

Geoteknisk vurderingsrapport for grunnundersøkelser 21202

Saga Skistadion, Nordreisa kommune



Rekvirent: Nordreisa kommune

Utarbeidet av: Sadegh Mohammad
Shahmirzadi

Prosjekt-type: Geoteknisk rapport

Kontroll: Alberto Busa (Maffeis)

Prosjekt nr.: 21202-GEO-02

Godkjent: SMS

Dato: 11.05.22



GeoNord AS

Bjørn Wirkolas Vei 15, 9510 Alta

Tlf. 78435848

E-post: firmapost@geonord.no

Sammendrag

Denne geotekniske vurderingsrapporten inneholder vurdering av områdestabiliteten for planlagt skiskytterarena og rulleskianlegg ved Saga Skistadion i Nordreisa kommune iht. TEK17 /6/ og NVEs veileder nr. 1/2019 /7/.

På bakgrunn av tolkede grunnforhold basert på tidligere undersøkelser og GeoNords undersøkelser ved Saga skistadion er det påtruffet løsmasser med sprøbruddegenskaper i stor mektighet.

For tiltak ved området må det gjøres detaljprosjektering i forbindelse med byggesak.

Denne vurderingen må kontrolleres av et uavhengig foretak.

Rapport er revidert 10.05.22 og arbeid er kontrollert av seniorgeotekniker Alberto Busa fra Maffeis mai 2022.

Innhold

1	Innledning	1
2	Terreng og grunnforhold	2
2.1	Områdebeskrivelse	2
2.2	Kvartærgeologi	2
3	Tidligere grunnundersøkelser	4
4	Felt- og laboratorieundersøkelser	4
3.1	Viktige forutsetninger	5
5	Grunnforhold	5
6	Geoteknisk vurdering	6
6.1	Krav og spesifikasjoner	6
6.2	Vurdering av planlagt sprengning	8
7	Soneavgrensing og klassifisering	8
8	Områdestabilitet	11
8.1	Vurdering av profil A	13
8.2	Vurdering av profil B og C	14
8.3	Vurdering av profil D	17
8.4	Beregningsprofiler profil E	18
8.5	Beregningsprofiler profil F	20
8.6	Vurdering av profil G	23
8.7	Vurdering av oversiden av Sagelva	23
8.8	Erosjonssikring	23
9	Avbøtende tiltak	24
10	Sluttkommentar/Konklusjon	25
11	Boreposisjonsliste	26
12	Referanser	27

Bilag: Geotekniske undersøkelser

Bilag 1: Borplan

Bilag 2: Totalsonderinger

Bilag 3: Trykksonderinger

Bilag 4: Laboratorieresultater GeoNord

Bilag 5: Laboratorieresultater fra Multiconsult

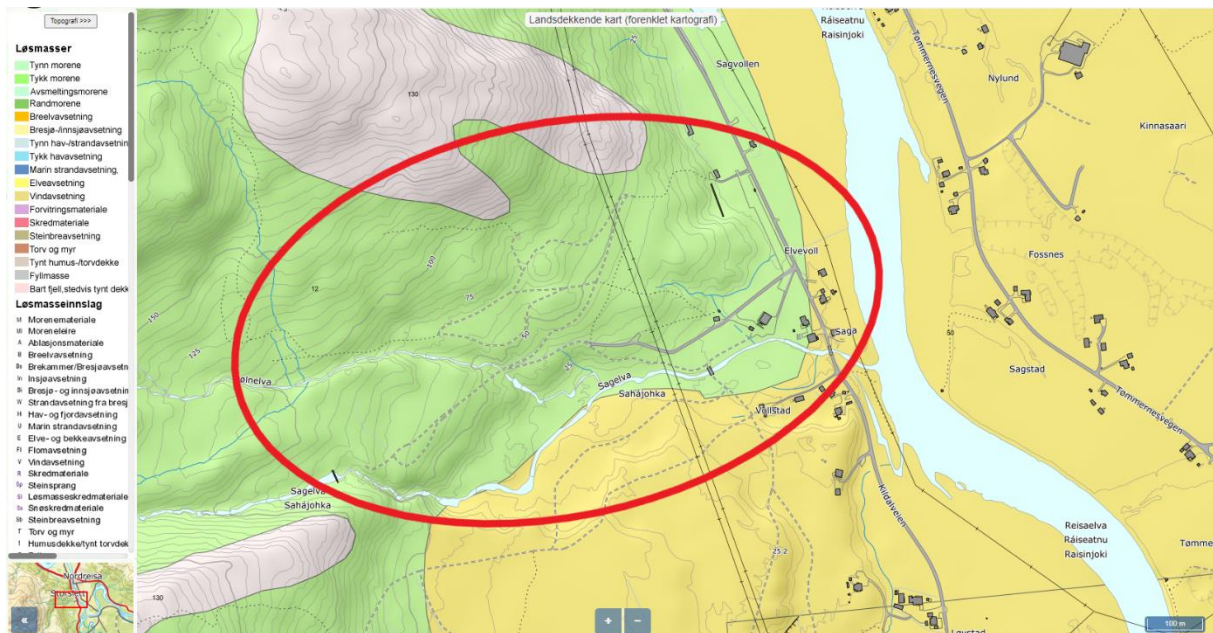
2 Terreng og grunnforhold

2.1 Områdebeskrivelse

Det aktuelle området ligger vest i Kildalen i Nordreisa. Det ligger ca. 1 km fra Storslett. Hele skianlegget går fra ca. kote +5 til ca. +90.

2.2 Kvartærgeologi

NGUs løsmassekart antyder at området hovedsakelig er dekket av morenemateriale, som et usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen, se figur 2. Materialet er plukket opp, transportert og avsatt av isbreer. Det er vanligvis hardt sammenpakket, dårlig sortert og kan inneholde alt fra leir til stein og blokk. Tykkelsen på disse materialene er normalt mindre enn 0,5, men det kan lokalt være tykkere.



Figur 2 Løsmassekart fra NGU

2.3 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

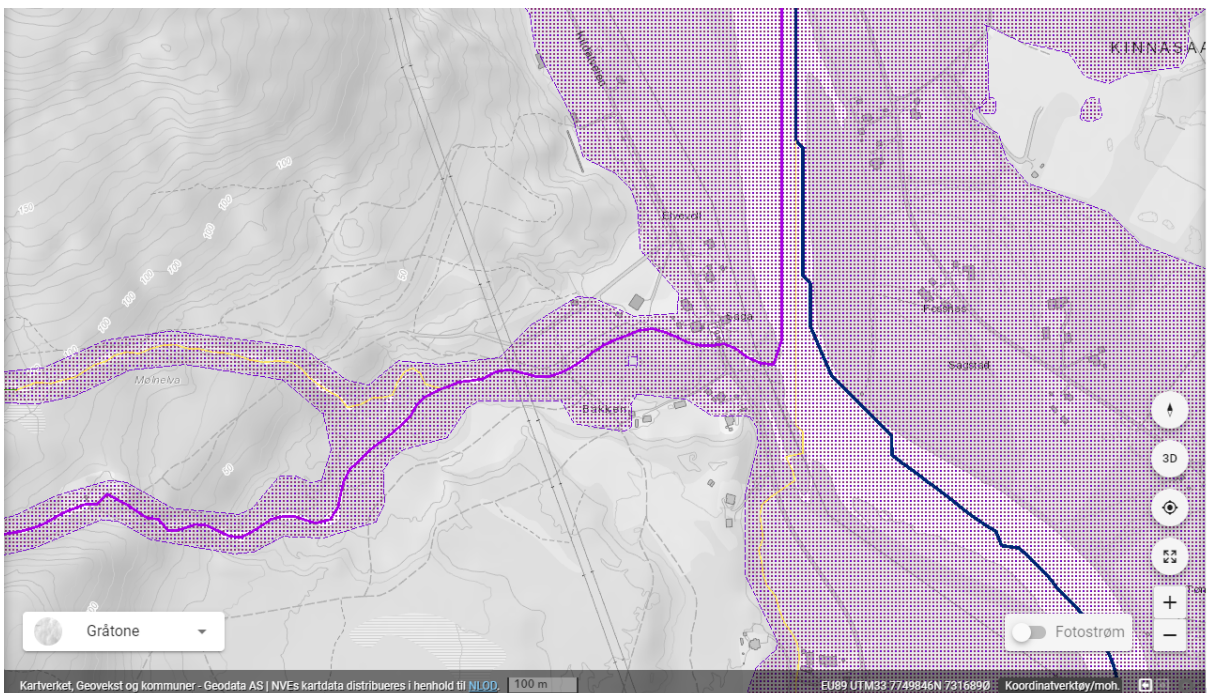
Fra NVEs Atlas er det funnet at det er påvist kvikkleire ved Saga skistadion ved tidligere undersøkelser utført av Statens vegvesen, se figur 3.



Figur 3 Faresone for kvikkleireskred, områder der det er påvist kvikkleire ved tidligere undersøkelser markert med lilla polygon og punkter.

2.4 Andre nærliggende aktsomhetssoner

I forbindelse med Saga skistadion er det funnet at deler av områder ligger i aktsomhetssonen for flom. Se figur 4 for sonen som vil kunne bli påvirket av flom.



Figur 4 Aktsomhetszone for flom ved undersøkelsesområdet

3 Tidligere grunnundersøkelser

Av tidligere grunnundersøkelser i områder i nær relasjon til Saga skistadion gjennomført av Statens Vegvesen i 2014 har påvist kvikkleire. Det ble utført 7 totalsonderinger. Det ble påvist et lag med leire for alle boringene, bortsett fra ved ett hull. Det ble tolket til å være kvikkleire i alle de seks punktene hvor det ble funnet leire.

I forbindelse med prosjektet ved utbyggingen av Saga skistadion ble det foretatt undersøkelser i 2018 av Arktisk Geotek med GeoNords borerigg.

4 Felt- og laboratorieundersøkelser

GeoNord har utført grunnundersøkelsene i tidsrommet 08.11-22.11.21. Det ble også foretatt supplerende grunnundersøkelser i tidsrommet 21.02-25.02.22. Undersøkelsene ble foretatt med en GeoTech 605FM borerigg. Disse vises i borplanen i bilag 1. Undersøkelsene for dette området består av:

- 20 totalsonderinger
- 10 Trykksonderinger (CPTu)
- 13 54 mm uforstyrrete sylinderprøver.
- 1 naverprøve
- 2 posisjoner for poretrykksmålere

Resultatene av totalsonderingen er vist i bilag 2.

Resultater av trykksonderinger vises i bilag 3, de viser at ved flere av punktene er det påtruffet kvikkleire basert på poretrykk og sidefriksjon.

Det ble utført rutineundersøkelser for alle prøvene. Laboratorieresultater er vist i bilag 4, samt laboratorieundersøkelsene gjennomført på prøvene ved Multiconsults laboratorium, hvor det ble utført treaksiale forsøk og ødometer.

Avanserte analyser ble utført på prøver ved tre prøvepunkter, P1, P8 og P9 henholdsvis på dybdene 5-6 meter, 7-8 meter og 6-7 meter. Dette inkluderer rutineundersøkelser, ødometer og treaksial test. Resultater fra P1 viser at det er kvikkleire med lav omrørt skjærstyrke mindre enn 2kPA. De andre mekaniske egenskapene bekrefter at materialet har høy sensitivitet, vanninnhold høyere enn væskegrense og lav ødometer-verdi på ca. 12.

Fra P8 og P9 viser resultatene at materialet består av siltig leire med omrørt skjærstyrke høyere enn 2 kPA, og lav sensitivitet (mindre enn 8). Ødometerverdier er funnet til å være på ca. 22 for P9.

Maks skjærstyrke ble funnet til å være ca. 40-50 kPA ved disse tre prøvepunktene og tilsvarende dybde ved bruk av enaksial og treaksial test.

Det ble installert 4 poretrykksmålere i området ved Saga skistadion. To stykker ble plassert ved totalsondering T1. På dybdene 5 og 10 meter for henholdsvis PZ nr.1 og PZ nr.2. Ved totalsondering T8 ble poretrykksmåler PZ nr.3 og PZ nr.4 installert på dybdene 4,5 meter og 7,5 meter. Se bilag 5 for resultater av poretrykksmålingene. Disse viser at det er en liten fluktusjon i grunnvannet i de 3 månedene de har fått stå å logge ved området.

3.1 Viktige forutsetninger

Det gjøres oppmerksom på at grunnundersøkelsene kun avdekker lokale forhold i de utførte borpunktene. Dette benyttes videre til å gi en mer generell beskrivelse av grunnforholdene i området. Grunnforholdene mellom borpunktene kan variere mer enn det som eventuelt kan interpoleres fra de utførte grunnundersøkelsene i området.

5 Grunnforhold

Basert på resultater av grunnundersøkelsene utført ved Saga skistadion, både av Statens vegvesen, Arktisk Geotek og GeoNord er løsmassemektigheten funnet til å være svært varierende og med tykkelse opp til 35 meter. Løsmassene består i hovedsak av lag med sand/silt, leire og morene. Det er påvist kvikkleire ved tidligere undersøkelser utført av Statens vegvesen i 2014. Og det har blitt påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale under undersøkelsene ved Saga skistadion som GeoNord har gjennomført.

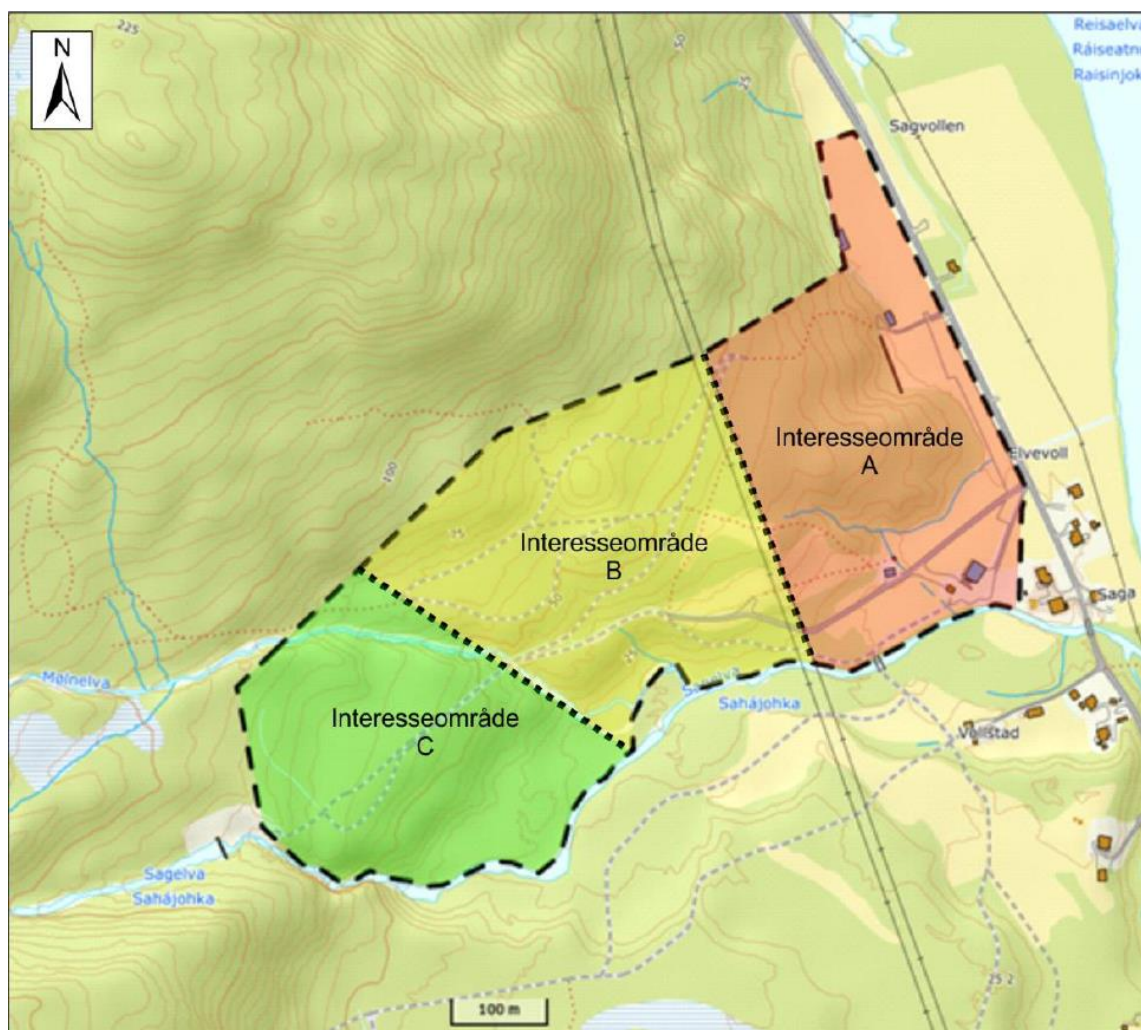
Prosjektet må derfor vurderes i henhold til NVEs veileder 1/2019.

6 Geoteknisk vurdering

6.1 Krav og spesifikasjoner

Tiltak ved Saga skistadion plasseres i øvre deler av anlegget i tiltakskategori K2 hvor det skal lages løyper for rullleski som vil tilsi terrengendring; utgraving, opp- og utfylling. Ved området der det skal etableres skytearena og sprenges plasseres i tiltakene i K4 da det er snakk om utendørs publikumsanlegg basert på NVEs veileder 1/2019. Tiltakene ved Saga skistadion faller under tiltak K2 og «**Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting**» K4 «**Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner**». Det er gjort stabilitetsvurderinger og områdestabiliteten er vurdert. Arbeidet i denne rapporten må kvalitetssikres av uavhengig foretak da det er plassert i tiltakskategori K4.

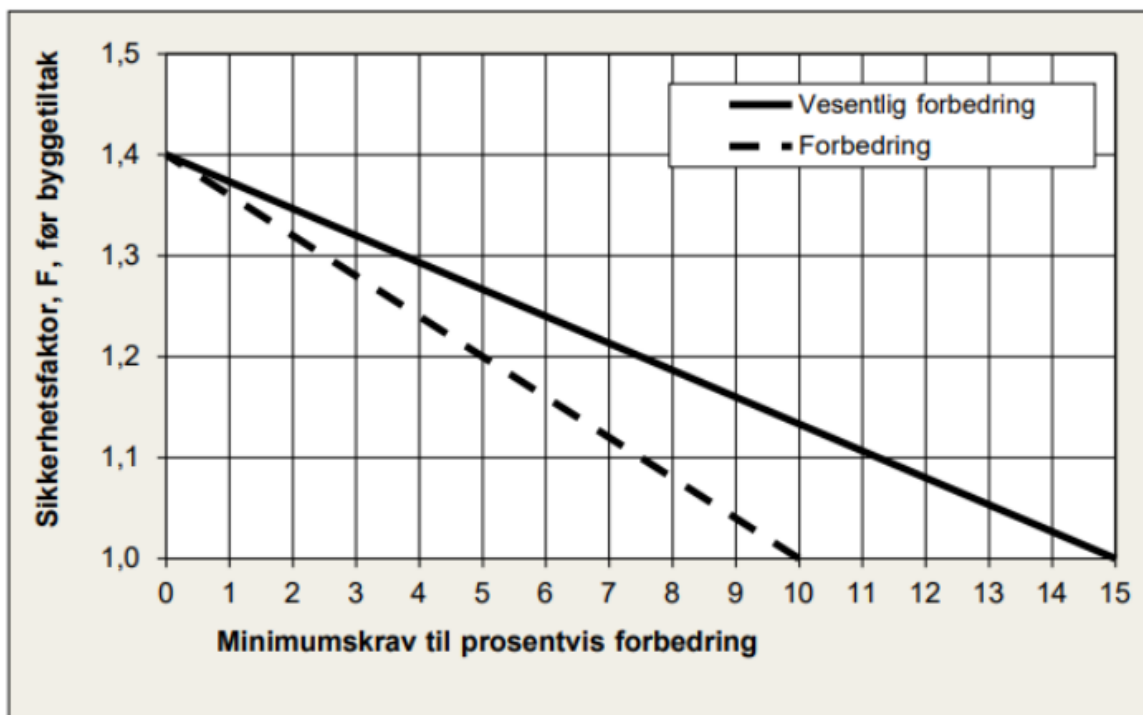
Fra Arktisk Geoteks rapport 2021-JHAG-11, er det foreslått tre interesseområder. Områdene B og C vil falle under tiltakskategori K2 og interesseområde A er K4, se figur 5.



Figur 5 Interesseområder ved Saga skistadion, figur fra Arktisk Geoteks rapport 2021-JHAG-11

For området som faller innenfor K4, basert på NVEs kvikkleireveileder 1/2019. Dersom tiltaket forverrer stabiliteten bør absolutt sikkerhetsfaktor på $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ kreves, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i udrenerte beregninger. For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet is $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes i prosent i henhold til figur 6.

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring



Figur 6 Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor som funksjon av beregnet sikkerhetsfaktor før tiltak iht. NVE 1/2019 /1/.

Iht. NVEs kvikkleireveileder /1/ skal vurderinger av områdestabilitet i form av en soneutredning bestå av følgende momenter:

- Identifikasjon av kritiske skråninger
- Befaring
- Gjennomføring av grunnundersøkelser
- Vurdering av aktuelle skredmekanismer
- Avgrensning av løseområde
- Avgrensning av utløpsområde
- Klassifisering av faresone
- Stabilitetsberegninger

6.2 Vurdering av planlagt sprengning

Det er kartlagt kvikkleire i området. Ved evt. sprengning i forbindelse med utbygging av skytebane vil det være vibrasjoner som kan utløse kvikkleireskred, og dermed må man forhindre at sprengning fører til høye vibrasjoner.

Sprengningsarbeidene og vibrasjonsmåling på kvikkleire utføres iht. NS8141-3:2014, samt veiledning til NS8141-1:2012+A1:2013 og NS8141-2:2013.

Før sprengningsarbeidene starter må berggrunn og kvikkleireforekomsten være tilstrekkelig kartlagt, og grenseverdiene for vibrasjoner må vurderes og beregnes iht. nevnte standarder. Sprengning må utføres som forsiktig sprengning. Utkastretning må planlegges slik at ikke utkastmasser kan føre til tilleggsbelastninger på kvikkleireområdene.

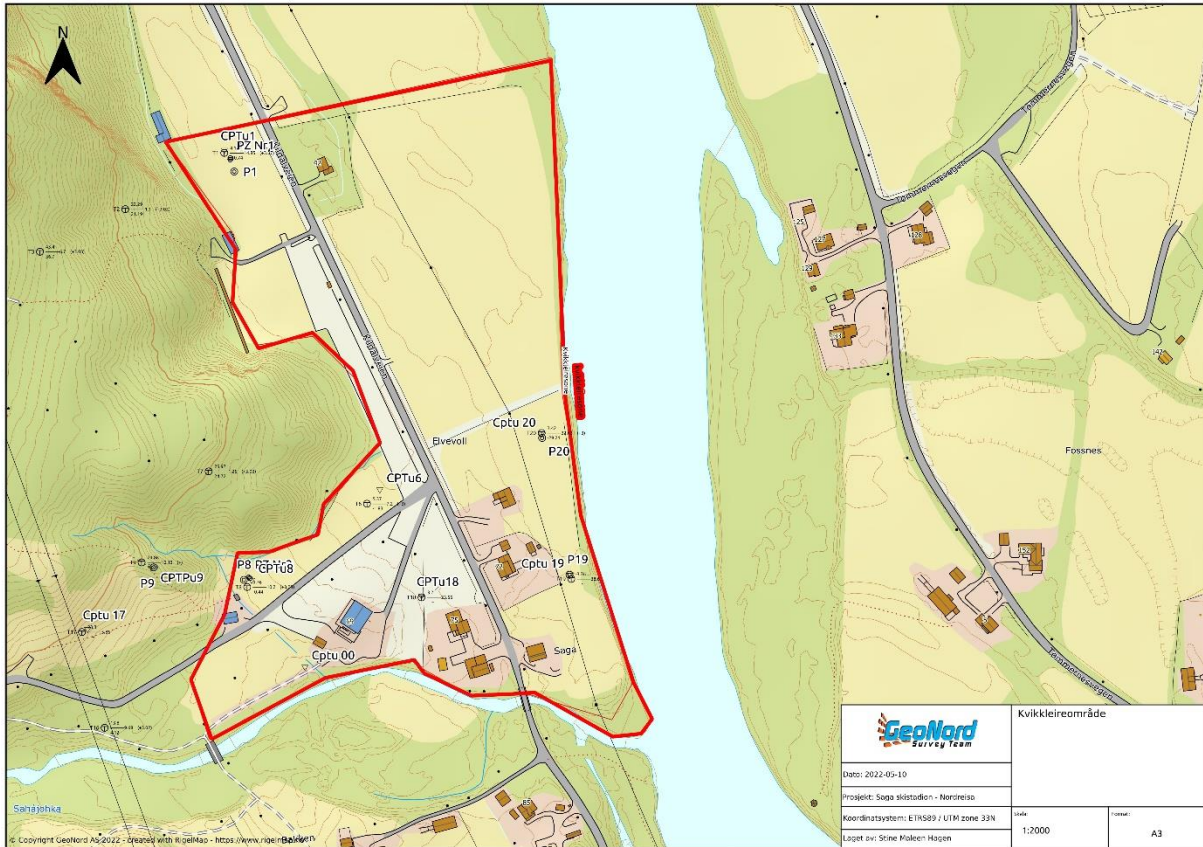
I hele sprengningsperioden skal vibrasjoner måles i bakken over eller i kvikkleireforekomsten, iht. NS8141-3:2014.

Ved sprengning må det også tas hensyn til eksisterende bebyggelse og infrastruktur, slik at skader unngås. Dersom bebyggelse og infrastruktur kan påvirkes av sprengningen må vibrasjonsgrenser beregnes og vibrasjoner måles iht. NS8141:2001 i sprengningsperioden. Sprengningen må planlegges slik at salvesprut mot bebyggelse og infrastruktur ikke forekommer

7 Soneavgrensing og klassifisering

7.1 Soneavgrensing kvikkleire

Basert på grunnundersøkelsene som er gjort i området ved Saga skistadion er det gjort en vurdering av utbredelsen av kvikkleiren. Soneavgrensingen er basert på funnene fra grunnundersøkelsene og topografi fra kartdata. Kvikkleiresonen er tegnet inn i kart i figur 7.



Figur 7 Kvikkleireområde ved Saga skistadion

7.2 Vurdering av faregrad og konsekvensevaluering

For skråningen nær Reisaelva og Sagelva hvor det ble funnet kvikkleire er det blitt foretatt en risikovurdering og konsekvensevaluering. Resultatene av vurderingen av faregrad er 19 poeng, som tilsvarer «**Middels faregrad**», se tabell 2. For mer eksakt verdi kan det gjøres ytterligere undersøkelser.

Tabell 2: Evaluering av faregrad

	Faktorer	Vekttall	3	2	1	0	
1	Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0
2	Skråningshøyde, m	2	>30	20 - 30	15 - 20	<15	1
3	Tidligere terrengnivå, OCR	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0	4
4	Poretrykk, overtrykk, kpa	3	>+30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk	3

	Poretrykk, undertrykk, kpa	-3	> - 50	- (20 - 50)	- (0 - 20)		0
5	kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag	6
6	Sensitivitet	1	>100	30 - 100	20 - 30	<20	3
7	Erosjon	3	Aktiv/glidn	Noe	Lite	Ingen	3
8	Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0
	Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten		0
	Sum poeng						20

Siden det er funnet sprøbruddmateriale/kvikkleire i området, gir kartlegging en omfattende oversikt for planområdet.

Gjennom konsekvensanalyse for området ble summen på poeng for skadekonsekvensen lik 19, dette vises i tabell 3. Poengsummen gir «**alvorlig**» skadekonsekvens ved skred.

Tabell 3: Evaluering av skadekonsekvens

	Faktorer	Vekttall	3	2	1	0	
1	Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	4
2	Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen	9
3	Annen bebyggelse,	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	1
4	Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	2
5	Toglinje, bruk	2	Person- trafikk	Gods- trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	0
6	Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	1
7	Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	2
	Sum poeng						19

- Risikoklasse 1 omfatter alle soner med tallverdi fra 0 til 170
- Risikoklasse 2 omfatter alle soner med tallverdi fra 171 til 630
- Risikoklasse 3 omfatter alle soner med tallverdi fra 631 til 1 900
- Risikoklasse 4 omfatter alle soner med tallverdi fra 1 901 til 3 200
- Risikoklasse 5 omfatter alle soner med tallverdi fra 3 201 til 10 000

Når det gjelder klassifisering av risikoklassen for området vil den ha en verdi på 280 som tilsvarer «**Risikoklasse 2**». Det gjøres oppmerksom på at graden av nøyaktighet for denne klassifiseringen kan forbedres med ytterligere undersøkelser.

8 Områdestabilitet

Iht. flytskjema i NVEs kvikkleireveileder vurderes aktuell skredmekanisme i en kvikkleiresone på basis av leirens omrørte skjærfasthet og andel sprøbruddmateriale over kritisk glideflate (Figur 8). Ettersom det ikke er utført grunnundersøkelser langs alle de opptegnede profilene, må en konservativ tolkning av tilgjengelige data legges til grunn for vurdering av aktuell skredmekanisme. Både sonderingene og lab-resultatet utført i området indikerer mektige lag med kvikkleire, og kritisk glideflate i de ulike profilene. Med bakgrunn i dette vurderes retrogressive skred og rotasjonsskred som aktuell skredmekanisme for området.



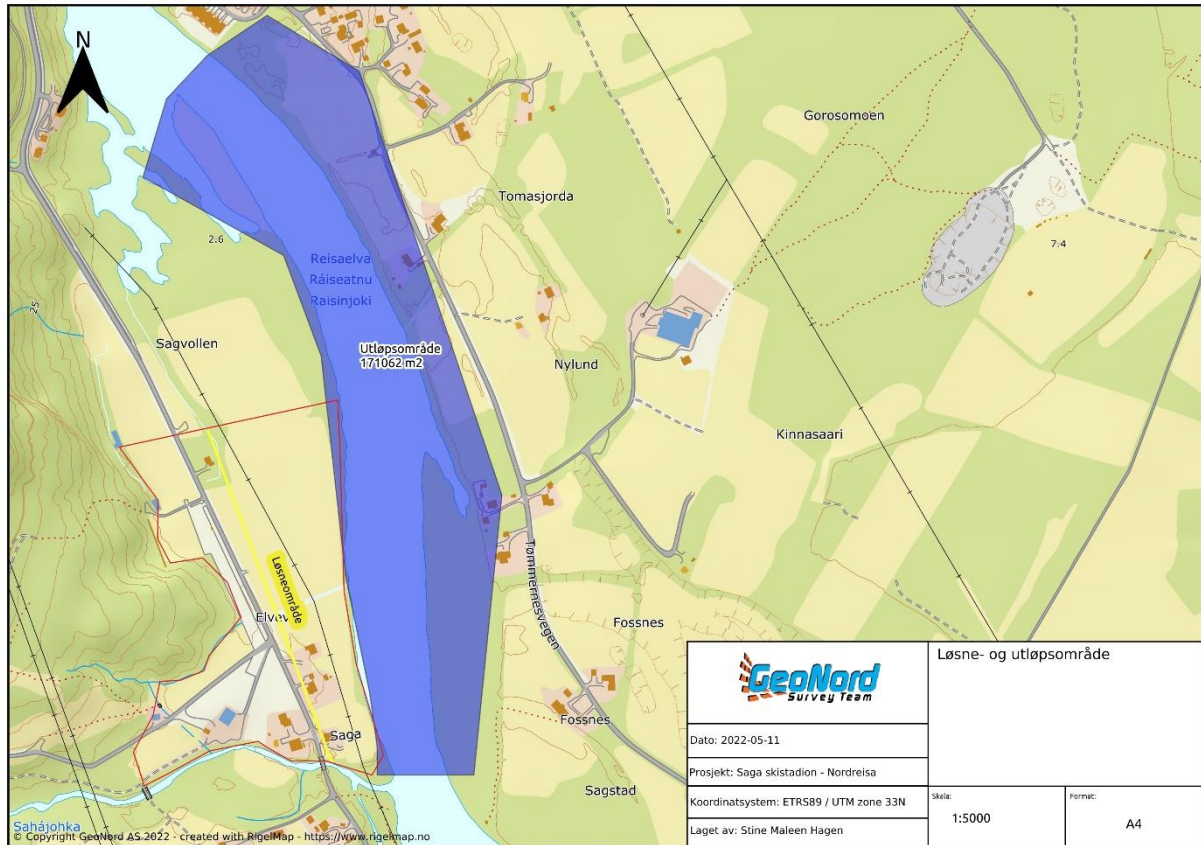
Figur 8: Identifikasjon av skredmekanisme

Størrelsen av utløpsområdet til en kvikkleiresone avhenger av type skredmekanisme og topografien i området der skredmassene kan renne ut. Iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019 /1/ skal løснеområdet tegnes opp etter følgende prinsipp:

- Retrogressive skred i kanalisert terreng: $Lu = 3L$
- Retrogressive skred i åpent terreng: $Lu = 1,5L$
- Flakskred eller rotasjonsskred: $Lu = 0,5L$

Der Lu = lengden av utløpsområdet og L = lengden av løснеområdet.

Figur 9 viser potensielt løсне- og utløpsområde for denne lokaliteten. Funnet ved å bruke NGI-metoden.



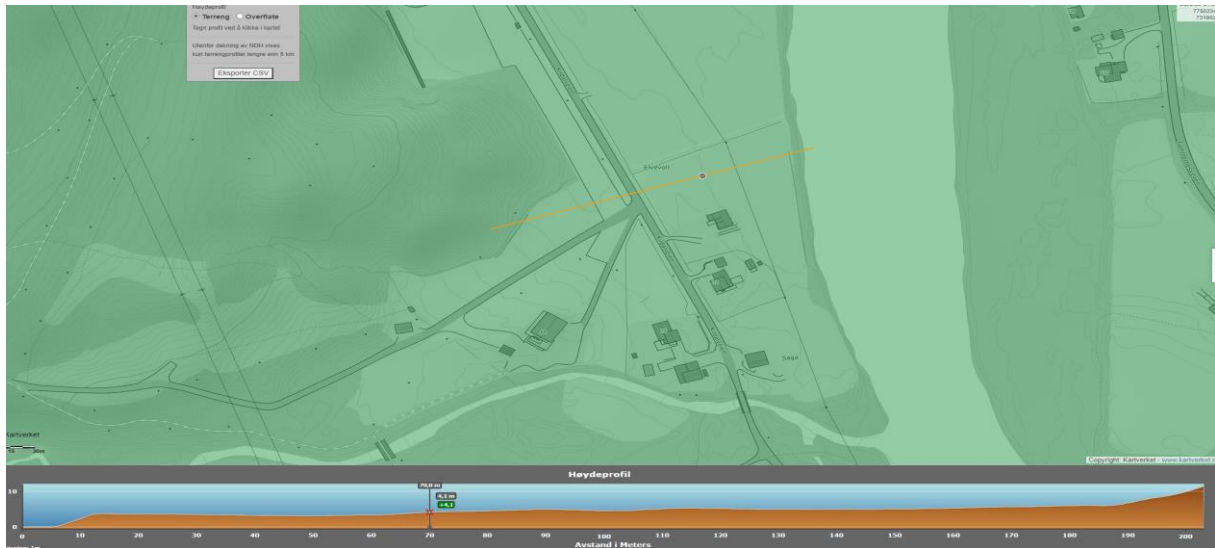
Figur 9: Løsnake- og utløpsområde ved Saga skistadion

Det refereres til NVEs veileder 1/2019 /1/ for detaljert beskrivelse av områdeskred, vurderingskriterier og beregningsmetodikk for de relevante skredmekanismene.

8.1 Vurdering av profil A

Lagdelingen for profil A er tolket ut fra totalsondering T6 og T20, trykksønderingen CPTU-6 og CPTU-20, utført av GeoNord AS i dette tverrsnittet. Resultatene fra T6 viser grovkornet materiale før berggrunnen påtreffes 7 meter under terrenget. Resultatet fra T20 nær Reisaelva viser tykk bløt leire med konstant bormotstand fra 4 meter til 32 meters dybde, noe som indikerer bløt leire/kvikkleire. Skråningen er slakere enn 1:20, og total skråningshøyde (i

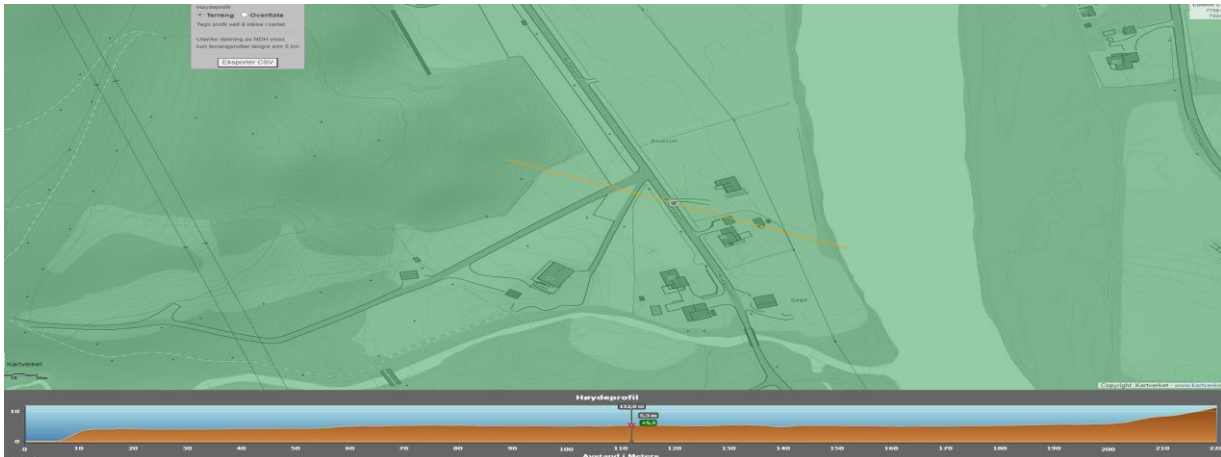
21202 Geoteknisk rapport, Saga skistadion, Nordreisa (løsmasser) i elvebredden er omtrent 5 meter (figur 10). Det er stor risiko for menneskelig aktivitet i dette området. Det betyr at setninger kan overstige akseptable nivåer som følger av tykk bløt leire i området øst for Kildalveien ned mot Reisaelva.



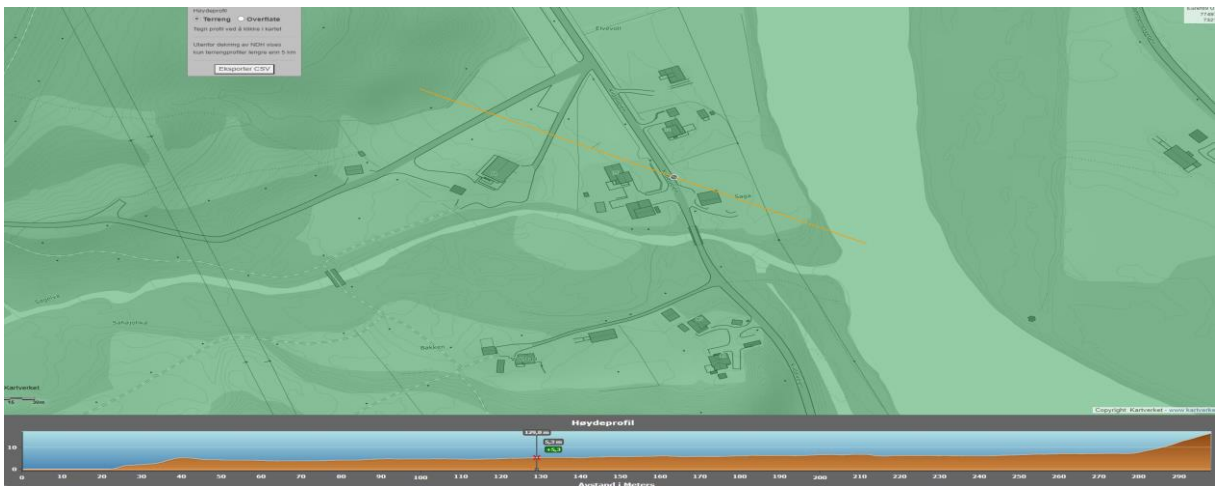
Figur 10: oversikt av tverrsnitt A

8.2 Vurdering av profil B og C

Sonderingene T6, T19, CPTU-6 og CPTU-19 ble utført av GeoNord AS i tverrsnittene B og C, se figur 11 og 12. Både totalsondering og trykksondering ved punkt T19 viser tykt siltig leirelag fra 7 meter under terrenget ned til ca. 35 meters dyp. Det er lav sidefriksjon, og økende trend i poretrykk og bormotstand, som indikerer siltigleire. Resultater av analyse fra sylinderprøver tatt ved T19 konstaterer at massene består av siltig leire og leire. Terrenget har liten helning og høydeforskjell i løsmasser som vist i figur 11 og 12.



Figur 11: oversikt av tversnitt B



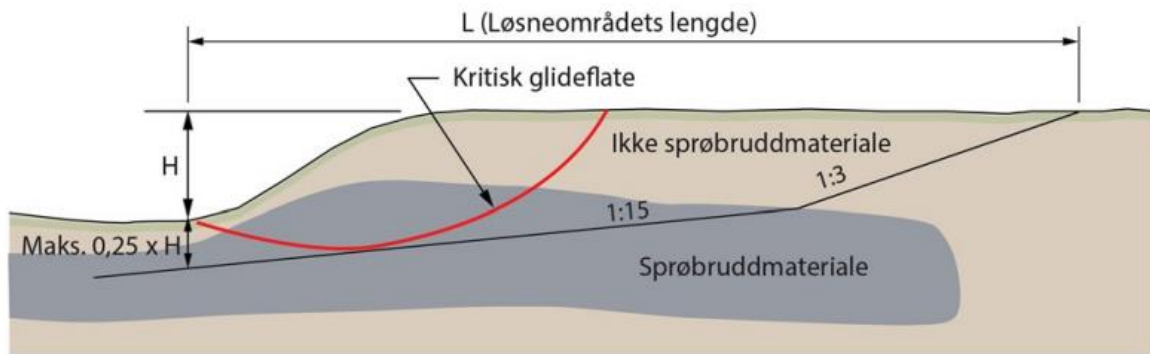
Figur 12: oversikt av tversnitt C

Den økende trenden for S_u (udrenert skjærstyrke) i dybden ble beregnet ved å benytte SHANSEP teorien. Se formel under:

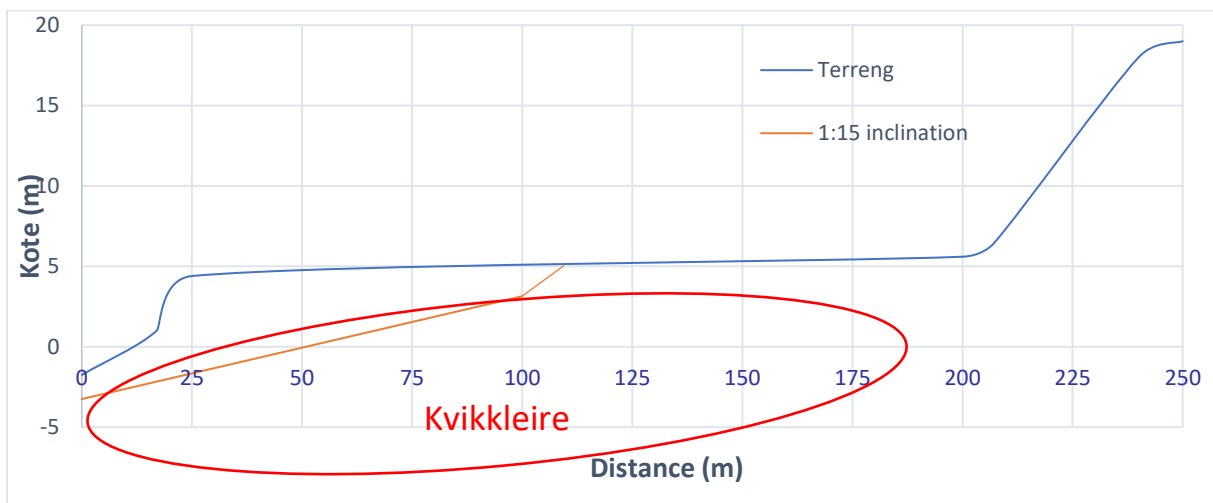
$$\frac{S_{uc}}{\sigma_{v0}} = \alpha * OCR^m$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 0.28 - 0.32 \\ m = 0.6 - 0.9 \end{array} \right.$$

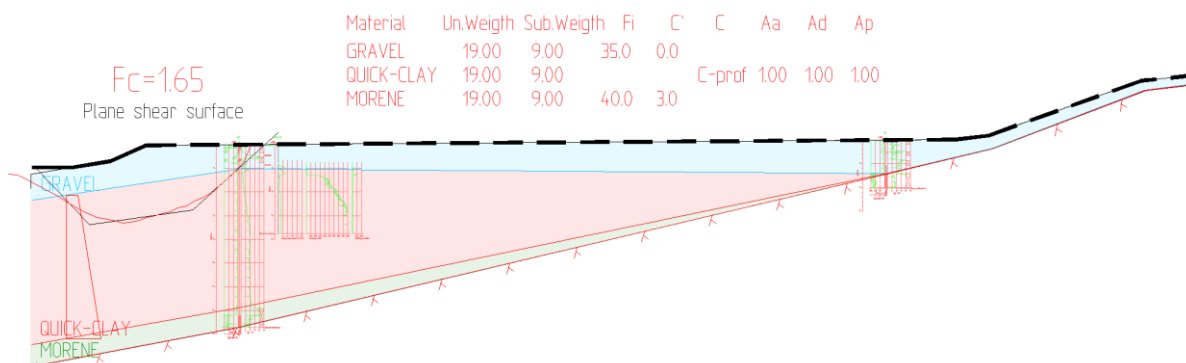
Fra NVEs kvikkleireveileder beskrives NGI-metoden for vurdering av løснеområde, se figur 13.



Figur 13 vurdering av løśnieområde for retrogressive skred, tar hensyn til lagdeling (NGI-metoden)



Figur 14 Terreng og 1:15-linje i profil B. 1:15-linjen har startpunkt $0,25 \times H$ under terreng i foten av skråningen. Rød sirkel markerer kvikkleire/sprøbruddmateriale.



Figur 15 Stabilitetsberegninger for profil B (sammensatt glideflate)

Stabilitetsberegningene for området har blitt utført i Geosuite (Beast-metoden) hvor mulige bruddmuligheter er vurdert. GeoSuite Stability baserer seg på en likevektsbetraktning av potensielle bruddflater. Sikkerhetsfaktoren for kritisk skjæreflate er blitt funnet til å være tilfredsstillende lik 1,65 for dagens situasjon. Selv om det er lav risiko for skråningen å utvikle retrogressiv svikt basert på NGI-metoden (figur 13,14), kan enhver utløsende faktor, inkludert, erosjon ved elvebanken og for kraftig sprengning blant annet redusere sikkerhetsfaktoren, som kan føre til ustabilitet.

8.3 Vurdering av profil D

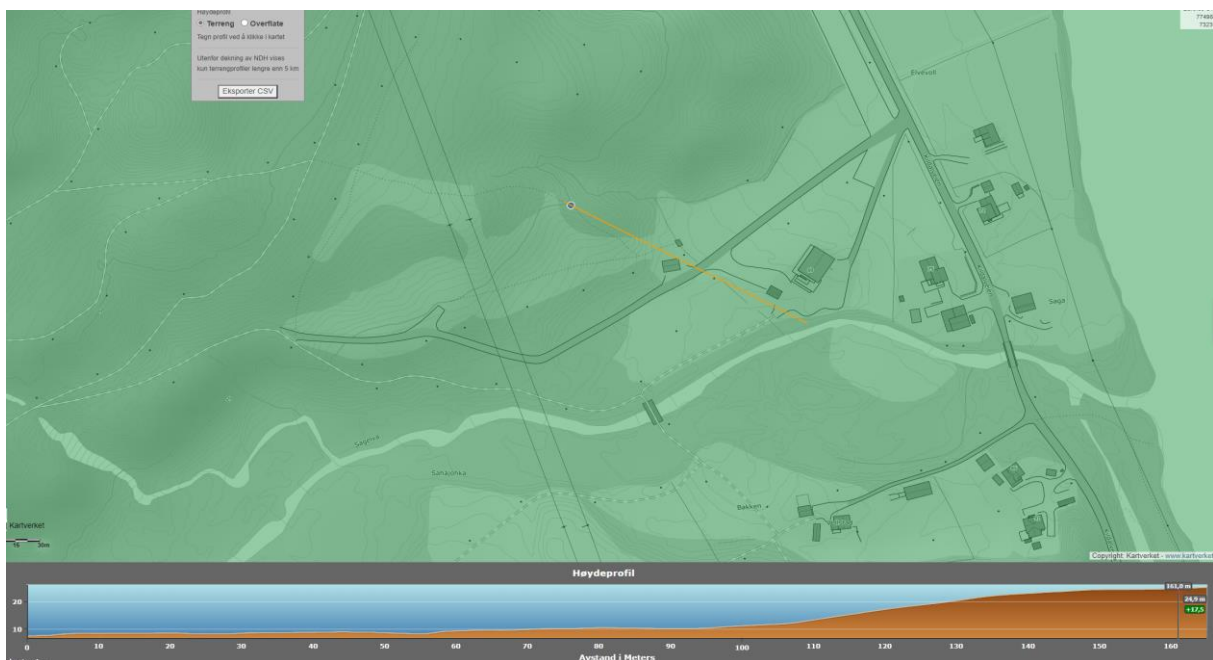
Topografien i tverrsnittet som vises i figur 16 tilsier at det skal være trygge forhold når det gjelder ustabilitet i skråningen. Totalsonderingene T6, T18 og trykksonderingene CPTU-6 og CPTU-18 ble utført av GeoNord AS i dette tverrsnittet, D. Totalsondering T18 viser fast topplag til ca. 6 meters dybde, og fra 6 til 23 meter ble det påtruffet bløt leire. Det er høy fare for setninger på grunn av den store mektigheten som er registrert av kvikkleire/sprøbruddsmateriale. Risikoen vil imidlertid reduseres når med økende avstand fra Sagelva, hvor det er en relativt bratt skråning.



