

Surnadal kommune

Øye skole

Stabilitetsutredning iht. NVEs retningslinjer
Geoteknisk vurderingsrapport



Oppdragsnr.: 5186035 Dokumentnr.: 5186035 - RIG01 Versjon: 03
2019-02-08

Oppdragsgiver: Surnadal kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Olav Rønning
Rådgiver: Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder: Shaima Ali Alnajim
Fagansvarlig: Shaima Ali Alnajim
Andre nøkkelpersoner: Oddvar Lein Almås, Christofer Klevsjø

03	2019-02-08	Godkjent etter UAK - til bruk	Oddvar Lein Almås	Shaima Ali Alnajim	Christofer Klevsjø
02	2019-01-23	Vurderingsrapport etter UAK	OddAlm	ShaAl	ChrKI
01	2018-12-04	Vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKI
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

Norconsult ble engasjert av Surnadal kommune for å vurdere områdestabilitet i forbindelse med utbygging av nye Øye skole. Hele planområdet er vurdert iht. NVEs kvikkleireveileder 7-2014 (ref. 1).

Norconsult gjorde grunnundersøkelser i tiltaksområdet våren 2017. I forbindelse med dette ble det påvist kvikkleire i området.

Innledende er det gjort en helhetlig vurdering av naturfarer i området rundt tiltaksområdet. Norconsult vurderer at nye Øye skole ikke ligger innenfor faresone for flom, steinsprang eller snøskred. Sikkerhet mot løsmasseskred fra høyereliggende nivå er vurdert som tilfredsstillende.

Det er gjort stabilitetsberegninger i 5 snitt (A, B, C, D, E) med totalspenningsanalyse og effektivspenningsanalyse. Beregningsresultatene viser at totalspenningsanalysen er mest kritisk, og beregnet sikkerhet er lavere enn 1,4 i snittene A og B for dagens situasjon. Dette innebærer at stabilitetsforbedrende tiltak må utføres for både byggefase og for ferdigstilt situasjon.

I forprosjekt for Øye skole utarbeidet av Norconsult er det foreslått terrengendringer på skoleområdet. Det er blant annet foreslått nedskaving av skråningen rett sør for Øye skole, samt nedskaving og utjevning av skråning vest for skolen. I kombinasjon med en viss fundamenteringskompensasjon (bygging med kjeller) er terrengendringene tilstrekkelige for å tilfredsstille krav til forbedring av stabilitet iht. NVEs veileder 7-2014 (ref. 1) for snittene A og B. For snitt C skjer det en forverring av stabilitet på grunn av bygging av øvre del av skolebygningen. Det er derfor eksemplifisert en enkel motfylling i bunn av skråningen for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet også her. Andre tiltak kan også vurderes.

3. utgave av rapporten er utarbeidet etter kommentarer fra uavhengig foretak (NGI), der alle kommentarer er besvart, dokumentert og lukket. Det er blant annet utarbeidet løsneområde og utløpsområde for Øye. Dette arbeidet er gjort iht. NIFS Rapport nr. 14 (ref. 2) og er et ledd i nasjonal kartlegging av kvikkleireområder.

Iht. NVEs kvikkleireveileder 7-2014 må utredningen kvalitetssikres og godkjennes av uavhengig foretak. Dette er utført av Norges Geotekniske Institutt (NGI) og rapporten er nå godkjent.

Denne 3. utgave av rapporten er en siste godkjent versjon etter mottatt sluttdokument fra NGI, 20180975-01-TN, rev. 1/2019-02-04, (ref. 8).

Innhold

1	Innledning	7
2	Terreng og grunnforhold	8
2.1	Terreng	8
2.2	Grunnforhold	9
2.2.1	Utførte grunnundersøkelser	9
2.2.2	Berg i dagen	9
2.2.3	Løsmasser	10
2.2.4	Kvikkleire	11
2.2.5	Grunnvann og poretrykksmålinger	11
3	Faresoneavgrensning og faregradsklassifisering	12
3.1	Kvikkleirefaresone	12
3.2	Potensielt løsneområde	12
3.3	Potensielt utløpsområde	13
3.4	Faresoneklassifisering	13
4	Sikkerhetsprinsipper iht. gjeldende regelverk	14
4.1	Generelt	14
4.2	Krav til stabilitetsutredning	14
5	Stabilitetsvurderinger	15
5.1	Vurdering av løsmasseskred fra overliggende områder	15
5.2	Beregningsforutsetninger	16
5.2.1	Beregningsprofiler	16
5.2.2	Tolkning av treaksiale skjærforsøk	16
5.2.3	Tolkning av trykksonderinger (CPTU)	17
5.2.4	Valg av parametere i stabilitetsberegninger	17
5.3	Beregningsresultat	18
5.3.1	Dagens situasjon	18
5.3.2	Byggefase	18
5.3.3	Ferdig situasjon	18
6	Vurdering av kvaliteten av grunnundersøkelser	20
7	Konklusjon	21
8	Referanser	22
9	Tegninger	23
10	Vedlegg	24

1 Innledning

På Øye i Sunnadal, Møre og Romsdal, er det planlagt byggetiltak for å utvide og modernisere Sunnadal ungdomsskole (nye Øye skole), samt rive deler av Øye skoles (dagens barneskole) bygningsmasse. Nye Øye skole skal etter planen romme 1. til 10. skoletrinn og omtales heretter bare som Øye skole. Våren 2017 gjorde Norconsult grunnundersøkelser i området med fokus på å vurdere fundamentingsløsninger for ny bygningsmasse. Norconsult ble i september 2018 videre kontrahert for å gjøre vurderinger av områdestabilitet og andre naturfarer i forbindelse med tiltaket. Figur 1 illustrerer foreslått utenomhusplan og oversiktsbilde av nye Øye skole. Denne er også vist i vedlegg A.

Norconsult gjorde grunnundersøkelser i tiltaksområdet våren 2017. I forbindelse med dette ble det påvist kvikkleire i området. Pga. påvist kvikkleire havner prosjektet under bestemmelsene til NVE 7-2014 (ref. 1). Det presiseres at påvisning kun ble gjort i ett borpunkt (ved geoteknisk prøvetaking) helt i nord-vest på tiltaksområdet. Komplementære sonderinger/boringer indikerer likevel at kvikkleirelaget kan være sammenhengende ned mot skråning på tiltaksområdets sørlige del. Grunnundersøkelser viser at tykkelsen av laget med mulig sprøbruddmateriale avtar nedenfor foten av skråningen.

I denne rapporten presenteres stabilitetsvurderinger for tiltaksplan samt en evaluering av andre naturfaremomenter i området.



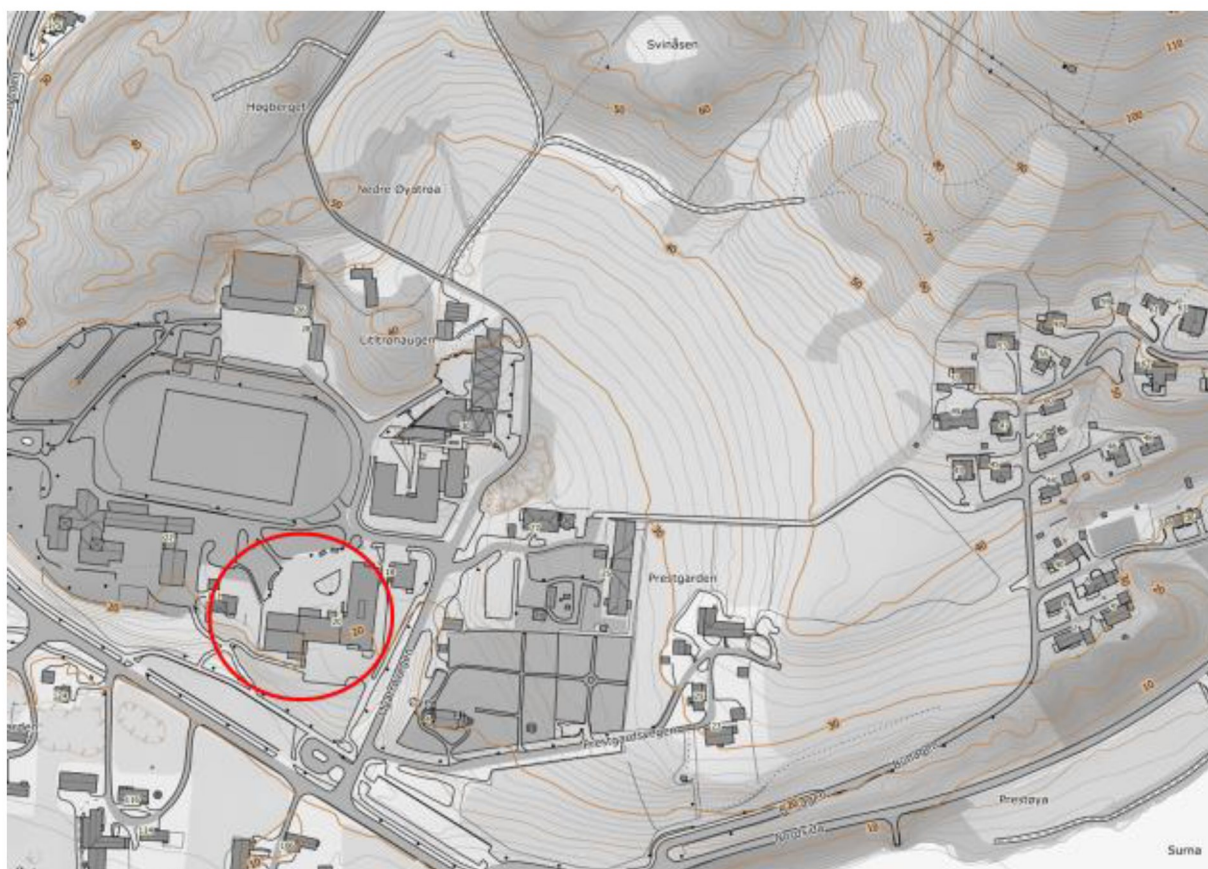
Figur 1: Utenomhusplan med ny bebyggelse, Øye skole

2 Terreng og grunnforhold

2.1 Terreng

Skoleområdet og idrettsanlegget former i dag en forholdsvis stor flate som i sin helhet ligger mellom kote +20 og +24. Sør for skolen skrår terrenget bratt ned mot fylkesvei 65 (Åsskardvegen) som passerer området på omtrent kote +10. Skråningen har derfor en høydeforskjell på ca. 10 meter. Sør for Åsskardvegen ligger det store flate jordbruksområder.

Øst for eksisterende skole skrår terrenget ned mot Øyatrøvegen som leder fra hovedvegen (fylkesvegen) og opp til skoleområdet. På motsatt side av Øyatrøvegen ligger Øye kirke på omtrent samme kote som Øye skole.



Figur 2: Oversiktskart med høydekurver (hentet fra hoydedata.no).

Nord for idrettsanlegget skrår terrenget betydelig opp mot Høgberget og Litltrøhaugen på kote +60 og +40. I retning øst og nord-øst fra eksisterende Øye skole har terrenget en gjennomsnittlig helning på ca. 1:15 mot kote +40. Ovenfor kote +40 gir fjellformasjonene betydelig økning i gradient. I øst, på østlig side av Prestgården skrår terrenget bratt ned mot Prestøya og elva Surna som vist ned til høyre i Figur 2.

2.2 Grunnforhold

2.2.1 Utførte grunnundersøkelser

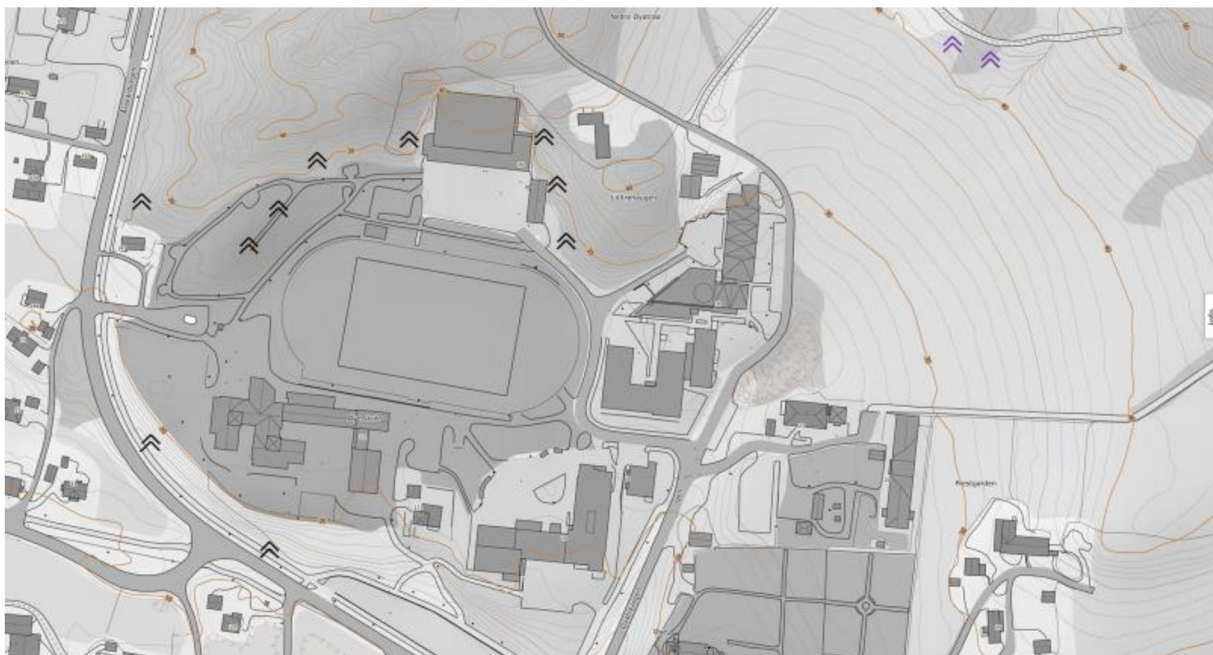
Følgende rapporter ligger til grunn for geotekniske vurderinger presentert i denne rapporten:

- Datarapport 5172297 – RIG01 – rev01: «Øye skole». Utarbeidet av Norconsult, datert 2017-06-08 (ref. 3).
- Datarapport 6050686, rapport nr. 1: «Surnadal Kommune – Supplerende grunnundersøkelser for Øye Idrettspark» (ref. 4).

Det er supplert med kartinformasjon fra Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE) og Norges Geologiske Undersøkelser (NGU).

2.2.2 Berg i dagen

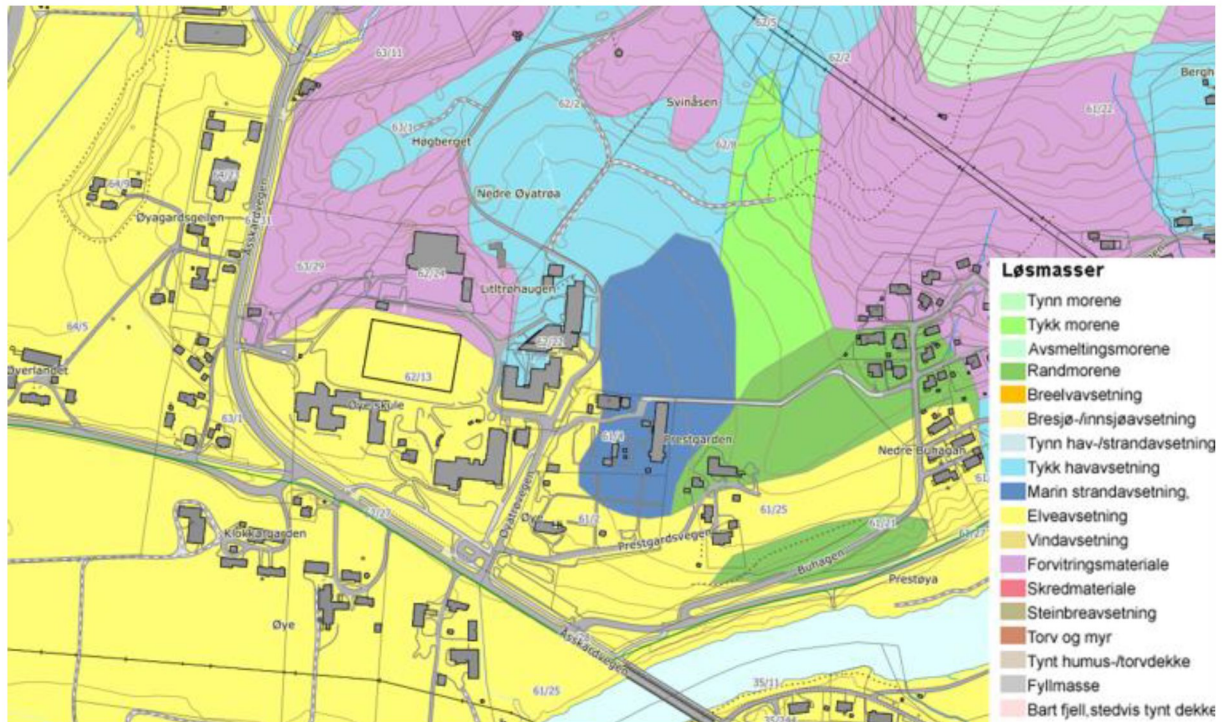
Figur 3 viser en oversikt over steder hvor det er registrert berg i dagen. Sorte vinkler indikerer påviste bergobservasjoner. Lilla farge indikerer mulige bergobservasjoner fra oversiktskart. Linjen langs de lilla markeringene i Figur 3 ligger langs en overgang fra marin strandavsetning til tykk morene som vist i Figur 4.



Figur 3: Berg i dagen (modifisert fra hoydedata.no). Berg i dagen er markert med doble vinkler i sort. Med doble vinkler i lilla farge er det markert mulige bergobservasjoner fra oversiktsbilde/lokale bilder. Disse bildene er vist i vedlegg G.

2.2.3 Løsmasser

Figur 4 viser et løsmassekart over området. Kartet viser at tiltaksområdet ligger på et øvre lag av elveavsetninger (gul farge). Legg merke til elva Surna nederst i bildet. Elveavsetning i øvre lag antyder at eventuelle kvikkleirelag ligger dypere. Nord og nord-øst for skoleområdet viser kartet havavsetning/marin strandavsetning (blått og mørkeblått felt) som er mer indikativt for leire som kan danne materiale med sprøbruddegenskaper (kvikkleire). Eventuelle kvikkleirelag et stykke inne på gult felt må forventes å ligge med en viss overdekning.



Figur 4: Løsmassekart (NGU.no).

Tidligere grunnundersøkelser fra Rambøll rapport (ref. 4) tyder på at grunnforholdene i nærheten er som følger:

- I Boringer 1 og 3 i Rambølls rapport (på idrettsbanen) er det påvist sprøbrudmateriale.
- Boringer 10 og 11 (vest for idrettsbane) antyder maks 4 meter løsmasser over fjell.
- Nord for idrettsbanen (boringer 10-12) er det påvist et tynt lag av bløt leire (0,5-1 m) over berg. I boringer 13 og 14 er det hovedsakelig bløt leire over fjell på 0,5-2 m. I boringer 15 og 16: er det registrert bløt kvikkleire, og fjell ligger ca. 12-14 m under terreng.

Plantegning av Rambølls boringer er gitt i tegning V114.

Norconsults grunnundersøkelser inne på tiltaksområdet viser et øvre lag av sandig, grusig silt på 5-8 meter tykkelse. Under dette ligger et 2-8 meter tykt lag med leire, med varierende innhold av silt og sand. Deler av nevnt leirelag oppfører seg drenert i trykksondering (ingen eller liten poretrykksoppbygging), mens det antas at spesielt nedre leirelaget kan være sprøbrudmateriale.

De fleste sonderinger har truffet et tykt og svært fast morenelag under leirelaget. Morenelaget ligger på kote +0 i borpunkt 1 (nord-vest på tiltaksområdet), rundt kote +5 i borpunkt 4-8, og på kote +15 i borpunkt 9 (nord-øst). Sondering i borpunkt 9 antyder løst lagrede friksjonsmasser over dette morenelaget.

Borpunkt 1 skiller seg ut blant resten av sonderingene. Her er det vesentlig bløtere masser, og det er dypere til berg. Eldre boringer gjort av Rambøll (ref. 4) antyder at grunnforholdene i borpunkt 1 kan

ekstrapoleres til deler av idrettsanlegget nord, nord-vest for skolen. Det er videre vurdert at grunnforholdene er tilstrekkelig godt beskrevet av Norconsults boringer (ref. 3).

2.2.4 Kvikkleire

Det er påvist kvikkleire i 2 prøver fra borpunkt 1 på dybder 10,5 meter og 14,3 meter. Komplementære sonderinger antyder at det sannsynligvis er jevnlig innslag av sprøbruddmasser fra en dybde 10 meter under terreng til 21 meter under terreng, men med varierende tykkelse mellom borpunktene.

Trykksondering i borpunkt 4 inne på skoleplatået viser høy poretrykksutvikling langs trykksonden i dybde 12 meter til 16 meter, samt at sonderingsmotstand minker i dette dybdeintervallet. Dette er indikativt for kvikkleire. Trykksondering i borpunkt 6 (på skråningskant) viser kun hydrostatisk utvikling i antatt ekstrapolert strata fra borpunkt 4. I trykksondering i borpunkt 7 (midt i skråning) er det målt et stort poreundertrykk i det samme laget som indikerer dilaterende materiale. Prøvetaking i aktuell dybde i borpunkt 6 viser en omrørt skjærstyrke på 3,7 kPa og faller derfor utenfor sprøbruddklassifiseringen i NVEs veileder (ref. 1), selv om CPTU og totalsondering viser sterkt fallende motstand i dette laget. Disse målingene antyder i kombinasjon at det ikke er kvikkleire nedenfor skråningskanten sør for Øye skole, men deler av jordmaterialet har såpass kompleks oppførsel at det ikke er mulig å avkrefte det. Det henvises til Norconsults datarapport (ref. 3). Pga. dette er det beregningsmessig antatt sprøbruddmateriale i samtlige borpunkter. Dette er illustrert i tegning V102.

I eldre boringer utført av Rambøll er det påvist sprøbruddmateriale flere steder i grunnen under idrettsanlegget (ref. 4). Dette er detaljert i avsnitt 2.2.3.

Det presiseres at Øye ikke ligger innenfor en kjent kvikkleiresone.

2.2.5 Grunnvann og poretrykksmålinger

Det er installert 2 elektriske piezometere i borpunkt 6 i 2 ulike nivåer. Målinger i dette punktet viser at grunnvannstanden ligger omtrent 9 meter under terreng ved skråningskanten. Disse målingene samsvarer med data fra CPTU. Det er forventet at grunnvannstanden ligger høyere ved bunn av skråning samt ovenfor toppen av skråningen.

3 Faresoneavgrensing og faregradsklassifisering

3.1 Kvikkleirefaresone

En kvikkleirefaresone består av løsne- og utløpsområde. Basert på forliggende grunnundersøkelser i området, topografi og stabilitetsberegninger er det avgrenset en ny kvikkleirefaresone. Iht. NVEs kvikkleireveileder (ref. 1) er det gitt en avgrensning av løsneområde basert på terrengmessige kriterier og kvikkleirebeliggenhet. NIFS rapport 14/2016 (ref. 2) beskriver hvordan både løsne- og utløpsområde kan avgrenses ved å legge til grunn kritisk skjærsirkel fra beregningene.

Ny faresone omslutter planlagt tiltaksområde.

Et forslag på sonebenevning er «Øye kvikkleiresone».

3.2 Potensielt løsneområde

Både eldre og nye grunnundersøkelser (henholdsvis utført av Rambøll og Norconsult) er lagt til grunn for kartlegging av den nye faresonen. Innenfor det nye skoleområdet er det påvist kvikkleire i kun ett punkt, men det er videre antatt sprøbruddmateriale i størsteparten av øvrige punkt pga. samsvarende lagdeling.

Enkelte boringer fra Rambøll (på og nord for idrettsbanen) (ref. 4) viser sprøbruddmateriale/kvikkleire, mens boringer vest for banen viser kort dybde til fjell. Plassering av boringer fra Rambølls rapport er vist i tegning V114.

Kartlegging av faresonen er i hovedsak gjort med metoden beskrevet i NIFS-rapport 14-2016 (ref. 2). Pga. at sprøbruddmateriale ligger forholdsvis dypt, blir det springende punkt i avgrensning av løsneområdet beliggenheten til den kritiske skjærflaten i beregningsprofilene. Basert på L/H-klassen bestemmes en helning som definerer tangenten til skjærflaten, og avgrensningen av løsneområdet tar utgangspunkt i denne linjens forlengelse bakover i skråningen. Flere detaljer er gitt i NIFS' rapport (ref. 2). Noen tilpasninger er gjort med hensyn på terreng, bergobservasjoner og tidligere grunnundersøkelser.

Kartlegging av løsneområdet gir L/H-klasse **høy** i alle profil. Dette innebærer at en linje med helning 1:15 definerer avgrensningsområdet. Dette kravet er justert langs profil A, da bakre avgrensningslinje havner i et område med fjell i dagen. Løsneområdet er derfor justert og tilpasset både terrenget (bergregistrering og tidligere boringer). I tillegg er grensen for løsneområdet utvidet litt mot vest og sør for idrettsbanen for å inkludere tidligere boringer som kan antyde sprøbruddmateriale/kvikkleire. Berg i dagen er tatt hensyn til for avgrensningen nord-vest for banen og vest for boring N08.

Plassering av beregningsprofil A, B og C er vist i tegning V114. Norconsults boringer og plassering av løsneområdet er vist i tegning V115.

3.3 Potensielt utløpsområde

Utløpsområdet er basert på utstrekning av løsneområde og terrengmessige kriterier.

