

Prosjekt: Drammen. Buskerudveien 210
Oppdrag: Områdestabilitet
Beregning: Stabilitetsberegning, Vinnesebeken

Dato: 25.05.2022
Dokumentnr: 114177tb3 rev. A
Utarbeidet av: Jon Adersen Gulbrandsen
Kontrollert av: Geir Solheim

Områdestabilitet Stabilitetsberegning, Vinnesebeken

Sammendrag:

Det planlegges utbygging i Buskerudveien 210, Gnr./Bnr. 117/501 og 117/168 i Drammen kommune.

GrunnTeknikk AS har tidligere utført grunnundersøkelser på tomtene for Trysilhus AS beskrevet i geoteknisk datarapport [1], samt grunnundersøkelser mot Drammenselva nedenfor prosjektet på Buskerudveien 210 beskrevet i geoteknisk datarapport [2].

I forbindelse med utredning av områdestabiliteten for prosjektet på Buskerudveien 210 er det nå utført supplerende grunnundersøkelser langs Vinnesebeken vest for planområdet og oppstrøms Drammenselva, beskrevet i geoteknisk datarapport [3].

Foreliggende beregningshefte inneholder resultater fra stabilitetsberegninger utført for de østre bekkeskråningene langs Vinnesebeken. Beregningene er utført med hensikt å dokumentere områdestabiliteten for planområdet på Buskerudveien 210. Dette med tanke på sideveis skredutbredelse fra et områdeskred i langs Vinnesebeken og videre oppstrøms Drammenselva innenfor kvikkleiresonen.

Utførte stabilitetsberegninger viser meget lav sikkerhet og behov for utførelse av sikringstiltak for å ivareta stabiliteten i de mest kritiske skråningene langs Vinnesebeken. Det er prosjektert avlastning av øvre del av bekkeskråningene, som gir tilfredsstillende sikkerhet.

Beregningsheftet er revidert (rev. A) med kontrollberegning, der det er anvendt redusert styrkeprofil iht. anbefaling av NGI i kontrollrapport /11/. Endringene er vist med kursiv.

Nærmere gjennomgang fremgår av beregningsheftet.

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	4
2	Grunnforhold.....	4
3	Beregningsforutsetninger.....	4
3.1	Krav til sikkerhet.....	4
3.2	Kritiske profiler.....	6
3.3	Effektivspenningsparametere og romvekt.....	7
3.4	Poretrykk.....	7
3.5	Overkonsolideringsforhold.....	8
3.6	Udrenert skjærstyrke.....	9
3.6.1	Anisotropifaktorer.....	13
4	Beregningsresultater.....	14
4.1	Dagens situasjon.....	14
4.2	Tiltak - prosjektert avlastning.....	19

TEGNINGER

Tegn nr.	Tittel	Målestokk
112	Borplan med beregningsprofiler	1:1000

VEDLEGG

1	Tolkning CPTU sondering borpunkt 102
2	Stabilitetsberegninger utført i GeoSuite Stability

REFERANSER

- [1] GrunnTeknikk AS. Geoteknisk datarapport 114784r rev. A, datert 28.08.2020.
- [2] GrunnTeknikk AS. Geoteknisk datarapport 115426r1, datert 26.04.2021.
- [3] GrunnTeknikk AS. Geoteknisk datarapport 116155r1, datert 23.02.2022.
- [4] Multiconsult AS. Geoteknisk datarapport 10210822-RIG-RAP-001 rev. 01, datert 31.03.2020.
- [5] Multiconsult AS. Geoteknisk notat parametertolkning 10210822-RIG-NOT-001 rev. 02, datert 27.05.2020.
- [6] Multiconsult AS. Geoteknisk notat områdestabilitet 10210822-RIG-NOT-002 rev. 02, datert 31.03.2020.
- [7] NVE veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», utgitt desember 2020.
- [8] NIFS rapport nr. 14/2014 «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer».
- [9] GrunnTeknikk AS. Teknisk beregningshefte 114777tb2 rev. A, datert 27.09.2021.
- [10] GrunnTeknikk AS. Befaringsnotat 114177n3, datert 10.22.2021.
- [11] *NGI. Geoteknisk rapport «Buskerudveien 210 – kvalitetssikring iht. NVE 1/2019», rev. 1 datert 06.05.2022.*

1 Innledning

Det planlegges utbygging i Buskerudveien 210, Gnr./Bnr. 117/501 og 117/168 i Drammen kommune.

GrunnTeknikk AS har tidligere utført grunnundersøkelser på tomtene for Trysilhus AS beskrevet i geoteknisk datarapport [1], samt grunnundersøkelser mot Drammenselva nedenfor prosjektet på Buskerudveien 210 beskrevet i geoteknisk datarapport [2].

I forbindelse med utredning av områdestabiliteten for prosjektet på Buskerudveien 210, er det nå utført supplerende grunnundersøkelser langs Vinnesebikken vest for planområdet og oppstrøms Drammenselva, beskrevet i geoteknisk datarapport [3].

Foreliggende beregningshefte inneholder resultater fra stabilitetsberegninger utført for de østre bekkeskråningene langs Vinnesebikken. Beregningene er utført med hensikt å dokumentere områdestabiliteten for planområdet på Buskerudveien 210. Dette med tanke på evt. sideveis skredutbredelse fra et områdeskred langs Vinnesebikken og videre oppstrøms Drammenselva innenfor kvikkleiresonen.

Beregningsheftet er revidert (rev. A) med kontrollberegning, der det er anvendt redusert styrkeprofil iht. anbefaling av NGI i kontrollrapport /11/. Endringene er vist med kursiv.

2 Grunnforhold

De utførte grunnundersøkelsene langs Vinnesebikken viser under et topplag på ca. 2 m dybde, antatt bløt til middels fast kvikkleire ned til stopp i løsmasser på ca. 20 m dybde.

Grunnundersøkelser utført ned mot Drammenselva ved prosjektområdet nedstrøms er oppsummert i [2]. Opptatte prøver ned mot Drammenselva viser et 3 - 5 m tykt topplag av fyllmasser/sand/tørreskorpeleire, samt fast avtagende til middels fast/bløt leire/siltig leire. Videre i dybden viser samtlige prøver bløt kvikkleire/siltig kvikkleire. Totalsonderingene er ført til stopp mot fast grunn/ant. fjell eller er avsluttet i løsmasser på dybder varierende fra 20,4 - 31,9 m under terreng.

Grunnundersøkelser utført ifm. med prosjektering av ny gangbro over Fv. 283 (oppstrøms Vinnesebikken) er oppsummert i [4]. Undersøkelsene viser et tørreskorpe-/fyllmasselag med mektighet på 1 - 4 m i toppen. Deretter er det siltig leire som for det meste er kvikk, ned til et tynt morenelag over berg. Det er registrert antatt berg på mellom 18 - 31,5 m dybde.

3 Beregningsforutsetninger

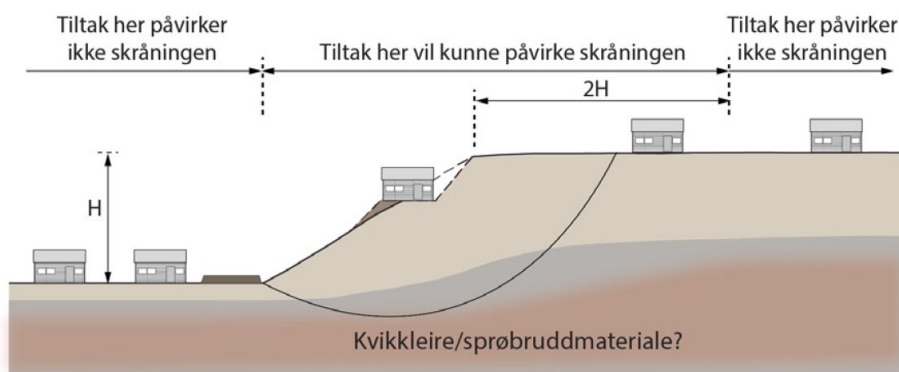
3.1 Krav til sikkerhet

Da det er registrert sprøbruddmaterialer/kvikkleire i grunnen, er krav til sikkerhet bestemt iht. NVE veileder 1/2019 [7].

Tiltaket er plassert under tiltakskategori K4 iht. NVE veileder 1/2019. Dette medfører følgende krav til sikkerhetsfaktor:

- A. Tiltak som forverrer stabiliteten ift. dagens situasjon: $F=1,6$ for totalspenningsanalyser eller $F=1,25$ for effektivspenningsanalyser.
- B. For skråninger innenfor influensområdet for aktuelle skråninger gjelder:
- Tiltak som ikke forverrer stabiliteten ift. dagens situasjon: $F=1,4$ for totalspenningsanalyser eller $F=1,25$ for effektivspenningsanalyser. Hvis krav til absolutt sikkerhetsfaktor ikke kan oppfylles åpnes det for bruk av prosentvis forbedring iht. veilederen.
- C. For skråninger som ligger utenfor influensområdet for aktuelle skråninger gjelder:
- $F=1,2$ for totalspenningsanalyser og $F=1,25$ for effektivspenningsanalyser. Hvis krav til absolutt sikkerhetsfaktor ikke kan oppfylles, åpnes det for bruk av prosentvis forbedring iht. veilederen.

Influensområdet er definert som 2 ganger skråningshøyden av aktuell skråning, som vist på figur 3.

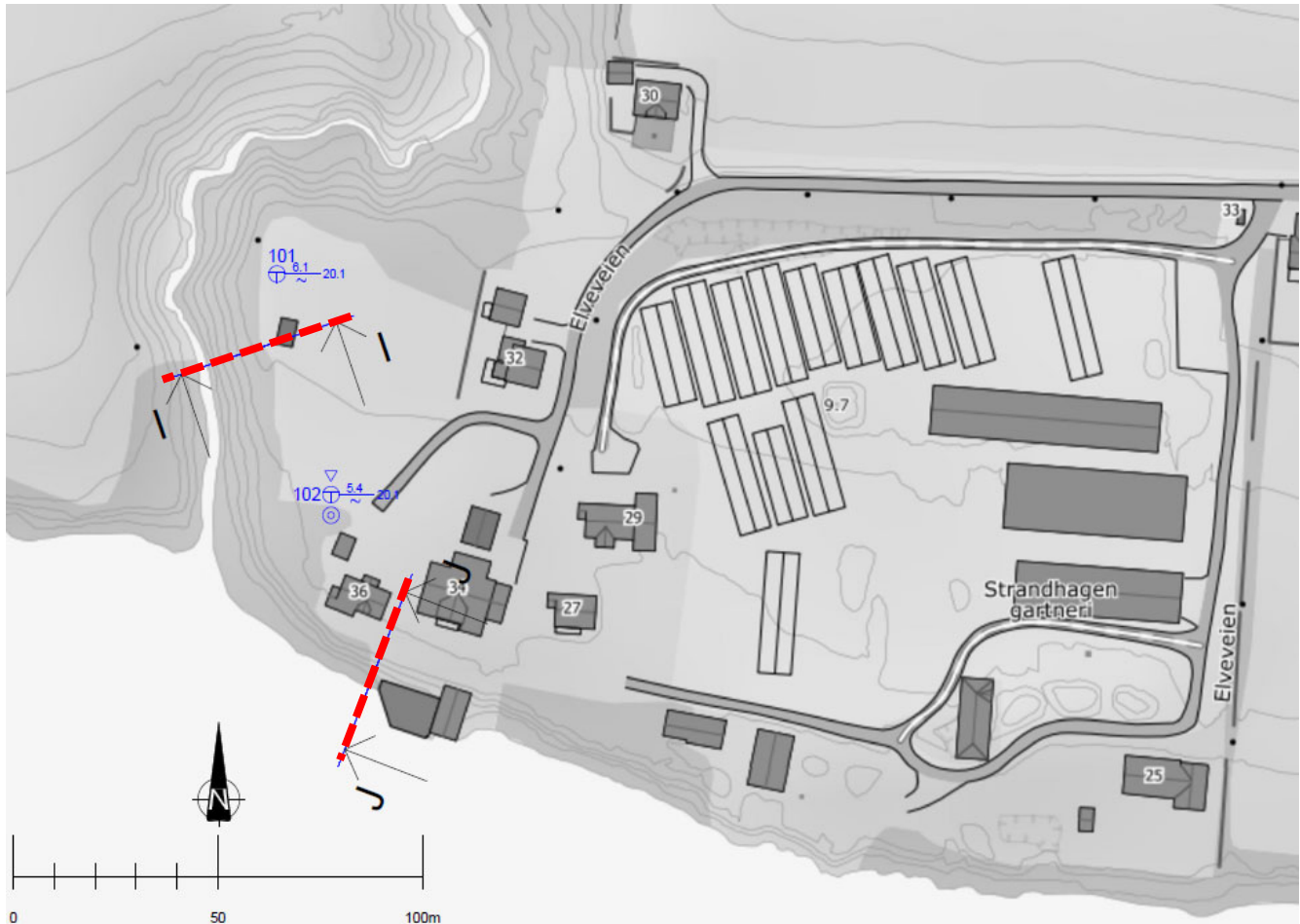


Figur 1. Definisjon av influensområde, utsnitt av figur fra NVE veileder 1/2019.

Planområdet på Buskerudveien 210 er plassert flere hundre meter nedstrøms Drammenselva. Krav fra punkt C ovenfor gjelder derfor (utenfor influensområdet). Dersom $F=1,2$ for totalspenningsanalyse eller $F=1,25$ ikke kan oppfylles, kan det utføres tiltak som medfører prosentvis forbedring iht. figur 3.3 i NVE veileder 1/2019. Kurven «forbedring» anvendes, da faresonen er klassifisert i faregradsklasse «middels».

3.2 Kritiske profiler

Det er utført stabilitetsberegninger i to utvalgte kritiske profiler: Profil I-I og J-J. Plassering av beregningsprofilene er markert med røde stiplede linjer på figur 2 nedenfor.



Figur 2. Borplan med plassering av beregningsprofiler.

Profil I-I er representativt for partiet med de mest kritiske skråningene langs Vinnesbekken og J-J representativt for skråningene ned mot Drammenselva.

Profil J-J er ikke trukket ut i elva og har til formål å dokumentere stabiliteten av den lokale skråningen i elvekanten. I forhold til glidesirkler som går lenger ut i Drammenselva vurderes profil A-A og B-B nedenfor planområdet på Buskerudveien 210 å være kritiske sammenlignet med området ved profil J-J. Dette basert på utførte dybdemålinger i området ved Langesøya, topografien på land, samt registrerte styrker i de to områdene.

Skråningene lenger oppstrøms Vinnesbekken ligger generelt noe slakere, og vurderes som mindre kritiske enn profil I-I. Det vurderes videre at et evt. områdeskred lenger oppstrøms Vinnesbekken ikke vil kunne spre seg til nedre del av Vinnesbekken, videre langs Drammenselva og påvirke planområdet på Buskerudveien 210.

Terrengoverflaten er bestemt ut fra digitalt kart på <https://hoydedata.no/LaserlInnsyn/>.

Med utgangspunkt i utført befaring er bekkedunnen i profil I-I senket ca. 0,5 m.

3.3 Effektivspenningsparametere og romvekt

Følgende beregningsparametere er lagt til grunn for de ulike lagene:

	Karakteristisk friksjonsvinkel, φ_k [°]	Attraksjon, a [kPa]	Effektiv kohesjon, c' [kPa]	Romvekt [kN/m ³]	Neddykket romvekt [kN/m ³]
Tørrskorpe	30	0	0	18	8
Leire/kvikkleire	27	5	2,5	18	8

Tabell 1. Tolkede effektivspenningsparametere.

Parameterne er basert på utførte grunnundersøkelser og laboratorieforsøk, samt erfaringsparametere.

Tolkning av effektivspenningsparametere for leire-/kvikkleirelaget er valgt i samsvar med parameterrapport [5], der friksjonsvinkel er tolket ut fra utførte treaksialforsøk med støtte fra utførte CPTU sonderinger. Tolkning av friksjonsvinkel ut fra CPTU sonderingen i borpunkt 102 viser friksjonsvinkel mellom 27 – 33 grader forutsatt attraksjon på 5 kPa.

