

Oppdragsgiver
Kvæningen kommune

Dokument type
Geoteknisk rapport

Dato
03.02.2023

GEOTEKNIKK OG GU BURFJORD, STORMO

GEOTEKNISK VURDERING FOR REGULERINGSPLAN

GEOTEKNIKK OG GU BURFJORD, STORMO GEOTEKNISK VURDERING FOR REGULERINGSPLAN

Oppdragsnavn **Geoteknikk og GU Burfjord**
Prosjekt nr. **1350051224**
Mottaker **Dag Åsmund Farstad**
Dokument type **Geoteknisk rapport**
Versjon **1.0**
Dato **03.02.2023**
Utført av **Kristian Børve Ask**
Kontrollert av **Bård Arvid Gjengstø**
Godkjent av **Bård Arvid Gjengstø**
Beskrivelse **Geoteknisk rapport for reguleringsplan for to boligfelt på Stormo i Burfjord.**

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Innledning	5
2.	Myndighetskrav	6
2.1	Flom- og skredfare	6
2.2	Krav til sikkerhet/materialfaktor	6
3.	Grunnlag	7
3.1	Tidligere utførte grunnundersøkelser og vurderinger	7
3.2	Nye grunnundersøkelser	7
3.3	Topografi	7
4.	Grunnforhold	7
4.1	Kvartærgeologi og marin grense	7
4.2	Løsmasser	8
4.3	Dybde til berg	8
4.4	Grunnvannstand	8
5.	Stabilitetsvurderinger	9
5.1	Utredning av områdestabilitet etter NVEs veileder 1/2019	9
5.2	Lokalstabilitet	13
5.3	Grunnlag stabilitetsberegninger	14
5.4	Resultater stabilitetsberegninger	17
5.5	Oppsummering stabilitetsvurderinger	20
6.	Øvrige geotekniske vurderinger	20
6.1	Fundamentering	20
7.	Videre arbeider	20
7.1	Tiltak for avklaring av områdestabilitet	20
7.2	Erosjonsvurdering	20
7.3	Detaljprosjektering	20
	Referanser	21

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev.	Tittel	Målestokk	Format
3001	0	Oversiktskart	1: 50 000	A4
3002	0	Situasjonsplan del 1	1: 2 000	A1
3003	0	Situasjonsplan del 2	1: 2 000	A1
3004	0	Terrengprofil A1, vurdering av grunnforhold	1: 400	A3L
3005	0	Terrengprofil A2, vurdering av løseområde etter NGI-metoden	1: 400	A3L
3006	0	Terrengprofil A3, vurdering av grunnforhold	1: 400	A3L
3007	0	Terrengprofil A4, vurdering av grunnforhold	1: 400	A3L
3008	0	Stabilitetsberegning profil A1, Dagens situasjon	1: 400	A3L
3009	0	Stabilitetsberegning profil A1, med stabiliserende tiltak	1: 400	A3L
3010	0	Stabilitetsberegning profil B, Dagens situasjon	1: 400	A3L
3011	0	Stabilitetsberegning profil C, Dagens situasjon	1: 400	A3XL
3012	0	Stabilitetsberegning profil D, Dagens situasjon	1: 400	A3L

VEDLEGG

Vedlegg. nr.	Tittel
1	Aktsomhetssoner
2	Topografisk kart
3	Løsmassekart
4	Tolkning CPTU, borpunkt S8
5	Tolkning CPTU, borpunkt S14
6	Tolkning CPTU, borpunkt S25
7	Tolkning CPTU, borpunkt S28
8	Tolkning treaksialforsøk, borpunkt S8, prøve 65
9	Tolkning treaksialforsøk, borpunkt S8, prøve 66
10	Tolkning treaksialforsøk, borpunkt S14, prøve 43
11	Tolkning ødometerforsøk, borpunkt S8, prøve 63
12	Tolkning ødometerforsøk, borpunkt S8, prøve 64
13	Tolkning ødometerforsøk, borpunkt S14, prøve 41
14	Tolkning ødometerforsøk, borpunkt S14, prøve 42
15	Poretrykksmålinger borpunkt S6
16	Poretrykksmålinger borpunkt S8
17	Poretrykksmålinger borpunkt S14
18	Poretrykksmålinger borpunkt S23
19	Poretrykksmålinger borpunkt S25
20	Klassifisering av faregrad

SAMMENDRAG

Rambøll Norge AS utfører geotekniske vurderinger for reguleringsplan for to planlagte boligfelt ved Stormo i Burfjord i Kvæningen kommune. Boligfeltene ligger på tilnærmet flatt terreng, men det er stedvis kort avstand til bratt skråning mot Storelva.

Utførte grunnundersøkelser viser generelt at grunnen på og rundt tiltaksområdet består av et flere meter tykt topplag av sand og grus over et leirelag av varierende mektighet. Under leirelaget er det sand og grus. Leira defineres stedvis som sprøbruddmateriale. Poretrykksmålinger indikerer at grunnvannsstanden står ca. 4-8 meter under terreng.

Det er utført stabilitetsvurderinger med hensyn på både lokal- og områdestabilitet. Følgende konklusjoner er trukket fra vurderingene:

- *Boligfelt 1*
Boligfeltet vurderes å være avklart med hensyn på områdestabilitet.

Innledende vurdering av lokalstabilitet for boligfeltet viser tilstrekkelig sikkerhetsfaktor for skråningen mot Storelva og tomtene vurderes til å være byggbare. Vurderinger av lokalstabilitet må verifiseres i detaljprosjekteringen.

- *Boligfelt 2*
Områdestabiliteten vurderes å være avklart for tomtene 13/(290-295).

For tomt 13/286 er områdestabiliteten avklart under forutsetning av at det utføres stabiliserende tiltak for skråningen i profil A1 i form av avlastning av terrenget på skråningstoppen, etablering av motfylling i skråningsbunn eller en kombinasjon av disse tiltakene.

For tomt 13/289 og 13/288 må det utføres supplerende grunnundersøkelser for å kartlegge mulig sprøbruddmateriale ut mot skråningskanten ved profil A4. Dersom grunnundersøkelsene viser sprøbruddmateriale, kan det bli nødvendig med stabiliserende tiltak også her.

Innledende vurdering av lokalstabilitet for boligfeltet viser tilstrekkelig sikkerhetsfaktor for skråningen mot Storelva og tomtene vurderes til å være byggbare. For enkelte tomter (13/295 og 13/294) kan det være nødvendig med kjeller med hensyn på lokalstabiliteten mot Storelva. Vurderinger av lokalstabilitet må verifiseres i detaljprosjekteringen.

Det forventes uproblematisk fundamenteringsforhold for begge boligfeltene.

Det må utføres en vurdering av behov for erosjonssikring mot Storelva langs hele boligfelt 2, med særlig fokus på skråningen i profil A1. Tatt i betraktning at det ganske nylig har vært utglidning som følge av erosjon ved boligfelt 1, må denne vurderinga tas tak i snarlig. Da det også er behov for stabiliserende tiltak i denne skråningen ved profil A1, burde dette sees i sammenheng med en eventuell erosjonssikring.

1. INNLEDNING

Rambøll Norge AS er engasjert av Kvæningen kommune for å utføre en innledende geoteknisk vurdering for Burfjord sentrum og geotekniske vurderinger for reguleringsplan av nye boligfelt og snu- og parkeringsplass ved Stormo sør for Burfjord sentrum. Foreliggende rapport gjelder geoteknisk vurdering for reguleringsplan for de 2 boligfeltene ved Stormo.

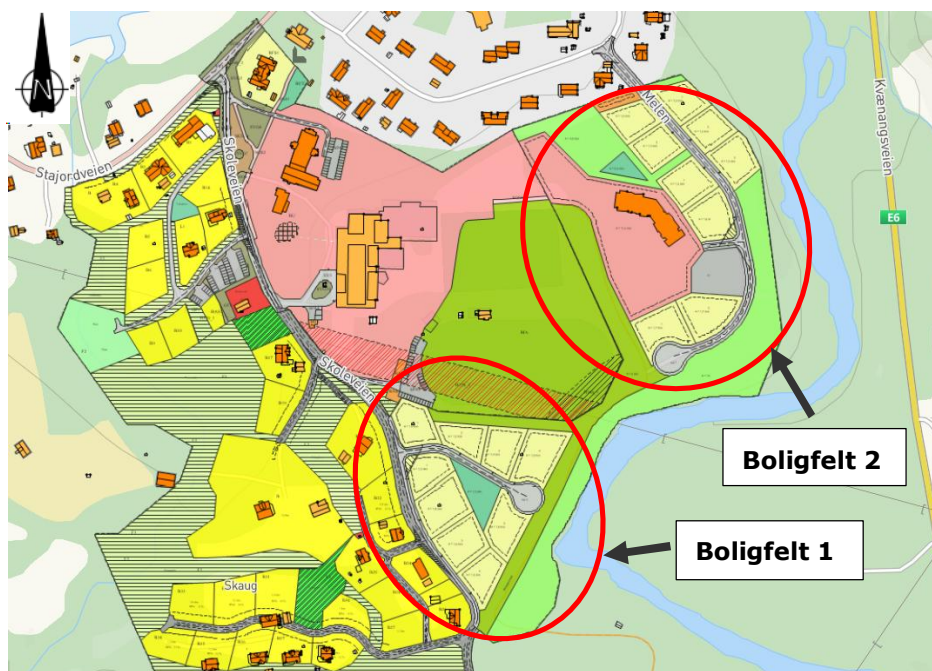
Boligfeltenes plassering er vist på figur 1 og på situasjonsplan, tegning 3002-3003. Boligfeltene er planlagt til småhusbebyggelse. Nummereringen av boligfeltene er satt for denne rapporten med hensyn på å skille mellom de to områdene i vurderingene.

Det refereres i vurderingene til ulike tomter på boligfeltene. Disse angis da med matrikelnummer for tomtene. Matrikelnumrene fremgår av situasjonsplanen, tegning 3002-3003. Boligfelt 1 omfatter tomtene 13/(277 – 284). Boligfelt 2 omfatter tomtene 13/286 og 13/(288 – 295).

I geotekniske vurderinger for reguleringsplan ligger det at prosjekt prosjektets gjennomførbarhet må dokumenteres. Herunder ligger

- Avklaring av områdestabilitet
- Innledende vurdering av lokalstabilitet
- Innledende vurdering av fundamenteringsforhold.

Disse temaene er behandlet i rapporten.



Figur 1: Illustrasjon av planlagt tiltak. Kilde: kommunekart.com

2. MYNDIGHETSKRAV

Geoteknisk prosjektering av tiltaket er underlagt følgende regelverk:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (**Eurokode 0**), «Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner»
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (**Eurokode 7**), «Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler»
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 (**Eurokode 8**), «Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning»
- TEK17, «Forskrift om tekniske krav til byggverk»
- SAK10, «Forskrift om byggesak»
- NVEs retningslinjer 2/2011 «Flaum og skred i arealplanar»

Videre er følgende veiledninger benyttet:

- TEK17, «Veiledning om tekniske krav til byggverk»
- SAK10, «Veiledning om byggesak»
- NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred»
- SVV Håndbok V220 «Geoteknikk i vegbygging»

Det er gjort en innledende vurdering av prosjekteringsgrunnlag for prosjektet med hensyn på myndighetskrav. Det er da gjort en differensiering mellom tomter med/uten utfordringer med skråningsstabilitet:

Tomter uten stabilitetsutfordringer

Geoteknisk kategori 2

Pålitelighetsklasse 1

Tiltaksklasse 1

PKK1/UKK1

Tomter med stabilitetsutfordringer

Geoteknisk kategori 2

Pålitelighetsklasse 2

Tiltaksklasse 2

PKK2/UKK2

2.1 FLOM- OG SKREDFARE

I henhold til TEK17 § 7-1(1) skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (Flom og skred).

Ifølge atlas.nve.no, se vedlegg 1, ligger tiltaket ikke utsatt til for steinsprang, flomskred eller snøras og det ligger heller ikke innenfor en flomsone, verken fra nærliggende elver/bekker eller i forhold til stormflo fra fjorden.

Tiltaksområdet ligger ikke innenfor en registrert kvikkleiresone, men ligger under marin grense og nært bratte skråninger. Det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i utførte grunnundersøkelser og det er følgelig utført utredning av områdestabiliteten for tiltaket iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019 [1] i kapittel 5.1.

2.2 KRAV TIL SIKKERHET/MATERIALFAKTOR

Krav til sikkerhetsnivå er bestemt i henhold til Eurokode 7 for vurderinger av lokalstabilitet og NVEs veileder 1/2019 [1] for vurderinger av områdestabilitet.

For lokalstabilitet gjelder materialfaktorer 1,40 og 1,25 for henholdsvis totalspennings- og effektivspenningsanalyse.

I det videre benyttes benevnelsen «sprøbruddmateriale» både om kvikkleire ($c_{ur} \leq 0,29$ kPa) og sprøbruddmateriale slik dette er definert i [1], dvs. $c_{ur} \leq 1,27$ kPa.

Krav til sikkerhet med hensyn på områdestabilitet er beskrevet i kapittel 5.1.

3. GRUNNLAG

3.1 TIDLIGERE UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER OG VURDERINGER

Det er få tilgjengelige tidligere grunnundersøkelser for Stormo-området. De nærmeste er ved brua over Storelva i nordre ende av Stormo [2]. I tillegg er det utført undersøkelser i forbindelse med nedsetting av grunnvannsbrønner på Stormo. Resultatene fra disse boringene er tilgjengelig på GRANADA.

3.2 NYE GRUNNUNDERSØKELSER

I forbindelse med et større reguleringsplanarbeid på Stormo og innledende geotekniske vurderinger for Burfjord sentrum er det utført grunnundersøkelser på store deler av Stormo, herunder på og rundt tiltaksområdene for dette prosjektet. Resultatene fra grunnundersøkelsene er presentert i [3].

Plassering av relevante borpunkter er vist på situasjonsplan, tegning 3002-3003, med angivelse av undersøkelsesmetode/-dybde. På situasjonsplanen fremgår også tolkning av borpunktene med hensyn på sprøbruddmateriale.

3.3 TOPOGRAFI

Topografisk kart over området er vist i vedlegg 2. De to boligfeltene ligger i hovedsak på flatt terreng på Stormoplatået. Høyden på platået varierer mellom ca. kt. +20 – kt. +30, med stigende høyde mot sør.

For begge boligfeltene går terrenget over i en bratt skråning mot Storelva mot øst. Høyden på skråningen er opp mot 12 meter og skråningshelningen varierer mellom ca. 1:1,2 og 1:1,5.

Vest for boligfelt 1 heller terrenget slakt ned mot Jonaselva, mens det mot sør stiger slakt i retning Svane fjellet.

4. GRUNNFORHOLD

4.1 KVARTÆRGEOLOGI OG MARIN GRENSE

Kvartærgeologisk kart over området, se vedlegg 3, angir at øvre del av grunnen består av elve- og bekkeavsetning på tiltaksområdet og i det nærliggende området rundt. Det bemerkes også at kartet viser et område angitt med «Hav- og fjordavsetning, tykt dekke» like sør for boligfelt 1.

Det gjøres oppmerksom på at kvartærgeologisk kart i området har en egnet målestokk på 1:250 000, og at det følgelig er betydelig grad av usikkerhet i overgangen mellom løsmasse-typene som må hensyntas. Kartet indikerer også kun løsmassenes øvre lag.

Tiltaksområdet ligger i sin helhet under marin grense som er angitt til ca. kote +65 i området. Marin grense er angitt i vedlegg 3 med blå stiplet linje.

4.2 LØSMASSER

Utførte sonderinger og prøvetaking viser varierende grunnforhold over området. I nord (S20-S22), sør (S1-S5, S30) og ved skolen (S15-S16) viser sonderingene i hovedsak antatt elveavsetninger (sand/grus) i hele undersøkelsesdybden. Dette gjelder også S11/S24. Resterende sonderinger viser et eller flere mellomliggende lag av leire. Leirelagene varierer mellom ca. 3 – 13 meters tykkelse.

Leira karakteriseres ut ifra konusforsøkene som bløt til middels fast. Omrørte konusforsøk på prøver fra borpunkt S8 viser at leira defineres som sprøbruddmateriale for prøvene ved 10 og 13 meters dybde. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire i andre punkter gjennom laboratorieundersøkelser. Totalsonderingen i S26 viser betydelig likhet med sonderingen i S8, og det antas forekomst av kvikkleire/sprøbruddmateriale også her. Dette er imidlertid ikke verifisert gjennom laboratorieforsøk.

Vanninnholdet til leira ligger med hovedvekt mellom ca. 35 - 45 %. S7 og S23 viser noe lavere verdier.

4.3 DYBDE TIL BERG

På platået er det boret til 30 meters dybde uten å påtreffes berg.

I skråningen opp mot Svane fjellet er berg påtruffet ved henholdsvis ca. 22m og 8m dybde for borpunkt S2 og S1.

4.4 GRUNNVANNSTAND

Det er utført elektriske poretrykksmålinger i 5 borpunkter (S6, S8, S14, S23 og S25). I punkt S8 og S14 er det utført målinger i 2 dybder for å få grunnlag til å vurdere poretrykksfordelingen med dybden. Resultatene fra målingene er presentert i vedlegg 15-19.

Poretrykksmålere er satt opp i slutten av juni 2022 med logging hver time fra installasjon og fram til siste avleste dato, 12.09.2022. Deretter er målerne satt opp med logging hvert døgn.

Generelt forventes en ganske lav grunnvannsstand i ytre del av platået av mot Storelva da nedbør antas å ha god avrenning mot Storelva både på overflaten og gjennom de permeable massene i øvre del av grunnen. Det er imidlertid stedvis betydelige lommer av leire med lav permeabilitet, noe som kan bidra til variasjoner over området.

Målingene oppå platået (S6, S8 og S14) indikerer at grunnvannsstanden står ca. 4 - 8 meter under terreng. Punkt S14 viser den laveste grunnvannsstanden.

Måleren i punkt S23, like ved Storelva, indikerer at grunnvannet står omtrent i terrengnivå.

Måleren i punkt S25, ca. midt i skråninga ned mot Storelva fra punkt S26, indikerer at grunnvannet står ca. 5 meter under terreng.

Målingene i punkt S8 og S14 indikerer underhydrostatisk poretrykksfordeling med dybden.

5. STABILITETSVURDERINGER

Dette kapitlet omhandler stabilitetsvurderinger for tiltaket. Hensikten med vurderingene er å avklare risiko for at tiltaket kan bli påvirket av områdeskred og i tillegg gjøre en innledende vurdering av lokalstabiliteten.

5.1 UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET ETTER NVES VEILEDER 1/2019

Det er i utførte grunnundersøkelser registrert sprøbruddmateriale i tilknytning til tiltaksområdet. Tiltaket ligger også tett på bratte skråninger. Det må derfor utføres en utredning av risiko for områdeskred for det planlagte tiltaket. Utredningen utføres i henhold til NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1], derunder veilederens avsnitt 3.2 «Prosedyre for utredning av områdeskredfare» og tilhørende tabell 3.1 «Prosedyre for utredning av områdeskredfare».

5.1.1 **Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området**

Tiltaksområdet ligger ifølge atlas.nve.no ikke innenfor en registrert kvikkleiresone. Nærmeste kvikkleireregistreringer er to SVV kvikkleirepunkt ved broa over Storelva ved Burfjord sentrum. Det er også et SVV kvikkleireområde langs E6 like nord for Burfjord sentrum.

→ Potensiale for områdeskred er ikke avklart og må utredes videre.

5.1.2 **Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire**

Tiltaksområdet ligger i sin helhet under marin grense. Det er i utførte grunnundersøkelser påtruffet leire over store deler av Stormoplatået. Leira er stedvis påvist å være sprøbruddmateriale.

→ Tiltaket ligger innenfor områder med mulig marin leire og må utredes videre.

5.1.3 **Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred** *Aktsomhetsområde for løснеområde*

Terreng som kan inngå i løснеområdet for områdeskred er iht. steg 3 i tabell 3.1 i [1]:

- Terreng med total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter, *eller*
- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter

Aktsomhetsområder ligger innenfor 20 x skråningshøyden, H, målt fra bunn av skrånning (ravinebunn, bunn av elv eller marbakke i sjø).

Skrånningen fra platået ved Stormo og ned mot Storelva er opp mot 12 meter høy. Skråningshøyden medfører et aktsomhetsområde som strekker seg ca. $20 \times 12 \text{ m} = 240$ meter bakover skrånningen målt elvebunnen i bunnen av skrånningen.

Dette innebærer at begge boligfeltene i sin helhet ligger innenfor aktsomhetsområdet for skrånningens løснеområde.

Aktsomhetsområde for utløpsområde

Det vurderes til at boligfeltene ikke ligger innenfor aktsomhetsområde for noe utløpsområde.

→ Tiltaket ligger i terreng som er innenfor et aktsomhetsområde og trenger videre utredning.

5.1.4 **Steg 4: Bestem tiltakskategori**

Valg av tiltakskategori gjøres med utgangspunkt i tabell 3.2 i veilederen med tilhørende sikkerhetskrav gitt i kapittel 3.3.3-3.3.7 for de ulike tiltakskategoriene.

Boligfeltene vurderes å falle inn under kategorien «Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter,...» og plasseres i **tiltakskategori K4**.

Krav til sikkerhetsfaktor for tiltakskategori K4 er avhengig av tiltakets påvirkning/influens på skråningen som vurderes. Iht. figur 3.4 i veilederen kan en skråning vurderes å være utenfor tiltakets influensområde dersom tiltaket er mer enn 2H bak skråningstopp. Dette innebærer en avstand på 24 m bakover fra skråningstopp mot Storelva.

Sikkerhetskrav for skråninger innenfor influensområdet til tiltaket

For skråninger innenfor influensområdet til tiltaket kreves det for tiltak i tiltakskategori K4 absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,61$ og $F_{cu} \geq 1,25$ dersom tiltaket forverrer stabiliteten.

Hvis tiltaket ikke forverrer sikkerheten kreves det absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{cu} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og F_{af} økes prosentvis iht. iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i veilederen.

Sikkerhetskrav for skråninger utenfor influensområdet til tiltaket

For skråninger utenfor influensområdet til tiltaket kreves sikkerhetsfaktor $F_{af} \geq 1,25$ og robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal F_{cu} og F_{af} økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i veilederen. Det legges til grunn at det ikke kreves forbedring utover opprinnelig krav.

Kravet til prosentvis forbedring gjelder alle glideflater som opprinnelig er under kravet.

I tillegg skal erosjon som kan utvikle seg til områdeskred forebygges.

→ Valgt tiltakskategori K4 gir medfører krav om videre utredning.

5.1.5 Steg 5: Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

Gjennomføring av grunnundersøkelser omhandles egentlig først i steg 7 i prosedyren. Resultater fra utførte grunnundersøkelser er imidlertid tatt med i dette steget med hensyn på valg av kritiske snitt.

Tolkede sprøbruddpunkter i utførte grunnundersøkelser

Som det fremgår av situasjonsplanen er det tolket sprøbruddmateriale i punkt S8 og S26. Mektigheten av sprøbruddlaget her vurderes å være ca. 5-10 meter. Punkt S9, S10 og S29 nord for disse punktene er markert som gule (mulig sprøbruddmateriale, ikke verifisert gjennom prøvetaking) med grunnlag i at sonderingene indikerer et lag av mulig sprøbruddmateriale. Laget har mindre mektighet enn sprøbruddlaget i S8/S26.

Punkt S17 er også markert gult da sonderingen indikerer mulig sprøbruddmateriale

Boligfelt 1

Det er ikke påtruffet sprøbruddmateriale på selve boligfeltet eller ut mot Storelva fra boligfeltet. Borpunktene for skråningene mot Jonaselva og Svanefjellet vurderes å gi tilstrekkelig grunnlag for å utelukke at et områdeskred vil kunne påvirke boligfeltet.

For skråningen mot Storelva vurderes det til at friksjonsmassene i borpunkt S5 gir tilstrekkelig grunnlag for å utelukke skred som gripe inn fra mulig sprøbruddmateriale mellom S5 og S8.

Det vurderes med dette til at hele boligfelt 1 er klarert med hensyn på områdeskred.

Boligfelt 2

For boligfelt 2 vurderes det til at et områdeskred ikke vil kunne gripe inn mot boligfeltet fra skråningspartiet nord for borpunkt S11, da det ikke er påvist sprøbruddmateriale i dette området.

For partiet sør fra S11 og sørover mot borpunkt S26 viser grunnundersøkelsene mulighet for et sammenhengende lag med sprøbruddmateriale.

Det er trukket opp 4 terrengprofiler for dette partiet, A1/A2/A3/A4, for å vurdere stabilitetsforholdene. Profilene er vist i tegning 3004-3007.

Basert på profilene vurderes det til at et områdeskred enten må gripe inn fra skråningen ved profil A1 eller skråningen ved profil A4. For profil A3 ligger det eventuelle laget med sprøbruddmateriale for høyt i grunnen til å utgjøre noen fare for boligfeltet.

I profil A4 er den presenterte lagdelingen tolket basert på borpunkt S9 og S11. Med denne lagdelingen vurderes det til å ikke være noe problem med områdestabilitet for profilet. De nevnte borpunktene er imidlertid lang unna profilet, henholdsvis 53 m og 37 m. Det vurderes derfor til å være en mulighet for at sprøbruddlaget i borpunkt S29 kan strekke seg ut mot skråningskanten. For å unngå unødig stabilisering av skråningen med hensyn på områdestabilitet, anbefales det at det utføres supplerende grunnundersøkelser i dette området for å avklare grunnforholdene ut mot skråningskanten.

- Boligfelt 1 vurderes til å være avklart med hensyn på områdestabilitet. For boligfelt 2 må det gjøres videre utredning for profil A1. For profil A4 anbefales supplerende grunnundersøkelser for å kunne utelukke behov for stabiliserende tiltak. Det vil bli gjort en vurdering av mulig løsneområde for profilet i den videre utredningen, men ingen stabilitetsberegninger utover sammenligning med beregningsresultater fra profil A1.

5.1.6 Steg 6: Befaring

Det er gjennomført befaring på området 12.09.2022 av geotekniker Bård Arvid Gjengstø sammen med Dag Åsmund Farstad og William Hagell fra Kvæningen kommune.

På befaringen ble det, utover selve boligfeltene, sett på skråningen ned mot Storelva utvalgte steder og på skråningen ned mot Jonaselva. Det ble i etterkant oversendt bilder tatt av Dag Åsmund Farstad fra østsiden av Storelva over mot Stormo for å bedre vurdere eventuell erosjon.

I skråningsbunn ved S8 og S26, borpunktene hvor det er påvist sprøbruddmateriale, ligger det en del stein av forholdsvis stor størrelse som gir en viss motstand mot erosjon. Med hensyn på elveløpet ligger imidlertid forholdene til rette for erosjon her da skråninga ligger i elvas yttersving i dette partiet.

Av oversendte bilder var det vanskelig å vurdere erosjonen langs Storelva. ved boligfelt 2. I og med at elva oppstrøms er erosjonssikret etter en utglidning anbefales det at det gjøres en nærmere vurdering av behov for erosjonssikring av hydrogeolog ved boligfelt 2.

Det ble ikke observert andre relevante observasjoner under befaringen som kan ha betydning for vurdering av områdestabilitet.

- Begge boligfeltene ligger i sin helhet innenfor et løsneområde. Det må utredes videre iht. prosedyren.

5.1.7 Steg 7: Gjennomfør grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser er gjennomført og presentert i [3].

- Det er påvist sprøbruddmateriale i det mulige løsneområdet som kan berøre tiltaket. Det må utredes videre iht. prosedyren.

5.1.8 Steg 8: Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

Skredmekanisme for skråning i profil A1

Vurdering av aktuell skredmekanisme for skråningen gjøres etter figur 4.3 og 4.4 i veilederen. Som vist på tegning 3005 vurderes det til at $c_{u,r} < 0,69$ kPa og $b/D > 40\%$. Følgelig legges det til grunn retrogressivt skred som aktuell skredmekanisme.

Løsneområde

Det er differensiert mellom løsneområde for skred i profil A1 og A4. Løsneområdene henger sammen, men påvirker ulike tomter.

Profil A1

I tegning 3005 er det videre utført en avgrensning av løsneområdet for skråningen i profil A1 iht. figur 4.7 (NGI-metoden) i veilederen. Som en konservativ tilnærming er vurderingen utført for profil A2 som er trukket rettlinjet mot boligfeltet for å ta høyde for skredutvikling korteste vei. Basert på denne metodikken vurderes det til at kun tomt 13/286 ligger innenfor løsneområdet for skråningen. Resterende tomter ligger utenfor. Det må derfor dokumenteres tilstrekkelig sikkerhet for skråningen med hensyn på tomt 12/286.

Profil A4

Det er utført en skissering av mulig løsneområde etter NGI-metoden også for profil A4 under antakelsen om at et lag av sprøbruddmateriale strekker seg fra borpunkt S29 og ut mot skråningskanten. Det vurderes til at løsneområdet her vil omfatte tomt 13/289 og 13/288. De tilstøtende tomtene, tomt 13/286 og 13/290, vurderes til å ikke kunne bli berørt av et skred her som følge av at borpunkt S11 og S9 markerer en barriere mot skredutvikling mot disse tomtene.

Basert på vurderingene av løsneområde i profil A1 og A4 er det tegnet opp et antatt løsneområde for skråningene på tegning 3002 og 3003. Løsneområdet er utvidet en del mot vest fra tomt 13/286 da grunnforholdene her ikke er kartlagt.

Utløpsområde

Iht. kapittel 4.6 i veilederen vurderes utløpsområdet å være i kanalisert terreng nedover elva, og lengden på utløpsområdet kan da estimeres til å være 3 ganger lengden på løsneområdet, målt fra bunnen av skråningen i profil A1. Det er ingen bygninger i dette området, men en utglidning vil kunne gi oppdemming av elva og oversvømmelser.

- ➔ Tomt 13/(290-295) ligger ikke innenfor et løsne- eller utløpsområde og vurderes til å være klarert mhp. områdeskred. Tomt 13/286 ligger innenfor løsneområdet fra profil A1 og utredes videre iht. prosedyren. Tomt 13/288 og 13/289 ligger innenfor løsneområdet fra profil A4 og tiltak på disse tomtene må avventes til supplerende grunnundersøkelser er gjennomført.

5.1.9 Steg 9: Klassifiser faresoner

Faresonen er klassifisert med faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse etter beskrivelsen i [4]. Klassifiseringen er presentert i vedlegg 20, med følgende resultat:

- Skadekonsekvensklasse - Alvorlig
- Faregrad - Lav
- Risikoklasse - 3

Lav faregrad gir føringer for krav til prosentvis forbedring etter stiplede linje i figur 3.3 i [1], som beskrevet i steg 4.

- ➔ Lav faregrad gir krav til «forbedring» av stabiliteten etter steg 4 for glideflater med for lav opprinnelig sikkerhet. Tilfredsstillende sikkerhet må dokumenteres.

5.1.10 Steg 10: Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

Profil A1

Det må dokumenteres tilstrekkelig sikkerhet for skråningen i profil A1. Som beskrevet i steg 4 er kravet til sikkerhet avhengig av tiltakets påvirkning på skråningen.

Tomt 13/286 er nærmest skråningen og ligger i hovedsak mer enn 24 meter bak skråningstoppen. Skråningen vurderes med det å ligge utenfor tomtas influensområde. For å unngå krav om høyere sikkerhetsfaktorer, må det ikke utføres tiltak på deler av tomta som ligger nærmere skråningen enn 24 meter.

Det vurderes med dette til at gjeldene sikkerhetskrav for skråningsstabiliteten i profil A1 er $F_{af} \geq 1,25$ og $F_{cu} \geq 1,20$.

Utførte stabilitetsberegninger for profil A1 er presentert i kapittel 5.4.1. Beregningene viser at skråningsstabiliteten er for dårlig i dagens situasjon og at det må utføres stabiliserende tiltak i skråningen. Utførte beregninger for situasjon med stabiliserende tiltak i skråningen i form av avlastning på skråningstoppen og motfylling i bunnen av skråningen viser at tilstrekkelig forbedring av skråningsstabiliteten kan oppnås ved bruk av hvert av disse tiltakene eller en kombinasjon av dem.

Det vises til kapittel 5.4.1. for utfyllende beskrivelse av beregningsresultatene.

De stabiliserende tiltakene må detaljprosjekteres.

Profil A4

Topografien i profil A4 er noenlunde lik som i profil A1, men med en noe brattere og høyere skråning. Det forventes derfor sammenlignbare, om ikke dårligere, sikkerhetsfaktorer som i profil A1 dersom det er sprøbruddmateriale helt ut mot skråningskanten, og tomta ligger også nærmere skråningen. Anbefalingen om supplerende grunnundersøkelser for å kartlegge utbredelsen av sprøbruddmateriale gjentas derfor.

Steg 11: Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

Sonen og grunnundersøkelsene meldes inn til NADAG når foreliggende rapport er godkjent av uavhengig kvalitetssikrer.

5.2 LOKALSTABILITET

Utover utredningen av områdestabilitet for tiltaket, stilles det også krav til tilstrekkelig lokalstabilitet for skråninger hvor bruddflater kan gripe innunder tiltaket.

Begge boligfeltene ligger nært skråningen mot Storelva og lokalstabiliteten for denne skråninga må avklares. Det vurderes til at vurderinger av lokalstabilitet i hovedsak kun er relevant for tomtene nærmest skråningskanten. Dette gjelder tomtene 13/281, 13/282 og 13/284 i boligfelt 1 og tomtene 13/293, 13/294, 13/295 og 13/289 for boligfelt 2. Resterende tomter vurderes å være for langt unna skråningen til at lokalstabiliteten mot Storelva skal være relevant.

Den endelige dokumenteringen av dette må gjøres i detaljprosjekteringen av tiltaket. Innledende vurderinger er imidlertid utført for å kartlegge tiltakets gjennomførbarhet.

5.3 GRUNNLAG STABILITETSBEREGNINGER

5.3.1 Kritiske snitt

Det er utført stabilitetsberegninger i 4 profiler, profil A1/B/C/D. Profilenes plassering fremgår av situasjonsplanen på tegning 3002-3003.

Profil A1 beregnes med bakgrunn i utredningen av områdestabilitet.

Profil B og C representerer kritiske snitt for vurdering av lokalstabiliteten mot Storelva nordøst for boligfelt 2. Det er utført beregninger i 2 profiler for å fange opp topografiske og grunnforholdsmessige variasjoner i området. Profil C vurderes å være representativt for lokalstabiliteten for tomtene 13/293 og 13/294, mens profil B vurderes å være representativt for lokalstabiliteten for tomt 13/295.