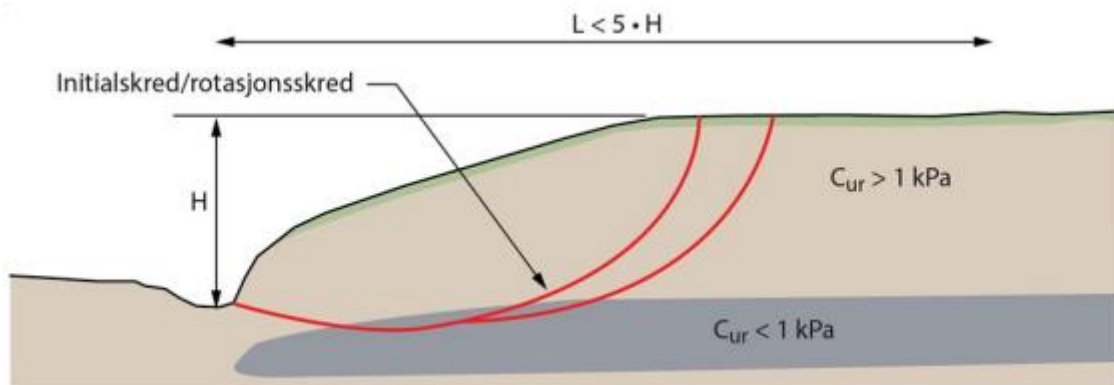
Figur 16: tverrsnitt D

8.4 Beregningsprofiler profil E

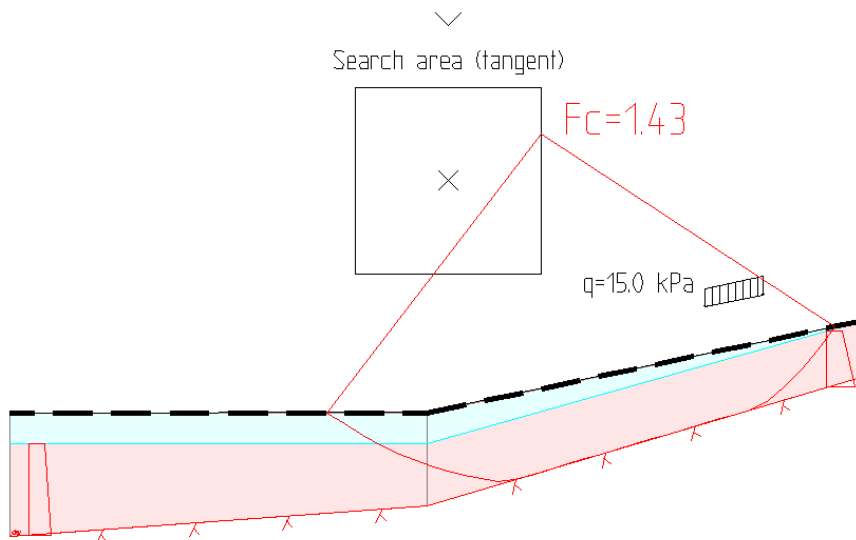
Høydeforskjellen i snitt E er ca. 16,4 meter med 1:5 helning i vurdert del (figur 17). Dette tverrsnittet, E, omfatter totalsonderingene 6 og 7 fra Statens Vegvesen sine undersøkelser, og T9 fra GeoNords undersøkelser. Resultatet fra totalsondering 7 fra Vegvesenet i bunnen av skråningen viser et topplag til 5 meter dybde, som beskrives som faste materialer. Videre i dybden fra 5 til 10, og 15 meters dybde er det funnet et tykt siltig leirelag, med indikasjon av å være kvikkleire/sprøbruddsmateriale basert på høy sensitivitet, vanninnhold høyere enn flytegrense, og omrørt skjærstyrke ($S_{ur}=0,3$) mindre enn 0,5 Kpa. Totalsondering T9 i øvre del viser siltig leirelag til 9 meters dybde før det påtreffes stein og blokk. Aktuell programvare benyttet er Geosuite. Dette programmet tar hensyn til geometri, topografi og lagdeling av materialer, i denne sammenhengen har dette stor betydning når grenselikvektsmetoden benyttes. Lagdelingen ble importert for å kjøre stabilitetsberegninger. Stabilitetsberegningen ble gjort ved hjelp av «Beast 2009» i Geosuite. Tolkning av styrkeparameterne ble utført ved hjelp av resultatet fra lab, samt feltverdier. Merket at beregningene i denne rapporten skal være konservative der det ikke er tilstrekkelig grunnlag. Kvikkleire er framhevet i profilene med rød skravur som vist i figur 19 og 20. Sikkerhetsfaktoren ble oppnådd å være 1,43 i udrenert tilstand og 1,51 i drenert tilstand (figur 19, 20) for en kombinasjon av glideflate blant sirkulære, og sammensatt.



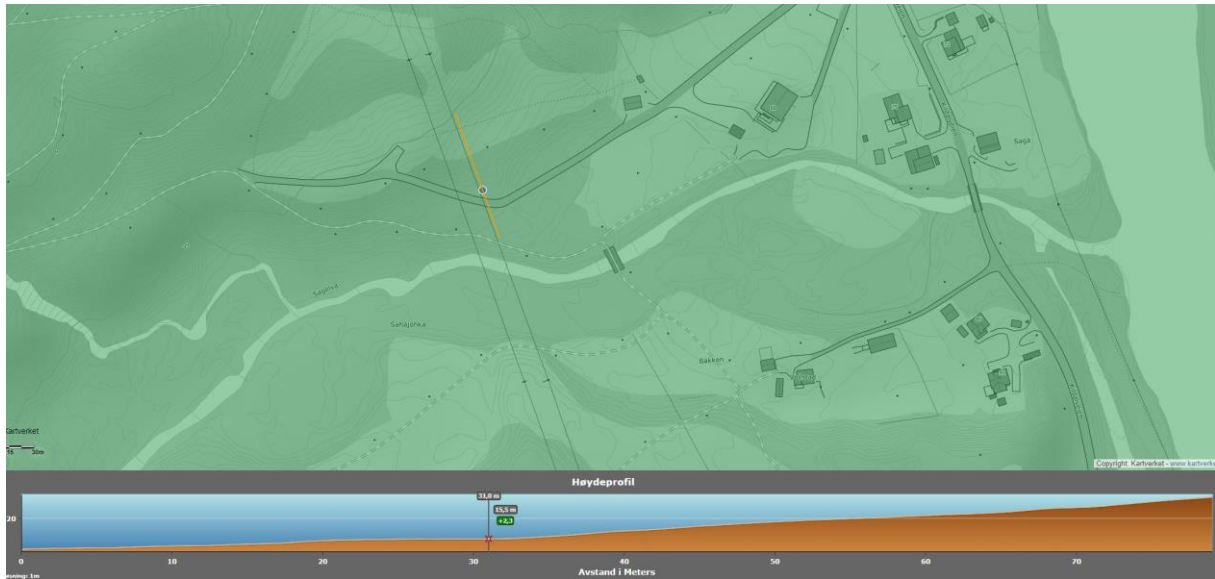
Figur 17: tverrsnitt E



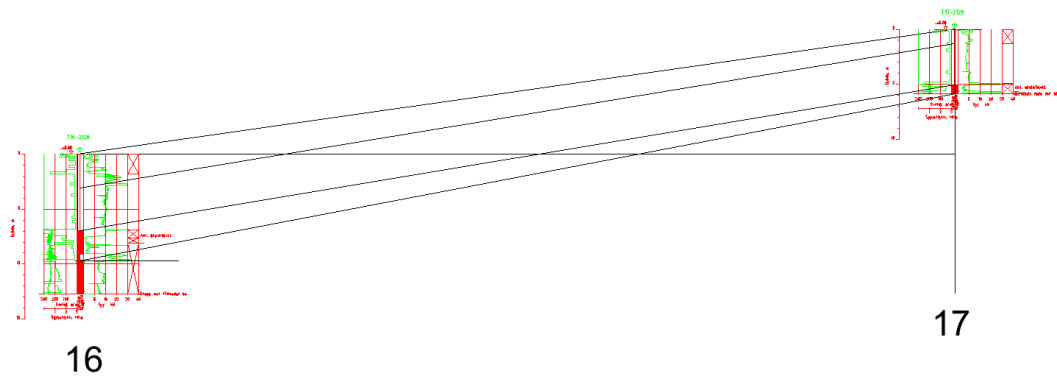
Figur 18: Identifisering av skredmekanismer, rotasjonsskred (fra NVEs kvikkleireveileder 1/2019)



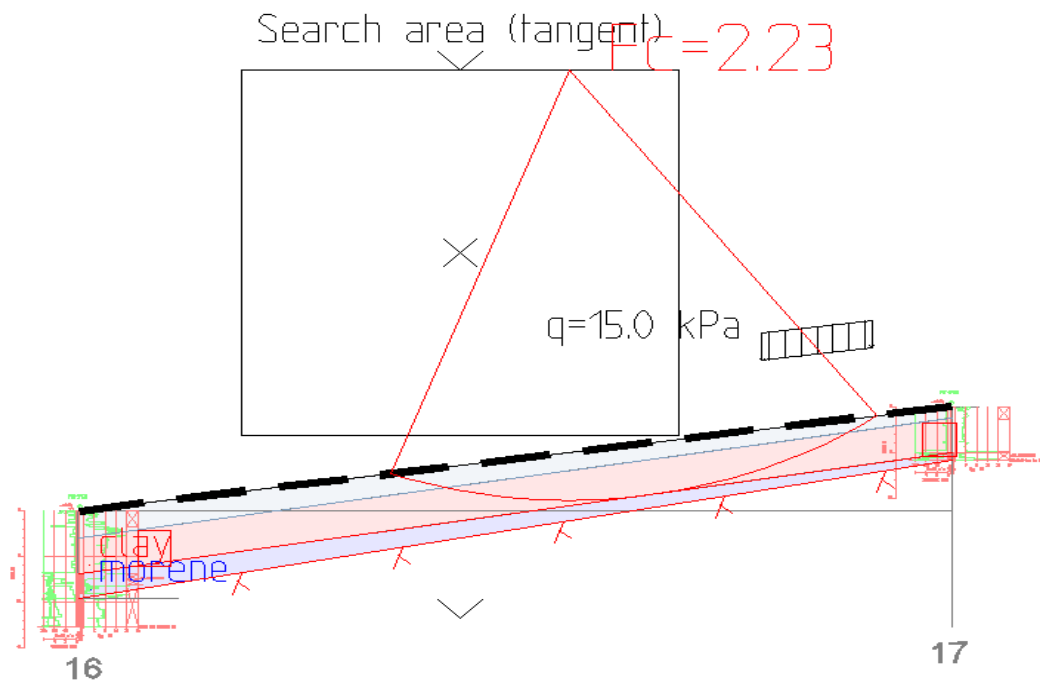
Figur 19: su-analyse av snitt E



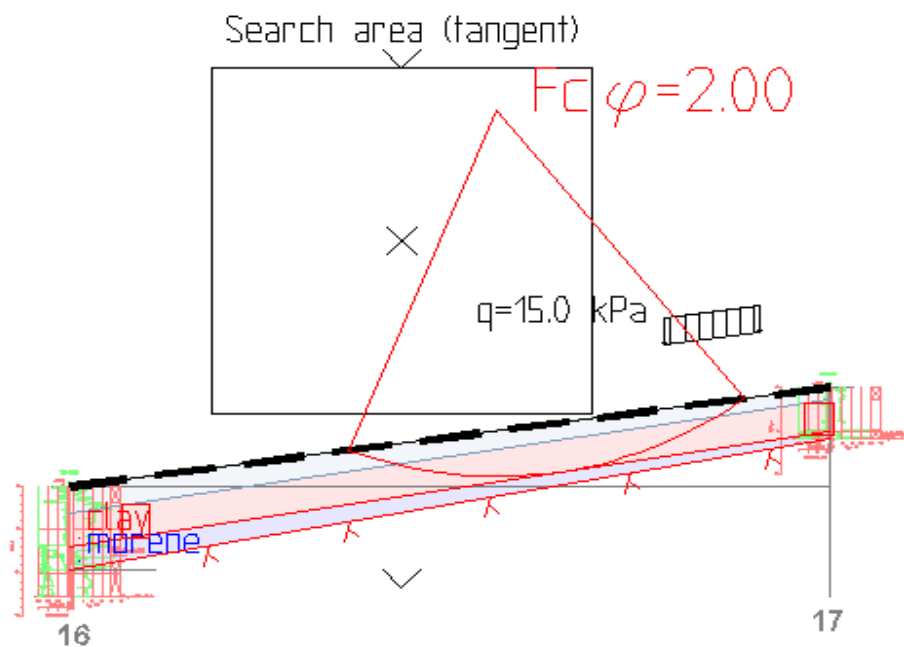
Figur 21: Tversnitt F



Figur 22: snitt F



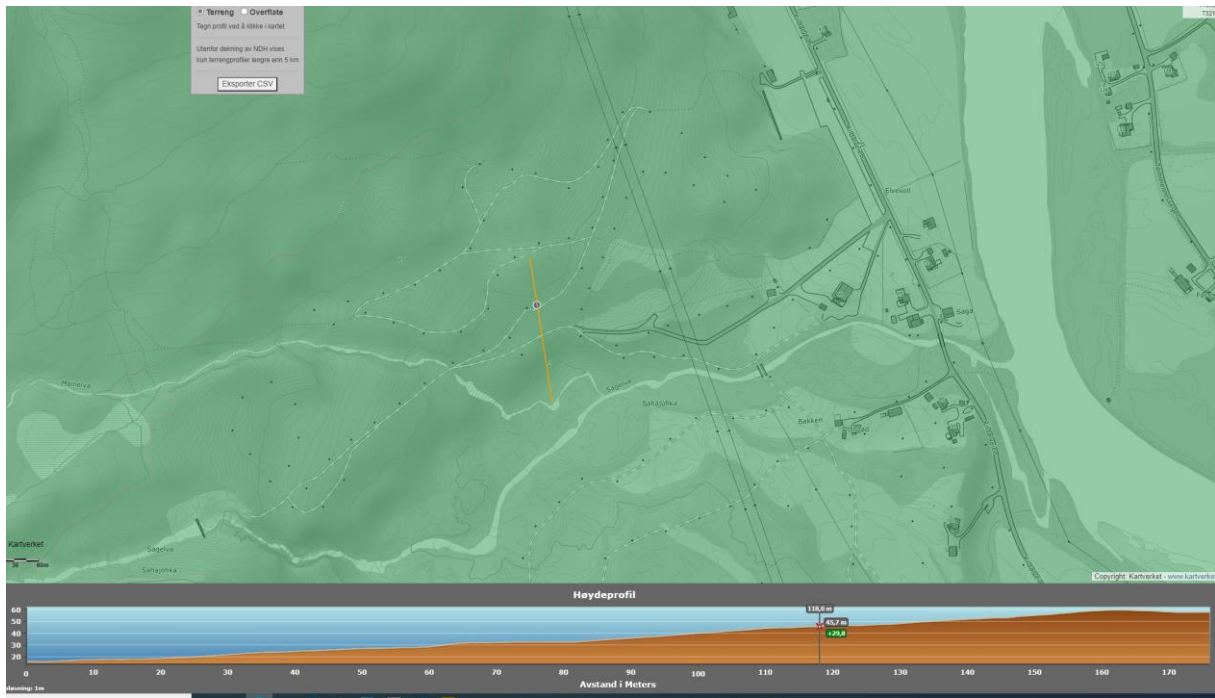
Figur 23: su-analyse av snitt F



Figur 24: drenert analyse av snitt F

8.6 Vurdering av profil G

Høydeforskjellen i tverrsnitt G (figur 25) er ca. 43 meter med 1:4 helning i vurdert del, se figur 9. Totalsonderingene T11, T12 og T13 i denne linjen viser svært kort til berggrunn (1 til 3 meter) og faste materialer. Det er derfor konkludert med at stabiliteten ser ikke ut til å være kritisk med tanke på situasjonen beskrevet for skred mot Mølnelva.



Figur 25: snitt G

8.7 Vurdering av oversiden av Sagelva

Totalsonderingene T4, T5, T14 og T15 på oversiden av Sagelva i øvre deler av området ved Saga skistadion viser at massene består av relativt faste materialer og mektigheten av bløtt materiale i forhold til topografi er slik at det ikke vil være fare for ustabilitet.

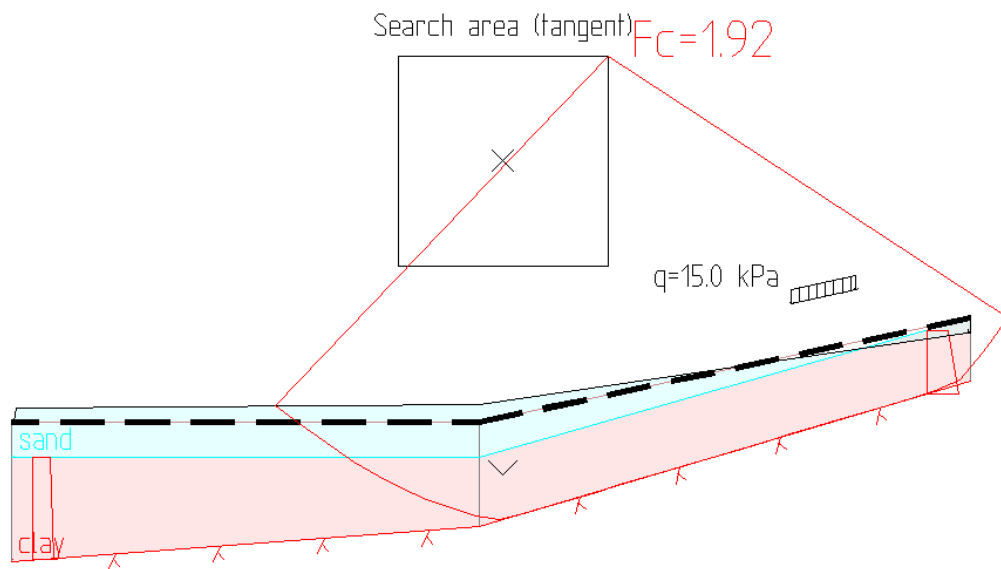
8.8 Erosjonssikring

Erosjon kan øke risikoen for skred på grunn av mangel på vegetasjon og dreneringsplaner i skråningen, i tillegg til erosjon langs elveløpene. Dekklag av sprengstein og steinfylling med fotgrøft/bunnforsterkning kan brukes for å sikre mot erosjon. Det anbefales at helningen på sikringen settes til ca. 1:1,5-2,5 eller slakere mot elva ved bruk av kvalifisert sprengstein. Hvis sikringen får stor belastning fra drivvis, drivgods eller bølger, bør tykkelsen økes. Sikringen og

komprimering må gjennomføres ifølge relevant standard (NVE 2009, Erosjon og erosjonssikring).

9 Avbøtende tiltak

Det er funnet kvikkleire med stor mektighet ved Saga skistadion. I forbindelse med de tiltak som er planlagt ved skistadion kan sikkerhetsfaktoren øke i noen tverrsnitt om høyere pålitelighet er nødvendig. Dette kan for eksempel være i form av terrengendring, opp- og utfylling og masseflytting. Dette kan etableres hvis høyere sikkerhetsfaktor er nødvendig, basert på krav iht. tiltaksklasse. Som det kan sees i figur 26, kan det ved å fylle ca. 2 meter i foten av skråningen av fjerning av masse i toppen for tverrsnitt E øke sikkerhetsfaktoren fra 1,4 til 1,92.



Figur 26: Avbøtende tiltak for tverrprofil E

Ved graving dypere enn 2 meter må geotekniker kontaktes, og graving i skråningsfoten må unngås.

10 Sluttkommentar/Konklusjon

Resultat fra undersøkelsene viser eksistens av tykt bløt leire/kvikkleire i noen punkter i området, spesielt nærliggende elvebredden til Reisaelva. Tidligere laboratorieresultat bekrefter også eksistens av kvikkleire/sprøbruddsleire med en omrørt skjærstyrke $S_u=0,94\text{kPa}$ i dette området. Det er stor risiko for menneskelig aktivitet i elvebredden mot Reisaelva, på grunn av stor mektighet med kvikkleire/sprøbruddsmateriale. Merk at stabilitetsvurderingen for utglidning ble utført ved hjelp av Geosuite, og resultatene viser sikkerhetsfaktorer ble funnet til å være på grensen i snitt E, dette kan forbedres i stor grad ved å ta eventuelle avbøtende tiltak som beskrevet tidligere.

Generelt så er sikkerhetsfaktoren for området tilfredsstillende hvis tiltakene under konstruksjon vil ikke påvirke stabilitetsforholdene negativt i terrenget. Det bemerkes at utbygging i området vil være ut fra NVEs regelverk med tanke på blant annet områdestabilitet og bæreevne [1].

Det må gjøres geoteknisk detaljprosjektering for tiltak i forbindelse med byggesak. Geoteknisk prosjekterende må vurdere om det eventuelt er behov for supplerende grunnundersøkelser.

Det må også utarbeides plan for gjennomføring når man vet nøyaktig hvordan skitrase og skiskytterstadion skal se ut, og plan for kontroll av anleggsperioden. Dette må bestemmes i samarbeid med geotekniker som er tilknyttet prosjektgruppen for utbyggerprosjektet.

11 Boreposisjonsliste

Koordinatene er oppgitt i koordinatsystem UTM sone 33, høydesystem NN2000.

Posisjon/ID	Øst	Nord	Terreng kote (moh)	Boret i løsmasser (m)	Boret i berg (m)	Metode
T1	732119,005	7750319,708	4,115	14,85	3,07	TOT, CPT, PM, P
T2	732050,311	7750280,640	22,294	1,10	3,02	TOT
T3	731991,108	7750251,156	43,402	6,70	3,02	TOT
T4	731656,281	7749704,929	30,396	9,18	3,03	TOT
T5	731800,538	7749819,382	18,851	4	3,05	TOT
T6	732217,990	7750076,241	5,569	7,20	3,03	TOT
T7	732108,179	7750098,671	25,971	1,25	3,03	TOT
T8	732134,872	7750018,429	9,757	10,20	3,03	TOT, CPT, PM, P
T9	732061,635	7750035,522	24,864	10,13	Ikke godkjent fjellkontrollboring, brudd på stang etter 1,3 meter i antatt berg.	TOT, CPT, P
T10	731945,005	7750076,480	43,212	15,63	3	TOT
T11	731866,899	7749874,605	15,176	3,30	3	TOT
T12	731830,696	7749970,021	43,432	1,58	3,02	TOT
T13	731819,310	7750031,186	57,362	1,95	3,08	TOT
T14	731651,996	7749814,427	57,377	9,70	3,05	TOT
T15	731725,863	7749744,401	25,382	15,05	0	TOT, CPT, P
T16	732035,996	7749920,785	13,804	9,68	3,02	TOT, CPT
T17	732020,240	7749987,192	23,301	5,85	0	TOT, CPT
T18	732255,888	7750011,288	3,704	23,55	0	TOT, CPT
T19	732359,696	7750024,069	3,762	38,5	ca. 3 meter i fjell (ikke mulig med godkjent fjellkontrollboring som følger av hardt fjell)	TOT, CPT, P
T20	732339,144	7750125,323	3,422	32,63	3	TOT, CPT

12 Referanser

- [1] NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Sikkerhet mot kvikkleireskred, NVE veileder 1/2019, des, 2020.
- [2] Statens vegvesen, Veiledning: Håndbok V220 «Geoteknikk i vegbygging», 2018.
- [3] Statens vegvesen, Grunnundersøkelser ved Saga skistadion, Nordreisa kommune Datarapport, 2014002624-44, 04.11.2014.
- [4] NVE, Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein, november 2009.
- [5] Statens vegvesen (2021). Feltundersøkelser. Håndbok R211
- [6] Statens vegvesen (2016). Laboratorieundersøkelser. Håndbok – R210
- [7] Norges geologiske undersøkelse (NGU), «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart», <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>.
- [8] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), «NVE Atlas», <https://atlas.nve.no>.
- [9] Direktoratet for byggkvalitet. Byggteknisk forskrift (TEK17). Veiledning om tekniske krav til byggverk. 15.09.17

Bilag: Geotekniske undersøkelser

Feltundersøkelser

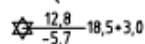
Opptegning i plan / på oversiktskart.

TEGNINGSSYMBOLER

Nummerering i henhold til borpunktliste GeoPlot.

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	2401 Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	2410 Setningsmåling	Nivellementspunkt.
⊙	2402 Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)	⊖	2411 S.P.T.	Standard Penetration Test
□	2403 Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	☆	2412 Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell.
⊠	2404 Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊕	2413 Poretrykksmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	2405 Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyleboring, slagboring m.m.	⊗	2414 In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
⬇	2406 Dreietrykksondering	Maskinsondering med automatisk registrering.	+	2415 Vingeboring	Måling av uomrørt og omrørt udrenert skjærstyrke.
▽	2407 CPTU	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	∩	2416 Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	2408 Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	2417 Helningsmåling	Inklinometer.
▼	2409 Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. Q_0 registreres.	⊕	2418 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

NIVÅER OG DYBDER (i meter)


 $\begin{matrix} 12,8 \\ -5,7 \end{matrix}$
 $18,5+3,0$

Over linjen : kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).
 Ut for linjen : boret dybde i løsmasser (18,5). Evt. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0).
 Under linjen : sikker fjellkote.

OPPTEGNING I PROFIL

Generelt



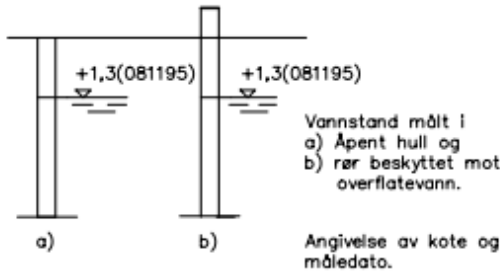
FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)



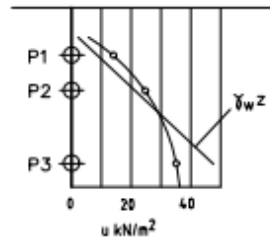
AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)



GRUNNVANNSTAND



PORETRYKK

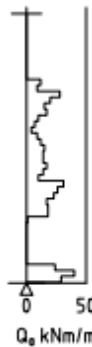


Poretrykk, u, fremstilles i et diagram. En teoretisk linje for hydrostatisk trykkfordeling $\gamma_w z$ kan vises.

VANNSTAND

- HFV Høyeste flomvannstand
- HRV Høyeste regulerte vannstand
- LRV Laveste regulerte vannstand
- HHV Høyeste høyvannstand
- LLV Laveste lavvannstand
- HV Normal høyvannstand
- LV Normal lavvannstand
- MV Normal middelvannstand
- V Vannstand (dato angis)
- GV Grunnvannstand (dato angis)

RAMSONDERING

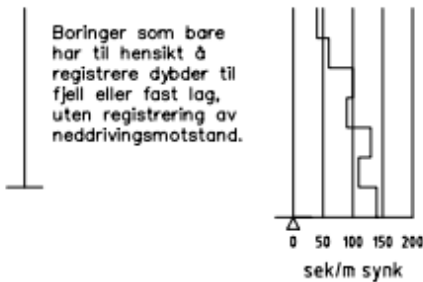


Rammemotstanden Q₀ angis som brutto rammeenergi i kNm pr. m synk av boret.

$$Q = \frac{W \times H}{s}$$

- der W = Tyngde av lodd (kN)
- H = Fallhøyde (m)
- s = Synk i m pr. slag

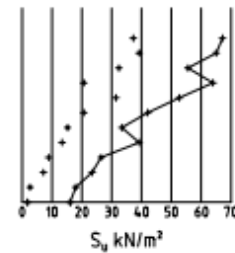
ENKEL SONDERING



Boringer som bare har til hensikt å registrere dybder til fjell eller fast lag, uten registrering av neddrivingsmotstand.

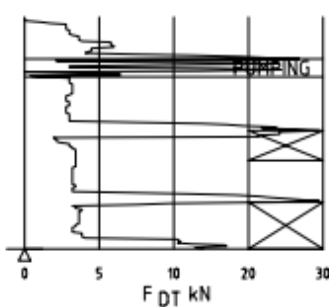
Ved enkel sondering med slagbormaskin og sondering med fjellrigg kan synk vises som sek./m.

+ VINGEBORING



Borhullet markeres med enkel tykk strek. Skjærstyrken s_u og s'_u angis i kN/m² med tegnet +. Verdier merka (+) ansees ikke representative. Verdien som angis er den kalibrerte område og uomrørte skjærstyrke.

DREIETRYKKSONDERING



Vanlig boring med 25 omdr./min.
 Pumping
 Økt rotasjon

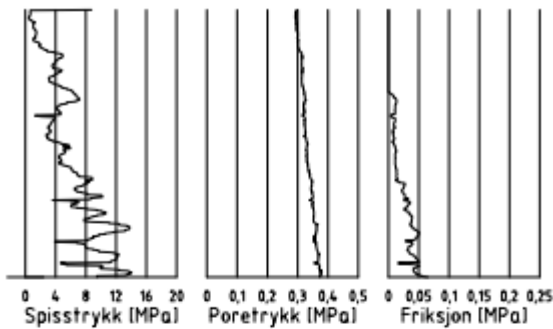
Borhullet markeres med en enkel tykk strek. Målt nedpressingskraft er vist som funksjon av dybden. Kraften er registrert ved automatisk skriver.

DREIESONDERING



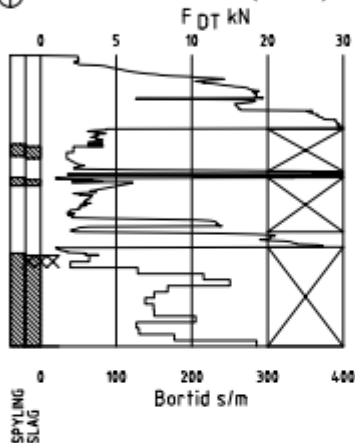
Forbøringsdybde markeres og diameter angis i mm. Vertikallasten i kN angis på borhullets v. side. Endring i belastning vises ved tverrstrek. Synk uten dreining markeres med skyggelegging eller raster.
 Hel tverrstrek for hver 100 halvomdreining. Halv tverrstrek for hver 25 halvomdreining. Mindre enn 100 halvomdreining vises ved å skrive ant. halvomdr. på h. side. Neddriving ved slag på boret vises m. kryss, slagant. og redskap kan angis. Endret neddrivingsmåte vises m. hel tverrstrek.

▽ CPT / TRYKKSONDERING



Trykksondering med poretrykksmåling og friksjonsmåling. Borhullet markeres med en tykk strek hvor spissmotstandskurven tegnes inn. Poretrykkskurven og friksjonskurven tegnes inn i høvelig nærhet til spissmotstandskurven. Skala velges etter (opptredende) målte spenninger.

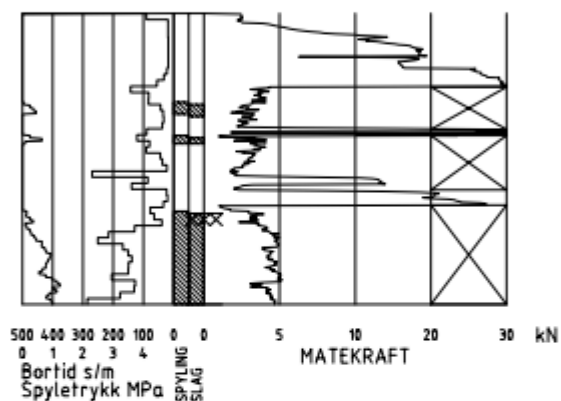
⊕ TOTALSONDERING (alt. 1)



Metoden er en kombinasjon av dreletrykksondering og fjellkontrollboring, med 57 mm borkrone.

Målt nedpressingskraft vises som funksjon av dybden der hvor boringen er utført med prosedyre som for dreletrykksondering. Økt rotasjonshastighet vises med kryss for denne delen av boringen.

⊕ TOTALSONDERING (alt. 2)



Ved boring med slag og spyling markeres dette med skraver. Bortid tegnes i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m (alternativ 1). Alternativt kan nedpressingskraft tegnes også for denne delen av boringen. Bortid tegnes da i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m, på motsatt side av diagrammet (alt. 2).

KODELISTE

Data som registreres kan kompletteres med borlederens egne inntrykk. For å hjelpe borlederen finnes det en kodeliste som anbefales brukt. Kodene kan om ønskelig tegnes til høyre for bordiagrammet. Disse koder benyttes:

GENERELLE KODER

- 00 Foreg. kode feil, skal være kode...
- 01 Startnivå for følgende kode
- 02 Metodebytte ved fortsatt sondering i samme hull (komb. m. ang. ny met.)
- 03 Ytterligere info. finnes

ANMERKNINGSKODER

- 10 Stoppnivå for tidligere forsøk (komb. m. stoppkode).
- 11 Lengre opphold i sond. (mer enn 5min.)
- 12 Dreining ikke utført fra det markerte nivå.
- 13 Sonden synker uten loddets vekt (ramsond.).
- 14 Sonden synker med loddets tyngde.
- 15 Sonderingsmotstand registreres ikke.
- 16 Stopp for poretrykksutjevning (CPT).
- 17 Poretrykksutjevning avsluttet.

FRIE KODER (EKSEMPEL)

- 60 Borstangen bøyer seg.
- 61 Trolig grunnvannsnivå.
- 62 Markert mottrykk under oppbygging.
- 63 Slutt mottrykk.

BEDØMMELSESKODER

- 30 Fyllmasse
- 31 Tørreskorpe
- 32 Leire
- 33 Silt
- 34 Sand
- 35 Grus
- 36 Morene
- 37 Torv
- 38 Gytje
- 40 Forekomst av stein
- 41 Stein, blokk eller berg.
- 42 Sluttnivå for stein eller blokk.

MASKINTEKNISKE KODER

- 70 Økt rotasjon begynner
- 71 Økt rotasjon avsluttet
- 72 Splying begynner
- 73 Splying slutter
- 74 Slag starter
- 75 Slag slutter
- 76 Slag og spyling starter samt.

- 77 Slag og spyling slutter samt.
- 78 Pumping starter
- 79 Pumping slutter

STOPPKODER

- 90 Sondering avsl. uten å ha oppnådd stopp.
- 91 Fast grunn, sond. kan ikke drives videre etter norm. pros.
- 92 Ant. stein eller blokk
- 93 Ant. berg
- 94 Avsl. etter boret ønsket dybde i fjell.
- 95 Brudd i borstenger eller spiss.
- 96 Annen material- eller mask.feil
- 97 Boring avsl. (årsak notert)

Laboratorieundersøkelser

MINERALSKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse (mm)	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens.
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler.
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold.
Mold og matjord	Sterkt omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

SKJÆRFESTHET

Skjærfestheten uttrykkes ved jordens skjærfesthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (effektivspenningsanalyse) eller c_u (c_{ub} , c_{ud} , c_{up}) (totalspenningsanalyse).

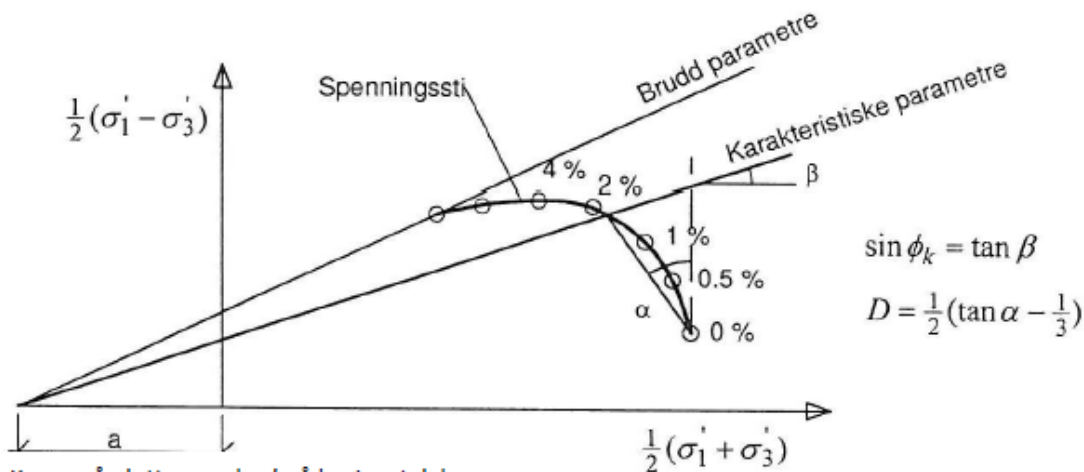
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfesthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfesthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (friksjon) og eventuelt $c = a \tan\phi$ (kohesjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfestheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfesthetsparametre for det aktuelle problemet.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykkparametrene A , B og D bestemmes fra forsøksresultatene.

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfesthet, c_u (kPa)

Udrenert skjærfesthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfestheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ub}) (NS8016), konusforsøk (c_{ub} , c_{ud}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{ub} , c_{up}) og direkte skjærforsøk (c_{ud}). Udrenert skjærfesthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksoneering med poretrykkmåling (CPTU) ($c_{u,vert}$) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



Kan også plottes med σ_3' på horisontalaksen.

SENSITIVITET S_t (-)

Sensitiviteten $S_t = c_u/c$, uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfesthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfesthet c ($s, < 0,5$ kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivetsverdier.

VANNINNHOLD (w %) (NS 8013)		
Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.		
KONSISTENSGRENSER – FLYTEGRENSE (w_l %) OG PLASTISITETSGRENSE (w_p %) (NS 8002 & 8003)		
Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisiteten I _p = w _l – w _p (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).		
DENSITETER (NS 8011 & 8012)		
Densitet (ρ, g/cm ³)	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.	
Korndensitet (ρ _s , g/cm ³)	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff	
Tørr densitet (ρ _d , g/cm ³)	Masse av tørt stoff pr. volumenhet	
TYNGDETETHETER		
Tyngdetetthet (γ, kN/m ³)	Tyngde av prøve pr. volumenhet (γ = ρg = γ _s (1+w/100)(1-n/100), der g = 10 m/s ²)	
Spesifikk tyngdetetthet (γ _s , kN/m ³)	Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff (γ _s = ρ _s g)	
Tørr tyngdetetthet (γ _d , kN/m ³)	Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet (γ _d = ρ _d g = γ _s (1-n/100))	
PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)		
Poretall e (-)	Volum av porer dividert med volum fast stoff (e = n/(100-n)) der n er porøsitet (%)	
Porøsitet n (%)	Volum av porer i % av totalt volum av prøven	
KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)		
En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter d > 0,063 mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.		
DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)		
Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhørende verdier for last og deformasjon (tøyning s) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som M = Δσ'/Δs. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen σ'. Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:		
Modell	Moduluttrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	M = m _{0c} σ' _a	OC leire, σ' < σ' _c ' (σ' _c ' = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	M = m(σ' ± σ' _i)	Leire, fin silt, σ' > σ' _c '
Parabolsk økende modul	M = mv(σ'σ' _a)	Sand, grov silt, σ' > σ' _c '
PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)		
Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strøkke gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: q = kiA, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt.		
KOMPRIMERINGSEGENSKAPER		
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ _d , som funksjon av innbyggingsvanninnhold w _i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ _{dmax}) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeidet. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w _{opt}).		
TELEFARLIGHET		
En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stegehøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig).		
HUMUSINNHOLD		
Humusinnholdet bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse). Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Andre metoder, som glødning av jordprøve i varmeovn og våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd, kan også benyttes.		

☉ PRØVESERIE

Materialsignatur (iht. NGF)



Fjell



Stein og blokk



Grus



Sand



Silt



Leire



Skjell



Fyllmasse



Trerester
Sagflis



Matjord



Torv
Planterester



Gytje, dy
(vannavsatt)

Anmerkning

T = tørrskorpe
Leire: R = resedimenterte masser
K = kvikkleire

Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
Morene vises ved skyggelegging.

Eks.:



Moreneleire

Grusig morene

For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen.

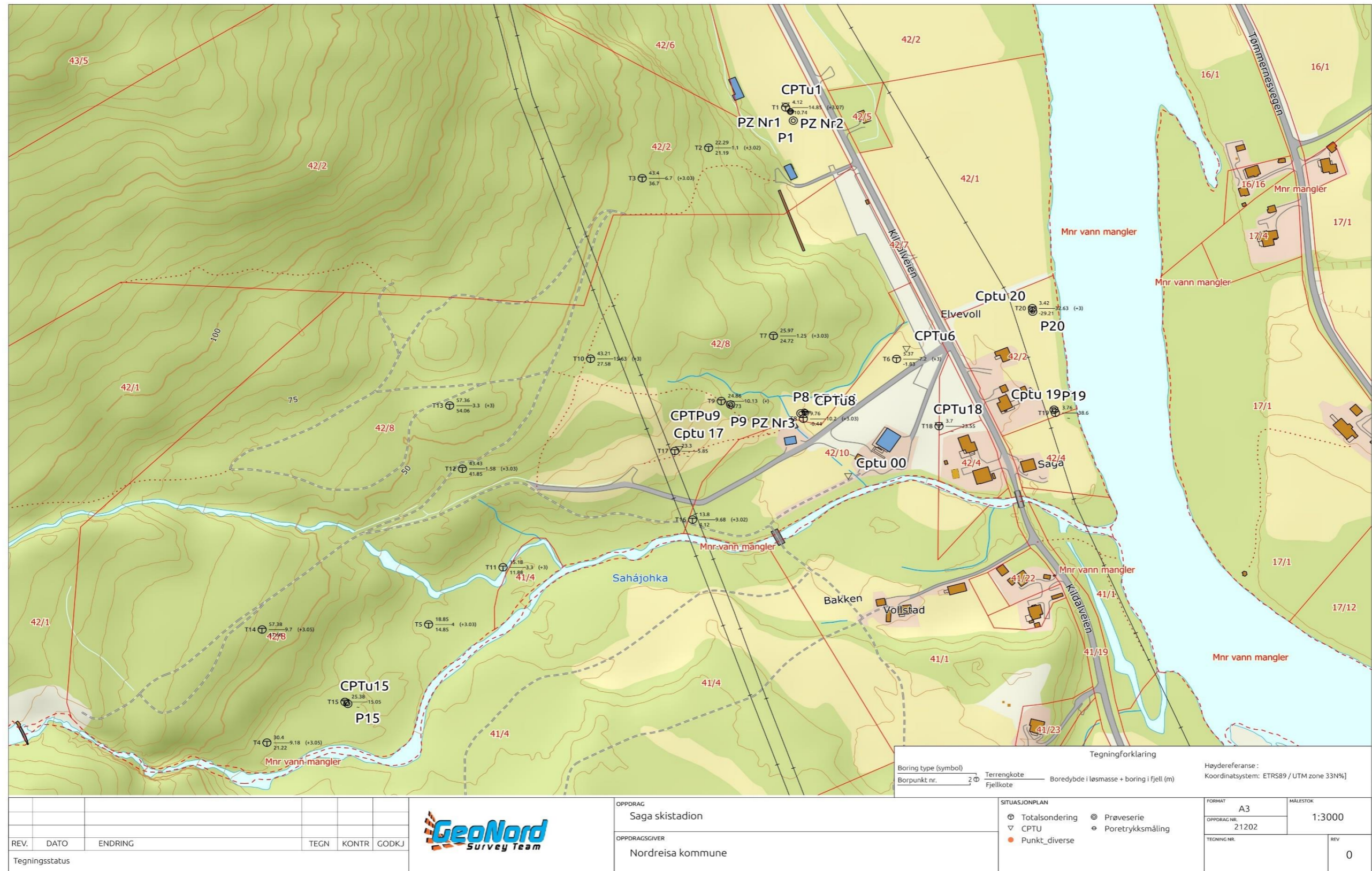
Ca = kalkkonkresjoner
Fe = jernkonkresjoner
AH = aurhelle

SYMBOLER FOR LABORATORIEDATA

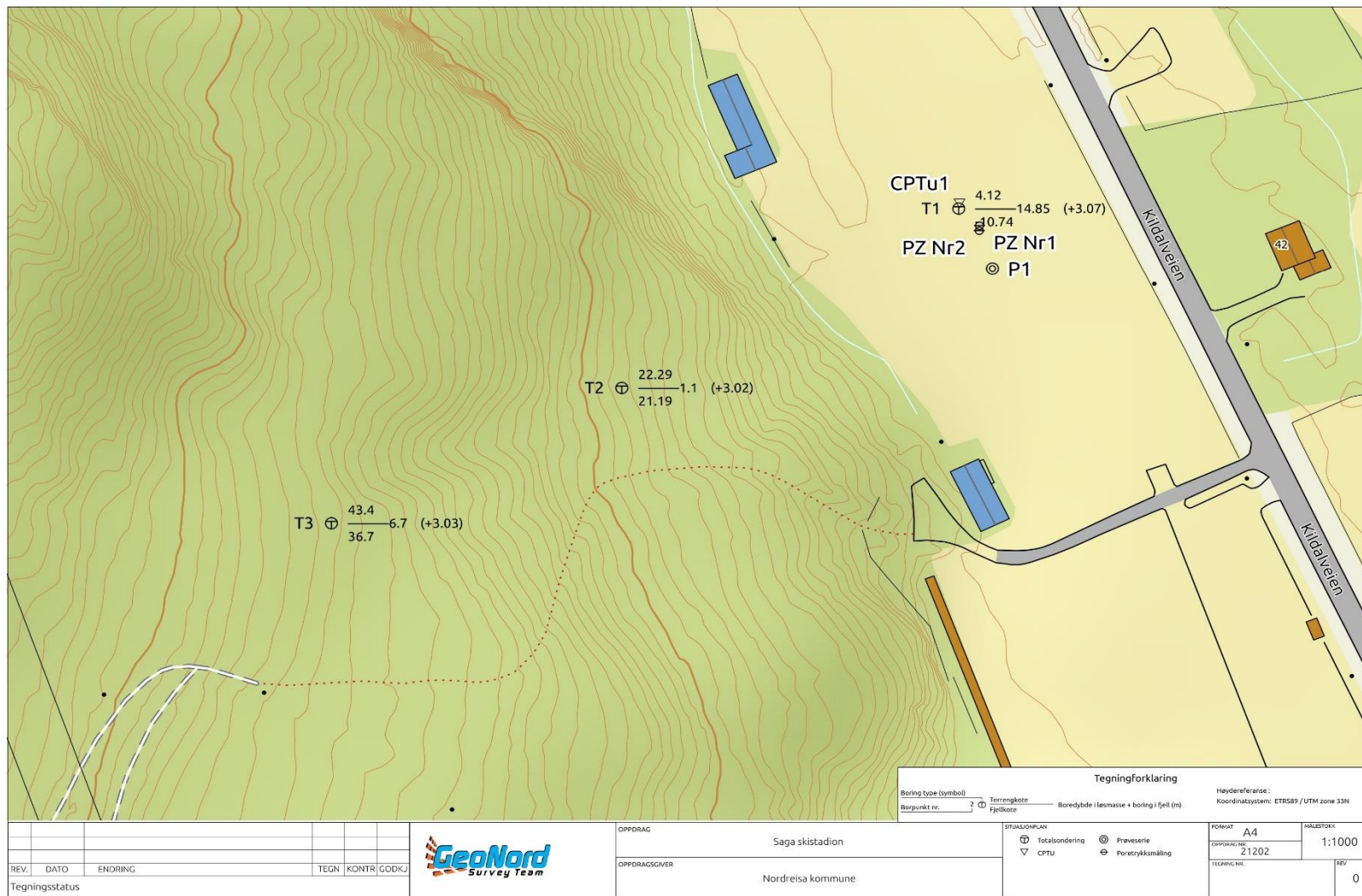
Laboratoriebestemmelser	Bokstav-symbol	Tegn-symbol	Anmerkninger
Materiale			Jordarter beskrives i samsvar med retningslinjer gitt av NGF. Hovedbetegnelsen skrives med store bokstaver.
Vanninnhold Naturlig vanninnhold Plastisitetsgrense Flytegrense Flytegrense konus	W W _P W _L W _F	• →	Angis i masseprosent av tørrstoff. Metode skal angis.
Tyngdetetthet / densitet Tyngdetetthet Densitet Tørr densitet Korndensitet	γ ρ ρ _d ρ _s		Tyngdetetthet kN/m ³ . Densitet t/m ³ . γ (kN/m ³)
Porøsitet Poretall	n e		
Skjørstyrke, udrenert Konusforsøk, uomrørt Konusforsøk, omrørt Enkelt trykkforsøk	s _{uk} s _{u'k} s _{ut}	▼ ▼ α	Symbolet settes i () hvis verdien ikke ansees representativ. Aksialdeformasjon ved brudd (ε _f) angis i % slik: $15 \frac{\rho - 5\%}{10}$
Sensitivitet	S _t		Metode bør angis.
Organisk materiale Innhold av organisk karbon Glødetap Humusinnhold Formuldingsgraden	O _c O _{gl} O _{Na} v _P		Angis i masseprosent av tørrstoff før forsøk. Bestemt ved NaOH-metoden. Klassifisering etter von Post skala H ₁ –H ₁₀

Forøvrig benyttes bokstavsymboler vedtatt av The International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.

