

NOTAT

OPPDRAAG	Lindheim Næringsområde, Gvarv	DOKUMENTKODE	313227-RIG-NOT-001_rev00
EMNE	Orienterende geotekniske vurderinger - Stabilitet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Sauherad kommune	OPPDRAAGSLEDER	Jostein Aasen
KONTAKTPERSON	Joar Sættem	SAKSBEH	Jostein Aasen
KOPI	Søndergaard Rickfelt as v/Anne Grete Skårnes	ANSVARLIG ENHET	2041 Sør Kristiansand Spesialrådgivning

SAMMENDRAG

Det planlegges regulering av Lindheim Næringsområde på Gvarv i Sauherad kommune, Telemark fylke. Multiconsult AS er engasjert av kommunen til å foreta geotekniske grunnundersøkelser, samt foreta innledende geotekniske beregninger og vurderinger mht. stabiliteten av området.

Beregningene og vurderingene, basert på resultatene av foreliggende grunnundersøkelser, viser at området har dårlig stabilitet. Regulering av området med tanke på planlagt næringsvirksomhet anses likevel som gjennomførbar geoteknisk sett, men det er forutsatt at det foretas supplerende geotekniske grunnundersøkelser samt prosjektering eventuelle stabiliserende tiltak.

1 Innledning

Det planlegges regulering av et område i nærheten av eksisterende næringsbygg ("Telefrukt") like sydøst for Gvarv sentrum i Sauherad kommune i Telemark fylke, jfr. oversiktskartet på tegn. nr. 313227-RIG-TEG-000. Det skal tilrettelegges for videre næringsvirksomhet, blant annet en utvidelse av eksisterende bygg mot nordøst.

I forbindelse med reguleringsarbeidet er det stilt krav mht. å foreta geotekniske grunnundersøkelser i området for å vurdere grunnforholdene spesielt med tanke på stabilitet. Dette er basert på studie av løsmassekart over området samt tidligere ras som har skjedd i nærområdet. Ifølge løsmassekart utarbeidet av Norges geologiske undersøkelse (NGU) består grunnen i området av tykk havavsetning, jfr. vedlegg A.

Sauherad kommune har engasjert Multiconsult til å utføre geotekniske grunnundersøkelser for å få orienterende opplysninger om grunnforholdene på tomta, samt foreta geotekniske beregninger og vurderinger av stabiliteten av området.

Resultatene av de geotekniske grunnundersøkelsene er presentert i vår datarapport nr. 313227-RIG-RAP-001_rev00 datert 07.02.14 /1/.

Foreliggende notat presenterer resultatene fra geotekniske beregninger og vurderinger mht. stabiliteten av området.

00	11.02.14	Opprinnelig utgave	jaa	ses	jaa
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

2 Topografi og grunnforhold

Den aktuelle tomte ligger som nevnt i Sauherad kommune, snaue 2 km øst-sydøst for Gvarv sentrum. Den ligger på et løsmasseplatå ca. 70 m over Norsjø i syd. Løsmasseplatået er dominert av en rekke tildels bratte ravinedaler, med helning inntil 1:1,5 på det bratteste, ifølge kartgrunnlaget.

Ifølge kartgrunnlaget og innmålinger av borpunktene ligger området som skal reguleres med et terrengnivå beliggende stort sett mellom kote +80 og +92, stigende i retning syd-sydvest. Øst for planområdet ligger det en ravinedal med dybde mellom ca. 10 og 25 m, fallende i sydlig-sydøstlig retning.

Det er oppstikkende fjell i deler av ravinedalen samt i den søndre og sydøstre delen av planområdet. Det er i tillegg fjell i dagen like syd for det eksisterende bygget ("Telefrukt"), som vi har fått opplyst er fundamentert enten på nedsprenget fjellgrunn, eller på masseutskiftet grunn ned til fjell i dybder inntil ca. 1-2 og m under terreng.

Oversikt over områder med fjell i dagen og områdetopografien for øvrig fremgår av borplanen, tegn. nr. -001.

Som det fremgår av vedlegg A, så består strandlinja langs Norsjø i syd-sydøst for en stor del av fjell i dagen, evt. fjell med sparsomt løsmassedekke. Basert på flyfoto er det nærliggende å tro at det er fjell i dagen langs en større del av strandlinja enn det som fremgår av vedlegg A.

Antatt fjell er registrert i 14 av totalsonderingene i dybder mellom ca. 2 og 16 m under terreng, tilsvarende en fjelloverflate beliggende mellom ca. kote +89 og +64.

Undersøkelsene viser i hovedsak masser av silt, leire og sand. Nærmest antatt fjell er det i enkelte av sonderingene registrert grovere masser av antatt sand og grus. Ved området for planlagt utvidelse av bygg indikerer sonderingene et øvre lag av fyllmasser av antatt sand/grus/stein før overgang til masser av antatt silt og sand.

Grunnvannstanden er i et av prøvetakingshullene registrert i ca. 0,5 m dybde under terreng, tilsvarende en grunnvannstand beliggende på ca. kote 79,8. Det er noe usikkert hvorvidt dette representerer den hydrostatiske grunnvannstanden, eller om dette kun skyldes overflatevann ("hengende grunnvann"). Resultatet fra utført trykksondering (CPTU) indikerer at den hydrostatiske grunnvannstanden kan ligge noe dypere.

Beliggenheten av grunnvannstanden varierer normalt med årstider og nedbørsforhold.

3 Beregningsforutsetninger

Det er foretatt beregninger og vurderinger mht. stabiliteten av området. Bunnen av bekkefaret beliggende inntil planområdet i øst-nordøst ligger relativt dypt (inntil 15-25 m) ifht. nivået ved planområdet, samt at tilliggende skråninger er relativt bratte, inntil ca. 1:1,5 på det bratteste. Beregningene og vurderingene er dermed foretatt for et terrengprofil i dette området.

3.1 Laster

Terrenget nærmest skråningen er i dag hovedsakelig et grøntområde og har således ingen belastning fra bygg eller kontinuerlig trafikk. Det er likevel tatt hensyn til mulighet for kjøretøy på stien som omkranser planområdet, og for denne delen er det benyttet en karakteristisk terrengbelastning lik 10 kN/m^2 . For området for øvrig er det hensyntatt en karakteristisk terrengbelastning lik 5 kN/m^2 . Med en partialfaktor/lastfaktor γ_L lik 1,3 så medfører dette en dimensjonerende terrengbelastning lik 13 og $6,5 \text{ kN/m}^2$ for hhv. stien og det øvrige grøntområdet. Dette er iht. håndbok 016 /2/.

Det er også foretatt en beregning ved å forutsette en karakteristisk terrengbelastning lik 20 kN/m^2 for området hvor det planlegges næringsvirksomhet. Med en partialfaktor/lastfaktor γ_L lik 1,3 så medfører dette en dimensjonerende terrengbelastning lik 26 kN/m^2 .

3.2 Jordparametere

Tolking av parameterne (vedlegg B) er utført på basis av resultatene av laboratorieanalyser på opptatte 54 mm prøvesylindrer, utført trykksondering (CPTU) og erfaringsdata. For vurdering av beliggenheten av laggrensene er i tillegg resultatene av utførte totalsonderinger hensyntatt.

3.2.1 Rutinedata

Vanninnholdet varierer generelt mellom ca. 20 og 28 % for de undersøkte massene.

Tyngdetettheten ligger generelt rundt 20 kN/m^3 og dette er benyttet direkte i beregningene.

Plastisitetsindeksen (I_p) for leira/kvikkleira er generelt i størrelsesorden 4-9 %, med et gjennomsnitt på 7 %.

Udrenert skjærfasthet ved konus- og enaksiale trykkforsøk er målt til hovedsakelig mellom 25 og 45 kN/m^2 .

3.2.2 Treksialforsøk

Resultatet av utført treksialforsøk viser en udrenert aktiv skjærfasthet lik ca. 32 kN/m^2 ved 0,5 % tøyning. Det skal nevnes at måling av utpresset porevann under konsolideringen tilsier at prøven er forstyrret.

Effektivspenningsparametere er tolket til $\phi_k = 30^\circ$ (karakteristisk friksjonsvinkel) og $a = 5 \text{ kN/m}^2$ (attraksjon).

3.2.3 Trykksondering (CPTU)

Tolkning av trykksonderingen viser en udrenert aktiv skjærfasthet hovedsakelig i området $50 - 100 \text{ kN/m}^2$. Ved å forutsette en attraksjon $a = 5 \text{ kN/m}^2$ viser trykksonderingen videre en karakteristisk friksjonsvinkel ϕ_k hovedsakelig i området $30^\circ - 40^\circ$.

3.2.4 Totalspenningsanalyse – Styrkeparametere benyttet i beregningene

Beregninger på totalspenningsbasis er utført som s_u -analyse samt ADP-analyser i en anisotropisk jordmodell.

Beregninger på s_u -basis er foretatt med basis i en gjennomsnittlig s_u lik 40 kN/m^2 i de øverste 10 m for massene oppe på platået. For større dybder er det foretatt en vurdering av udrenert skjærfasthet som en funksjon av effektiv overlagering. For massene langs skråningen ned mot bekkedalen og i bunnen av bekkedalen er det også foretatt en vurdering av udrenert skjærfasthet som en funksjon av tidligere effektiv overlagering da det er antatt et terrengnivå som tidligere lå i nivå med platået rundt bekkedalen.

For bestemmelse av aktiv, direkte og passiv skjærfasthet er det valgt å benytte erfaringsbaserte forhold mellom plastisitetsindeks (I_p) og skjærfastheten fra aktiv, direkte og passiv treksialforsøk (s_{uA} , s_{uD} og s_{uP}). Forholdene er basert på erfaringstall fra litteratur og på Multiconsult (Afdeling GEO) sin erfaring (ref. ESPAR, Corneliu Athanasiu).

Basert på plastisitetsindeks ($I_p = 7 \%$) er følgende forholdstall utledet:

$$s_{uA} / s_{uD} = 1,60$$

$$s_{uP} / s_{uD} = 0,32$$

Orienterende geotekniske vurderinger - Stabilitet

Erfaringsparametere (ESPAR) mht. skjærfasthet og effektivt overlagingstrykk gir fig.:

$s_{uA}/p_0' = 0,27$ til $0,37$. Gjennomsnittlig ca. $0,32$.

$s_{uD}/p_0' = 0,16$ til $0,26$. Gjennomsnittlig ca. $0,21$. Dette medfører $s_{uA}/s_{uD} = 1,52$.

$s_{uP}/p_0' = 0,06$ til $0,16$. Gjennomsnittlig ca. $0,11$. Dette medfører $s_{uP}/s_{uD} = 0,52$.

I /3/ gis følgende verdier for norske, normalkonsoliderte leirer (aldret leire 8-10 000 år gammel):

$s_{uA}/p_0' = 0,30-0,38$ middelvei $s_{uA}/p_0' = 0,34$.

$s_{uD}/p_0' = 0,22-0,28$ middelvei $s_{uD}/p_0' = 0,25$ gir $s_{uA}/s_{uD} = 1,36$.

$s_{uP}/p_0' = 0,12-0,20$ middelvei $s_{uP}/p_0' = 0,16$ gir $s_{uP}/s_{uD} = 0,64$

Ved å tolke resultatene av utførte laboratorieundersøkelser samt benytte erfaringsparametere mht. anisotropi er følgende benyttet i beregningene:

$s_{uD}/p_0' = 0,25$

$s_{uA}/s_{uD} = 1,55$

$s_{uP}/s_{uD} = 0,50$

3.2.5 Effektivspenningsanalyse – Styrkeparametere benyttet i beregningene

Med bakgrunn i erfaringsparametere er det benyttet følgende styrkeparametere for massene på effektivspenningsbasis.

Karakteristisk friksjonsvinkel, $\phi_k = 30^\circ$

Attraksjon, $a = 5 \text{ kN/m}^2$

3.3 Grunnvannstand

Grunnvannstanden er registrert i ca. 0,5 m dybde under terreng. Det er som nevnt over noe usikkert mht. hvor representativt dette nivået er. I beregningene er det dermed valgt å benytte varierende grunnvannstands nivå for å se på hvilken konsekvens dette har for beregnet sikkerhet.

4 Beregningsresultater

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stability. Programmet er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet kan selv søke etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av bla. sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet.

Med bakgrunn i grunnforholdene (stedvis meget sensitive masser) settes minstekravet til sikkerhet/materialfaktor γ_m lik 1,4 og 1,25 for hhv. total- og effektivspenningsanalyse. Dette er iht. håndbok 016 /2/ og Eurokode 7 /4/.

Resultatene er presentert i etterfølgende tabell. Essensielle beregninger er presentert med *kursiv skrift*.

Orienterende geotekniske vurderinger - Stabilitet

Beregningsmetode	Ber. fil nr.	Beregningsresultat γ_m	Kommentar
Effektivspenningsanalyse ($a\phi$)	31322700	0.93 (glfl. nr. 719)	Gvst. 0,5 m u/terreng
Effektivspenningsanalyse ($a\phi$)	31322701	1.00 (glfl. nr. 732)	Gvst. 1,0 m u/terreng
Effektivspenningsanalyse ($a\phi$)	31322702	1.12 (glfl. nr. 731)	Gvst. 2,0 m u/terreng
Effektivspenningsanalyse ($a\phi$)	31322703	1.11 (glfl. nr. 712)	Gvst. 1,0 m u/terreng på plataet, og noe dypere langs skråningen
Effektivspenningsanalyse ($a\phi$)	31322704	1.40 (glfl. nr. 892)	Gvst. 0,5 m u/terreng. Glideflate til stien (v/ sondering nr. 4)
Effektivspenningsanalyse ($a\phi$)	31322723	0.99 (glfl. nr. 653)	Gvst. 0,5 m u/terreng. 2 m oppfylling i bekkedal
Udrenert analyse (s_u)	31322705	0.72 (glfl. nr. 1177)	Gvst. 0,5 m u/terreng. Konstant s_u med dybden
Udrenert analyse (s_u)	31322706	0.72 (glfl. nr. 1177)	Gvst. 2,0 m u/terreng. Konstant s_u med dybden
Udrenert analyse (s_u)	31322707	0.74 (glfl. nr. 881)	Gvst. 0,5 m u/terreng. Glideflate til stien (v/ sondering nr. 4). Konstant s_u med dybden
Udrenert analyse (s_u)	31322712	0.89 (glfl. nr. 1161)	Gvst. 0,5 m u/terreng. 5 m oppfylling i bunnen av bekkedalen. Konstant s_u med dybden
Udrenert analyse (s_u)	31322713	0.85 (glfl. nr. 1161)	Gvst. 0,5 m u/terreng. Fjell i kote +67 mellom sondering nr. 4 og bunn av bekkedal. Konstant s_u med dybden
Udrenert analyse (s_u)	31322714	1,03 (glfl. nr. 1161)	Gvst. 0,5 m u/terreng. Fjell i kote +67 mellom sondering nr. 4 og bunn av bekkedal. 5 m oppfylling i bunnen av bekkedalen. Konstant s_u med dybden
Udrenert analyse (s_u)	31322708	1.26 (glfl. nr. 951)	Gvst. 0,5 m u/terreng. $S_u = 0,4 \cdot Po'$. Tar hensyn til gammelt terrengnivå
Udrenert analyse (s_u)	31322709	1.28 (glfl. nr. 888)	Gvst. 0,5 m u/terreng. $S_u = 0,4 \cdot Po'$. Tar hensyn til gammelt terrengnivå. 2 m oppfylling i bunnen av bekkedalen
Udrenert analyse (s_u)	31322710	1.30 (glfl. nr. 650)	Gvst. 0,5 m u/terreng. $S_u = 0,4 \cdot Po'$. Tar hensyn til gammelt terrengnivå. 5 m oppfylling i bunnen av bekkedalen

Orienterende geotekniske vurderinger - Stabilitet

Udrenert analyse (s_u)	31322711	1.32 (glfl. nr. 586)	Gvst. 0,5 m u/terreng. $S_u = 0,4 \cdot P_o'$. Tar hensyn til gammelt terrengnivå. 7 m oppfylling i bunnen av bekkedalen
Udrenert analyse (ADP)	31322717	1.07 (glfl. nr. 1208)	Gvst. 0,5 m u/terreng. Tar hensyn til gammelt terrengnivå
Udrenert analyse (ADP)	31322715	1.11 (glfl. nr. 1193)	Gvst. 0,5 m u/terreng. Tar hensyn til gammelt terrengnivå. 2 m oppfylling i bunnen av bekkedalen
Udrenert analyse (ADP)	31322718	1.20 (glfl. nr. 780)	Gvst. 0,5 m u/terreng. Tar hensyn til gammelt terrengnivå. 5 m oppfylling i bunnen av bekkedalen
Udrenert analyse (ADP)	31322716	1.23 (glfl. nr. 921)	Gvst. 0,5 m u/terreng. Tar hensyn til gammelt terrengnivå. 2 m oppfylling i bunnen av bekkedalen. Fjell i kote +67 mellom sondering nr. 4 og bunn av bekkedal
Udrenert analyse (ADP)	31322722	1.34 (glfl. nr. 911)	Gvst. 0,5 m u/terreng. Tar hensyn til gammelt terrengnivå. 2 m oppfylling i bunnen av bekkedalen. Fjell i kote +67 mellom sondering nr. 4 og bunn av bekkedal. Glideflate ved sti
Udrenert analyse (ADP)	31322725	1.30 (glfl. nr. 944)	Gvst. 0,5 m u/terreng. Terrengbelastning lik 26 kN/m^2 for næringsområdet. Tar hensyn til gammelt terrengnivå. 2 m oppfylling i bunnen av bekkedalen. Fjell i kote +67 mellom sondering nr. 4 og bunn av bekkedal. Glideflate ved sti
Udrenert analyse (ADP)	31322719	1.37 (glfl. nr. 919)	Gvst. 0,5 m u/terreng. Tar hensyn til gammelt terrengnivå. 2 m oppfylling i bunnen av bekkedalen. Fjell i kote +67 mellom sondering nr. 4 og bunn av bekkedal. Tar hensyn til 3D effekter/sidefriksjon ($L = 100 \text{ m}$)
Udrenert analyse (ADP)	31322720	1.30 (glfl. nr. 820)	Gvst. 0,5 m u/terreng. Tar hensyn til gammelt terrengnivå. 2 m oppfylling i bunnen av bekkedalen. Fjell i kote +67 mellom sondering nr. 4 og bunn av bekkedal. Grunnere fjelloverflate i bunn av bekkedalen
Udrenert analyse (ADP)	31322721	1.43 (glfl. nr. 829)	Gvst. 0,5 m u/terreng. Tar hensyn til gammelt terrengnivå. 2 m

			<i>oppfylling i bunnen av bekkedalen. Fjell i kote +67 mellom sondering nr. 4 og bunn av bekkedal. Grunnere fjelloverflate i bunn av bekkedalen. Tar hensyn til 3D effekter/sidefriksjon (L = 100 m)</i>
<i>Udrenert analyse (ADP)</i>	<i>31322724</i>	<i>1.43 (glfl. nr. 829)</i>	<i>Gvst. 0,5 m u/terreng. Terrengbelastning lik 26 kN/m² for næringsområdet. Tar hensyn til gammelt terrengnivå. 2 m oppfylling i bunnen av bekkedalen. Fjell i kote +67 mellom sondering nr. 4 og bunn av bekkedal. Grunnere fjelloverflate i bunn av bekkedalen. Tar hensyn til 3D effekter/sidefriksjon (L = 100 m).</i>

Utskrifter fra beregningene fremgår av vedlegg C.

Som det fremgår av tabellen så er stabiliteten dårlig mht. glideflater lokalt i skråningen ned mot bekkedalen. For globale glideflater som skjærer inn mot stien/skogsveien er stabiliteten tilfredsstillende. Ved registrering av kvikke/sensitive masser skal imidlertid global stabilitet av området vies særskilt oppmerksomhet, jfr. /5/.

Beregningene viser videre at en økning i terrengbelastningen fra 6,5 til 26 kN/m² i det planlagte næringsområdet kun har beskjeden innvirkning på stabiliteten av området.