Profil D representerer kritisk snitt for vurdering av lokalstabiliteten for skråningen mot Storelva ved boligfelt 1.

5.3.2 Lagdeling

Tolket lagdeling fremgår av beregningsprofilene, hvor lag tolket som sprøbruddmateriale er framhevet med rød skravur i beregningsprofilene. Tolkningen er basert på sonderinger og prøvetaking. Ved store avstander mellom borpunktene, i og/eller ut av planet, er lagdelingen konservativt antatt for å ta høyde for ugunstige grunnforhold.

5.3.3 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Som beskrevet i kapittel 4.4 er det utført poretrykksmålinger i 5 punkter. Grunnvannslinje og poretrykksfordeling i beregningsprofilene er valgt med grunnlag i utførte målinger.

Det er konservativt antatt hydrostatisk poretrykksfordeling under angitt grunnvannstandslinje for å ta høyde for ugunstige sesongvariasjoner som ikke er fanget opp i poretrykksmålingene.

5.3.4 Erosjon

Beregningene tar ikke hensyn til terrengendringer grunnet erosjon. Dette må følgelig tas hånd om ved vurdering av erosjonsforholdene. For skråningen mot Storelva langs boligfelt 1 er det utført erosjonssikring, dokumentert i [5]. Denne erosjonssikringa avslutter omtrent der hvor elva bøyer av mot øst ved borpunkt S5. For partiet videre langs elva frem til enden av boligfelt 2 må det utføres en erosjonsvurdering av hydrogeolog.

5.3.5 Laster

Bygnings- og snølaster

Laster fra planlagt bebyggelse og snø er generelt forenklet modellert i beregningene med en jevnt fordelt terrenglast på 10 kPa på tiltaksområdet.

Trafikklast

Det benyttet en dimensjonerende last på 19,5 kPa for trafikklast iht. N200 [6].

For profil A1 er det en snuplass mellom tomt 13/286 og skråningen. Det er inkludert full trafikklast for hele snuplassen. Dette er trolig i overkant konservativt, men da det i hovedsak er ytre deler av lasten nærmest skråningen som har betydning, vurderes det til å være en ok tilnærming. For delen av tomta utenfor snuplassen en det tatt med terrenglast.

For profil B er det i denne omgang lagt til grunn at bebyggelsen på tomta ikke strekker seg utover skråningskanten med en eventuell fylling her. Dette vil være stabilitetsmessig utfordrende og videre vurderinger for dette overlates til detaljprosjekteringen.

For profil C og D er terrenglasten medtatt for hele tiltaksområdet. For profil C vurderes veien (Melen) til å være såpass langt inne på profilet at det er tilstrekkelig å legge til grunn at den er innbakt i terrenglasten. For profil D er veien mellom boligfeltet og skråningen tatt med.

5.3.6 Prekonsolideringsforhold

Tolket overkonsolideringsgrad (OCR) fra utførte ødometerforsøk i borpunkt S8 og S14 på platået er listet i Tabell 1. Forsøkene indikerer en relativt lav overkonsolideringsgrad på området, med oppnådde verdier er mellom ca. 1,3 – 1,7.

Tabell 1: Tolket OCR fra utførte ødometerforsøk

Punkt	Dybde [m]	P _o ' [kPa]	P _c ' [kPa]	OCR [-]	Kvalitet	
					e/e ₀	Moc/ML
S8	4,5	83	140	1,69	Dårlig	meget god til perfekt
S8	7,6	110	160	1,45	Dårlig	Dårlig
S14	8,8	156	210	1,34	God til brukbar	God til ganske god
S14	10,6	172	270	1,57	God til brukbar	God til ganske god

5.3.7 Materialparametere

I dette kapitlet presenteres grunnlag for valg av materialparametere brukt i stabilitetsberegningene. Valgte parametere fremgår på stabilitetsberegningene på tegning 3008-3012.

Kvalitet av grunnundersøkelsene

54 mm sylindprøver av sprøbruddmateriale vurderes å ligge i kvalitetsklasse 1 – 2 i henhold til [7].

Vurdering av kvaliteten av treaksialforsøkene er vist i Tabell 2 Bestemmelse av prøve kvalitet er basert på overkonsolideringsgrad og endring i porettall i henhold til tabell 6 i [7].

Vurdering av kvaliteten av ødometerforsøkene er vist i Tabell 1. Bestemmelse av prøve kvalitet er basert på overkonsolideringsgrad/ending i porettall og forholdstallet Moc/ML i henhold til [8].

Kvalitet på utførte trykksønderinger (CPTU) tilfredsstillende anvendelsesklasse 1 i alle sønderingene. Dokumentasjon av måledata er gitt i geoteknisk datarapport [3].

Tabell 2: Kvalitetsvurdering av utførte treaksialforsøk

Punkt	Dybde [m]	Forsøk nr.	Type forsøk	e/e ₀	OCR [-]	Kvalitet
S8	10,40	1	CAUA	0,888	1-2	Veldig dårlig
S8	13,55	2	CAUA	0,061	1-2	God til brukbar
S8	13,65	3	CAUA	0,080	1-2	Dårlig
S14	13,45	4	CAUA	0,050	1-2	God til brukbar
S14	13,60	5	CAUA	0,079	1-2	Dårlig

Romvekt

Benyttet romvekt for løsmassene i stabilitetsberegningene er valgt ut fra utførte laboratorieundersøkelser samt erfaringsverdier fra [9].

Udrenert skjærfasthet

Profil for udrenert aktiv skjærfasthet (c_{uA}) er valgt på grunnlag av utførte trykksonderinger (CPTU), laboratorieundersøkelser, empiriske korrelasjoner og SHANSEP-metoden. Tolket CPTU er vist i vedlegg 4 – 7. Valgt skjærfasthetsprofil fremgår av tolkingsdiagrammene.

Registrert skjærfasthet fra konus- og enaksialforsøk antas å representere prøvens direkte skjærfasthet og er omregnet til aktiv skjærfasthet etter ADP-forhold beskrevet nedenfor.

For de empiriske korrelasjonene er den poretrykksbaserte etter Karlsrud vektet i hovedsak.

SHANSEP er bestemt ut fra sammenhengen $c_{uA} = \alpha \cdot OCR^m \cdot p_0'$. Basert samtolkning av utførte CPTU-sonderinger er $\alpha = 0,28$ og $m = 0,65$ lagt til grunn.

I de udrenerte stabilitetsberegningene hensyntas leiras spenningsanisotropi (ADP-analyse). Fasthetsprofilen er lagt inn som udrenert aktiv skjærfasthet c_{uA} for leire. Direkte og passiv skjærfasthet er beregnet ut fra følgende ADP-faktorer:

- $c_{uD} = 0,63 \cdot c_{uA}$
- $c_{uP} = 0,35 \cdot c_{uA}$

Anisotropifaktorene er basert på anbefalinger for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering av norske leirer [10], hvor verdiene er korrelert mot plastisitetsindeksen, I_p . Det er ikke utført passive treaksialforsøk eller andre forsøk for å kunne benytte andre ADP-verdier for dette prosjektet.

Effektiv skjærfasthet

For effektivspenningsanalysene er det benyttet tolkede verdier fra utførte treaksialforsøk og erfaringsverdier i henhold til [9]. Tolkede treaksialforsøk er presentert i vedlegg 8 – 10.

Oppsummering av materialparametere

Romvekt og styrkeparametere benyttet i beregningsprofilene er oppsummert i Tabell 3.

Tabell 3: Oppsummering av materialparametere benyttet i stabilitetsberegningene.

Materiallag	Romvekt	s_u -analyse	$\alpha\varphi$ -analyse			
	γ [kN/m ³]	s_u [kPa]	φ [°]	$\tan \varphi$ [-]	a [kPa]	c' [kPa]
Sand/grus 1	19.0	-	33	0,65	0	0
Sand/grus 2	19.0	-	35	0,70	0	0
Leire 1	19.0	c-profil	23	0,42	15	6,5
Leire 2	19.0	c-profil	20	0,36	15	5,5
Sprøbrudd 1	19.0	c-profil	23	0,42	15	6,5

5.3.8 Programvare brukt i stabilitetsberegningene

Beregninger for skråningsstabilitet er utført etter grenselikevektsmetoden (LEM) i beregningsprogrammet GeoSuite Stability.

5.3.9 3D-effekter/sidefriksjon

For beregninger hvor sidefriksjon (3D-effekter) er inkludert er dette angitt på beregningen. Sidefriksjon angis i GeoSuite stability etter følgende formel

$$\text{Sidefriksjon} = \frac{2}{\text{Skråningsbredde}}$$

Ved å sette inn den faktiske skråningsbredden antas full utnyttelse av sidefriksjonen. Størrelsen på utnyttet 3D-effekt angis i prosent og kommer fra uttrykket

$$\text{Sidefriksjon} = \frac{2}{\text{Skråningsbredde}} * (\% \text{ utnyttet sidefriksjon})$$

Håndbok V220 anbefaler at det maksimalt utnyttes 50 % av sidefriksjonen i beregningene.

5.4 RESULTATER STABILITETSBEREGNINGER

Beregningsresultater fra stabilitetsberegningene er presentert på tegning 3008-3012. Av tegningene fremgår kritiske bruddflater og tilhørende sikkerhetsfaktorer fra beregningene.

Resultatene for de ulike beregningsprofilene er diskutert i kapittel 5.4.1 - 5.4.4.

5.4.1 Profil A1

Oppnådde sikkerhetsfaktorer i beregningene i profil A1 er presentert i Tabell 4 og 5. Gjeldende krav til sikkerhet er $F_{af} \geq 1,25$ og $F_{cu} \geq 1,20$ som følge av at skråningen er vurdert å være utenfor tiltakets influensområde.

Stabilitetsberegninger for dagens situasjon

Som vist på tegning 3008 og i Tabell 4 er skråningsstabiliteten for lav i dagens situasjon. Det må følgelig utføres stabiliserende tiltak i skråningen for å oppnå tilstrekkelig prosentvis økning av sikkerhetsfaktorene som beskrevet i kapittel 5.1.

Gjeldende krav til forbedring følger stiplede linje i figur 3.3 i [1]. Kravet til sikkerhetsfaktor etter forbedring, F_{krav} , kan uttrykkes ved formelen

$$F_{krav} = F_{f\ddot{o}r} \cdot (1 + (1,4 - F_{f\ddot{o}r}) \cdot 0,25)$$

Det legges til grunn at det ikke kreves forbedring utover opprinnelig krav ($F_{af} \geq 1,25$ og $F_{cu} \geq 1,20$).

Stabiliserende tiltak

Prosentvis forbedring av stabiliteten kan kun oppnås ved bruk av topografiske tiltak, som innebærer avlastning av terrenget på skråningstopp og/eller etablering av motfylling i bunnen av skråningen.

Det er utført stabilitetsberegninger for situasjon med disse stabiliserende tiltakene. Avlastningen er modellert ved å trekke ned terrengoverflaten i aktuelt område, mens motfyllinga er modellert i form av en tilleggsbelastning i skråningsbunnen.

Det er utført beregninger for avlastning og motfylling hver for seg, men disse tiltakene kan også kombineres. Beregningene har som hensikt å vise at tilstrekkelig stabilitet kan oppnås ved bruk av tiltakene, men er ikke en detaljprosjektering av tiltakene. Tiltakene må detaljprosjekteres når det er landet på hvilken stabiliserende metode som skal benyttes.

Stabilitetsberegninger med stabiliserende tiltak

Oppnådde sikkerhetsfaktorer for stabilisert situasjon i profil A1 er vist i tegning 3009.

Beregningene viser tilfredsstillende forbedring av kritiske sirkler for dagen situasjon ved å avlaste ca. 1-2 meter av terrenget på skråningstoppen. I denne avlastninga må det sørges for at alle kritiske bruddflater blir tilstrekkelig forbedret. Det vesentlig her er at det blir avlastet tilstrekkelig fremst mot skråningskanten med hensyn på sikkerhetsfaktor for effektivspenningsanalysen.

Beregningene viser at tilfredsstillende forbedring også kan oppnås ved å fylle opp en effektiv last på 12 kPa i bunnen av skråningen, noe som utgjør i størrelsesorden ca. 0,5 - 1,0 meter med steinfylling.

Tabell 4: Oppsummering av oppnådde sikkerhetsfaktorer for dagens situasjon i profil A1

Profil A1 Dagens situasjon	Analyse	Oppnådd g _M	Krav g _M	Krav oppnådd?	Nytt krav g _M
Sirkulær bruddflate	ADP	1,15	1,20	nei	1,20
Sirkulær bruddflate	af	1,15	1,25	nei	1,22
Plan bruddflate	ADP	2,08	1,20	ja	-
Plan bruddflate	af	3,37	1,25	ja	-

Table 5: Oppsummering av oppnådde sikkerhetsfaktorer for stabilisert situasjon i profil A1

Profil A1 Stabilisert situasjon	Analyse	Oppnådd g _M	Krav g _M	Krav oppnådd?
Med avlastning				
Sirkulær bruddflate	ADP	1,44	1,20	ja
Sirkulær bruddflate	af	1,24	1,22	ja
Med motfylling				
Sirkulær bruddflate	ADP	1,20	1,20	ja
Sirkulær bruddflate	af	1,22	1,22	ja

5.4.2 Profil B

Oppnådde sikkerhetsfaktorer i beregningene i profil B er presentert i Tabell 6.

Stabilitetsberegninger for dagens situasjon

Stabilitetsberegninger for dagens situasjon i profil B er presentert på tegning 3010. Beregningene viser tilstrekkelig stabilitet for skråningen under beregningsforutsetningene. Tomt 13/295 vurderes med det generelt til å være byggar.

Tomta ligger imidlertid svært tett på og delvis ut i skråningen, og det kan ved direktefundamentering stedvis bli større laster enn det som er som er hensyntatt i beregningsforutsetningene.

Det må derfor i detaljprosjekteringa vurderes hvor nært skråningskanten det kan bygges og om det eventuelt må bygges med kjeller her for å unngå tilleggslast på terrenget.

Tabell 6: Oppsummering av oppnådde sikkerhetsfaktorer for dagens situasjon i profil B

Profil B Dagens situasjon	Analyse	Oppnådd g_M	Krav g_M	Krav oppnådd?
Sirkulær bruddflate	ADP	1,42	1,40	ja
Sirkulær bruddflate	af	1,50	1,25	ja
Plan bruddflate	ADP	1,92	1,40	ja
Plan bruddflate	af	2,41	1,25	ja

5.4.3 Profil C

Oppnådde sikkerhetsfaktorer i beregningene i profil C er presentert i Tabell 7.

Stabilitetsberegninger for dagens situasjon

Stabilitetsberegninger for dagens situasjon i profil C er presentert på tegning 3011. Beregningene viser tilstrekkelig stabilitet ved bruk av noe sidefriksjon i beregningene. Bruk av sidefriksjon vurderes her å være ok da profilet er plassert innerst i en «bolle» i skråninga, og at det da vil bli et bidrag av sidekrefter for bruddsirkler av den størrelsen som er beregnet.

Tabell 7: Oppsummering av oppnådde sikkerhetsfaktorer for dagens situasjon i profil C

Profil C Dagens situasjon	Analyse	Oppnådd g_M	Krav g_M	Krav oppnådd?
Sirkulær bruddflate	ADP	1,60	1,40	ja
Sirkulær bruddflate	af	1,41	1,25	ja
Plan bruddflate	ADP	3,97	1,40	ja
Plan bruddflate	af	3,97	1,25	ja

5.4.4 Profil D

Oppnådde sikkerhetsfaktorer i beregningene i profil D er presentert i Table 8

Beregninger for dagens situasjon

Stabilitetsberegninger for dagens situasjon i profil D er presentert på tegning 3012. Beregningene viser tilstrekkelig stabilitet for skråninga.

Table 8: Oppsummering av oppnådde sikkerhetsfaktorer for dagens situasjon i profil D

Profil D Dagens situasjon	Analyse	Oppnådd g_M	Krav g_M	Krav oppnådd?
Sirkulær bruddflate	ADP	2,21	1,40	ja
Sirkulær bruddflate	af	2,46	1,25	ja
Plan bruddflate	ADP	4,88	1,40	ja
Plan bruddflate	af	4,88	1,25	ja

5.5 OPPSUMMERING STABILITETSVURDERINGER

5.5.1 Områdestabilitet

Basert på utredningen av områdestabilitet kreves det videre arbeider for følgende tomter for å avklare områdestabiliteten:

Tomt 13/286

Det må utføres stabiliserende tiltak i skråningen i form av terrengavlastning, motfylling eller en kombinasjon av disse. De stabiliserende tiltakene må detaljprosjekteres og dokumenteres.

Tomt 13/(288-289)

Det må utføres supplerende grunnundersøkelser for å avdekke et eventuelt lag med sprøbruddmateriale ut mot skråningskanten her.

Resterende tomter er avklart med hensyn på områdestabilitet uten videre tiltak.

5.5.2 Lokalstabilitet

Basert på utførte beregninger vurderes samtlige tomter til å være byggbare med hensyn på lokalstabilitet. Det må i detaljprosjekteringen vurderes om det er behov for å bygge med kjeller for å unngå tilleggslast på terrenget for noen av tomtene. Dette gjelder i hovedsak tomt 13/(294-295) som ligger tett på skråninga mot Storelva ved profil B.

6. ØVRIGE GEOTEKNISKE VURDERINGER

6.1 FUNDAMENTERING

Planlagt småhusbebyggelse innebærer relativt små laster. For begge boligfeltene består grunnen av et topplag på minimum 3 meter med sand/grus en relativt dyptliggende grunnvannsstand. Det forventes derfor uproblematiske fundamenteringsforhold med hensyn på grunnens bæreevne og setninger samt utgraving for byggene.

7. VIDERE ARBEIDER

7.1 TILTAK FOR AVKLARING AV OMRÅDESTABILITET

Nødvendige stabiliserende tiltak for skråningen i profil A1 må detaljprosjekteres og utføres. Tiltakene burde sees i sammenheng med eventuell nødvendig erosjonssikring av skråningen.

Det må utføres supplerende grunnundersøkelser ved profil A1 for å kartlegge eventuell forekomst av sprøbruddmateriale ut mot skråningskanten.

7.2 EROSJONSVURDERING

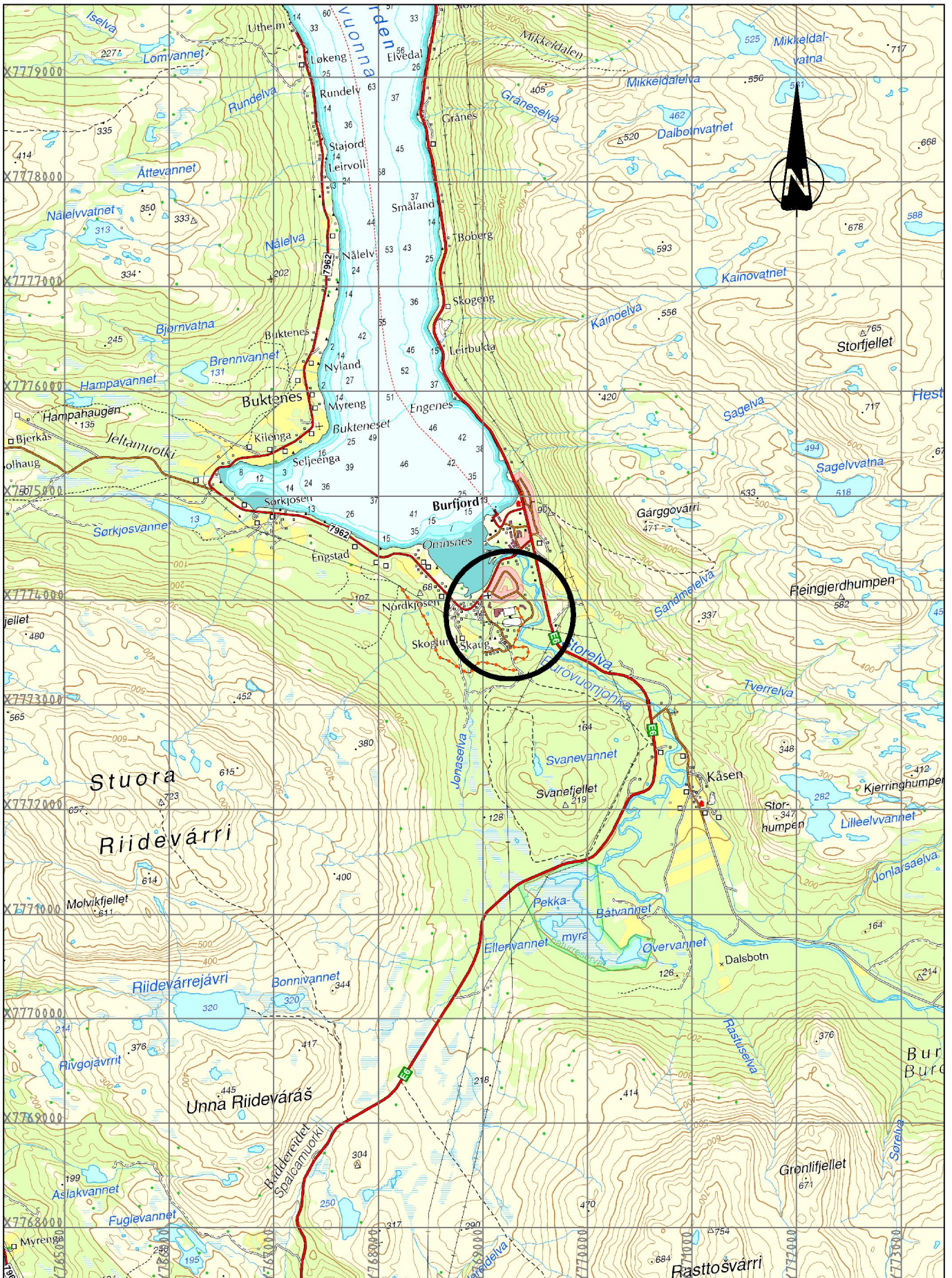
Det må utføres en vurdering av behov for erosjonssikring av skråningen mot Storelva fra borpunkt S5 til enden av boligfelt 2.

7.3 DETALJPROSJEKTERING

Det må utføres geoteknisk detaljprosjektering av fundamenteringsforhold og lokalstabilitet for tiltaket ved byggesak.

REFERANSER

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2020.
- [2] Rambøll Norge AS, «1110782B GS-bru/-veg, Burfjord,» Statens vegvesen, 2012.
- [3] Rambøll Norge AS, «RNO2022N00500-RAM-RP-00001 Geoteknikk og GU Burfjord - Stormo,» 2022.
- [4] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Rapport 9/2020 Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred - Metodebeskrivelse,» 2020.
- [5] NVE, «20958 Storelva i Burfjord - krisetiltak - Kvæningen kommune,» 2021.
- [6] Statens vegvesen, «N200 Vegbygging,» 2021.
- [7] Norsk Geoteknisk Forening (NGF) , «Veiledning for prøvetaking,» rev. 2013.
- [8] NIFS, «Rapport 41/2013 State of the art: Blokkprøver,» 2013.
- [9] Statens vegvesen, «Håndbok V220 Geoteknikk i veibygging,» 2022.
- [10] NIFS, «Rapport 14/2014 En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» 2014.
- [11] NIFS, «Rapport 77/2014 Valg av karakteristisk cuA-prosil basert på felt- og laboratorieundersøkelser,» 2014.



00	01.02.2023		KRAS	BAGJ	BAGJ
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Gockj

Oppdrag nr: 1350051224 Målestokk: 1: 50 000 Status: Reguleringsplan

Geoteknikk og GU Burfjord
Kvænangen kommune

OVERSIKTSKART

UTM33 (EUREF89): 07686 77739



Ramboll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Tr.heim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

Tegning nr:

Rev:

3001

00



FORKLARING - BORING	
Boring type (symbol)	Terrengkote
Borpunkt nr.	Fjellkote
	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)

01.02.2023	KRAS BAGJ BAGJ
REV. DATO ENDRING	TEGN KONTR GODKJ
TEGNINGSSTATUS	

RAMBOLL
 Rambøll Norge AS, P.b 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00, www.ramboll.no

OPPDRAG	Geoteknikk og GU Burfjord
OPPDRAGSGIVER	Kvænangen kommune

INNHOOLD	SITUASJONSPLAN DEL 1
	● Påvist/tolket sprøbruddmateriale
	● Sprøbruddmateriale utelukket
	● Mulig sprøbruddmateriale

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350051224	1:2000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
3002			



02.02.2023	KRAS	BAGJ	BAGJ
REV.	DATO	ENDRING	TEGN KONTR GODKJ
TEGNINGSSTATUS			

RAMBOLL

Rambøll Norge AS, P.b 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00, www.ramboll.no

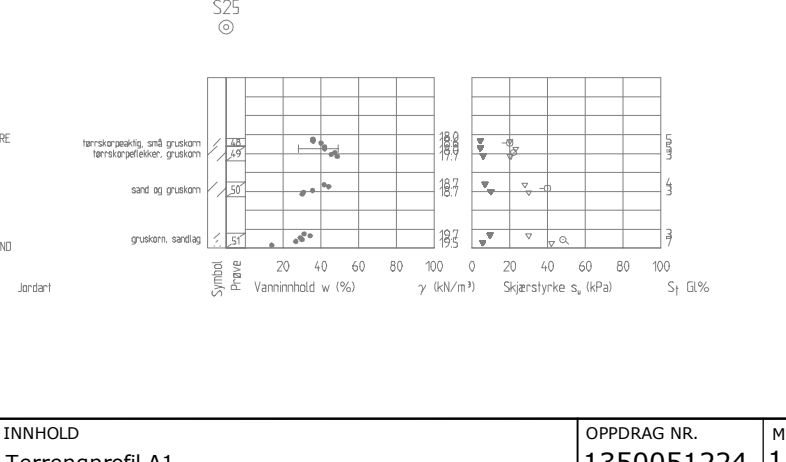
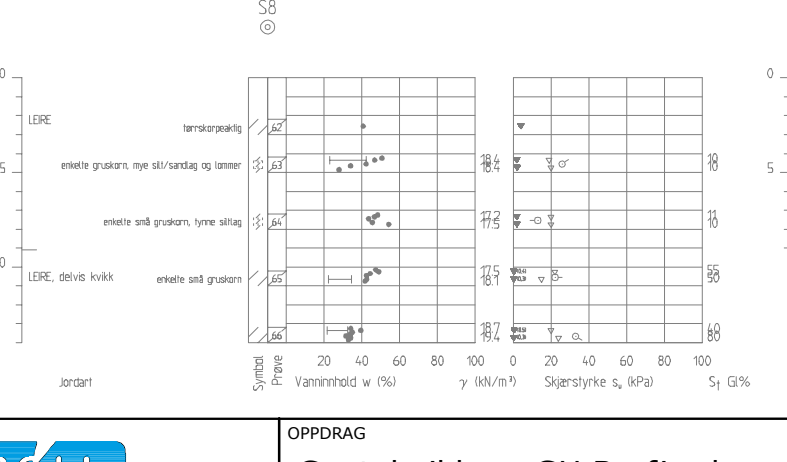
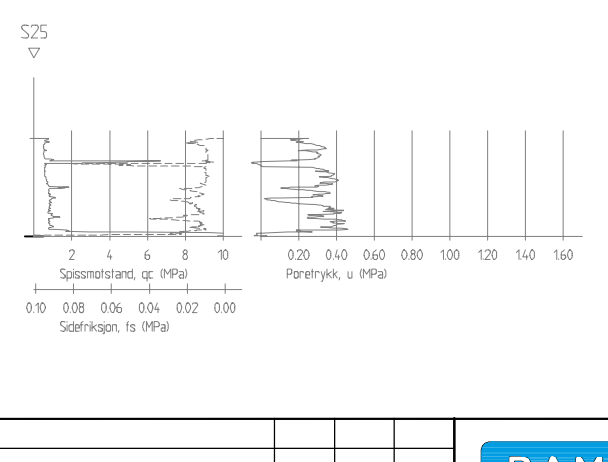
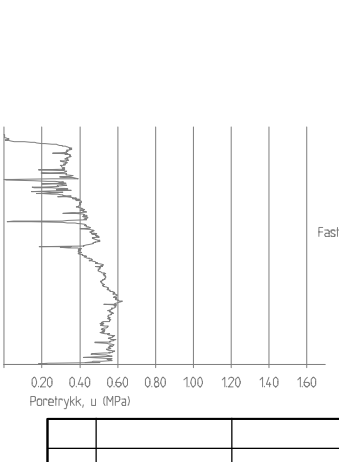
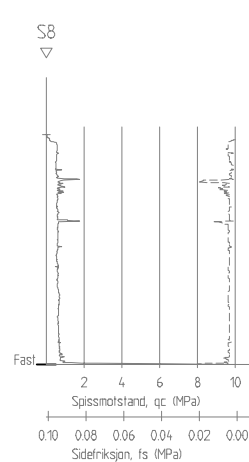
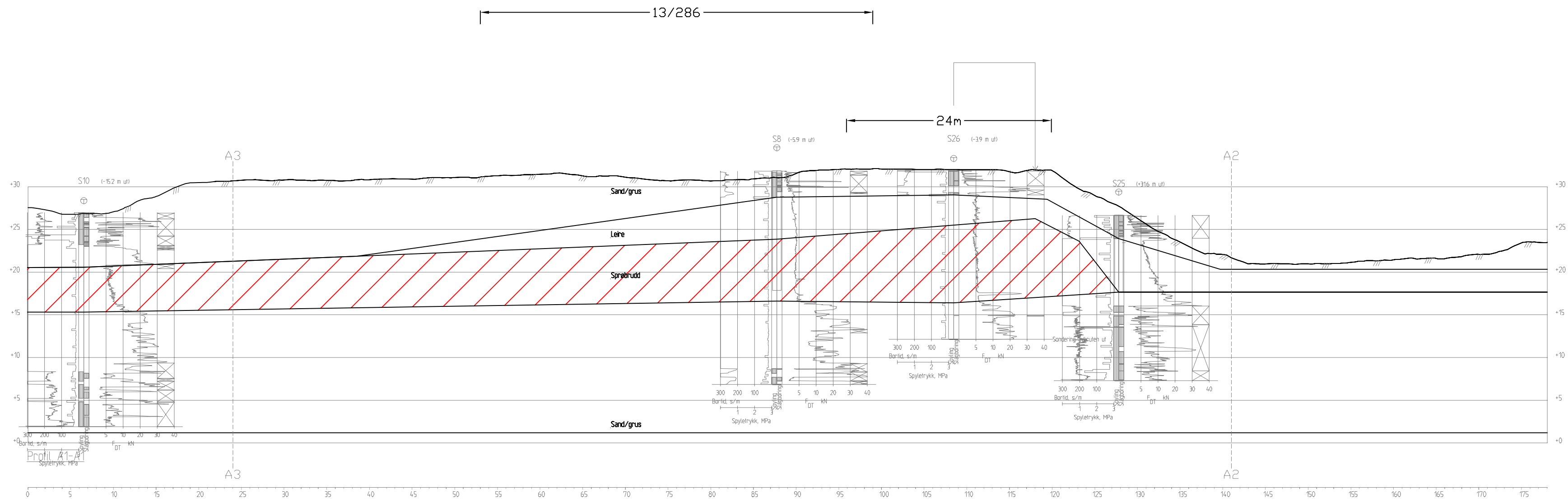
OPPDRAG
Geoteknikk og GU Burfjord

OPPDRAGSGIVER
Kvænangen kommune

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN DEL 2

- Påvist/tolket sprøbruddmateriale
- Sprøbruddmateriale utelukket
- Mulig sprøbruddmateriale

OPPDRAG NR. 1350051224	MÅLESTOKK 1:2000	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 3003		REV.	



