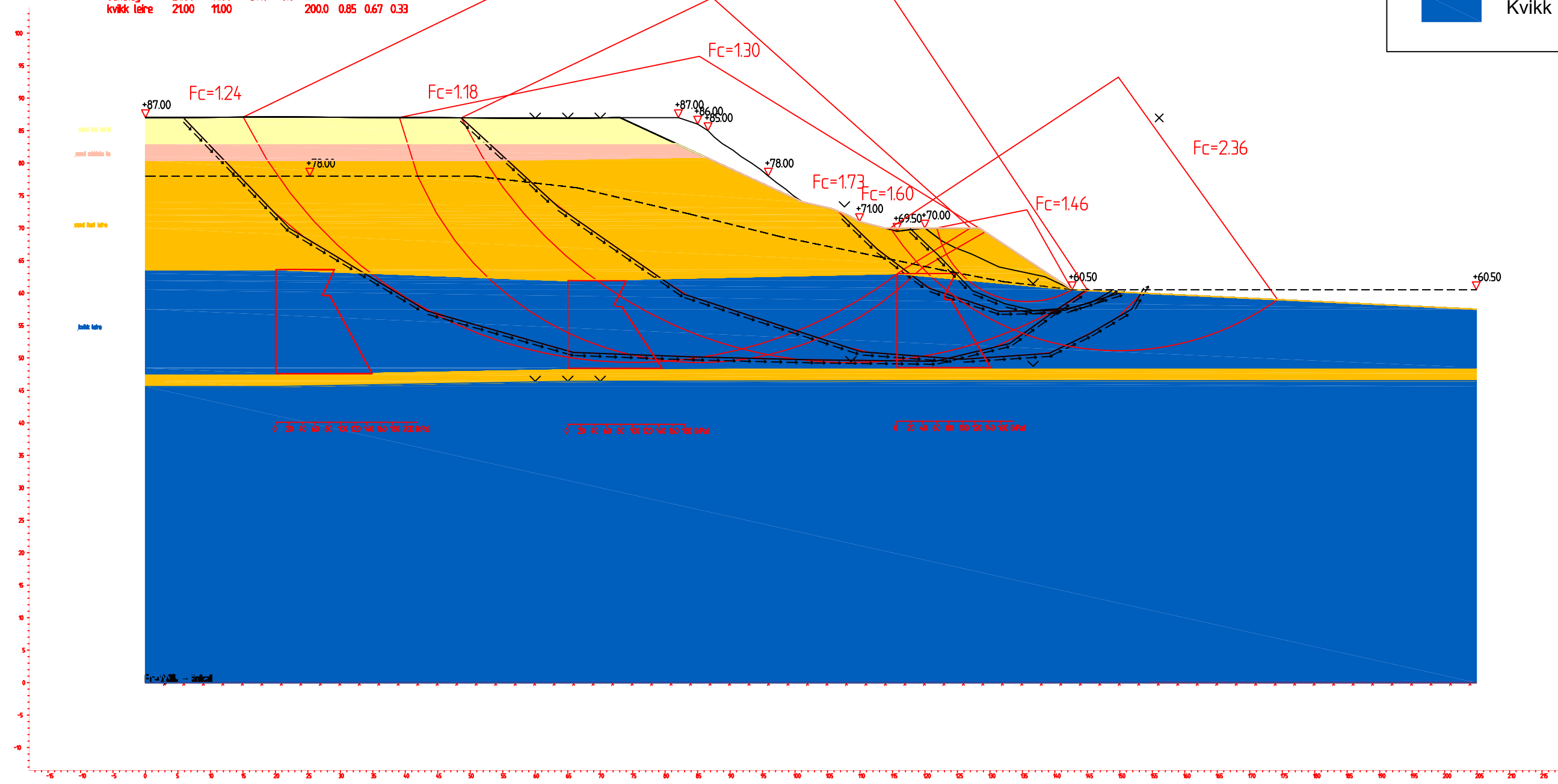
| | | | | |
|------|--|--------------------------|----------------------|--------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. |
| | Kongsberg Tomteselskap AS | 12.02.2014 | JAA | GS |
| | Kongsberg. Efteløt boligområde | Målestokk M = 1 : 600 | Originalformat A3 | |
| | Stabilitetsberegning profil B-B | Status | | |
| |  www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07 | Tegningsnummer | Rev. | |
| | | 110821-111 | | |