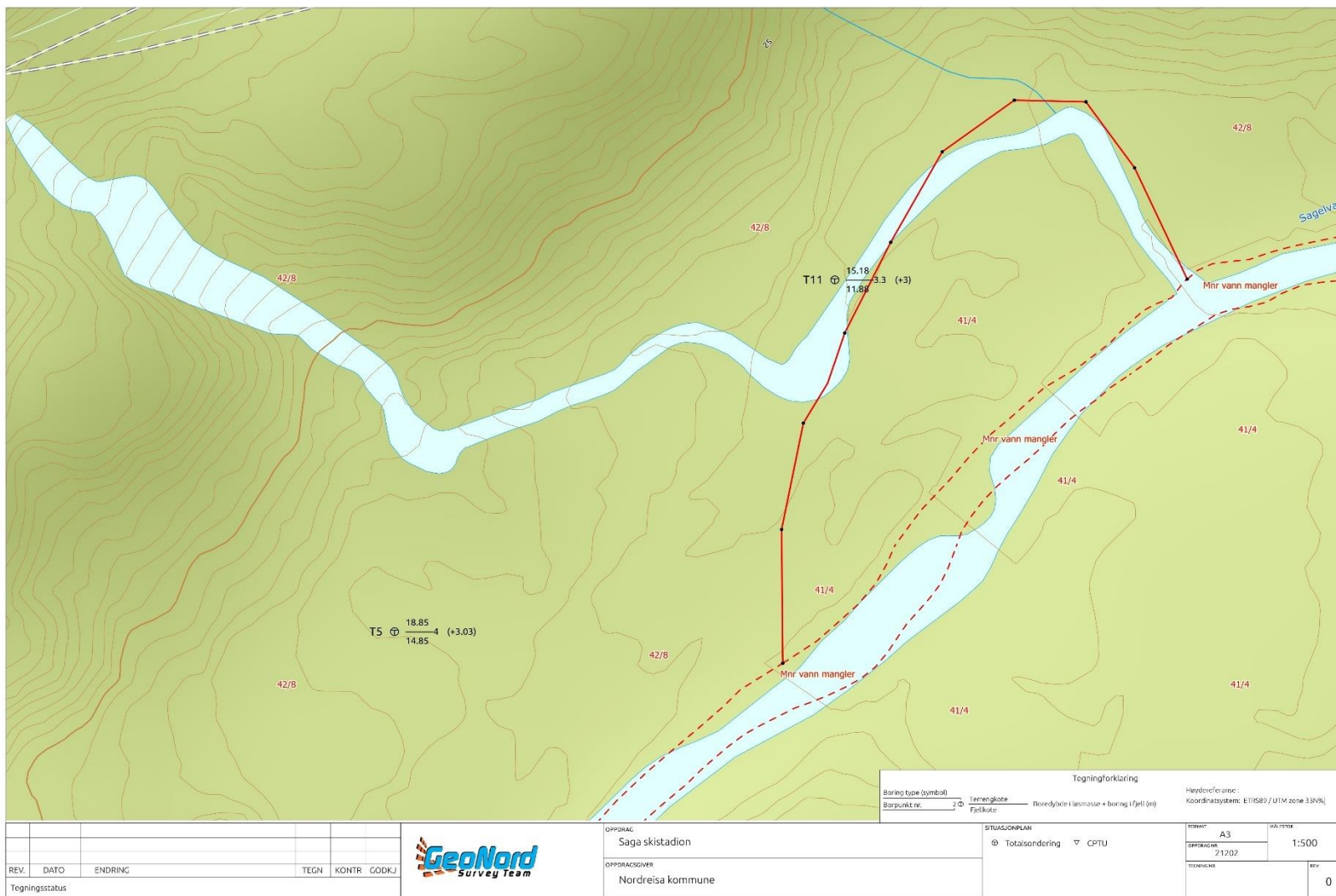
Bilag 1 Borplan



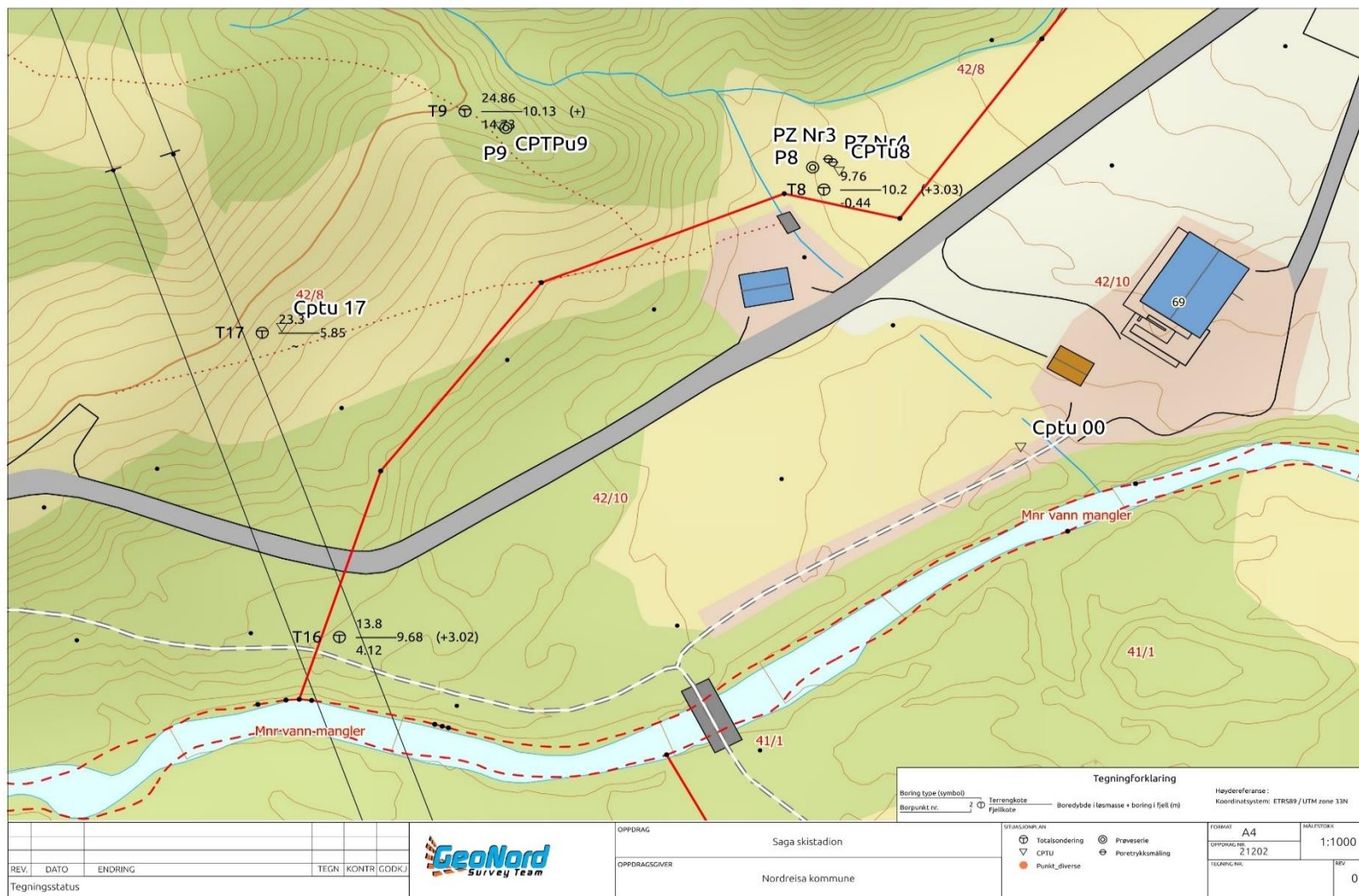
Figur B1: Borplan



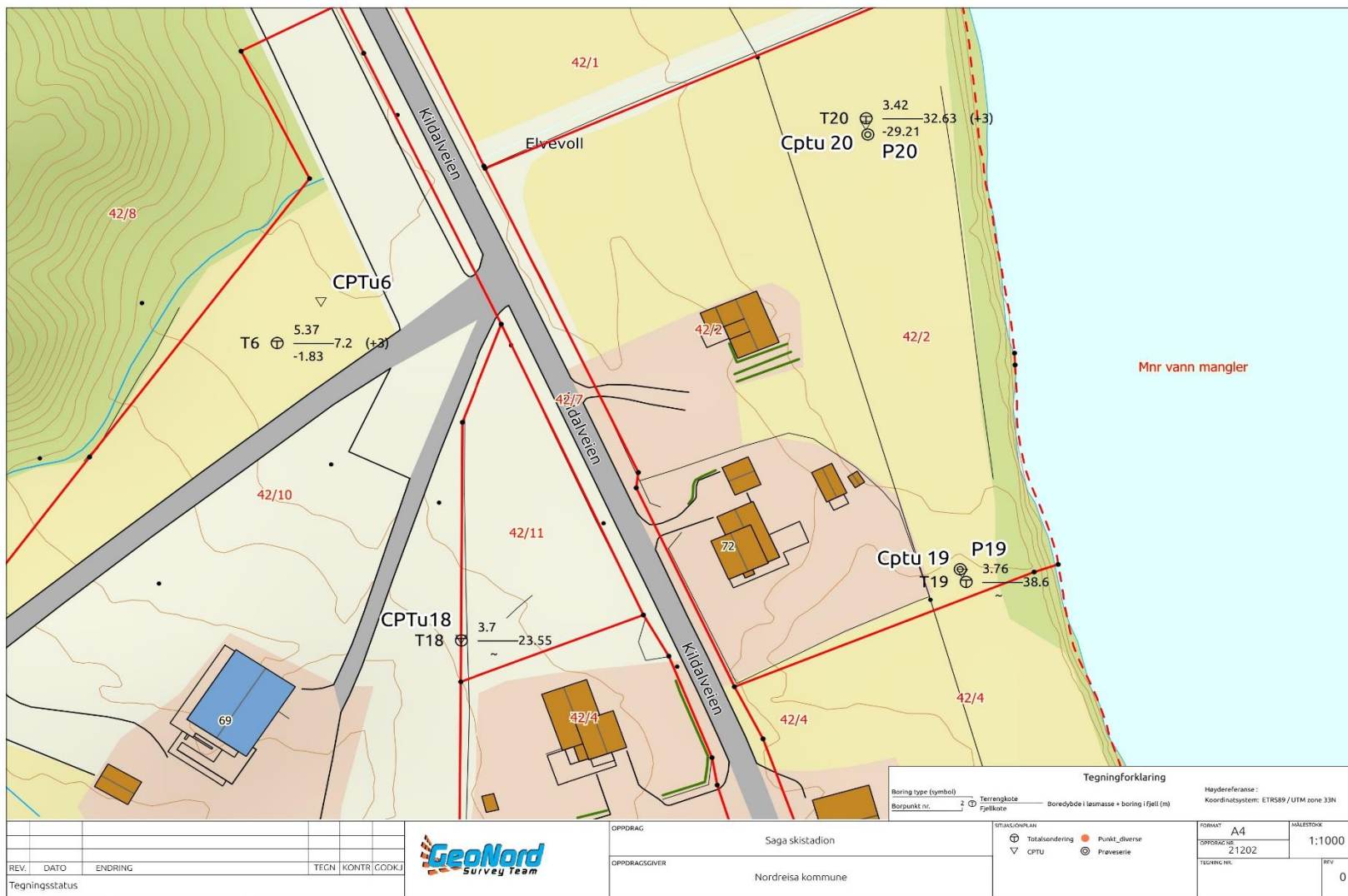
Figur B2: Borplan T1-T3



Figur B3: Borplan T5 og T11



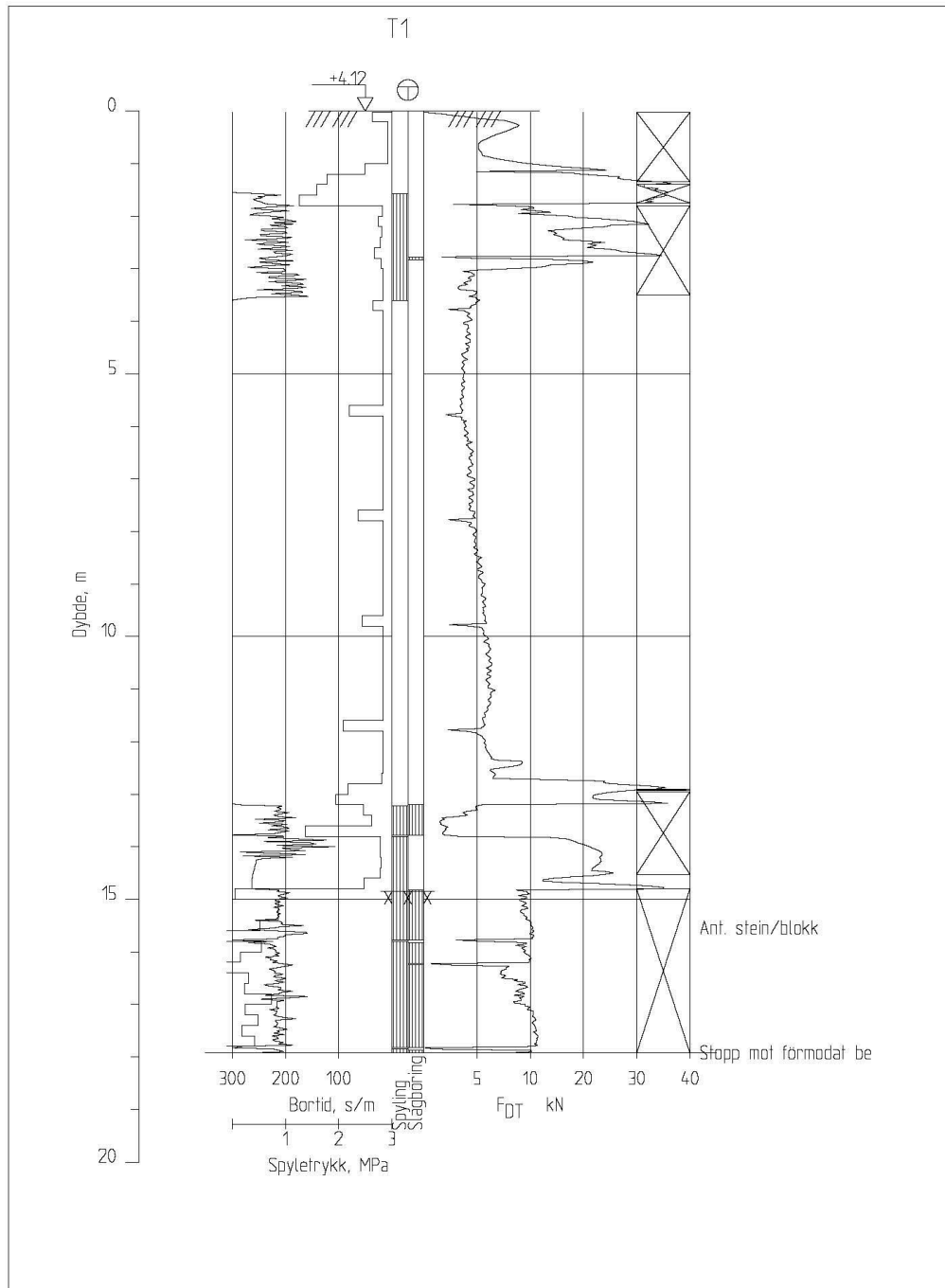
Figur B7: Borplan T8, T9, T16 og T17



Figur B8: Borplan T6, T18, T19 og T20

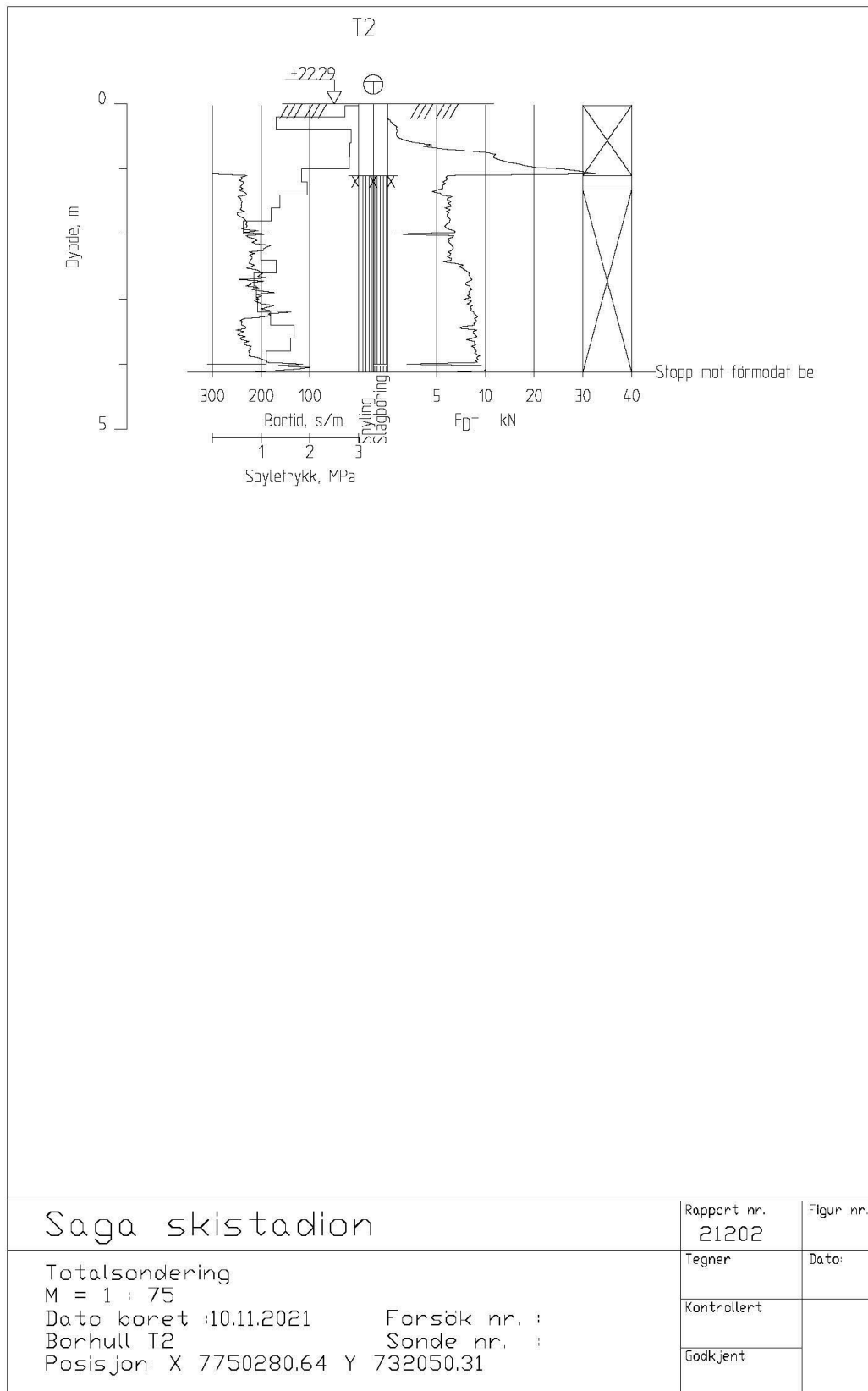
Bilag 2

Totalsonderinger

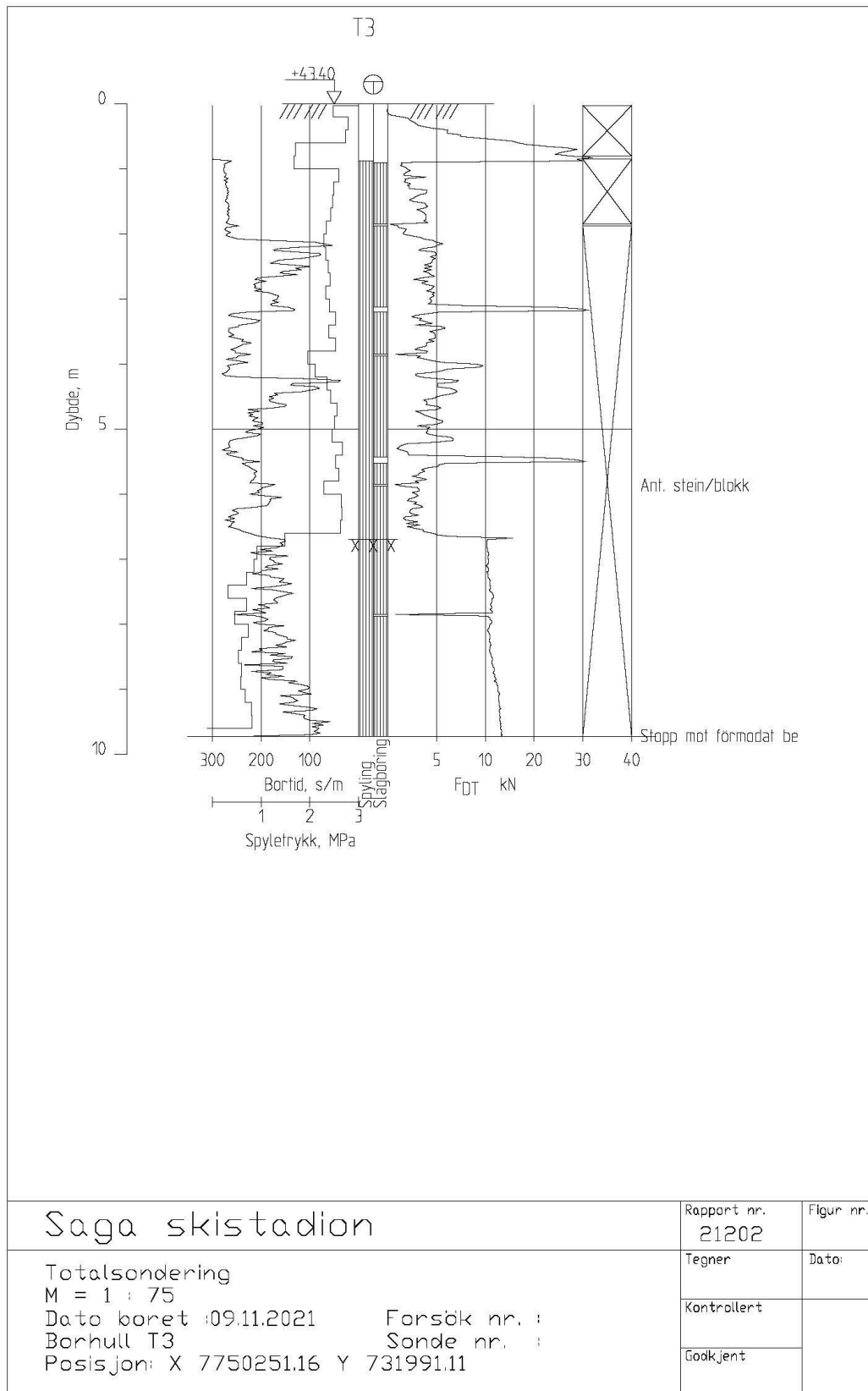


Saga skistadion Totalsondering M = 1 : 100 Dato boret : 10.11.2021 Borhull T1 Posisjon: X 7750319.71 Y 732119.01	Rapport nr. 21202	Figur nr.
	Tegner	Dato:
	Kontrollert	
	Godkjent	

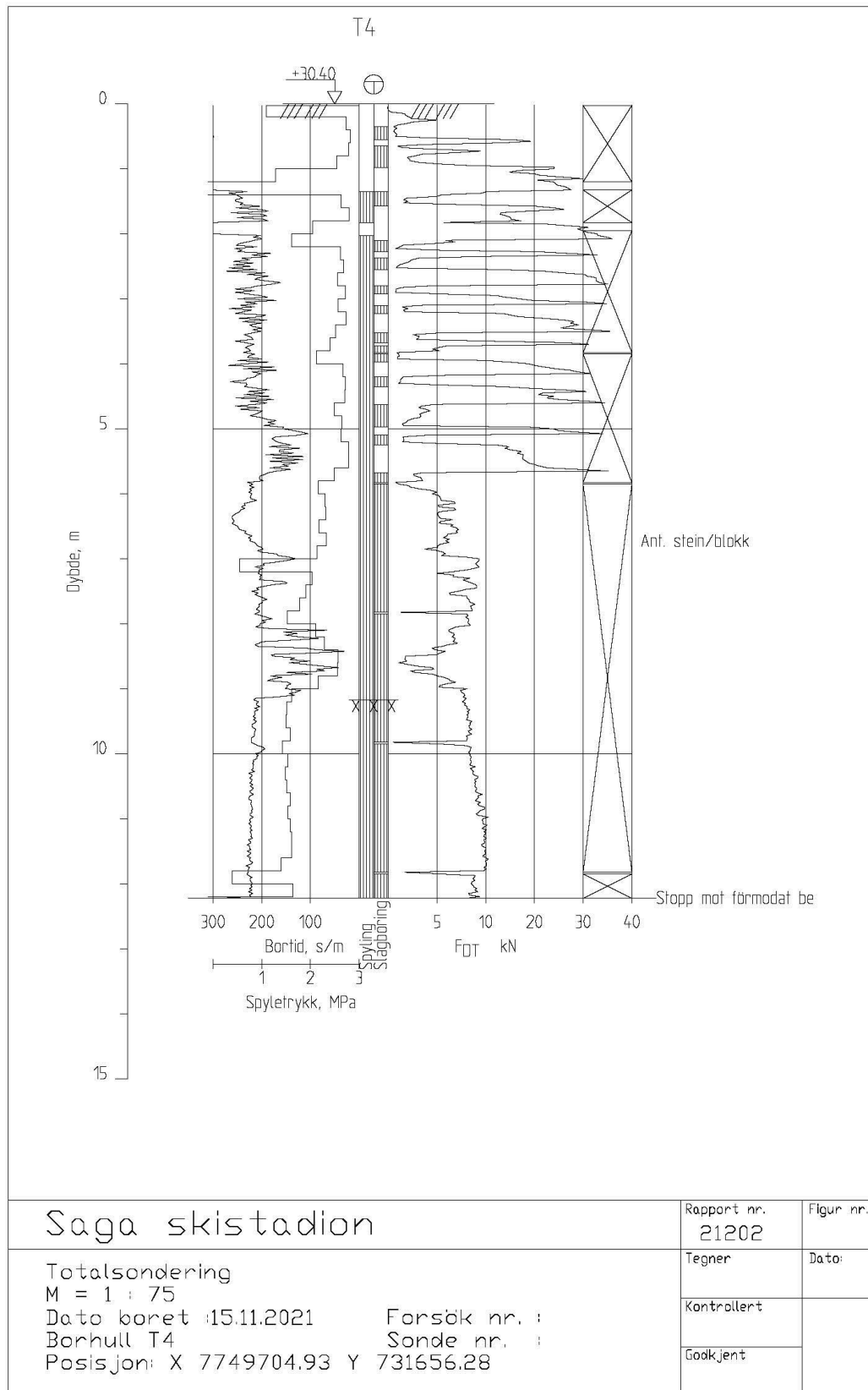
Figur B9: Borprofil for totalsondering T1



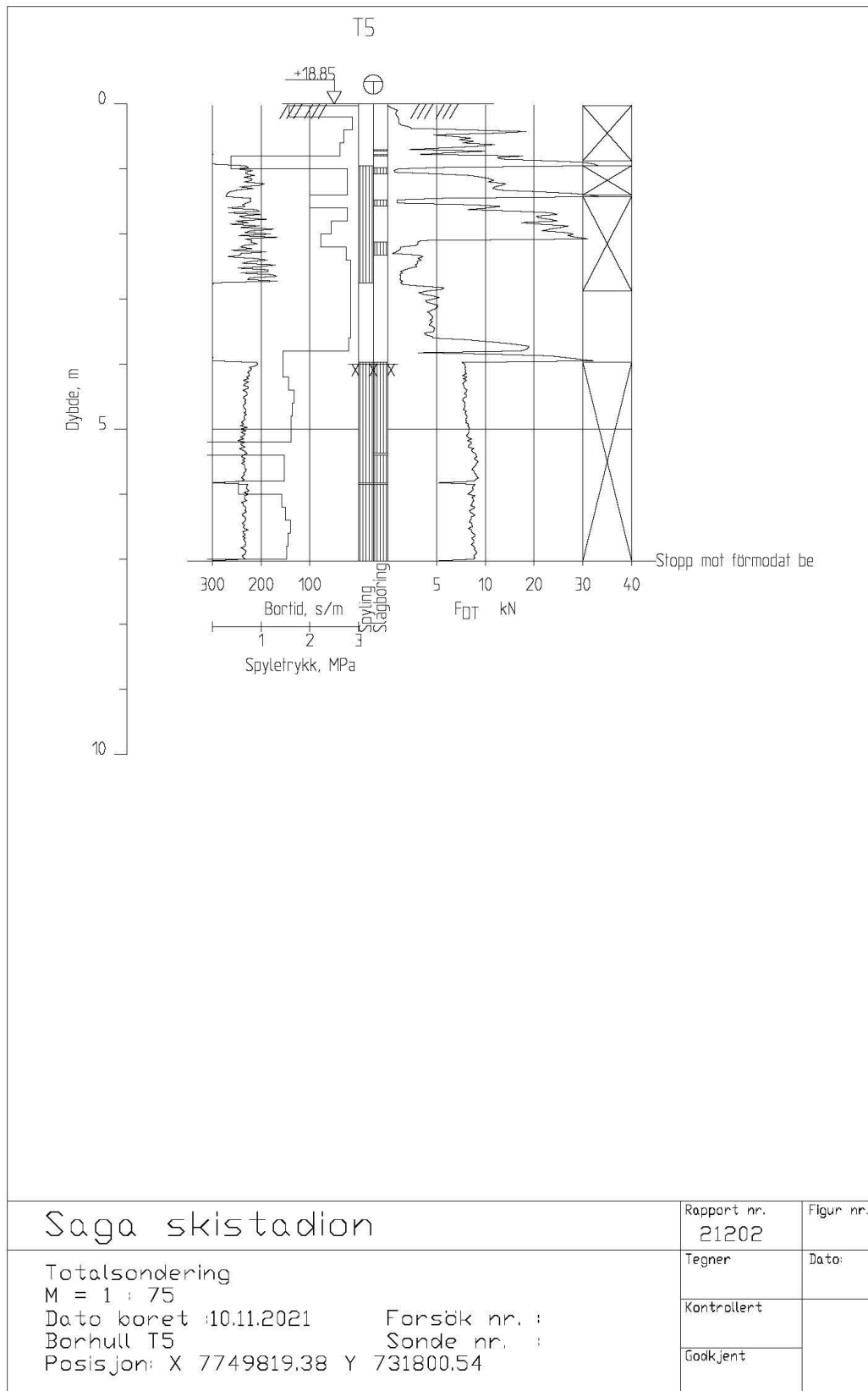
Figur B10: Borprofil for totalsonering T2



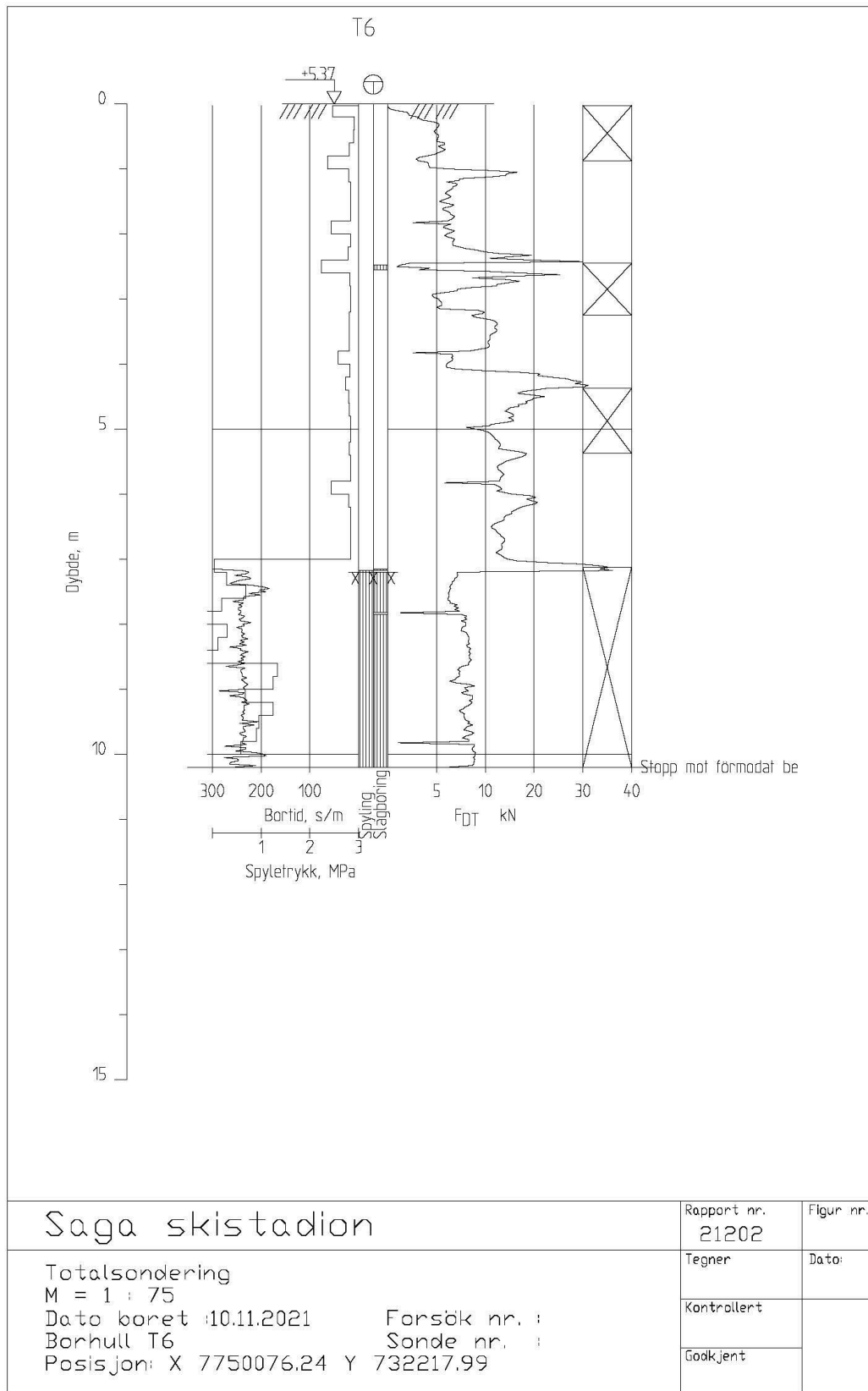
Figur B11: Borprofil for totalsonering T3



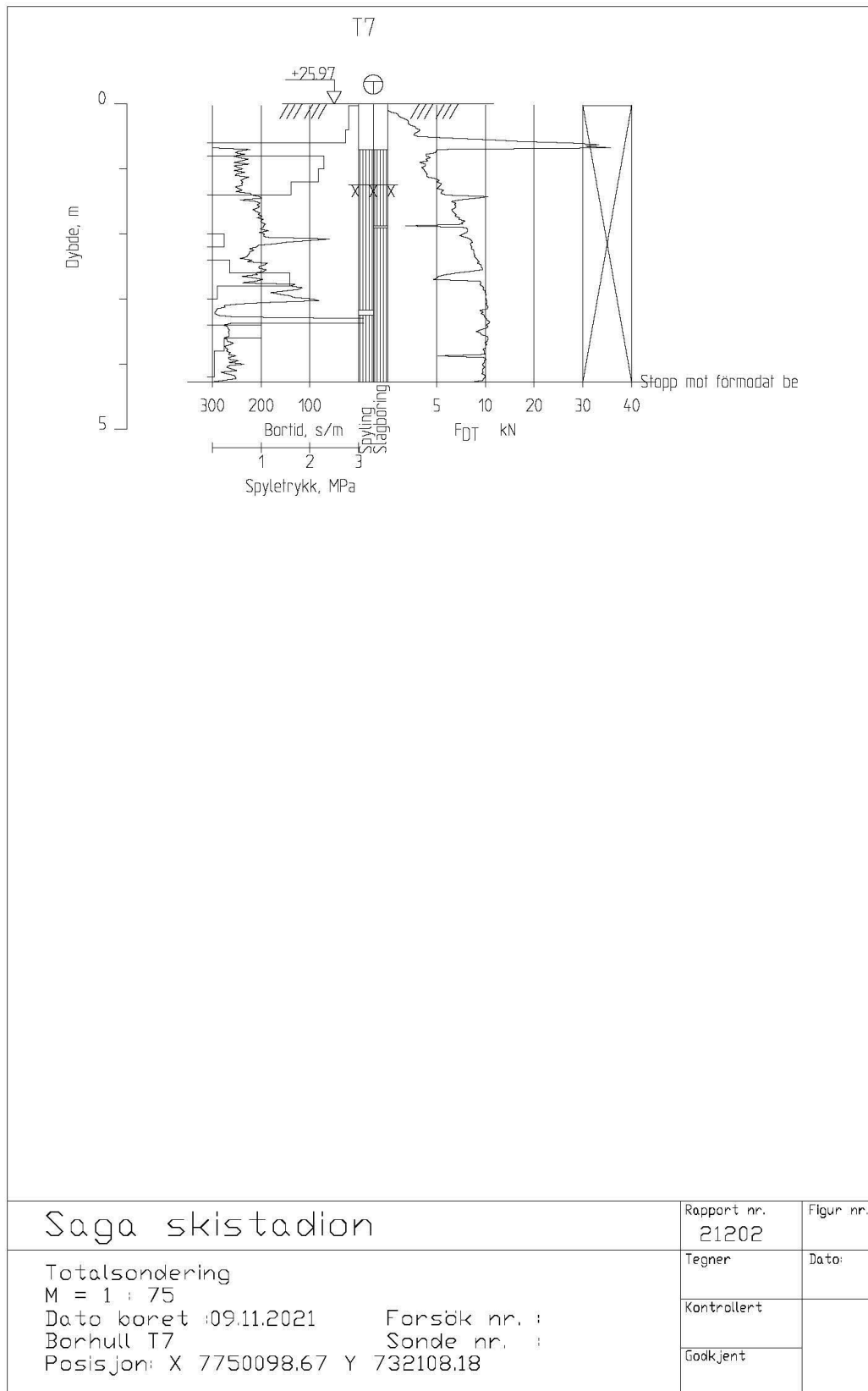
Figur B12: Borprofil for totalsondering T4



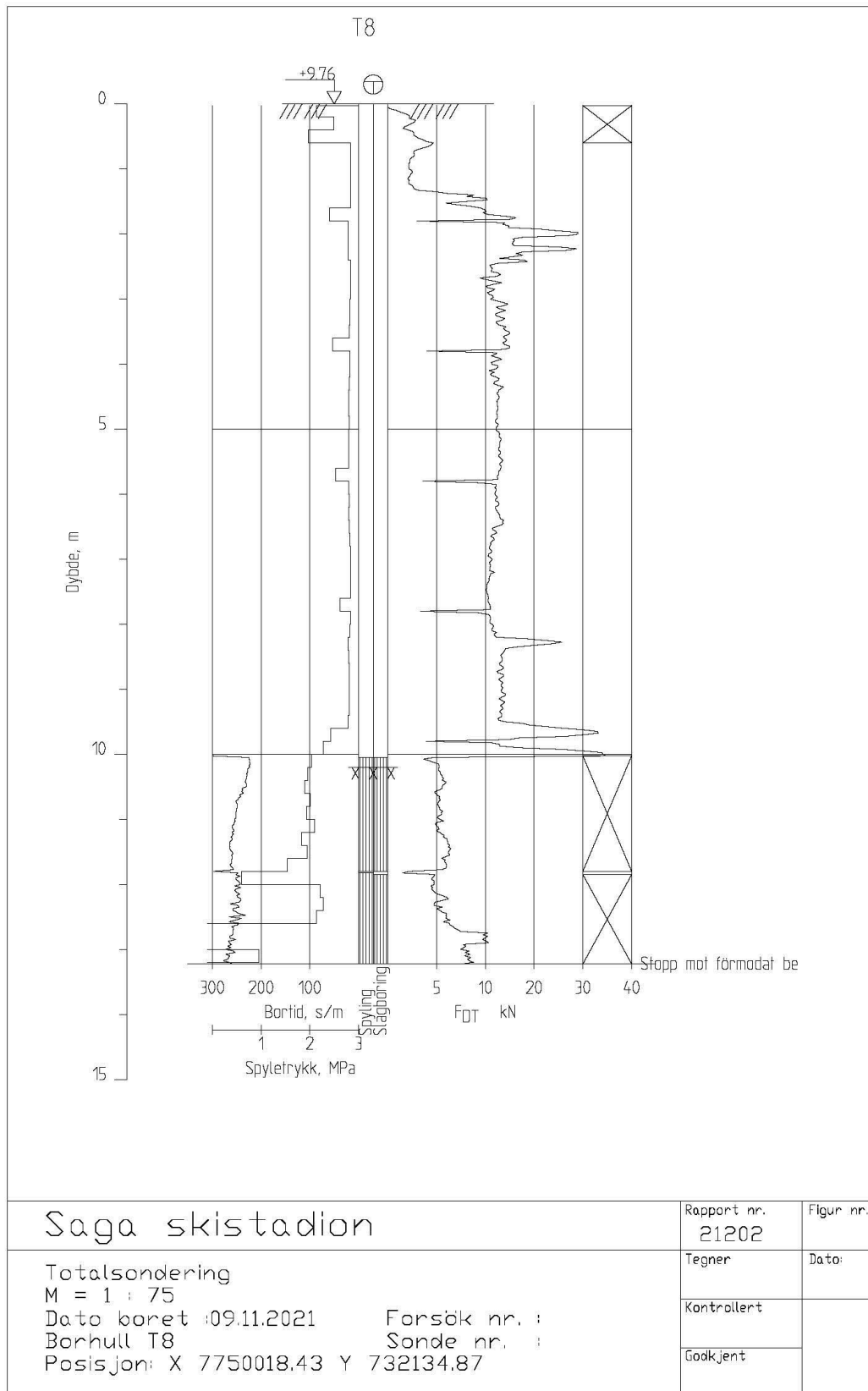
Figur B13: Borprofil for totalsonering T5



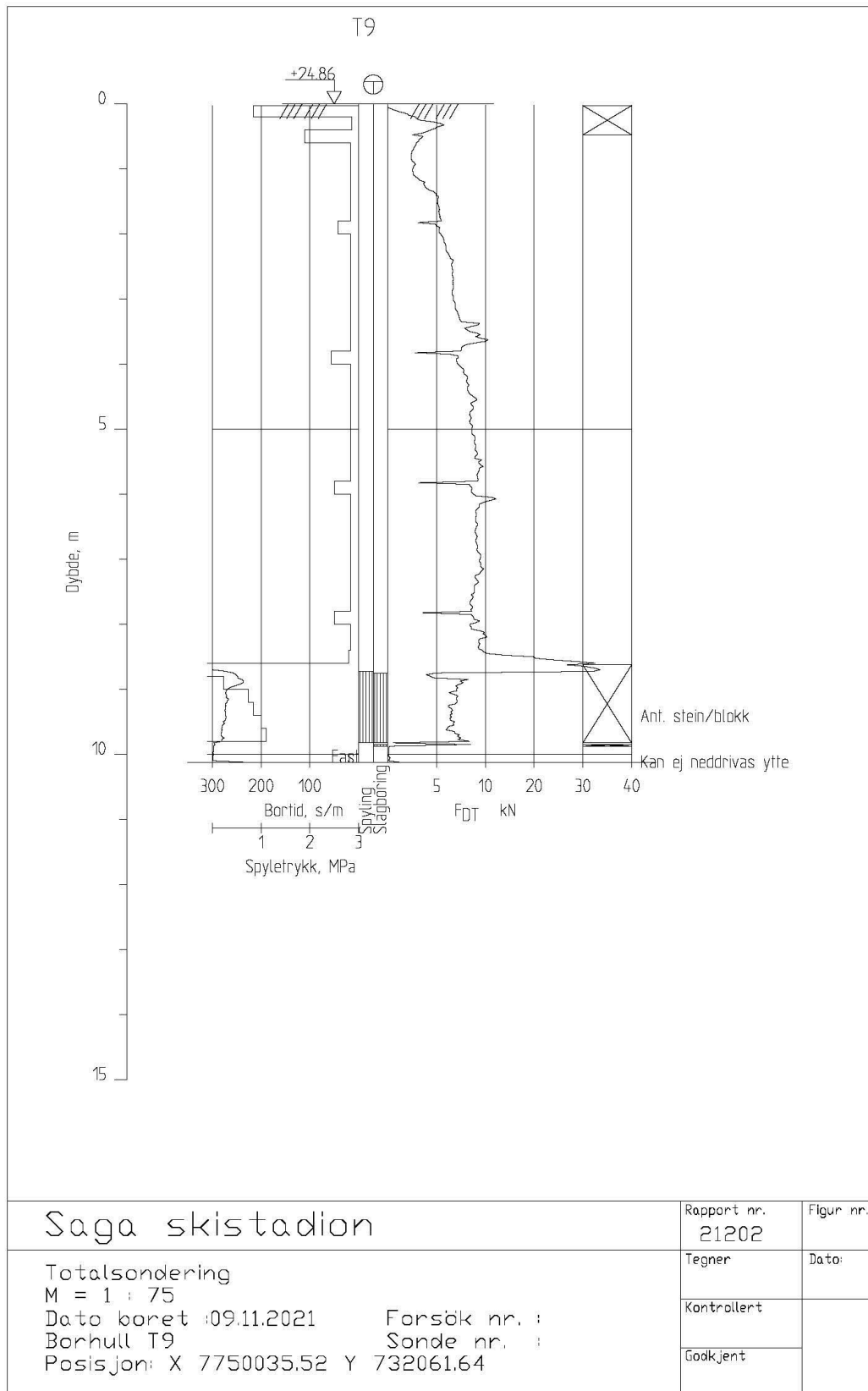
Figur B14: Borprofil for totalsonering T6



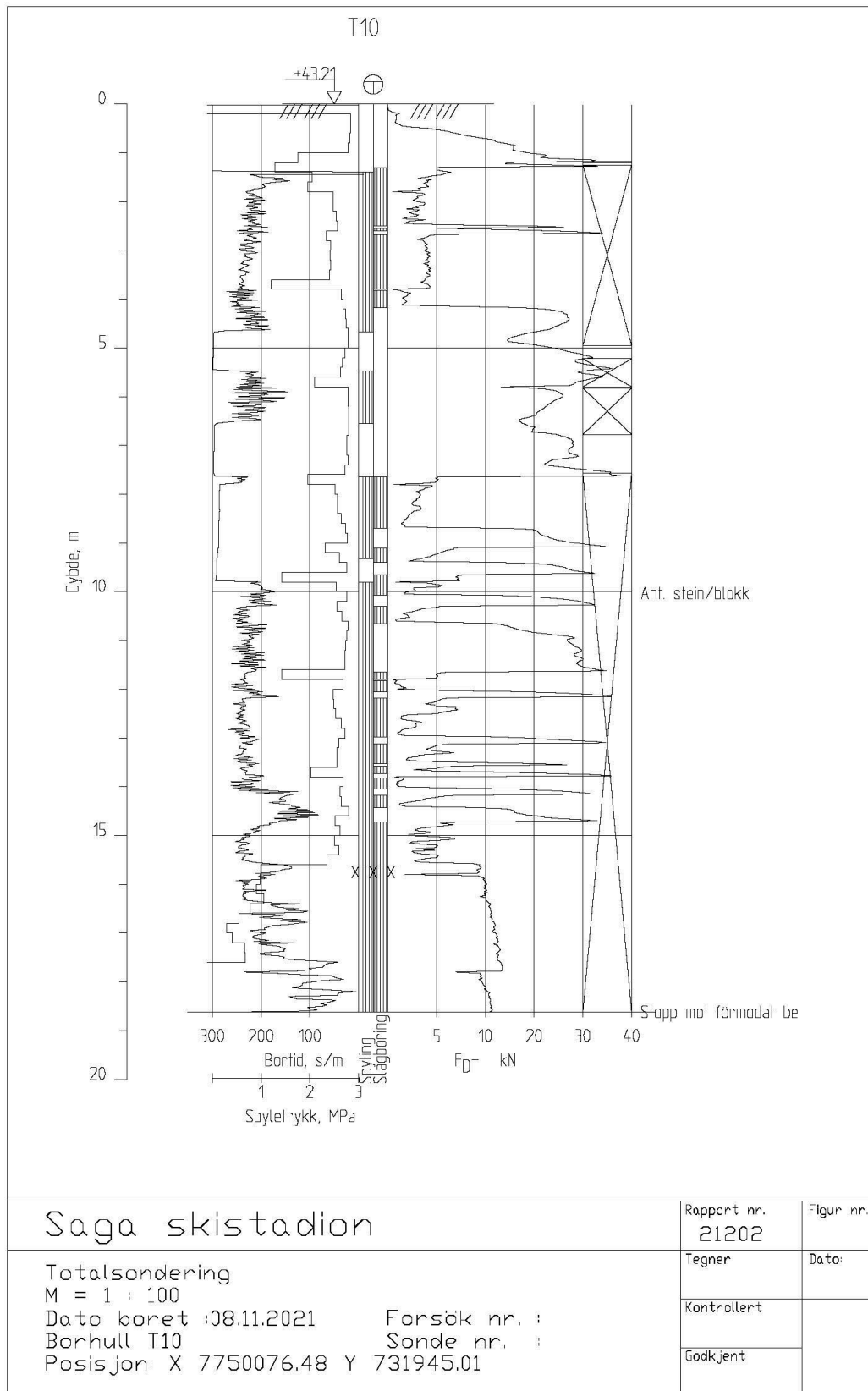
Figur B15: Borprofil for totalsonering T7



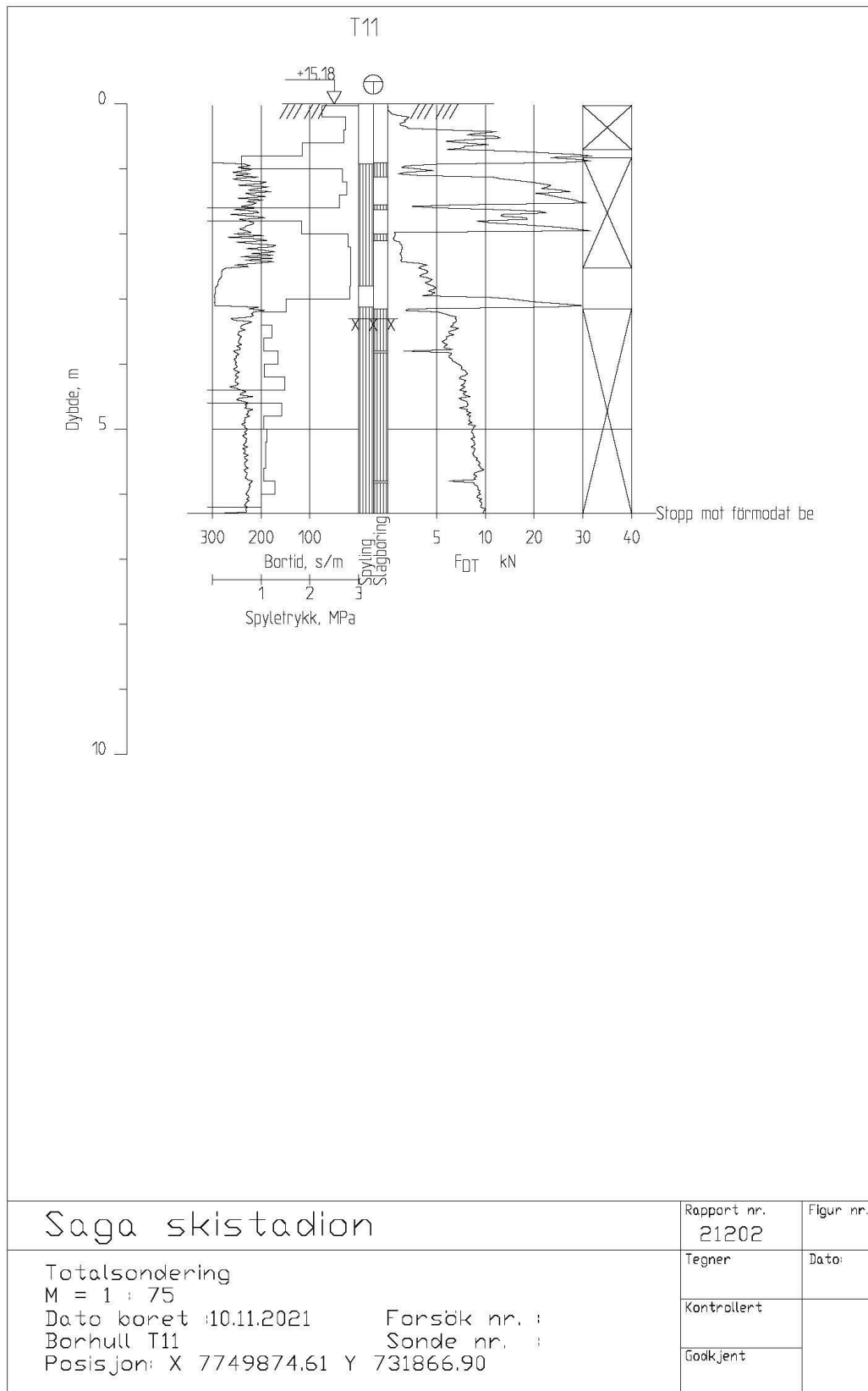
Figur B16: Borprofil for totalsonering T8



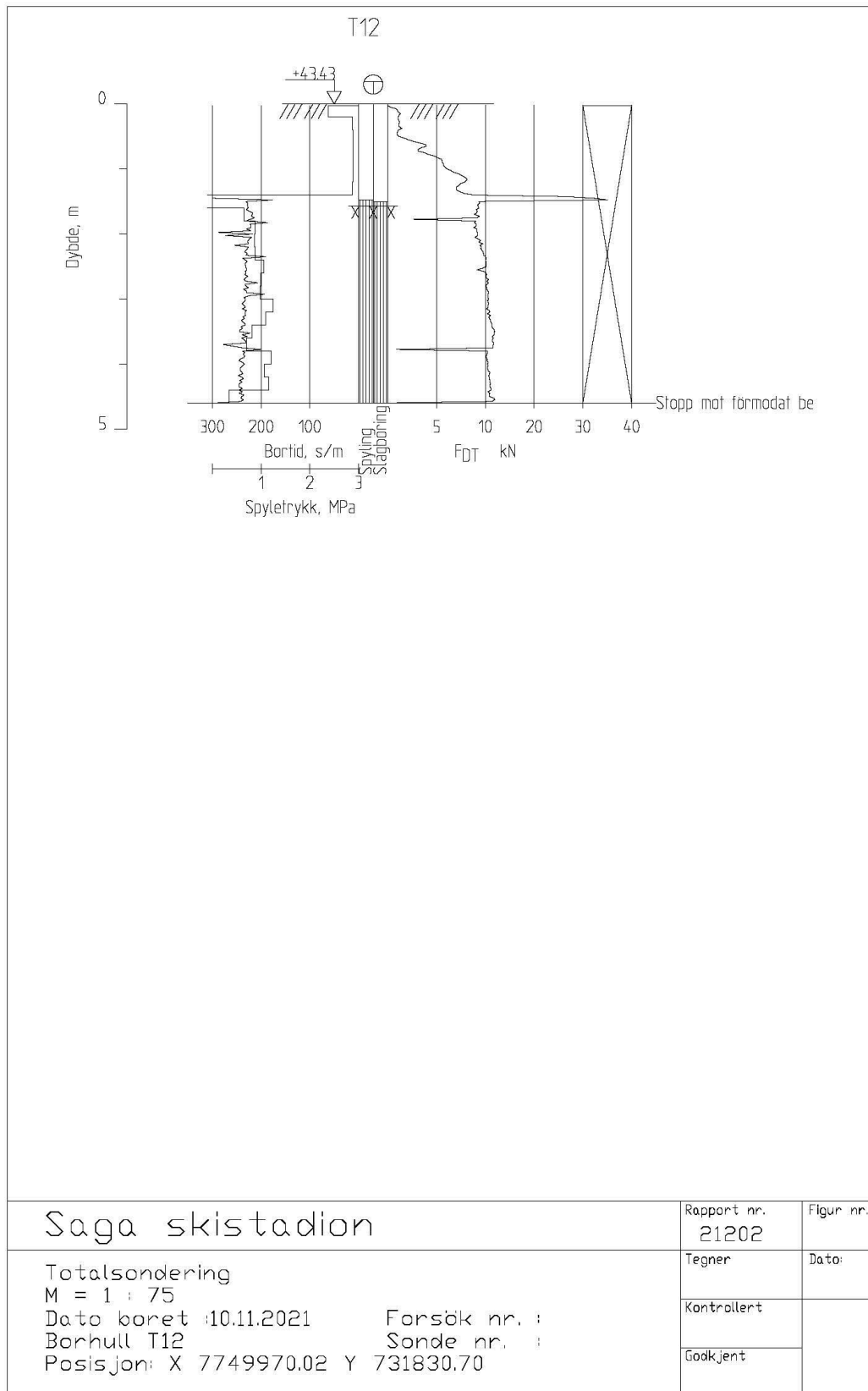
Figur B17: Borprofil for totalsondering T9