Kartlegging av utløpsområdet er gjort basert på NIFS-rapport 14-2016 (ref. 2). Lengden av utløpsområdet er antatt lik $0,5L$ (L = lengde av løsneområde). Vi mener at dette er en fornuftig avgrensning da løsneområdet stort sett er flatt, samt at det er en del friksjonsmasser som ligger på toppen som kan være til hinder for utløp av sprøbruddmaterialet når et evt. ras oppstår.

En ny kvikkleiresone er kartlagt (løsne- og utløpsområdet) og er vist i tegning V115.

3.4 Faresoneklassifisering

For den foreslåtte nye kvikkleiresonen er faregraden klassifisert iht. NVEs kvikkleireveileder 7-2014 (ref. 1). Klassifiseringen er basert på terrenganalyse samt foreliggende datagrunnlag fra felt- og laboratorieforsøk. Klassifiseringen viser at *Øye kvikkleirefaresone* (foreslått betegnelse) har **lav** faregrad. Detaljer er gitt i vedlegg H.

4 Sikkerhetsprinsipper iht. gjeldende regelverk

4.1 Generelt

Ved utbygging i potensielt skredfarlig område må tilstrekkelig sikkerhet/stabilitet dokumenteres. Innenfor tiltaksområdet er det påvist kvikkleire. Tiltaket må vurderes om det er utsatt for skred eller om tiltaket kan medføre til/utløse et evt. skred. Tiltaket skal vurderes iht. NVEs kvikkleireveileder (ref. 1).

4.2 Krav til stabilitetsutredning

Iht. NVE 7-2014, tabell 5.2 ligger tiltaket under tiltakskategori K4. Vurderingen av faregradsklasse for den nye kvikkleiresonen viser **lav** faregrad.

For tiltakskategori K4 i lav og middels faregradsklasse medfører dette følgende krav til beregnet sikkerhet:

1. Stabilitetsanalyser må dokumentere en sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller
2. Stabilitetsmessig forbedring hvis $F < 1,4$. Graden av forbedring baseres på figur 5.1 i NVE 7-2014.

Iht. (ref. 1) må vurderingene kvalitetssikres av et uavhengig foretak. Dette er utført og godkjent av NGI, (ref. 8).

5 Stabilitetsvurderinger

Alle mulige rasretninger er vurdert basert på terreng- og kvikkleirebeliggenhet. Vurderinger er presentert i dette kapittelet.

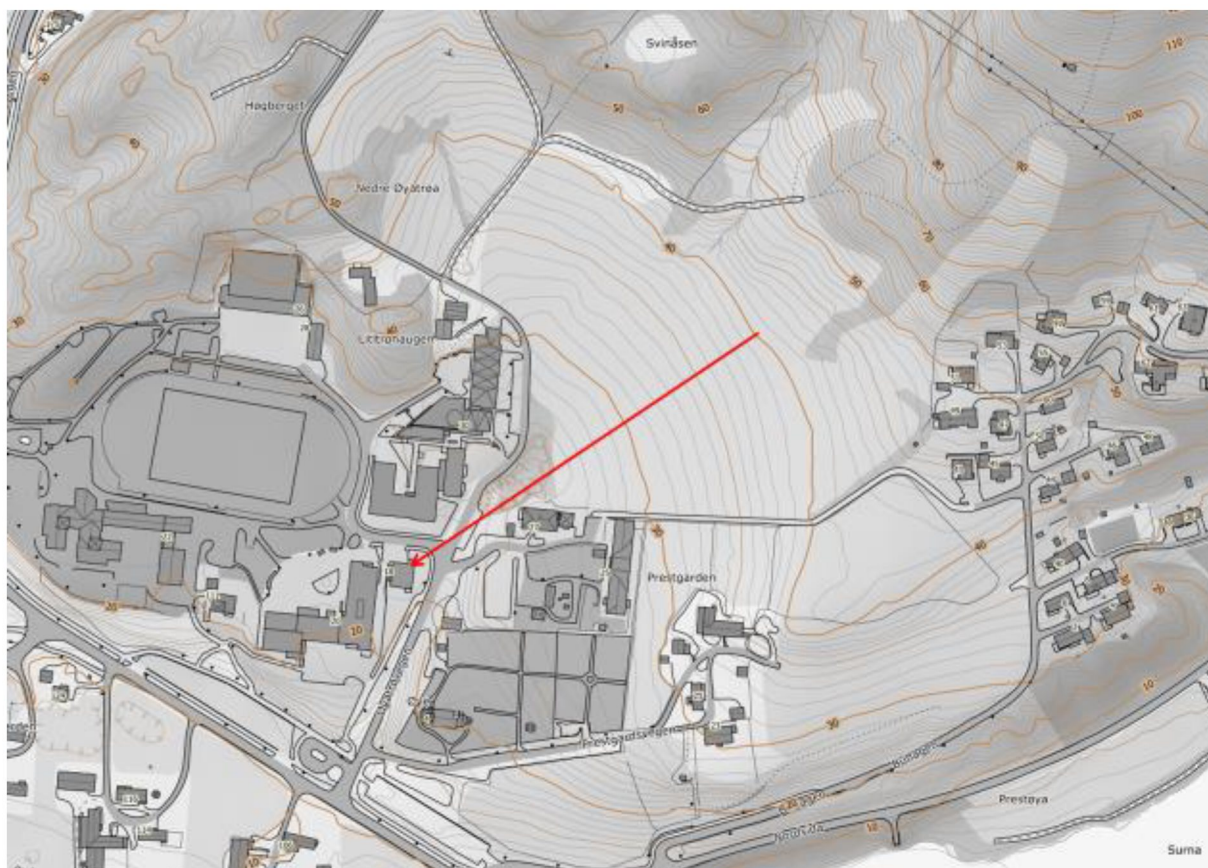
5.1 Vurdering av løsmasseskred fra overliggende områder

Det henvises til kapittel 3 som grunnlag for de betraktninger som er gjort i dette delkapittel.

Nord for Øye Idrettspark er det observert berg i dagen flere steder (se Figur 3). Rambølls datarapport fra utbygging av Idrettsparken antyder ellers grunt fjell (3-4 meter dybde) ovenfor idrettsanlegget (ref. **4Error! Reference source not found.**). Det vurderes derfor at løsmasseskred fra dette området ikke er sannsynlig, og eventuelle utløp vil ikke påvirke tiltaksområdet.

Idrettsparken ligger på omtrent samme høydenivå som Øye skole. Løsmasseskred fra dette området er derfor ikke sannsynlig.

Nord-øst for ungdomsskolen ligger et område med marin strandavsetning (se Figur 4). Terrenganalyse viser at ungdomsskolen kan ligge i et mulig utløpsområde for evt. skred fra denne avsetningen. Skredretningen er vist på Figur 5.



Figur 5: Skredretning mot Øye skole fra nord-øst.

Kvartærgeologisk kart viser at området ovenfor kote +40 i skredretningen består av tykk morene. Bilder fra nærområdet kan også antyde partier med berg i dagen langs skogsveg på omtrent kote +43. Det antas derfor at aktuelt løснеområde vil være avgrenset av pilens bakende i Figur 5. Fra skoleområdet og mot kote +40 i pilens retning (Figur 5) er det en gjennomsnittlig helning 1:16.

En enkel modell er etablert i PLAXIS 2D for å vurdere sikkerhet for en slik helning. Med en konstant bergdybde/dybde til morene på 10 meter (mer enn i boring 9), helning 1:15, leire med konstant aktiv skjærstyrke 23 kPa (direkte redusert med 0,63 og passiv redusert med 0,35) oppnås en sikkerhetsfaktor over 1,4 i totalspenningsanalyse (se vedlegg F, del 5). For effektivspenningsanalyse er sikkerheten vesentlig høyere. Tilgjengelige grunnundersøkelser viser at dette er urealistisk dårlige grunnforhold. Norconsult vurderer derfor at dette området er skredsikkert med tanke på utbygging av Øye skole.

5.2 Beregningsforutsetninger

Basert på argumentasjon i kapittel 5.1 vurderer Norconsult at løsmasseskred fra høyereliggende områder ikke er sannsynlig og tiltaksområde ikke er utsatt for evt. et skred.

Det er i tillegg gjort stabilitetsberegninger for å dokumentere skredsikkerhet i andre rasretninger hvor eksisterende og planlagt bygningsmasse kan være utløsende årsak.

I utførte stabilitetsvurderinger er det tatt betydelig hensyn til etablerte planer om nytt bygg og terreng. Planlagte terrengendringer er illustrert ved koter i vedlegg A. Bygningsmassen er representert i tegning V104 og i vedlegg B. Disse er lagt til grunn for beregning av flatelast fra nytt og gammelt bygg. Et anslag på last er vist i tegning V103.

Stabilitetsberegninger er utført med beregningsprogrammene GeoSuite Stability v. 15.2.2.0 med beregningsmetode Beast 2003, samt med elementmetodeprogrammet PLAXIS 2D.

Beregningsmetoden i GeoSuite Stability er basert på grenselikevektsmetoden og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk skjærflate basert på gitt avgrensning/innsnevring. Både sirkulærsylindriske skjærflater og komposittflater er analysert. Beregninger er utført uten å bruke sidefriksjonseffekt (tredimensjonal fastholding).

Beregningsmetoden i PLAXIS 2D er basert på den numeriske elementmetoden. PLAXIS finner selv den kritiske skjærflaten. PLAXIS er brukt kun for de profiler der stabiliteten påvirkes mest av planlagt utbygging.

5.2.1 Beregningsprofiler

Det er valgt 5 kritiske profiler for beregning som dekker alle mulige rasretninger rundt tiltaksområde. Disse er navngitt A, B, C, D og E. Profilet D er kun beregnet i dagens tilstand, fordi det ikke er planlagt nytt tilbygg langs dette snittet. Profilene A, B og C er beregnet for både dagens tilstand samt tilstand med antatt utbygging. Profilet E er kun beregnet for den ferdigbygde tilstanden fordi dagens situasjon er dekket av profil A.

Plassering av beregningsprofiler er vist i tegning V101.

5.2.2 Tolkning av treksiale skjærforsøk

Tolkning av treksiale forsøk er vist i vedlegg C. Aktuelle treksialforsøk er tolket ved 2 % deformasjon. Treksialforsøk (og konusforsøk) er i hovedsak brukt korrigerende til CPTU-tolkning. Udrenerte og drenerte skjærfasthetsparametere for treksialforsøk er tolket ved 2 % deformasjon. Tolkede skjærfasthetsparametere fra treksialforsøkene er vist i Tabell 1. På grunn av det relativt høye innholdet av silt og sand er treksene tolket med lav attraksjon.

Tabell 1: Skjærfasthetsparametere fra treaksialforsøk

Posisjon	Dybde [m]	Friksjonsvinkel, Φ [°]	Attraksjon, a [kPa]	Aktiv udrenert skjærfasthet, s_{uA} [kPa]
3	6,3	31	2	32
6	14,1	31	3	66

5.2.3 Tolkning av trykksonderinger (CPTU)

Alle 4 trykksonderinger er tolket for å vurdere skjærstyrkeparametere for stabilitetsberegninger. Våre tolkninger av utførte trykksonderinger (1, 4, 6 og 7) er vist i vedlegg D. I vedlegget er det presentert tolkning av S_{uA} og friksjonsvinkel (ϕ). Grunnlag for tolkning av CPTU er vist i vedlegg E.

Tolkning av trykksonderinger i posisjoner 1, 4, 6 og 7 er henholdsvis tolket med en grunnvannsstand på 3 meter, 4 meter, 9 meter og 6 meter under terreng. Dette er basert på antatt grunnvannstand fra piezometermålinger i posisjon 6. For mer informasjon om dette henvises det til gjeldende datarapport (ref. 3).

I stabilitetsberegninger er det lagt til grunn aktiv udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU med 15 % reduksjon pga. antatt sprøbruddegenskaper, iht. (ref. 1). Parametere er primært hentet fra CPTU men korrigert med verdier fra treaksiale forsøk.

5.2.4 Valg av parametere i stabilitetsberegninger

Udrenerte skjærfasthetsparametere er i hovedsak valgt med utgangspunkt i tolkningen av CPTU korrigert mot NC-linjen i samme bopunkt. Laboratorieresultater er brukt korrigerende. Skjærfasthet i begge udrenerte lag er skalert med anbefalte anisotropifaktorer fra NIFS rapport 14-2014 (ref. 5).

Parametervalg er basert på utførte grunnundersøkelser eller er valgt med bakgrunn i erfaringsverdier gitt i Statens vegvesens Håndbok V220, (ref. 6).

Tabell 2 gir en oppsummering av materialparametere benyttet i stabilitetsberegninger.

Tabell 2: Oversikt over beregningsparametere

Lag	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	Φ [°]	a [kPa]	S_u [kPa]	Grunnlag
Topplag (sandig, grusig)	19	9	32	0	-	Erfaringsverdi, CPTU, treaks
Siltig, sandig materiale	21	11	32	2	-	Erfaringsverdi, CPTU, treaks
Sprøbruddeleire	21	11	27	3	70*	CPTU**
Sprøbruddeleire	20	10	25	3	55*	CPTU, treaks, NC-linje
Morene/berg	21	11	35	8	-	Erfaringsverdi

*Direkte og passiv skjærstyrke er deretter redusert med faktorene, 0.63 og 0.35 iht. NIFS 14-2014 (ref. 5). Iht. NVEs kvikkleireveileder er aktiv styrke redusert med 15 %.

**Dette siltige leirelaget oppfører seg drenert i CPTU i posisjon 6 og 7 og det er ikke nødvendigvis relevant å estimere en udrenert styrke. CPTU antyder derfor høy udrenert styrke. 70 kPa er satt som et anslag for en tenkt udrenert styrke. Derfor er antatt lag med sprøbruddeleire delt i 2 lag.

Lagdelling langs profilet C er basert på boringer i posisjonene 1, (2), 6, 7, 8, 10. Dette profilet har den mest ugunstige lagdelingen. Lagdelling i resterende snitt er basert på boringer i posisjonene 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Det er antatt i de fleste profil et sammenhengende lag med sprøbruddleire med moderat tykkelse der tykkelsen reduseres i bunn av skråning. En konstant skjærstyrke er valgt i dette laget lik NC-linjens (0,25γ'H) midlere verdi i laget. Dette er illustrert i tolkning av CPTU i posisjon 4 og 6 (se vedlegg D). CPTU-ene er noe utfordrende å tolke i dette laget. Treaksialtest i posisjon 6 viser større styrke enn 55 kPa. Styrken er derfor antatt å være noe konservativ.

Poretrykk i beregningene er modellert hydrostatisk fra 9 meter under terreng i borpunkt 6. Piezometermålinger viser lav vannstand. Grunnvannstanden er modellert høyere enn dette i bunn av skråning og ovenfor toppen av skråning.

5.3 Beregningsresultat

Alle beregningsresultater er oppsummert i Tabell 3. Beregningene i GeoSuite er gjort med både sirkulærsylindriske skjærflater samt plane skjærflater med lang direktesone. Generelt er det god samsvar mellom beregninger i GeoSuite og PLAXIS 2D, både for oppnådd sikkerhet og form på kritisk skjærflate. Dokumentert oppnådd sikkerhetsfaktor er vist i tegninger V105-V113.

Vurdering av beregningsresultat følger:

5.3.1 Dagens situasjon

Utførte stabilitetsberegninger viser at sikkerhetsfaktor ikke er tilfredsstillende i profil A og B for totalspenningsanalysen (dagens situasjon) og stabilitetsforbedrende tiltak må vurderes. Beregningsresultatet i kritisk profil B, ($F=1,27$), gir en nødvendig forbedring av sikkerhet på 3 % iht. NVEs kvikkleireveileder Figur 5.1 (ref. 1).

Effektivspenningsanalyse gir tilstrekkelig sikkerhet i alle profil.

5.3.2 Byggefase

Det er vurdert at stabiliteten i byggefase i alle snitt vil være bedre enn i ferdigbygd situasjon såfremt stabiliserende tiltak gjør før stabilitetsforverrende tiltak (oppføring av nye bygg). Dette spesifiseres i detaljprosjektering.

5.3.3 Ferdig situasjon

For den ferdige situasjonen er terrenget og lastene endret slik at situasjonen gjenspeiler forprosjektet bygg og terreng.

Oppnådd forbedring i kritisk snitt (snitt B) fra dagens situasjon til antatt ferdigbygd tilstand er:

$$\left(\frac{1,39}{1,27} - 1\right) * 100 \% = 9,5 \%$$

Tilsvarende økning er også registrert i profil A. Sikkerhetsfaktor er dermed økt tilstrekkelig i profil B og A for å oppnå krav til forbedring som nevnt i 5.3.1.

I profil C oppstår en stabilitetsmessig forverring og sikkerhetsfaktor i ny situasjon er under 1,40. Iht. NVEs veileder (ref. 1) må stabilitetsforbedrende tiltak gjøres for å holde beregnet sikkerhet over 1,40. En ny beregning er derfor gjort med eksemplifisert stabiliserende motfylling for å vise at dette er mulig.

En motfylling på maks høyde ca. 1 m gir tilstrekkelig sikkerhetsfaktor. Dette er vist i Tabell 3 og tegning V111. En slik motfylling vil gi bedret sikkerhet også i andre profil.

Tabell 3: Oppsummering av beregningsresultater. Markert med enkel stjerne er beregninger utført i PLAXIS 2D. Resterende beregninger er utført i GeoSuite Stability.

Profil	Situasjon	Sikkerhetsfaktor, F (ADP)	Sikkerhetsfaktor, F (c'-φ)
A	Dagens situasjon	1,37 / 1,35*	1,88
A	Antatt ferdigbygd situasjon**	1,47 / 1,52*	2,12
B	Dagens situasjon	1,27	1,83
B	Antatt ferdigbygd situasjon**	1,39	2,00
C	Dagens situasjon	1,43	2,15
C	Antatt ferdigbygd situasjon	1,36**/1,43***	2,80
D	Dagens situasjon	1,62	2,99
E	Antatt ferdigbygd situasjon**	1,48 / 1,54*	2,66

*Beregnet i PLAXIS 2D (se vedlegg F)

**Beregnet med terrengendringer foreslått av LARK i forprosjekt.

***Antatt ferdigbygd situasjon med eksemplifisert motfylling.

6 Vurdering av kvaliteten av grunnundersøkelser

Målenøyaktighet for CPTU-ene er vurdert. CPTU i borpunkt 1 og 4 er vurdert til å ha anvendelsesklasse 1 og tillegges derfor vekt. CPTU-ene i borpunkt 6 og 7 oppnår henholdsvis anvendelsesklasse 4 og 3 (dårligste og nest dårligste klasse). Det antas at det store innslaget av silt og sandlag forringer kvaliteten på målingene. Målinger fra CPTU gir derfor noe usikkerhet hvorvidt enkelte deler av grunnen bør beregnes drenert eller udrenert. Likevel er det grunnlag og anledning for å benytte CPTU 6 og 7 i stabilitetsvurdering iht. NVEs veileder 7-2014 (ref. 1). Med bakgrunn i dette er tolkningen av CPTU-ene noe konservativ, og er korrigert i det meste mot NC-linje.

Kvaliteten på prøvene kan også vurderes basert på NGF melding nr. 11 (ref. 7). Prøvene anses stort sett som dårlige prøver med stor grad av prøveforstyrrelse der bruddindikasjon ved aksialtøyning på de opptatte prøver (enaksialforsøk) er mer enn 5 %. Dette relateres igjen til stort innhold av silt og sandlag som kan forringe prøve kvaliteten betydelig. Testresultater fra enaksiale forsøk er derfor tillagt spesielt lite vekt.

Norconsult vurderer likevel at det er oppnådd en rasjonell lagdeling basert på samtolkning av CPTU, totalsonderinger og laboratorieundersøkelser, samt vurdering mot NC-linje med helning 0,25y' for udrenert skjærstyrke.

7 Konklusjon

Øye skole ligger ikke innenfor en kjent kvikkleiresone. Kvikkleire er påvist kun i ett punkt på ca. 10 m under terrenget. Videre er antatt sprøbruddmateriale i alle punkt, det vil si et sammenhengende sprøbruddleie lag i alle beregnede profiler i planområde. Områdestabiliteten er vurdert iht. NVEs kvikkleireveileder, med tanke på lokal- og globalstabilitet.

Vurderinger viser at løsmasseskred fra høyereliggende områder ikke er sannsynlig da det er påvist berg i dagen flere steder. Området nord-øst for området er vurdert ved en overslagsberegning av stabiliteten med konservative antagelser på skjærstyrke. Resultat viser en god sikkerhetsfaktor $> 1,4$.

Innenfor tiltaksområdet er stabiliteten vurdert ved å gjøre beregninger i de kritiske rasretninger. Beregninger er utført i dagens tilstand og ferdigbygd tilstand. Beregningsresultat viser at dagens tilstand (totalspenningsanalyse) for profil A og B ikke er tilfredsstillende, og for profil C er det ferdigbygd situasjon som ikke tilfredsstiller kravet. For profil A og B er kravet til sikkerhetsfaktor oppfylt i anleggs- og ferdigbygd fase.

For profil C er det vurdert stabiliserende tiltak (motfylling) for å tilfredsstille kravet i ferdigbygd situasjon. Det er rom for å vurdere andre stabiliserende tiltak som f.eks. kompensert fundamentering av øvrige bygningsdeler. Det presiseres at stabiliserende tiltak må vurderes og detaljprosjekteres i senere prosjekteringsfase i prosjektet.

Vurderinger og beregninger er utført med bakgrunn i gjeldende forprosjektplaner for nytt bygg og terrengendringer.

Det konkluderes med dette at tiltaksområdet er skredsikkert og bebyggbart med de angitte forutsetninger (plassering av bygningsmasse og kompensert fundament).

Basert på foreliggende grunnundersøkelser i området, terrengkriterier og resultat fra stabilitetsberegninger er det kartlagt en ny kvikkleirefaresone (*Øye kvikkleiresone*), *sonen består av løsne- og utløpsområde*. Kartlegging av faresonen er gjort basert på metoden beskrevet i NIFS-rapport 14-2016. Den foreslåtte kvikkleiresonen er vurdert å ha **lav** faregradklasse.

Stabiliteten må vurderes i alle faser iht. Eurokode 7 når endelig planer foreligger.

Presenterte vurderinger i denne 3. utgave av rapporten er kvalitetssikret og godkjent av uavhengig foretak (NGI).

8 Referanser

ref. 1: NVE veileder 7-2014 (2014): Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.

ref. 2: Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire (2016); "Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred". Rapport 14-2016.

ref. 3: 5172297, RIG01: Øye skole - Geoteknisk datarapport (Norconsult, 2017).

ref. 4: 6050686 Rapport nr. 1: Supplerende grunnundersøkelser for Øye Idrettspark (Rambøll, 2005).

ref. 5: Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire (2014); "En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer". Rapport 14-2014.

ref. 6: Statens vegvesen Håndbok V220; "Geoteknikk i vegbygging", 2014.

ref. 7: NGF melding nr. 11; "Veiledning for prøvetaking". Utgitt 1997, revidert 2013.

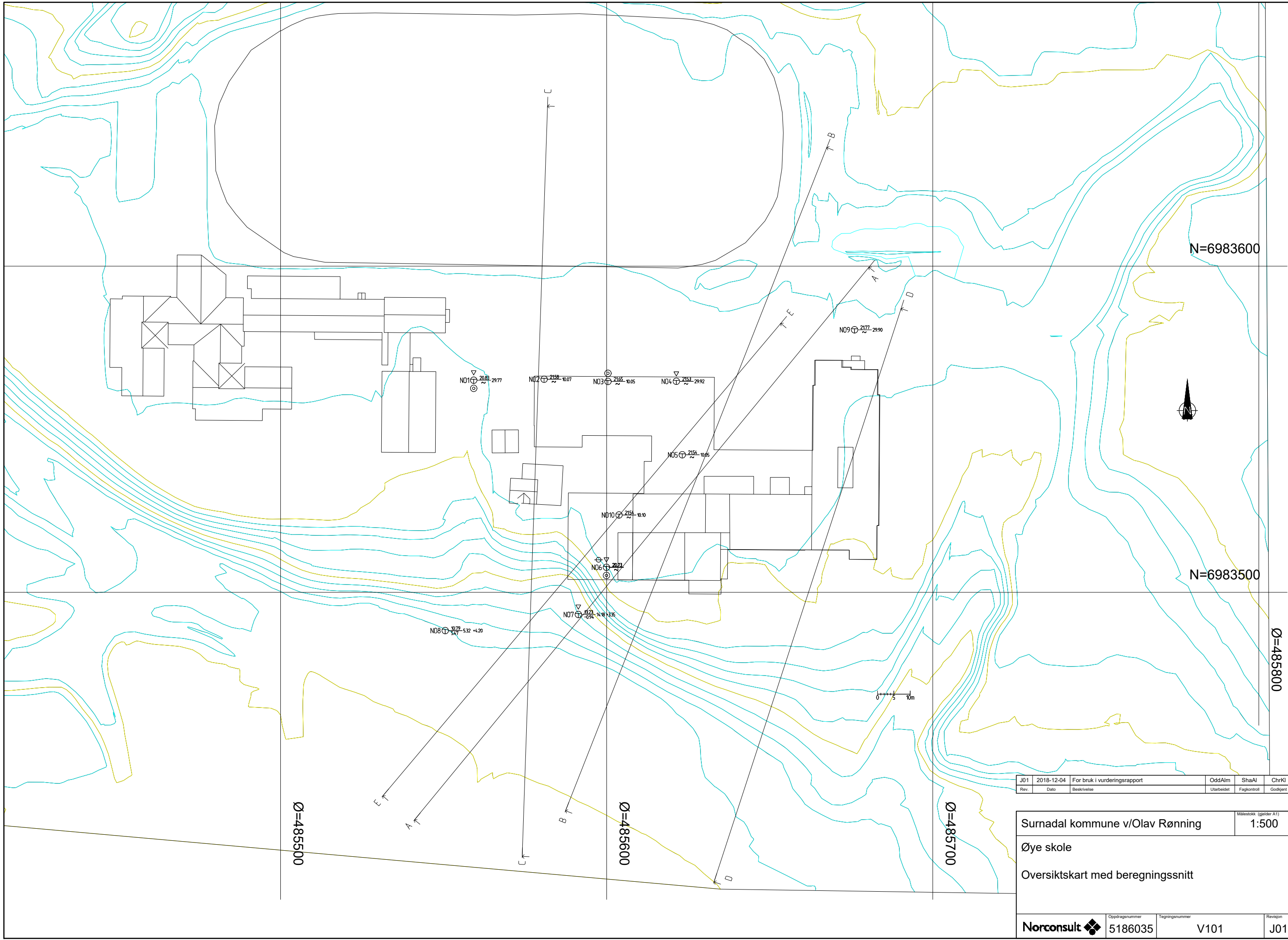
ref. 8: 20180975-01-TN, rev. 1/2019-02-04; Kontrollnotat av stabilitetsberegninger iht. NVEs retningslinje – Øye skole, Surnadal.