0	01.02.2023		KRAS	BAGJ	BAGJ
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL

Ramboll Norge AS, P.b 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00, www.ramboll.no

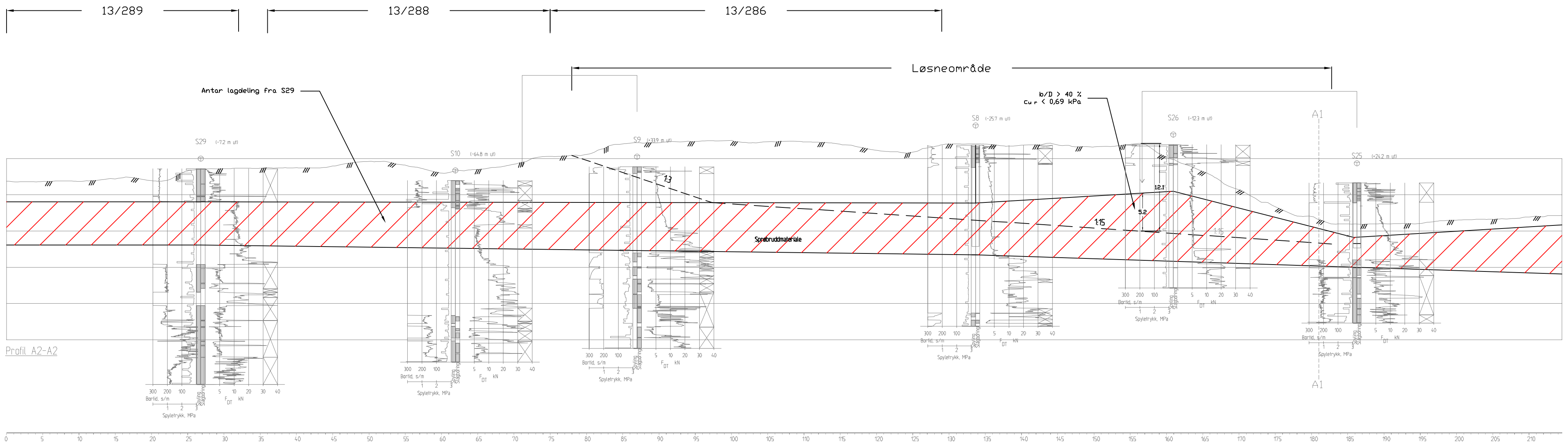
OPPDRAG
Geoteknikk og GU Burfjord

OPPDRAGSGIVER
Kvæningen kommune

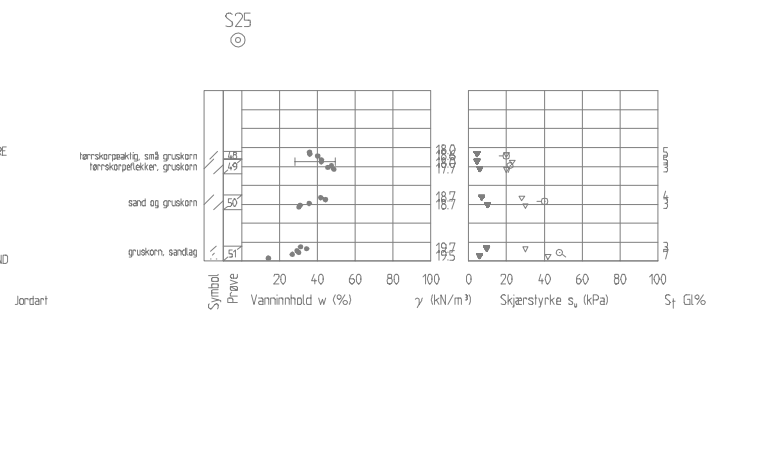
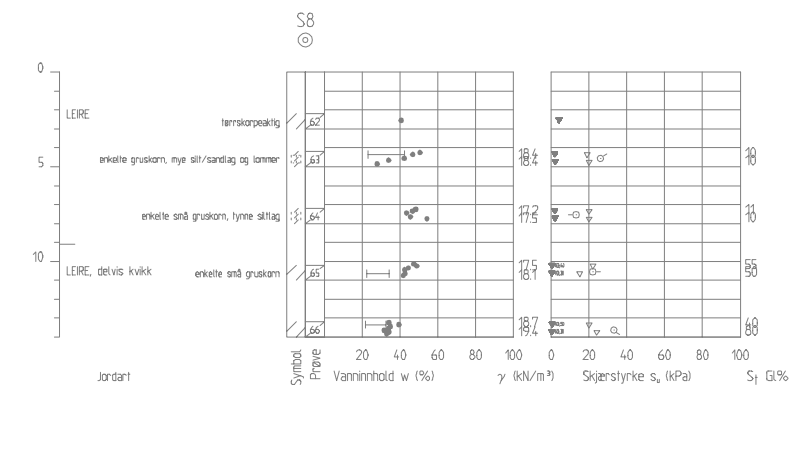
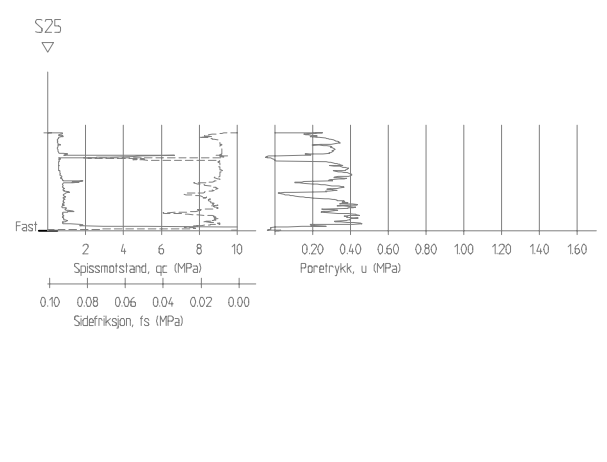
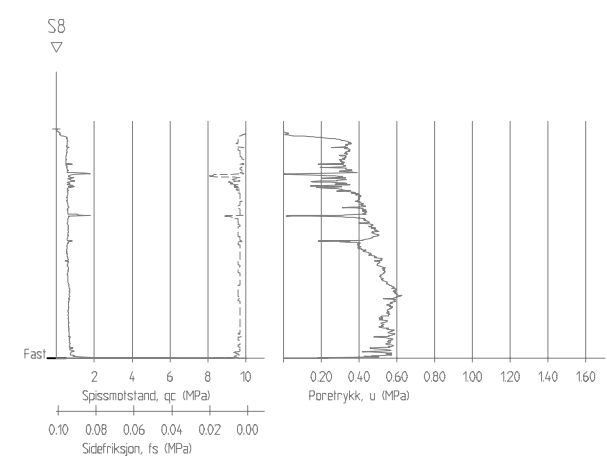
INNHOOLD
Terrenprofil A1

Vurdering av grunnforhold

OPPDRAG NR. 1350051224	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR. 3004	REV. 00



Profil A2-A2



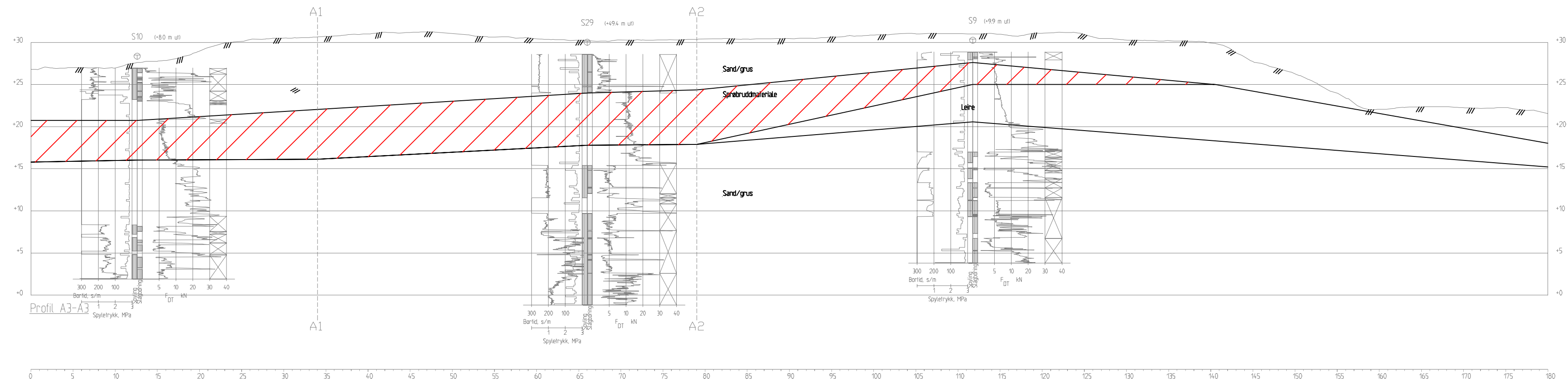
0	01.02.2023		KRAS	BAGJ	BAGJ
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Rambøll Norge AS, P.b 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00, www.ramboll.no

OPPDRAG
Geoteknikk og GU Burfjord
 OPPDRAGSGIVER
Kvæningen kommune

INNHOOLD
Profil A2
 Vurdering av løsneområde etter
 NGI-metoden

OPPDRAG NR. 1350051224	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR. 3005	REV. 00



0	01.02.2023		KRAS	BAGJ	BAGJ
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



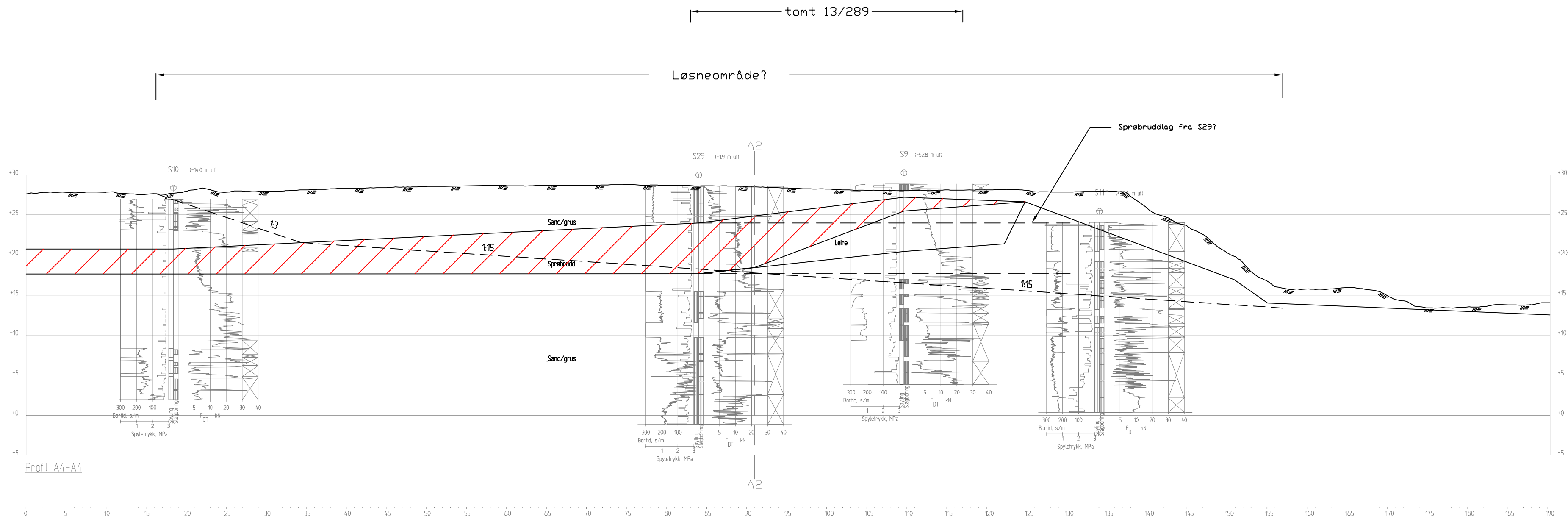
Ramboll Norge AS, P.b 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00, www.ramboll.no

OPPDRAG
Geoteknikk og GU Burfjord

OPPDRAGSGIVER
Kvæningen kommune

INNHold
Terrengprofil A3
Vurdering av grunnforhold

OPPDRAG NR. 1350051224	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 3006		REV. 00	



Profil A4-A4

0	01.02.2023		KRAS	BAGJ	BAGJ
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



Ramboll Norge AS, P.b 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00, www.ramboll.no

OPPDRAG
Geoteknikk og GU Burfjord
OPPDRAGSGIVER
Kvæningen kommune

INNHold
Terrengprofil A4
Vurdering av grunnforhold

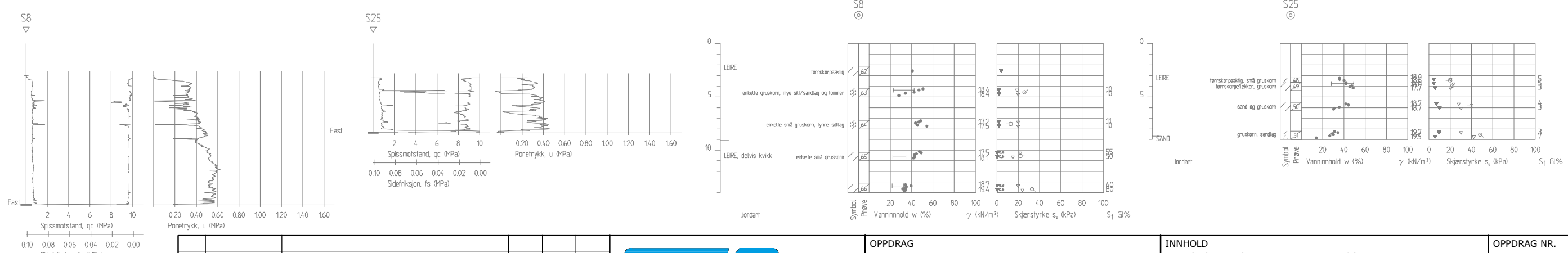
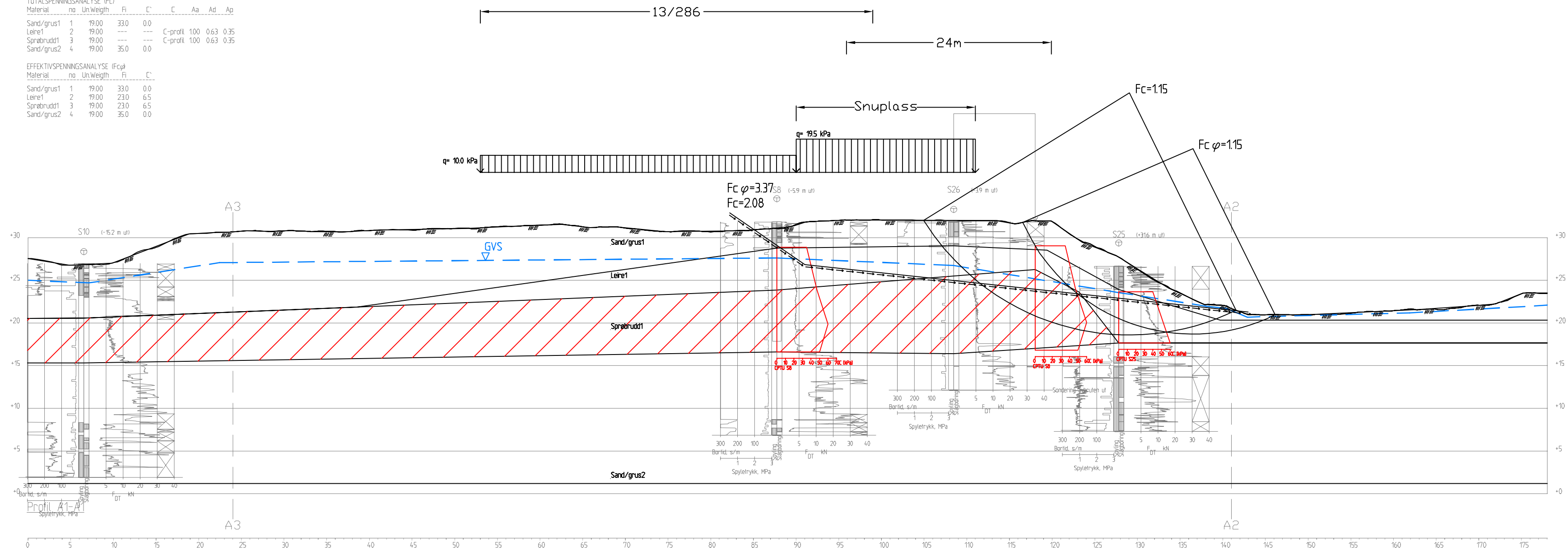
OPPDRAG NR. 1350051224	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 3007		REV.	00

TOTALSPENNINGSANALYSE (Fc)

Material	no	Un	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Sand/grus1	1	19.00	33.0	0.0					
Leire1	2	19.00	---	---	C-profil	100	0.63	0.35	
Sprøbrudd1	3	19.00	---	---	C-profil	100	0.63	0.35	
Sand/grus2	4	19.00	35.0	0.0					

EFFEKTIVSPENNINGSANALYSE (Fcφ)

Material	no	Un	Weight	Fi	C
Sand/grus1	1	19.00	33.0	0.0	
Leire1	2	19.00	23.0	6.5	
Sprøbrudd1	3	19.00	23.0	6.5	
Sand/grus2	4	19.00	35.0	0.0	



0	01.02.2023		KRAS	BAGJ	BAGJ
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Rambøll Norge AS, P.b 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00, www.ramboll.no

OPPDRAG
Geoteknikk og GU Burfjord
 OPPDRAGSGIVER
Kvæningen kommune

INNHOOLD
Stabilitetsberegning profil A1
 Dagens situasjon

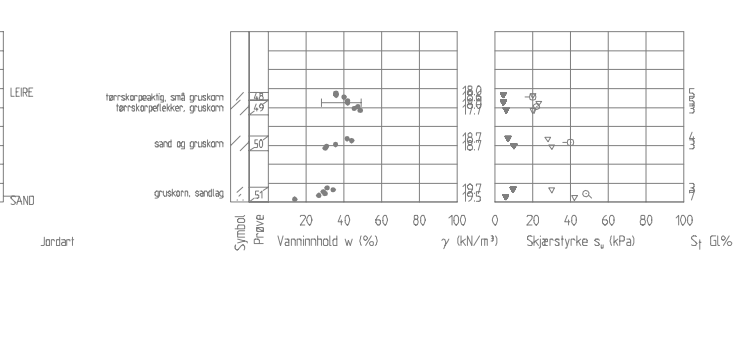
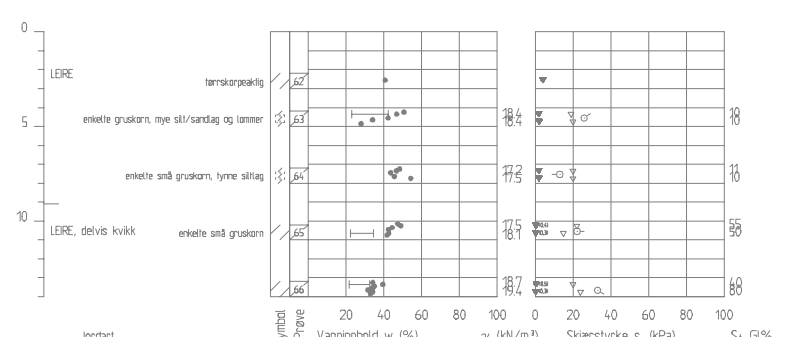
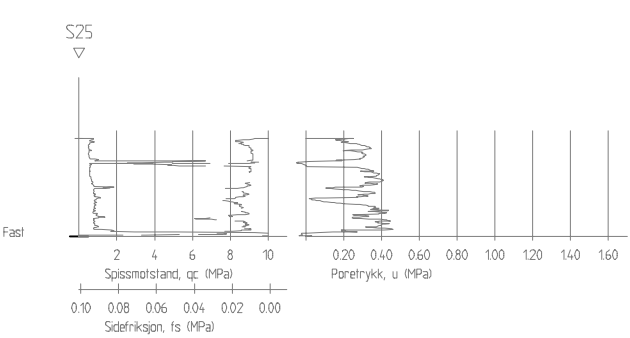
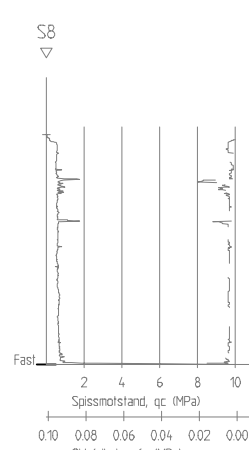
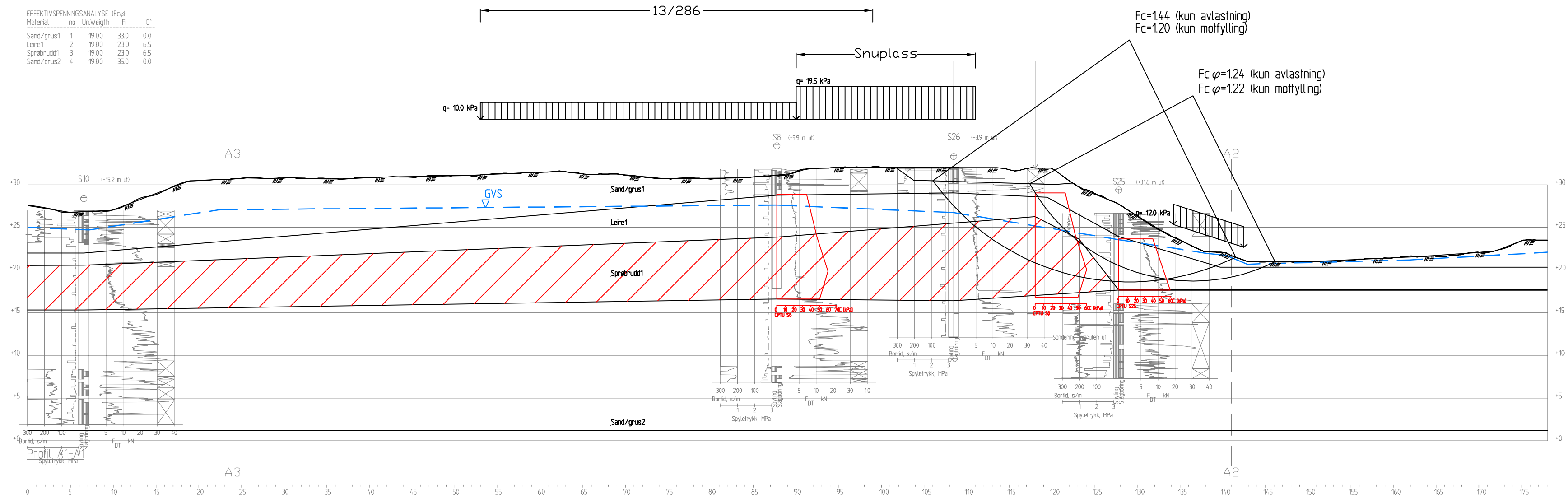
OPPDRAG NR. 1350051224	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR. 3008	REV. 00

TOTALSPENNINGSANALYSE (Fc)

Material	no	Un	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Sand/grus1	1	19.00	33.0	0.0					
Leire1	2	19.00	---	---	C-profil	100	0.63	0.35	
Sprøbrudd1	3	19.00	---	---	C-profil	100	0.63	0.35	
Sand/grus2	4	19.00	35.0	0.0					

EFFEKTIVSPENNINGSANALYSE (Fcφ)

Material	no	Un	Weight	Fi	C
Sand/grus1	1	19.00	33.0	0.0	
Leire1	2	19.00	23.0	6.5	
Sprøbrudd1	3	19.00	23.0	6.5	
Sand/grus2	4	19.00	35.0	0.0	



0	01.02.2023		KRAS	BAGJ	BAGJ
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL

Ramboll Norge AS, P.b 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00, www.ramboll.no

OPPDRAG
Geoteknikk og GU Burfjord

OPPDRAGSGIVER
Kvæningen kommune

INNHOOLD
Stabilitetsberegning profil A1

Med stabiliserende tiltak

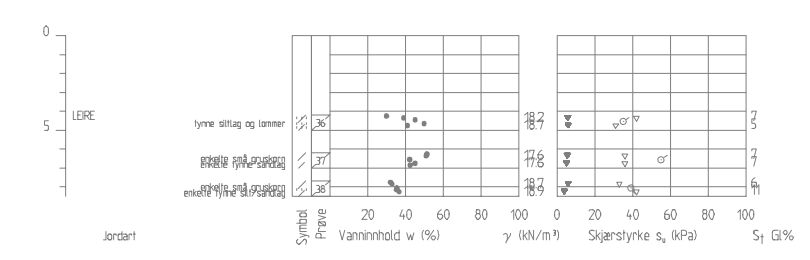
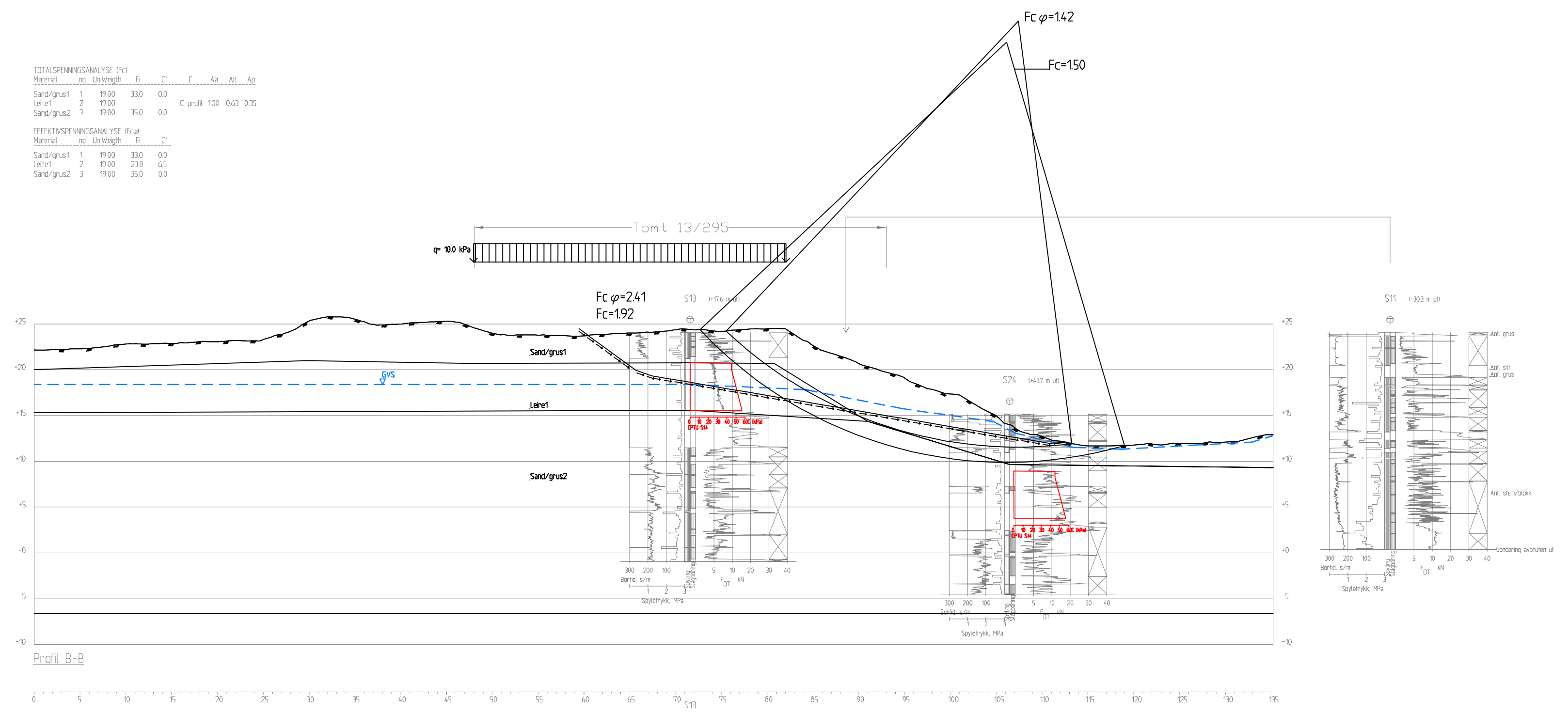
OPPDRAG NR. 1350051224	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR. 3009	REV. 00

TOTALSPENNINGSANALYSE (Fc)

Material	no	Un	Weght	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Sand/grus1	1	19.00	33.0	0.0					
Leire1	2	19.00	---	---	C-profil	100	0.63	0.35	
Sand/grus2	3	19.00	35.0	0.0					

EFFEKTIVSPENNINGSANALYSE (Fcφ)

Material	no	Un	Weght	Fi	C
Sand/grus1	1	19.00	33.0	0.0	
Leire1	2	19.00	23.0	6.5	
Sand/grus2	3	19.00	35.0	0.0	



0	01.02.2023		KRAS	BAGJ	BAGJ
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL

Ramboll Norge AS, P.b 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00, www.ramboll.no

OPPDRAG
Geoteknikk og GU Burfjord

OPPDRAGSGIVER
Kvæningen kommune

INNHold
Stabilitetsberegning profil B

Dagens situasjon

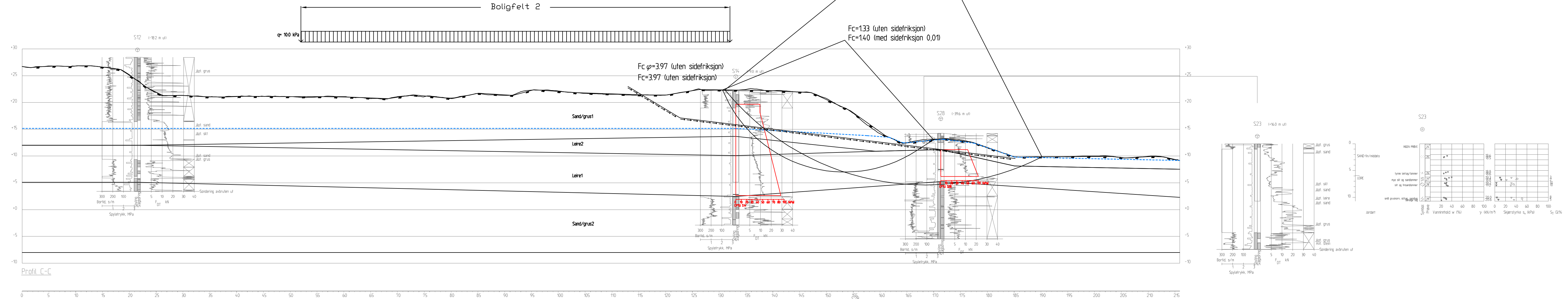
OPPDRAG NR. 1350051224	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR. 3010	REV. 00

TOTALSPENNINGSANALYSE (Fc)

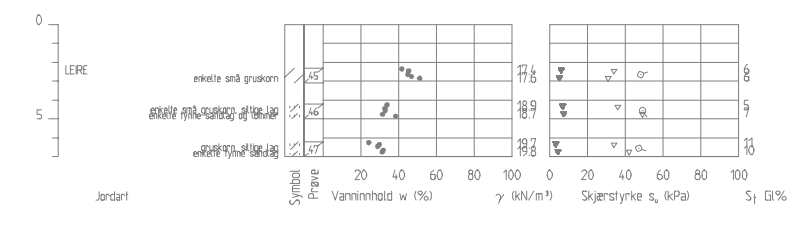
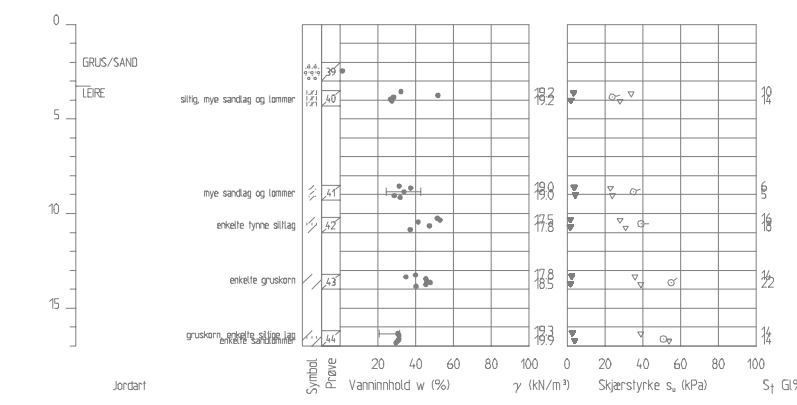
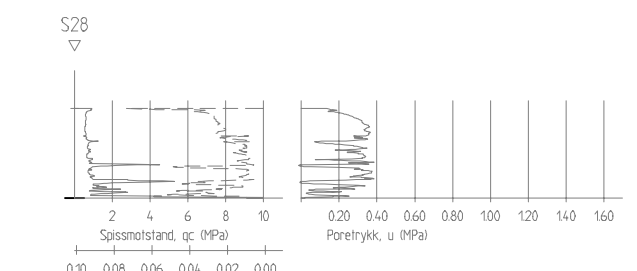
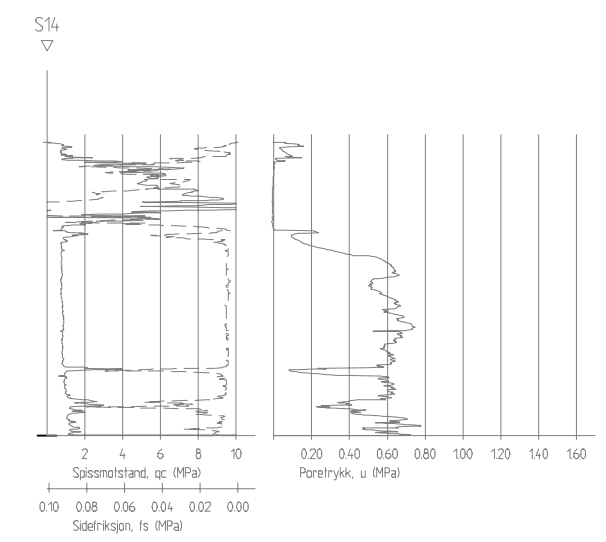
Materiale	no	Un	Wegth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Sand/grus1	1	19.00	33.0	0.0					
Leire1	2	19.00	---	---	C-profil	100	0.63	0.35	
Leire1	3	19.00	---	---	C-profil	100	0.63	0.35	
Sand/grus2	4	19.00	35.0	0.0					

EFFEKTIVSPENNINGSANALYSE (Fc_{eff})

Materiale	no	Un	Wegth	Fi	C
Sand/grus1	1	19.00	33.0	0.0	
Leire1	2	19.00	23.0	6.5	
Leire2	3	19.00	20.0	5.5	
Sand/grus2	4	19.00	35.0	0.0	



Profil C-C



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
0	01.02.2023				

TEGNINGSSTATUS

RAMBOLL
 Ramboll Norge AS, P.b 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00, www.ramboll.no

OPPDRAG
Geoteknikk og GU Burfjord
 OPPDRAGSGIVER
Kvæningen kommune

INNHold
Stabilitetsberegning profil C
 Dagens situasjon

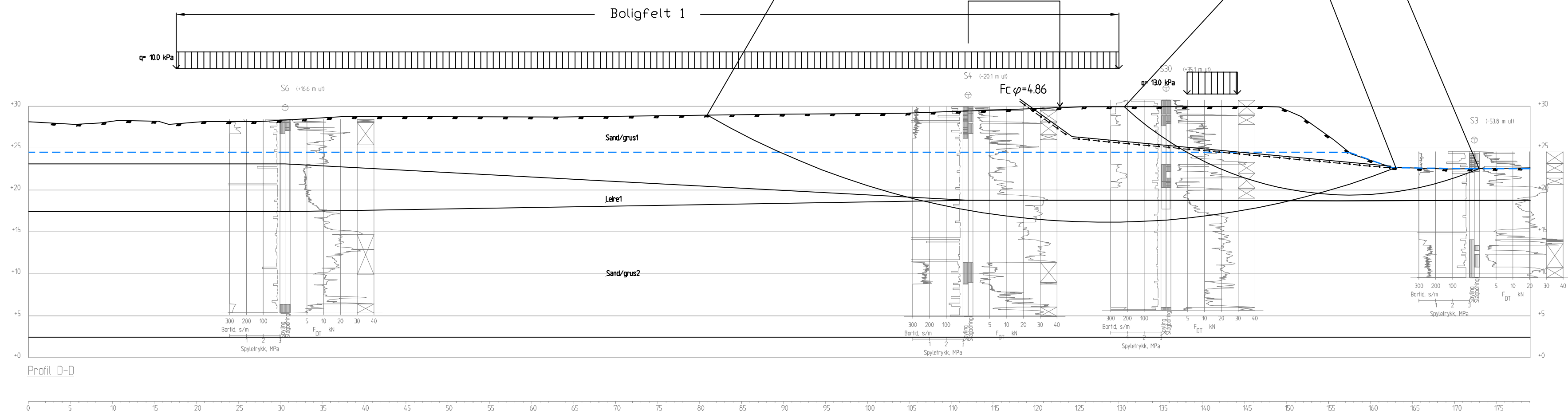
OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350051224	1:400 (A3XL)		
TEGNING NR.		REV.	
3011		00	

TOTALSPENNINGSANALYSE (Fc)