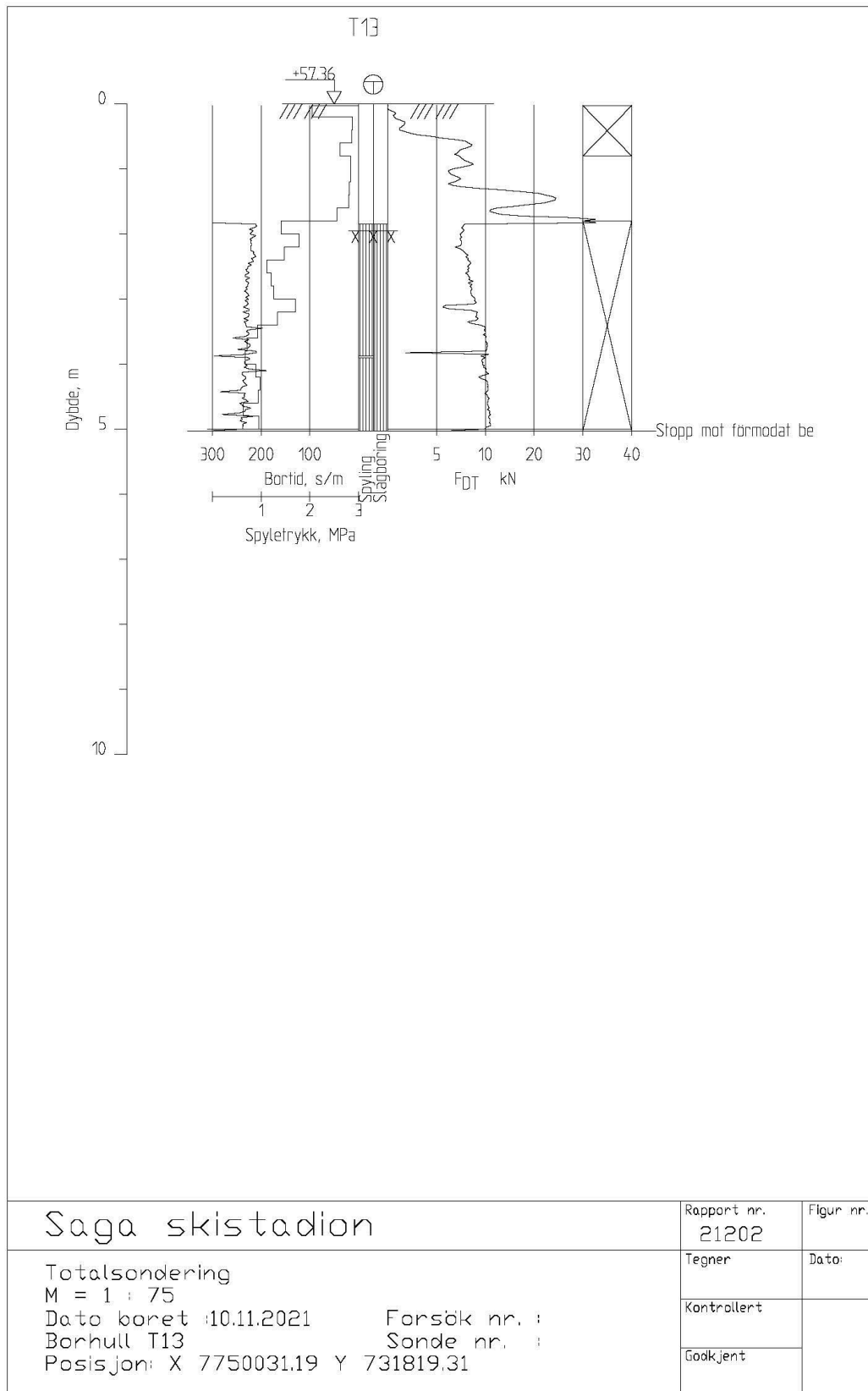
Figur B18: Borprofil for totalsondering T10



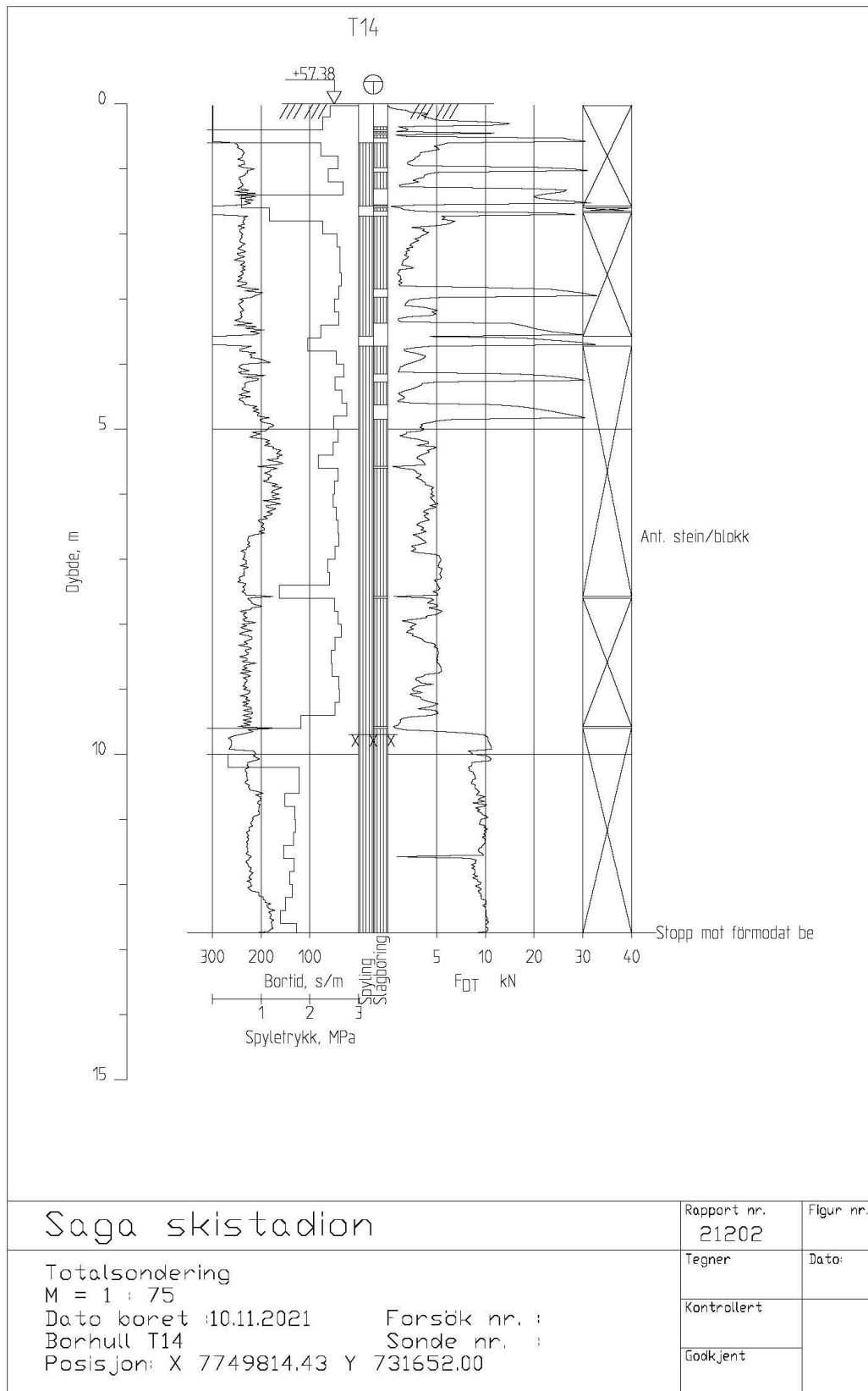
Figur B19: Borprofil for totalsonering T11



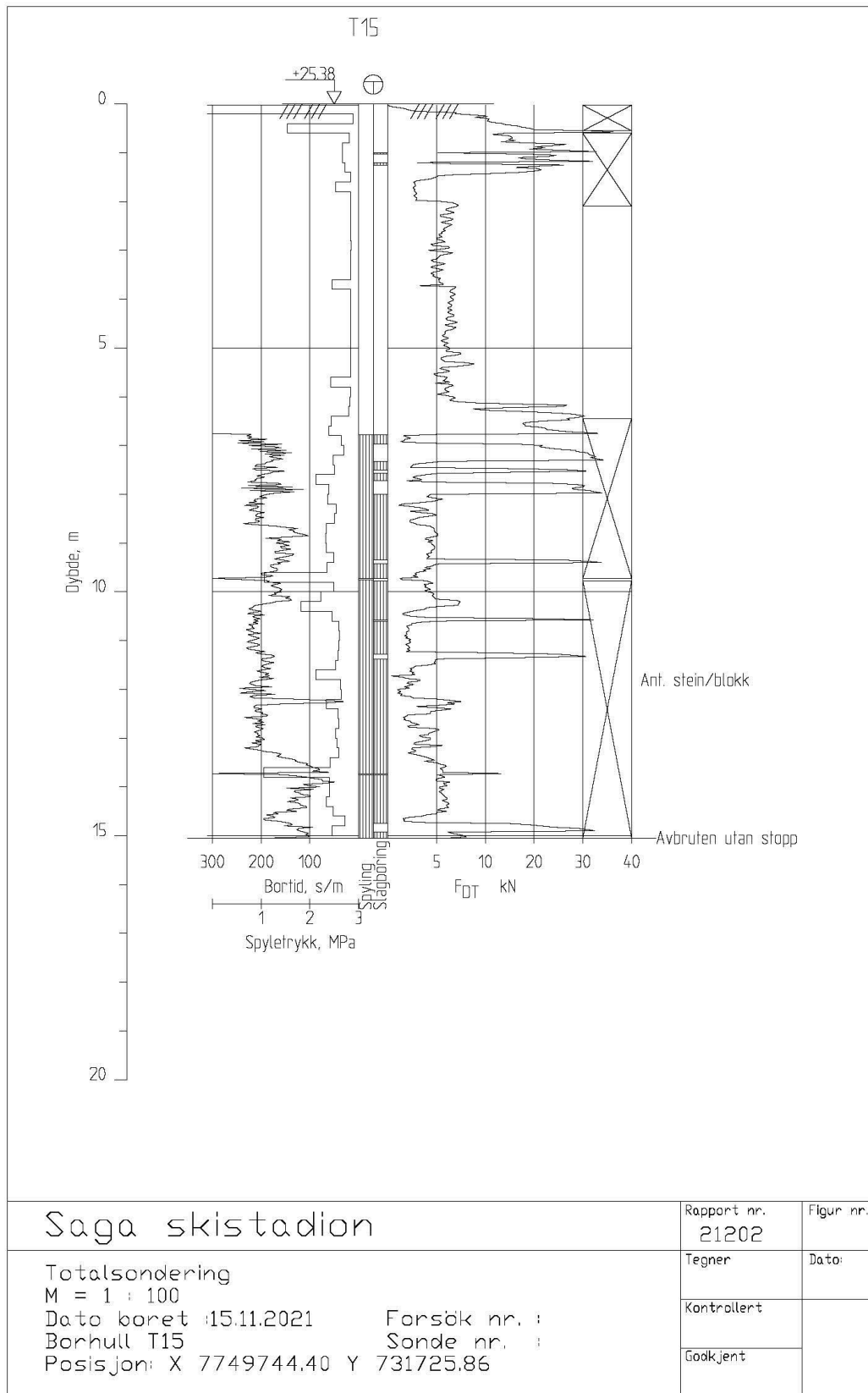
Figur B20: Borprofil for totalsonering T12



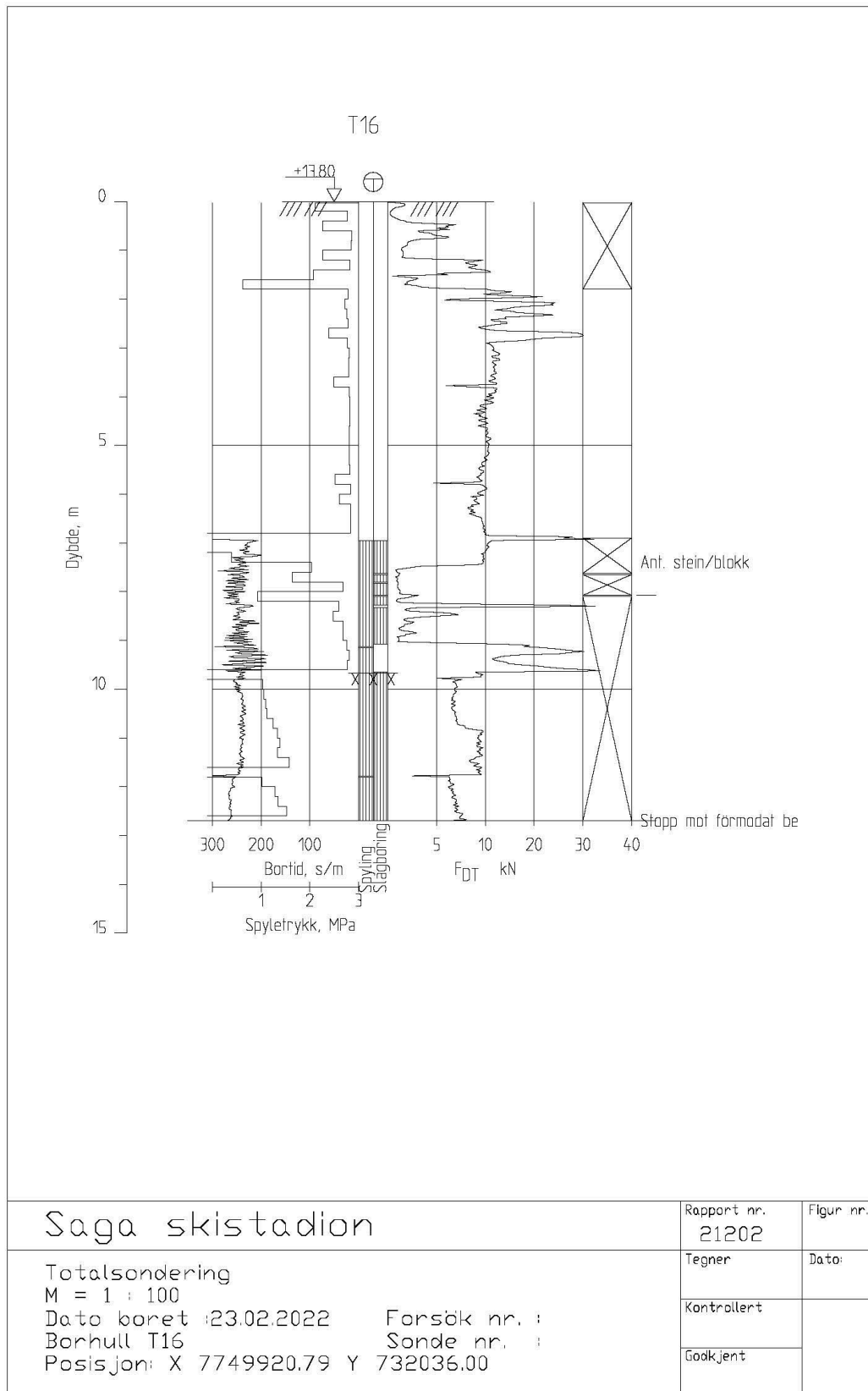
Figur B21: Borprofil for totalsonering T13



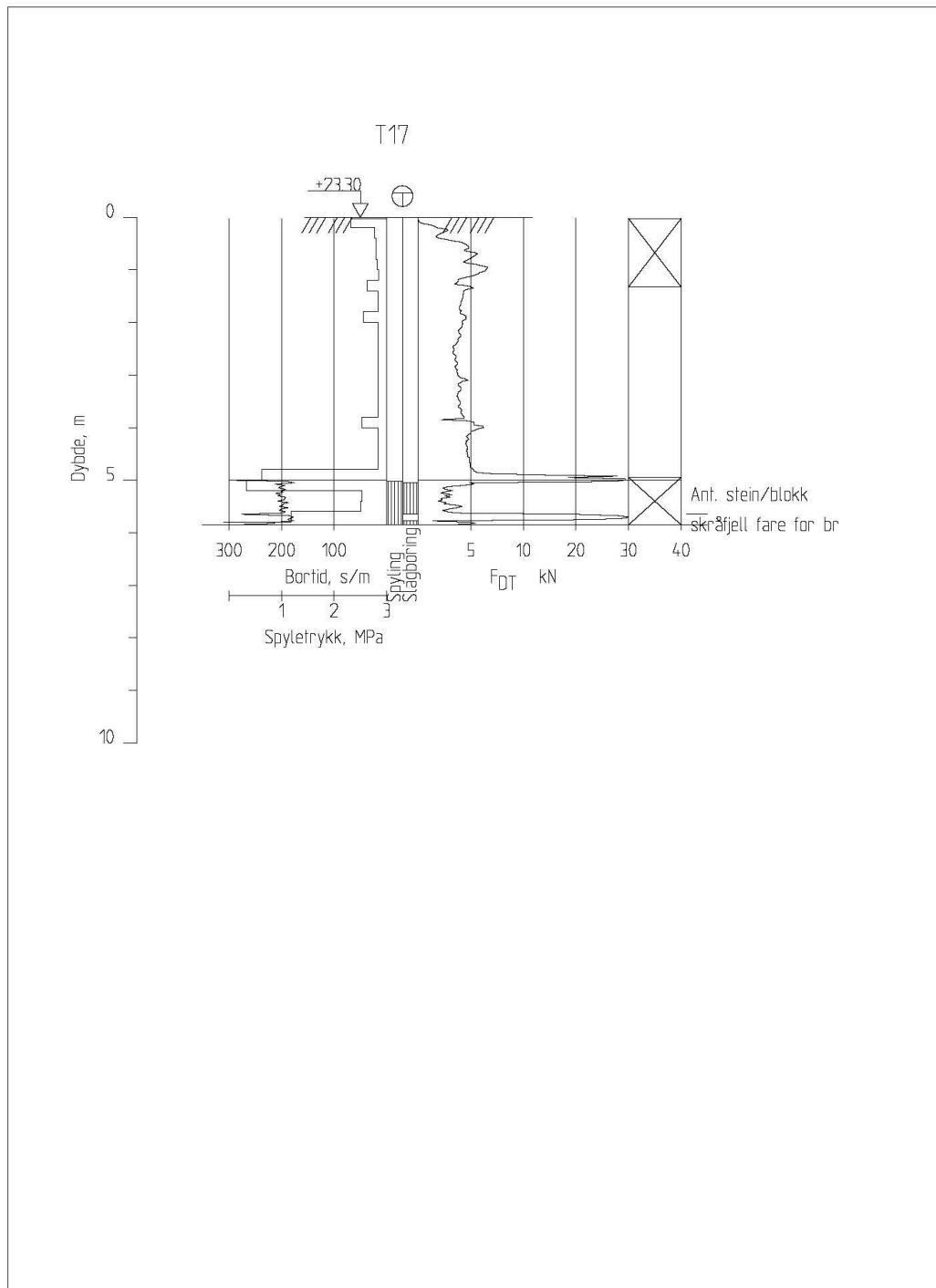
Figur B22: Borprofil for totalsondering T14



Figur B23: Borprofil for totalsonering T15



Figur B24: Borprofil for totalsondring T16

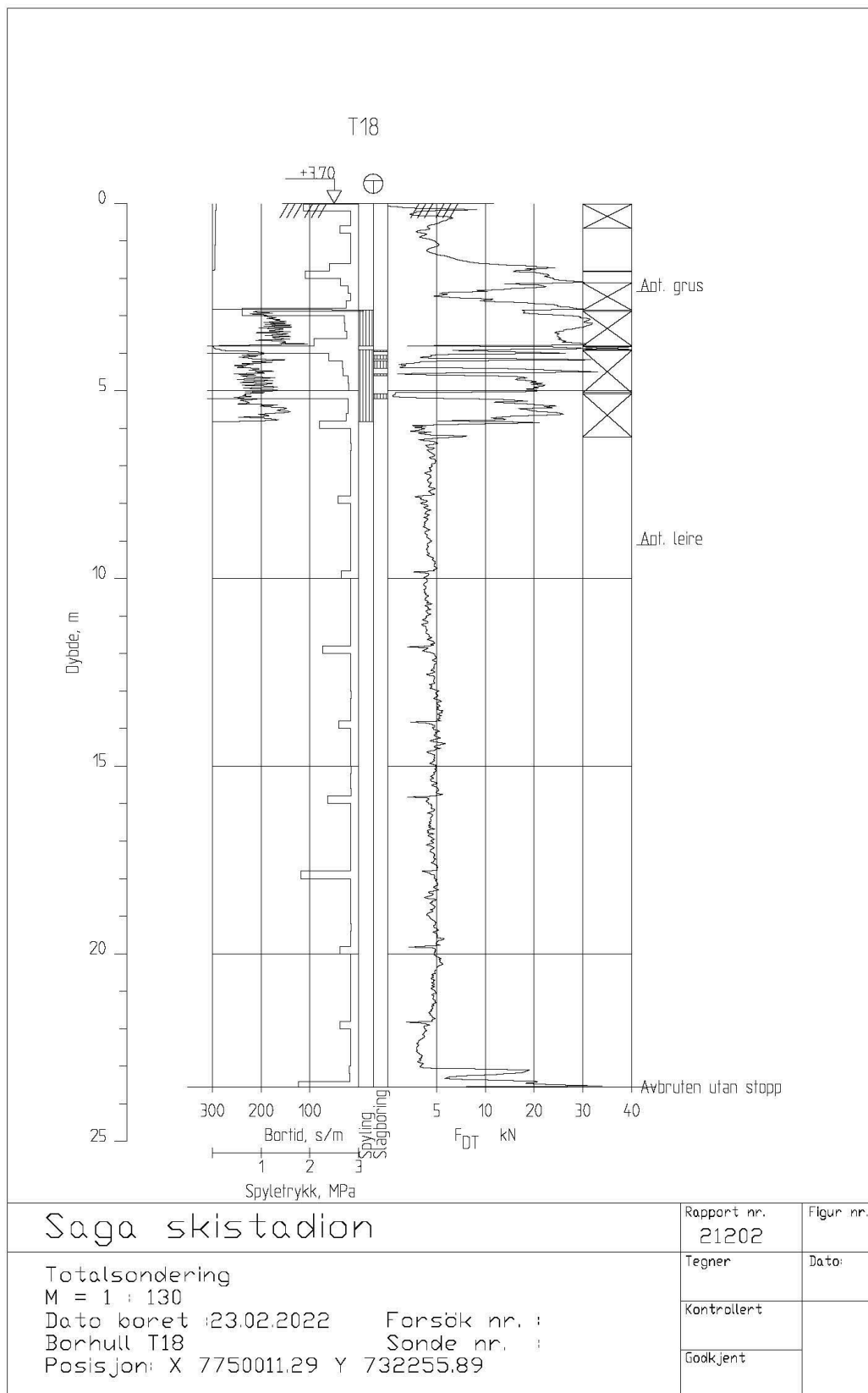


Saga skistadion

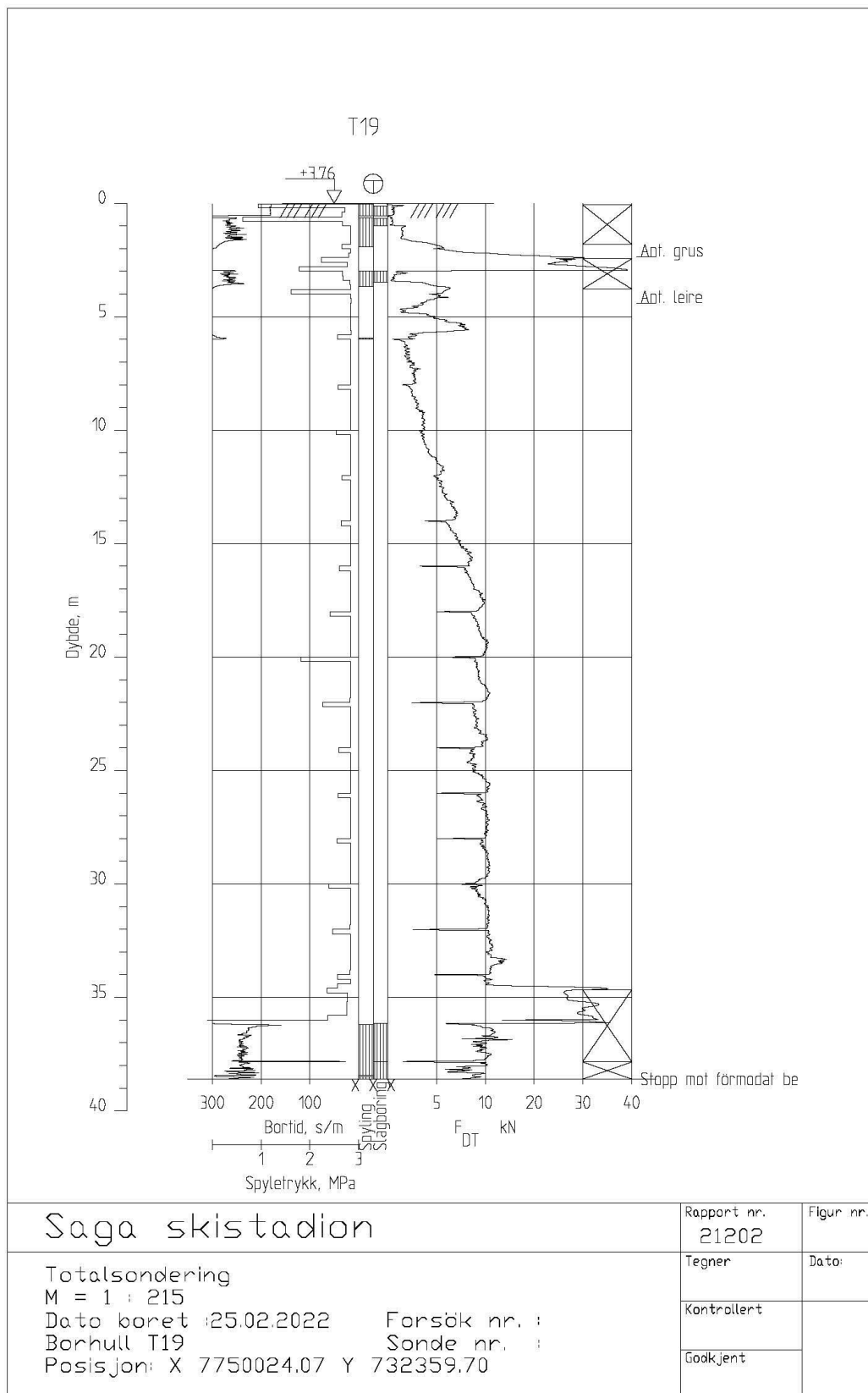
Rapport nr. 21202	Figur nr.
Tegner	Dato:
Kontrollert	
Godkjent	

Totalsondering
 M = 1 : 100
 Dato boret : 21.02.2022 Forsøk nr. :
 Borhull T17 Sonde nr. :
 Posisjon: X 7749987.19 Y 732020.24

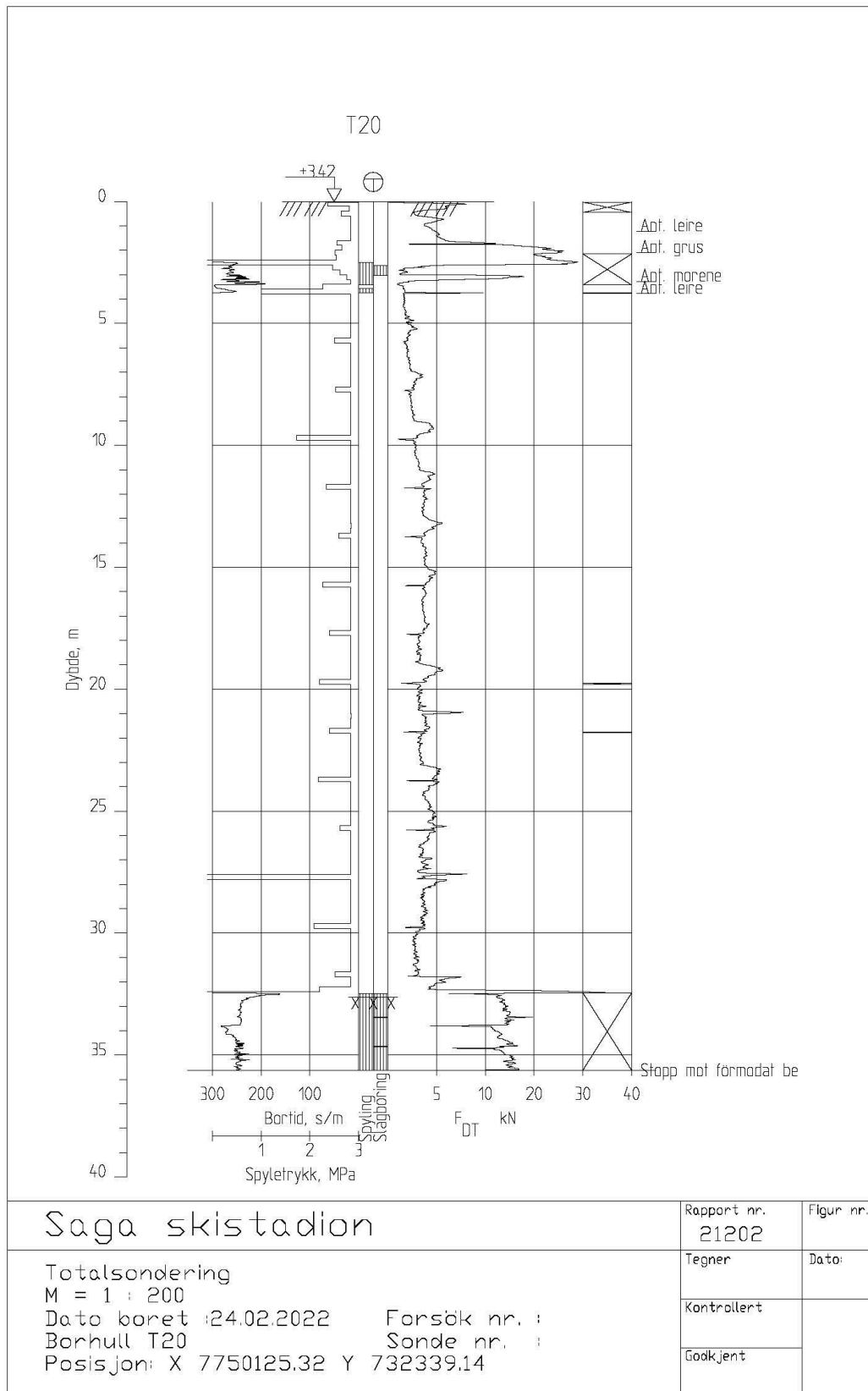
Figur B25: Borprofil for totalsondering T17



Figur B26: Borprofil for totalsondering T18



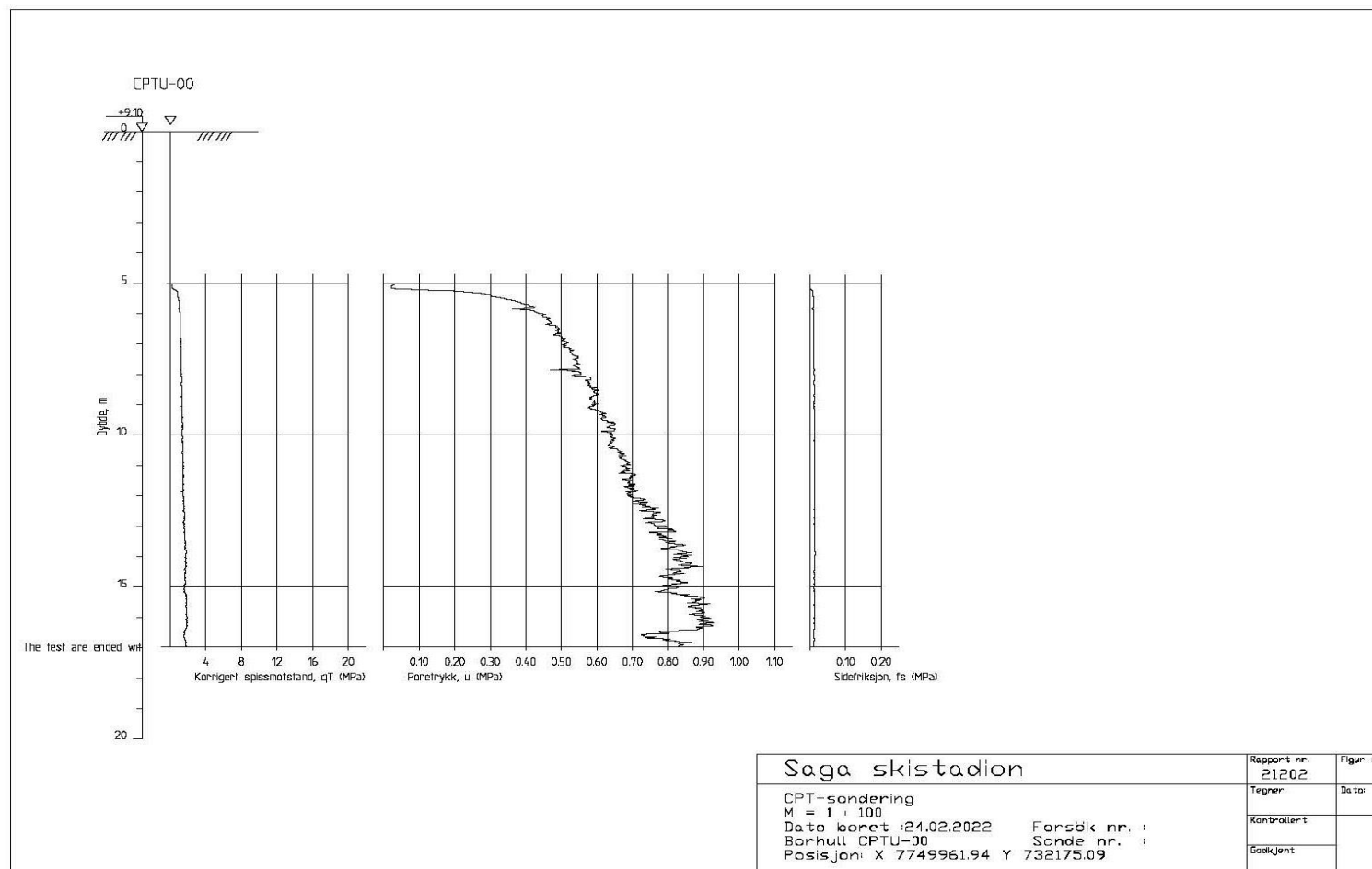
Figur B27: Borprofil for totalsondering T19



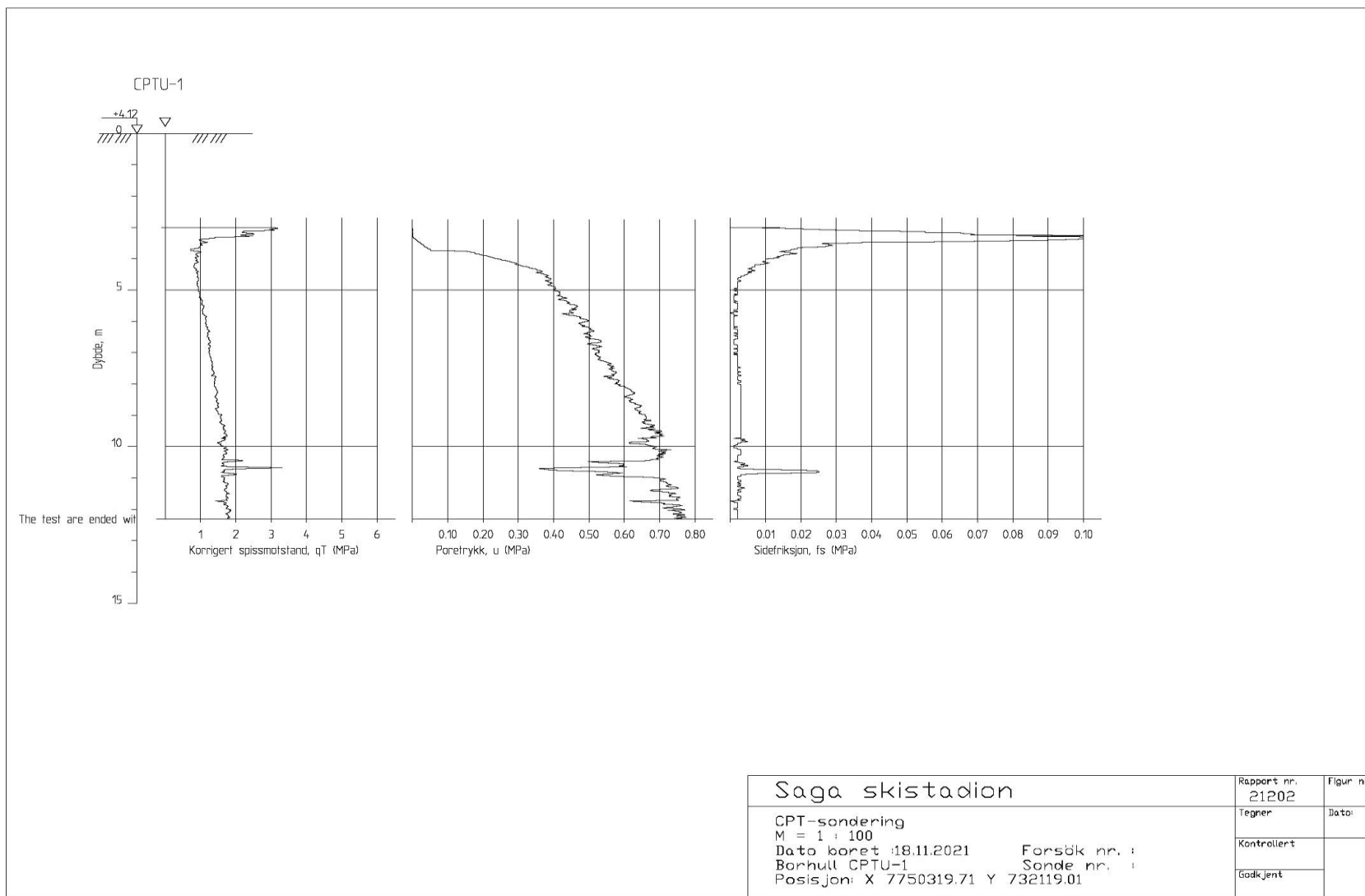
Figur B28: Borprofil for totalsonering T20

Bilag 3

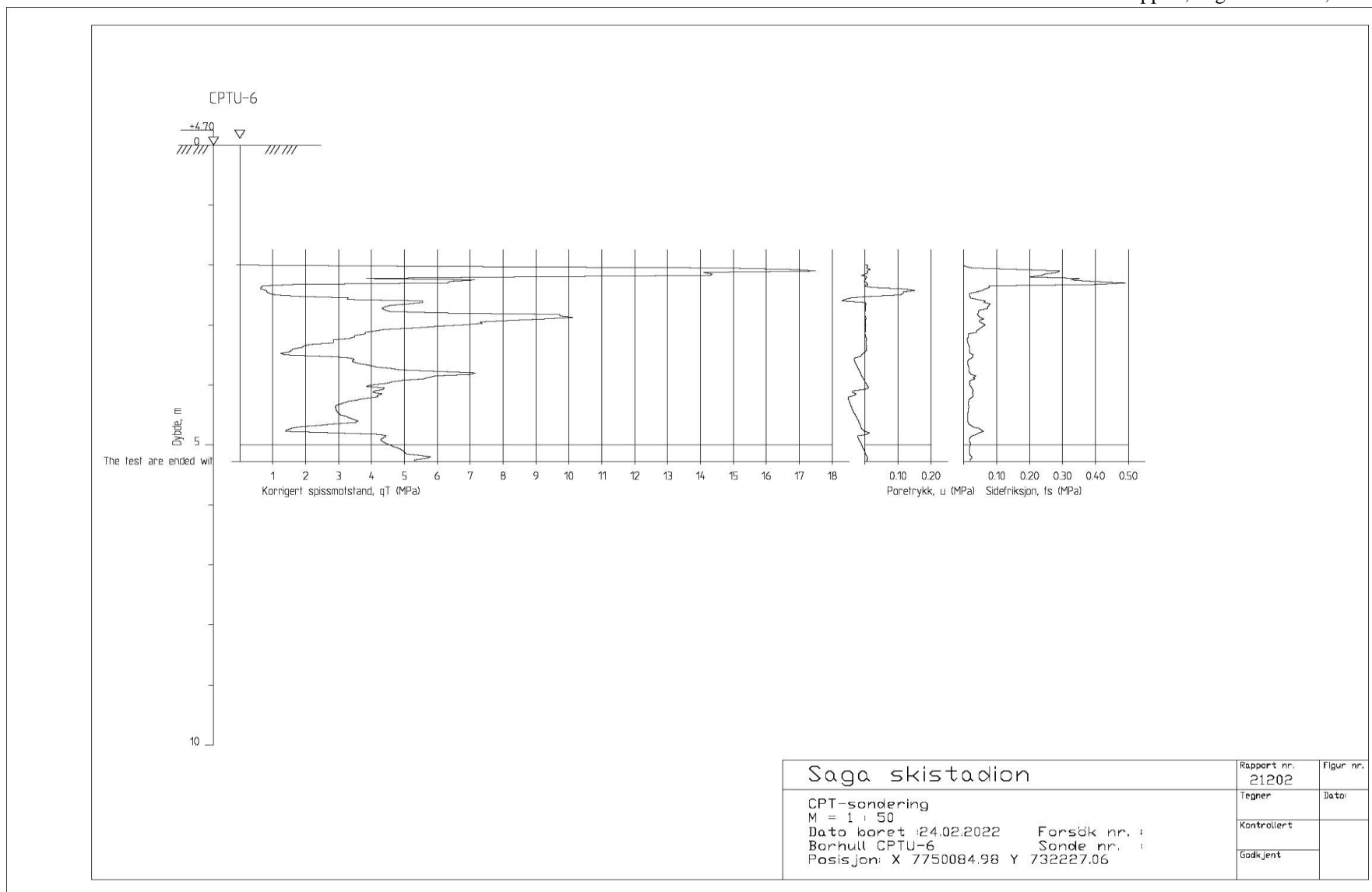
Trykksonderinger



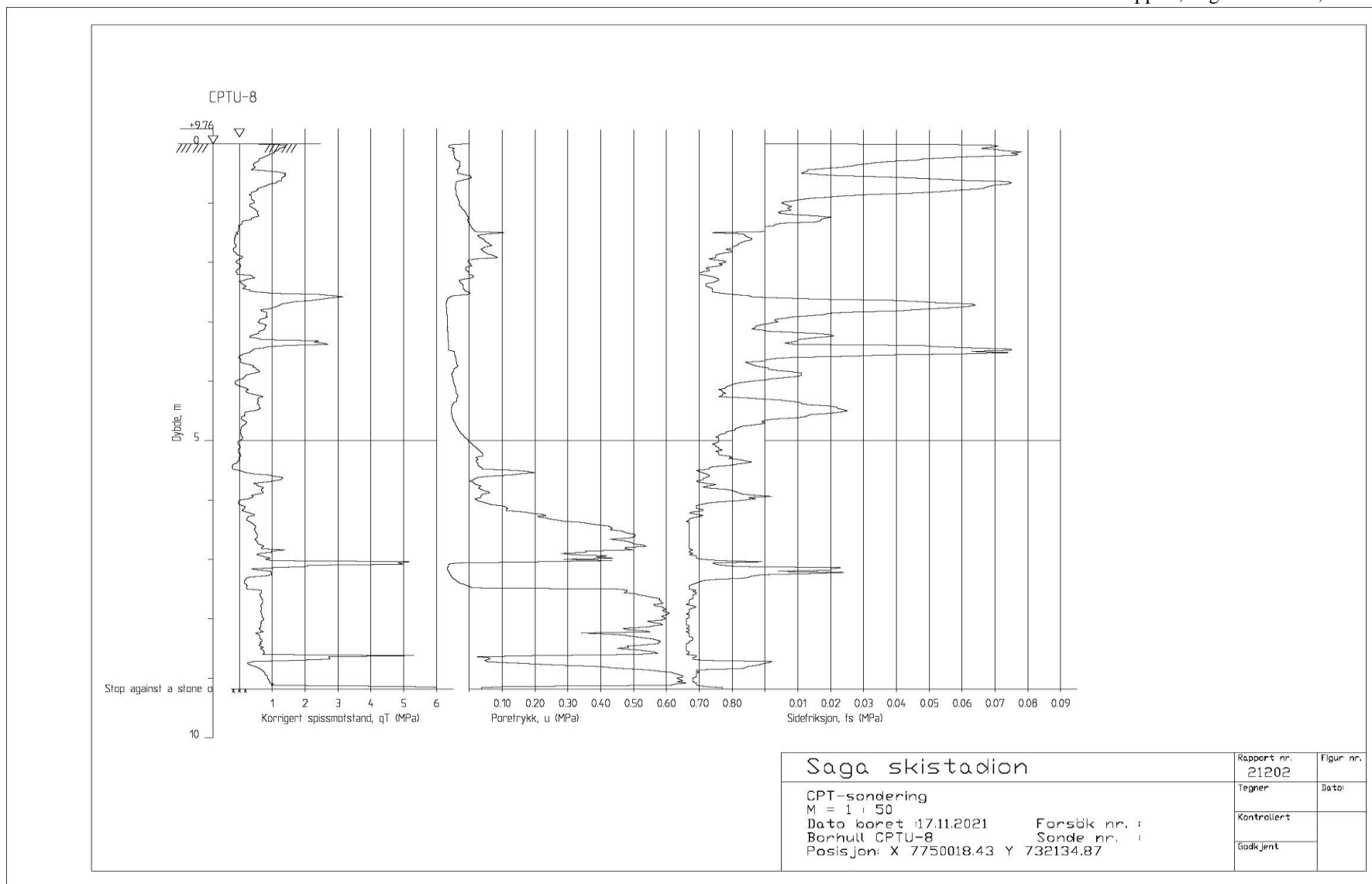
Figur B29: Borprofil for trykksondering CPTU-00



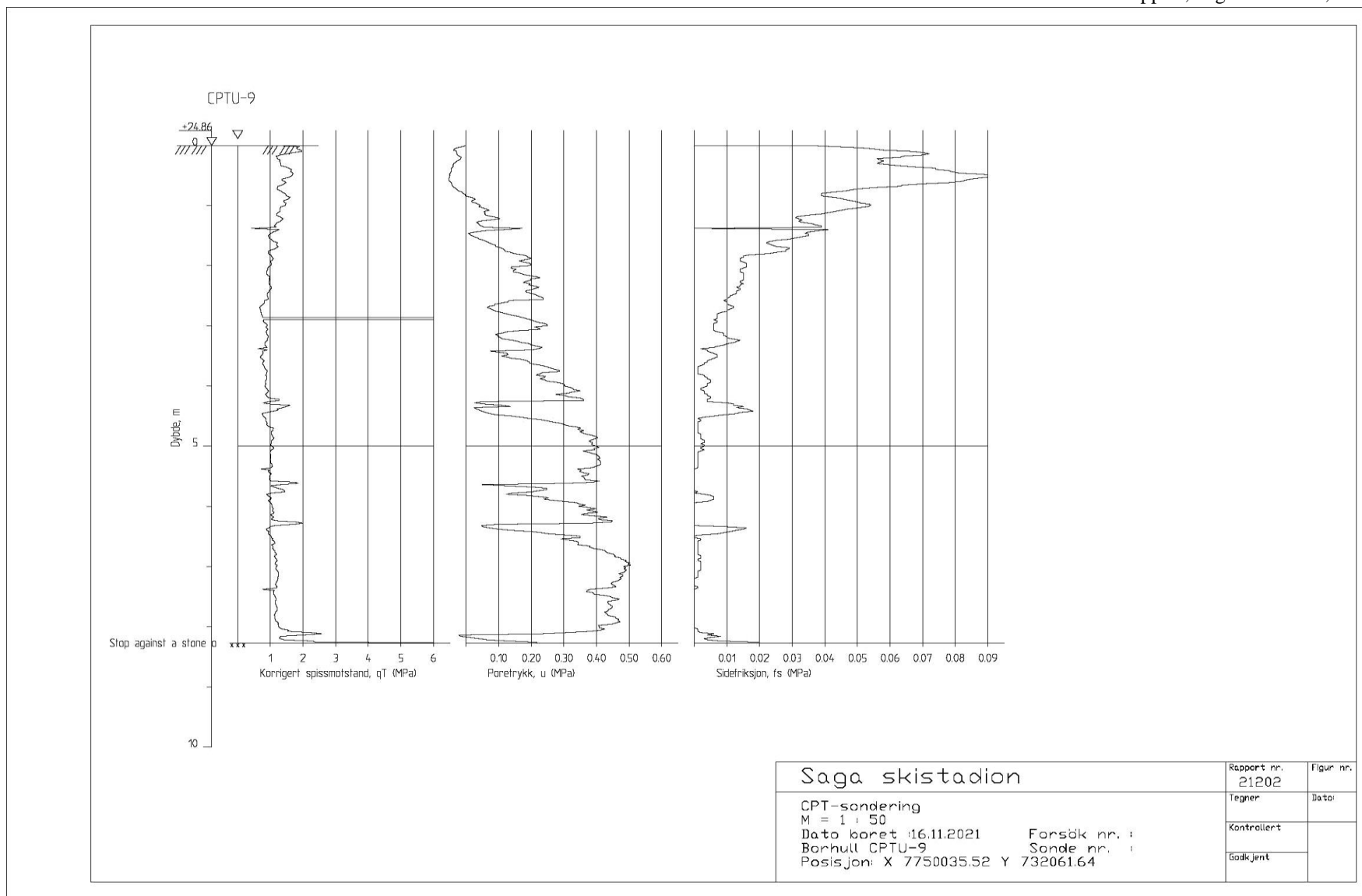
Figur B30: Borprofil for trykksondering CPTU-1



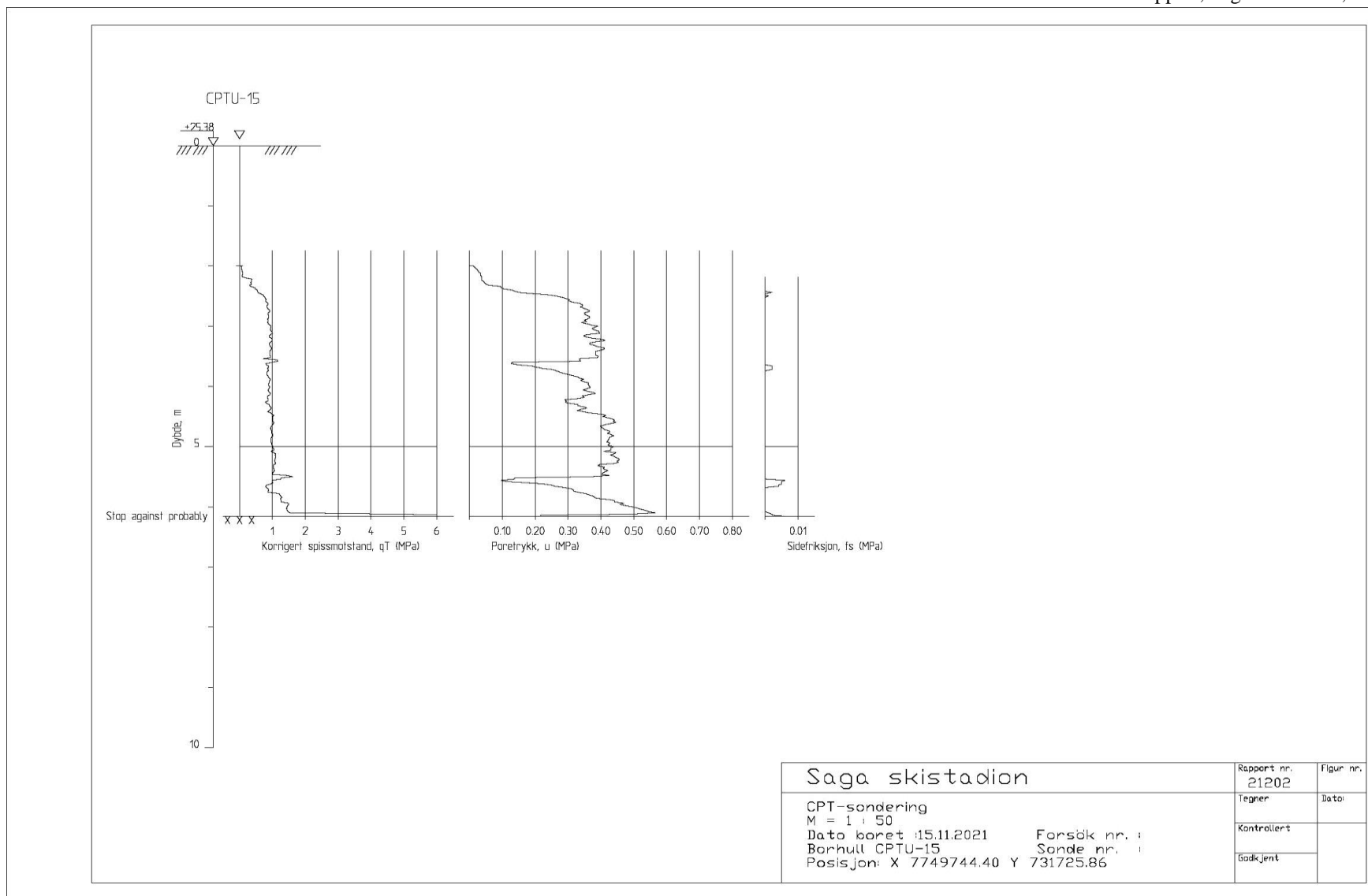
Figur B31: Borprofil for trykksondering CPTU-6