Avlastning i skråningstopp samt motfylling i bunn av skråning

TEGNFORKLARING :

| | |
|---|--------------|
|  | Sand løs |
|  | Sand middels |
|  | Sand fast |
|  | Kvikk leire |

| Material | Un.Weight | Sub.Weight | F _i | C | C | Aa | Ad | Ap |
|-----------------|-----------|------------|----------------|-----|--------|------|------|------|
| sand løs leire | 21.00 | 11.00 | 31.0 | 0.0 | | | | |
| sand middels | 1.00 | 11.00 | 33.0 | 0.0 | | | | |
| sand fast leire | 21.00 | 11.00 | 37.0 | 0.0 | | | | |
| kvikk leire | 21.00 | 11.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.67 | 0.33 |
| sandlag | 21.00 | 11.00 | 37.0 | 0.0 | | | | |
| kvikk leire | 21.00 | 11.00 | | | 200.0 | 0.85 | 0.67 | 0.33 |



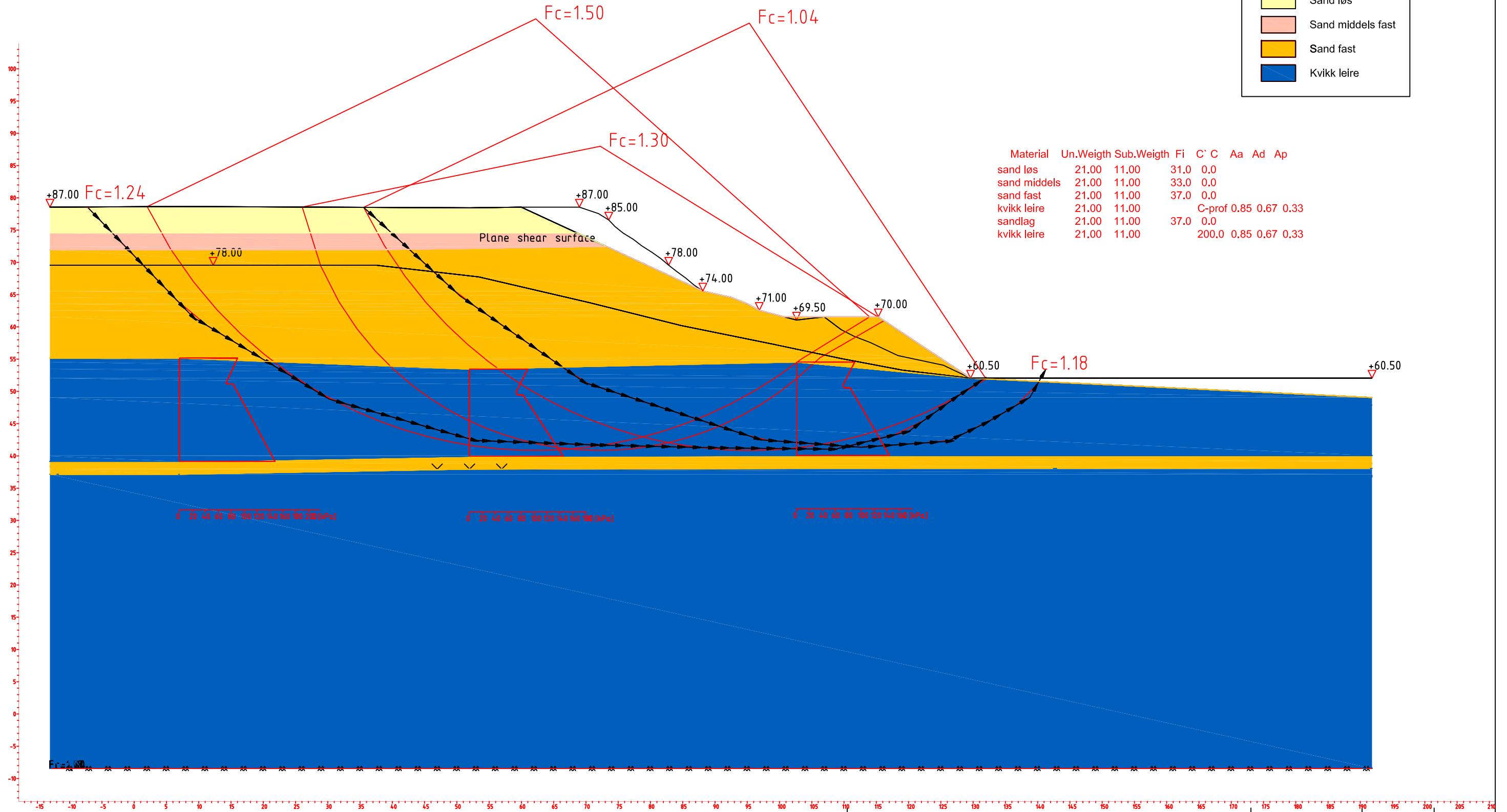
| | | | | |
|------|--|--------------------------|----------------------|--------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. |
| | Kongsberg Tomteselskabo AS Kongsberg. Efteløt boligområde | 14.05.2014 | JAA | GS |
| | | Målestokk M = 1 : 700 | Originalformat A3 | |
| | Stabilitetsberegning profil B-B | Status | | |
| |  www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07 | Tegningsnummer | | Rev. |
| | | 110821-112 | | |