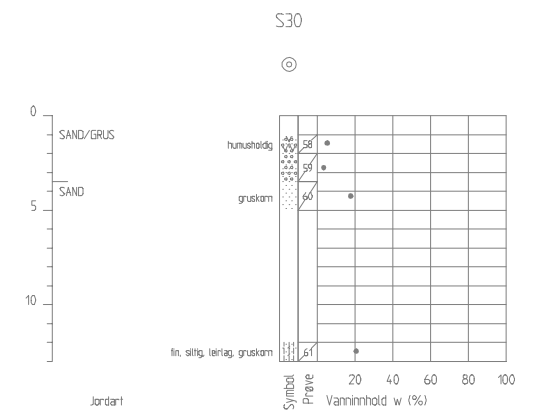
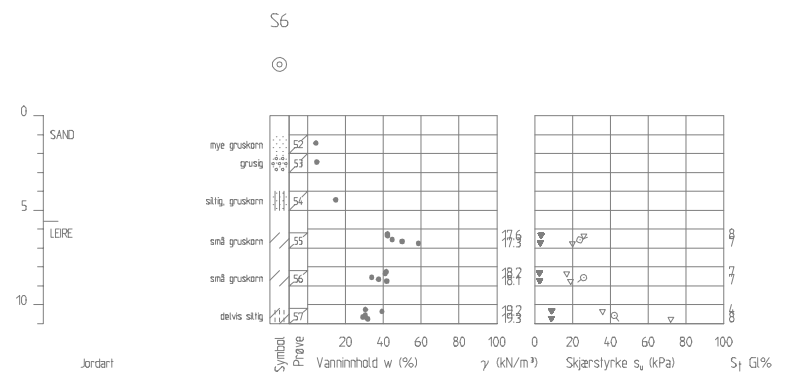
Material	no	Un	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Sand/grus1	1	19.00	33.0	0.0					
Leire1	2	19.00	---	---	40.0	100	0.63	0.35	
Sand/grus2	3	19.00	35.0	0.0					

EFFEKTIVSPENNINGSANALYSE (Fcφ)

Material	no	Un	Weight	Fi	C
Sand/grus1	1	19.00	33.0	0.0	
Leire1	2	19.00	23.0	6.5	
Sand/grus2	3	19.00	35.0	0.0	



Profil D-D



0	01.02.2023		KRAS	BAGJ	BAGJ
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

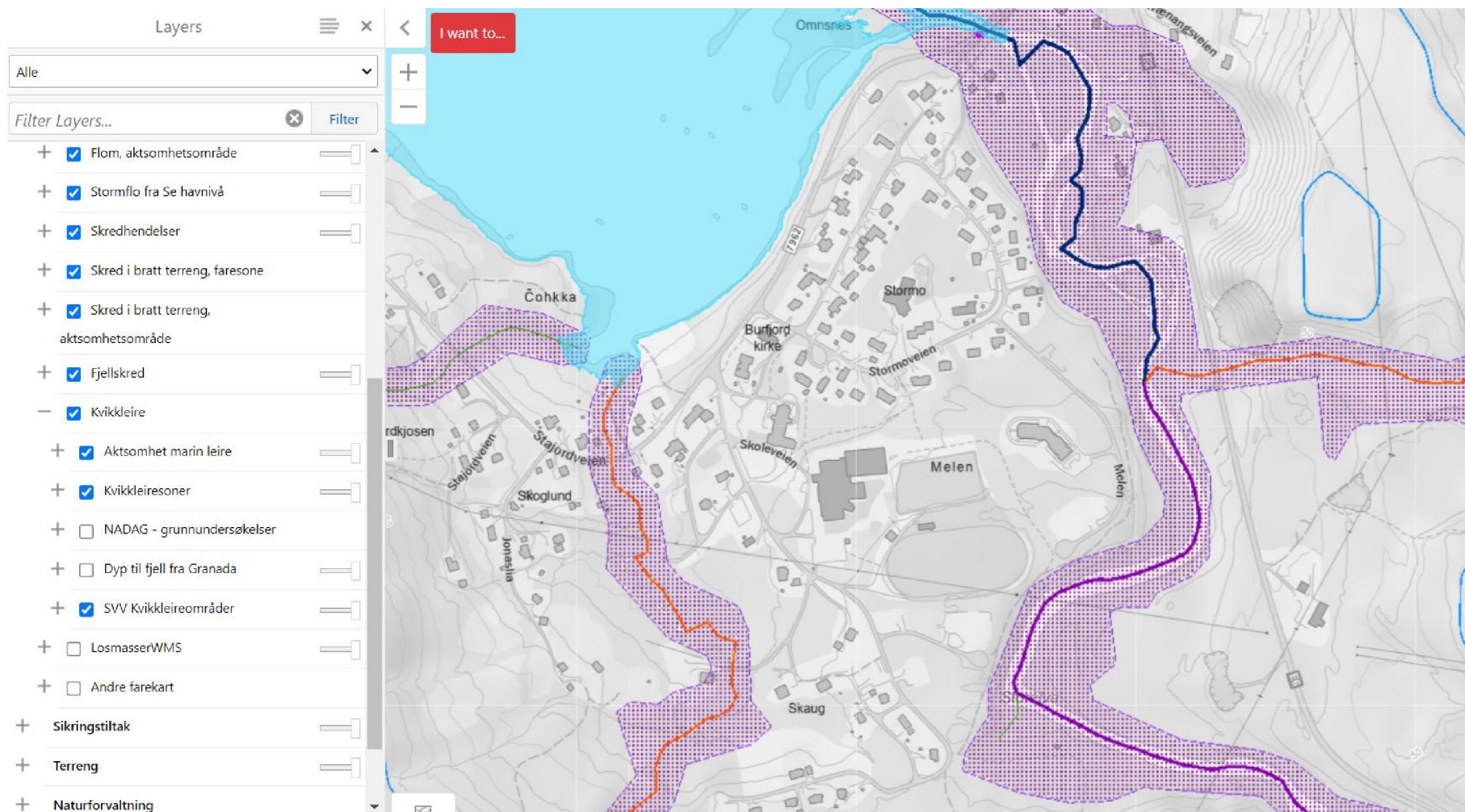
RAMBOLL
 Rambøll Norge AS, P.b 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00, www.ramboll.no

OPPDRAG
Geoteknikk og GU Burfjord
 OPPDRAGSGIVER
Kvæningen kommune

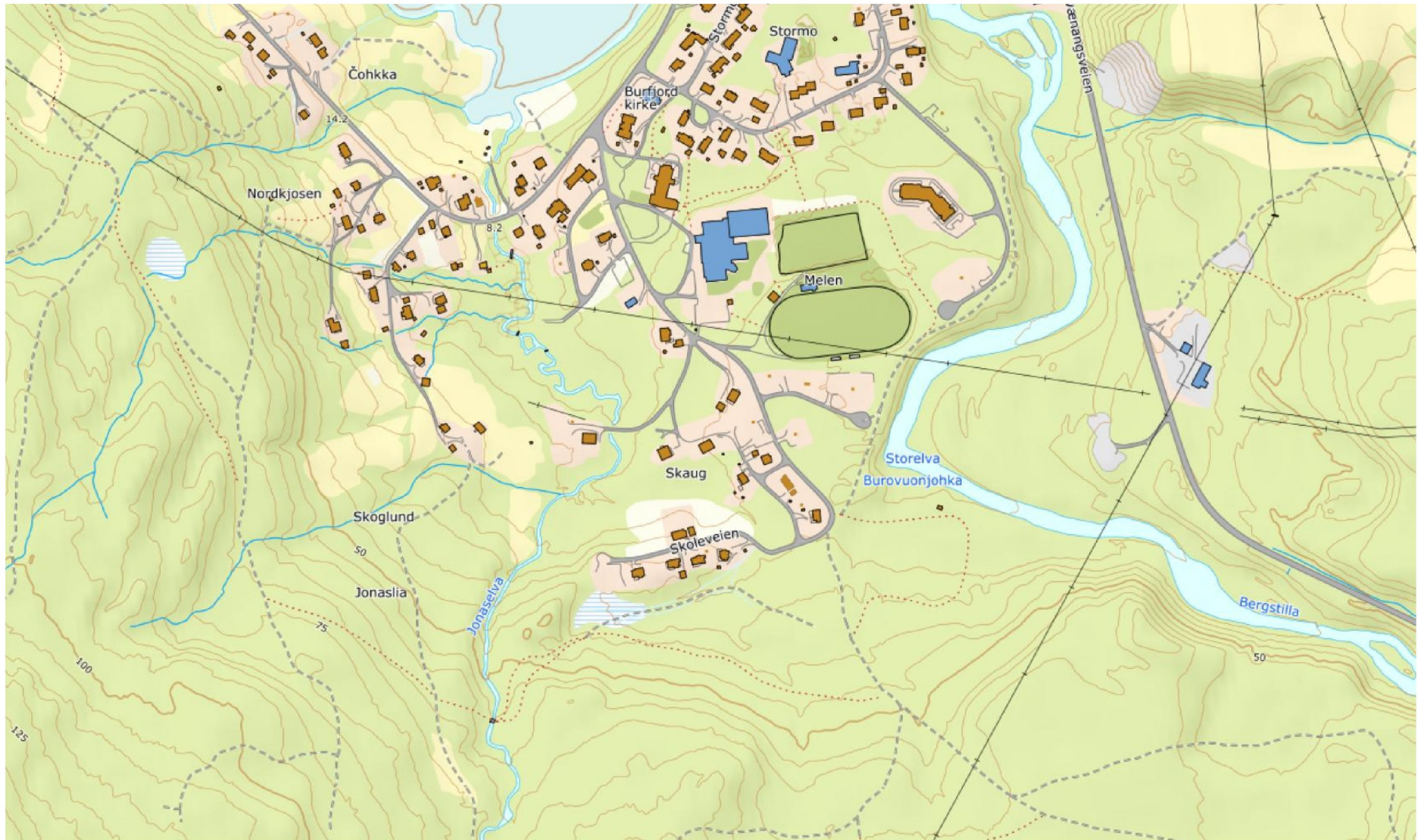
INNHOOLD
Stabilitetsberegning profil D
 Dagens situasjon

OPPDRAG NR. 1350051224	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR. 3012	REV. 00

1350051224 Geoteknikk og GU Burfjord
Vedlegg 1 Aktsomhetssoner ved tiltaksområdet

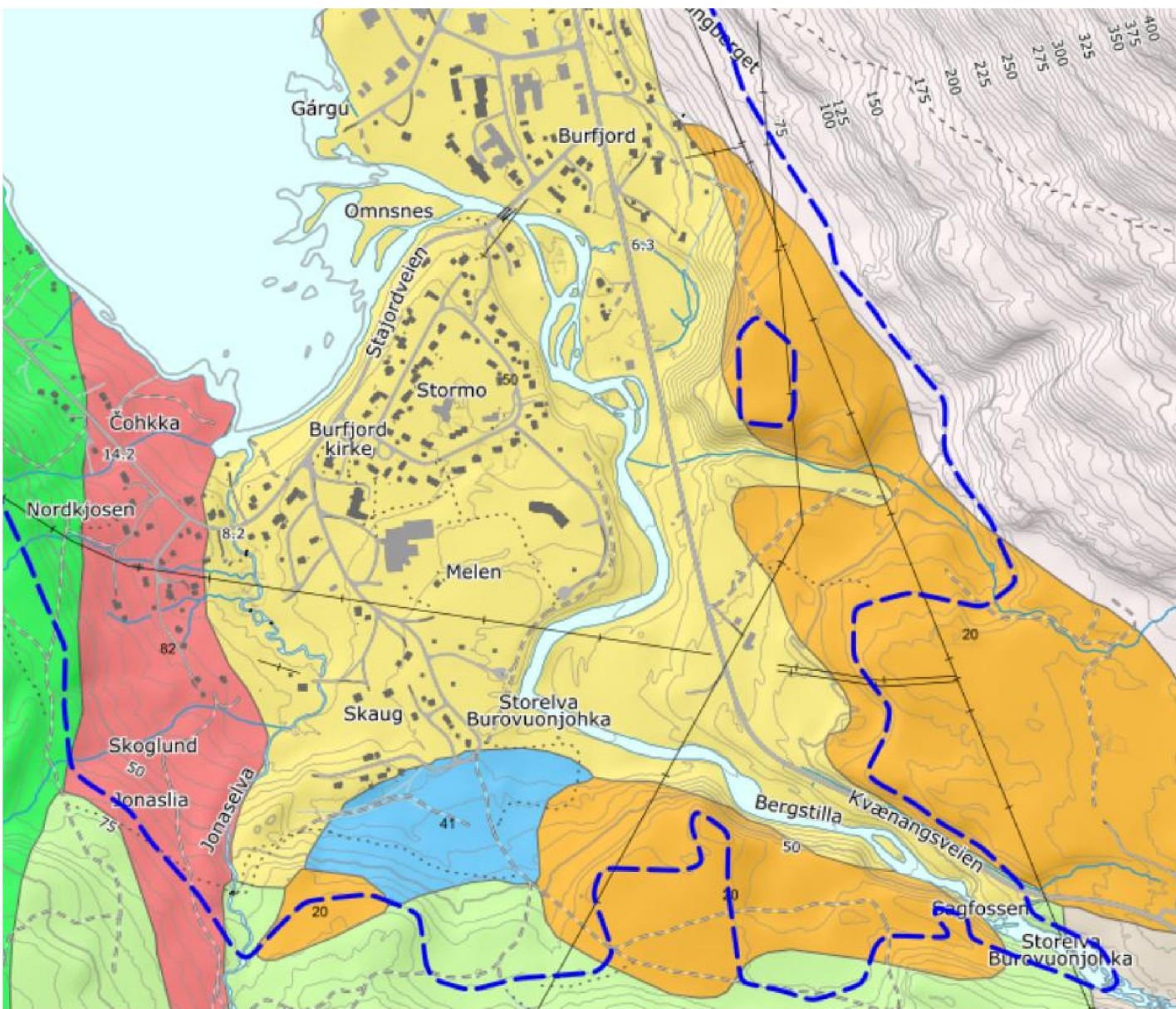


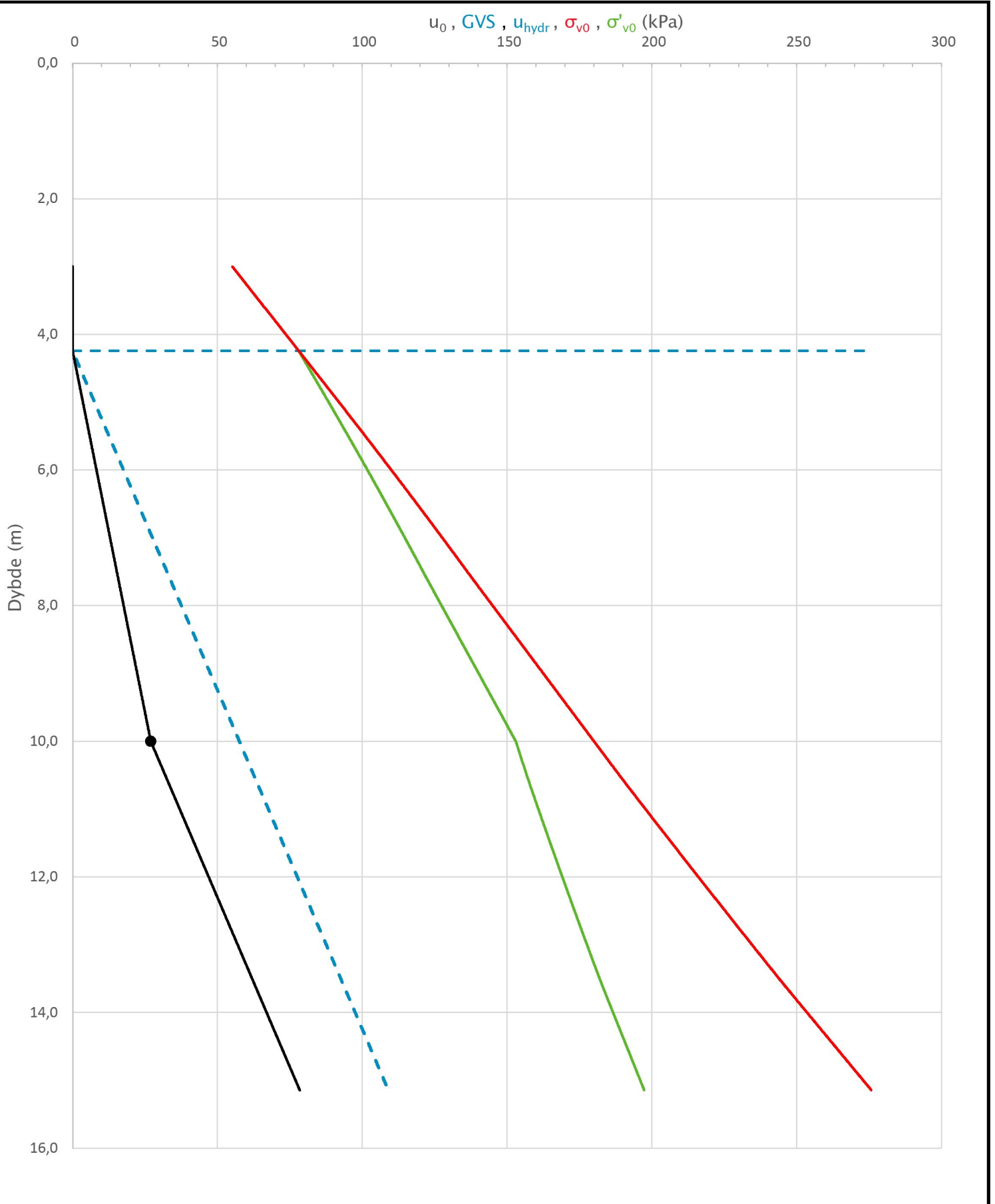
1350051224 Geoteknikk og GU Burfjord
Vedlegg 2 Topografisk kart over tiltaksområdet (ekvidistanse 5m).



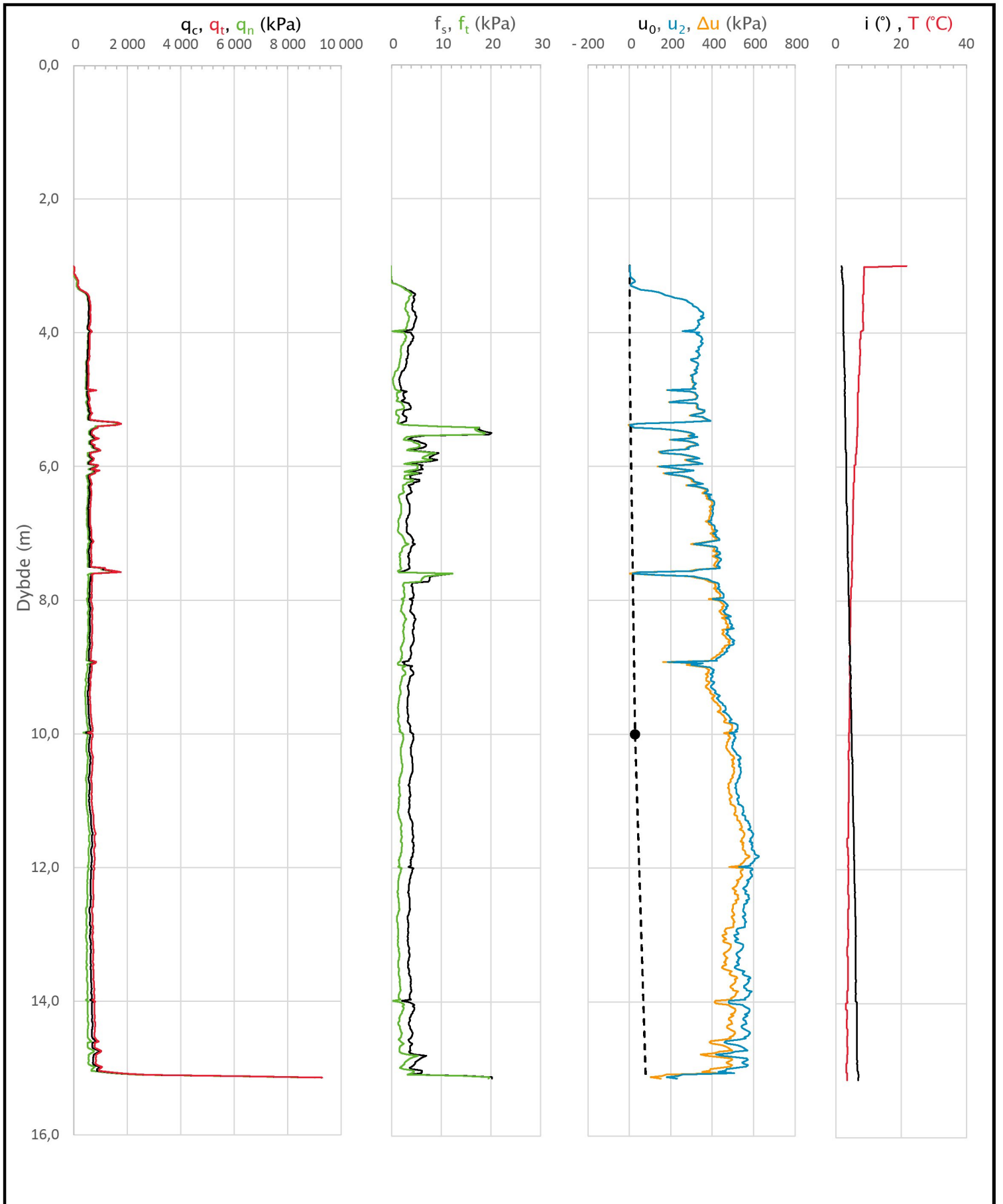
**Løsmasseflater
 (forenklet tegnforklaring)**


- Tynn morene (12)
- Tykk morene (11, 13, 16-17)
- Avsmeltingsmorene (14)
- Randmorene/-sone (15)
- Breelvavsetning (20-23)
- Bresjø-/innsjøavsetning (30-31, 35-36)
- Hav- og fjordavsetning, tykt dekke (> 0,5 m) (40-41)
- Hav-, fjord- og strandavsetning, tynt dekke (< 0,5 m) (43)
- Marin strandavsetning (42, 44)
- Elve- og bekkeavsetning (50-52)
- Bresjøtapning (53-55)
- Flomavsetning (56-57)
- Vindavsetning (60)
- Forvittringsmateriale (70-73)
- Skredmateriale (80-82, 301-318, 321)
- Steinbreavsetning (88)
- Torv og myr (90)
- Tynt humus-/torvdekke (100-101)
- Fyllmasse (120-122)
- Bart fjell, stedvis tynt løsmasse-dekke (110, 130, 140)

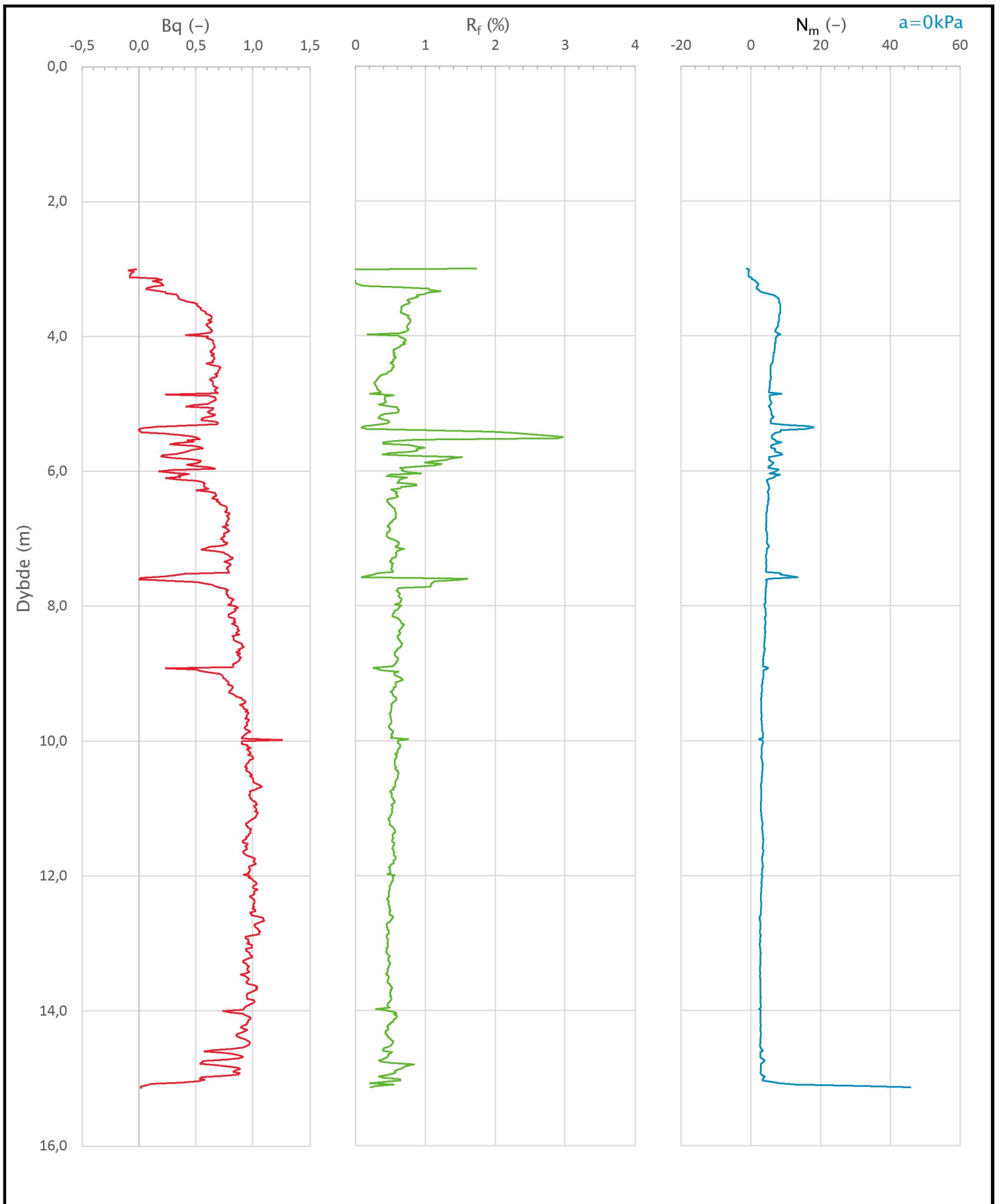





Prosjekt			Prosjektnummer: 1350051224		Borpunkt Kote +31,9	
Geoteknikk og GU Burfjord					S8	
Innhold					Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	KRAS	BAGJ	BAGJ		1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon		Vedlegg	
	Statens vegvesen	06.07.2022	0		4A	
			Rev. dato			
			01.02.2023			



Prosjekt			Prosjektnummer: 1350051224	Borpunkt	Kote +31,9
Geoteknikk og GU Burfjord				S8	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	KRAS	BAGJ	BAGJ		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	4B
	Statens vegvesen	06.07.2022	0 Rev. dato 01.02.2023		



Prosjekt			Prosjektnummer: 1350051224	Borpunkt	Kote +31,9
Geoteknikk og GU Burfjord				S8	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	KRAS	BAGJ	BAGJ		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	4C
	Statens vegvesen	06.07.2022	0 Rev. dato 01.02.2023		

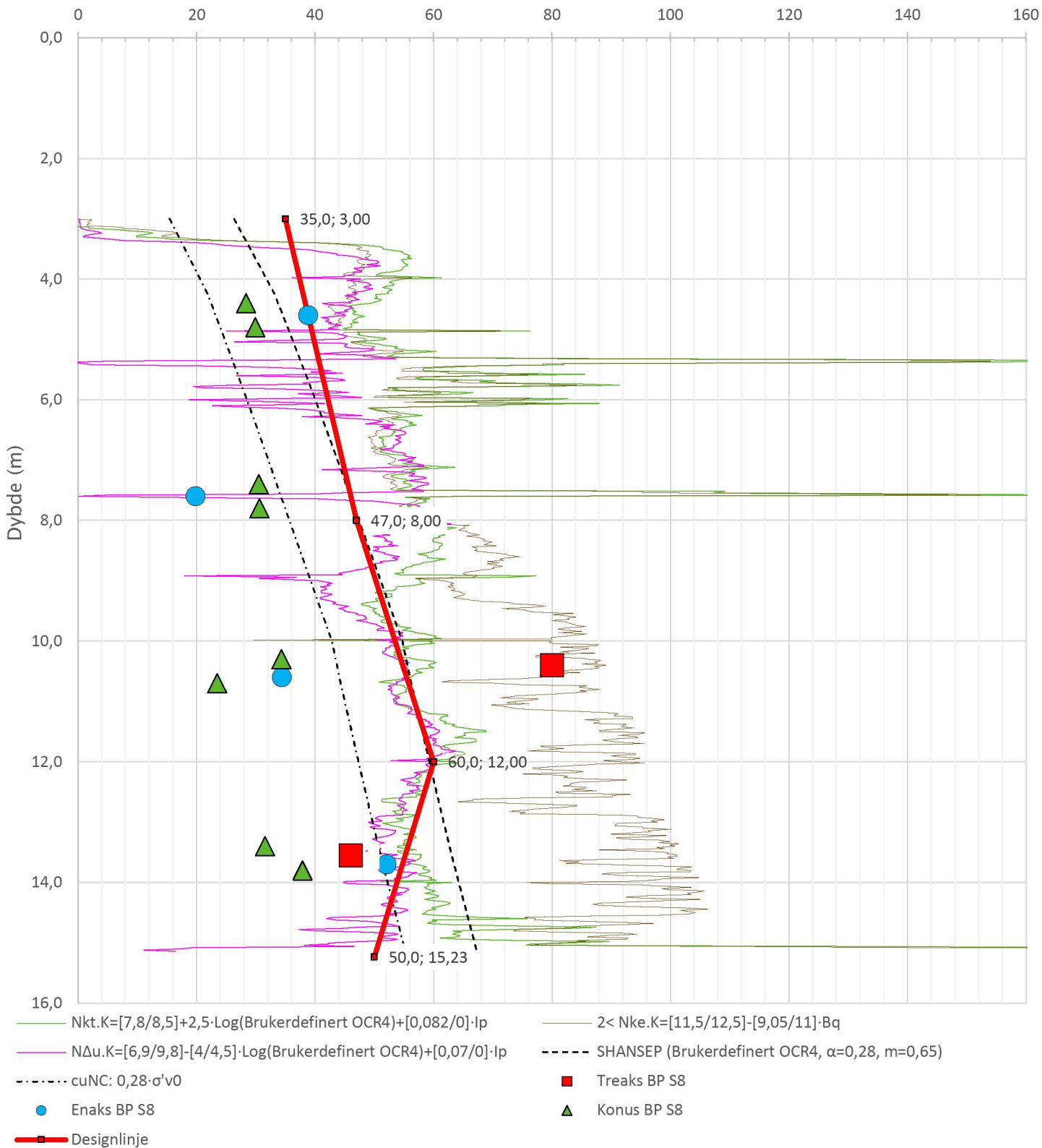
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BP S8: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BP S8: $c_{uc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,633 max:0,669)}$

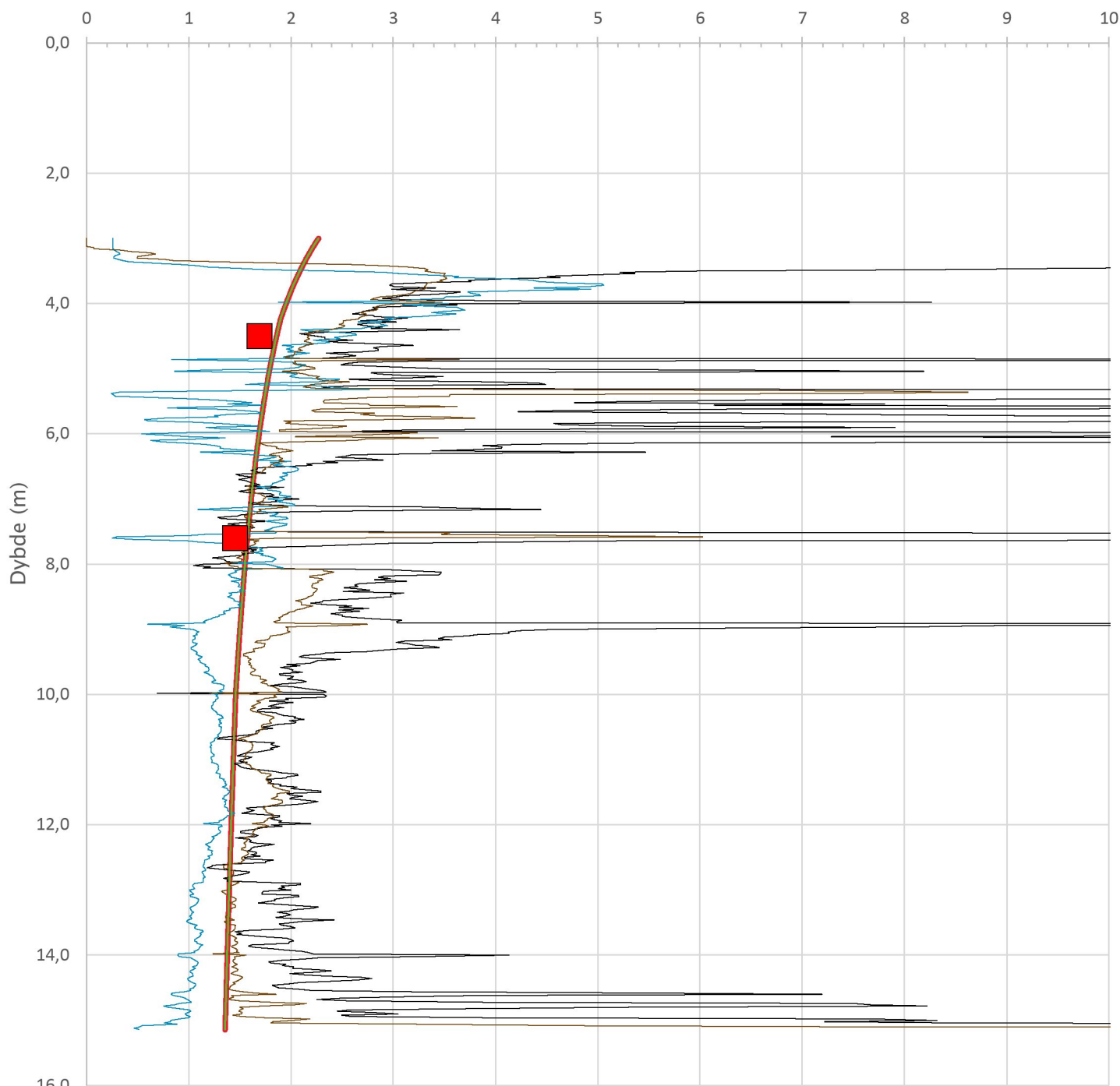
Konus BP S8: $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,633 max:0,670)}$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)