3.4 Poretrykk

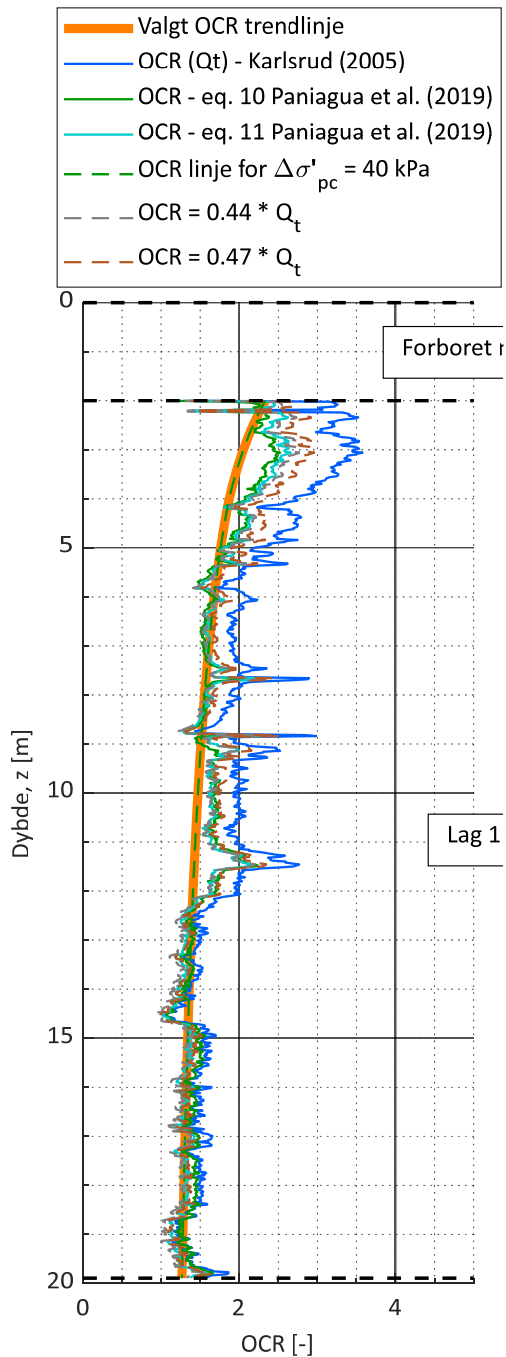
Basert på installerte elektriske piezometere lenger oppstrøms er det lagt til grunn følgende poretrykkprofil ved tolkning av CPTU sondering i borpunkt 102 og bestemmelse designprofil for udrenert skjærstyrke:

- 4 m dybde (basert på BP 7 [4]): Poretrykk på 26,5 kPa (tilsvarende GVS 1,35 m under terreng)
- 10 m dybde (basert på BP 7 [4]): Poretrykk på 95 kPa (tilsvarende GVS 0,5 m under terreng)
- 22 m dybde (basert på BP 9 [4]): Poretrykk på 232 kPa (tilsvarende artesisk GVS 1,2 m over terreng)

Dette gir bra samsvar med poretrykk målt i elektriske piezometere nedstrøms Drammenelva i området nedenfor Buskerudveien 210, der det også er registrert tilsvarende artesisk trykk i dybden.

3.5 Overkonsolideringsforhold

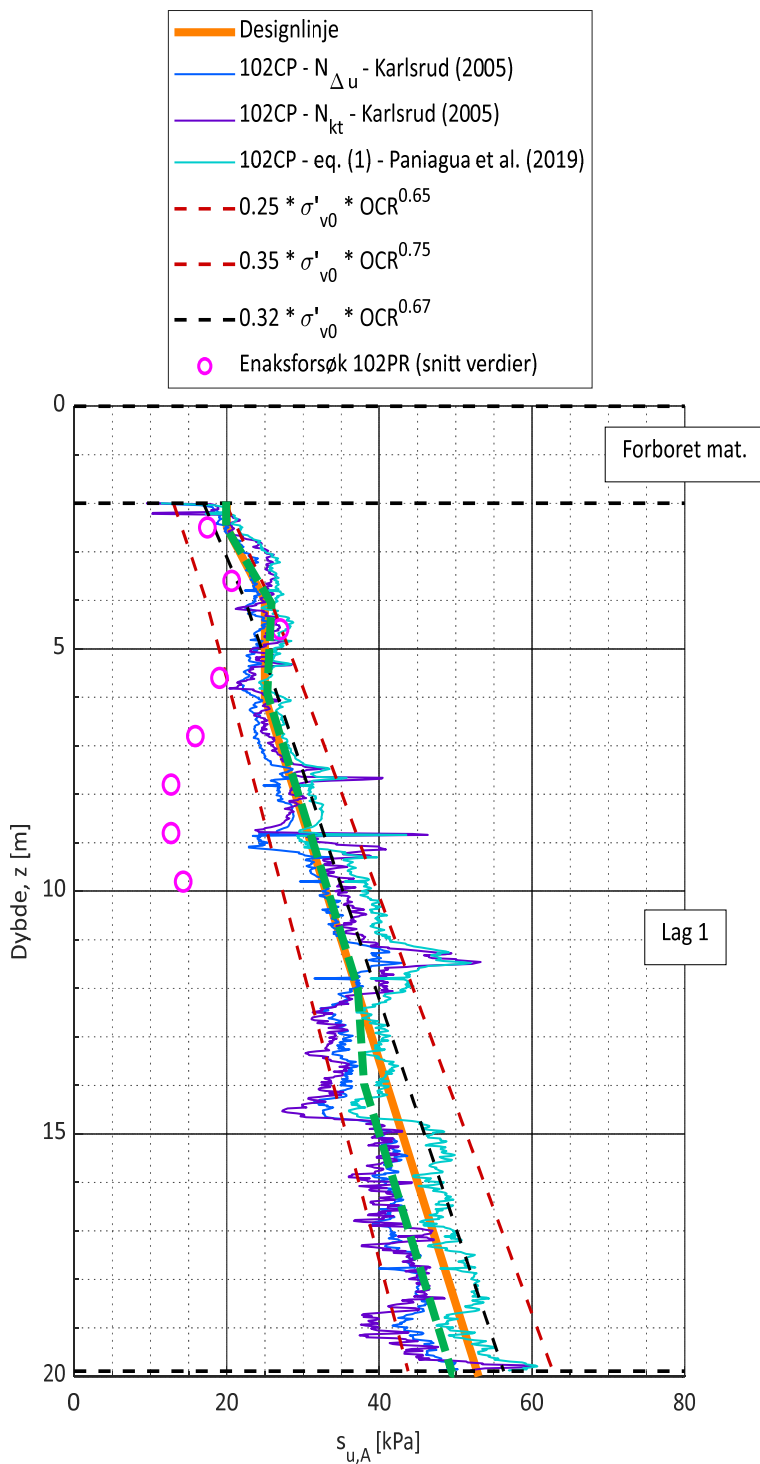
Overkonsolidering er bestemt ut fra tolkning av CPTU sondering i borpunkt 102. Figur 3 nedenfor viser tolket OCR linje med tykk oransje linje. Vår tolkning viser svakt overkonsoliderte masser tilsvarende hva som ble registrert nedstrøms i elvekanten nedenfor planområdet ved Buskerudveien 210 [9].



Figur 3. Tolket overkonsolidering fra CPTU i borpunkt 102.

3.6 Udrenert skjærstyrke

Tolket designprofil for aktiv udrenert skjærstyrke i borpunkt 102 er vist på figur 4 nedenfor. CPTU sonderingen er vektlagt i tolkningen (antatt noe forstyrrede prøver for enaksforsøk). Dette profilet anvendes for topp skråning på kote +5/+6 i begge beregningsprofiler. *Redusert styrkeprofil anbefalt av NGI i /11/ er videre vist med grønn stiplet linje på figuren.*

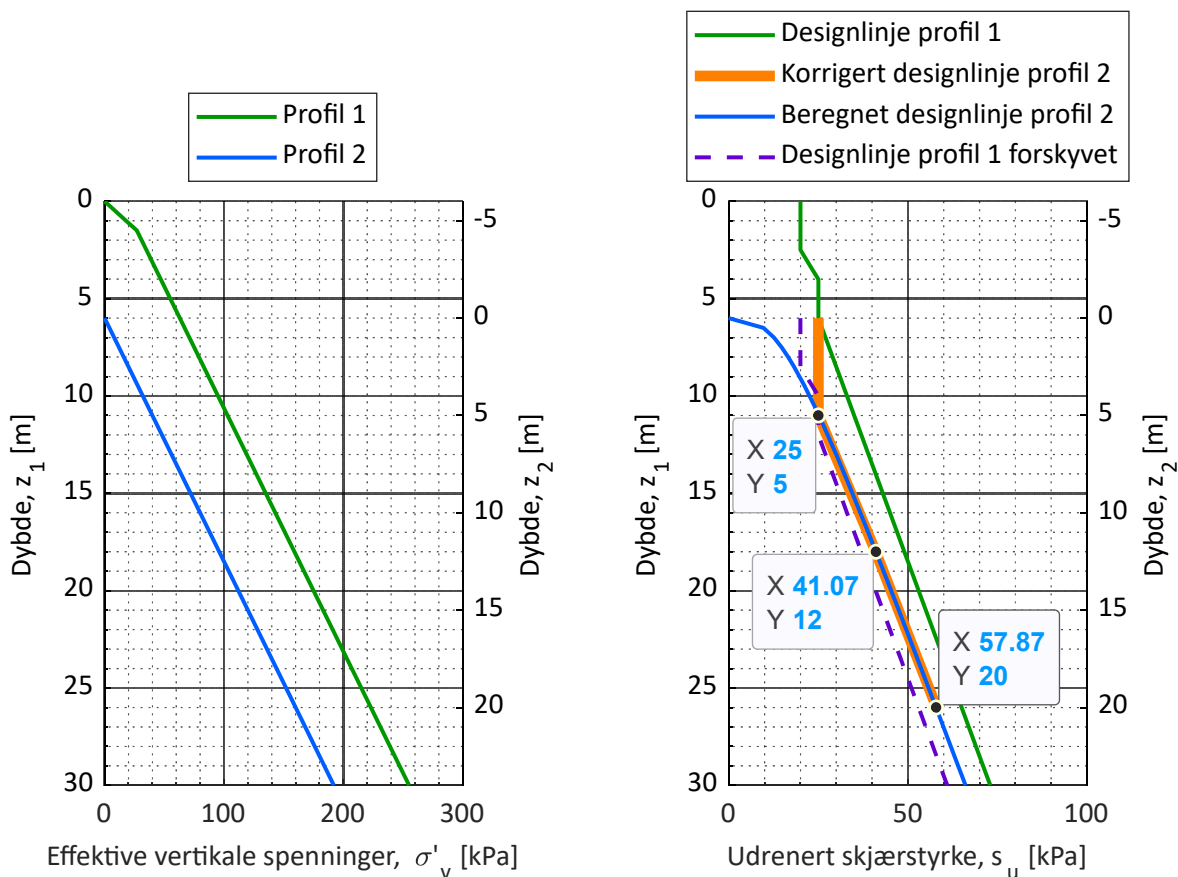


Figur 4. Designprofil topp skråning basert på borpunkt 102, aktiv udrenert skjærstyrke.

Designprofil bekkebunn profil I-I/fot skråning profil J-J er bestemt etter SHANSEP prinsippet med utgangspunkt i designprofil topp skråning (figur 4). Det er forutsatt at tidligere terrengnivå her har vært tilsvarende som ved elvekanten og regnet avlasting på 6 m.

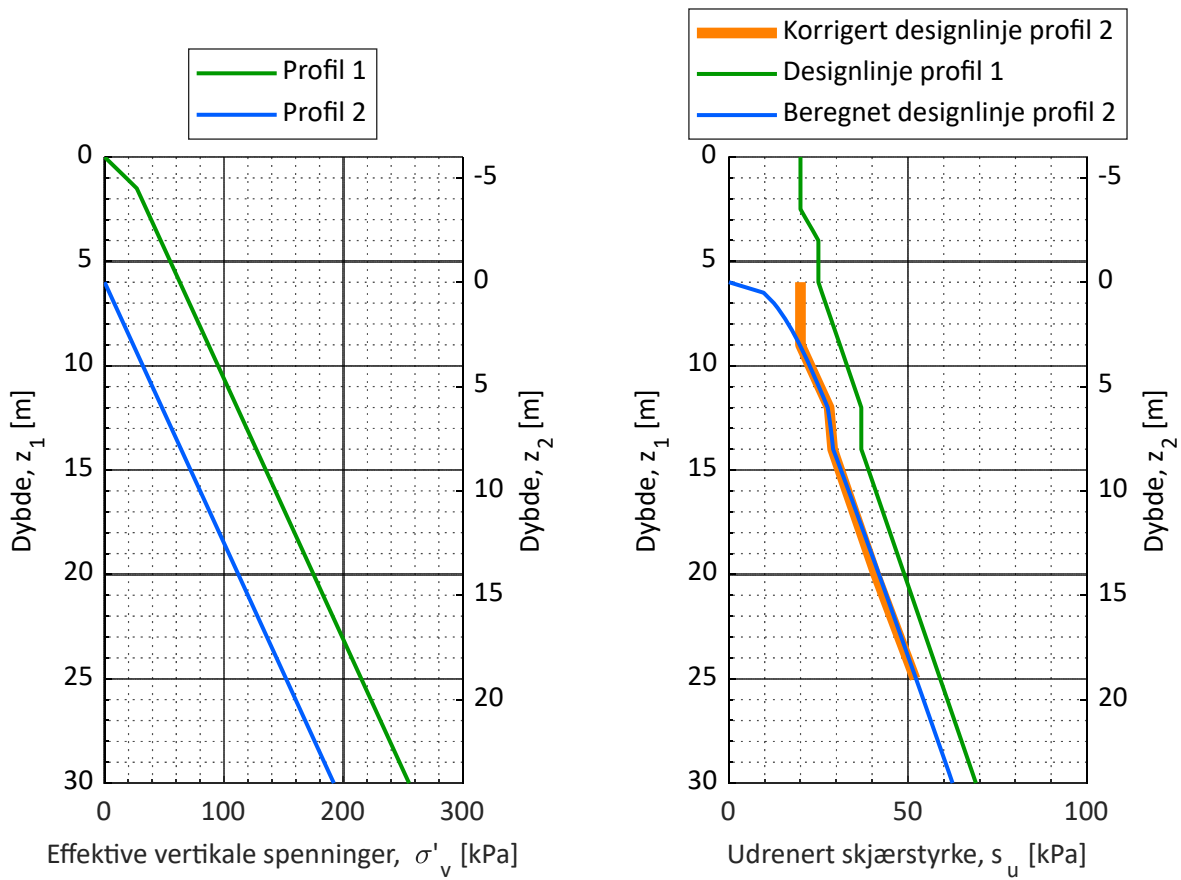
Beregningsmetode for omregning fra profil 1 (topp skråning) til profil 2 (bekkebunn/fot skråning) er eksempelvis beskrevet i avsnitt 5.3.2 i NVE veileder 1/2019.

Figur 5 viser beregnet designprofil ved profil 2 i bekkebunn/fot skråning med tykk oransje linje. Bemerk at z_1 er dybde målt fra elvekanten på kote +5/+6, mens z_2 er dybde målt fra bekkebunnen/fot skråning på kote på kote 0/-1.



Figur 5. Designprofil bekkebunn profil I-I/fot skråning profil J-J, aktiv udrenert skjærstyrke.

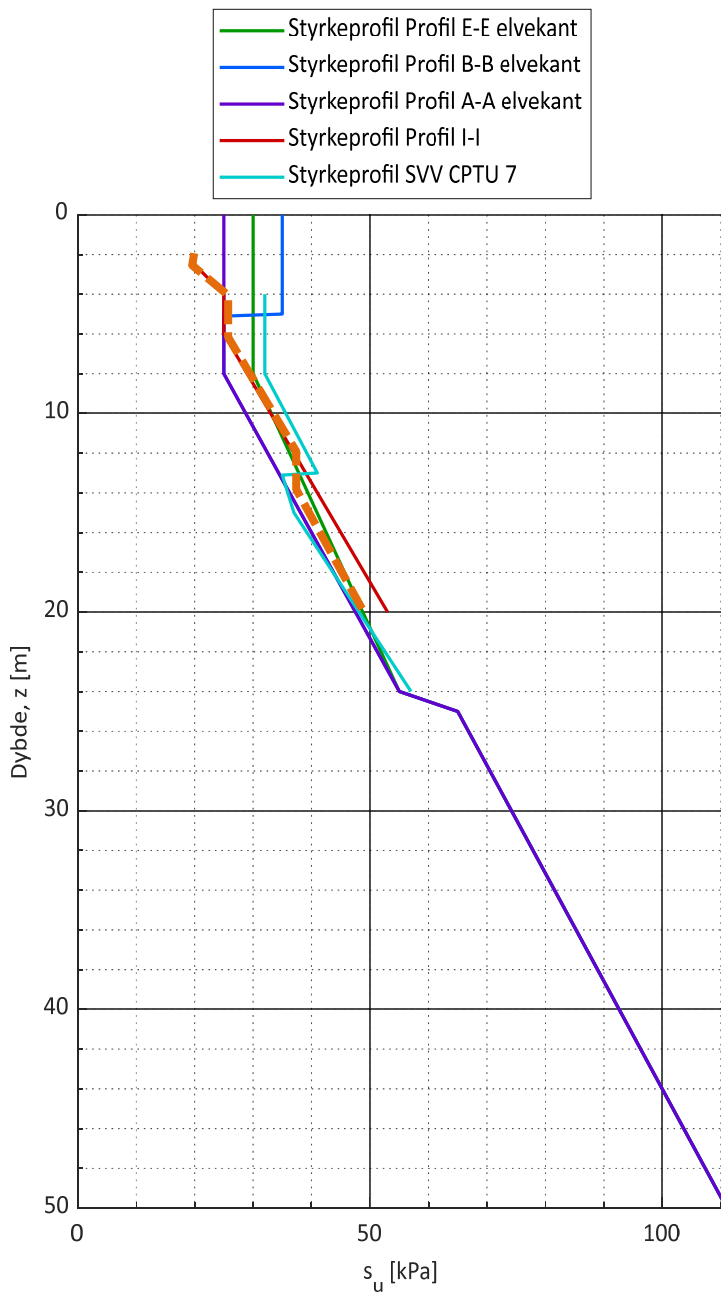
Figur 6 viser tilsvarende designprofil med utgangspunkt i redusert designprofil anbefalt av NGI.



Figur 6. Redusert designprofil bekkebunn profil I-I/fot skrånning profil J-J, aktiv udrenert skjærstyrke.