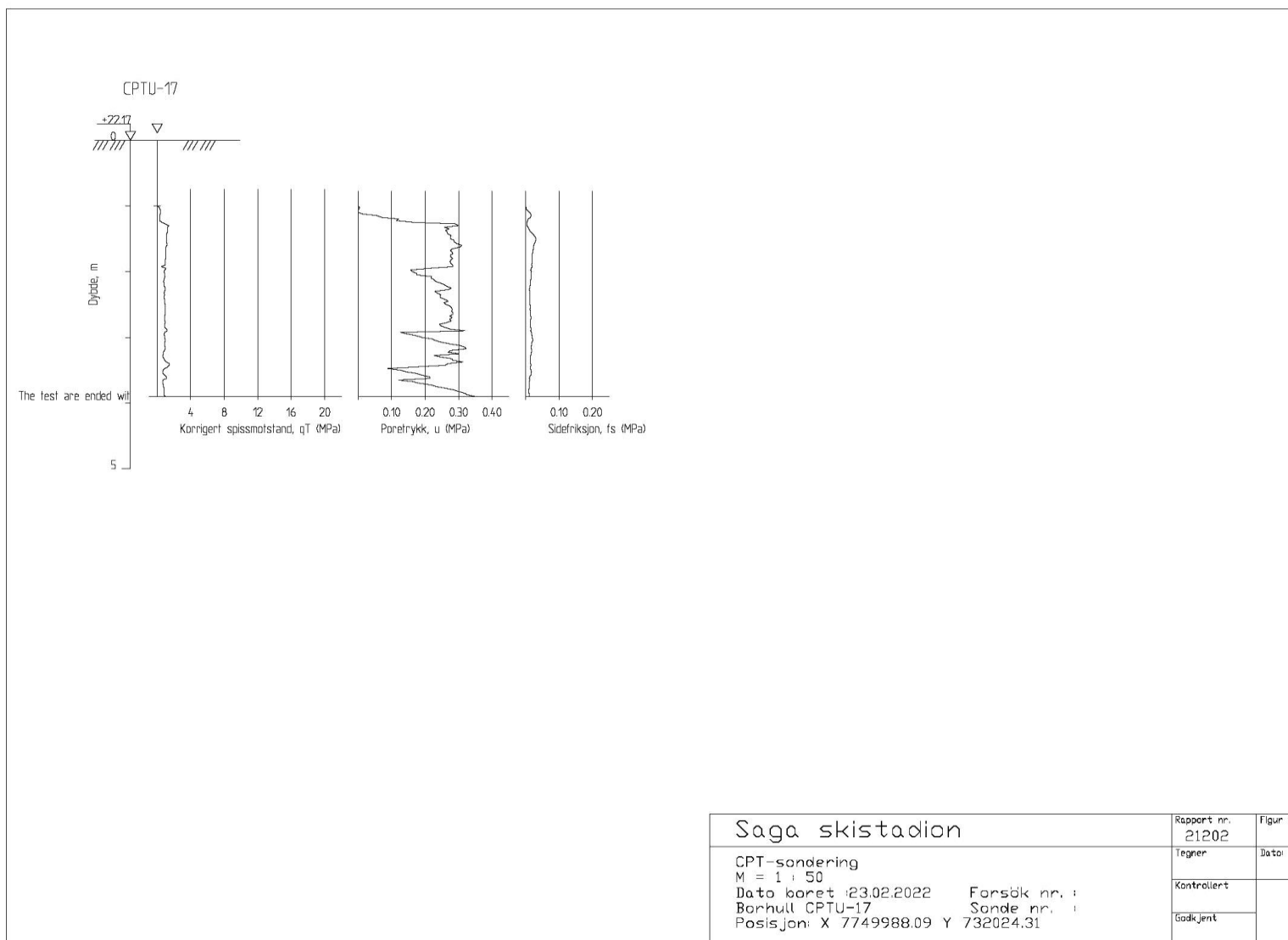
Figur B32: Borprofil for trykksondering CPTU-8



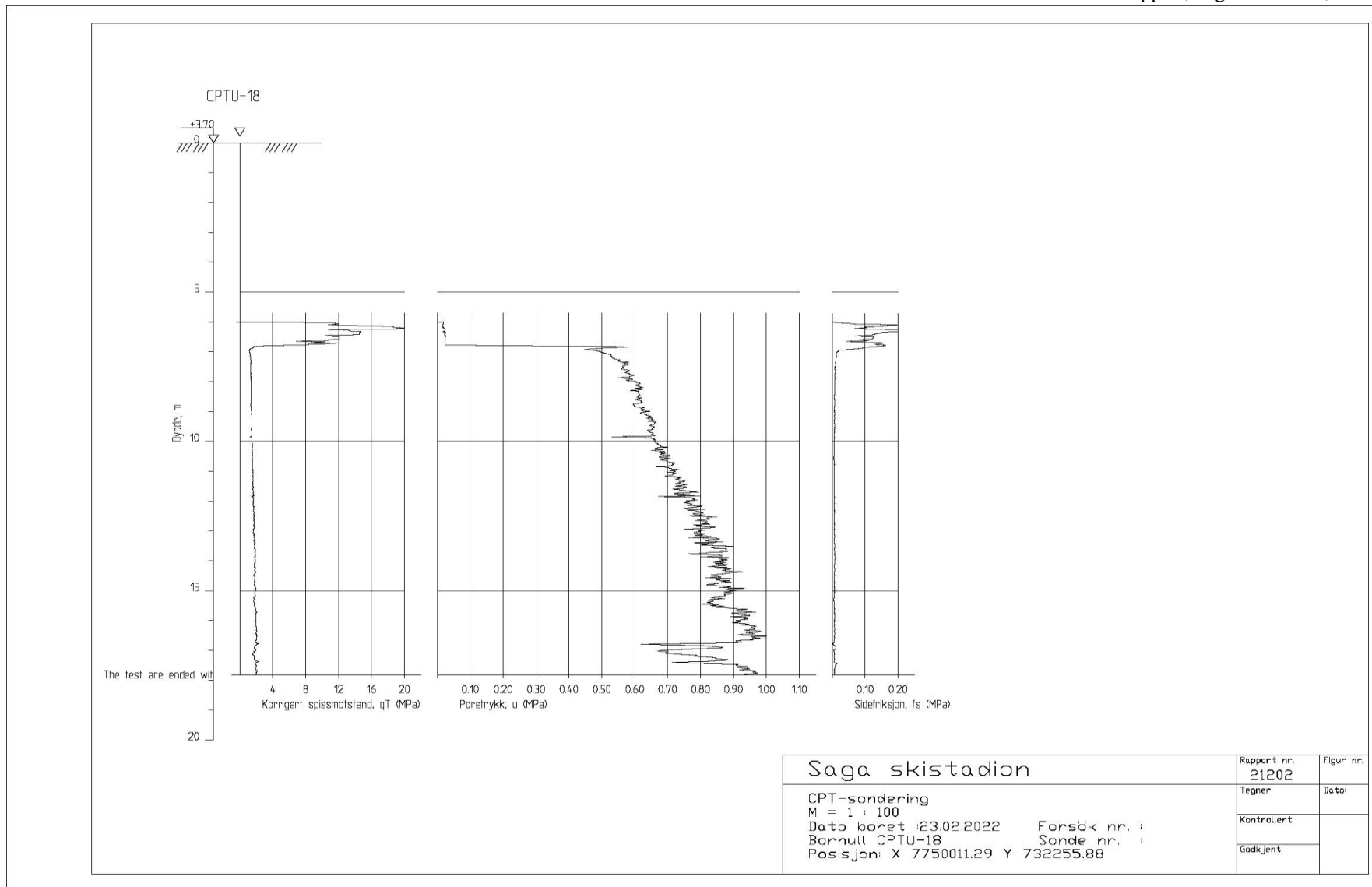
Figur B33: Borprofil for trykksondering CPTU-9



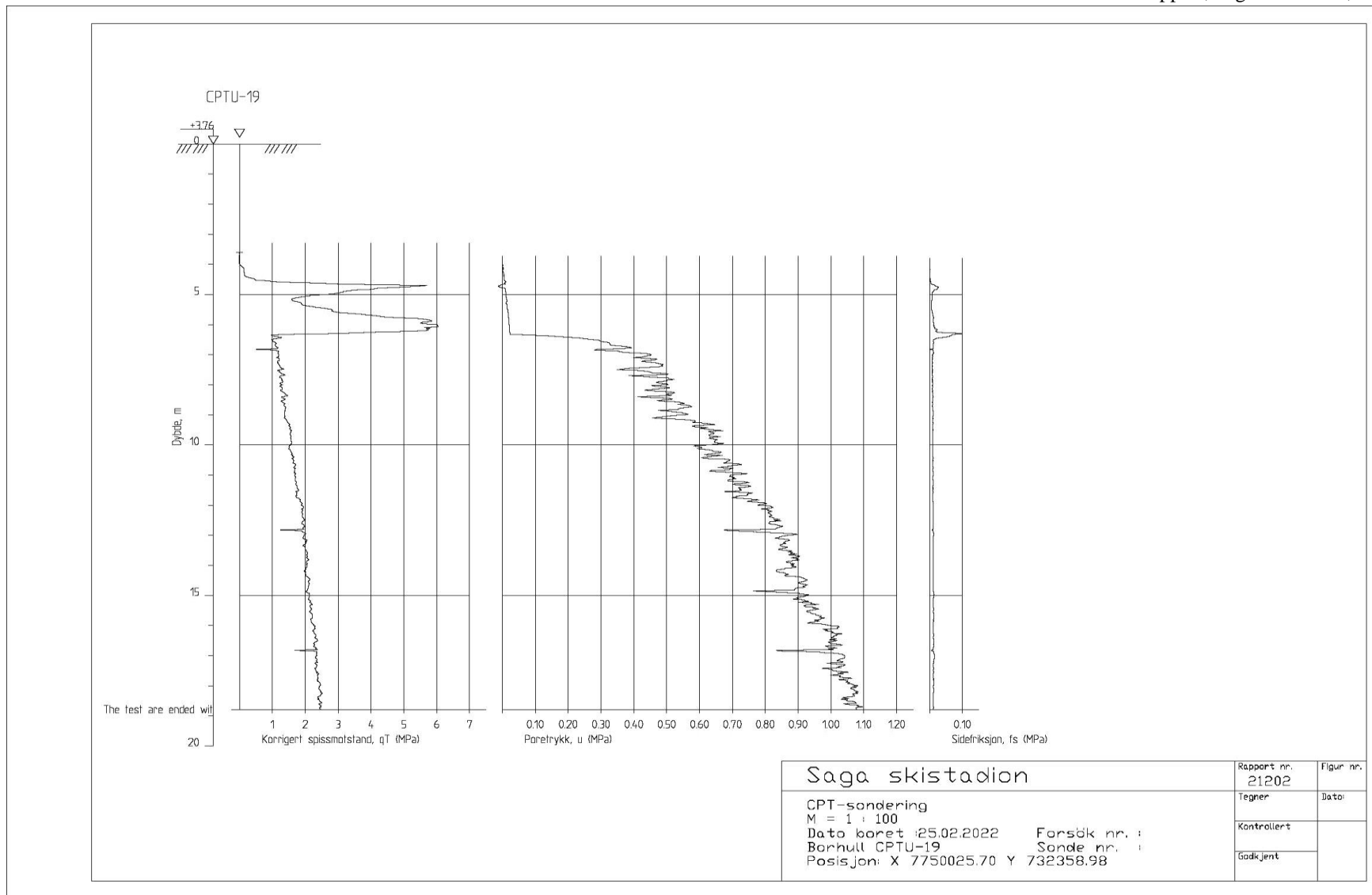
Figur B34: Borprofil for trykksondering CPTU-15



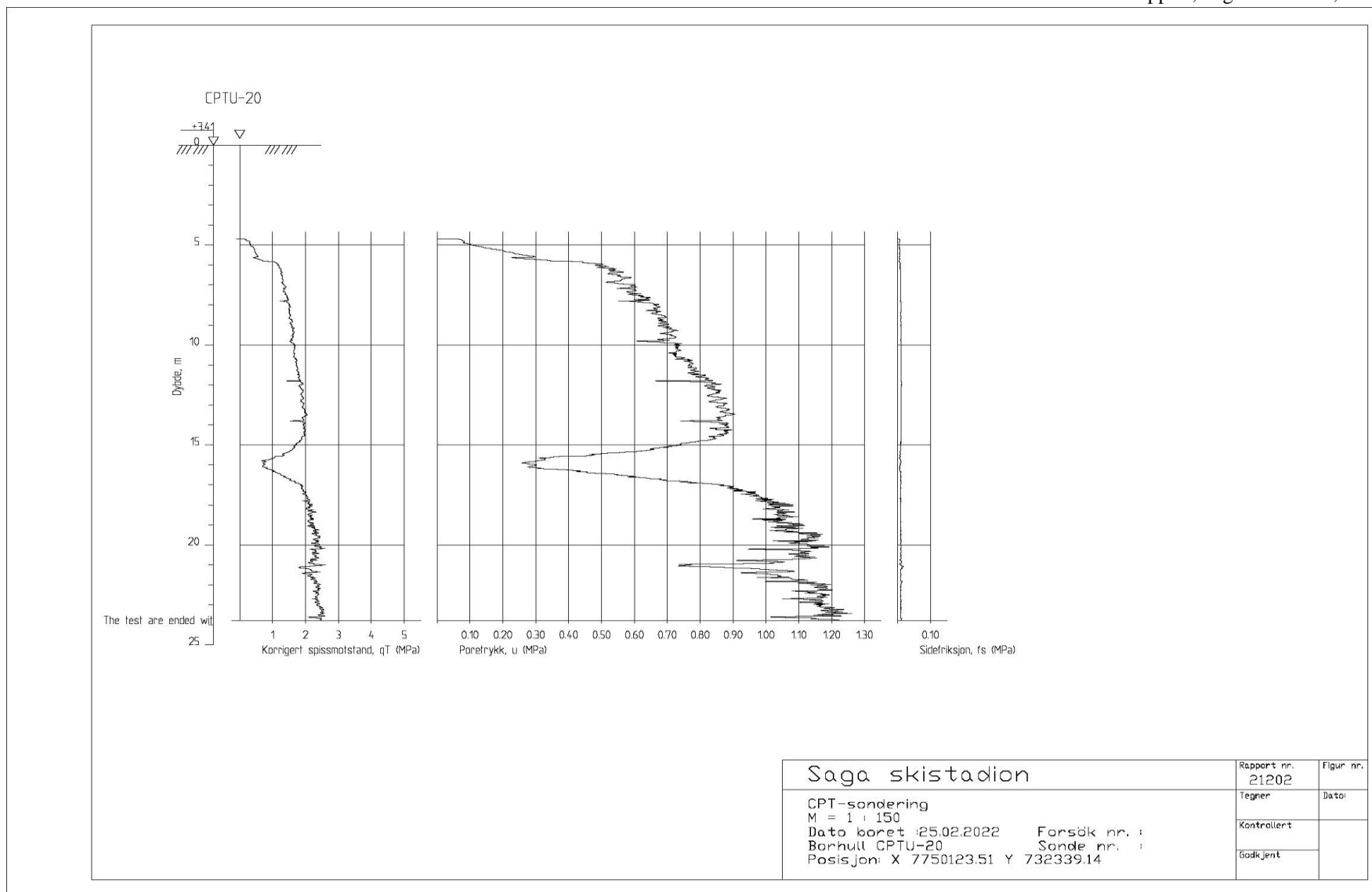
Figur B35: Borprofil for trykksondering CPTU-17



Figur B36: Borprofil for trykksondering CPTU-18



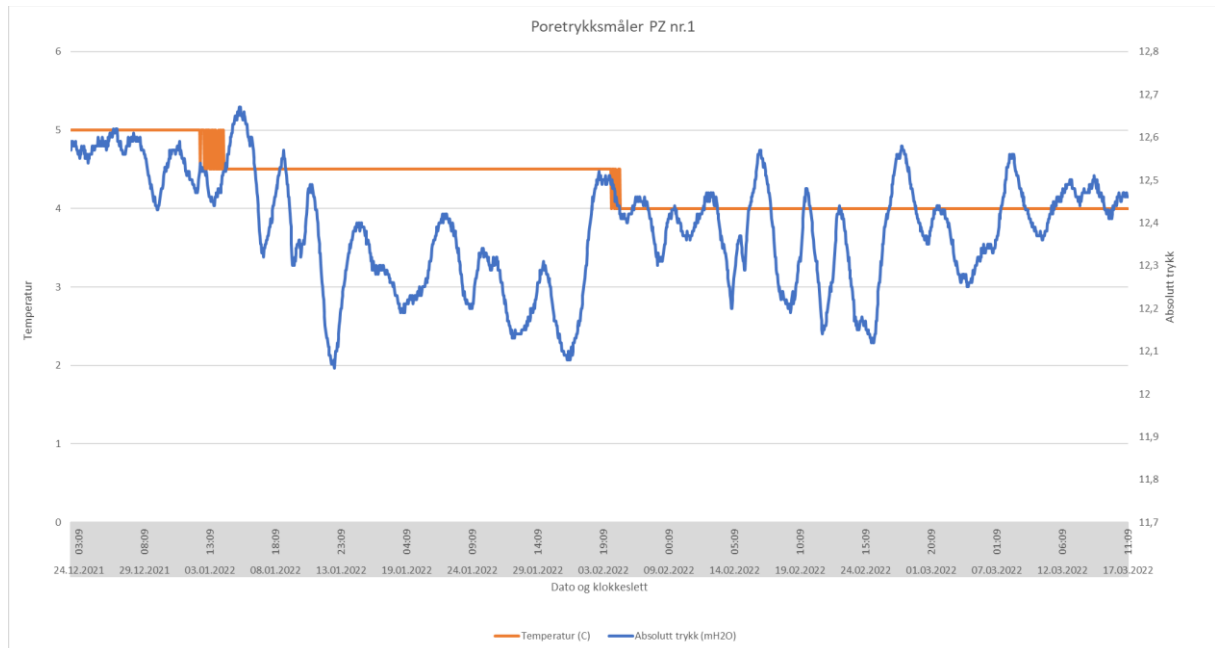
Figur B37: Borprofil for trykksondering CPTU-19



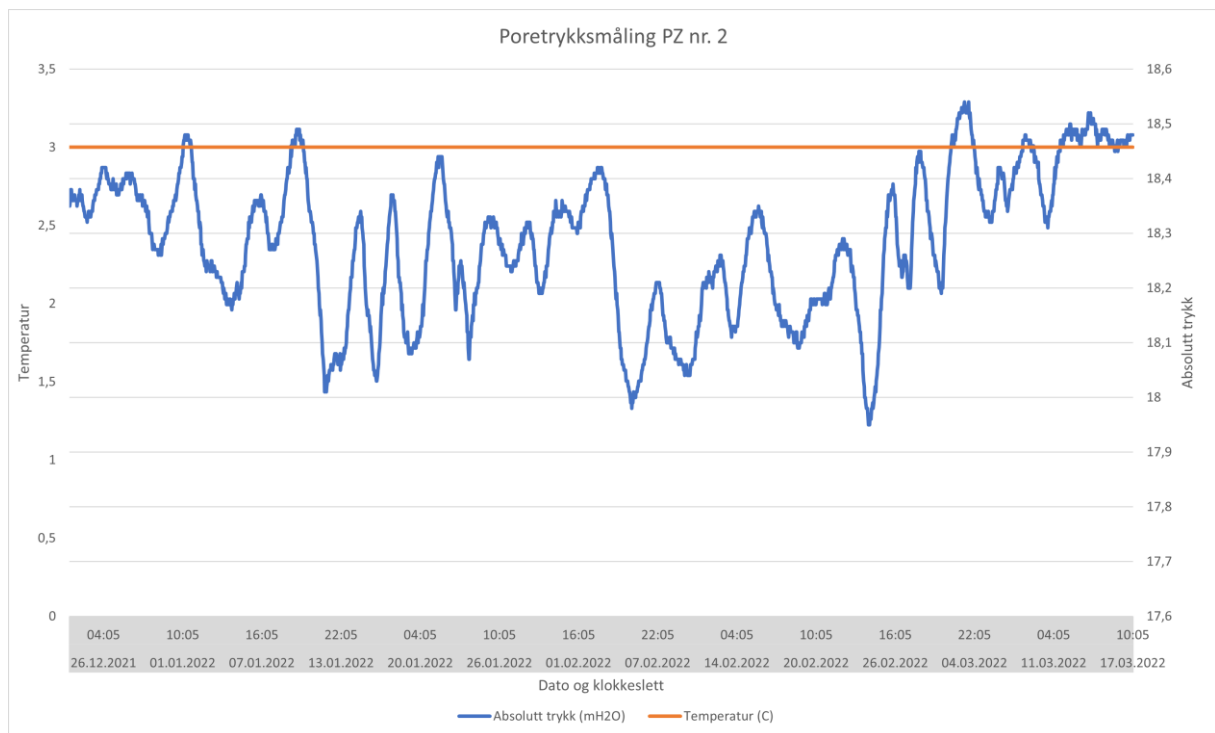
Figur B38: Borprofil for trykksondering CPTU-20

Bilag 4

Poretrykksmålinger

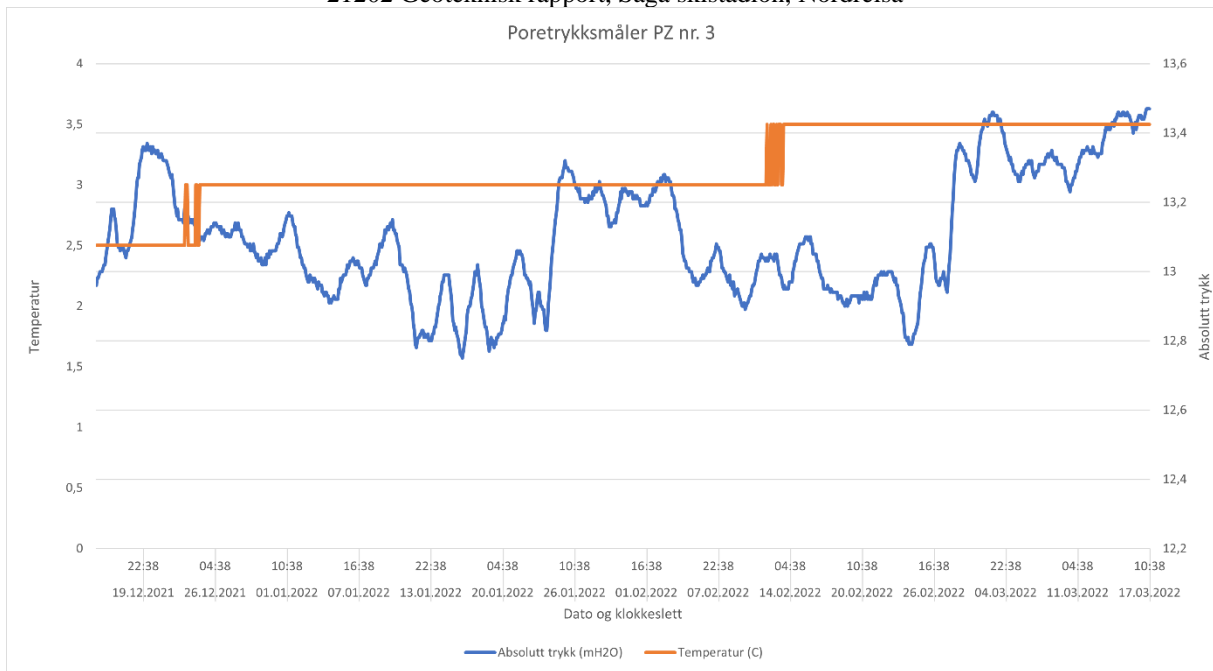


Figur B39: Poretrykksmåling PZ nr.1, dybde 5 meter, ved T1

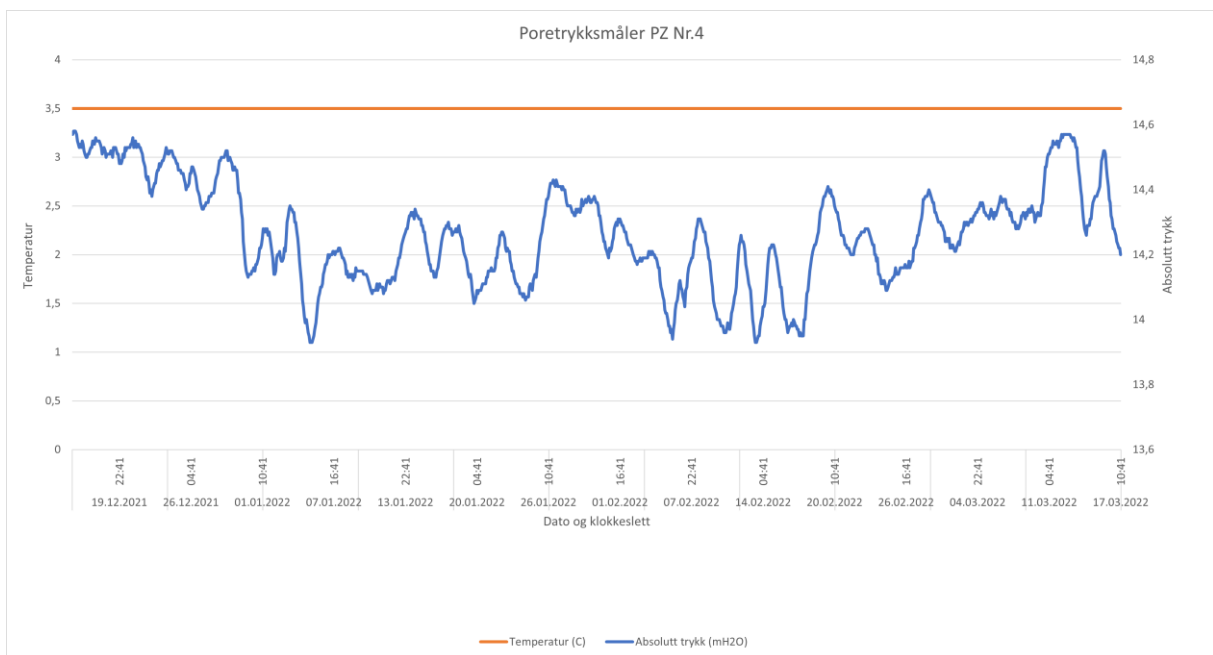


Figur B40: Poretrykksmåling PZ nr.2, dybde 10 meter, ved T1

21202 Geoteknisk rapport, Saga skistadion, Nordreisa



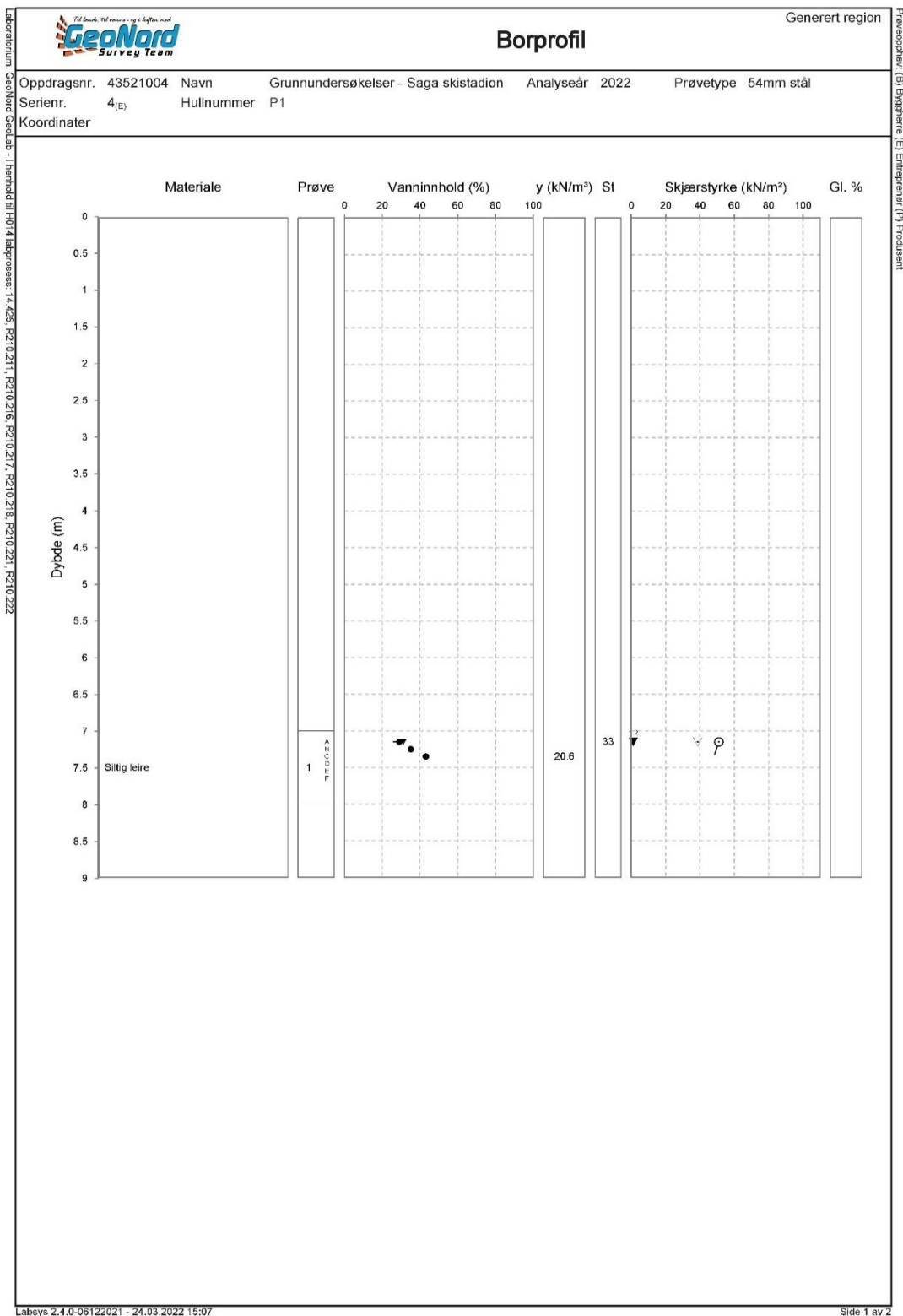
Figur B41: Poretrykksmåling PZ nr. 3, dybde 4,5 meter, ved T8




Figur B42: Poretrykksmåling PZ nr. 4, dybde 7,5 meter, ved T8

Bilag 5

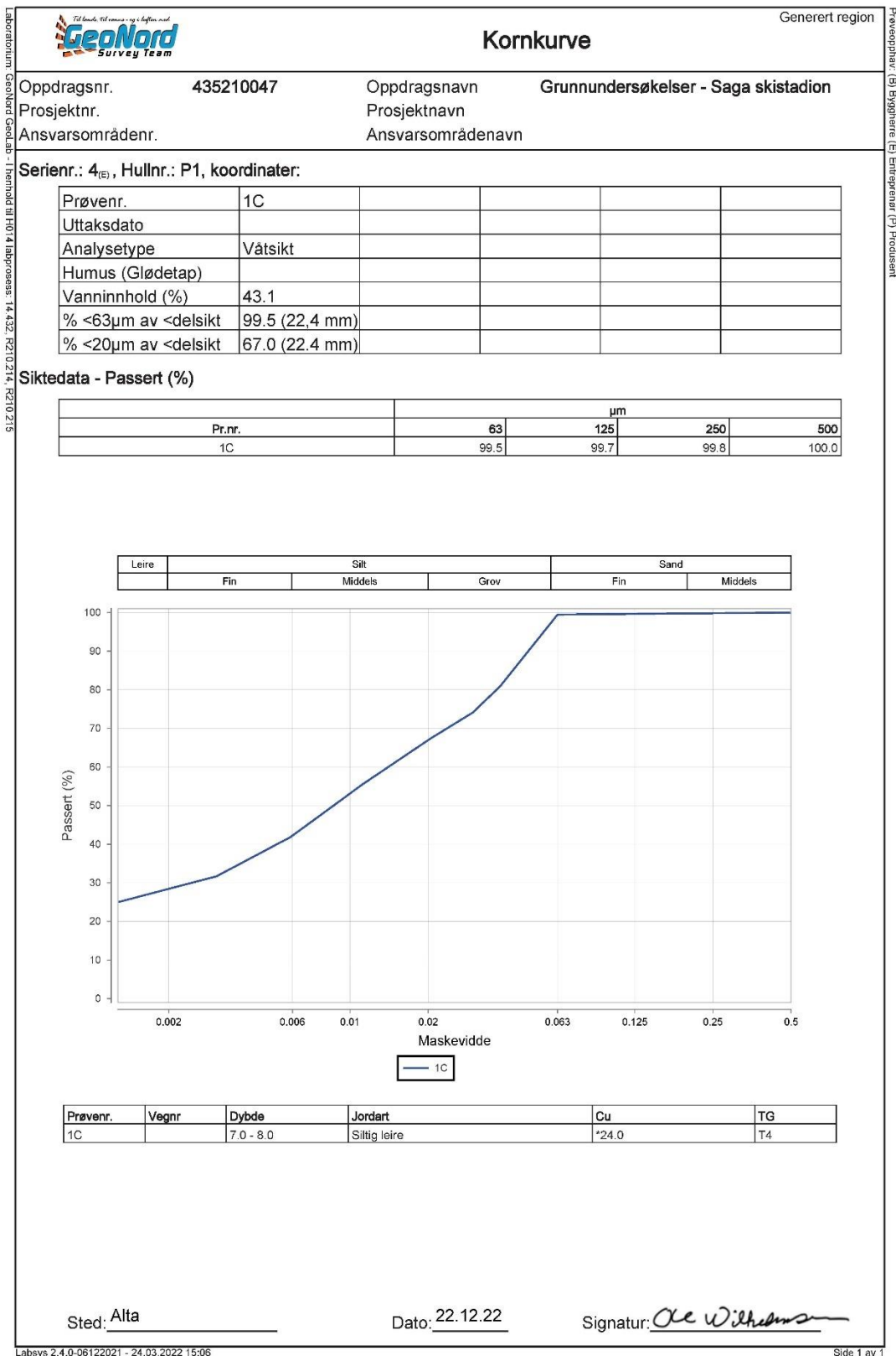
Laboratorieresultater GeoNord



Figur B43: Laboratorieresultater fra sylinderprøve ved P1, nær T1

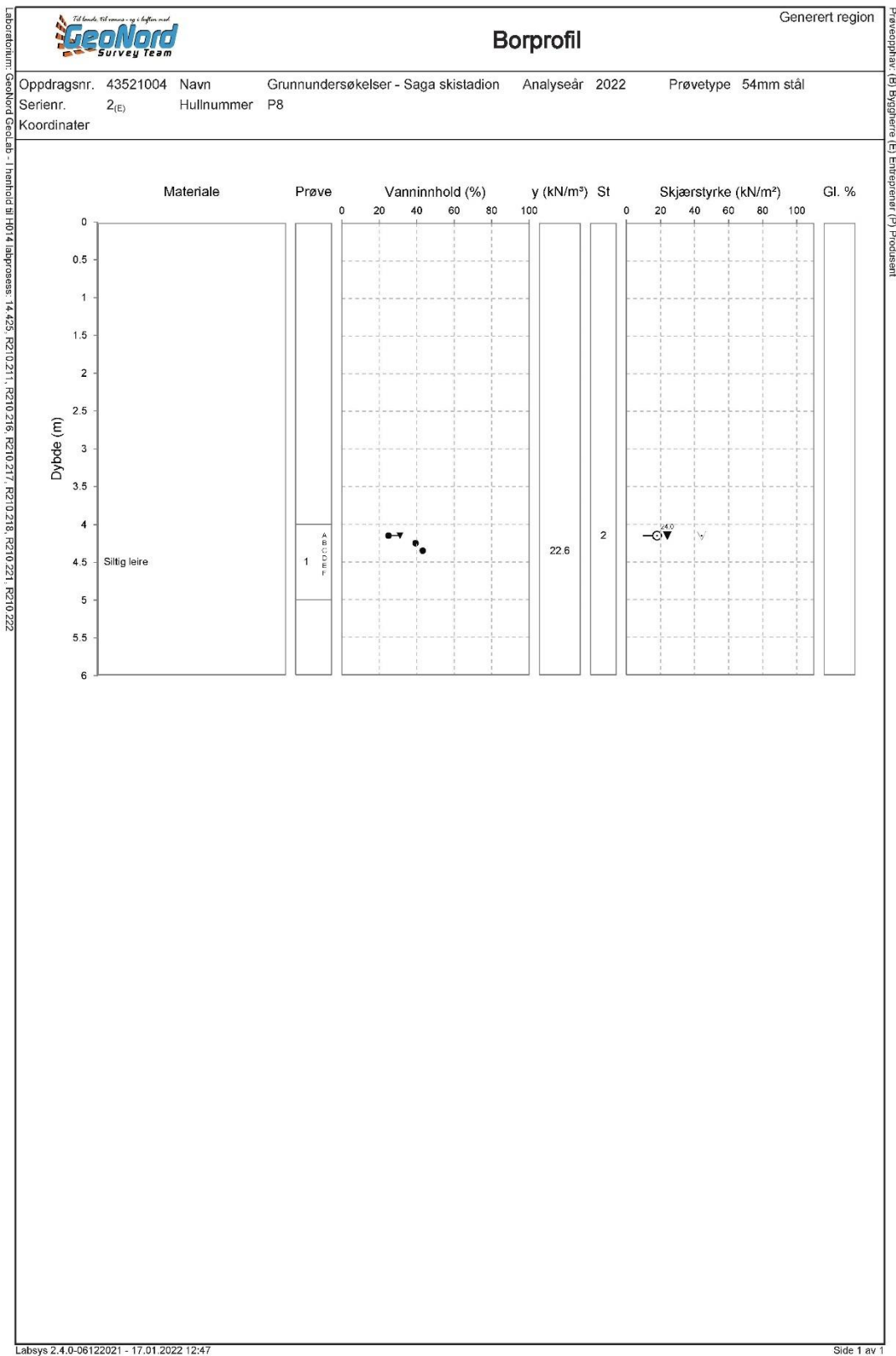
 Borprofil, tabell Generert region																
Oppdragsnr.		435210047		Navn		Grunnundersøkelser - Saga skistadion			Analyseår		2022		Prøvetype		54mm stål	
Serienr.		4 _(E)		Hullnummer		P1			Koordinater							
Prøve	Delprøve	Dybde	Jordart	Densitet	Humusinnhold	Vanninnhold W	Flytegrense W _L	Utnillingsgrense W _p	Enkelt trykkforsøk		Konus, Uomørt, C _{u1c}	Konus, Omørt, C _{u1c}	Sensitivitet, St			
									C _{u1c}	Deformasjon						
		[m]		[kN/m ³]	[%]	[%]	[%]	[%]	[kPa]	[%]	[kPa]	[kPa]				
1	A	7.15				29.0	31		51.0	11.0	38.7	1.2	33			
1	B	7.25				35.1		26								
1	C	7.35	Siltig leire	20.6		43.1										
1	D	7.45														
1	E	7.55														
1	F	7.65														

Figur B43: Laboratorieresultater fra sylinderprøve ved P1, nær T1




Figur B44: Laboratorieresultater fra sylindertest ved P1, nær T1

21202 Geoteknisk rapport, Saga skistadion, Nordreisa

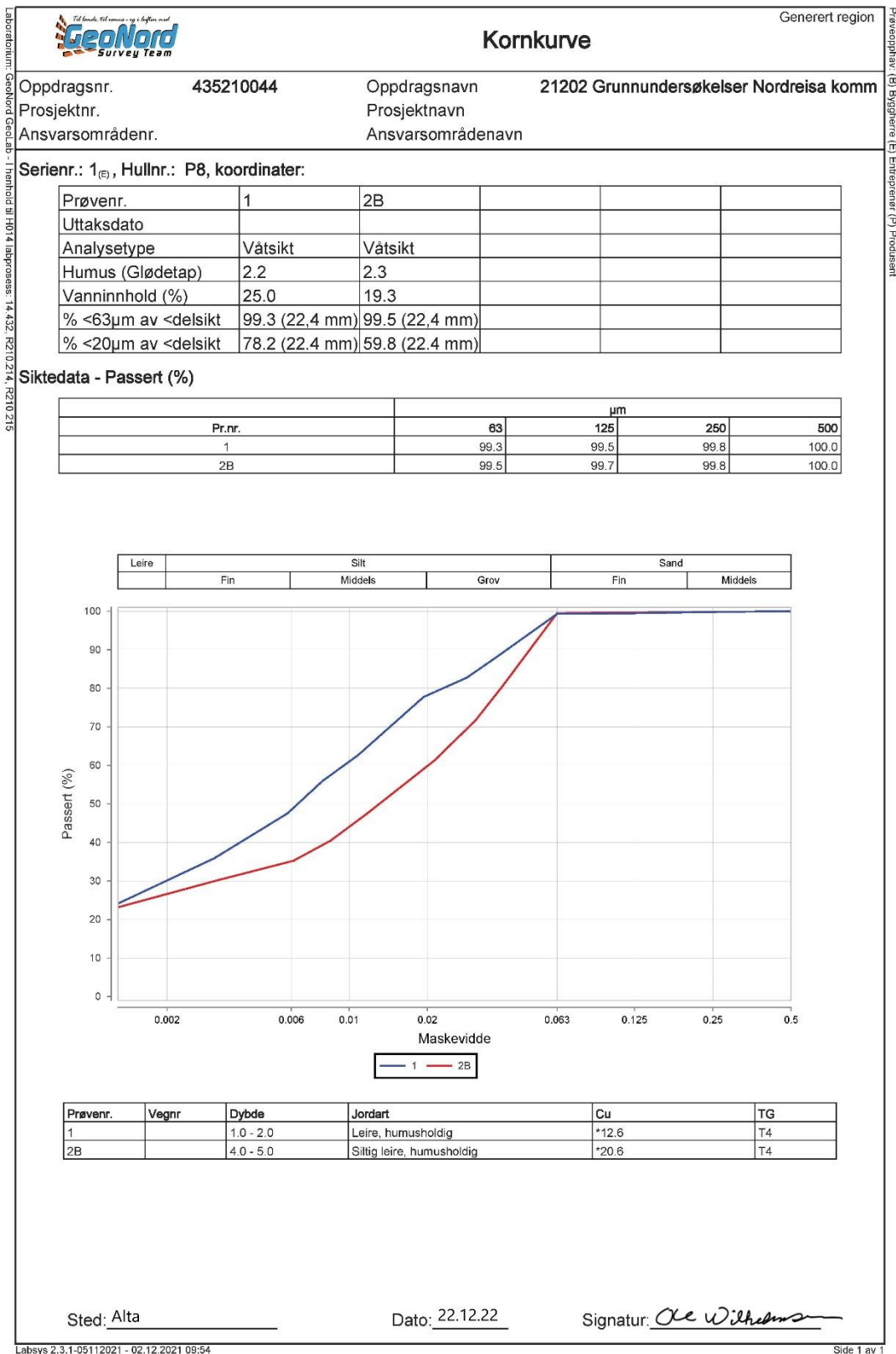


Figur B45: Laboratorieresultater fra sylindertest ved P8, nær T8

 Generert region													
Oppdragsnr.		435210047	Navn		Grunnundersøkelser - Saga skistadion			Analyseår		2022	Prøvetype		54mm stål
Serienr.		2 _(E)	Hullnummer		P8			Koordinater					
Prøve	Delprøve	Dybde [m]	Jordart	Densitet [kN/m ³]	Humusinnhold [%]	Vanninnhold W [%]	Flytegrense W _L [%]	Utrullingsgrense W _P [%]	Enkelt trykkforsøk		Konus, Uomrørt, C _{ufc} [kPa]	Konus, Omrørt, C _{ufc} [kPa]	Sensitivitet, St
									C _{ufc} [kPa]	Deformasjon [%]			
1	A	4.15				24.9	31		18.0	15.0	44.1	24.0	2
1	B	4.25				39.3		28					
1	C	4.35	Siltig leire	22.6		43.2							
1	D	4.45											
1	E	4.55											
1	F	4.65											

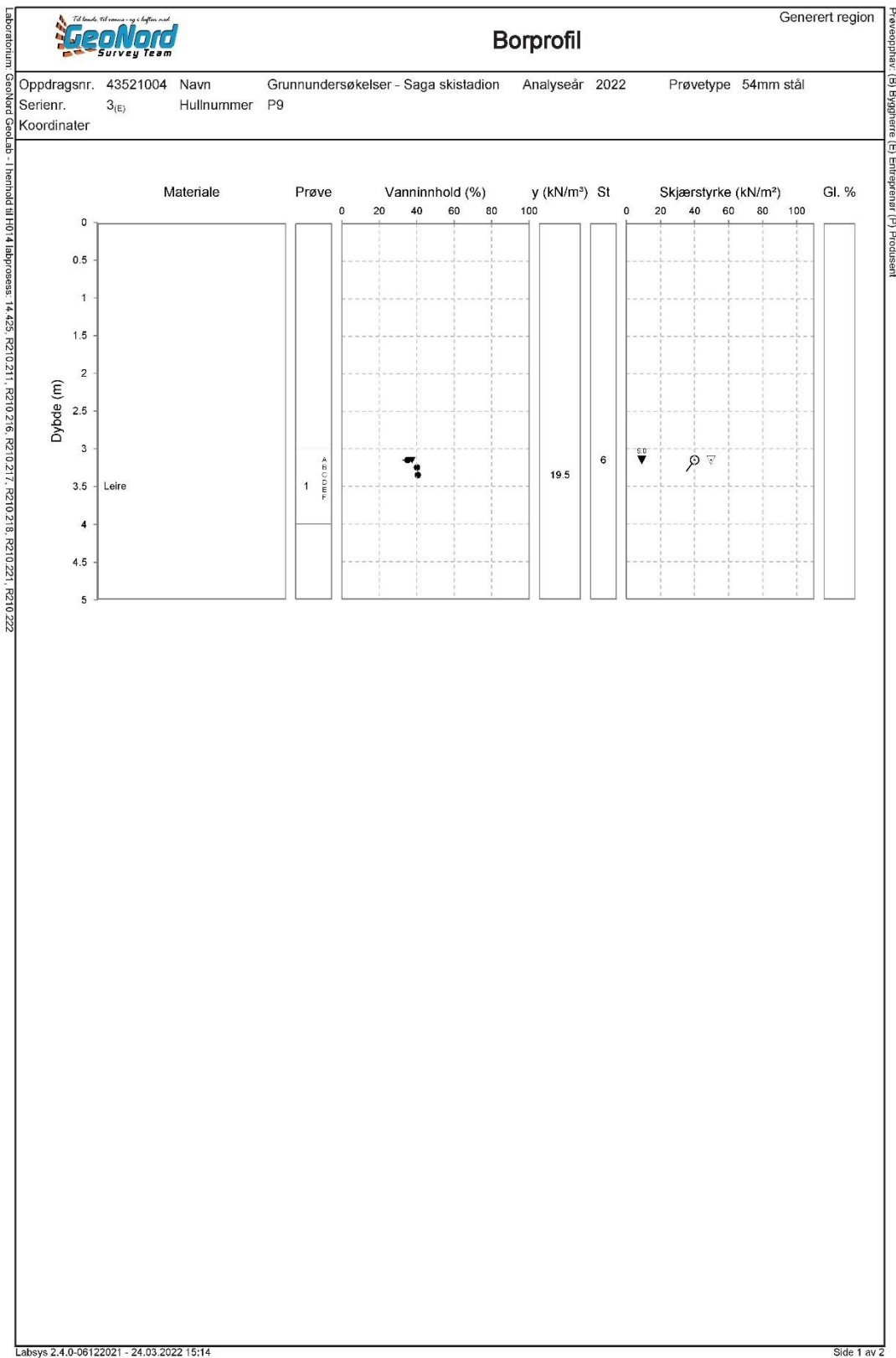
Figur B46: Laboratorieresultater fra sylinderprøve ved P8, nær T8

21202 Geoteknisk rapport, Saga skistadion, Nordreisa




Figur B47: Laboratorieresultater fra sylindertest ved P8, nær T8

21202 Geoteknisk rapport, Saga skistadion, Nordreisa

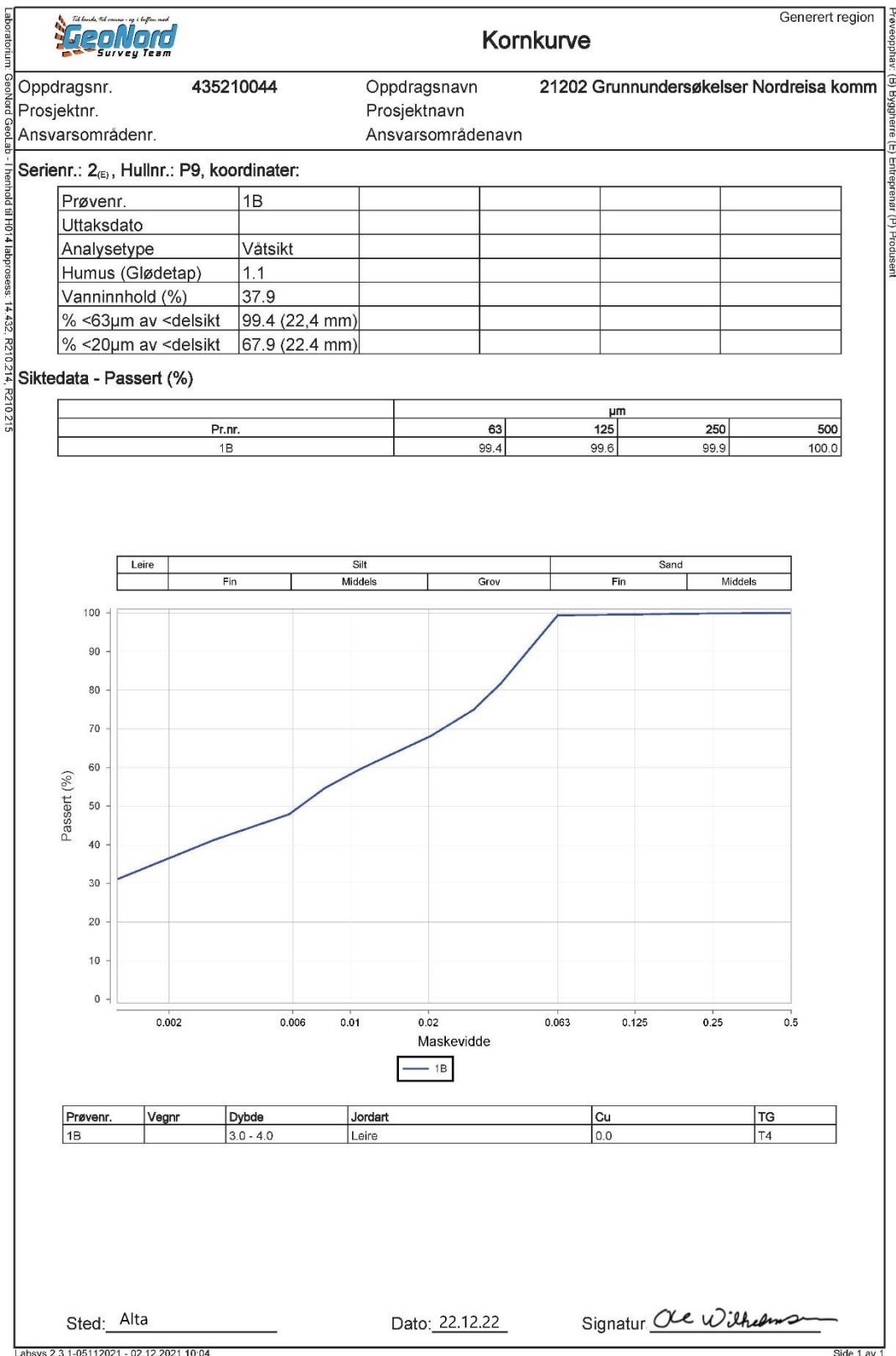


Figur B48: Laboratorieresultater fra sylindertest ved P9, nær T9

 Generert region													
Oppdragsnr.		Navn		Grunnundersøkelser - Saga skistadion		Analyseår		2022		Prøvetype		54mm stål	
Serienr.		Hullnummer		P9		Koordinater							
Prøve	Delprøve	Dybde	Jordart	Densitet	Humusinnhold	Vanninnhold W	Flytegrense W _L	Utblingsgrense W _p	Enkelt trykkforsøk		Konus, Uomnørt, C _{u/c}	Konus, Omnørt, C _{u/c}	Sensitivitet, St
									C _{u/c}	Deformasjon			
		[m]		[kN/m ³]	[%]	[%]	[%]	[%]	[kPa]	[%]	[kPa]	[kPa]	
1	A	3.15				35.1	38		40.0	12.0	49.7	9.0	6
1	B	3.25				40.1							
1	C	3.35	Leire	19.5		40.6							
1	D	3.45											
1	E	3.55											
1	F	3.65											