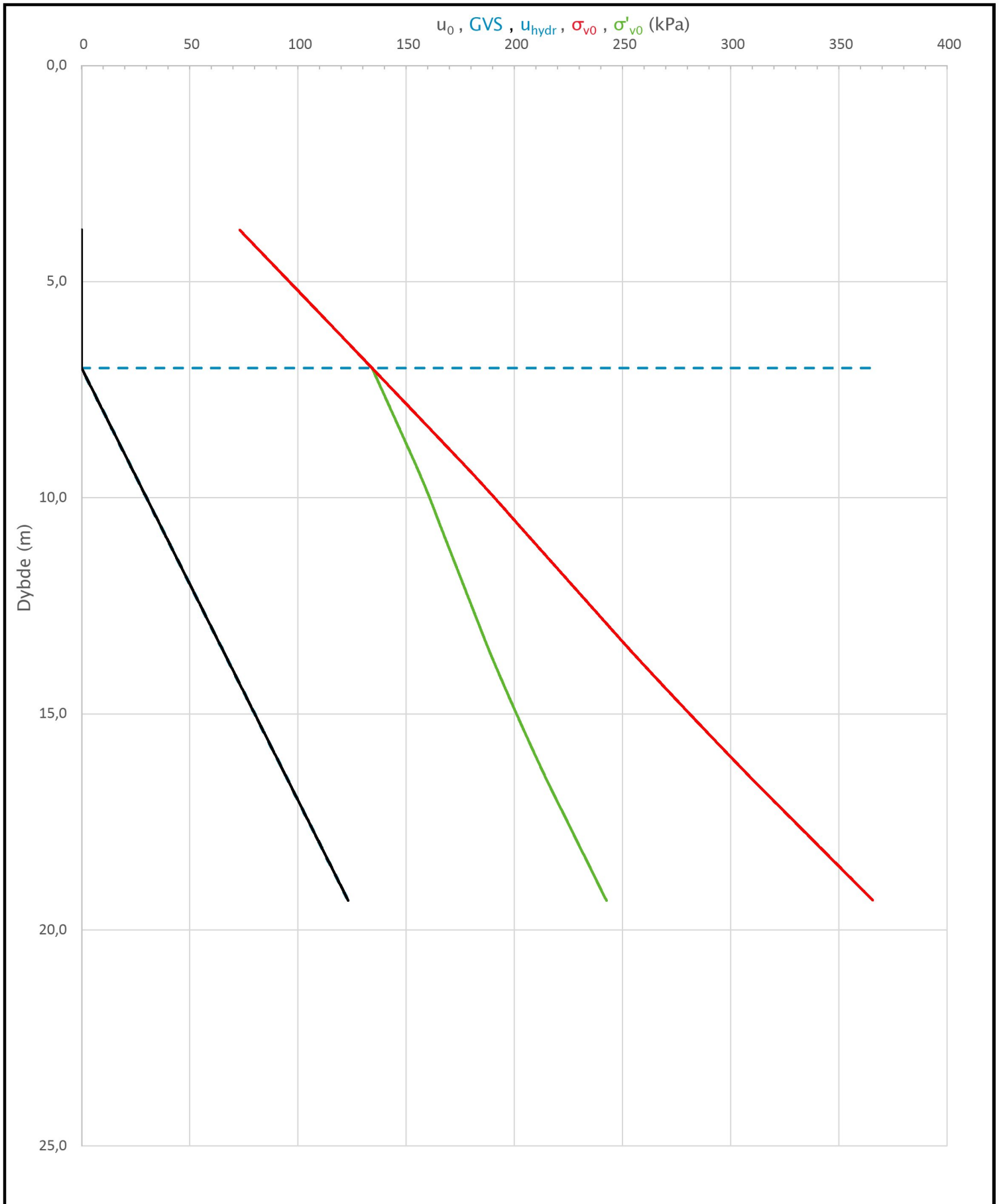
Prosjekt		Prosjektnummer: 1350051224		Borpunkt	Kote +31,9
Geoteknikk og GU Burfjord				S8	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	KRAS	BAGJ	BAGJ	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	06.07.2022	0	4D	
			Rev. dato		
			01.02.2023		


Overkonsolideringsgrad, OCR (-)

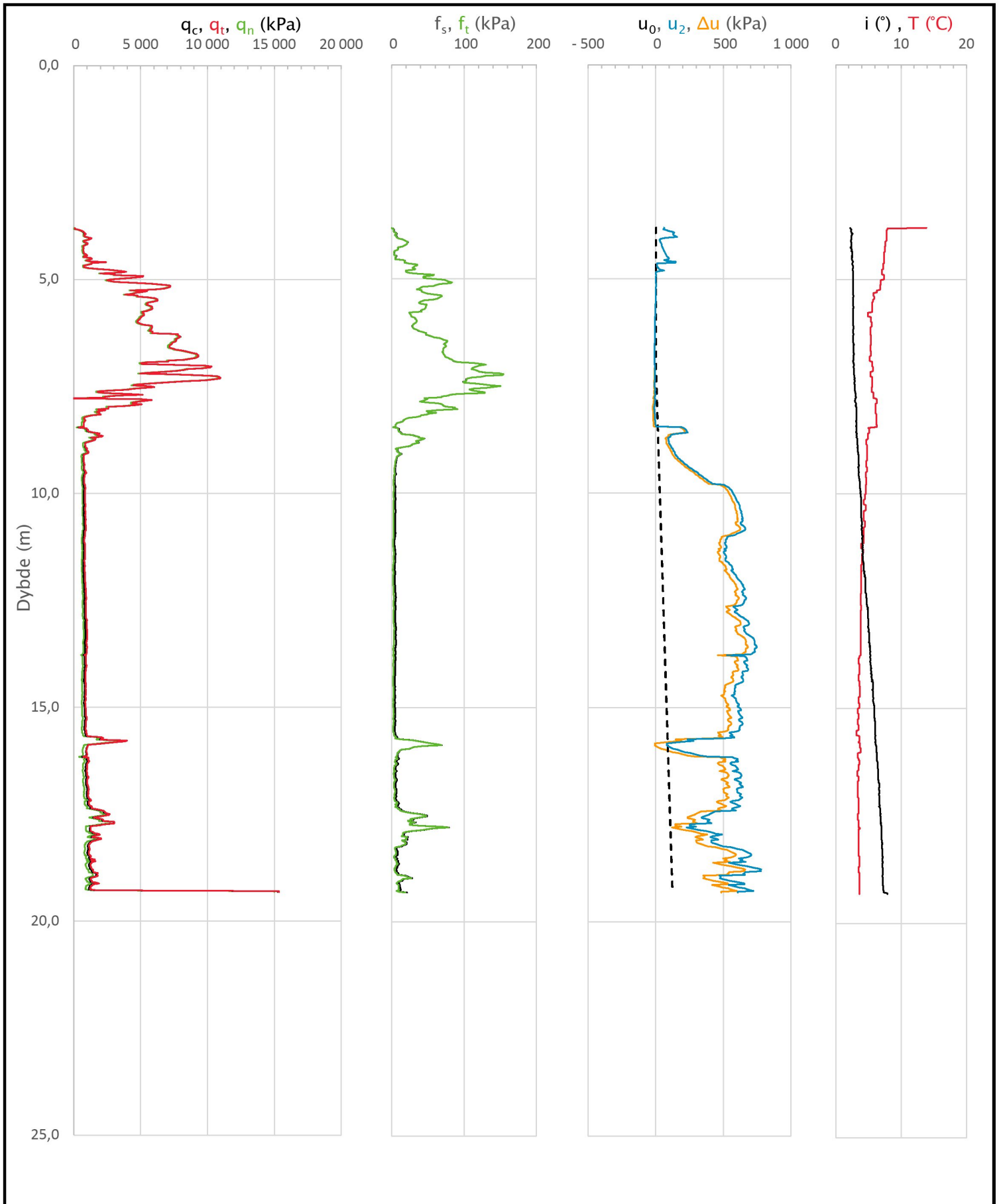



█ Valgt kurve: OCR4
 — OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
 — OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
— OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
 — OCR4 Brukerdefinert OCR via $\sigma'c$
 █ Ødometer BP S8

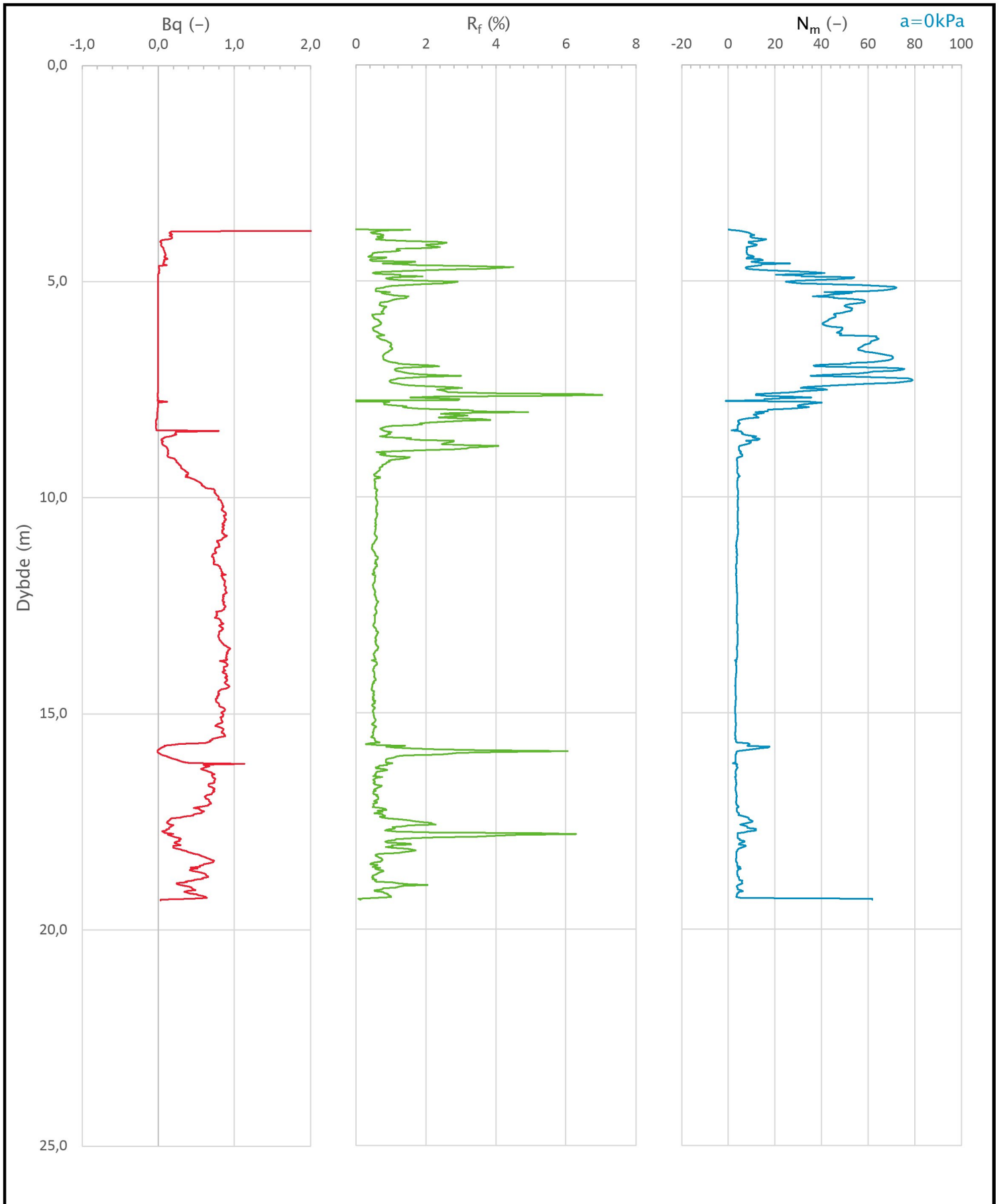
Prosjekt			Prosjektnummer: 1350051224	Borpunkt	Kote +31,9
Geoteknikk og GU Burfjord				S8	
Innhold			Sondenummer		
Overkonsolideringsgrad, OCR			5530		
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	KRAS	BAGJ	BAGJ	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	06.07.2022	0	4E	
			Rev. dato		
			01.02.2023		




Prosjekt			Prosjektnummer: 1350051224		Borpunkt Kote +22,2	
Testprosjekt					S14	
Innhold					Sondenummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	AGSR	BAGJ	BAGJ		1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon		Vedlegg	
	Statens vegvesen	22.06.2022	0		5A	
			Rev. dato 01.02.2023			



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350051224		Borpunkt	Kote +22,2
Testprosjekt				S14	
Innhold				Sondenummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AGSR	BAGJ	BAGJ	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	22.06.2022	0 Rev. dato 01.02.2023	5B	



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350051224		Borpunkt	Kote +22,2
Testprosjekt				S14	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AGSR	BAGJ	BAGJ		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	5C
	Statens vegvesen	22.06.2022	0 Rev. dato 01.02.2023		

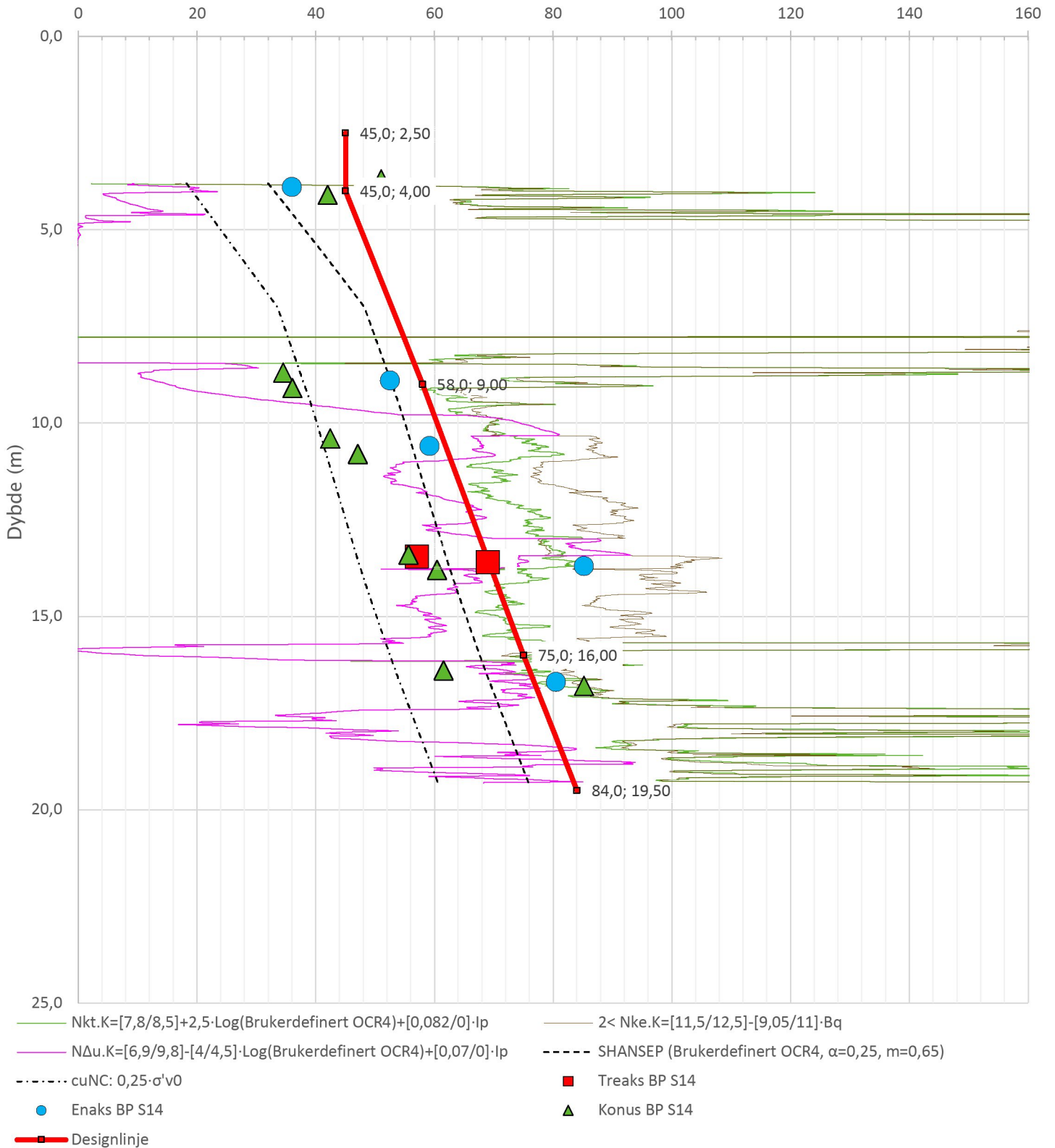
Anisotropiforhold i figur:

Treks BP S14: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BP S14: $c_{uuc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,634 max:0,666)}$

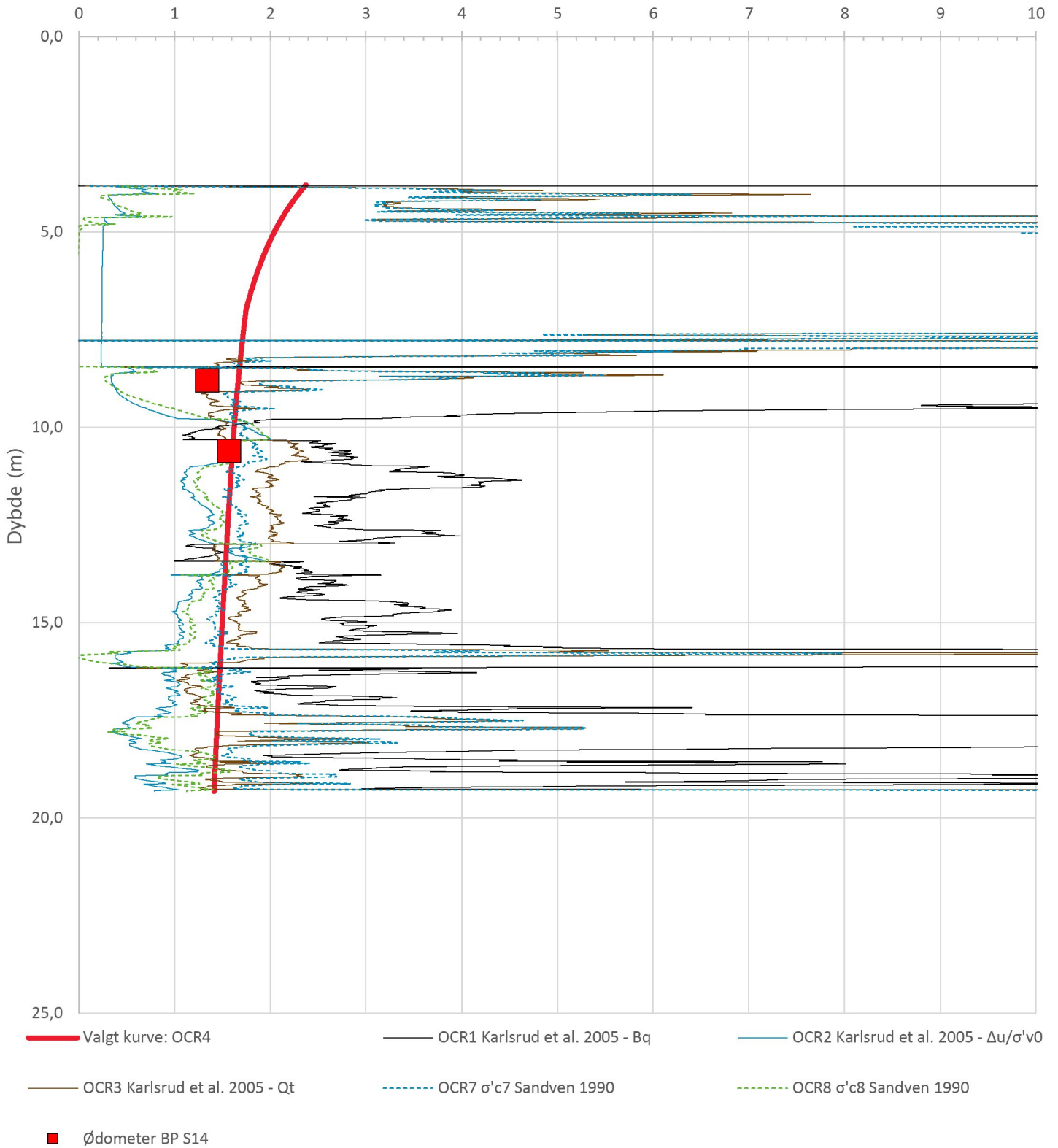
Konus BP S14: $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,634 max:0,666)}$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

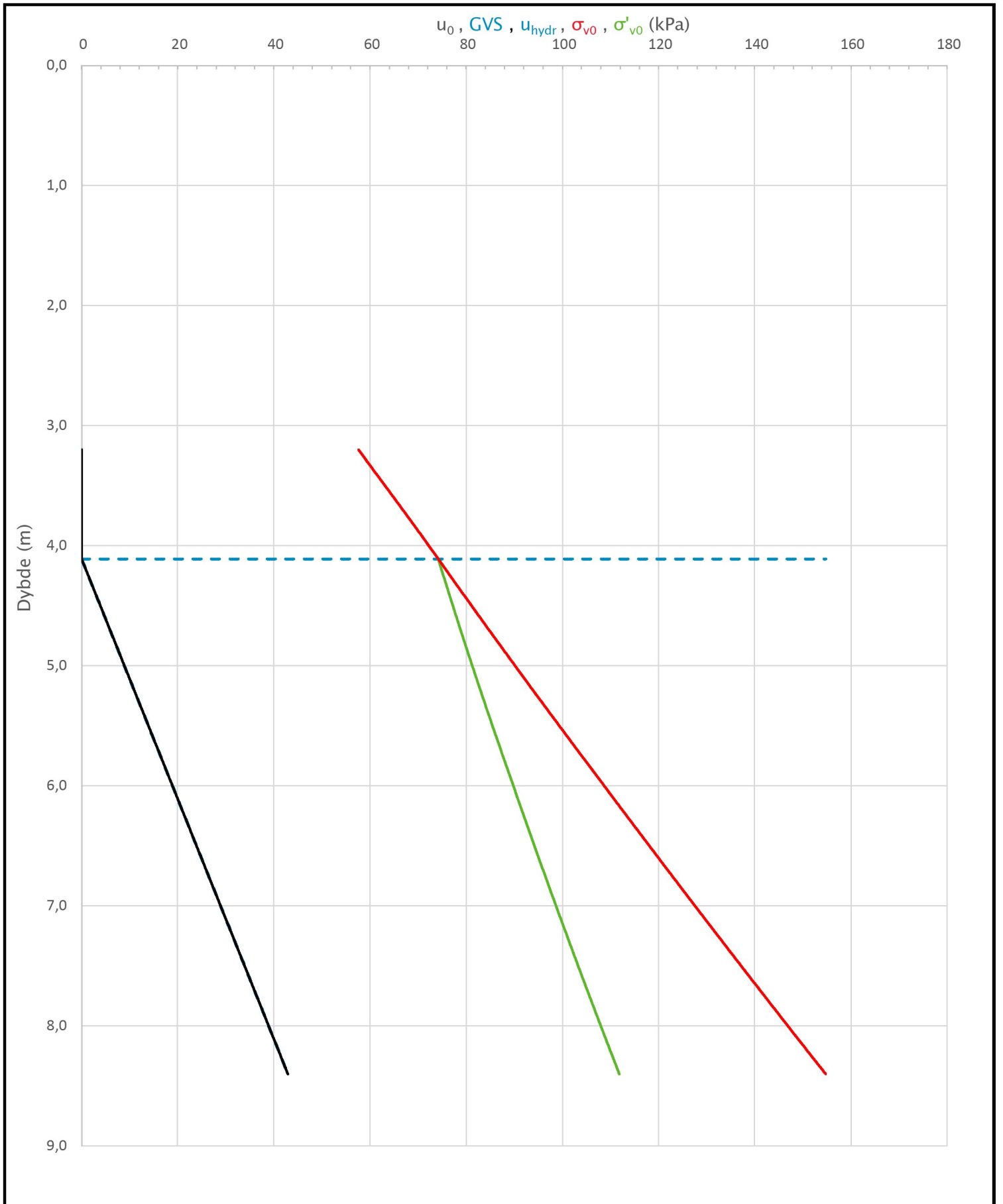



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350051224		Borpunkt	Kote +22,2
Testprosjekt				S14	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AGSR	BAGJ	BAGJ	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	22.06.2022	0 Rev. dato 01.02.2023	5D	

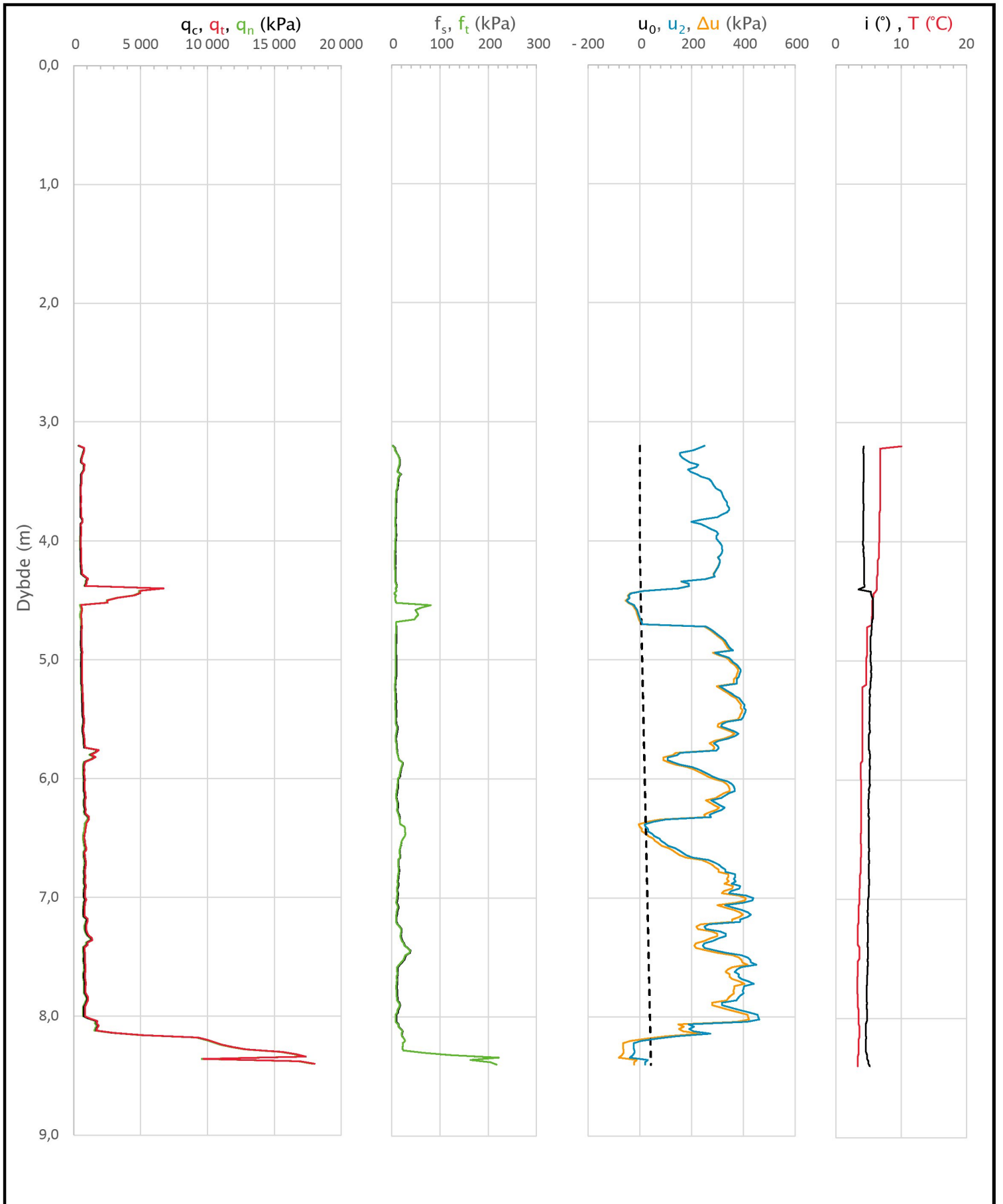
Overkonsolideringsgrad, OCR (-)




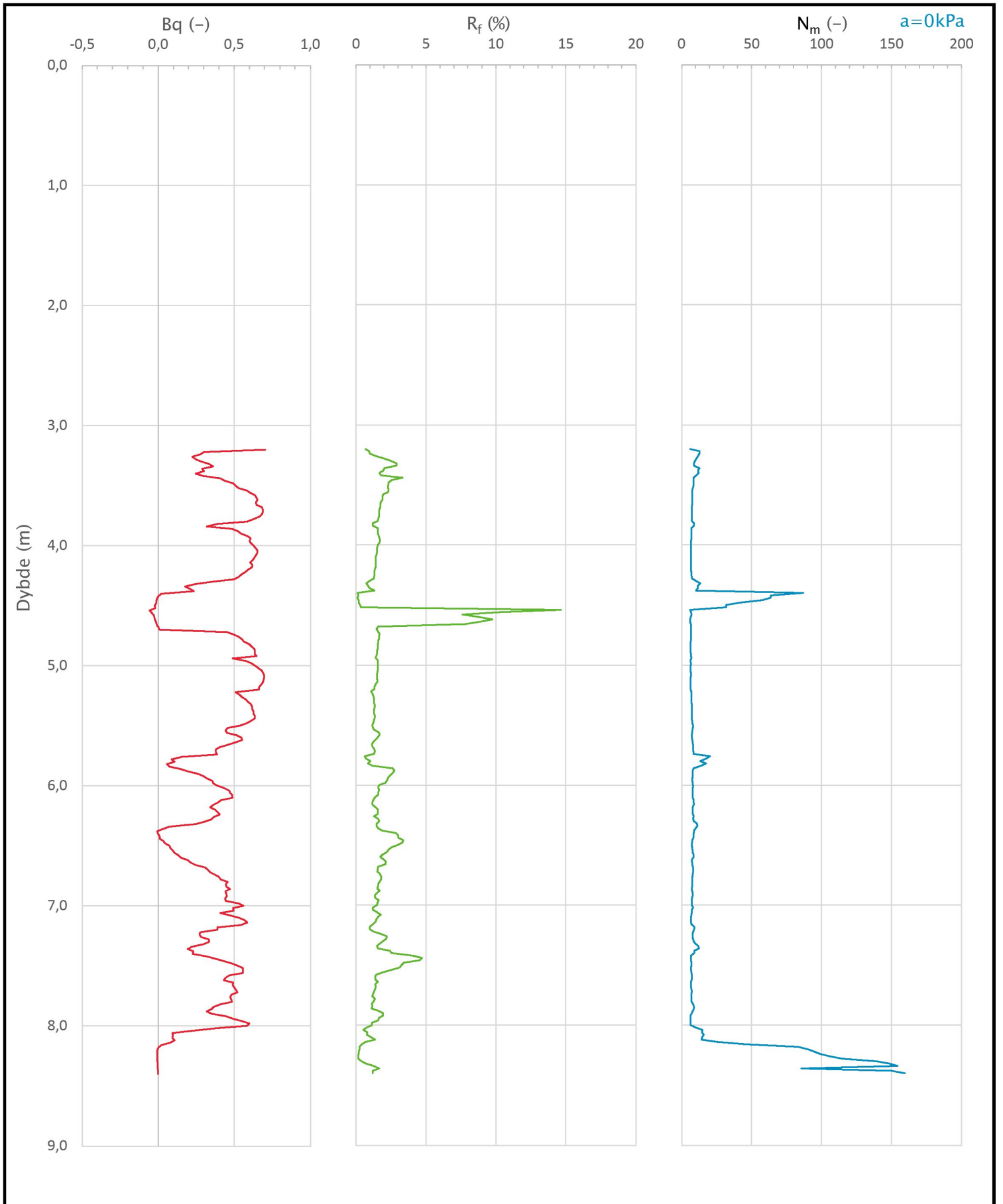
Prosjekt		Prosjektnummer: 1350051224		Borpunkt	Kote +22,2
Testprosjekt				S14	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AGSR	BAGJ	BAGJ		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	5E
	Statens vegvesen	22.06.2022	0 Rev. dato 01.02.2023		




Prosjekt			Prosjektnummer: 1350051224	Borpunkt	Kote +26,7
Geoteknikk og GU Burfjord				S25	
Innhold			Sondenummer		
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			5530		
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	KRAS	BAGJ	BAGJ	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	28.06.2022	0 Rev. dato 01.02.2023	6A	



Prosjekt			Prosjektnummer: 1350051224	Borpunkt Kote +26,7
Geoteknikk og GU Burfjord				S25
Innhold				Sondennummer
Måledata og korrigerte måleverdier				5530
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	KRAS	BAGJ	BAGJ	1
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg
	Statens vegvesen	28.06.2022	0 Rev. dato 01.02.2023	6B