Det skal nevnes at det er en del usikkerheter knyttet til beregningene:

- Beliggenheten av/dybden til fjell i skråningen ned mot bekkedalen, samt i bunnen av bekkedalen.
- Beliggenheten av grunnvannstanden.
- Jordparametere, spesielt mht. mengde av finstoff (silt/leire) i grunnen hvor beregningene er foretatt. Vi har antatt at massene registrert i prøvetakingshullet (PR. v/1) er representativt for grunnforholdene generelt på området. Imidlertid så indikerer sonderingene nr. 4 og 6 fastere og grovere masser enn området der prøvetakingen ble utført.

5 Konklusjon og sluttbemerkning

Regulering av området med tanke på å benytte dette til næringsformål anses som gjennomførbar geoteknisk sett, men det kan bli behov for stabiliserende tiltak, som beskrevet nedenfor.

Som nevnt i kapittelet over er sikkerheten mht. globale glideflater inn mot stien tilfredsstillende. For lokale glideflater i skråningen er imidlertid sikkerheten dårlig, med bakgrunn i beregningene foretatt så langt. Beregningene er utført med bakgrunn i antatt konservative grunnforhold basert på undersøkelsene som er utført til nå.

Da det som nevnt er en del usikkerhet knyttet til underlaget for beregningene (beliggenhet av fjell, grunnvannsnivå, jordparametere), så anbefales det utført supplerende undersøkelser:

Orienterende geotekniske vurderinger - Stabilitet

- Oppe på platået, nær toppen av dalsidene:
 - o Supplerende totalsonderinger i 2-3 punkter og opptak av prøver i 1 punkt. Evt. trykksondering (CPTU)
 - o Nedsetting av piezometer i 1-2 punkter for måling av grunnvannstanden
- I bunnen av bekkedalen:
 - o Totalsonderinger til fjell/fast grunn i 2 punkter, og mulig opptak av prøver

Når resultatene av de supplerende undersøkelsene foreligger må det foretas reviderte beregninger og evt. prosjektering av stabiliserende tiltak.

Hvis de supplerende undersøkelsene bekrefter grunnforhold som er benyttet så langt i beregningen må det utføres stabiliserende tiltak. Følgende er mulige alternativer, som også kan kombineres:

1. Oppfylling av terrenget i bunnen av bekkedalen for å heve nivået her, samt for avslaking av skråningene i nedre delen av bekkedalen. Det kan bli behov for oppfylling med opptil flere meter
2. Avgraving av terrenget på toppen av skråningen
3. Senkning av grunnvannstanden oppe på platået

Vi er opplyst om at det planlegges etablert en pumpestasjon oppe på platået inntil den indre delen av bekkedalen med utløp til denne. Utløpet anbefales lagt i rør gjennom hele bekkedalen for å unngå erosjon i dalsidene. Ved å fylle over røret kan man få etablert en motfylling i dalbunnen, og alternativ 1 over kan dermed kombineres med disse arbeidene.

Videre, så bør en generell oppfylling av terrenget i området som skal reguleres unngås, og må i så fall vurderes av geoteknisk fagkyndig personell.

Tegninger

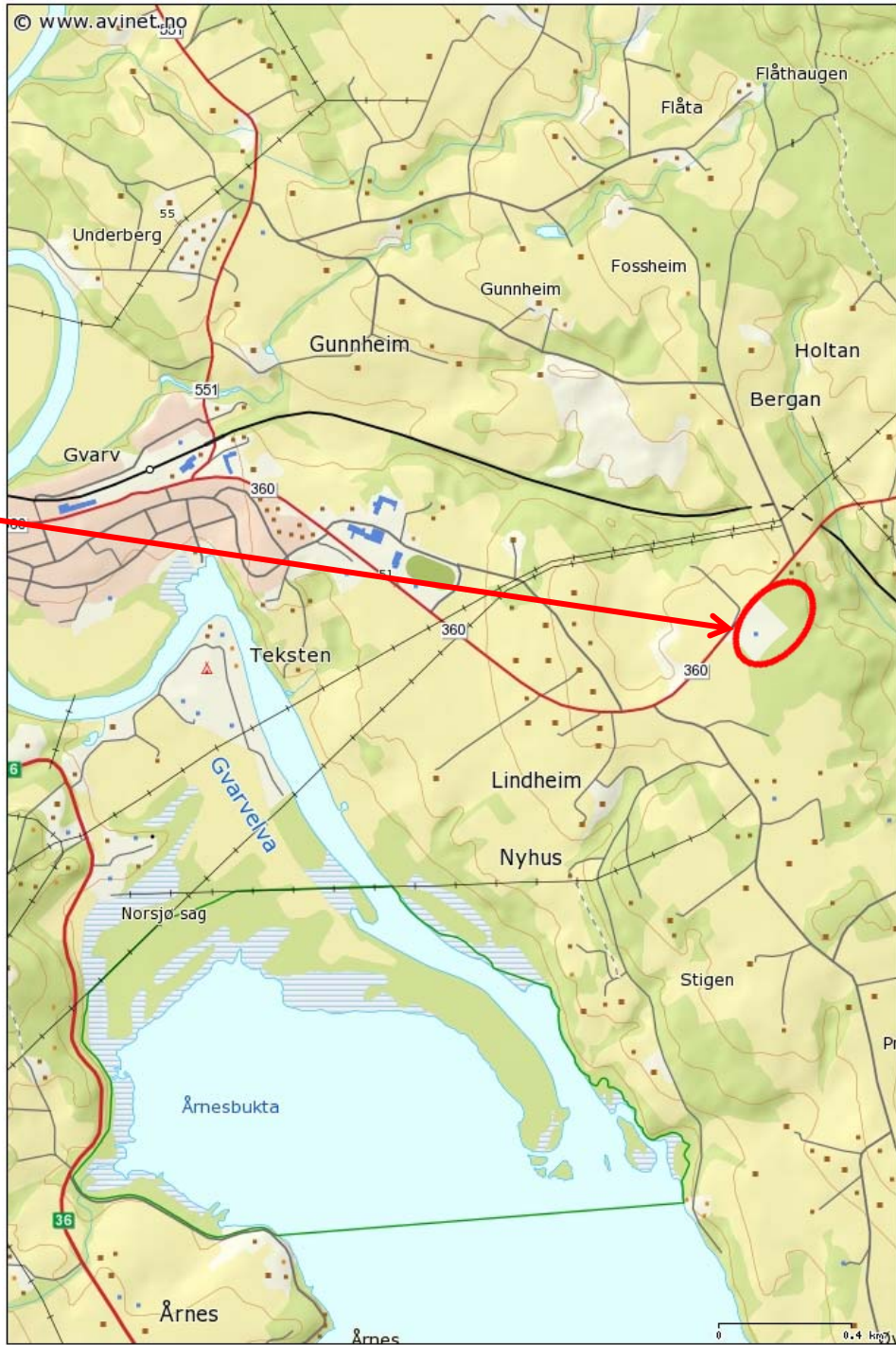
313227-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan påført plassering av beregningssnitt

Vedlegg

- A: Løsmassekart utarbeidet av NGU
- B: Underlag for stabilitetsberegninger og -vurderinger
- C: Utskrifter fra utførte stabilitetsberegninger

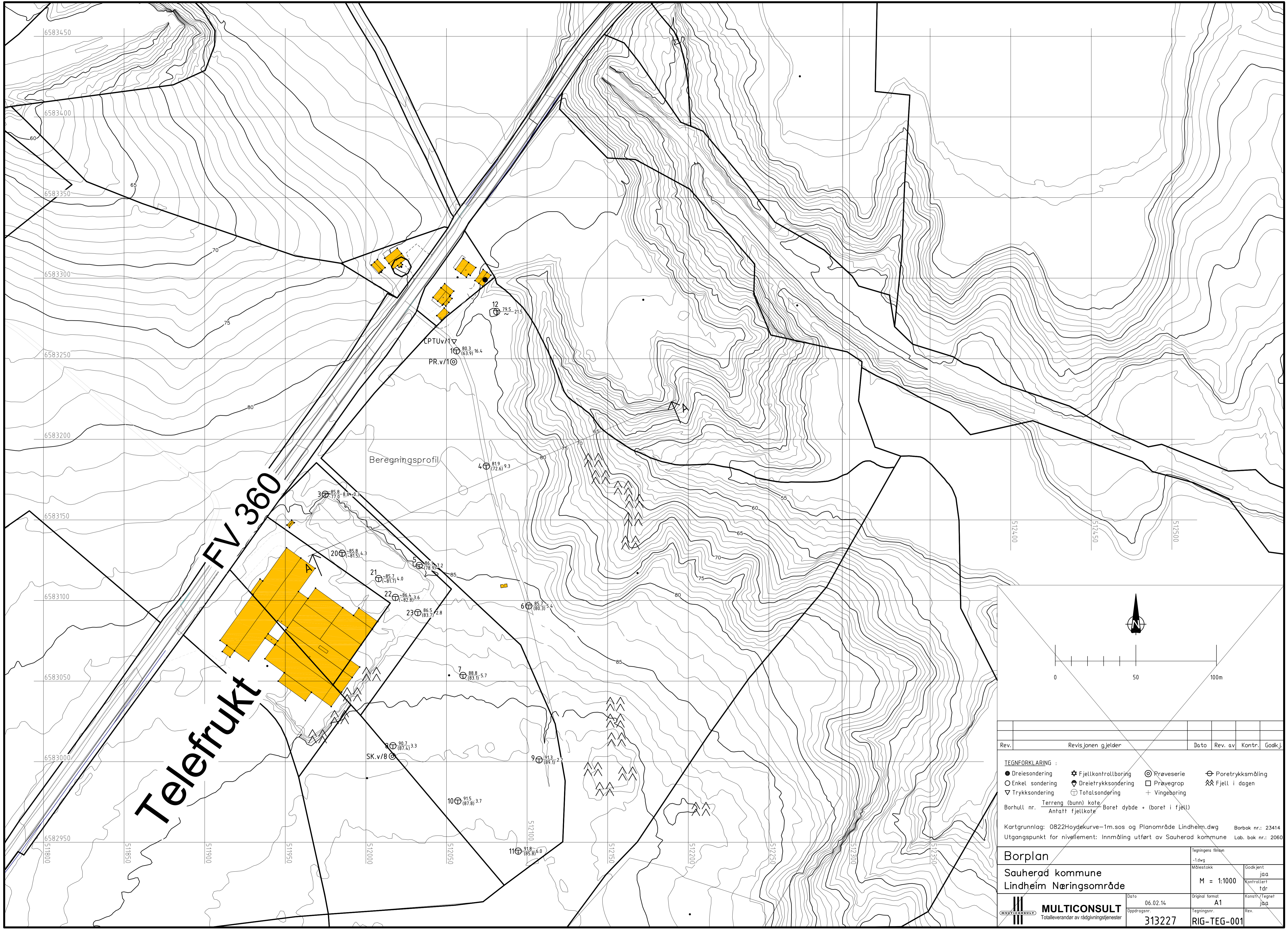
Referanser

- /1/ Geoteknisk datarapport nr. 313227-RIG-RAP-001_rev00 datert 07.02.14
- /2/ Statens vegvesen - Håndbok 016
- /3/ Karlsrud, Kjell: "Tolking og fastlegging av jordartsparemetere. Karakteristisk jordprofil". Foredrag på NGF-kurs Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger". 2003
- /4/ NS-EN 1997 m/nasjonalt tillegg - "Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler"
- /5/ Retningslinjer (2/2011) "Flaum og skredfare i arealplanar" og tilhørende tekniske veileder til denne: "Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper" utarbeidet av NVE



Området som er undersøkt

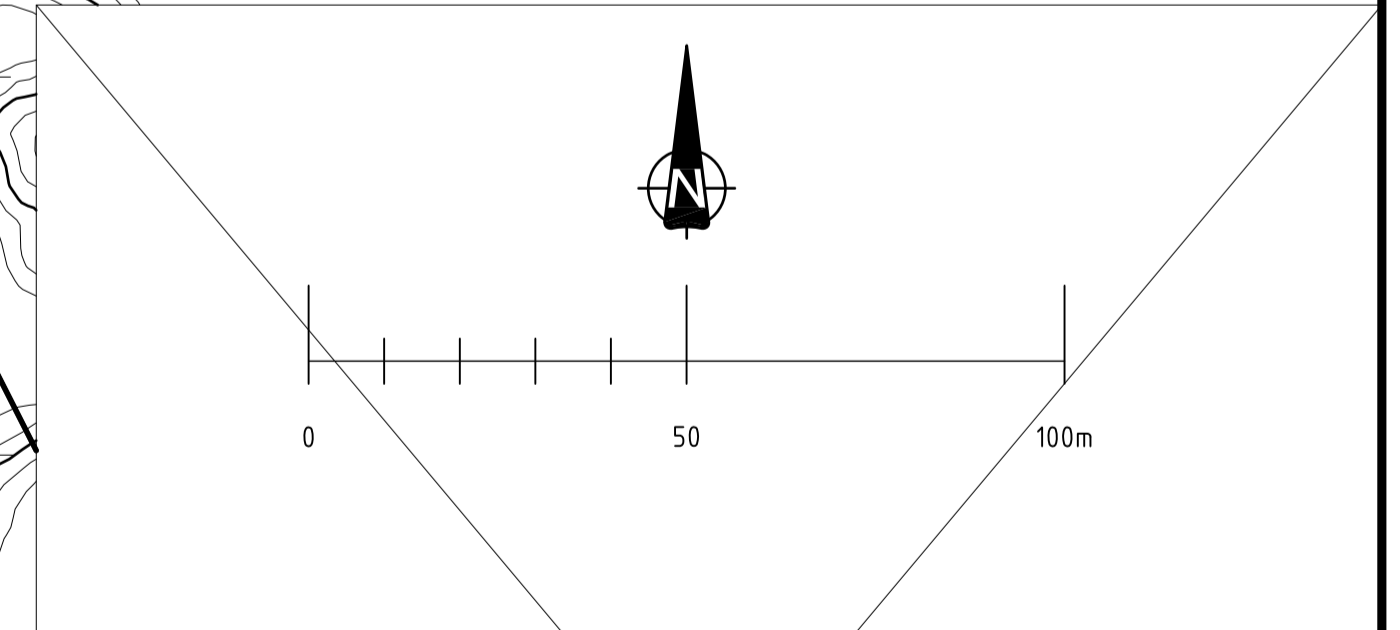
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	OVERSIKTSKART	Original format A4	Fag Geoteknikk		
	SAUHERAD KOMMUNE LINDHEIM NÆRINGSOMRÅDE GVARV	Tegningens filnavn RIG-TEG-000_rev00.docx	Målestokk		
	MULTICONSULT Rigedalen 15 – 4626 Kristiansand Tlf. 37 40 20 00 - Fax: 37 40 20 99	Dato 6. februar 2014	Konstr./Tegnet jaa	Kontrollert tdr	Godkjent jaa
		Oppdrag nr. 313227	Tegning nr. RIG-TEG-000		Rev.



Telefrukt

FV 360

Beregningsprofil



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Rev. av	Kontr.	Godkj.

TEGNFORKLARING :

● Dreiesondering	⊛ Fjellkontrollboring	⊙ Røveserie	⊖ Poretrykksmåling
○ Enkel sondering	⊕ Dreietrykksondering	□ Prøvegrop	⚡ Fjell i dagen
▽ Trykksondering	⊕ Totalsondering	+ Vingeboring	

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

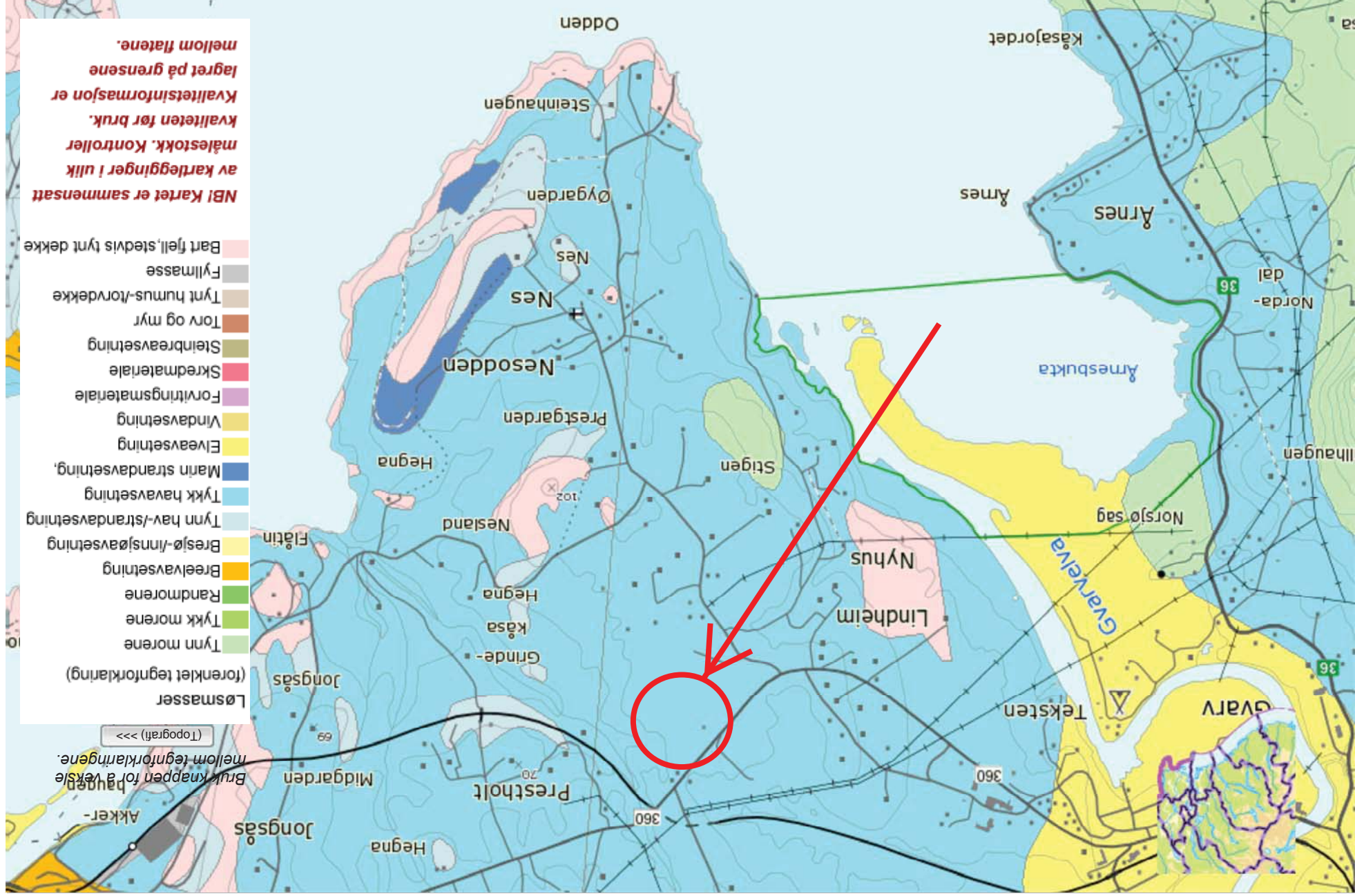
Kartgrunnlag: 0822Hoydekurve-1m.sos og Planområde Lindheim.dwg Borbok nr.: 23414
 Utgangspunkt for nivålemnet: Innmåling utført av Sauherad kommune Lab. bok nr.: 2060

Borplan		Tegnensens filnavn	
Sauherad kommune		-1.dwg	Godkjent
Lindheim Næringsområde		Målestokk	Kontrollert
		M = 1:1000	jaa
			Kontr./Tegnet
			tdr
			jaa
		Dato	Original format
		06.02.14	A1
		Tegningsnr.	Rev.
		313227	RIG-TEG-001