9 Tegninger

1. V101: Oversiktskart med beregningsnitt
2. V102: Funn/tolkning av sprøbruddmateriale
3. V103: Representasjon av flatelast i stabilitetsberegninger
4. V104: Representasjon av bygningsmasse
5. V105: Profil A – dagens situasjon
6. V106: Profil A – antatt ferdigbygd situasjon
7. V107: Profil B – dagens situasjon
8. V108: Profil B – antatt ferdigbygd situasjon
9. V109: Profil C – dagens situasjon
10. V110: Profil C – antatt ferdigbygd situasjon
11. V111: Profil C – ny situasjon med eksemplifisert motfylling
12. V112: Profil D – dagens situasjon
13. V113: Profil E – antatt ferdigbygd situasjon
14. V114: Oversikt over tidligere boringer
15. V115: Forslag til ny faresone (løsne- og utløpsområde)
16. V116: Oversikt over terrengendringer i skråning
17. V117: Terrengendringer i profil A-A

10 Vedlegg

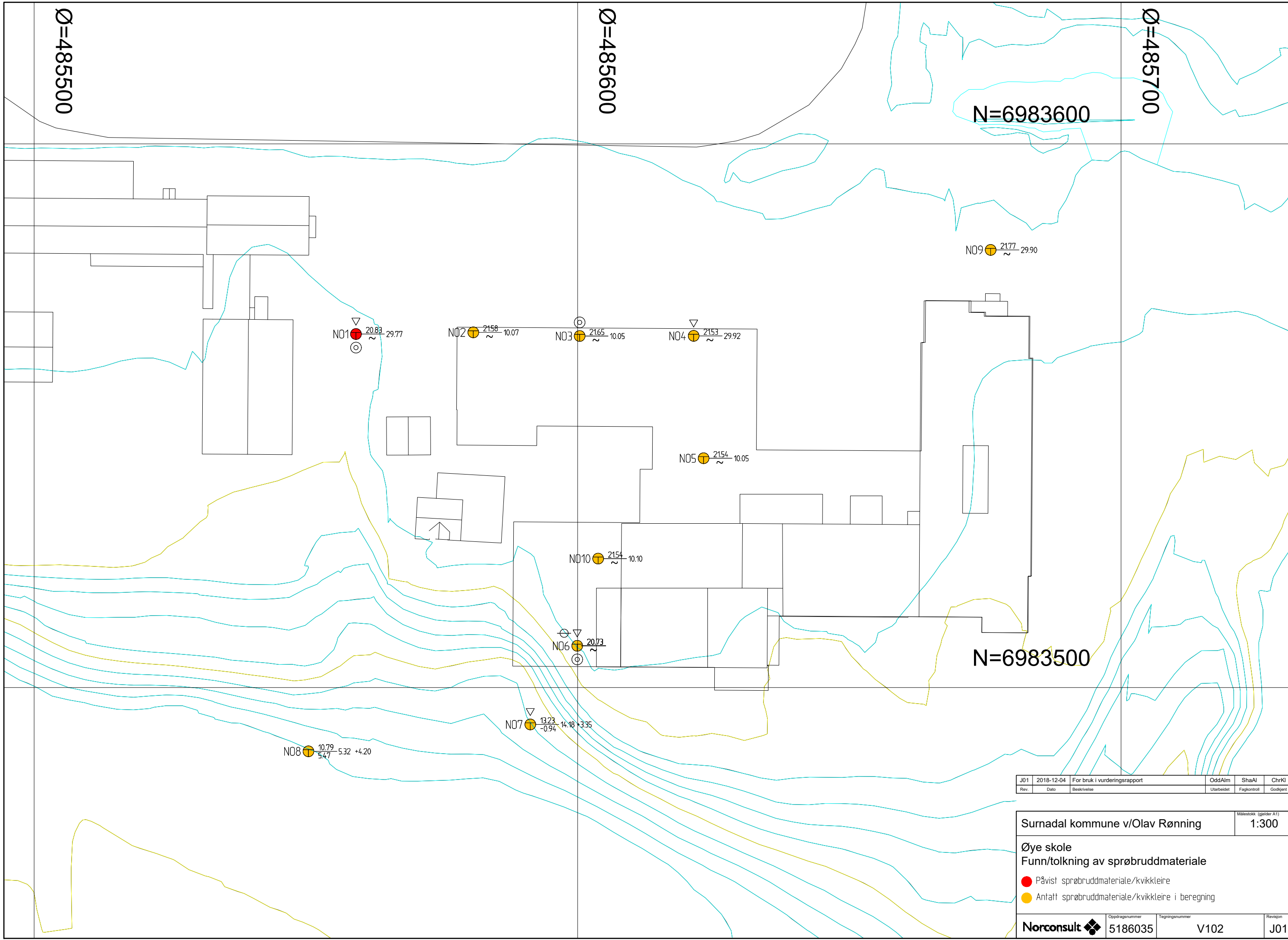
- A. Landskapsplan – ny skole og uteområde
- B. Tentative plantegninger – nye Øye skole
- C. Tolkning av treaksialforsøk
- D. Tolkning av trykksonderinger
- E. Grunnlag for tolkning av CPTU
- F. Resultat fra PLAXIS-beregninger
- G. Oversiktsbilder som antyder berg i dagen nord-øst for skolen
- H. Faresoneklassifisering



J01	2018-12-04	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKl
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Surnadal kommune v/Olav Rønning
 Øye skole
 Oversiktskart med beregningssnitt

Målestokk (gjelder A1)
 1:500



Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J01	2018-12-04	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKi

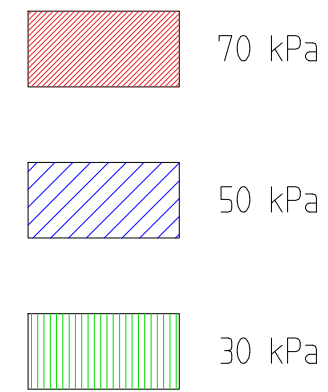
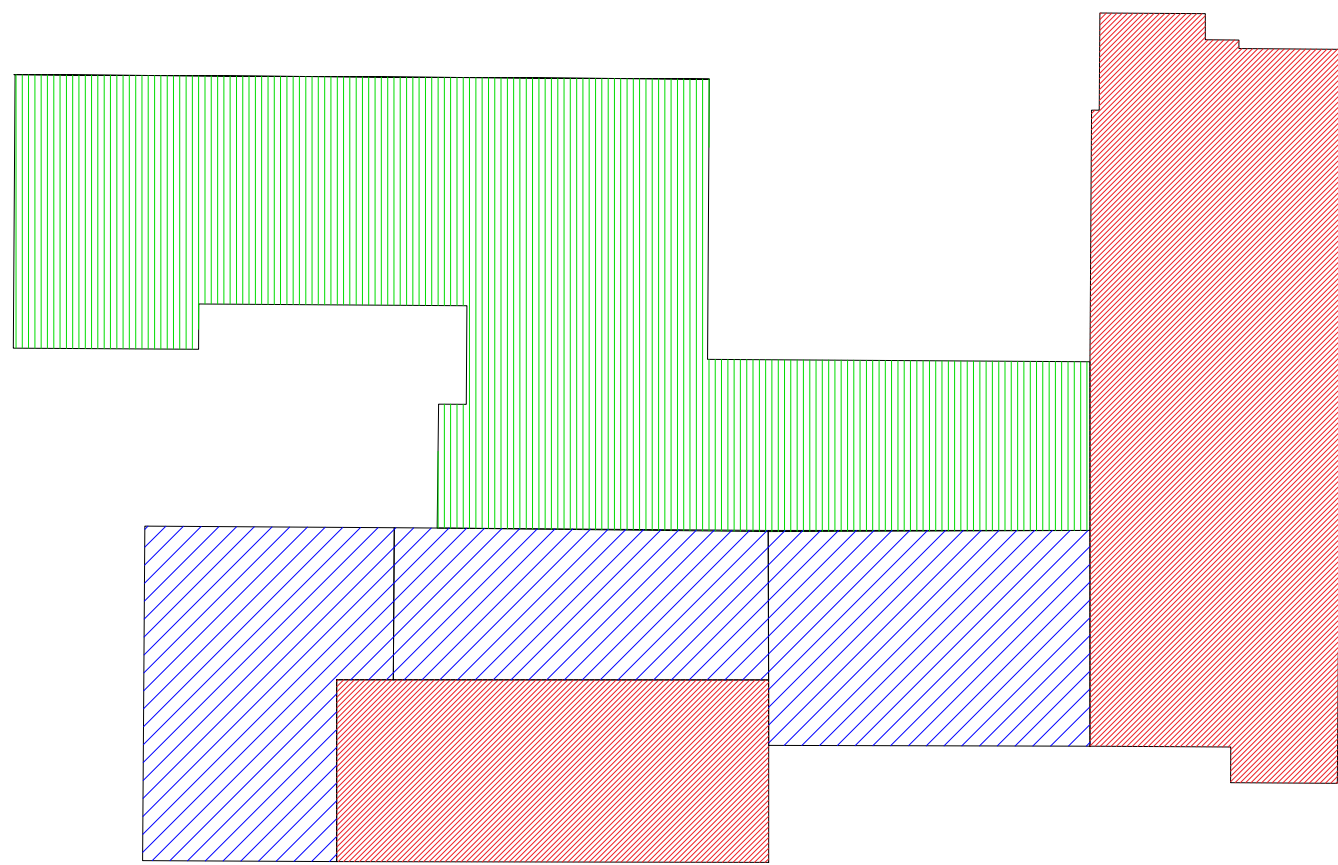
Surnadal kommune v/Olav Rønning

Øye skole
Funn/tolkning av sprøbruddmateriale

● Påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire
● Antall sprøbruddmateriale/kvikkleire i beregning

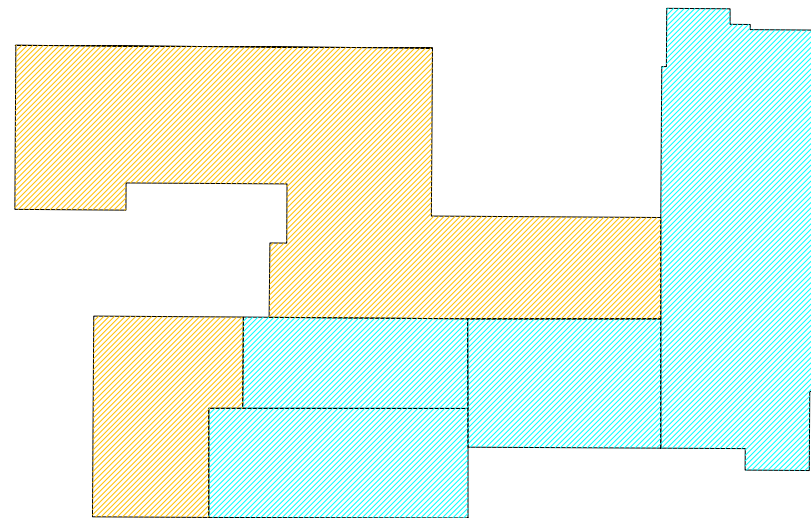
Målestokk (gjelder A1)
1:300



Norconsult	Oppdragsnummer 5186035	Tegningsnummer V102	Revisjon J01
------------	---------------------------	------------------------	-----------------

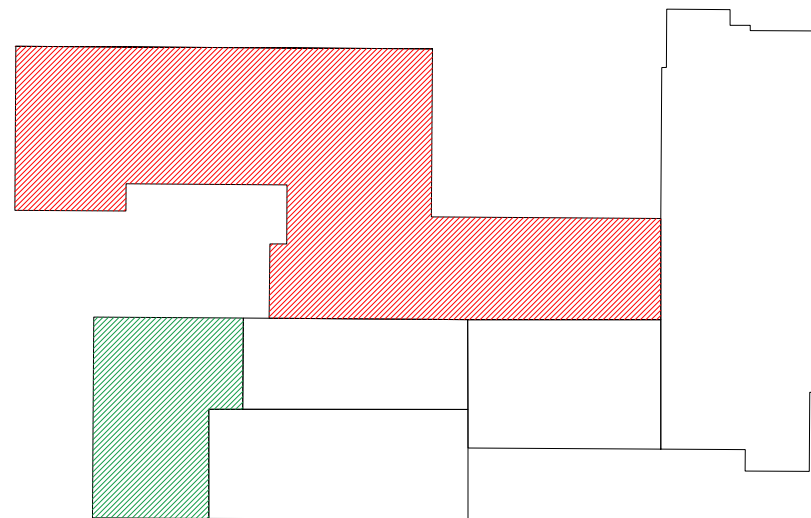




J01	2018-12-04	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKl
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Surnadal kommune v/Olav Rønning		Målestokk (gjelder A1)
		1:300
Øye skole		
Flatelast fra bygg brukt i stabilitetsberegninger		
Norconsult	Oppdragsnummer 5186035	Tegningsnummer V103
	Revisjon J01	



-  Ny bygningsmasse
-  Eksisterende bygningsmasse




-  Antatt ikke kjeller/kompensering
-  Antatt kjeller/kompensering

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J01	2018-12-04	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKi

Surnadal kommune v/Olav Rønning Målestokk (gjelder A1)
1:500

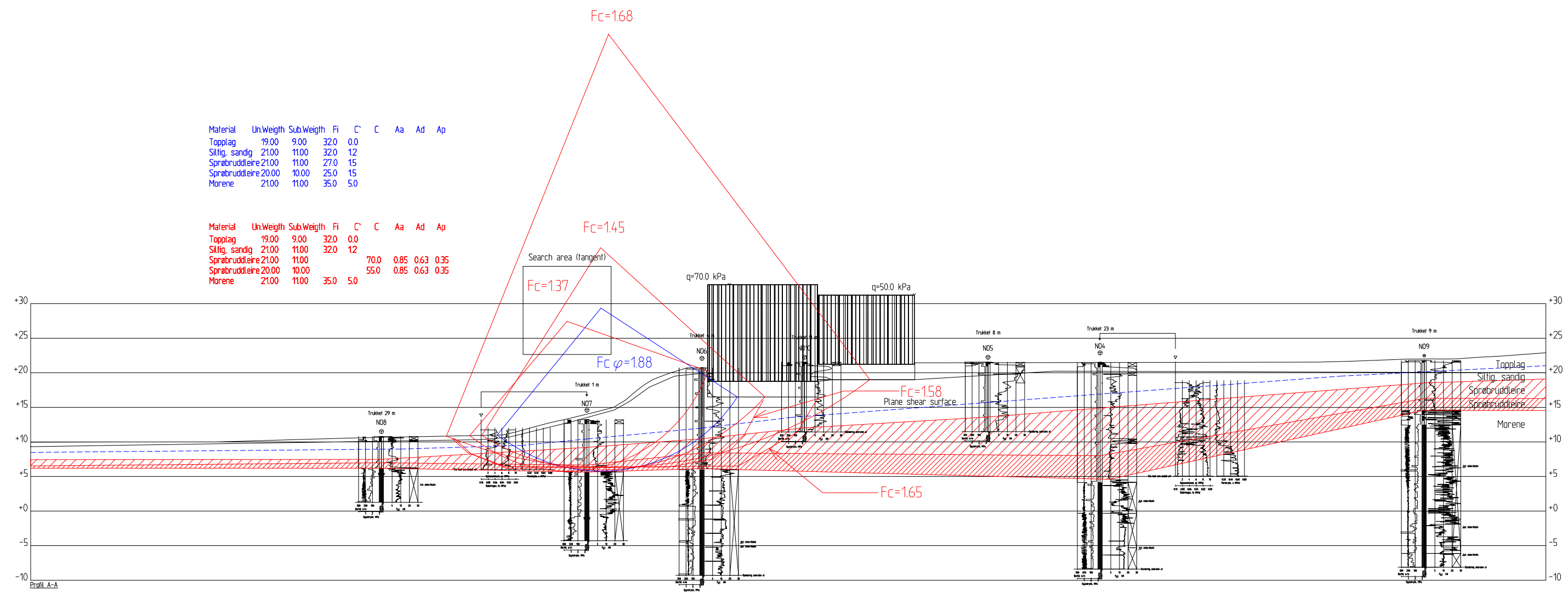
Øye skole

Tentativ representasjon av bygningsmassen på Øye skole

	Oppdragsnummer 5186035	Tegningsnummer V104	Revisjon J01
---	---------------------------	------------------------	-----------------

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	0.0				
Siltig sandig	21.00	11.00	32.0	12				
Sprøbruddleire	21.00	11.00	27.0	15				
Sprøbruddleire	20.00	10.00	25.0	15				
Morene	21.00	11.00	35.0	5.0				

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	0.0				
Siltig sandig	21.00	11.00	32.0	12				
Sprøbruddleire	21.00	11.00	27.0	15	70.0	0.85	0.63	0.35
Sprøbruddleire	20.00	10.00	25.0	15	55.0	0.85	0.63	0.35
Morene	21.00	11.00	35.0	5.0				



1 : 100

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J01	2018-12-04	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKl

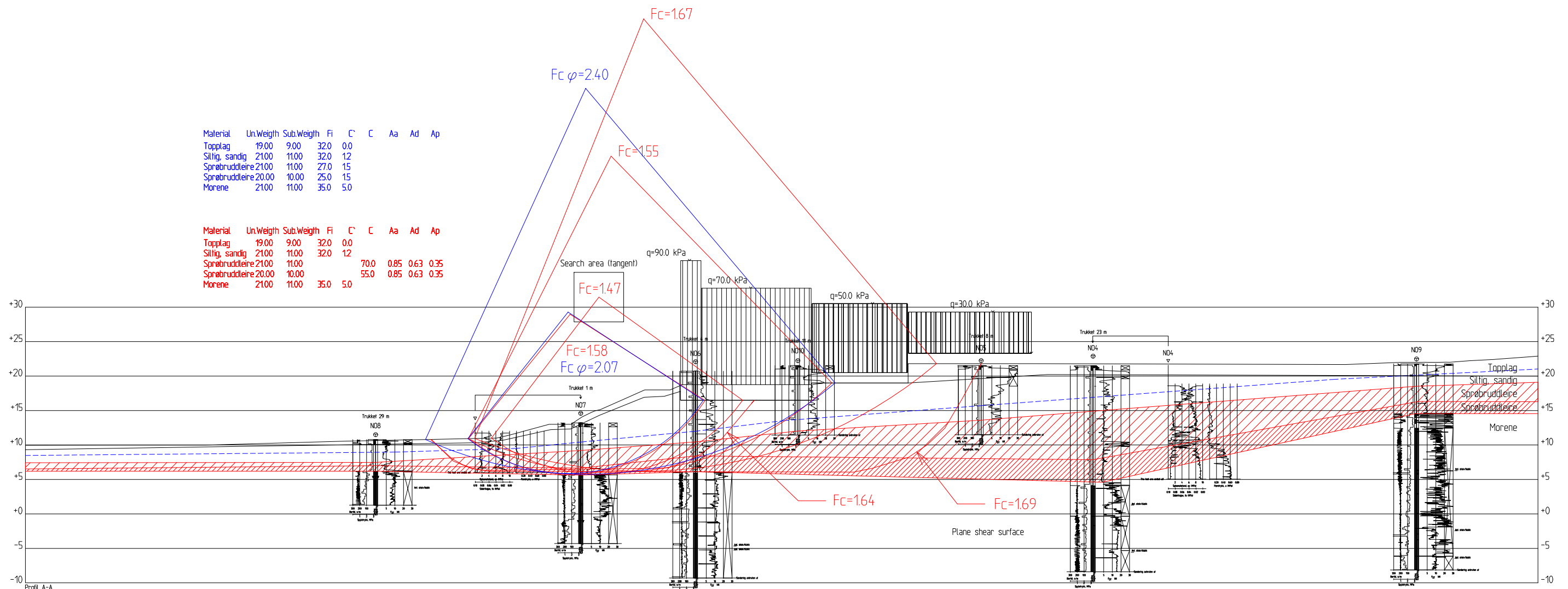
Surnadal kommune v/Olav Rønning
 Øye skole
 Profil A-A, dagens situasjon

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5186035	V105	J01

Målestokk (gjelder A1)
 1:300

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	0.0				
Siltig sandig	21.00	11.00	32.0	12				
Sprøbruddleire	21.00	11.00	27.0	15				
Sprøbruddleire	20.00	10.00	25.0	15				
Morene	21.00	11.00	35.0	5.0				

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	0.0				
Siltig sandig	21.00	11.00	32.0	12	70.0	0.85	0.63	0.35
Sprøbruddleire	21.00	11.00	27.0	15	55.0	0.85	0.63	0.35
Sprøbruddleire	20.00	10.00	25.0	15				
Morene	21.00	11.00	35.0	5.0				



1 : 100

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J01	2018-12-04	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKl

Surnadal kommune v/Olav Rønning
 Øye skole
 Profil A-A, antatt ferdigbygd situasjon

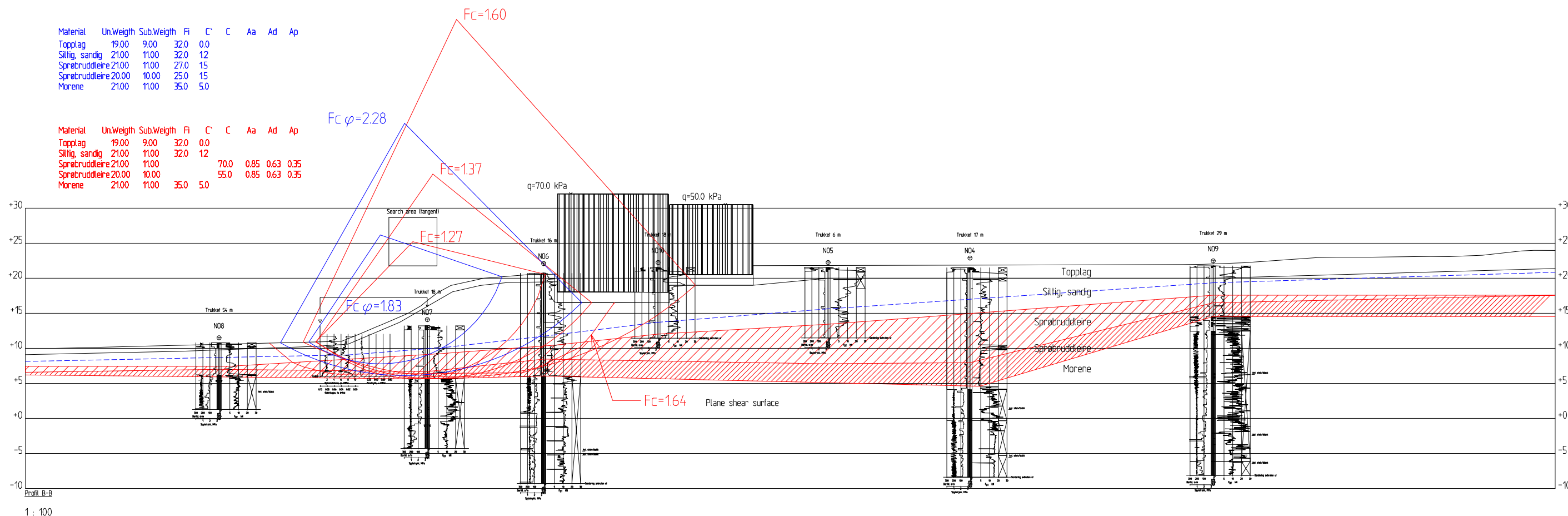
Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
5186035	V106	J01



Målestokk (gjelder A1)
 1:300

Materiale	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	0.0				
Siltig sandig	21.00	11.00	32.0	12				
Sprøbruddleire	21.00	11.00	27.0	15				
Sprøbruddleire	20.00	10.00	25.0	15				
Morene	21.00	11.00	35.0	5.0				

Materiale	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	0.0				
Siltig sandig	21.00	11.00	32.0	12				
Sprøbruddleire	21.00	11.00	70.0	0.85	0.63	0.35		
Sprøbruddleire	20.00	10.00	55.0	0.85	0.63	0.35		
Morene	21.00	11.00	35.0	5.0				