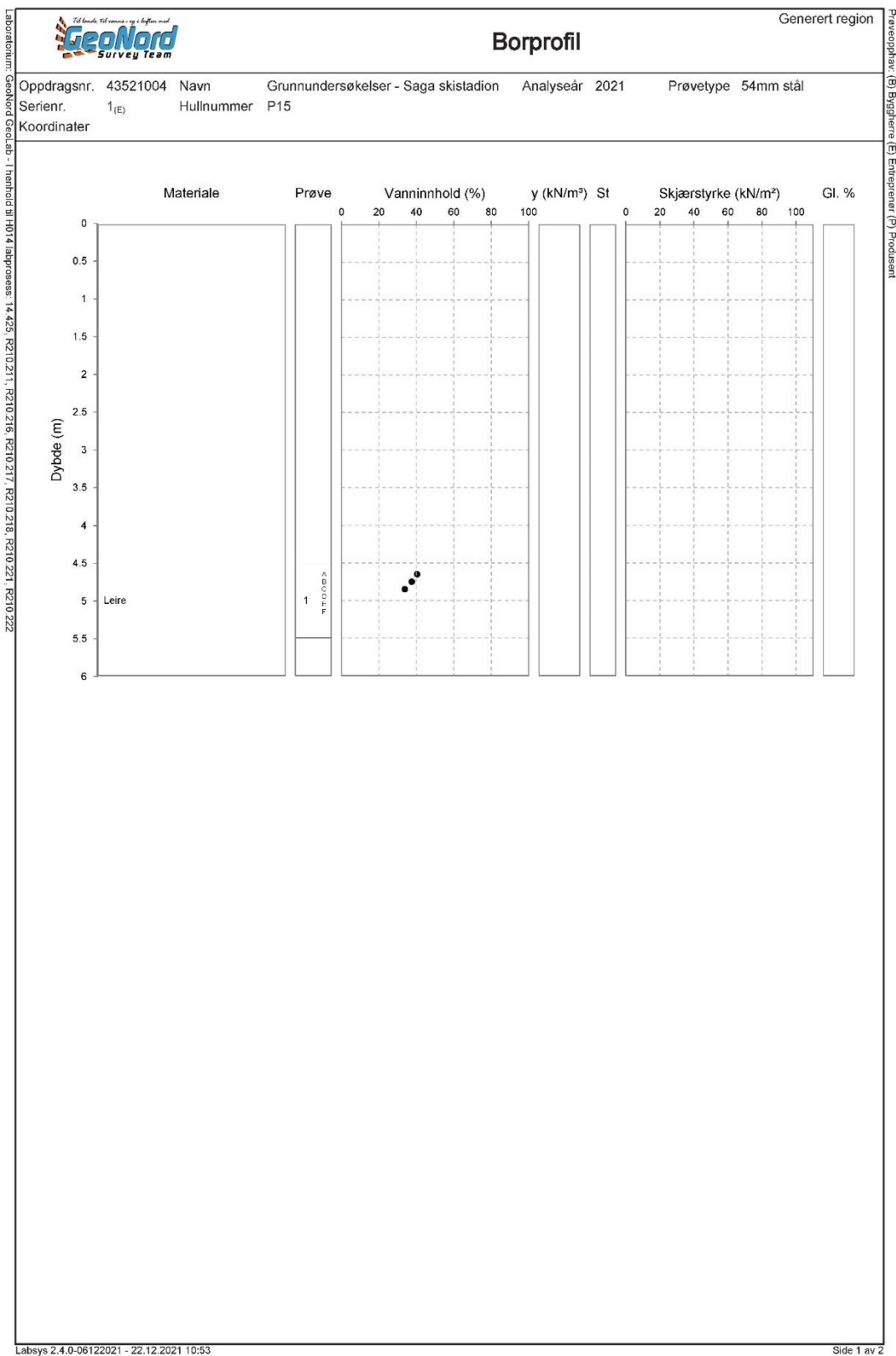
Figur B49: Laboratorieresultater fra sylinderprøve ved P9, nær T9

21202 Geoteknisk rapport, Saga skistadion, Nordreisa




Figur B50: Laboratorieresultater fra sylindertest ved P9, nær T9

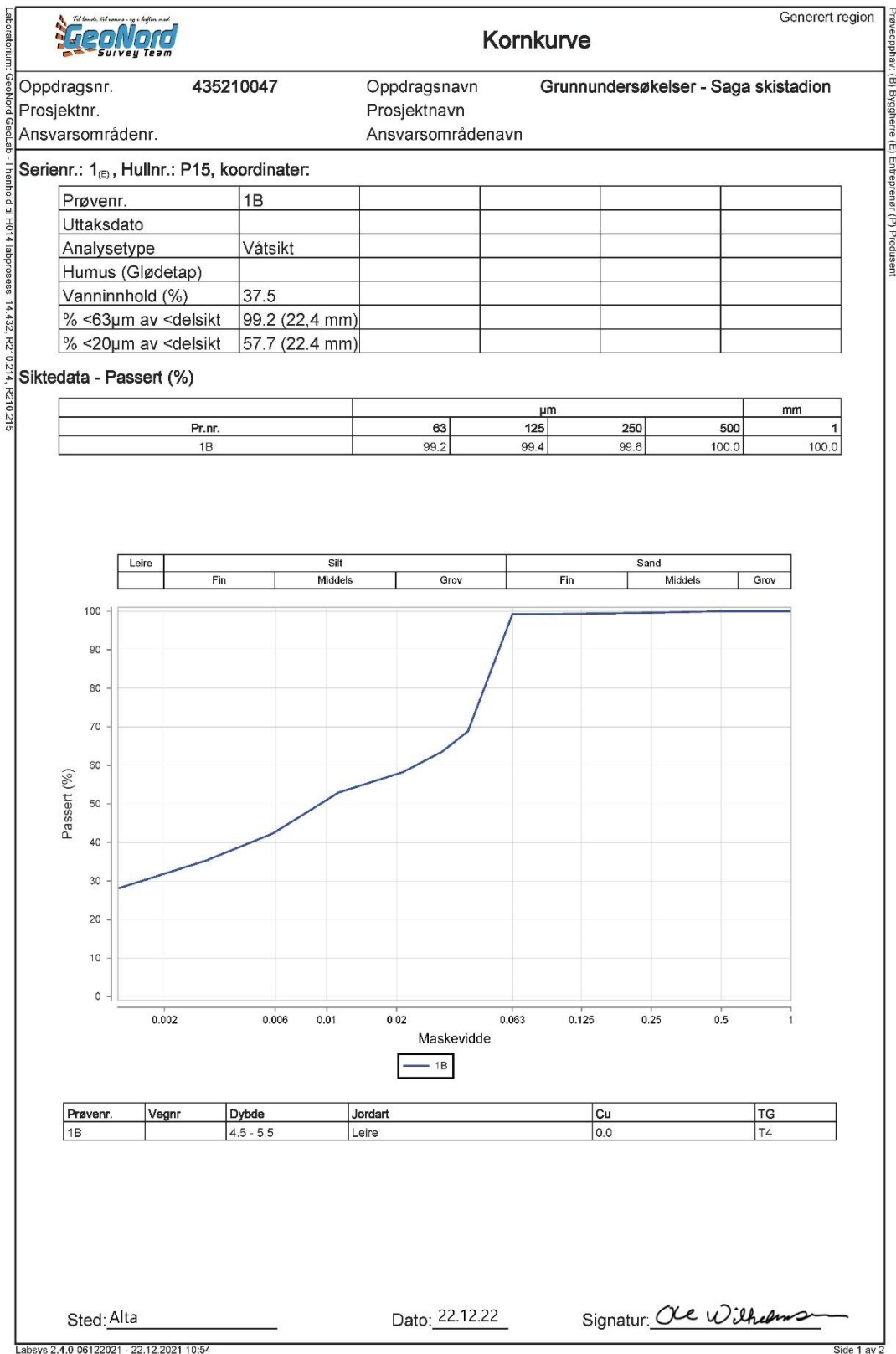
21202 Geoteknisk rapport, Saga skistadion, Nordreisa



Figur B51: Laboratorieresultater fra sylindertest ved P15, nær T15

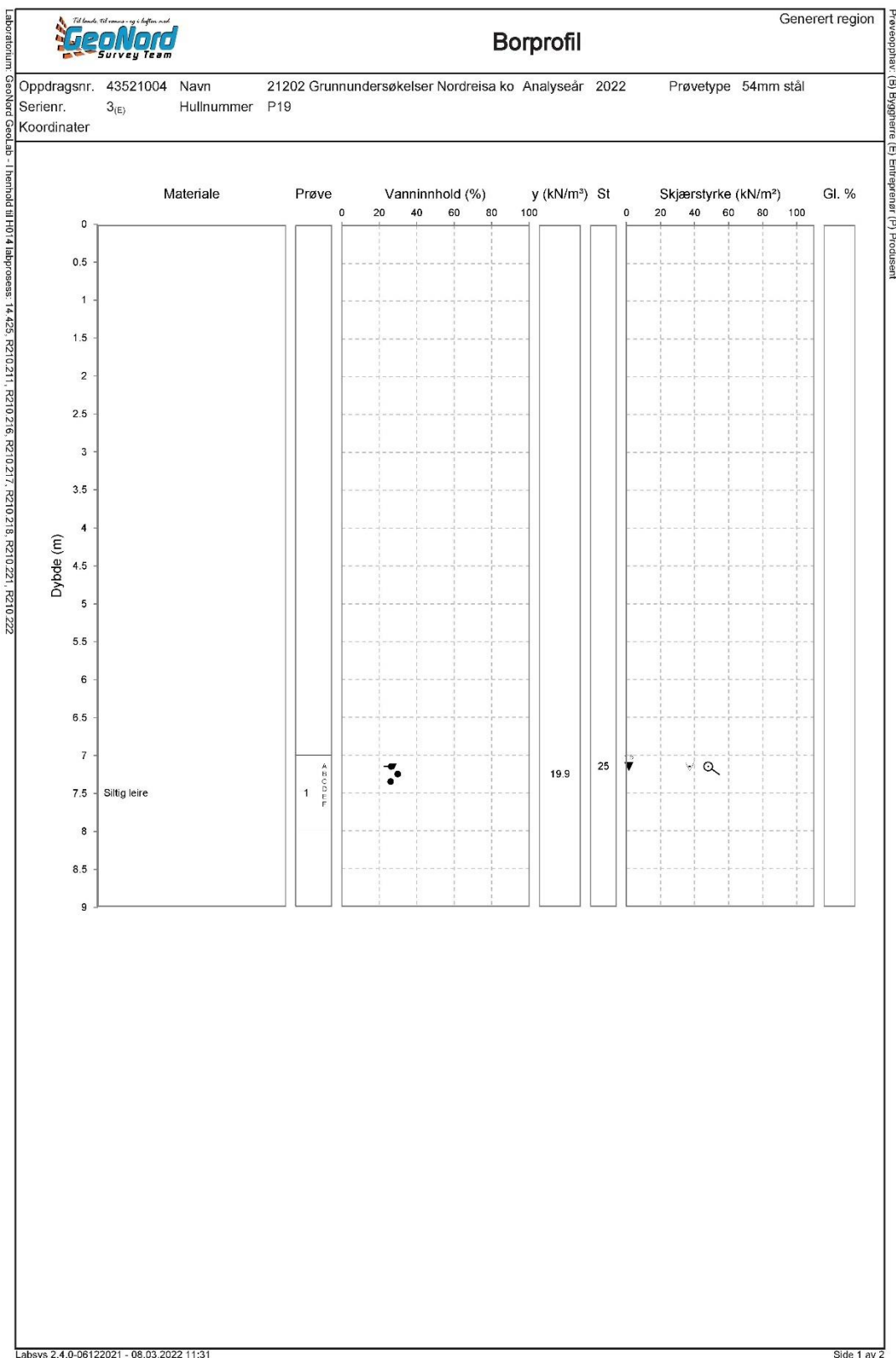
 Generert region																
Borprofil, tabell																
Oppdragsnr.		435210047		Navn		Grunnundersøkelser - Saga skistadion			Analyseår		2021		Prøvetype		54mm stål	
Serienr.		1 _(F)		Hullnummer		P15			Koordinater							
Prøve	Delprøve	Dybde	Jordart	Densitet	Humusinnhold	Vanninnhold W	Flytegrense W _L	Utrullingsgrense W _P	Enkelt trykktorsk		Konus, Uomrørt, C _{u1c}	Konus, Omrørt, C _{u1c}	Sensitivitet, St			
									C _{u1c}	Deformasjon						
		[m]		[kN/m ³]	[%]	[%]	[%]	[%]	[kPa]	[%]	[kPa]	[kPa]				
1	A	4.65				40.4										
1	B	4.75	Leire			37.5										
1	C	4.85				33.8										
1	D	4.95														
1	E	5.05														
1	F	5.15														

Figur B52: Laboratorieresultater fra sylinderprøve ved P15, nær T15




Figur B53: Laboratorieresultater fra sylindertest ved P15, nær T15

21202 Geoteknisk rapport, Saga skistadion, Nordreisa

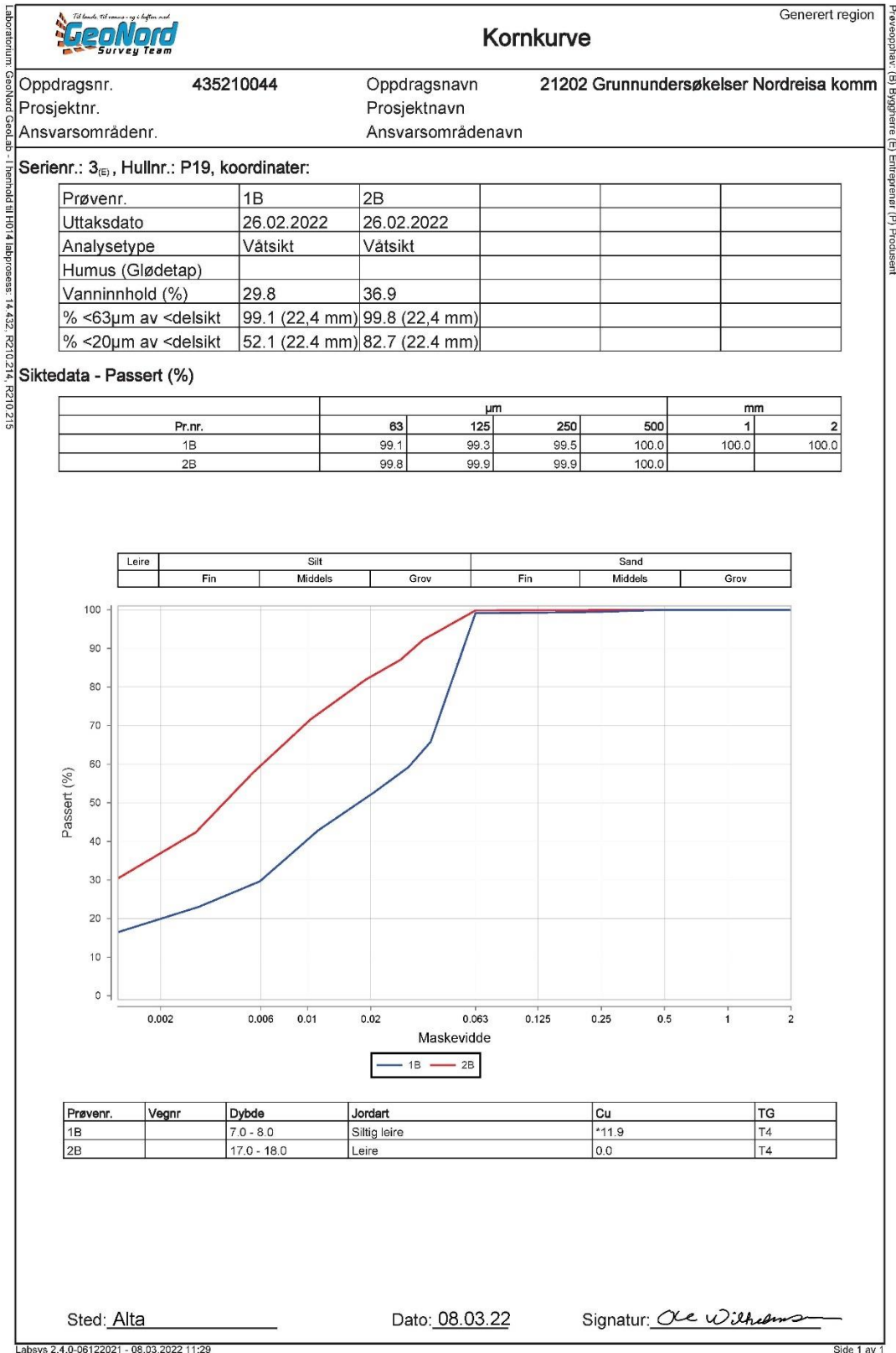


Figur B54: Laboratorieresultater fra sylindertest ved P19, nær T19

 Generert region													
Borprofil, tabell													
Oppdragsnr.		435210044		Navn		21202 Grunnundersøkelser Nordreisa kommune			Analyseår		2022		
Serienr.		3 _(E)		Hullnummer		P19			Prøvetype		54mm stål		
Prøve	Delprøve	Dybde	Jordart	Densitet	Humusinnhold	Vanninnhold W	Flytegrense W _L	Utblingsgrense W _P	Enkelt trykkforsøk		Konus, Uomrørt, C _{ufc}	Konus, Omrørt, C _{ufc}	Sensitivitet, St
									C _{ufc}	Deformasjon			
		[m]		[kN/m ³]	[%]	[%]	[%]	[%]	[kPa]	[%]	[kPa]	[kPa]	
1	A	7.15				26.3	28		48.0	7.0	37.1	1.5	25
1	B	7.25	Siltig leire	19.9		29.8							
1	C	7.35				26.1							
1	D	7.45											
1	E	7.55											
1	F	7.65											
2	A	17.15				34.7	32		43.0	13.0	8.1	1.1	8
2	B	17.25	Leire	19.7		36.9							
2	C	17.35				36.0							
2	D	17.45											
2	E	17.55											
2	F	17.65											

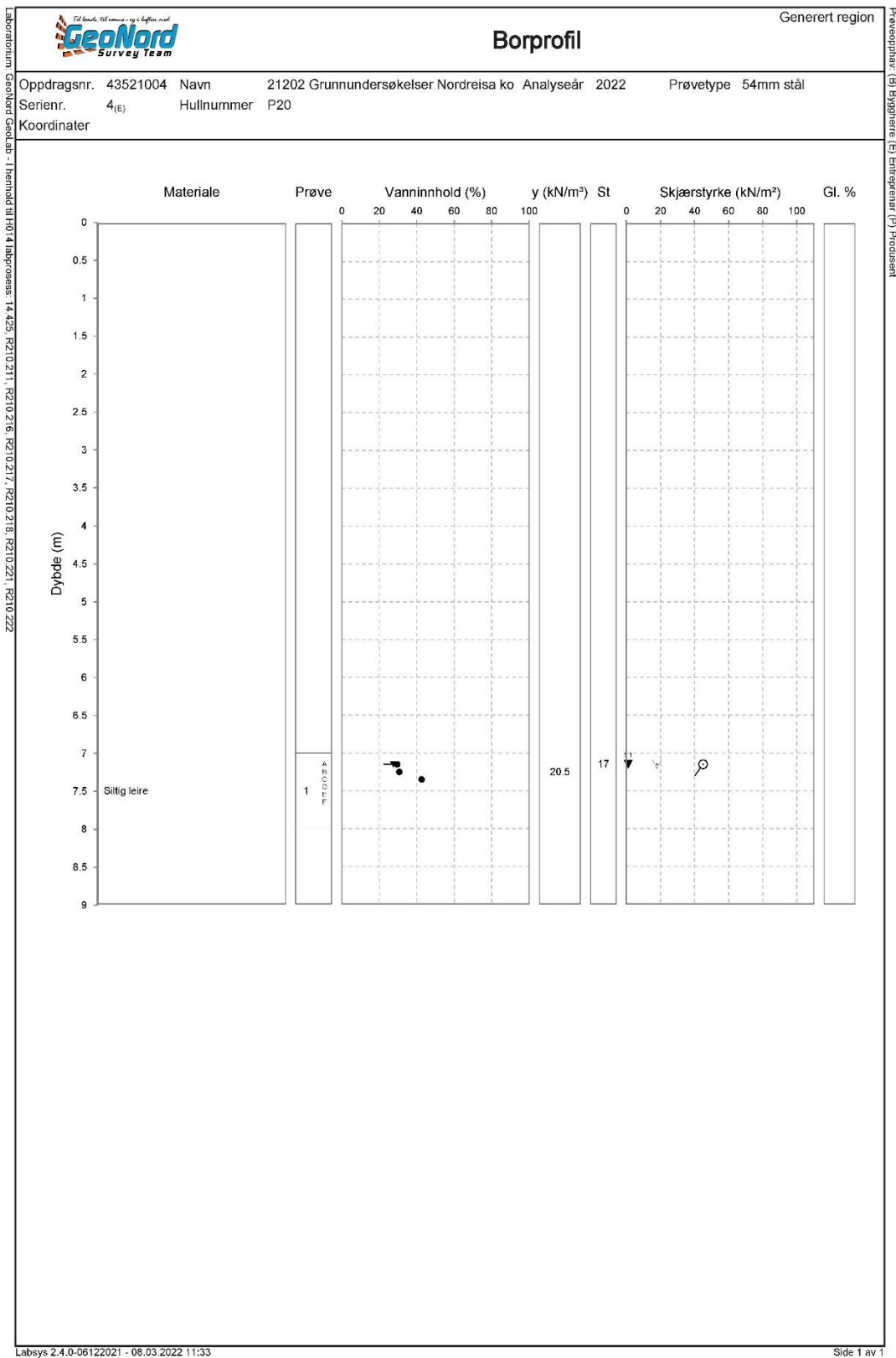
Figur B55: Laboratorieresultater fra sylinderprøve ved P19, nær T19

21202 Geoteknisk rapport, Saga skistadion, Nordreisa




Figur B56: Laboratorieresultater fra sylindertest ved P19, nær T19

21202 Geoteknisk rapport, Saga skistadion, Nordreisa

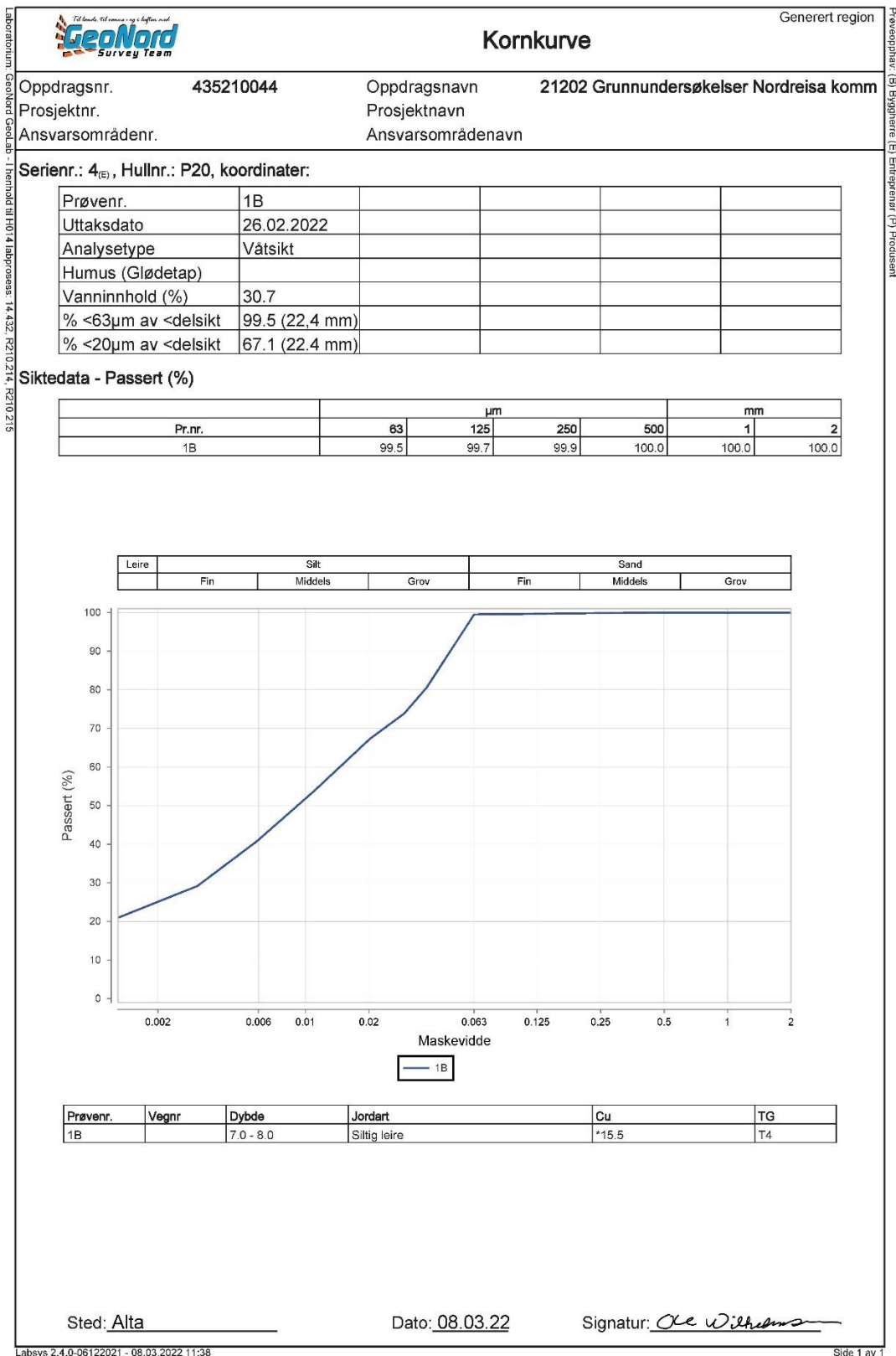


Figur B57: Laboratorieresultater fra sylindertest ved P20, nær T20

 Generert region														
Oppdragsnr.		435210044	Navn		21202 Grunnundersøkelser Nordreisa kommune				Analyseår		2022	Prøvetype		54mm stål
Serienr.		4 _(E)	Hullnummer		P20				Koordinater					
Prøve	Delprøve	Dybde	Jordart	Densitet	Humusinnhold	Vanninnhold W	Flytegrense W _L	Utrullingsgrense W _P	Enkelt trykkforsøk		Konus, Uomrert, C _{ufc}	Konus, Omrert, C _{ufc}	Sensitivitet, St	
									C _{ufc}	Deformasjon				
		[m]		[kN/m ³]	[%]	[%]	[%]	[%]	[kPa]	[%]	[kPa]	[kPa]		
1	A	7.15				29.5	27		45.0	12.0	17.8	1.1	17	
1	B	7.25	Siltig leire	20.5		30.7								
1	C	7.35				42.6								
1	D	7.45												
1	E	7.55												
1	F	7.65												

Figur B58: Laboratorieresultater fra sylinderprøve ved P20, nær T20

21202 Geoteknisk rapport, Saga skistadion, Nordreisa



Figur B59: Laboratorieresultater fra sylindertest ved P20, nær T20

Bilag 5

Laboratorieresultater Multiconsult

RAPPORT

Laboratorieundersøkelser

OPPDRAAGSGIVER

GeoNord AS

OPPDRAAG

Grunnundersøkelser ved Saga skistadion

DATO / REVISJON: 17. januar 2022 / 00

DOKUMENTKODE: 10242238-RIG-LAB-RAP



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

EMNE	Laboratorieundersøkelser	DOKUMENTKODE	10242238-RIG-LAB-RAP
OPPDRAG	Grunnundersøkelser ved Saga skistadion	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	GeoNord AS	OPPDRAGSLEDER	Anna Molnes
KONTAKTPERSON	Stine Hagen	UTARBEIDET AV	Anna Molnes
KOORDINATER	SONE: XXX ØST: XXXX NORD: XXXXXX	ANSVARLIG ENHET	10101070 GeoLab
GNR./BNR./SNR.	X / X / X / Nordreisa		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av GeoNord AS til å utføre laboratorieundersøkelser på prøver fra grunnundersøkelser utført av oppdragsgiver.

Foreliggende rapport beskriver utførelse og presenterer resultater fra utførte laboratorieundersøkelser.

00	17.01.2022	Første utsendelse av rapport	ANNM	GEO	ANNM
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	5
2	Omfang av laboratorieundersøkelsen	5
3	Prosedyrer for gjennomføring.....	5
4	Resultater	6
4.1	Borpunkt 1	6
4.2	Borpunkt 8	6
4.3	Borpunkt 9	6
5	Tegningsliste.....	7
6	Vedlegg.....	7
6.1	Geotekniske bilag.....	7

1 Bakgrunn

Multiconsult AS har på oppdrag fra GeoNord AS utført laboratorieundersøkelser for oppdrag «Grunnundersøkelser ved Saga skistadion». Omfang av undersøkelsen er i henhold til bestilling mottatt fra oppdragsgiver 04.01.2022 og er angitt i tabell i pkt. 2. Prøvetakingen er utført av oppdragsgiver og prøvene ble levert til vårt laboratorium som 54 mm sylinderprøver den 23.12.2021. Multiconsult AS har ikke vært involvert i bestemmelse av omfang, verken for prøvetaking eller analyse.

2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført i perioden 07.-13.01.2022 og omfatter følgende undersøkelser:

Undersøkelse	Type	Antall	Merknad/avvik
Prøveåpning (standard undersøkelse)	54mm	3	
Konsistensgrenser	wf/wp	3	
Kornfordeling	Kombianalyse	1	
	Våtsikting	1	
	Slemming	2	
Ødometerforsøk	CRS	3	
Treaksialforsøk	CAUa	3	

3 Prosedyrer for gjennomføring

Multiconsult utfører sine laboratorieundersøkelser i henhold til Norsk standard NS 8000-serien og NS-EN ISO 17892 serien, samt vår interne laboratoriehåndbok som er basert på disse. En oversikt over gjeldende standarder er vist i vedlegg 2.

Gjennomføringen av oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for NS-EN ISO 9000 serien og NS-EN ISO/IEC 17025

4 Resultater

Laboratorieundersøkelsen er utført i henhold til avtalt omfang og følgende resultater er oppnådd:

4.1 Borpunkt 1

Borpunkt 1															
Beskrivelse				Konus											
	Dybde-intervall	Dybde	Vanninnhold	Uforstyrret	Omrørt	Sensitivitet	Enaks	Bruddtøyning	Utrullingsgrense	Flytegrense	Glødetap	Korndensitet	Total densitet	Porøsitet	Spes.forsøk
	z m	z m	W %	C _{ufc} kN/m ²	C _{urfc} kN/m ²	S _t	C _{uuc} kN/m ²	ε _f %	W _p %	W _l %	O %	ρ _s g/cm ³	ρ g/cm ³	n %	
LEIRE, siltig	5,0-6,0	5,2	28,4	25,9	0,94	28						2,72			
dilatant oppførsel		5,4	29,9				41,15	11,08					1,99	43	ØT
		5,6	30,9	31,4	0,94	33			21,9	29					

4.2 Borpunkt 8

Borpunkt 8															
Beskrivelse				Konus											
	Dybde-intervall	Dybde	Vanninnhold	Uforstyrret	Omrørt	Sensitivitet	Enaks	Bruddtøyning	Utrullingsgrense	Flytegrense	Glødetap	Korndensitet	Total densitet	Porøsitet	Spes.forsøk
	z m	z m	W %	C _{ufc} kN/m ²	C _{urfc} kN/m ²	S _t	C _{uuc} kN/m ²	ε _f %	W _p %	W _l %	O %	ρ _s g/cm ³	ρ g/cm ³	n %	
LEIRE, siltig	7,0-8,0	7,2	32,1	20,1	2,83	7						2,58			
enk. sand-og gruskorn		7,4	27,5				48,06	6,32					2,04	38	ØT
En uforstyrret konus ikke mulig grunnet store gruskorn		7,6	24,0		6,36				17,1	26					

4.3 Borpunkt 9

Borpunkt 9															
Beskrivelse				Konus											
	Dybde-intervall	Dybde	Vanninnhold	Uforstyrret	Omrørt	Sensitivitet	Enaks	Bruddtøyning	Utrullingsgrense	Flytegrense	Glødetap	Korndensitet	Total densitet	Porøsitet	Spes.forsøk
	z m	z m	W %	C _{ufc} kN/m ²	C _{urfc} kN/m ²	S _t	C _{uuc} kN/m ²	ε _f %	W _p %	W _l %	O %	ρ _s g/cm ³	ρ g/cm ³	n %	
LEIRE, siltig	6,0-7,0	6,2	31,3	20,4	2,61	8						2,50			
enk. sandsjikt og -lommer		6,4	29,3				45,77	3,38					2,02	38	ØT
		6,6	31,8	18,0	3,24	6			19,2	35					

5 Tegningsliste

10242238-RIG-TEG-200	Geotekniske data, borpunkt 1
10242238-RIG-TEG-201	Geotekniske data, borpunkt 8
10242238-RIG-TEG-202	Geotekniske data, borpunkt 9
10242238-RIG-TEG-250.1	Enaksialforsøk, borpunkt 1
10242238-RIG-TEG-251.1	Enaksialforsøk, borpunkt 8
10242238-RIG-TEG-252.1	Enaksialforsøk, borpunkt 9
10242238-RIG-TEG-300	Kornfordelingskurver, borpunkt 1, 8 og 9
10242238-RIG-TEG-400.1-2	Ødometerforsøk, CRS, borpunkt 1, dybde = 5,50m
10242238-RIG-TEG-401.1-2	Ødometerforsøk, CRS, borpunkt 8, dybde = 7,60m
10242238-RIG-TEG-402.1-2	Ødometerforsøk, CRS, borpunkt 9, dybde = 6,60m
10242238-RIG-TEG-450.1-3	Treaksialforsøk, CAUa, borpunkt 1, dybde = 5,40m
10242238-RIG-TEG-451.1-3	Treaksialforsøk, CAUa, borpunkt 8, dybde = 7,45m
10242238-RIG-TEG-452.1-3	Treaksialforsøk, CAUa, borpunkt 9, dybde = 6,45m

6 Vedlegg

6.1 Geotekniske bilag

1. Laboratorieforsøk
2. Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6	LEIRE, siltig	dilatant oppførsel	ØT K					1,99	2,72		▼0,94	▽					28
6											▼0,94	▽					33
7																	
8																	
9																	
10																	

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir akseil tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold
 ┌─ Plastisitetsindeks, I_p

ISO 17892-6: 2017

▼ Omrørt konus
 ▽ Uomrørt konus

ρ = Densitet
 ρ_s = Korndensitet
 S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
 Ø = Ødometerforsøk
 K = Korngadering

Grunnvannstand: m
 Borrbok:

PRØVESERIE

Borhull: 1

GeoNord AS

Dato: 2022-01-13

Grunnundersøkelser ved Saga skistadion

Multiconsult
 www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet: GEO

Kontrollert: ANNM

Godkjent: ANNM

Oppdragsnummer: 10242238

Tegningsnr.: RIG-TEG-200

Rev. nr.: 00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8	LEIRE, siltig enk. sand-og gruskorn		ØT K					2,04	2,58								7
9																	
10																	

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksjell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold
|—| Plastisitetsindeks, I_p

ISO 17892-6: 2017

▼ Omrørt konus
▽ Uomrørt konus

ρ = Densitet
 ρ_s = Korndensitet
S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngredning

Grunnvannstand: m
Borbok:

PRØVESERIE

Borbok: 8

GeoNord AS

Dato: 2022-01-13

Grunnundersøkelser ved Saga skistadion

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet: GEO

Kontrollert: ANNM

Godkjent: ANNM

Oppdragsnummer: 10242238

Tegningsnr.: RIG-TEG-201

Rev. nr.: 00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7	LEIRE, siltig enk. sandsjikt og -lommer		ØT K					2,02	2,50								8 6
8																	
9																	
10																	

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksjell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold
|—| Plastisitetsindeks, I_p

ISO 17892-6: 2017

▼ Omrørt konus
▽ Uomrørt konus

ρ = Densitet
 ρ_s = Korndensitet
S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngredning

Grunnvannstand: m
Borbok:

PRØVESERIE

Borbok: 9

GeoNord AS

Dato: 2022-01-13

Grunnundersøkelser ved Saga skistadion

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet: GEO

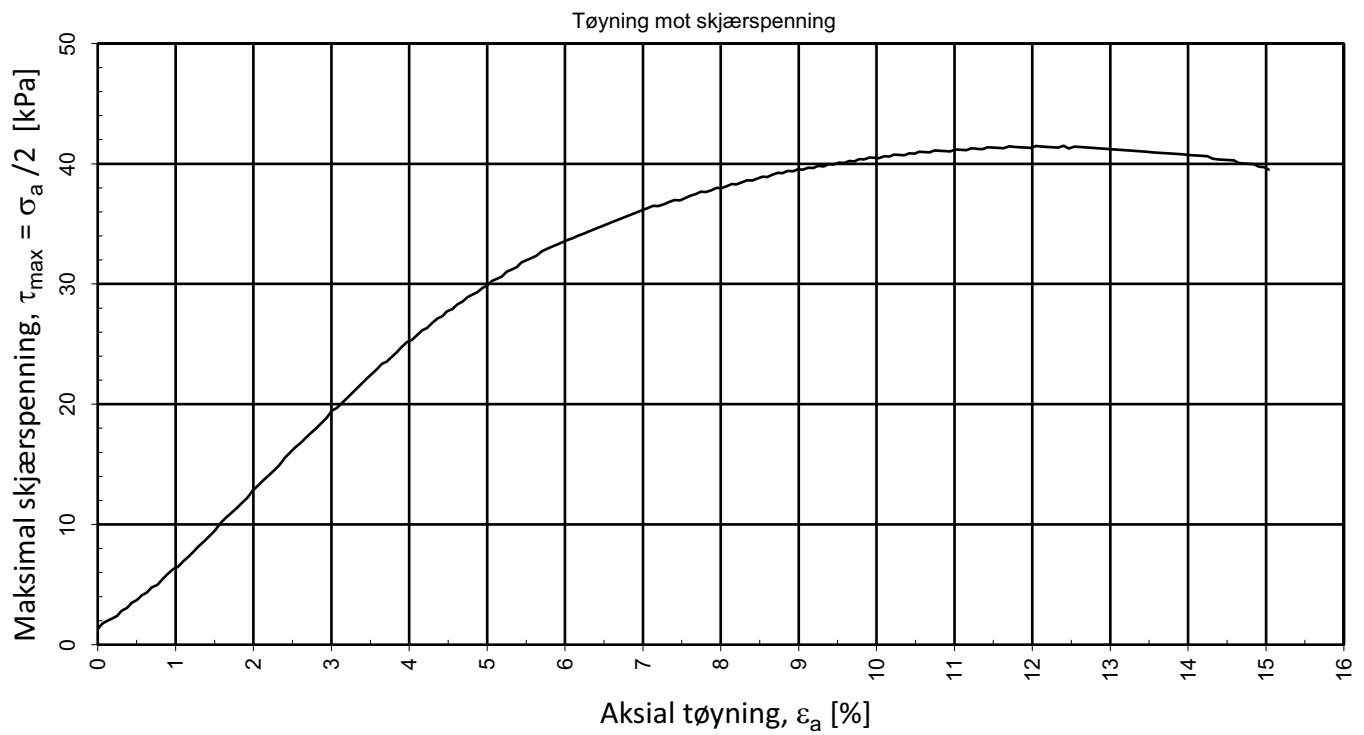
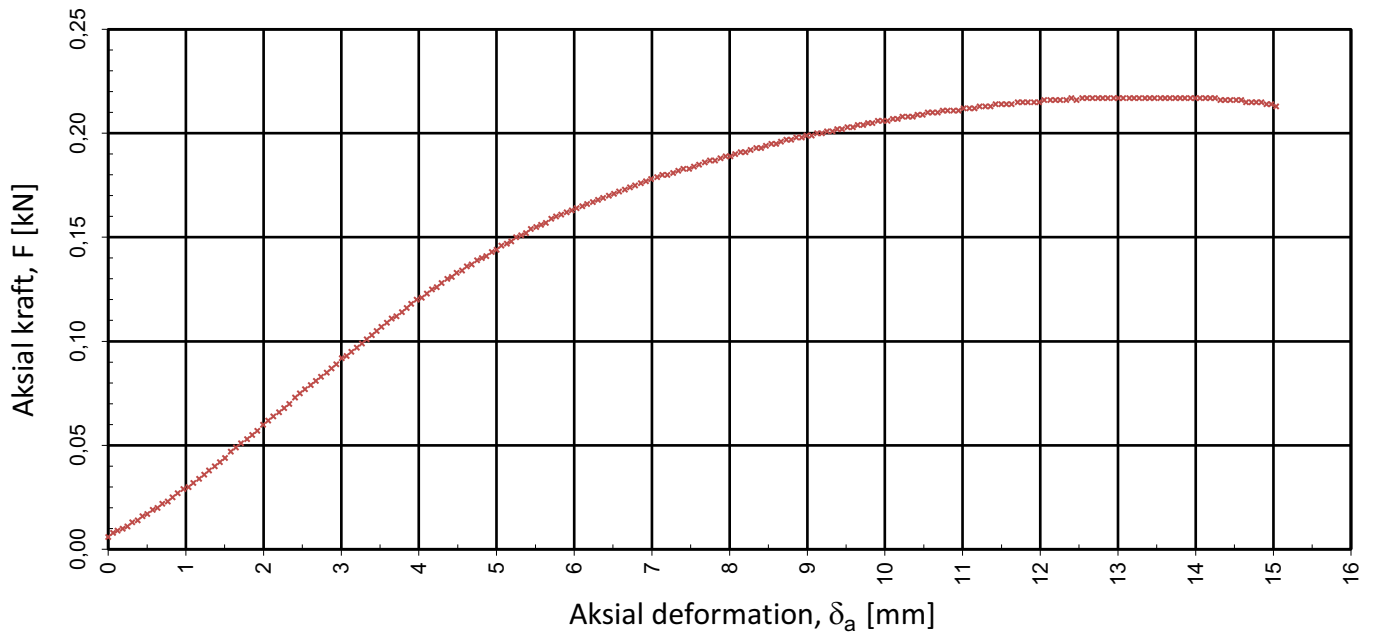
Kontrollert: ANNM

Godkjent: ANNM

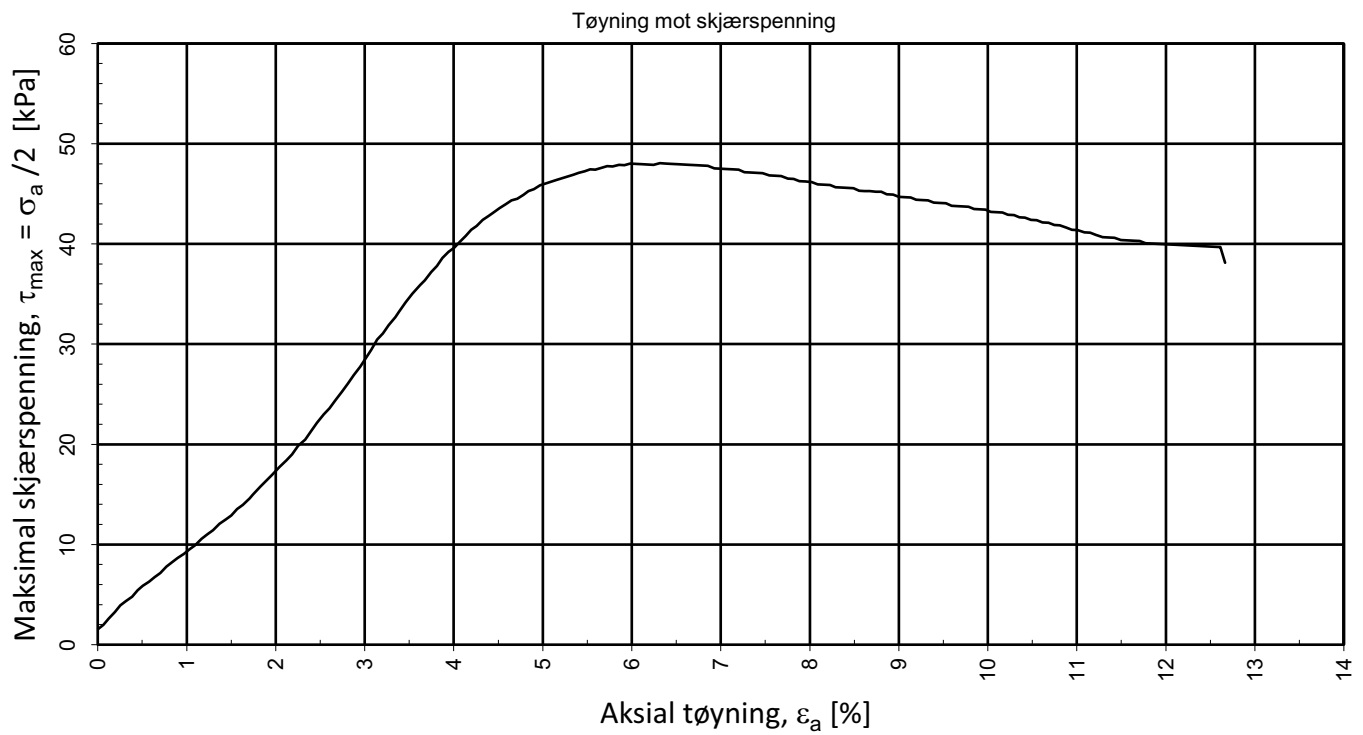
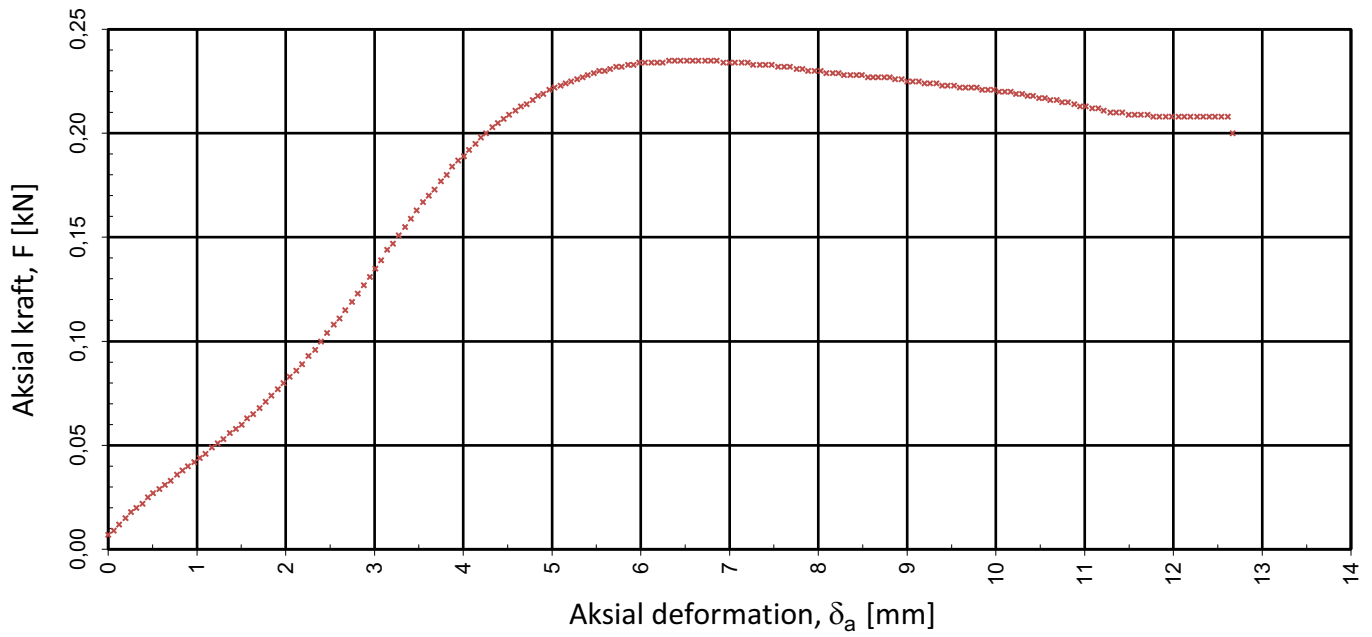
Oppdragsnummer: 10242238