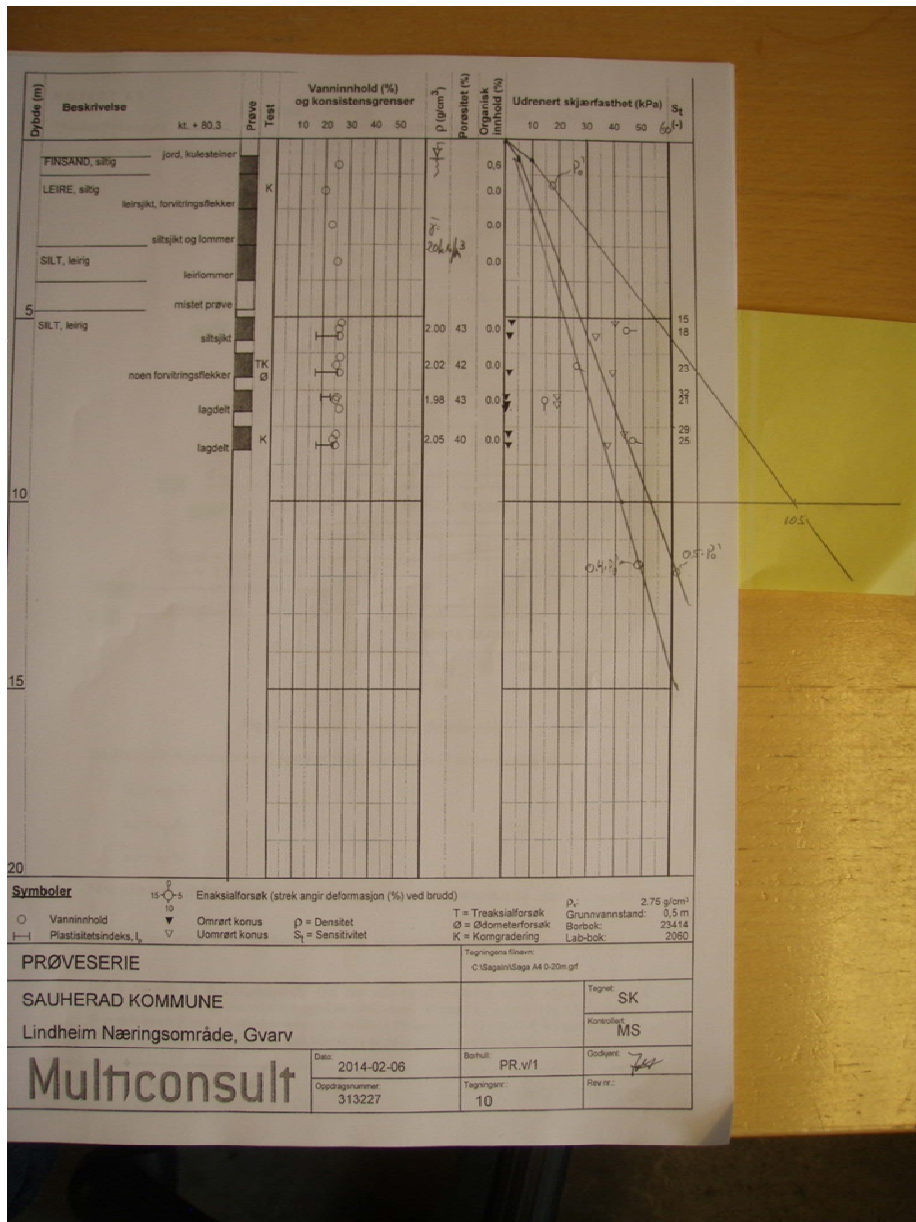
VEDLEGG A

Løsmassekart utarbeidet av NGU



VEDLEGG B

Underlag for stabilitetsberegninger og -vurderinger



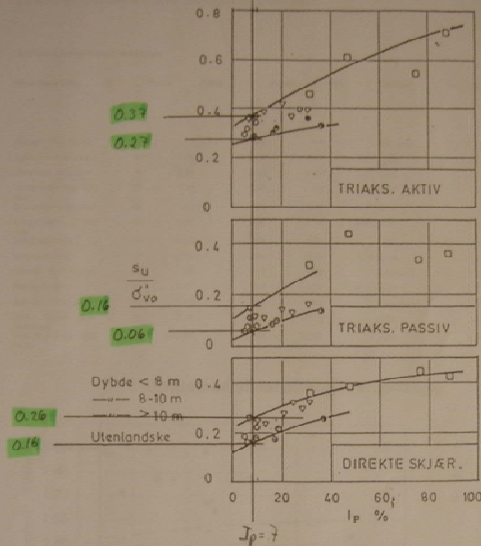


Fig.12 - Udrenert skjærstyrke. Erfaringstall.

Karakteristisk skjærstyrke verdi som kan brukes i stabilitets- / beregninganalyser er:

$$\begin{aligned} \overline{s_{ak}} &= s_{ak} \cdot f_T \\ \overline{s_{ad}} &= s_{ad} \cdot f_T \\ \overline{s_{dp}} &= s_{dp} \cdot f_T \end{aligned} \quad (21)$$

På et plan med vilkårlig helning, α , er skjærstyrken bestemt som beskrevet i Ref. /7/, Appendix 4.

Erfaringsdata viser at normaliserte udrenerte skjærstyrker varierer med leierens plastisitet (Fig.12).

For å etablere et skjærstyrkeprofil, bør det utføres tilstrekkelig antall aktive og passive treaksialforsøk. Ofte av økonomiske og/eller tidsårsaker vil antall treaksialforsøk være begrenset til et minimum (f.eks. i homogen leire - tre dybder). Diagrammene i Fig. 12 er en nyttig grunnlag både for overslagsberegninger og som korrektiv til målte skjærstyrkeverdier for et gitt prosjekt.

Basert på erfaringstall fra litteratur og på MULTICONSULT Avdeling GEO's erfaring viser Fig. 13 anisotropi effekten som funksjon av plastisitet.

Undrained shear strength anisotropy

Clay description	Ip	Direct	Active	Passive	Vane	Remarks	Sua/SuD	Sup/SuD	Suv/SuD
Bjermum, 1973, Fig 16	10	1.6	2.5	0.5		1 subsovere	1.58	0.31	0.63
Lean Drammen clay	11	0.22	0.34	0.09	0.24	su/po	1.55	0.41	1.09
Vatland, Oslo clay	16	0.26	0.32	0.09	0.22	su/po	1.23	0.35	0.85
Stuenterunden, Oslo clay	18	0.19	0.31	0.1	0.18	su/po	1.63	0.53	0.95
Drammen Plastic clay	29	0.3	0.4	0.15	0.35	su/po	1.33	0.50	1.20
Kongshelven, Oslo clay	30	0.23	0.35	0.15	0.22	su/po	1.40	0.60	0.86
Sulå Eskøy clay	48	0.26	0.3	0.24		su/po	1.15	0.82	
Mutlagamy clay	47	0.39	0.61	0.45	0.45	su/po	1.56	1.15	1.18
Bjermum, 1973, Fig 16	50	1.2	1.3	0.8		1 subsovere	1.08	0.67	0.83
Bergvik clay	85	0.41	0.7	0.4	0.59	su/po	1.71	0.96	1.44
Bjermum, 1973, Fig 16	100	1.05	1.1	0.9		1 subsovere	1.05	0.86	0.86
Oslo - Isen gate-Quarnerus	26	0.19	0.3	0.11		su/po	1.58	0.58	0.90
Troll Øst Soil Inv. 1992 (NCR)	35	0.3437	0.458	0.252		su/po	1.33	0.73	0.90

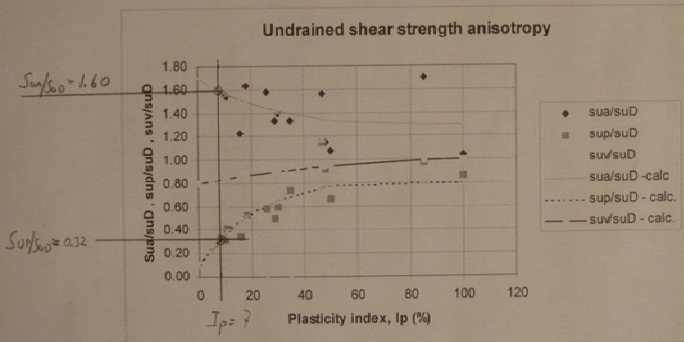
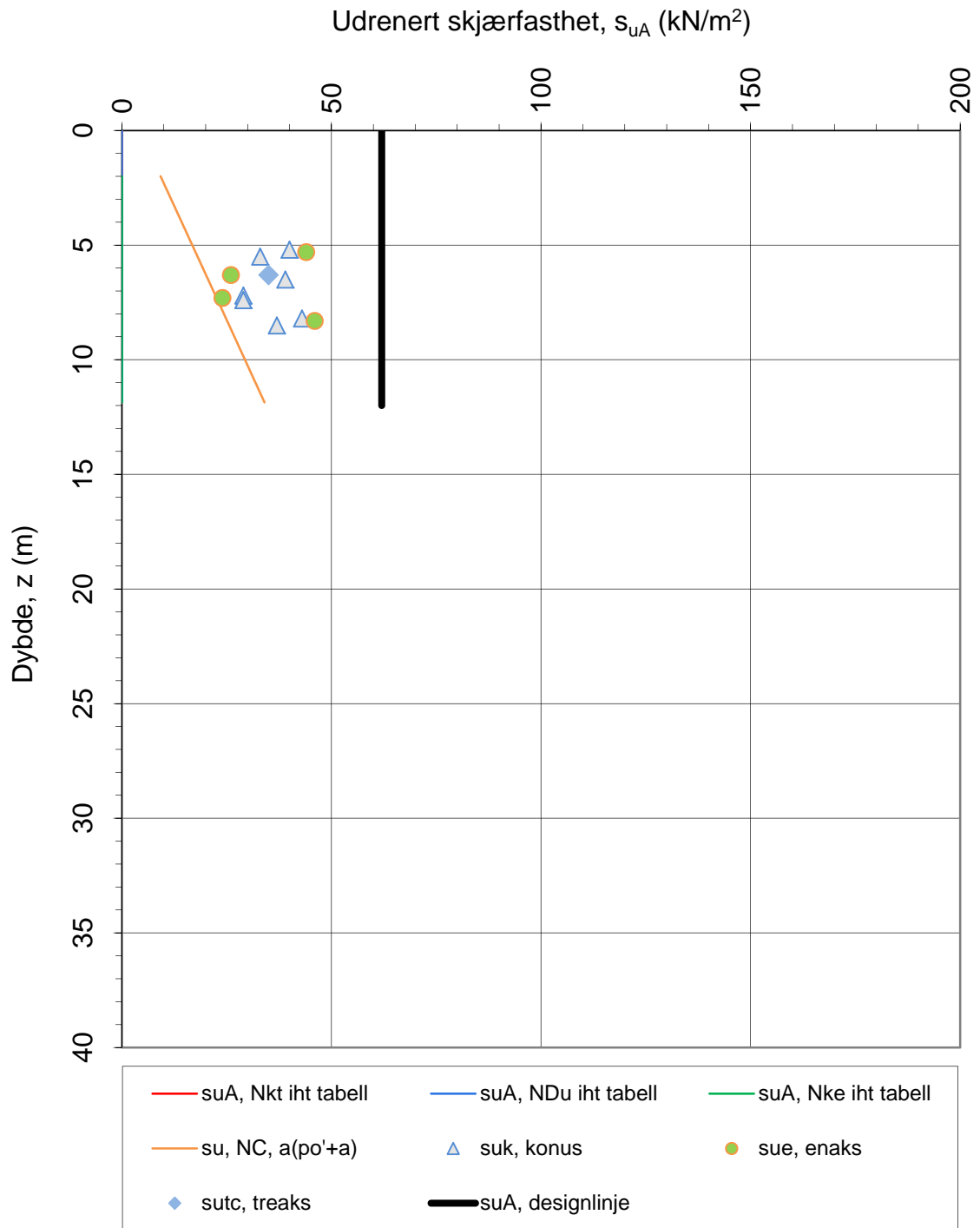


Fig. 13. Udreneret skjærstyrke anisotropi

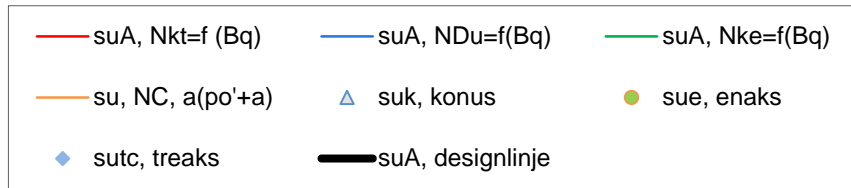
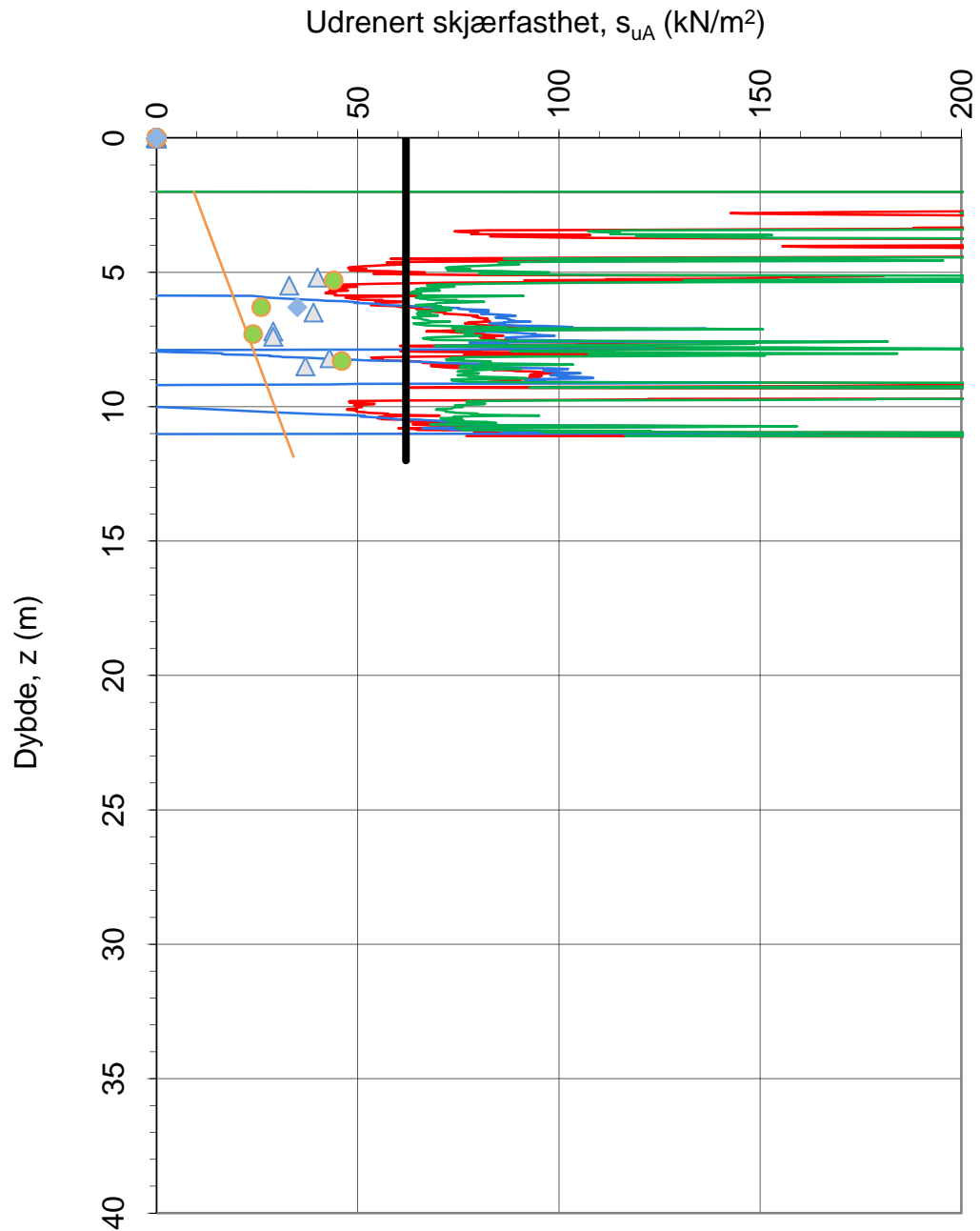
Diagrammene i Fig. 12 og 13 er brukt for å utarbeide et hjelpeprogram (espar- ekspert system for jordparameter) for bestemmelse av overslagverdier for udrenert skjærstyrke. Ved å gi w_L og I_p som inndata får man både forholdene s_{su}/p_u , s_{su}/p_s og s_{su}/p_s og reduksjonsfaktoren, f_1 , for tidseffekt. Fig. 14 viser et eksempel for bruk av espar.



α_c valgt: **0.28**

Lag	Dybde uk laggrense, z (m)	N_{kt}	$N_{\Delta u}$	N_{ke}	Merknad
1	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	0.00	0.00	0.00	0.00	

Oppdragsgiver: Sauherad kommune		Oppdrag: Lindheim Næringsområde, Gvarv		Tegningens filnavn: CPTUv1_ver. 4.03.xlsx	
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , valgte tolkningsfaktorer.				Multiconsult	
CPTU id.:	CPTU v/1	Sonde:	4584		
MULTICONSULT AS	Dato: 07.02.2014	Tegnet: jaa	Kontrollert:	Godkjent:	
	Oppdrag nr.: 313227	Tegning nr.: RIG-TEG-048	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0	

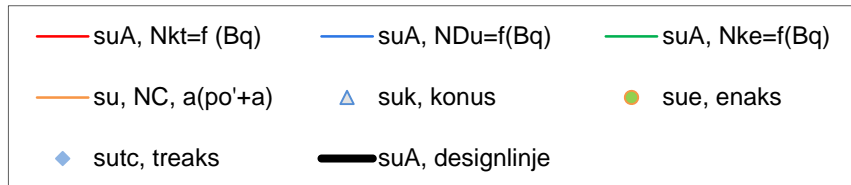
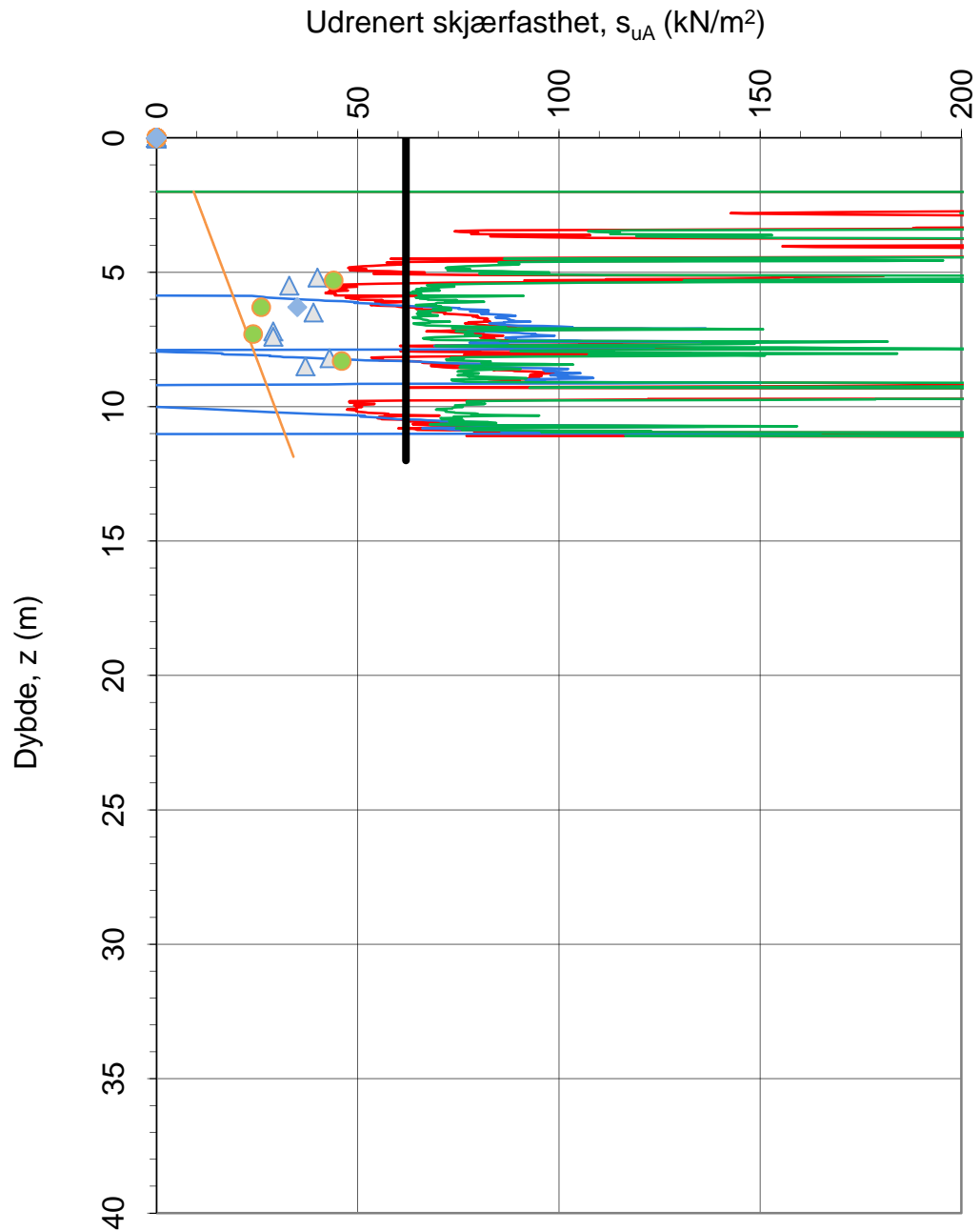