Avlastning i skråningstop samt motfylling i bund av skråning

TEGNFORKLARING :

- Sand løs
- Sand middels fast
- Sand fast
- Kvikk leire

| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C | C | Aa | Ad | Ap |
|--------------|-----------|------------|------|-----|--------|------|------|------|
| sand løs | 21.00 | 11.00 | 31.0 | 0.0 | | | | |
| sand middels | 21.00 | 11.00 | 33.0 | 0.0 | | | | |
| sand fast | 21.00 | 11.00 | 37.0 | 0.0 | | | | |
| kvikk leire | 21.00 | 11.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.67 | 0.33 |
| sandlag | 21.00 | 11.00 | 37.0 | 0.0 | | | | |
| kvikk leire | 21.00 | 11.00 | | | 200.0 | 0.85 | 0.67 | 0.33 |

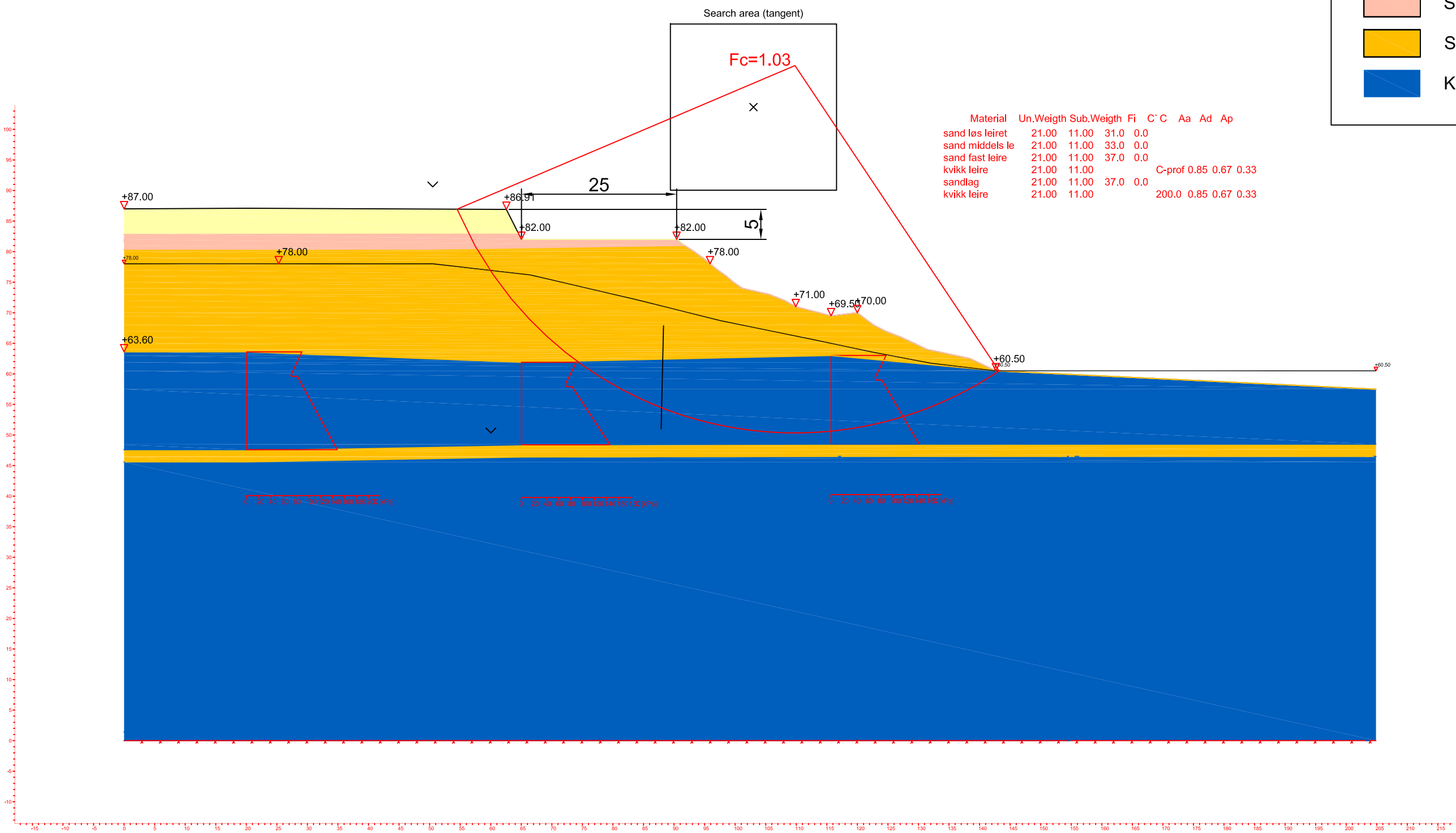


| | | | | |
|---|--|--------------------------|----------------------|--------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. |
| | Kongsberg Tomteselskap AS | 12.02.2014 | JAA | GS |
| | Kongsberg. Efteløt boligområde | Målestokk M = 1 : 600 | Originalformat A3 | |
| | Stabilitetsberegning profil B-B | Status | | |
|  | | Tegningsnummer | Rev. | |
| www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07 | | 110821-112 | | |