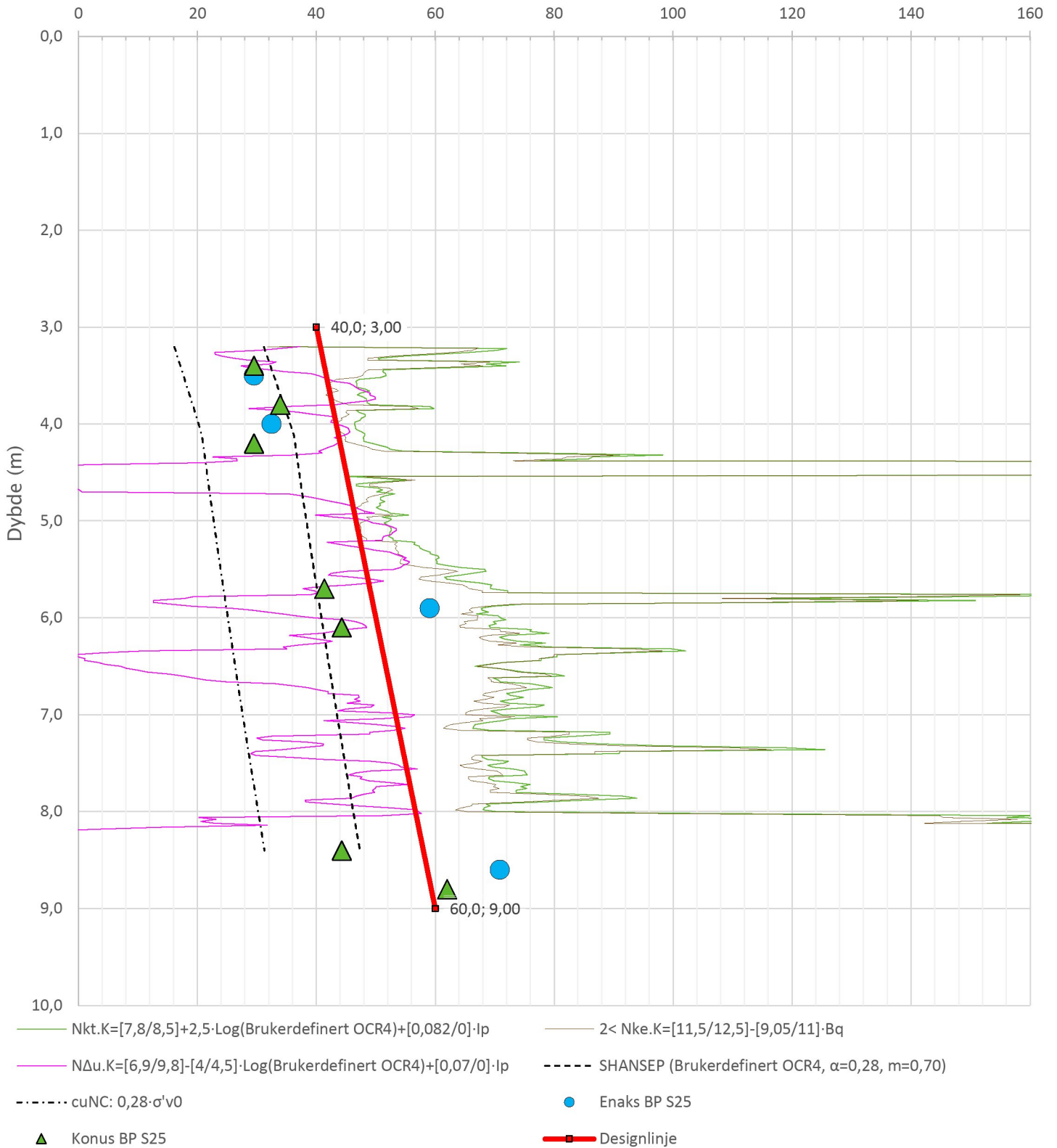
Prosjekt			Prosjektnummer: 1350051224	Borpunkt	Kote +26,7
Geoteknikk og GU Burfjord				S25	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	KRAS	BAGJ	BAGJ		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	6C
	Statens vegvesen	28.06.2022	0 Rev. dato 01.02.2023		

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BP S25: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,677$

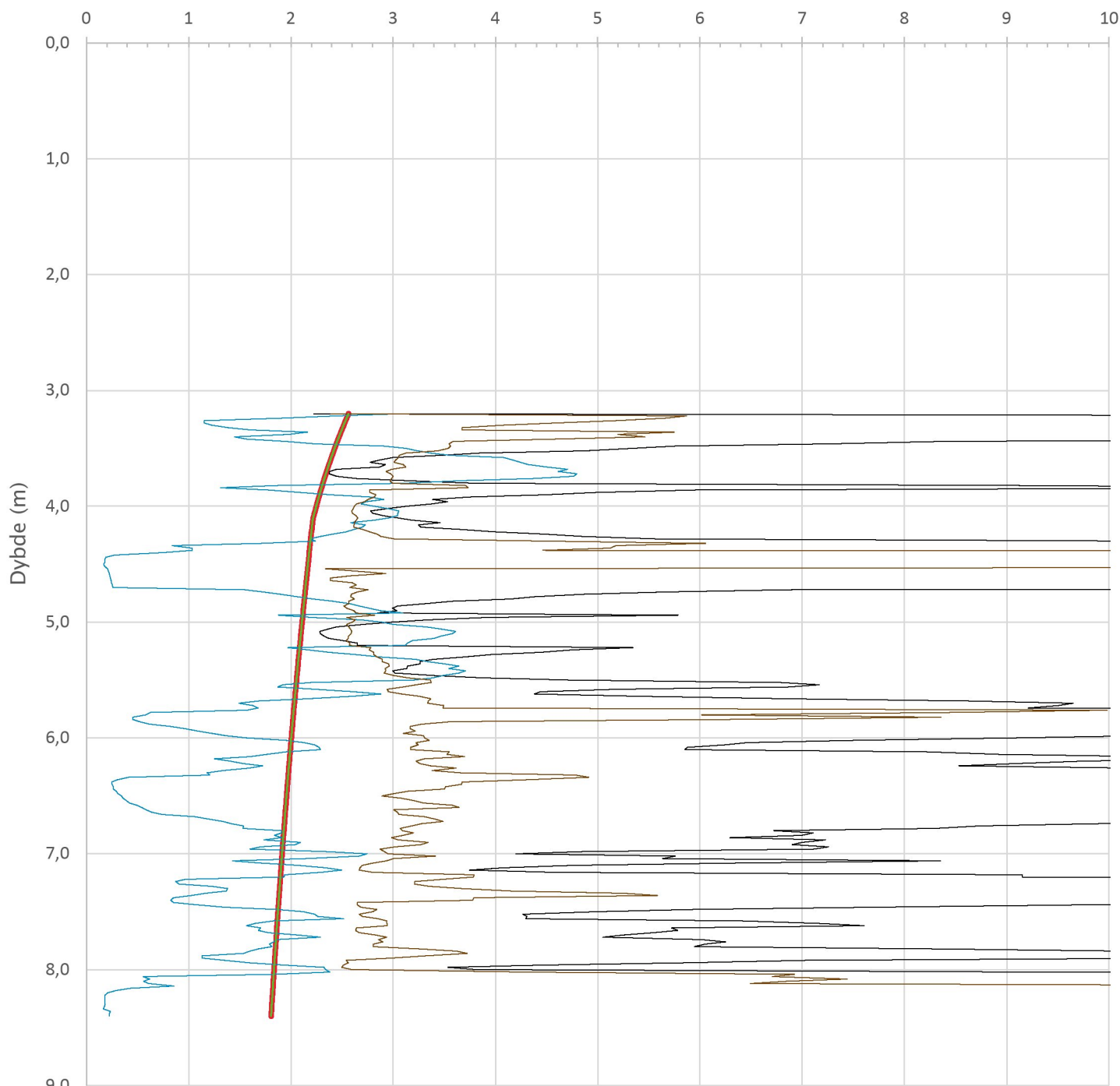
Konus BP S25: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,677$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



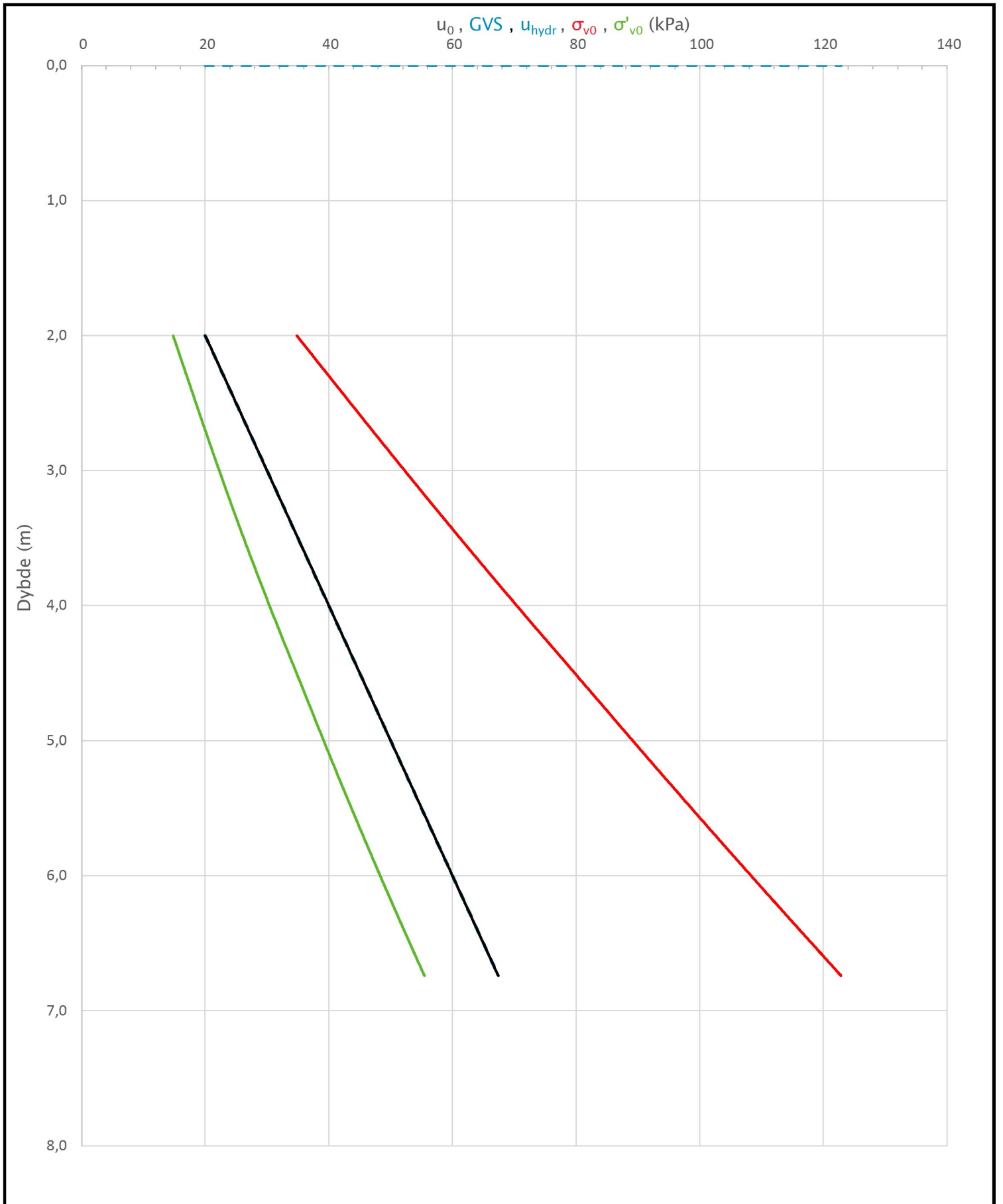
Prosjekt			Prosjektnummer: 1350051224	Borpunkt	Kote +26,7
Geoteknikk og GU Burfjord				S25	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	KRAS	BAGJ	BAGJ		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	6D
	Statens vegvesen	28.06.2022	0 Rev. dato 01.02.2023		

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)

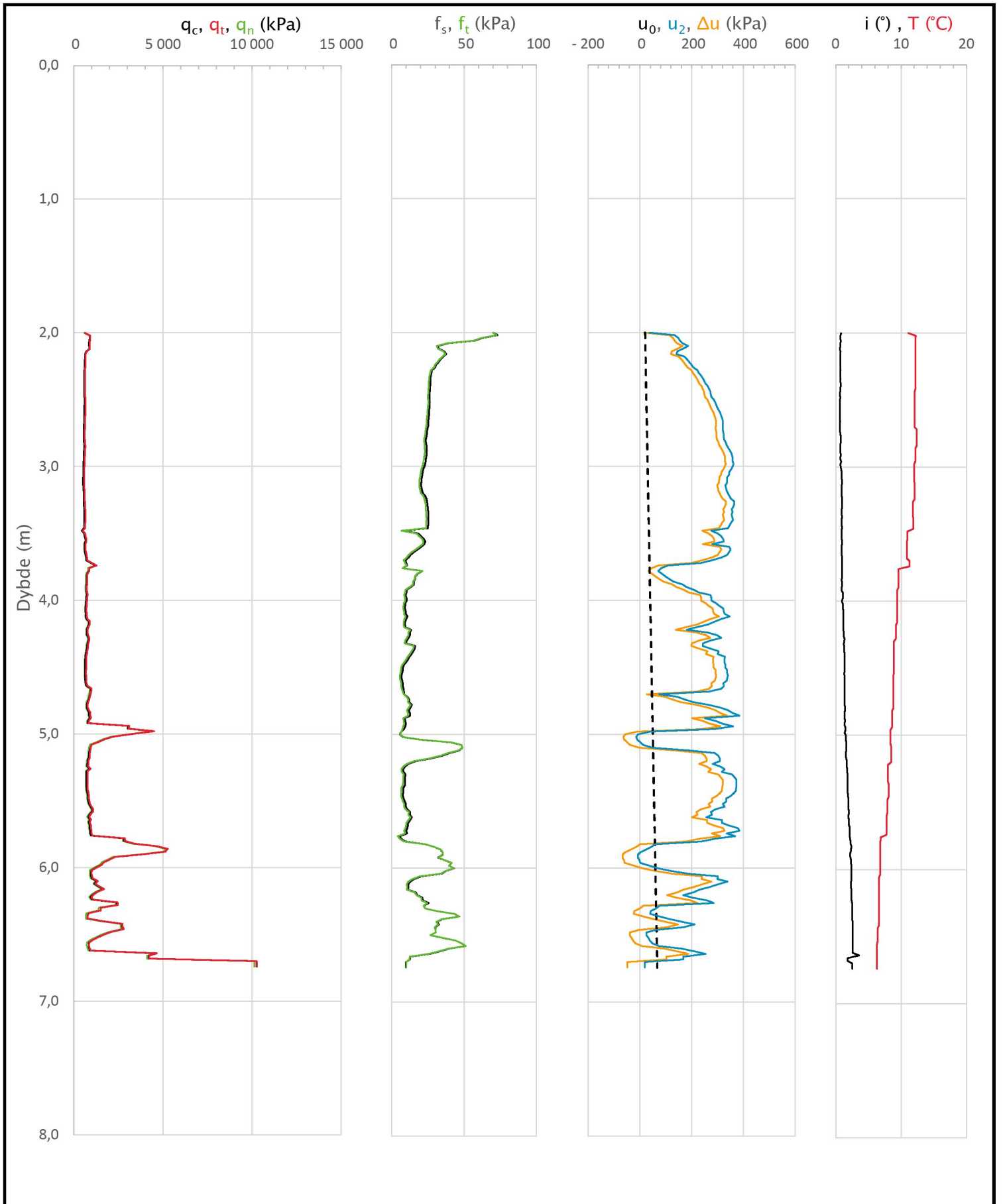



- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via $\sigma'c$

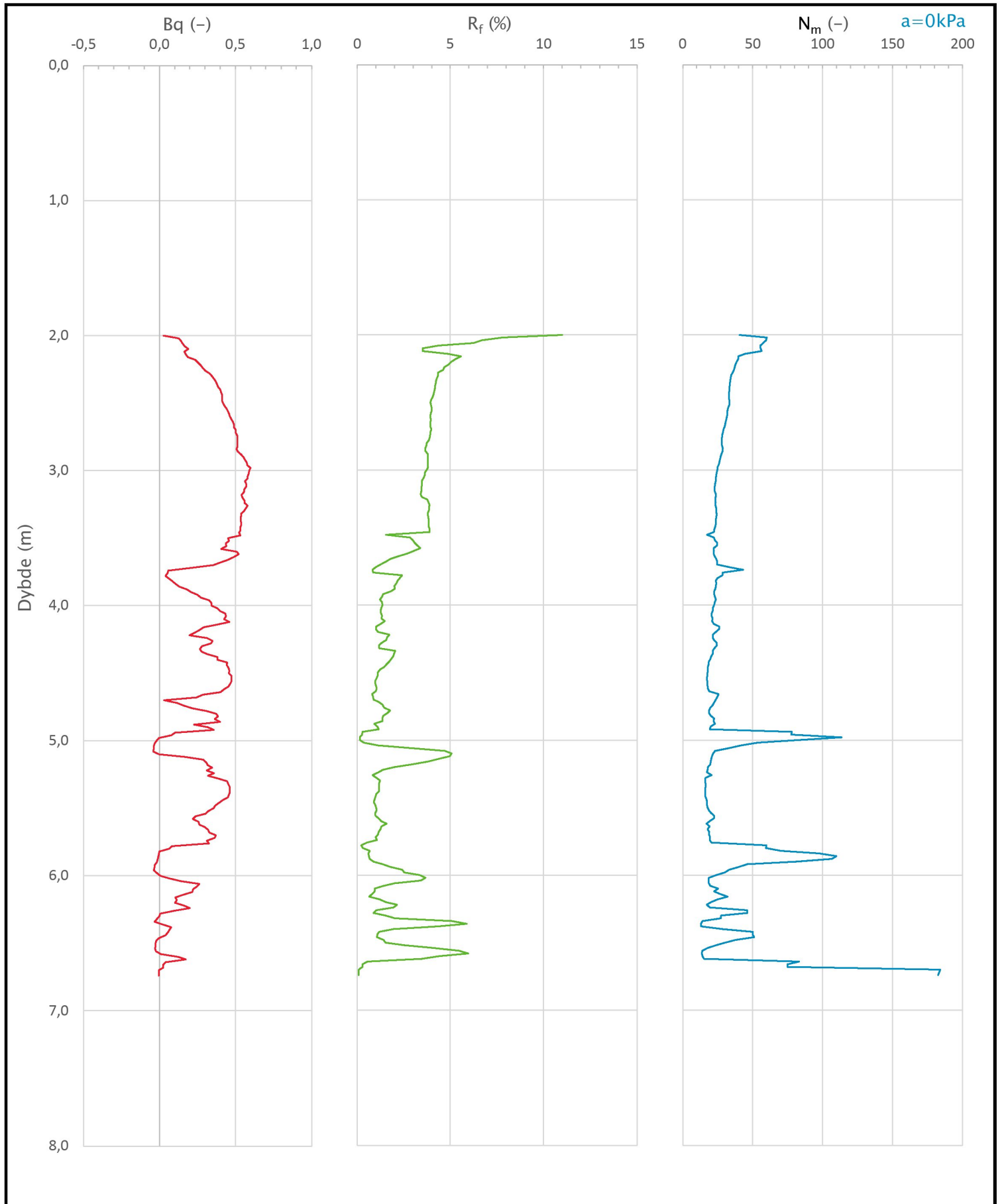
Prosjekt		Prosjektnummer: 1350051224		Borpunkt	Kote +26,7
Geoteknikk og GU Burfjord				S25	
Innhold				Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	KRAS	BAGJ	BAGJ	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	28.06.2022	0 Rev. dato 01.02.2023	6E	




Prosjekt			Prosjektnummer: 1350051224	Borpunkt Kote +14,3
Testprosjekt				S28
Innhold			Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	AGSR	BAGJ	BAGJ	1
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Tegning
	Statens vegvesen	26.09.2022	0 Rev. dato 01.02.2023	7A



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350051224		Borpunkt	Kote +14,3
Testprosjekt				S28	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AGSR	BAGJ	BAGJ		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Tegning	7B
	Statens vegvesen	26.09.2022	0 Rev. dato 01.02.2023		



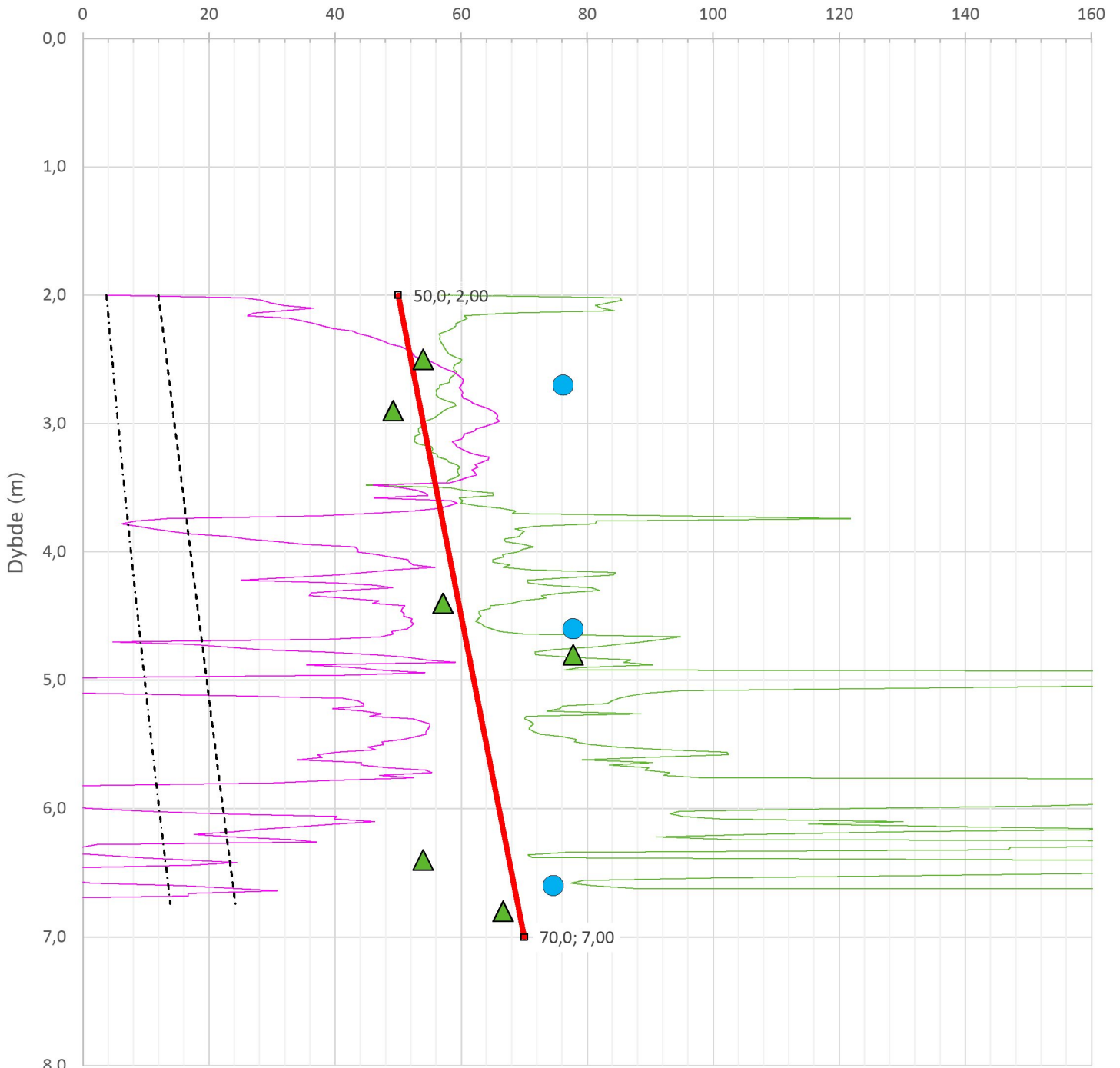
Prosjekt		Prosjektnummer: 1350051224		Borpunkt	Kote +14,3
Testprosjekt				S28	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AGSR	BAGJ	BAGJ		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Tegning	7C
	Statens vegvesen	26.09.2022	0 Rev. dato 01.02.2023		

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BP S28: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BP S28: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



— $N_{kt}.K = [7,8/8,5] + 2,5 \cdot \text{Log}(\text{Brukerdefinert OCR4}) + [0,082/0] \cdot l_p$

— $N_{\Delta u}.K = [6,9/9,8] - [4/4,5] \cdot \text{Log}(\text{Brukerdefinert OCR4}) + [0,07/0] \cdot l_p$

- - - - SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, $\alpha = 0,25$, $m = 0,65$)

- - - - $c_{uNC} = 0,25 \cdot \sigma'_{v0}$

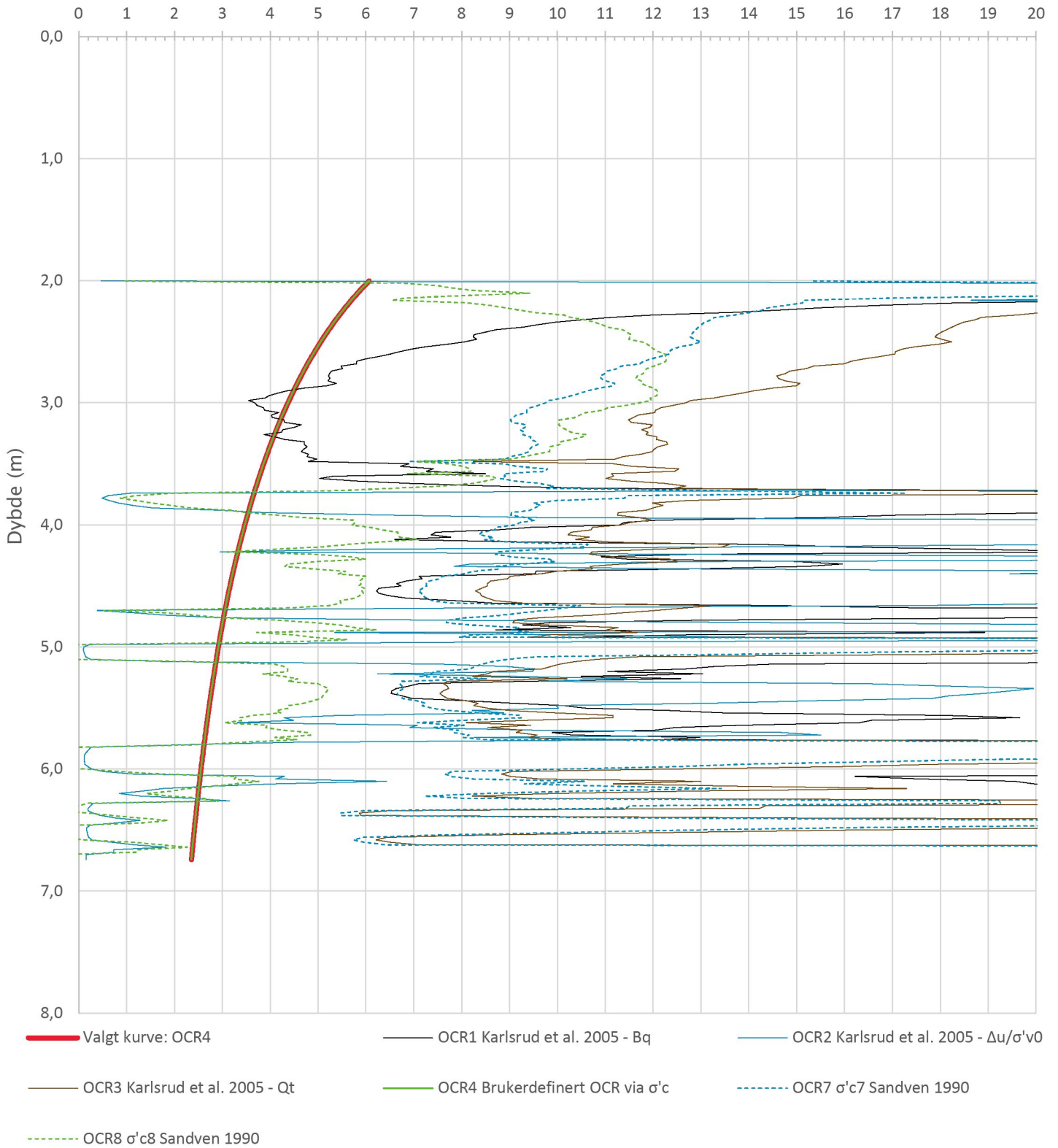
● Enaks BP S28

▲ Konus BP S28

— Designlinje

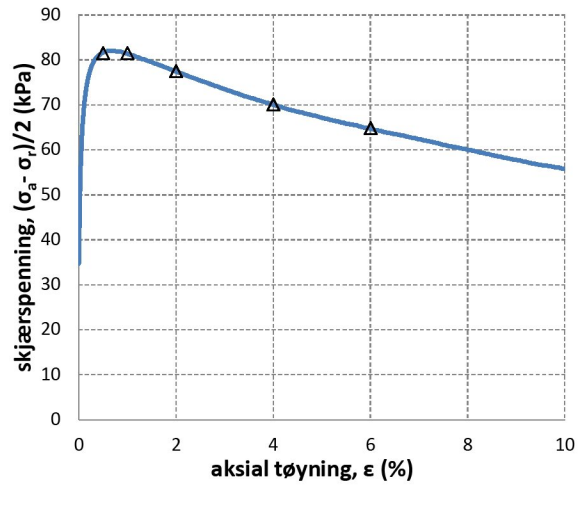
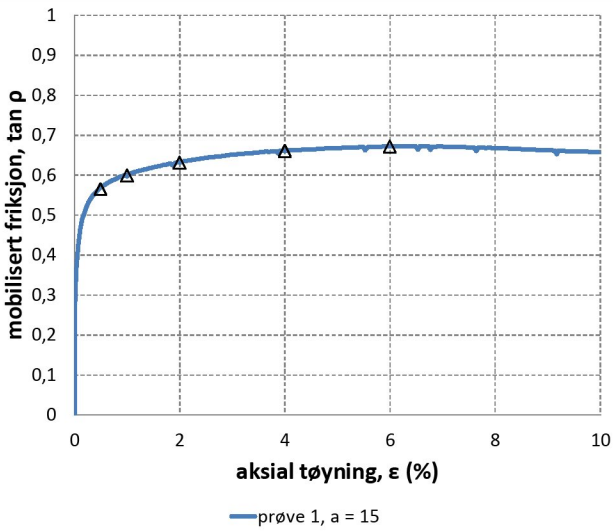
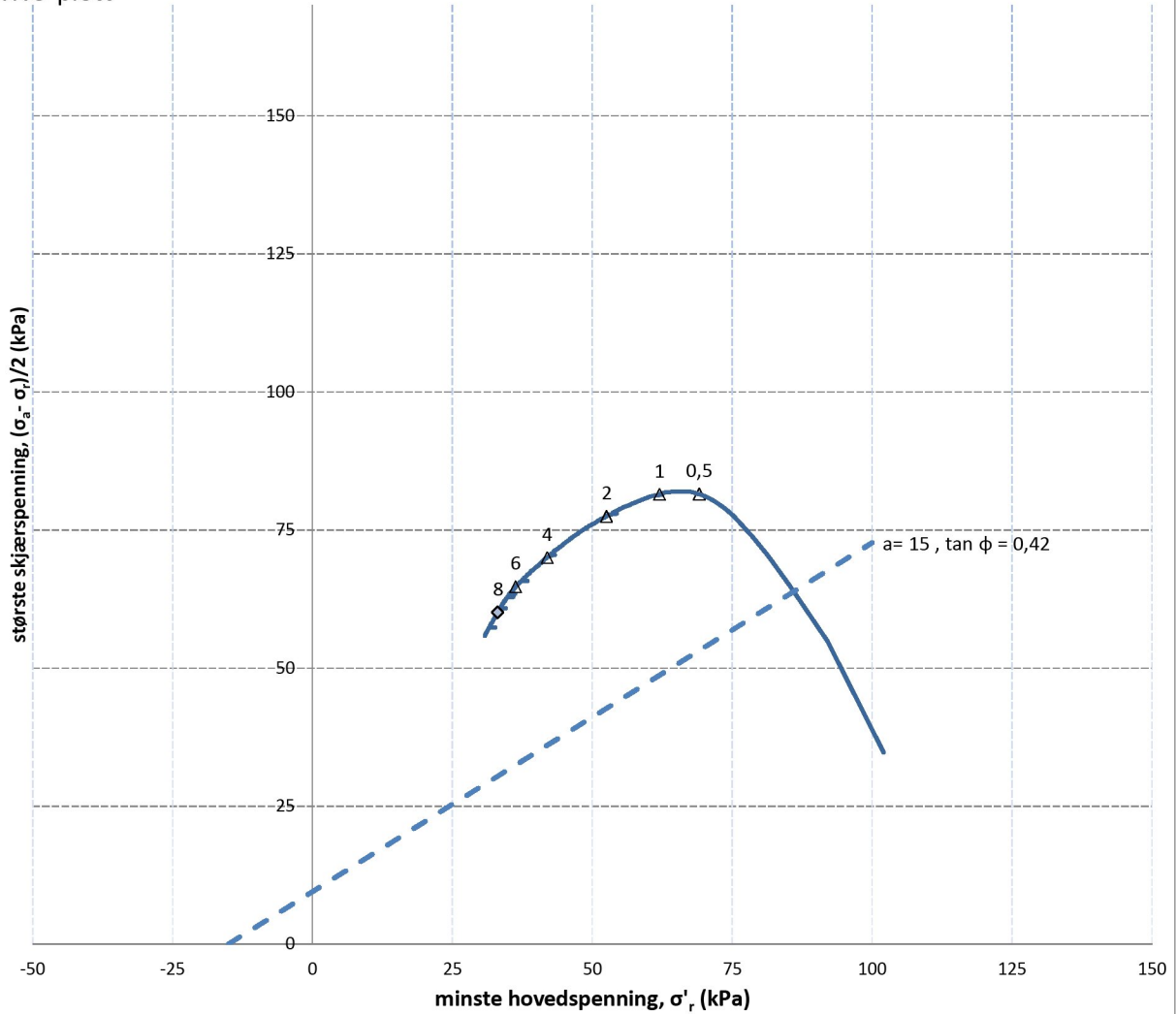
Prosjekt			Prosjektnummer: 1350051224	Borpunkt Kote +14,3
Testprosjekt				S28
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5530
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	AGSR	BAGJ	BAGJ	1
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Tegning
	Statens vegvesen	26.09.2022	0 Rev. dato 01.02.2023	7D

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



Prosjekt			Prosjektnummer: 1350051224	Borpunkt	Kote +14,3
Testprosjekt				S28	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5530	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AGSR	BAGJ	BAGJ		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Tegning	7E
	Statens vegvesen	26.09.2022	0 Rev. dato 01.02.2023		

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	S8	65	10,40 m	CAUA	45,8	50,2	0,888	161	166	102	Leire, sensitiv