Nkt = (18,7-12,5·Bq)
 NDu = (1,8+7,25·Bq)
 Nke = (13,8-12,5·Bq)

α_c valgt: **0.28**

Referansem metode: Karlsrud et al (1996)

Oppdragsgiver: Sauherad kommune		Oppdrag: Lindheim Næringsområde, Gvarv		Tegningens filnavn: CPTUv1_ver. 4.03.xlsx	
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot B_q .					
CPTU id.:	CPTU v/1	Sonde:	4584	Multiconsult	
MULTICONSULT AS	Dato: 07.02.2014	Tegnet: jaa	Kontrollert:		
	Oppdrag nr.: 313227	Tegning nr.: RIG-TEG-049	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0	

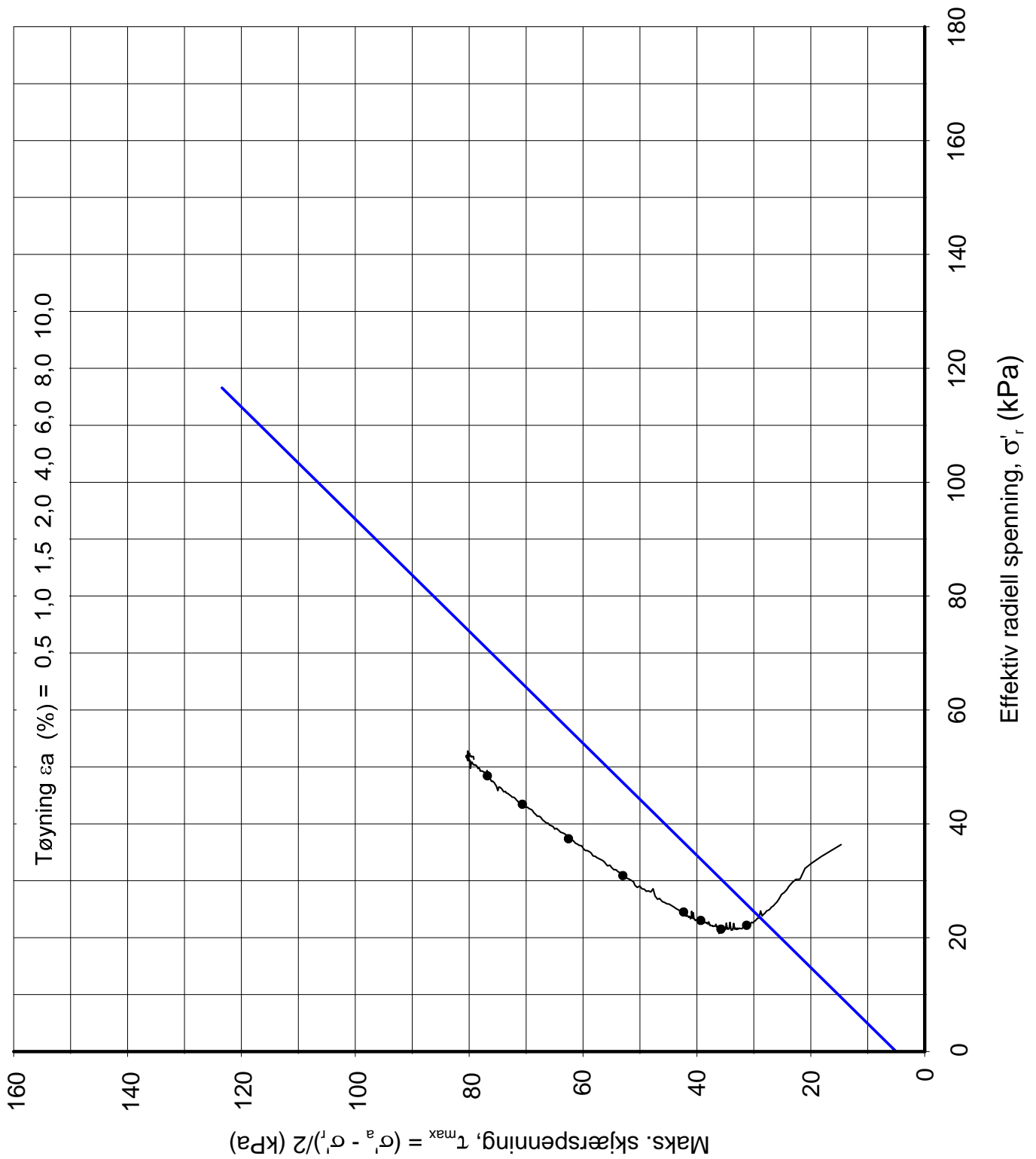


$Nkt = (18,7-12,5 \cdot Bq)$
 $Ndu = (1,8+7,25 \cdot Bq)$
 $Nke = (13,8-12,5 \cdot Bq)$

α_c valgt: **0.28**

Referansemetode: Karlsrud et al (1996)

Oppdragsgiver: Sauherad kommune		Oppdrag: Lindheim Næringsområde, Gvarv		Tegningens filnavn: CPTUv1_ver. 4.03.xlsx	
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot B_q .					
CPTU id.:	CPTU v/1	Sonde:	4584	Multiconsult	
MULTICONSULT AS	Dato: 07.02.2014	Tegnet: jaa	Kontrollert:		
	Oppdrag nr.: 313227	Tegning nr.: RIG-TEG-049	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0	



Forsøksdata

Dybde: 6,40 m
Gvs. = 0.5 m

$\gamma_i = 19,3 \text{ kN/m}^3$
 $\epsilon_{vol} = \Delta V/V = 4,73 \%$

$w_i = 25,9 \%$
 $w_f = - \%$
 $w_p = - \%$

Tan. $\phi_f = 0,58$
Attraksjon = 5 kPa

$\sigma'_{vo} = 66,0 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{ac} = 65,9 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{rc} = 36,9 \text{ kPa}$

Treaksialforsøk CAUa

Filnavn:

C:\3aksLinklocal\NTNU.grf

SAUHERAD KOMMUNE

Lindheim Næringsområde, Gvarv

jaa

Kontrollert:



Dato: 2014-02-07

Oppdragsnr: 140

Borpunkt: PR.v/1

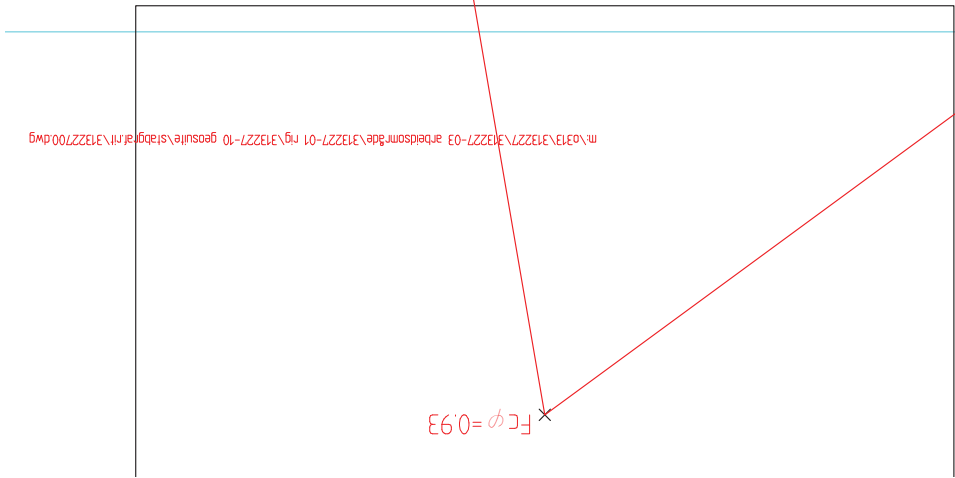
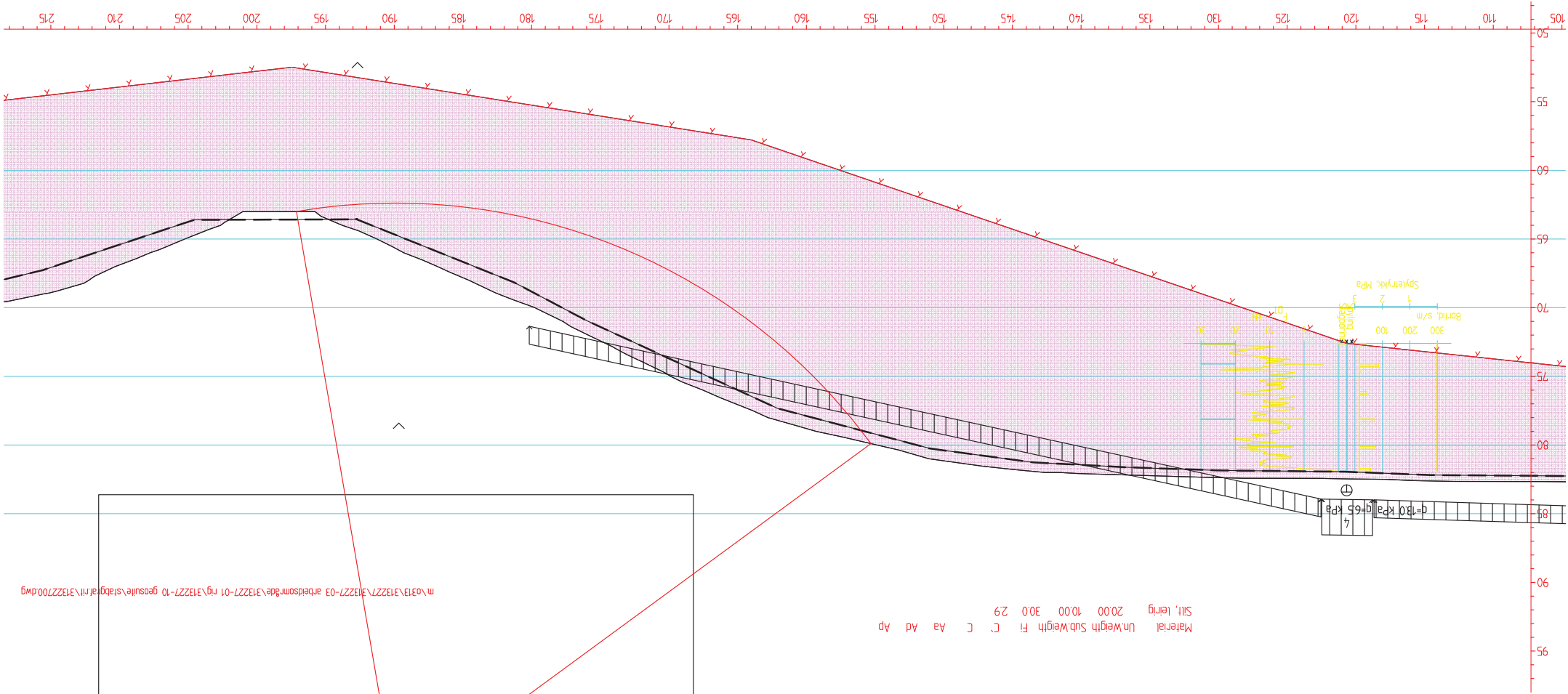
Tegning nr.: RIG-TEG-085

Godkjent:

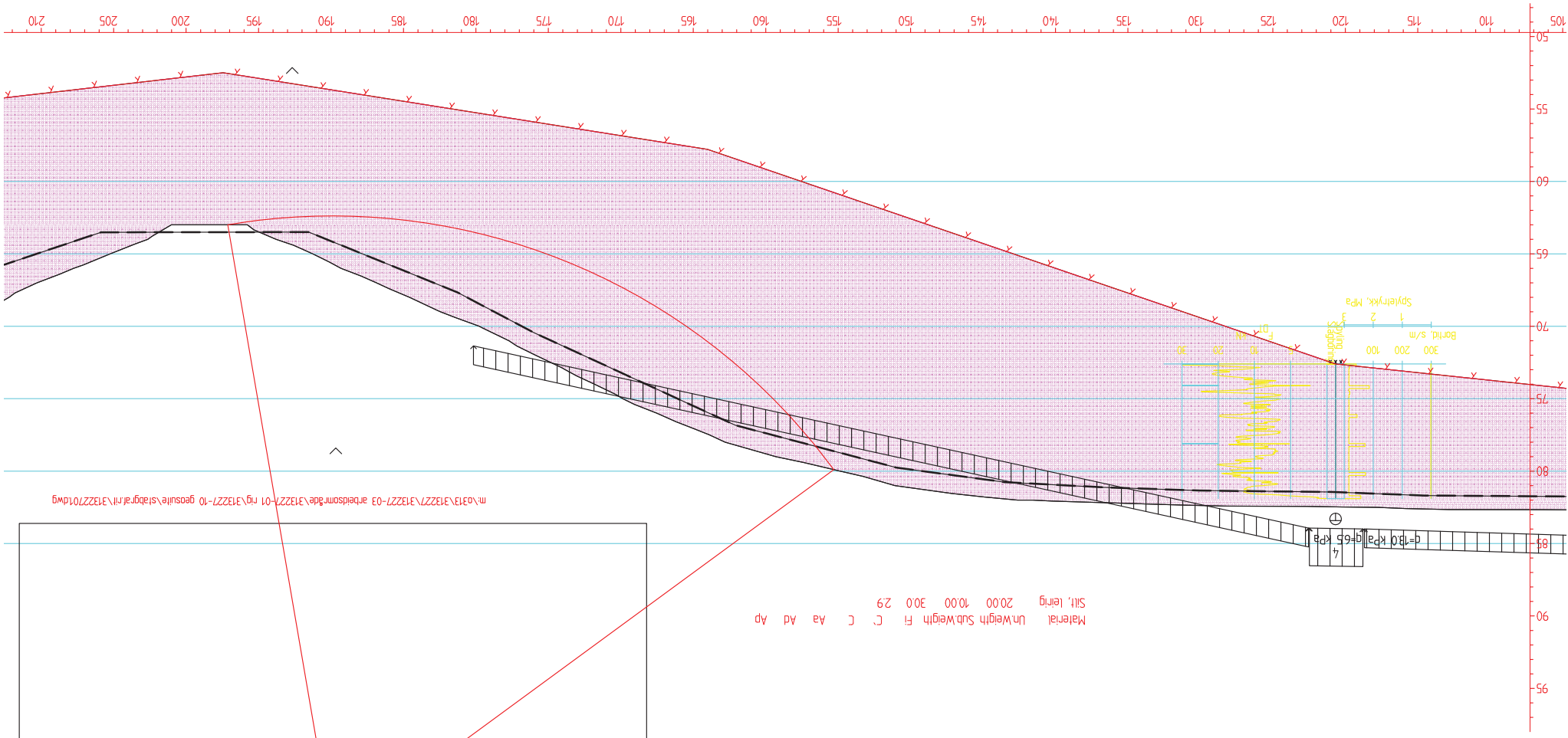
Rev nr. 0

VEDLEGG C

Utskrifter fra utførte stabilitetsberegninger



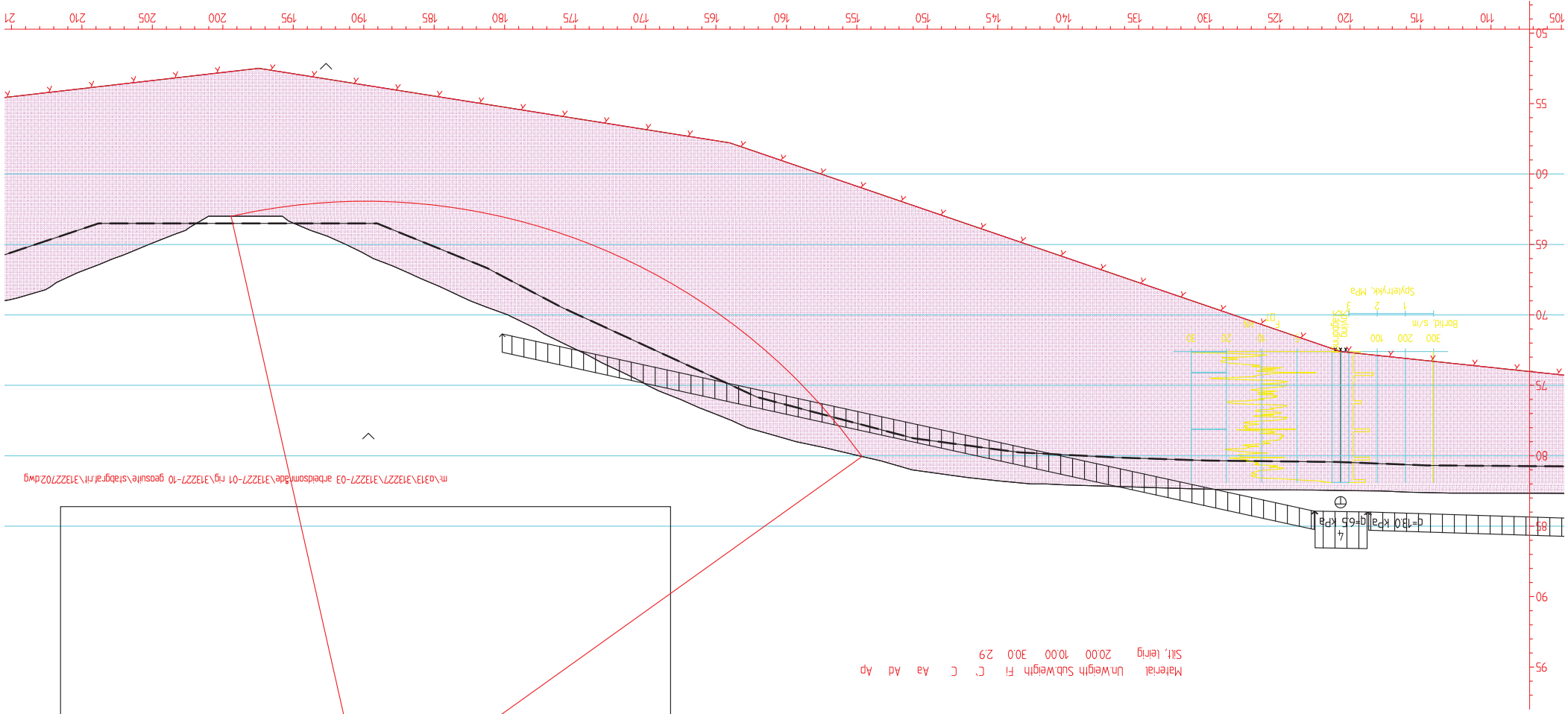
m:\0313\313227\313227-03 arbedsmn\ade\313227-01.rtg\313227-10 geosulte\stidg\fil\31322700.dwg



m:\0313\313227\313227-03 arbedsma'be\313227-01 r'g\313227-10 geosule\stabgr'it\31322701dwg