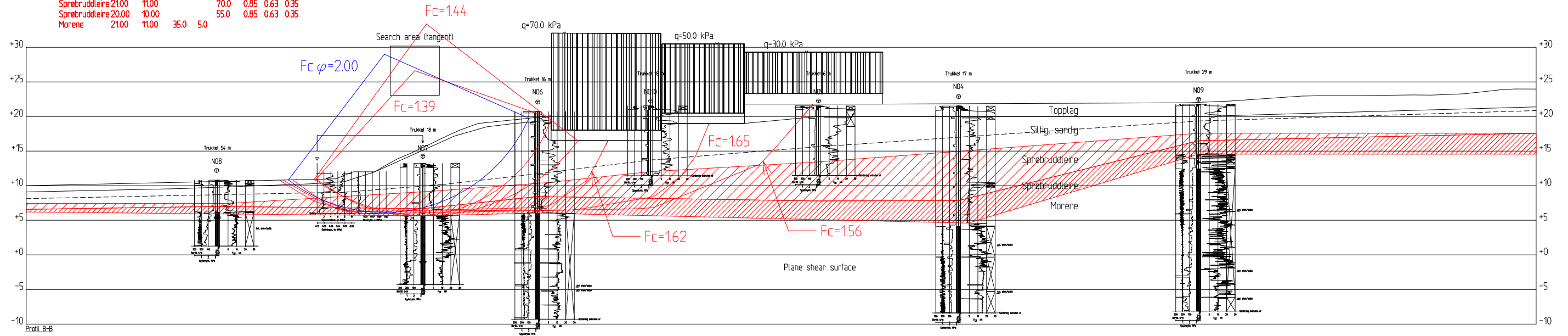
1 : 100

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J01	2018-12-04	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKl

Surnadal kommune v/Olav Rønning		Målestokk (gjelder A1)
Øye skole		1:300
Profil B-B, dagens situasjon		
Norconsult	Oppdragsnummer 5186035	Tegningsnummer V107
		Revisjon J01

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	0.0				
Siltig sandig	21.00	11.00	32.0	12				
Sprøbruddleire	21.00	11.00	27.0	15				
Sprøbruddleire	20.00	10.00	25.0	15				
Morene	21.00	11.00	35.0	5.0				

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	0.0				
Siltig sandig	21.00	11.00	32.0	12				
Sprøbruddleire	21.00	11.00		70.0	0.85	0.63	0.35	
Sprøbruddleire	20.00	10.00		55.0	0.85	0.63	0.35	
Morene	21.00	11.00	35.0	5.0				



1 : 100

J01	2018-12-04	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKl
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

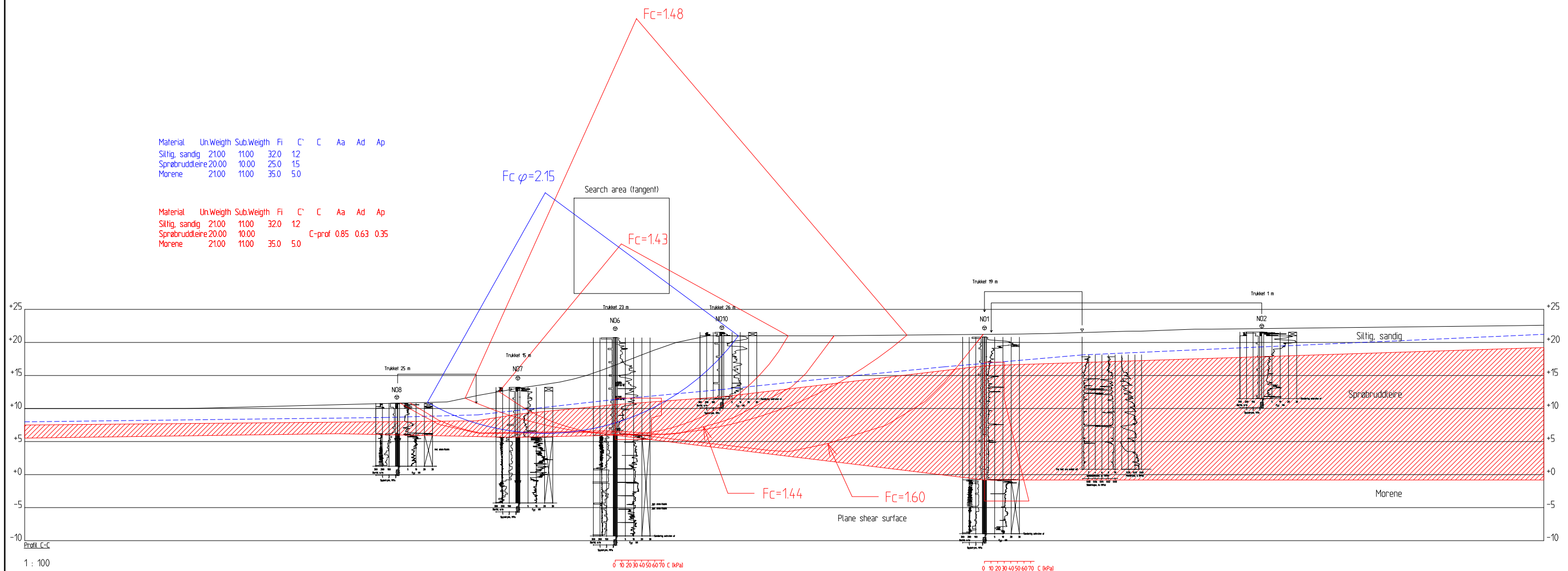
Surnadal kommune v/Olav Rønning Målestokk (gjelder A1)
1:300

Øye skole
Profil B-B, antatt ferdigbygd situasjon

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5186035	V108	J01

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Siltig, sandig	2100	1100	32.0	12				
Sprøbruddleire	2000	1000	25.0	15				
Morene	2100	1100	35.0	5.0				

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Siltig, sandig	2100	1100	32.0	12				
Sprøbruddleire	2000	1000	25.0	15	C-prof	0.85	0.63	0.35
Morene	2100	1100	35.0	5.0				



Profil C-C

1 : 100

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

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

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J01	2018-12-04	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKl

Surnadal kommune v/Olav Rønning

Øye skole

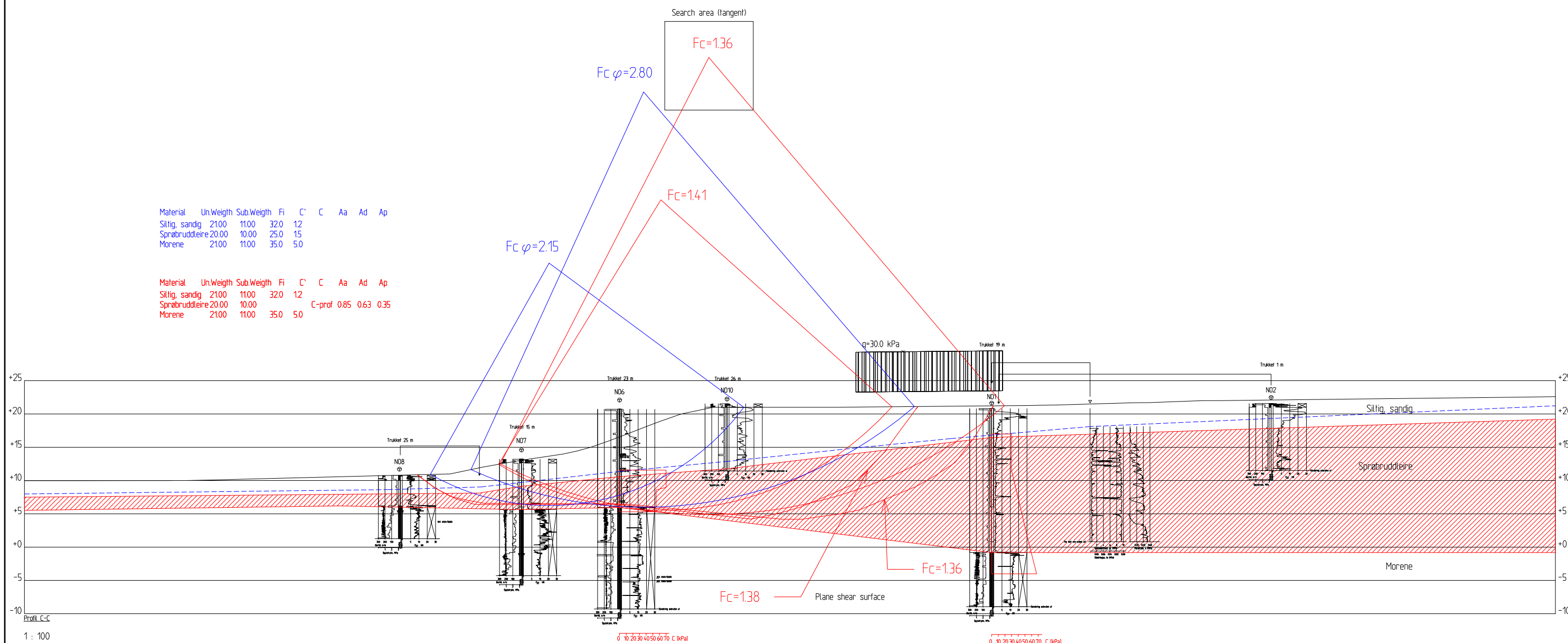
Profil C-C, dagens situasjon

Målestokk (gjelder A1) 1:300

Norconsult 5186035 V109 J01

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Siltig, sandig	21.00	11.00	32.0	12				
Sprøbruddeleire	20.00	10.00	25.0	15				
Morene	21.00	11.00	35.0	5.0				

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Siltig, sandig	21.00	11.00	32.0	12				
Sprøbruddeleire	20.00	10.00	25.0	15	C-prof	0.85	0.63	0.35
Morene	21.00	11.00	35.0	5.0				



Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J01	2018-12-04	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKl

Surnadal kommune v/Olav Rønning

Øye skole

Profil C-C, antatt ferdigbygd situasjon

Målestokk (gjelder A1)
1:300

Norconsult

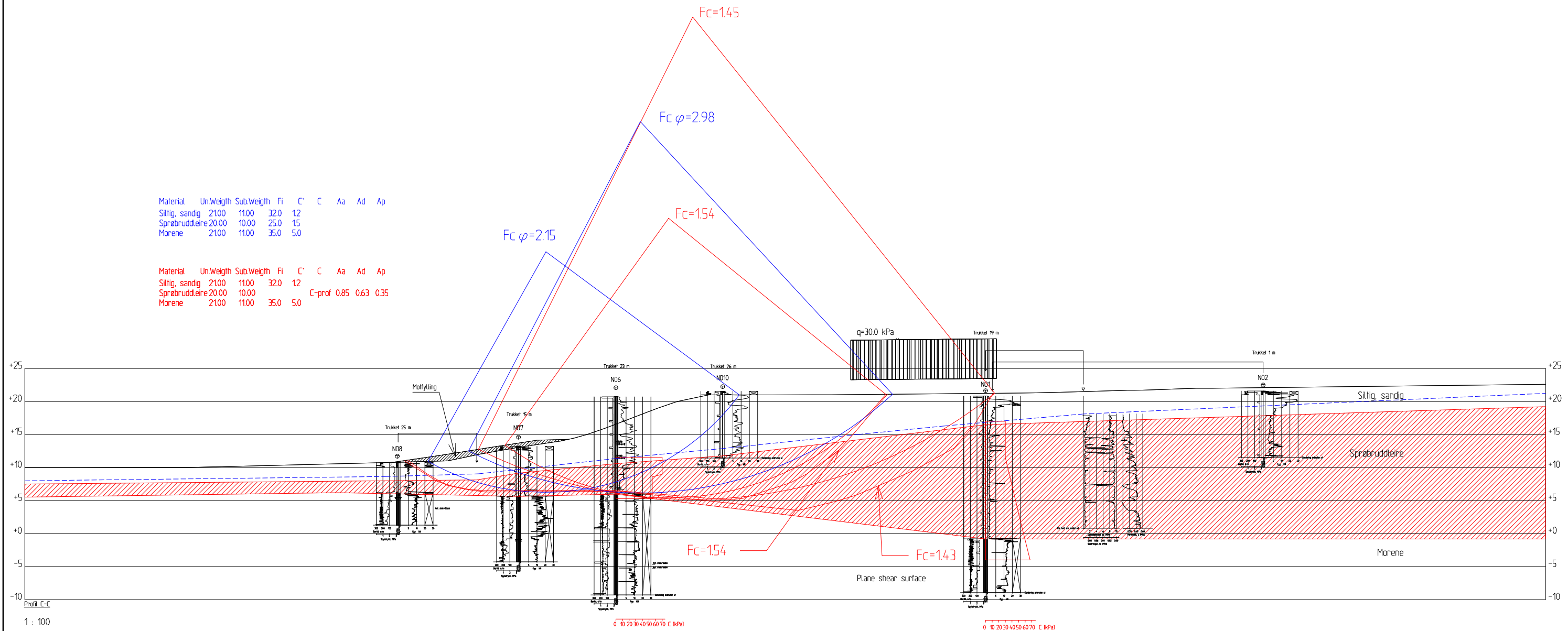
Oppdragsnummer: 5186035

Tegningsnummer: V110

Revisjon: J01

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Siltig, sandig	2100	1100	32.0	12				
Sprøbruddleire	2000	1000	25.0	15				
Morene	2100	1100	35.0	5.0				

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Siltig, sandig	2100	1100	32.0	12				
Sprøbruddleire	2000	1000	25.0	15	0.85	0.63	0.35	
Morene	2100	1100	35.0	5.0				



1 : 100

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J01	2018-12-04	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKl

Surnadal kommune v/Olav Rønning Målestokk (gjelder A1)
1:300

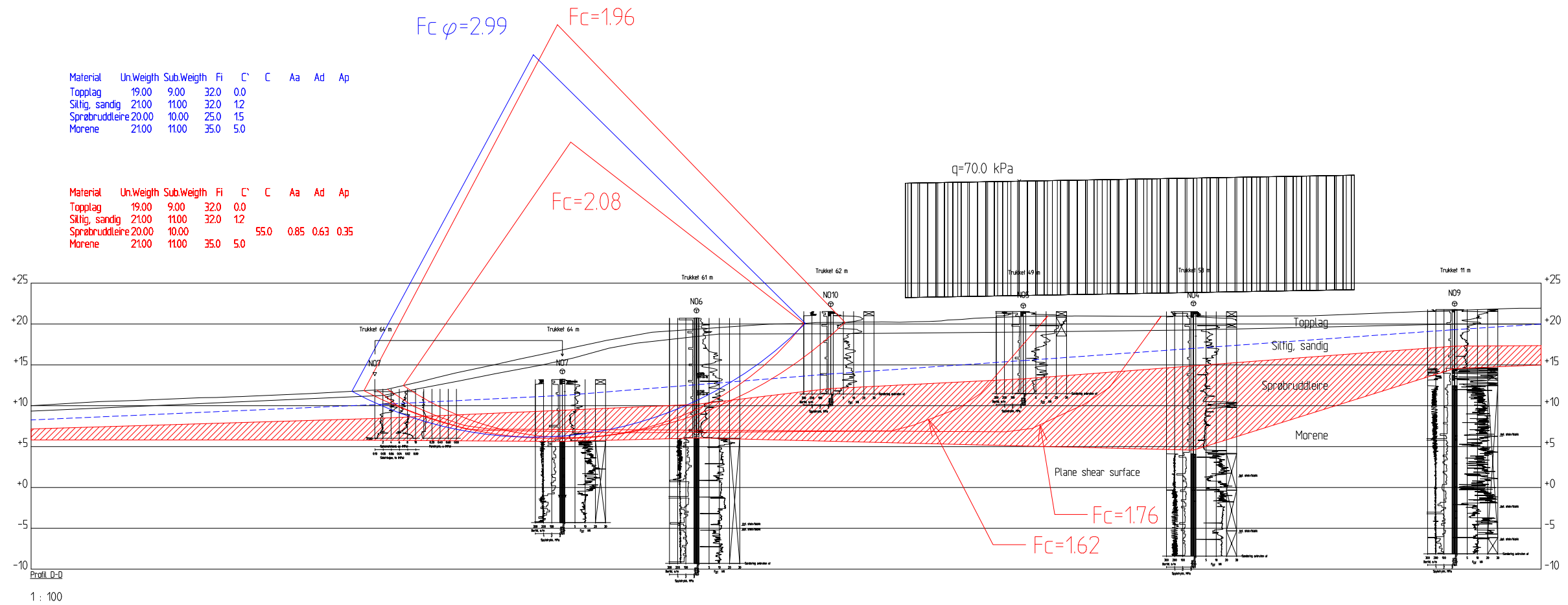
Øye skole

Profil C-C, antatt ferdigbygd situasjon
Motfylling kan gi tilstrekkelig sikkerhet

Norconsult	Oppdragsnummer 5186035	Tegningsnummer V111	Revisjon J01
------------	---------------------------	------------------------	-----------------

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	0.0				
Sittig, sandig	21.00	11.00	32.0	12				
Sprøbruddleire	20.00	10.00	25.0	15				
Morene	21.00	11.00	35.0	5.0				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	0.0				
Sittig, sandig	21.00	11.00	32.0	12				
Sprøbruddleire	20.00	10.00	25.0	15	55.0	0.85	0.63	0.35
Morene	21.00	11.00	35.0	5.0				

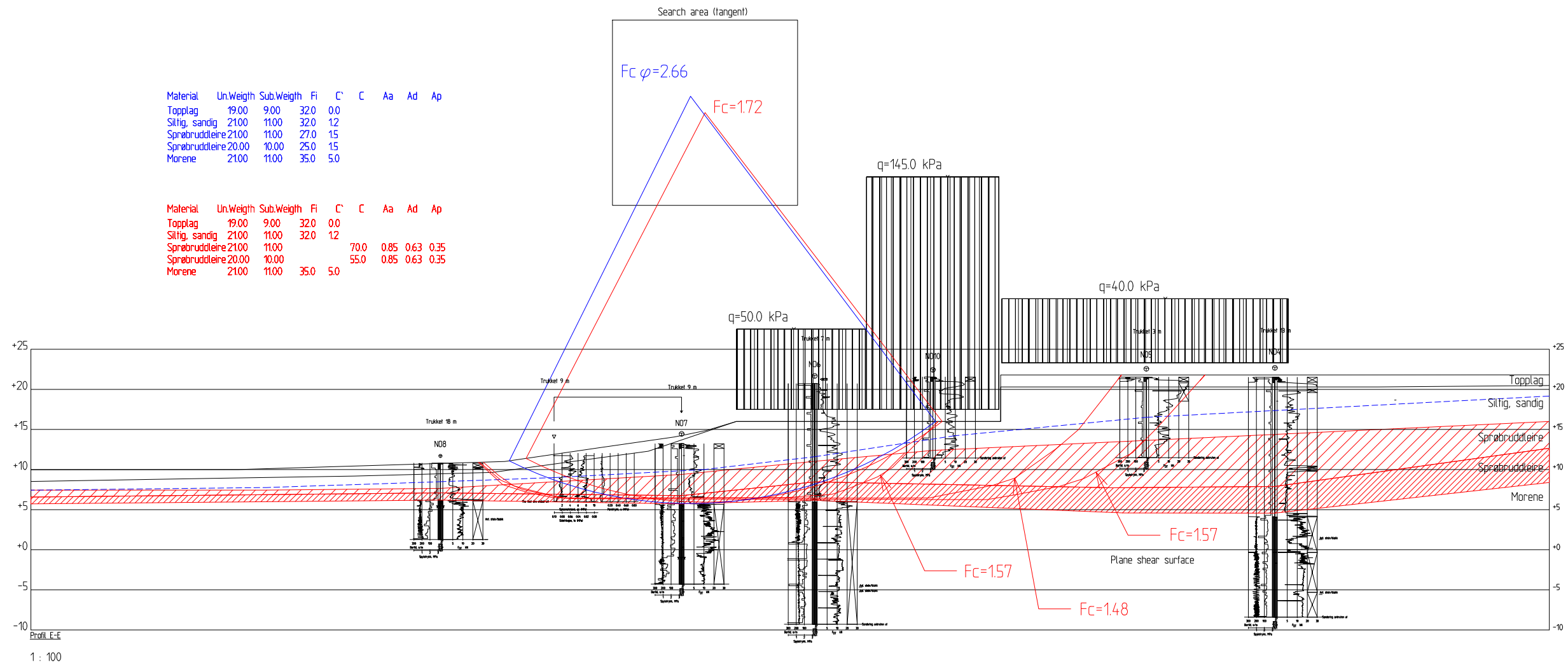


Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J01	2018-12-04	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKl

Surnadal kommune v/Olav Rønning		Målestokk (gjelder A1)
Øye skole		1:300
Profil D-D, dagens situasjon		
Norconsult	Oppdragsnummer 5186035	Tegningsnummer V112
		Revisjon J01

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	0.0				
Siltig, sandig	21.00	11.00	32.0	1.2				
Sprøbruddleire	21.00	11.00	27.0	1.5				
Sprøbruddleire	20.00	10.00	25.0	1.5				
Morene	21.00	11.00	35.0	5.0				

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	0.0				
Siltig, sandig	21.00	11.00	32.0	1.2				
Sprøbruddleire	21.00	11.00			70.0	0.85	0.63	0.35
Sprøbruddleire	20.00	10.00			55.0	0.85	0.63	0.35
Morene	21.00	11.00	35.0	5.0				



Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J01	2018-12-04	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKl

Surnadal kommune v/Olav Rønning Målestokk (gjelder A1)
1:300

Øye skole
Profil E-E, antatt ferdigbygd situasjon

Norconsult	Oppdragsnummer 5186035	Tegningsnummer V113	Revisjon J01
-------------------	---------------------------	------------------------	-----------------

"X:\noroppdrag\Trondheim\1816015\180335\BIM\Geoteknikk\A4\FH\Geoteknikk\kartlegging kvikkleiresone-V114.dwg - S:\BAL - P\Prosjekt\2019-01-18_15:32:56 - LAYOUT = V114 - XREF = Boringer_NO_Utveitst geometri uten veg - Ny skolebygging"

Boringer nord for idrettsbanen fra rap. 6050686-Rambøll

Boring 10-11 vest for idrettsbanen fra rap. 6050686-Rambøll

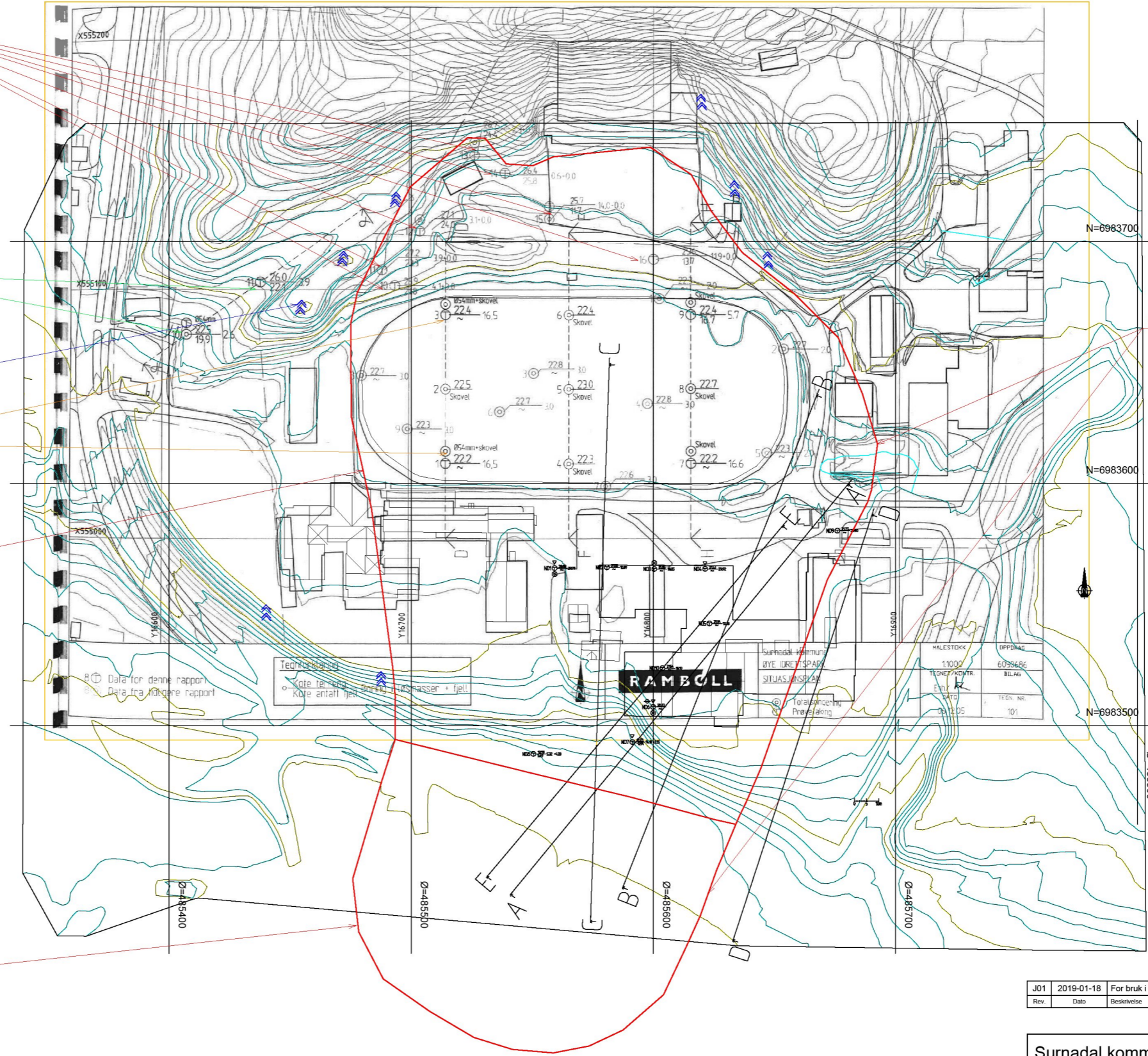
Registrert fjell i dagen

Boring 1 og 3 i idrettsbanen fra rap. 6050686-Rambøll

Foreslått løsneområde

Foreslått utløpsområde

Foreslått ny kvikkleirefarezone (løsne- og utløpszone)