Figur 7 nedenfor viser en sammenstilling av designprofiler for aktiv udrenert skjærstyrke fra hhv. Multiconsult sine beregninger oppstrøms Vinnesebikken [5], våre beregninger nedstrøms Drammenselva ved Buskerudveien 210 [9], samt bestemt designprofil fra figur 4. Som det fremgår på figuren ligger valgt designprofil for profil I-I og J-J litt høyere enn profil A-A t.o.m. E-E ved Buskerudveien 210, samt litt lavere enn Multiconsult sitt beregningsprofil lenger oppstrøms (ned til 13 m dybde, representativt for aktuelle glidesirkler).

Generelt viser de ulike designprofilene god overenstemmelse.



Figur 7. Sammenstilling av designprofiler i området.

3.6.1 Anisotropifaktorer

Følgende anisotropifaktorer legges til grunn iht. [8] (for IP<10):

- Aktiv sone: $s_{uA}/s_{uA} = 1,0$
- Direkte sone: $s_{uD}/s_{uA} = 0,63$
- Passiv sone: $s_{uP}/s_{uA} = 0,35$

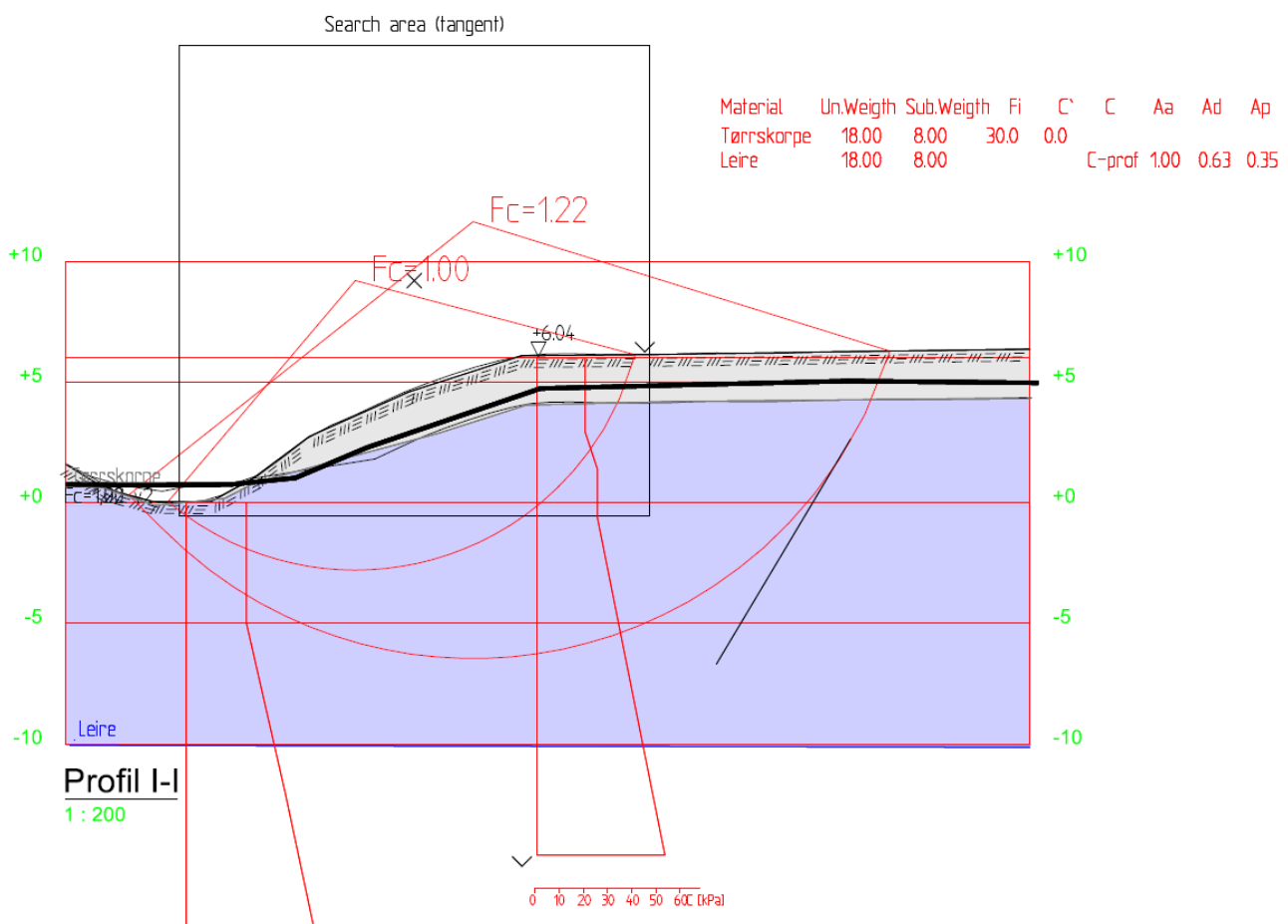
4 Beregningsresultater

Det er utført stabilitetsberegninger etter grenselikevektsmetoden ved anvendelse av beregningsprogrammet GeoSuite Stability versjon 22.0.2.0. Det er utført totalspenningsanalyser for udrenert korttidstilstand, samt effektivspenningsanalyse for drenert langtidstilstand.

Resulterende kritiske glidesirklener fra utførte beregninger er vist i vedlegg 1, samt på figurene nedenfor.

4.1 Dagens situasjon

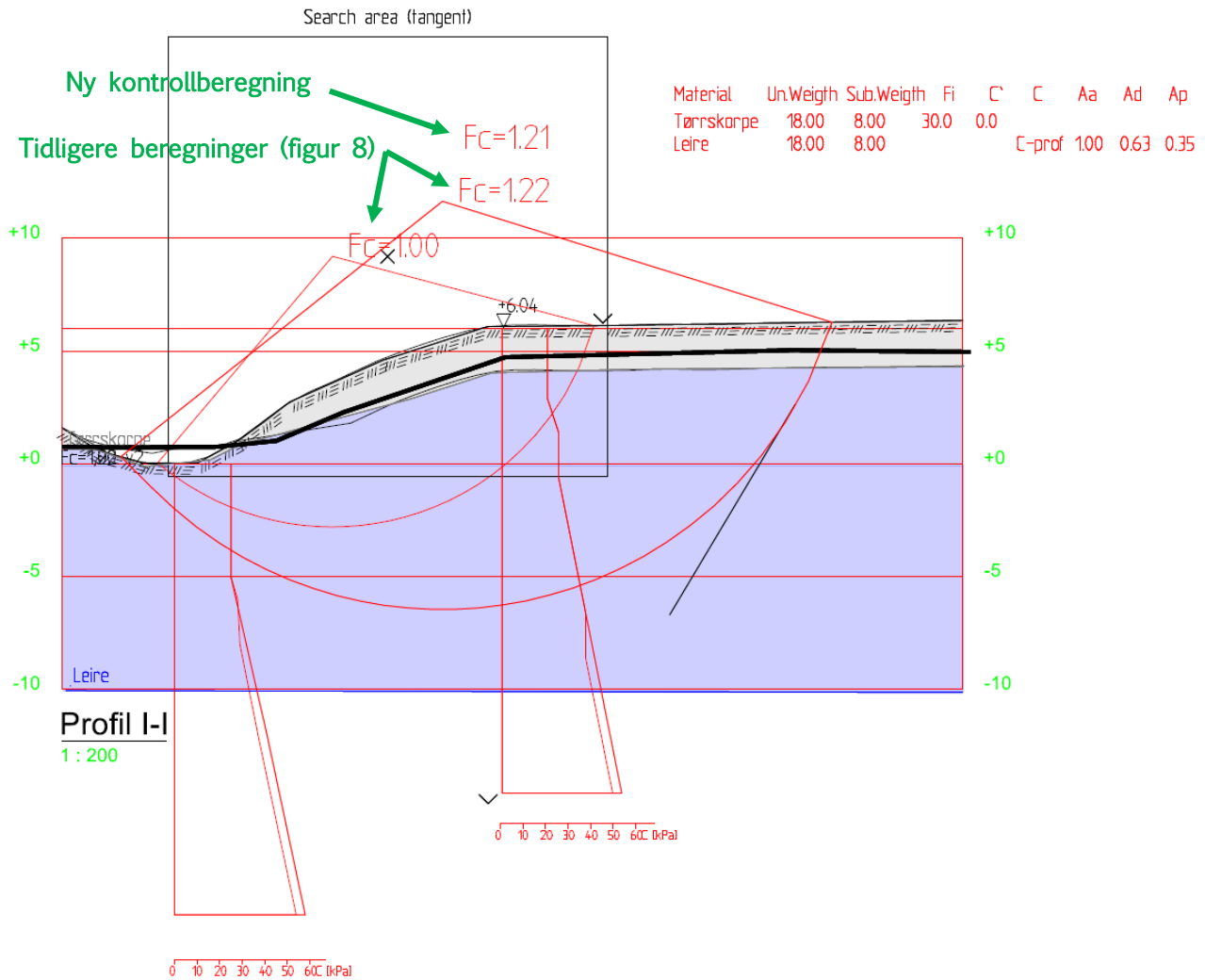
Figur 8 viser glidesirklener for totalspenningsanalyse i profil I-I.



Figur 8. Beregning 2021_114177_I-I_5.

Beregningen viser meget lav beregningsmessig sikkerhet på $F=1,0$ for kritisk glidesirkel. Dette uten terrenglast på topp skråning.

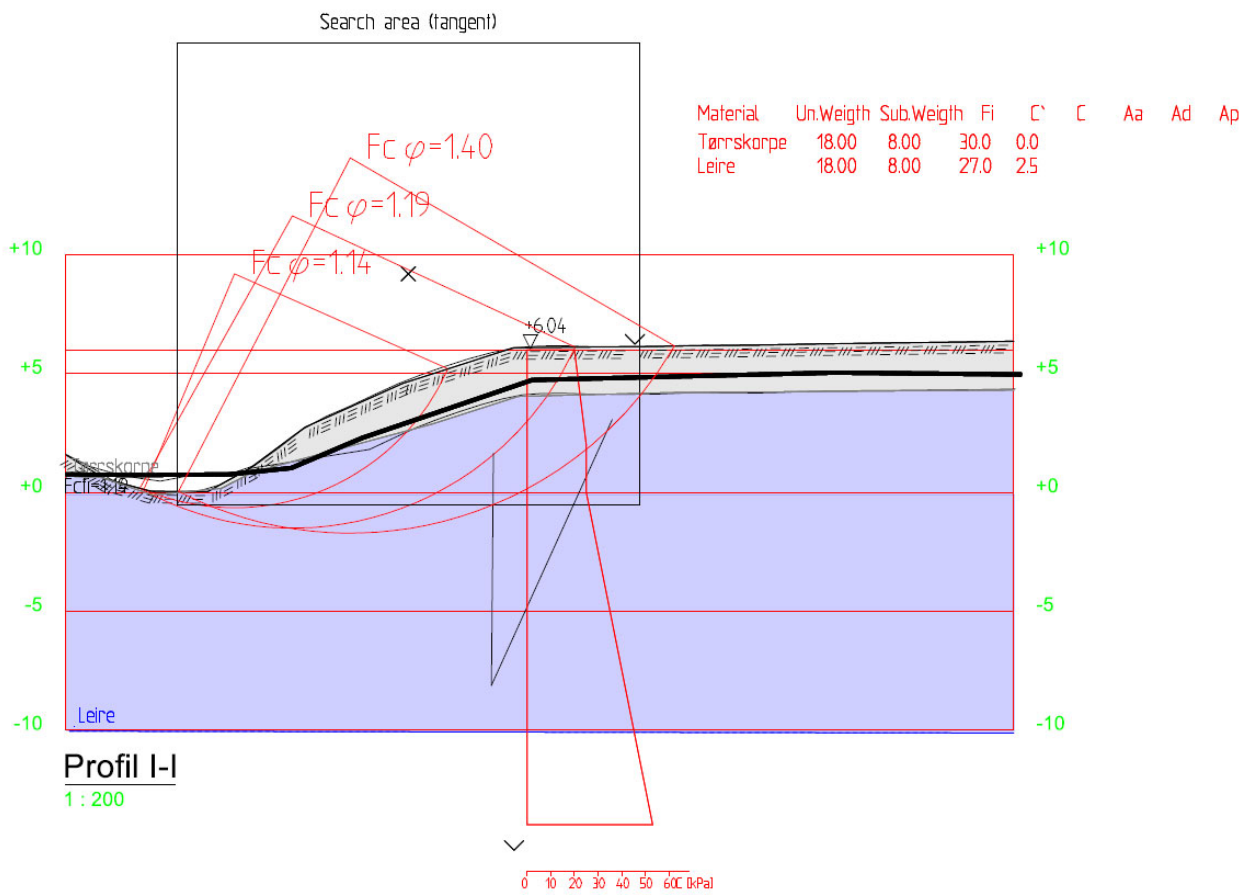
Figur 9 viser glidesirkler for totalspenningsanalyse i profil I-I med konservativ styrkeprofil anbefalt av NGL.



Figur 9. Beregning 2021_114177_I-I_5_rev1.

Beregningen viser tilnærmet ingen endring ift. tidligere utført beregning. Det samme gjelder for profil J-J.

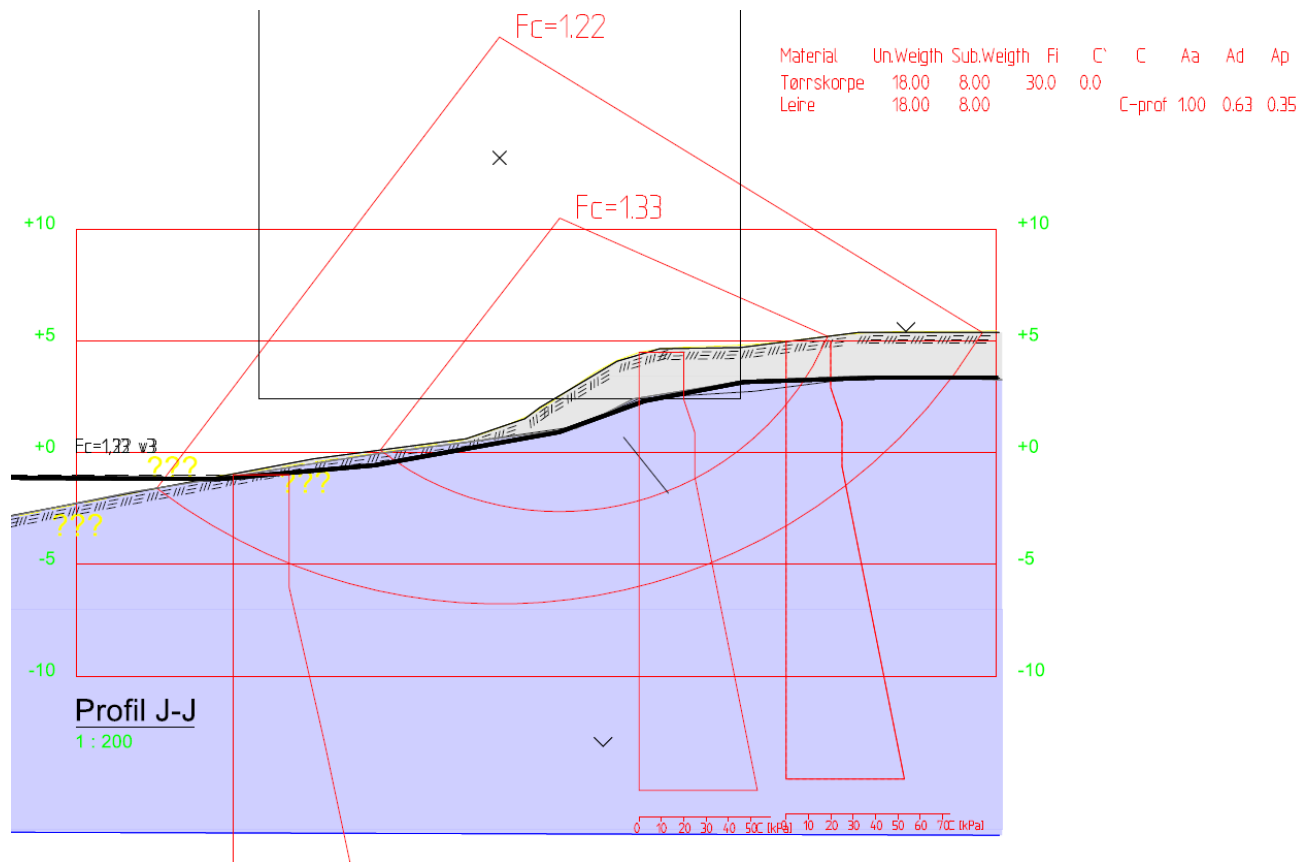
Figur 10 viser glidesirkler for effektivspenningsanalyse i profil I-I.



Figur 10. Beregning 2021_114177_I-I_5B.

Beregningen viser lav beregningsmessig sikkerhet på $F=1,14$ for kritisk glidesirkel.