$F_c \varphi = 100$

31322701



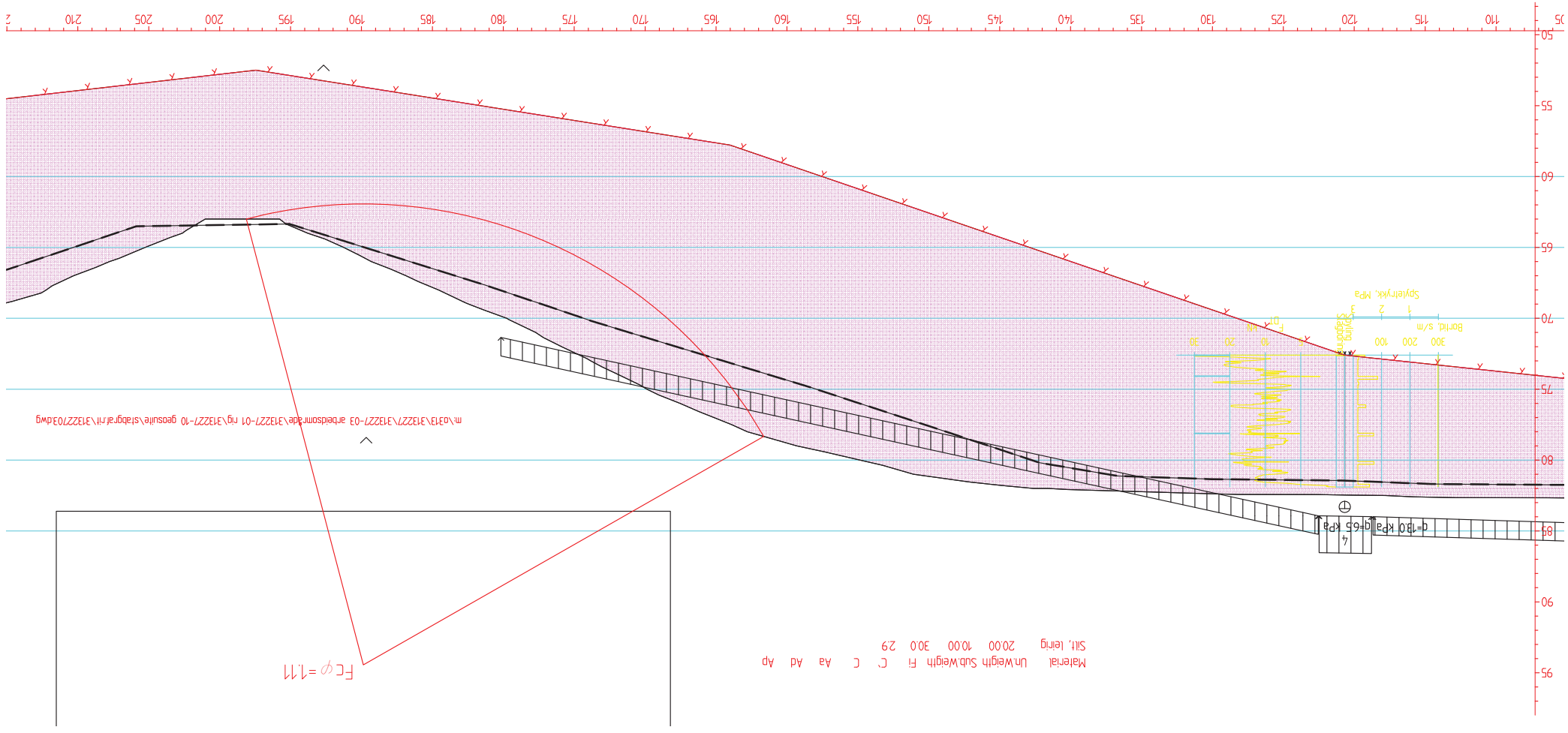
m:\031\313227\313227-03 arbedsomi\313227-01 rign\313227-10 geosulif\stabgraf\31322702.dwg

Material Unveigh Subveigh Fi C Ca Ad Ap
Silt, leirig 20.00 10.00 30.0 2.9

$F_c \phi = 1.12$

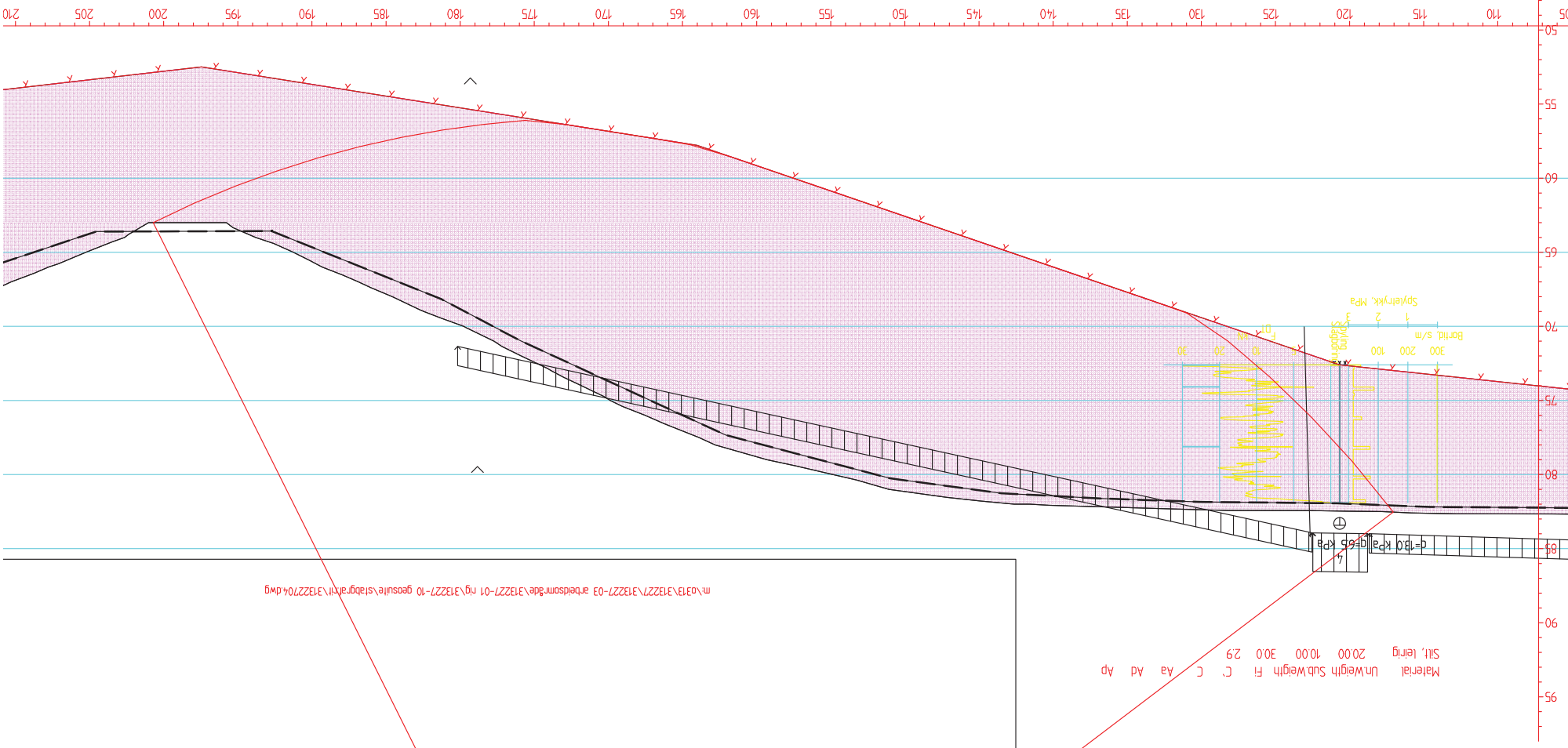
31322702

31322703



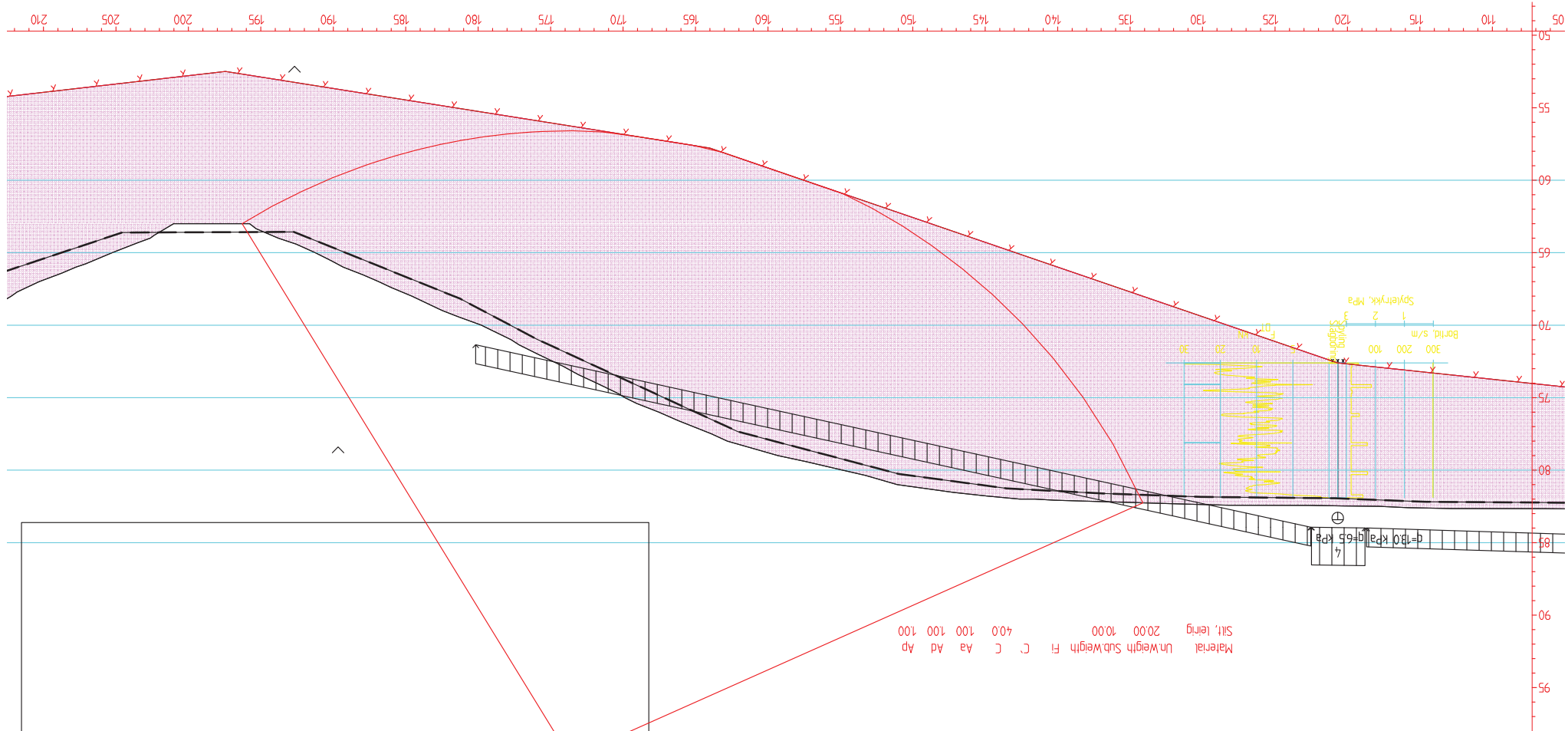
m:\0313\313227\313227-03 arbedsmappe\313227-01 mg\313227-10 gesulte\stabgarfil\31322703dwg

$F_c \phi = 1.11$



31322704

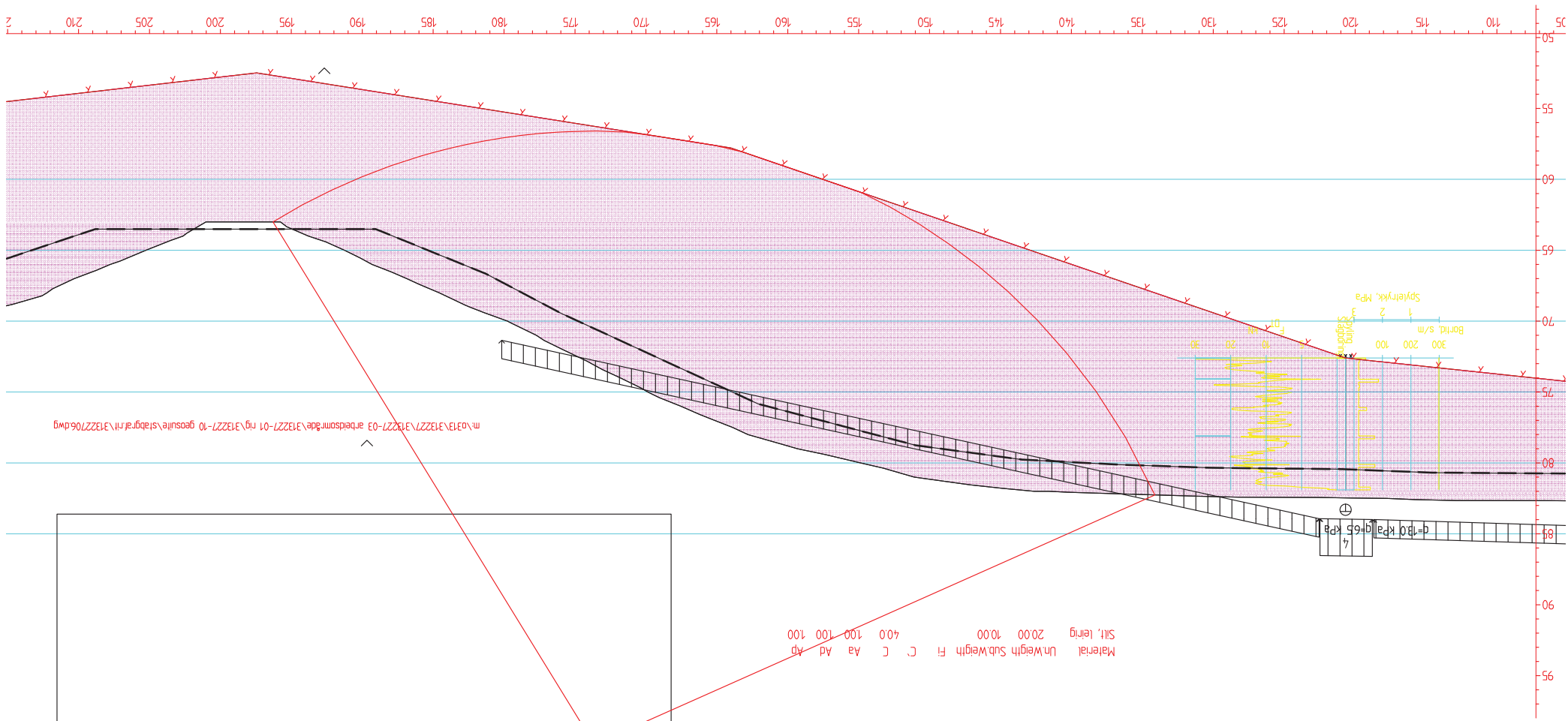
m:\0313\313227\313227-03 arðsúmmáa\313227-01 fjg\313227-10 gresule\stæðgr\31322704.dwg



31322705

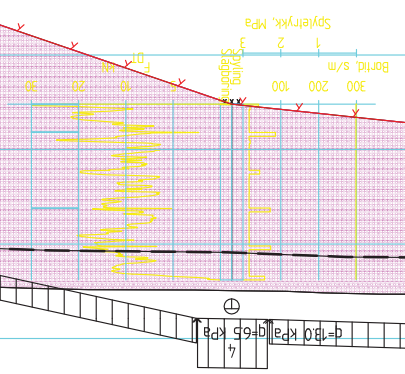
$F_c = 0.72$

x

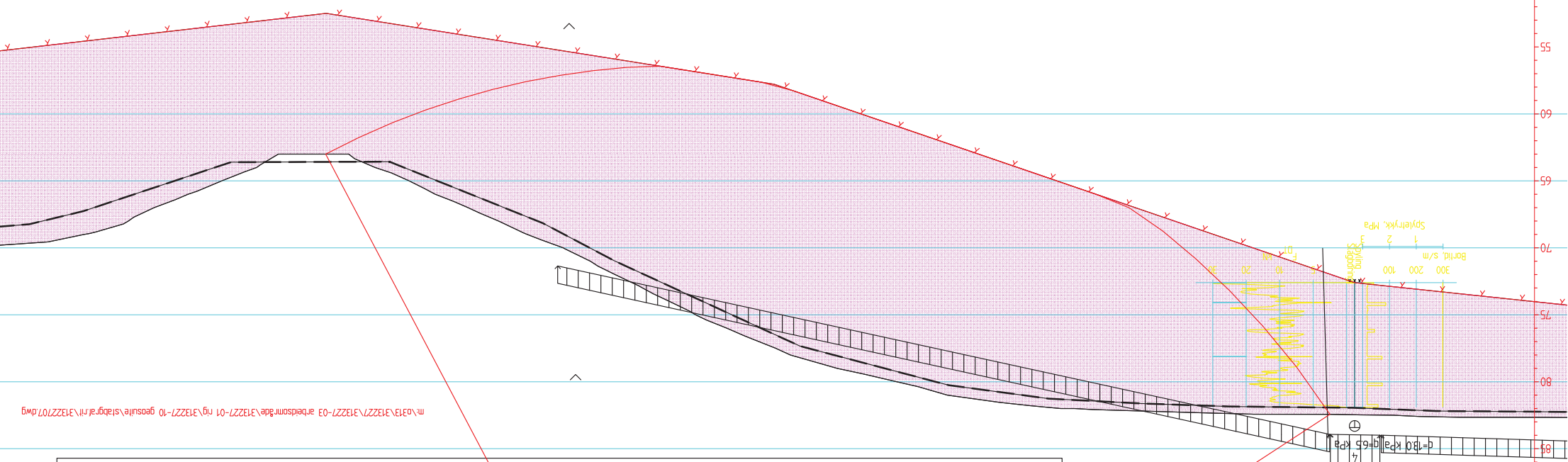


FC=0.72

31322706



220 215 210 205 200 195 190 185 180 175 170 165 160 155 150 145 140 135 130 125 120 115 110 105

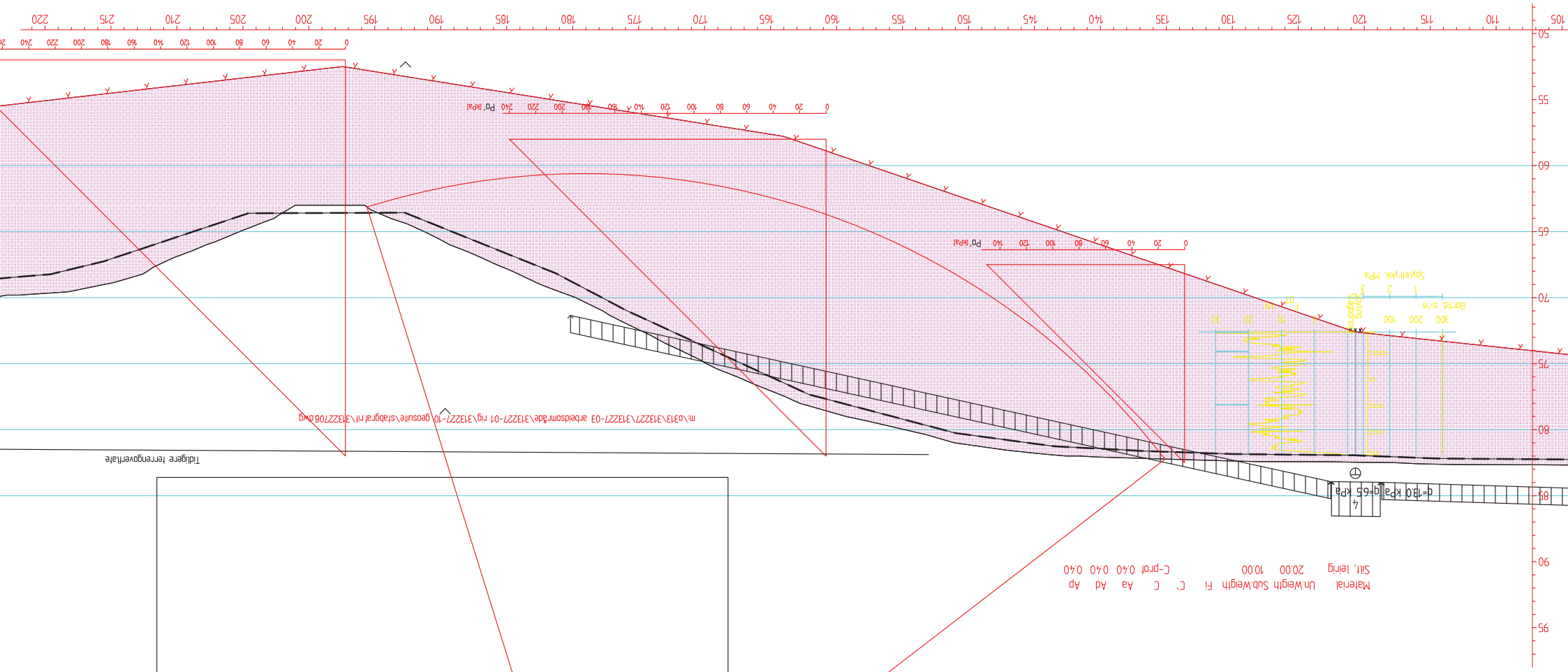


m:\0313\313227\313227-03 arbeidsomr\Bde\313227-01 fig\313227-10 gresulle\stadrar\31322707.dwg