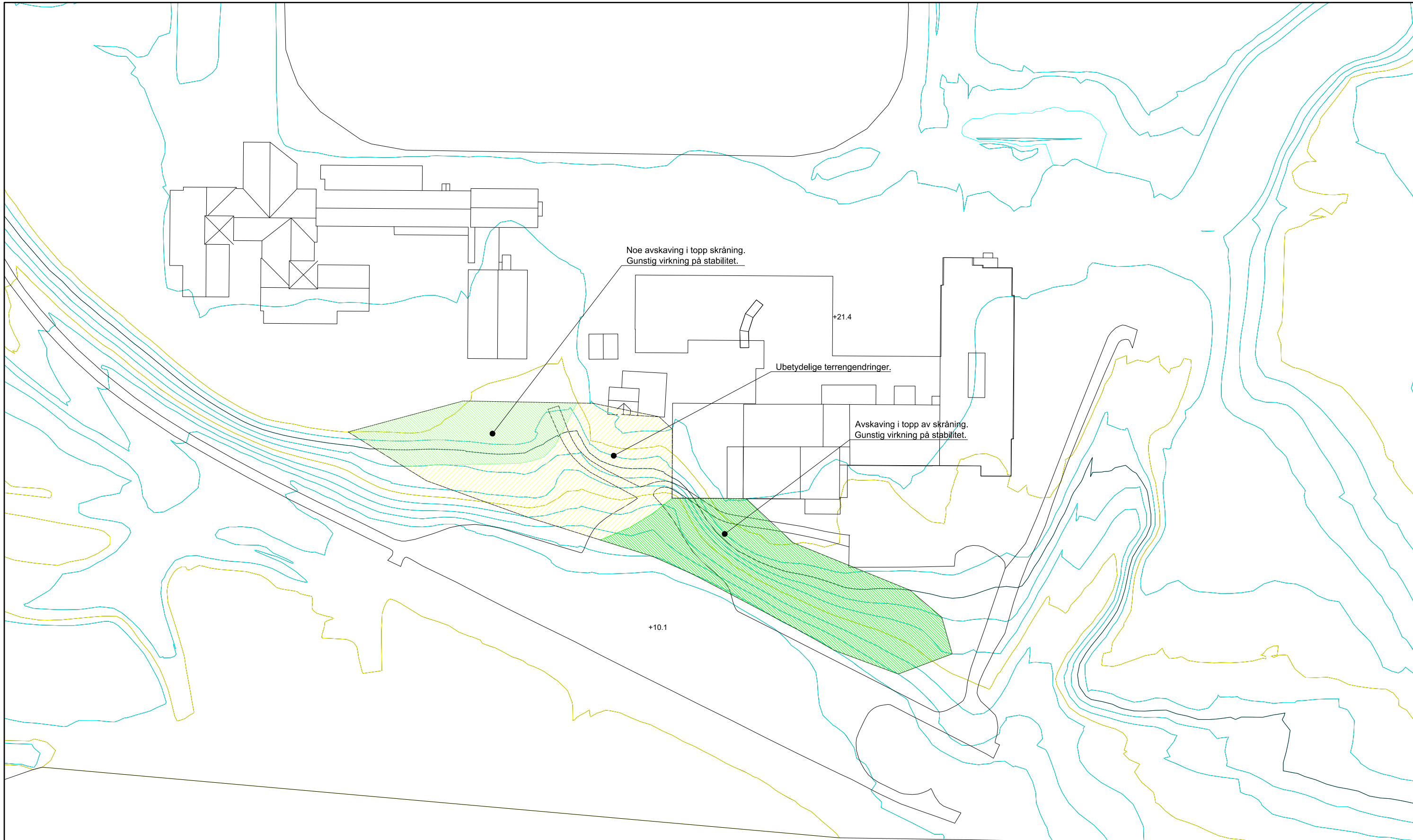
Rev	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J01	2019-01-18	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKI

Surnadal kommune v/Olav Rønning 1:1000

Øye skole

Oversiktskart med boringer fra Rambøll rapport
Kartlegging av løsne- og utløpsområdet

Norconsult	Oppdragsnummer 5186035	Tegningsnummer V114	Revisjon J01
-------------------	---------------------------	------------------------	-----------------



J01	2019-01-23	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKi
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

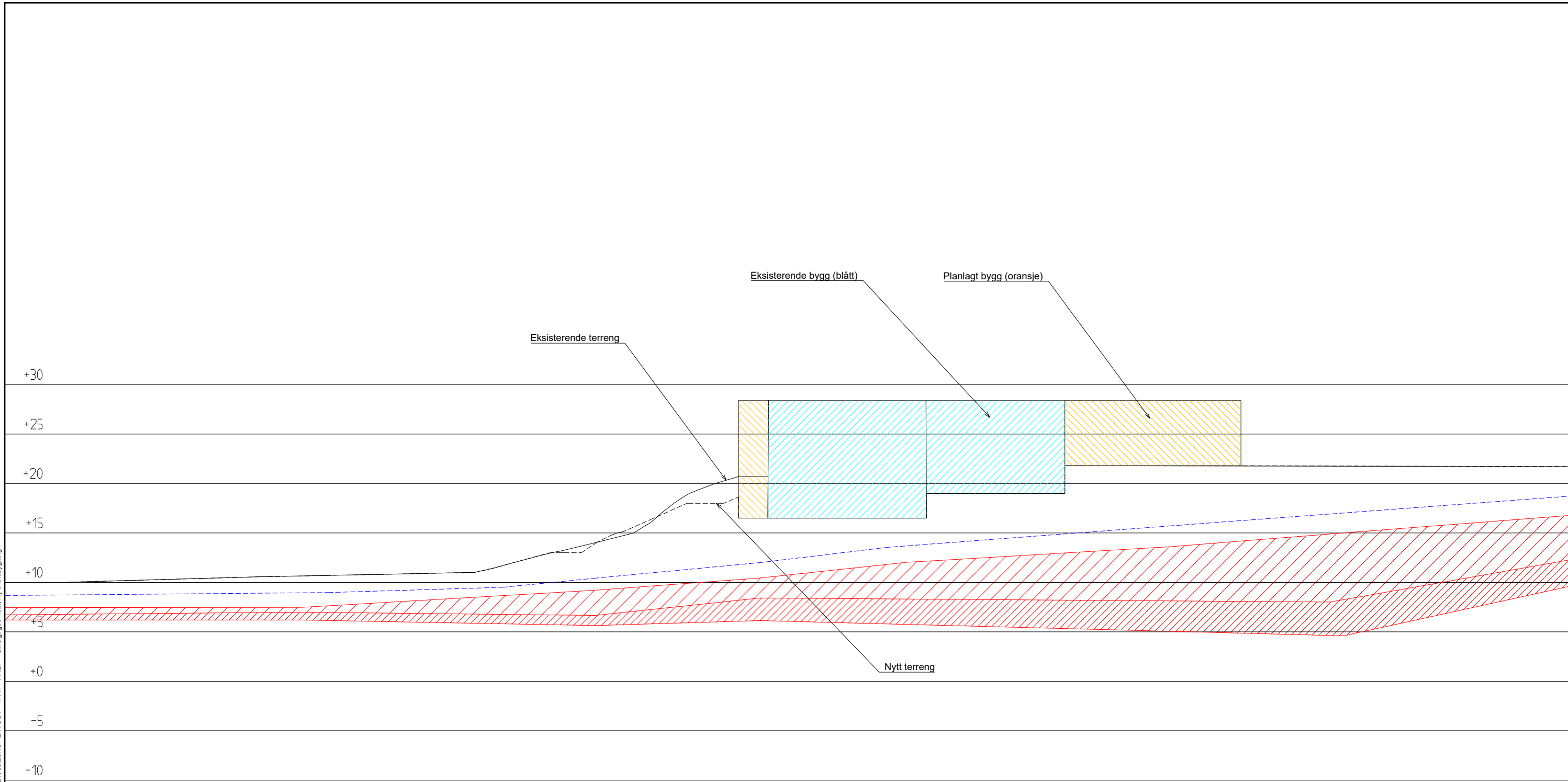
Surnadal kommune v/Olav Rønning Målestokk (gjelder A1)
1:500

Øye skole

Oversikt over terrengendringer ved skråning

	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5186035	V116	J01

X:\prosjekter\trondheim\5186035\BIM\Geometri\Modell\Terrengmodell\Terrengmodell.dwg - ShaAAL - Plottet: 2019-01-24, 09:29:15 - LAYOUT = V117 - XREF = Ultravigt geometri, Ny skolebygning



Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J01	2019-01-23	For bruk i vurderingsrapport	OddAlm	ShaAl	ChrKi

Surnadal kommune v/Olav Rønning
Øye skole
Terrengendring i profil A-A

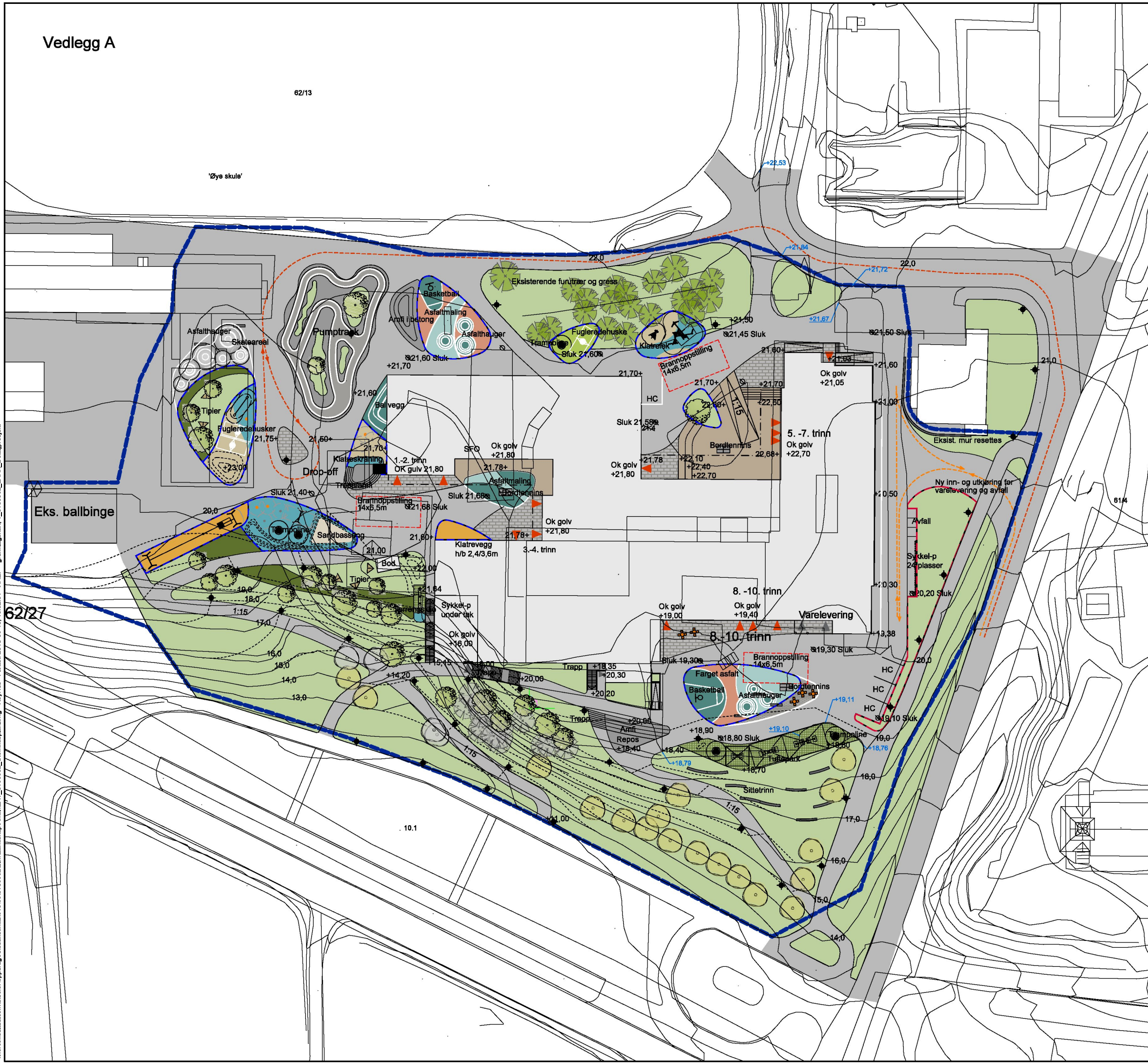
Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5186035	V117	J01

Målestokk (gjelder A1)
1:200

Vedlegg A

62/13

'Øye skule'



TEGNFORKLARING

- Tiltaksgrense
- Eksisterende koter
- Nye koter
- Kjøremonster bil
- Kjøremonster varelevering/avfall
- Innmålte høyder
- Nye høyder
- Rekkverk
- Inngangspil
- Gress
- Ringgummi
- Sand
- Eksisterende trær
- Eksisterende trær som fjernes
- Nye trær
- Buskfelt
- Gummidekke
- Farget asfalt
- Gangbaneheller
- Betong
- Asfalt
- Tredekke
- Belysning
- Sluk
- 1 rad storgatestein, 0cm vis
- Kantstein, 12cm vis

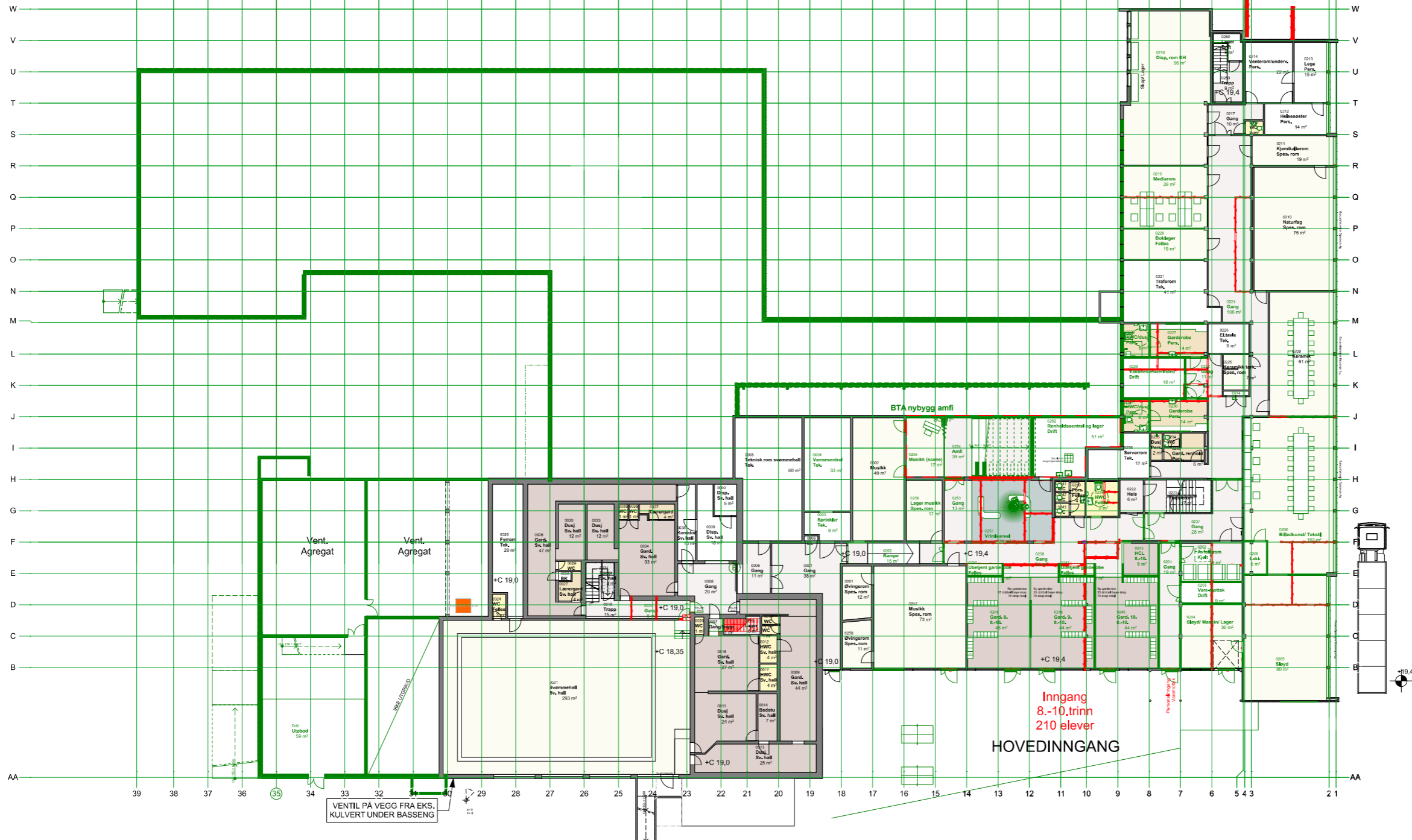


FORELØPIG 2018-09-10

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tilsier.

Surnadal kommune		Målestokk (gitter A1)
Øye skule		1:400
Forprosjekt Utomhusplan		
Norconsult	Oppdragsnummer 5165962	Tegningsnummer L.10.00.001
		Rev. 01

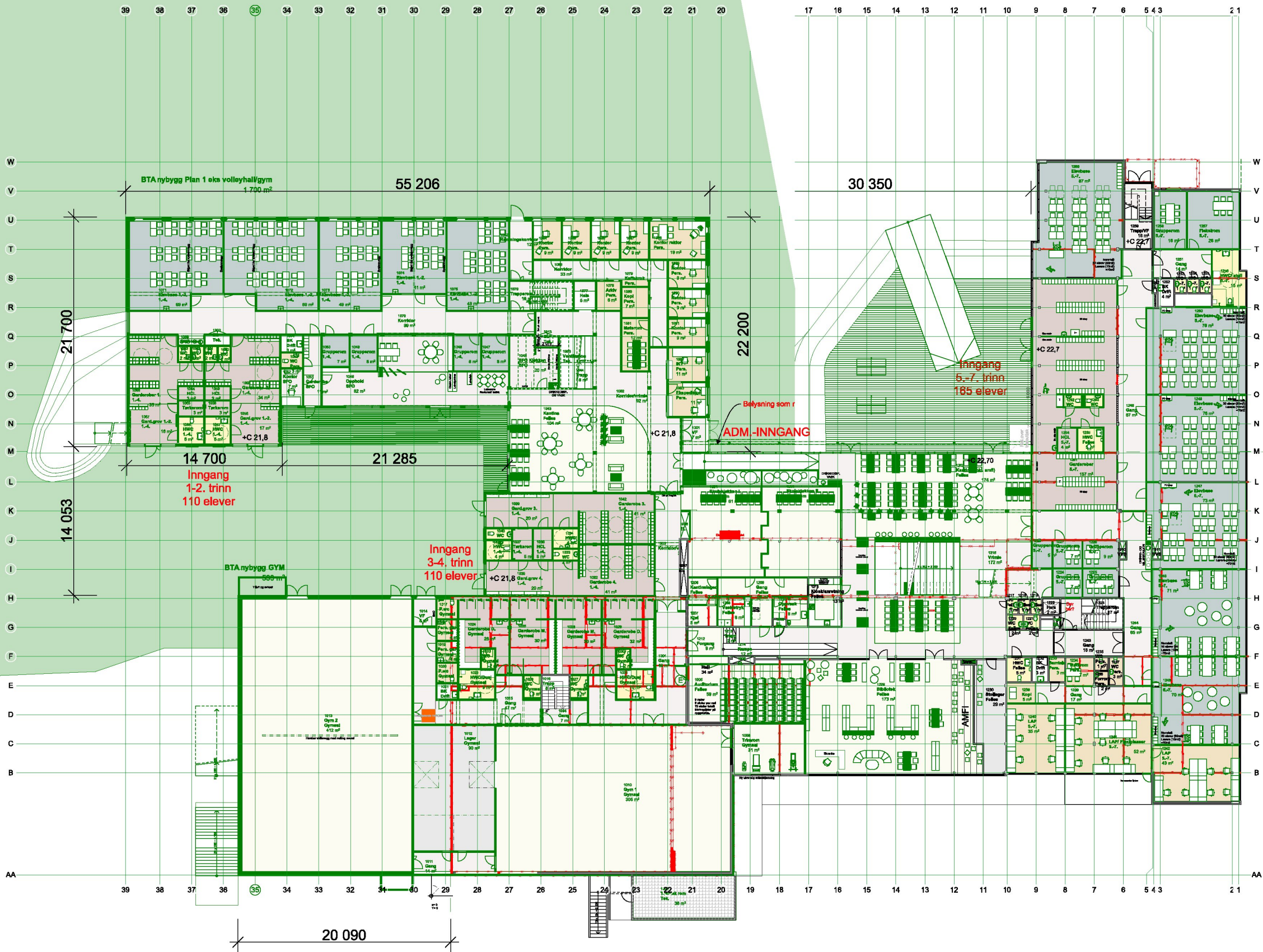
\norconsult\td\com\h\for\oppdrag\Krisisplan\2018\5165962\BIM\undersøp\Krisisplan_LAY_5165962.dwg - Pridet: 2018-09-10, 10:52:31 - XREF - grunnlaget_T_5165962_LARK_Data\prosjekt\



Rev	Nr	Beskrivelse	Dato	Oppr	Korrig	Tilbakeløst

Tiltaksnavn: **Surnadal Kommune**
 Prosjekt (Rite Custom): **Øye Skule, gnr./bnr.62/13, Øyatrøvegen 22**
 Tegningsnr.: **5165952/ 201504**

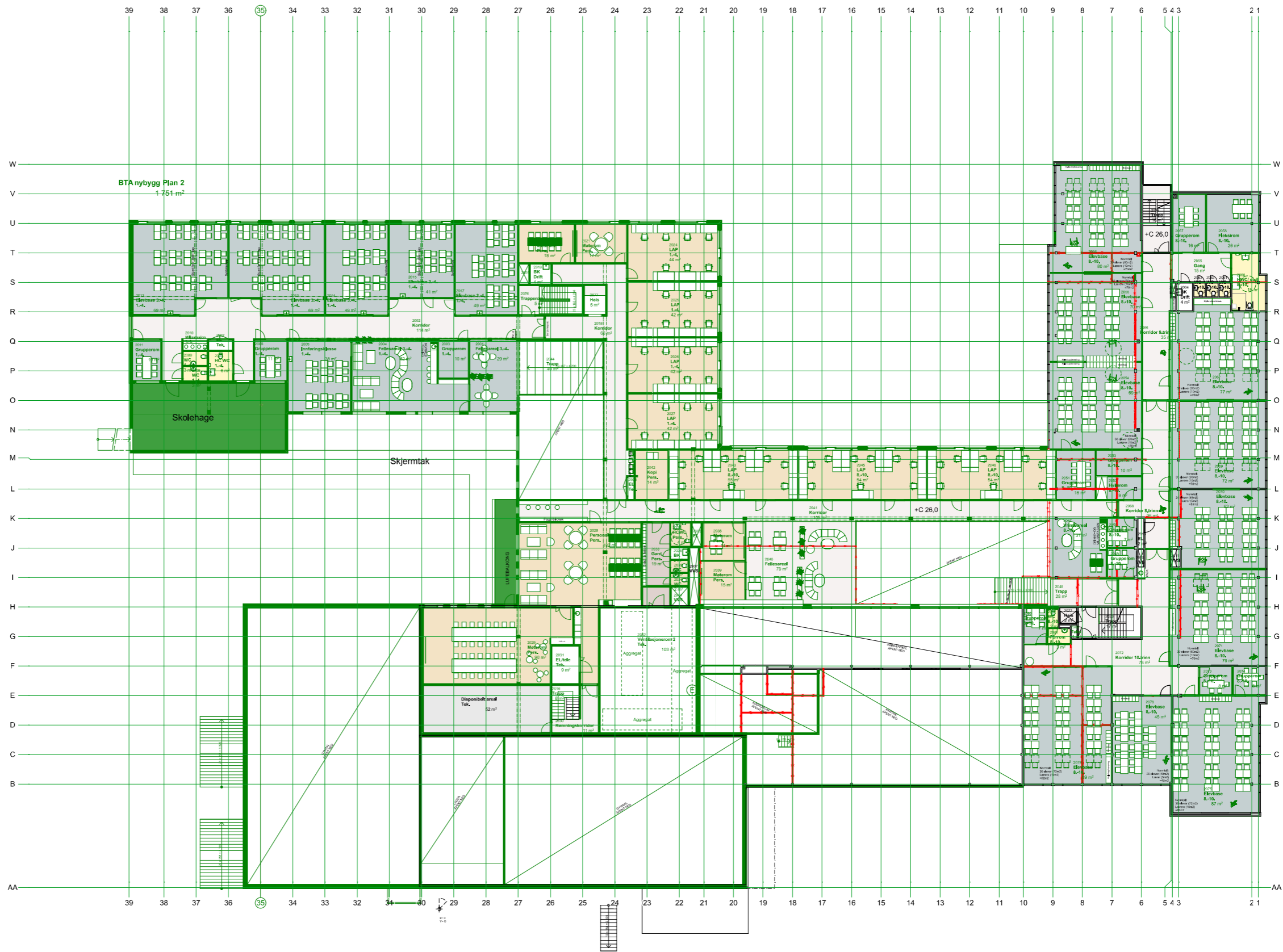
Tegning av:	Målestokk (A1):	Dato:
Plan U (Nye konstruksjoner)	1:200	15.10.2018
Prosjektleder:	Spr.:	Korrigert:
FORPROSJEKT D1+	SAKLO	SBS
	Tegningens:	Revisjon nr.:
	D1+	



Rev	Nr	Beskrivelse	Dato	Stip	Navn	Tilbehør

Surnadal Kommune
 Prosjekt (Rita Oustad):
 Øye Skule, gnr./bnr 62/13, Øyatravegen 22
 Prosjekt nr.: 5165952/ 201504