Tegningsnr.: RIG-TEG-202

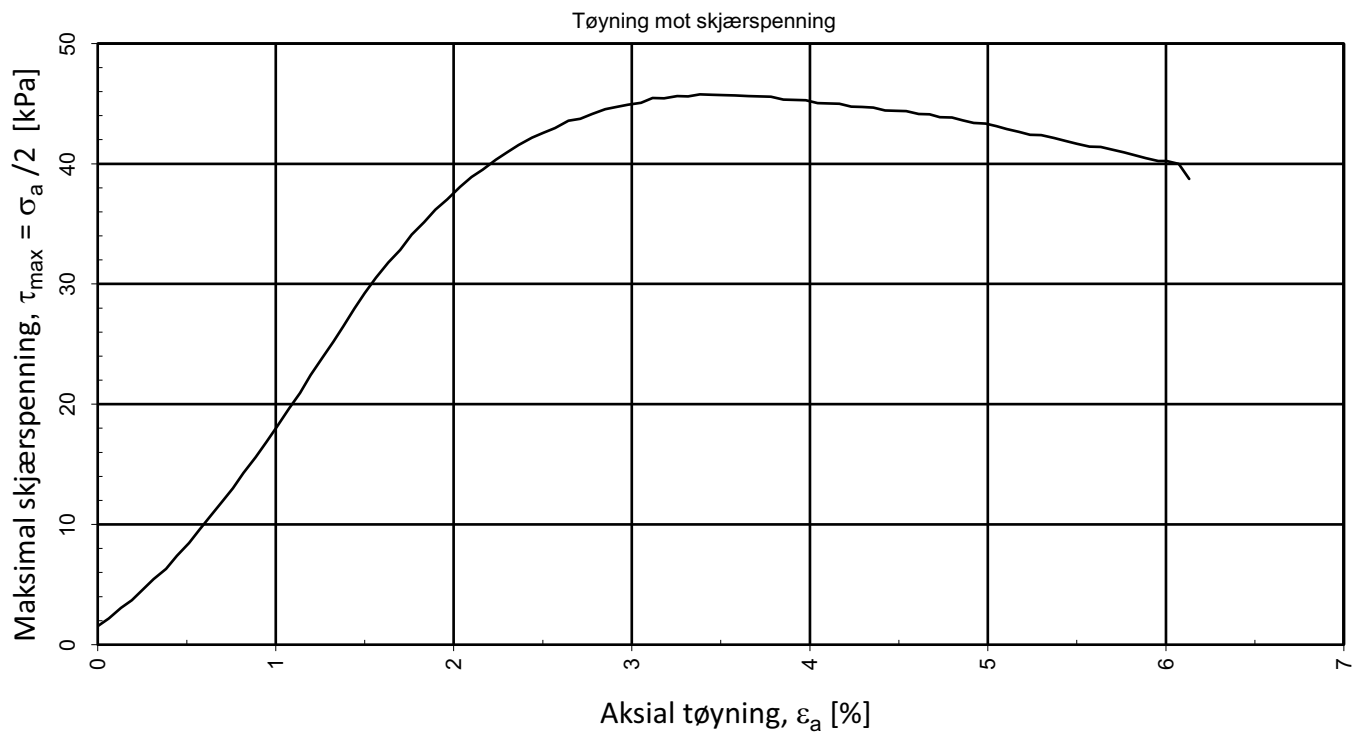
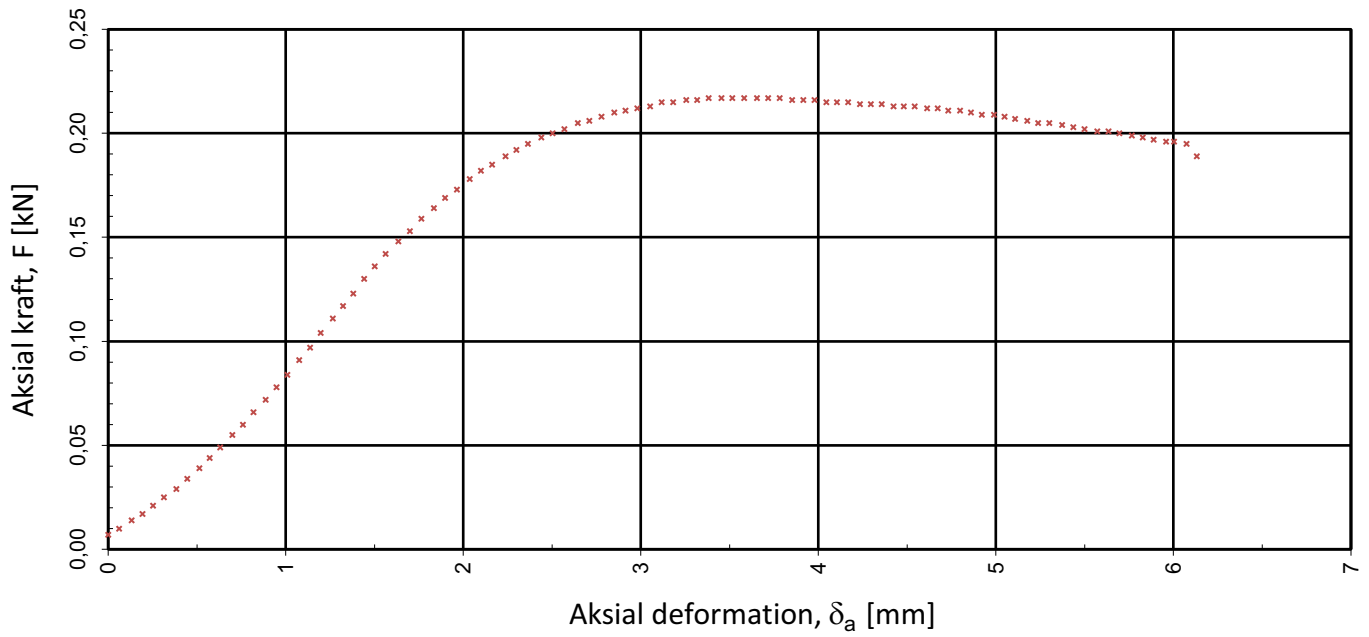
Rev. nr.: 00



Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	100,0	5,25	1
GeoNord AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	MARS	CHPS	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion	Borpunkt	Dato	Revisjon
	1	07.01.2022	00
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer	Tegningsnummer
		10242238	RIG-TEG-250.1

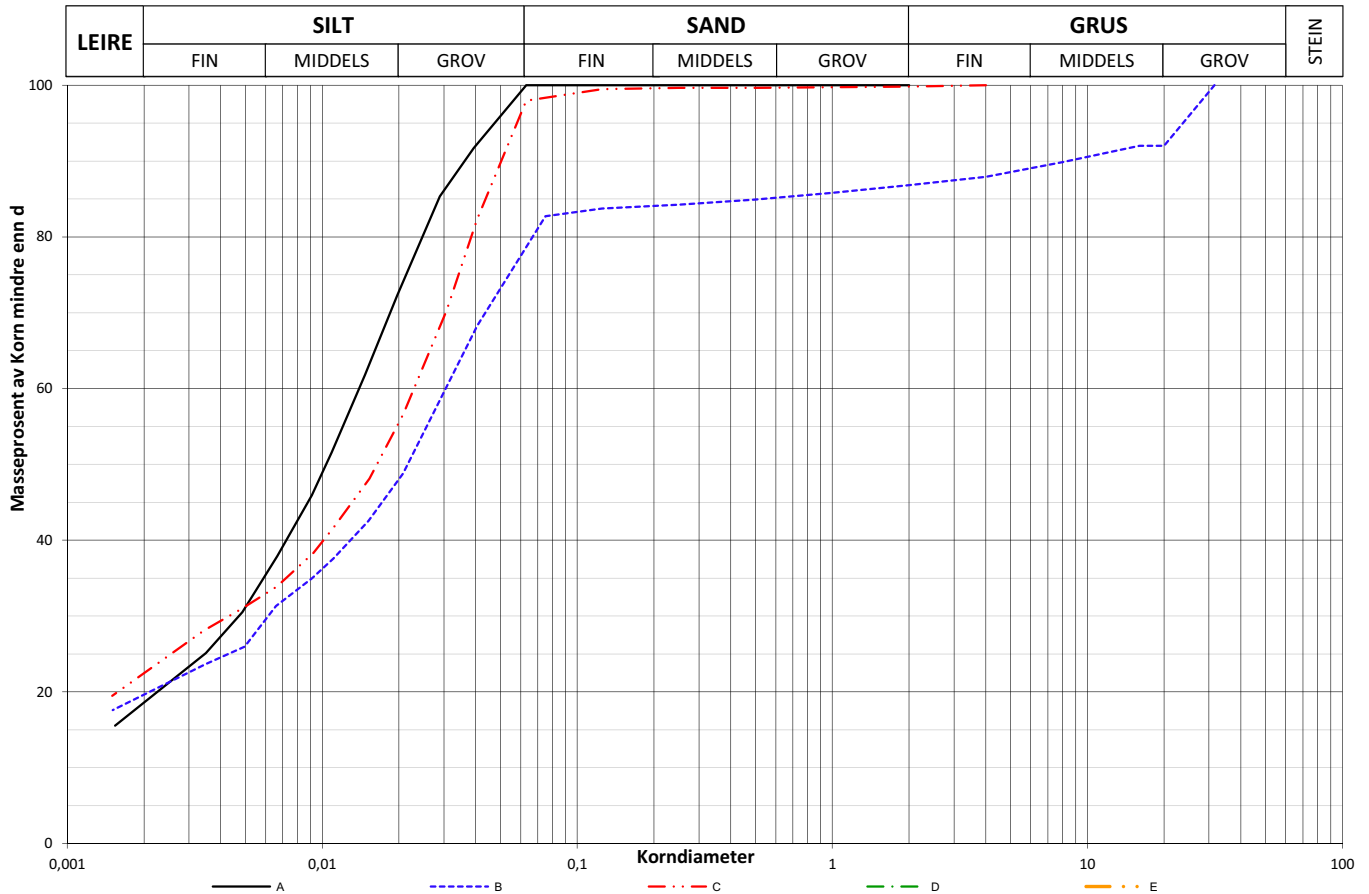


Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	100,0	7,35	1
GeoNord AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	MARS	CHPS	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion	Borpunkt	Dato	Revisjon
	8	07.01.2022	00
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer	Tegningsnummer
		10242238	RIG-TEG-251.1



Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	100,0	6,35	1
GeoNord AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	CHPS	EIVSO	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion	Borpunkt	Dato	Revisjon
	9	07.01.2022	00
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer	Tegningsnummer
		10242238	RIG-TEG-252.1

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	Jordarts Betegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	1	5,0-6,0	LEIRE, siltig				X
B	8	7,0-8,0	LEIRE, siltig			X	X
C	9	6,0-7,0	LEIRE, siltig			X	X
D							
E							



METODE:

TS = Tørrsikt

VS = Våtsikt

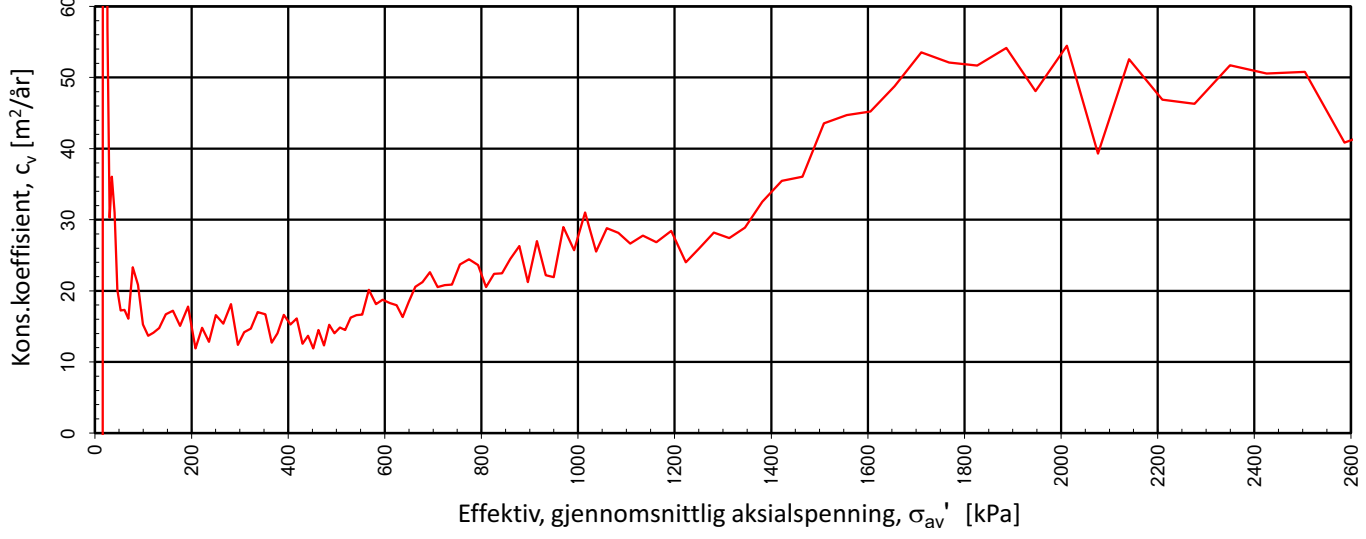
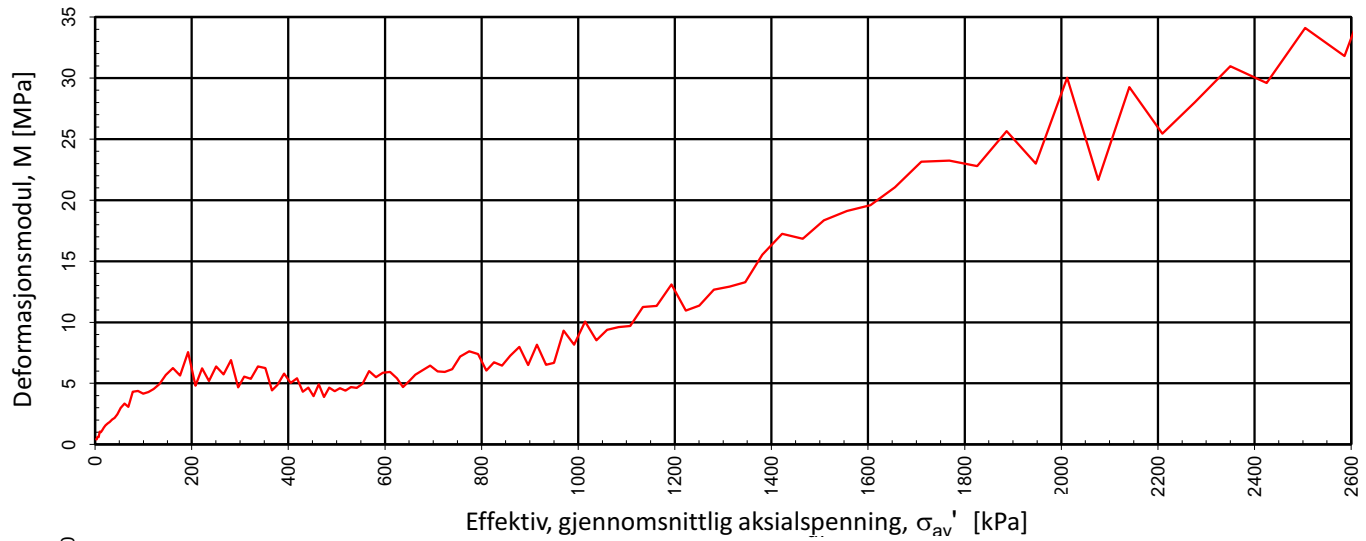
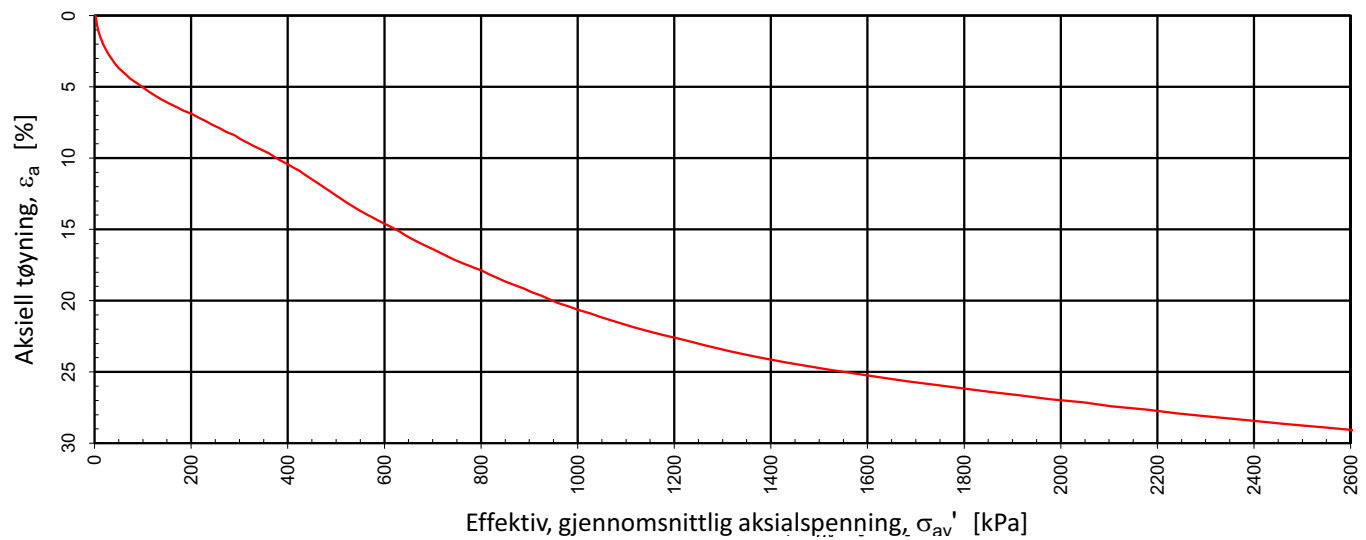
HYD = Hydrometer

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

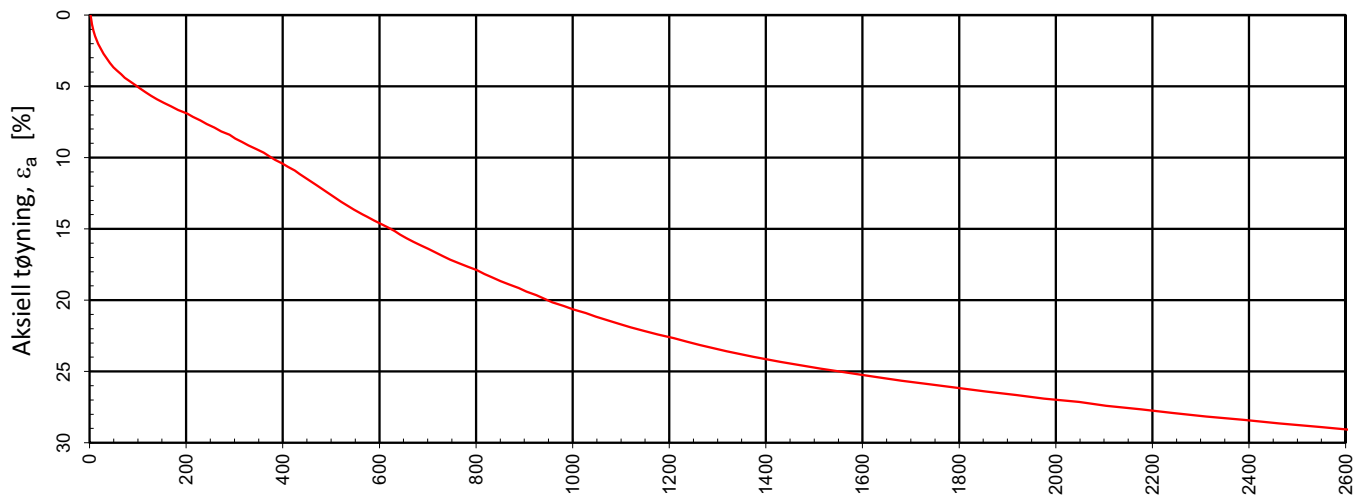
$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Prøve	Tele gruppe	w (%)	S _u kN/m ²	S _{ur} kN/m ²	Plastisitet		Gløde-tap %	< 0.02 mm %	Densitet g/cm ³	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					W _f	W _p							
A											0,0047	0,0104	0,0140
B											0,0062	0,0218	0,0305
C											0,0044	0,0165	0,0232
D													
E													

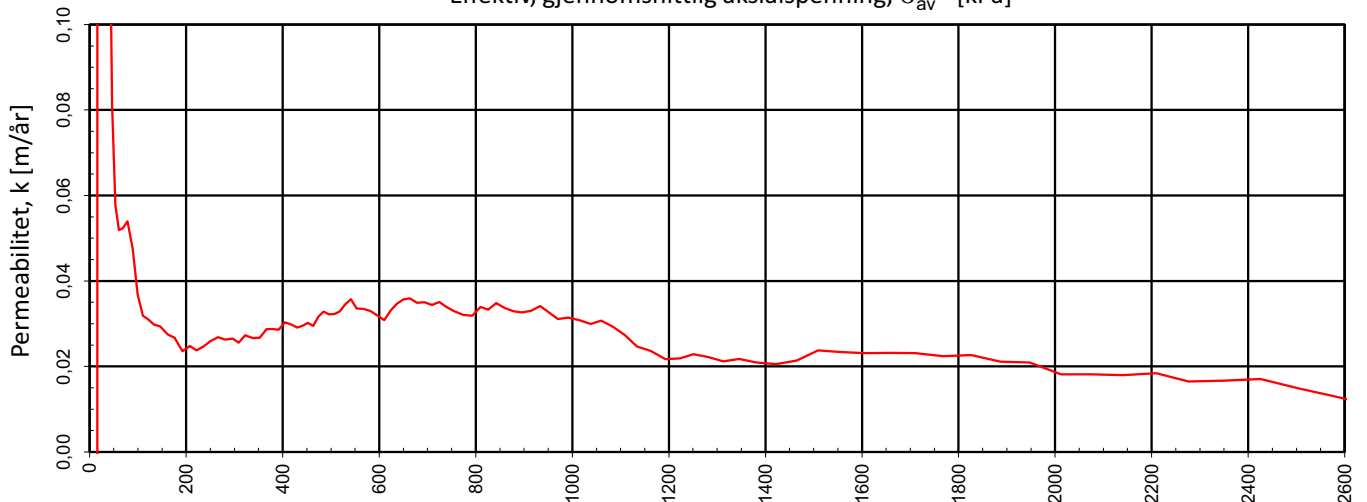
GeoNord AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	GEO	ANNM	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion	Borpunkt	Dato	Revisjon
	-	13.01.2022	0
Multiconsult	Oppdragsnummer		Tegningsnummer
	10242238		RIG-TEG-300
Korngradering			



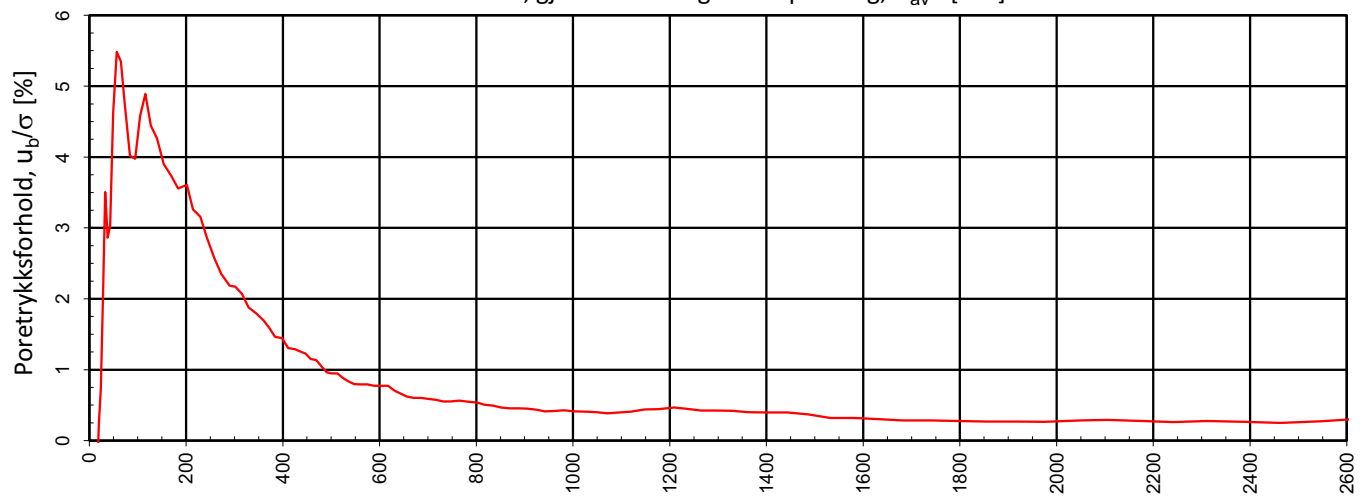
Type forsøk	Prøvehøyde (mm)	Prøvediameter (mm)	Prøvedybde (m)	Densitet, ρ (g/cm ³)	Vanninnhold, w (%)	Forsøk nr.
CRS	20,00	50,00	5,50	1,90	30,76	1
GeoNord AS				Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
				GEO	ANNM	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion				Borpunkt	Dato	Revisjon
				1	07.01.2022	0
Multiconsult		Ødometerforsøk		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
				10242238	RIG-TEG-400.1	



Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]

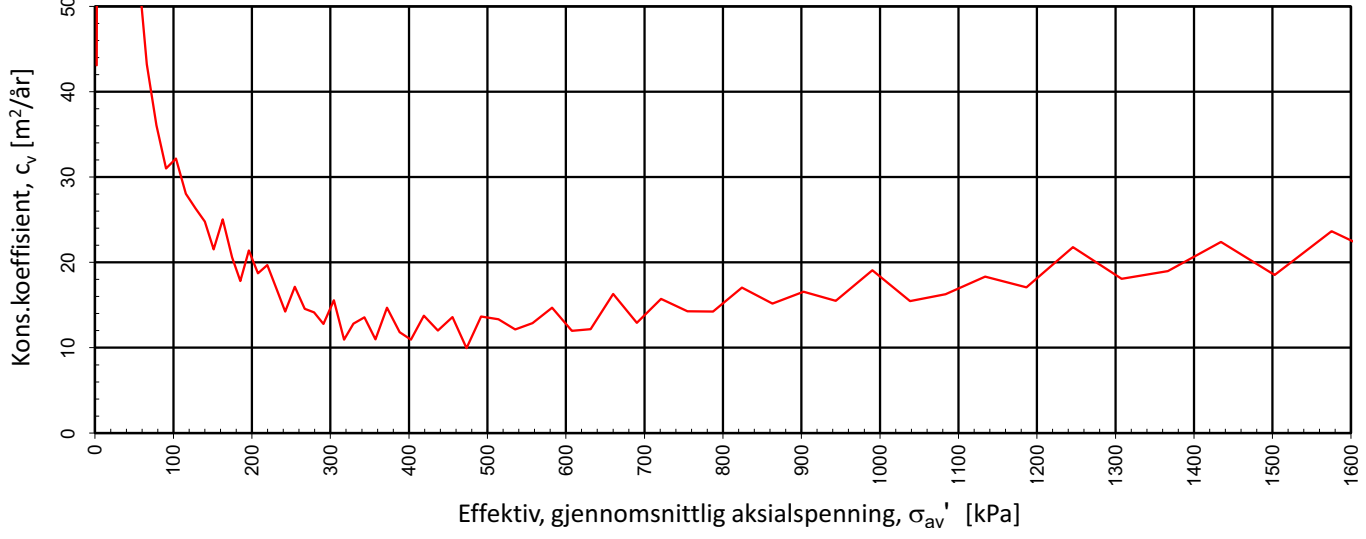
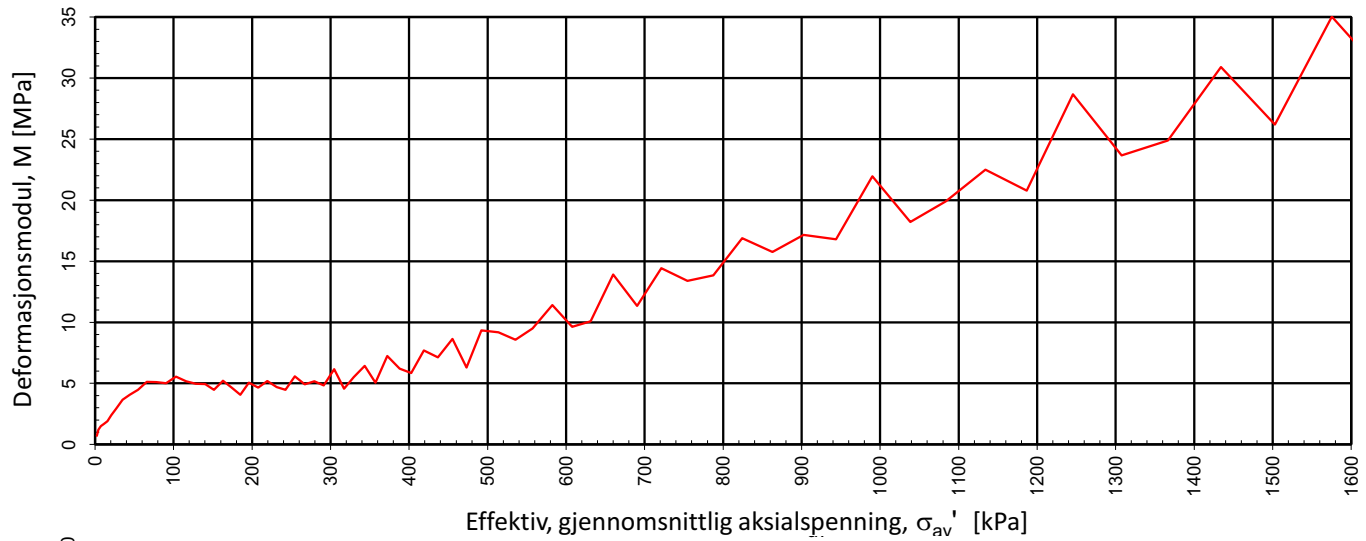
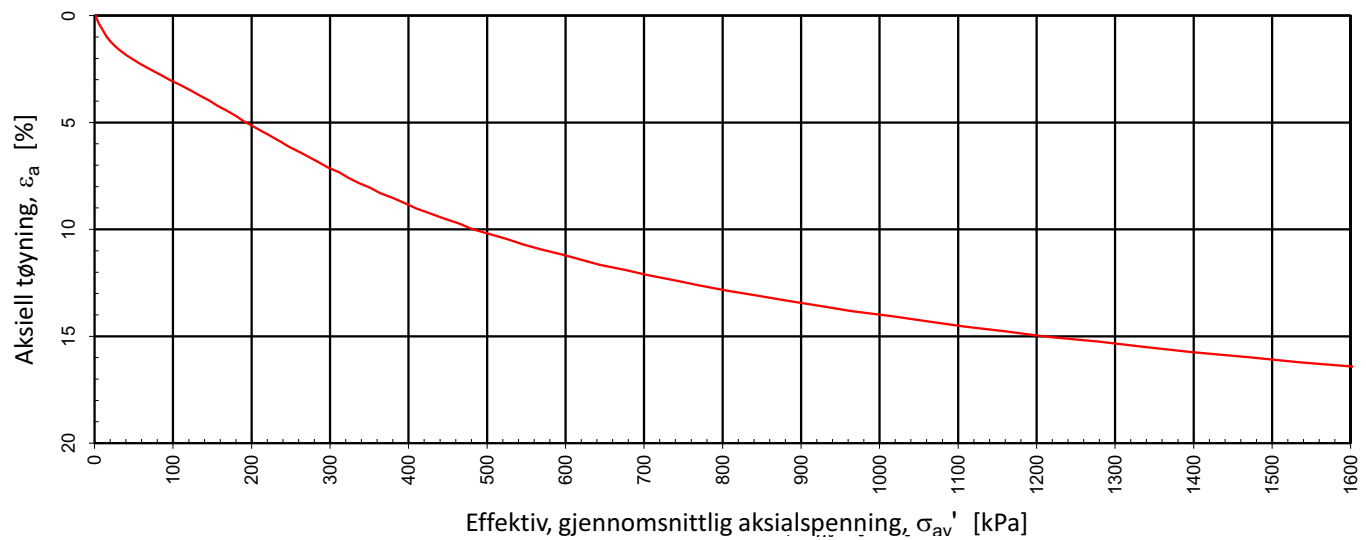


Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]

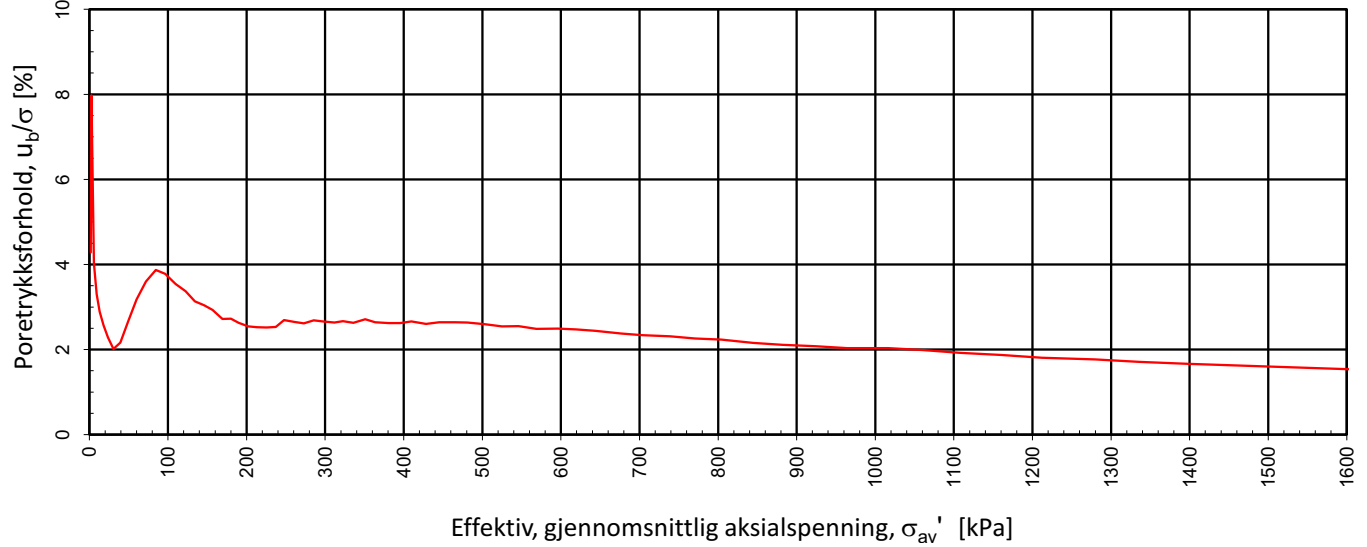
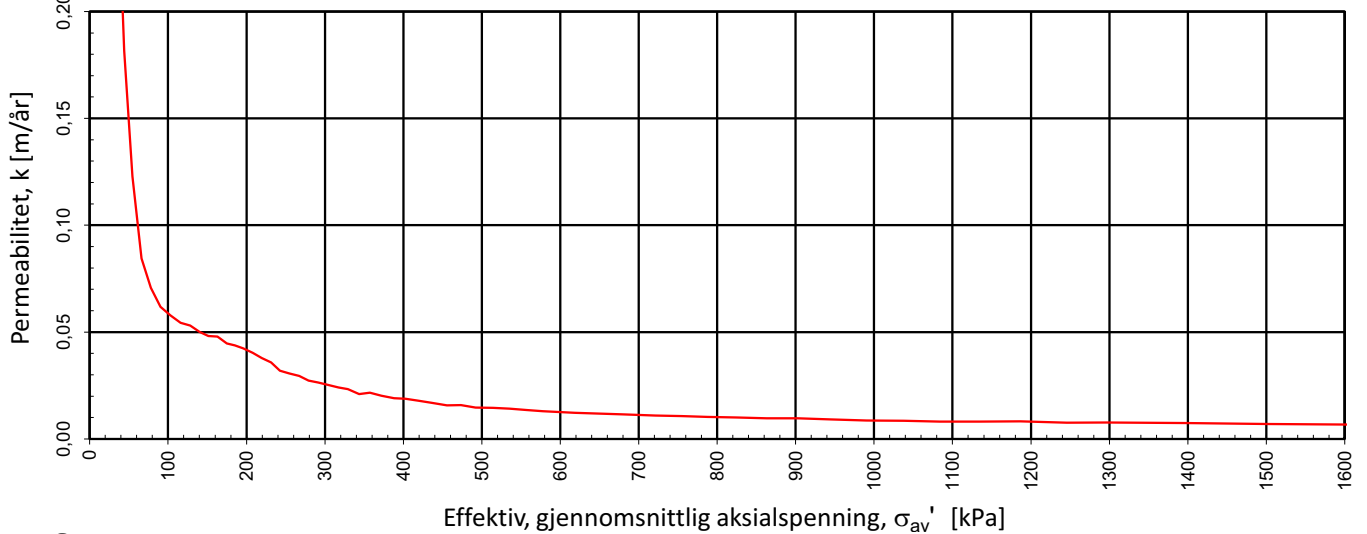
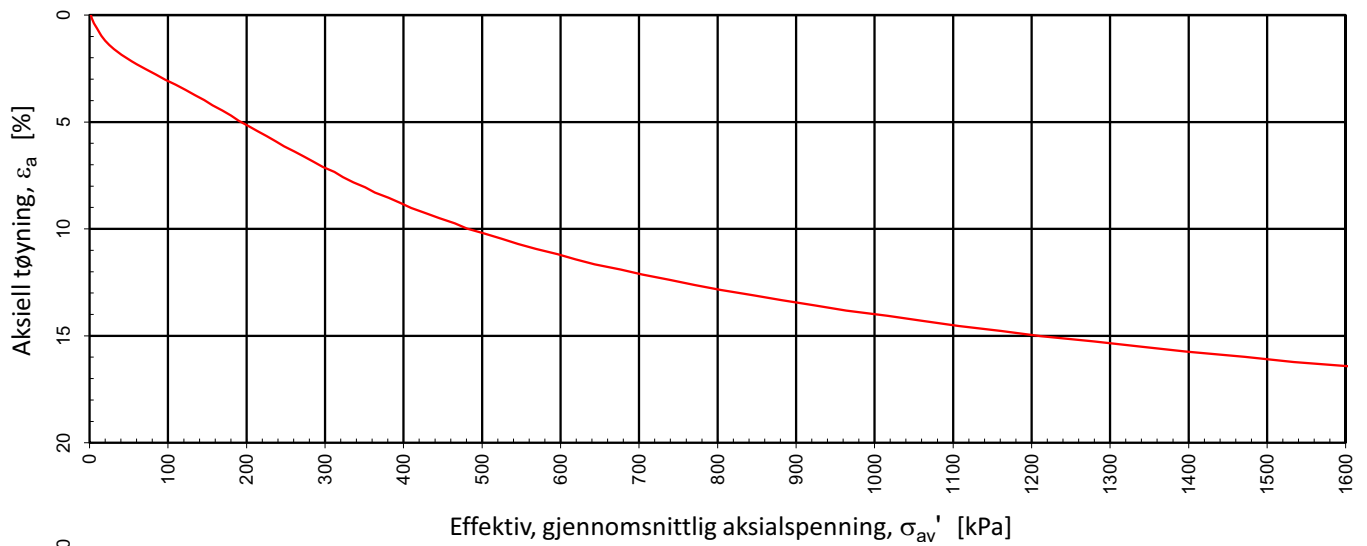


Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]

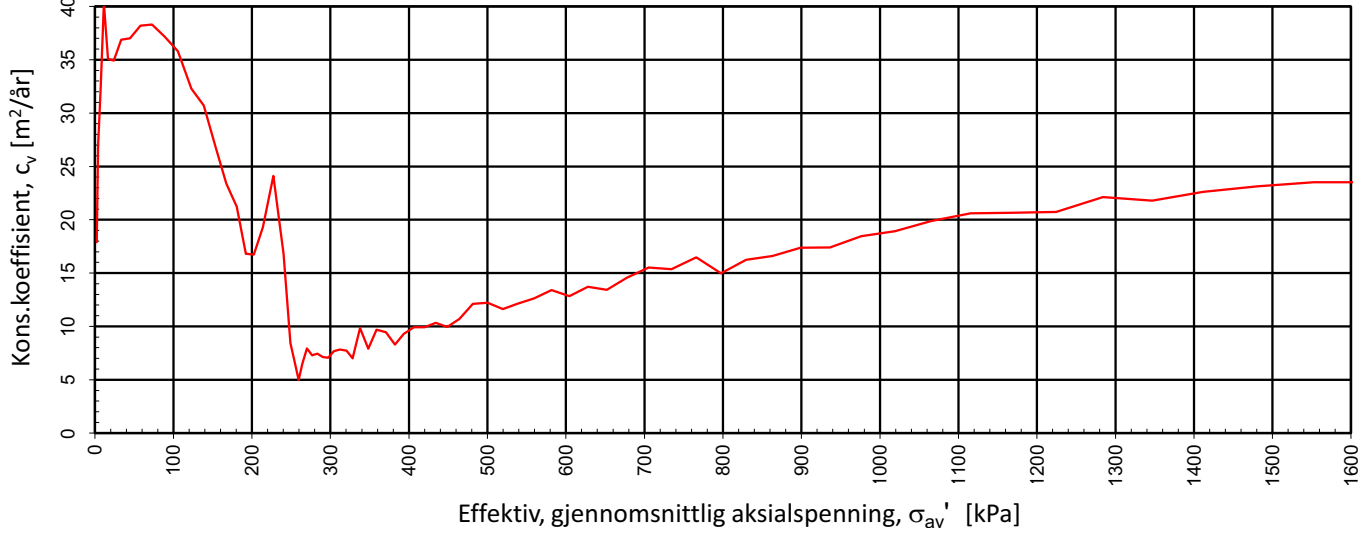
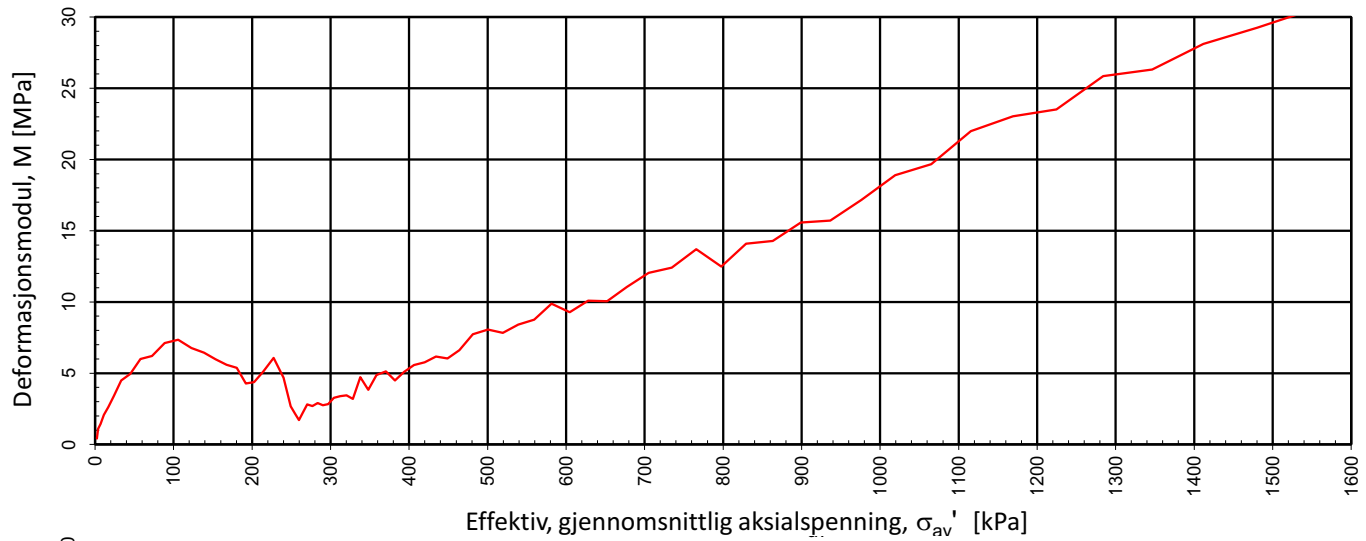
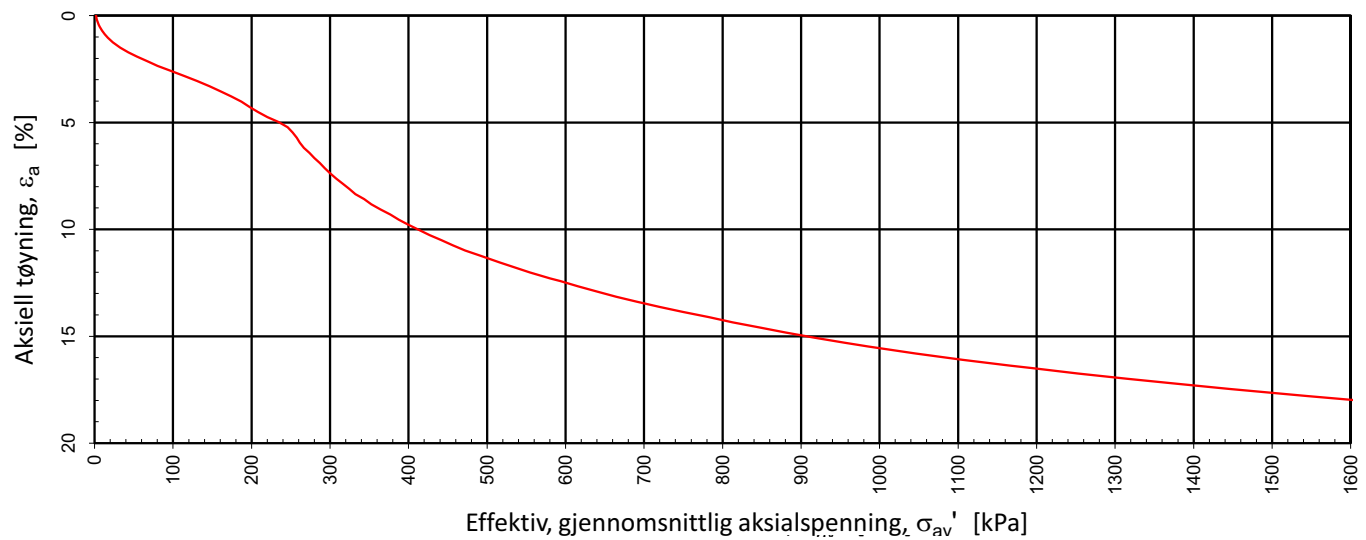
Type forsøk	Prøvehøyde (mm)	Prøvediameter (mm)	Prøvedybde (m)	Densitet, ρ (g/cm ³)	Vanninnhold, w (%)	Forsøk nr.
CRS	20,00	50,00	5,50	1,90	30,76	1
GeoNord AS				Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
				GEO	ANNM	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion				Borpunkt	Dato	Revisjon
				1	07.01.2022	0
Multiconsult		Ødometerforsøk		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
				10242238	RIG-TEG-400.2	



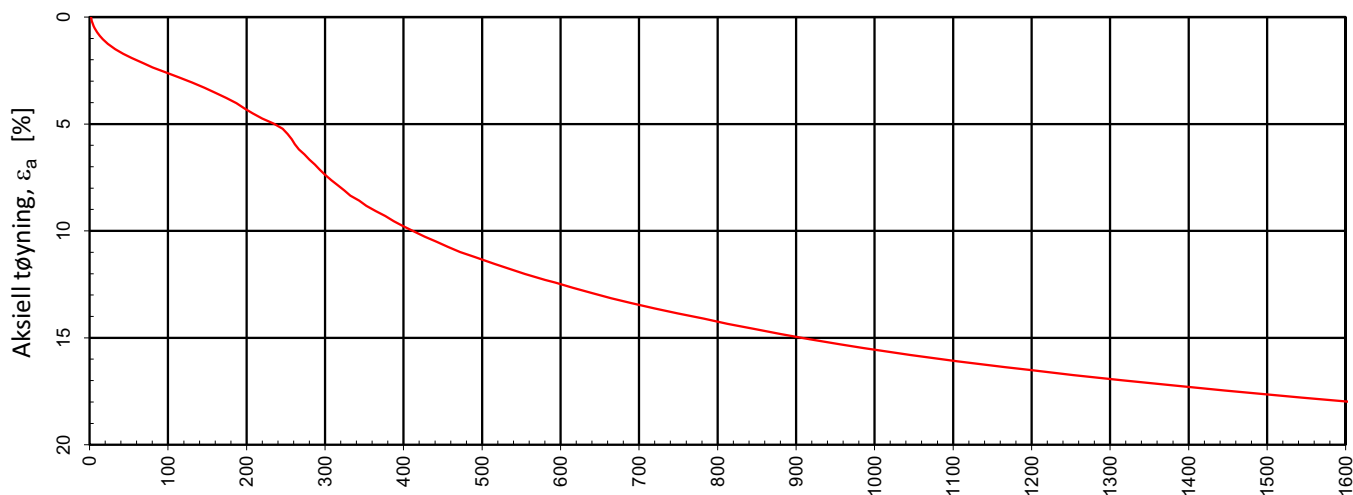
Type forsøk	Prøvehøyde (mm)	Prøvediameter (mm)	Prøvedybde (m)	Densitet, ρ (g/cm³)	Vanninnhold, w (%)	Forsøk nr.
CRS	20,00	50,00	7,60	1,99	23,33	1
GeoNord AS				Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
				GEO	ANNM	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion				Borpunkt	Dato	Revisjon
				8	07.01.2022	0
Multiconsult		Ødometerforsøk		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
				10242238	RIG-TEG-401.1	



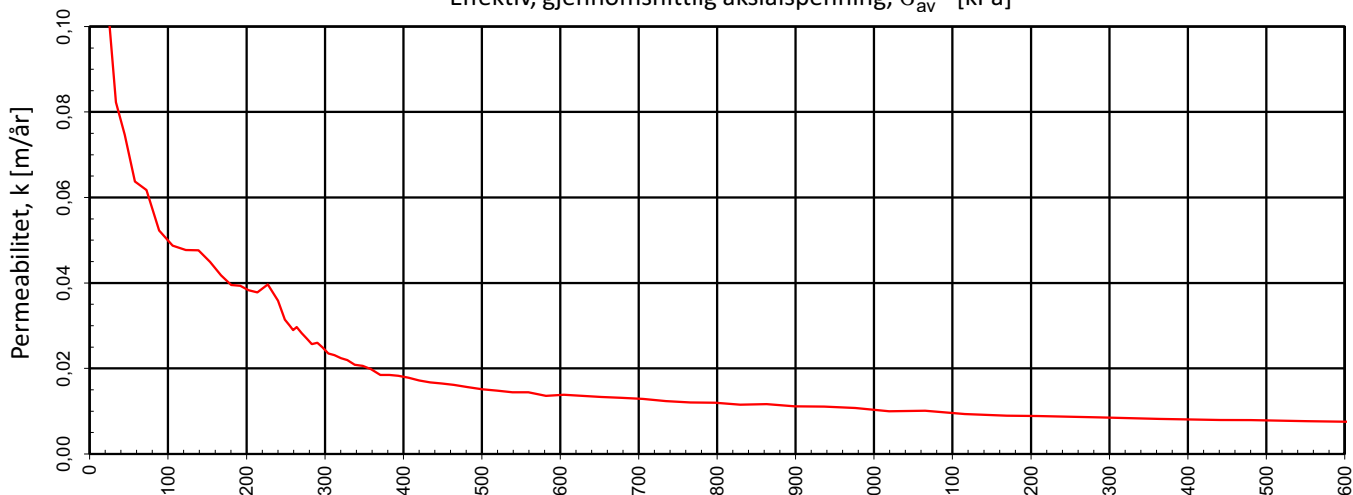
Type forsøk	Prøvehøyde (mm)	Prøvediameter (mm)	Prøvedybde (m)	Densitet, ρ (g/cm ³)	Vanninnhold, w (%)	Forsøk nr.
CRS	20,00	50,00	7,60	1,99	23,33	1
GeoNord AS				Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
				GEO	ANNM	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion				Borpunkt	Dato	Revisjon
				8	07.01.2022	0
Multiconsult		ødometerforsøk		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
				10242238	RIG-TEG-401.2	



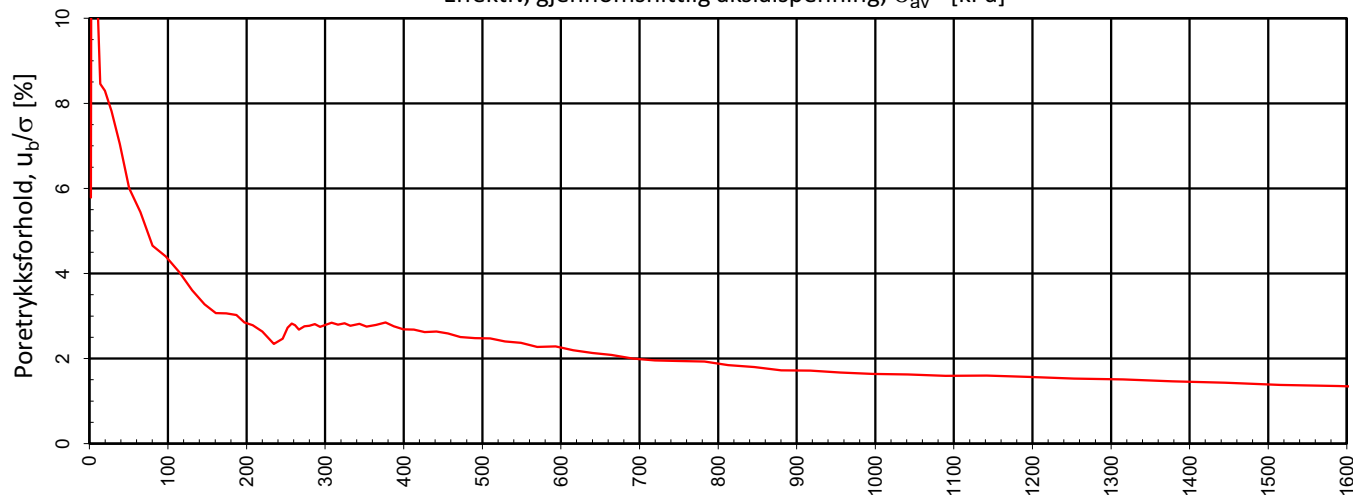
Type forsøk	Prøvehøyde (mm)	Prøvediameter (mm)	Prøvedybde (m)	Densitet, ρ (g/cm ³)	Vanninnhold, w (%)	Forsøk nr.
CRS	20,00	50,00	6,60	1,91	30,13	1
GeoNord AS				Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
				GEO	ANNM	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion				Borpunkt	Dato	Revisjon
				9	07.01.2022	0
Multiconsult		Ødometerforsøk		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
				10242238	RIG-TEG-402.1	



Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]