Material UnWeght SubWeght Fi C Aa Ad Ap
Silt, leing 20.00 10.00 4.00 1.00 100 100

31322707

FC=0.74



31322708

FC=126

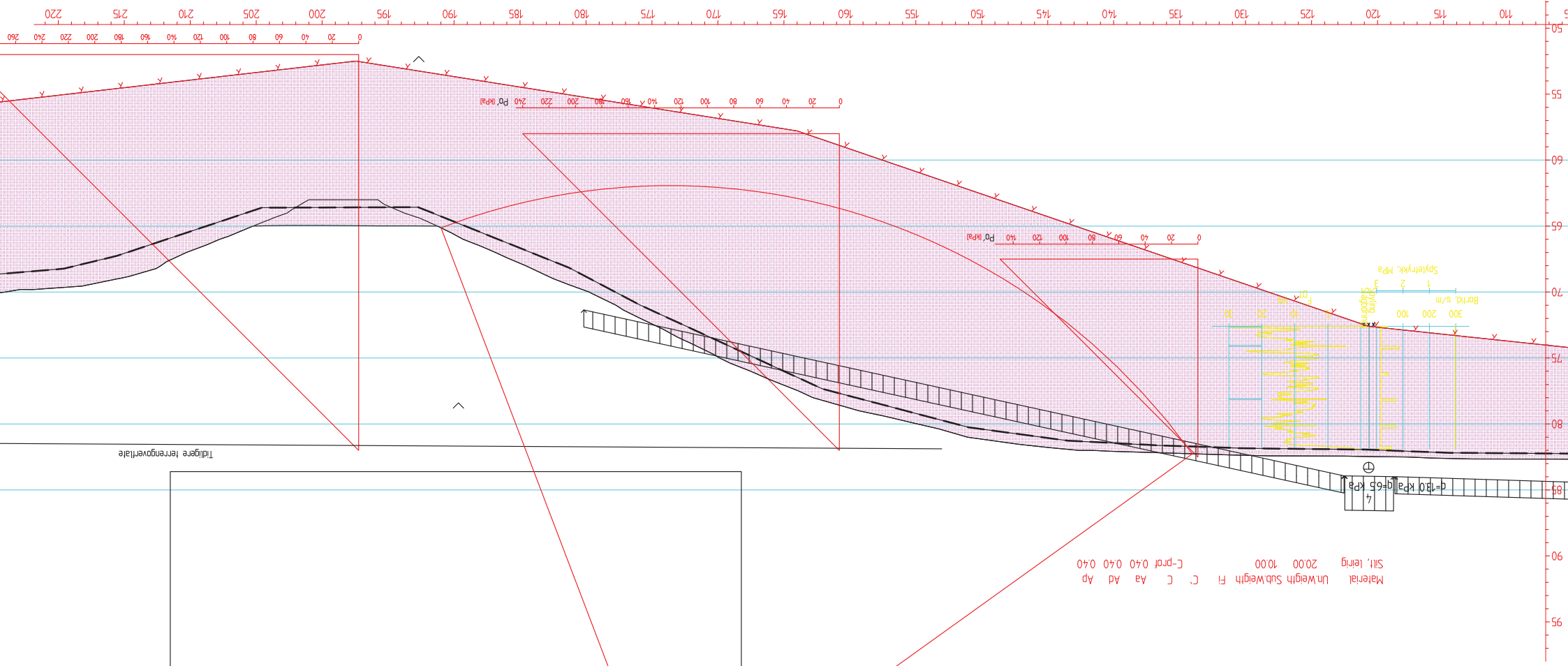
Material Unwagh Subwagh Fi C C Aa Ad Ap
 Slit, leing 20.00 10.00
 C-praf 0.40 0.40 0.40

t=130 kPa
 q=65 kPa
 4

m\013\313227\313227-03 arbedsomrBde\313227-01 ng\313227-10 gesule\31322708.dwg

Tidligere ferngoverale

x

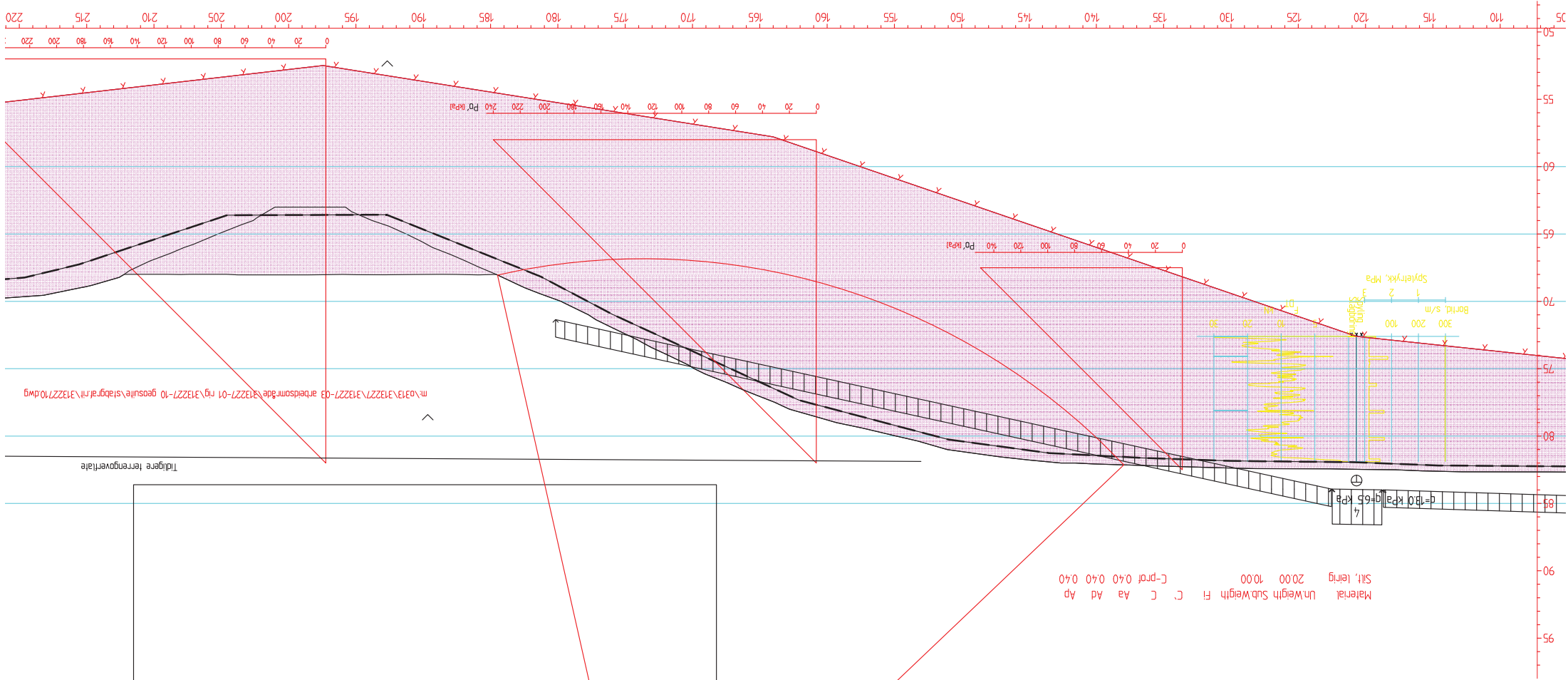


31322709

FC=128

Tiliggere ferengoveritale

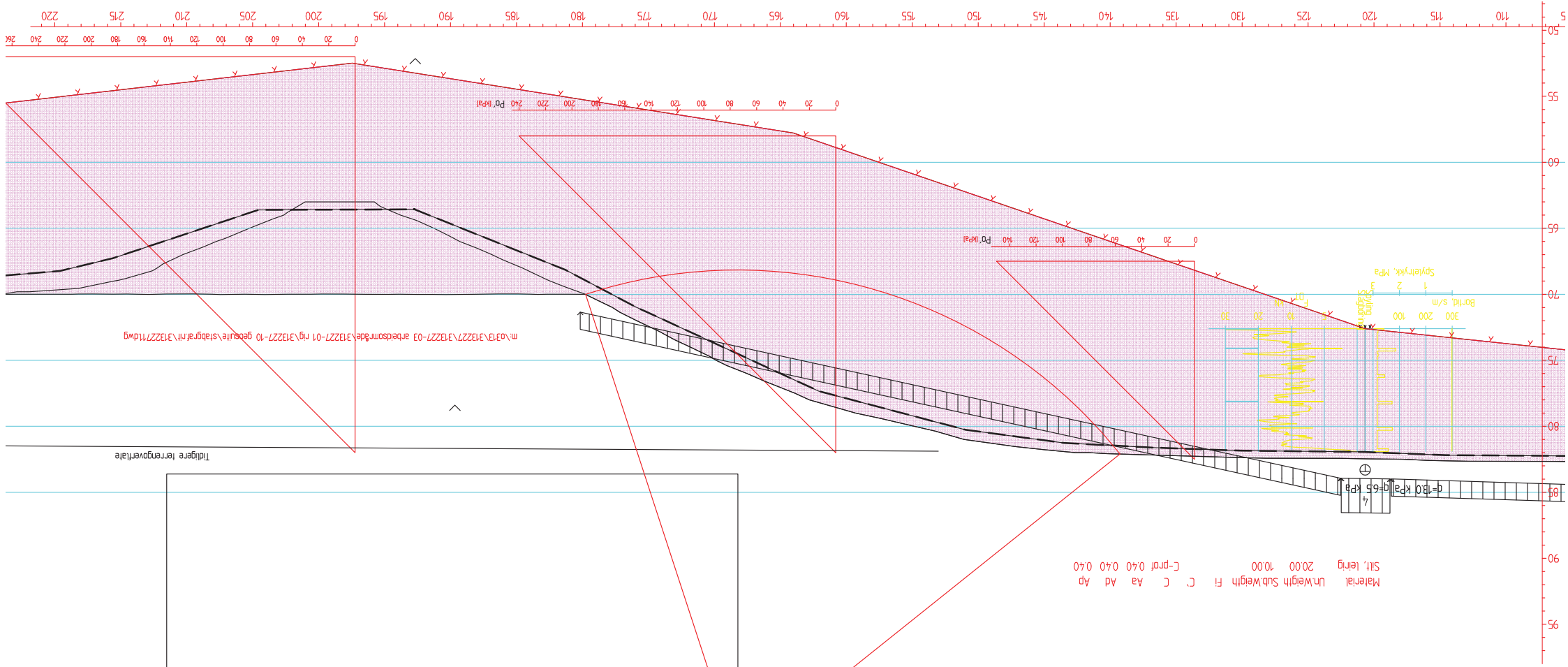
x



31322710

FC=1.30

x



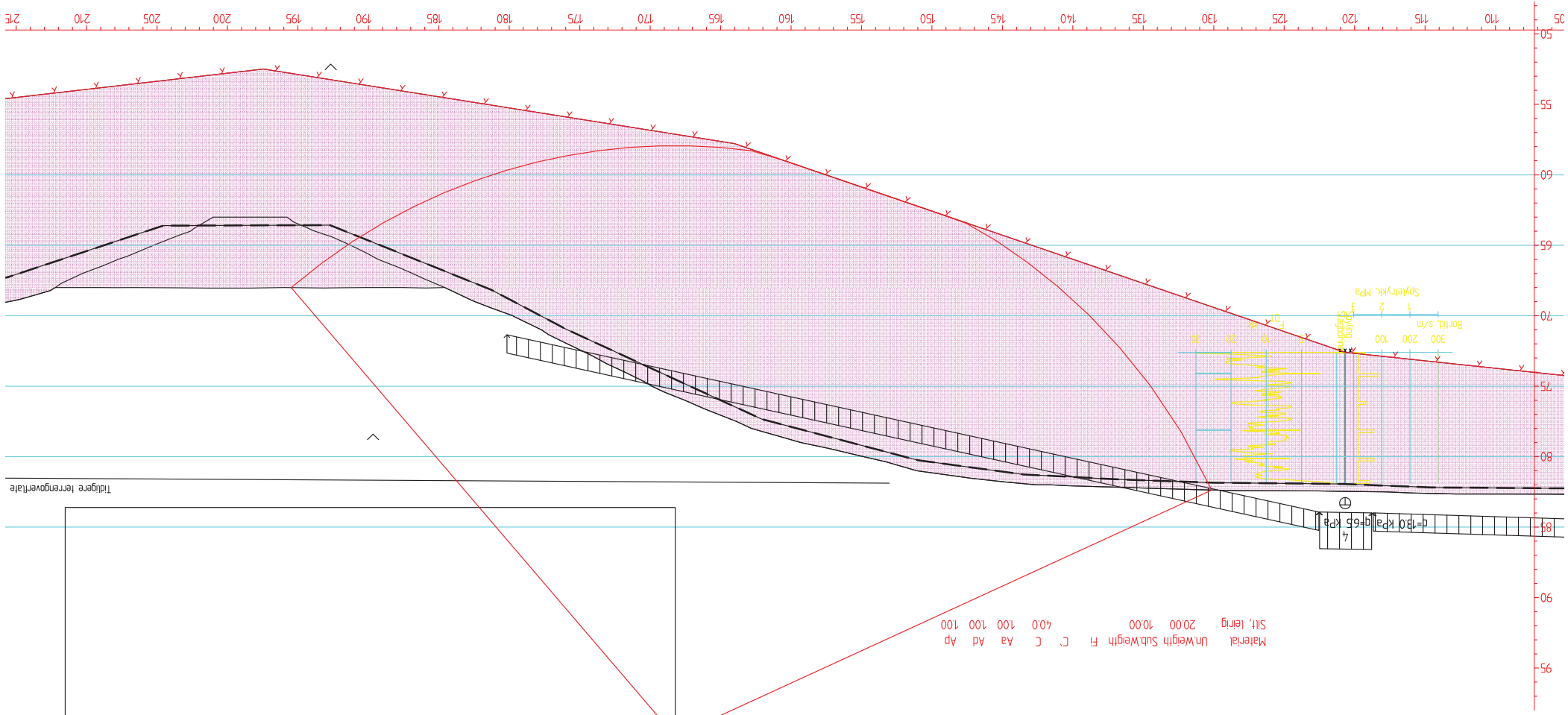
31322711

FC=132

Material Unveigh Subweigh Fi C C Aa Ad Ap
 Silt, leirng 20.00 10.00
 C-praf 0.40 0.40 0.40

Tidligere ferrengefflate

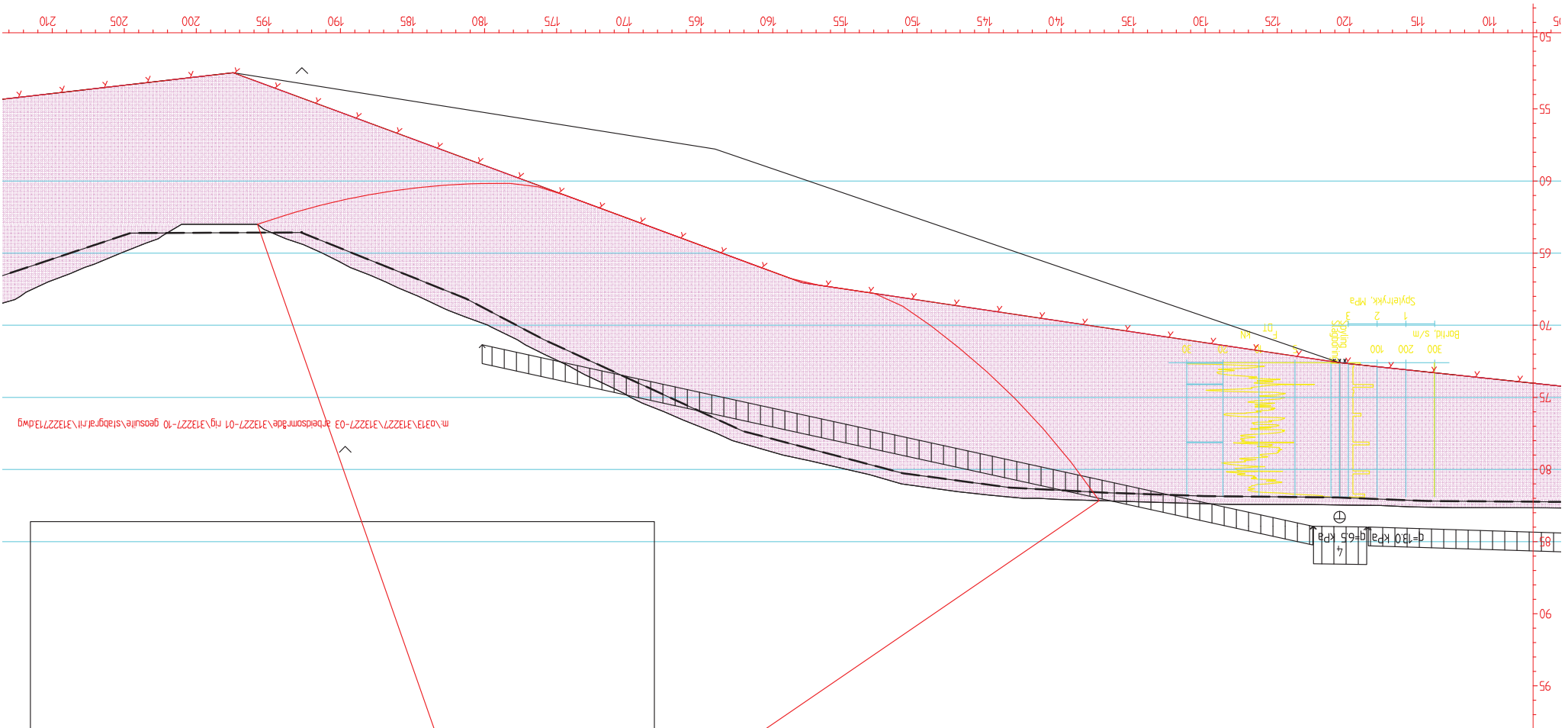
m:\03\13\313227\313227-03 arbedsområde\313227-01 ng\313227-10 geolite\stabgrat\31322711.dwg