Tegning nr:	Plan 1 (Nye konstruksjoner)
Målestokk (A3):	1:200
Dato:	15.10.2018
Skal:	SAKLO
Kontor:	SBS
Tegner:	D1+
Bygghjelp:	



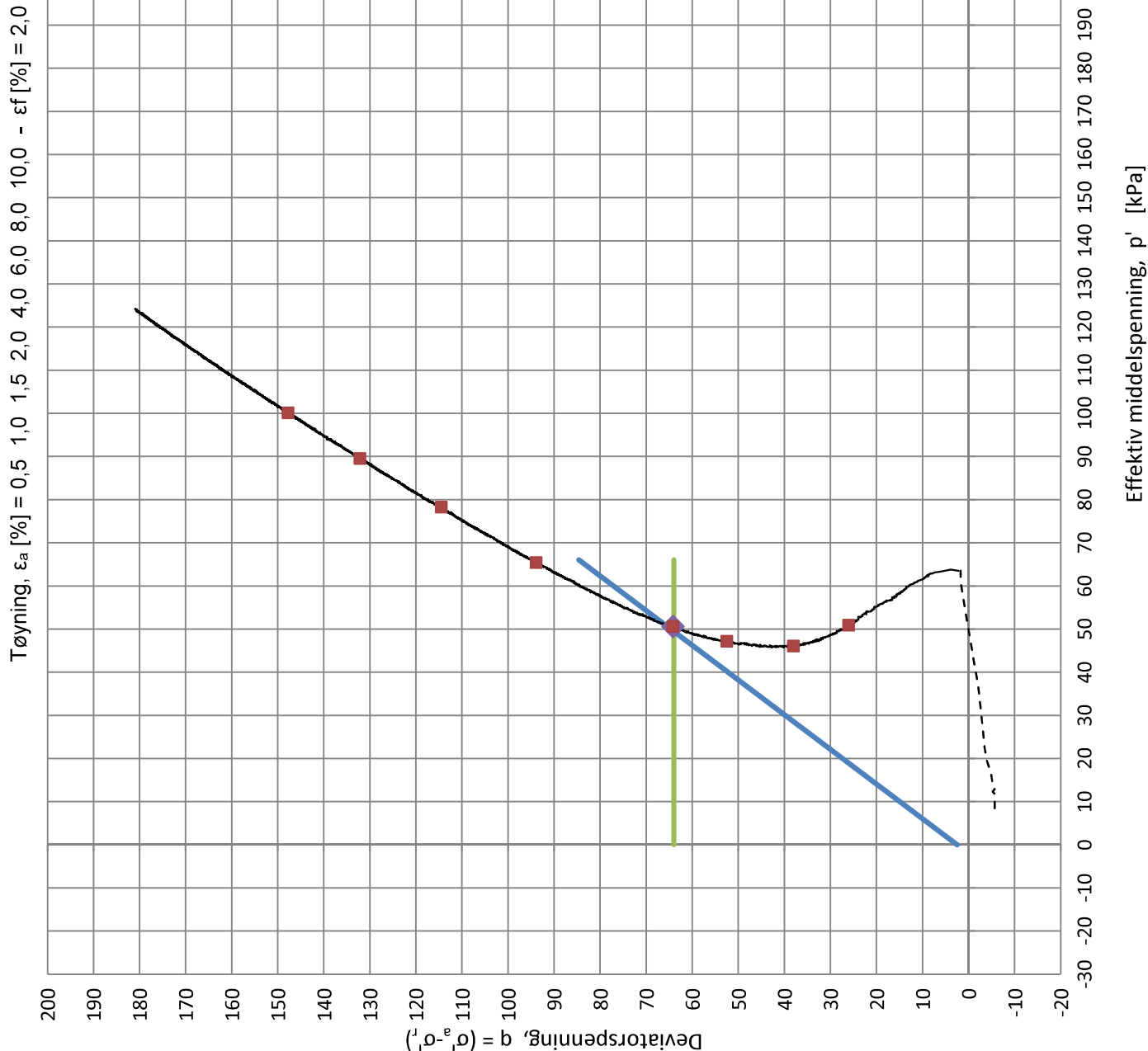
BT Anybygg Plan 2
4.751 m²


BTA Eksisterende Plan 01 (eksisterende ungdomskole)
1.206 m²

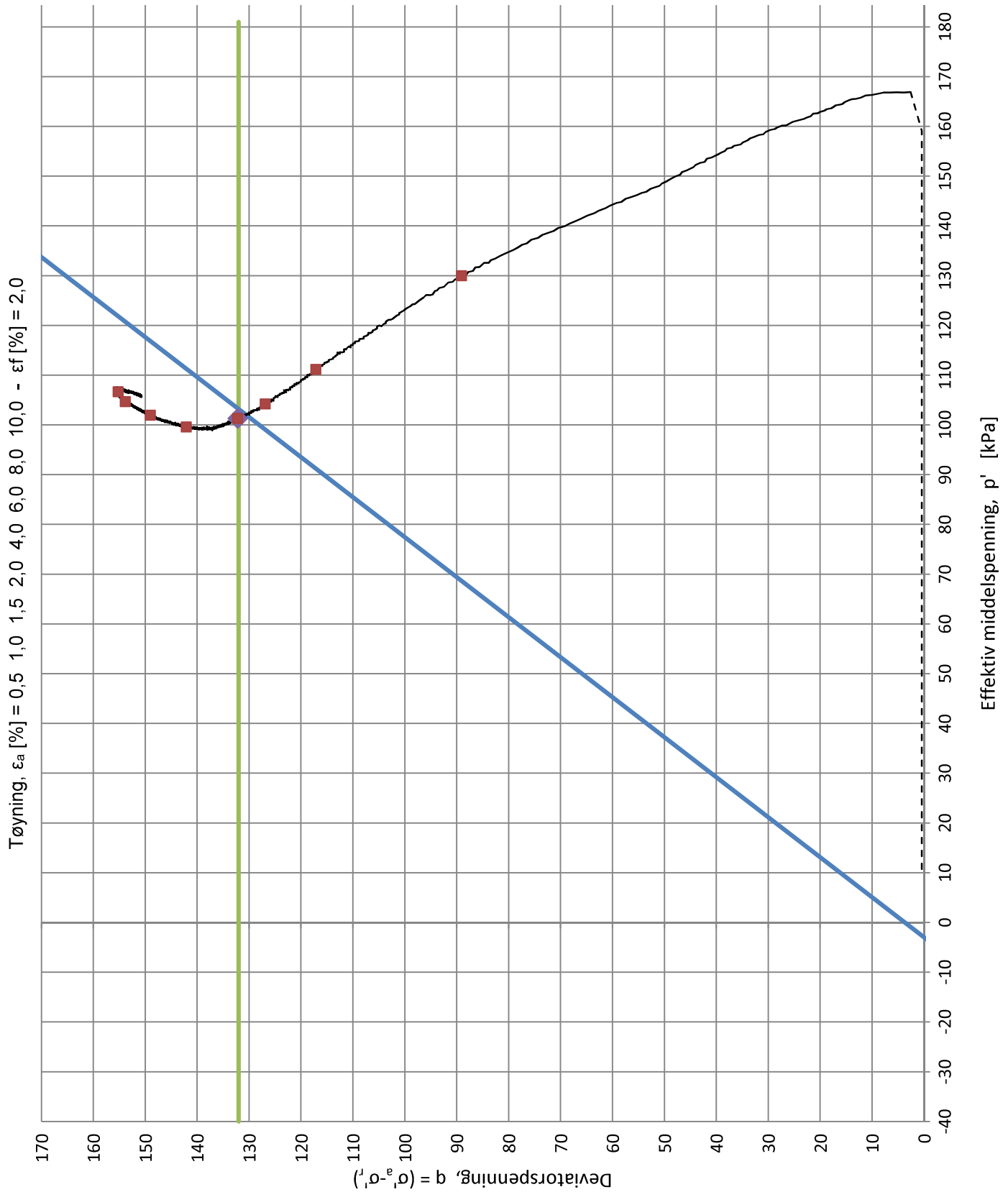
Rev	Nr	Beskrivelse	Dato	Opp	Korrig	Tilbehøring
						Surnadal Kommune
						Prosjekt (BTA Custom)
						Øye Skule, gnr./bnr 62/13, Øyatrøvegen 22
						Tegning:
						5165952/ 201504


Tegning nr	Målestokk (A1)	Dato
Plan 2 (Nye konstruksjoner)	1:200	15.10.2018
Prosjektleder:	Sop:	Korrig:
FORPROSJEKT D1+	SAKLO	SBS
	Tegner:	
	D1+	

Vedlegg C



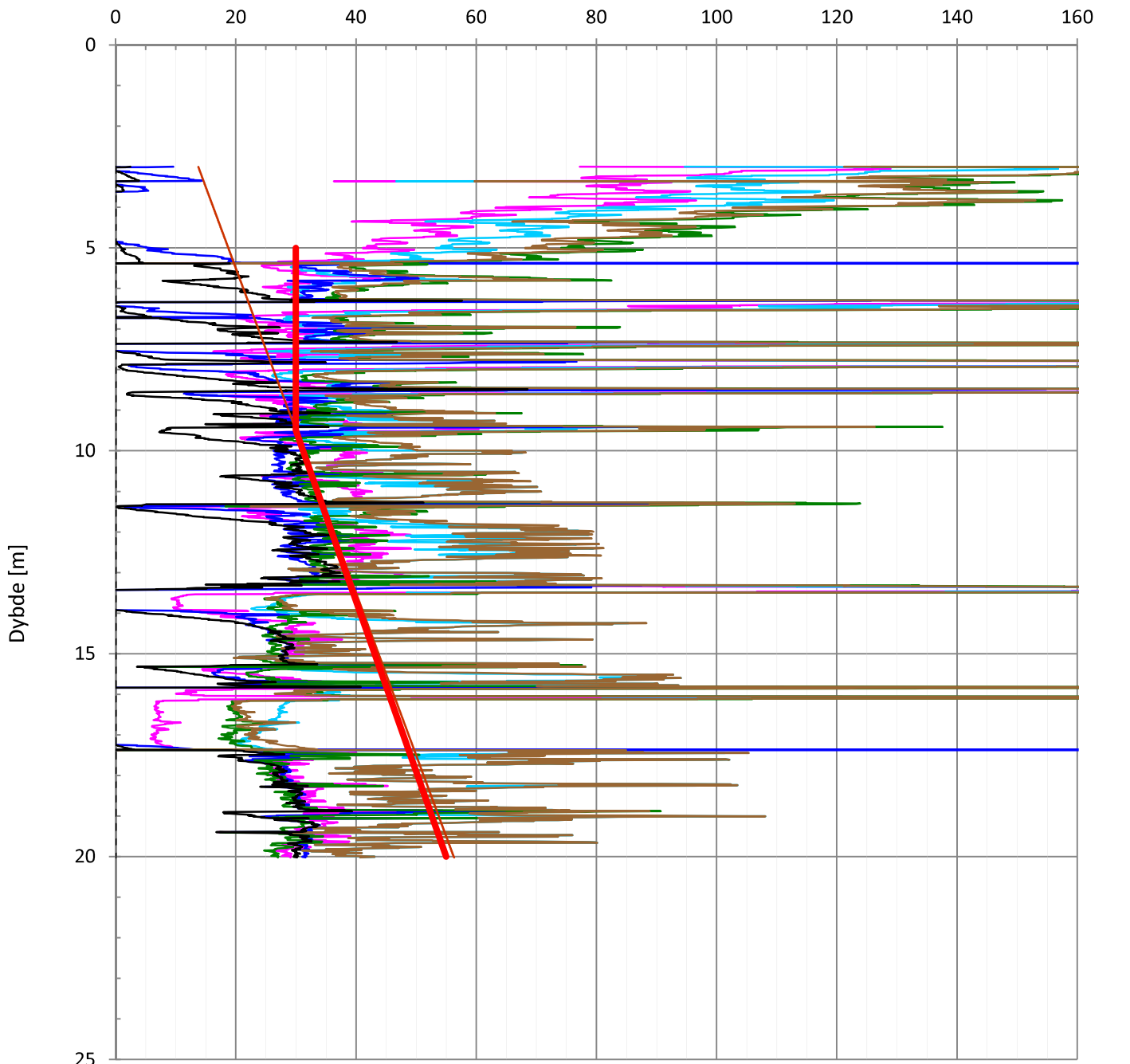
Kunde Surnadal kommune		Norconsult 	
Oppdrag nr. 5186035 Øye skole		Type CIUc	Posisjon N03
Figur nr. 2 Spenningssti i skjærfase (deviator-plott)		Tyngdetetthet 19,5[kN/m³]	Dybde 6,3-6,4 m
Spenningsstilstand etter konsolidering og dokking		Vanninnhold, w _i 32,2 [%]	Grunnvannstand
σ' _a c = 65,0 [kPa] σ' _r c = 62,8 [kPa]		Volumtøyning, ε _v 1,58[%]	Tøyningshastighet 2,00[%/time]
Utført OddAlm	Kontrollert ShaAl	Godkjent ChrKI	Rapport 5186035-RIG01
			Dato 02.11.2018



Kunde		Surnadal kommune		Norconsult 	
Oppdrag nr. 5186035		Øye skole		Type	CIUC
Figur nr. 2		Spenningssti i skjærfase (deviator-plott)		Posisjon	N06
Spenningsstilstand etter konsolidering og dokking		Styrkeparametere		Tyngdetetthet	Dybde
σ'ₐc = 168,6 [kPa]		a = 3,0 [kPa]		21,2[kN/m³]	14,1[m]
σ'ᵣc = 166,0 [kPa]		φ = 31 [°]		Vanninnhold, w _i	Grunnvannstand
		C _u = 66,0 [kPa]		20,1 [%]	5,0[m]
Utført		Kontrollert		Volumtøyning, ε _v	Tøyningshastighet
OddAlm	ShaAl	Godkjent	ChrKI	3,70[%]	2,01[%/time]
Rapport		Dato			
5186035-RIG01		02.11.2018			

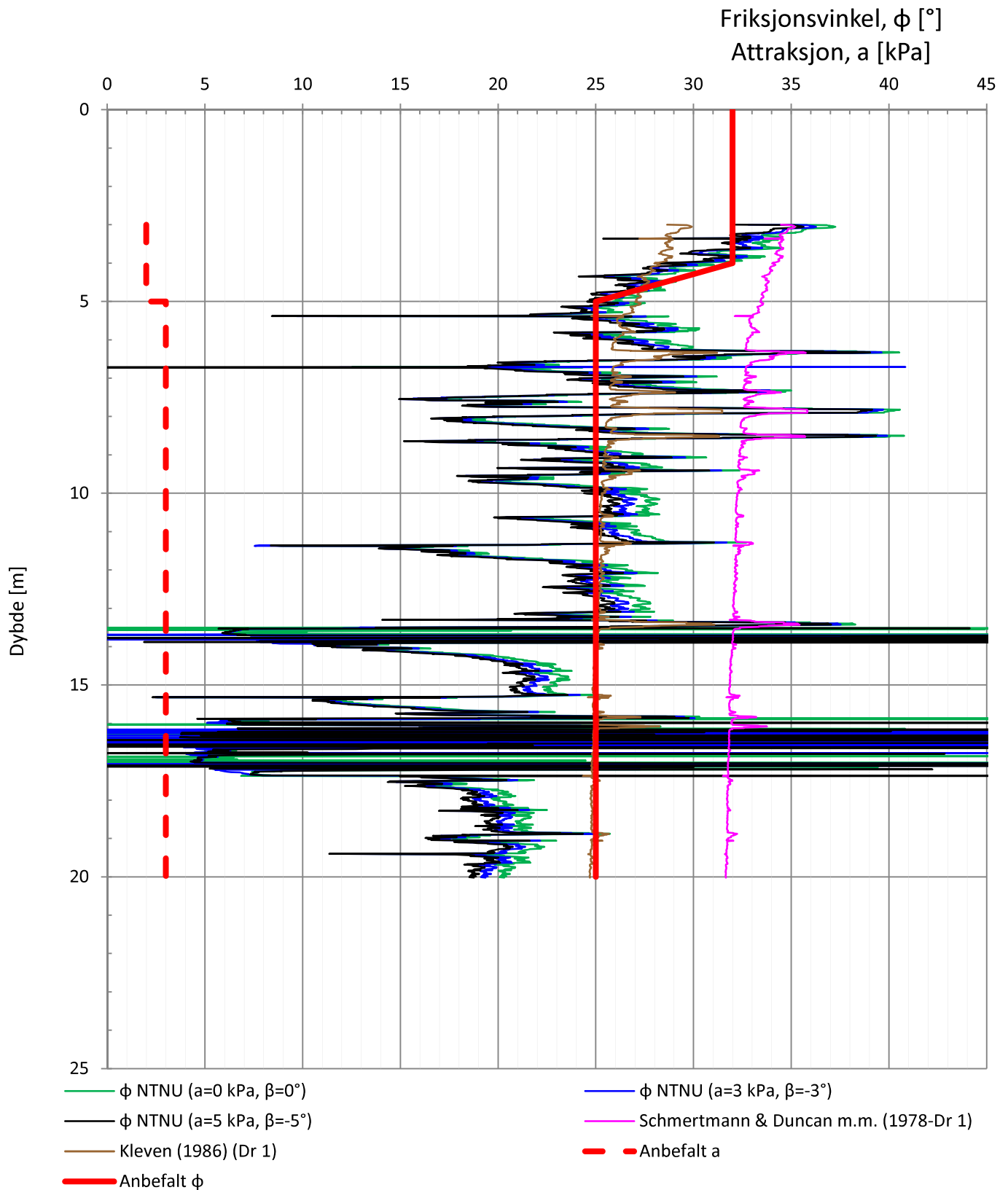
Vedlegg D


Aktiv udrenert skjærfasthet c_{ucptu} [kPa]



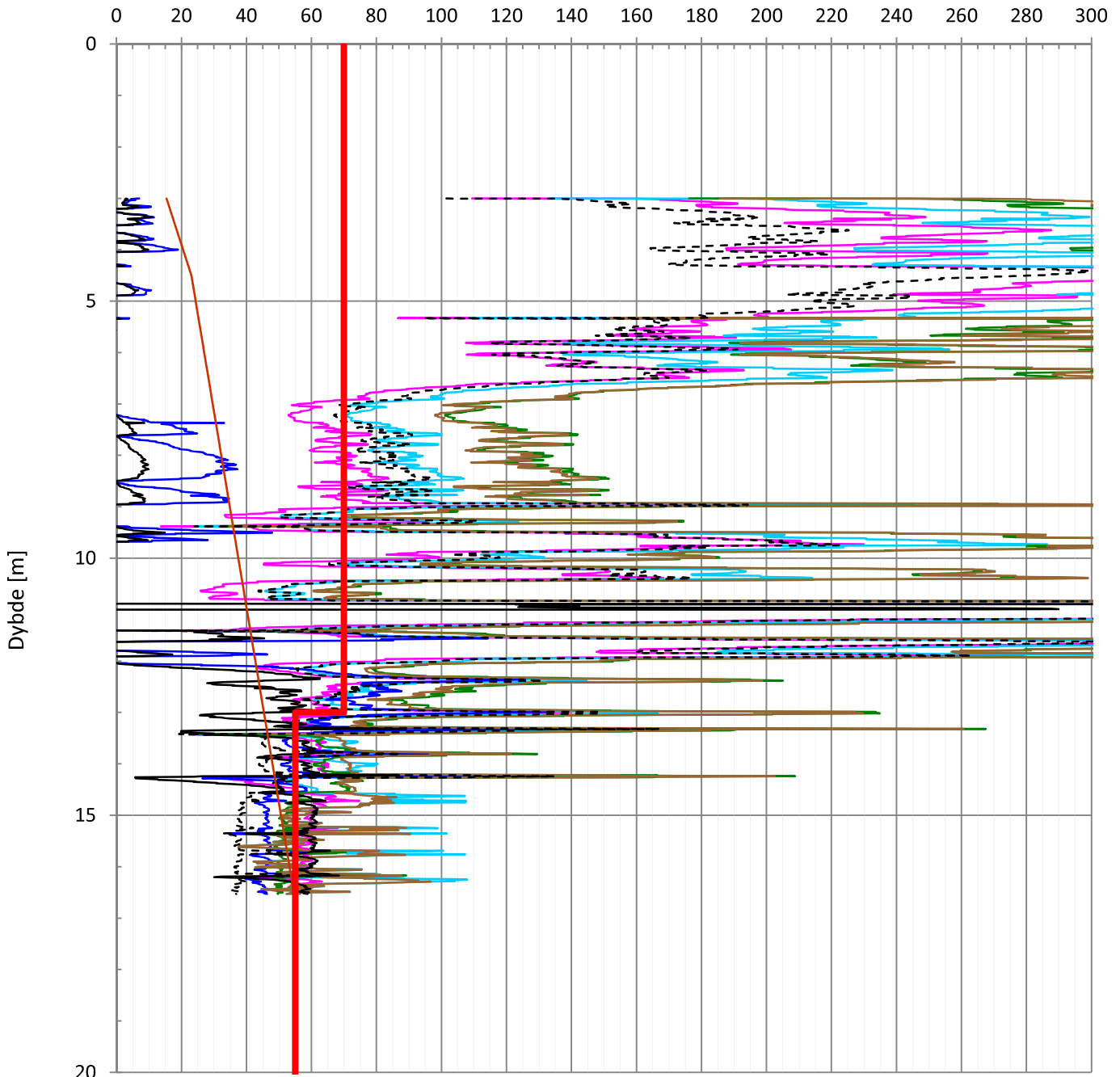
- Nkt var. - Lunne et al (1997)
- Nke var. - Lunne et al (1997)
- $N\Delta u$ var. - Lunne et al (1997)
- Nkt (OCR3) - Karlsrud et al (2005)
- Nke (Bq) - Karlsrud et al (2005)
- $N\Delta u$ (OCR3) - Karlsrud et al (2005)
- SHANSEP [$\alpha=0$ m=0,65] - (inaktiv)
- NC-linje: $0,25 \cdot \sigma'_{vo}$
- Treaks Pos. NO1
- Enaks Pos. NO1
- ▲ Konus Pos. NO1
- ◆ Ving Pos. NO1
- Anbefalt

Kunde Surnadal kommune			Norconsult	
Oppdrag Øye skule Dybde 3-20 m		5186035	Figur 1	Posisjon NO1
Beskrivelse Tolket aktivt udrenert skjærfasthet (c_u) fra CPTu			Dato 01.11.2018	Revisjon
Utført OddAlm	Kontrollert ShaAl	Godkjent ChrKl	Rapport 5186035 - RIG01	Anv. klasse 1



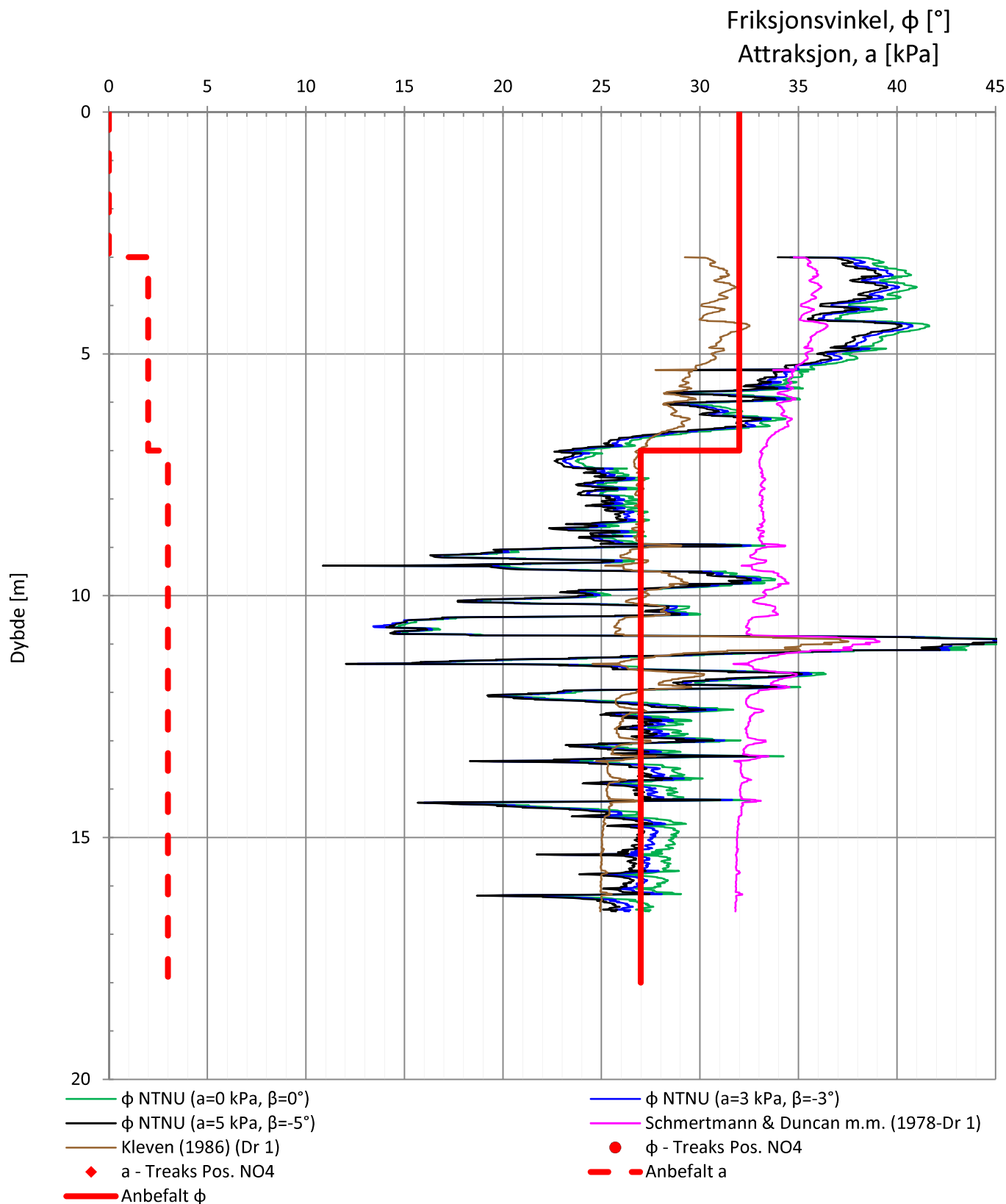
Kunde Surnadal kommune		Norconsult 	
Oppdrag Øye skule Dybde 3-20 m		Figur 2	Posisjon NO1
Beskrivelse Tolket friksjonsvinkel (ϕ) og attraksjon (a)		Dato 01.11.2018	Revisjon
Utført OddAlm	Kontrollert ShaAl	Godkjent ChrKl	Rapport 5186035 - RIG01
			Anv. klasse 1