Geoteknikk og GU Burfjord

Kvænangen kommune

TREAKSIALFORSØK

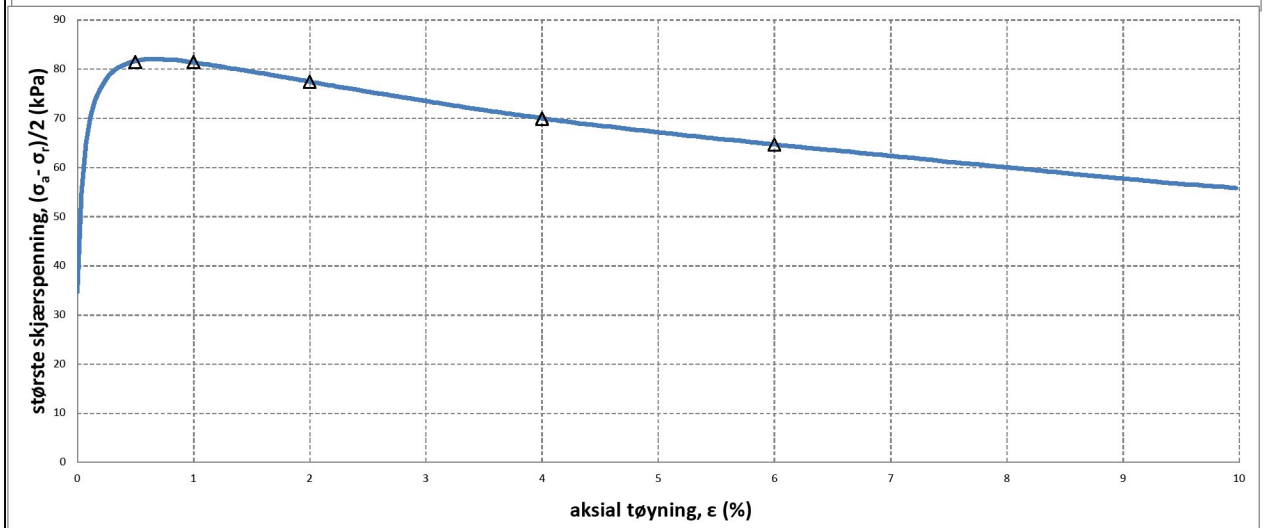
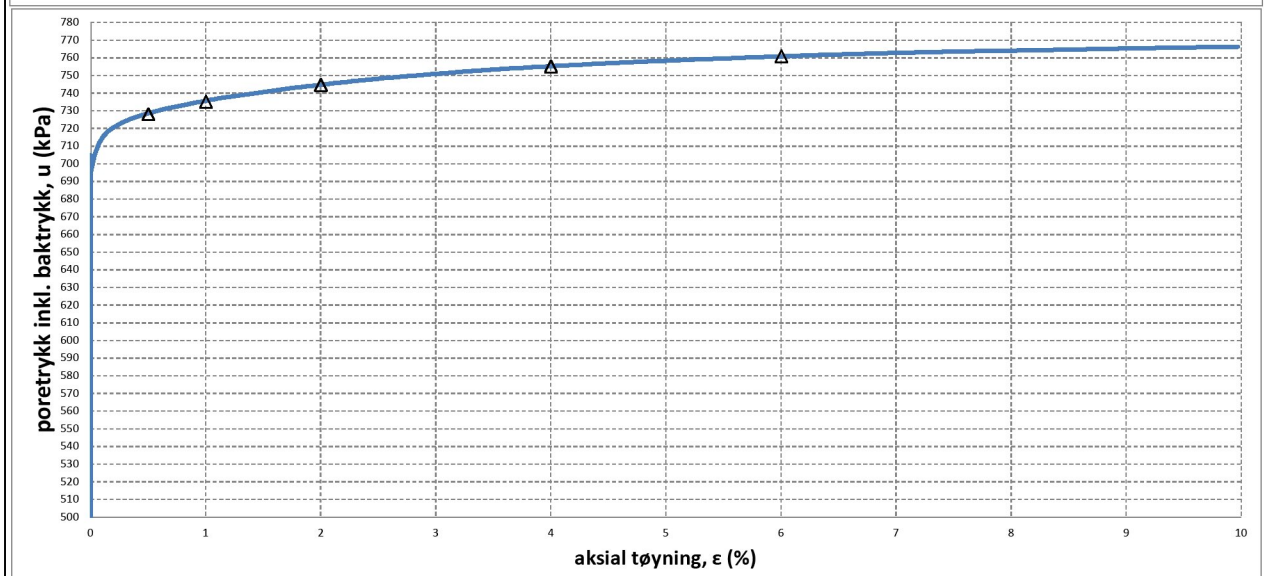
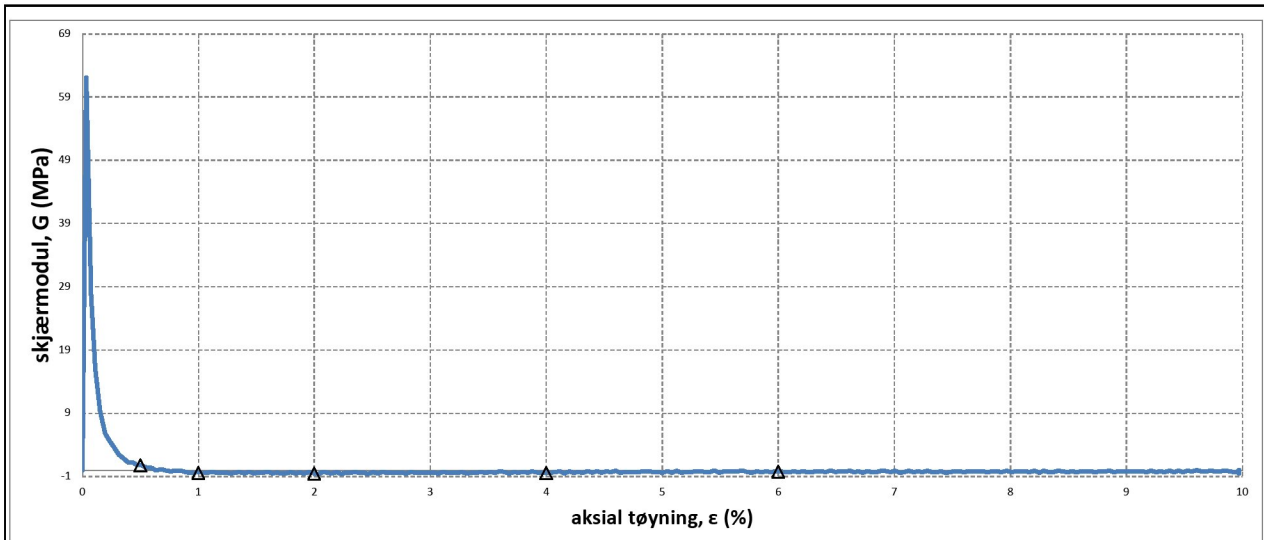
Oppdrag
1350051224

Tegn./kontr.
KRAS/BAGJ

Dato
30.01.2023

Vedlegg nr.
8A

Tegn. Nr.
-



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀' (kPa)	pₛ' (kPa)	pᵣ' (kPa)	
1	Δ	S8	65	10,40 m	CAUA	45,8	50,2	0,888	161	166	102	Leire, sensitiv



Geoteknikk og GU Burfjord

Kvænangen kommune

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350051224

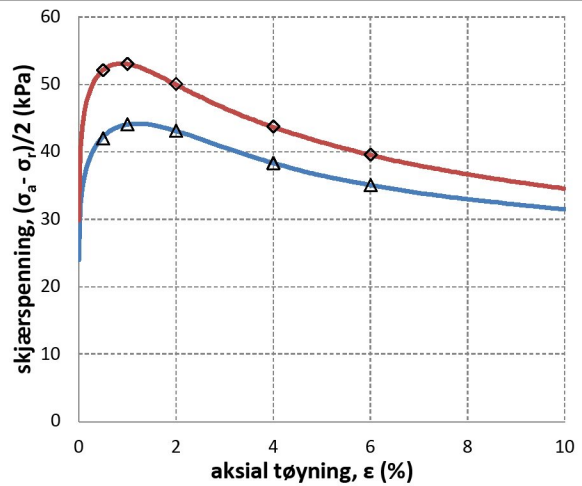
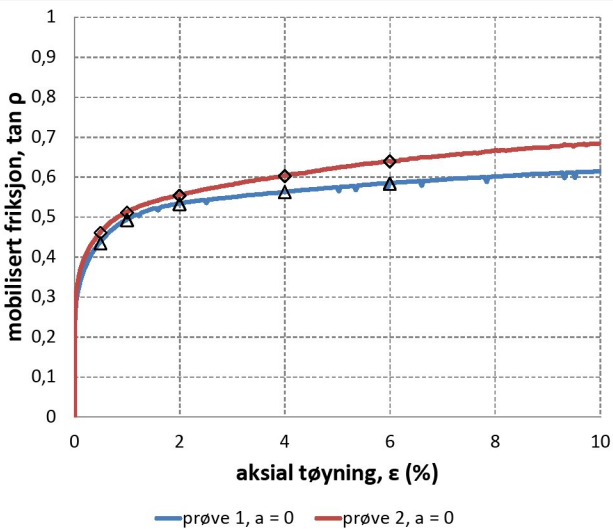
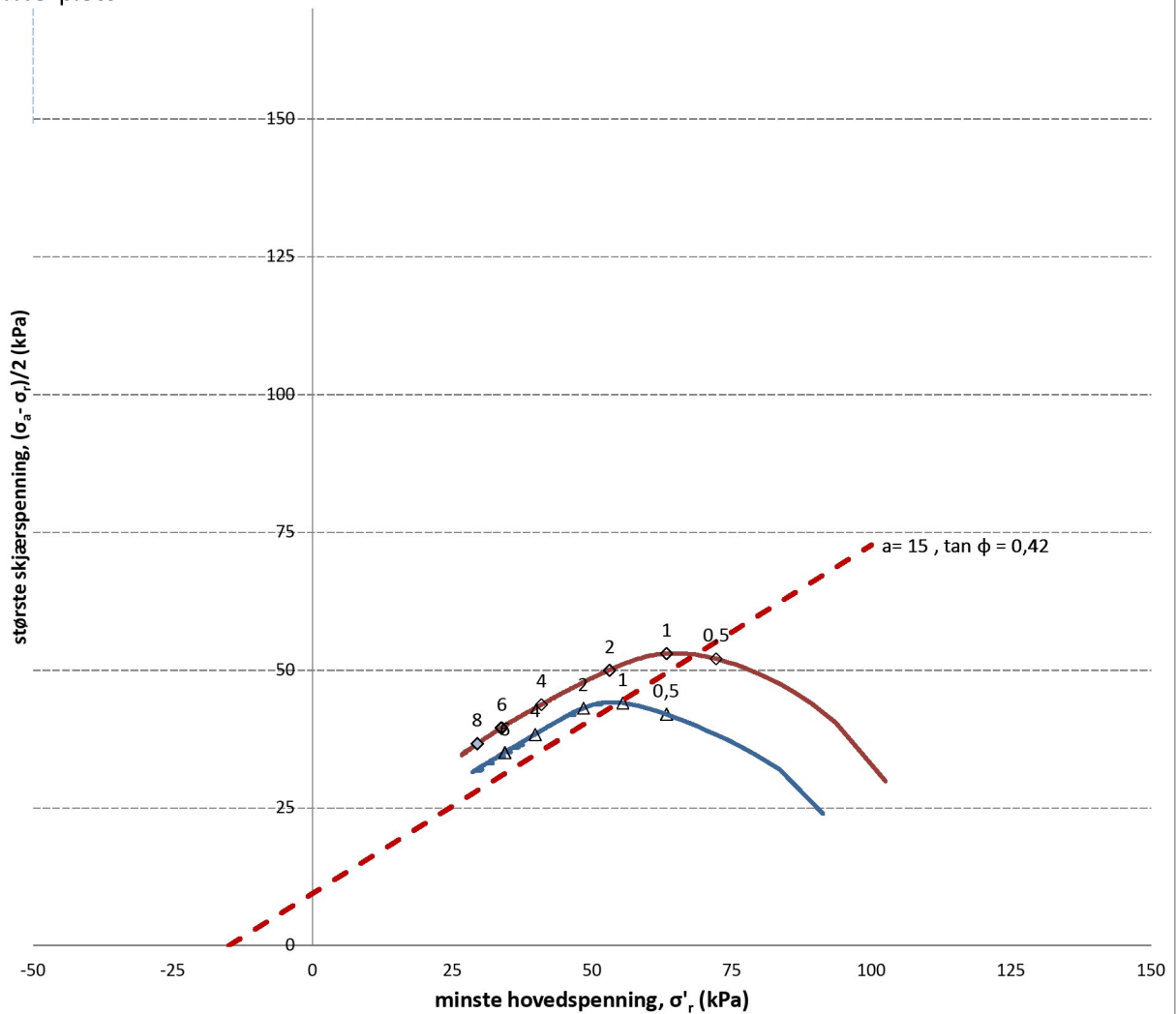
Tegn./kontr.
KRAS/BAGJ

Vedlegg nr.
8B

Dato
30.01.2023

Tegn. Nr.
-

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	S8	66	13,55 m	CAUA	34,6	3,0	0,061	150	138	91	Leire, kvikk/sensitiv
2	◊	S8	66	13,65 m	CAUA	36,1	4,0	0,080	150	161	103	Leire, kvikk/sensitiv



Geoteknikk og GU Burfjord

Kvænangen kommune

TREAKSIALFORSØK

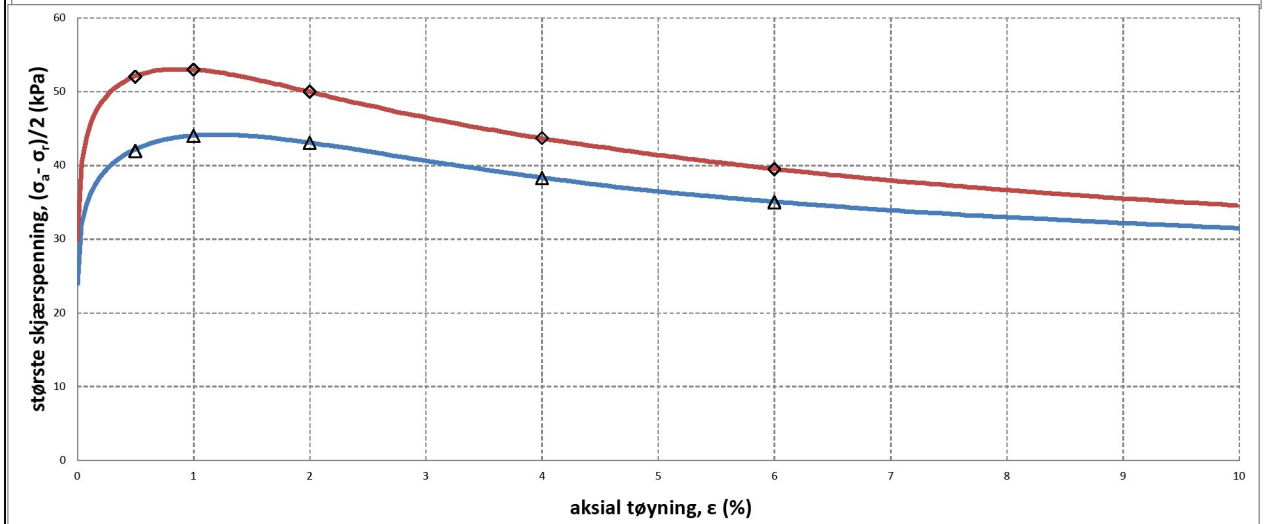
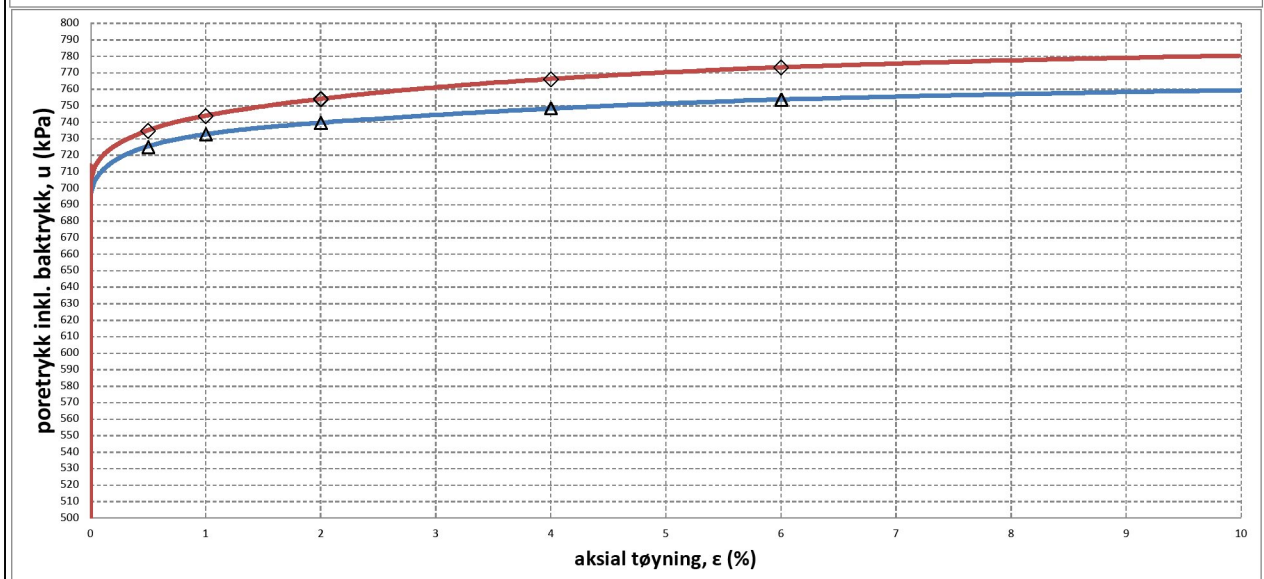
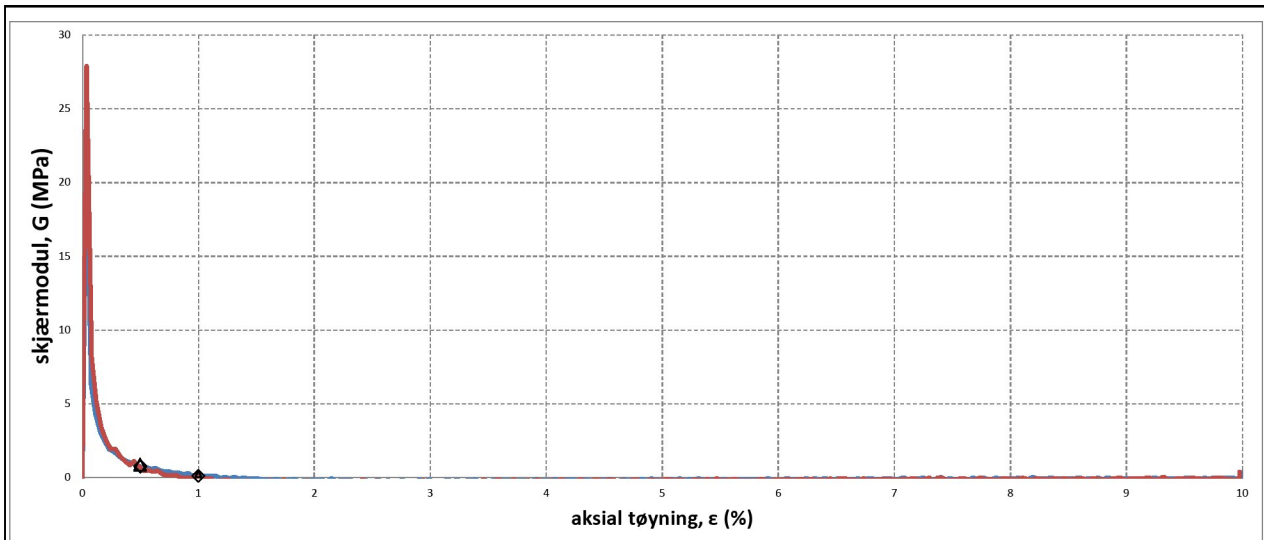
Oppdrag
1350051224

Tegn./kontr.
KRAS/BAGJ

Vedlegg nr.
9A

Dato
30.01.2023

Tegn. Nr.
-



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	S8	66	13,55 m	CAUA	34,6	3,0	0,061	150	138	91	Leire, kvikk/sensitiv
2	◊	S8	66	13,65 m	CAUA	36,1	4,0	0,080	150	161	103	Leire, kvikk/sensitiv



Geoteknikk og GU Burfjord

Kvænangen kommune

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350051224

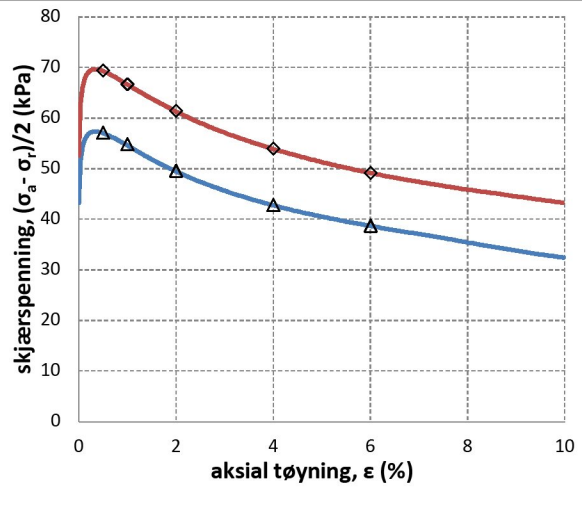
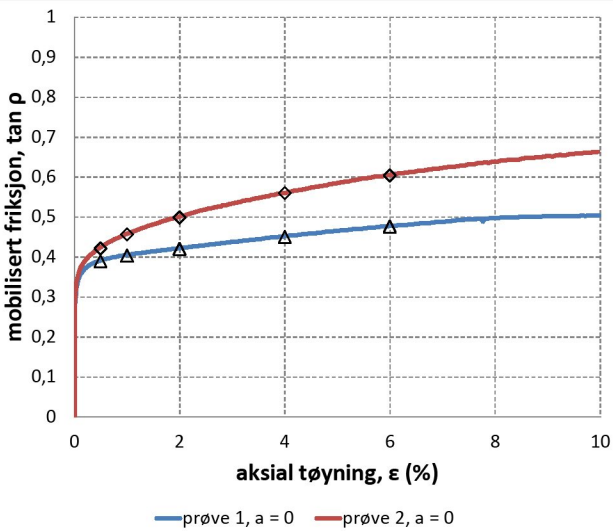
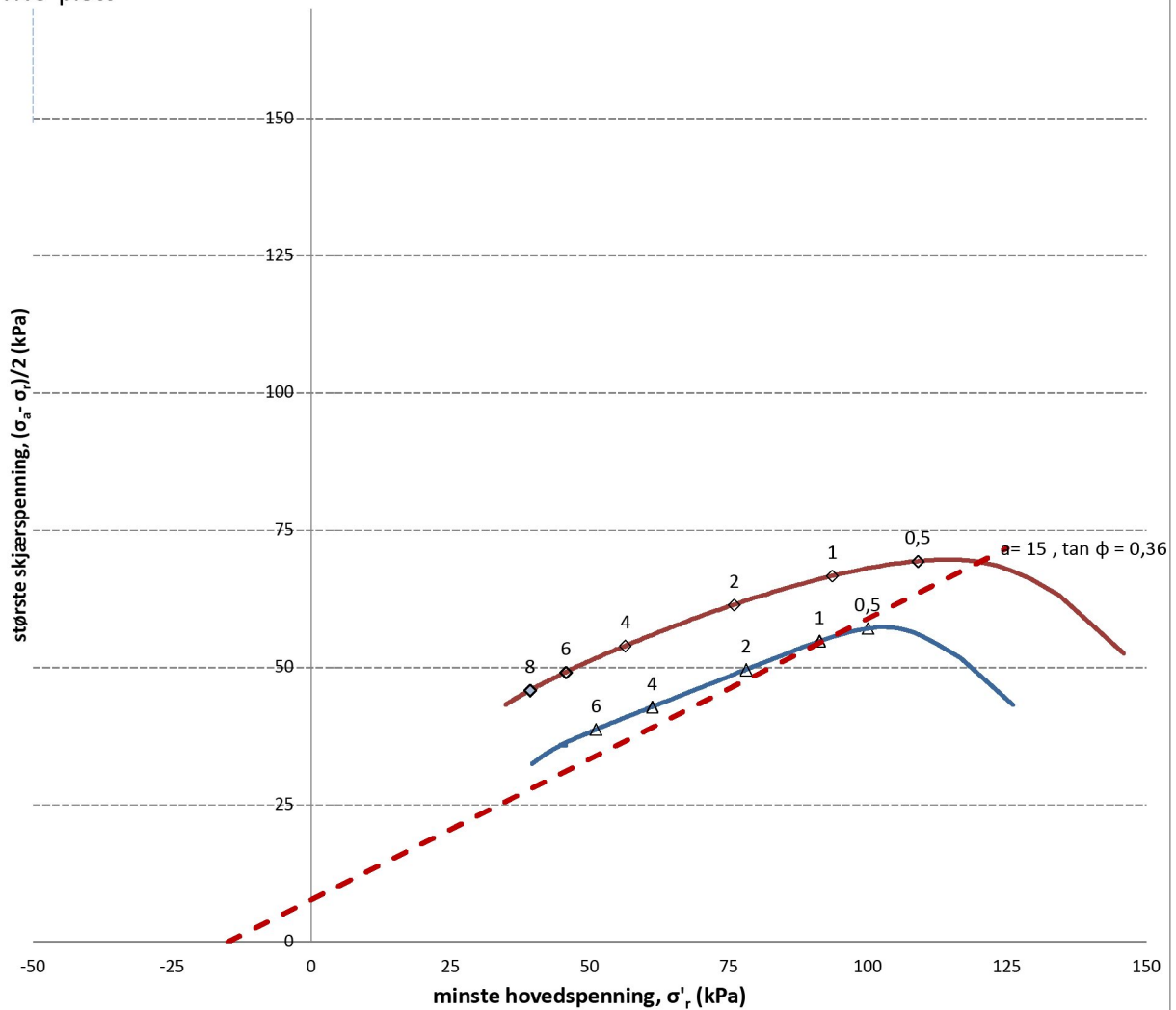
Tegn./kontr.
KRAS/BAGJ

Dato
30.01.2023

Vedlegg nr.
9B

Tegn. Nr.
-

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	u _e /e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ (kPa)	p _a (kPa)	p _r (kPa)	
1	Δ	S14	43	13,45 m	CAUA	49,4	2,9	0,050	209	210	126	Leire
2	◊	S14	43	13,60 m	CAUA	42,4	4,3	0,079	209	247	146	Leire



Geoteknikk og GU Burfjord

Kvænangen kommune

TREAKSIALFORSØK

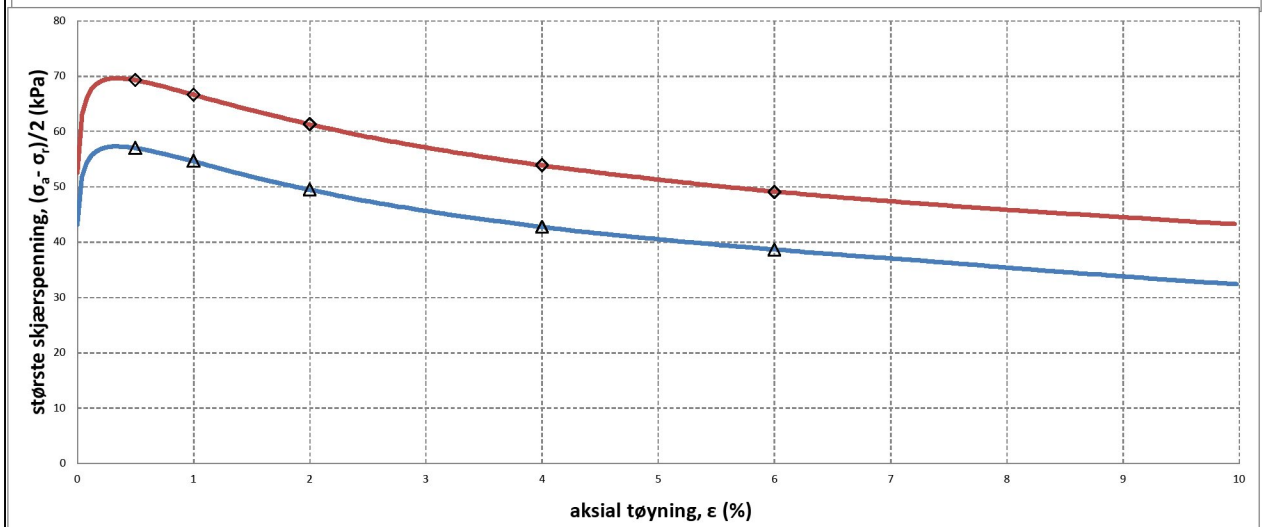
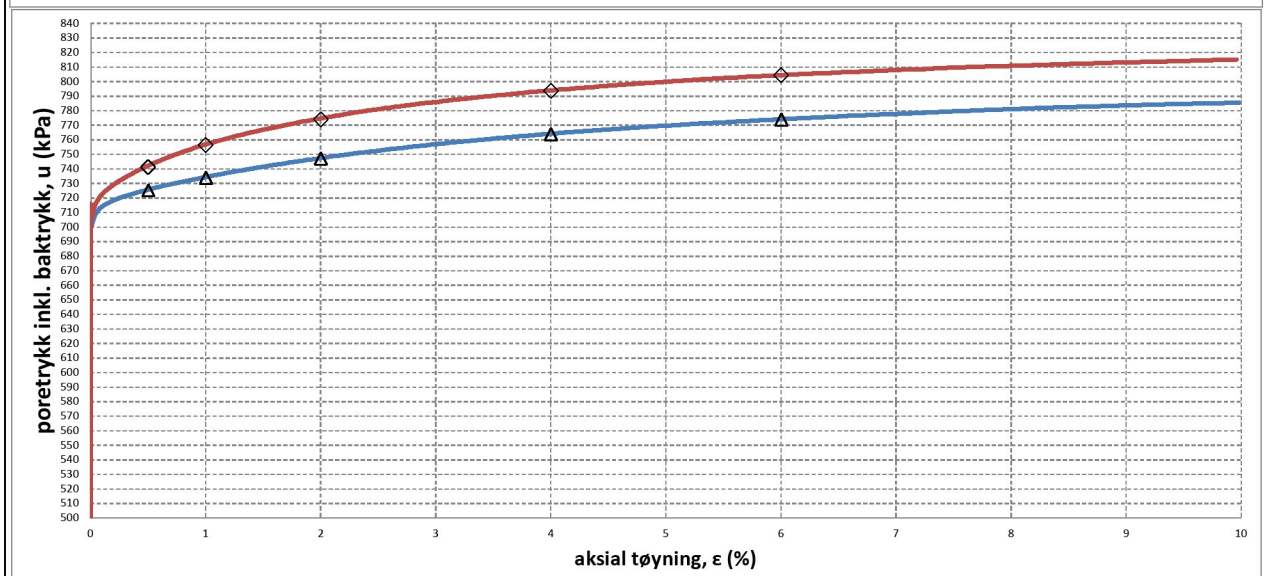
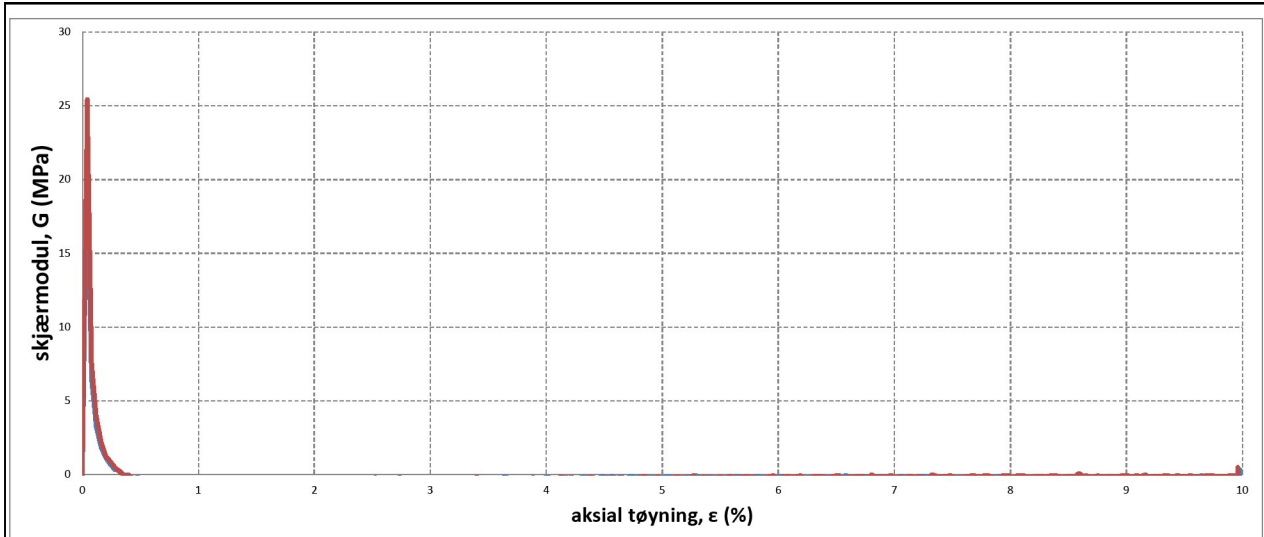
Oppdrag
1350051224

Tegn./kontr.
KRAS/BAGJ

Dato
30.01.2023

Bilag
10A

Tegn. Nr.
-



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	△	S14	43	13,45 m	CAUA	49,4	2,9	0,050	209	210	126	Leire
2	◇	S14	43	13,60 m	CAUA	42,4	4,3	0,079	209	247	146	Leire