$F_c = 0.89$

31322712

Tidligere leirngoverflate



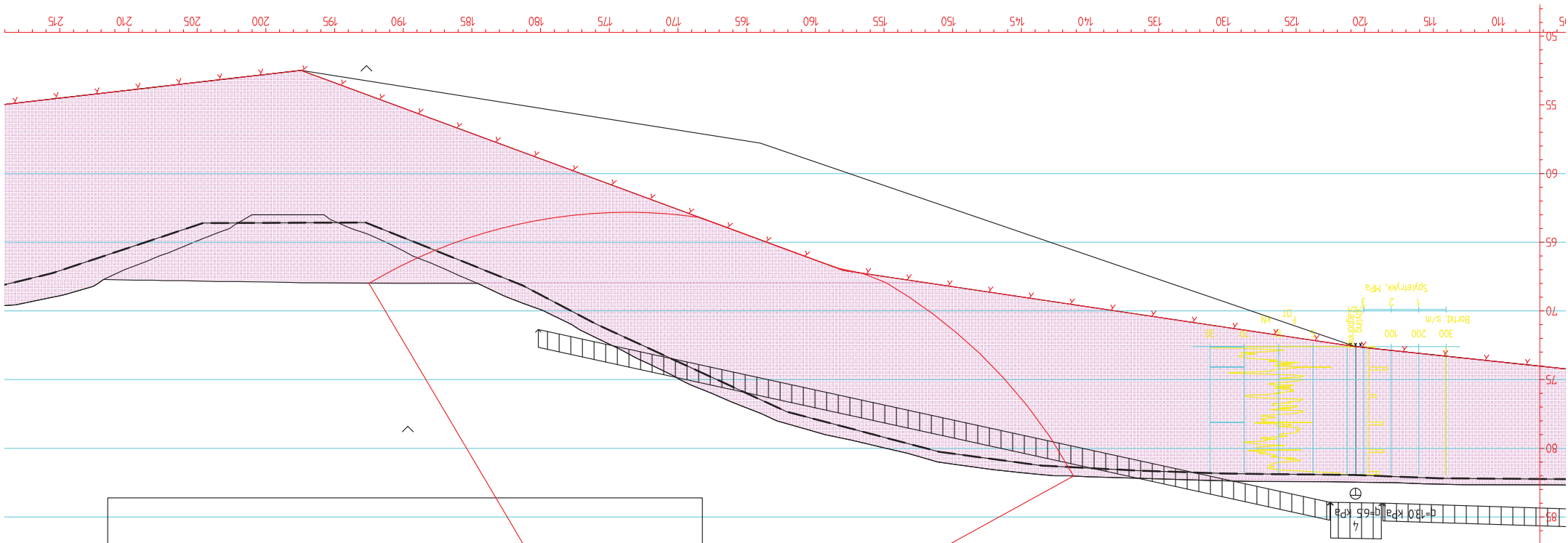
m \0319\313227\313227-03 ardeksom\0319\313227-01 m\0319\313227-10 geosule\siabgr\0319\31322713dwg

31322713

F_c=0.85

×

⊕
d=130 kPa
q=65 kPa

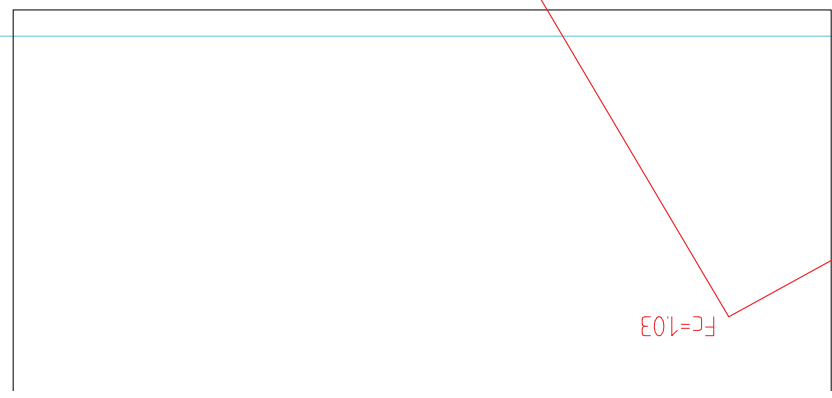


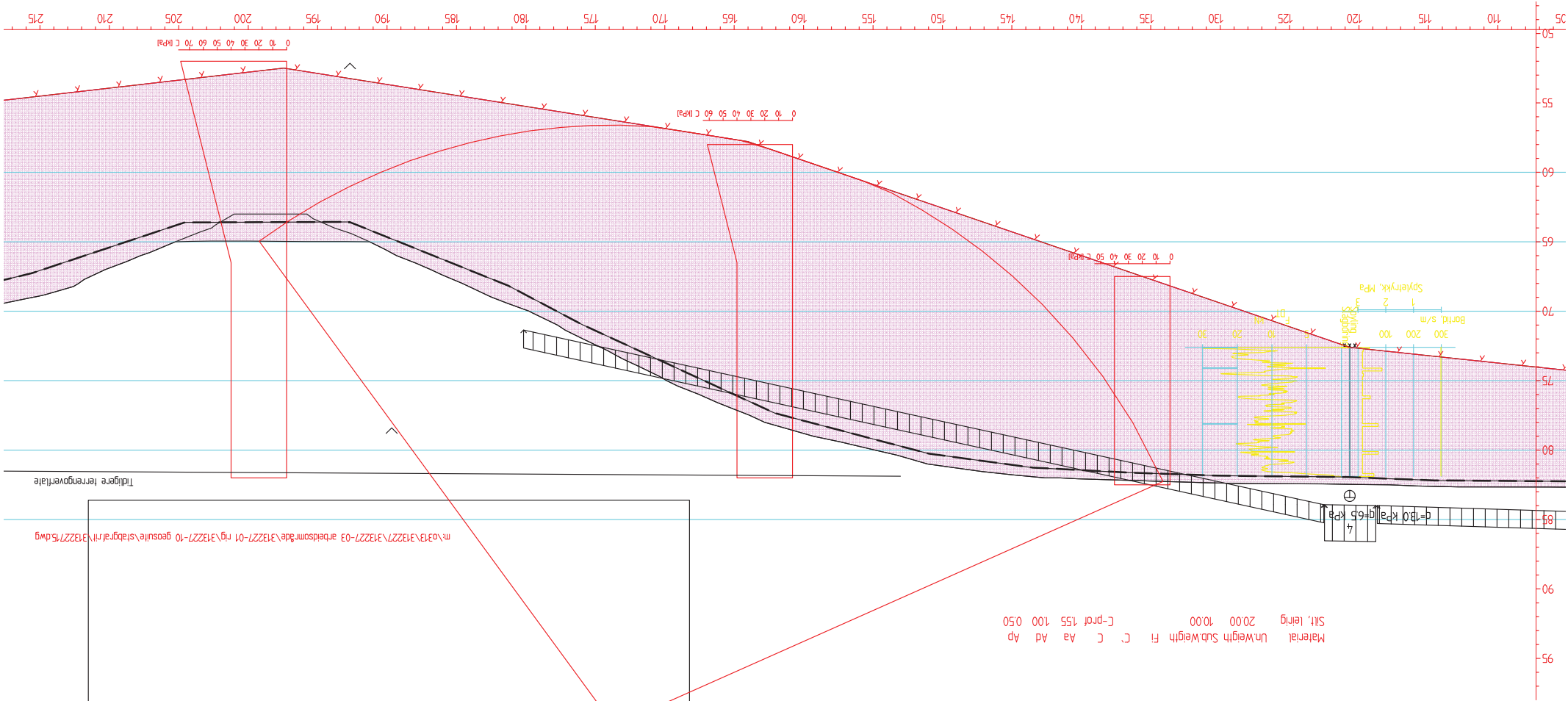
Spjælykk, kPa
 2
 1
 300 200 100
 Bertid, s/m
 30
 20
 10
 5
 4
 3
 2
 1
 0

Material	Unvegh	Subvegh	Fi	C	Aa	Ad	Ap
Silt, leing	2000	1000		400	100	100	100

31322714

FC=103





Material Unweigh Subweigh Fi C Aa Ad Ap
 Sil, leing 20.00 10.00
 C-prof 155 100 0.50

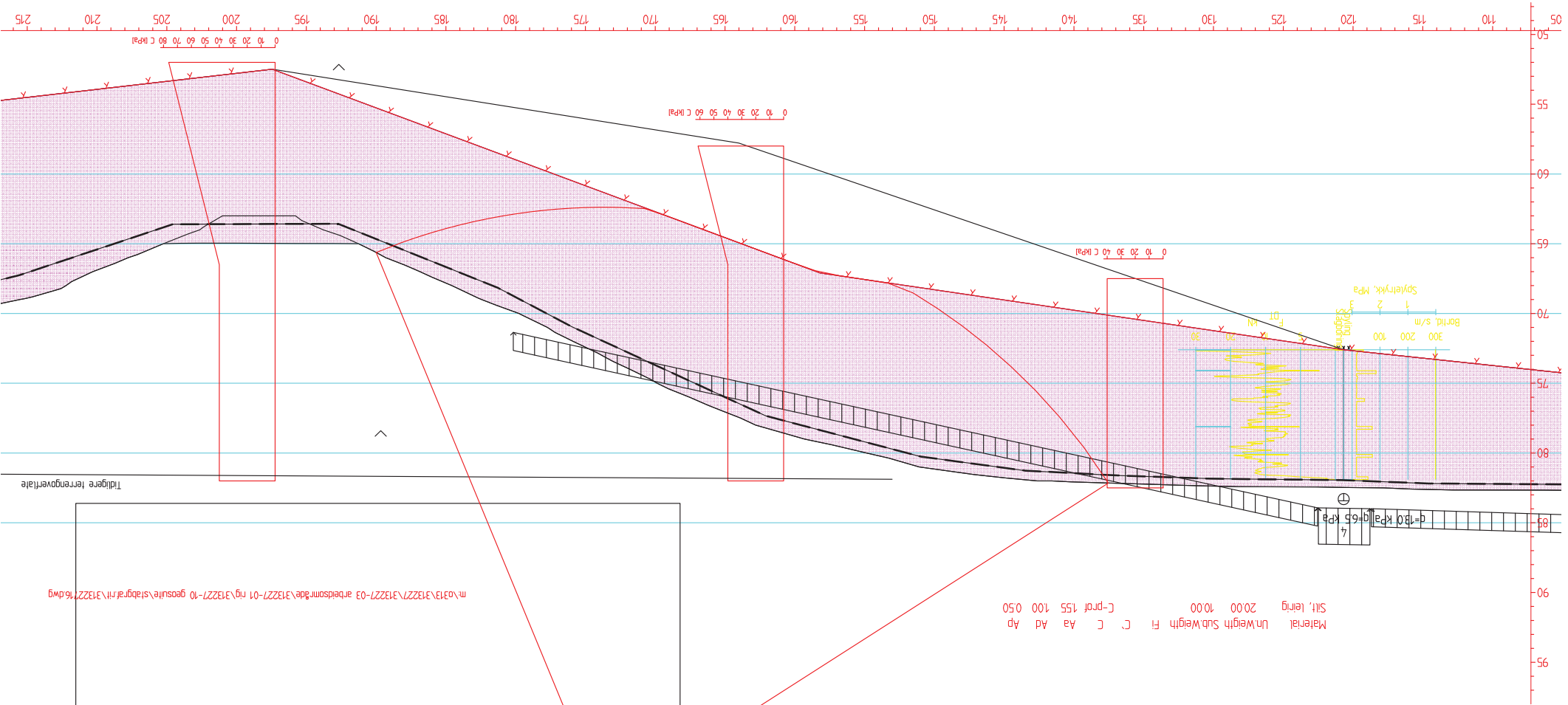
31322715

$F_c = 1.11$

Tidigare återgrövtillåta

m:\0313\313227\313227-03 arbeitsom\ade\313227-01 rüg\313227-10 gesuile\stäggr\in\31322715.dwg

x

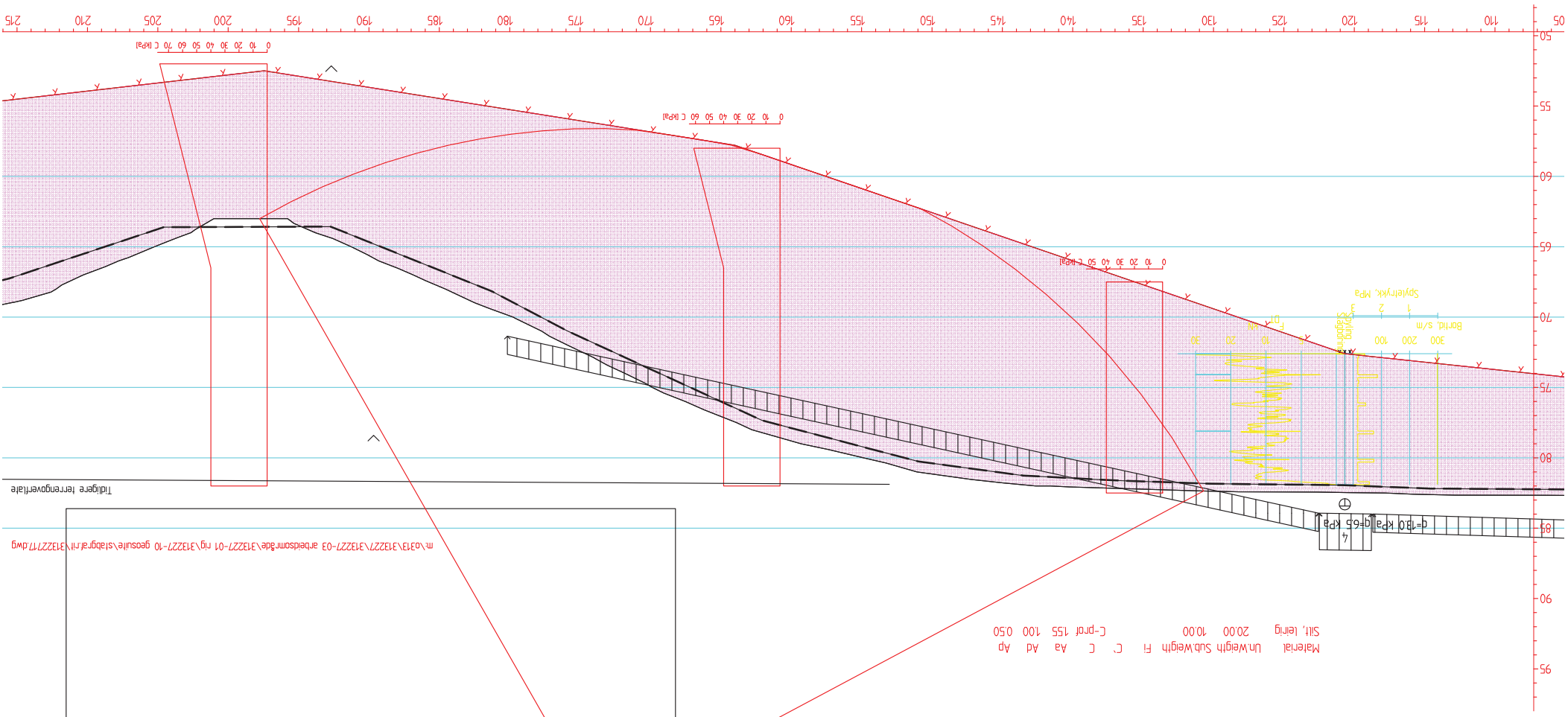


31322716

FC=123

x

m:\0313\313227\313227-03 arbeidsområde\313227-01 ng\313227-10 gesuhte\stabgafni\31322716.dwg



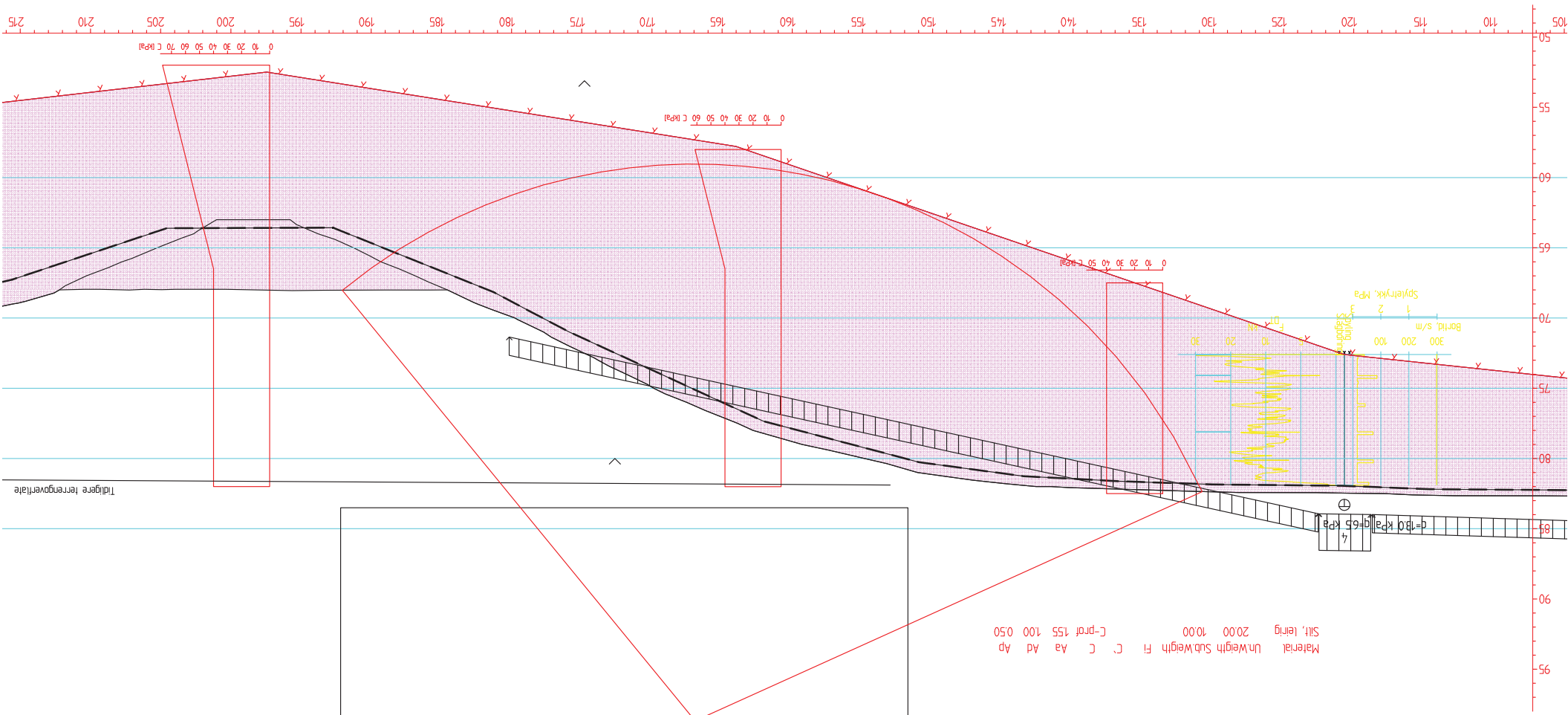
31322717

FC=1.07

x

Tilgjere ferengoverfale

m:\03\13227\13227-03 arbeidsom\de\13227-01 fig\13227-10 geosule\stabgr\1322717.dwg