Aktiv udrenert skjærfasthet c_{ucptu} [kPa]



- Nkt var. - Lunne et al (1997)
- Nke var. - Lunne et al (1997)
- $N\Delta u$ var. - Lunne et al (1997)
- Nkt (OCR3) - Karlsrud et al (2005)
- Nke (Bq) - Karlsrud et al (2005)
- $N\Delta u$ (OCR3) - Karlsrud et al (2005)
- - - SHANSEP [$\alpha=0,25$ $m=0,65$] - OCR3
- NC-linje: $0,25 \cdot \sigma'_{vo}$
- Treaks Pos. NO4
- Enaks Pos. NO4
- ▲ Konus Pos. NO4
- ◆ Ving Pos. NO4
- Anbefalt

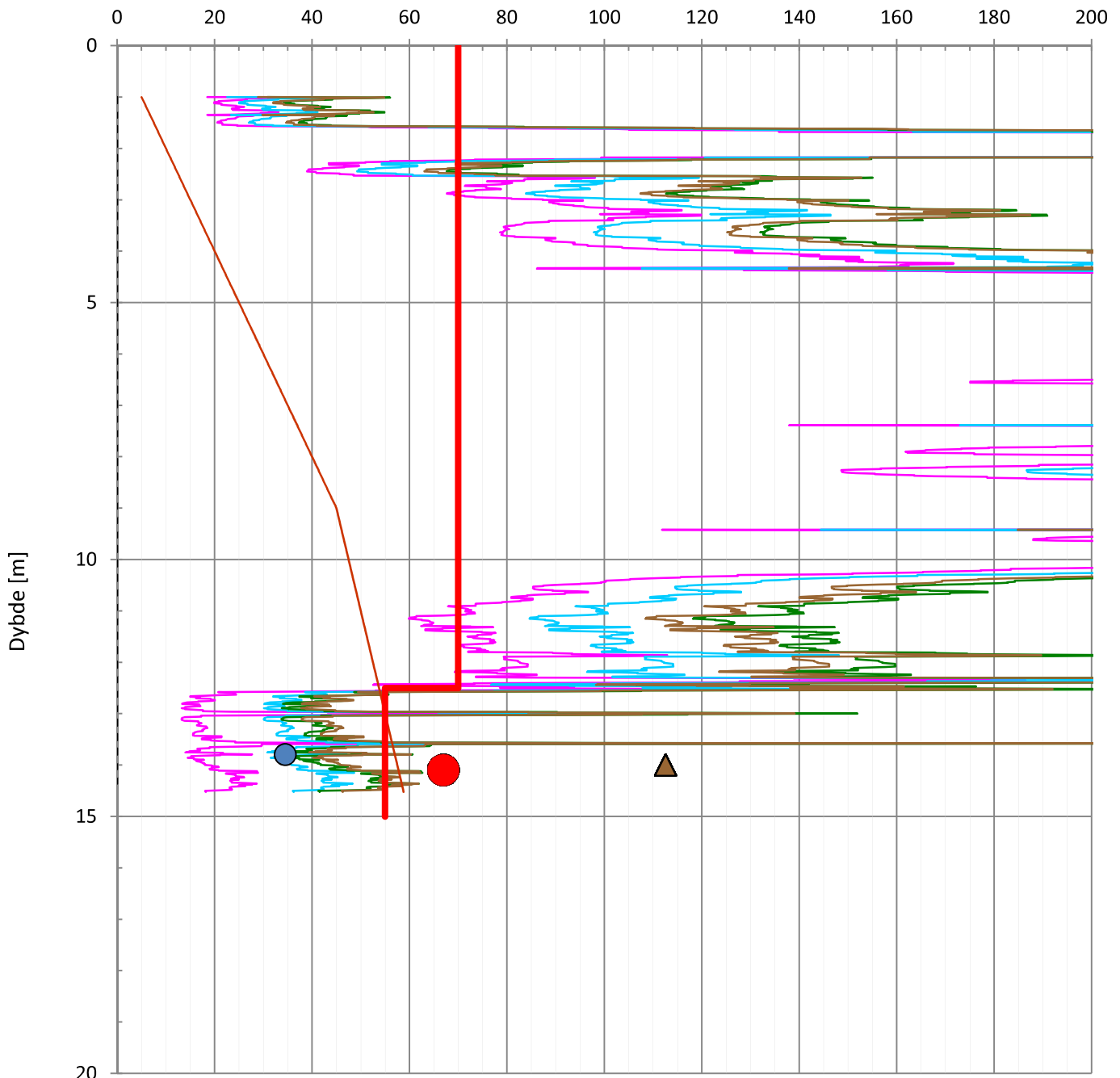
Kunde Surnadal kommune		Norconsult	
Oppdrag Øye skule Dybde 3-16,5 m		Figur 3	Posisjon NO4
Beskrivelse Tolket aktivt udrenert skjærfasthet (c_uC) fra CPTu		Dato 01.11.2018	Revisjon
Utført OddAlm	Kontrollert ShaAl	Godkjent ChrKl	Rapport 5186035-RIG01
			Anv. klasse 1



Kunde Surnadal kommune		Norconsult 	
Oppdrag Øye skule Dybde 3-16,5 m		Figur 4	Posisjon NO4
Beskrivelse Tolket friksjonsvinkel (ϕ) og attraksjon (a)		Dato 01.11.2018	Revisjon
Utført OddAlm	Kontrollert ShaAl	Godkjent ChrKl	Rapport 5186035-RIG01
			Anv. klasse 1

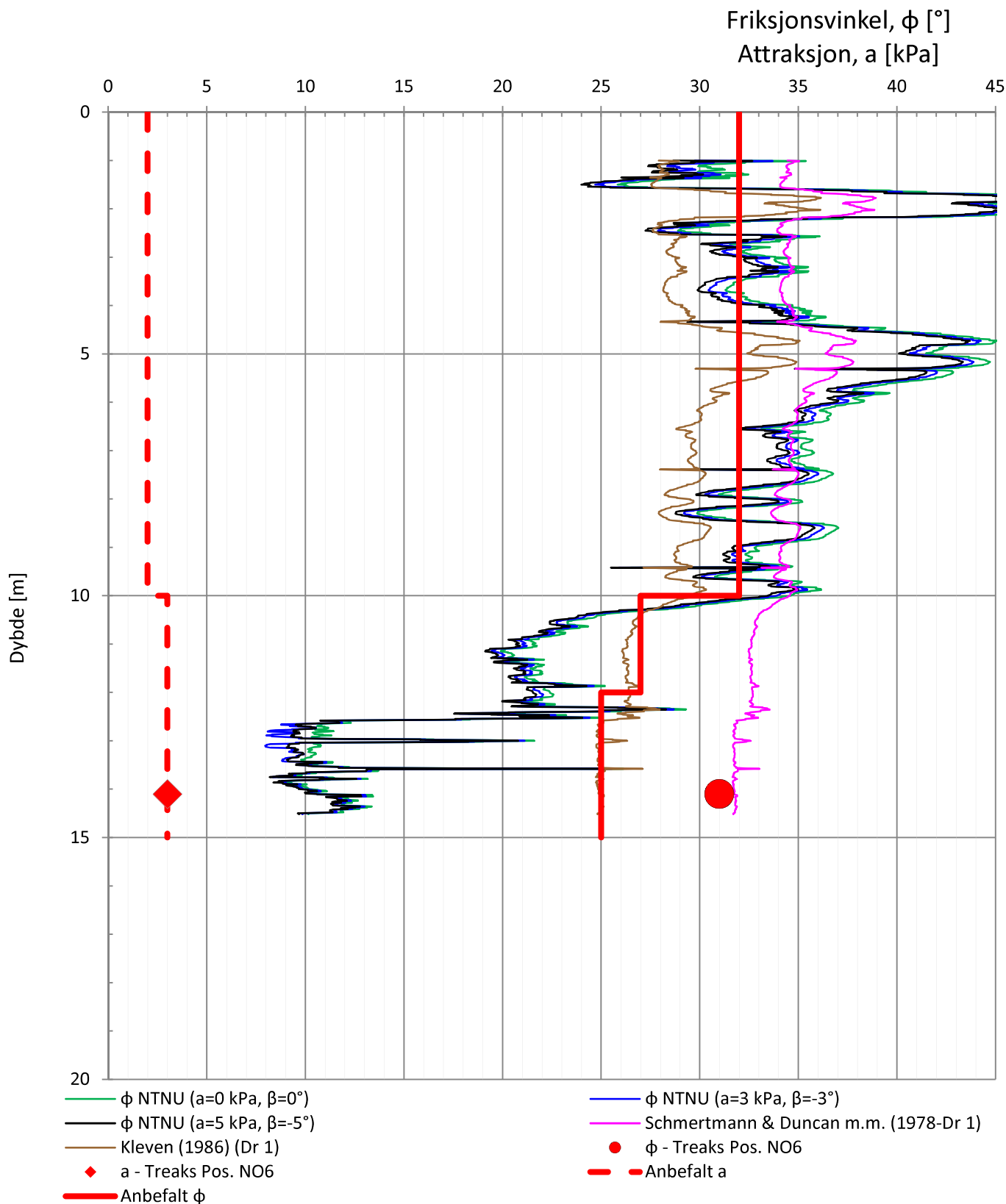
ADP verdier brukt for skalering i figur:
 Treaks Pos. NO6: $Cu_c/Cu_{cptu} = 1,000$
 Enaks Pos. NO6: $Cu_{uc}/Cu_{cptu} = 0,667$
 Konus Pos. NO6: $Cu_{fc}/Cu_{cptu} = 0,667$


Aktiv udrenert skjærfasthet c_{ucptu} [kPa]



- Nkt var. - Lunne et al (1997)
- Nke var. - Lunne et al (1997)
- Nkt (OCR3) - Karlsrud et al (2005)
- Nke (Bq) - Karlsrud et al (2005)
- - - SHANSEP [$\alpha=0$ m=0,65] - (inaktiv)
- NC-linje: $0,25 \cdot \sigma'_{vo}$
- Treaks Pos. NO6
- Enaks Pos. NO6
- ▲ Konus Pos. NO6
- ◆ Ving Pos. NO6
- Anbefalt

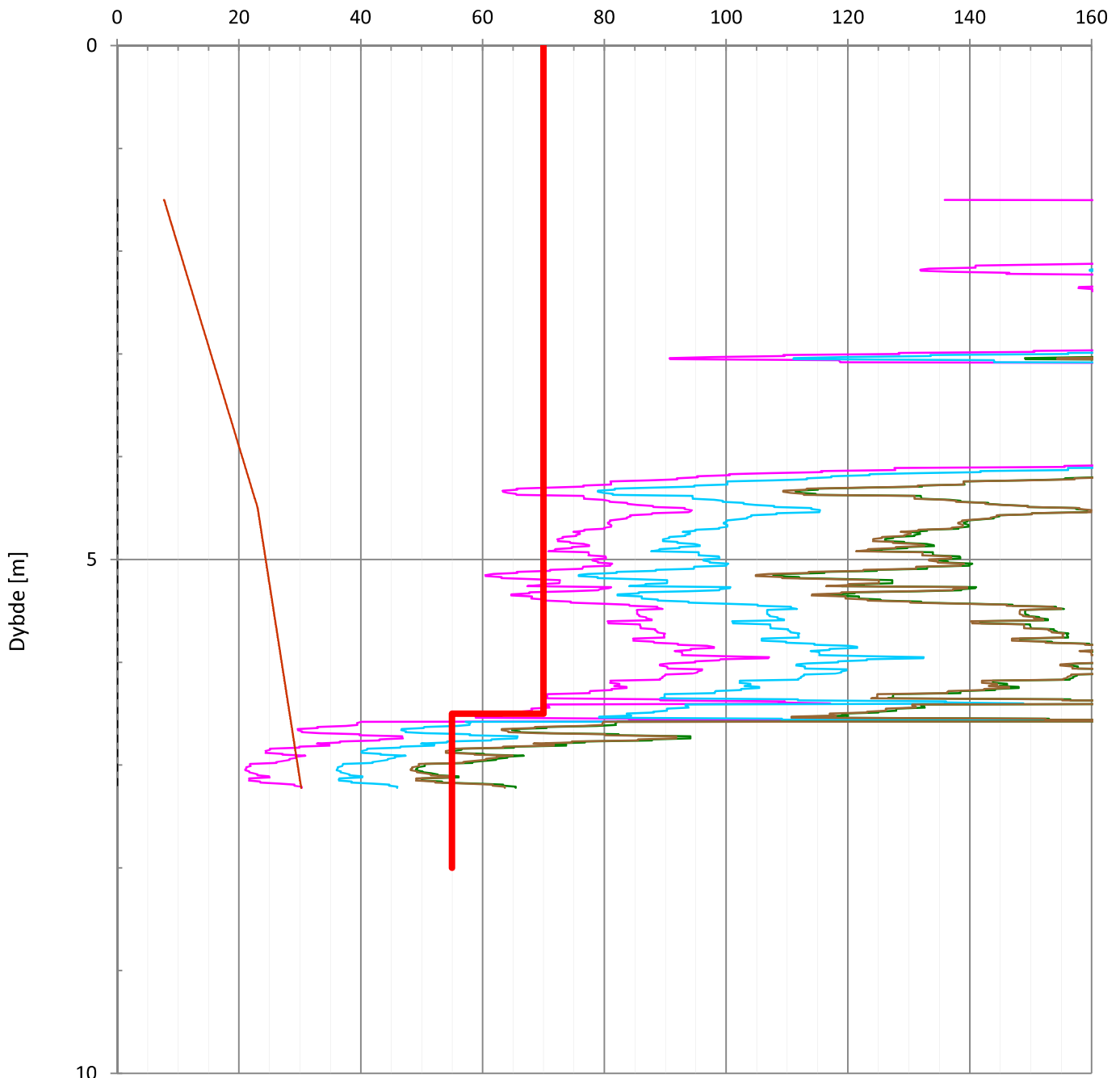
Kunde Surnadal kommune			Norconsult	
Oppdrag Øye skule Dybde 1-14,5 m		5186035	Figur 5	Posisjon NO6
Beskrivelse Tolket aktivt udrenert skjærfasthet (c_u) fra CPTu			Dato 01.11.2018	Revisjon
Utført OddAlm	Kontrollert ShaAl	Godkjent ChrKl	Rapport 5186035-RIG01	Anv. klasse 4



Kunde Surnadal kommune		Norconsult 	
Oppdrag Øye skule Dybde 1-14,5 m		Figur 6	Posisjon NO6
Beskrivelse Tolket friksjonsvinkel (ϕ) og attraksjon (a)		Dato 01.11.2018	Revisjon
Utført OddAlm	Kontrollert ShaAl	Godkjent ChrKl	Rapport 5186035-RIG01
		Anv. klasse 4	

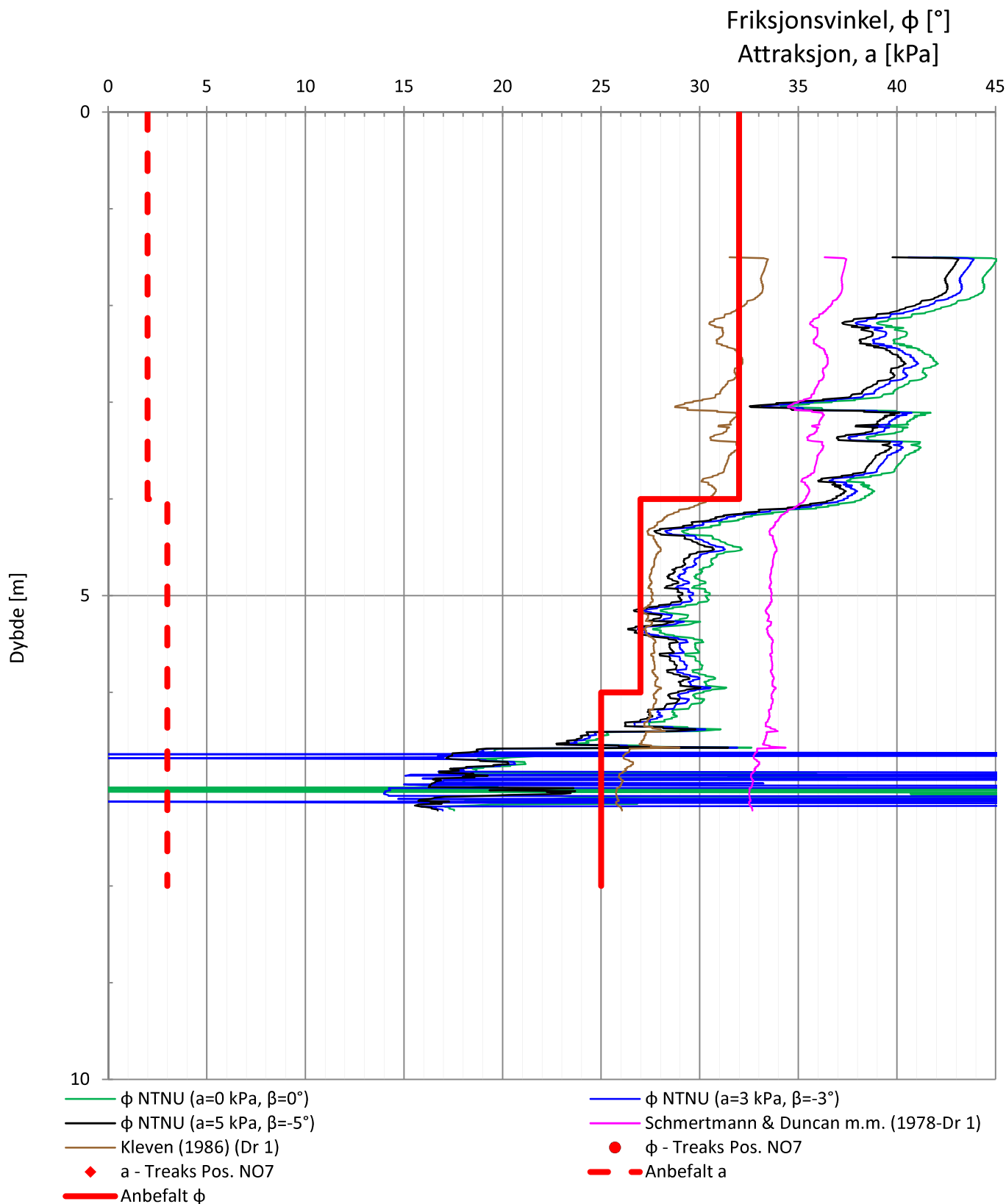
ADP verdier brukt for skalering i figur:
Treaks Pos. NO7: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1,000$

Aktiv udrenert skjærfasthet c_{ucptu} [kPa]



- Nkt var. - Lunne et al (1997)
- Nke var. - Lunne et al (1997)
- Nkt (OCR3) - Karlsrud et al (2005)
- Nke (Bq) - Karlsrud et al (2005)
- NC-linje: $0,25 \cdot \sigma'_{vo}$
- Treaks Pos. NO7
- Enaks Pos. NO7
- ▲ Konus Pos. NO7
- ◆ Ving Pos. NO7
- Anbefalt
- - - SHANSEP [$\alpha=0$ $m=0,65$] - (inaktiv)

Kunde Surnadal kommune			Norconsult	
Oppdrag Øye skule Dybde 1,5-7,2 m		5186035	Figur 7	Posisjon NO7
Beskrivelse Tolket aktivt udrenert skjærfasthet (c_{uc}) fra CPTu			Dato 01.11.2018	Revisjon
Utført OddAlm	Kontrollert ShaAl	Godkjent ChrKl	Rapport 5186035-RIG01	Anv. klasse 3



Kunde Surnadal kommune		Norconsult	
Oppdrag Øye skule Dybde 1,5-7,2 m		Figur 8	Posisjon NO7
Beskrivelse Tolket friksjonsvinkel (ϕ) og attraksjon (a)		Dato 01.11.2018	Revisjon
Utført OddAlm	Kontrollert ShaAl	Godkjent ChrKl	Rapport 5186035-RIG01
			Anv. klasse 3

Vedlegg E – Tolkning av CPTu

Udrenert skjærfasthet

Aktiv udrenert skjærfasthet (C_{UC}) er tolket etter metoder beskrevet i Ref. 1 og Ref. 2

Tolkning av N-faktorer etter Ref. 1 – Metode 1

N-faktorer er beregnet på følgende måte

N-faktorer der $s_t > 15$		N-faktorer der $s_t \leq 15$	
N_{kt}	$= 8,5 + 2,5 \cdot \log(\text{OCR})$	N_{kt}	$= 7,8 + 2,5 \cdot \log(\text{OCR}) + 0,082 \cdot I_p$
N_{ke}	$= 12,5 - 11,0 \cdot B_q (\geq 2,0)$	N_{ke}	$= 11,5 - 9,05 \cdot B_q (\geq 2,0)$
$N_{\Delta u}$	$= 9,8 - 4,5 \cdot \log(\text{OCR})$	$N_{\Delta u}$	$= 6,9 - 4,0 \cdot \log(\text{OCR}) + 0,07 \cdot I_p$

Plastisitetsindeksen (I_p) inngår i prosent (%).

OCR kan estimeres med tre korrelasjonsvarianter, de er definert på følgende måte.

OCR der $s_t > 15$		OCR der $s_t \leq 15$	
OCR1	$= 10^{((1.15 - B_q) / 0.67)}$	OCR1	$= 10^{((0.88 - B_q) / 0.51)}$
OCR2	$= 10^{(((\Delta u / \sigma'_{v0}) - 2.5) / 6)}$	OCR2	$= 10^{(((\Delta u / \sigma'_{v0}) - 2.4) / 4)}$
OCR3	$= (Q_t / 2)^{1.11}$	OCR3	$= (Q_t / 3)^{1.20}$

Vi har lagt inn mulighet for å definere OCR direkte mot dybden, men i fleste tilfeller benyttes OCR3 på grunn av at den er anbefalt som «den beste» i Ref. 1. Valgt korrelasjon er presentert i figur.

Tolkning av N-faktorer etter Ref. 2 – Metode 2

N-faktorer er definert på følgende måte

$$\begin{aligned} N_{kt} &= a - b \cdot B_q \\ N_{ke} &= a - b \cdot B_q \\ N_{\Delta u} &= a + b \cdot B_q \end{aligned}$$

N-faktor	a	b
N_{kt}	19	12.5
N_{ke}	16	14.5
$N_{\Delta u}$	1	9

Normalverdier for a og b er vist i tabellen til høyre, men disse kan også spesifiseres.

Beregning av udrenert skjærfasthet

Når N-faktorer er bestemt kan udrenert skjærfasthet etter begge metoder beregnes som

$$\begin{aligned} C_{UCPTU} &= (q_t - \sigma_{v0}) / N_{kt} &= q_n / N_{kt} \\ C_{UCPTU} &= (q_t - U_2) / N_{ke} &= q_e / N_{ke} \\ C_{UCPTU} &= (U_2 - U_0) / N_{\Delta u} &= \Delta u / N_{\Delta u} \end{aligned}$$

N-korrelasjonene (begge metoder) beskrevet ovenfor er basert på korrelasjoner mellom CPTU og laboratorieforsøk på blokkprøver. Metode 1 baseres på større database enn metode 2, men Metode 2 har vært lenge i bruk og på grunn av tidligere erfaring velger vi også å benytte den som bakgrunn for parametertolkning.

Setningsparametere

Setningsparametere kan tolkes etter metoder beskrevet i Ref. 4, Ref. 3 og Ref. 1.

De tolkede verdier blir kritisk vurdert med hensyn til forventede verdier ut fra erfaring. Dette gir ofte rimelig størrelsesorden på disse parameterne, samt informasjon om variasjoner mot dybden.

Sammenstilling mot andre typer forsøk og parametervalg

Tolkede verdier er sammenstilt mot relevante laboratorieforsøk der disse finnes for å hjelpe ved parametertolkning. Hvis direkte og (evt.) passiv udrenert skjærfasthet er benyttet i sammenstillingen er disse først transformert til aktiv udrenert skjærfasthet, via såkalte ADP parametere. Benyttede ADP parametere for hver type forsøk er presentert i figur.