Geoteknikk og GU Burfjord

Kvænangen kommune

TREAKSIALFORSØK

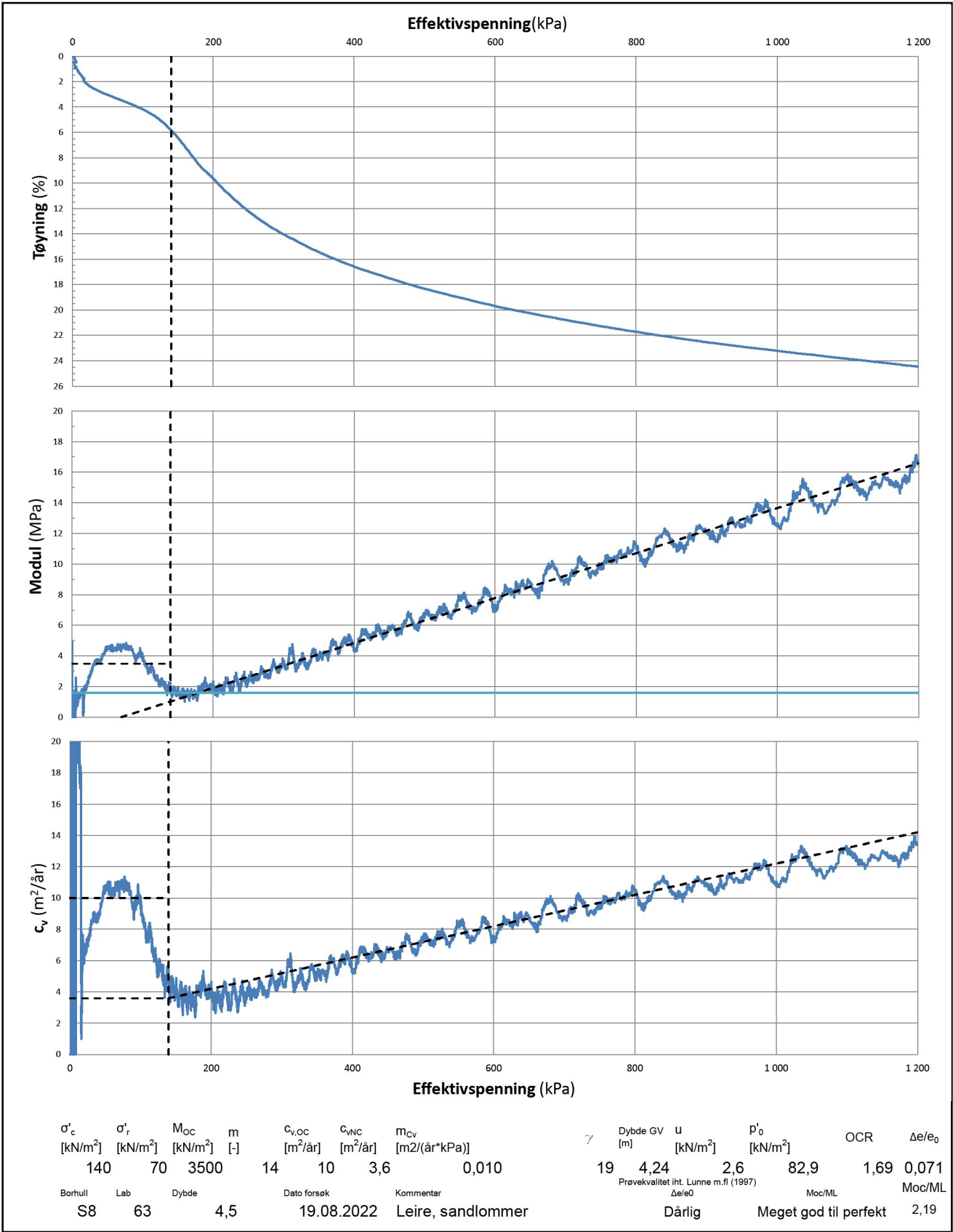
Oppdrag
1350051224

Tegn./kontr.
KRAS/BAGJ

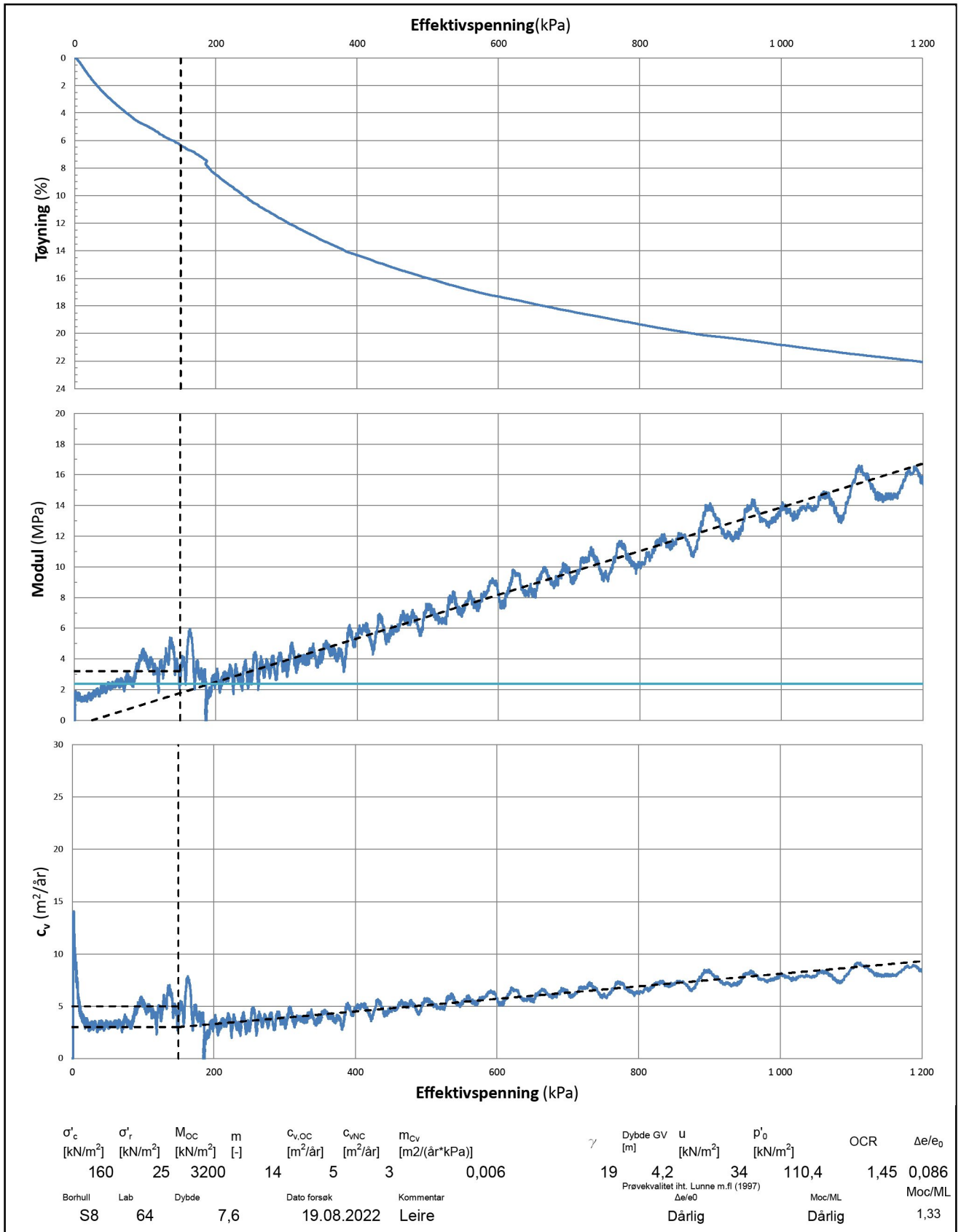
Dato
30.01.2023

Bilag
10B

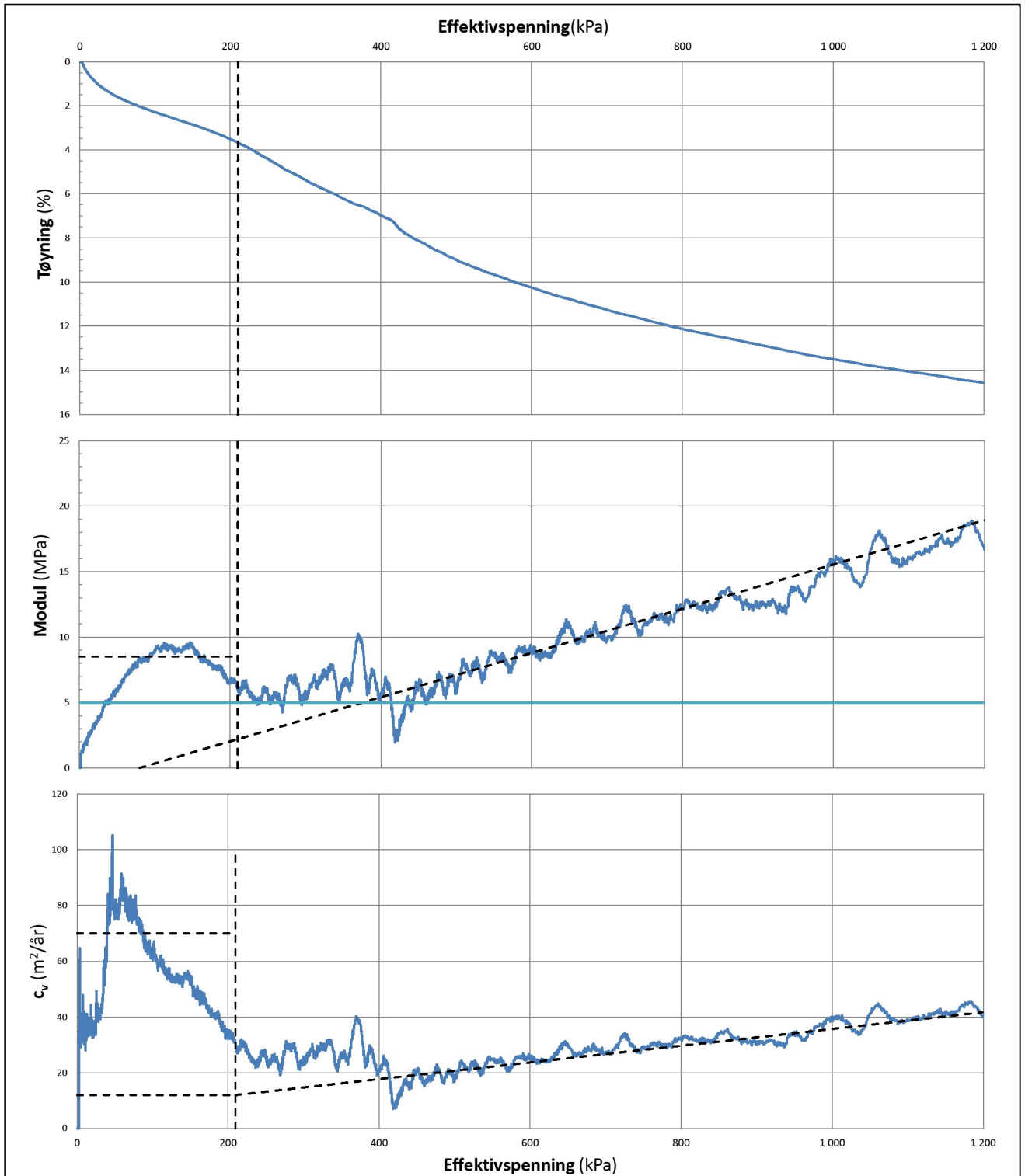
Tegn. Nr.
-



Burfjord	Oppdrag	1350051224
Kvænangen kommune	Tegn./kontr.	KRAS/BAGJ
Ødometerforsøk	Dato	30.01.2023
Tolking	Vedlegg	11
	Tegn. Nr.	-



Burfjord	Oppdrag 1350051224
Kvænangen kommune	Tegn./kontr. KRAS/BAGJ
Ødometerforsøk	Vedlegg 12
Tolking	Dato 03.01.2023
	Tegn. Nr. -



σ'_c [kN/m ²]	σ'_r [kN/m ²]	M_{OC} [kN/m ²]	m [-]	$c_{v,OC}$ [m ² /år]	$c_{v,NC}$ [m ² /år]	m_{cv} [m ² /((år*kPa))]	γ	Dybde GV [m]	u [kN/m ²]	p'_0 [kN/m ²]	OCR	$\Delta e/e_0$	
210	80	8500		16	70	12		19	7,7	11	156,2	1,34	0,060
Borhull	Lab	Dybde		Dato forsøk	Kommentar			Prevekkvalitet iht. Lunne m.fl. (1997)			Moc/ML	Moc/ML	
S14	41	8,8		18.08.2022	Leire, sandlag			God til brukbar			God til ganske god	1,70	



Geoteknikk og GU Burfjord

Kvænangen kommune

Ødometerforsøk
Tolkning

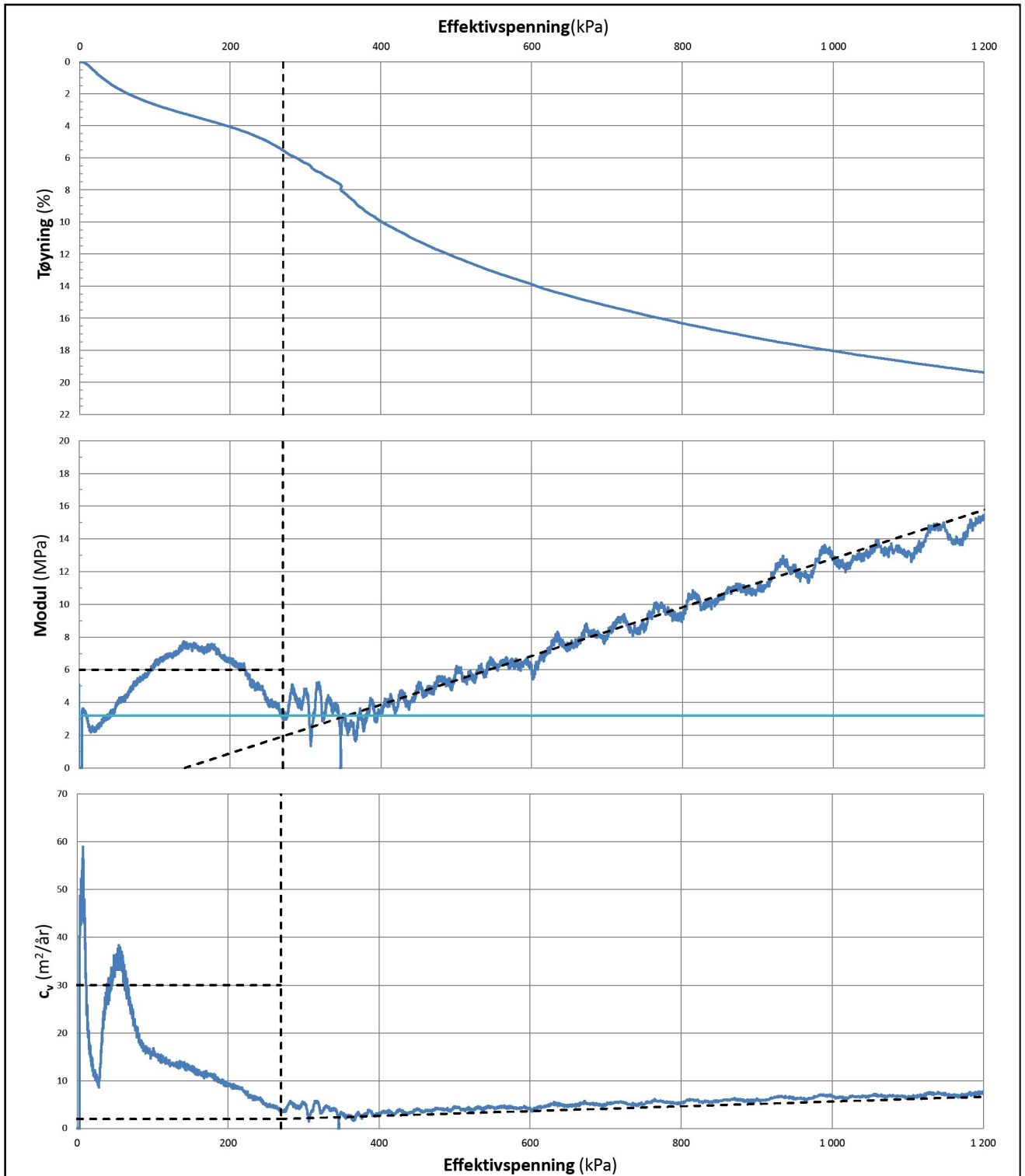
Tegn./kontr.
KRAS/BAGJ

Dato
30.01.2023

Oppdrag
1350051224

Vedlegg
13

Tegn. Nr.
-



σ'_c	σ'_r	M_{OC}	m	$c_{v,OC}$	$c_{v,NC}$	m_{c_v}	γ	Dybde GV	u	p'_0	OCR	$\Delta e/e_0$	
[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[m ² /år]	[m ² /år]	[m ² /(år*kPa)]		[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]			
270	140	6000	13,5	30	2	0,005		19	7,7	29	172,4	1,57	0,066
Borhull	Lab	Dybde	Dato forsøk	Kommentar		Prevekkvalitet iht. Lunne m.fl (1997)		$\Delta e/e_0$		Moc/ML		Moc/ML	
S14	42	10,6	18.08.2022	Leire		God til brukbar		God til ganske god		1,88			



Versjon: 2020-08-16

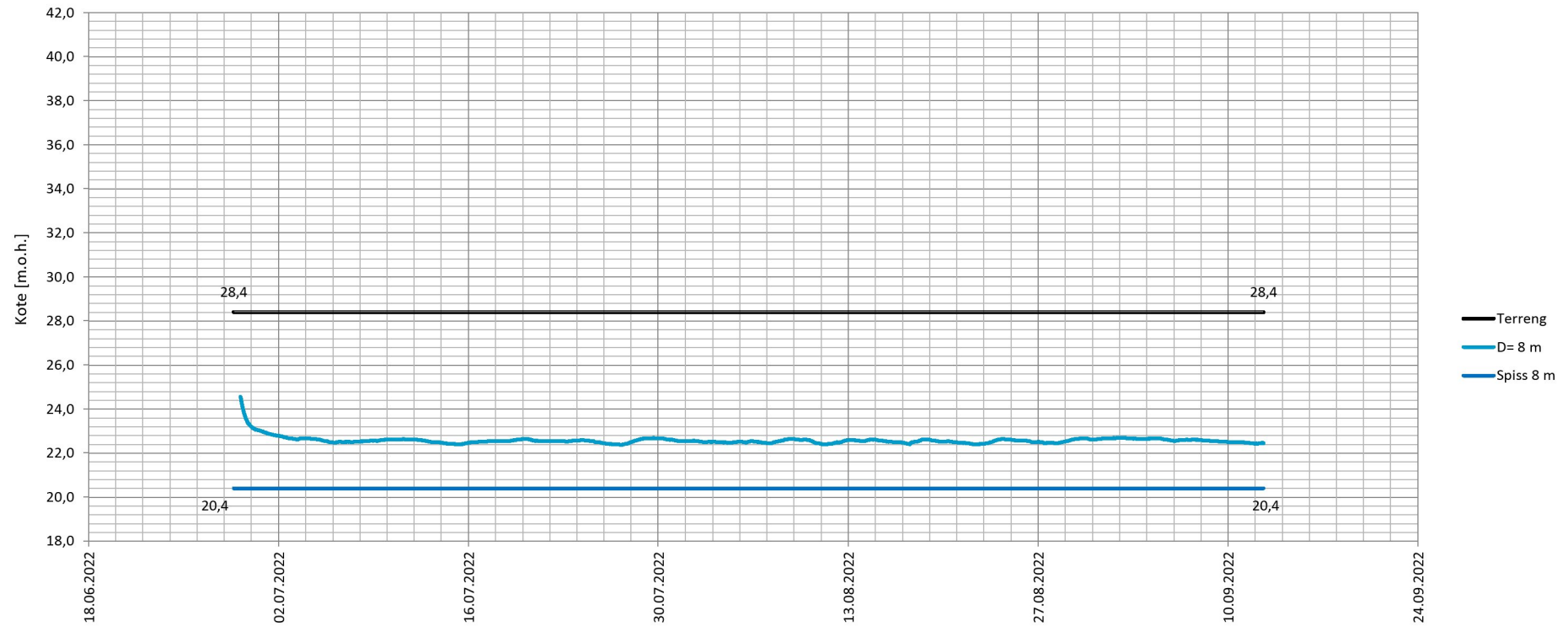
Burfjord	Oppdrag 1350051224
Kvænangen kommune	Tegn./kontr. KRAS/BAGJ
Ødometerforsøk	Vedlegg 14
Tolking	Dato 30.01.2023
	Tegn. Nr. -



1350051224 Burfjord - Avlest poretrykk BP-S6

Vedlegg nr.: 15

Måler	32208
Borpunkt	S6
Terreng	28,4 kt
Dybde spiss	8 m
Gjennomsnittlig dybde	5,78 m
Minste dybde	-11,72 m
Maksimal dybde	6,03 m

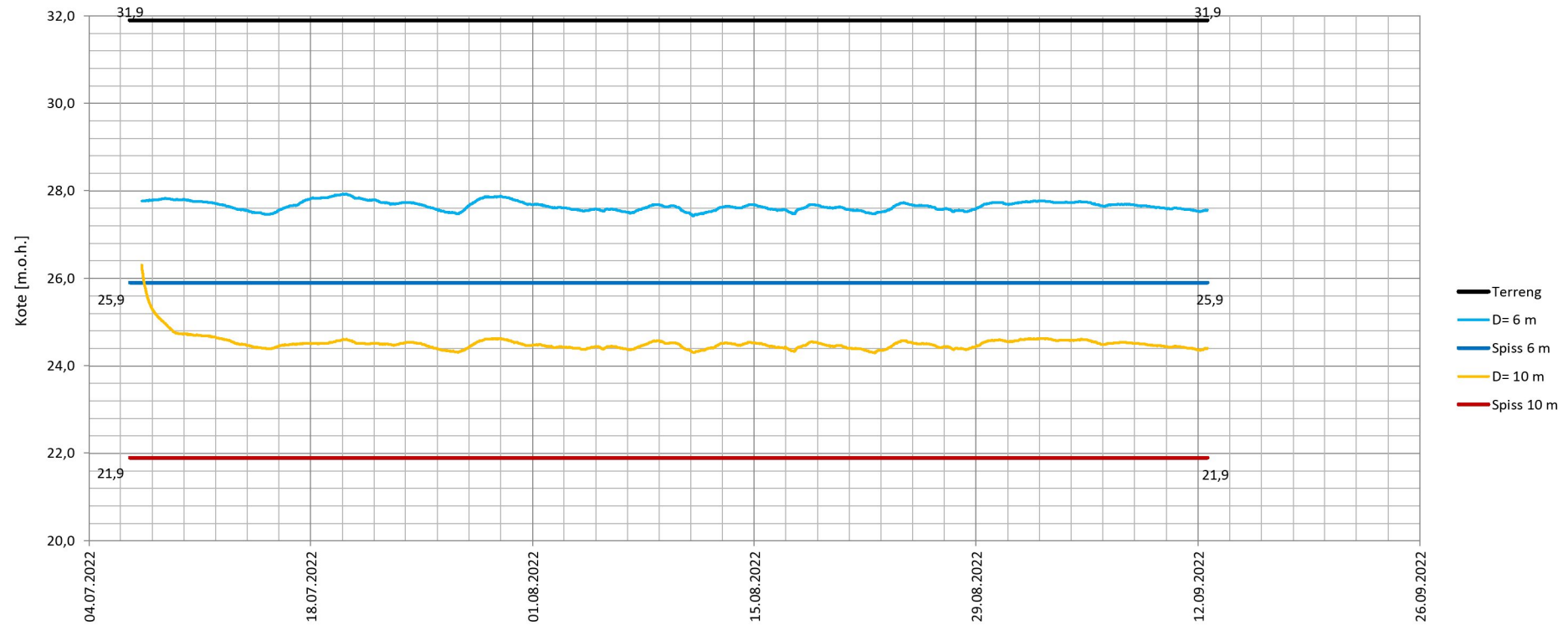




1350051224 Burfjord - Reguleringsplan - Avlest poretrykk BP-S8

Vedlegg nr.: 16

Måler	32207	32205
Borpunkt	S8	S8
Terreng	31,9	31,9
Dybde spiss	6	10,0
Gjennomsnittlig dybde	4,24	7,30
Minste dybde	-1,10	-20,25
Maksimal dybde	4,47	7,60

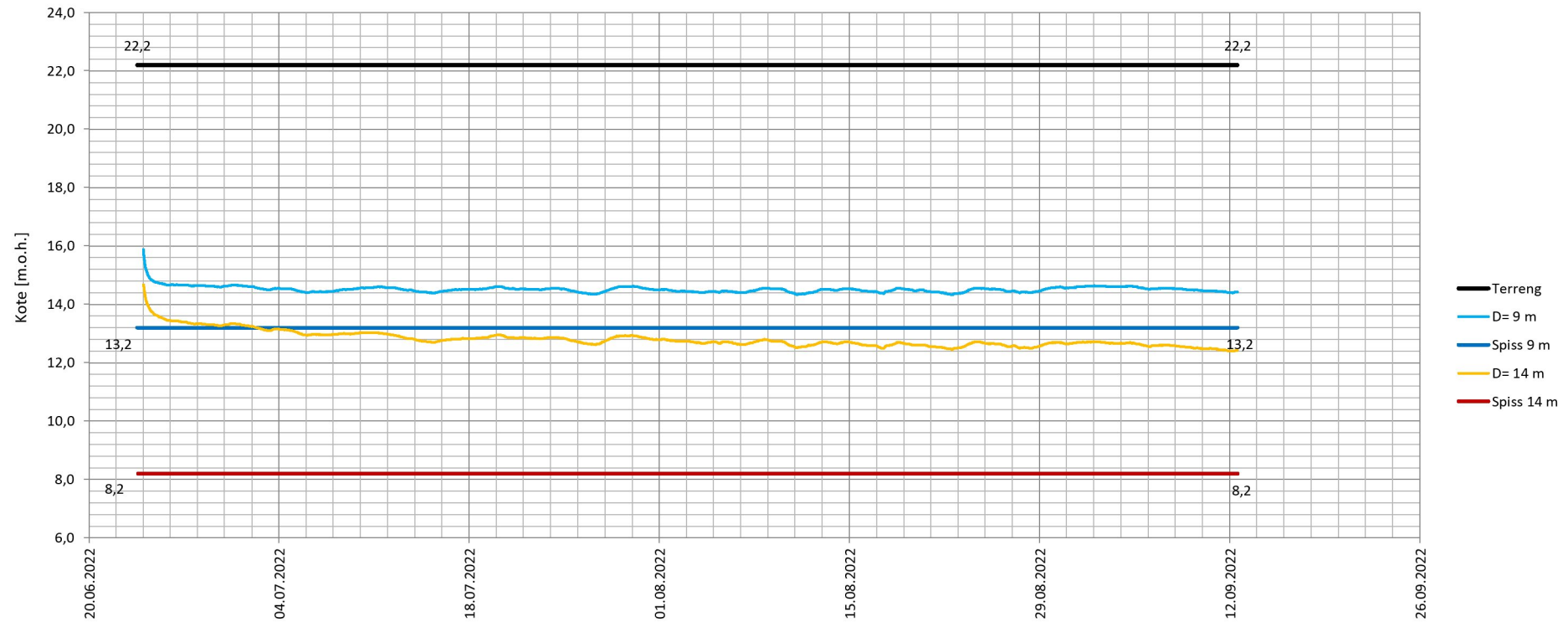




1350051224 Burfjord - Reguleringsplan - Avlest poretrykk BP-S14

Vedlegg nr.: 17

Måler	32122	32121
Borpunkt	S14	S14
Terreng	22,2	22,2
Dybde spiss	9	14,0
Gjennomsnittlig dybde	7,65	9,36
Minste dybde	-15,42	-14,39
Maksimal dybde	7,88	9,81

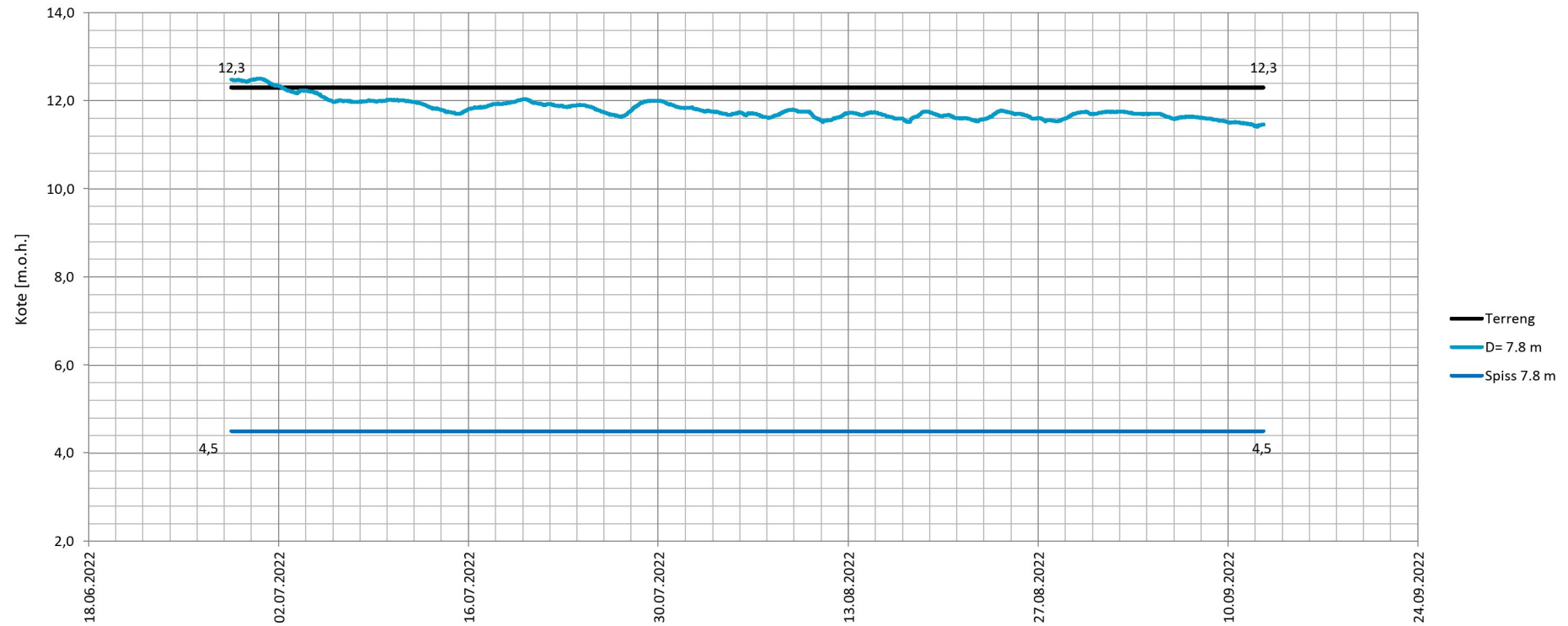




1350051224 Burfjord - Avlest poretrykk BP-S23

Vedlegg nr.: 18

Måler	32204
Borpunkt	S23
Terreng	12,3 kt
Dybde spiss	7,8 m
Gjennomsnittlig dybde	0,50 m
Minste dybde	-0,20 m
Maksimal dybde	0,89 m

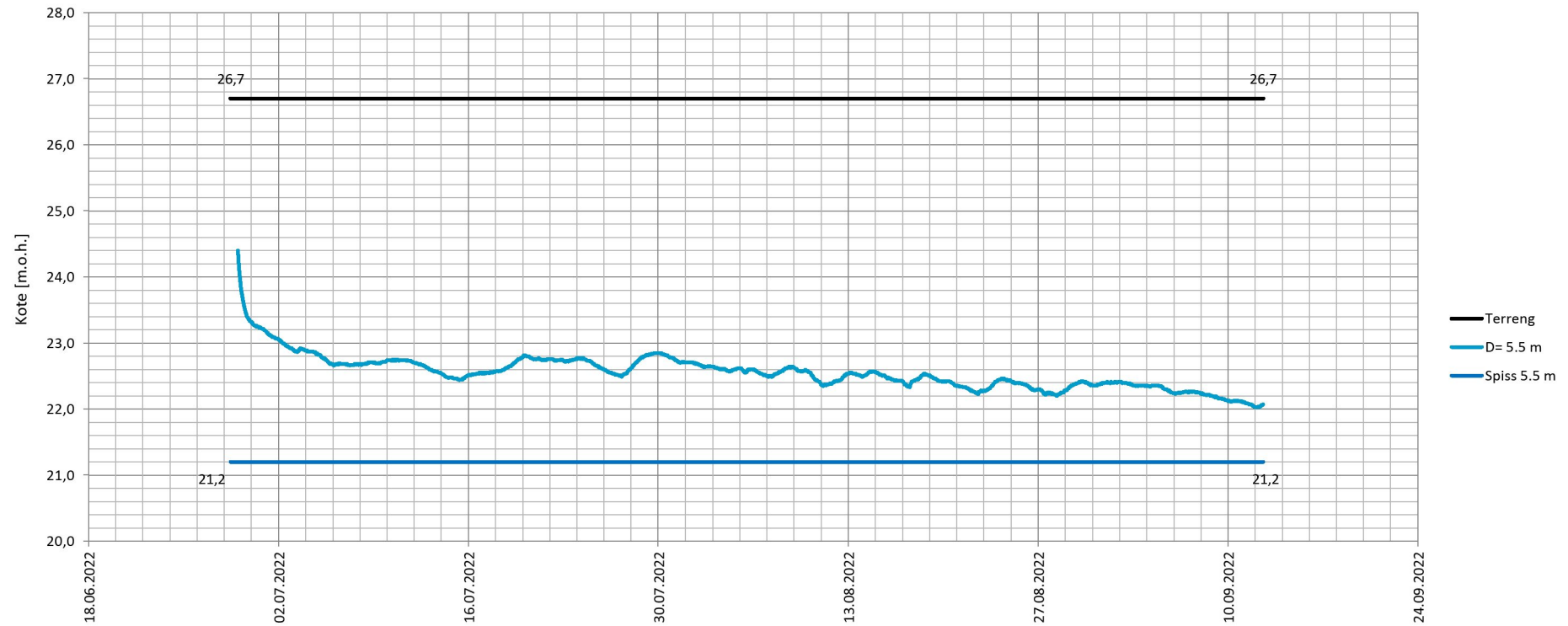




1350051224 Burfjord - Avlest poretrykk BP-S25

Vedlegg nr.: 19

Måler	32203
Borpunkt	S25
Terreng	26,7 kt
Dybde spiss	5,5 m
Gjennomsnittlig dybde	4,11 m
Minste dybde	-11,84 m
Maksimal dybde	4,67 m



Ref: "Oversiktskartleggig og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred"
 NVE Ekstern rapport 9/2020 datert desember 2020. Revisjon 4 datert 27.11.2020

Skadekonsekvens Forklaring

Vurdering:				Konsekvens, score					
Faktor	Vekttall	Analyse	Kommentar	Faktor	vektttall	3	2	1	0
Boligheter	4	3	Flermannsbolig, boligfelt	Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	0	Ingen kjente næringsbygg	Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen Bebyggelse, verdi	1	0	Ingen kjente bygninger av spesiell verdi.	Annen Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei	2	1	Kun vei til boligfelt	Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje	2	0		Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen	Ingen
Kraftnett	1	1		Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/flom	2	3	Oppdemming kan oversvømme Stormo	Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen

Poeng (score x vektall): 21

Beregnet skadekonsekvensklasse: Alvorlig
 Skadekonsekvens 0,47

Faregradsklasser (sannsynlighet) Forklaring

Vurdering:				Faregrad, score					
Faktor	Vekttall	Analyse	Kommentar	Faktor	vektttall	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	1	Liten overflateugliding i skråningen	Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde	2	0	Ca 12 meter	Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	1	Basert på ødometerforsøk	Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk	3	0		Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk	-3	0		Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	2		Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	3		Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	2	Antas konservativt noe	Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	0		Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	0		Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen

Poeng (score x vektall): 16

Beregnet faregradsklasse: Lav
 Faregrad 0,31

Risiko (skadekonsekvens x faregrad) 1464

Risikoklasse: 3