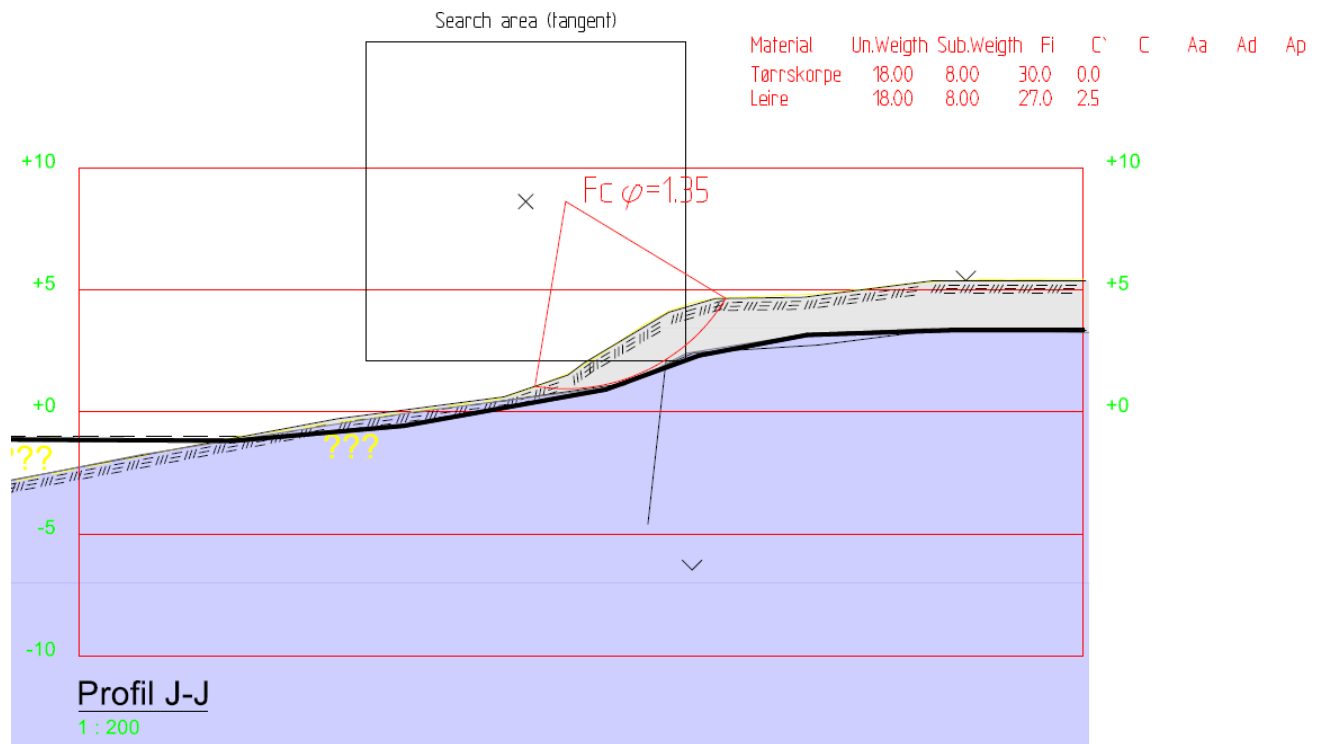
Figur 11 viser glidesirkler for totalspenningsanalyse i profil J-J.



Figur 11. Beregning 2021_114177_J-J_1.

Beregningen viser tilfredsstillende sikkerhet på $F > 1,2$ for samtlige glidesirkler.

Figur 12 viser glidesirkler for effektivspenningsanalyse i profil J-J.



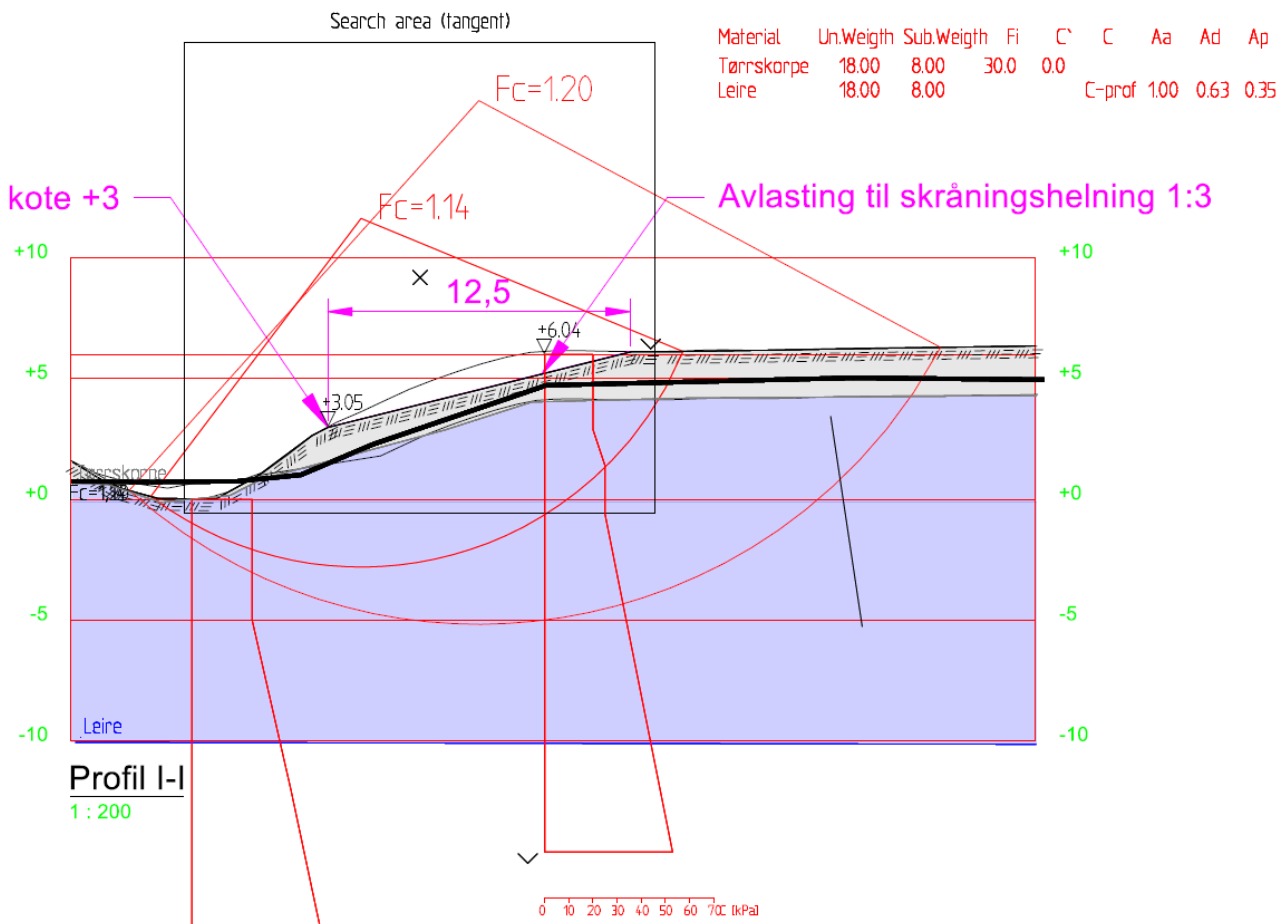
Figur 12. Beregning 2021_114177_J-J_2.

Beregningen viser tilfredsstillende sikkerhet på $F > 1,25$ for kritisk glidesirkel.

4.2 Tiltak - prosjektert avlastning

I det bratteste partiet av skråningen, der skråningstoppen ligger på kote ca. +6, er det prosjektert avlastning/utslaking av den øvre delen av skråningen.

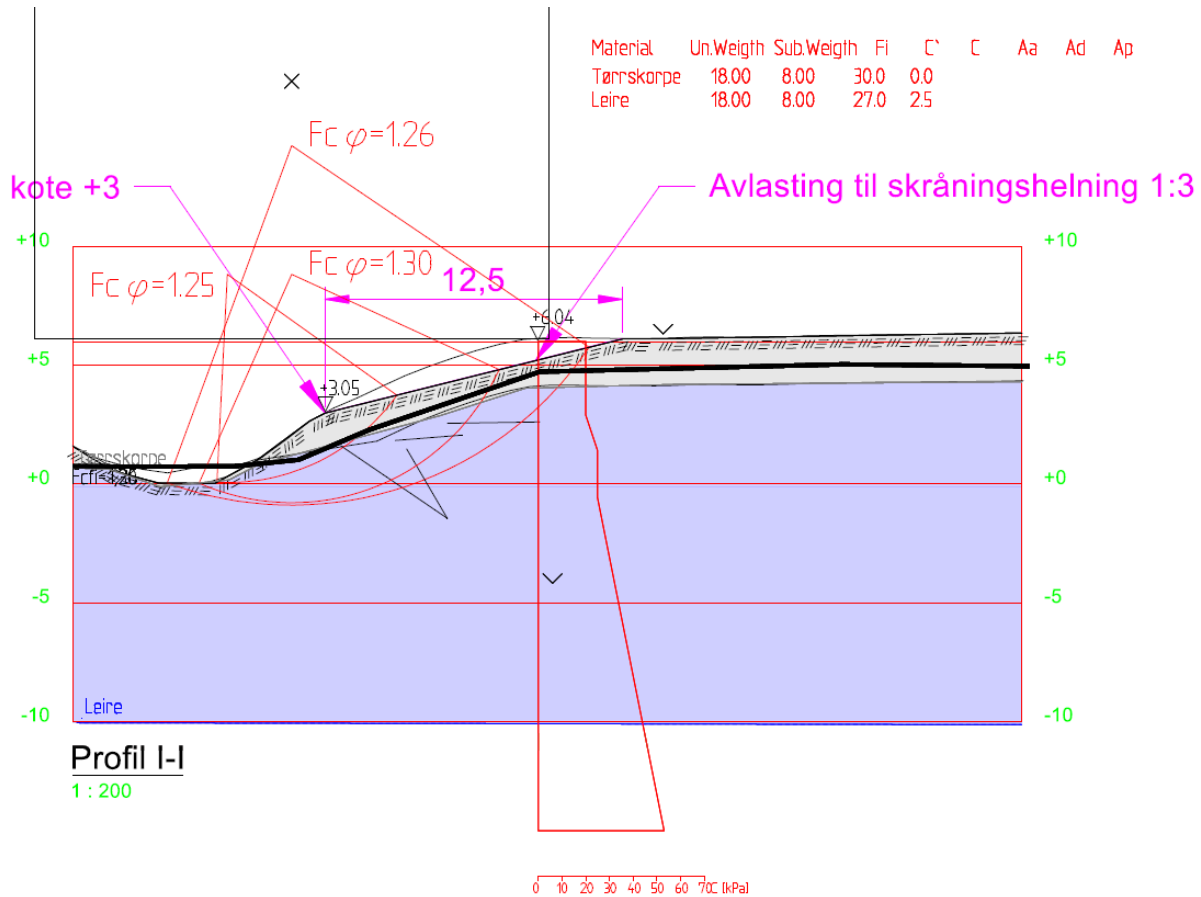
Figur 13 viser glidesirkler fra totalspenningsanalyse av prosjektert avlastning i øvre del av skråningen (vist med lilla).



Figur 13. Beregning 2021_114177_I-I_6.

Beregninger viser tilfredsstillende sikkerhet med god margin. Krav til prosentvis forbedring er $F=1,1$ for kritisk glidesirkel (med $F=1,0$ for dagens situasjon). Større glidesirkler viser tilnærmet lik sikkerhet på ca. $F=1,2$, dvs. ingen betydelig reduksjon.

Figur 14 viser glidesirkler fra effektivspenningsanalyse av prosjektert avlastning.



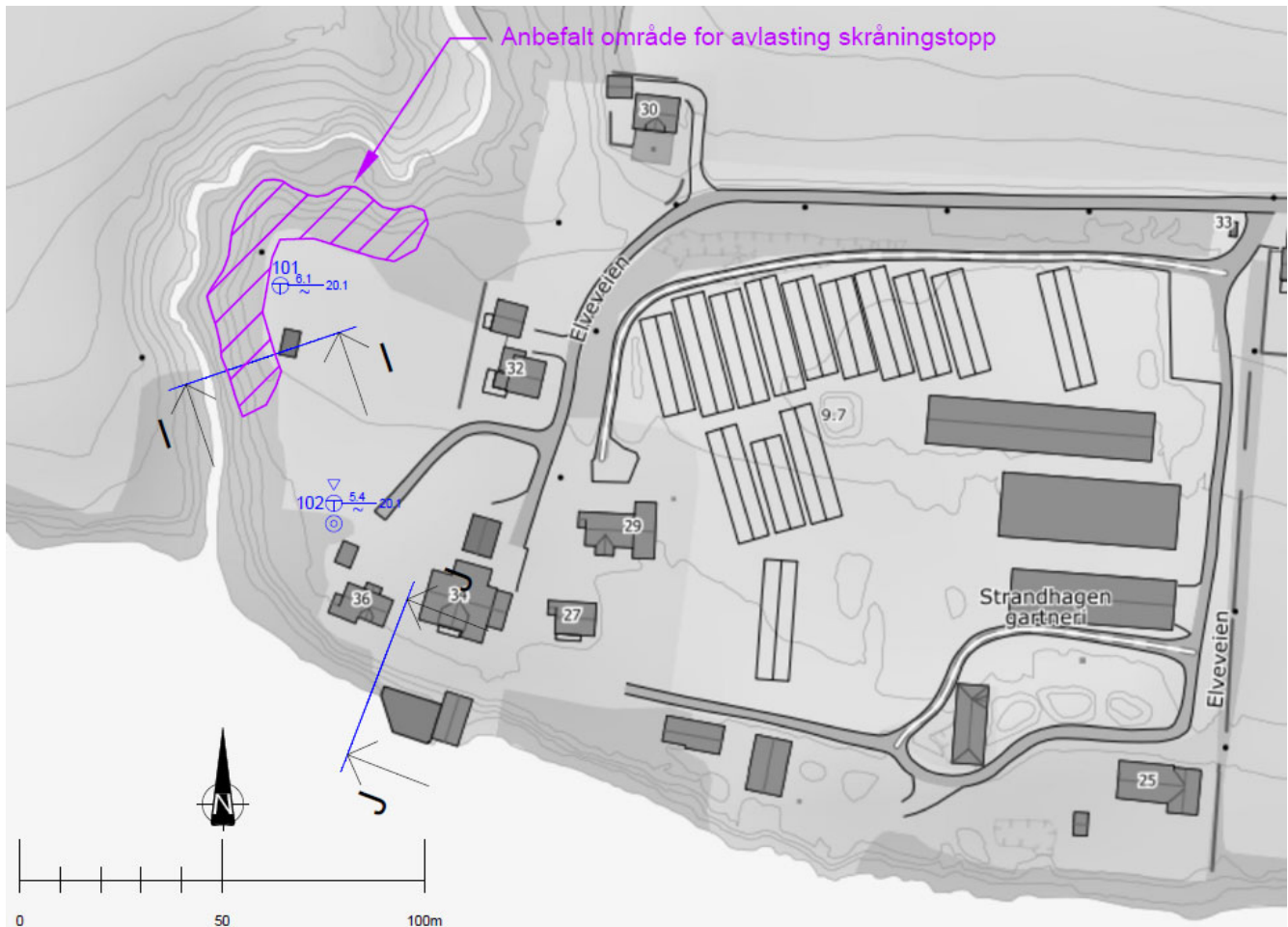
Figur 14. Beregning 2021_114177_I-I_6B.

Beregningen viser tilfredsstillende sikkerhet med god margin. Krav til prosentvis forbedring er $F=1,21$ for kritisk glidesirkel (med $F=1,14$ for dagens situasjon).

Effektivspenningsberegningene er utført med modellert hydrostatisk poretrykk i dybden. Det vurderes at modellering av registrert artesisk trykk i dybden vil ha marginal innflytelse på de grunne glidesirklene som er kritisk. Da prosjektert avlastning er noe robust, vurderes dette som tilfredsstillende.

Figur 15 viser anbefalt område for avlasting av den øvre delen av bekkeskråningen med lilla. Stabiliteten for bekkeskråningene lenger sør vurderes å være tilsvarende eller bedre enn profil J-J og det samme gjelder bekkeskråningen lenger nord, som ligger slakere.

Svingene i bekken oppstrøms er også tidligere plastret/erosjonssikret, se befæringsnotat [10].




Figur 15. Borplan m. plassering av beregningsprofiler og anbefalt område for avlastning, utsnitt av tegning 112.

Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Områdestabilitet, Stabilitetsberegning, Vinnesebeken	Dokument nr: 114177tb3 rev. A
Oppdragsgiver: Trysilhus Buskerud AS	Dato: 25.05.2022
Emne/Tema: Stabilitetsberegning, områdestabilitet	

Sted		
Land og fylke: Norge, Viken	Kommune: Drammen	
Sted: Vinnese		
UTM sone: 32V	Nord: 6624600	Øst: 561800

Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign	dato	sign
	Oppsett av dokument/maler	23.05.22	JAG	25.5.22	ges
	Korrekt oppdragsnavn og emne	23.05.22	JAG	25.5.22	ges
	Korrekt oppdragsinformasjon	23.05.22	JAG	25.5.22	ges
	Distribusjon av dokument	23.05.22	JAG	25.5.22	ges
	Laget av, kontrollert av og dato	23.05.22	JAG	25.5.22	ges
	Faglig innhold	23.05.22	JAG	25.5.22	ges

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 25.05.22	Sign.: 



TEGNFORKLARING :

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ CPT sondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykkssondering
- ⊕ Totalsondering
- Prøvegrop
- + Vingeborring
- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen
- Naverboring

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

Kartgrunnlag: Bakgrunnskart fra www.hoydedata.no
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Trysilhus AS Drammen. Buskerudveien 210	21.02.2022	JAG	GES
	Borplan med profiler	Målestokk 1 : 1000	Originalformat A3	
		Status Tegning i notat		
	GRUNNTEKNIKK	Tegningsnummer 114777-112	Rev. .	
	www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500			

Oppdragsinformasjon og innlesning av CPTU data

Sign. JAG	Dato 18.02.2022	Oppdrag	Oppdrag nr. 114177
Ktr. ges	Dato 23.03.2022	Drammen. Buskerudveien 210	Side 1

Filnavn .cpt fil:	...\102cpt.cpt
Borpunkt nr.:	102
Dato for utførelse:	18.12.2021
Borleder:	Toms
Terrengnivå [m]:	5,4
Forboringsdybde [m]:	2
Grunnvannstand [m]:	2
Stopp dybde [m]:	19,9
Stoppkode:	90

Sonde nr.:	5211
Programvare:	CPTLOG-2.00
Korreksjonsfaktor, a [-]:	0,828
Korreksjonsfaktor, b [-]:	0

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren
 Hentet fra CPT fil/beregnet (sjekkes)
NB! Må utfylles

- Forsøkstype
- CPTU på land
 - CPTU på sjø - utført fra vannoverflaten
 - CPTU på sjø - utført fra sjøbunnen

Evt. korrigering z verdi [m] 0

Format .cpt logfil

GeoTech

Sjekket/korrigert med sertifikat [ja/nei] : ja

Sjekket/korrigert med sertifikat [ja/nei] : ja

Nullpunktsverdier	Før [kPa]	Etter [kPa]	Avvik [kPa]	Avvik [%]	Anv. kl.
Spissmotstand:	7852,9	7838,9	14	0,2	1
Friksjon:	125,6	125,7	0,1	0,1	1
Poretrykk:	234,3	232,9	1,4	0,6	1

	Avvik [$\Delta\sigma$]	Anv. kl.
Maks. helningavvik:	2,5	3

Krav maks. 15 grader iht. NGF melding nr. 5 for å kunne bruke forsøket.

	[m]	[%]	Anv. kl.
Maks. vertikalt avvik målt dybde:	0,01	0,0	1/2

Beregnet ut fra målt helning (z-verdier korrigeres for beregnet avvik).

	[m]
Maks. horisontalt avvik:	0,47

Beregnet ut fra målt helning.

Resulterende anvendelsesklasse: Klasse 1 hvis det ses bort fra helningsavvik

Iht. NGF melding nr. 5 "Utførelse av trykksondering".

Evt. kommentarer til forsøket:

Poretrykk modellert ut fra avlest poretrykk i borpunkt 7 og 9 [4].



Tolkning CPTU

Lagdeling og klassifisering - input parametere

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
JAG	18.02.2022		114177	102
Ktr.	Dato	Drammen. Buskerudveien 210	GVS [m]	Side nr.
ges	23.03.2022		2	2

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Beregnes

Valg av klassifiseringsdiagrammer

- Eslami-Fellenius (1997) $f_t - q_E$ diagram
- Robertson(2010) $F_r - Q_t$ diagram
- Schneider et. al. (2008) $U^* - Q_t$ diagram
- Senneset et. al. (1989) $B_q - q_t$ diagram

Lengdeintervall for midling av data [m]:

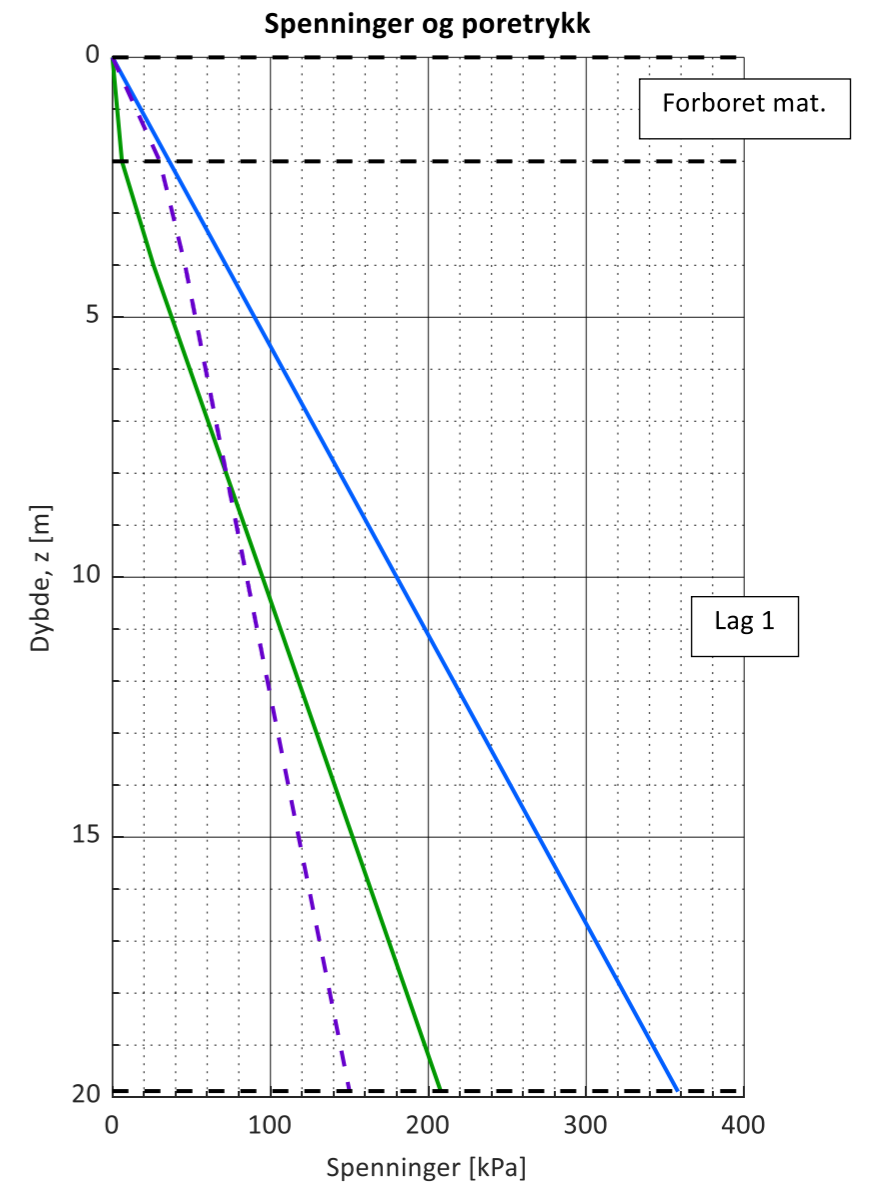
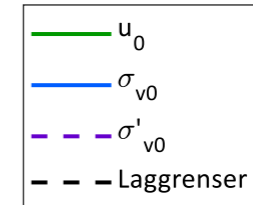
Lagdeling	Toppnivå [m]	γ [kN/m ³]	Klassifisering
Forboret	0,0	18	Antatt siltig sand over leire
Lag 1	2,0	18	Antatt sprøbruddmateriale/kvikkleire
Lag 2			
Lag 3			
Lag 4			
Lag 5			
Lag 6			
Lag 7			
Lag 8			
Lag 9			
Lag 10			
Lag 11			
Lag 12			
Lag 13			
Lag 14			
Lag 15			
Lag 16			
Lag 17			
Lag 18			
Lag 19			
Lag 20			

Beregning av u_0 poretrykksprofil

Beregn poretrykksprofil fra angitt GVS

Angi poretrykksprofil manuelt

z [m]	u_0 [kPa]
2	6
4	26
10	95
22	232



Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
JAG	18.02.2022	Drammen. Buskerudveien 210	114177	102
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
ges	23.03.2022		2	3

Målte parametere (q_c, f_s og u_2) er korrigert iht. SGI (2015)

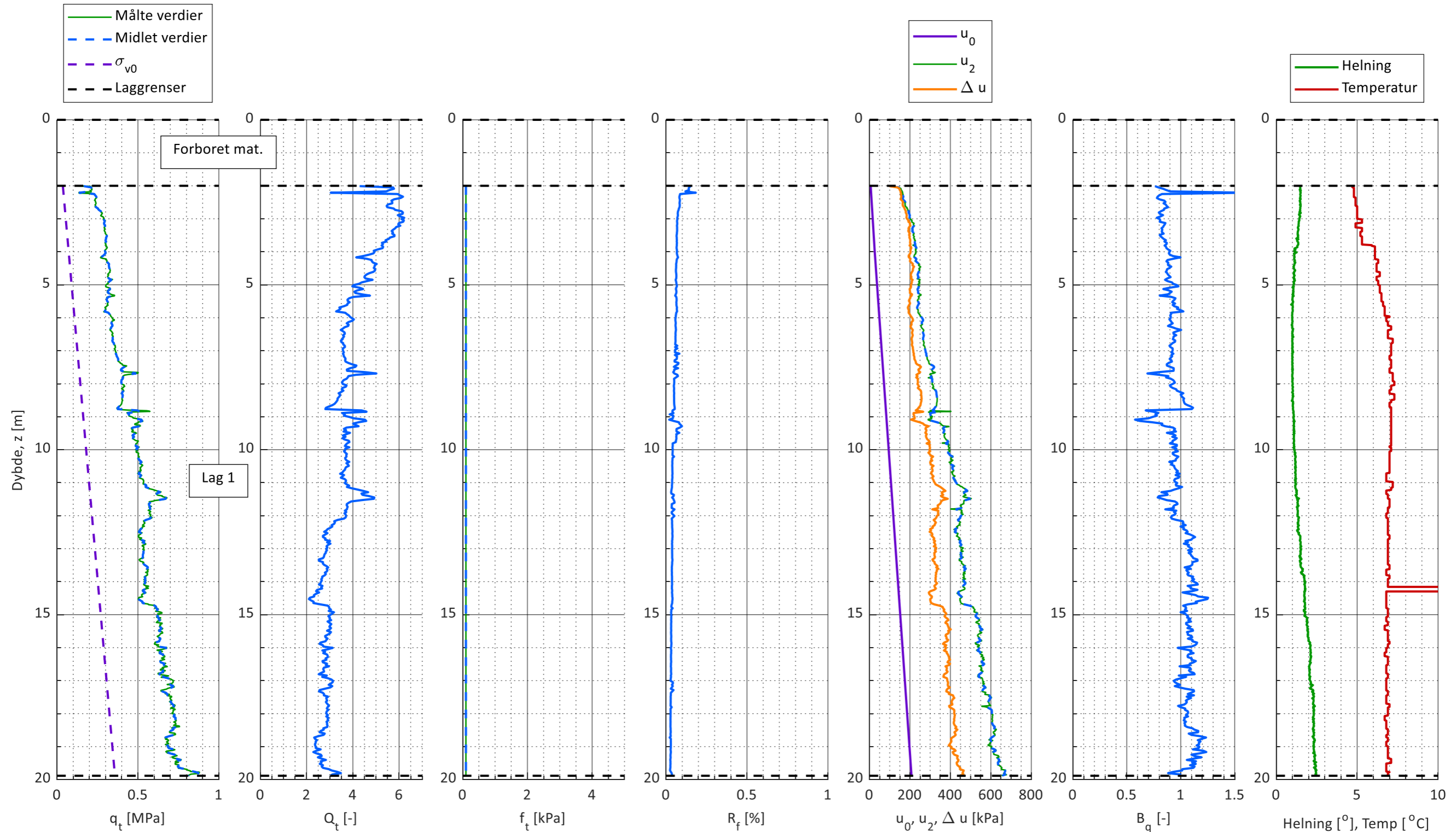
Plotgrenser

Manuelle plotgrenser (overstyrer automatisk skalering/NGF mal valgt nedenfor):

	q_t [Mpa]	Q_t [Mpa]	f_t [kPa]	R_f [%]	u_0 [kPa]	B_q [-]	Helning [$^{\circ}$]
x_min							
x_max				5	800	1,5	10

Automatisk skalering av plotgrenser:

- Skaler x-akser iht. NGF mal (ellers anvendes automatisk skalering)
- Skaler z-akser iht. NGF mal (ellers anvendes automatisk skalering)



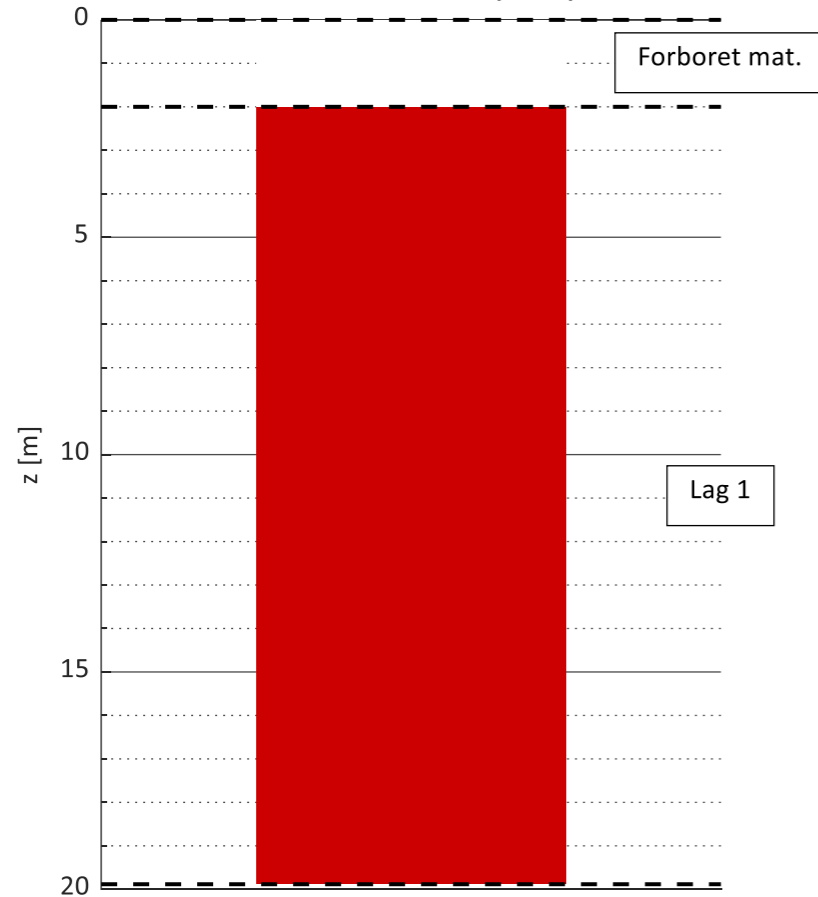
Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
JAG	18.02.2022	Drammen. Buskerudveien 210	114177	102
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
ges	23.03.2022		2	4

Anvendelse av diagrammet: Generell klassifisering

NB! Klassifisering av sensitive materialer med diagrammet er forbundet med stor usikkerhet!

- Rob. 2010 zone 1 - Fine grained (possibly sensitive)
- Rob. 2010 zone 2 - Organic soil to clay
- Rob. 2010 zone 3 - Clays: Silty clay to clay
- Rob. 2010 zone 4 - Silt mixtures: Clayey silt to silty clay
- Rob. 2010 zone 5 - Sand mixtures: Silty sand to sandy silt
- Rob. 2010 zone 6 - Organic soil to clay
- Rob. 2010 zone 7 - Clays: Silty clay to clay
- Rob. 2010 zone 8 - Silt mixtures: Clayey silt to silty clay
- Rob. 2010 zone 9 - Sand mixtures: Silty sand to sandy silt

Classification Robertson (2010) chart

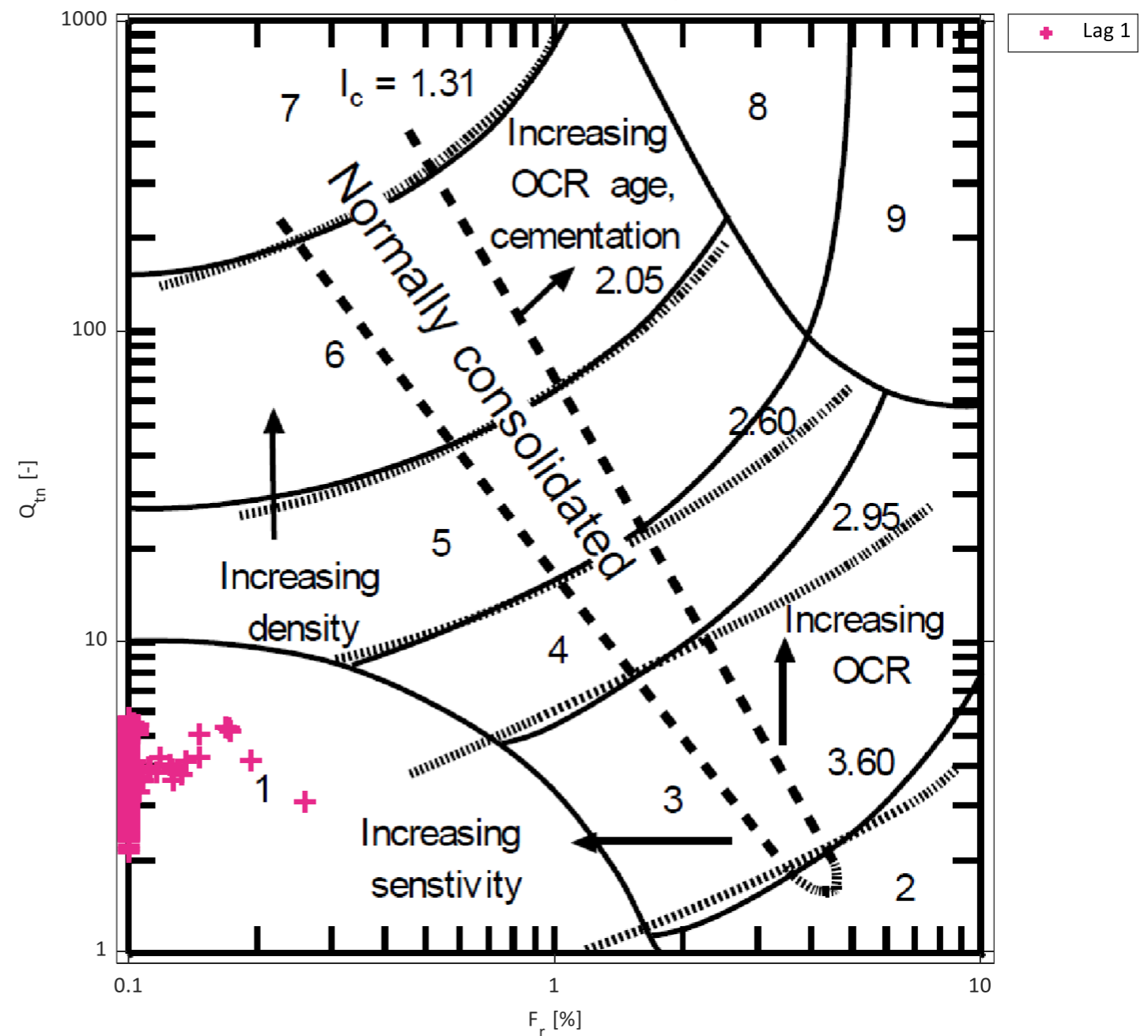


Robertson 2010 chart soner:

Zone	Soil behaviour type	I _c	Guidelines, k
1	Fine grained (possibly sensitive)	N/A	3*10 ⁻¹⁰ til 3*10 ⁻³
2	Organic soils - clay	>3.6	1*10 ⁻¹⁰ til 1*10 ⁻⁸
3	Clays - silty clay to clay	2.95 - 3.6	1*10 ⁻¹⁰ til 1*10 ⁻⁹
4	Silt mixtures - clayey silt to silty clay	2.6 - 2.95	3*10 ⁻⁹ til 1*10 ⁻¹
5	Sand mixtures - silty sand to sandy silt	2.05 - 2.6	1*10 ⁻⁷ til 1*10 ⁻⁵
6	Sands - clean sand to silt sand	1.31 - 2.05	1*10 ⁻⁵ til 1*10 ⁻³
7	Gravelly sandy to dense sand	<1.31	1*10 ⁻³ til 1
8	Very stiff sand to clayey sand	N/A	1*10 ⁻⁸ til 1*10 ⁻³
9	Very stiff, fine grained (heavily OC or cemented)	N/A	1*10 ⁻⁹ til 1*10 ⁻⁷

Coefficient of permeability

Robertson (2010) normalized chart (update to 1990)





Tolkning CPTU

Udrenert skjærstyrke og OCR - input paramtere

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
JAG	18.02.2022		114177	102
Ktr.	Dato	Drammen. Buskerudveien 210	GVS [m]	Side nr.
ges	23.03.2022		2	5

Tolkningsmetode

Innledende tolkning

Detaljert tolkning

Lagdeling	Toppnivå	Plot [1/0]	S _t [-]	I _p [%]	W _I [%]	Plot ID [-]
Forboret	0,0	-	-	-	-	-
Lag 1	2,0	1	100,0			
Lag 2						
Lag 3						
Lag 4						
Lag 5						
Lag 6						
Lag 7						
Lag 8						
Lag 9						
Lag 10						
Lag 11						
Lag 12						
Lag 13						
Lag 14						
Lag 15						
Lag 16						
Lag 17						
Lag 18						
Lag 19						
Lag 20						

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren
Beregnes
Anvendes ikke

Antatt $\Delta\sigma'_{pc}$ [kPa]

40

Plot innstillinger

I_P [%] (for beregning av ADP faktor): 8,0

Plot aktiv s_u

su,D/su,A [-]

Plot direkte s_u

0,63

OCR trendlinje (for beregning av s_u)

Antatt opprinnelig OCR linje

z [m]	OCR [-]

Resultater ødometerforsøk

Plot tittel

z [m]	σ'_{pc} [kPa]

Brukerdefinerte N-faktorer

Type N-faktor	N-faktor [-]	Tegnforklaring	Plot ID
N _{Du} (aktiv s _u)			
N _{ke} (aktiv s _u)			
N _{kt} (aktiv s _u)			
N _{kt} (aktiv s _u)			
N _{ke} (aktiv s _u)			
N _{ke} (aktiv s _u)			

Lagre plot for design linje (ark 4)

Filnavn: Profil I-I

s_u designlinje

z [m]	s _u [kPa]

OCR - Brukerdefinert

$$OCR = A / \sigma'_{v0} * (q_t - \sigma'_{v0})^B$$

A	B

Teoretisk SHANSEP linje - Brukerdefinert

$$s_u = A + \sigma'_{v0} * S * OCR^m$$

A	S	m
	0,32	0,67

OCR plots

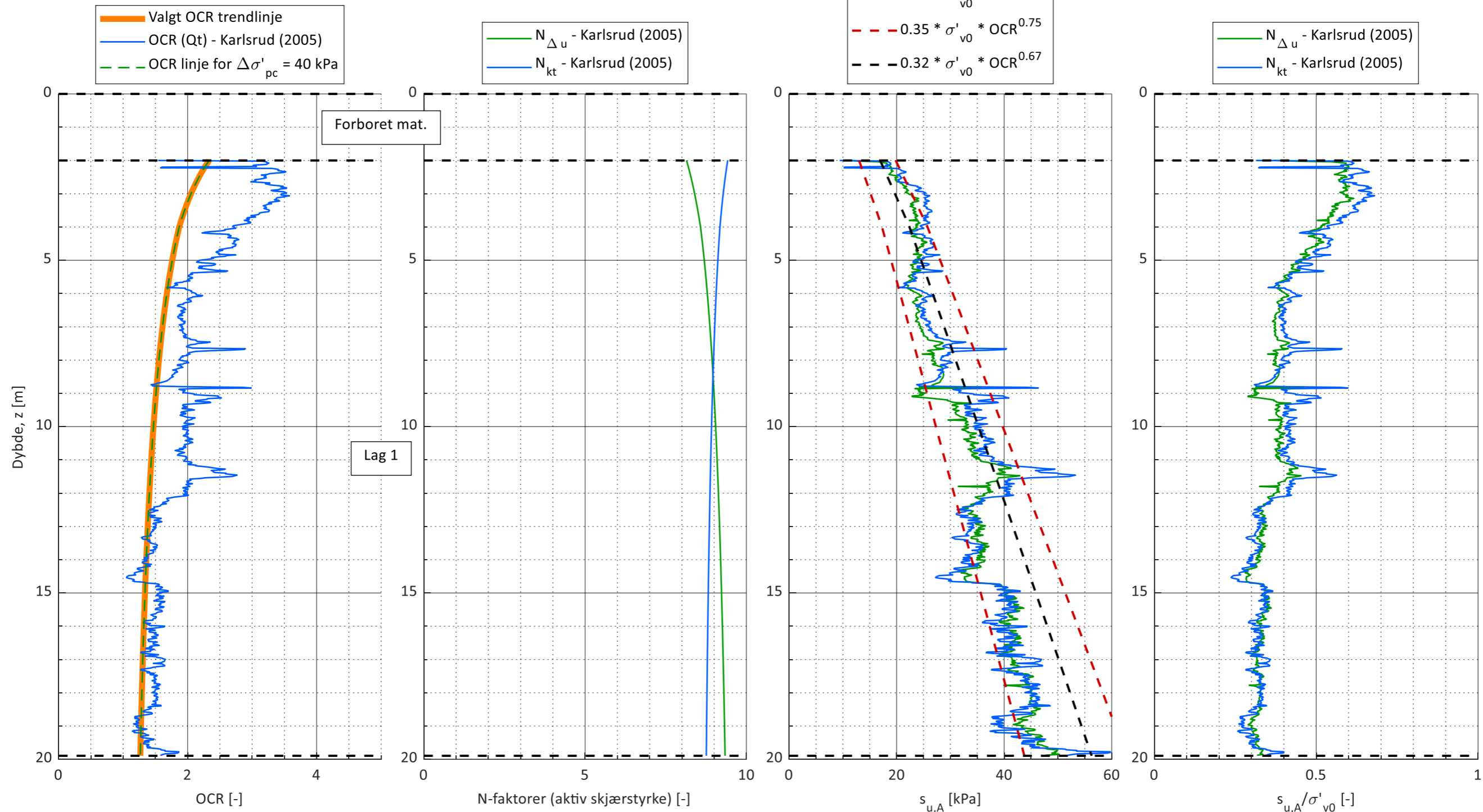
- OCR(Q_t) - Karlsrud et. al. (2005)
- OCR(D_u) - Karlsrud et. al. (2005)
- OCR(B_q) - Karlsrud et. al. (2005)
- OCR(Q_t) - Mayne (2017)
- OCR(Q_t) - SGI (2015)
- OCR - Brukerdefinert
- Antatt opprinnelig OCR linje

s_u plots

- s_u - N_{Du} - Karlsrud et. al. (2005)
- s_u - N_{kt} - Karlsrud et. al. (2005)
- s_u - N_{ke} - Karlsrud et. al. (2005)
- s_u - N_{kt} - SGI (2010)
- SHANSEP nedre verdi - Karlsrud (2013)
- SHANSEP øvre verdi - Karlsrud (2013)

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
JAG	18.02.2022	Drammen. Buskerudveien 210	114177	102
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
ges	23.03.2022	2	6	

Manuelle plotgrenser				
	OCR [-]	N [-]	s _u [kPa]	s _u /s' _{v0} [-]
x_min				
x_max	5		60	1



Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
JAG	18.02.2022	Drammen. Buskerudveien 210	114177	102
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
ges	23.03.2022	2	8	

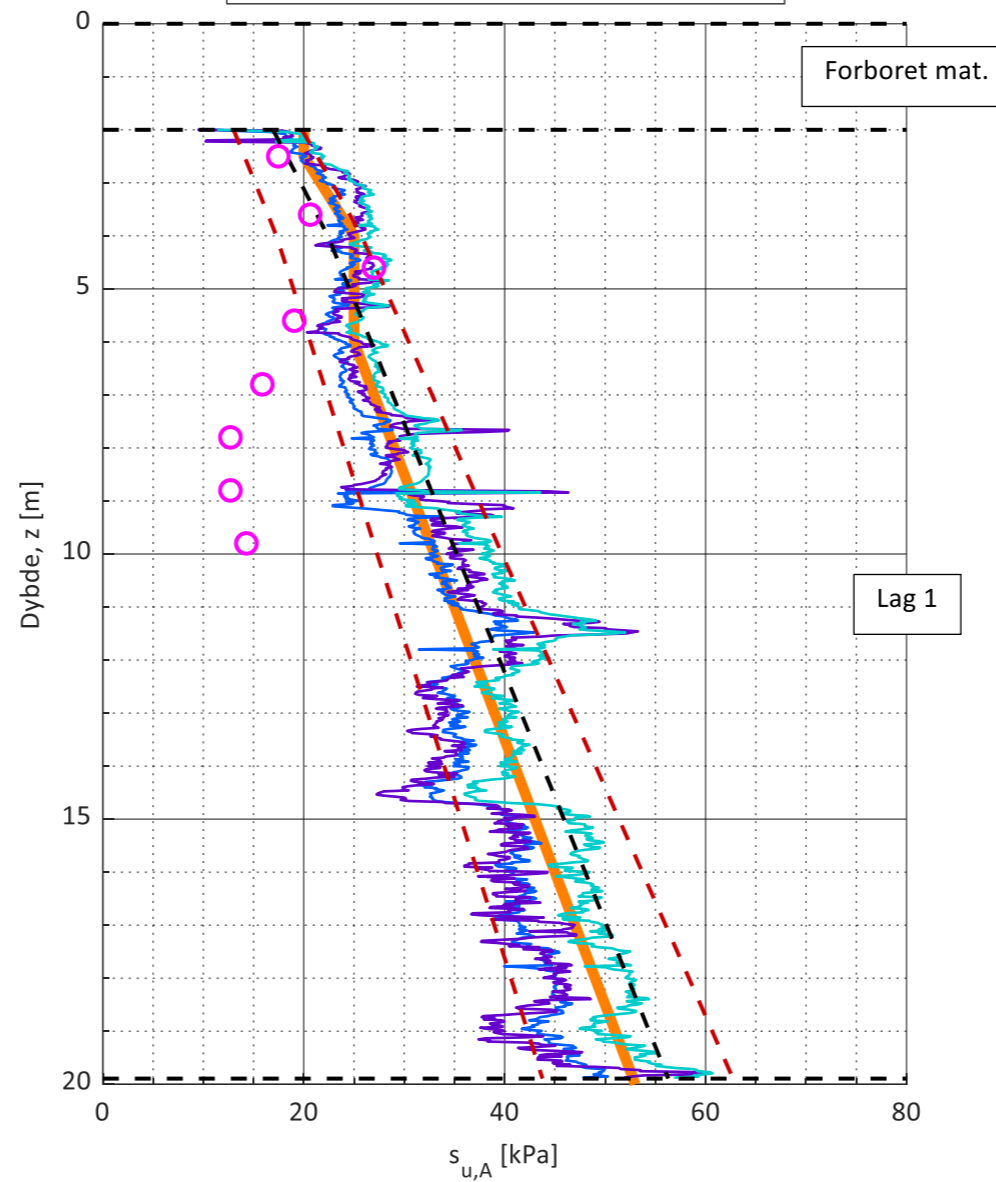
Manuelle plotgrenser

s_u [kPa]	
x_min	
x_max	80

s_u designlinje (hentet fra forrige side)

z [m]	s_u [kPa]
2	20
2,5	20
4	25
6	25
20	53

- Designlinje
- 102CP - $N_{\Delta u}$ - Karlsrud (2005)
- 102CP - N_{kt} - Karlsrud (2005)
- 102CP - eq. (1) - Paniagua et al. (2019)
- - - $0.25 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.65}$
- - - $0.35 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.75}$
- - - $0.32 * \sigma'_{v0} * OCR^{0.67}$
- Enaksforsøk 102PR (snitt verdier)





Tolkning CPTU

Effektivspenningsparametere NTH metoden

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

Beregnes

Styrende ligning - Sandven (1990)

$$N_m = (N_q - 1) / (1 + N_u * B_{q2}) = (q_t - \sigma_{v0}) / (\sigma'_{v0} + a')$$

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) * \exp((\pi - 2 * \beta) * \tan(\varphi'))$$

$$N_u = 6 * \tan(\varphi') * (1 + \tan(\varphi'))$$

Der N_q er bæreevnfaktor spissmotstand,

N_u er bæreevnfaktor poretrykk og

β er plastifiseringsvinkel som ligger i intervallet -40 til +30 grader

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
JAG	18.02.2022	Drammen. Buskerudveien 210	114177	102
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
ges	23.03.2022		2	9

Lagdelling	Toppnivå	Plot [1/0]
Forboret	0,0	-
Lag 1	2,0	1
Lag 2		
Lag 3		
Lag 4		
Lag 5		
Lag 6		
Lag 7		
Lag 8		
Lag 9		
Lag 10		
Lag 11		
Lag 12		
Lag 13		
Lag 14		
Lag 15		
Lag 16		
Lag 17		
Lag 18		
Lag 19		
Lag 20		

Inputs

β_{min} [°] β_{max} [°] a' [kPa] Beregn attraksjon

-10,0 10,0 5,0

N_m [-] B_{q2} [-] Overstyr beregnet N_m

2,70 1,00 Overstyr beregnet B_{q2}

Outputs

a' [kPa] φ'_{min} [°] φ'_{max} [°]

5,0 27,3 33,2

N_m [-] B_{q2} [-]