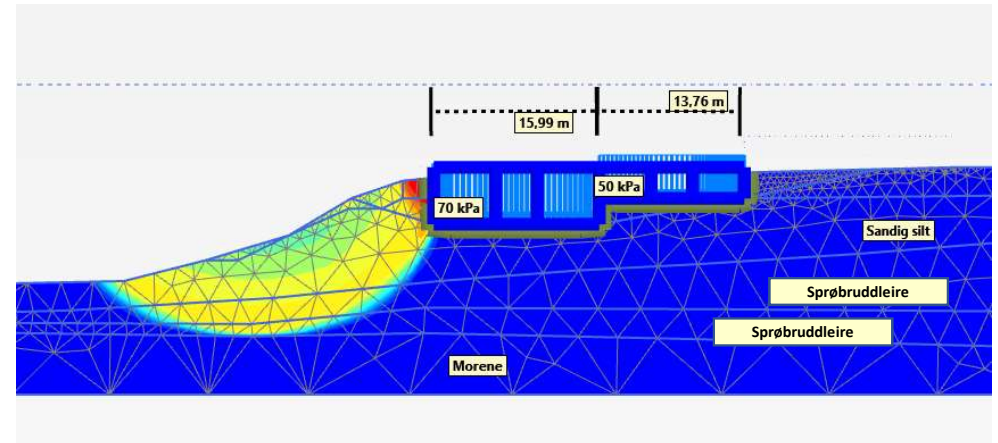
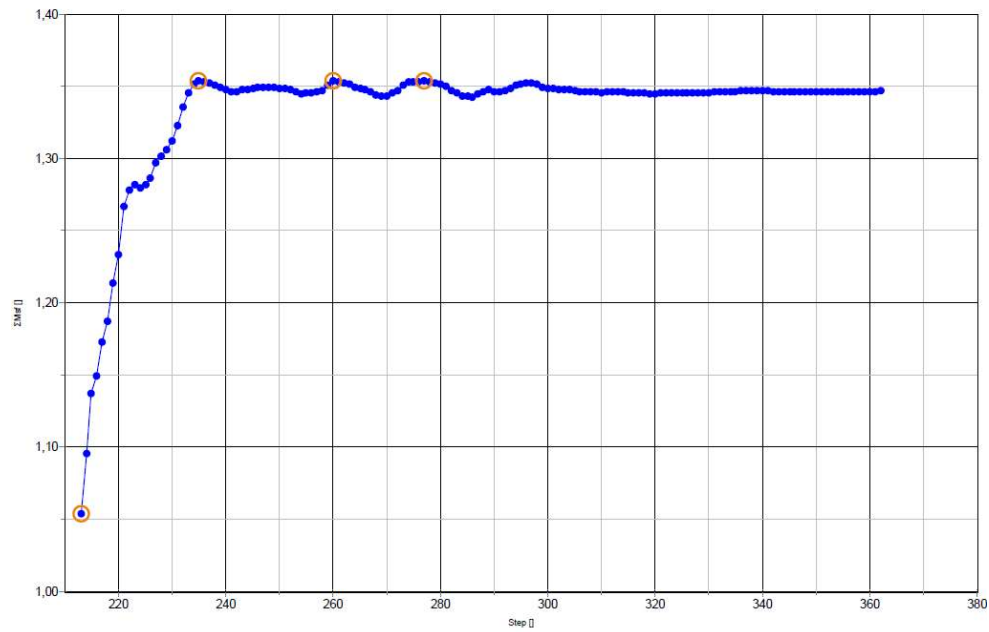
Med bakgrunn i tolkede verdier, tilgjengelig informasjon fra andre typer forsøk og erfaringsverdier fra opptredende grunnforhold er anbefalte materialparametere valgt, ofte med variasjoner mot dybden.

Referanser

- Ref. 1 Karlsrud, K. m. fl. (2005): CPTU correlations for clays. International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 16. Osaka 2005. Proceedings, Vol. 2, pp. 693-702.
- Ref. 2 Lunne m. fl., 1997: Cone penetration testing in geotechnical practice.
- Ref. 3 Sandven, R. (1990). Strength and deformation properties of fine grained soils obtained from piezocone test. Doktor ingeniøravhandling 1990:3. Institutt for geoteknikk, NTNU.
- Ref. 4 R. Sandven, K. Senneset & N. Janbu (1989). Interpretation og piezocone tests in cohesive soils. NTNU Bulletin 22, 1989.

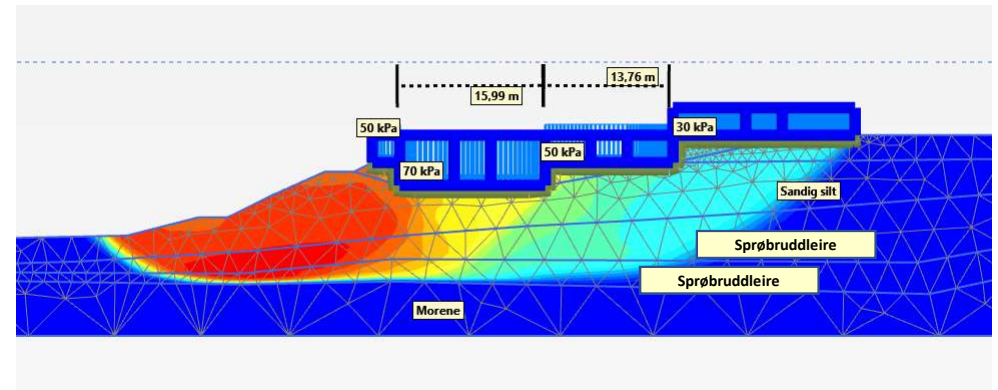
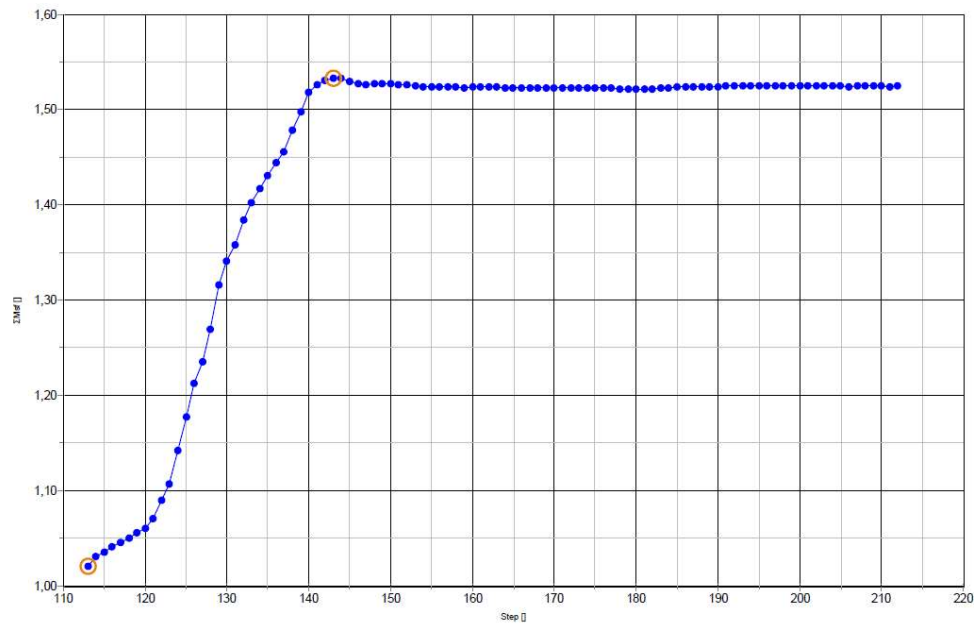
Vedlegg F, del 1

Sikkerhetsfase i profil A-A med dagens terreng og dagens bygg



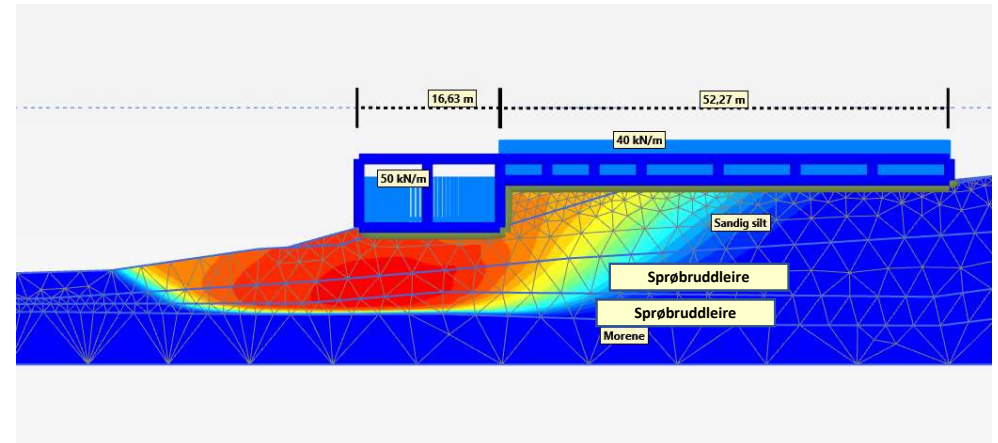
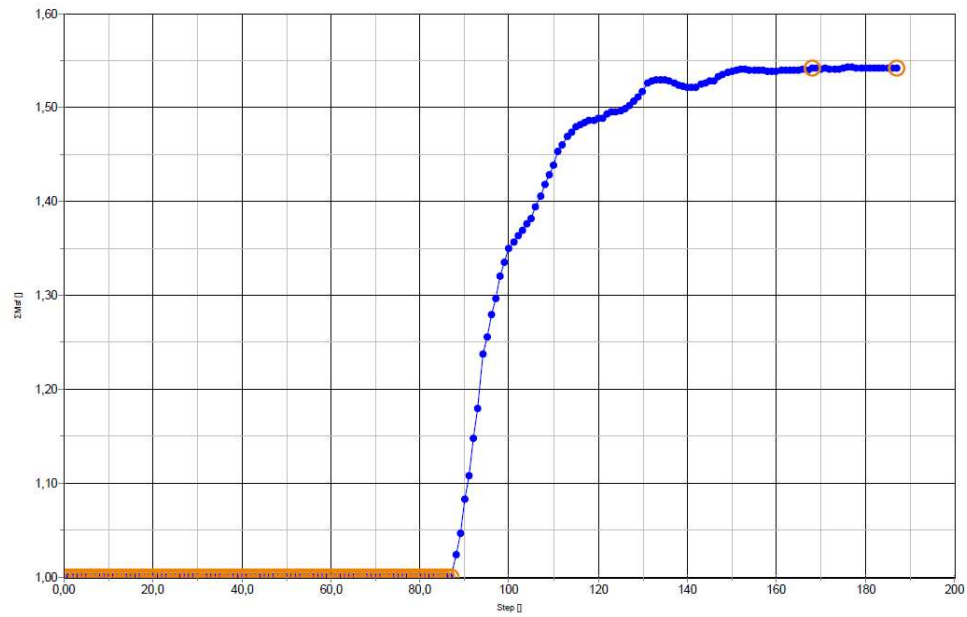
Vedlegg F, del 2

Sikkerhetsfase i profil A-A med nytt terreng og nytt bygg




Vedlegg F, del 3


Sikkerhetsfase i profil E-E i ferdig situasjon med nytt terreng og nytt bygg. Her er det kun lagt til grunn utgraving i fremre del av ny gymsal. Dette er konservativt.




Vedlegg F, del 4

Materialparametere
i PLAXIS 2D med
Mohr-Coulomb og
NGI-ADP
materialmodeller

Material set		
Identification	Leire NGI-ADP 55	
Material model	NGI-ADP	
Drainage type	Undrained (C)	
Colour	 RGB 254, 39, 1	
Comments		
General properties		
γ_{unsat}	kN/m ³	20,00
γ_{sat}	kN/m ³	20,00
Advanced		
Void ratio		
Dilatancy cut-off	<input type="checkbox"/>	
e_{init}		0,5000

Material set		
Identification	Leire NGI-ADP 70	
Material model	NGI-ADP	
Drainage type	Undrained (C)	
Colour	 RGB 245, 238, 112	
Comments		
General properties		
γ_{unsat}	kN/m ³	21,00
γ_{sat}	kN/m ³	21,00
Advanced		
Void ratio		
Dilatancy cut-off	<input type="checkbox"/>	
e_{init}		0,5000

Material set		
Identification	Siltig, sandig	
Material model	Mohr-Coulomb	
Drainage type	Drained	
Colour	 RGB 134, 234, 162	
Comments		
General properties		
γ_{unsat}	kN/m ³	21,00
γ_{sat}	kN/m ³	21,00
Advanced		
Void ratio		
Dilatancy cut-off	<input type="checkbox"/>	
e_{init}		0,5000

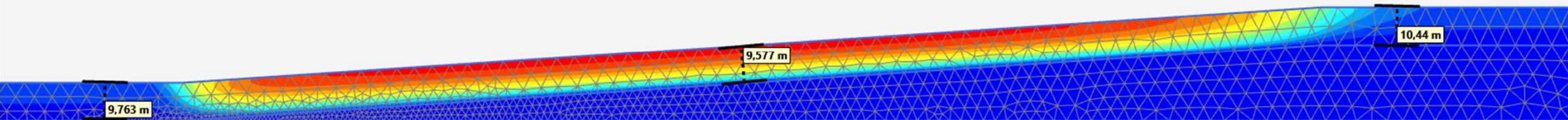
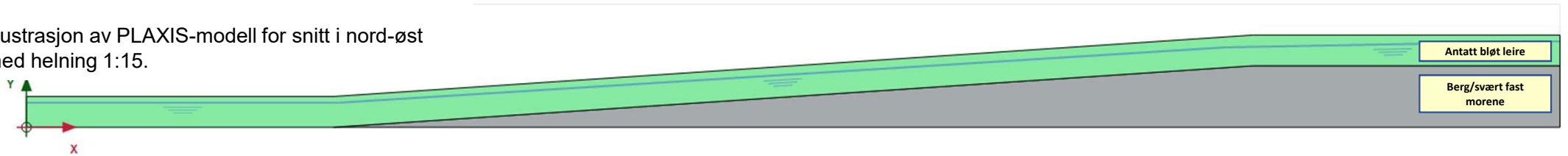
Stiffness		
G_{ur}/s_u^A		700,0
γ_f^C	%	2,000
γ_f^E	%	3,000
γ_f^{DSS}	%	2,500
Strength		
$s_{u,ref}^A$	kN/m ²	46,80
$s_{u,C,TX}/s_u^A$		0,9900
γ_{ref}	m	0,000
$s_{u,inc}^A$	kN/m ² /m	0,000
$s_{u,P}/s_u^A$		0,4100
T_0/s_u^A		0,7000
$s_{u,DSS}/s_u^A$		0,7700
Advanced		
ν_u (nu)		0,4950

Stiffness		
G_{ur}/s_u^A		700,0
γ_f^C	%	2,000
γ_f^E	%	3,000
γ_f^{DSS}	%	2,500
Strength		
$s_{u,ref}^A$	kN/m ²	59,50
$s_{u,C,TX}/s_u^A$		0,9900
γ_{ref}	m	0,000
$s_{u,inc}^A$	kN/m ² /m	0,000
$s_{u,P}/s_u^A$		0,4100
T_0/s_u^A		0,7000
$s_{u,DSS}/s_u^A$		0,7700
Advanced		
ν_u (nu)		0,4950

Stiffness		
E'	kN/m ²	20,00E3
ν' (nu)		0,3000
Alternatives		
G	kN/m ²	7692
E_{oed}	kN/m ²	26,92E3
Strength		
c'_{ref}	kN/m ²	1,200
ϕ' (phi)	°	32,00
ψ (psi)	°	0,000
Velocities		
V_s	m/s	59,95
V_p	m/s	112,1

Vedlegg F, del 5

Illustrasjon av PLAXIS-modell for snitt i nord-øst med helning 1:15.



Project description : Snitt nord-øst
 User name : Norconsult AS
 Project filename : Snitt nord-øst
 Output : Calculation information

Step info				
Phase	Phase_2 [Phase_2]			
Step	Initial			
Calculation mode	Classical mode			
Step type	Safety			
Updated mesh	False			
Solver type	Picos			
Kernel type	64 bit			
Extrapolation factor	1,000			
Relative stiffness	0,07816E-12			
Multipliers				
Soil weight			ΣM_{Weight}	1,000
Strength reduction factor	M_{sf}	2,939E-3	ΣM_{sf}	1,446
Time	Increment	0,000	End time	0,000
Staged construction				
Active proportion total area	M_{Area}	0,000	ΣM_{Area}	0,5000
Active proportion of stage	M_{Stage}	0,000	ΣM_{Stage}	0,000
Forces				
F_x	0,000 kN/m			
F_y	0,000 kN/m			
Consolidation				
Realised $P_{\text{Excess,Max}}$	0,000 kN/m ²			

Project description : Snitt nord-øst
 User name : Norconsult AS
 Project filename : Snitt nord-øst
 Output : Materials

Material set		
Identification number		1
Identification		Berg
Material model		Mohr-Coulomb
Drainage type		Drained
Colour		RGB 165, 171, 172
Comments		
General properties		
Y_{unsat}	kN/m ³	21,00
Y_{sat}	kN/m ³	21,00
Advanced		
Void ratio		
Dilatancy cut-off		No
e_{init}		0,5000
e_{min}		0,000
e_{max}		999,0
Damping		
Rayleigh α		0,000
Rayleigh β		0,000
Stiffness		
E	kN/m ²	400,0E9
ν (nu)		0,3000
Alternatives		
G	kN/m ²	153,8E9
E_{oed}	kN/m ²	538,5E9
Strength		
c_{ref}	kN/m ²	200,0
ϕ (phi)	°	38,00
ψ (psi)	°	0,000
Velocities		
V_s	m/s	268,1E3
V_p	m/s	501,5E3

Project description : Snitt nord-øst
 User name : Norconsult AS
 Project filename : Snitt nord-øst
 Output : Materials

Identification		Berg
Advanced		
Set to default values		Yes
Stiffness		
E_{inc}	kN/m ² /m	0,000
γ_{ref}	m	0,000
Strength		
c_{inc}	kN/m ² /m	0,000
γ_{ref}	m	0,000
Tension cut-off		Yes
Tensile strength	kN/m ²	0,000
Undrained behaviour		
Undrained behaviour		Standard
Skempton-B		0,9783
v_u		0,4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	15,00E12
Strength		
Strength		Rigid
R_{inter}		1,000
Consider gap closure		Yes
Real interface thickness		
δ_{inter}		0,000
Groundwater		
Cross permeability		Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /day/m	0,000
K0 settings		
K_0 determination		Automatic
$K_{0,x} = K_{0,z}$		Yes
$K_{0,x}$		0,3843
$K_{0,z}$		0,3843
Overconsolidation		
OCR		1,000
POP	kN/m ²	0,000

Project description : Snitt nord-øst

Output Version 2018.0.0.0

User name : Norconsult AS

Project filename : Snitt nord-øst

Date : 22.01.2019

Output : Materials

Page : 3

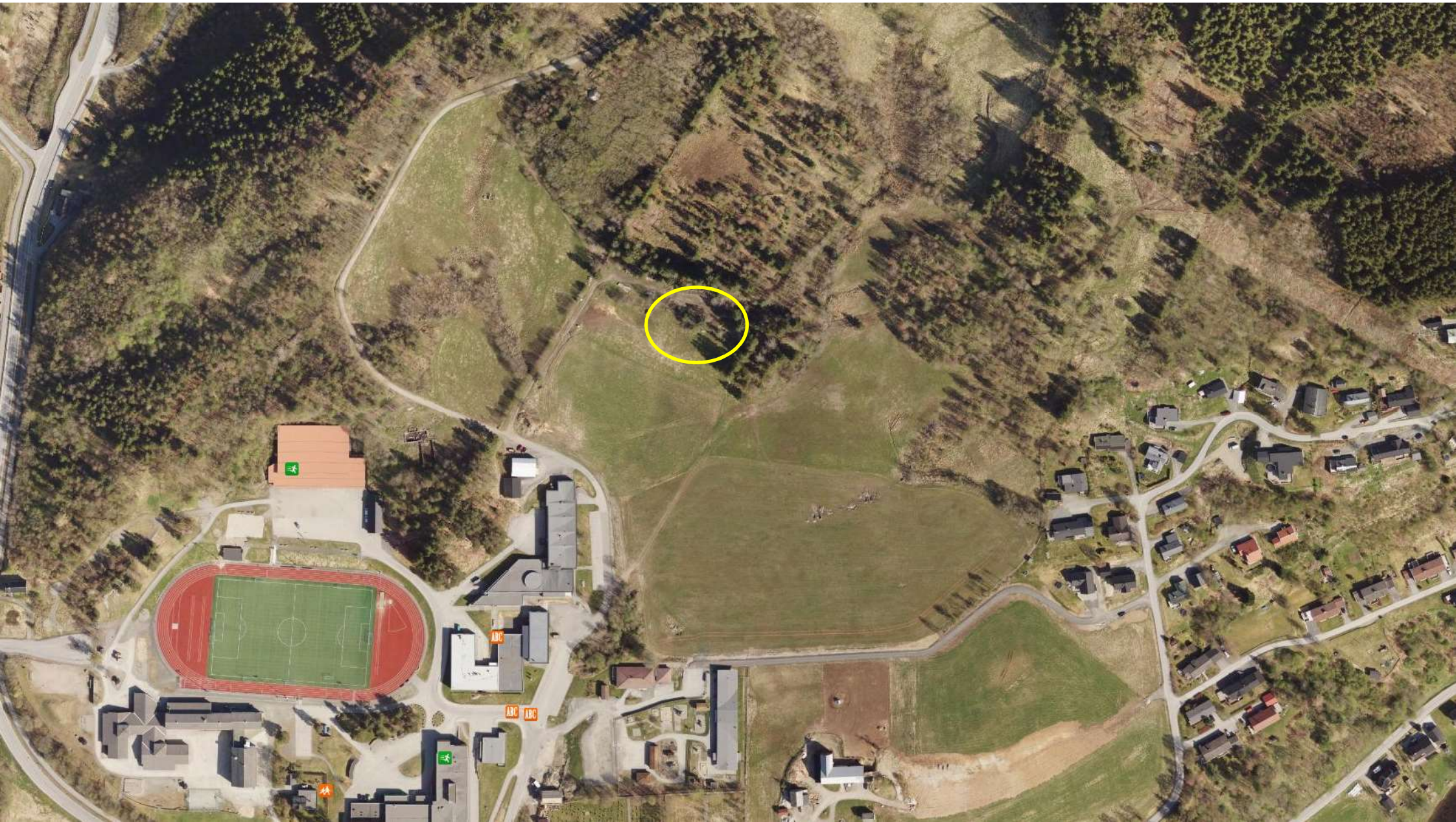
Identification		Berg
Model		
Data set		Standard
Soil		
Type		Coarse
< 2 μm	%	10,00
2 μm - 50 μm	%	13,00
50 μm - 2 mm	%	77,00
Flow parameters		
Use defaults		None
k_x	m/day	0,000
k_y	m/day	0,000
$-\Psi_{\text{unsat}}$	m	10,00E3
e_{init}		0,5000
S_s	1/m	0,000
Change of permeability		
c_k		1000E12

Project description : Snitt nord-øst
 User name : Norconsult AS
 Project filename : Snitt nord-øst
 Output : Materials

Material set		
Identification number		2
Identification		NGI-ADP test
Material model		NGI-ADP
Drainage type		Undrained (C)
Colour		RGB 134, 234, 162
Comments		
General properties		
Y_{unsat}	kN/m ³	19,00
Y_{sat}	kN/m ³	19,00
Advanced		
Void ratio		
Dilatancy cut-off		No
e_{init}		0,5000
e_{min}		0,000
e_{max}		999,0
Damping		
Rayleigh α		0,000
Rayleigh β		0,000
Stiffness		
G_{ur}/S_u^A		700,0
Y_f^C	%	2,000
Y_f^E	%	3,000
Y_f^{DSS}	%	2,500
Strength		
$S_{u\ ref}^A$	kN/m ²	23,00
$S_{u\ C,TX}^A/S_u^A$		0,9900
Y_{ref}	m	0,000
$S_{u\ inc}^A$	kN/m ² /m	0,000
$S_{u\ P}^A/S_u^A$		0,3500
T_0/S_u^A		0,7000
$S_{u\ DSS}^A/S_u^A$		0,6300

Project description : Snitt nord-øst
 User name : Norconsult AS
 Project filename : Snitt nord-øst
 Output : Materials

Identification	NGI-ADP test	
Advanced		
v (nu)	0,4950	
Strength		
Strength	Rigid	
R _{inter}	1,000	
Consider gap closure	Yes	
Real interface thickness		
δ _{inter}	0,000	
Groundwater		
Cross permeability	Impermeable	
Drainage conductivity, dk	m ³ /day/m	0,000
K0 settings		
K ₀ determination	Automatic	
Flow parameters		
k _x	m/day	0,000
k _y	m/day	0,000
-ψ _{unsat}	m	10,00E3
e _{init}	0,5000	
Change of permeability		
c _k	1000E12	





Vedlegg H – Faregradsvurdering

Følgende tabell er hentet fra NVEs kvikkleireveileder 7-2014:

Tabell for evaluering av faregrad, fra ref. /2/. 0-17 poeng gir lav faregrad, 18-25 poeng gir middels og 26-51 poeng høy faregrad.

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere 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/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

- ✓ *Leveranse: Kart som viser faregradsklassifiserte faresoner (løsne- og utløpsområder med ulik skravour), med rapport som begrunner avgrensningene og gir geotekniske data for hvert område. Matrise for beregning av faregrad skal inngå. Graden av nøyaktighet beskrives, herunder begrensninger som følge av omfang av grunnundersøkelser. Avgrensning og faregrads-evaluering som skal legges til grunn for arealplanlegging og byggesak og kvalitetssikres i samsvar med tabell 5.2.*

En samlet vurdering viser at området på Øye oppfyller kravet til faregrad «lav».

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1			1	
Skråningshøyde, meter	2				0
OCR	2		4		
Poretrykk	Overtrykk	3			0
	Undertrykk	-3			
Kvikkleiremektighet	2	6			
Sensitivitet	1	3			
Erosjon	3				0
Inngrep	Forverring	3		3*	
	Forbedring	-3			
Sum:		17			

*I hovedsak gir tiltaket lett forbedring av sikkerheter pga. gunstig endring av terrenget. Liten forverring er lagt inn i denne tabellen for å være konservativ i utregning av faregradsscore.