31322718

Fc=120

x

Tidligere herrensveritate

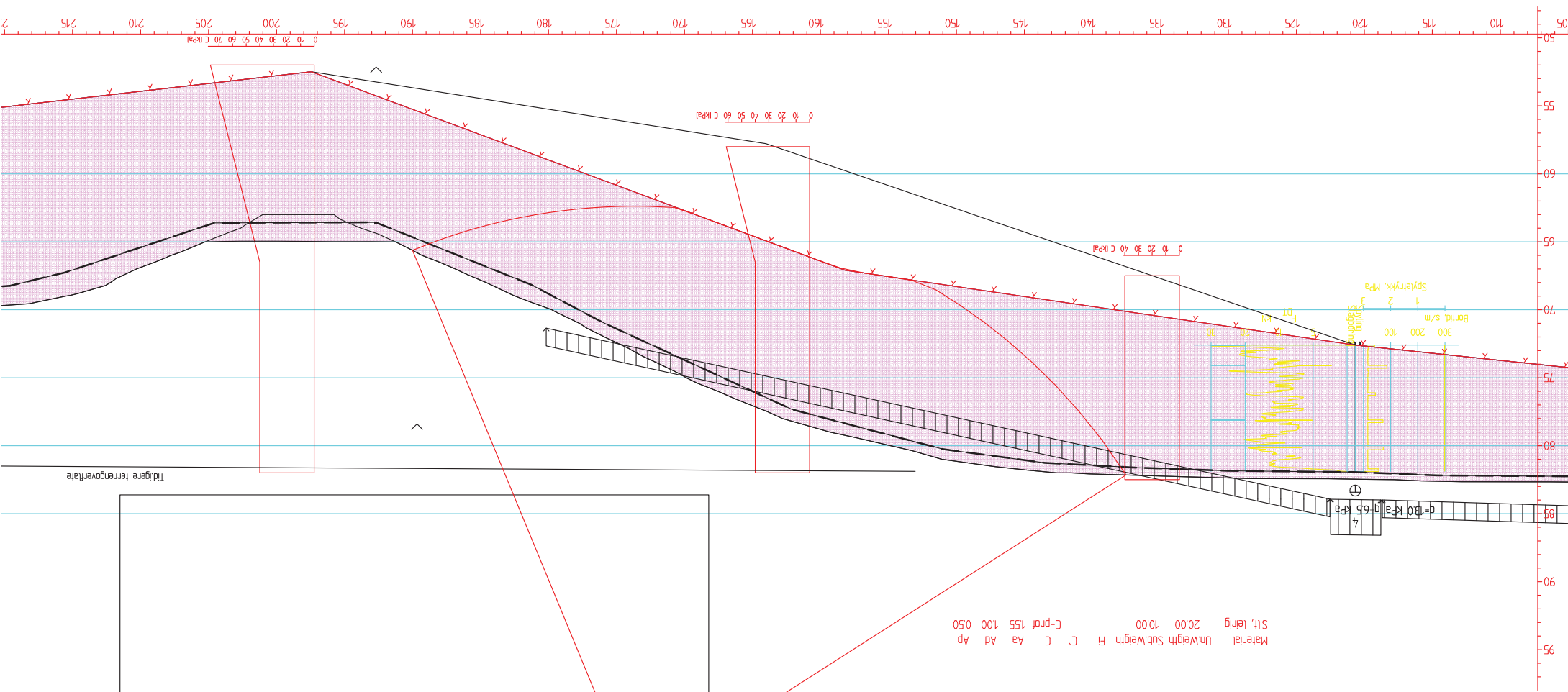
4	q=65 kPa
4	q=180 kPa

usjvling
 Spjvlykk, kPa
 2
 300 200 100
 Borid s/m

0 10 20 30 40 50 60 70 C (kPa)

0 10 20 30 40 50 60 C (kPa)

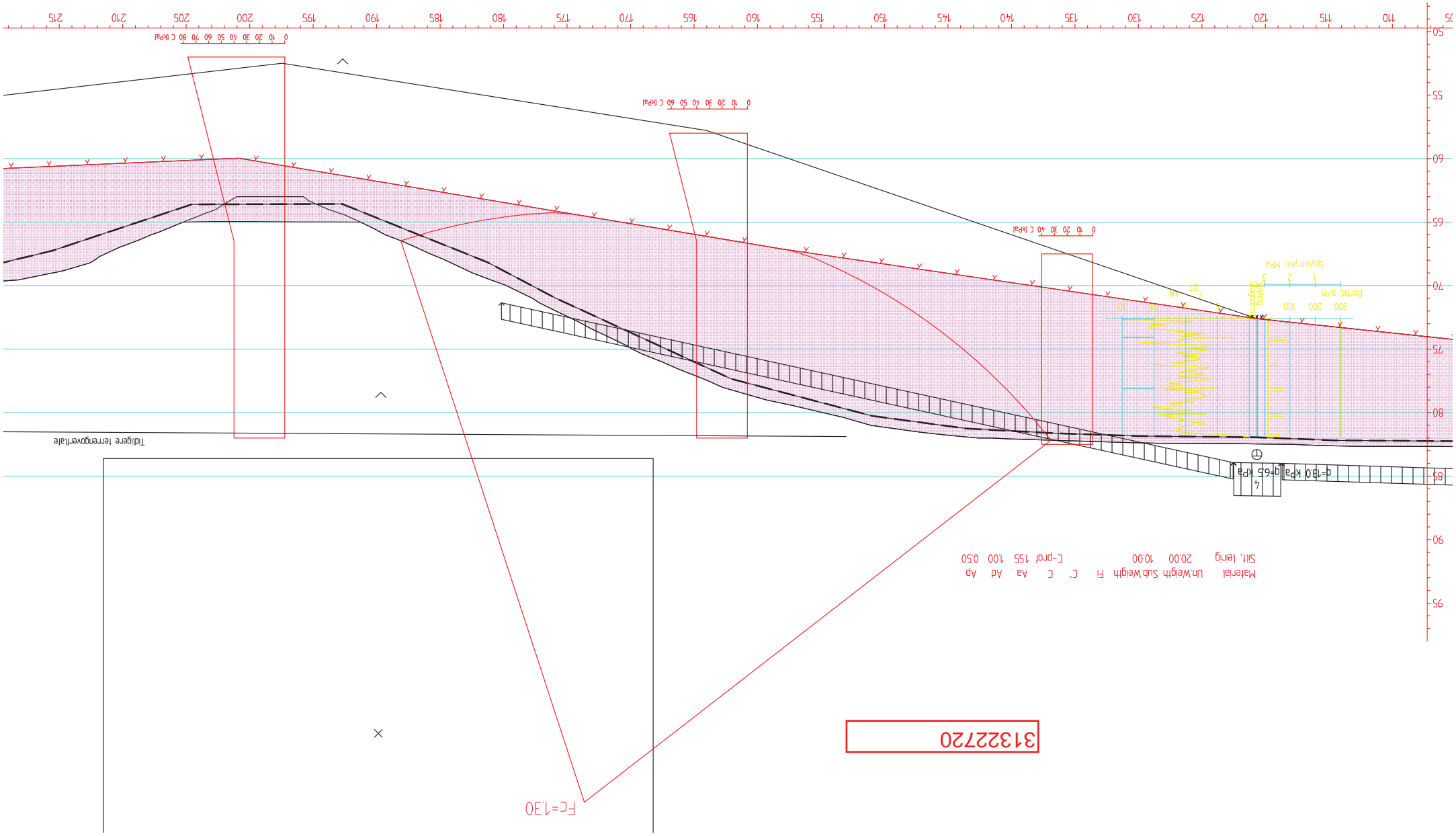
0 10 20 30 40 50 C (kPa)

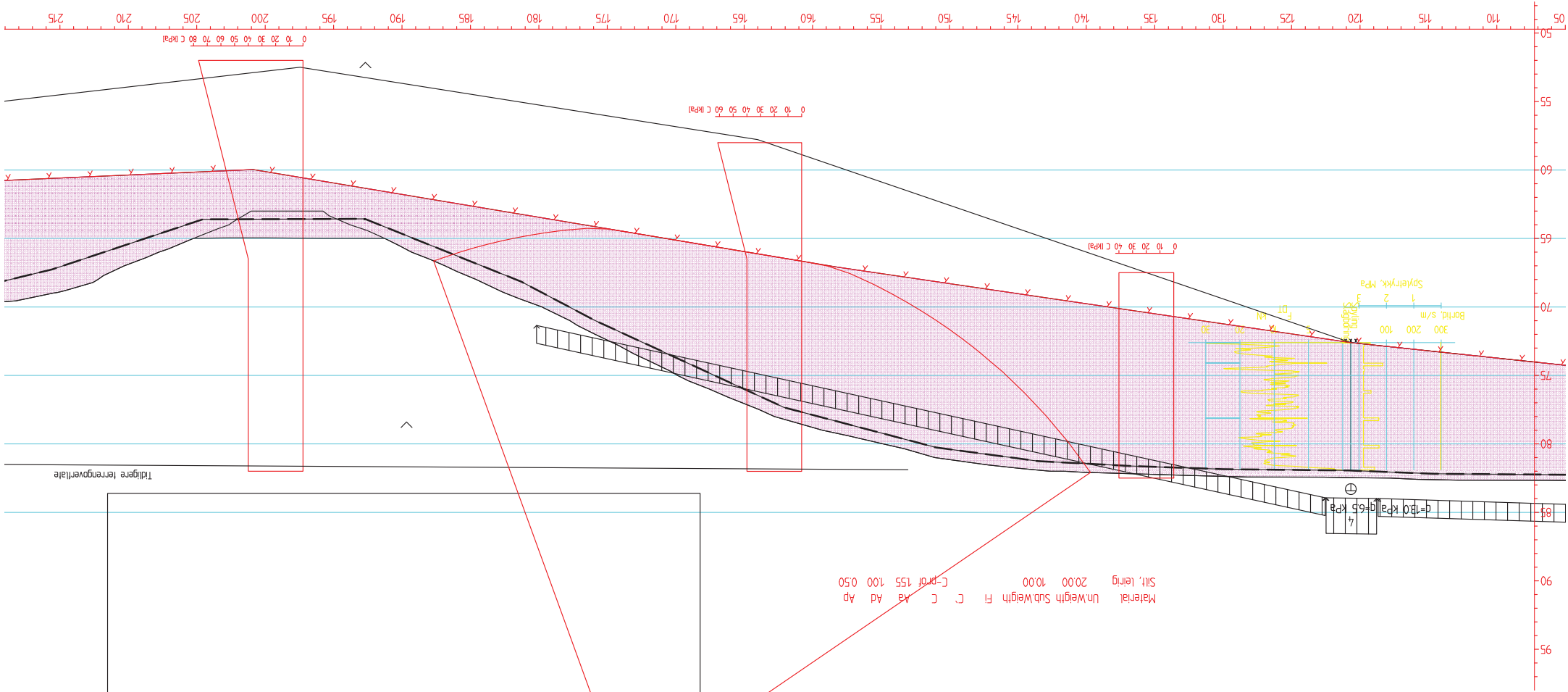


31322719

Fc=137

x





31322721

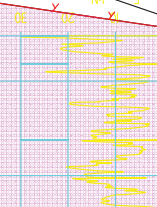
$F_c = 14.3$

x

Tidligere terrengoverflate

4	d=180 kPa
4	q=65 kPa

Splynytky, Mpa
 1 2
 Borid, s/m
 300 200 100



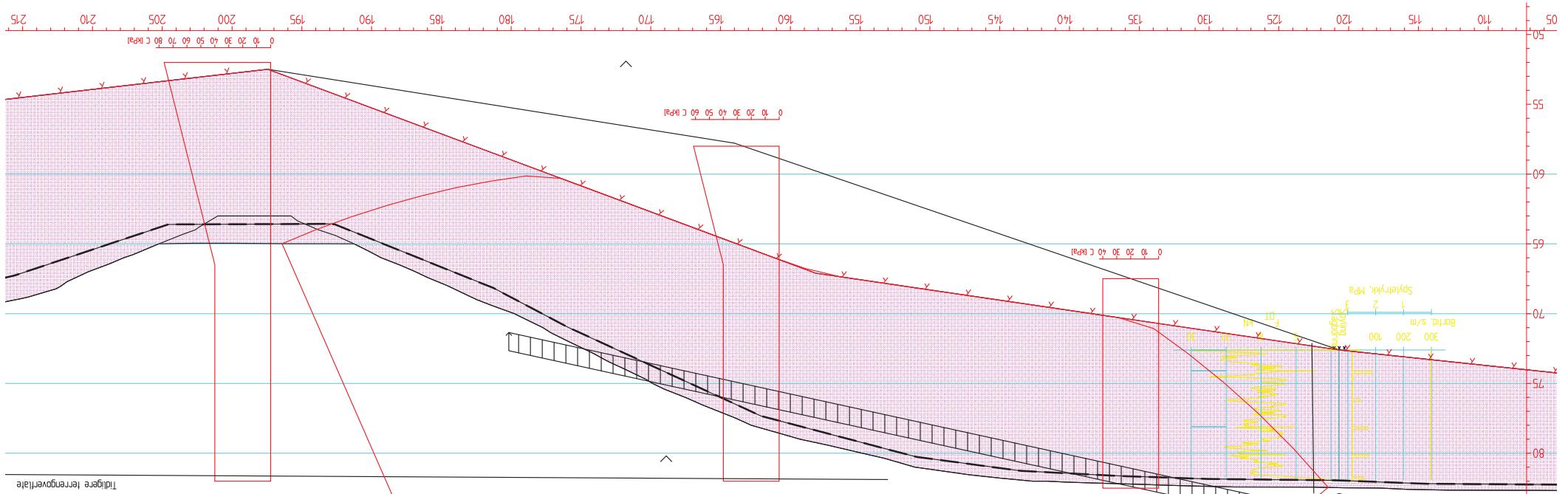
0 to 20 30 40 50 60 70 80 C kPa

0 to 20 30 40 50 60 C kPa

0 to 20 30 40 C kPa

05 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95

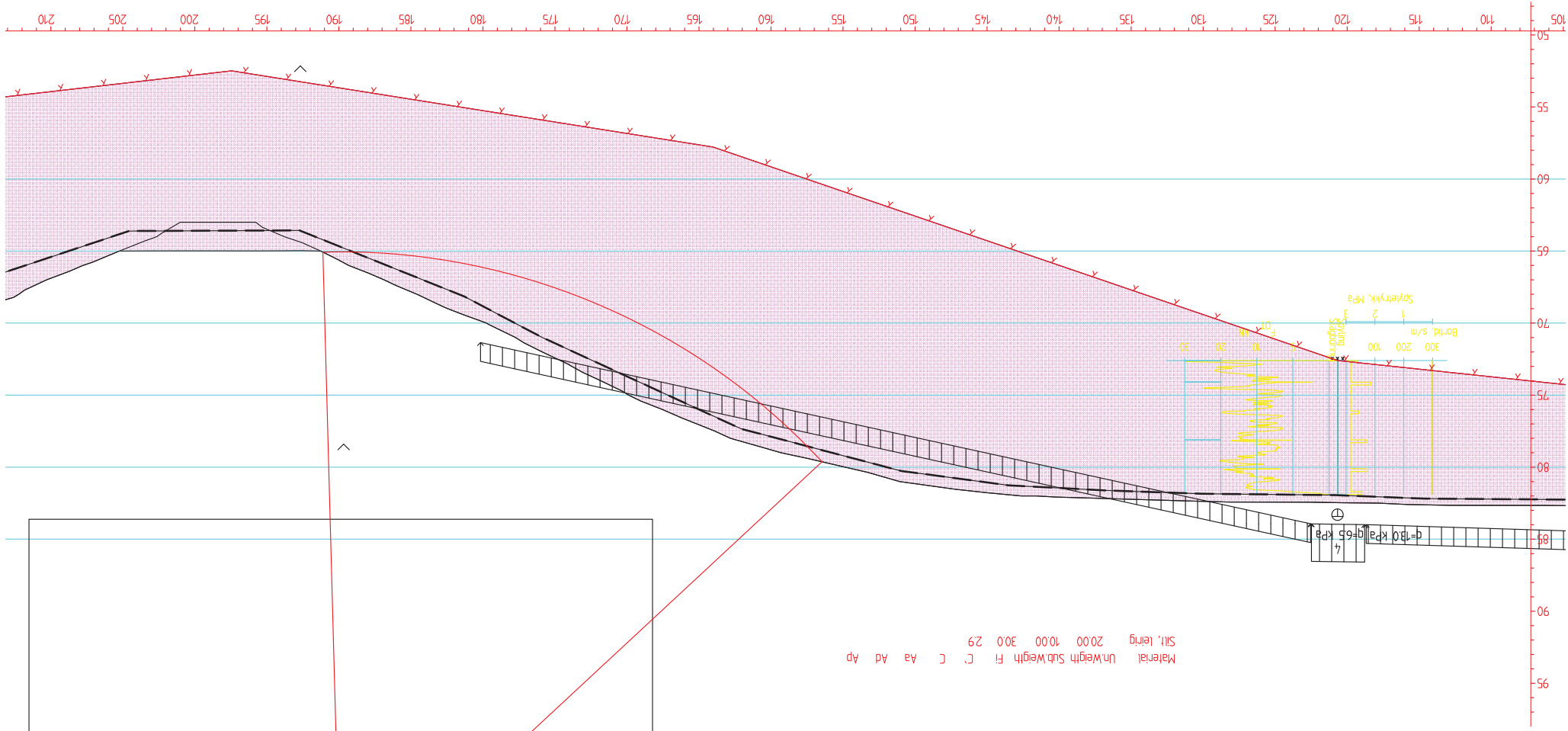
195 200 205 210 215

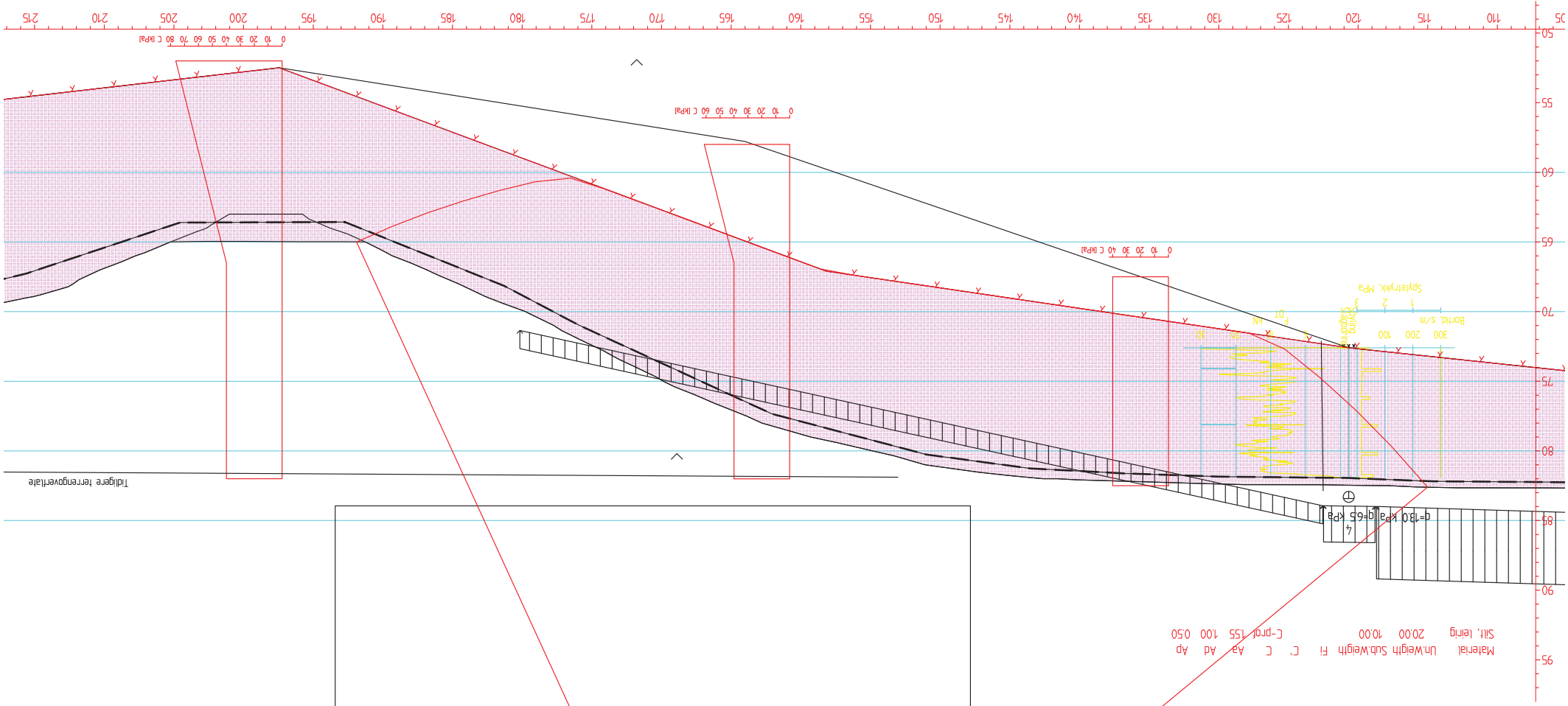


31322722

$F_c = 1.34$

Tidligere feringsverdi





31322725

FC=130

Tidligere terrenngverflate

$\sigma = 130 \text{ kPa}$
 $\sigma' = 65 \text{ kPa}$

Spjettvikk, MPa
 2
 Borid s/m
 300 200 100
 usjuttin
 Skjopprer

0 20 30 40 50 60 C kPa

0 20 30 40 50 60 C kPa

0 20 30 40 50 60 70 80 C kPa