Forbedring av dagens situasjon med rundt 13%

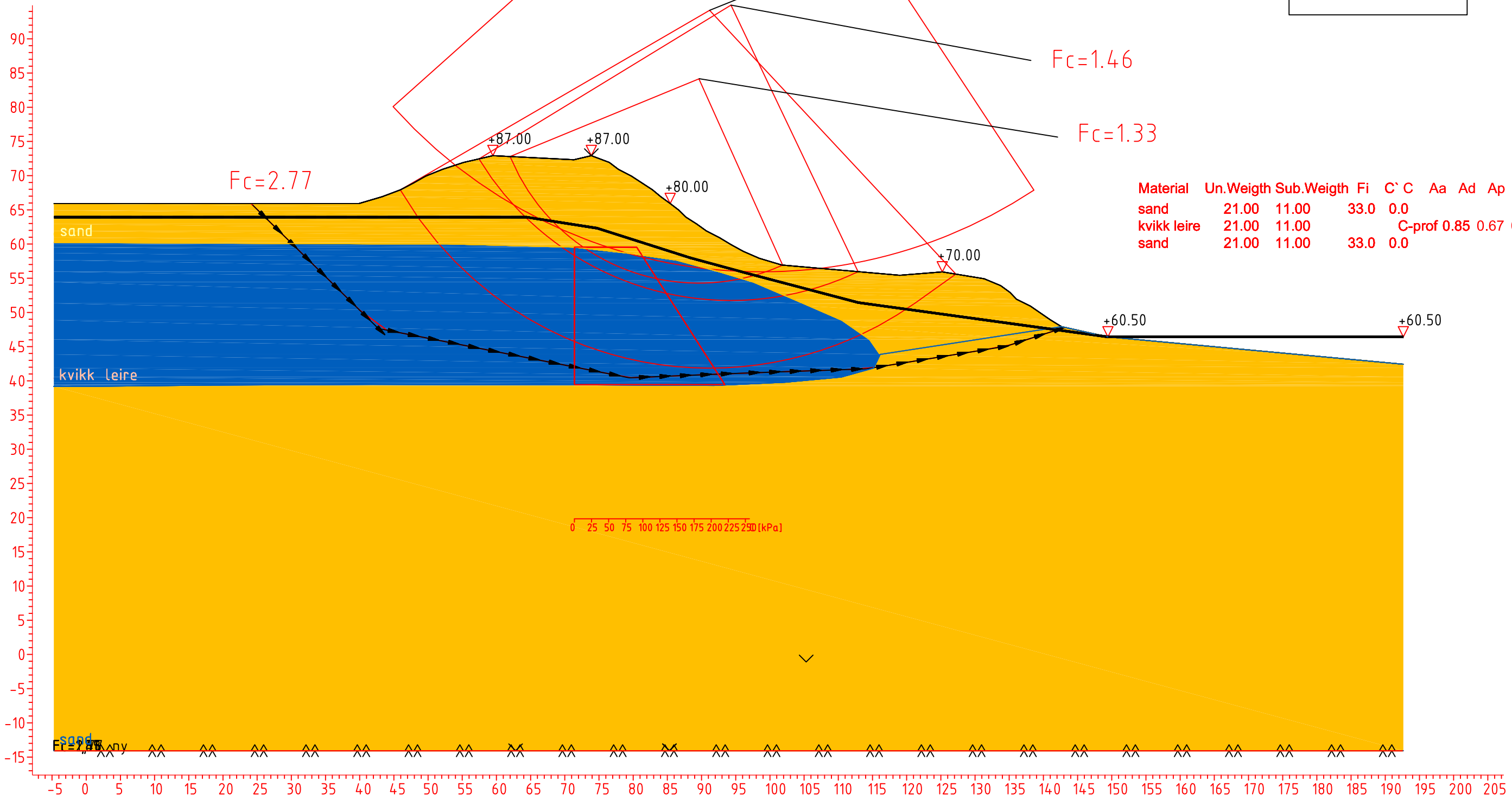
TEGNFORKLARING :

- Sand løs
- Sand middels
- Sand fast
- Kvikk leire



Stabilitetsberegning profil B-B - stabiliserende tiltak i topp skråning

| | | | | |
|------|--|--------------------------|----------------------|--------|
| | | | | |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. |
| | Kongsberg Tomteselskao AS Kongsberg. Efteløt boligområde | 29.04.2014 | JAA | GS |
| | | Målestokk M = 1 : 700 | Originalformat A3 | |
| | Stabilitetsberegning profil B-B | Status | | |
| | www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07 | Tegningsnummer | | Rev. |
| | | 110821-150 | | |



| | | | | |
|------|--|----------------|----------------|--------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. |
| | Kongsberg Tomteselskap AS | Dato | Tegn. | Kontr. |
| | Kongsberg. Efteløt boligområde | 12.02.2014 | JAA | GS |
| | Stabilitetsberegning profil A-A | Målestokk | Originalformat | |
| | | M = 1 : 600 | A3 | |
| | | Status | | |
| | | Tegningsnummer | Rev. | |
| | | 110821-113 | | |

GRUNNTEKNIKK AS
 www.grunnteknikk.no
 Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15
 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07