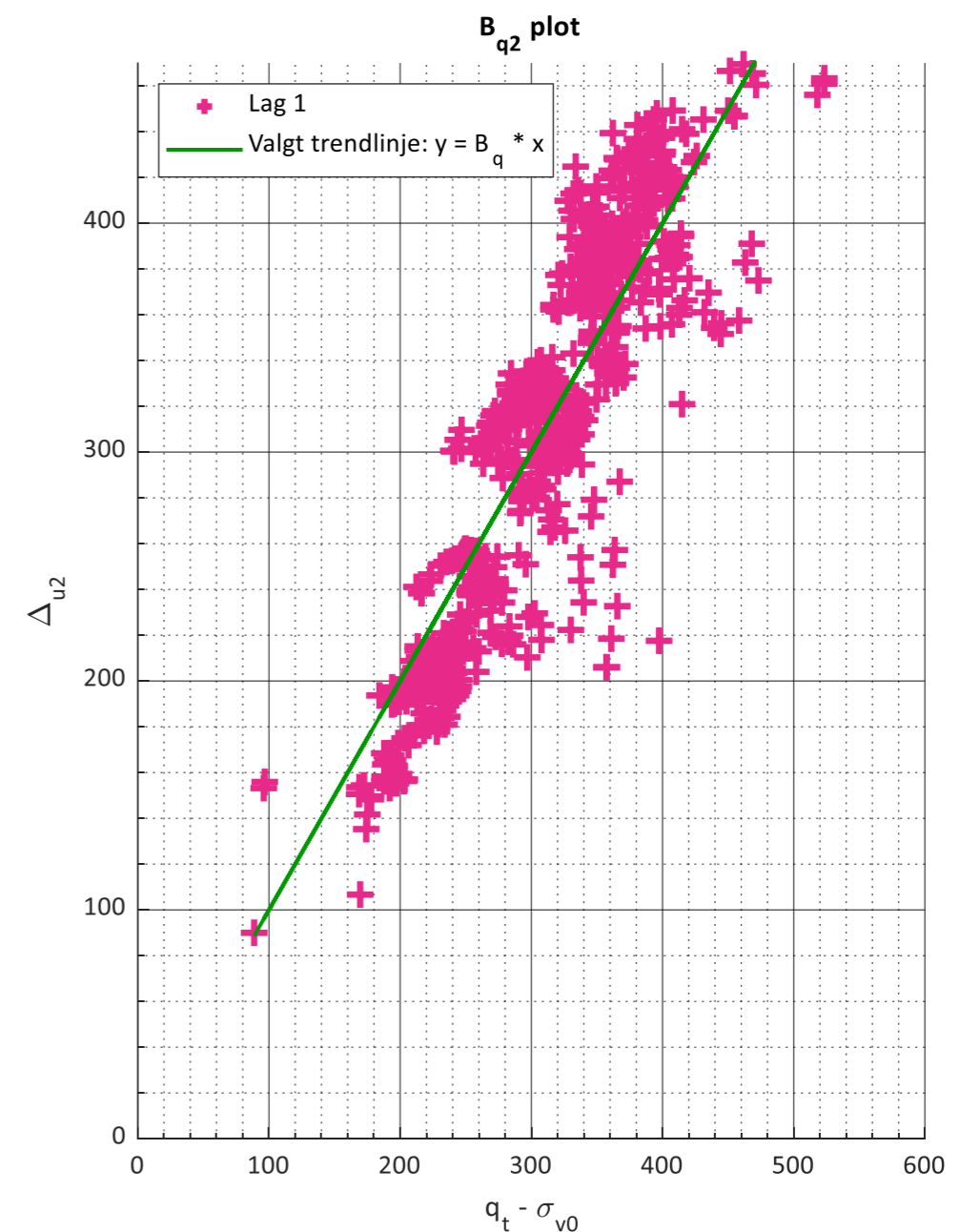
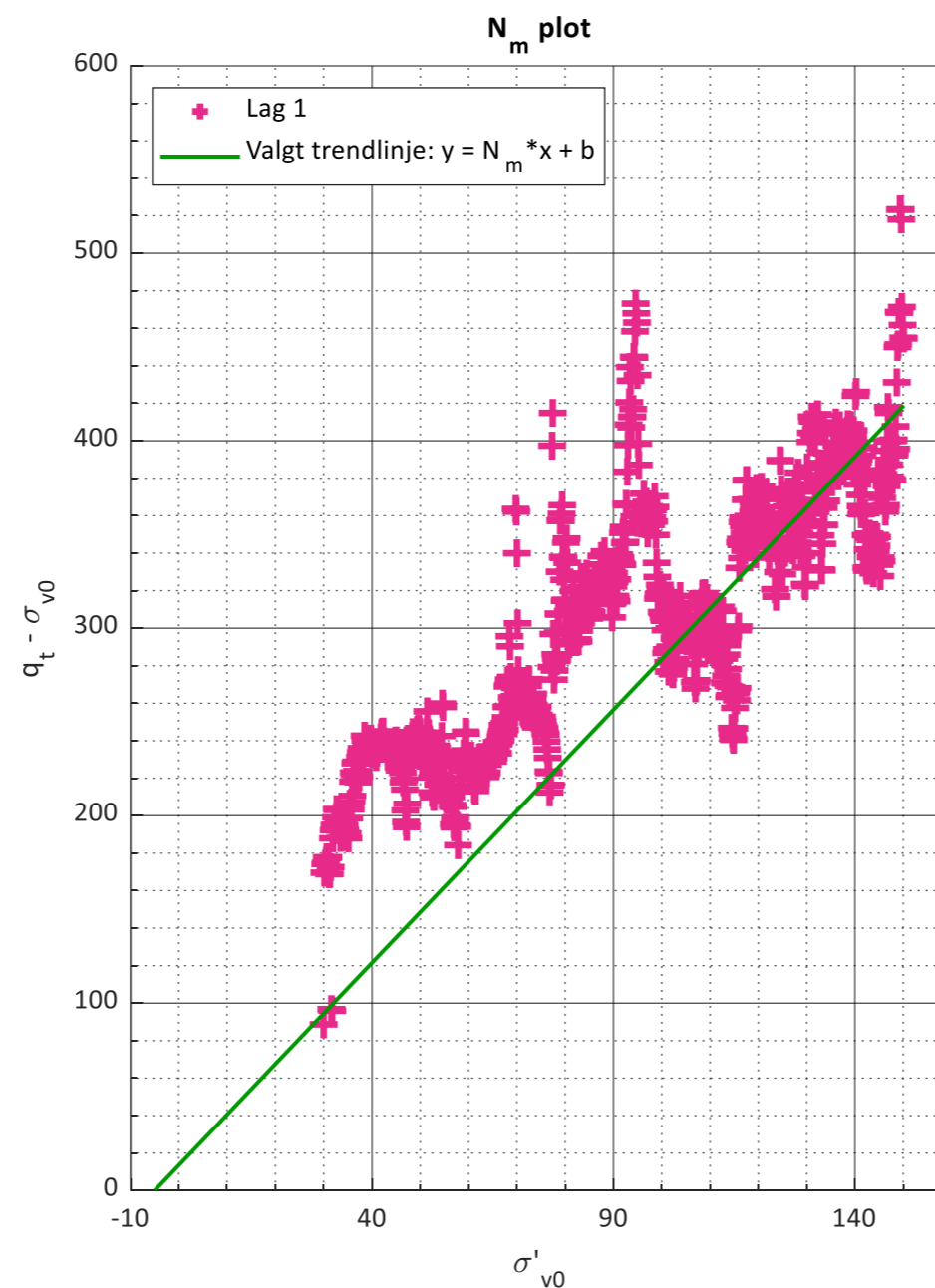
2,70 1,00

Manuelle plotgrenser

	N_m plot	B_q plot
x_{max}		600
y_{max}	600	

N_m og B_q bestemmes iht. Mayne (2016) ved lineær regresjon i det aktuelle laget. Dette gir bare en verdi for effektiv friksjonsvinkel i hvert lag. Effektiv attraksjon kan videre bestemmes ved bruk av N_m plottet, som skjæringspunktet på x-aksen.

Evt. kommentarer





Tolkning CPTU

Kvikkleire klassifisering - Sandven et. al. (2015)

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.	Borpunkt nr.
JAG	18.02.2022	Drammen. Buskerudveien 210	114177	102
Ktr.	Dato		GVS [m]	Side nr.
ges	23.03.2022		2	10

Fargekoder:

Fylles ut av brukeren

- Valg av klassifiseringsdiagrammer
- N_{mc} - B_{q1} diagram
 - N_{mc} - B_{q2} diagram
 - N_{mc} - R_{fu} diagram

Attraksjon leire, a [kPa]	2
Spenningskomponent, m [-]	0,75
Korreksjonsfaktor (u ₁ u ₂), k [-]	1,25

Veiledning for valg av k:

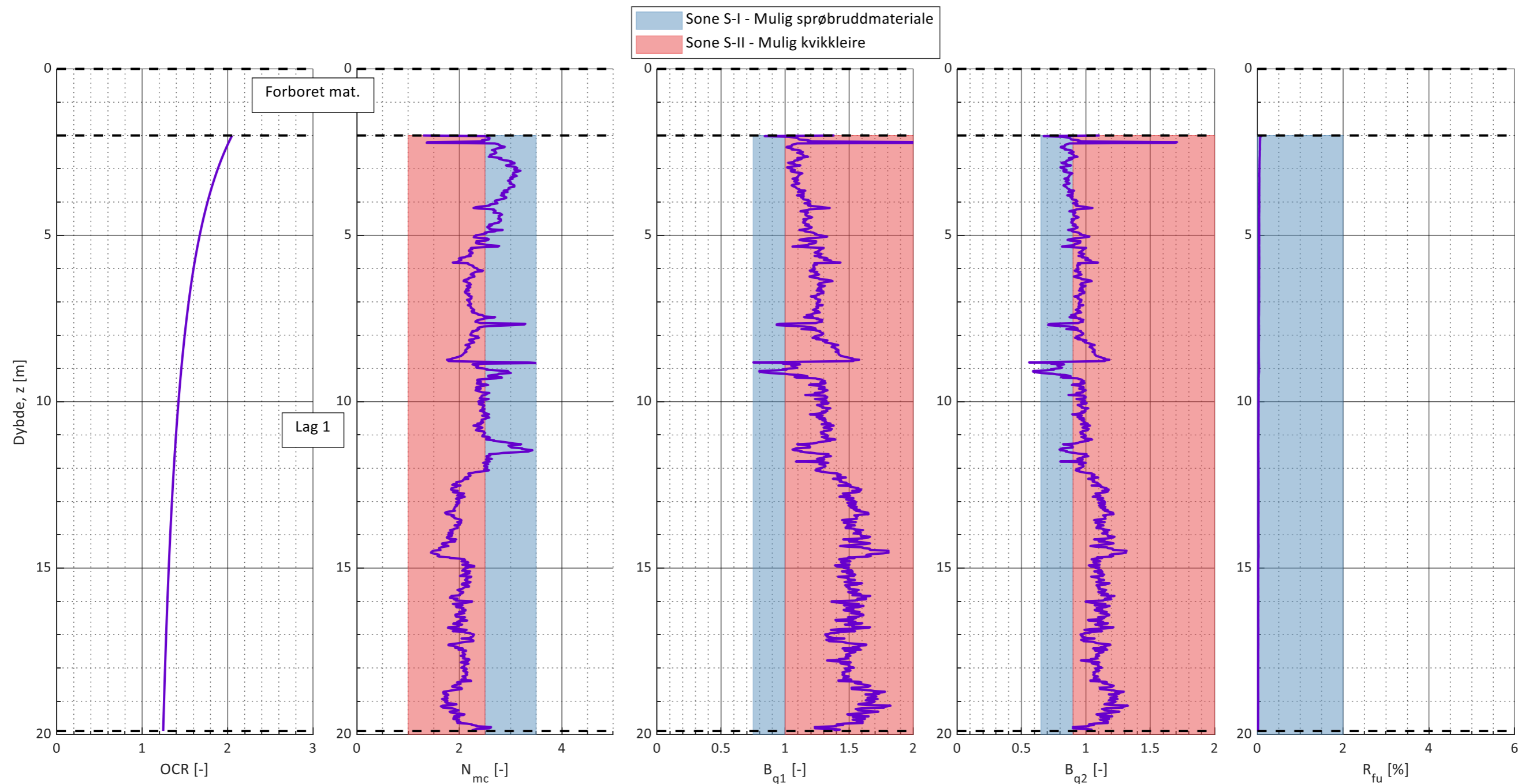
- Bløt leire: k = 1,25
- Middels leire, svakt OC: k = 1,50
- Fast OC-leire: k = 1,90

NB! Klassifisering av sprøbruddmaterialer/kvikkleire må tas som veiledende!

Manuelle plotgrenser

	OCR [-]	N _{mc} [-]	B _{q1} [kPa]	B _{q2} [-]	R _{fu} [%]
x_min					
x_max		5			6

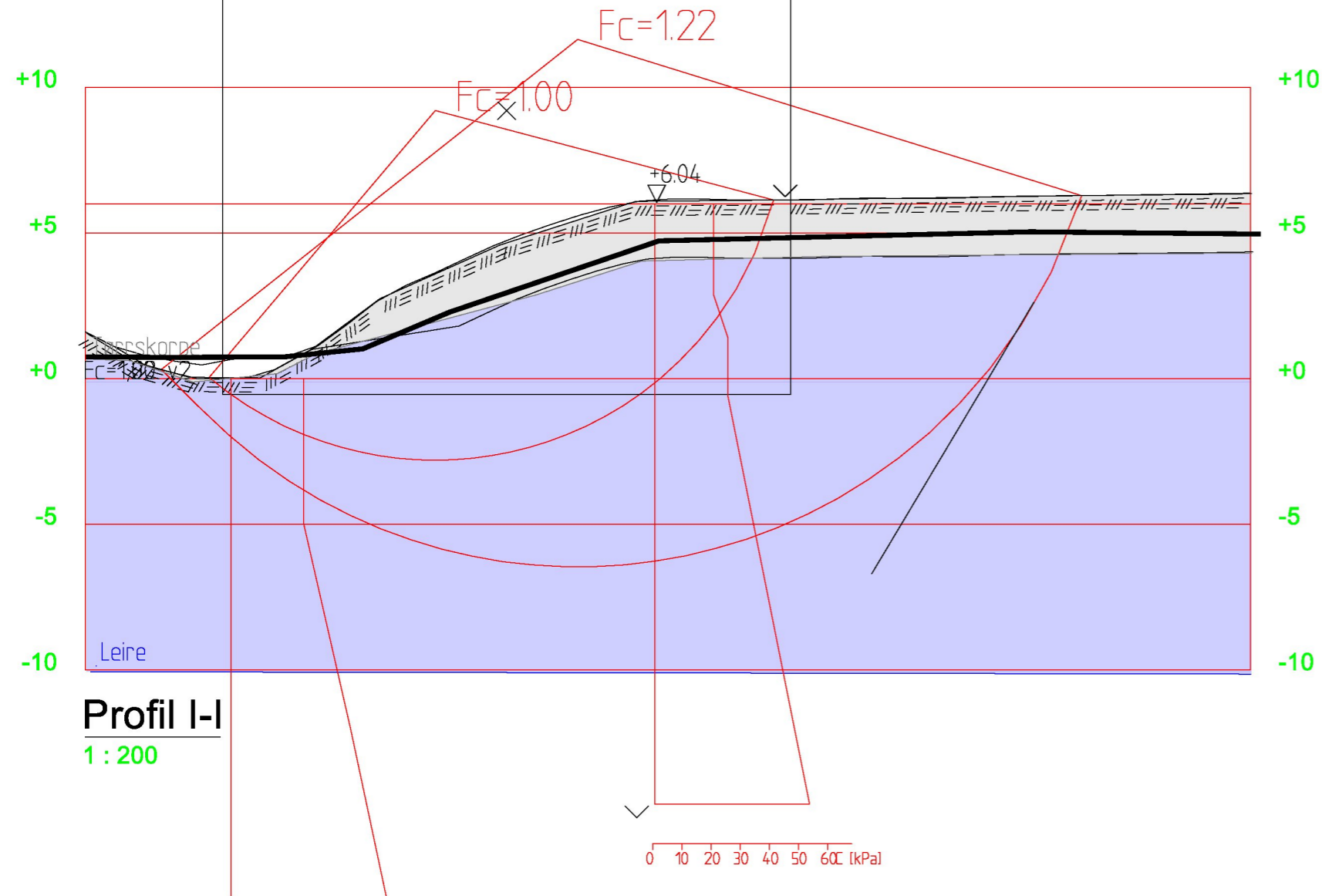
m ligger typisk i intervallet 0,7 - 0,8 for norske leire



Search area (tangent)

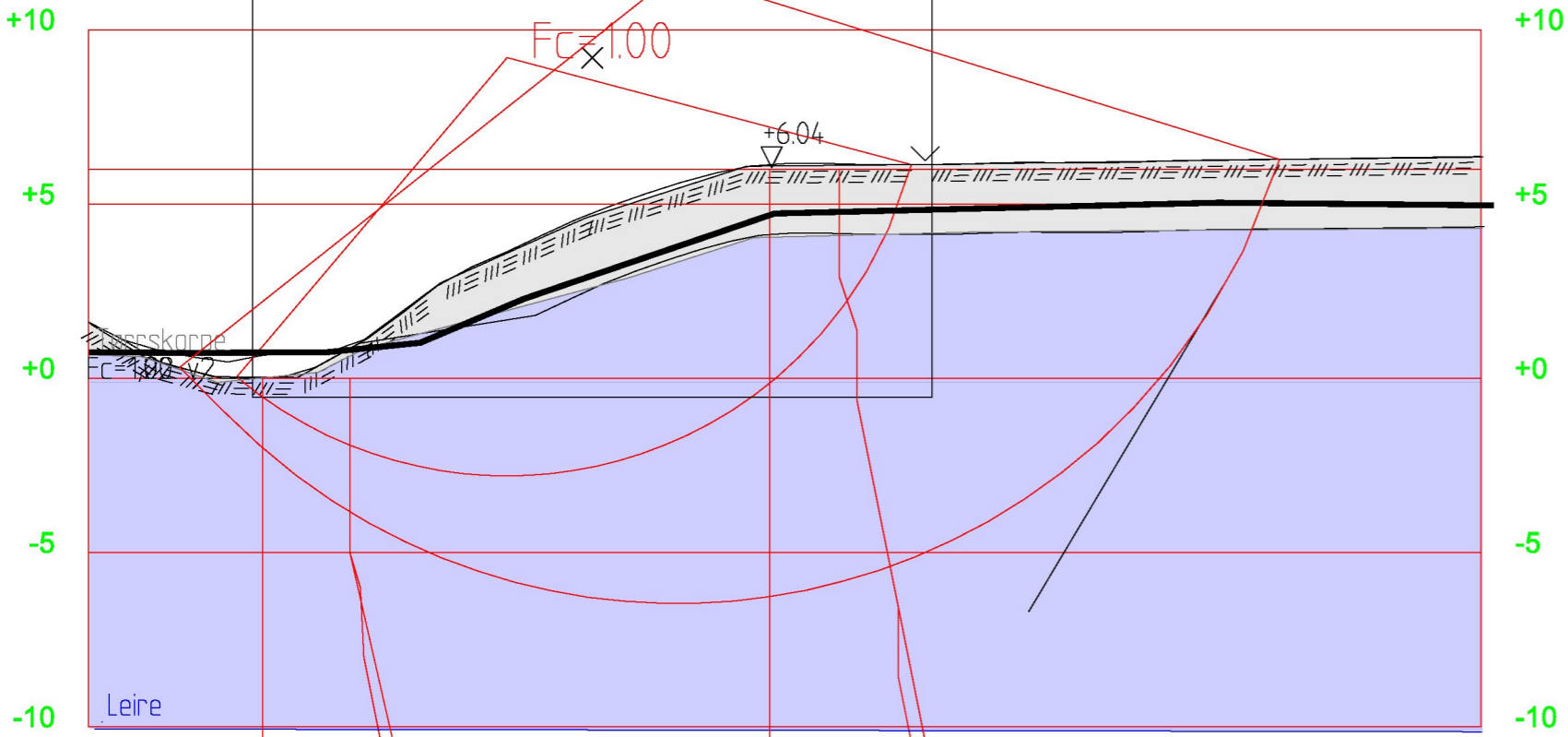
Beregning 114177_i-i_5

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



Search area (tangent)

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



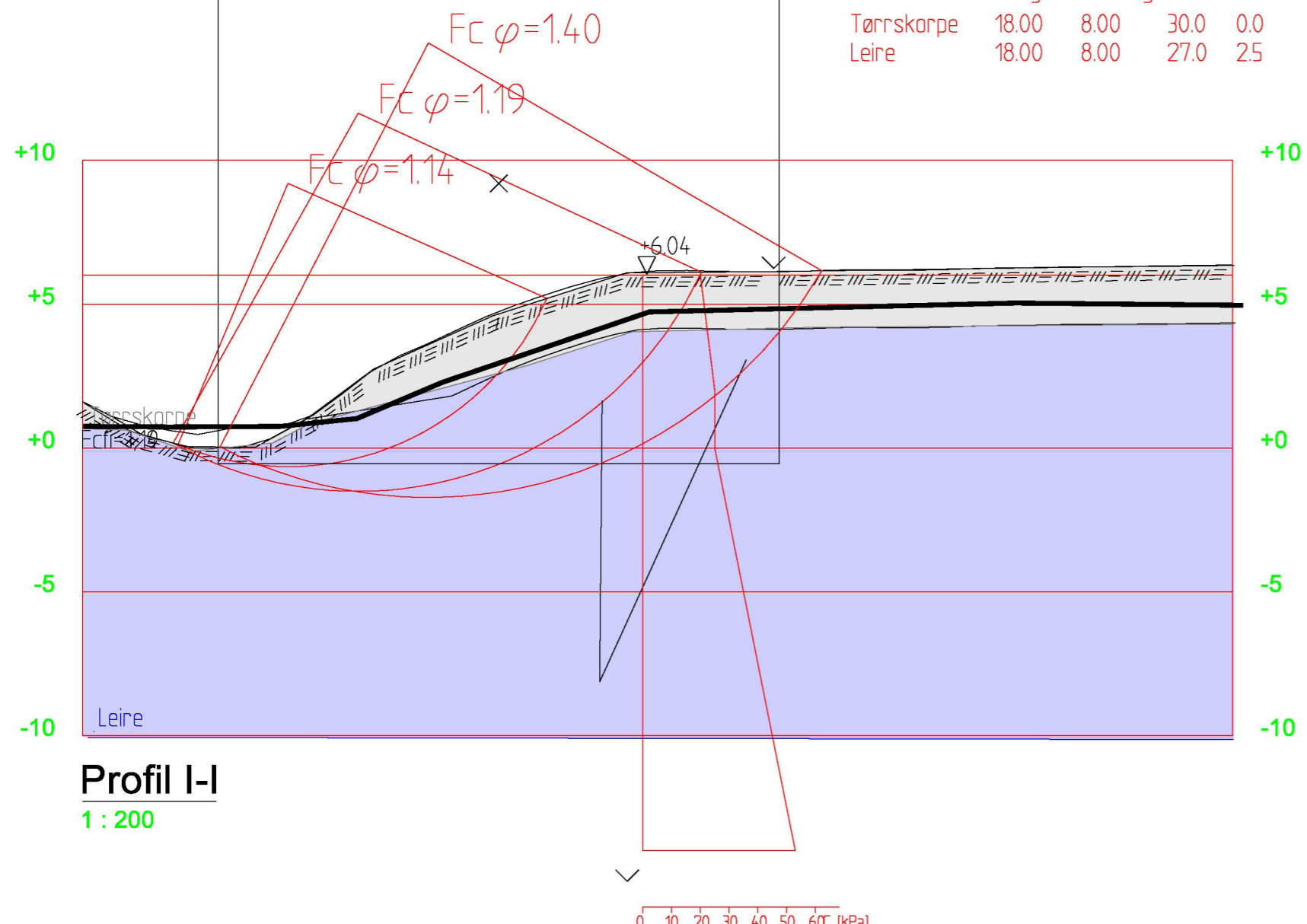
Profil I-I
1 : 200

0 10 20 30 40 50 60 [kPa]

0 10 20 30 40 50 60 [kPa]

Search area (tangent)

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpe	18.00	8.00	30.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	2.5				



Profil I-I

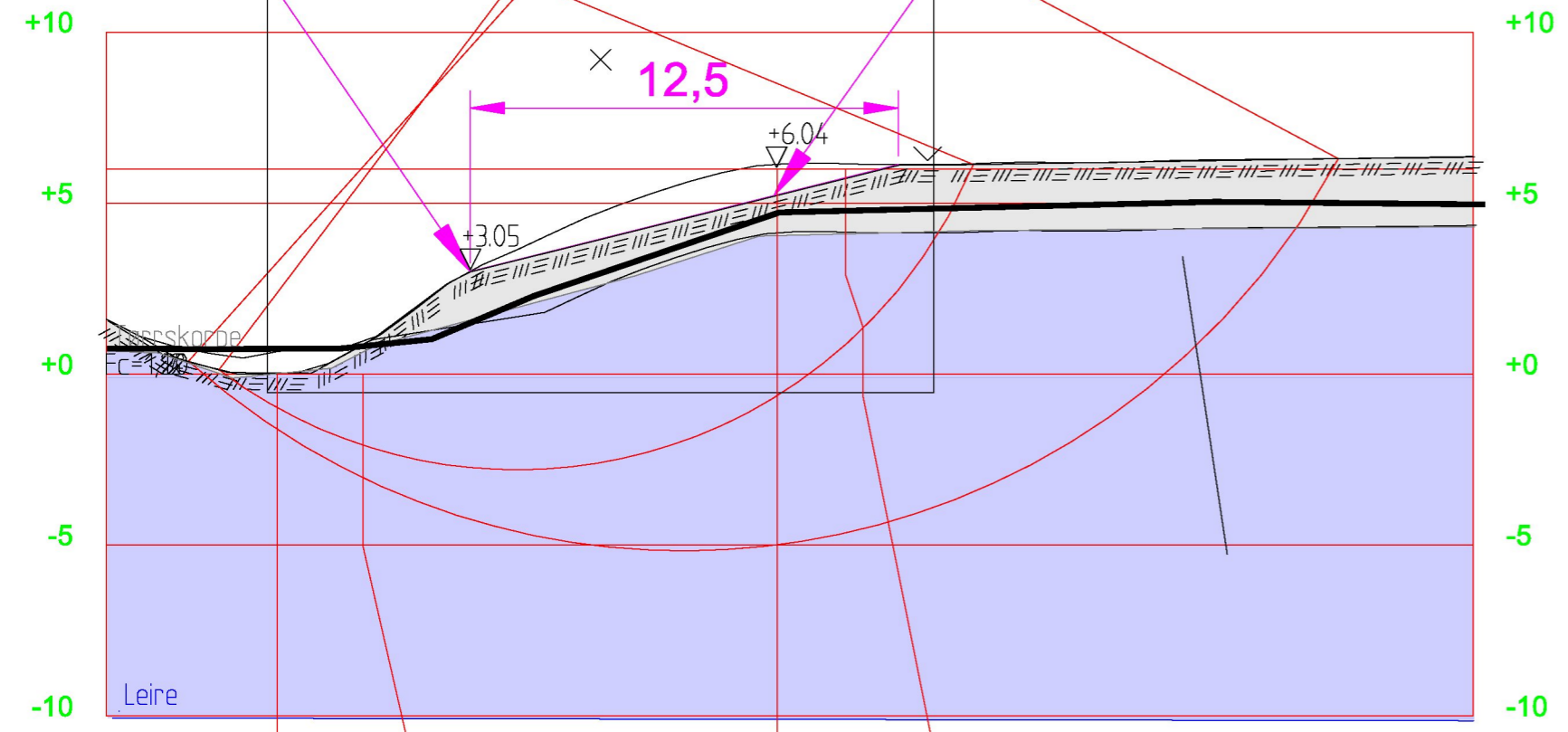
1 : 200

Search area (tangent)

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpe	18.00	8.00	30.0	0.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

Beregning 114177_i-i_6

kote +3



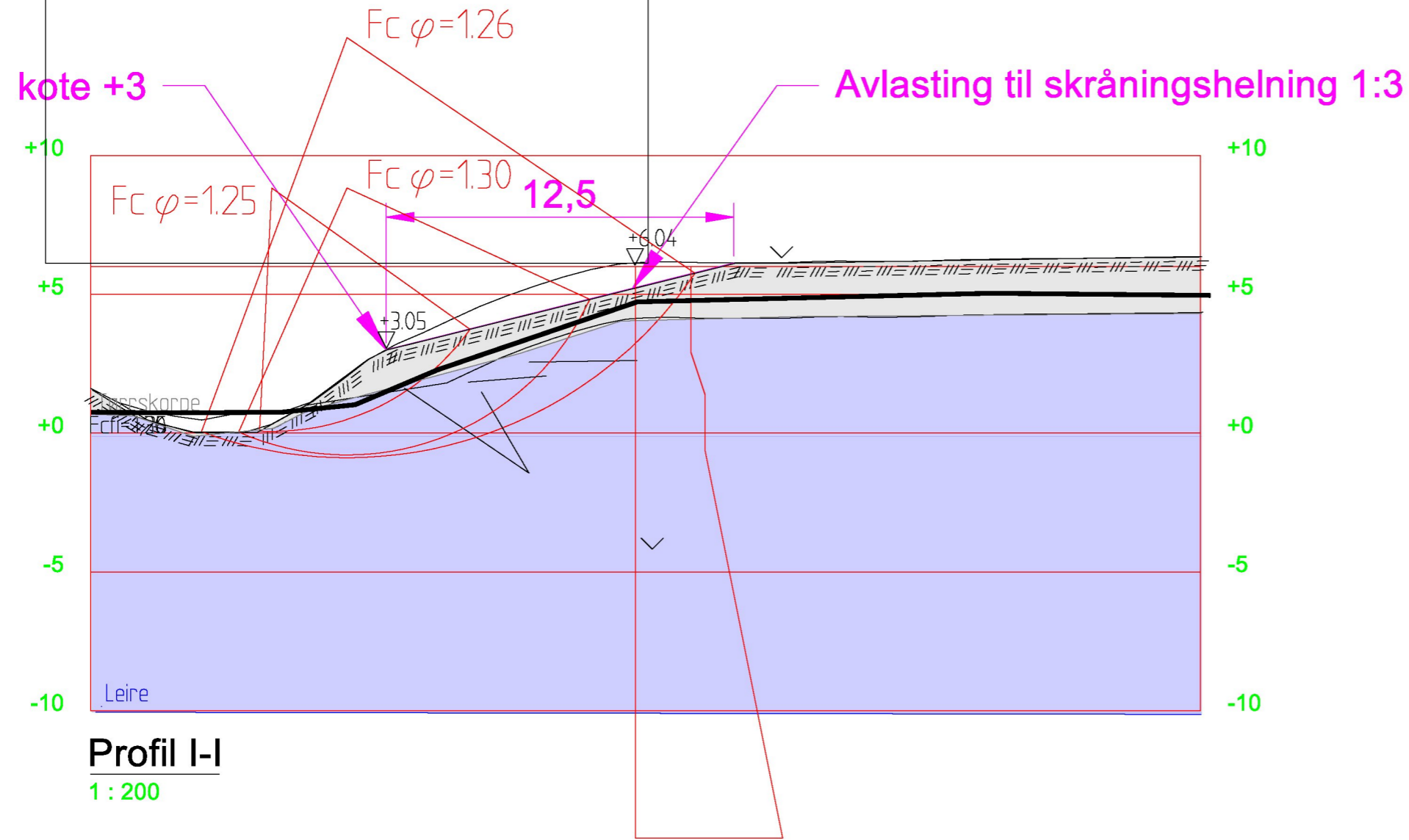
Avlasting til skråningshelning 1:3

Profil I-I
1 : 200

0 10 20 30 40 50 60 70 (kPa)

Search area (tangent)

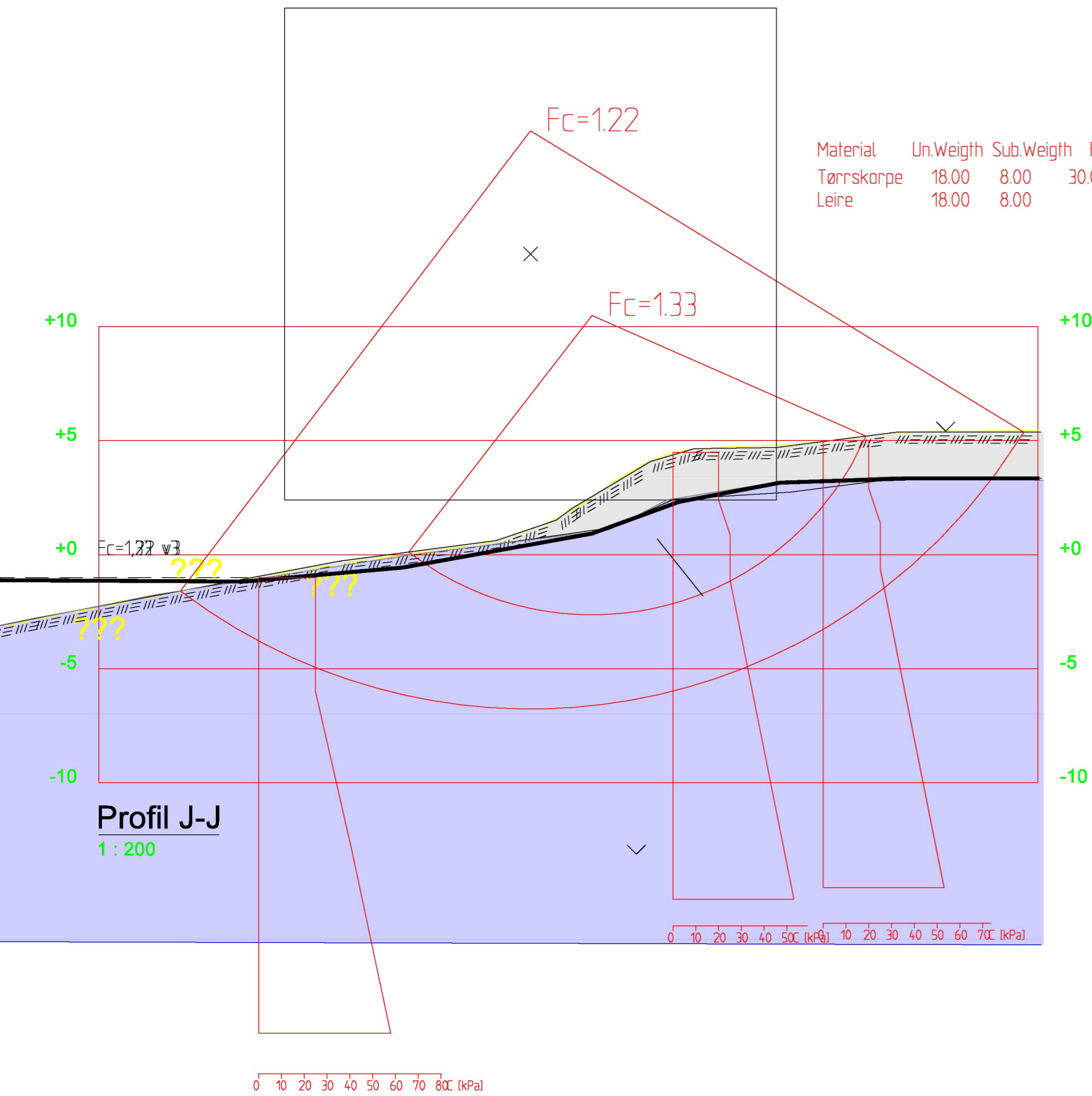
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	2.5				



0 10 20 30 40 50 60 70 (kPa)

Search area (tangent)

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



Profil J-J
1 : 200

0 10 20 30 40 50 60 70 800 [kPa]

0 10 20 30 40 50 60 70 800 [kPa]

Search area (tangent)

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	27.0	2.5				