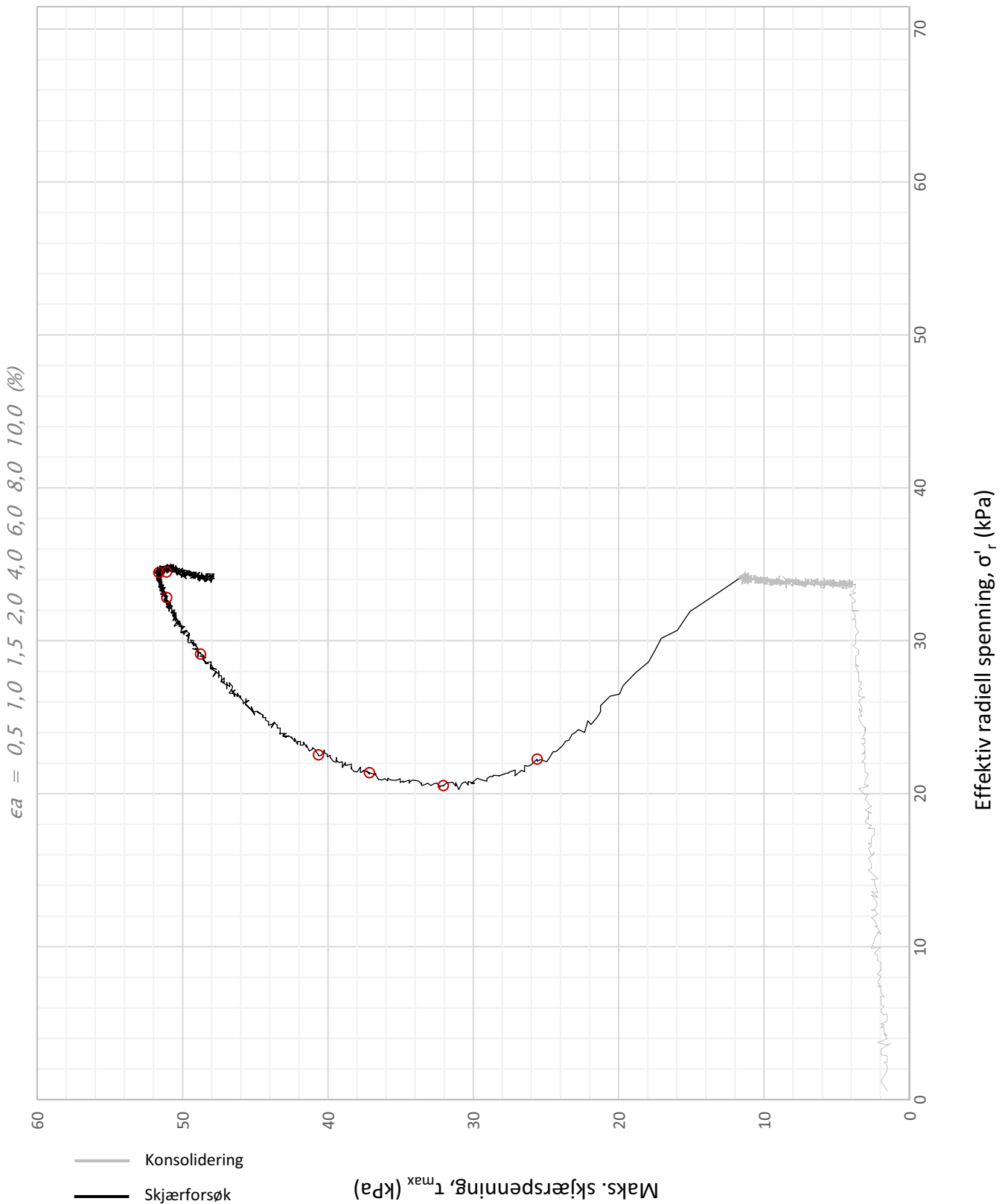


Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]

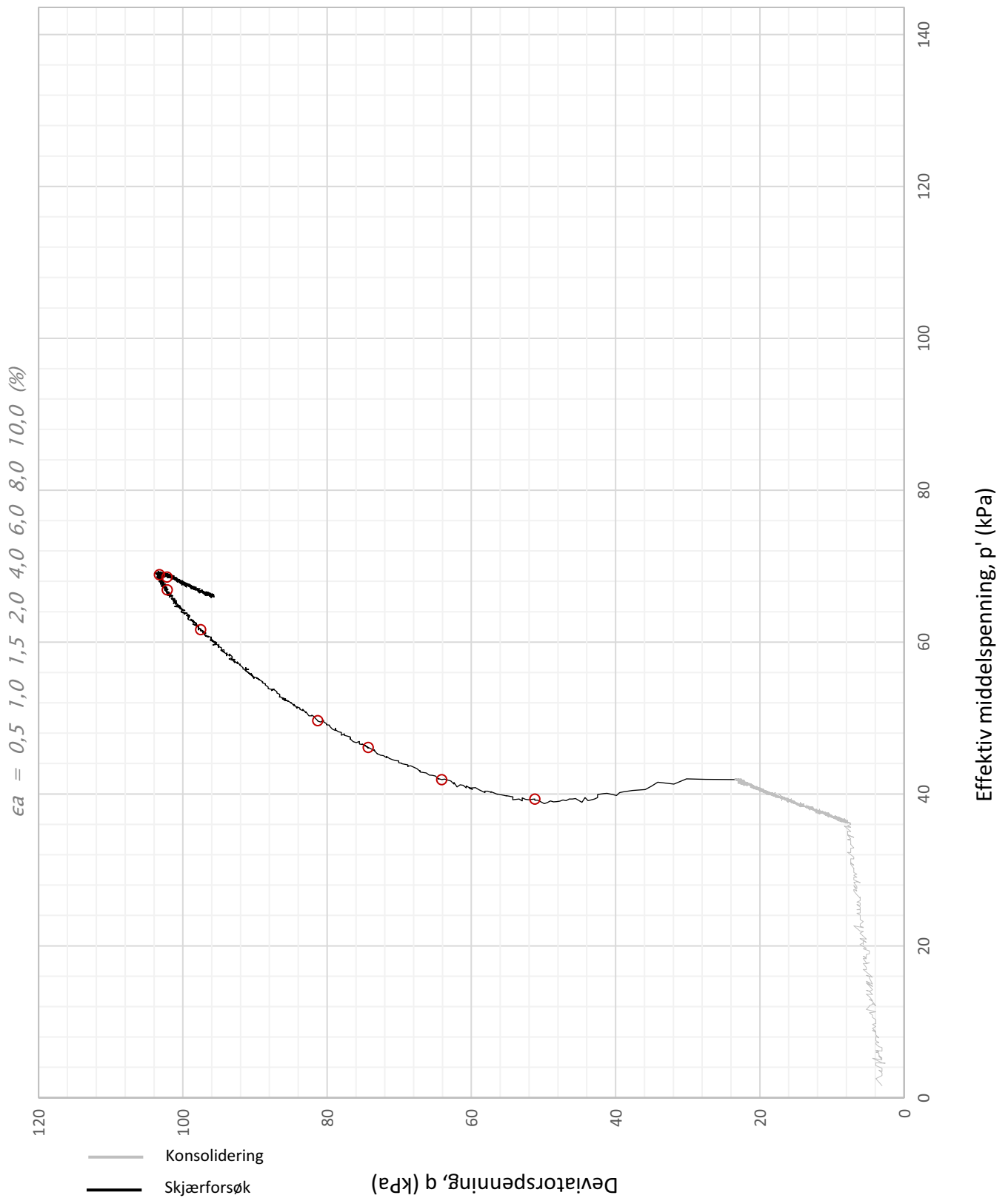


Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]

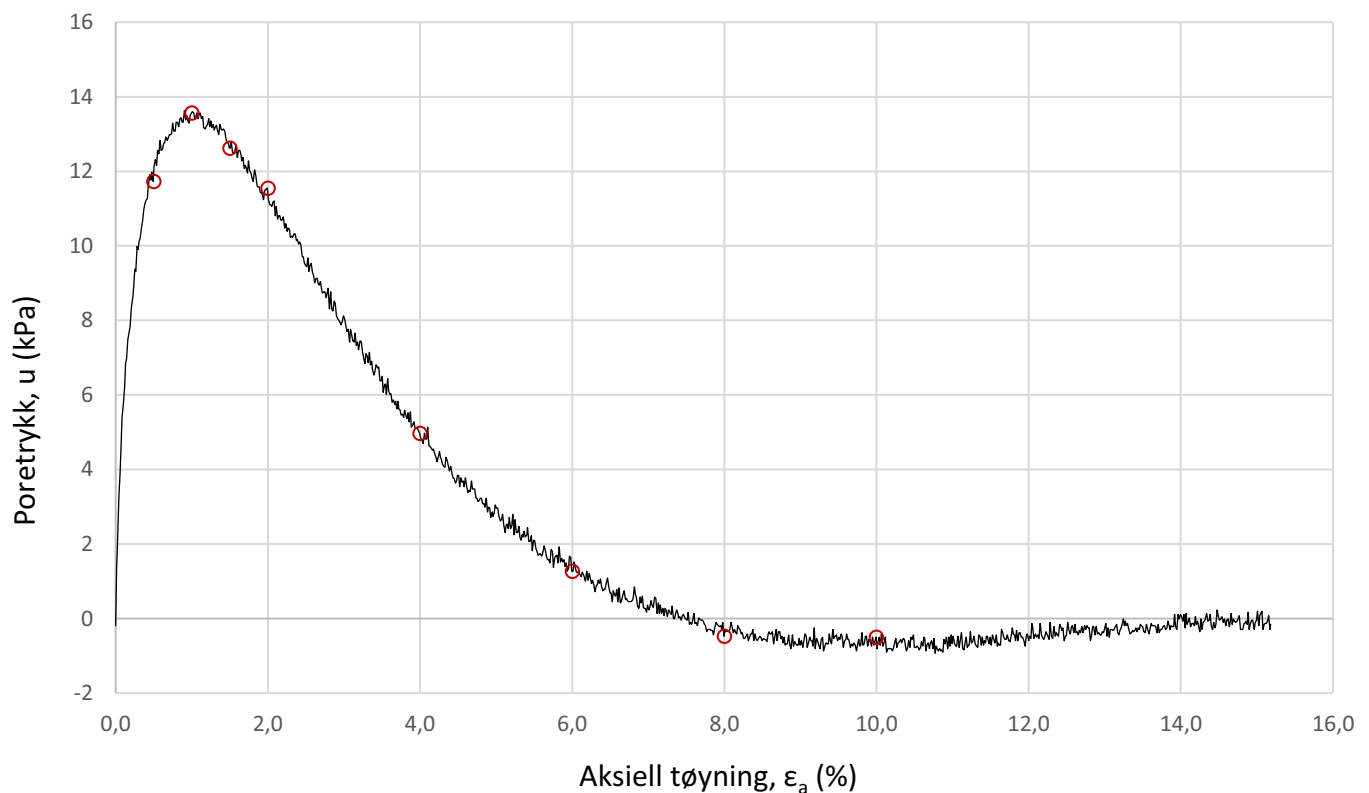
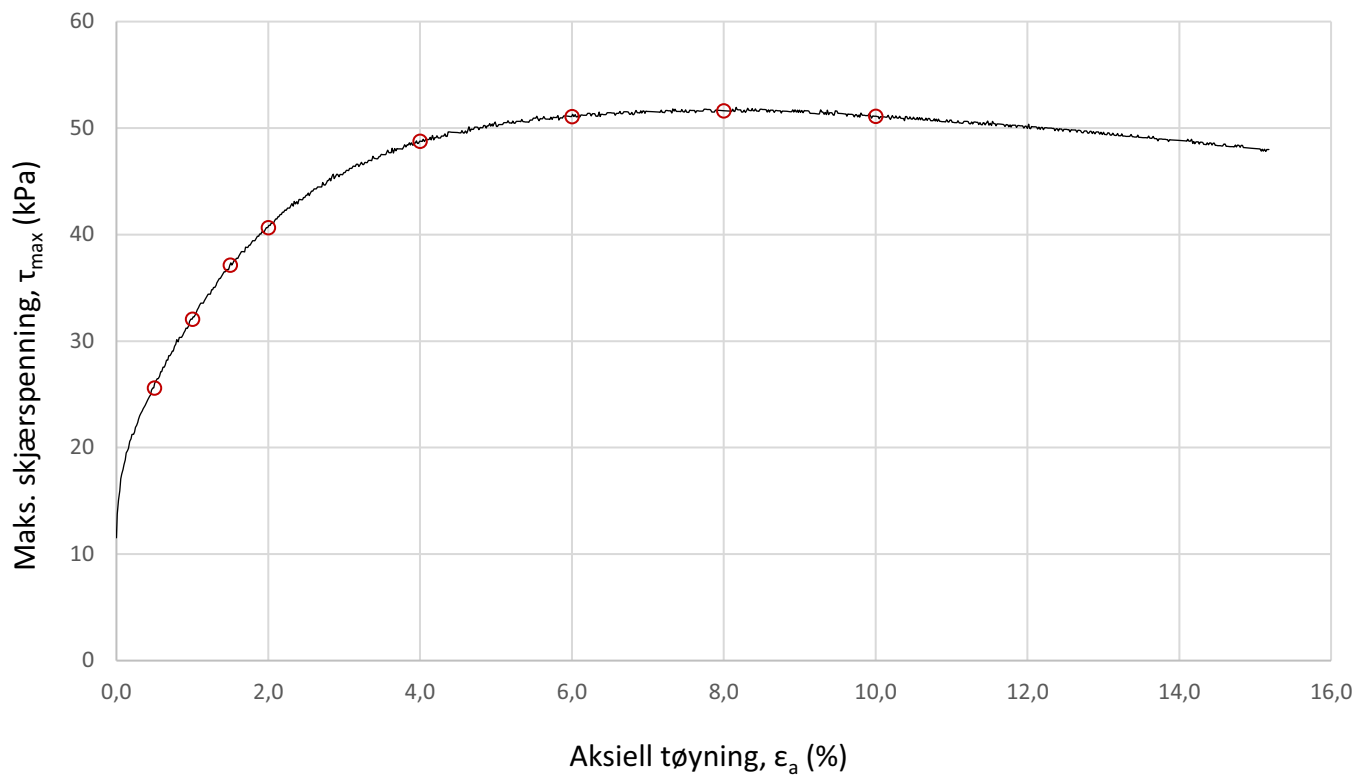
Type forsøk	Prøvehøyde (mm)	Prøvediameter (mm)	Prøvedybde (m)	Densitet, ρ (g/cm ³)	Vanninnhold, w (%)	Forsøk nr.
CRS	20,00	50,00	6,60	1,91	30,13	1
GeoNord AS				Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
				GEO	ANNM	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion				Borpunkt	Dato	Revisjon
				9	07.01.2022	0
Multiconsult		Ødometerforsøk		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
				10242238	RIG-TEG-402.2	



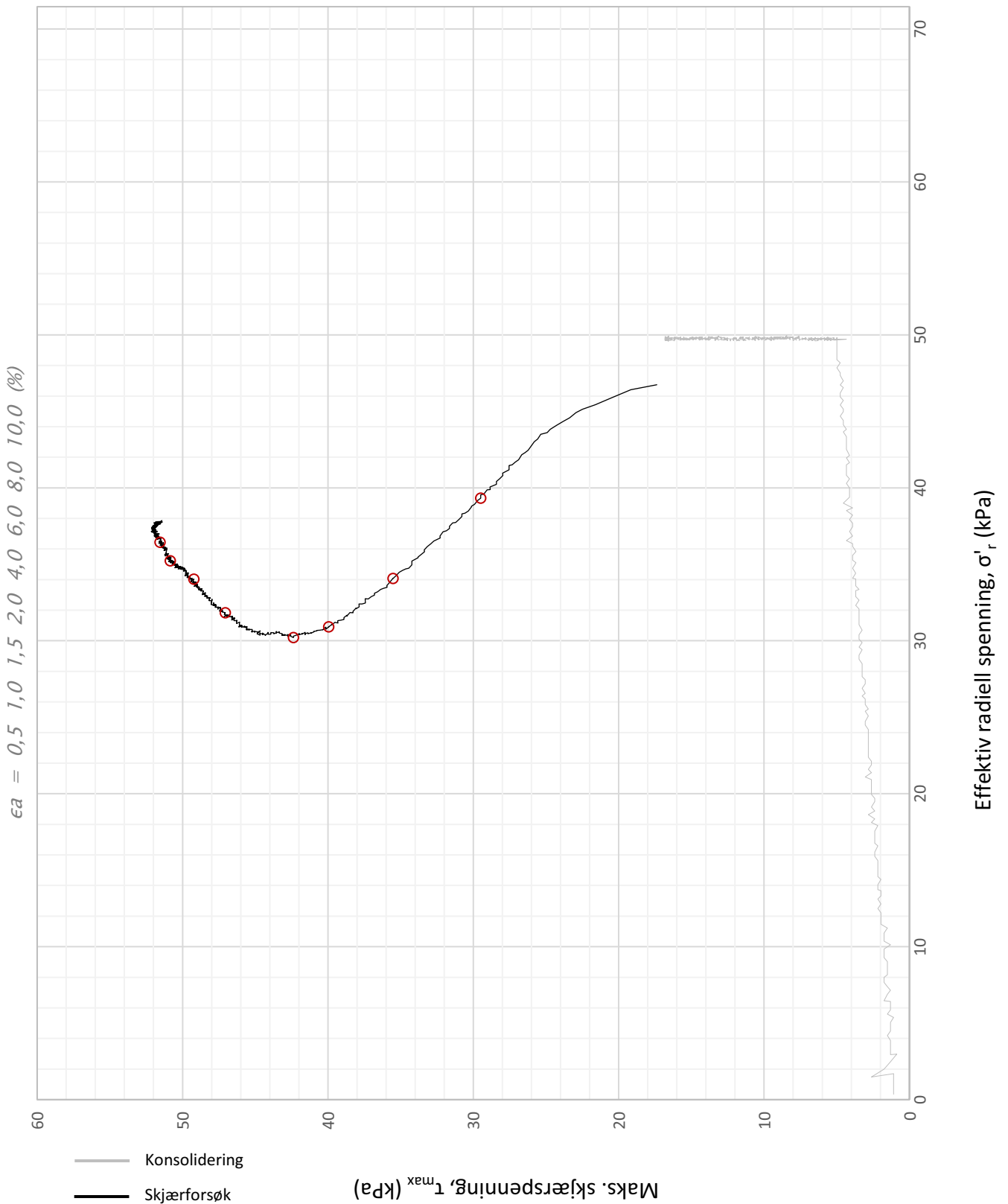
Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
NTNU	CAUa	5,40 m	0,5 m	19,4	27,9	0,05	2,4	56,5	56,5	33,9
GeoNord AS						Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent		
						GEO	ANNM	ANNM		
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion						Borpunkt	Dato	Revisjon		
						1	13.01.2022	00		
Multiconsult		Treaksialforsøk				Oppdragsnummer	Tegningsnummer			
						10242238	RIG-TEG-450.1			



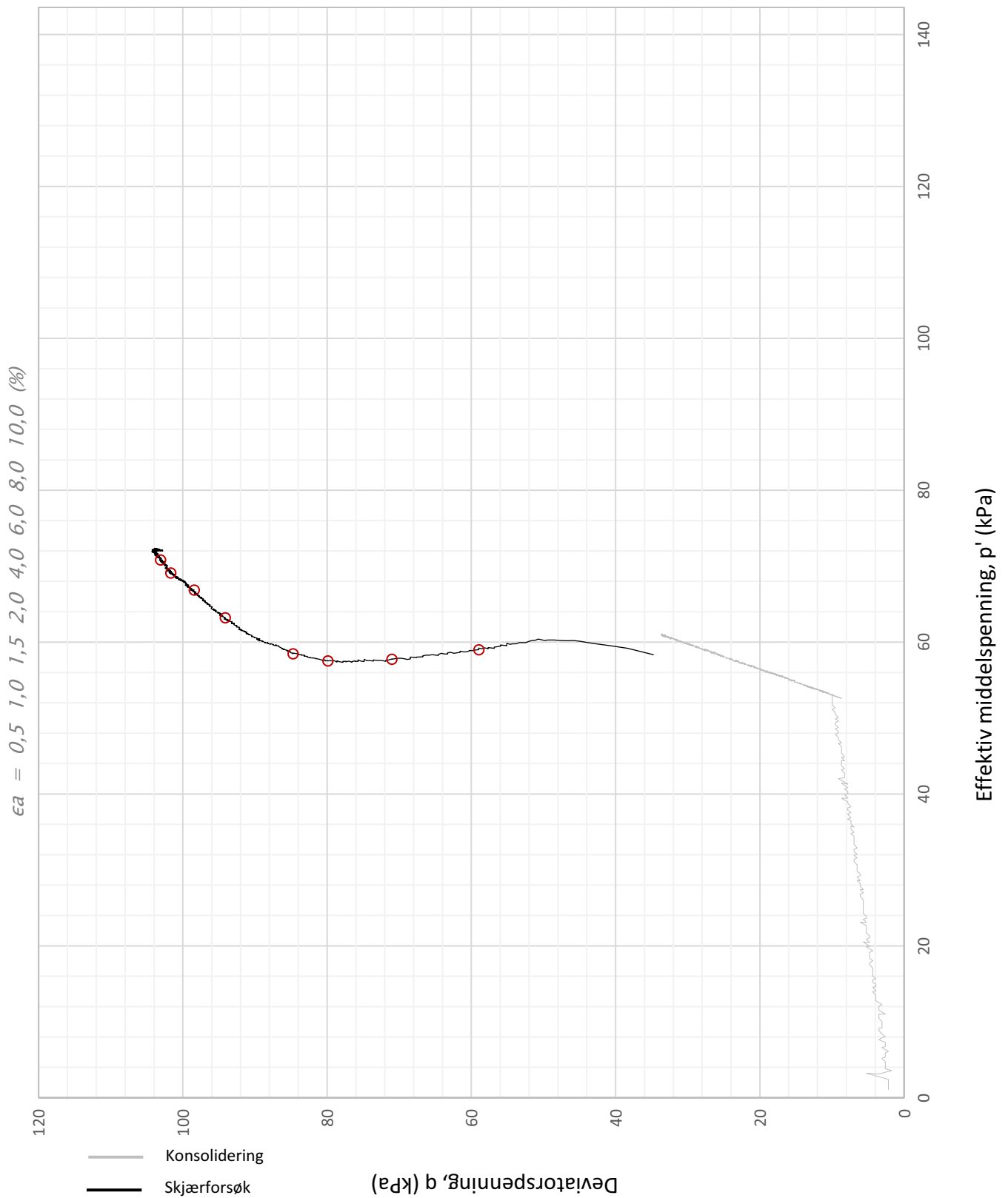
Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
q vs. p'	CAUa	5,40 m	0,5 m	19,4	27,9	0,05	2,4	56,5	56,5	33,9
GeoNord AS						Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent		
						GEO	ANNM	ANNM		
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion						Borpunkt	Dato	Revisjon		
						1	13.01.2022	00		
Multiconsult		Treaksialforsøk				Oppdragsnummer	Tegningsnummer			
						10242238	RIG-TEG-450.2			



Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
-	CAUa	5,40 m	0,5 m	19,4	27,9	0,05	2,4	56,5	56,5	33,9
GeoNord AS						Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent		
						GEO	ANNM	ANNM		
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion						Borpunkt	Dato	Revisjon		
						1	13.01.2022	00		
Multiconsult		Treaksialforsøk				Oppdragsnummer	Tegningsnummer			
						10242238	RIG-TEG-450.3			

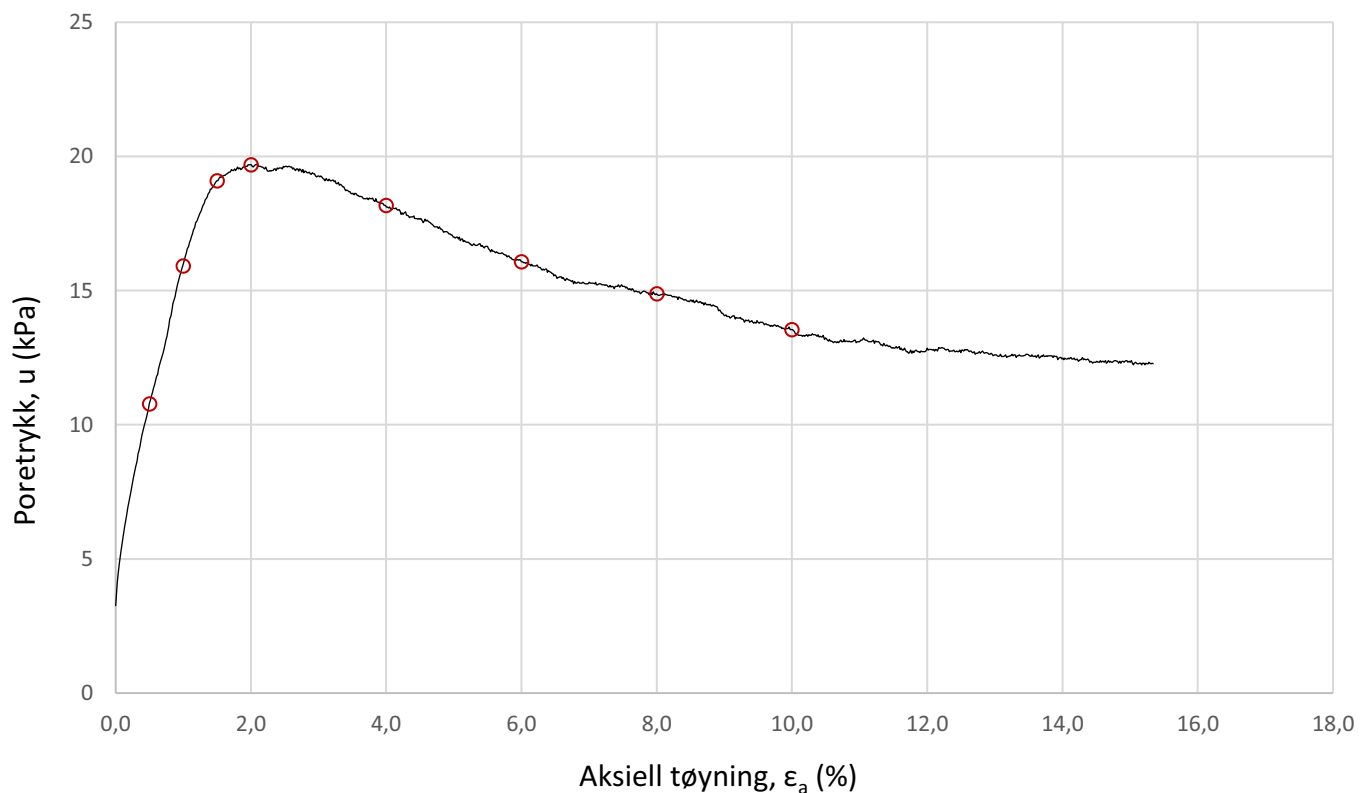
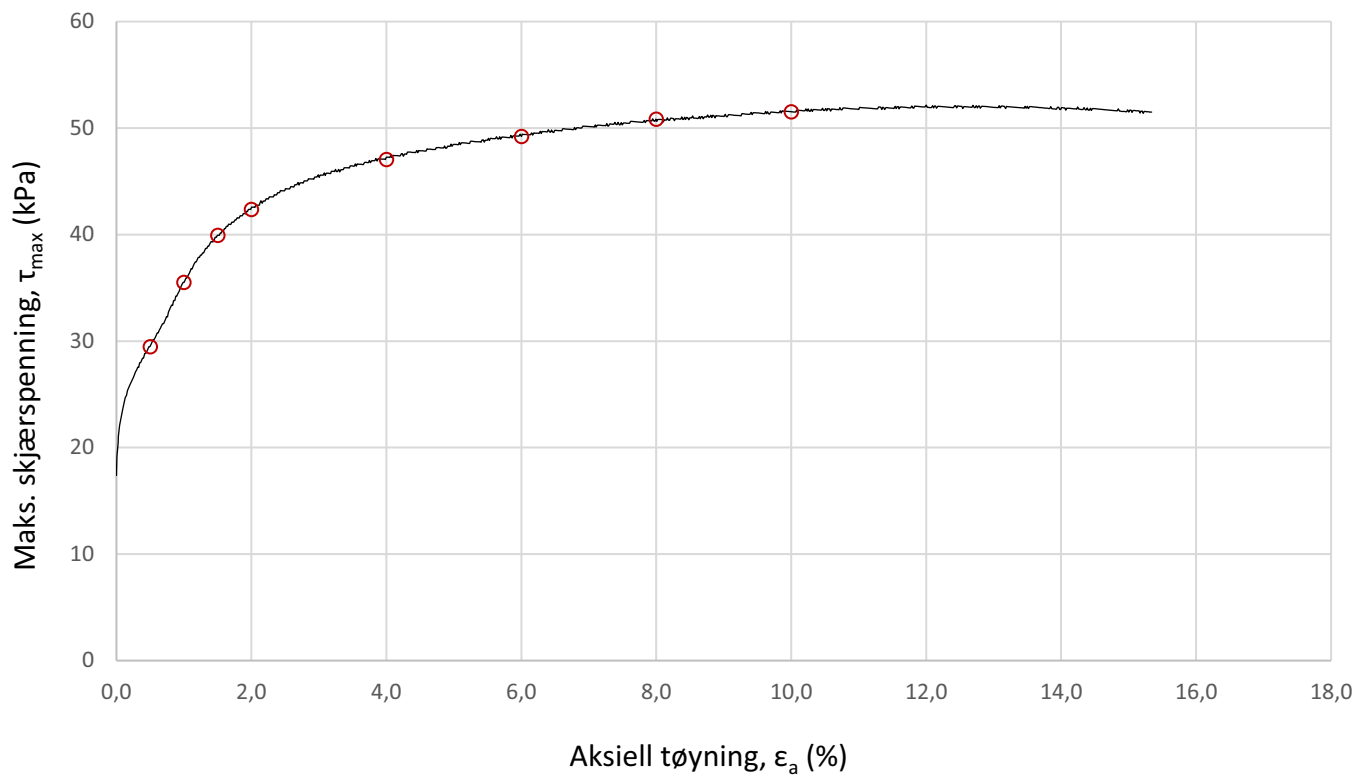


Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
NTNU	CAUa	7,45 m	0,5 m	20,4	25,5	0,08	3,0	83,8	82,9	49,8
GeoNord AS						Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent		
						GEO	ANNM	ANNM		
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion						Borpunkt	Dato	Revisjon		
						8	13.01.2022	00		
Multiconsult		Treaksialforsøk				Oppdragsnummer	Tegningsnummer			
						10242238	RIG-TEG-451.1			



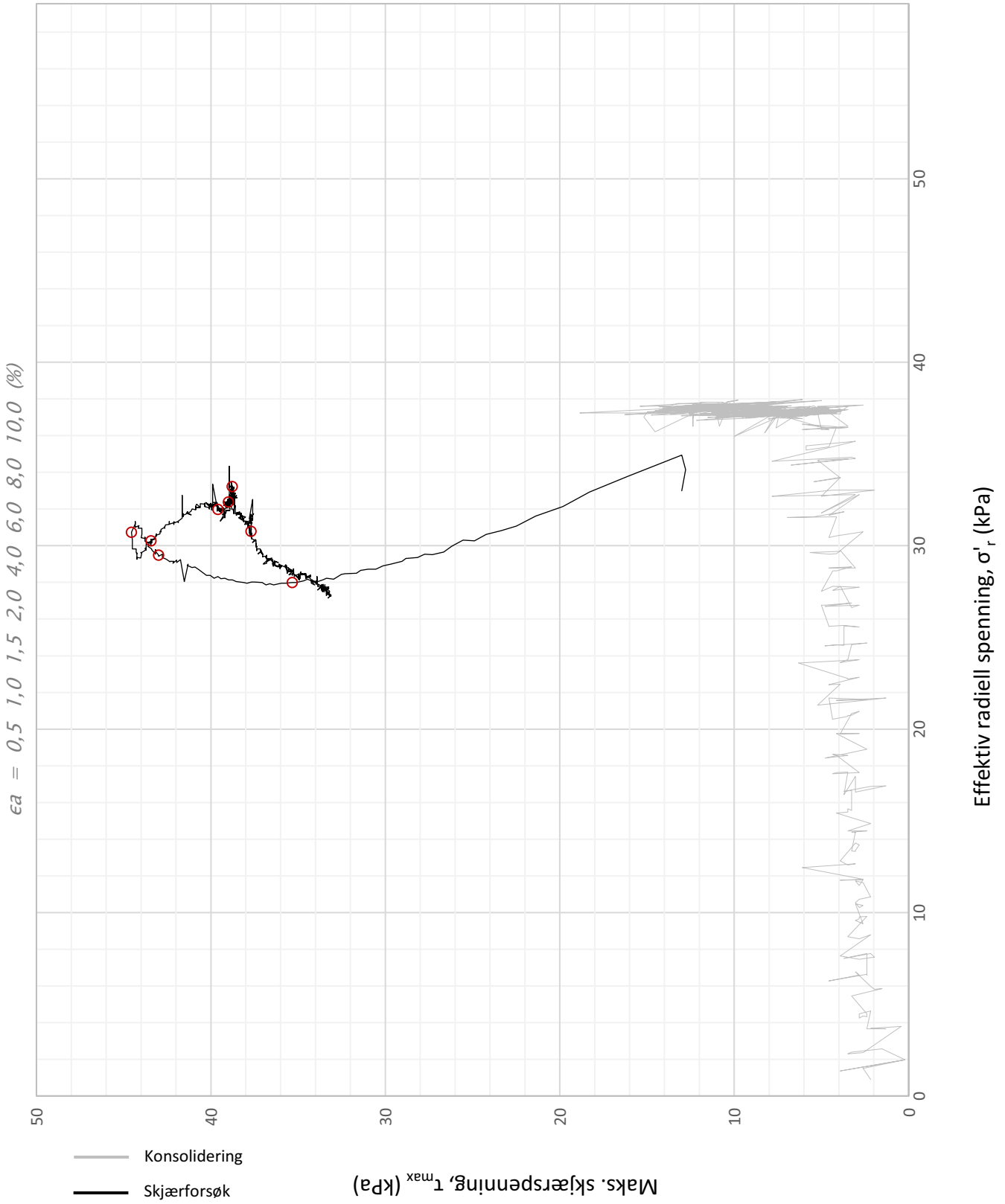
Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
q vs. p'	CAUa	7,45 m	0,5 m	20,4	25,5	0,08	3,0	83,8	82,9	49,8

GeoNord AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	GEO	ANNM	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion	Borpunkt	Dato	Revisjon
	8	13.01.2022	00
Multiconsult	Oppdragsnummer		Tegningsnummer
	10242238		RIG-TEG-451.2
Treaksialforsøk			



Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
-	CAUa	7,45 m	0,5 m	20,4	25,5	0,08	3,0	83,8	82,9	49,8

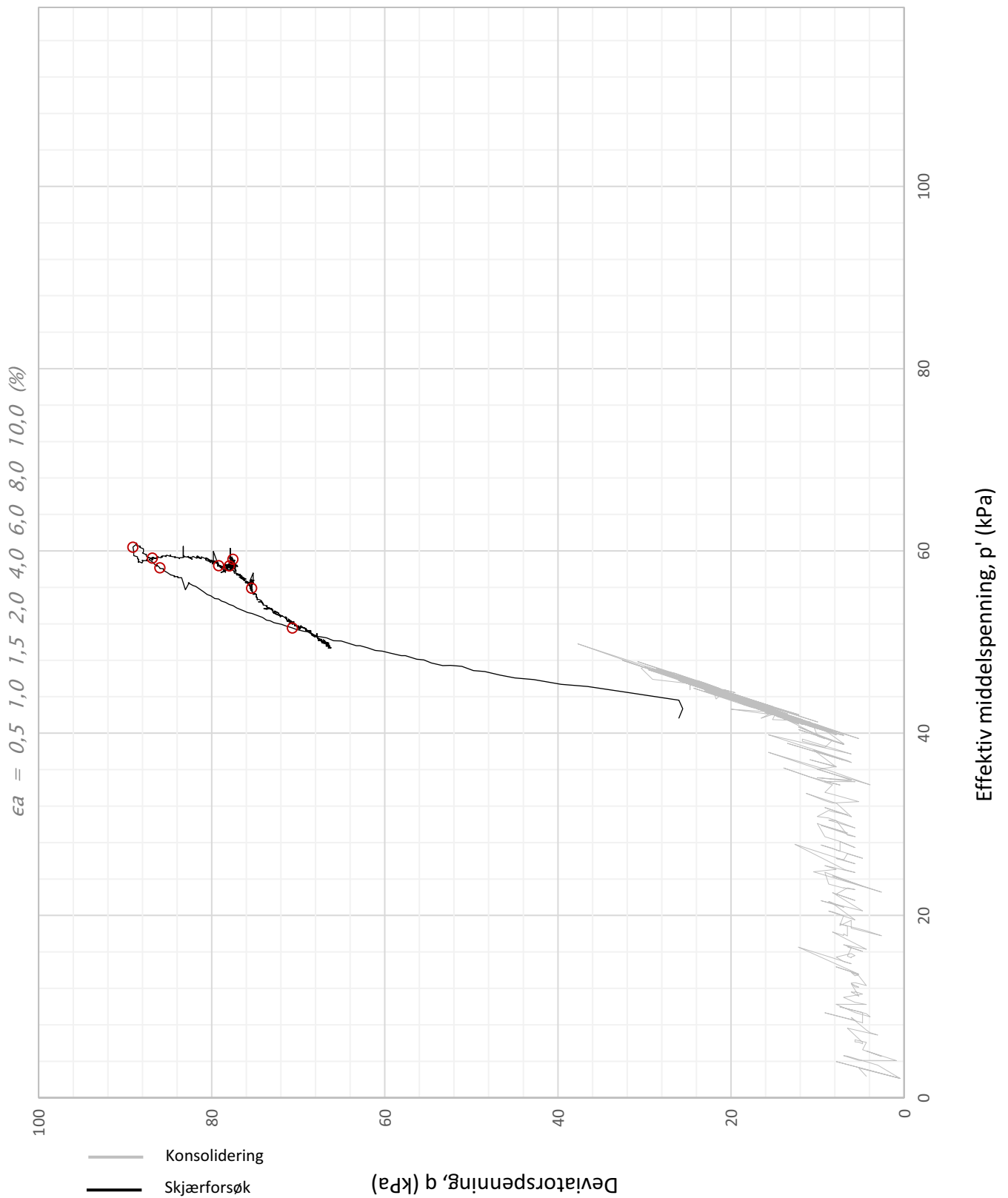
GeoNord AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	GEO	ANNM	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion	Borpunkt	Dato	Revisjon
	8	13.01.2022	00
Multiconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	10242238	RIG-TEG-451.3	
Treaksialforsøk			



Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
NTNU	CAUa	6,45 m	0,5 m	18,9	31,7	0,04	1,5	63,7	61,9	37,2

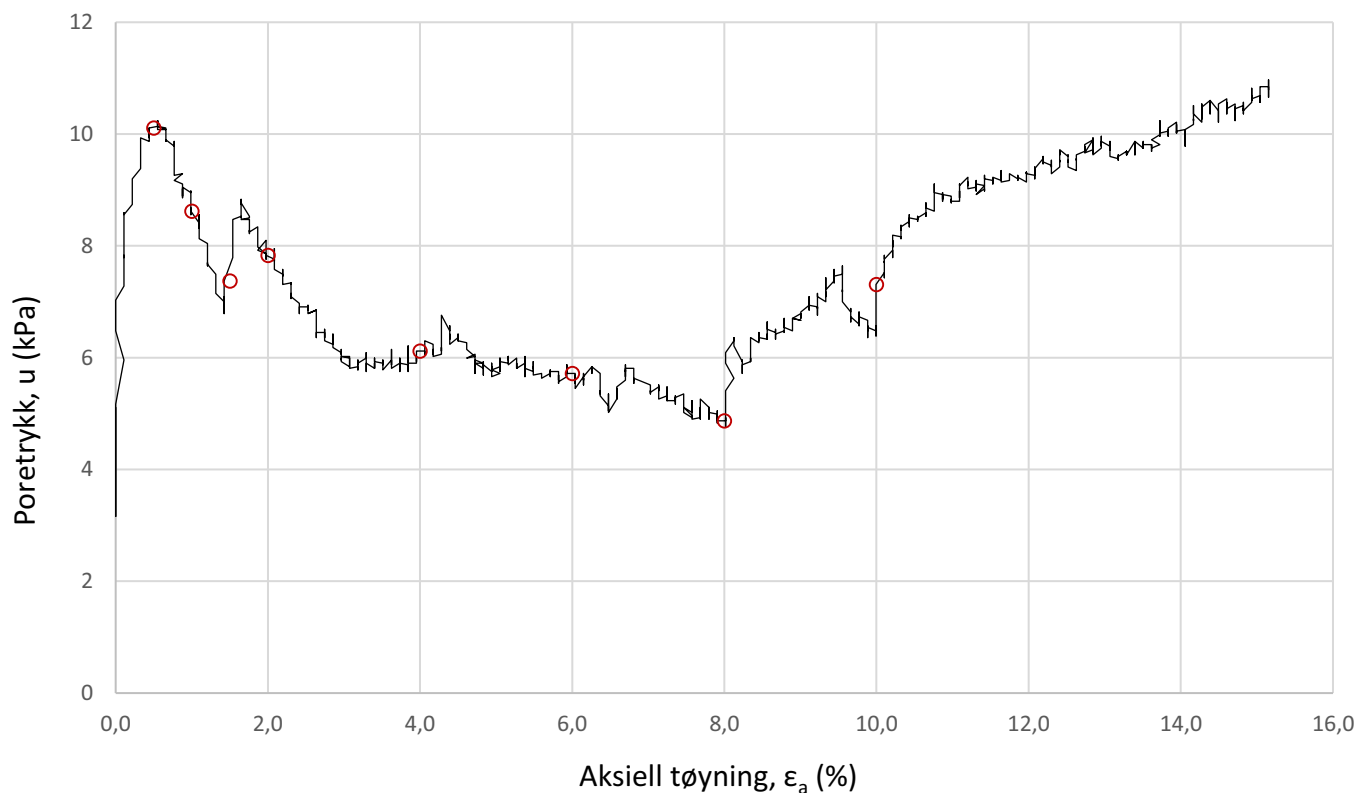
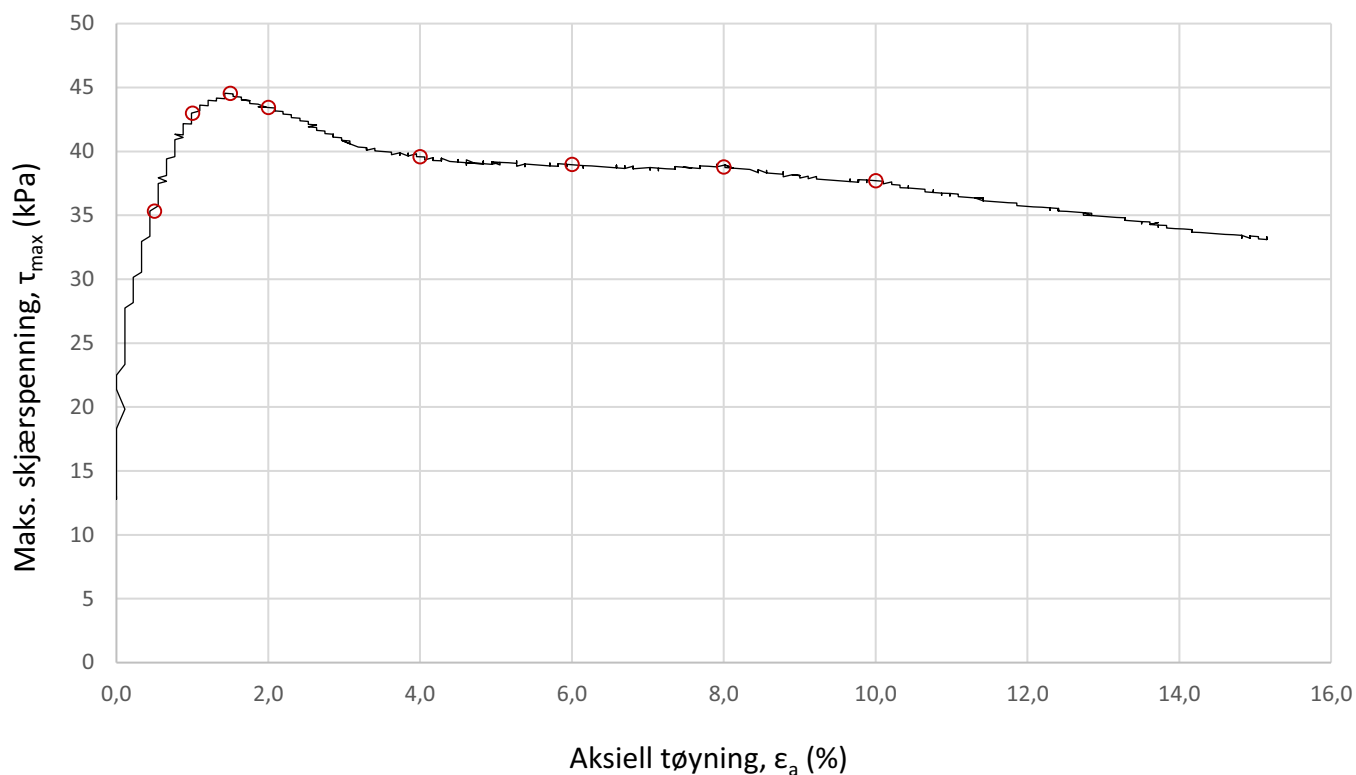
GeoNord AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	GEO	ANNM	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion	Borpunkt	Dato	Revisjon
	9	13.01.2022	00
Multiconsult	Oppdragsnummer		Tegningsnummer
	10242238		RIG-TEG-452.1

Treaksialforsøk



Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
q vs. p'	CAUa	6,45 m	0,5 m	18,9	31,7	0,04	1,5	63,7	61,9	37,2

GeoNord AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	GEO	ANNM	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion	Borpunkt	Dato	Revisjon
	9	13.01.2022	00
Multiconsult	Oppdragsnummer		Tegningsnummer
	10242238		RIG-TEG-452.2
Treaksialforsøk			



Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
-	CAUa	6,45 m	0,5 m	18,9	31,7	0,04	1,5	63,7	61,9	37,2

GeoNord AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	GEO	ANNM	ANNM
Grunnundersøkelser ved Saga skistadion	Borpunkt	Dato	Revisjon
	9	13.01.2022	00
Multiconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	10242238	RIG-TEG-452.3	
Treaksialforsøk			

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag 3 – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse [mm]	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
<ul style="list-style-type: none"> Fibrig torv 	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
<ul style="list-style-type: none"> Delvis fibrig torv, mellomtorv 	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
<ul style="list-style-type: none"> Amorf torv, svarttorv 	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold
Mold og matjord	Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det ovre jordlaget

KORNFORDELINGSANALYSER

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063$ mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

VANNINNHOOLD

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

KONSISTENSGRENSER

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisitetsindeksen $I_p = w_f - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

HUMUSINNHOOLD

Humusinnholdet kan bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), glødning av jordprøve i varmeovn eller våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd. Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

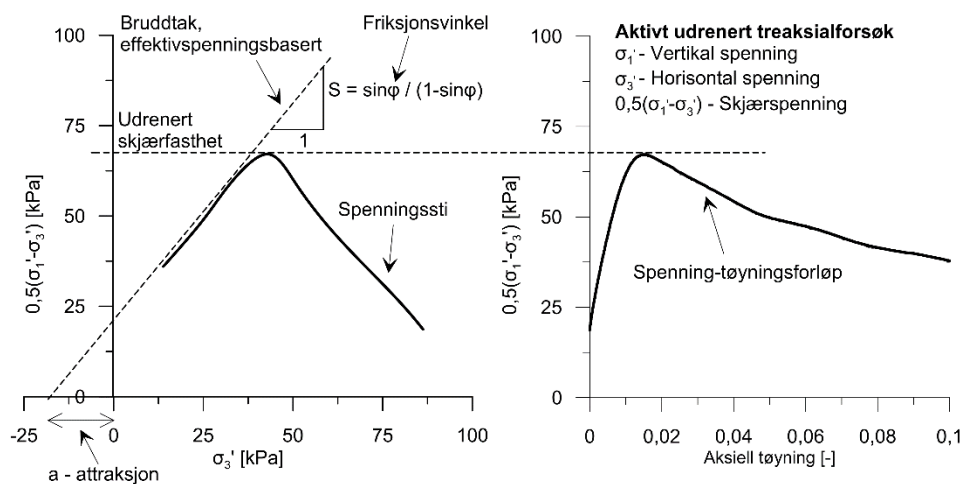
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m ³	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_d	kN/m ³	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)
Poretall	e	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ($e = n/(1-n)$, n som desimaltall)
Porøsitet	n	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ($n = e/(1+e)$)

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon) og $\tan \phi$ (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyningutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , omrørt c_{urfc}), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv c_{uA} , avlastning/passiv c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) ($c_{u\text{CPTU}}$) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

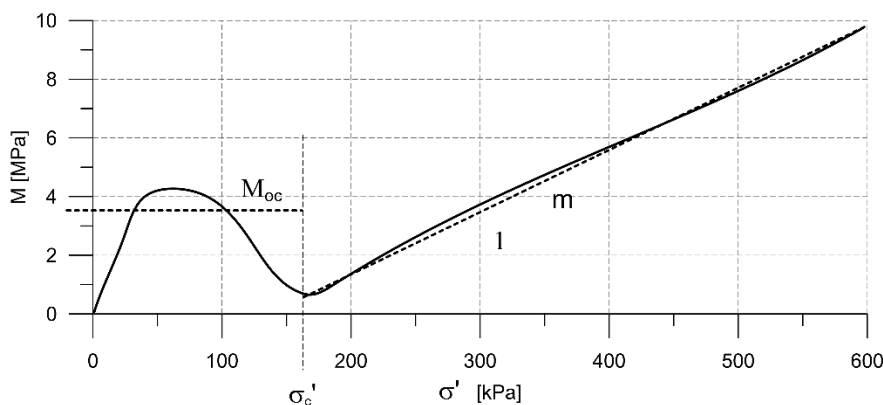


SENSITIVITET

Sensitiviteten $St = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet ($c_r < 0,5$ kPa NS8015, $c_r < 0,33$ kPa ISO 17892-6), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_c). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_c vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet m .

**TELEFARLIGHET**

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

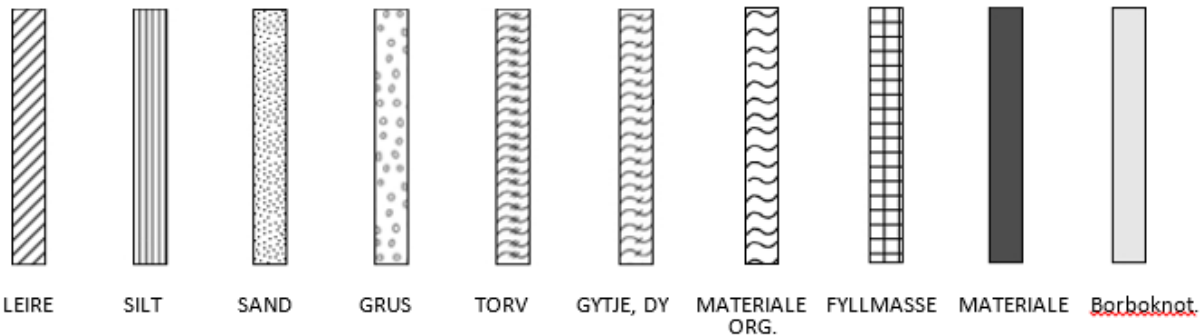
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

PERMEABILITET

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet, ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt samt ødometerforsøk.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



NB: Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet.

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

SILT: Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

SAND: Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

GRUS: Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelse kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

GYTJE/DY: Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

FYLLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

Borboknotat: Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksimumsgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold w		Plastisitetsgrense w_p	
		Flytegrense w_f	

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksimumsgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus c_{urfc}		Omrørt konus c_{urfc}	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001, NS-EN ISO 17892-12:2018	Støtflytegrense
NS8002, NS-EN ISO 17892-12:2018	Konusflytegrense
NS8003, NS-EN ISO 17892-12:2018	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4:2016	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2:2014	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3:2015	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1:2014	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS-EN ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016, NS-EN ISO 17892-7:2018	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-11:2019	Permeabilitetsforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9:2018	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser