



E6 Kvithammar – Åsen

Detaljregulering Jernbanekulvert Langstein

Geoteknisk fagrapport

Rapport nr.	Dato
R1-GEOT-03	20.01.2020
	

		Side 2 av 2
Rapport nr. R1-GEOT-03	E6 Kvithammar – Åsen. Reguleringsplan Stjørdal kommune	
	Geoteknisk fagrapport	

Revisjonshistorikk

					
Rev.	Dato	Sign.	Kont.	Godkj.	Godkj.
0	15.10.2019	SRo	AKL	AKL	
01	29.10.2019	SRo	AKL	AKL	
02	20.12.2019	SRo	AKL	AKL	
03	20.01.2020	SRo	AKL	AKL	



RAPPORT

E6 Kvithammar-Åsen

R1-GEOT-03 GEOTEKNISK FAGRAPPORT FOR
REGULERINGSPLAN, KRYSS E6 -
LANGSTEINVEGEN

DOK.NR. 20180628-08-R
REV.NR. 3 / 2020-01-20

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentsiteteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



Prosjekt

Prosjekttittel: E6 Kvithammar-Åsen
Dokumenttittel: R1-GEOT-03 Geoteknisk fagrapport for reguleringsplan, Kryss E6 -
Langsteinvegen
Dokumentnr.: 20180628-08-R
Dato: 2019-10-15
Rev.nr. / Rev.dato: 3 / 2020-01-20

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Aas-Jakobsen Trondheim AS
Kontaktperson: Hans Petter Hansen
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse samhandlingsfase E6 K-Å_NGI, datert
06.05.2019

for NGI

Prosjektleder: Alf Kristian Lund
Utarbeidet av: Sigbjørn Rønning
Kontrollert av: Alf Kristian Lund

Sammendrag

Nye Veier AS planlegger bygging av ny E6 mellom Kvithammar og Åsen. I tilknytning til dette planlegges det ny kulvert under jernbanen på Langstein for Langsteinvegen. E6 må senkes på strekningen for å få nytte av den økte størrelsen av kulverten.

For å øke trafiksikkerheten planlegges det etablert ny rundkjøring i krysset mellom Langsteinvegen og E6. Denne rundkjøringa medfører noe utfylling i sjøen. Langs Langsteinvegen fra dagens E6 i Langsteinfjæra og opp til fremtidig trase i Langsteindalen må det gjøres utbedringer på møteplasser for å sikre tilstrekkelig kapasitet.

Nye Veier har engasjert Hæhre AS med tilhørende prosjekteringsgruppe ledet av Aas-Jakobsen Trondheim AS til å planlegge ny E6 inklusive arbeidene med ny kulvert i Langstein. NGI har som underrådgiver for Aas-Jakobsen ansvaret for geoteknisk prosjektering for prosjektet.

Foreliggende rapport er geoteknisk fagrapport for reguleringsplan for etablering av rundkjøring mellom E6 og Langsteinvegen på Langstein, ny kulvert under jernbanen og etablering av møtelommer langs Langsteinvegen.

Det er påvist sprøbruddmateriale for de delene av prosjektområdet der det skal bygges rundkjøring og ny kulvert under jernbanen. Det er også påvist sprøbruddmateriale i sjøbunnen utenfor E6. Tiltaket som gjennomføres er et trafiksikkerhetstiltak. Det er ikke en utbygging eller utvidelse av kapasitet, eller annet som øker konsekvensen. Siden rundkjøringen medfører noe utfylling i sjøen er det ikke åpenbart at tiltaket ikke er en forverring uten å dokumentere dette med en beregning. Det er utført stabilitetsberegninger for å verifisere at terrengsenking og lette masser i sum veier opp for utfyllingen og fører til en forbedring av stabiliteten. Med bakgrunn i at bygging av ny E6 vil medføre at trafikken i området vil gå ned på ca. 5 års sikt og at det ikke medfører forverring av stabiliteten i noen fase av gjennomføringen anses prosjektet å plasseres i tiltaks kategori K2 i forhold til NVEs Veiledning for utbygging i kvikkleireområder [1].

Innhold

1	Innledning	7
2	Om tiltaket	8
3	Styrende dokumenter	11
3.1	Geotekniske kategorier	11
3.2	Konsekvensklasse	12
3.3	Prosjekteringskontrollklasse	14
3.4	Utførelseskontrollklasse	14
3.5	Krav til kontrollform	15
3.6	Tiltakskategori	15
4	Geoteknisk prosjektering til reguleringsplan	19
4.1	Fyllings- og skjæringsområder, inkludert brukbarhet av skjæringsmasser der det er aktuelt.	19
4.2	Utstrekning av kvikkleiresoner	19
4.3	Lokal- og områdestabilitet	19
4.4	Sikkerhet mot flom og stormflo	20
4.5	Behov for sikringstiltak eller behov for ekstra regulering av areal	20
4.6	Fundamenteringsmetoder for konstruksjoner og at disse er gjennomførbare	22
4.7	Setningspotensialet for konstruksjoner og fyllinger	22
4.8	Massebalanse berg/løsmasser	23
4.9	Aktuelle deponiområder	23
4.10	Forurensset grunn	23
5	Sikkerhetsnivå	24
5.1	Lokalstabilitet	24
5.2	Områdestabilitet	24
5.3	Sikkerhet for eksisterende veg	25
6	Jernbanebruer	26
7	Topografi og grunnforhold	27
7.1	Generelt	27
7.2	Topografi	27
7.3	Kvartærgeologi	28
7.4	Utførte grunnundersøkelser	28
7.5	Grunnforhold og grunnvann	29
8	Beregningsresultater	32
9	Geotekniske vurderinger av møteplasser	33
10	Kritiske momenter	33
11	Videre arbeid	33
12	Referanser	34

Vedlegg

Vedlegg A	Utdrag fra relevante datarapporter
Vedlegg B	Beregningsresultater fra stabilitetsberegninger
Vedlegg C	Borplaner
Vedlegg D	Kvikkleirekart
Vedlegg E	Vannstandsdata Langstein
Vedlegg F	Bølgevurdering

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

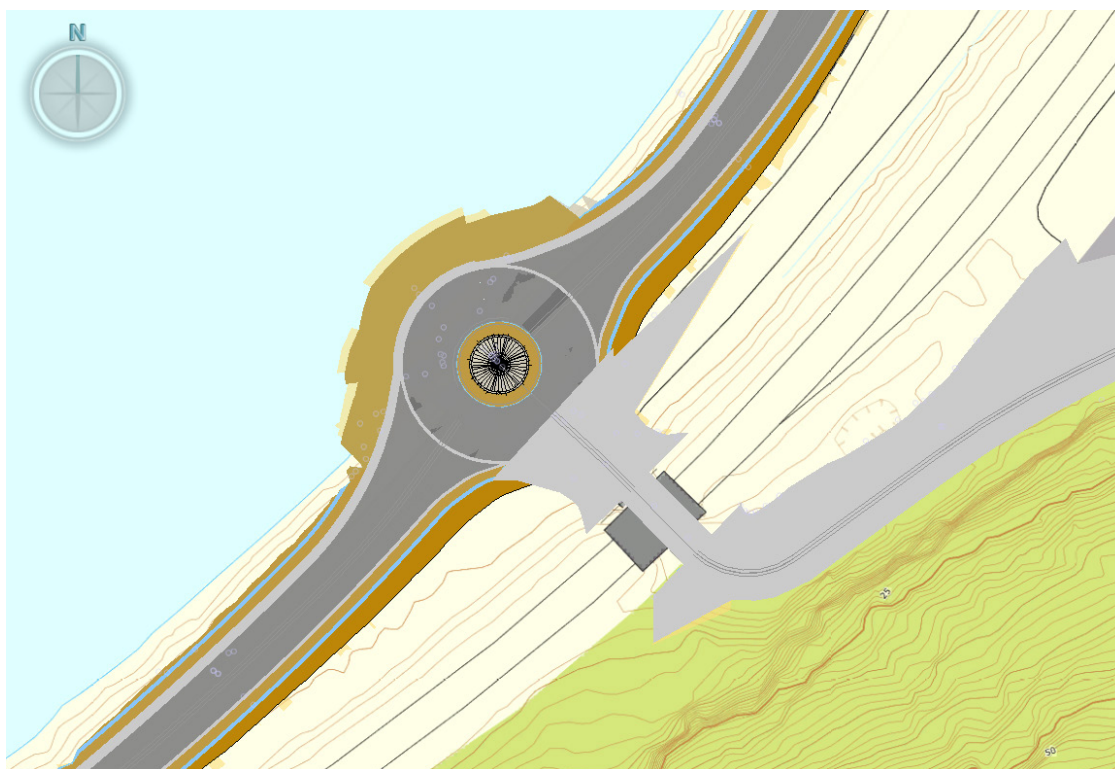
Hæhre AS utarbeider reguleringsplan for prosjektet E6 Kvithammar – Åsen på oppdrag for Nye Veier AS. Dr. Ing. A. Aas Jakobsen Trondheim AS er hovedrådgiver for arbeidene med NGI som underrådgiver for fagområdet geoteknikk.

Denne rapporten er geoteknisk fagrapport for geoteknikk for reguleringsplan for planlagt midlertidig omlegging av krysset mellom E6 og fylkesveg Fv. 6816 på Langstein inklusive ny kulvert under jernbanen og møtelommer langs Langsteinvegen.

Hovedelementene i planen er:

- Ny kulvert under jernbanen med minimum høyde 4,4 m.
- Senking av E6 for å komme under jernbanen gjennom ny kulvert
- Bygging av rundkjøring i krysset E6 - Fv.6816, inklusive utfylling i sjøen
- Etablere nye møtepunkter langs Fv.6816 til avkjøring mot Drogset.

Rapporten begrenser seg til stabilitet av fyllinger, skjæringer og fundamentering av konstruksjoner. For vurderinger av skredfare med hensyn til steinsprang, se rapport for ingeniørgeologi. Dette gjelder for møteplasser i Langsteindalen, og er ikke knyttet til rundkjøringen og kulverten.



Figur 1-1: Plan planlagt rundkjøring og ny undergang under jernbanen



Figur 1-2: Planlagt rundkjøring og ny jernbaneundergang

2 Om tiltaket

Tiltaket reguleringsplanen omfatter:

1. Utskifting av eksisterende kulvert under jernbanen for å gi plass til høyere kjøretøy enn det som kan passere i dag. Kulverten vil også utvides sideveis for å gi bedre sikt og svingebevegelse inn på fylkesvegen.
2. Som følge av økt høyde i kulverten må E6 senkes i kryssområdet. På det meste senkes vegen med ca. 1,45 m.
3. På grunn av økt anleggstrafikk langs fylkesvegen bygges det rundkjøring i krysset mellom fylkesvegen og E6. For å få plass til rundkjøringa er det behov for å fylle ca. 1050 m³ ut i sjøen, hvorav ca. 400 m³ lette masser.
4. Under den nye kulverten skal det bygges ny overvannsledning ut i sjøen som vil føre overvannet som kommer ned mot kulvert ut i sjøen.
5. Fylkesvegen sør for jernbanen
 - Sør for jernbanen anlegges skjæring med helning 1:1,5.
 - Langs fylkesvegen skal det bygges flere møteplasser, se Tabell 2-1.
6. Midlertidig omgjøring fra T-kryss til rundkjøring.
7. Fjerning av midlertidig fylling for rundkjøring.

Tabell 2-1 Møteplasser Langsteindalen

Nr.	Profil	Grunnforhold		Beskrivelse
		Berg	Løsmasse	
1	-2240 - -2200	(X)	X	Skjæring i løsmasse 1:1,5. Ev. mindre omfang bergskjæring.
2	-1890 - -1840	(X)	X	Skjæring i løsmasse med helning 1:1,5, Strammes opp med ordnet steinfylling med helning 1:1 der nødvendig. Ev. mindre omfang bergskjæring.
3	-1520 - -1420	(X)	X	
4	Ca. -1200	(X)	X	Anlegges på åpen plass mellom vegen og elva.
5	-1130 - -1090	(X)	X	Skjæring i løsmasse med helning 1:1,5, Strammes opp med ordnet steinfylling med helning 1:1 der nødvendig. Ev. mindre omfang bergskjæring.
6	Ca. -850	(X)	X	Anlegges på åpen plass mellom vegen og elva.
7	-790 - -690	(X)	X	Skjæring i løsmasse med helning 1:1,5, Strammes opp med ordnet steinfylling med helning 1:1 der nødvendig. Ev. mindre omfang bergskjæring.
8	-500 - -550	(X)	X	
9	-280 - -330	X		Bergskjæring beskrevet i ingeniørgeologisk rapport
10	-50 - -100	X		

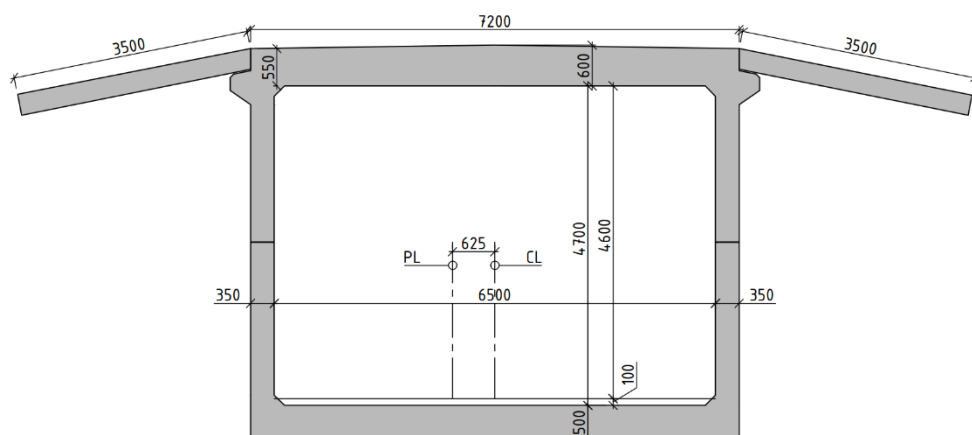
Kulvert

Eksisterende undergang for Fv. 6816 er bygd i flere omganger.



Figur 2-1: Bilder av eksisterende situasjon

Det foreslås å erstatte eksisterende undergang med en elementkulvert i prefabrikkert betong. Kulverten foreslås bygd med innvendige mål B x H = 6,5 x 4,6 m og lengde 12 m.



Figur 2-2: Kulverttverrsnitt

3 Styrende dokumenter

N200 Vegbygging fra 2018 [1] definerer hvilke eurokoder og andre regelverk og veiledninger geoteknisk prosjektering skal forholde seg til for å oppnå foreskrevet sikkerhet på veien.

For jernbanebruer er det Bane NORs tekniske regelverk [2] som er styrende, se kapittel 6.

3.1 Geotekniske kategorier

Prosjekter klassifiseres i geoteknisk kategori 1, 2 og 3 avhengig av kompleksitet og risiko. Kategori bestemmes i henhold til Eurokode 7 del 1 [3]. Ulike deler av prosjektet kan plasseres i ulike geoteknisk kategori. Tilstøtende områder og konstruksjoner skal også være en del av vurderingen.

Spesielt nevner N200 [1] at i områder med kvikkleire (sprøbruddmaterialer) skal vegprosjekter plasseres i geoteknisk kategori 3. Det samme gjelder ved utfylling i sjø med skrånende sjøbunn, stor fyllingshøyde eller utfylling ved massefortrengning. For begge tilfellene står det at geoteknisk kategori kan justeres ned til 2 under spesielt gunstige forutsetninger og ved en skriftlig begrunnelse.

Eurokode 7 [3] beskriver de geotekniske kategoriene slik:

- Geoteknisk kategori 1 bør bare inkludere små og relativt enkle konstruksjoner med minimal risiko for stabilitet eller bevegelser i grunnen. Utgravinger bør ikke være dypere enn grunnvannstanden.
- Geoteknisk kategori 2 bør omfatte konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer, eller grunn- eller belastningsforhold. Eksempelvis nevnes Sålefundamentering, platefundamentering, pelefundamentering, vegger og andre støttekonstruksjoner, utgravinger, fyllinger etc.
- Geoteknisk kategori 3 bør omfatte deler av konstruksjoner som faller utenfor ovennevnte. Eksempelvis svært store eller uvanlige konstruksjoner, unormale risikoer, uvanlige eller eksepsjonelt vanskelige grunn- eller belastningsforhold, ustabil grunn og områder med vedvarende bevegelser.

Med høyere geoteknisk kategori øker kravet til mengden grunnundersøkelser, kvantitative beregninger og utførelseskontroll, se Figur 3-1.

Kontroll av	Geoteknisk kategori		
	1	2	3
Utførelse	Inspeksjon, enkle kvalitetskontroller, kvalitativ bedømmelse	Grunnens egenskaper, arbeidsrekkefølge, konstruksjonens oppførsel	Tilleggsmålinger der det er aktuelt: - av grunn og grunnvann, - arbeidsrekkefølgen, - materialenes kvalitet, - tegninger, - avvik fra prosjektering - resultat av målinger, - observasj. av miljøforh. - uforutsette hendelser
Grunnforhold	Befaring, registrering av jord og berg som avdekkes ved graving	Kontroll av egenskap til jord og berg i fundamentnivå	Ekstra undersøkelser av jord og berg som kan være viktige for konstruksjonen
Grunnvann	Dokumentert erfaring	Observasjoner/målinger	
Byggeplass	Ikke krav til tidsplan	Utførelsesrekkefølge angis i prosjekteringsrapport	
Overvåkning	Enkel, kvalitativ kontroll	Måling av bevegelser på utvalgte punkter	Måling av bevegelser og analyser av konstruksjon

Figur 3-1: Krav til kontrolltiltak relatert til geoteknisk kategori, fig 0.12 [3].

For kulvert og etablering av rundkjøring plasseres prosjektet i Geoteknisk kategori 3 da dette berører hovedinfrastrukturen (E6 og Nordlandsbanen) mellom landsdeler. ÅDT for E6 er i dag større enn $\text{ÅDT} = 8000$. Det er ikke forventet at dette øker vesentlig i anleggsperioden. Etter at ny E6 er åpnet vil ÅDT reduseres vesentlig. For den øvrige delen av reguleringsplanen, altså møteplasser langs Langsteinvegen, plasseres det i geoteknisk kategori 1 siden grunnforholdene langs vegen er godt kjent og består av friksjonsmasser og berg. Trafikken er lav for denne vegen, $\text{ÅDT} = 250$. I anleggsperioden forventes denne å øke, men vil fortsatt være under 500.

3.2 Konsekvensklasse

Konsekvensklasse (CC) skal velges etter Eurokode 0 [4]. Se Figur 3-2 for veiledende eksempler. Pålitelighetsklasse (RC) er direkte knyttet til konsekvensklasse. Klassifiseringen skal ta hensyn til årsak til brudd, konsekvenser av svikt, allmennhetens oppfatning av svikt og kostnader. Klassifiseringen kan gjelde hele konstruksjonen og/eller konstruksjonsdeler.

For prosjektet med etablering av rundkjøring og ny kulvert under jernbanen plasseres rundkjøring og ny kulvert i CC/RC 3.

For etablering av møteplasser langs Langsteinvegen plasseres den i CC/RC 1 på grunn av nåværende og planlagt ÅDT i anleggsfasen, og "enkle og oversiktlige grunnforhold".

Tabell NA.A1(901) – Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	Pålitelighetsklasse ²⁾ (CC/RC)			
	1	2	3	4
Atomreaktorer, lager for radioaktivt avfall				x
Dammer			x	(x)
Marine konstruksjoner for petroleumsindustrien			x	(x)
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller ¹⁾		(x)	x	(x)
Veg- og jernbanebruer			x	
Byggverk med store ansamlinger av mennesker (tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentre, forsamlingslokaler, osv.)		(x)	x	
Kai- og havneanlegg		x	(x)	
Tårn, master, skorsteiner, siloer		x	(x)	
Industrianlegg		x	(x)	
Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.		x	(x)	
Oppdrettsanlegg		x	(x)	
Landbruksbygg	(x)	x		
Feste av kledninger, takteking og lignende komponenter	x	(x)		
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold ¹⁾	x	(x)		
Småhus, rekkehus, mindre lagerhus osv.	x			
Kaier og fortøyningsanlegg for sport og fritid	x			

¹⁾ Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.
²⁾ Kryss uten parentes angir normalt valg av pålitelighetsklasse.

Figur 3-2: Veiledende eksempler for valg av konsekvensklasse [4].

3.3 Prosjekteringskontrollklasse

I henhold til N200 [1] skal prosjekteringskontrollklasse (PKK) bestemmes ut ifra både pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori, som vist i Figur 3-3.

Pålitelighetsklasse (RC) \ Geoteknisk kategori	1	2	3	4 ¹⁾
Geoteknisk kategori 1	PKK1	PKK2		
Geoteknisk kategori 2	PKK2	PKK2	PKK3	
Geoteknisk kategori 3		PKK2	PKK3	Skal spesifiseres

¹⁾ Pålitelighetsklasse 4 omtales i nasjonalt tillegg (NA) til Eurokode 0 [21] og er aktuelt bl.a. ved grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i svært kompliserte tilfeller.

Figur 3-3: Valg av prosjekteringskontrollklasse, geoteknikk. [1]

For rundkjøring og kulvert plasseres prosjektet i prosjekteringskontrollklasse PKK3, dvs. uavhengig kontroll. For de øvrige delene plasseres prosjektet i PKK1.

3.4 Utførelseskontrollklasse

I henhold til N200 [1] skal utførelseskontrollklasse (UKK) bestemmes ut ifra både pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori, som vist i Figur 3-4.

Pålitelighetsklasse (RC) \ Geoteknisk kategori	1	2	3	4 ¹⁾
Geoteknisk kategori 1	UKK1	UKK2		
Geoteknisk kategori 2	UKK2	UKK2	UKK3	
Geoteknisk kategori 3		UKK2	UKK3	UKK3 med eventuelle tilleggbestemmelser

¹⁾ Pålitelighetsklasse 4 omtales i nasjonalt tillegg (NA) til Eurokode 0 [21] og er aktuelt bl.a. ved grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i svært kompliserte tilfeller.

Figur 3-4: Valg av utførelseskontrollklasse, geoteknikk. [1]

For rundkjøringa og kulverten plasseres prosjektet i UKK3. For øvrig i klasse UKK1.

3.5 Krav til kontrollform

Kontroll skal utføres i samsvar med Figur 3-5. Utvidet kontroll i PKK3 skal gjennomføres fra og med reguleringsplan til og med byggefasen. I henhold til N200 [1] og Eurokode 0 [4] skal utvidet prosjekteringskontroll og utvidet utførelseskontroll utføres i byggherrens regi enten av byggherrens egen organisasjon eller et annet foretak som er uavhengig av foretaket som utførte arbeidene. Omfang prosjekteringskontroll er vist i kapittel 203.4 i N200 [1].

Kontroll-klasse	Kontrollform					
	Ved prosjektering			Ved utførelse		
	Egen-kontroll	Intern, systematisk kontroll (kollegakontroll)	Utvidet kontroll	Egen-kontroll	Intern, systematisk kontroll (kollegakontroll)	Utvidet kontroll
PKK1/UKK1	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke
PKK2/UKK2	Kreves	Kreves	Kreves ¹⁾	Kreves	Kreves	Kreves ¹⁾
PKK3/UKK3	Kreves	Kreves	Kreves ²⁾	Kreves	Kreves	Kreves ²⁾

¹⁾ Utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK2/UKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert.

²⁾ Utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK3/UKK3 skal utføres som en faglig kontroll.

Figur 3-5: Krav til kontrollform, [1].

For de delene som direkte berører E6 og Nordlandsbanen kreves det uavhengig kontroll av prosjektering og utførelse. For øvrig kreves egenkontroll.

3.6 Tiltakskategori

NVE 7/2014 [1] definerer 5 tiltakskategorier basert på tiltakets påvirkning av område-stabiliteten og av konsekvensene ved skred. Ved planlegging av flere nye byggverk i en sone er det den samlede konsekvensen for nybyggene som avgjør. Se Figur 3-6 og Figur 3-7.

Tiltakskategori. Type tiltak som inngår i tiltakskategorien	Hvordan oppnå tilfredsstillende sikkerhet
K0: Mindre byggverk og anlegg som medfører svært begrensede terrenginngrep eller laster og ingen tilflytning av personer. Eksempler er enkle garasjer, naust eller uthus som ikke er beregnet for tunge gjenstander eller kjøretøyer som vil gi betydelige terrenglaster, mindre veger som ikke medfører utfyllinger i toppen av skråninger eller skjæringer i bunnen av skråninger (eks. skogsbilveger og gårdsveger), mindre grøfter og lignende, mindre tilbygg og påbygg på eksisterende bebyggelse.	Tiltak skal følge anbefalinger i <i>Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner</i>. (NGI-rapport 2001008-62, ref. /8/).
K1: Byggverk, terrenginngrep og anlegg av begrenset størrelse og tyngde (inkludert inventar) med lite personopphold. Selve tiltakene kan utføres med lette masser for å oppnå at stabiliteten ikke forverres. Eksempler er mindre driftsbygninger i landbruket og lagerbygg av begrenset verdi, mindre massedeponier, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger og trafiksikkerhetstiltak, slik som gang- og sykkelveger, over- og underganger, tiltak i forbindelse med anlegg av midtdele og lignende.	Tiltaket skal ikke påvirke områdestabiliteten negativt. Ved tvil om dette skal tiltaket flyttes til K2. Erosjon som kan gi negativ påvirkning på stabiliteten i tiltaksområdet skal stoppes ved erosjonssikring. Vurdering av tiltakets virkning på områdestabilitet kvalitetssikres av kollega.

Figur 3-6: Tiltakskategori K0 og K1. NVE 7/2014 [1]

Tiltakskategori. Type tiltak som inngår i tiltakskategorien	Hvordan oppnå tilfredsstillende sikkerhet for ulik faregrad		
	Faregrad før utbygging: Lav	Faregrad før utbygging: Middels	Faregrad før utbygging: Høy
K2: Tiltak som er nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket. Dersom tiltaket medfører tilflytting av personer skal tiltaket plasseres i tiltakskategori K3 eller K4.	a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller b) Ikke forverring ** Kvalitetssikres av kollega.*		Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller b) Ikke forverring hvis $F > 1,2$, eller c) Forbedring hvis $F \leq 1,2$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*
K3: Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi (utover tiltak i K0-K2). Ved planlagt større tilflytting/ personopphold gjelder K4. Eksempler er bolighus og fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, mindre utendørs publikumsanlegg, mindre næringsbygg, større VA-anlegg.	a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller b) Ikke forverring** Kvalitetssikres av uavhengig foretak*	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller b) Ikke forverring hvis $F \geq 1,2$, eller c) Forbedring hvis $F < 1,2$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*
K4: Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner. Eksempler er mer enn to eneboliger /fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, bolig- og hyttefelt, skole og barnehage, sykehjem, større næringsbygg, kontorbygg, idretts- og industrianlegg, større utendørs publikumsanlegg, lokale beredskapsinstitusjoner.	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*		Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller b) Vesentlig forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*

* Se kapittel 5.3.

** Det er ikke nødvendig med fullstendig utredning av sonen. Selve tiltaket kan utføres med et tilhørende stabiliserende tiltak for å oppnå "ikke forverring" av områdestabiliteten.

Figur 3-7: Tiltakskategori K2-K4, NVE 7/2014 [1]

Det er påvist sprøbruddmateriale for de delene av prosjektområdet der det skal bygges rundkjøring og ny kulvert under jernbanen, se vedlegg D kvikkleirekart. Det er også påvist sprøbruddmateriale i sjøbunnen utenfor E6. Derfor kommer NVEs veileder [1] til anvendelse. Tiltaket som gjennomføres er et trafiksikkerhetstiltak. Det er ikke en utbygging eller utvidelse av kapasitet, eller annet som øker konsekvensen, dermed havner ikke dette i K3 eller K4. Siden rundkjøringen medfører noe utfylling i sjøen er det ikke åpenbart at tiltaket ikke er en forverring uten å dokumentere dette med en beregning. Derfor plasseres tiltaket i tiltakskategori K2, og det utføres en stabilitetsberegning for å verifisere at terrengsenking og lette masser i sum veier opp for utfyllingen og fører til

en forbedring av stabiliteten. Med bakgrunn i at bygging av ny E6 vil medføre at trafikk-
en i området vil gå ned på ca. 5 års sikt og at det ikke medfører forverring av stabiliteten
i noen fase av gjennomføringen anses prosjektet å plasseres i tiltakskategori K2 i forhold
til NVEs Veiledning for utbygging i kvikkleireområder [1].

Nedenfor er det angitt en faregradevaluering basert på NVEs veiledning. Faregraden er
vurdert til middels basert på eksisterende situasjon.

Faregradevaluering:

Tabell 3-1 Faregrad evaluering for kvikkleiresone i Langstein.

Faktor	Beskrivelser	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Ikke registrert gamle skred på NVEs skredatlas. I Multiconsults rapport [6] er det angitt et mulig skred som har gått vestover mot terminalen. Det er ukjent når dette kan ha gått.	Lav	1	1	1
Skråningshøyde	Aktuell del av skråningshøyden er 15-20 m.	10-30 m	2	2	4
Tidligere/nåværende terrengnivå	Usikker påvisning. Velger derfor å beholde lav OCR	1,0-1,2	3	2	6
Poretrykk	Sannsynligvis overtrykk, vurdert ut fra lagdeling og drensveier. Drenerende sandlag medfører reduksjon i mulig poreovertrykk.	10-30	2	3	6
Kvikkleiremektighet	Det er registrert mektighet i området H/2-H/4, se vedlegg A og B.	H/2-H/4	2	2	4
Sensitivitet	Sensitivitet målt av både Geoteam og Multiconsult. Enkelte St > 100	> 100	3	1	3
Erosjon	NGI, ved Sigbjørn Rønning, utførte befaring er utført den 10/9-19 for visuelle observasjon. Ingen observert erosjon.	Ingen	0	3	0
Inngrep	Terreng er ikke endret. E6 og jernbanen har gjennom lang tid medført noe fylling, men siste fylling ble utført på 1980-tallet. Inngrepet medfører netto avlasting, noe som endrer score.	Ingen (før) Forbedring (etter)	0 (før) 1 (etter)	0 (-3)	0 (-3)
Sum 0-17 poeng gir lav faregrad, 18-25 poeng gir middels faregrad, 26-51 poeng gir høy faregrad					24 (21)
% av maksimal poengsum					47 % (41%)

For eksisterende situasjon vurderes det å være middels faregrad. Tiltakskategori K2: Det kreves kun lokal vurdering av stabilitet. Det kreves heller ikke kartlegging av kvikkleiras utbredelse.

4 Geoteknisk prosjektering til reguleringsplan

Det skal gjennomføres tilstrekkelig med grunnundersøkelser, vurderinger og prosjektering til å avklare gjennomførbarhet/byggbarhet av vegtiltaket innenfor det arealet som reguleres. Stabilitet skal dokumenteres, og kvikkleire skal håndteres i tråd med NVEs veileder 7/2014 [1].

Undersøkelsene skal danne grunnlaget for vurderingene angitt i de kommende delkapitlene. De tidligere undersøkelsene anses å være tilstrekkelig for å vurdere dette på dette planstadiet. Det vil vurderes om det er behov for å supplere undersøkelsene for detaljplan.

4.1 Fyllings- og skjæringsområder, inkludert brukbarhet av skjæringsmasser der det er aktuelt.

Fyllingsområdet for prosjektet omfatter et begrenset område utenfor eksisterende vegfylling. Arealet er ca. 350 m² med lengde ca. 60 m og maksimal bredde 10 m. I dag er arealet sjøbunn på ca. kote -2. Overflata består av sand. Under sandlaget er det påvist sprøbruddmateriale. Overkanten av sprøbruddmaterialet faller utover fra kote -5 ved kulverten til ca. kote -10 ved planlagt fylling for rundkjøring.

Skjæringsmassene er i hovedsak veg og jernbanefylling. Noe av massene forventes å være av god kvalitet, dvs. steinmasser, og kan gjenbrukes i kvalitetsfylling. De resterende massene forventes å være finstoffrike masser som kan benyttes i andre deler av prosjektet. Detaljeres i senere prosjektfase.

4.2 Utstrekning av kvikkleiresoner

Basert på faregradsevaluering, faregrad middels, vil det ikke være påkrevet å finne hele utbredelsen av kvikkleire / sprøbruddmateriale. Det er påvist sprøbruddmateriale under eksisterende E6 og under jernbanen. Sprøbruddmaterialet strekker seg utover i sjøen. Se for øvrig vedlegg D.

4.3 Lokal- og områdestabilitet

Lokal- og områdestabiliteten er dokumentert i beregningene gjengitt i vedlegg B. Beregningene er utført med parametere som tidligere er benyttet av Multiconsult [7] i tilknytning til tidligere arbeider i Langstein, bortsett fra for sand. For sand har vi valgt å øke friksjonsvinkel fra 31 ° til 33°. Dette skyldes at 31° gir urealistisk dårlig stabilitet for eksisterende fyllingsskråning mot sjøen.

De opptatt prøvene som er brukt for bestemmelse av styrkeverdiene anses å være noe forstyrret. Med grunnforholdene som er påvist vil det være svært krevende å ta opp uforstyrrede prøver fra flåte og fra under et mektig sandlag. Siden eksisterende situasjon

er stabil, og det planlagte tiltaket er et trafikksikkerhetstiltak uten forverring av stabiliteten i noen fase anses omfanget av grunnundersøkelser å være tilstrekkelig.

Det planlegges å gjennomføre supplerende grunnundersøkelser for å bestemme relativ lagringsfasthet som grunnlag for komprimeringsbegrensninger for byggeplan. Undersøkelsene vil omfatte dreietrykksonderinger og CPTU. Det kan også bli aktuelt å ta opp noen prøver for verifikasjon.

4.4 Sikkerhet mot flom og stormflo

Selve rundkjøringa er en midlertidig situasjon som skal fungere i 5-6 år. For øvrige vurderinger knyttet til midlertidig situasjon er det benyttet 100 års gjentakintervall. For permanent situasjon er benyttet 100 års gjentakintervall. Det vurderes også bølgepåvirkning for begge situasjonene, se vedlegg F.

Laveste punkt på vegen er planlagt i kulverten på kote +2,3. Dette tilsvarer høyvann ved 100 års gjentakintervall. Ytterkant av rundkjøringen er planlagt på kote +3,4, noe som ligger 0,8 m høyere enn høyeste observerte vannstand og 0,97 m over 100 års gjentakintervall. Med valg av rekkverksløsning som bidrar til å hindre bølgeoverskylling opp til samme nivå som eksisterende veg skal det være god sikkerhet mot flom og stormflo for løsningen, se Vedlegg F.

I vedlegg F er det beregnet risiko for bølger som slår inn over rundkjøringen og over vegen i midlertidig og permanent situasjon. Med tett rekkverk med høyde 0,8 m vil det i midlertidig situasjon være tilsvarende risiko for bølgeoverskylling som i eksisterende situasjon. I permanent situasjon må det projekteres rekkverksløsning som står i forhold til forventet ÅDT.

4.5 Behov for sikringstiltak eller behov for ekstra regulering av areal

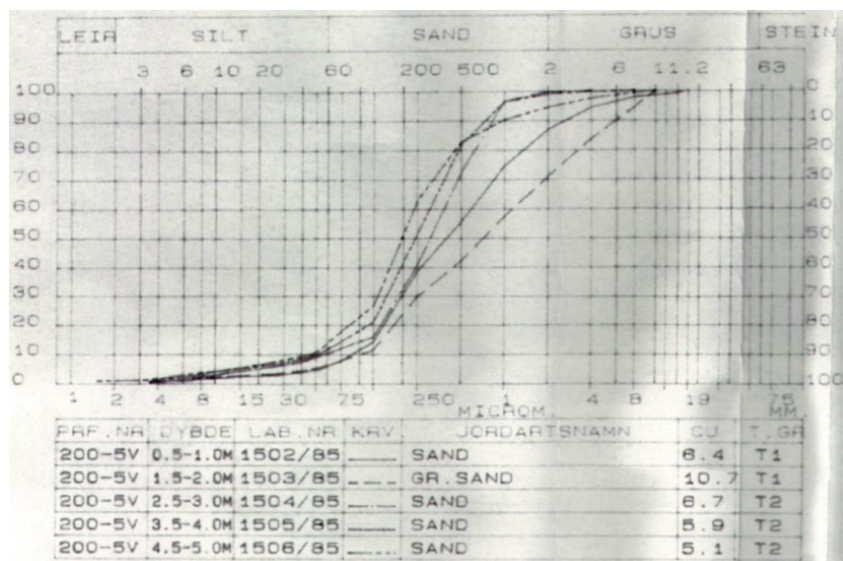
Stabiliteten utover i sjøen er dokumentert å være dårlig, se beregningsrapport fra Multiconsult [7], og beregninger gjengitt i vedlegg B. For å forbedre stabiliteten utover i fjorden er det i Multiconsults beregnings- [7] og vurderingsrapport [6] vist at det selv med omfattende motfyllinger vil være krevende å oppnå forbedring av sikkerheten i alle kritiske glideflater. Dersom slike arbeider skal utføres vil det i seg selv medføre økt risiko. Tiltaket som planlegges har begrenset utstrekning og øker ikke risikoen for lokale glidninger.

Risikoen for poretrykksoppbygging er vurdert som begrenset på grunn av drenert lag på ca. 6-8 m (silt/sand) direkte under fyllingen. Flyteskred kan skje som følge av overbelastning av ensgradert, løst og lagret sand eller silt med høyt vanninnhold. Kriteriet for flyteskred er angitt av Andresen og Bjerrum i 1967:

- Midlere kornstørrelse: $0,05 \text{ mm} < d_{50} < 0,2 \text{ mm}$ (her $d_{50} > 0,2 \text{ mm}$)
- Graderingstall: $d_{60}/d_{10} < 5$ (her: 5,1-10,7)
- Porøsitet: $n > 44\%$ (ikke kjent i dette tilfellet)

Potensiale for flyteskred i området er begrenset siden undersøkelsene viser at korngradering og porøsitet ligger utenfor kriteriene.

Komprimeringsarbeidet vurderes å være mulig utløsende årsak ved utbygging av fyllingen på grunn av silt-/sand-lag direkte under tiltakene. Normalkonsolidert tynne leirlag kan finnes, men basert på prøver i området er det lite sannsynlig. Vi skal av andre årsaker utføre supplerende grunnundersøkelser for design av komprimeringsarbeidet. Vibrasjoner vil også bli målt under komprimering. Lettklinker vil bli lett komprimert, og medfører demping av vibrasjoner i overliggende lag.



Figur 4-1: Korngradering prøveserie P200-5mv 70 m fra aktuelt profil, Geoteam R30468 [8]

Etter endt utbygging av E6 vil trafikken på eksisterende E6 begrenses betydelig, og dermed redusere konsekvensen ved skred. Det er derfor ikke ansett som nødvendig å gjennomføre ekstra sikringstiltak ut over de områdene som er direkte berørt av tiltaket.

For å sikre mot eventuelle lokale påvirkninger på stabiliteten fra komprimering vil det bli beskrevet masse som gir begrenset behov for komprimering.

4.6 Fundamenteringsmetoder for konstruksjoner og at disse er gjennomførbare

I togfri helg utføres arbeidene i følgende hovedrekkefølge:

1. Togskinnene kappes og fjernes.
2. Graving ned til traubunn, minimum 0,2 m under UK konstruksjon.
3. Graving for og installasjon av overvannsledning under planlagt kulvert. Tilbakefylling utføres med pukk 4-16 mm eller tilsvarende for å lette komprimeringsarbeidet.
4. Avretting for montering av prefabrikkert kulvertelement med pukk.
5. Isolasjon legges ut slik at fundamentene blir frostfrie.
6. Planlagt kulvert fundamenteres direkte på hel plate i ca. samme nivå som eksisterende kulvert er fundamentert.
7. Ny kulvert fundamenteres direkte på hel plate. Dette gir lavere grunntrykk enn for eksisterende konstruksjon som er fundamentert på steinmurer. Ut fra grunnundersøkelsene vil fundamentnivået være i friksjonsmasser. Det vil være behov for pumping under utførelsen.
8. Tilbakefylling inntil kulvertelement i henhold til teknisk regelverk [2].
9. Reetablering av jernbaneskinner.

Utgraving for kulverten utføres med skråningshelning 1:2 for å sikre tilstrekkelig overflatestabilitet. Kulverten utføres som prefabrikkert betongkonstruksjon som heises på plass på avrettet underlag. Utskifting av kulvert i togfri helg er gjennomgått i forprosjektrapport (alle fag). Det er vurdert som gjennomførbart i togfri helg. Det er ikke aktuelt å dele opp arbeidene siden dobbeltsporet her er brukt som møtespor for tog.

I detaljprosjekteringen vil det bli utarbeidet detaljerte planer for gjennomføringen inklusive utlegging og komprimering av fylling. Som grunnlag for denne planleggingen vil det bli utført supplerende grunnundersøkelser. I tillegg utføres dreietrykksonderinger. Det kan også bli aktuelt å ta opp prøver for verifisering.

4.7 Setningspotensialet for konstruksjoner og fyllinger

Detaljerte beregninger av kulverten vil bli utført i neste prosjektfase. Den nye kulverten vil medføre en avlastning av grunnen under jernbanefyllinga. Setninger fra egensetning av tilbakefylling inntil kulvert må påregnes av størrelsesorden 0,5-1% av fyllingshøyden, dvs. 20-50 mm. Etter ferdigstilling forventes restsetningene å bli 10-20 mm.

Den planlagte senkingen av E6, som er tilpasset planlagt kulvert og hensynet til bølger, vil medføre en avlastning av området. Utfylling av masse for rundkjøringa utgjør i alt ca. 450 m³. Derav vil ca. 200 m³ være lette masser (lettklinker). Maksimal tilleggsbelastning på ny sjøbunn utgjør ved lav vannstand:

- 1,5 m tung fylling (overbygning): 20 kN/m³ x 1,5 m = 30 kPa
- 1,5 m lettklinker: 6 kN/m³ x 1,5 m = 9 kPa

- Trafikklast: 15 kPa

Total tilleggslast er: 54 kPa

Oppfylling utføres på et areal på ca. 350 m². Total lengde ca. 60 m, med maksimal bredde. Den bredeste oppfyllingen er 10,7 m. Plastringsstein gjenbrukes. Setningsberegninger gjennomføres for detaljplan.

4.8 Massebalanse berg/løsmasser

Følgende orienterende mengder er beregnet for gjennomføringen.

Gravemassene fra anlegget utgjør:

- Senking av E6:	1 100 m ³
- Masseutskifting for ny overbygning:	700 m ³
- Jernbanefylling:	600 m ³
- Senking av Langsteinvegen:	400 m ³
Sum gravemasser:	2 800 m ³

I tillegg fjernes plastringstein midlertidig og legges på etter utfylling. Dette antas å utgjøre 350-400 m³.

Tilførte fyllmasser utgjør:

- Overbygning for ny E6:	700 m ³
- Tilbakefylling inntil kulvert:	600 m ³
- Ny fylling i sjøen (tung):	600 m ³
- Lettfylling:	450 m ³

Sum fylling: 2 350 m³

4.9 Aktuelle deponiområder

Gravemasser kjøres bort til midlertidig deponi fortløpende. Regulert deponi oppe i Langsteindalen er utgangspunktet, men det arbeides parallelt med en privatrettslig avtale med Langstein kai for lagring av midlertidige masser der.

4.10 Forurenset grunn

Veggrunn kan inneholde forurensing. Gravemasser sorteres i deponi og prøvetas med hensyn til forurenset grunn. Siden byggearbeidene skal foregå over ei togfri helg anbefales det å grave massene ut og transportere massene til mellomager for sortering og prøvetaking med hensyn på forurensningsgrad og type. Avhengig av forurensningsgrad og type disponeres massene til egnede fyllplasser eller gjenbruk.

5 Sikkerhetsnivå

5.1 Lokalstabilitet

Lokalstabilitet defineres av bruddet som begrenses til det lokale påvirkningsområdet for spenningsendringen som har oppstått i skråningen [1]. Ved Langstein er glideflater som er begrenset til fyllmasser og silt/sand ved eksisterende (før situasjon) og ny (etter situasjon) fylling behandlet som lokalstabilitet.

Krav til partialfaktor for lokalstabilitet bestemmes av bruddmekanisme og konsekvensklasse, som angitt i Figur 5-1.

Tabell 205.1 Partialfaktorer for $\gamma_{M, \varphi}$ og $\gamma_{M, c}$ ved effektivspenningsanalyser

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,3	1,4
CC2 Alvorlig	1,3	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

Tabell 205.2 Partialfaktorer for $\gamma_{M, cu}$ ved totalspenningsanalyser

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,4*	1,4*	1,4
CC2 Alvorlig	1,4*	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

* Eurokode 7 krever at $\gamma_{M, cu} \geq 1,4$ ved totalspenningsanalyser

Figur 5-1: Krav til partialfaktor for lokalstabilitet. [2]

Vurderingene av lokalstabilitet ved fyllingen er basert på dreietrykksonderinger og prøvene utført av Geoteam AS (se Vedlegg A).

5.2 Områdestabilitet

Områdestabilitet defineres av en stabilitetstilstand der et initialt brudd kan igangsette en progressiv frem- eller bakoverrettet bruddutvikling i tilstøtende sprøbruddmaterialer. Områdestabilitet utredes og dokumenteres i tråd med NVEs veileder [1]. Denne baserer seg på en inndeling i tiltakskategorier K0-K4, se kapittel 3.6 0 for krav til sikkerhet.

Det er påvist sprøbruddmateriale for de delene av prosjektområdet der det skal bygges rundkjøring og ny kulvert under jernbanen. Det er også påvist sprøbruddmateriale i sjøbunnen utenfor E6. Tiltaket som gjennomføres er et trafikksikkerhetstiltak. Det er ikke en utbygging eller utvidelse av kapasitet, eller annet som øker konsekvensen. Siden

rundkjøringen medfører noe utfylling i sjøen er det ikke åpenbart at tiltaket ikke er en forverring uten å dokumentere dette med en beregning. Det er utført stabilitetsberegninger for å verifisere at terrengsenking og lette masser i sum veier opp for utfyllingen og fører til en forbedring av stabiliteten, se vedlegg B. Med bakgrunn i at bygging av ny E6 vil medføre at trafikken i området vil gå ned på ca. 5 års sikt og at det ikke medfører forverring av stabiliteten i noen fase av gjennomføringen anses prosjektet å plasseres i tiltakskategori K2 i forhold til NVEs Veiledning for utbygging i kvikkleireområder [1].

For tiltakskategori K2 er det aktuelt å forholde seg til ikke forverring av stabiliteten i noen av prosjektets faser. Beregninger viser at vi har uendret eller forbedret sikkerhet ved gjennomføring av prosjektet. Dette gjelder alle kritiske flater. Forbedringen av sikkerheten er noe større enn vist i beregningene siden det ikke er tatt hensyn til 3D-effekter. Senkingen av E6 skjer over et større område enn utfyllingen slik at 3D-effekter utgjør en reell forbedring.

5.3 Sikkerhet for eksisterende veg

N200 sier følgende: *Ved utbedringer av eksisterende veg skal i utgangspunktet sikkerhetsnivået være tilsvarende som for ny veg. For mindre utbedringer på eksisterende veger kan det (i samråd med byggherren) enkelte ganger, ut fra samfunnsøkonomiske hensyn, aksepteres at sikkerhetsnivået ved geoteknisk prosjektering ikke oppnår samme krav som for ny veg. I slike tilfeller bør prosjektet gjennomgå utvidet prosjekteringskontroll. Den prosjekterende skal vurdere om det er behov for spesielle kontrolltiltak ved utførelsen, og beskrive disse.*

Gjennom bestemmelser i Eurocode 7 [3] og N200 [2] skal beregninger og vurderinger underlegges uavhengig kontroll.

6 Jernbanebruer

Teknisk regelverk [3] sier at jernbanebruer skal prosjekteres etter Eurokode 0 [5] og eurokode 7 [4]. Teknisk regelverk har på tilsvarende måte som N200 [2], et sett med krav til partialfaktorer / sikkerhetsnivå, se Figur 6-1. Disse samsvarer med krav i N200 [2].

Tabell 1: Partialfaktor γ_M ved stabilitets- og bæreevneberegninger med ADP-metoden

Analysetype	Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
		Seigt	Nøytralt	Sprøtt
Totalspenningsanalyse, ADP-metoden	CC1 Mindre alvorlig	1,40	1,40	1,40
	CC2 Alvorlig	1,40	1,40	1,50
	CC3 Meget alvorlig	1,40	1,50	1,60

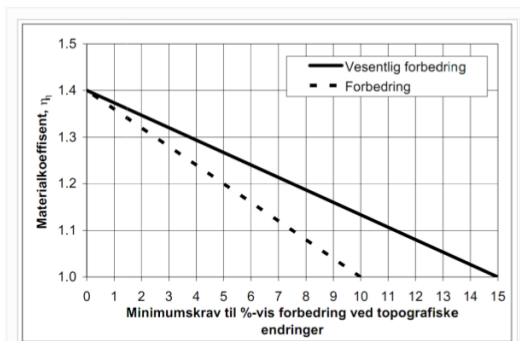
Tabell 2: Partialfaktor γ_M ved stabilitets- og bæreevneberegninger med effektivspenningsmetoden

Analysetype	Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
		Seigt	Nøytralt	Sprøtt
Effektivspenningsanalyse, a ϕ -metoden	CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,30	1,40
	CC2 Alvorlig	1,30	1,40	1,50
	CC3 Meget alvorlig	1,40	1,50	1,60

Figur 6-1: Partialfaktorer for materialegenskap ved fundamentering av jernbanebruer.

For bygging av jernbane påvirket av kvikkleire, viser teknisk regelverk til en figur (Figur 6-2). Denne er hentet fra en utdatert versjon av NVEs kvikkleireveileder (2008), uten referanse til NVEs veileder. Vi vil anbefale dispensasjon fra teknisk regelverk slik det foreligger slik at områdestabilitet håndteres i tråd med gjeldende NVE veileder [1], slik Vegdirektoratet gjør, og videre anbefale Bane NOR å henvise til gjeldende versjon av kvikkleireveilederen [1] i sitt kapittel 7.2 under "underbygning/prosjektering og bygging / stabilitet".

Tiltakskategori	Faregradsklasse for utbygging		
	Lav	Middels	Høy
K3. Tiltak som innebærer tilflytting av mennesker og tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner: Boliger, institusjoner, skoler, næringsbygg, VAR-anlegg, sentralt kraftnett o.l.	Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a: $\gamma_M \geq 1,4$ eller b: forbedring Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480)	Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a: $\gamma_M \geq 1,4$ eller b: vesentlig forbedring Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480)	Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a: $\gamma_M \geq 1,4$ eller b: vesentlig forbedring Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480)



Figur 10: Krav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer

Figur 6-2: Bane NORs sikkerhetskrav ved utbygging påvirket av kvikkleire, sakset fra en utdatert versjon av NVEs kvikkleireveileder (2008), uten referanse dit. Dette anbefales ikke brukt, da regelverket for områdestabilitet er endret i 2014.

For ny kulvert under jernbanen og etablering av rundkjøring medfører tiltaket "forbedring" eller "ikke forverring" av stabiliteten i alle faser av prosjektet.

7 Topografi og grunnforhold

7.1 Generelt

Det gis en overordnet beskrivelse av topografien innenfor planområdet samt en kortfattet beskrivelse av grunn- og fundamenteringsforholdene i planområdet, samt i relevante tilstøtende naboområder.

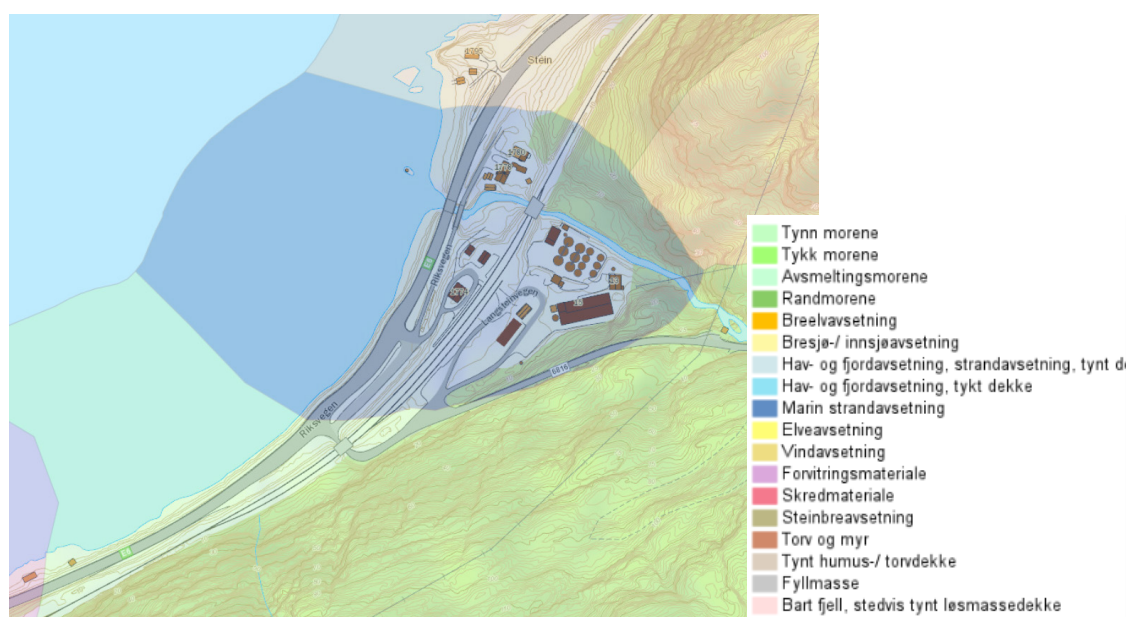
7.2 Topografi

Terrenget øst for jernbanen stiger bratt opp med bart berg. Jernbanen og E6 ligger på fylling på et flatt område ned mot sjøkanten. Under sjønivå faller sjøbunnen slakt utover mot marbakken. Mot nordvest ligger marbakken ca. 100 m fra land på ca. kote -3. Gjennomsnittlig helning er ca. 1:20. Videre utover faller sjøbunnen av mot vest med gjennomsnittlig helning ca. 1:10 til ca. kote -20. Videre faller sjøbunnen slakt av mot kote -50 mot nord.

Oppover i Langsteindalen er det berg på begge sider av dalen med noe løsmasse i partier. Eksisterende løsmasseskråninger står med bratt helning.

7.3 Kvartærgeologi

På kvartærgeologisk kart er det angitt marin strandavsetning for hele arealet som berøres av rundkjøring og kulvert. Oppover Langsteindalen er det angitt morene i overflata. Øst for jernbanen er det i hovedsak bart berg eller tynt løsmassedekke over berg. Grunnen består her av fyllmasser og sand ned til ca. kote -8. Under dette nivået er det middels fast leire som til dels er sensitiv. Det er også påvist sprøbruddmateriale.



Figur 7-1: Kvartærgeologisk kart, Langstein (NGU) [9]

7.4 Utførte grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser i flere omganger i prosjektområdet. De relevante rapportene er:

Id	Tittel	Rev.	Dato
R30462/Vd_925_A [8]	Geoteam AS. Geoteknisk rapport. Omlegging av E6 Langstein. Grunnforhold og stabilitet ved oppfylling. Rapport med dybdekartlegging i profiler fra land.	0	31.01.1986
Vd_1188A [9]	Statens vegvesen. Grunnundersøkelser undergang Langstein 5 totalsonderinger, en vingebor, 2 poretryksmålere og en prøveserie.	0	18.02.2002
110867R1 [10]	Grunnteknikk AS. Geoteknisk datarapport. E6 Kvithammar-Åsen, KDP 4 totalsonderinger i området langs E6 og Nordlandsbanen.	0	21.01.2015
10211245-RIG-RAP-001 [11]	Multiconsult AS. Geoteknisk datarapport. Konsekvensutredning Langstein	0	25.06.2019

Id	Tittel	Rev.	Dato
	Sondering, prøvetaking og dybdekartlegging i sjøen.		
10211245-RIG-RAP-002	Multiconsult AS. Geoteknisk beregningsrapport. Konsekvensutredning Langstein	0	05.07.2019
10211245-RIG-RAP-003	Multiconsult AS. Geoteknisk vurderingsrapport. Konsekvensutredning Langstein	0	05.07.2019

Relevante resultater fra undersøkelsene er gjengitt i vedlegg B.

7.5 Grunnforhold og grunnvann

På vedlagte borplan, vedlegg C, er det angitt plassering av borpunkter fra de relevante undersøkelsene i området. Relevante resultater er gjengitt i vedlegg A1-A4.

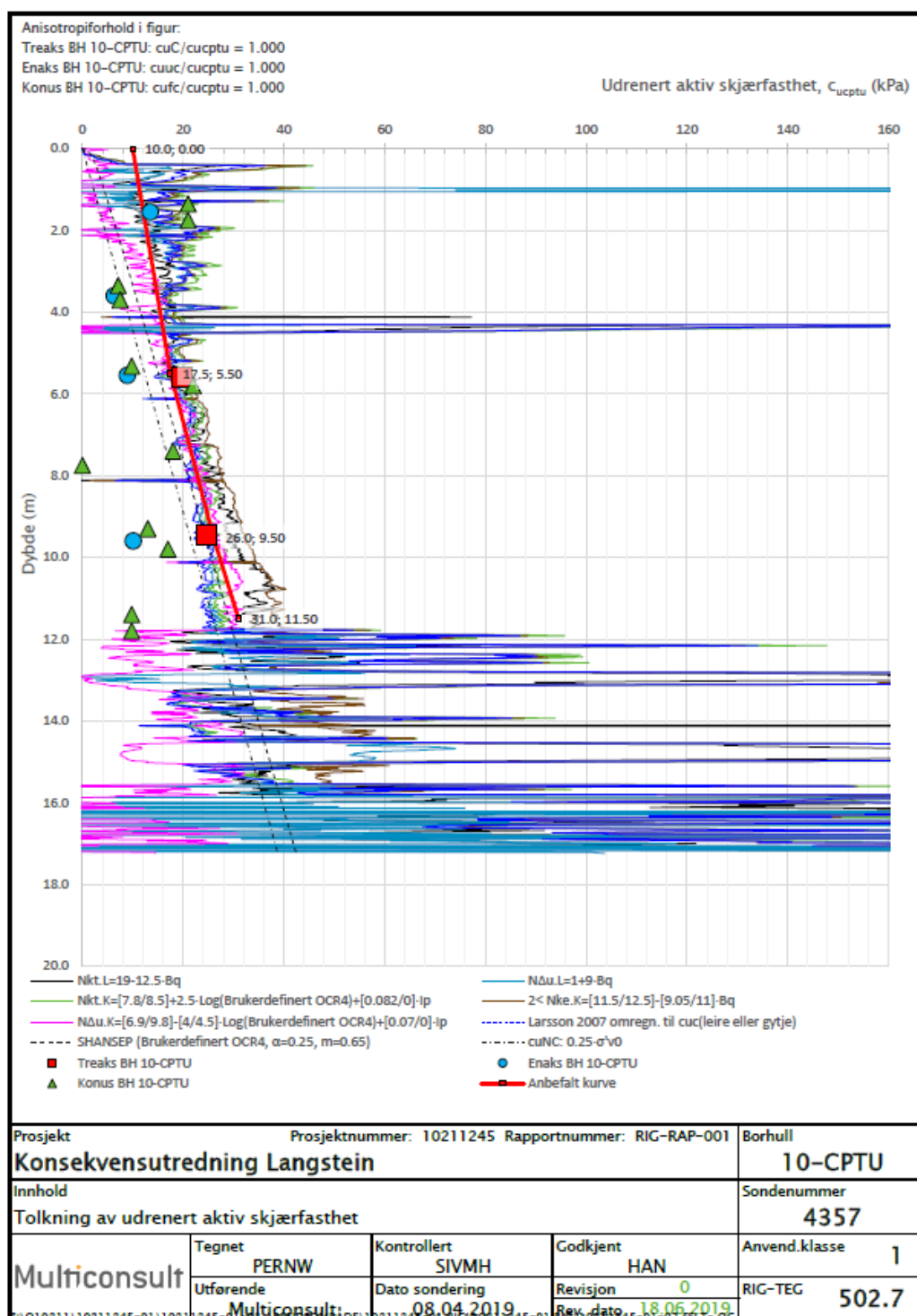
For arealene som er dekket av jernbane og veg er det fyllmasser over sand. Under sandlaget er det leire til berg. Under jernbanen og E6 kan det se ut som om det er sand over middels fast leire, som kan ha sprøbruddegenskaper, over berg. Dette kan også være skrens mot bratt bergoverflate. Dybden til berg varierer mye. Sør for jernbanen er det bart berg med bratt helning mot fjorden. Det er boret til ca. 30 m dybde ca. 200 m fra land. Berget kommer opp i en rygg ca. 500 m fra land.

Det er utført poretrykksmåling ved kulverten av Statens vegvesen [9]. Målingene viser omtrent hydrostatisk poretrykksfordeling mot berg. Det forventes at poretrykket i sandlaget korresponderer med ytre vannstand. I de underliggende leirmassene lengre ut i sjøen kan det påregnes noe poreovertrykk på grunn av omkringliggende topografi.

Det er generelt benyttet parametere tilsvarende det som er brukt i Multiconsult utredning av stabilitet for fyllingsprosjektet i Langstein [7].

Langsteindalen

Oppover i Langsteindalen er det observert grusige, sandige og siltige masser. Helningen av observerte løsmasser varierer sannsynligvis med bakgrunn i vannstrømning. Grunnvannsnivået i skråningene antas å variere med nedbør og årstid.



Figur 7-2: Tolkning av skjærfasthet [7] – valgt skjærstyrkeprofil

For sandlaget er det tatt ut erfaringsparametere for sand fra V220 [12]. Ved bruk av 31° som i Multiconsults rapport gir dette urealistisk lav lokal sikkerhet for eksisterende vegfylling.

- Friksjonsvinkel for sand er satt til: $\phi = 33^\circ$ (variasjonsområde V220: $33-36^\circ$)
- Attraksjon, $a = 5 \text{ kN/m}^2$ (variasjonsområde V220: $0-10 \text{ kN/m}^2$)
- Egenvekt for sand er valgt til 17 kN/m^3 (variasjonsområde V220: $17-18 \text{ kN/m}^3$)

For leira er det valgt å benytte skjærstyrkeprofil som angitt i Multiconsults beregningsrapport [7].

Det er valgt å benytte følgende anisotropiforhold ut fra "omforent anbefaling i "NIFS-rapport 14/2014" som vist i Tabell 7-1.

Tabell 7-1 Valgte ADP-faktorer

	c_{uD}/c_{uC}	c_{uE}/c_{uC}
Leire	0,67	0,39
Sprøbruddmateriale	0,67	0,39

Prøveserie fra borehull 2, 9 og 10 viser plastisitet I_p på ca. 20- 25% (ref. [11]) i dybdeintervallet 4,8 og 5,2 m. Prøvene hvor I_p er målt ligger ikke i kvikkleirelag, men det benyttes siden det ikke er målinger av I_p i kvikkleirelag. Da er det beregnet ADP-faktor ved å bruke formler i Tabell 7-1 og $I_p = 20\%$ for hele kvikkleirelag (utklipp fra NIFS-rapport 14/2014) under:

Tabell 7-2 Anisotropifaktorer

I_p	c_{uD}/c_{uC}	c_{uE}/c_{uC}
$I_p \leq 10 \%$	0,63	0,35
$I_p > 10 \%$	$0,63+0,00425*(I_p -10)$	$0,35+0,00375*(I_p -10)$

Tabell 1: Omforent anbefaling av anisotropifaktorer (ADP – faktorer).

OBS: I_p er i % i formelene.

Bergoverflata er svært bratt, slik at boringer kan skrense på bergoverflata, noe som kan tolkes som morene.

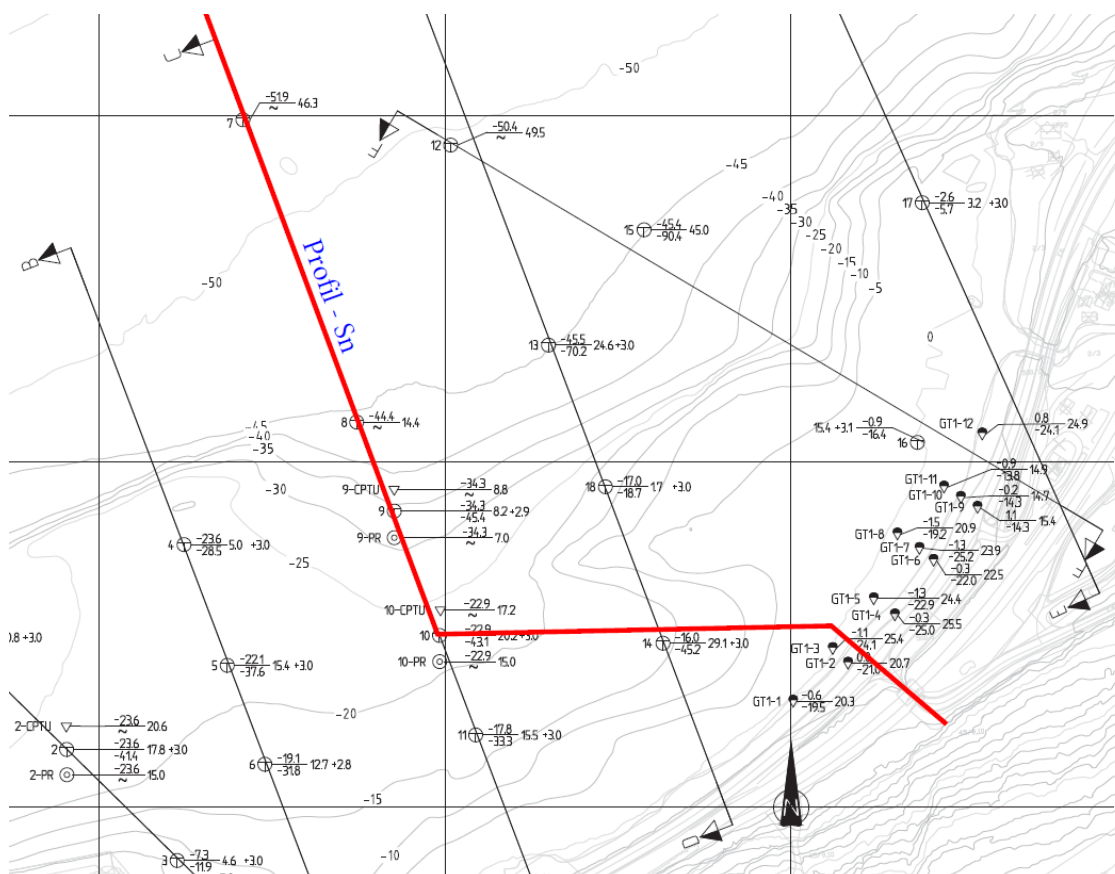
Som det framgår av kvartærgeologisk kart består løsmassene i det aktuelle nærområdet av marine strandavsetninger.

8 Beregningsresultater

Beregning av stabilitet er utført både for eksisterende situasjon og for ferdig fase. Vi har utført beregninger både for drenert og udrenert situasjon. Beregningsresultatene er gjengitt i vedlegg B. Hovedresultater er gjengitt i Tabell 8-1.

Tabell 8-1 Beregningsresultater fra stabilitetsberegningene

Glideflate	Dagens situasjon		Etter avgraving og fylling	
	Drenert	Udrenert	Drenert	Udrenert
Lokal stabilitet fylling	1,18	1,18	1,77	1,78
Områdestabilitet inkl. jernbanen	2,39	1,06	2,60	1,12
Områdestabilitet gjennom E6	2,52	1,19	2,62	1,20
Områdeskråning i marbakken	3,07	1,75	3,07	1,75



Figur 8-1: Sjøkotekart med valgt beregningsprofil, se også vedlegg C og D.

Jernbanefyllinga er modellert som en last på 70 kPa. Trafikklast for E6 er beregnet som 20 kPa.

Som det framgår er beregningsmessig stabilitet lav i eksisterende situasjon og etter tiltak. Det framgår at stabiliteten forbedres eller ikke forverres for alle glideflater.

For drenert analyse er det kun stabiliteten av lokal fyllingsskråning som har lav sikkerhet mot glidning. Med planlagt lette fyllmasser bak plastring forbedres lokalstabiliteten betydelig til sikkerhetsfaktor større enn 1.60 (se Tabell 8-1).

For områdestabiliteten gjelder glidning gjennom sprøbruddmateriale. For denne situasjonen er det beregnet lav sikkerhet i udrenert tilstand. Tiltaket gir "forbedring" eller "ikke forverring" under og etter gjennomføring.

Det er ikke tatt hensyn til 3D-effekter i beregningene. Avlastningen utføres over en lengre strekning enn oppfyllingen. Dette medfører at 3D-effekten vil være reell. Den virkelige forbedringen i sikkerhetsnivå vil derfor være større enn angitt i Tabell 8 1.

9 Geotekniske vurderinger av møteplasser

For møteplasser i Langsteindalen vurderes det som nødvendig å støtte opp skjæringer med høyde 2-3 m med ordnet steinfylling. Ordnet steinfylling utføres med velgradert sprengstein med fronthelning inntil 1:1. Foten av fyllinga må være minimum 50% av oppstøttingshøyden.

10 Kritiske momenter

For å gjennomføre arbeidene med sikkerhet som beregnet er det viktig at følgende retningslinjer følges:

- Rekkefølgen av arbeidene utføres slik at stabiliteten ikke forverres i noen fase av prosjektet. Det betyr at E6 må senkes før det fylles for rundkjøring.
- Mellomlagring av masser utføres utenfor byggeområdet.
- Komprimeringsarbeid utføres skånsomt for å redusere risiko for poretrykksoppbygging under tette lag.

11 Videre arbeid

Som grunnlag for detaljprosjektering av tiltaket vil vi anbefale at det utføres supplerende grunnundersøkelser. Undersøkelsene utføres for å bestemme grunnens relative lagringstetthet for detaljering av komprimeringsarbeid. Omfanget vil være dreietrykksonderinger, CPTU og eventuelt prøvetaking for verifisering.

12 Referanser

- [1] NVE, *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, 2014.
- [2] Statens vegvesen, *N200 Vegbygging*, 2018.
- [3] BaneNOR, *Teknisk regelverk. Underbygning, prosjektering og bygging*.
- [4] Standard Norge, *NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler*, 2016.
- [5] Standard Norge, *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*, 2016.
- [6] Multiconsult AS, «10211245-RIG-RAP-003 Geoteknisk vurderingsrapport. Konsekvensutredning Langstein,» 2019.
- [7] Multiconsult AS, «10211245-RIG-RAP-002 Geoteknisk beregningsrapport. Konsekvensutredning Langstein,» 2019.
- [8] Geoteam AS, «R30462 Geoteknisk rapport. Omleggin gav E6 Langstein. Grunnforhold og stabilitet ved oppfylling,» 1986.
- [9] NGU, «Kvartærgeologiske kart,» NGU, 2019. [Internett]. Available: <http://ngu.no/kart/losmasse/>.
- [10] Statens vegvesen, «Vd-1188 A Fv. 32 Undergang Langstein. Grunnundersøkelse,» 2002.
- [11] Grunnteknikk AS, «110867R1 Geoteknisk datarapport. E6 Kvithammar-Åsen,» 2015.
- [12] Multiconsult AS, «10211245-RIG-RAP-001. Geoteknisk datarapport Konsekvensutredning Langstein,» 2019.
- [13] Statens vegvesen, *V220 Geoteknikk i vegbygging*, 2014.
- [14] NVE, *Retningslinjer for laster og dimensjonering til paragraf 4-1 og 4-2 i forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg*, 2003.

Vedlegg A

UTDRAG FRA RELEVANTE DATARAPPORTER

Innhold

Vedlegg A0	Oversikt relevante grunnboringer – navngiving
Vedlegg A1	Rapport 30462.01 fra Geoteam
Vedlegg A2	Utdrag fra rapport Vd-1188A fra Statens vegvesen
Vedlegg A3	Utdrag fra rapport 110867R1 fra Grunnteknikk
Vedlegg A4	Rapport nr. 10211245-RIG-RAP-001 Multiconsult

Tabell 1. Eksisterende borpunkter i Langstein (ETRS 1989 NTM Zone 10)

Gammelt navn	Nytt nav	Nord	Øst	Høyde	Referanser
1	M20001	1618098.433	119317.121	-33.050	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
2	M20002	1618033.503	119380.942	-23.640	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
3	M20003	1617969.206	119444.873	-7.290	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
4	M20004	1618152.005	119448.879	-23.560	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
5	M20005	1618082.195	119473.882	-22.130	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
6	M20006	1618024.917	119495.587	-19.120	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
7	M20007	1618397.832	119482.937	-51.920	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
8	M20008	1618222.879	119548.722	-44.430	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
9	M20009	1618171.415	119570.418	-34.290	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
10	M20010	1618099.494	119596.633	-22.880	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
11	M20011	1618041.909	119617.556	-17.770	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
12	M20012	1618383.179	119603.032	-50.420	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
13	M20013	1618267.459	119659.600	-45.550	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
14	M20014	1618095.001	119725.842	-16.040	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
15	M20015	1618334.150	119714.926	-45.390	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
16	M20016	1618211.128	119872.985	-0.920	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
17	M20017	1618349.802	119875.748	-2.560	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
18	M20018	1618185.488	119692.543	-17.030	Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
701	V20001	1617676.537	118382.504	63.838	SVV-Vd-110867r1
702	V20002	1617642.043	118479.582	74.638	SVV-Vd-110867r1
703	V20003	1617686.338	118530.399	59.098	SVV-Vd-110867r1
704	V20004	1617723.588	118548.342	55.638	SVV-Vd-110867r1
705	V20005	1617429.710	118637.957	95.568	SVV-Vd-110867r1
706	V20006	1617495.021	118753.924	86.768	SVV-Vd-110867r1
707	V20007	1617533.543	118917.800	60.019	SVV-Vd-110867r1
708	V20008	1617598.320	118860.185	81.078	SVV-Vd-110867r1
710	V20009	1617578.307	119076.220	45.439	SVV-Vd-110867r1
711	V20010	1617653.272	119061.618	39.929	SVV-Vd-110867r1
712	V20011	1617728.253	119046.306	43.699	SVV-Vd-110867r1
713	V20012	1617799.179	119355.925	16.359	SVV-Vd-110867r1
714	V20013	1617852.544	119383.491	4.469	SVV-Vd-110867r1
715	V20014	1617733.084	118112.594	28.217	SVV-Vd-110867r1
716	V20015	1617690.622	118118.023	33.797	SVV-Vd-110867r1
718	V20016	1617938.667	119621.025	3.939	SVV-Vd-110867r1
719	V20017	1618064.931	119889.806	5.099	SVV-Vd-110867r1
720	V20018	1618091.850	119863.182	4.279	SVV-Vd-110867r1
721	V20019	1618184.370	119943.096	7.949	SVV-Vd-110867r1
722	V20020	1618198.871	119995.075	8.079	SVV-Vd-110867r1

Gammelt navn	Nytt nav	Nord	Øst	Høyde	Referanser
724	V20021	1618169.883	120100.116	26.240	SVV-Vd-110867r1
725	V20022	1618172.848	120178.490	33.940	SVV-Vd-110867r1
726	V20023	1618409.090	120989.437	67.241	SVV-Vd-110867r1
GT-1-1	V20065	1618059.803	119801.252	-0.601	Geoteam -30462.01/Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
GT-1-2	V20066	1618090.088	119823.497	-1.101	Geoteam -30462.01/Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
GT-1-3	V20067	1618082.445	119832.663	0.539	Geoteam -30462.01/Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
GT-1-4	V20068	1618119.280	119848.004	-1.211	Geoteam -30462.01/Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
GT-1-5	V20069	1618110.454	119860.139	-0.261	Geoteam -30462.01/Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
GT-1-6	V20070	1618156.268	119860.998	-1.461	Geoteam -30462.01/Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
GT-1-7	V20071	1618148.280	119873.689	-1.261	Geoteam -30462.01/Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
GT-1-8	V20072	1618142.722	119882.197	-0.211	Geoteam -30462.01/Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
GT-1-9	V20073	1618137.508	119890.458	1.539	Geoteam -30462.01/Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
GT-1-10	V20074	1618184.280	119888.591	1.139	Geoteam -30462.01/Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
GT-1-11	V20075	1618178.897	119898.732	-0.011	Geoteam -30462.01/Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
GT-1-12	V20076	1618174.919	119905.545	0.939	Geoteam -30462.01/Multiconsult - 10211245-RIG-RAP-001
Hull 1	V20078	1618070.483	119861.310	3.739	SVV-Vd-1188 A
Hull 2	V20079	1618073.220	119864.279	3.639	SVV-Vd-1188 A
Hull 5	V20080	1618060.231	119873.200	3.639	SVV-Vd-1188 A
Hull 6	V20081	1618063.724	119877.027	3.839	SVV-Vd-1188 A

VEGKONTORET I NORD-TRØNDELAG

OMLEGGING AV E6 VED LANGSTEIN

GRUNNFORHOLD OG STABILITET VED OPPFYLLING

Rapport 30462.01 Trondheim, 31. januar 1986

Utarbeidet av
A/S GEOTEAM
Trondheimskontoret

VEGKONTORET I NORD-TRØNDELAG

OMLEGGING AV E6 VED LANGSTEIN

GRUNNFORHOLD OG STABILITET VED OPPFYLLING

Trondheim, 31. januar 1986

INNHold	SIDE
1. Sammendrag og konklusjon	2
2. Innledning	3
3. Utførte grunnundersøkelser	3
Feltundersøkelser	3
Laboratorieundersøkelser	3
Presentasjon av resultater	4
4. Topografi og generelle grunnforhold	4
5. Stabilitetsberegninger	4
Beregningsgrunnlag	4
Resultater	5
6. Vurdering av stabilitet ved oppfylling	5

TEGNINGER:

Tegning 30462-1: Grunnlag for stabilitetsberegning

VEDLEGG (Tegninger utarbeidet av Statens Vegvesen):

Vedlegg A: Situasjonsskart m/borpunkter og profiler (tegn. Ø-2651)

B1:Tverrprofil 80 og 120 (tegn. Ø-2652.1)

B2:Tverrprofil 160 og 200 (tegn. Ø-2652.2)

B3:Tverrprofil 240 og 280 (tegn. Ø-2652.3)

C: Treksialforsøk

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Statens Vegvesen skal legge om E6 ved Langstein. Omleggingen medfører fylling i sjøen.

Fyllingsområdet ligger innerst i ei vik, og sjøbunnen er her nesten flat. Grunnen er dårligst på nordre halvdel av fyllingsstrekningen og består her av sand og silt over bløt leire. Leira ligger i betydelig dybde, minimum ca. 7 m.

Den planlagte oppfyllinga vil ha god stabilitet i langtidstilstanden. Heller ikke i byggeperioden vil det være noen fare for dype utglidninger som griper ned i leire. Grunne utglidninger i byggeperioden kan også utelukkes under følgende forutsetninger:

- stein av skikkelig størrelse mot bunnen
- første oppfylling til et nivå ca. 1 m lavere enn planlagt ferdig veg.

Selv om denne rapporten behandler setninger av ferdig veg, skal det påpekes at disse vil gå over mange år og må antas å bli av størrelse mer enn akseptabelt for vegen. Fornyning av dekket kan medføre at disse problemene likevel blir lite merkbare.

2. INNLEDNING

E6 skal omlegges ved Langstein stasjon ved oppfylling i sjøen. Laboratorieavdelingen ved Vegkontoret i Nord-Trøndelag har utført grunnundersøkelser for fyllingsprosjektet. Etter avtale med Vegkontoret har A/S Geoteam utført geoteknisk stabilitetsvurdering av oppfyllingen og utarbeidet geoteknisk rapport. Denne rapporten inneholder presentasjon av grunnforholdene, geotekniske vurderinger og konklusjoner med henblikk på stabilitet.

3. UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER

Grunnundersøkelsene er som nevnt utført i Statens Vegvesens egen regi.

Feltundersøkelser

Feltarbeidet er utført i november 1985 og omfatter:

- 13 dreietrykksonderinger, hvorav de fleste fra flåte på sjøen,
- opptak av uforstyrrede prøver i to hull, i alt 19 prøver,
- opplodding og nivellement av 6 tverrprofiler.

Lokalisering av borpunkter og profiler fremgår av oversiktskartet utarbeidet av Statens Vegvesen og gjengitt i vedlegg A.

Laboratorieundersøkelser

Samtlige opptatte prøver er rutinemessig undersøkt i laboratoriet. På én leirprøve fra profil 240 - 8mv, dybde 9,5 m er det utført treaksialforsøk, i alt 3 forsøk.

Presentasjon av resultater

Resultatene av undersøkelsene er vist på tegninger utarbeidet av Statens Vegvesen og gjengitt i vedlegg B1, B2, B3 og C i denne rapporten.

4. TOPOGRAFI OG GENERELLE GRUNNFORHOLD

Den planlagte fyllinga skal legges ut innerst i ei vik. Laveste terrengnivå i fyllingsområdet er på ca. kote -1,5. Utenfor fyllinga faller sjøbunnen svakt med helning stort sett 2-3°. Lengst i sør faller sjøbunnen brattere.

Grunnen i fyllingsområdet består av sand og silt over bløt leire. Mektigheten av sand og silt er betydelig og minimum overdekning er ca. 7 m (profil 240). Samlet mektighet av løsmasser varierer fra ca. 15 m til ca. 25 m.

Løsmassene er av dårligst kvalitet langs nordre del av fyllinga, dvs. i de undersøkte tverrprofilene 200, 240 og 280. Grunnforholdene ser ut til å være mest ugunstig i profil 240 med tanke på stabilitet.

For mer detaljerte opplysninger om grunnforholdene vises til profiltegningene gjengitt i vedlegg B1, B2 og B3.

5. STABILITETSBEREGNINGER

Beregningsgrunnlag

Kritiske profiler med henblikk på stabilitet er antatt å være profil 200 eller 240. Til sammen 4 sirkulære glideflater er undersøkt med hovedvekt på profil 240. Glideflatene, antatt lagdeling og karakteristiske styrkeparametre er vist i tegning 30462-1.

For alle glideflater er det beregnet to tilfeller:

- 1) uten poreovertrykk i grunnen pga. oppfylling (langtidstilstanden),
- 2) med poreovertrykk på 40 % av vertikale tilleggsspenninger fra fyllinga.

Resultater

Beregningene er utført som effektivspenningsanalyse etter kraftlikevektsmetoden. Resultatene for de undersøkte flatene er:

Profil	Glideflate	Beregnet sikkerhetsfaktor	
		Drenert	m/poreovertrykk
240	I	1,8	1,2
240	II	1,7	1,4
240	III	2,2	1,9
240	IV	1,7	1,3

6. VURDERING AV STABILITET VED OPPFYLLING

Beregningene viser at fyllinga vil ha god stabilitet mot utglidning når poreovertrykkene i grunnen er utlignet (langtidstilstanden). Med den relativt store dybden ned til leire vil utglidning som griper ned i leire være utelukket også i byggetilstanden.

Meget hurtig oppfylling kan teoretisk forårsake poreovertrykk av en slik størrelse at det i byggetilstanden kan oppstå lav sikkerhet mot grunne utglidninger i det øvre sandlaget. Da oppfylling nødvendigvis vil ta noe tid, er det likevel svært lite sannsynlig at slike grunne utglidninger kan skje. Faren for utglidning under oppfylling kan helt elimineres dersom fyllinga i første omgang legges ut til litt mindre høyde enn endelig planlagt. For å hindre at fyllinga glir ut på et eventuelt bløtt topplag av slamholdige masser, er det viktig å benytte stor stein nederst mot bunnen.

Trondheim, 31. januar 1986

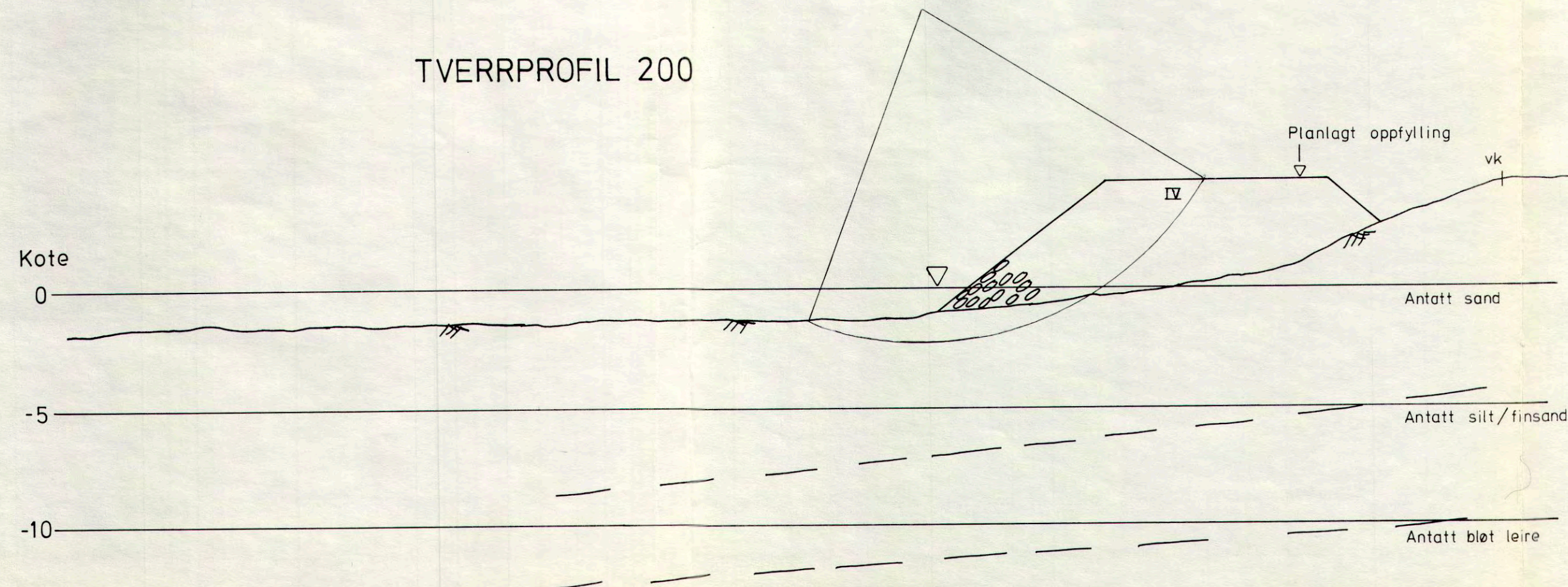
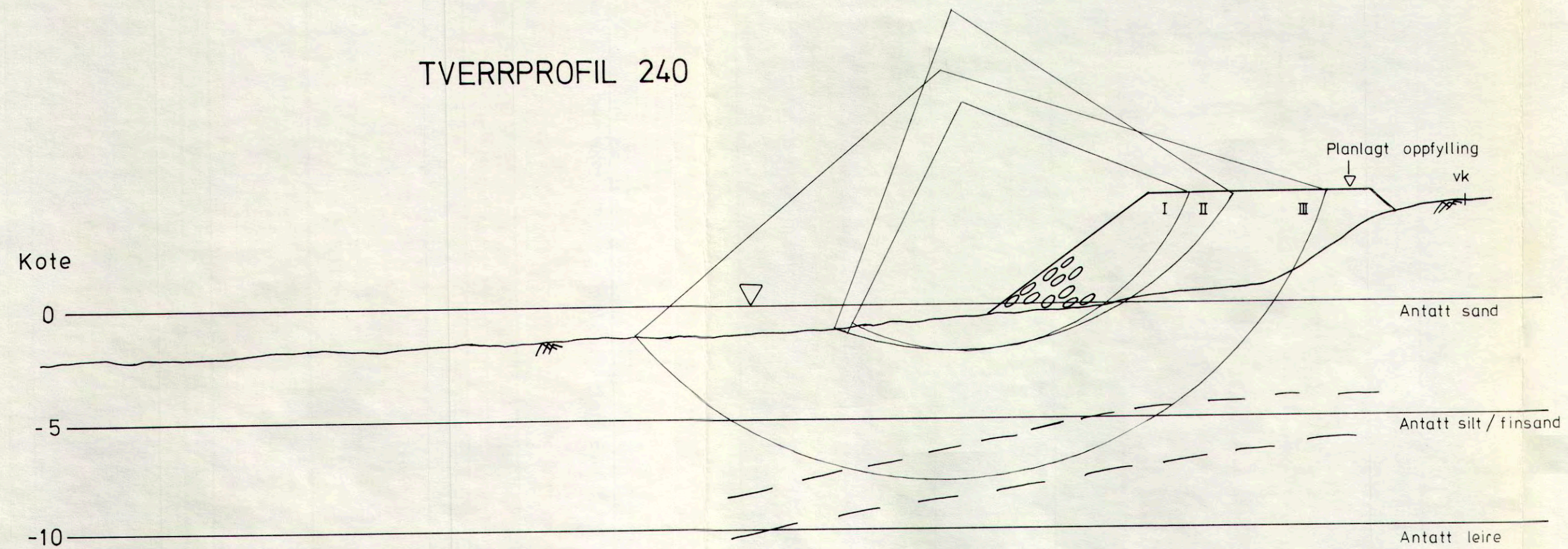
For A/S G E O T E A M


Odd Magne Solheim


Håvard Narjord

OMS/hej/0101R

TVERRPROFIL 200



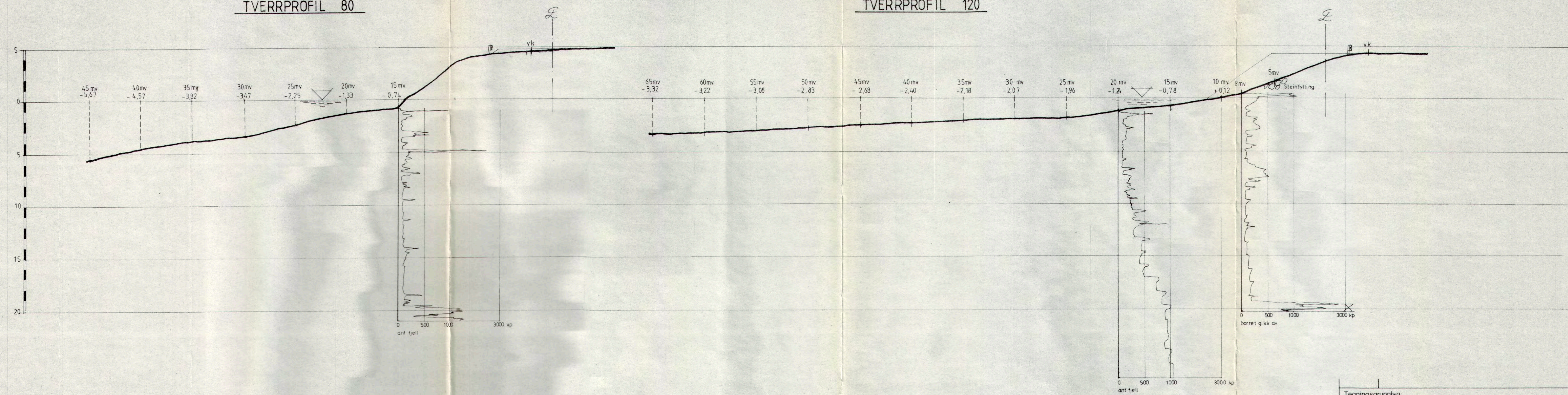
Karakteristiske jordparametre
benyttet ved stabilitetsberegning.

Lag	γ (kN/m ³)	a (kPa)	tg φ
Fyllmasse (spr. stein)	18	0	0,85
Sand	20	0	0,7
Silt	19	0	0,6

c			
b			
a			
Rev.	Dato	Sign.	
Oppdragsgiver: Statens Vegvesen i Nord-Trøndelag			
Anlegg: Omlegging E6			
Sted: Langstein			
Grunnlag for stabilitetsberegning	Målestokk 1: 200	Målt.	
		Beregnet	
		Tegn.	K.W.
		Kfr.	O.M.S.
A/s GEOTEAM GEODESI GEOFYSIKK GEOTEKNIKK INGENIØRLOGI		Tegn. nr. 30462-1	

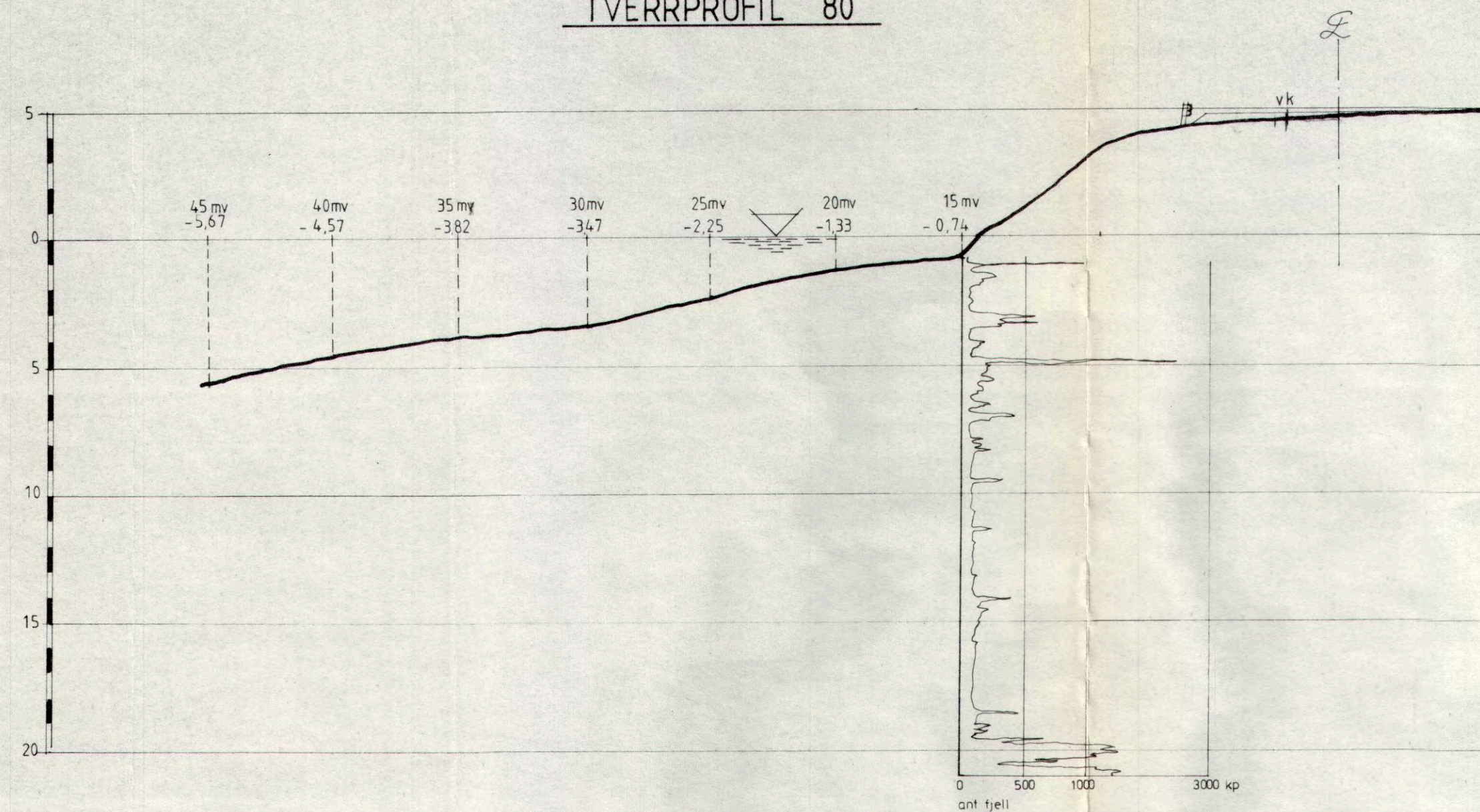
TVERRPROFIL 80

TVERRPROFIL 120

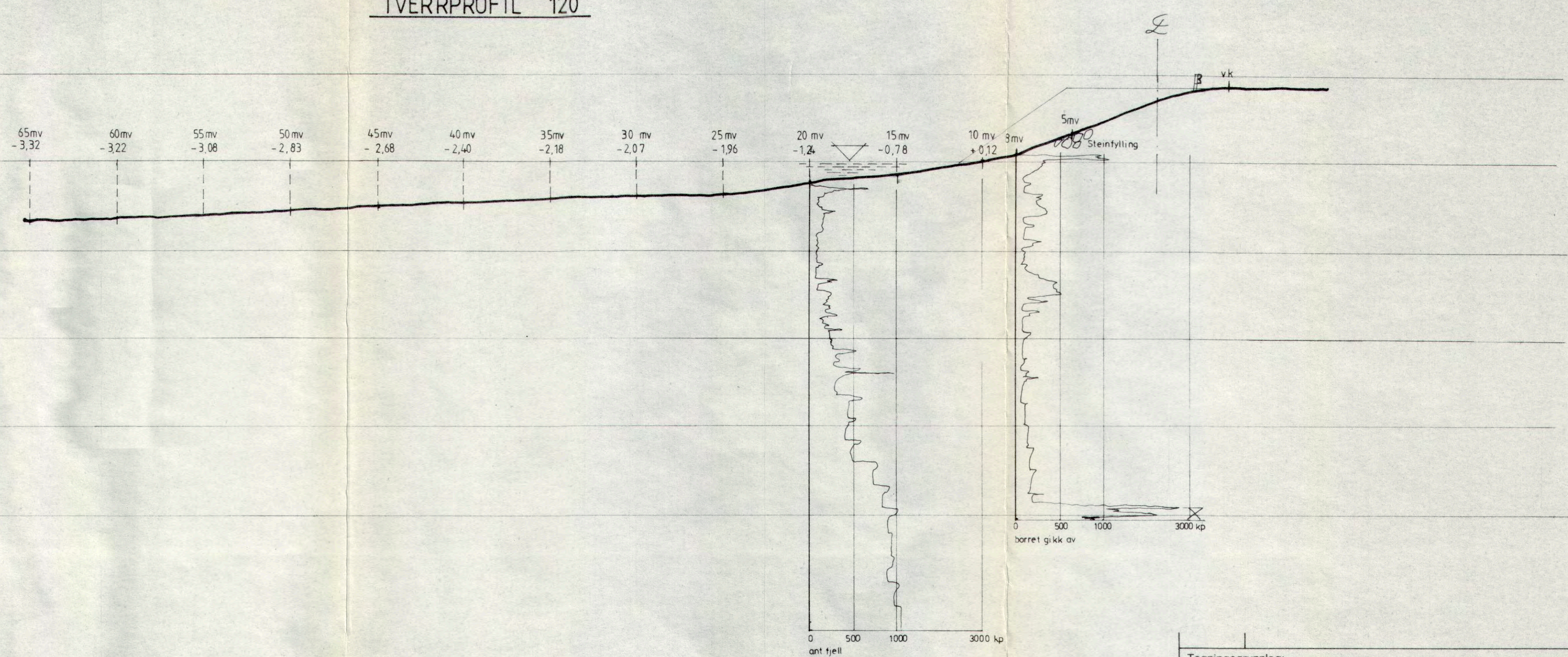


Tegningsgrunnlag:		
Vedlegg til rapport: Vd - 925 A		
TVERRPROFIL 80 OG 120	Målestokk	Boret: nov. 85
	1:200	Tegn.: des 85 ASW
	Saksbeh.:	
GRUNNUNDERSØKELSE: E6, FYLLING FOR E6 V/ LANGSTEIN STASJON		
	Tegning nr. Ø - 2652 · 1	
VEGVESENET I NORD-TRØNDELAG, STEINKJER		

TVERRPROFIL 80



TVERRPROFIL 120



Tegningsgrunnlag:

Vedlegg til rapport: Vd - 925 A

TVERRPROFIL 80 OG 120

Målestokk: 1:200
Boret: nov. 85
Tegn.: des 85 ASW
Saksbeh.:

GRUNNUNDERSØKELSE:

E6, FYLLING FOR E6
V/LANGSTEIN STASJON

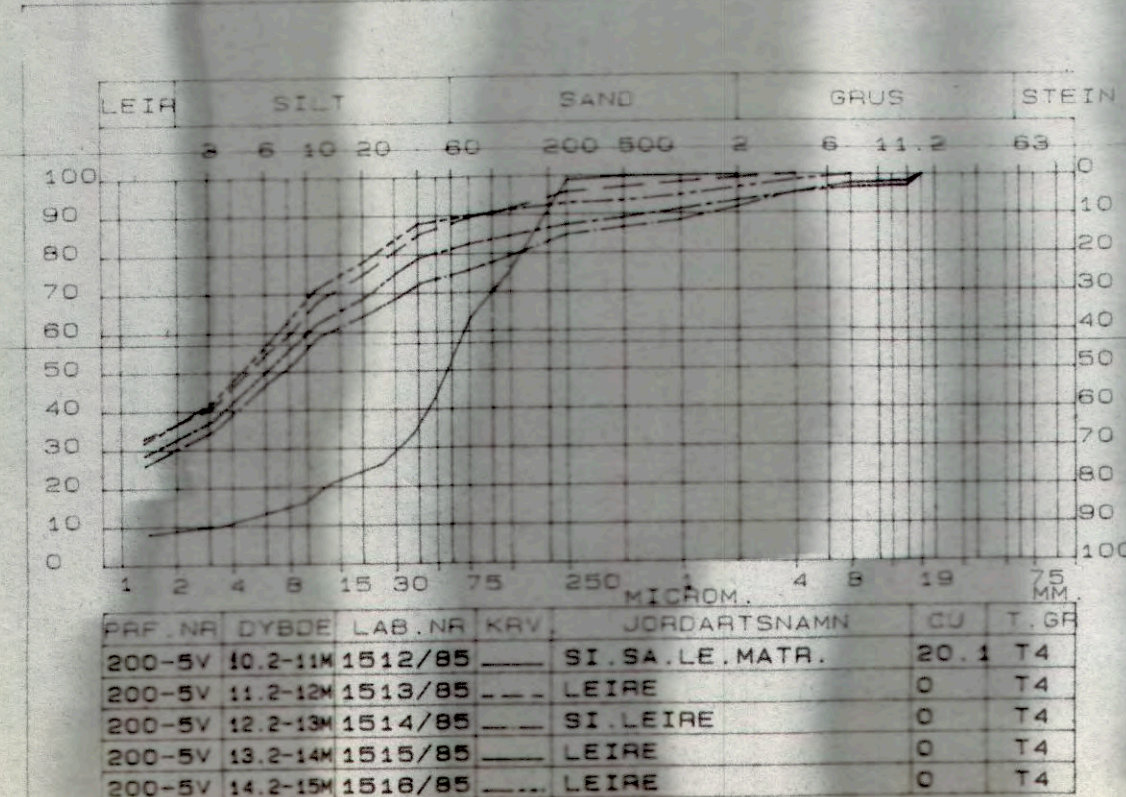
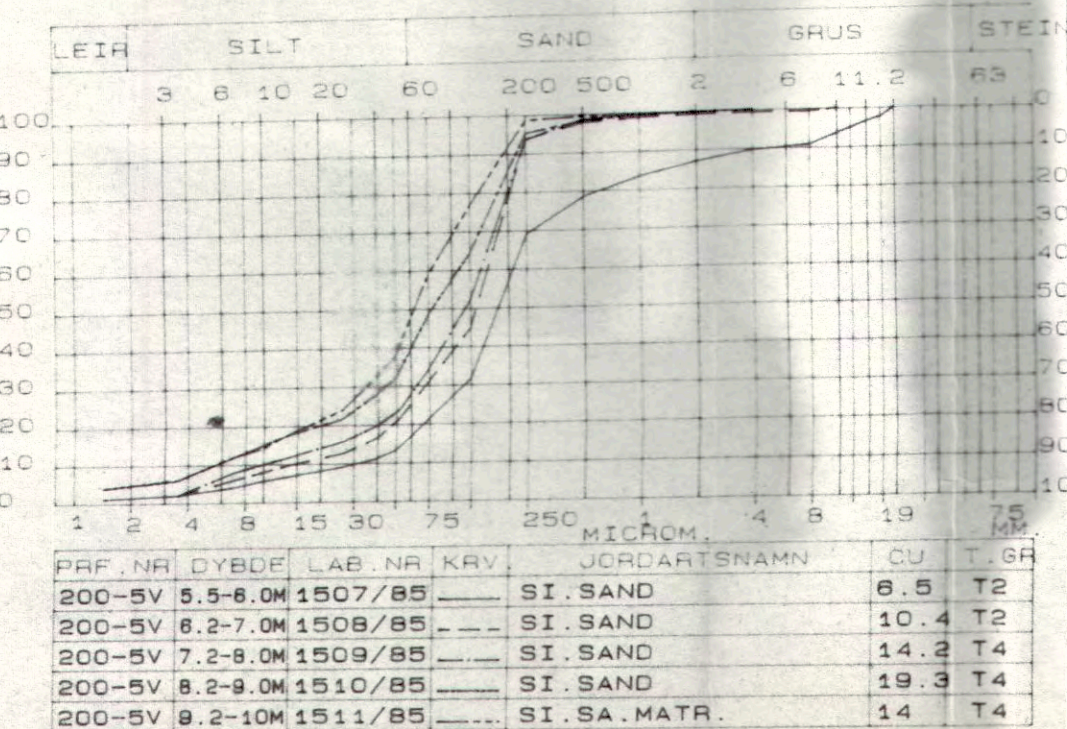
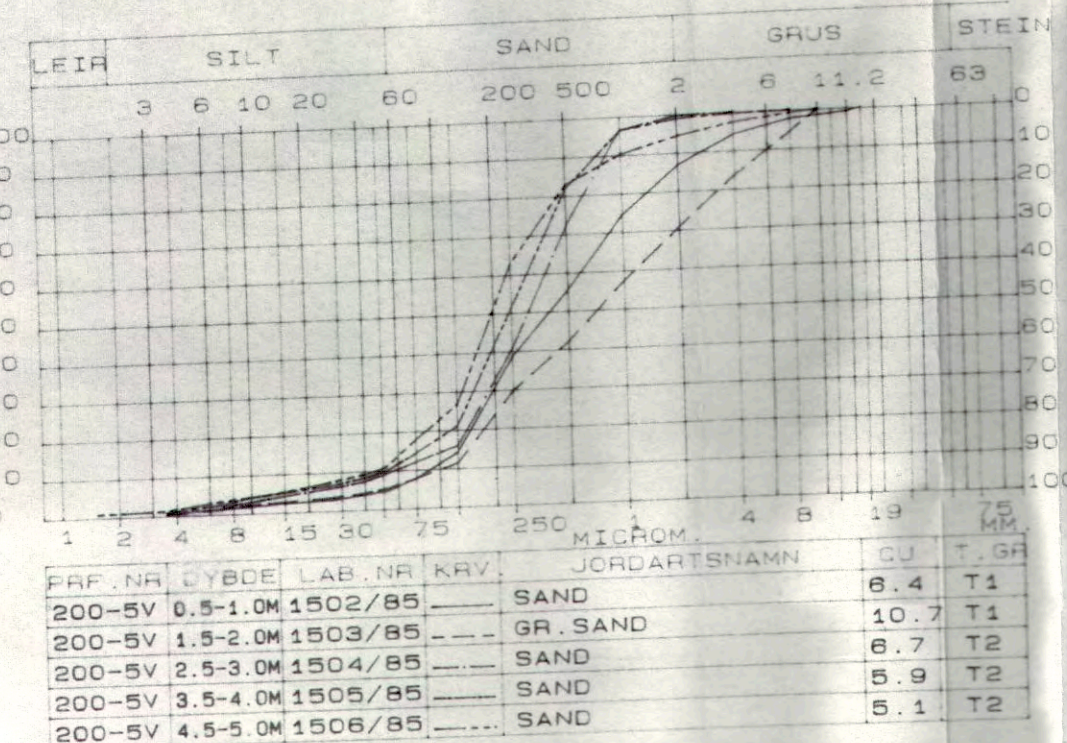
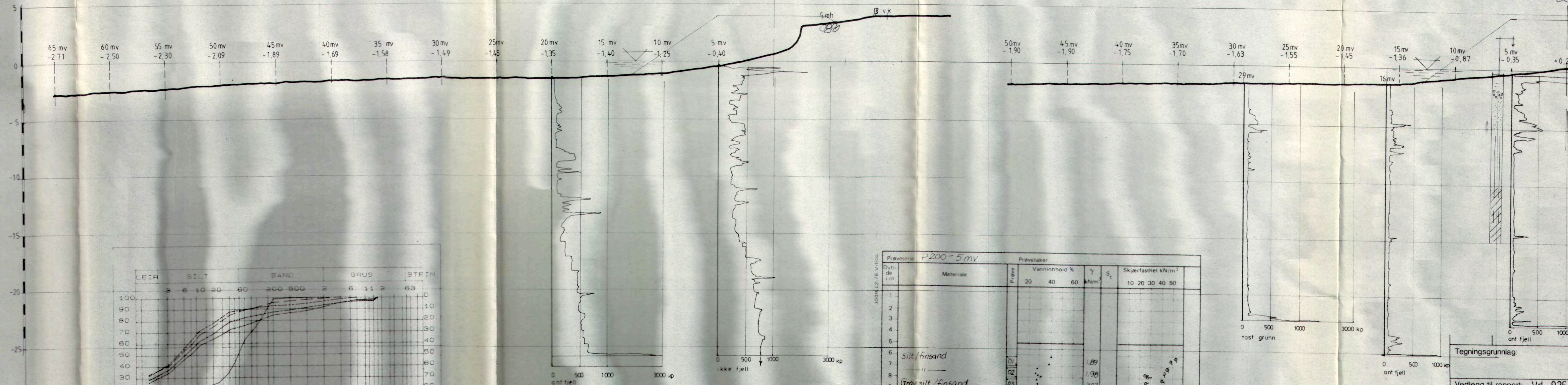
Tegning nr.

Ø-2652 · 1

VEGVESENET I NORD-TRØNDELAG, STEINKJER

TVERRPROFIL 160

TVERRPROFIL 200



Dybde i m	Materiale	Vanninnhold %			γ	S _t	Skjærfasthet kN/m ²				
		20	40	60			10	20	30	40	50
1											
2											
3											
4											
5											
6	Silt / finsand	01			1.89						
7	"	02			1.98						
8	Grov silt / finsand	03			2.02						
9	"	04			2.02						
10	"	05			2.10						
11	Leire m/ noe småstein	06			2.02	26					
12	"	07			1.95	18					
13	Meget bløtt silt	08			1.97						
14	Leire m/ mye småstein	09			1.91	34					
15	Leire m/ noe småstein										
16											

Tegningsgrunnlag:

Vedlegg til rapport: Vd-925

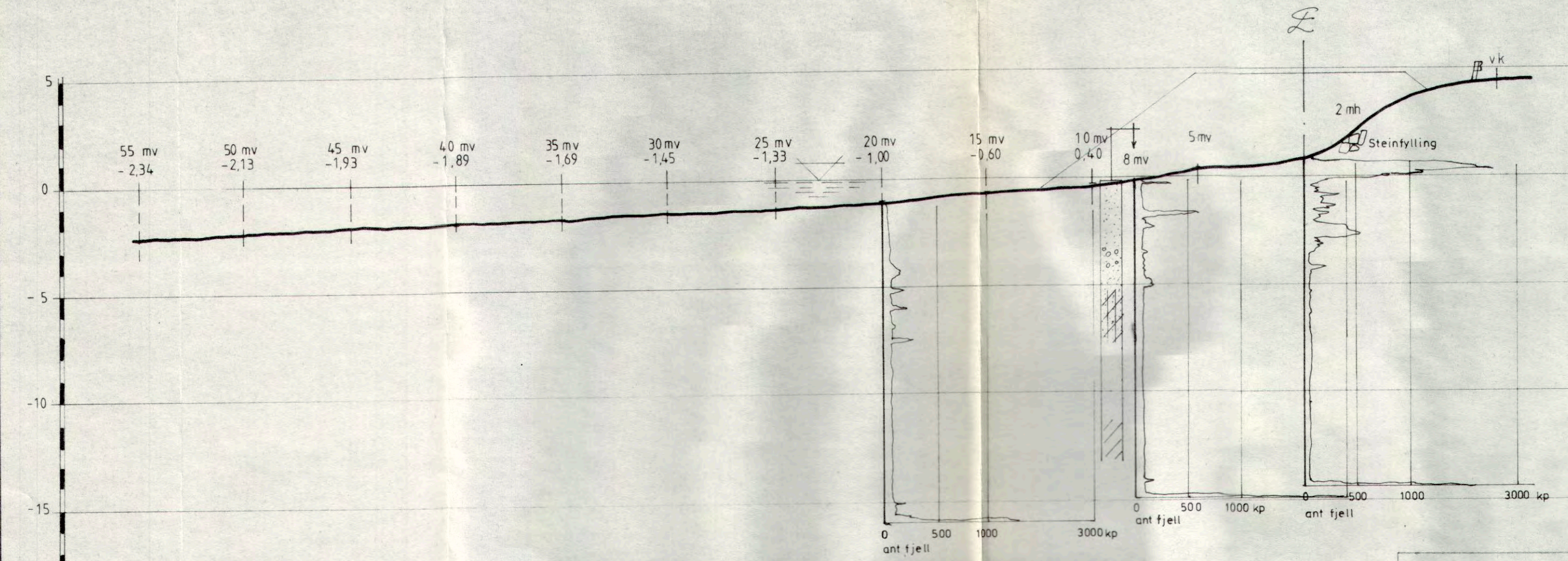
TVERRPROFIL 160 OG

GRUNNUNDERSØKELSE:

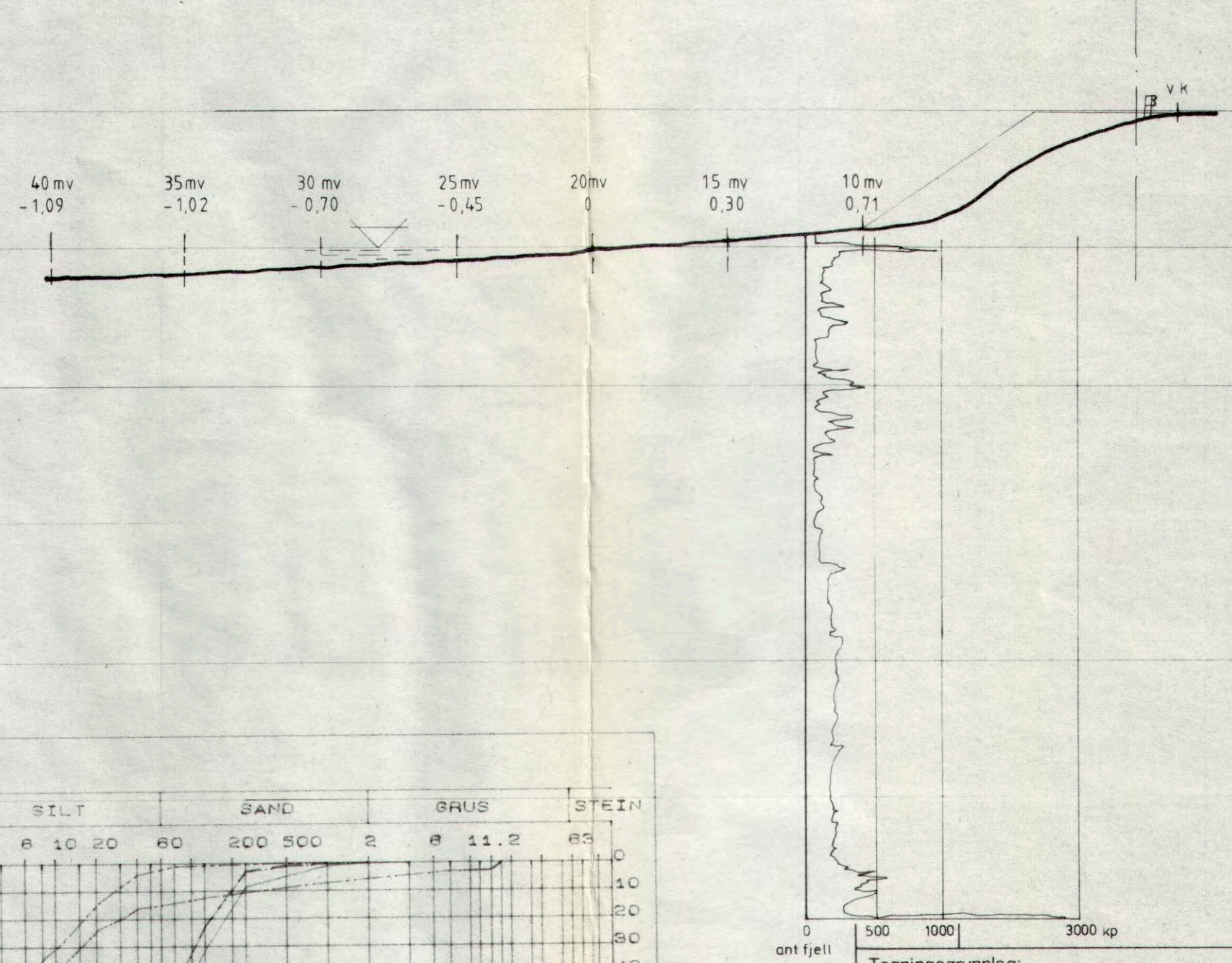
E6, FYLING FOR E6
V/LANGSTEIN STASJON

VEGVESENET I N

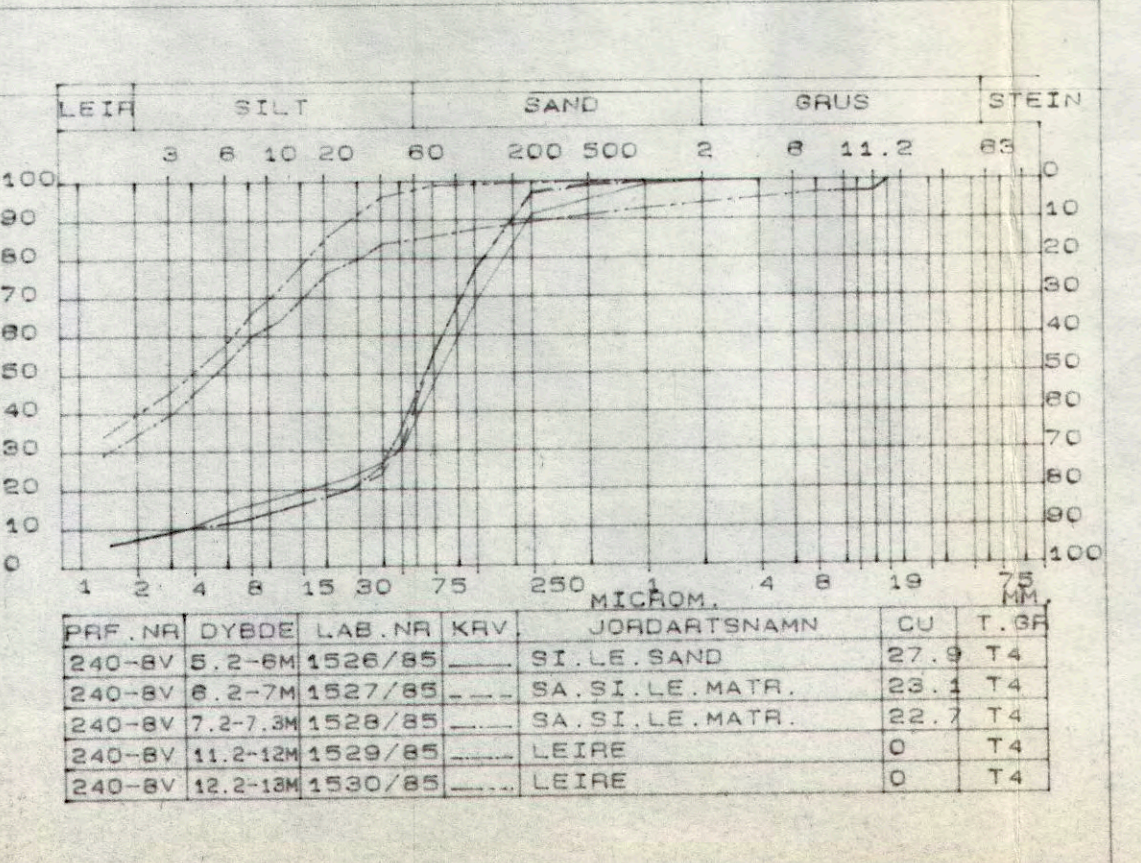
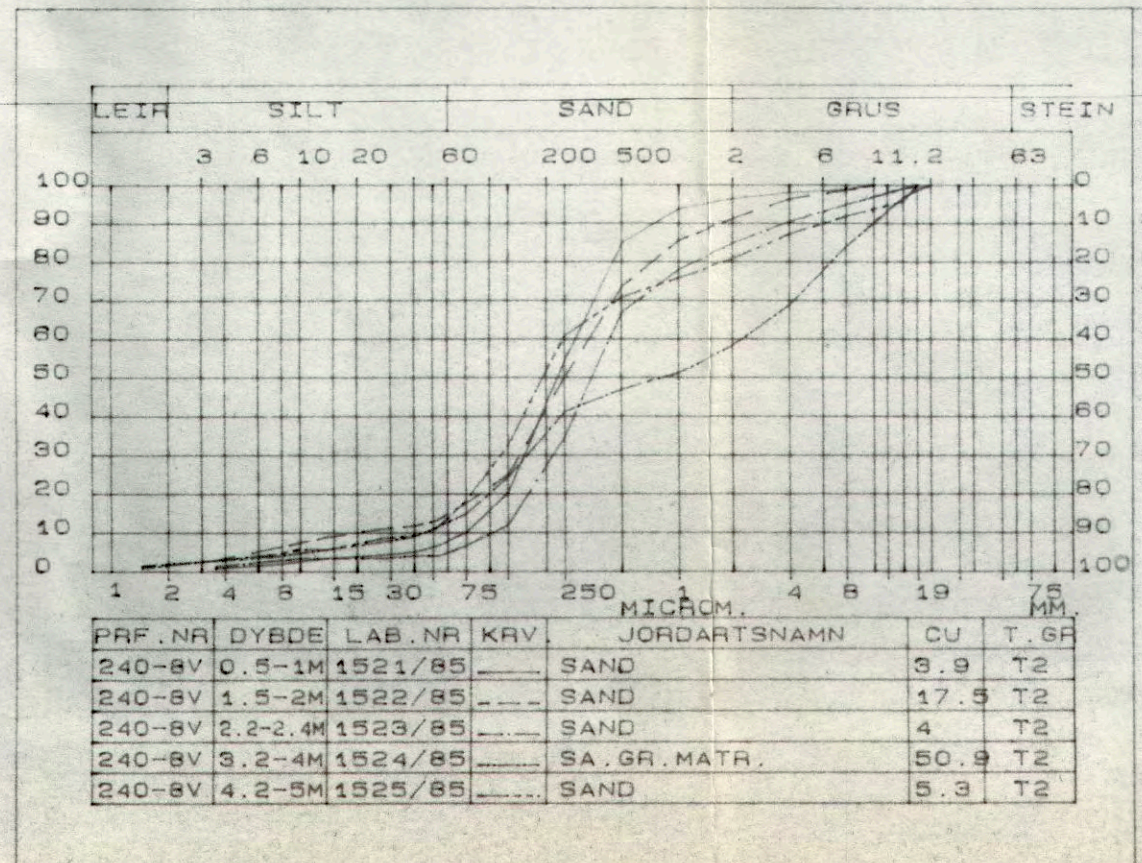
TVERRPROFIL 240



TVERRPROFIL 280



Prøveserie P 240 - 8 mv		Prøvetaker				Skjærfasthet kN/m ²	
Dybde m	Materiale	Prøve	Vanninnhold %	γ	S ₁	10	20
1	Sand	01		2.26			
2	Sand/grus	02		2.01			
3	Sand	03		1.93			
4	Siltig finsand m/skjell	04		1.89			
5	Siltig finsand, Grov silt m/skjell	05		2.03			
6		06					
7		07					
8		08					
9		09					
10		10					
11	Blot leire m/noe småstein			2.05	100.5		
12	Blot leire			2.04	37.5		
13							
14							



Tegningsgrunnlag:

Vedlegg til rapport: Vd-925A

TVERRPROFIL 240 OG 280

GRUNNUNDERSØKELSE:

E6, FYLING FOR E6
V/LANGSTEIN STASJON

VEGVESENET I NORD-TRØNDELAGE, STEINKJER

Målestokk: 1:200

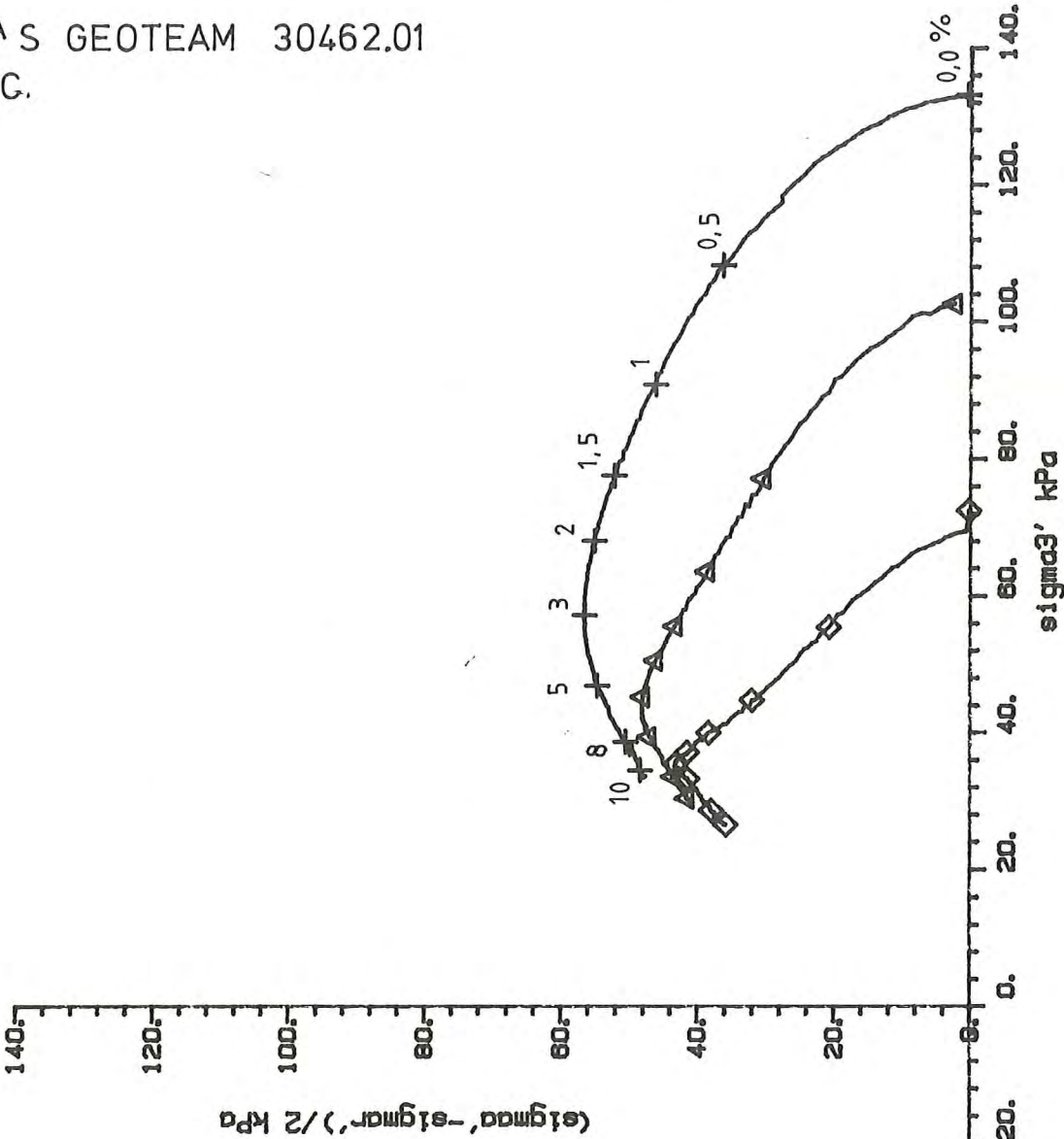
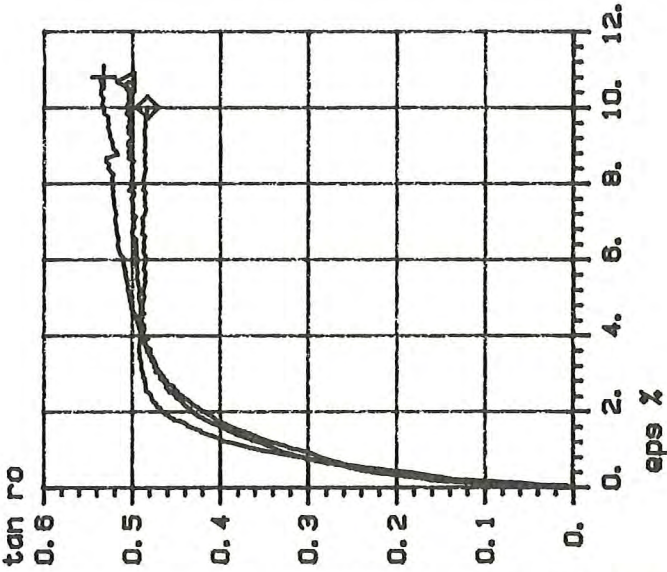
Boret: nov 85

Tegn.: des 85

Saksbeh.:

Tegning nr. 0-2652-3

SYMB	PROFIL	Dybde, m	Labnr.	Forsøkttype
+	P240 - 8mV	9.70	02E	CIUA1
Δ	P240 - 8mV	9.60	02D	CIUA1
◇	P240 - 8mV	9.50	02C	CIUA1

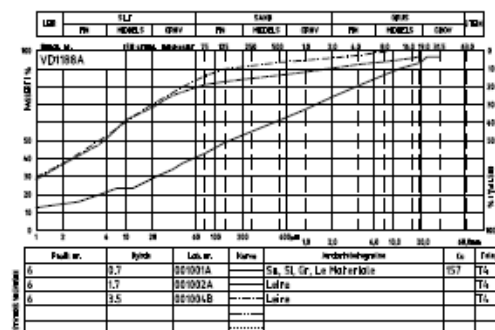
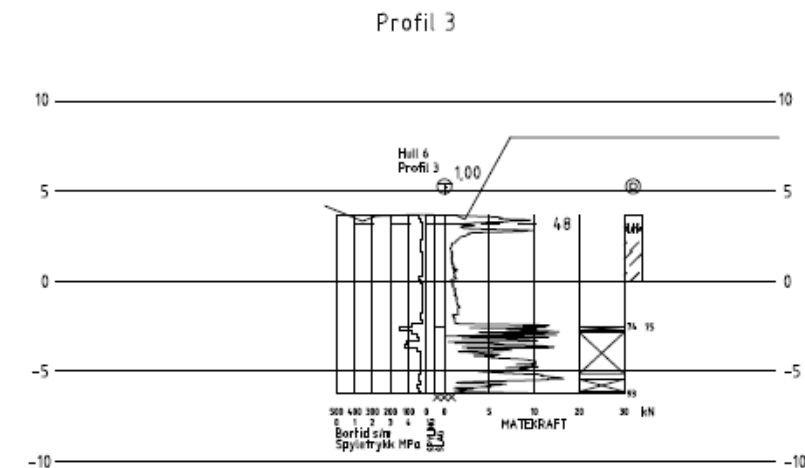
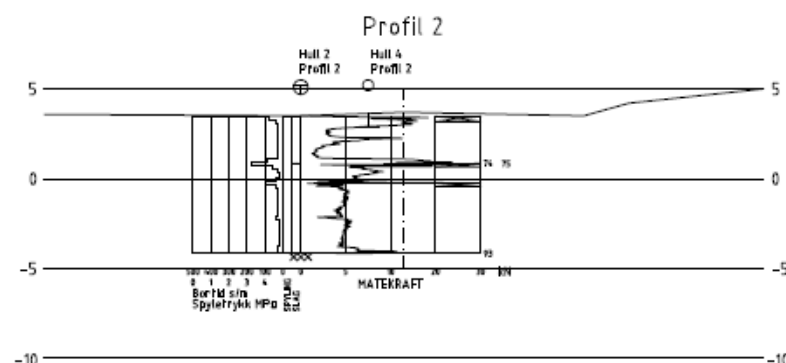
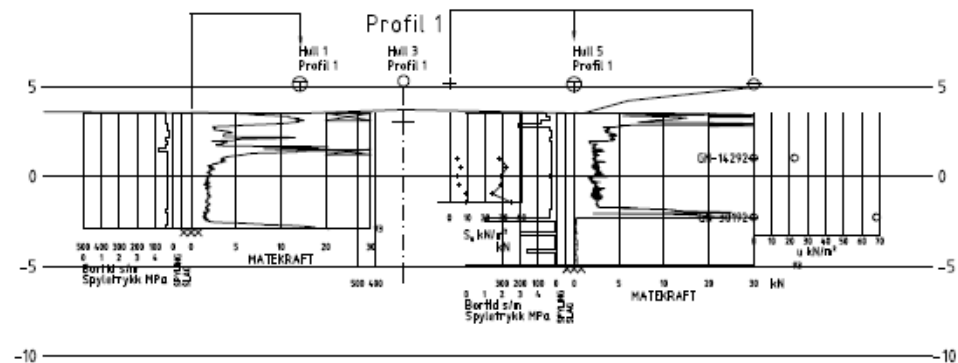


TREAKSIALFORSØK

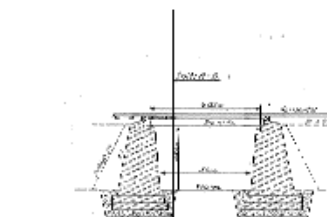
VEGLABORATORIET

OPD. Vd925A

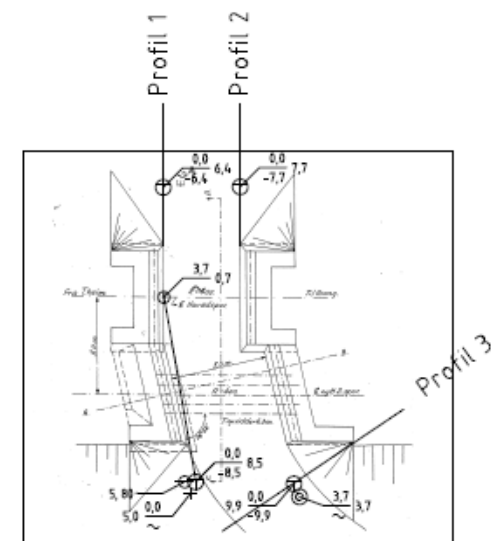
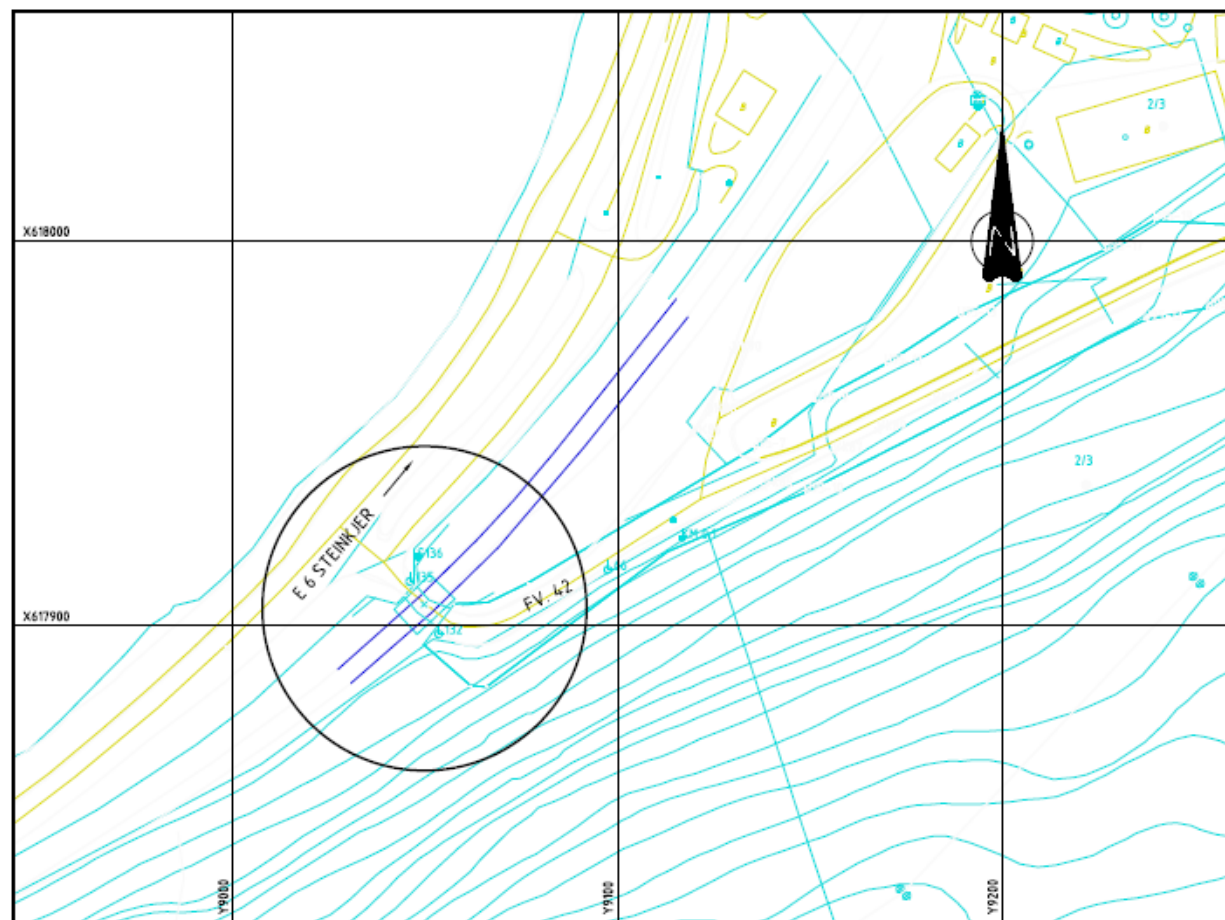
DATO 980110



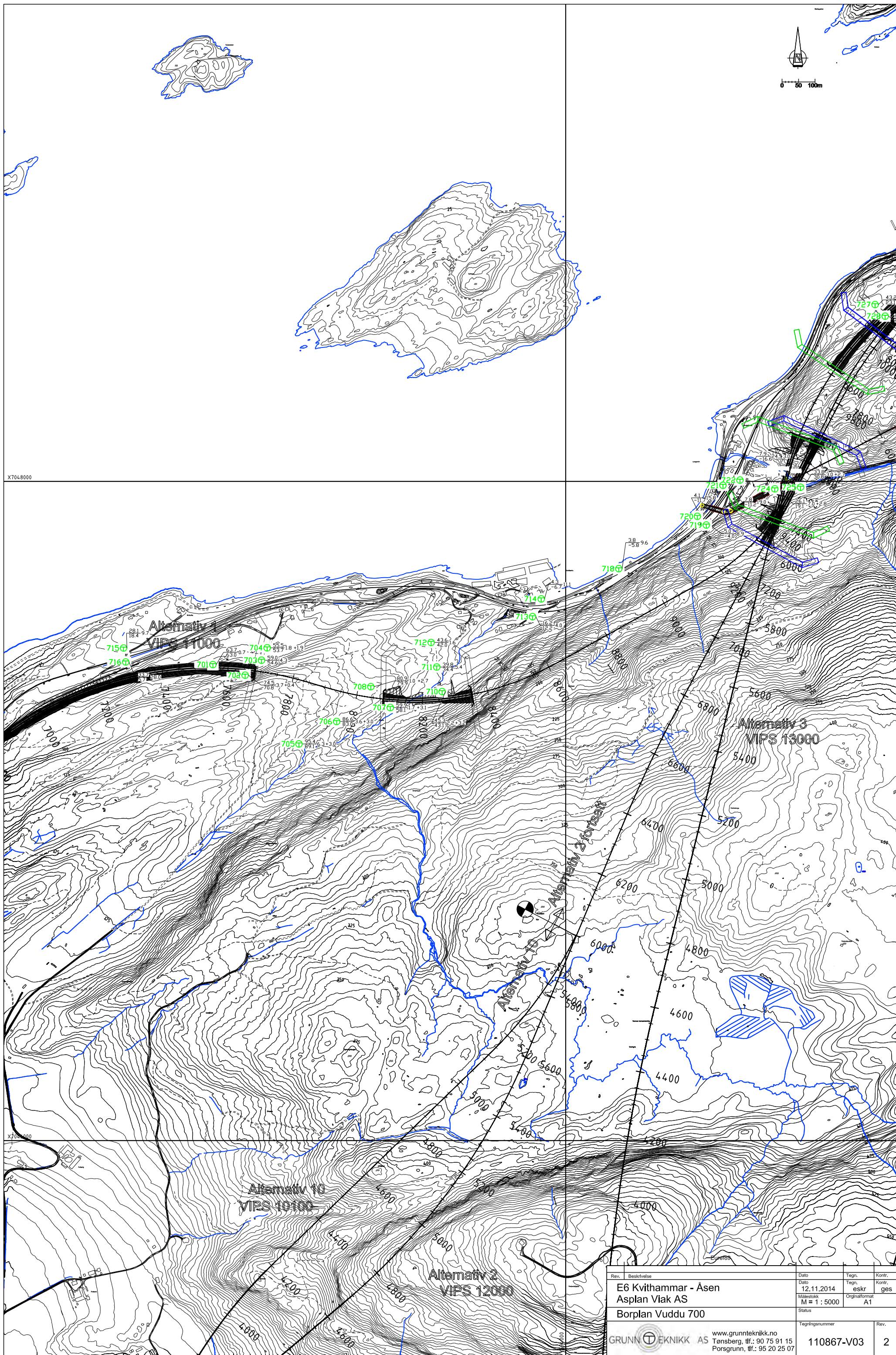
Oppdr.nr.: VD1188A		Analyseår: 2001		Prøvetaker: S4 mm	
Prøveserie: 6		Vanninnhold %		Sjærstyrke kN/m²	
Materiale		Prøve		Sjærstyrke kN/m²	
1. Sp. Sl. Gr. Le Materiale		20		20	
2. Leire		40		40	
3. Leire		60		60	
		80		80	
		100		100	
		120		120	
		140		140	
		160		160	
		180		180	
		200		200	

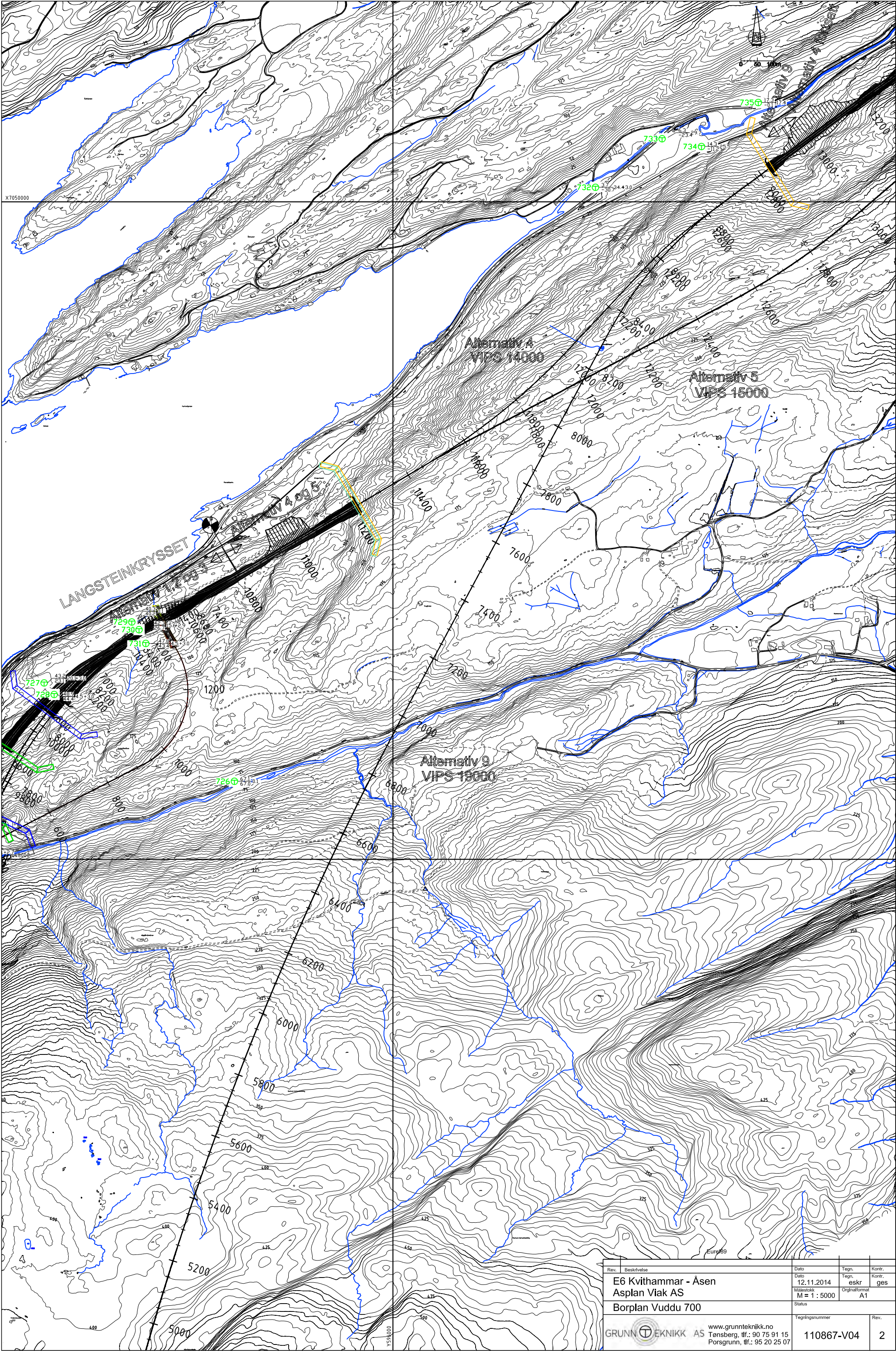


REV.	ENDRING	ERSTATNING	DATO	SKIK
VEDERSETTL	VD-1188 A	THUD: ULABIVD1188AILAB.THO	Boret	12.07.2001
FAFVET		VPS: ULABIVD1188AILAB-1.0EN	Tegn.	R.Saksen
		Statens vegvesen		
		Nord-Trøndelag		
FV. 42 UNDERGANG LANGSTEIN		Oppgavet.		
Grunnundersøkelse		Tegnet.		
Profil 1, 2 og 3 og skisser av undergang.		Arkiv.		



REV.	ENDRING	ERSTATNING	DATO	SIGN.
VEILEDNING	VD - 1188 A	THG: U:\LAB\VD1188\LAB.THG	Boret	12.07.2001
RAPPORT		VPS: U:\LAB\VD1188\LAB-LGEN	Tegn.	R.Sahlin
 Statens vegvesen Nord-Trøndelag			Saksb.	K.Braksen
			Hor. M.	1000 / 100
			Vert. M.	1000 / 100
			Dato	18.02.2002
FV. 42 JERNBANEUNDERGANG LANGSTEIN			Oppgave nr.	1111B001
Grunnundersøkelse			Tegn. nr.	V-3675
Oversiktskart og skisse			Ark. nr.	





Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	E6 Kvithammar - Åsen Asplan Viak AS	12.11.2014	eskr	ges
	Borplan Vuddu 700	Målestokk M = 1 : 5000	Originalformat A1	
		Status	Tegningsnummer	Rev.
	GRUNNTEKNIKK AS Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07		110867-V04	2

E6. Kvithammar - Åsen

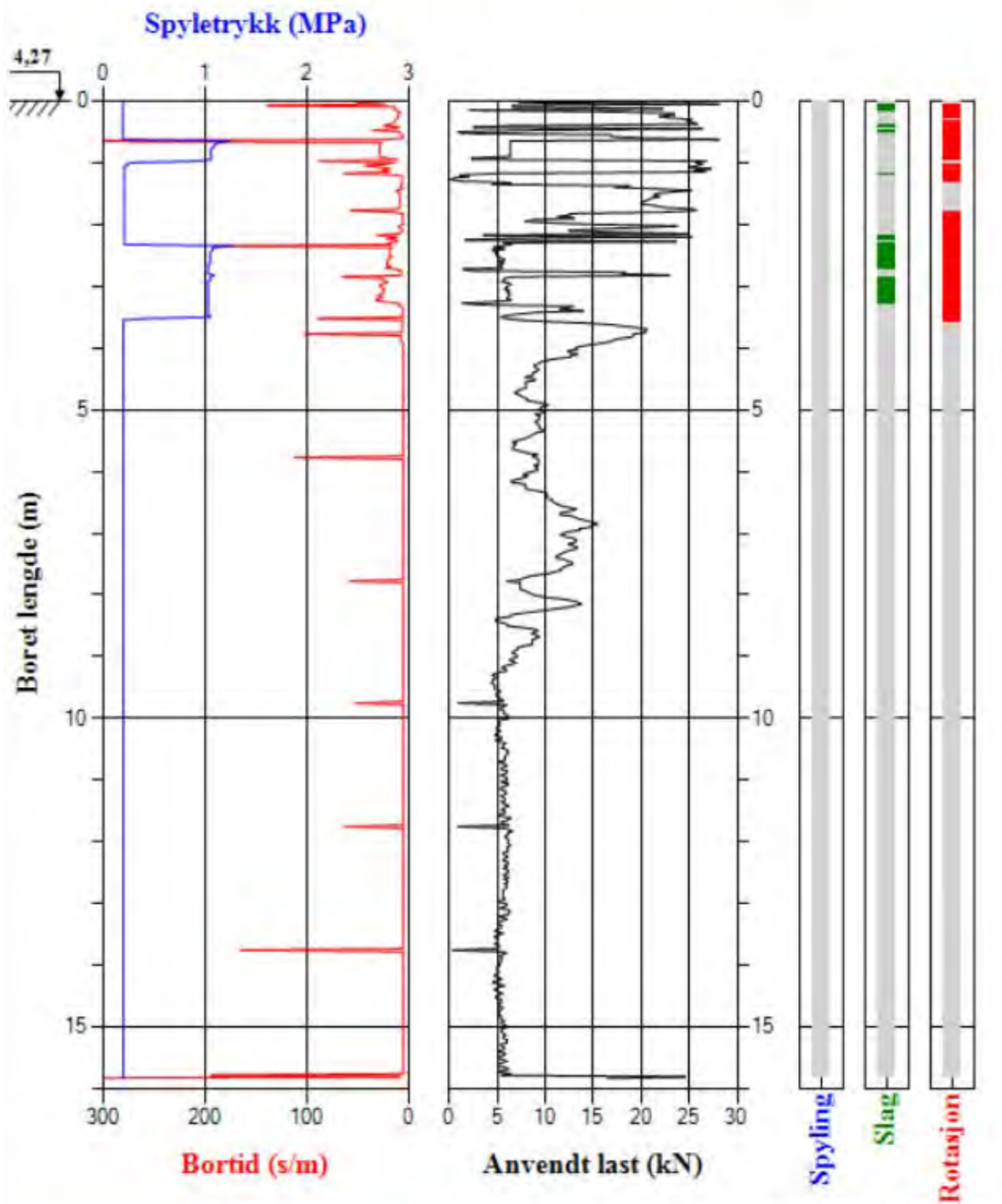
Vedlegg 2

Borpunktliste for samtlige veglinjer

Borhull	X	Y	Z	Metode	Stopp	Løsm	Fjell
602	7042608,5	593859,3	21,1	Total	93	0,1	0,0
603	7042660,0	593950,3	23,0	Total	93	21,1	0,0
604	7042793,9	593878,5	36,3	Total	90	29,7	
604CP	7042793,9	593878,5	36,3	Cpt	92	6,6	
605	7042961,0	593825,3	39,4	Total	90	29,8	
606	7043006,8	593950,7	40,3	Total Tolk	94	20,4	3,1
606CP	7043006,8	593950,7	40,3	Cpt	92	18,7	
606PA	7043006,8	593950,7	40,3	GD	90	5,0	
606PB	7043006,8	593950,7	40,3	GD	90	12,0	
606PR	7043006,8	593950,7	40,3	Prøve	90	11,7	
607	7043192,0	593997,7	57,2	Total Tolk	94	1,4	3,0
608	7043243,9	593802,7	73,3	Total Tolk	94	3,6	3,0
609	7043256,1	593988,4	77,0	Total Tolk	94	4,6	3,1
610	7043170,5	594156,5	61,5	Total Tolk	94	9,9	3,0
611	7043352,8	593976,0	105,3	Total Tolk	94	7,6	2,9
612	7043584,4	592499,4	58,4	Total	93	19,6	0,0
613	7043647,8	592313,3	68,2	Total	90	25,8	
613CP	7043647,8	592313,3	68,2	Cpt	90	20,0	
614	7043802,1	592340,0	76,8	Total	93	11,0	0,0
615	7043616,1	592735,1	54,3	Total	93	15,3	0,0
615CP	7043616,1	592735,1	54,3	Cpt	92	15,0	
616	7043740,8	592644,0	63,7	Total	93	3,6	0,0
617	7043916,9	592474,7	86,3	Total	93	6,0	0,0
618	7044079,7	592499,8	101,9	Total	93	4,7	0,0
619	7044095,3	592664,6	95,8	Total	93	5,4	0,0
620	7044419,5	592438,4	109,1	Total	93	8,2	0,0
621	7044464,5	592597,4	110,4	Total	93	12,0	0,0
622	7044498,4	592741,9	135,7	Total	93	3,4	0,0
623	7044649,0	592421,7	114,8	Total	93	0,1	0,0
624	7044733,9	592626,1	121,6	Total	93	11,5	0,0
624CP	7044733,9	592626,1	121,6	Cpt	92	11,8	
624PA	7044733,9	592626,1	121,6	GD	90	4,0	
624PB	7044733,9	592626,1	121,6	GD	90	9,0	
624PR	7044733,9	592626,1	121,6	Prøve	90	9,8	
625	7045069,8	592587,7	122,5	Total Tolk	94	4,3	3,0
626	7045067,8	592828,8	141,7	Total Tolk	94	2,5	3,1
627	7045182,1	592943,2	164,6	Total Tolk	94	11,4	2,8
628	7044862,5	592261,0	120,4	Total Tolk	94	6,5	3,0
629	7045015,9	592083,7	122,4	Total	93	14,5	0,0
630	7045125,4	591975,5	120,6	Total	93	12,8	0,0
630CP	7045125,4	591975,5	120,6	Cpt	92	9,1	
631	7045411,4	591728,7	115,2	Total	93	5,2	0,0
632	7044267,4	592539,8	101,7	Total	93	10,6	0,0
651	7042955,7	593521,2	36,5	Total	93	24,8	0,0

652	7043126,9	593424,3	40,7	Total	93	1,4	0,0
653	7043224,4	593359,1	49,0	Total Tolk	94	4,9	3,0
654	7043364,9	593252,7	82,0	Total Tolk	94	2,7	3,0
655	7043489,4	593141,2	92,6	Total Tolk	94	0,8	2,9
656	7043633,4	593027,4	72,6	Total Tolk	94	3,9	3,0
657	7043732,8	592961,8	61,5	Total	93	8,9	0,0
658	7043844,9	592910,5	63,6	Total	93	5,2	0,0
659	7043978,9	592838,5	75,7	Total	93	5,7	0,0
701	7047444,2	592929,5	63,7	Total	93	0,7	0,0
702	7047412,0	593027,4	74,5	Total Tolk	94	3,7	0,5
703	7047457,4	593077,1	59,0	Total	93	4,4	0,0
704	7047495,1	593094,2	55,5	Total Tolk	94	1,9	1,9
705	7047203,5	593190,6	95,4	Total Tolk	94	6,3	3,0
706	7047271,4	593305,0	86,6	Total Tolk	94	3,6	3,0
707	7047313,8	593467,9	59,9	Total Tolk	94	1,8	3,1
708	7047377,2	593408,8	80,9	Total Tolk	94	1,0	2,7
710	7047362,2	593625,2	45,3	Total Tolk	94	2,2	3,2
711	7047436,8	593608,8	39,8	Total	93	5,4	0,0
712	7047511,4	593591,8	43,6	Total	93	1,6	0,0
713	7047589,5	593899,5	16,2	Total	93	4,1	0,0
714	7047643,5	593925,8	4,3	Total	93	11,1	0,0
715	7047494,3	592658,5	28,1	Total	93	9,7	0,0
716	7047452,0	592664,9	33,7	Total	93	28,0	0,0
718	7047735,2	594161,2	3,8	Total	93	9,6	0,0
719	7047867,6	594426,9	5,0	Total	93	8,9	0,0
720	7047893,9	594399,6	4,1	Total	93	15,8	0,0
721	7047988,3	594477,3	7,8	Total	93	19,0	0,0
722	7048004,0	594529,0	7,9	Total Tolk	94	24,5	3,0
724	7047977,5	594634,6	26,1	Total Tolk	94	7,0	2,8
725	7047982,3	594712,9	33,8	Total Tolk	94	3,0	2,8
726	7048237,4	595517,8	67,1	Total	93	0,1	0,0
727	7048536,5	594939,0	43,2	Total Tolk	94	20,1	3,1
728	7048501,4	594969,5	48,9	Total Tolk	94	4,5	3,0
729	7048721,9	595205,7	40,3	Total	93	0,1	0,0
730	7048698,5	595227,7	42,3	Total Tolk	94	15,6	2,9
731	7048656,6	595248,2	47,8	Total Tolk	94	4,5	3,0
732	7050044,4	596616,1	3,7	Total Tolk	94	34,4	3,0
733	7050192,1	596818,8	6,3	Total	93	29,7	0,0
734	7050168,4	596938,7	14,3	Total	93	25,5	0,0
735	7050302,3	597111,4	17,3	Total	93	17,4	0,0
736	7050632,5	597679,9	35,5	Total	93	5,7	0,0
737	7050887,1	598092,4	44,2	Total	93	3,7	0,0
738	7051161,3	598521,2	50,1	Total	93	10,8	0,0
739	7051266,3	598853,2	92,3	Total	90	8,1	
740	7051359,5	598728,8	52,2	Total	93	1,1	0,0
741	7051516,1	599193,9	64,3	Total	93	12,8	0,0
743	7051609,2	599125,2	57,6	Total	93	23,7	0,0
744	7051643,0	599095,5	65,8	Total	93	11,2	0,0

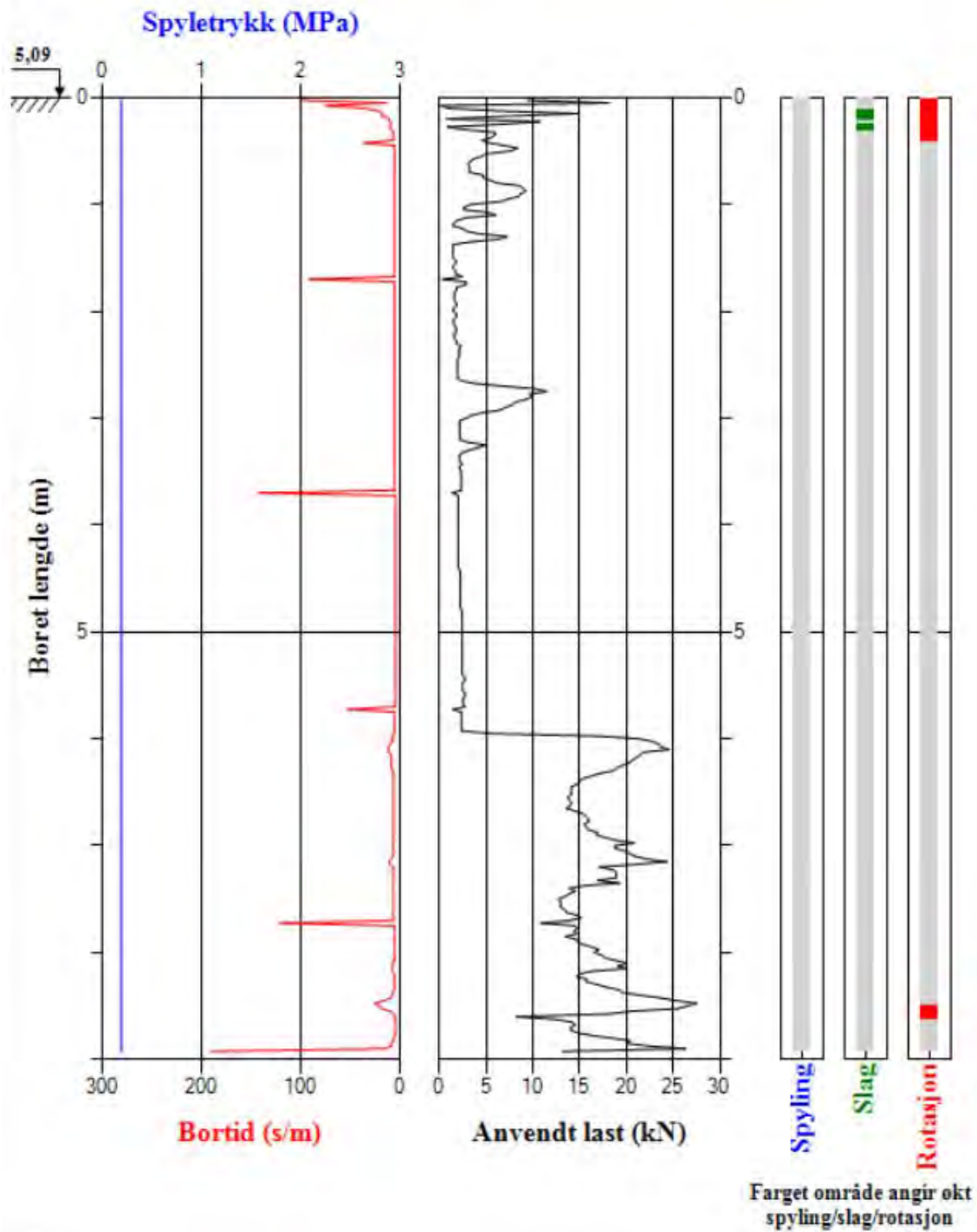
Totalsondering - 20180628-v20018t



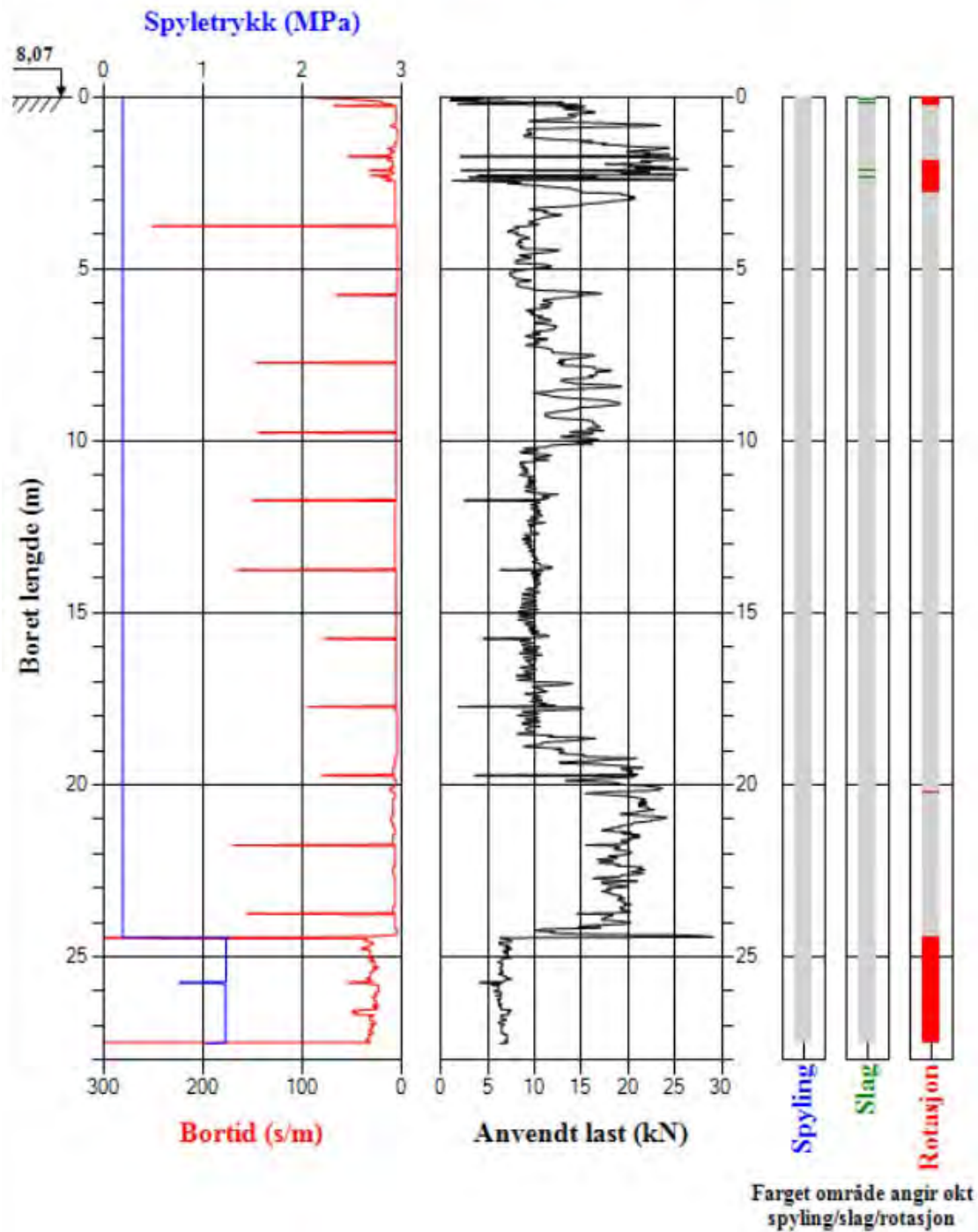
MULIG FEIL, to koder for start/slutt på slag etter hverandre

Farget område angir økt spyling/slag/rotasjon

Totalsondering - 20180628-2-v20017t



Totalsondering - 20180628-2-v20020t



RAPPORT

Konsekvensutredning Langstein

OPPDRAKSGIVER

Nye Veier AS

EMNE

Datarapport – Geotekniske
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 2019-06-25 / 00

DOKUMENTKODE: 10211245-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

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

OPPDRAAG	Konsekvensutredning Langstein	DOKUMENTKODE	10211245-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Nye Veier AS	OPPDRAAGSLEDER	Ida Almvik
KONTAKTPERSON	Lars Erik Moe	UTARBEIDET AV	Pernille Wiersholm
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 594132 NORD: 7047778	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	- / - / - / Stjørdal		

SAMMENDRAG

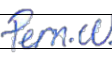
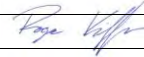
Nye Veier AS ønsker å utrede muligheten for å benytte overskuddsmasser fra tunelldriving til utfylling i sjø ved Langstein. Multiconsult er engasjert av Nye Veier AS for å utføre grunnundersøkelser, samt innledende geoteknisk vurdering av muligheter og begrensninger for utfylling.

Utførte grunnundersøkelser i felt omfatter totalsonderinger i 18 borpunkter, 3 stk. trykksonderinger og opptak av sylinderprøver i 3 borpunkter. Laboratorieundersøkelsene består av rutineundersøkelser av 17 sylinderprøver, samt tre aksialforsøk, ødometerforsøk og kornfordelingsanalyser for utvalgte prøvedybder.

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene i hovedsak består av bløt leire. Det er påvist sprøbruddsmateriale ved enkelte dybder i borpunkt 2, 9 og 10.

Totalsonderingene indikerer svært varierende dybder til berg. Det er registrert antatt berg ved 2,0 m til 30 m dybde, og enkelte sonderinger er avsluttet ved 50 m dybde uten å ha påtruffet berg.

Det er ikke utført poretrykksmålinger i forbindelse med utførte grunnundersøkelser.

					
00	2019-06-25	Utsendelse av rapport	Pernille Wiersholm	Roger Kristoffersen	Roger Kristoffersen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
1.1	Formål og bakgrunn	6
1.2	Utførelse	6
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav	6
1.4	Innhold og bruk av rapporten	7
2	Områdebeskrivelse	8
2.1	Befaring	8
2.2	Området og topografi	8
3	Geotekniske grunnundersøkelser	9
3.1	Tidligere grunnundersøkelser	9
3.2	Utførte grunnundersøkelser	10
3.2.1	Feltundersøkelser	10
3.2.2	Laboratorieundersøkelser	11
4	Grunnforholdsbeskrivelse	12
4.1	Kvartærgeologisk kart	12
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred	12
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser	13
4.3.1	Generelt	13
4.3.2	Dybde til berg	13
4.3.3	Løsmasser	13
4.3.4	Poretrykk og grunnvann	13
5	Geoteknisk evaluering av resultatene	14
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder	14
5.2	Viktige forutsetninger	14
5.3	Undersøkelses- og prøve kvalitet	14
5.4	Måling av poretrykk	14
5.5	Påvisning av bergnivå	14
6	Behov for supplerende grunnundersøkelser	15
7	Referanser	16

TEGNINGER

10211245-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-200	Geotekniske data bp. 2
	-201	Geotekniske data bp. 9
	-202	Geotekniske data bp. 10
	-300	Korngraderingsanalyser bp. 2, dybde 5,3 m
	-301	Korngraderingsanalyse bp. 9, dybde 4,7 m
	-302	Korngraderingsanalyse bp. 10, dybde 5,5 m
	-400.1 til 400.2	Kontinuerlig ødometerforsøk bp. 2, dybde 5,5 m
	-401.1 til 401.2	Kontinuerlig ødometerforsøk bp. 9, dybde 4,7 m
	-402.1 til 402.2	Kontinuerlig ødometerforsøk bp. 10, dybde 5,5 m
	-450.1 til 450.6	Aktivt treksialforsøk bp. 2, dybde 8,7 m
	-451.1 til 451.6	Aktivt treksialforsøk bp. 2, dybde 10,6 m
	-452.1 til 452.6	Aktivt treksialforsøk bp. 9, dybde 4,6 m
	-453.1 til 453.6	Aktivt treksialforsøk bp. 10, dybde 5,6 m
	-454.1 til 454.6	Aktivt treksialforsøk bp. 10, dybde 9,5 m
	-500.1	Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet, CPTU bp. 2
	-500.2	In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger, CPTU bp. 2
	-500.3	Måledata og korrigerte måleverdier, CPTU bp. 2
	-500.4	Avledede dimensjonsløse forhold, CPTU bp. 2
	-501.1	Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet, CPTU bp. 9

-501.2	In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger, CPTU bp. 9
-501.3	Måledata og korrigerte måleverdier, CPTU bp. 9
-501.4	Avledede dimensjonsløse forhold, CPTU bp. 9
-502.1	Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet, CPTU bp. 10
-502.2	In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger, CPTU bp. 10
-502.3	Måledata og korrigerte måleverdier, CPTU bp. 10
-502.4	Avledede dimensjonsløse forhold, CPTU bp. 10
-600	Profil A-A
-601	Profil B-B
-602	Profil C-C
-603	Profil D-D
-604	Profil E-E
-605	Profil F-F

VEDLEGG

1. Kalibreringsskjema CPTU-sonde

BILAG

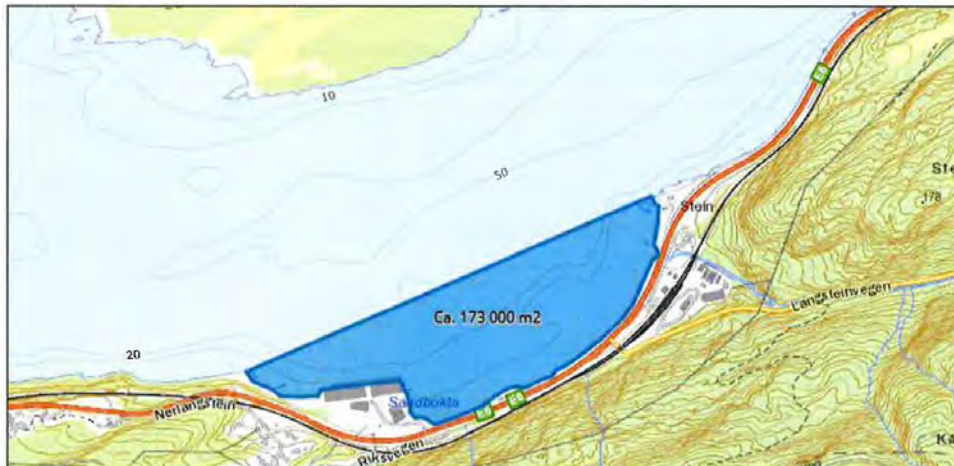
1. Geoteknisk bilag – Feltundersøkelser
2. Geoteknisk bilag – Laboratorieundersøkelser
3. Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser for konsekvensutredning av fylling i sjø ved Langstein i Stjørdal kommune.

1.1 Formål og bakgrunn

Nye Veier AS ønsker å utrede muligheten for å benytte overskuddsmasser fra tunelldriving til utfylling i sjø ved Langstein. Massene skal bidra til utvidelse av industri-/havneområdet. Figur 1-1 viser et mulig utfyllingsområde.



Figur 1-1: Mulig utfyllingsområde [Nye Veier AS, 28.03.19]

Multiconsult er engasjert av Nye Veier AS for å utføre grunnundersøkelser, samt en innledende geoteknisk vurdering av muligheter og begrensninger for utfylling.

Denne rapporten presenterer resultatene av de utførte grunnundersøkelsene, samt resultatene fra andre relevante grunnundersøkelser som er utført i området tidligere.

1.2 Utførelse

Boringens utførelse er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1, mens oversikt over metodestandarder for utførelse er gitt i geoteknisk bilag 3.

Metodikk/prosedyre for utførelse av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS med borebåten Borecat i uke 14 og 15 i april 2019, under ledelse av borleder Geir Kristoffer Andersen. Bopunktene er målt inn med DGPS utstyr. Systemet opplyses å ha en nøyaktighet på inntil +/- 2,0 cm i horisontalplanet, og +/- 5,0 cm i vertikalplanet. Nøyaktigheten vil bli påvirket av båtens bevegelse som følge av bølge- og vindpåvirkning.

Sjøbunnen angitt på figurer og tegninger er etter en sjøbunnskartlegging utført i desember i 2018.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim i uke 19-23/2019.

1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 0 og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening 0.

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 0 og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 0.

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

1.4 Innhold og bruk av rapporten

Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringssammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak, og vi anbefaler at det engasjeres geoteknisk kompetanse i det videre arbeidet med prosjektet.

Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurenset grunn i det undersøkte området.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Befaring

Det er ikke gjennomført befaring på området i forkant av utførte grunnundersøkelser.

2.2 Området og topografi

Området for en mulig utfylling i sjø avgrenses av Langstein kai i vest og Stein i øst. Figur 2-1 viser et oversiktskart over området. Langs med sjøen går dagens E6 og Nordlandsbanen.

Mot sør skrår terrenget bratt oppover mot fjellet Kvitberga, og det er berg i dagen langs med E6. Langs sjøbunnen skrår terrenget bratt ned fra land til kote -20 m (NN2000). Sjøbunnen skrår generelt videre nedover til laveste terreng på kote -50 mellom Saltøya og Langstein. Terrenget langs sjøbunnen består også av enkelte rygger.



Figur 2-1: Oversiktskart med markering av mulig fyllingsområde. Nord oppover. [Norgeskart.no, 24.04.19]

Historiske kart viser at det mellom 1964 og 2004 ble gjennomført en mindre utfylling av området langs med Langstein kai. Se Figur 2-2.



År 1955



År 1964



År 2004

Figur 2-2: Historiske foto av Langstein kai fra 1955 til 2004. [kart.finn.no, 24.04.19]

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Relevante tidligere utførte grunnundersøkelser i området er listet opp i

Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter

Ref.	Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn	Vist på borplan
[8]	2011076322-001	Statens Vegvesen	2011	Statens Vegvesen	E6 Langstein, mur sør/ Datarapport	Nei
[9]	2011076322-002	Statens Vegvesen	2011	Statens Vegvesen	E6 Langstein, mur ved kaiområde/ Datarapport	Nei
[10]	31040.01	A/S Geoteam	1987	Langstein terminal AS	Utvidelse av terminalområdet / Geotekniske undersøkelser	-001
[11]	30462.01	A/S Geoteam	1986	Vegkontoret i Nord- Trøndelag	Omlegging av E6 ved Langstein / Grunnforhold og stabilitet ved oppfylling	-001

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser omfatter:

- 18 stk. totalsonderinger til antatt berg eller 50 m dybde
- 3 stk. trykksonderinger (CPTU)
- 3 stk. prøveserier med opptak av ø54 mm sylindrerprøver (stål)

Borpunktene plassering er vist på borplan, se tegning -001. Utskrifter av totalsonderinger er vist på tegning 10211245-RIG-TEG-600 t.o.m. RIG-TEG-605.

Tabell 3-2: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	NTM 10

Tabell 3-3: Utførte feltundersøkelser

Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde		
	X	Y	Z		Løsmasse	Ant. Berg	Totalt
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]
1	1618098,4	119317,1	-33,1	TOT	10,8	3,0	13,8
2	1618033,5	119380,9	-23,6	TOT, CPTU, PR	17,8	3,0	20,8
3	1617969,2	119444,9	-7,3	TOT	4,6	3,0	7,6
4	1618152,0	119448,9	-23,6	TOT	5,0	3,0	8,0
5	1618082,2	119473,9	-22,1	TOT	15,5	3,0	18,5
6	1618024,9	119495,6	-19,1	TOT	12,7	2,8	15,5
7	1618397,8	119482,9	-51,9	TOT	46,3	-	46,3

8	1618222,9	119548,7	-44,4	TOT	14,4	-	14,4
9	1618171,4	119570,4	-34,3	TOT, CPTU, PR	9,0	2,1	11,1
10	1618099,5	119596,6	-22,9	TOT, CPTU, PR	20,2	3,0	23,2
11	1618041,9	119617,6	-17,8	TOT	15,6	3,0	18,6
12	1618383,2	119603,0	-50,4	TOT	49,5	-	49,5
13	1618267,5	119659,6	-45,6	TOT	24,6	3,0	27,6
14	1618095,0	119725,8	-16,0	TOT	29,1	3,0	32,1
15	1618334,2	119714,9	-45,4	TOT	45,0	-	45,0
16	1618211,1	119873,0	-0,9	TOT	15,5	3,1	18,6
17	1618349,8	119875,7	-2,6	TOT	3,2	3,0	6,2
18	1618185,5	119692,5	-17,0	TOT	1,7	3,0	4,7

TOT=Totalsondering; CPTU=Trykksondering; PR=Prøveserie

3.2.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene er undersøkt i geoteknisk laboratorium med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper.

Ved undersøkelsen er prøvene klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold, tyngdetetthet, porøsitet, udrenert og omrørt skjærfasthet i massene. Det er også utført kornfordelingsanalyse, ødometerforsøk og treksialforsøk på utvalgte prøver.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 17 sylinderprøver (54 mm)
- Kornfordelingsanalyse på 3 utvalgte prøver
- Ødometerforsøk på 3 utvalgte prøver
- Treksialforsøk på 5 utvalgte prøver
- Konsistensgrenser på 3 utvalgte prøver

Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning 10211245-RIG-TEG-200 t.o.m. RIG-TEG-202.

Kornfordelingsanalysene er vist på tegning nr. -RIG-TEG-300 t.o.m. -302.

Ødometerforsøk (CRS) er vist på tegning nr. -RIG-TEG-400.1 t.o.m. -402.2.

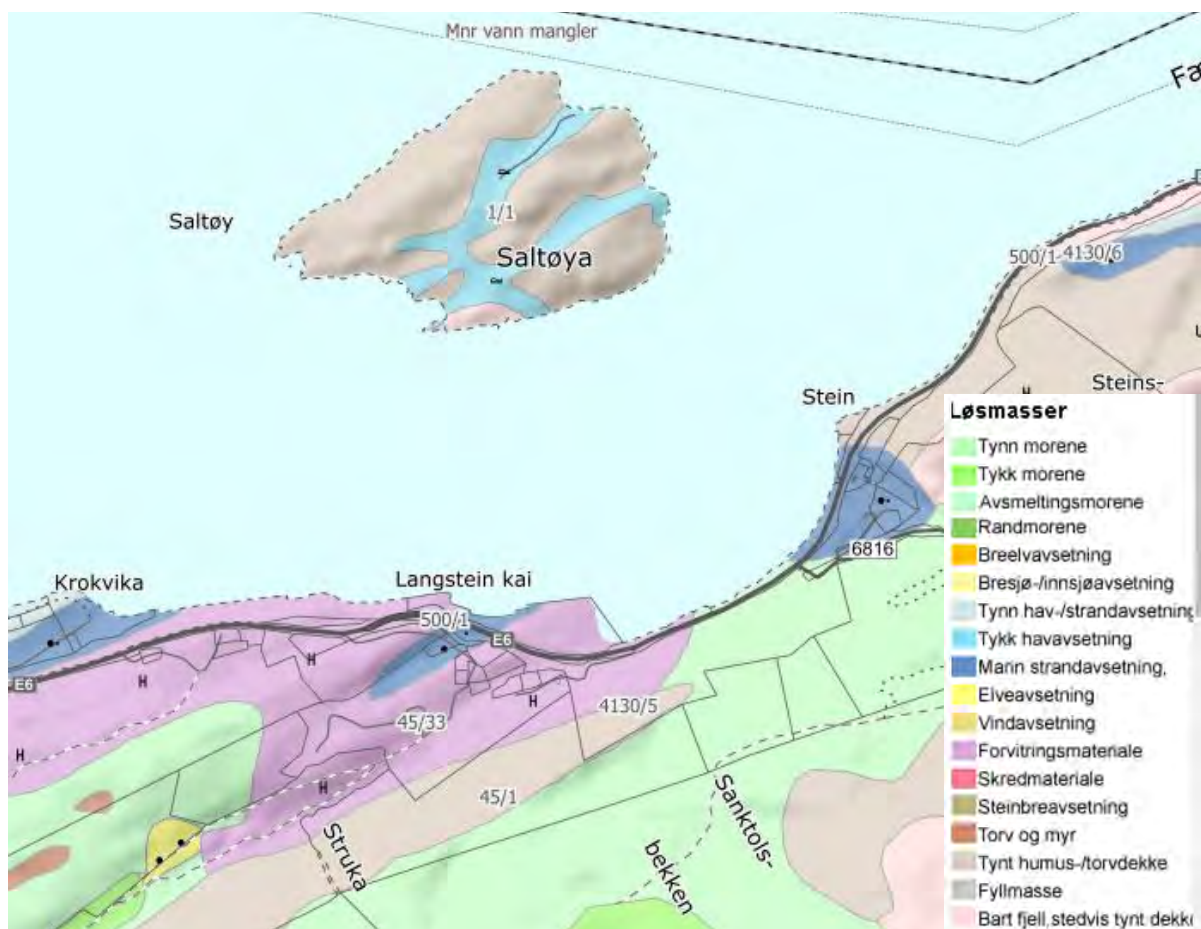
Treksialforsøk er vist på tegning nr. -RIG-TEG-450.1 t.o.m. -454.6.

4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kvartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene på land hovedsakelig består av tynn morene, forvittringsmateriale og marine strandavsetninger. For områder med tynn morene og forvittringsmateriale kan det forventes grunne dybder til berg og hyppige fjellblotninger. I områdene med marine strandavsetninger kan det blant annet forventes sandige og grusige avsetninger.

Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemekanisk styrke. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til www.ngu.no.



Figur 4-1: Kvartærgeologisk kart over området [5].

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [7] er det ingen tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i det aktuelle området.

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

4.3.1 Generelt

Beskrivelse av usikkerhet og evaluering av resultatene fra grunnundersøkelsen er angitt i kap.0.

4.3.2 Dybde til berg

Totalsonderingene indikerer svært varierende dybder til berg. Det er registrert antatt berg ved 2,0 m til 30 m dybde, og enkelte sonderinger er avsluttet ved 50 m dybde under sjøbunnen uten å ha påtruffet berg. Generelt er dybden til berg minst mot sør, nærmest land, og bergoverflata synes å helle mot nord. I tillegg indikerer totalsonderingene og sjøbunnskartlegging at bergoverflata består av lokale rygger og topper med liten løsmasseoverdekning.

Bergoverflatens forløp mellom borpunktene vil kunne være svært variabel, og det kan finnes lokale forhøyninger eller forsenkninger i bergoverflata som ikke er fanget opp av utførte undersøkelser.

4.3.3 Løsmasser

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene i området generelt består av leire. I de øverste 4 m er leira stedvis sandig, siltig. Totalsonderingene indikerer homogene løsmasser på området.

Basert på resultatene fra prøveseriene i borhull 2, 9 og 10 har leira et naturlig vanninnhold på 25-45%. Plastisitetsindeksen varierer mellom 20-25 % og leira kan karakteriseres som middels til meget plastisk. Enaksial- og konusforsøk viser udrenert skjærfasthet mellom ca. 10-20 kPa, og leira kan karakteriseres som bløt. Konusforsøk på omrørte prøver viser omrørt skjærfasthet på ca. 0,5 kPa til 5,0 kPa. I borhull 10 er det påvist sprøbruddsmateriale i 5-7 m dybde og 11-12 m dybde. I borhull 2 og borhull 9 er det påvist sprøbruddsmateriale ved henholdsvis 1,5 m og 2,3 m dybde.

4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Det er ikke utført poretrykksmålinger i forbindelse med utførte grunnundersøkelser.

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Grunnundersøkelsene ble utført med boring fra båt. Generelt vil man ved boringer fra båt ha begrensninger med hensyn til mulig borkraft.

Totalsondering ved borpunkt 8 ble avsluttet ved 12 m dybde pga. brudd i stenger.

5.2 Viktige forutsetninger

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

5.3 Undersøkelses- og prøvekvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser som akseptabel. Noe prøveforstyrrelse må forventes ved opptak av prøver med båt fra sjøbunn.

Enaksiale trykkforsøk utført på prøveseriene i borhull 2, 9 og 10 viser bruddtøyning på mellom 9-15%. Bruddeformasjon på mer enn 5 % vil være en indikasjon på prøveforstyrrelse.

Treksialforsøkene utført på prøver fra borhull 2, 9 og 10 viser generelt god kvalitet. Basert på vurdering av prøvekvalitet ved utpresset porevann, vurderes prøvene å falle inn under betegnelsen «akseptabelt forsøk» iht. SVV håndbok V220 [4]. Prøven fra borhull 9 ved 4,6 m dybde viser en høy bruddtøyning og ukarakteristisk spenningssti. Dette kan indikere prøveforstyrrelse.

Ødometerforsøkene viser generelt god prøvekvalitet med tydelig prekonsolidert område. Dette er med unntak av prøve fra borhull 9 ved dybde 4,6 m hvor prekonsolideringsområdet ikke er tydelig definert. Dette kan indikere prøveforstyrrelse.

5.4 Måling av poretrykk

Det er ikke utført poretrykksmålinger i forbindelse med utførte grunnundersøkelser.

5.5 Påvisning av bergnivå

Spesielt for påvisning av overgang til antatt berg ved totalsondering anmerkes følgende:

1. Påvisning av overgang til antatt berg foregår normalt sett ved at det kontrollbores 2-3 m ned i antatt berg. Slik påvisning kan være utfordrende i tilfeller med fast morene over berg. Dette på grunn av at sonderingsresultatet (responsen) fra fast morenemateriale i noen tilfeller er vanskelig å skille fra respons i berg.
2. I områder med dårlig bergkvalitet i overgangssonen mellom løsmasser og berg er det ofte meget vanskelig å skille ut berghorisonten, spesielt i overgangen mellom faste løsmasser (f.eks. morene) og berg. Som utgangspunkt settes alltid antatt bergnivå til tolket øvre berghorisont, uavhengig av kvaliteten til berget. Antatt sone med dårlig bergkvalitet er evt. beskrevet i tekst i rapporten og/eller angitt på sonderingsutskrifter.
3. I tilfeller der det kan være blokk i grunnen med størrelse over 2-3 m i tverrmål, vil det også være en mulighet for at det som antas som bergnivå i virkeligheten er blokk dersom kontrollboringen avsluttes etter 2-3 m boring i blokk.

I nevnte tilfeller kan virkelig bergnivå/berghorisont avvike vesentlig fra antatte nivåer tolket fra undersøkelsene. Angitte kotenivåer for antatt bergoverflate må derfor benyttes med forsiktighet.

6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger;

- Forundersøkelser (typisk skisse-/forprosjekt)
- Prosjekteringsundersøkelser (typisk detaljprosjekt)

Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme nødvendig omfang for geotekniske grunnundersøkelser for aktuelt prosjekt og relevante problemstillinger. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene som er presentert i foreliggende rapport.

7 Referanser

- [1] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- [2] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, Mars 2007.
- [3] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016
- [4] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, 2018.
- [5] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».
- [6] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [7] Norges Vassdrags- og energidirektorat(NVE): atlas.nve.no
- [8] Statens Vegvesen, «2011076322-001, E6 Langstein, mur sør, datarapport», mai 2011.
- [9] Statens Vegvesen, «2011076322-002, E6 Langstein, mur ved kaiområde, datarapport», mai 2011.
- [10] A/S Geoteam, «31040.01 Utvidelse av terminalområdet, geotekniske undersøkelser», september 1987.
- [11] A/S Geoteam, «30462.01 Omlegging av E6 ved Langstein, grunnforhold og stabilitet ved oppfylling», januar 1986.



Multiconsult

www.multiconsult.no

Konsekvensutredning Langstein

Geotekniske grunnundersøkelser
Oversiktskart

Status Utsendt

Konstr./Tegnet PERNW

Oppdragsnr. 10211245

Fag Geoteknikk

Kontrollert RK

Tegningsnr.

Original format A4

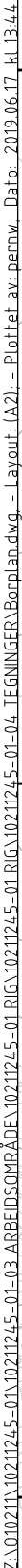
Godkjent RK

RIG-TEG-000

Dato 23.04.2019

Målestokk 1:50000

Rev. 00



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	Fag	Format		
	Nye Veier AS					Geoteknikk	A2		
	Konsekvensutredning Langstein					Dato	11.04.2019		
	Borplan					Format/Målestokk:	1:2000		
Multiconsult		Status Utsendt	Konstr./Tegnet PERNW	Kontrollert RK	Godkjent RK				
www.multiconsult.no		Oppdragsnr. 10211245	Tegningsnr. RIG-TEG-001				Rev. 00		

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	LEIRE, sandig, enk gruskorn enk humusrester					○			1,62	55		▼1,5					
	LEIRE, noe sandig, enk gruskorn					○			1,90	47		▼					2
10	LEIRE		K Ø			○			1,76	54		▼					3
	LEIRE		T						1,80	55		▼					10
15	LEIRE		T			○			1,86	50		▼					4
	LEIRE, enk sand-/siltlag, enk små gruskorn					○			1,94	47		▼					4
20																	

Symboler:



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

○ Vanninnhold¹⁰

▼ Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

ρ_s : 2,7 g/cm³
Grunnvannstand: m
Borbok:
Lab-bok: Digital

— Plastisitetsindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

PRØVESERIE

Borhull: 2

Nye veier AS

Konsekvensutredning Langstein

Dato: 2019-06-05

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:
mash

Oppdragsnummer:
10211245

Kontrollert:
vt

Tegningsnr.:
RIG-TEG-200

Godkjent:
RK

Rev. nr.:
00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	LEIRE, sandig, siltig, enk gruskorn enk plante-/ skjellrester		K Ø T							2,05	42		▼		▼		5
	LEIRE, sandig, siltig, enk gruskorn									2,01	45		▼	▼	▼		3
	LEIRE, enk små gruskorn									1,91	48		▼	▼	○	▼	4
	LEIRE, enk små gruskorn									1,83	50		▼	▼	○	▼	6
10																	7
15																	
20																	

Symboler:



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



Vanninnhold



Omrørt konus



Uomrørt konus



Plastisitetsindeks, Ip



T = Treaksialforsøk

Ø = Ødometerforsøk

K = Korngradering

ρ = Densitet

S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

ρ_s: 2,68 g/cm³
Grunnvannstand: m
Borrbok:
Lab-bok: Digital

PRØVESERIE

Borhull:

9

Nye veier AS

Konsekvensutredning Langstein

Dato:

2019-06-05

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

mash

Kontrollert:

vt

Godkjent:

RK

Oppdragsnummer:

10211245

Tegningsnr.:

RIG-TEG-201

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)		
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50			
5	LEIRE LEIRE, sandig, enk gruskorn fra 1,2-1,55m		T Ø K							1,95	46							6 5	
10	LEIRE LEIRE, enk siltlag/gruskorn LEIRE LEIRE: FINSAND/SILT meget lagdelt		T							1,76	57							5 12	
15	SAND, fin, siltig, enk gruskorn fra 14,2-14,55m LEIRE, sandig, siltig enk gruskorn fra 14,55m									1,94	47							9	
20										1,99	44							5 6	
										2,02	39							12 10	

Symboler:



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

○ Vanninnhold¹⁰

▼ Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

ρ_s : 2,7 g/cm³
Grunnvannstand: m

— Plastisitetsindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

Borrbok: Digital

PRØVESERIE

Borhull: 10

Nye veier AS

Dato: 2019-06-05

Konsekvensutredning Langstein

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet: mash

Kontrollert: vt

Godkjent: RK

Oppdragsnummer: 10211245

Tegningsnr.: RIG-TEG-202

Rev. nr.: 00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	2	5,27	LEIRE		X		X
B							
C							
D							
E							

LEIRE

SILT

SAND

GRUS

STEIN

FIN

MIDDELS

GROV

FIN

MIDDELS

GROV

FIN

MIDDELS

GROV

MASSPROSENT AV KORN MINDRE ENN d

0

20

40

60

80

100

0,001

0,01

0,1

1

10

100

— A

----- B

- . - C

- - - D

— . . E

SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL

Tele gruppe

W %

Su kN/m2

Su r kN/m2

Plastisitet

Wf

Wp

Glødetap Ogl %

< 0,02 mm %

Tot. densitet kN/m3

D₁₀ mm

D₃₀ mm

D₅₀ mm

D₆₀ mm

A

B

C

D

E

48,9

0,0022

KORNGRADERING

Nye veier AS

Konsekvensutredning Langstein

Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet mash

Godkjent RK

Kontrollert vt

Dato 02.05.19

Multiconsult

www.multiconsult.no

OPPDRAK NR.

10211245

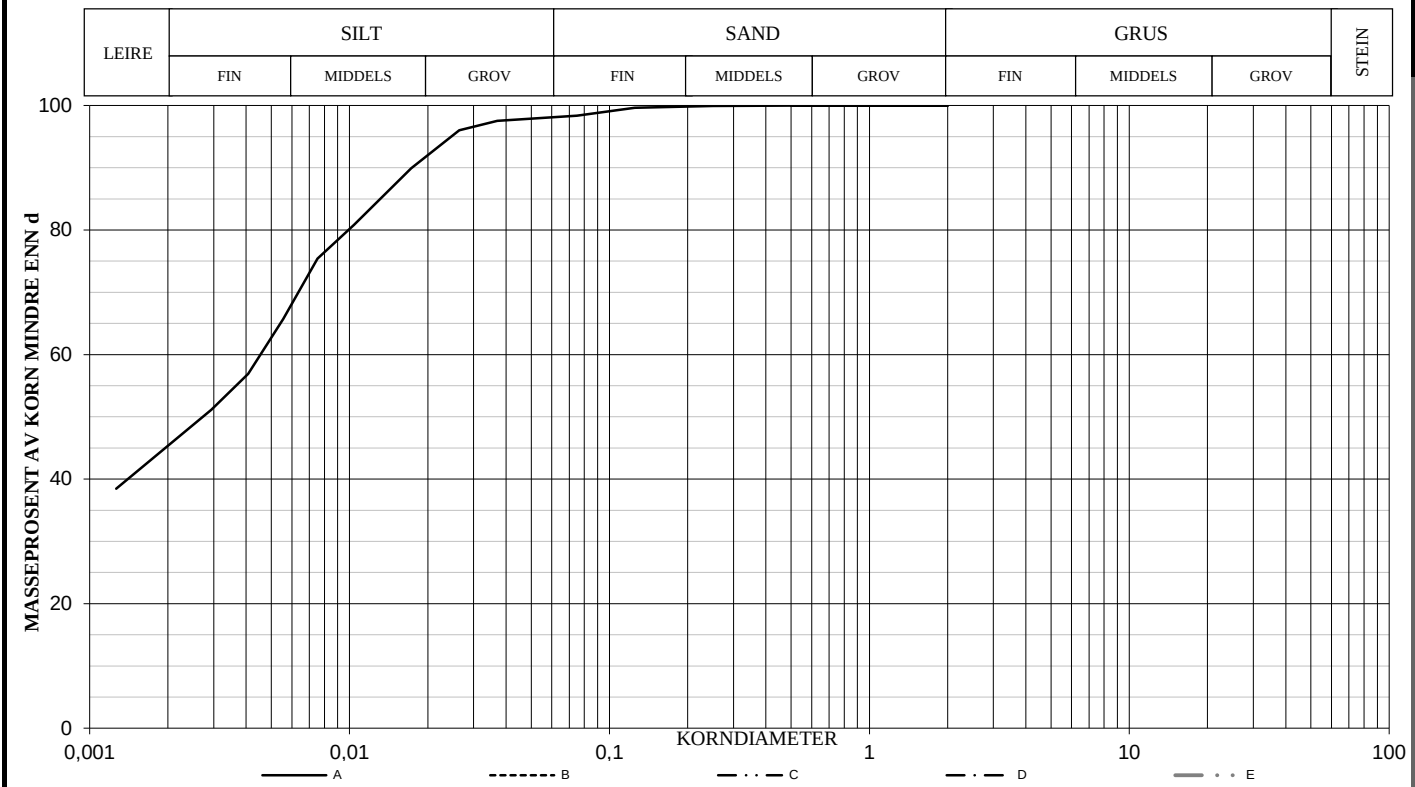
TEGN.NR.

RIG-TEG-300

REV.

00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	9	4,72	LEIRE		X		X
B							
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

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

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

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	Su kN/m2	Su r kN/m2	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m3	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					Wf	Wp							
A		42,1										0,0028	0,0046
B													
C													
D													
E													

KORNGRADERING

Nye veier AS Konsekvensutredning Langstein Grunnundersøkelser								Konstr./Tegnet mash	Kontrollert vt
								Godkjent RK	Dato 15.05.19
Multiconsult www.multiconsult.no				OPPDRAK NR. 10211245		TEGN.NR. RIG-TEG-301		REV. 00	

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	10	5,51	LEIRE		X		X
B							
C							
D							
E							

LEIRE	SILT			SAND			GRUS			STEIN
	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	

MASSPROSENT AV KORN MINDRE ENN ϕ

100

80

60

40

20

0

0,001

0,01

0,1

1

10

100

KORNDIAMETER

— A

----- B

- . - C

- - - D

— . . E

SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

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

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

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	Su kN/m ²	Su r kN/m ²	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m ³	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					Wf	Wp							
A		49,1										0,0022	0,0035
B													
C													
D													
E													

KORNGRADERING

Nye veier AS

Konsekvensutredning Langstein

Grunnundersøkelser

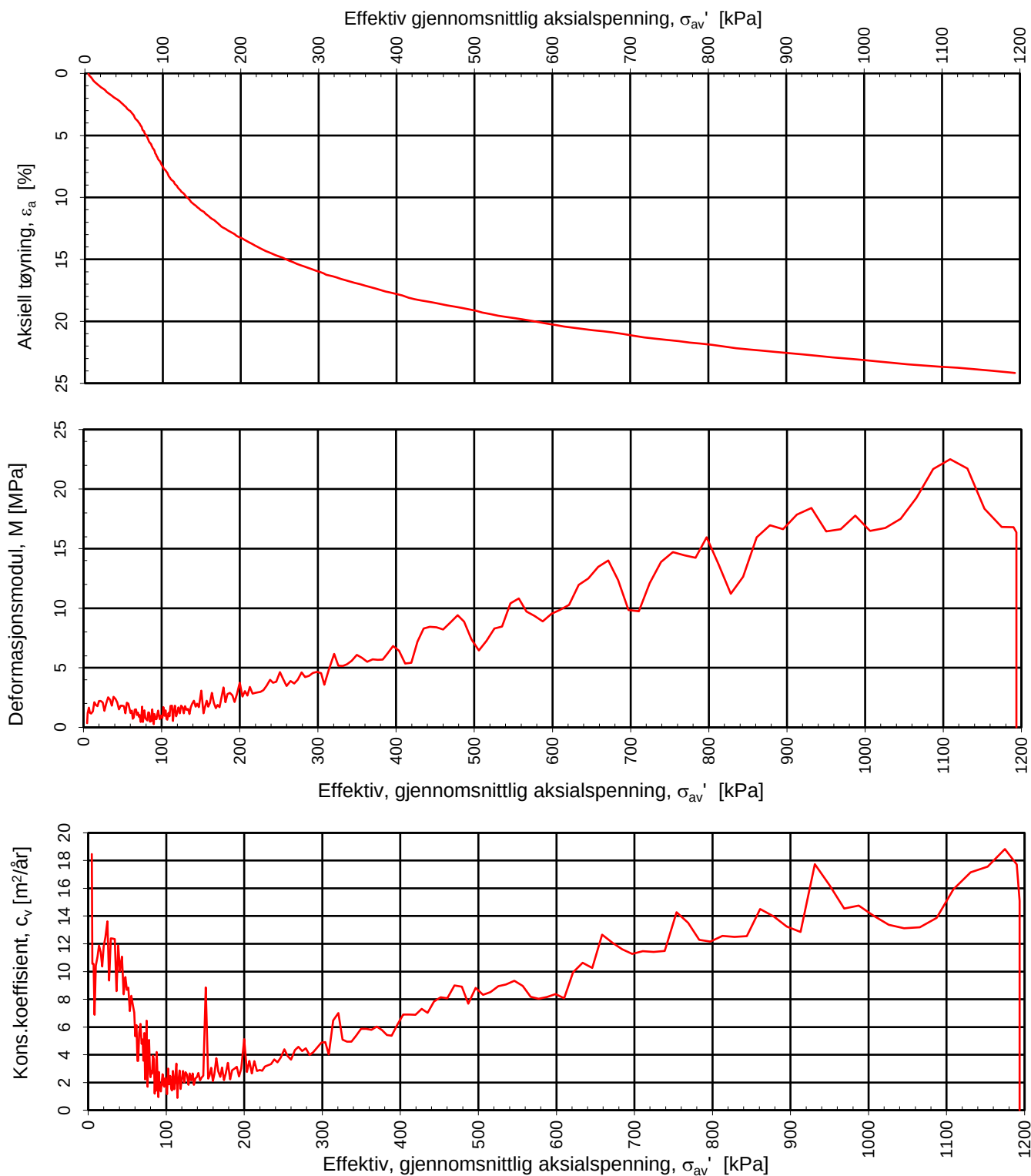
Konstr./Tegnet mash

Godkjent RK

Kontrollert vt

Dato 20.05.19

	OPPDRAK NR.	TEGN.NR.	REV.
	10211245	RIG-TEG-302	00



Densitet ρ (g/cm³): **1,84**
 Vanninnhold w (%): **32,60**

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa): **43,87**

Nye veier AS

Konsekvensutredning Langstein

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v .

Tegningens filnavn:

10211245-RIG-TEG-400_h2, d5,45m

Multi
consult

**MULTICONSULT
NORGE AS**

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

02.05.2019

Dybde, z (m):

5,45

Borpunkt nr.:

2

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

mash

Kontrollert:

vt

Oppdrag nr.:

10211245

Tegning nr.:

RIG-TEG-400.1

Prosedyre:

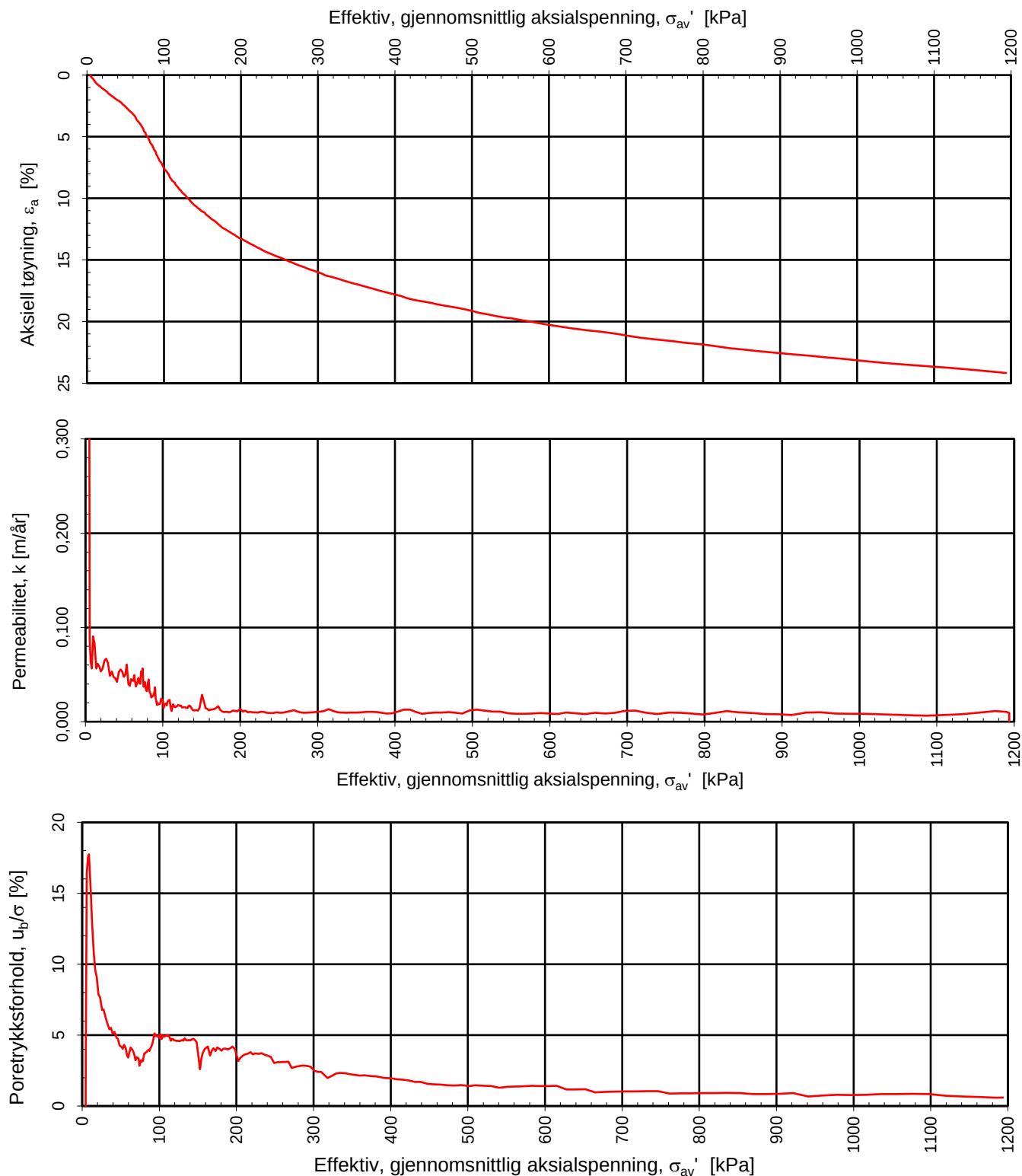
CRS

Godkjent:

RK

Programrevisjon:

16.07.2018



Densitet ρ (g/cm³):

1,84

Vanninnhold w (%):

32,60

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

43,87

Nye veier AS

Konsekvensutredning Langstein

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

10211245-RIG-TEG-400_h2, d5,45m

MULTICONSULT NORGE AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

02.05.2019

Dybde, z (m):

5,45

Borpunkt nr.:

2

Forsøksnr.:

1

Tegnet av:

mash

Kontrollert:

vt

Oppdrag nr.:

10211245

Tegning nr.:

RIG-TEG-400.2

Prosedyre:

CRS

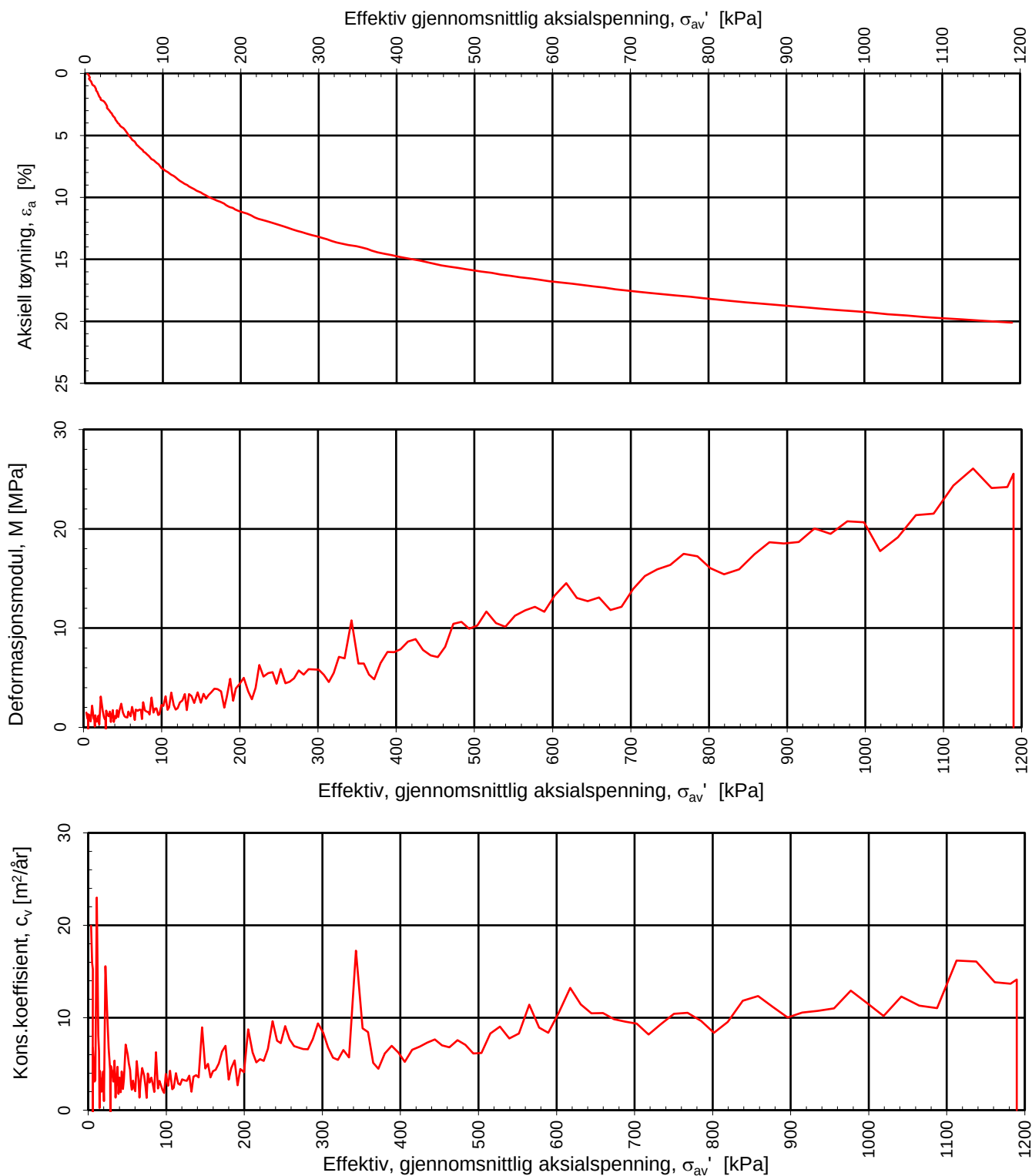
Godkjent:

RK

Programrevisjon:

16.07.2018

Multi
consult



Densitet ρ (g/cm³): **1,91**
 Vanninnhold w (%): **42,10**

Effektivt overlagringstrykk, σ_{v0}' (kPa): **41,21**

Nye veier AS

Konsekvensutredning Langstein

Tegningens filnavn:

10211245-RIG-TEG-401_h9, d4,72m .xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$, M og c_v .

MULTICONSULT NORGE AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

15.05.2019

Dybde, z (m):

4,72

Borpunkt nr.:

9

Forsøknr.:

2

Tegnet av:

mash

Kontrollert:

vt

Oppdrag nr.:

10211245

Tegning nr.:

RIG-TEG-401.1

Prosedyre:

CRS

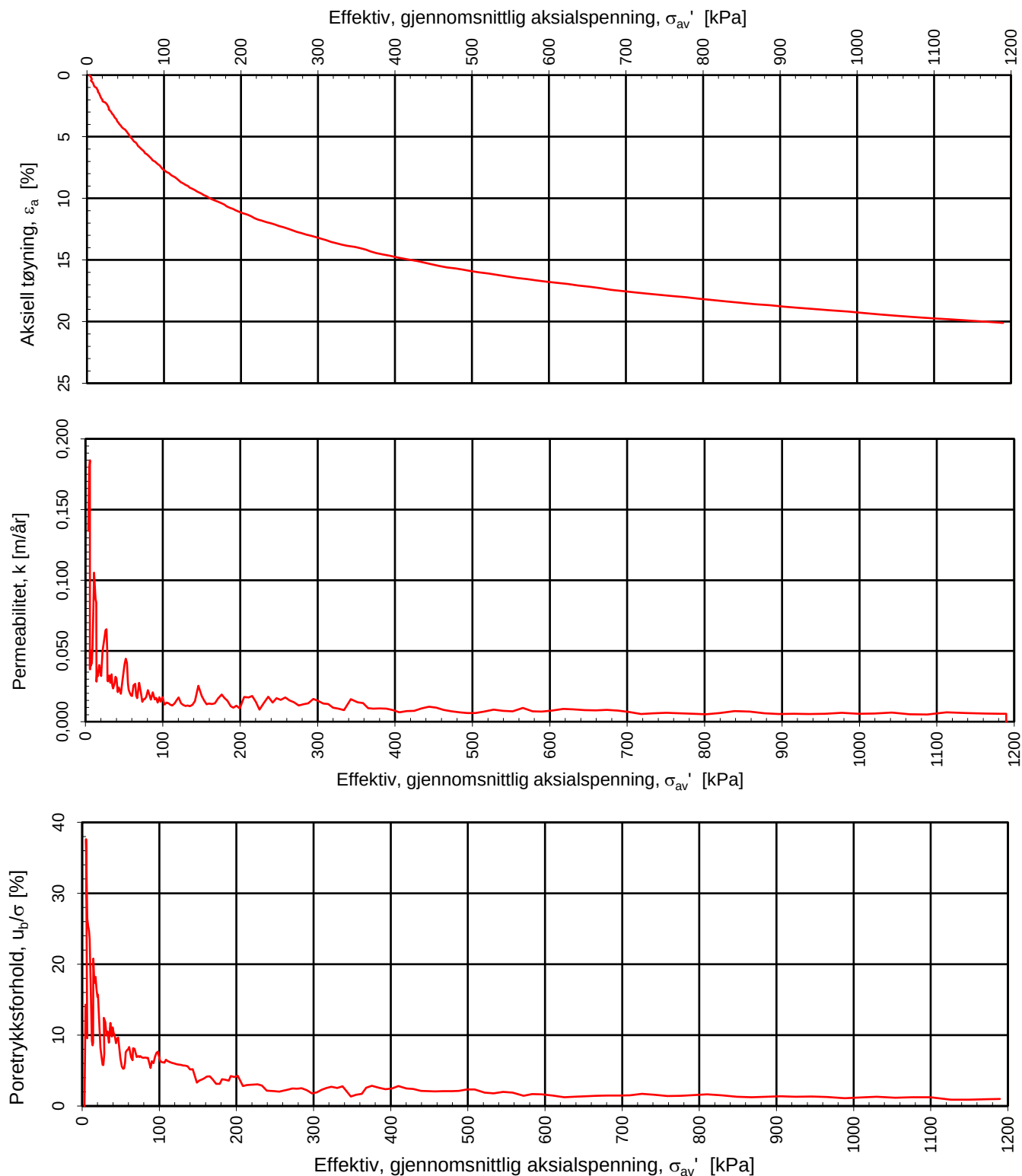
Godkjent:

RK

Programrevisjon:

16.07.2018

Multi
consult



Densitet ρ (g/cm³):

1,91

Vanninnhold w (%):

42,10

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

41,21

Nye veier AS

Konsekvensutredning Langstein

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

10211245-RIG-TEG-401_h9, d4,72m .xlsx

MULTICONSULT NORGE AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

15.05.2019

Dybde, z (m):

4,72

Borpunkt nr.:

9

Forsøksnr.:

2

Tegnet av:

mash

Kontrollert:

vt

Oppdrag nr.:

10211245

Tegning nr.:

RIG-TEG-401.2

Prosedyre:

CRS

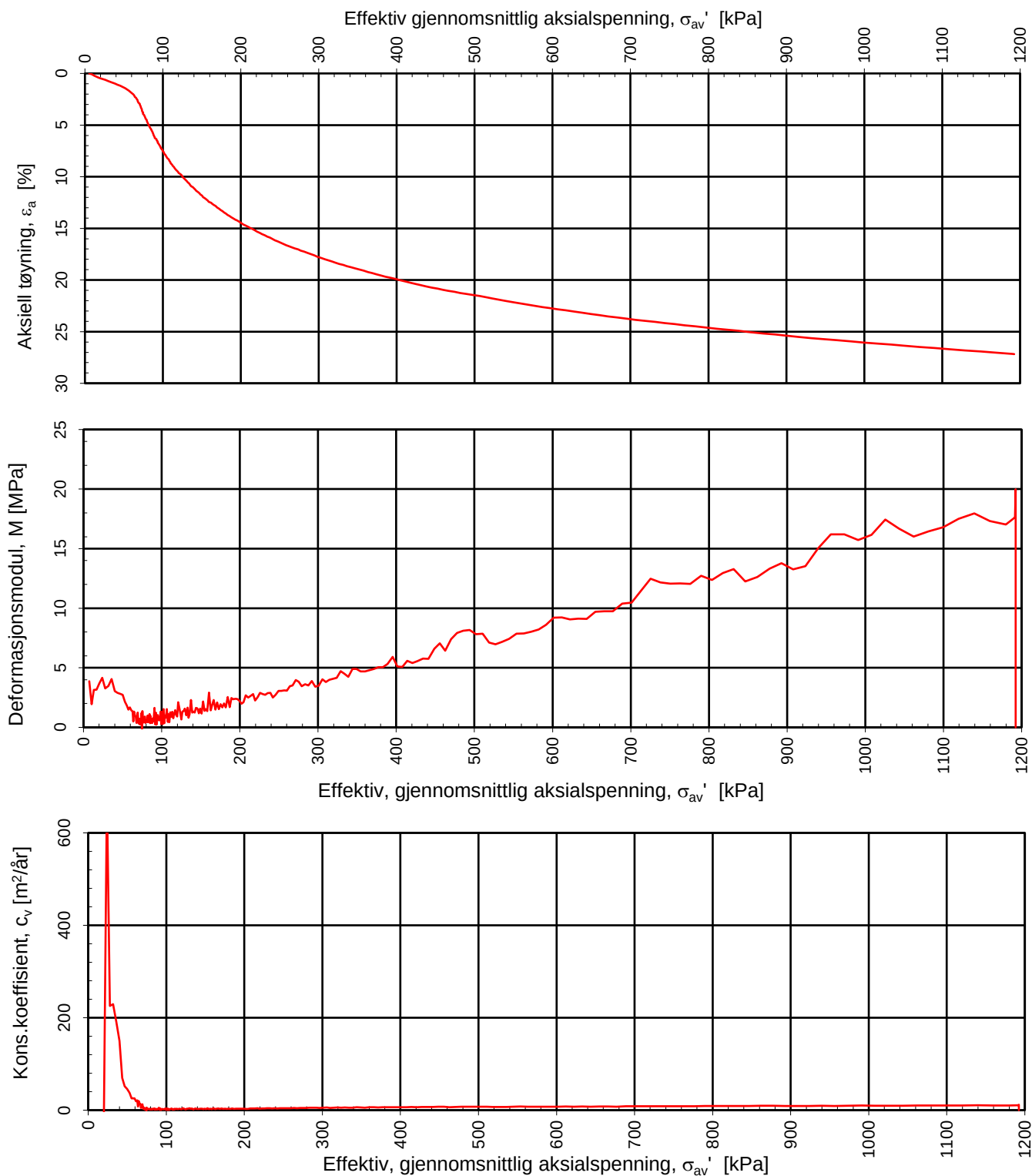
Godkjent:

RK

Programrevisjon:

16.07.2018

Multi
consult



Densitet ρ (g/cm^3): **1,76**
 Vanninnhold w (%): **49,10**

Effektivt overlagringstrykk, σ_{v0}' (kPa): **40,08**

Nye veier AS

Konsekvensutredning Langstein

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v .

Tegningens filnavn:

10211245-RIG-TEG-402_h10, d5,52m

Multi
consult

MULTICONSULT NORGE AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

20.05.2019

Dybde, z (m):

5,52

Borpunkt nr.:

10

Forsøknr.:

3

Tegnet av:

mash

Kontrollert:

vt

Oppdrag nr.:

10211245

Tegning nr.:

RIG-TEG-402.1

Prosedyre:

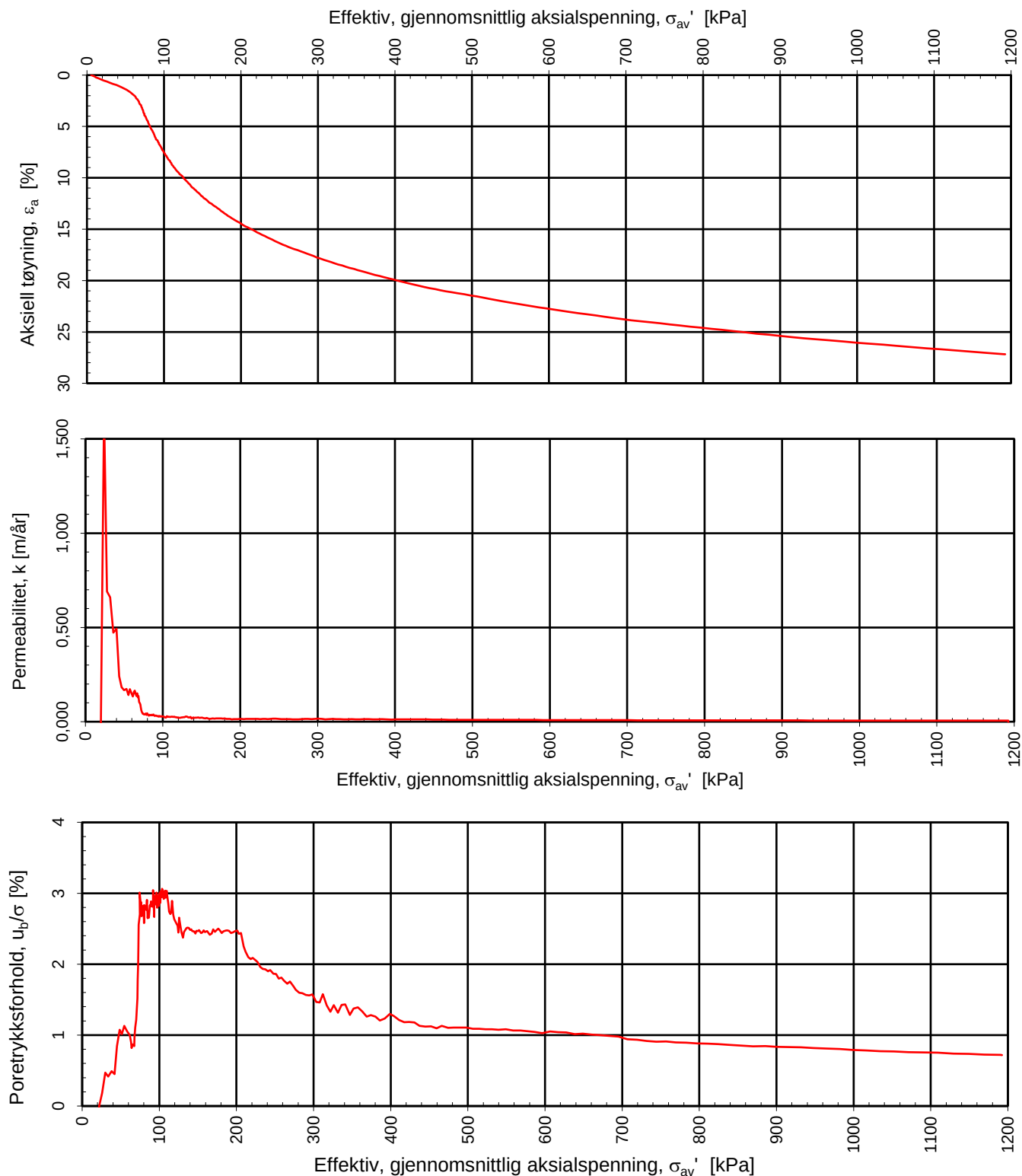
CRS

Godkjent:

RK

Programrevisjon:

16.07.2018



Densitet ρ (g/cm³): 1,76

Vanninnhold w (%): 49,10

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

40,08

Nye veier AS

Konsekvensutredning Langstein

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

10211245-RIG-TEG-402_h10, d5,52m

MULTICONSULT NORGE AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

20.05.2019

Dybde, z (m):

5,52

Borpunkt nr.:

10

Forsøksnr.:

3

Tegnet av:

mash

Kontrollert:

vt

Oppdrag nr.:

10211245

Tegning nr.:

RIG-TEG-402.2

Prosedyre:

CRS

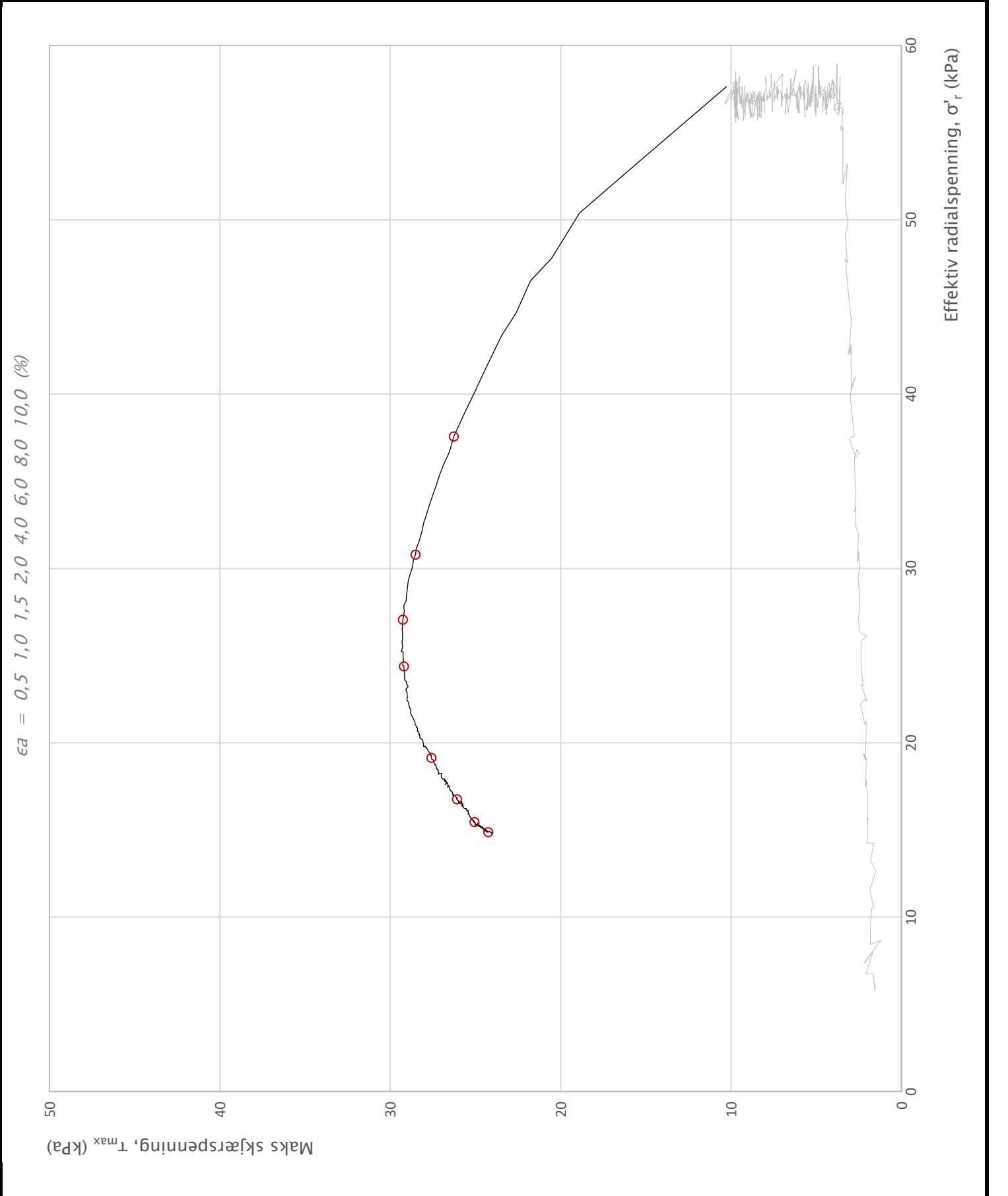
Godkjent:

RK

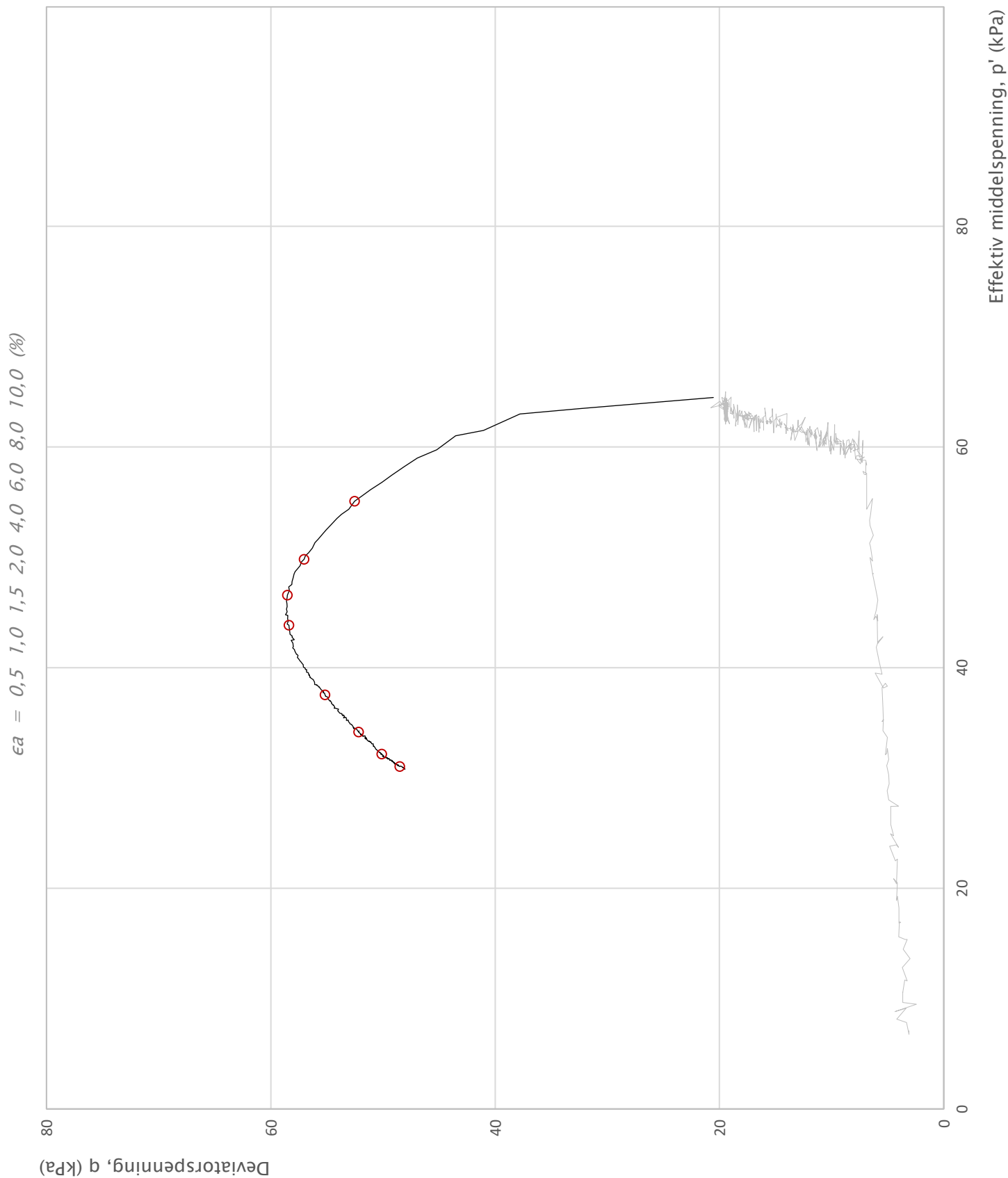
Programrevisjon:

16.07.2018

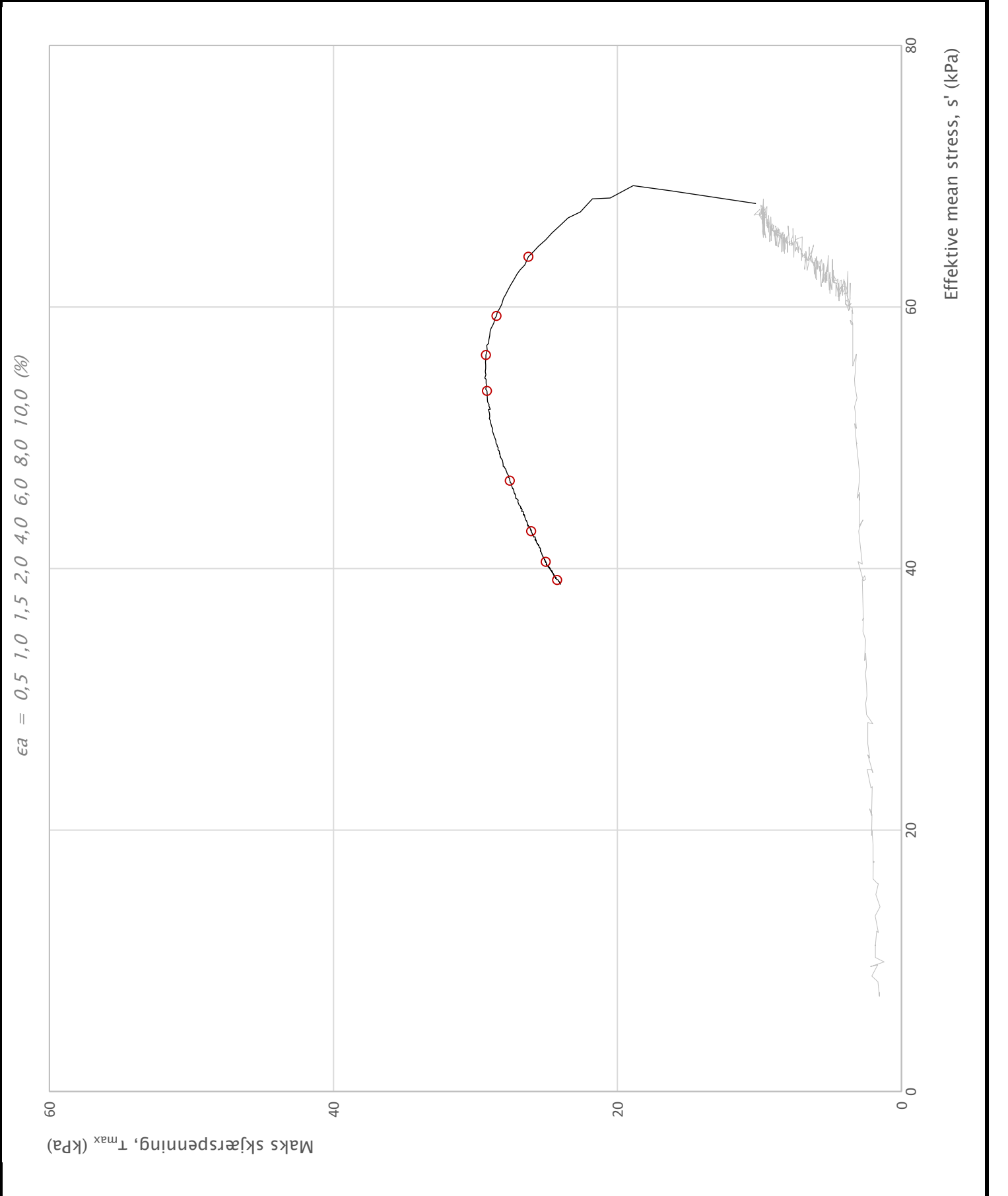
Multi
consult



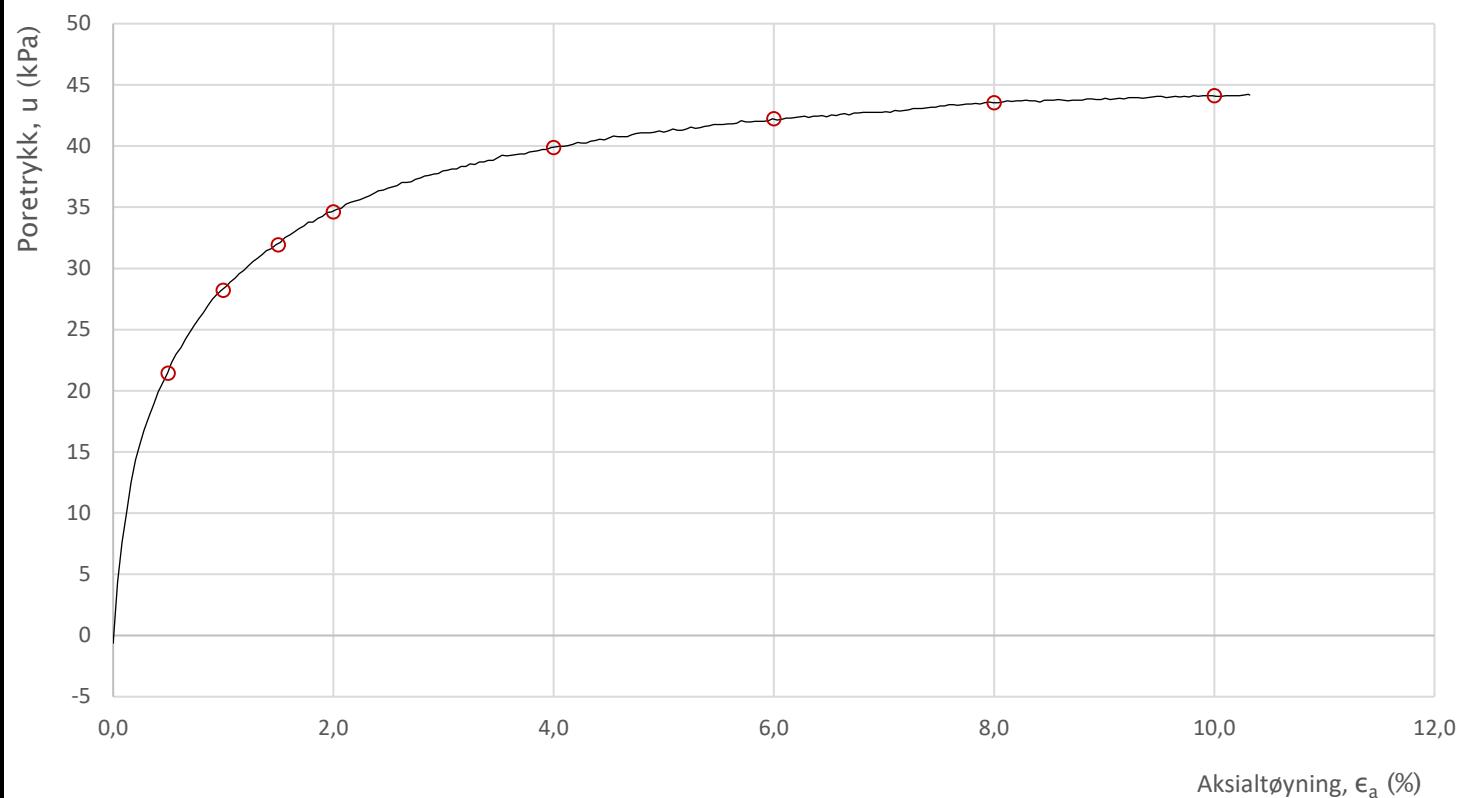
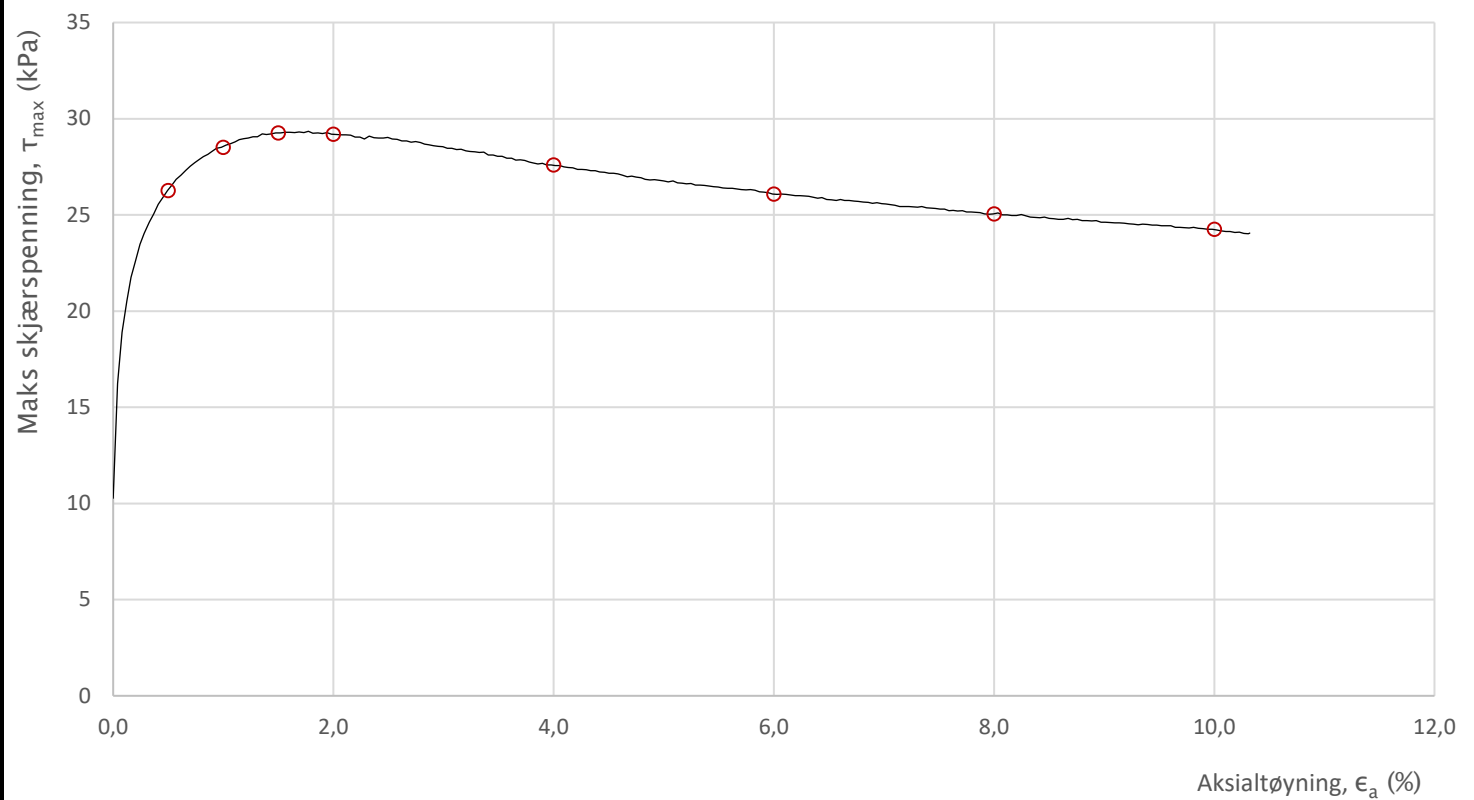
Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00				Borhull	
Konsekvensutredning Langstein								2	
Innhold								Dybde (m)	
Spenningssti i skjærfase, σ 'r- τ plott (NTNU)								8,70	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype					
	mash	vt	RK	CAUc					
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG					
	Trondheim	06.05.2019	Rev. dato	450.1					
					0		06.06.2019		



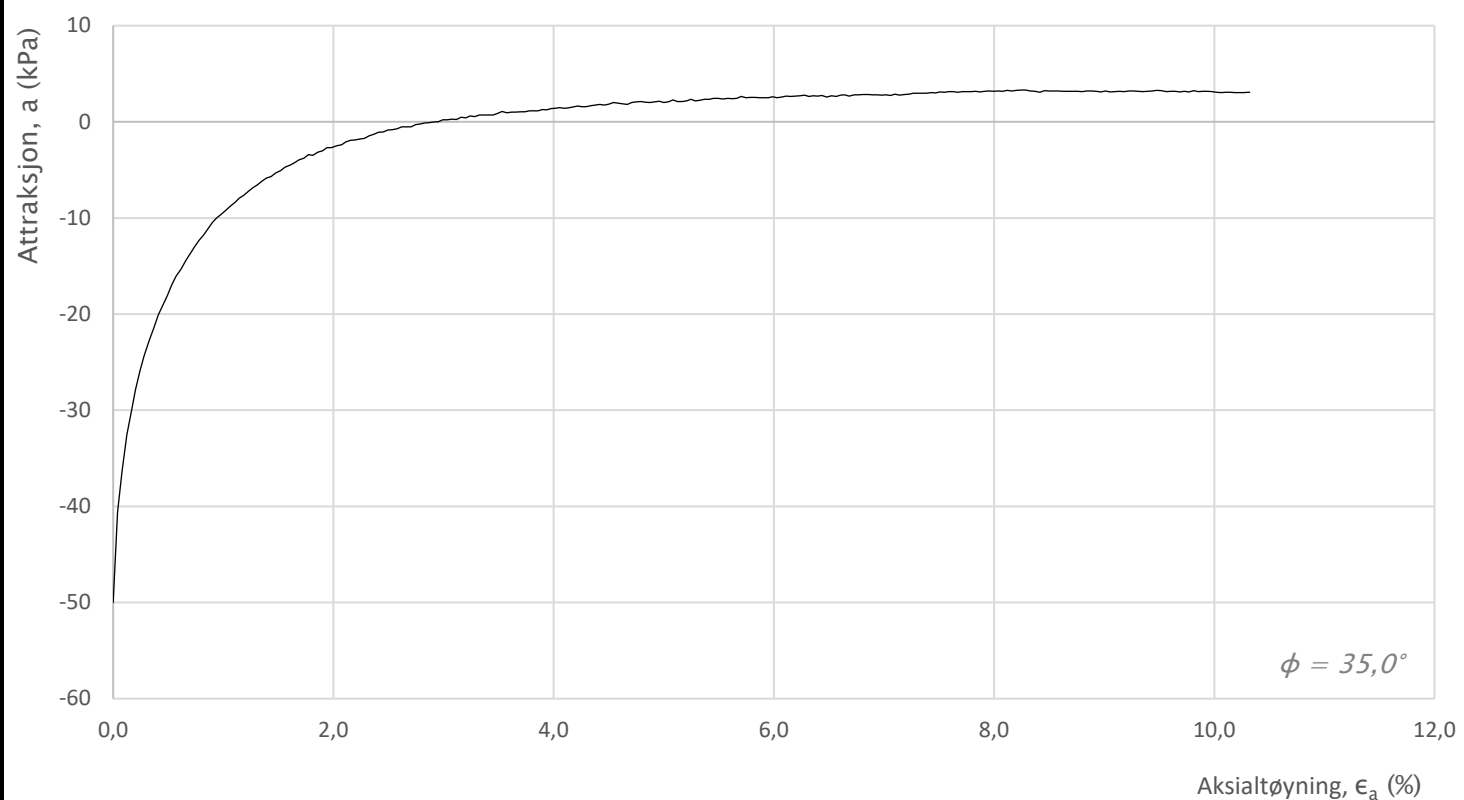
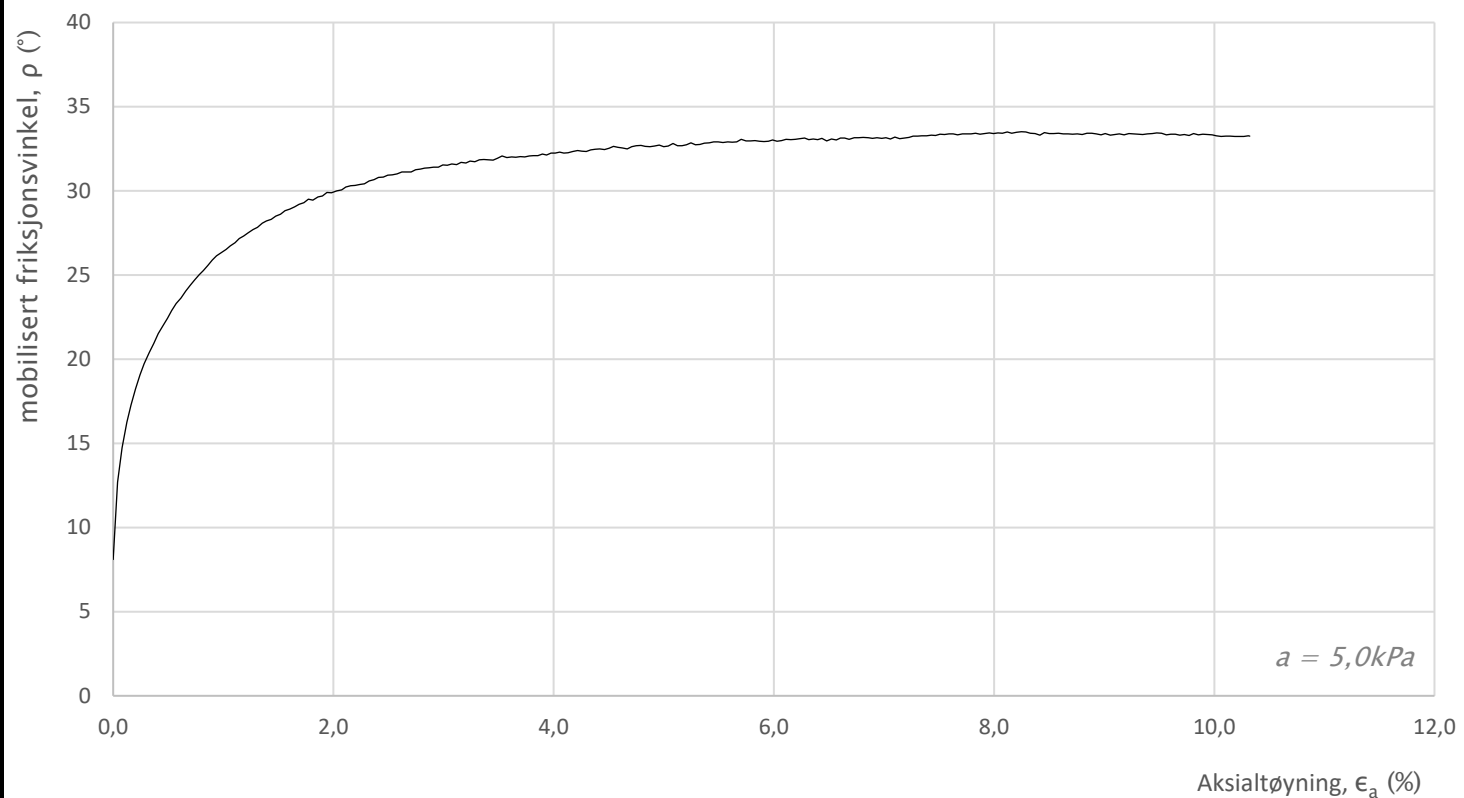
Prosjekt Konsekvensutredning Langstein			Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00		Borhull 2
Innhold Spenningssti i skjærfase, p'-q plott					Dybde (m) 8,70
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Forsøkstype
	mash	vt	RK		CAUc
	Kontor	Dato utført	Revisjon	0	RIG-TEG
Trondheim		06.05.2019	Rev. dato	06.06.2019	450.2



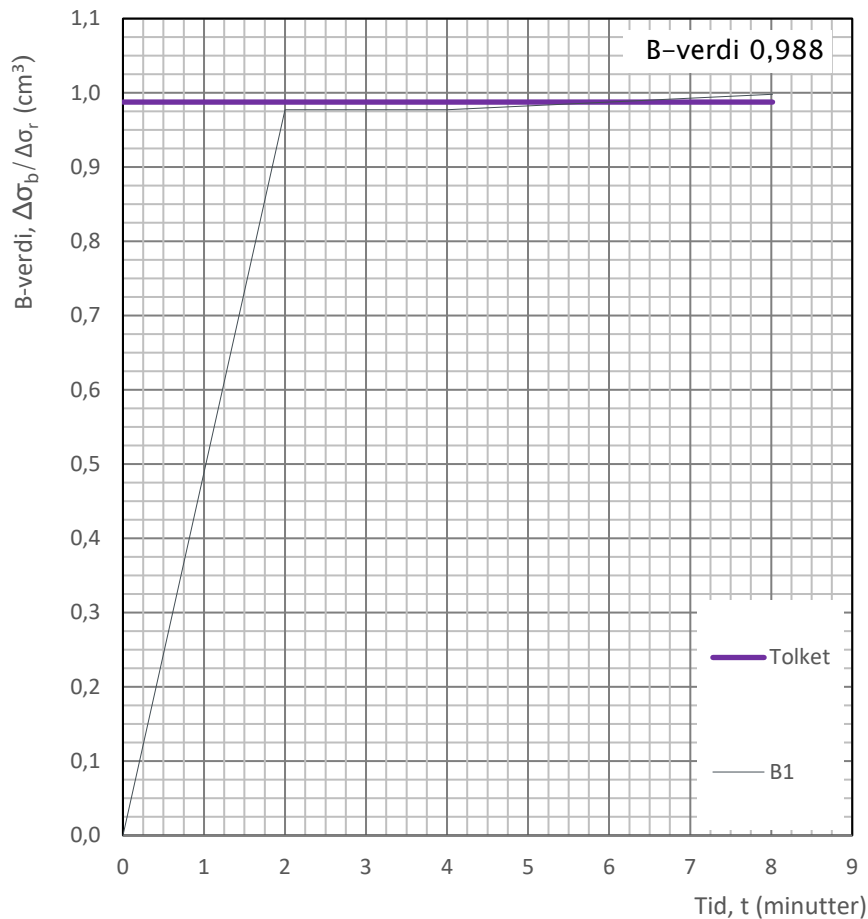
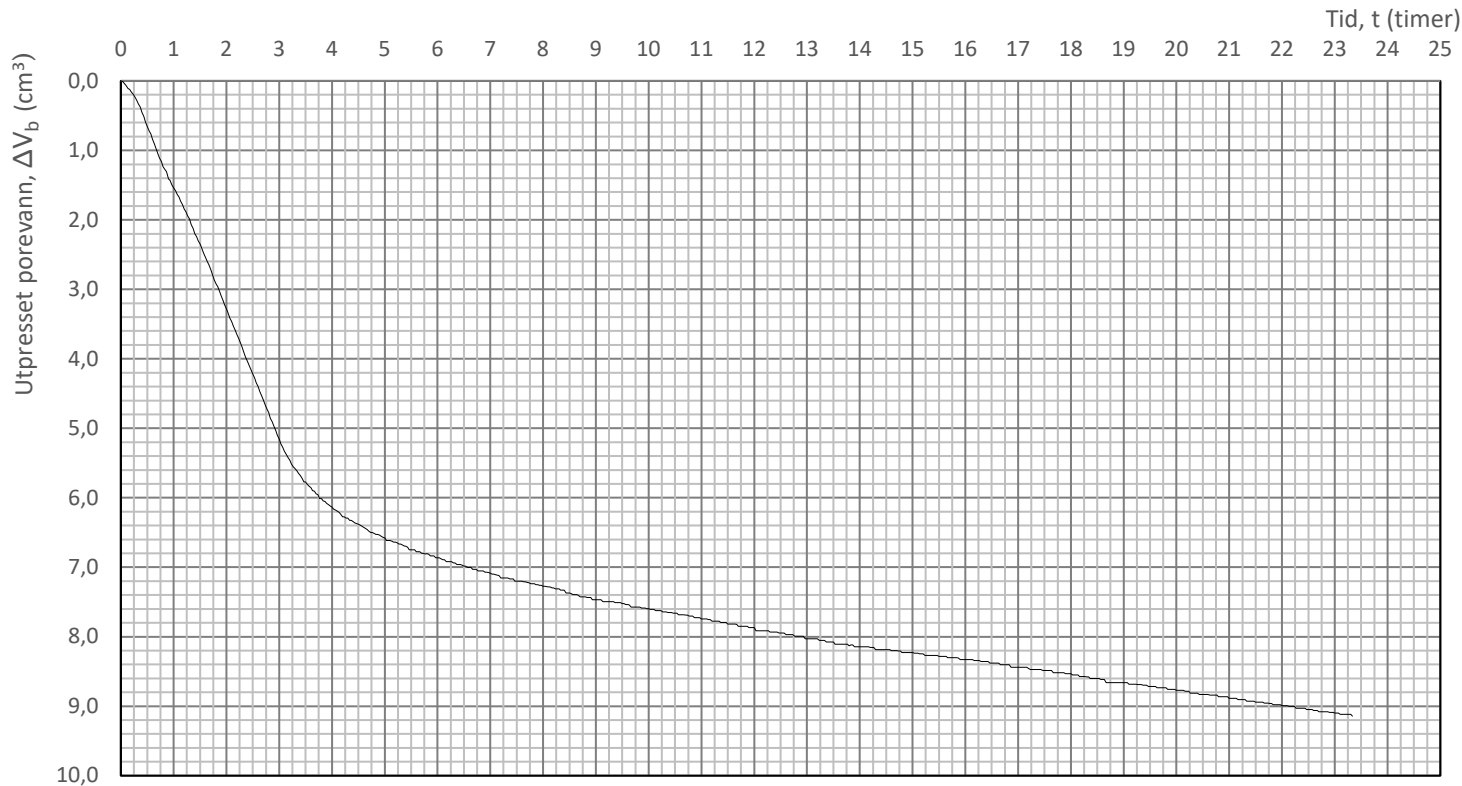
Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00				Borhull	
Konsekvensutredning Langstein								2	
Innhold								Dybde (m)	
Spenningssti i skjærfase, s'-τ plott (MIT)								8,70	
Multiconsult	Utført		Kontrollert		Godkjent		Forsøkstype		
	mash		vt		RK		CAUc		
	Kontor		Dato utført		Revisjon		RIG-TEG		
Trondheim		06.05.2019		0		450.3			
				Rev. dato 06.06.2019					



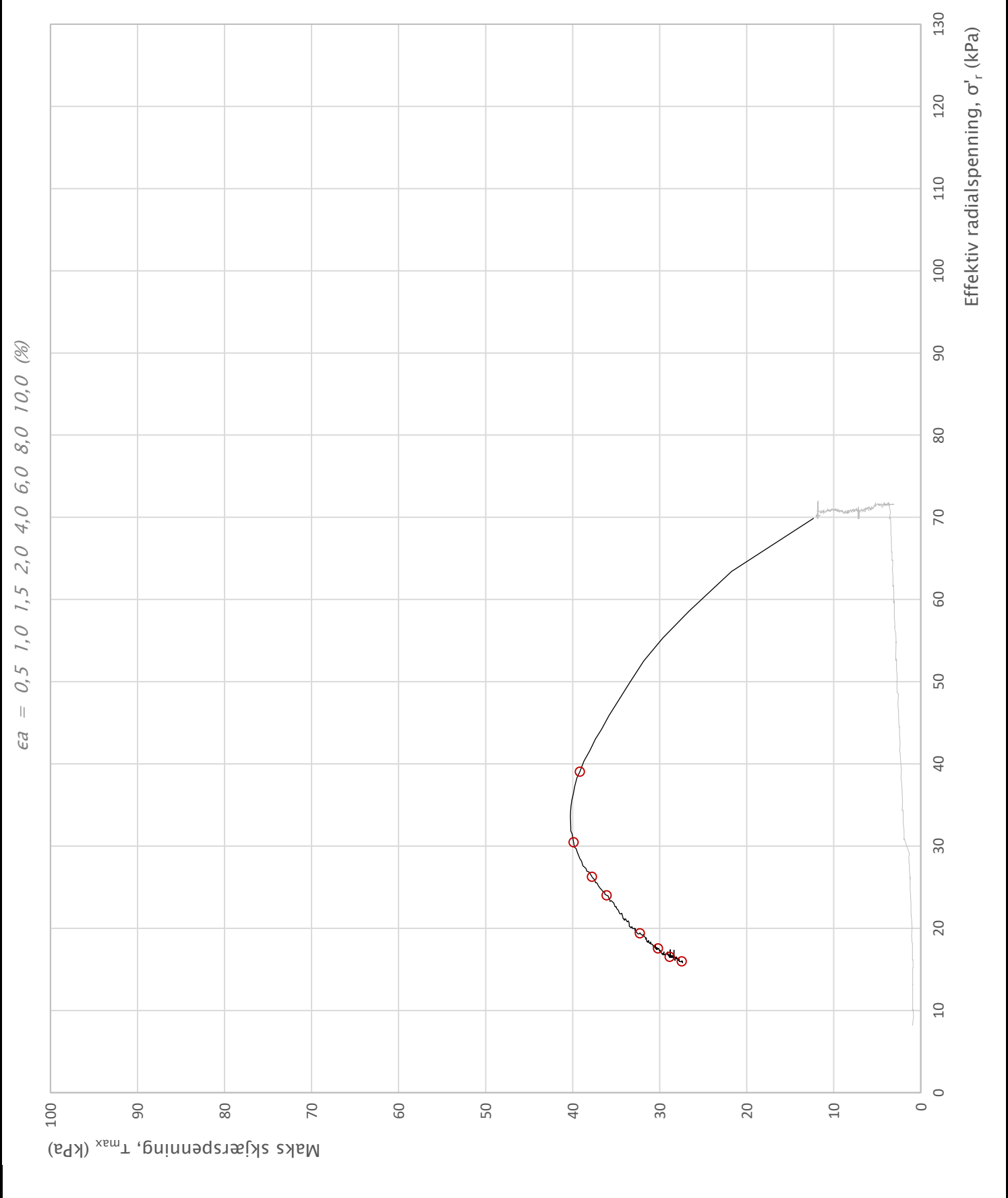
Prosjekt			Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00		Borhull
Konsekvensutredning Langstein					2
Innhold			Dybde (m)		
Bruddutvikling i skjærfase, ϵ_a - τ og ϵ_a - u plott			8,70		
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	06.05.2019	Rev. dato	450.4	
			0		
			06.06.2019		



Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00	Borhull
Konsekvensutredning Langstein					2
Innhold				Dybde (m)	
Mobilisering av styrkeparametere				8,70	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	06.05.2019	0	450.5	
			Rev. dato	06.06.2019	

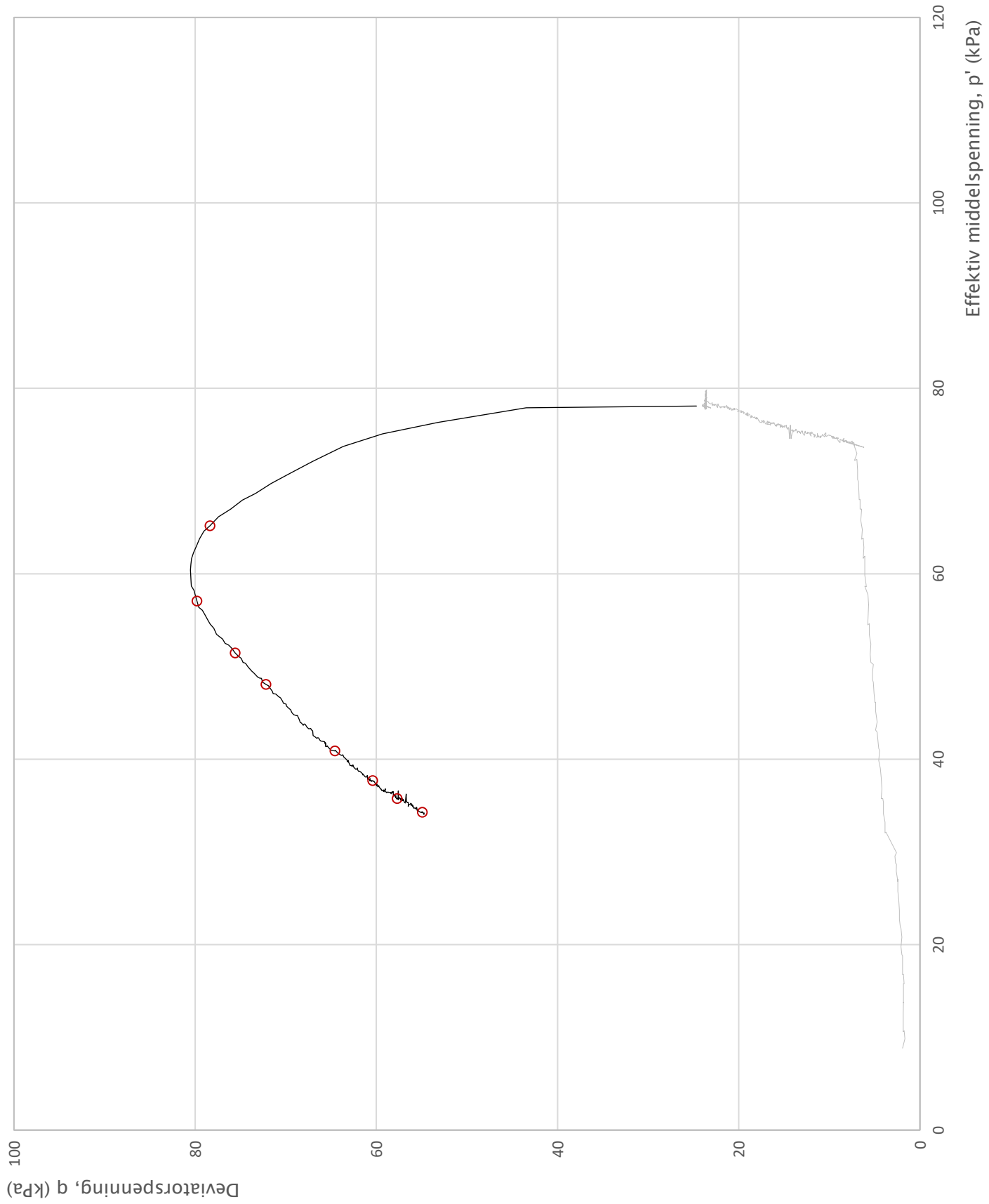


Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00	Borhull
Konsekvensutredning Langstein					2
Innhold				Dybde (m)	
Konsolidering				8,70	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	06.05.2019	0	450.6	
			Rev. dato	06.06.2019	

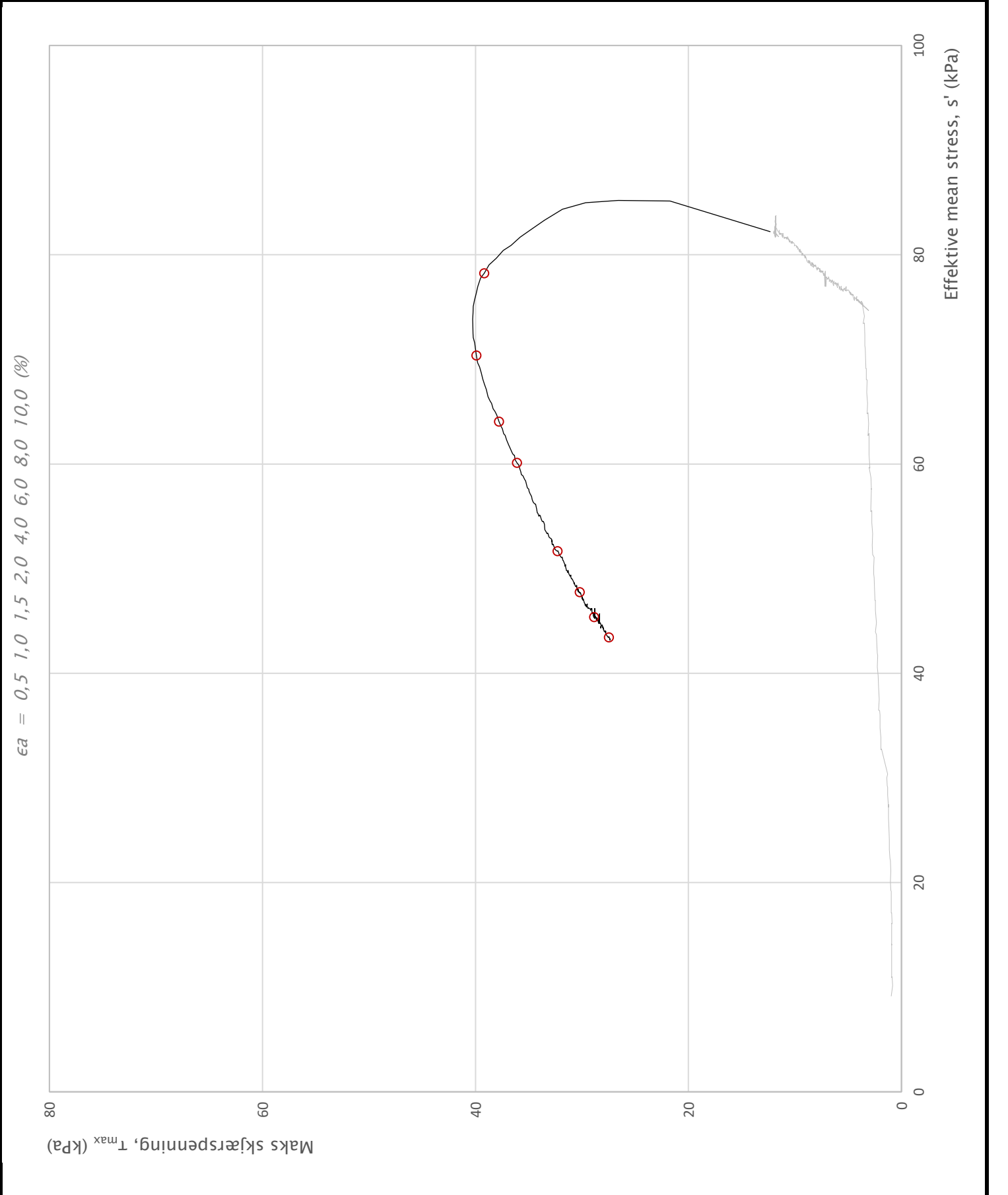


Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00				Borhull	
Konsekvensutredning Langstein								2	
Innhold								Dybde (m)	
Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)								10,60	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype					
	mash	vt	RK	CAUc					
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG					
	Trondheim	08.05.2019	Rev. dato	0	451.1				
			06.06.2019						

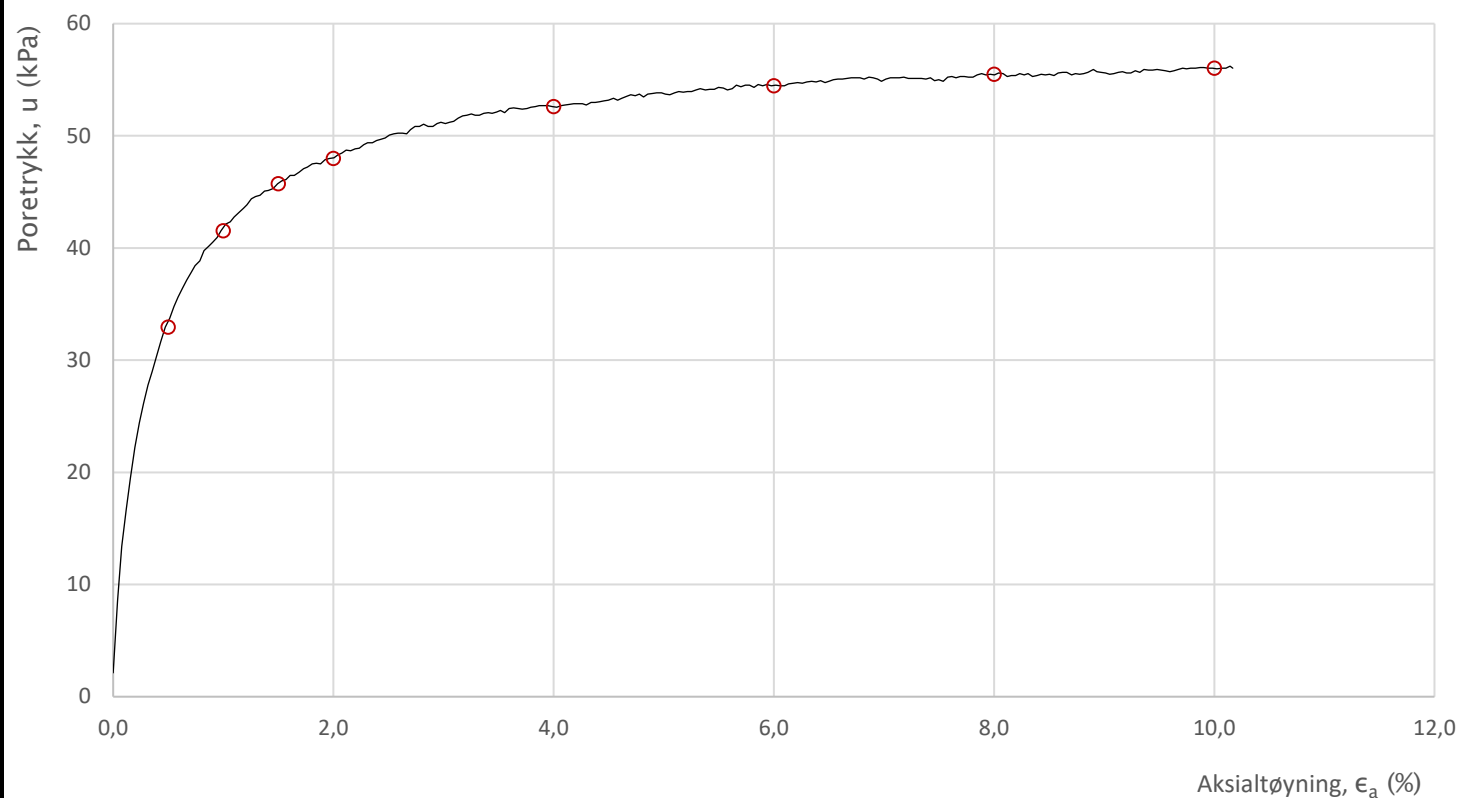
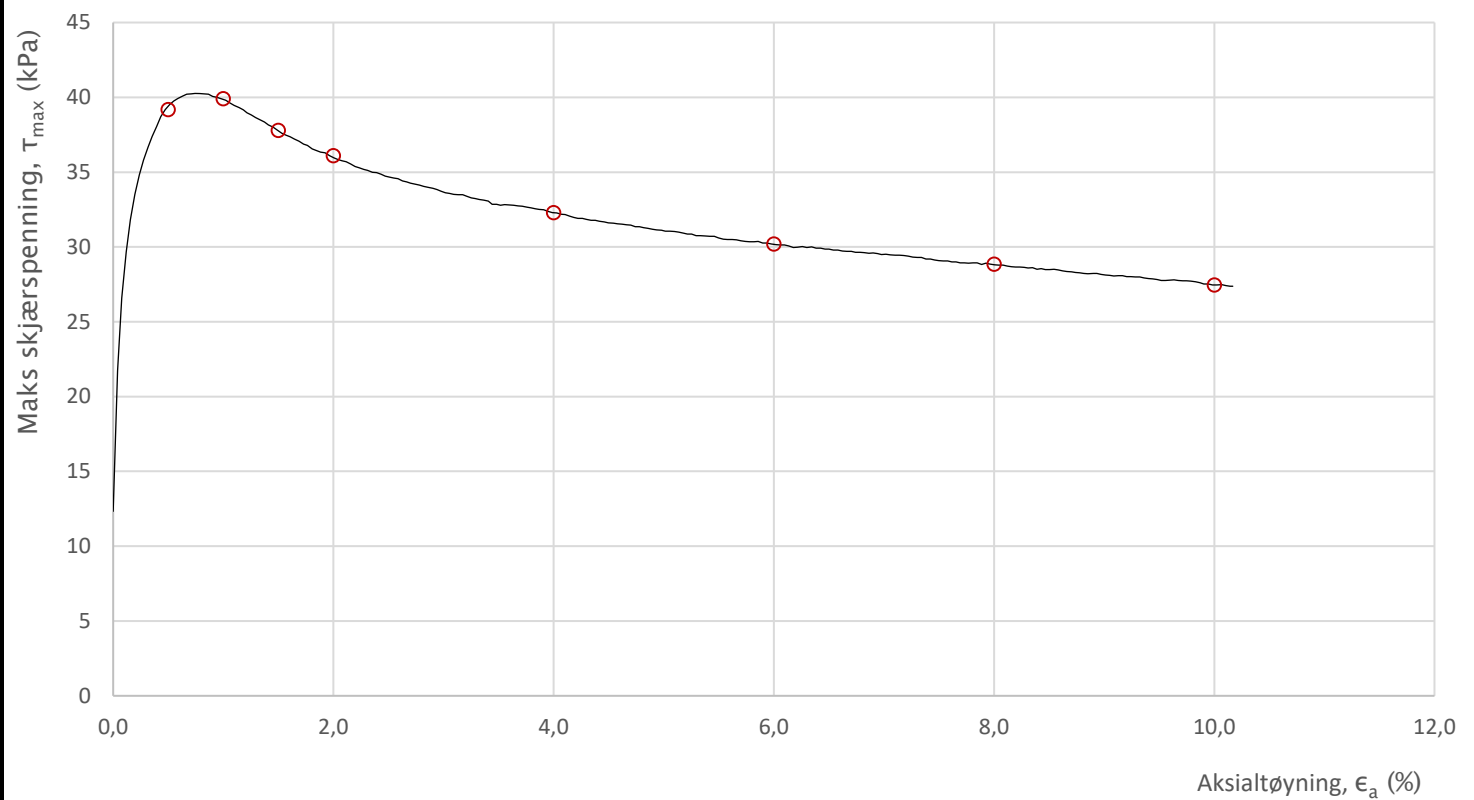
$\epsilon_a = 0,5 \ 1,0 \ 1,5 \ 2,0 \ 4,0 \ 6,0 \ 8,0 \ 10,0 \ (\%)$



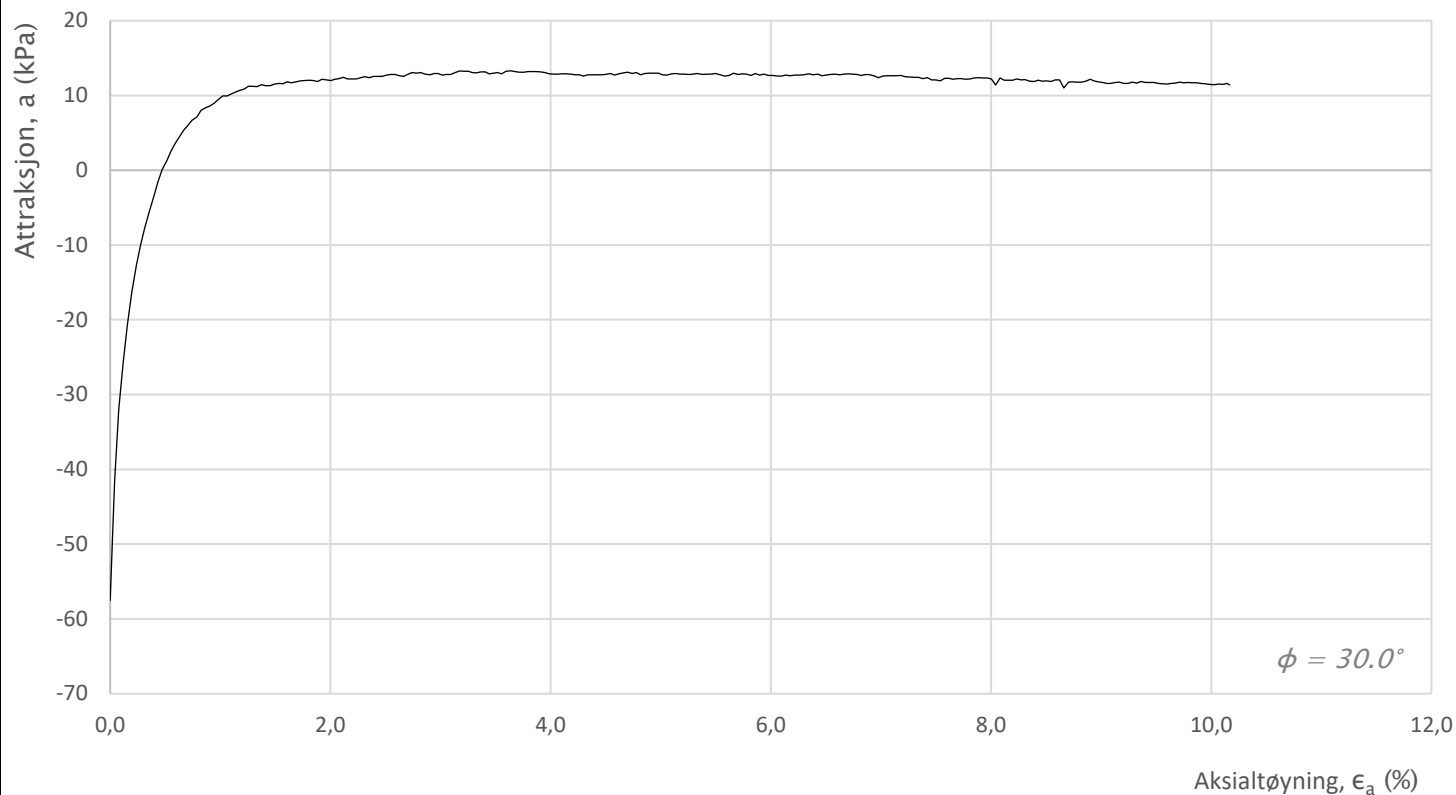
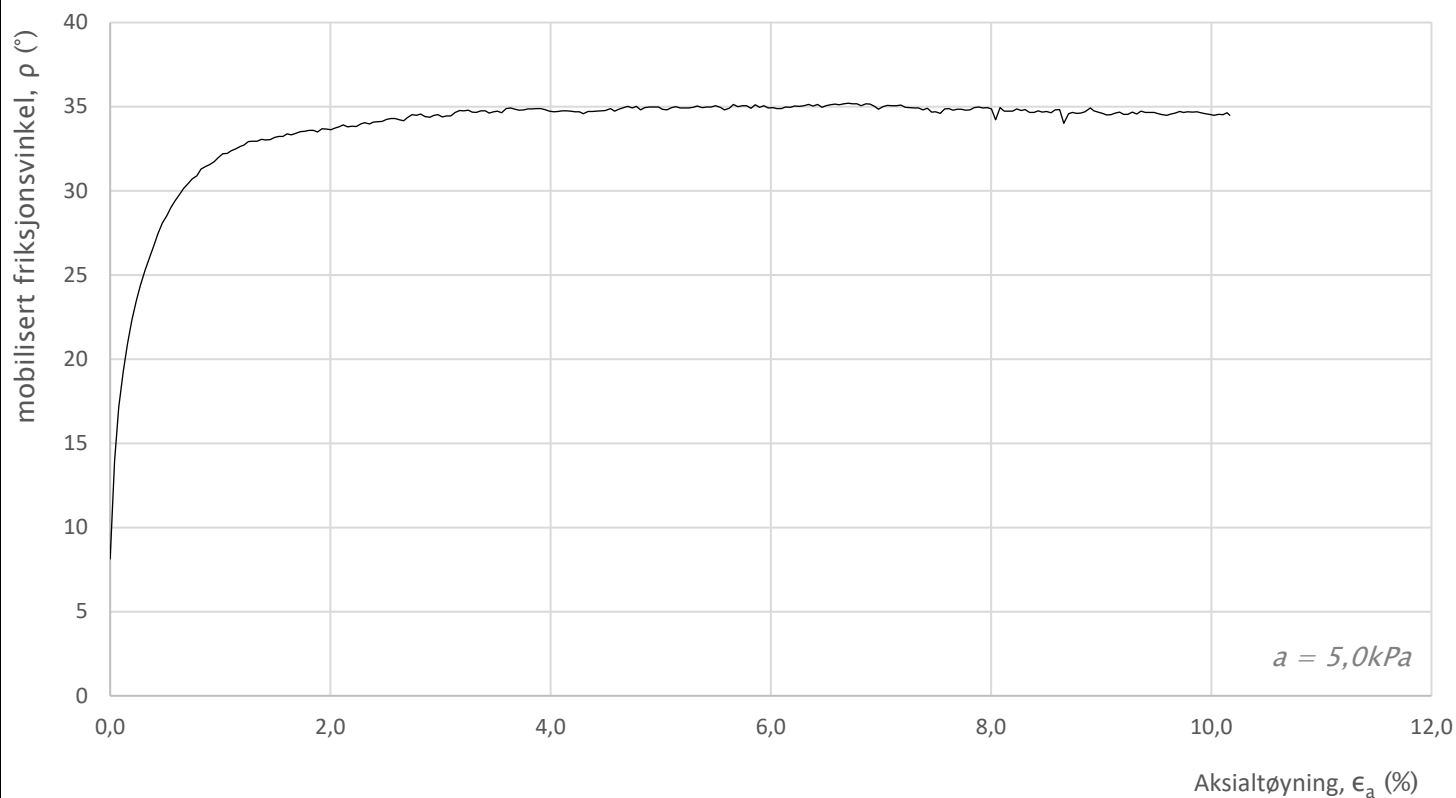
Prosjekt			Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00		Borhull
Konsekvensutredning Langstein					2
Innhold			Dybde (m)		10,60
Spenningssti i skjærfase, p'-q plott					
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	08.05.2019	Rev. dato	451.2	
			06.06.2019		



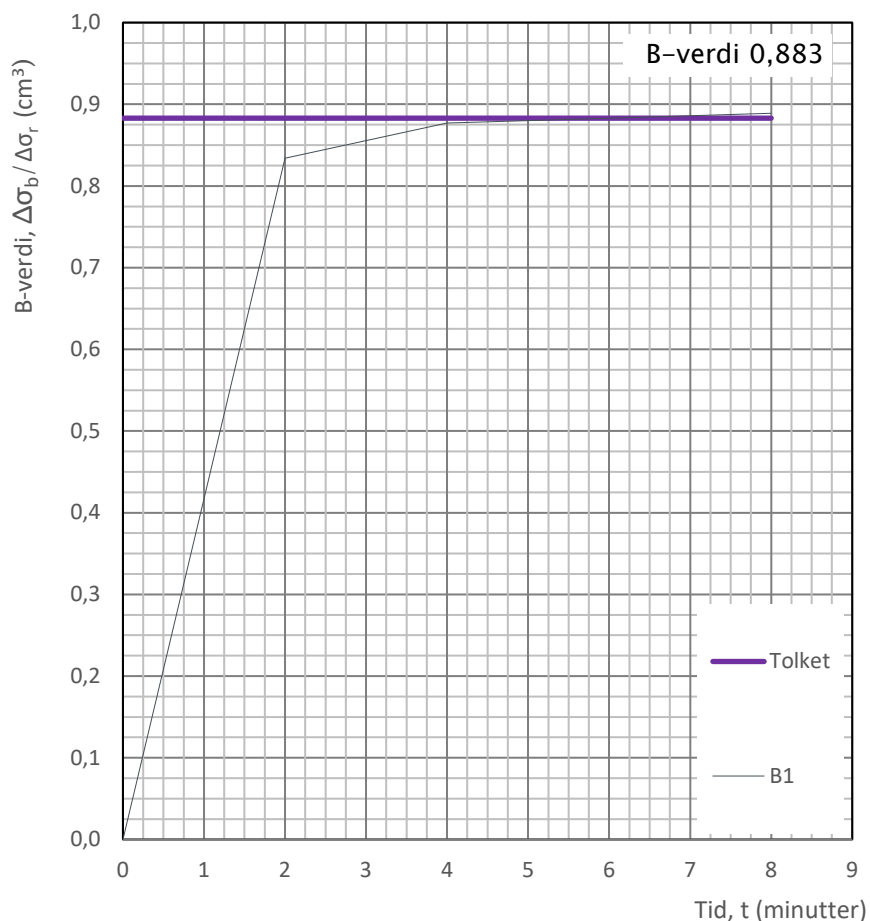
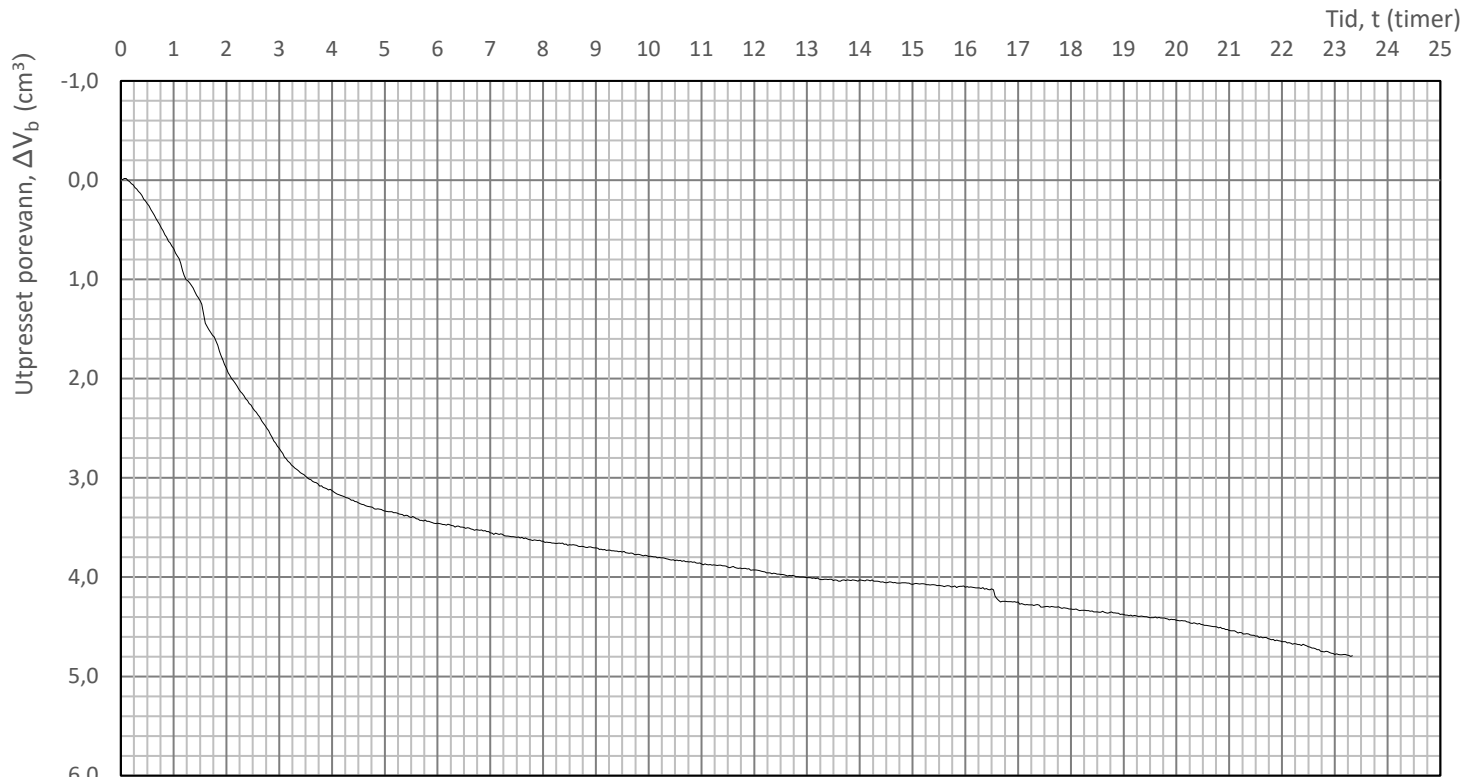
Prosjekt			Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00		Borhull	
Konsekvensutredning Langstein					2	
Innhold			Dybde (m)		10,60	
Spenningssti i skjærfase, s'-τ plott (MIT)						
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent		Forsøkstype	
	mash	vt	RK		CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon		RIG-TEG	
Trondheim		08.05.2019	0		451.3	
			Rev. dato		06.06.2019	



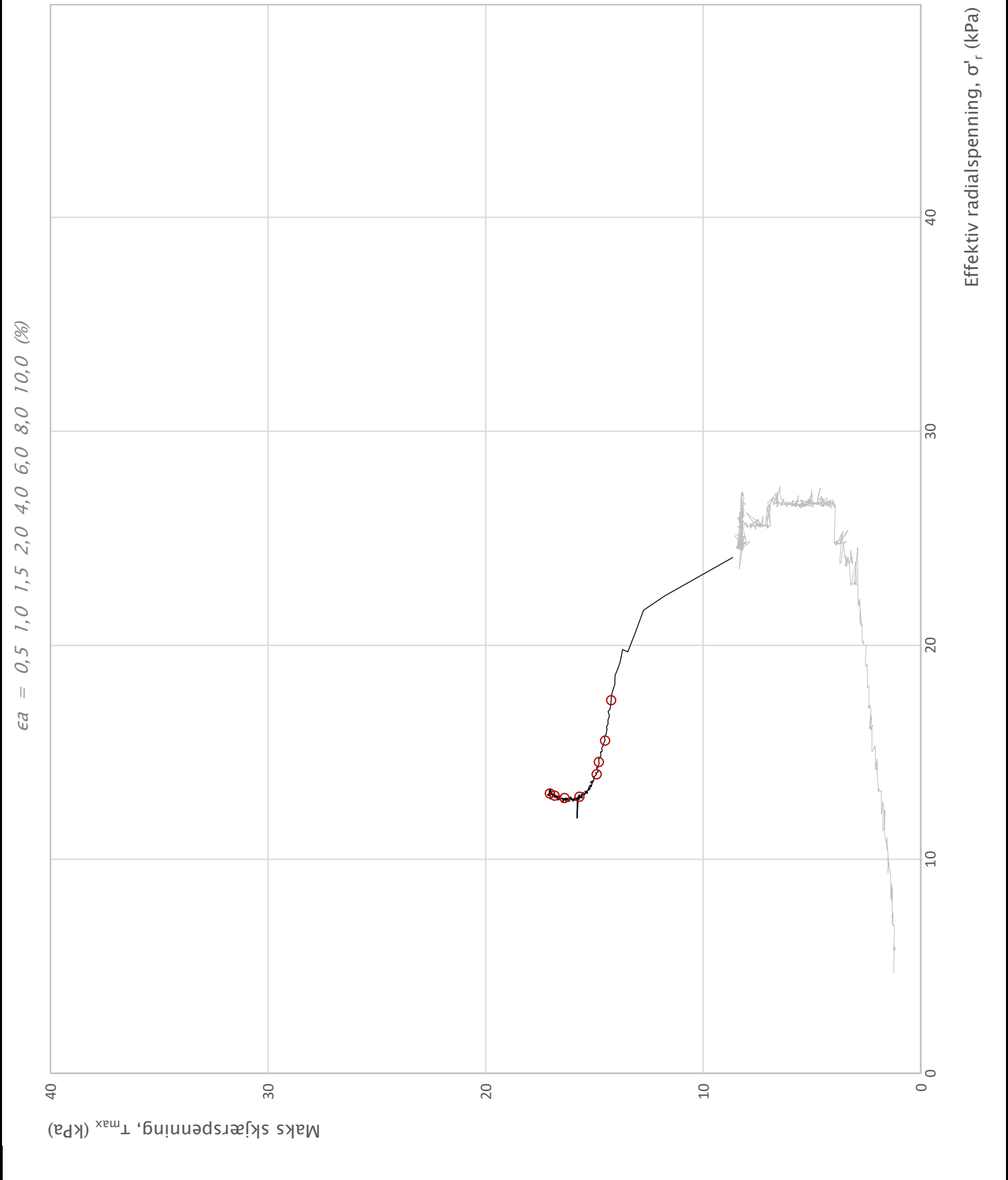
Prosjekt			Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00		Borhull
Konsekvensutredning Langstein					2
Innhold			Dybde (m)		
Bruddutvikling i skjærfase, ϵ_a - τ og ϵ_a - u plott					10,60
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	08.05.2019	Rev. dato	451.4	
			0		
			06.06.2019		



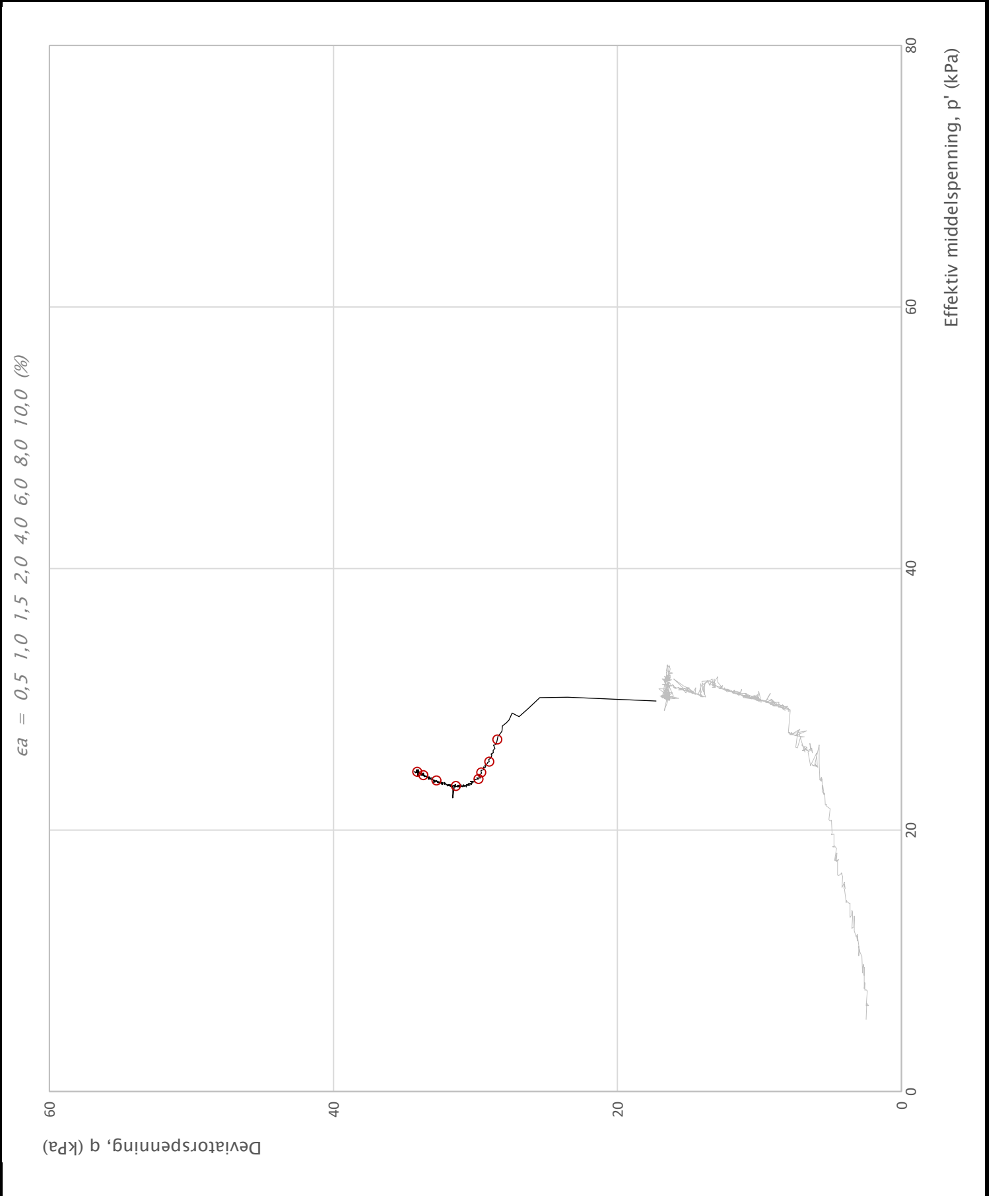
Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00	Borhull
Konsekvensutredning Langstein					2
Innhold				Dybde (m)	
Mobilisering av styrkeparametere				10,60	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	08.05.2019	Rev. dato	451.5	
			06.06.2019		



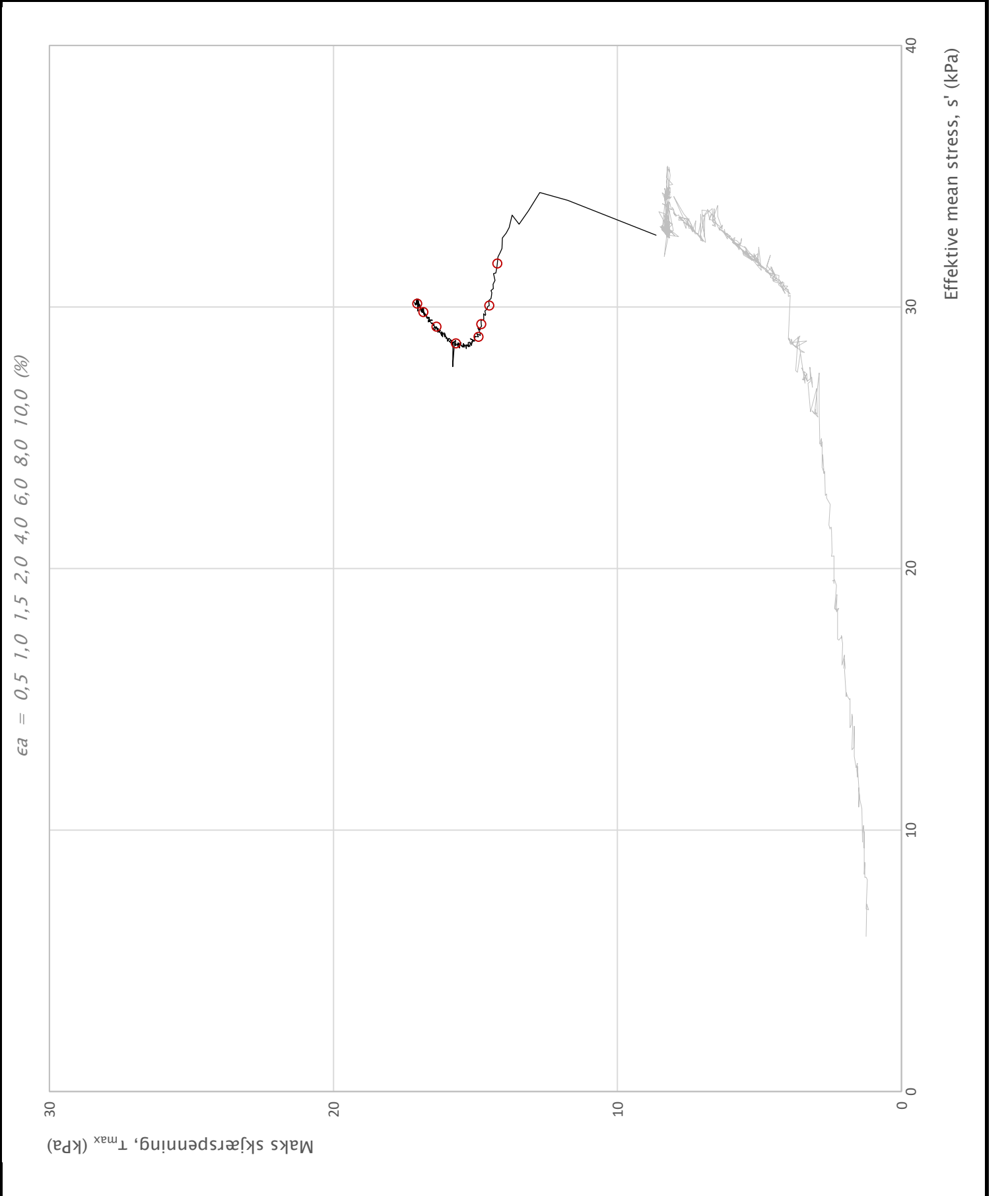
Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00	Borhull
Konsekvensutredning Langstein					2
Innhold				Dybde (m)	
Konsolidering				10,60	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	08.05.2019	0	451.6	
			Rev. dato	06.06.2019	



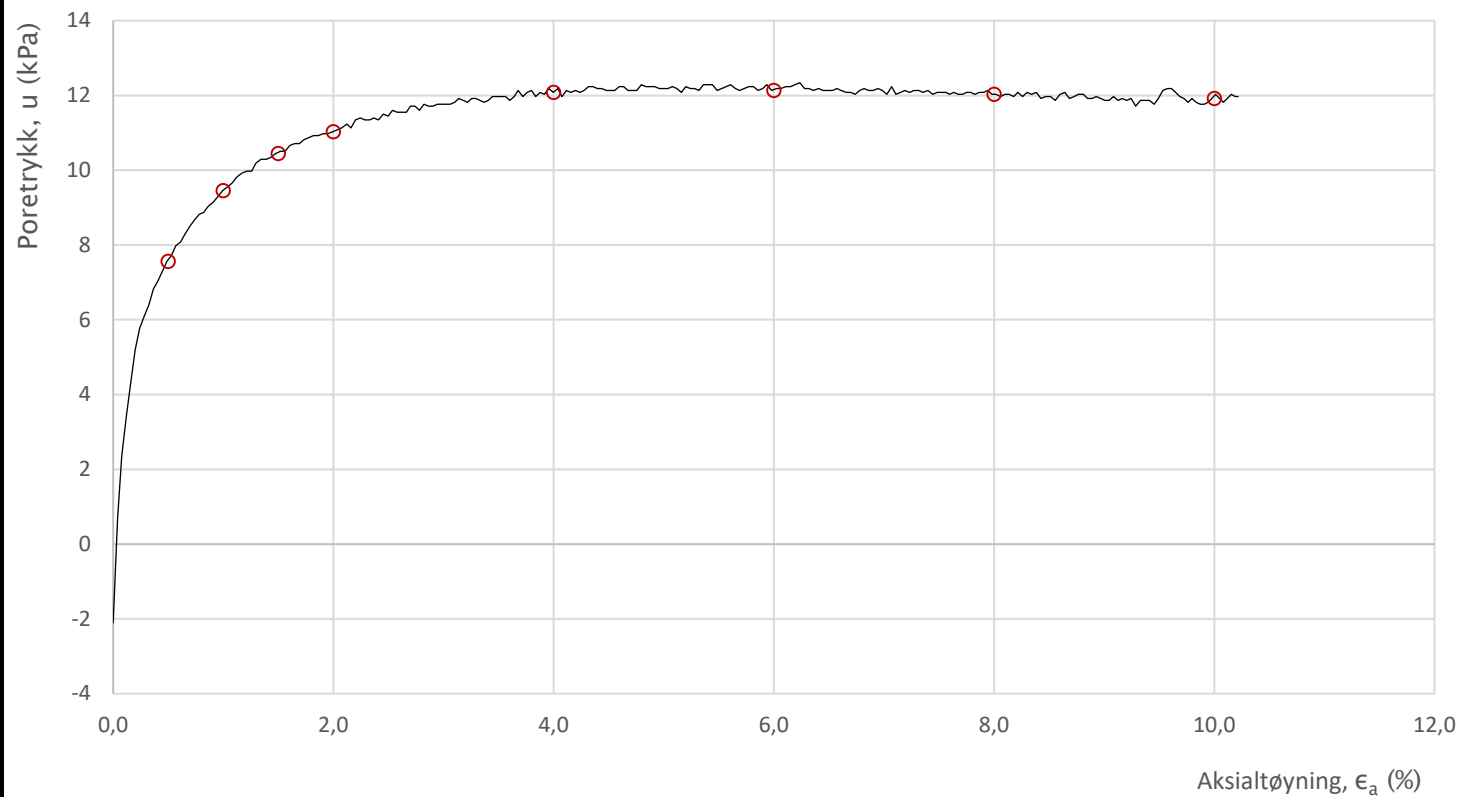
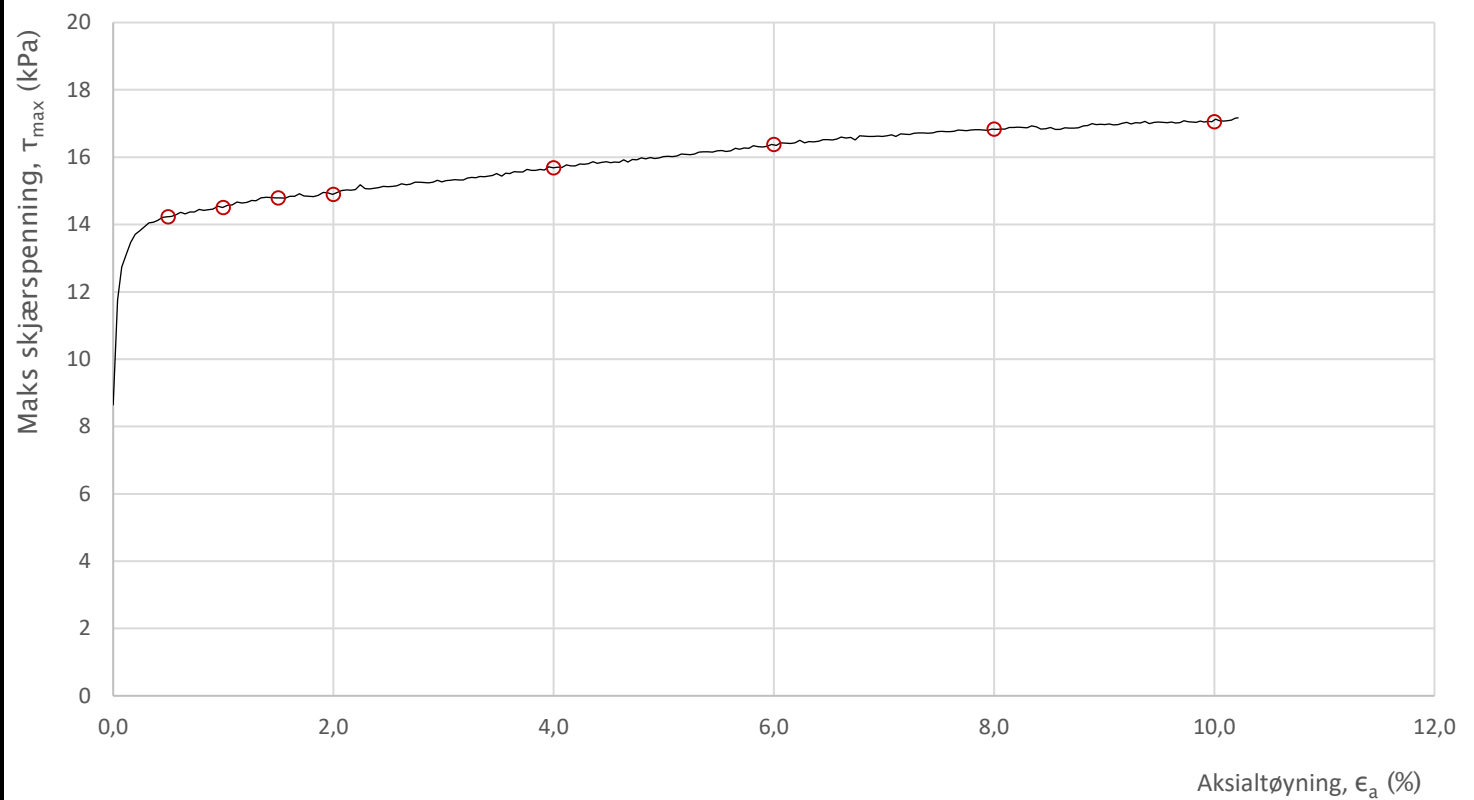
Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00	Borhull
Konsekvensutredning Langstein					9
Innhold				Dybde (m)	
Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)				4,60	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	15.05.2019	0	452.1	
			Rev. dato	06.06.2019	



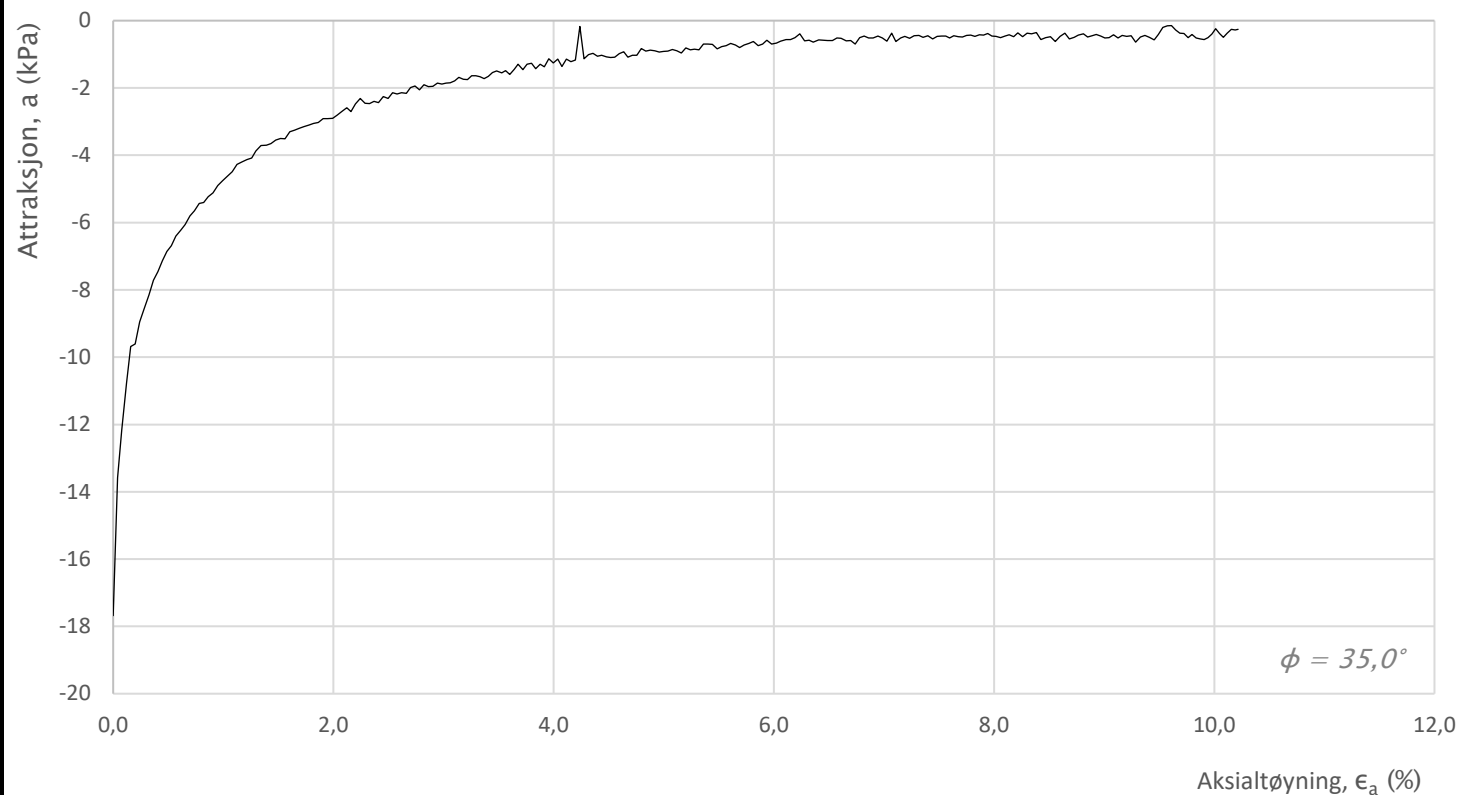
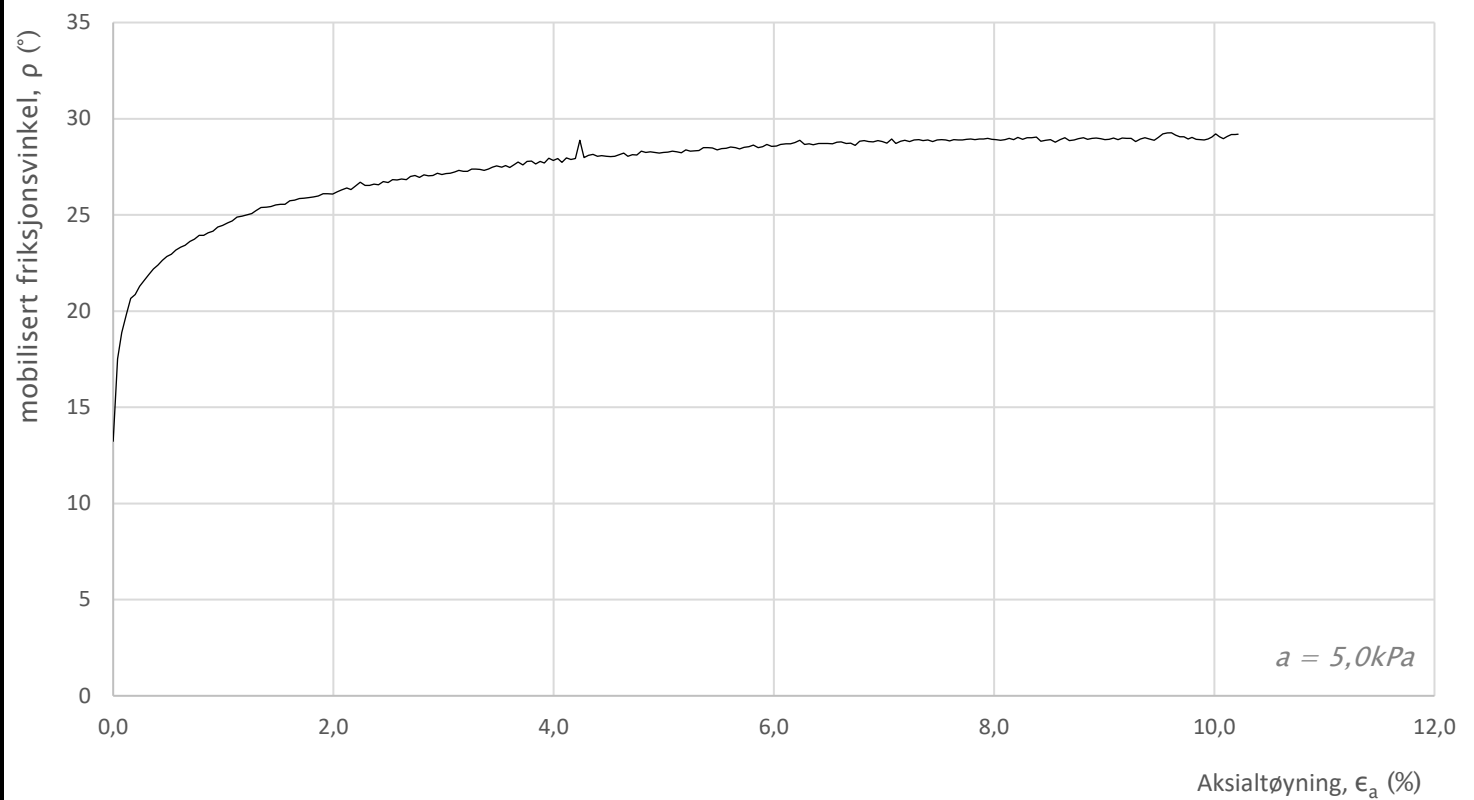
Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00	Borhull
Konsekvensutredning Langstein					9
Innhold				Dybde (m)	
Spenningssti i skjærfase, p'-q plott				4,60	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	15.05.2019	0	452.2	
			Rev. dato	06.06.2019	



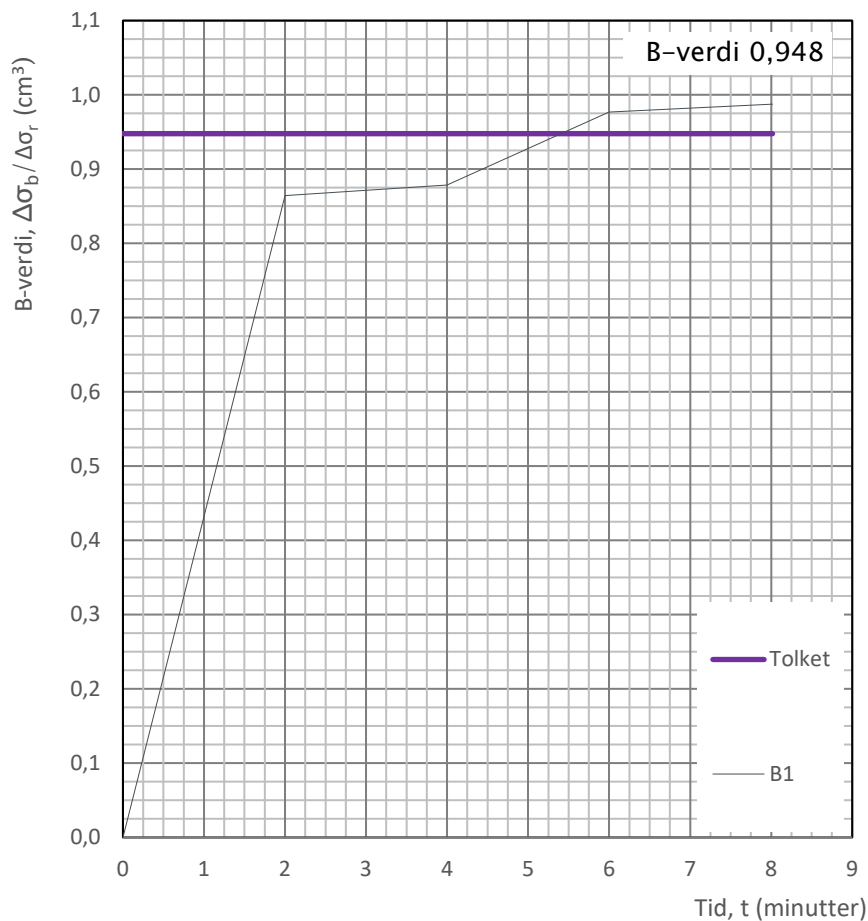
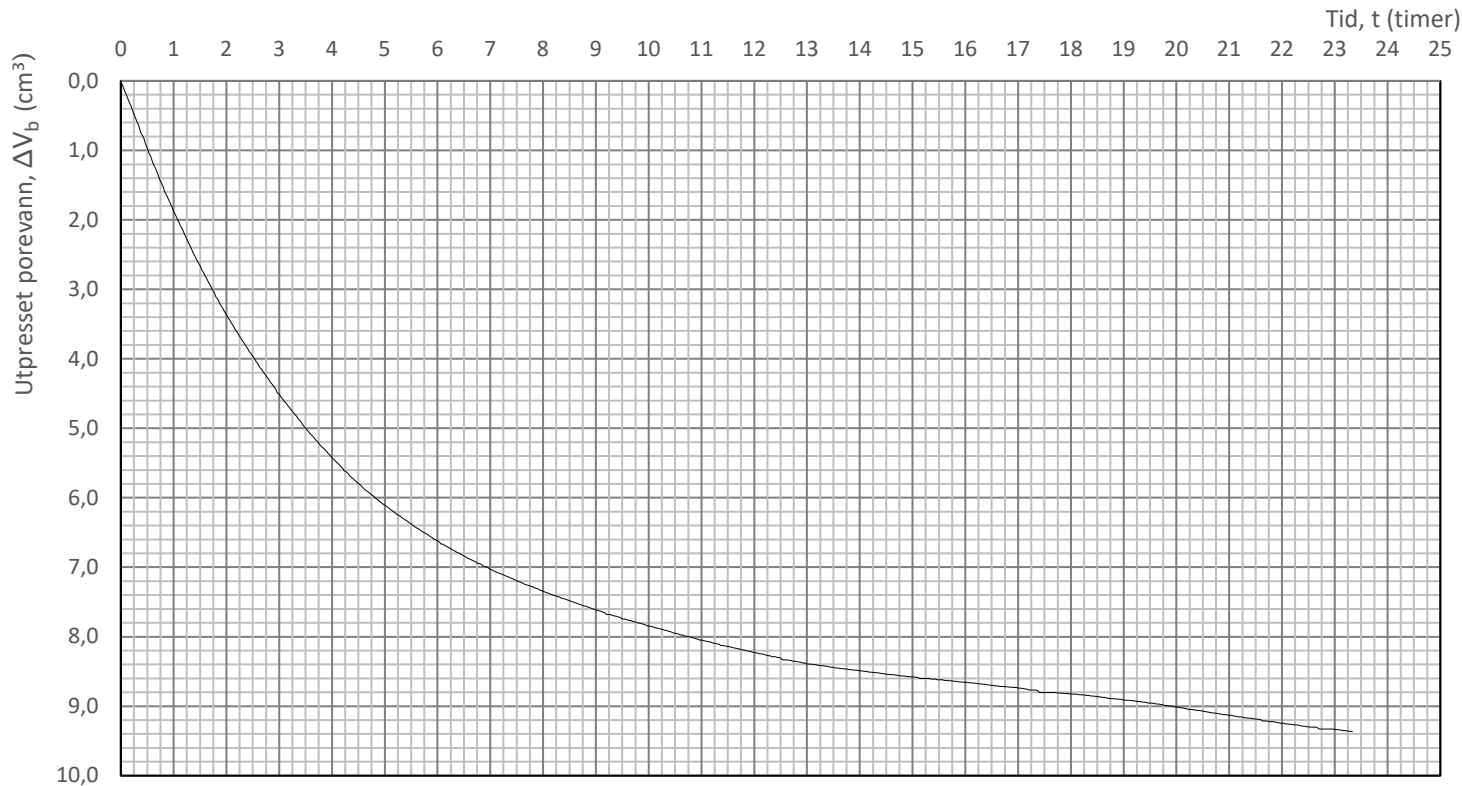
Prosjekt Konsekvensutredning Langstein				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00	Borhull 9
Innhold Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT)					Dybde (m) 4,60
Multiconsult	Utført mash	Kontrollert vt	Godkjent RK	Forsøkstype CAUc	
	Kontor Trondheim	Dato utført 15.05.2019	Revisjon 0	RIG-TEG	452.3
			Rev. dato 06.06.2019		



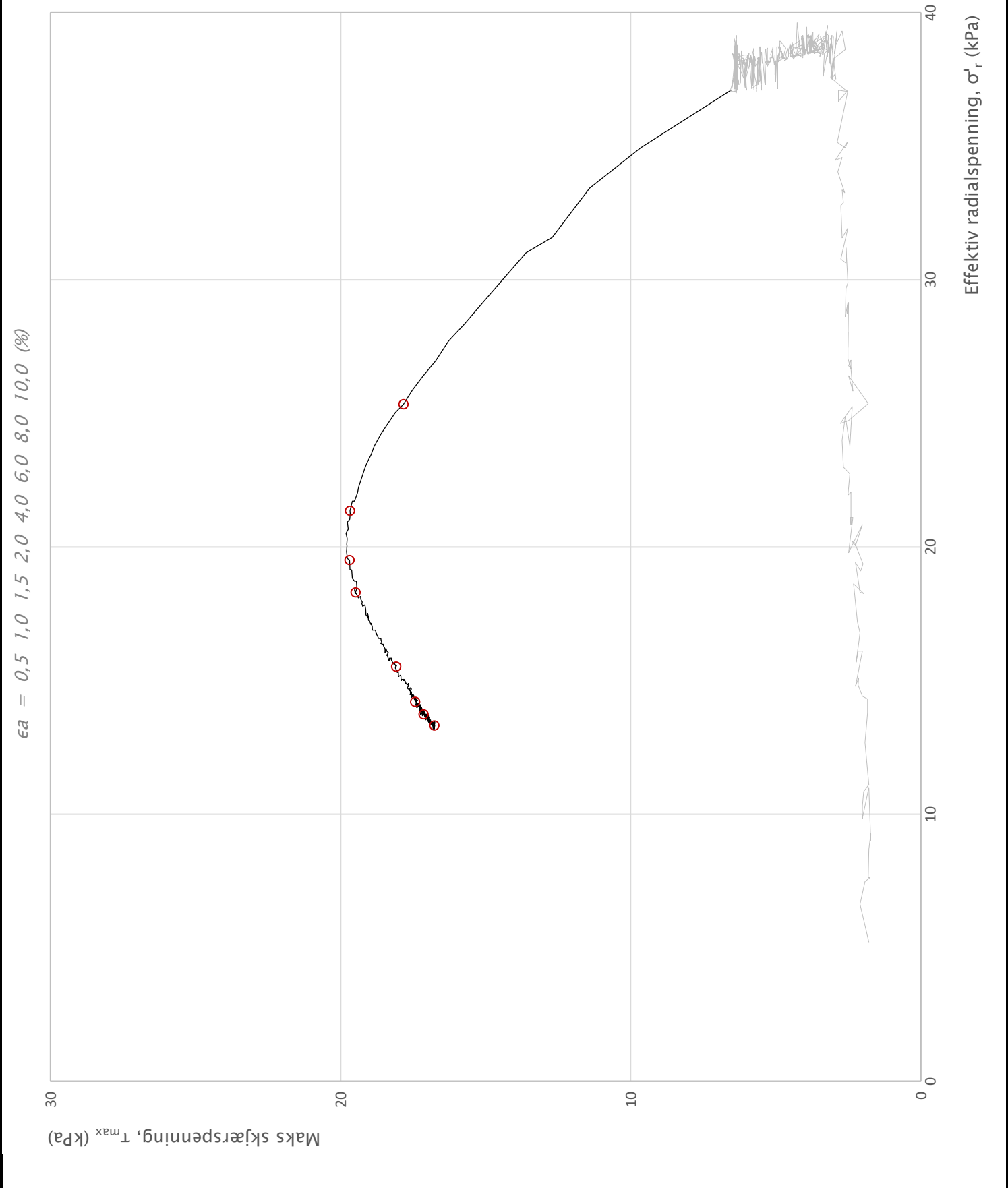
Prosjekt			Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00		Borhull
Konsekvensutredning Langstein					9
Innhold			Dybde (m)		4,60
Bruddutvikling i skjærfase, ϵ_a - τ og ϵ_a - u plott					
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	15.05.2019	Rev. dato 06.06.2019	452.4	



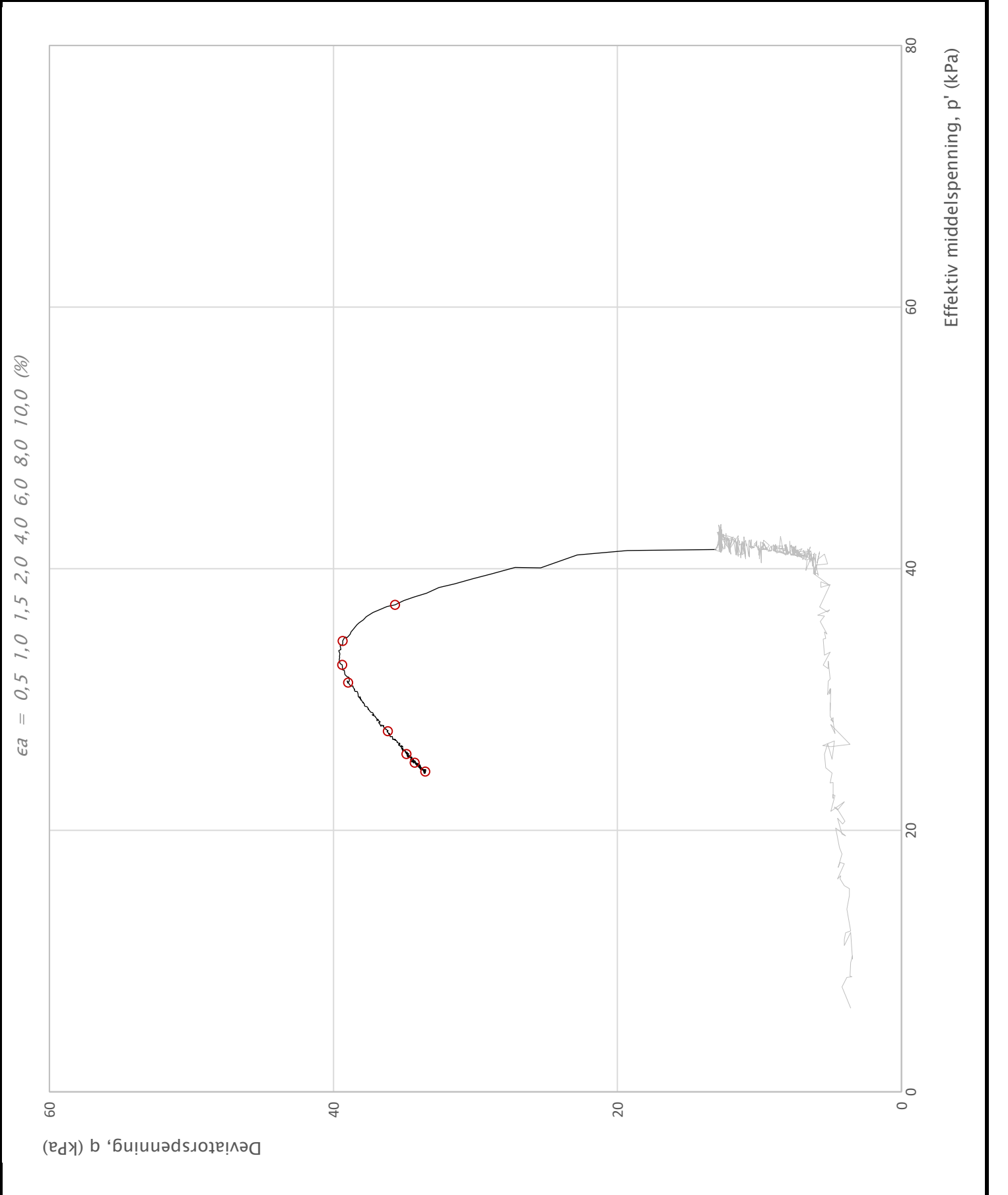
Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00	Borhull
Konsekvensutredning Langstein					9
Innhold				Dybde (m)	
Mobilisering av styrkeparametere				4,60	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	15.05.2019	Rev. dato	452.5	
			06.06.2019		



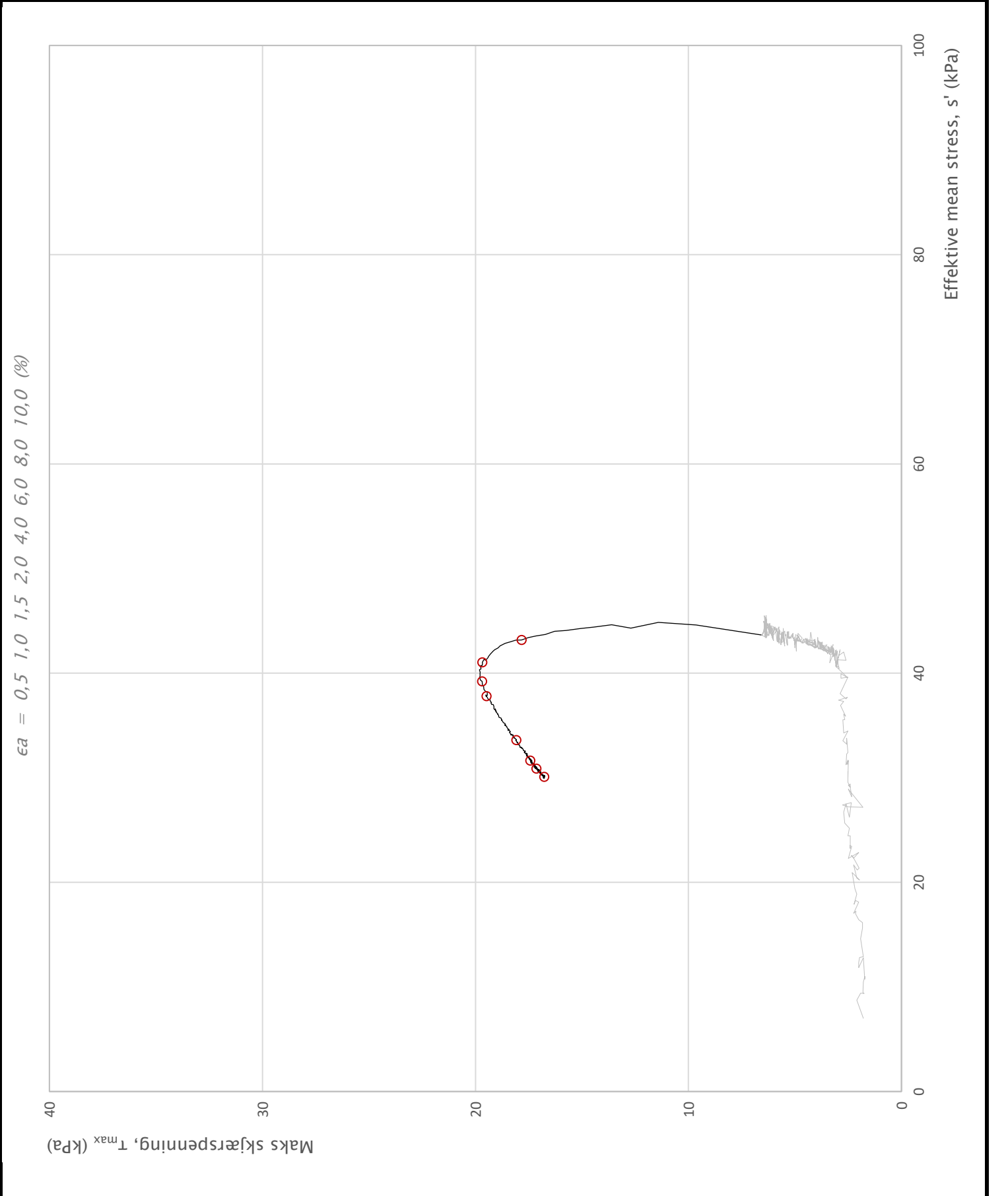
Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00	Borhull
Konsekvensutredning Langstein					9
Innhold					Dybde (m)
Konsolidering					4,60
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	15.05.2019	0 Rev. dato 06.06.2019	452.6	



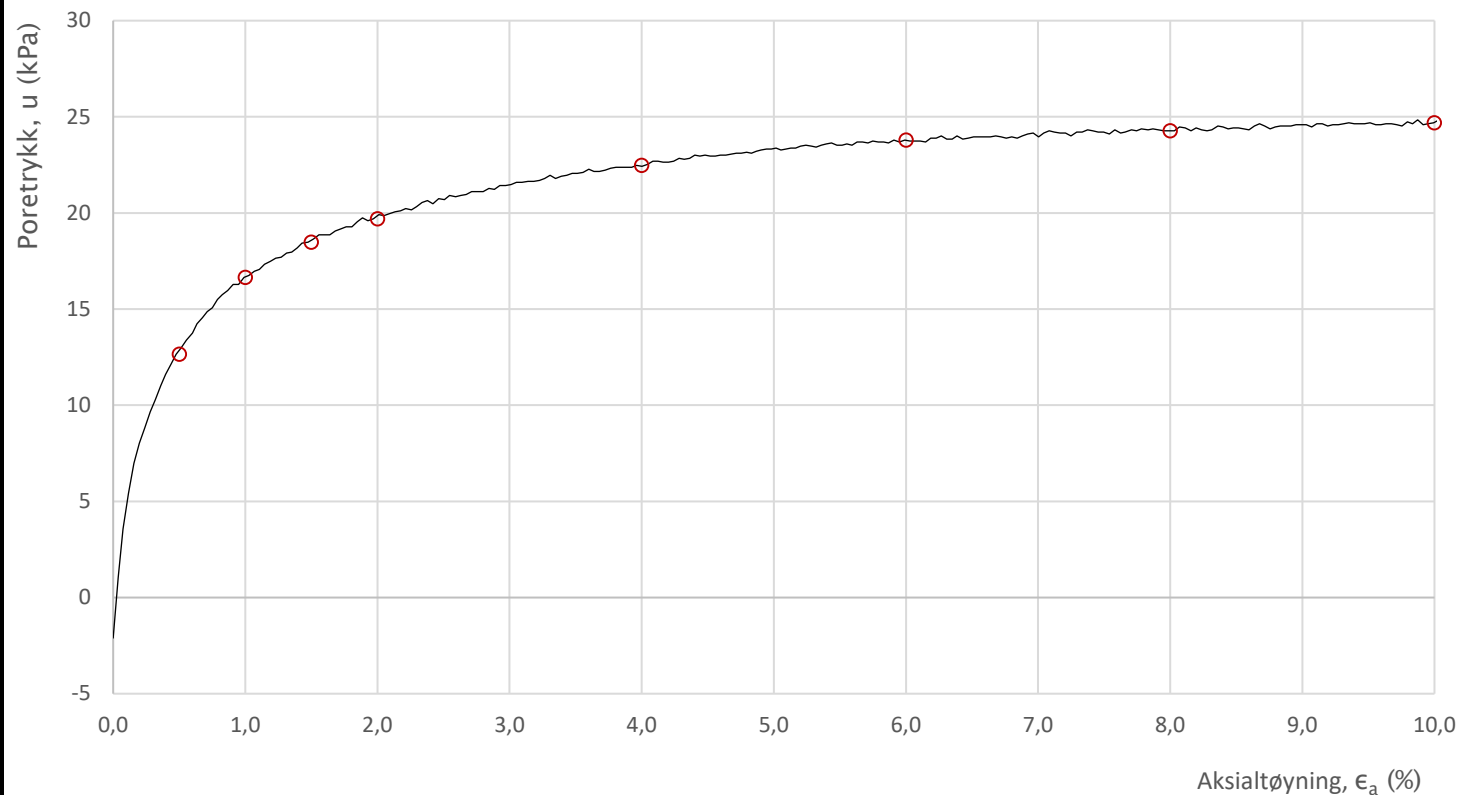
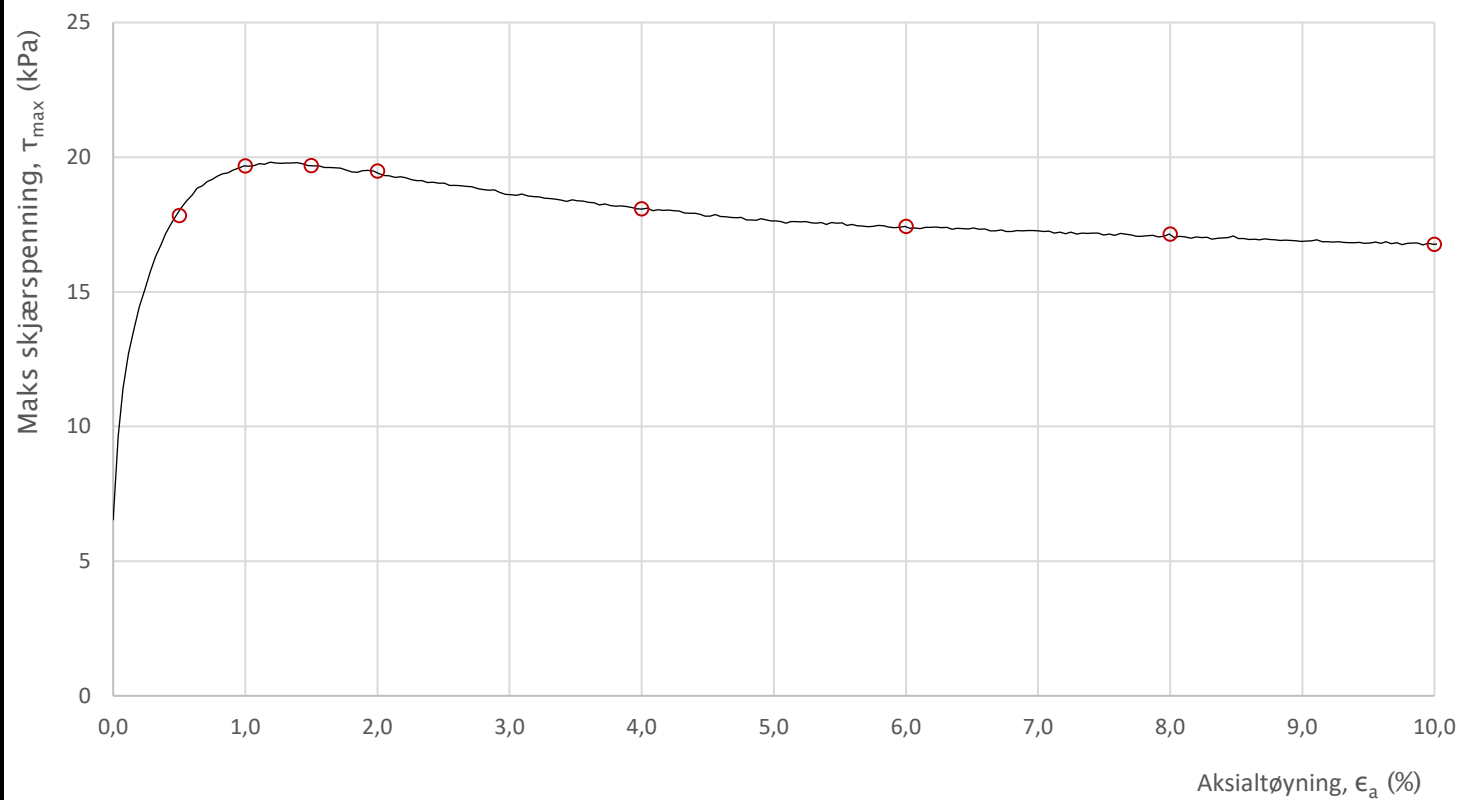
Prosjekt Konsekvensutredning Langstein				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00
Innhold Spenningssti i skjærfase, σ'r-τ plott (NTNU)				Borhull 10
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype
	mash	vt	RK	CAUc
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG
Trondheim		20.05.2019	0	453.1
			Rev. dato 06.06.2019	



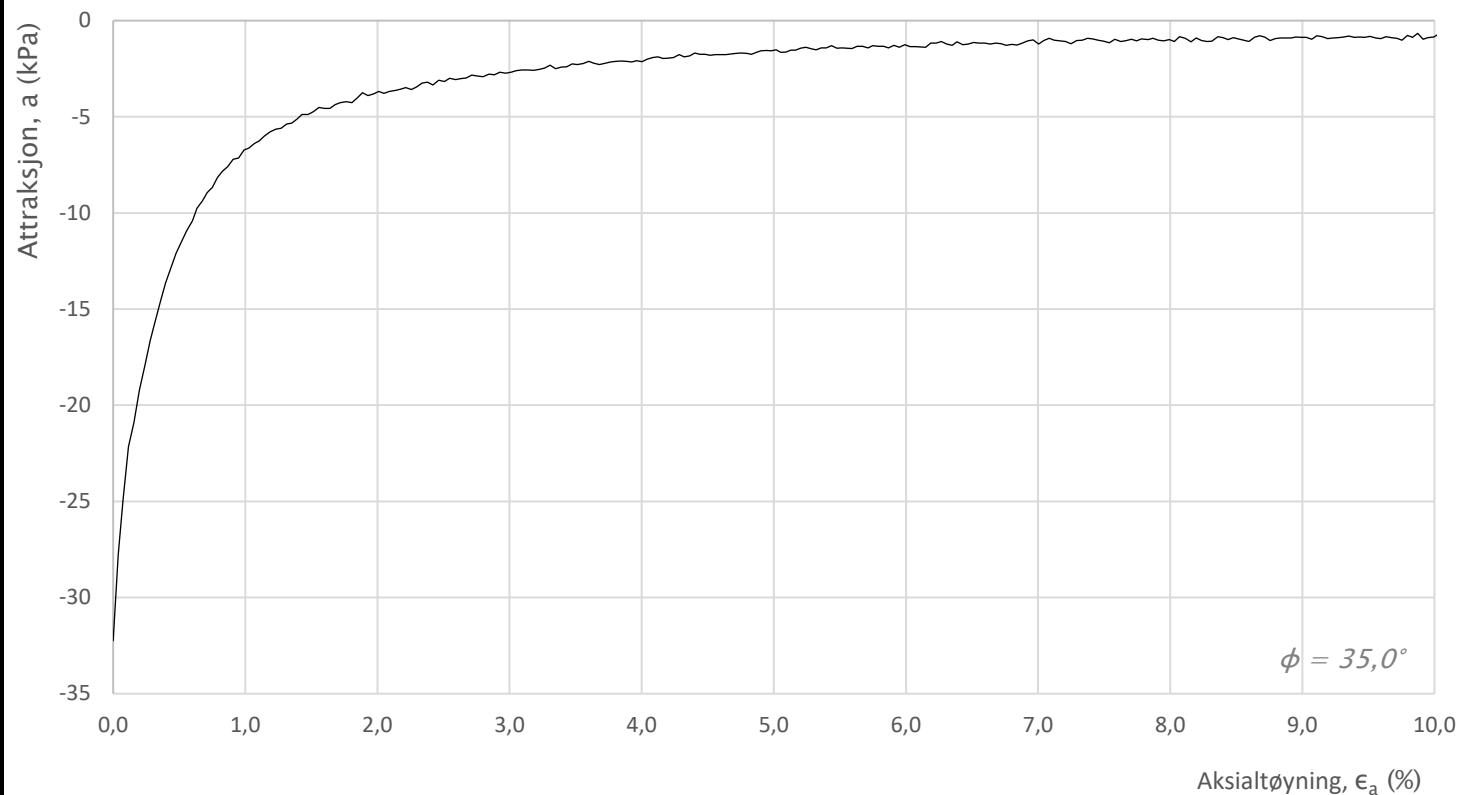
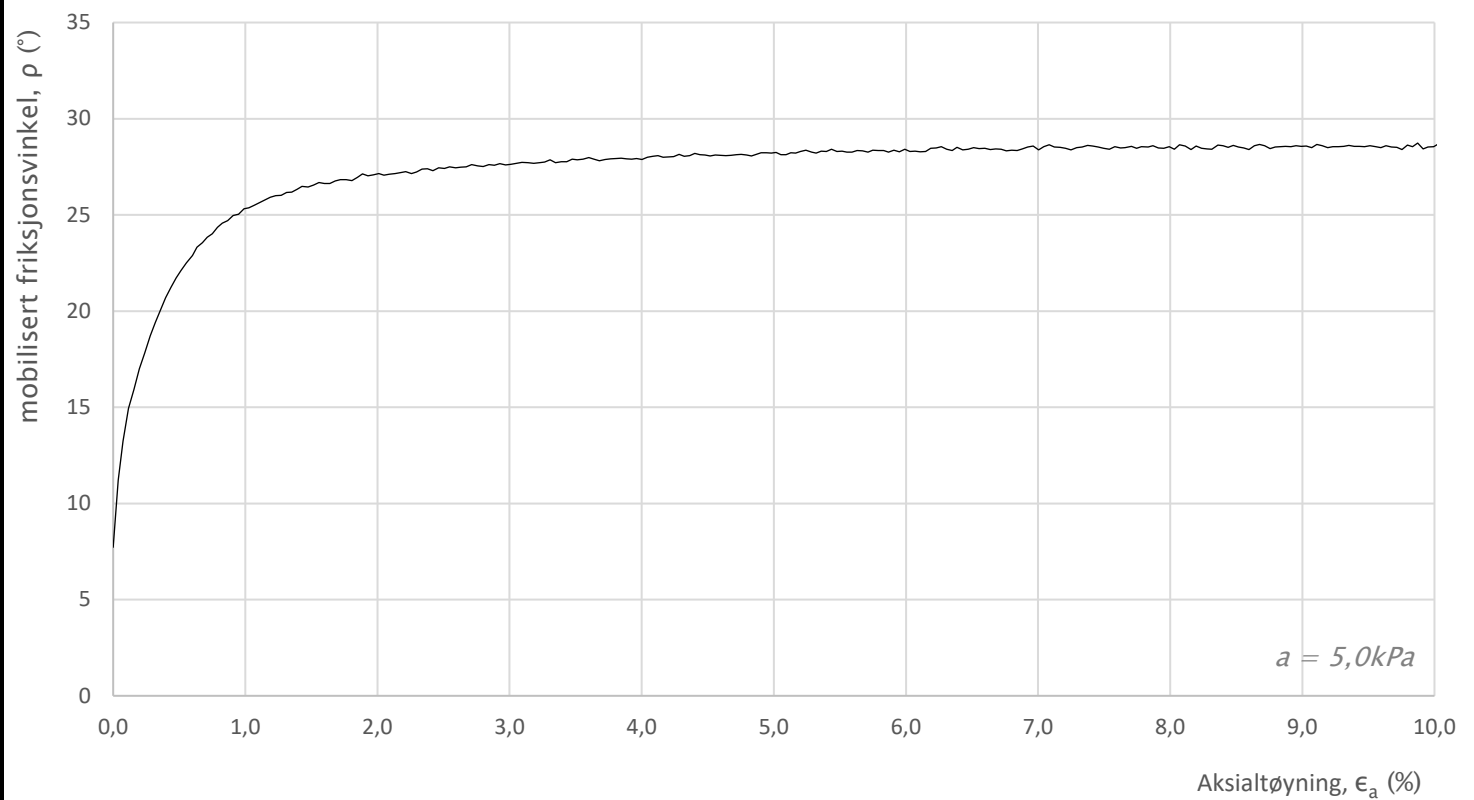
Prosjekt			Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00		Borhull
Konsekvensutredning Langstein					10
Innhold					Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, p'-q plott					5,60
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	20.05.2019	Rev. dato	453.2	
			06.06.2019		



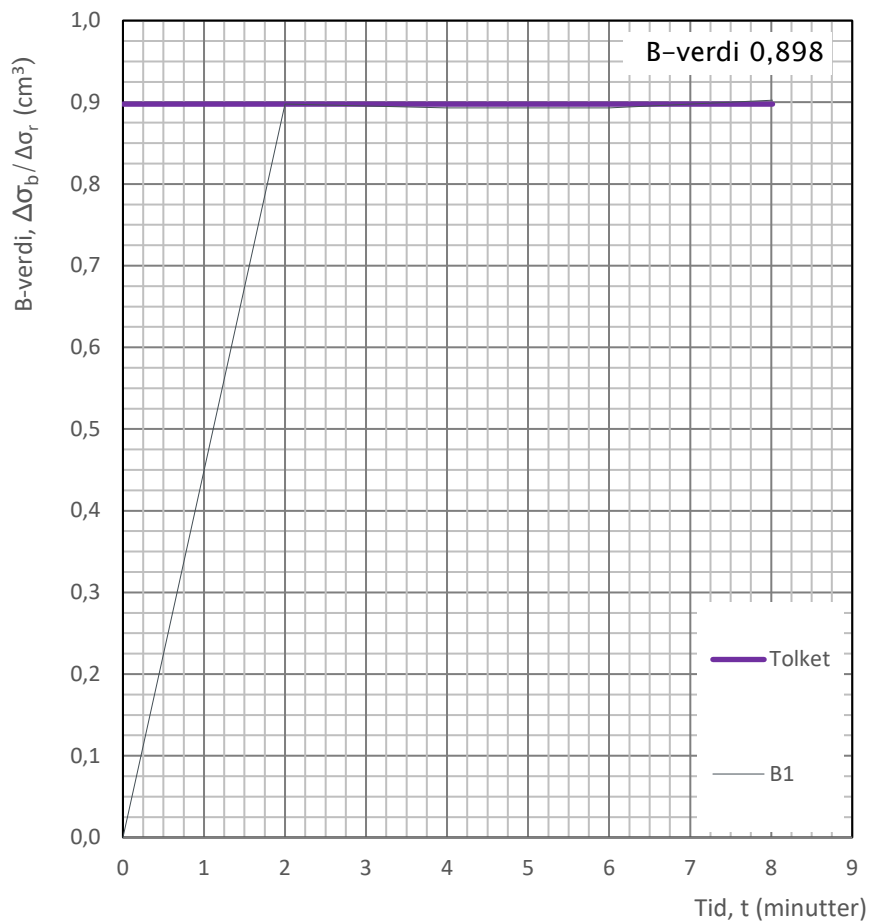
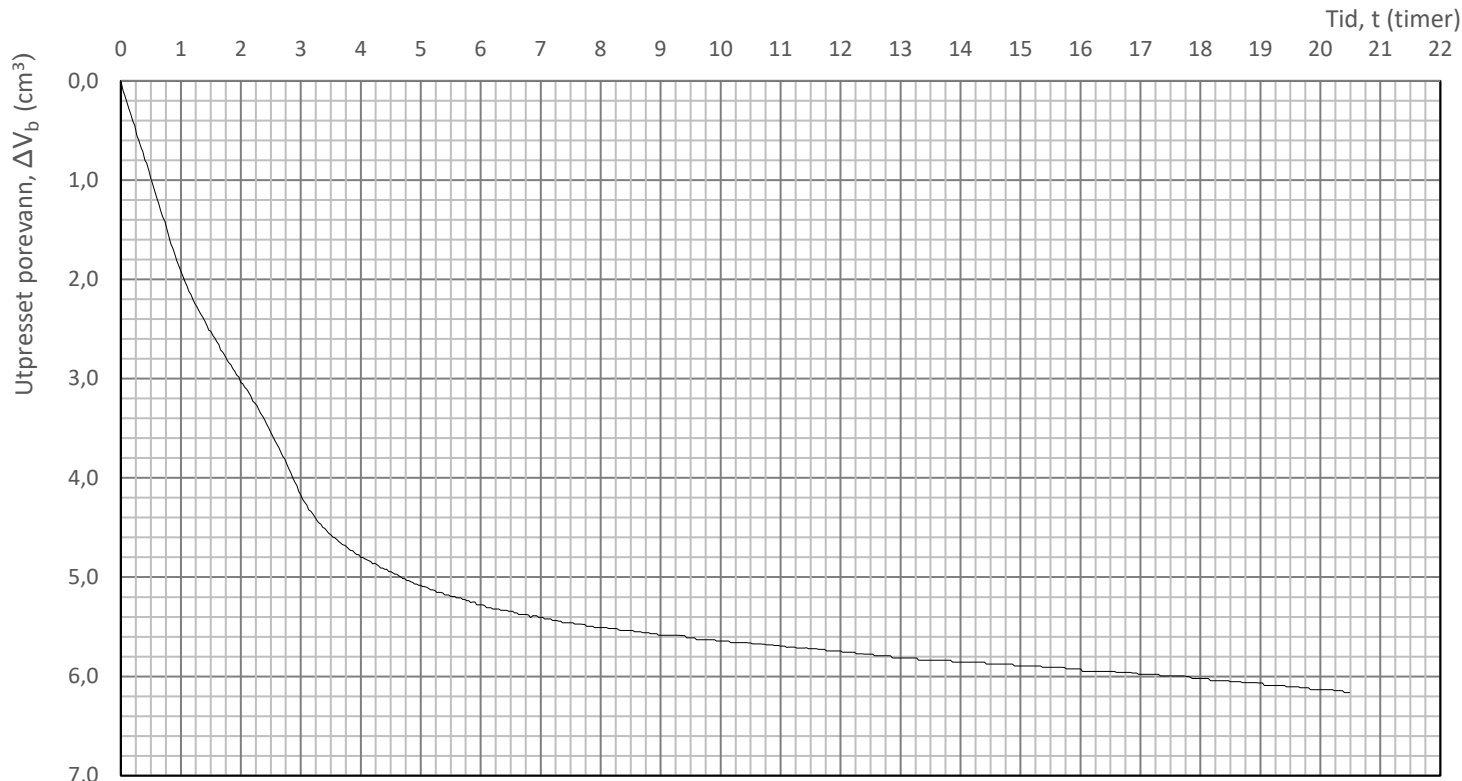
Prosjekt			Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00		Borhull
Konsekvensutredning Langstein					10
Innhold			Dybde (m)		5,60
Spenningssti i skjærfase, s'-τ plott (MIT)					
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	20.05.2019	0	453.3	
			Rev. dato	06.06.2019	



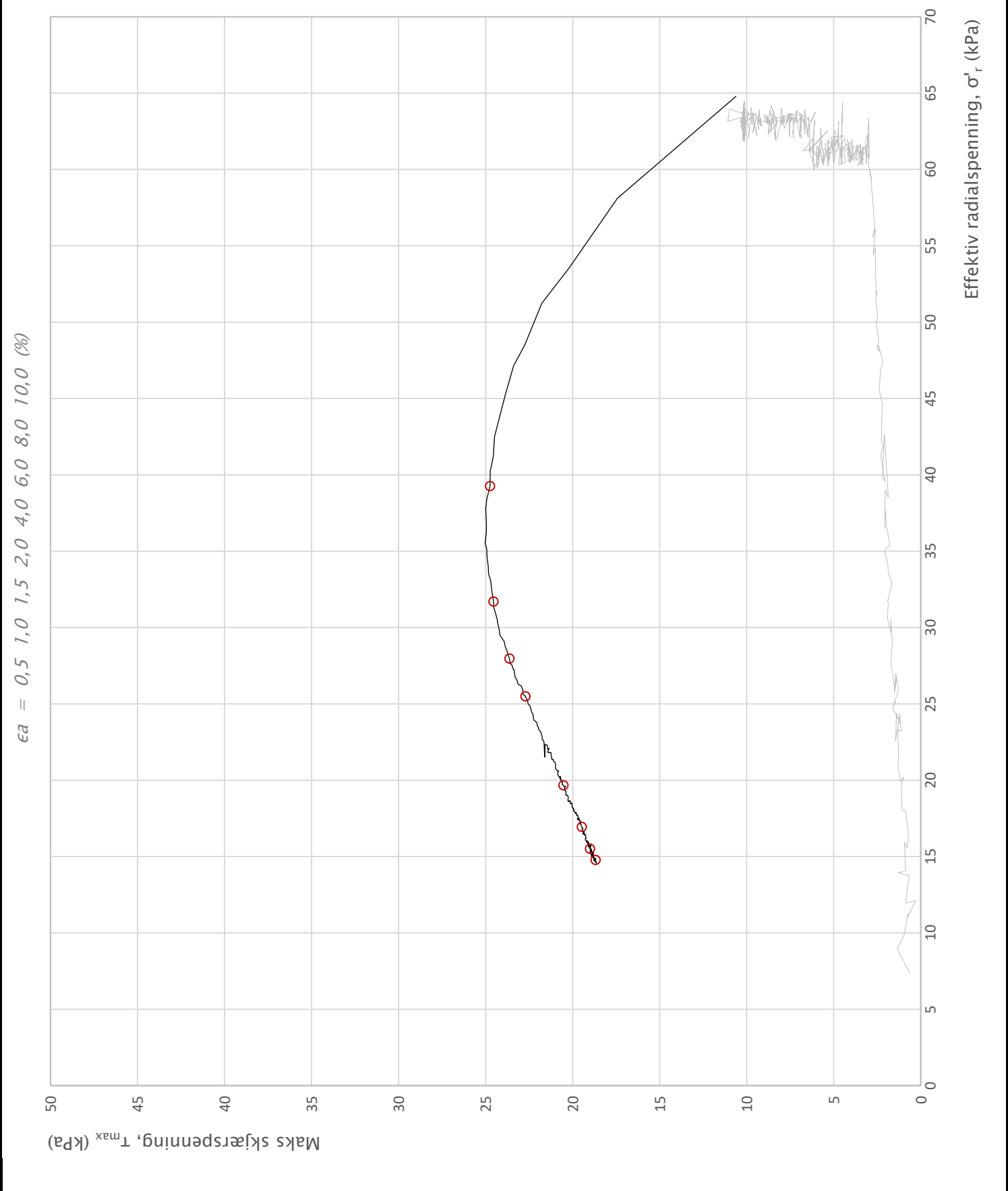
Prosjekt			Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00		Borhull
Konsekvensutredning Langstein					10
Innhold			Dybde (m)		5,60
Bruddutvikling i skjærfase, ϵ_a - τ og ϵ_a - u plott					
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	20.05.2019	Rev. dato 06.06.2019	453.4	



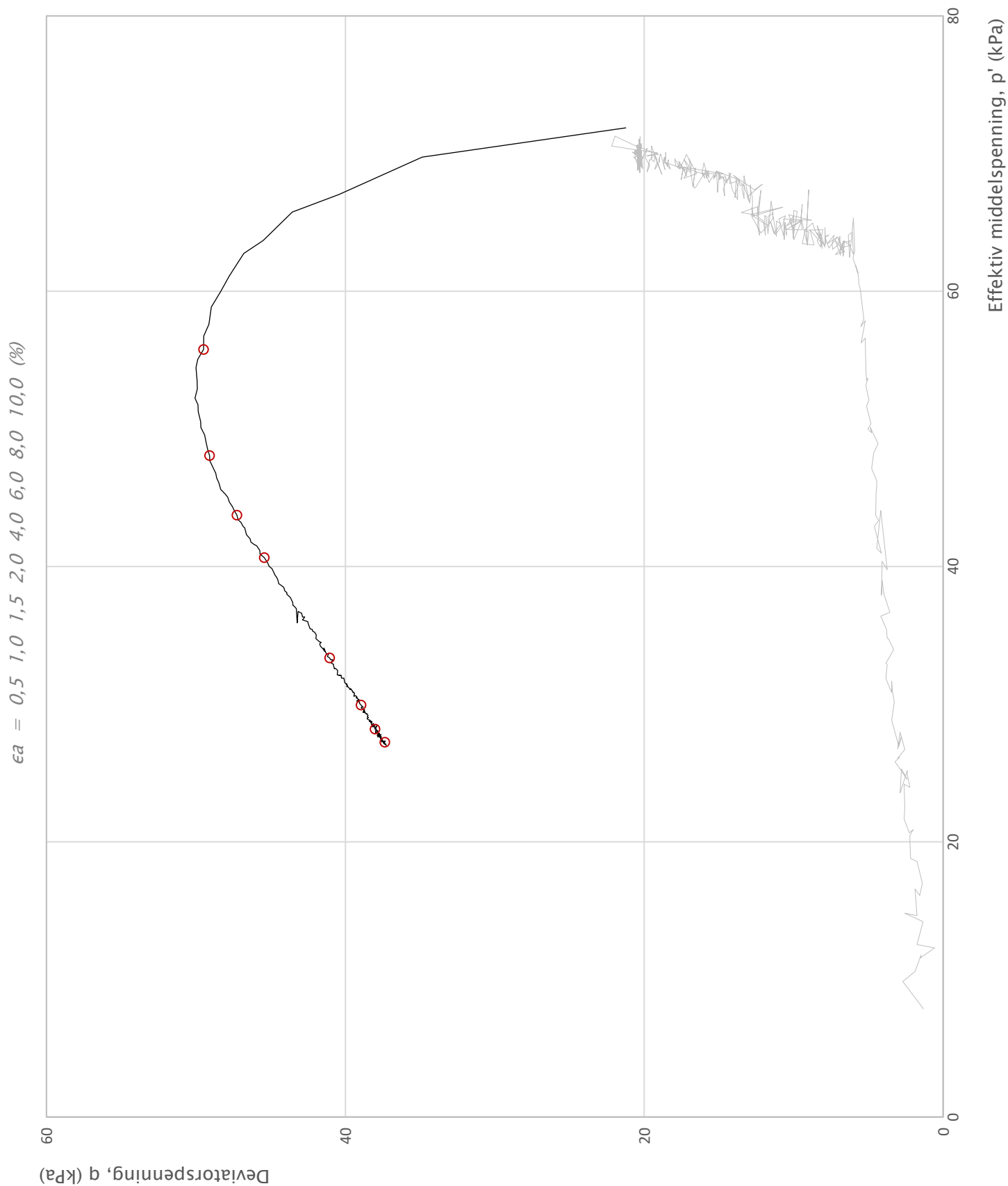
Prosjekt Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00 Konsekvensutredning Langstein				Borhull 10
Innhold Mobilisering av styrkeparametere				Dybde (m) 5,60
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype
	mash	vt	RK	CAUc
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG
	Trondheim	20.05.2019	Rev. dato 06.06.2019	453.5



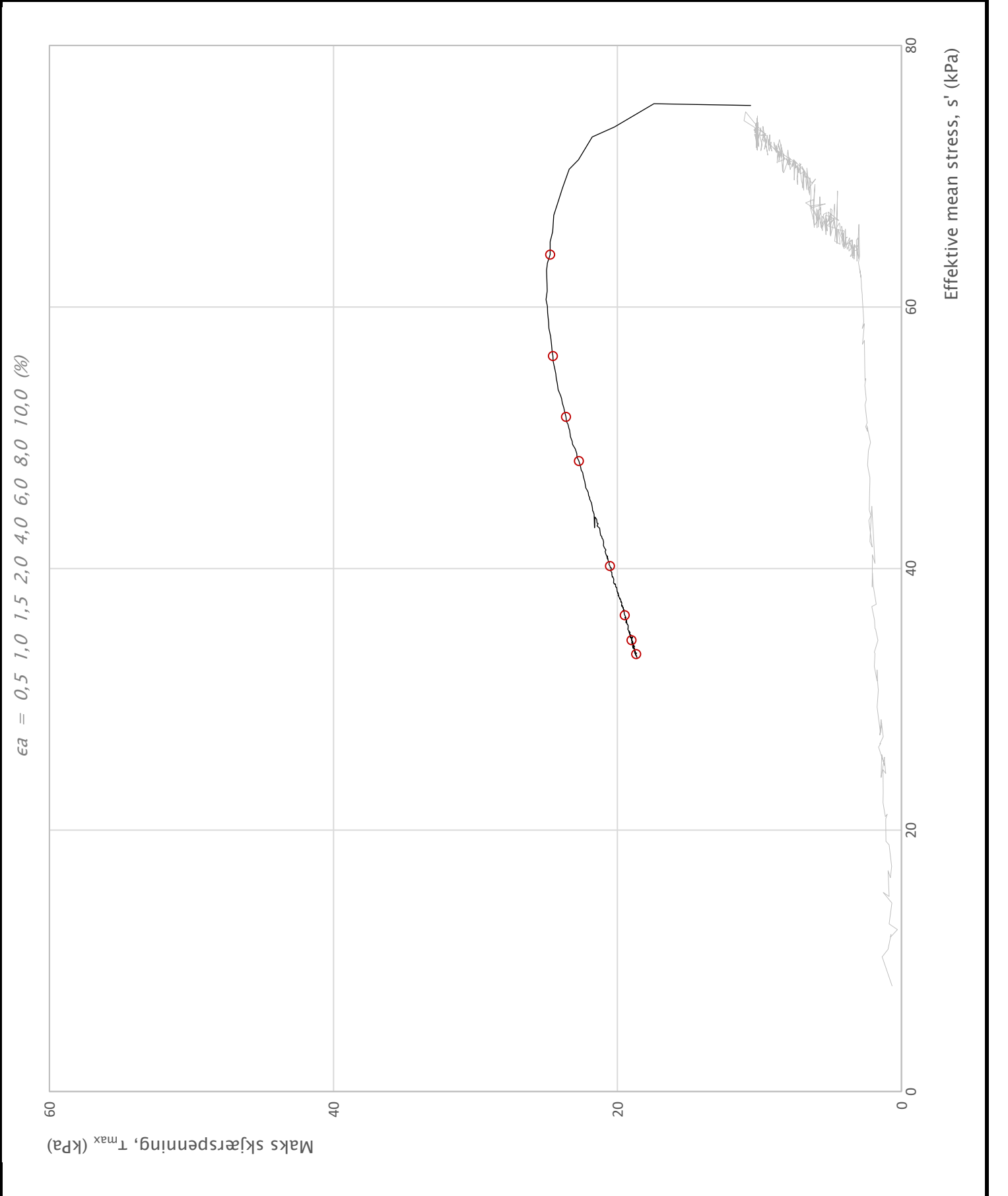
Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00	Borhull
Konsekvensutredning Langstein					10
Innhold				Dybde (m)	
Konsolidering				5,60	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	20.05.2019	Rev. dato	453.6	
			0	06.06.2019	



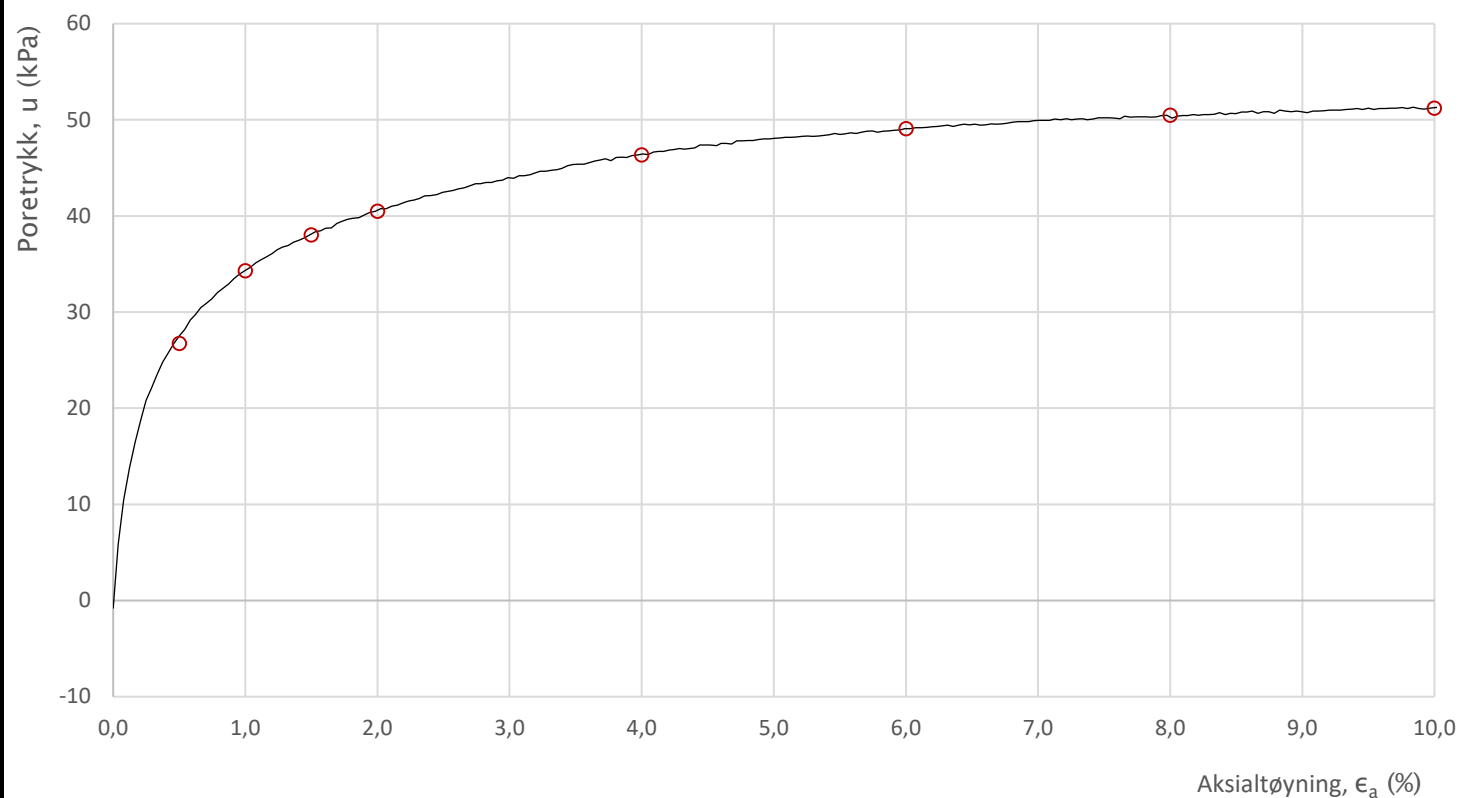
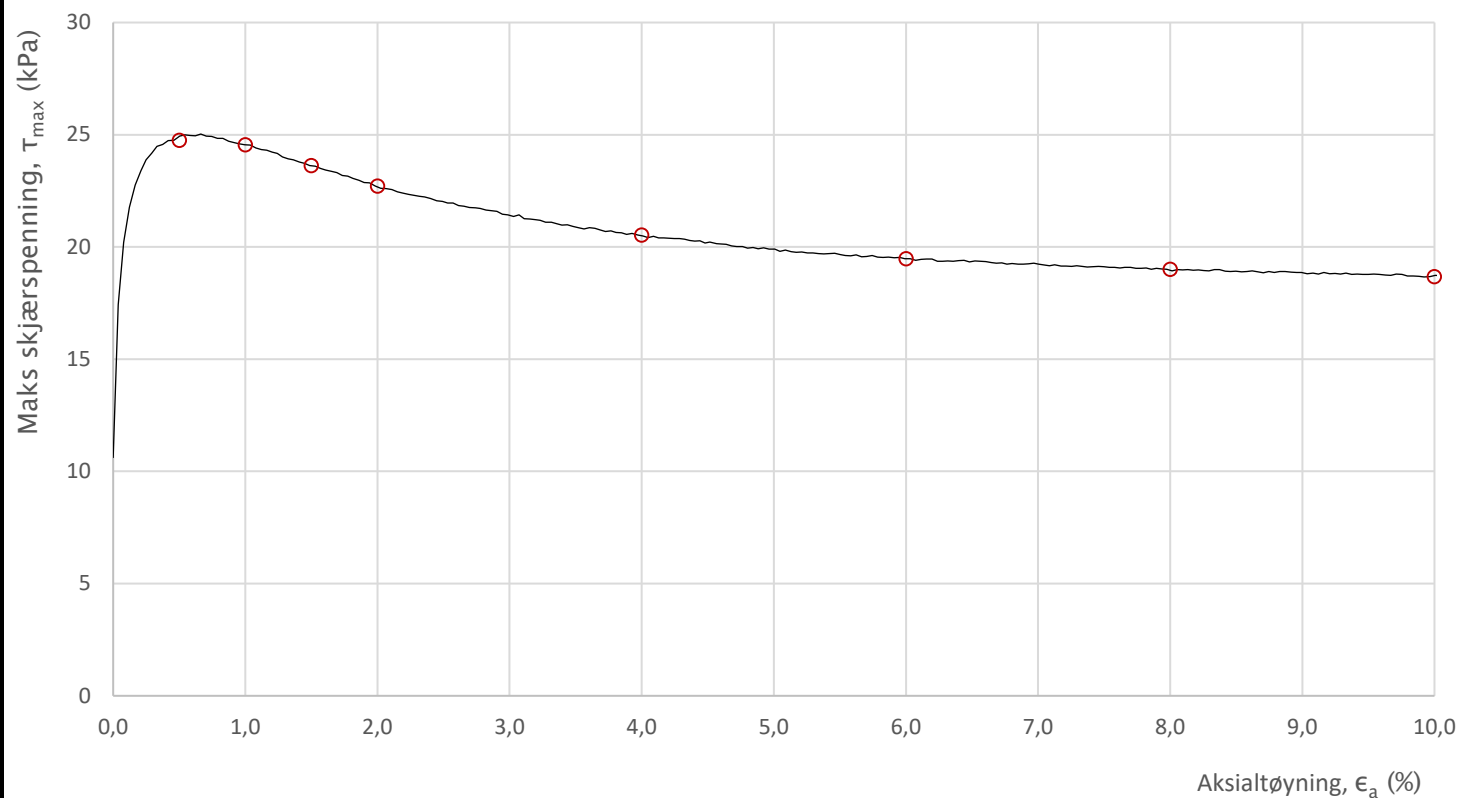
Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00				Borhull	
Konsekvensutredning Langstein								10	
Innhold				Dybde (m)					
Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)								9,45	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype					
	mash	vt	RK	CAUc					
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG					
	Trondheim	22.05.2019	Rev. dato	454.1					



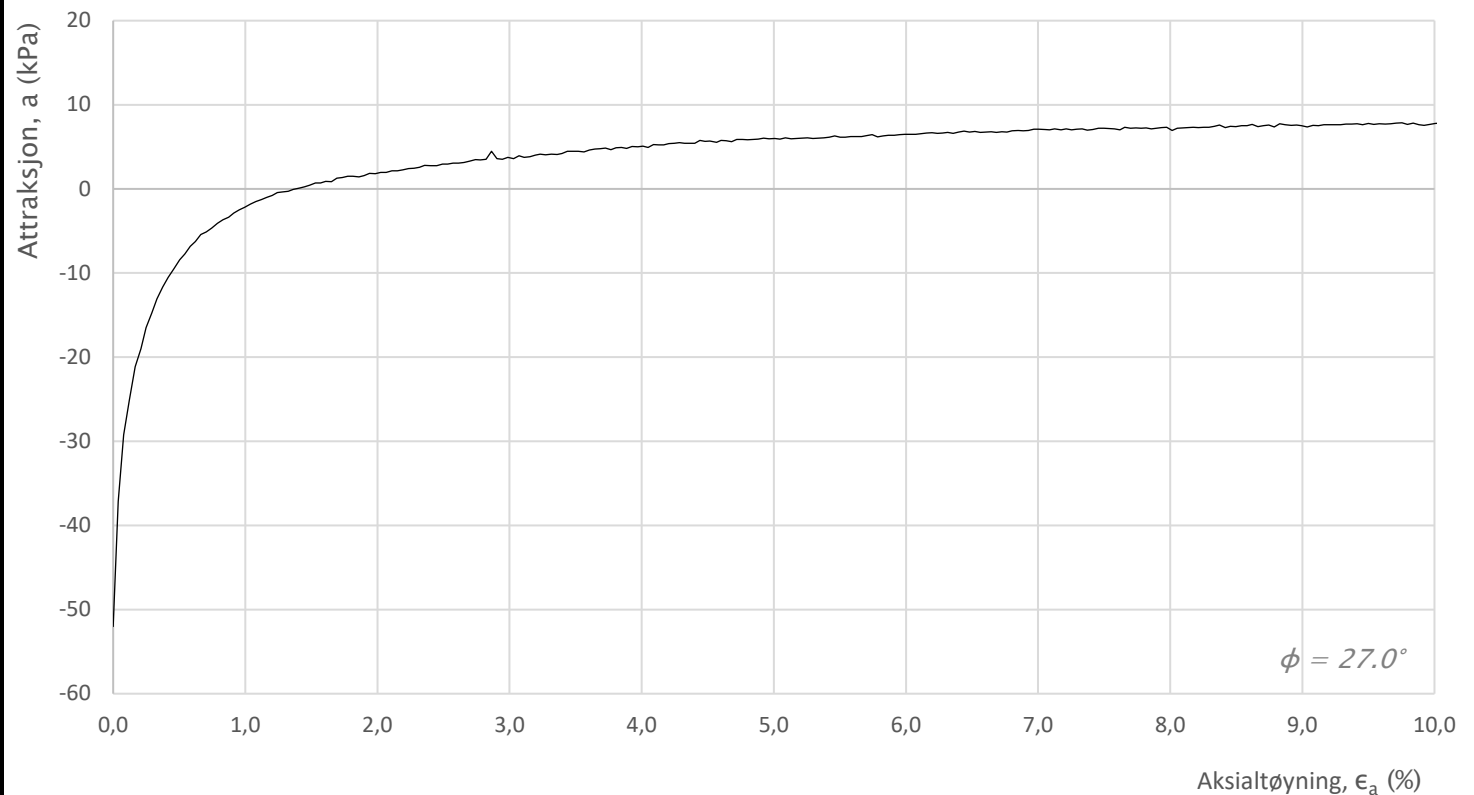
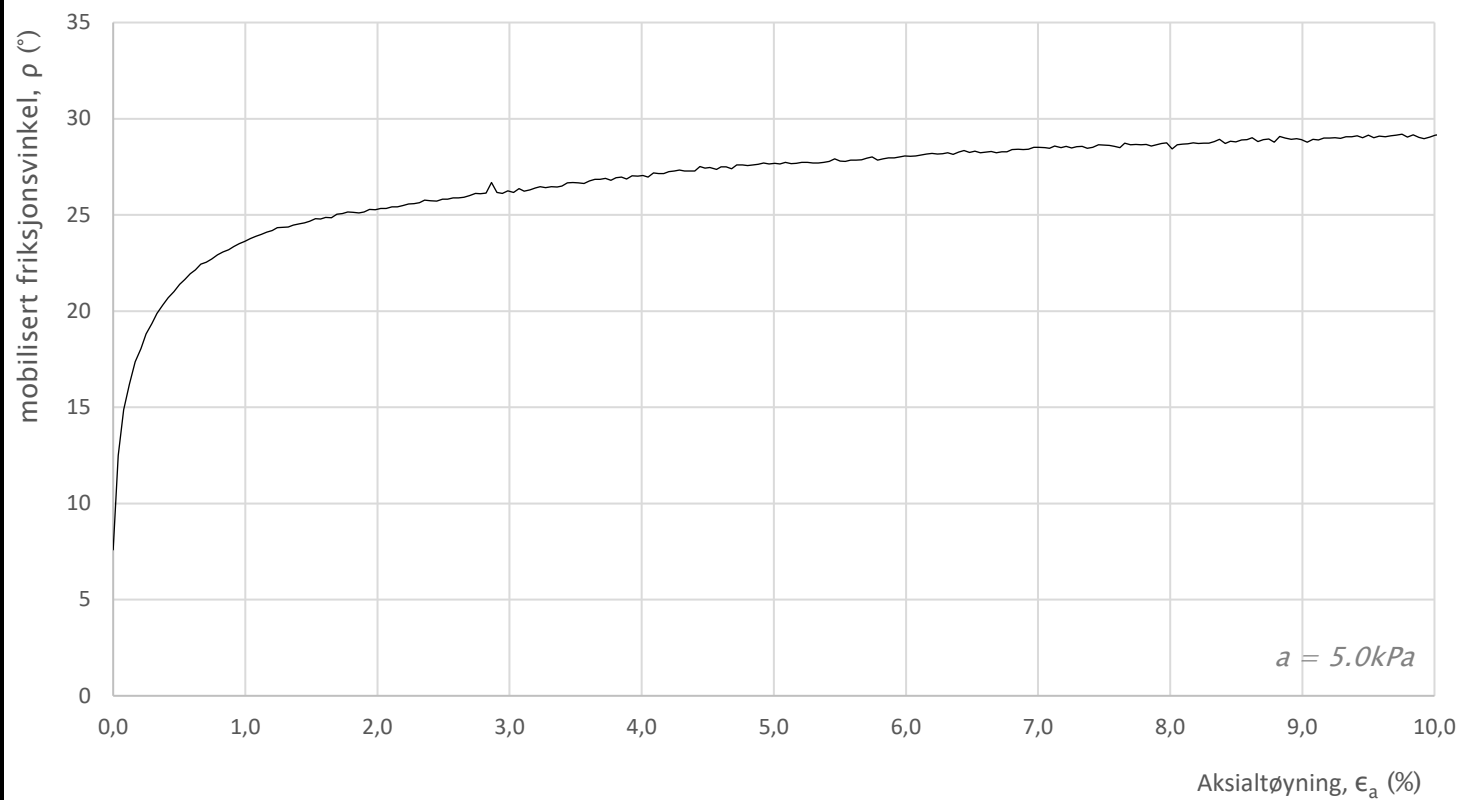
Prosjekt Konsekvensutredning Langstein			Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00		Borhull 10
Innhold Spenningssti i skjærfase, p' - q plott			Dybde (m) 9,45		
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	22.05.2019	Rev. dato	454.2	
			06.06.2019		



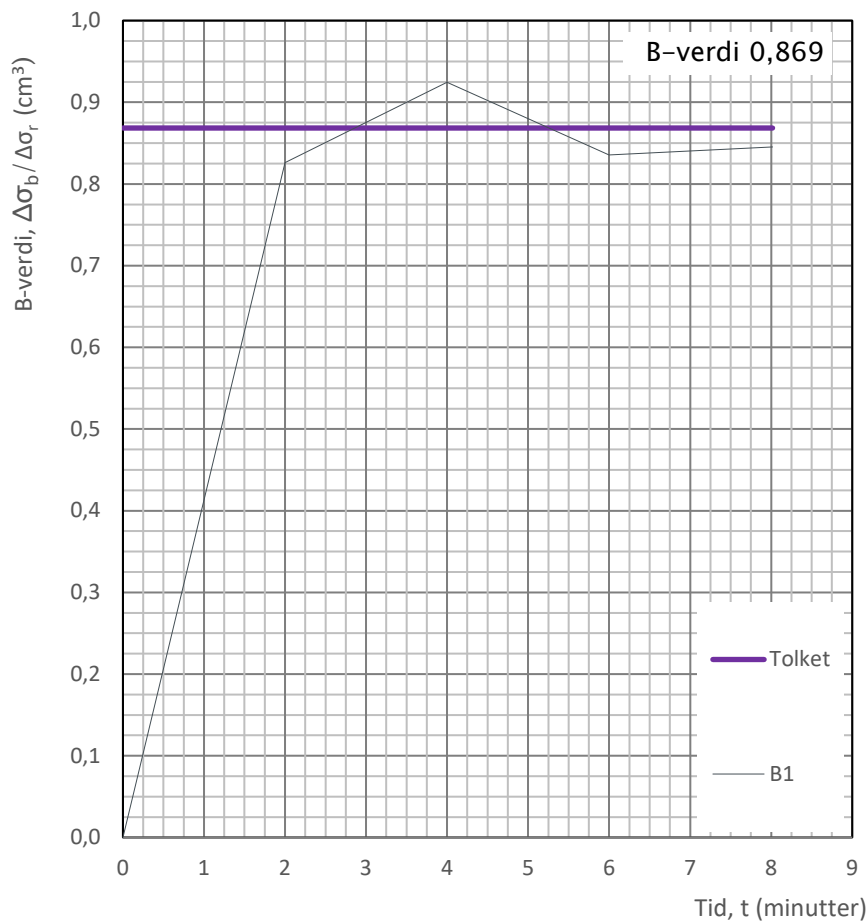
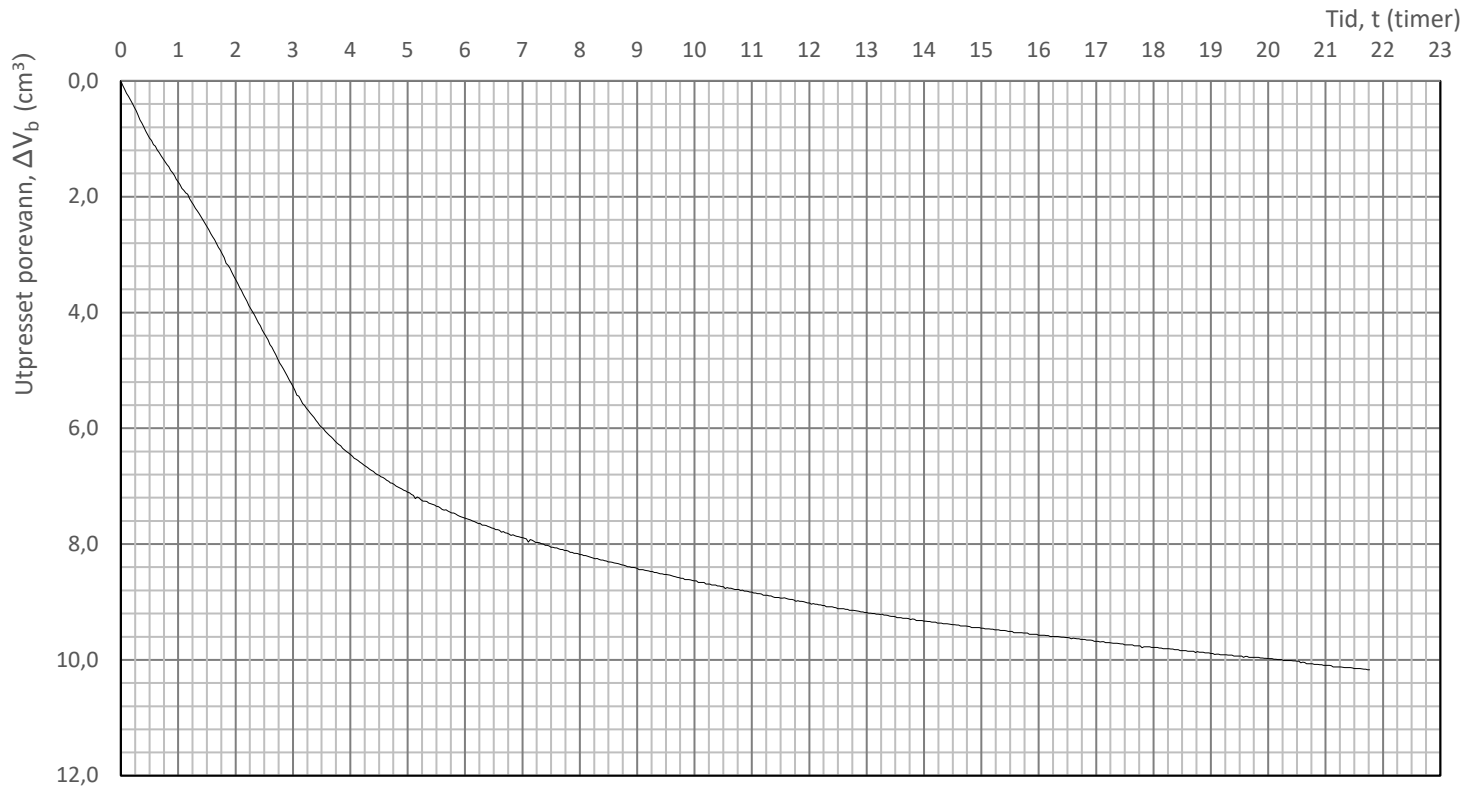
Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00		Borhull	
Konsekvensutredning Langstein						10	
Innhold				Dybde (m)			
Spenningssti i skjærfase, s'-τ plott (MIT)						9,45	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype			
	mash	vt	RK	CAUc			
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG			
	Trondheim	22.05.2019	Rev. dato	0	06.06.2019		454.3



Prosjekt			Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00		Borhull
Konsekvensutredning Langstein					10
Innhold			Dybde (m)		
Bruddutvikling i skjærfase, ϵ_a - τ og ϵ_a - u plott					9,45
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	22.05.2019	Rev. dato	454.4	
			06.06.2019		

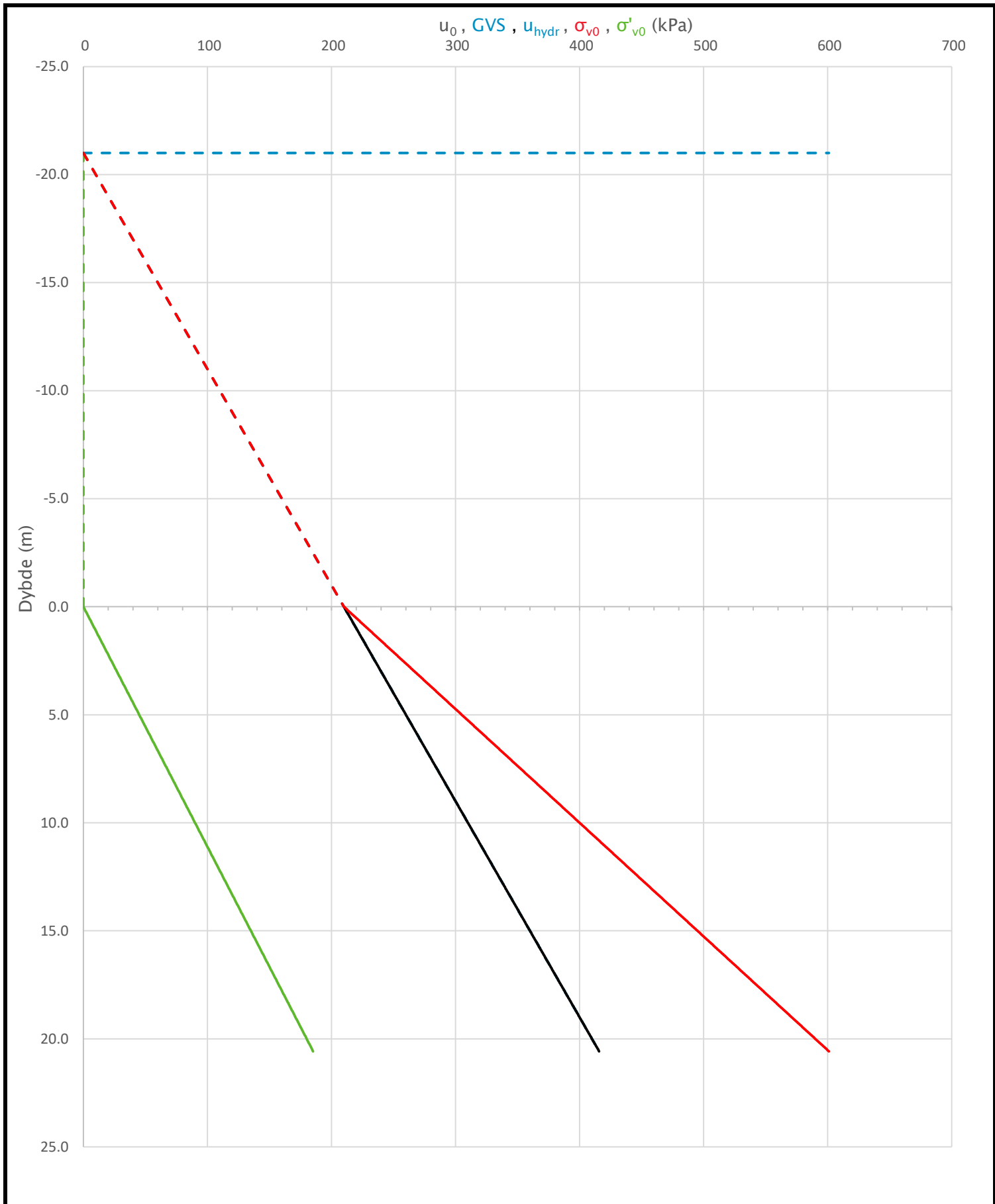


Prosjekt			Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00		Borhull
Konsekvensutredning Langstein					10
Innhold			Dybde (m)		
Mobilisering av styrkeparametere					9,45
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	22.05.2019	Rev. dato	454.5	
			06.06.2019		

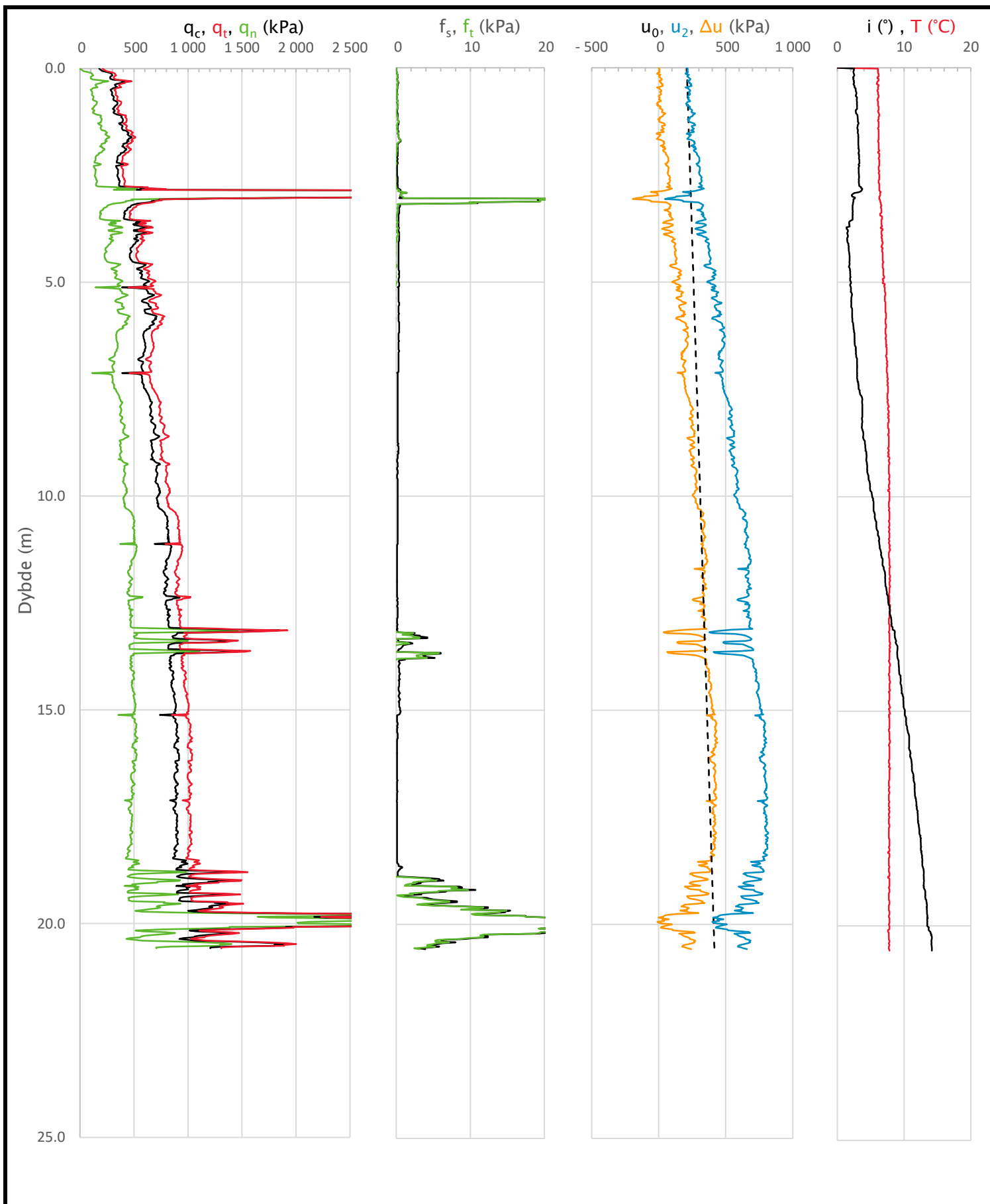


Prosjekt				Prosjektnummer: 10211245. Rapportnummer: RIG-RAP-001-rev00	Borhull
Konsekvensutredning Langstein					10
Innhold				Dybde (m)	
Konsolidering				9,45	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	RK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	22.05.2019	0	454.6	
			Rev. dato	06.06.2019	

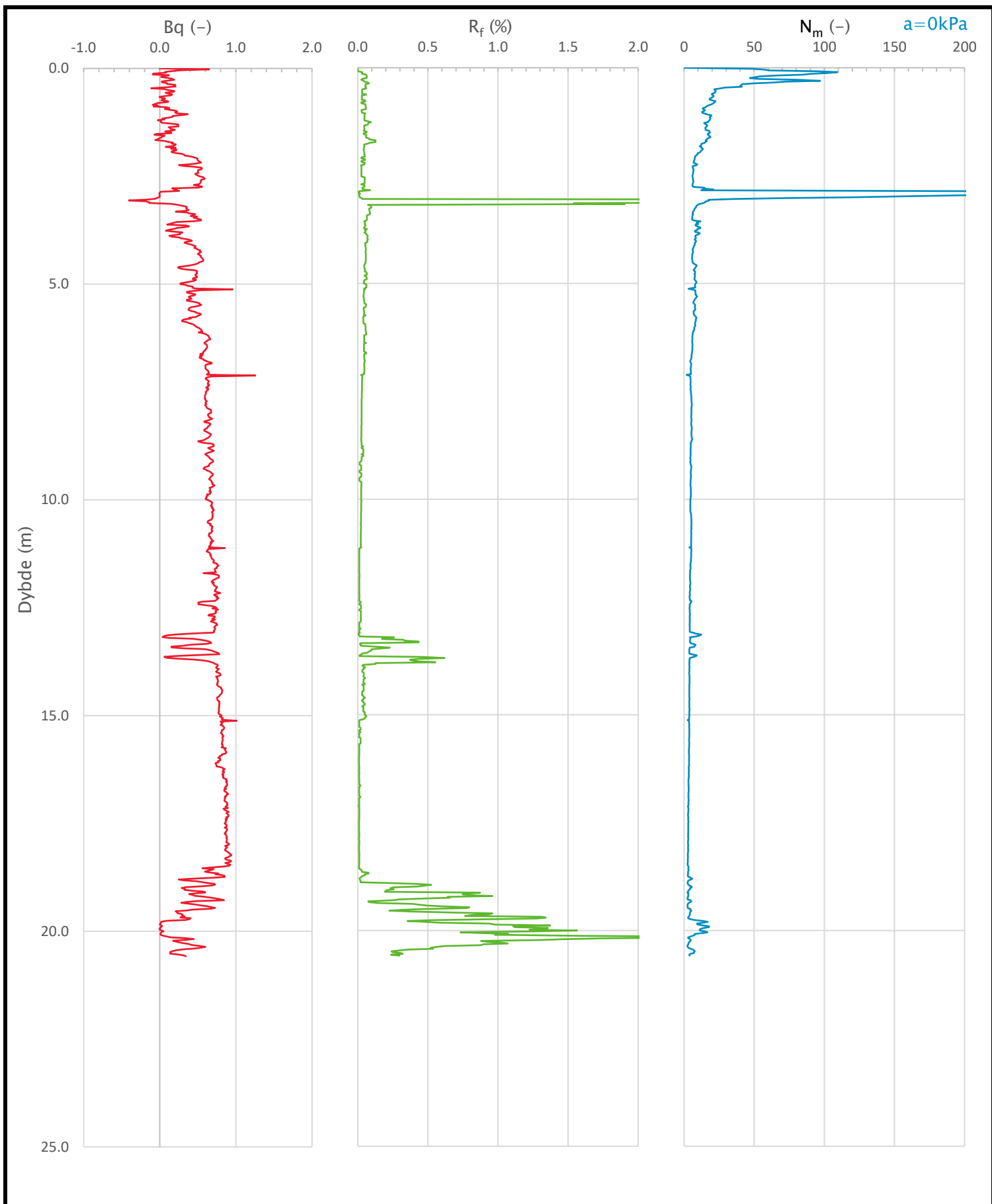
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4357		Boreleder		GKA	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		7.9	
Kalibreringsdato	05.04.2018		Maks helning (°)		14.2	
Dato sondering	08.04.2019		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1310		3755		3742	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.5824		0.0102		0.0204	
Arealforhold	0.8430		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	34.341		0.67		0.611	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7481.2		126.8		458.4	
Registrert etter sondering (kPa)	29.7		-0.2		-6.0	
Avvik under sondering(kPa)	29.7		0.2		6.0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	6.8		0.1		0.1	
Maksverdi under sondering (kPa)	9694.2		42.1		607.7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	37.1	0.4	0.3	0.8	6.1	1.0
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt					Prosjektnummer: 10211245 Rapportnummer: RIG-RAP-001	
Konsekvensutredning Langstein					Borhull	
					2-CPTU	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4357	
	Tegnet		Kontrollert		Godkjent	
	PERNW		RK		RK	
	Utførende		Dato sondering		Revisjon	
Multiconsult		08.04.2019		Rev. dato		Anvend.klasse 1 RIG-TEG 500.1



Prosjekt		Prosjektnummer: 10211245 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
Konsekvensutredning Langstein				2-CPTU
Innhold		Sondennummer		
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		4357		
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	PERNW	RK	RK	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	08.04.2019	Rev. dato	
				500.2

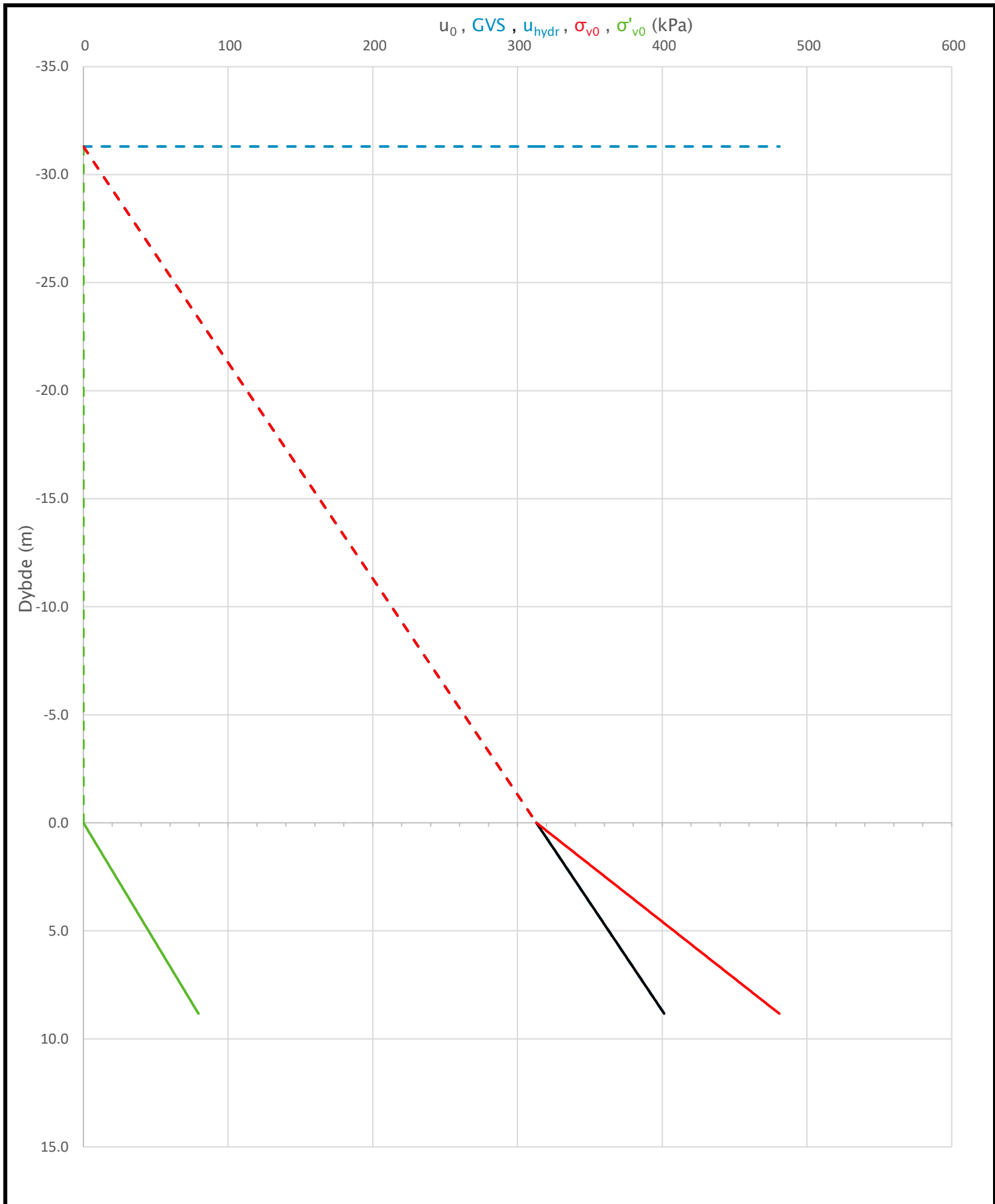


Prosjekt		Prosjektnummer: 10211245 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
Konsekvensutredning Langstein				2-CPTU
Innhold				Sondennummer
Måledata og korrigerte måleverdier				4357
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	PERNW	RK	RK	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	08.04.2019	Rev. dato	500.3

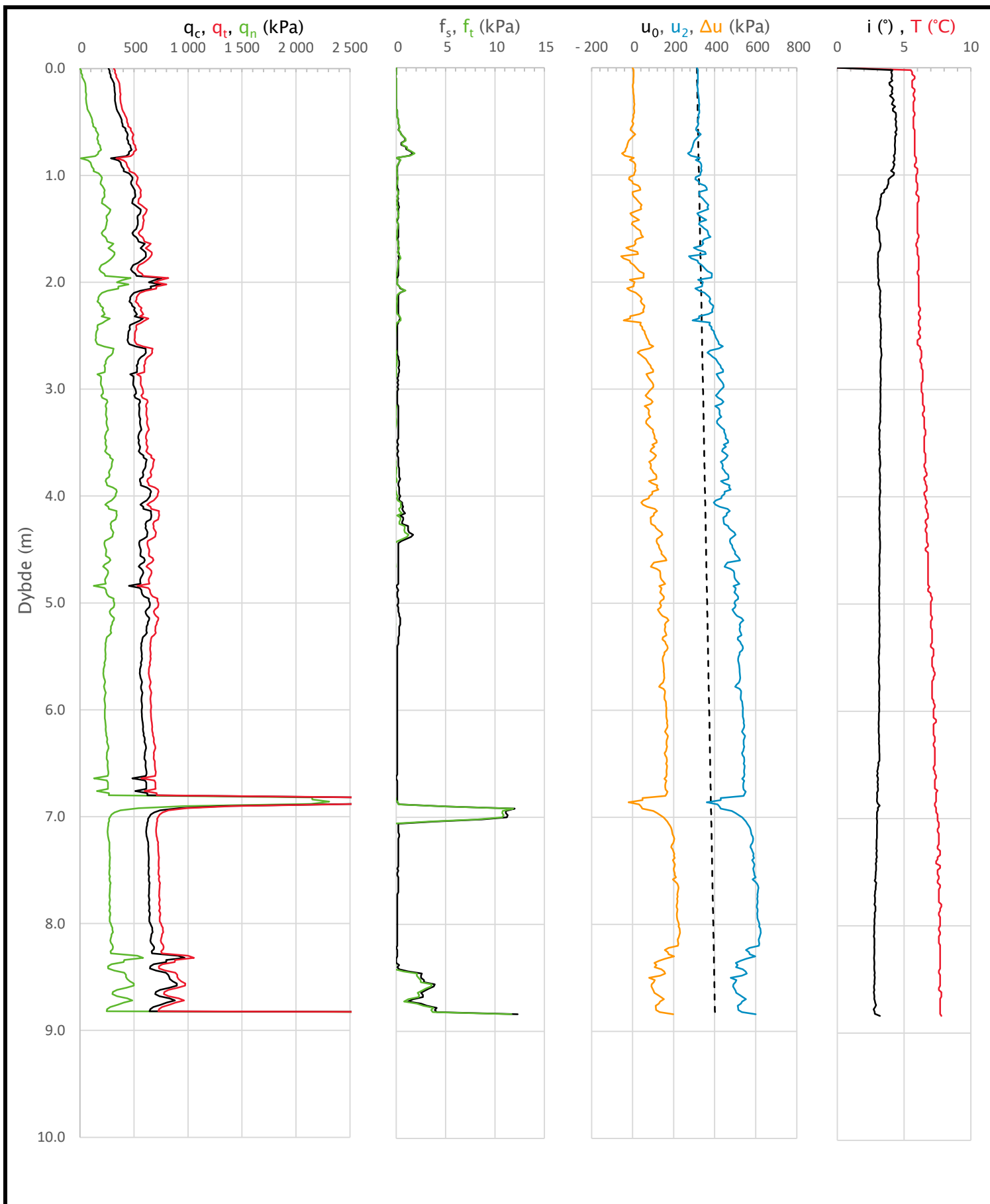


Prosjekt		Prosjektnummer: 10211245 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
Konsekvensutredning Langstein				2-CPTU
Innhold				Sondennummer
Avledede dimensjonsløse forhold				4357
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	PERNW	RK	RK	1
Multiconsult	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	08.04.2019	Rev. dato	
				500.4

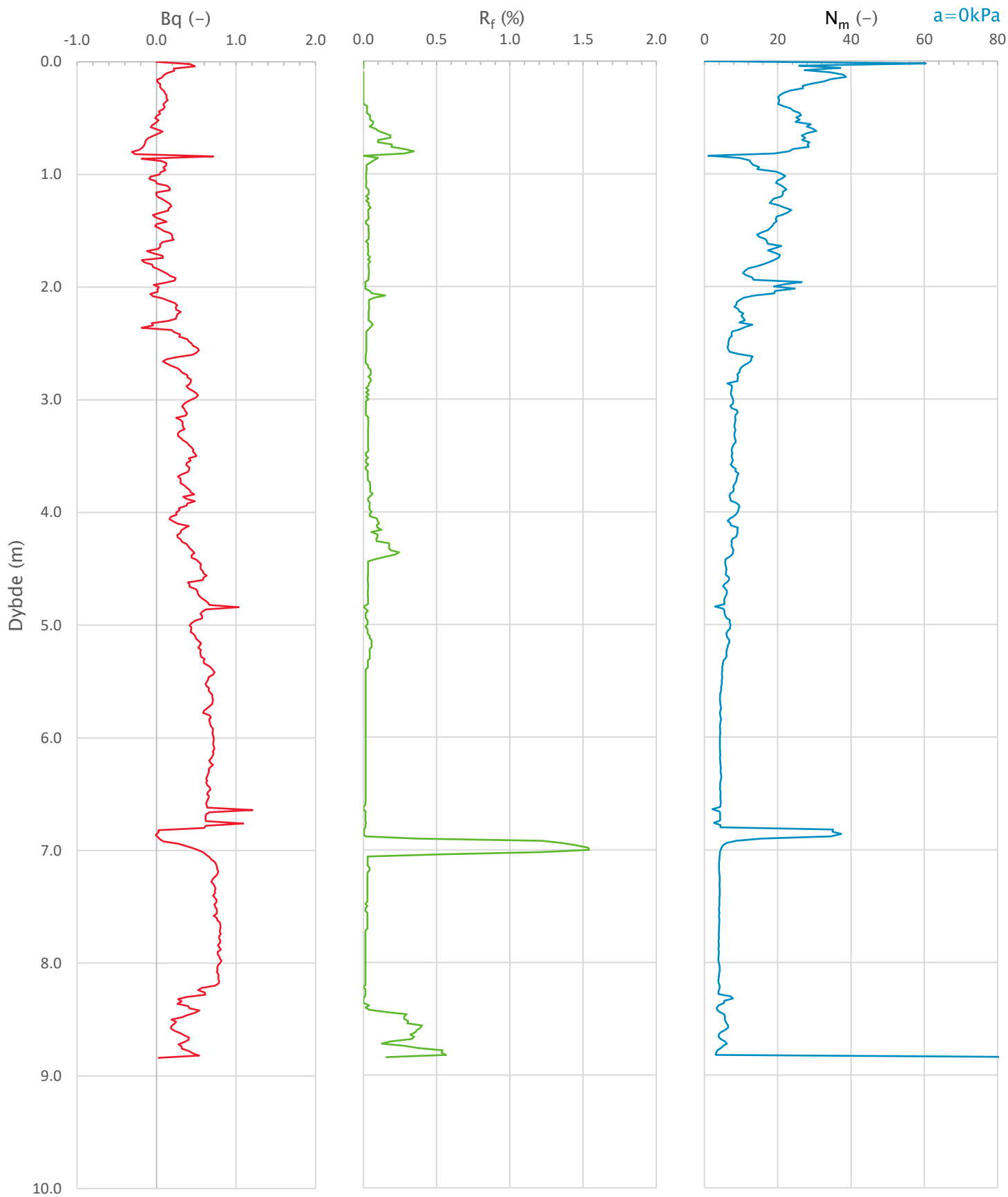
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4357		Boreleder		GKA	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		7.8	
Kalibreringsdato	05.04.2018		Maks helning (°)		4.4	
Dato sondering	09.04.2019		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1310		3755		3742	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.5824		0.0102		0.0204	
Arealforhold	0.8430		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	34.341		0.67		0.611	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7588.9		126.4		564.3	
Registrert etter sondering (kPa)	14.6		-0.2		-0.4	
Avvik under sondering(kPa)	14.6		0.2		0.4	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	6.7		0.1		0.1	
Maksverdi under sondering (kPa)	7641.1		12.3		511.6	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	21.9	0.3	0.3	2.8	0.5	0.1
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt		Prosjektnummer: 10211245 Rapportnummer: RIG-RAP-001			Borhull	
Konsekvensutredning Langstein					9-CPTU	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4357	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	PERNW	RK	RK		1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG	
Multiconsult	09.04.2019	Rev. dato		501.1		



Prosjekt		Prosjektnummer: 10211245 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
Konsekvensutredning Langstein				9-CPTU
Innhold		Sondenummer		
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		4357		
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	PERNW	RK	RK	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	09.04.2019	Rev. dato	
				501.2

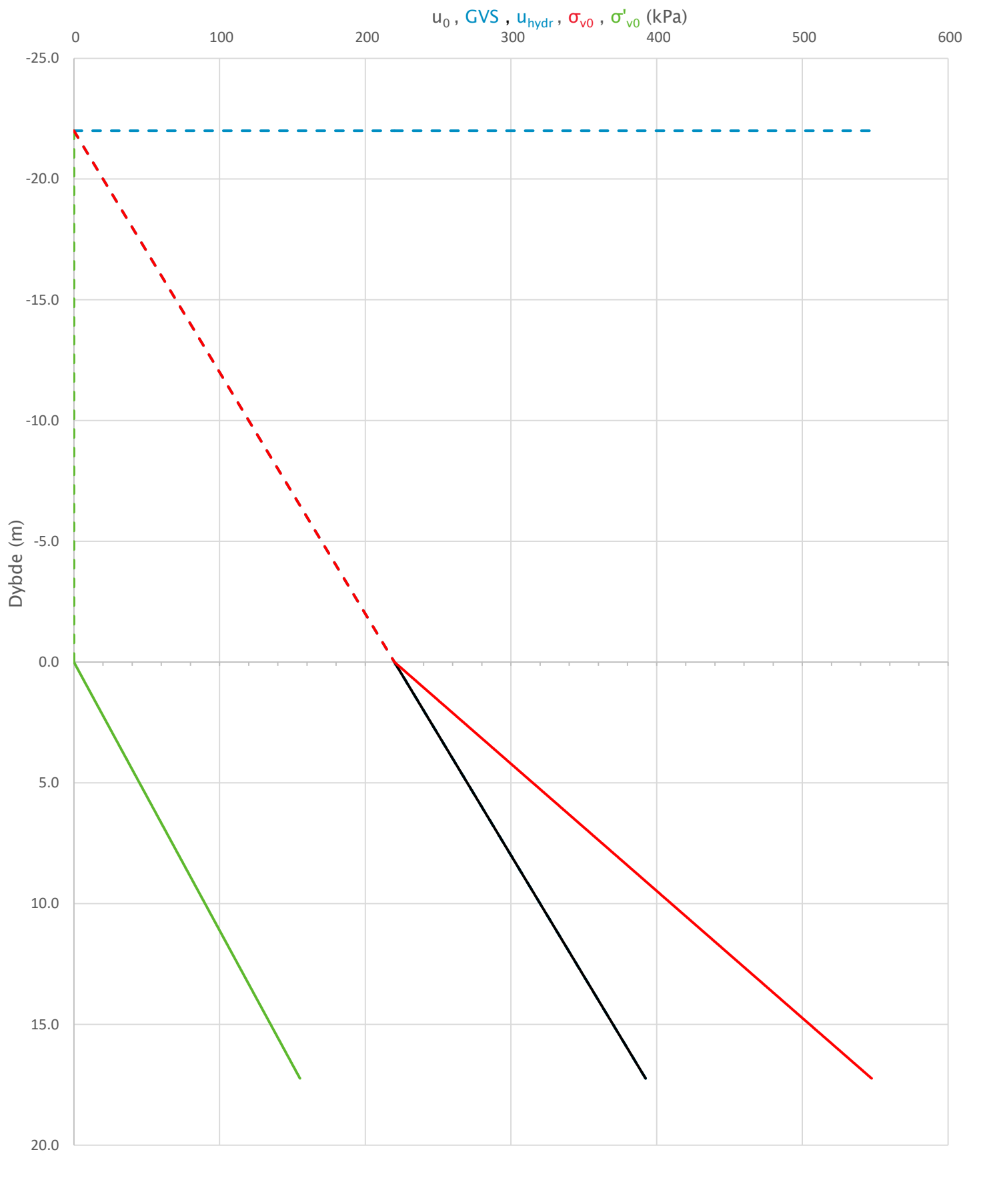


Prosjekt		Prosjektnummer: 10211245 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
Konsekvensutredning Langstein				9-CPTU
Innhold				Sondennummer
Måledata og korrigerte måleverdier				4357
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	PERNW	RK	RK	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	09.04.2019	Rev. dato	501.3

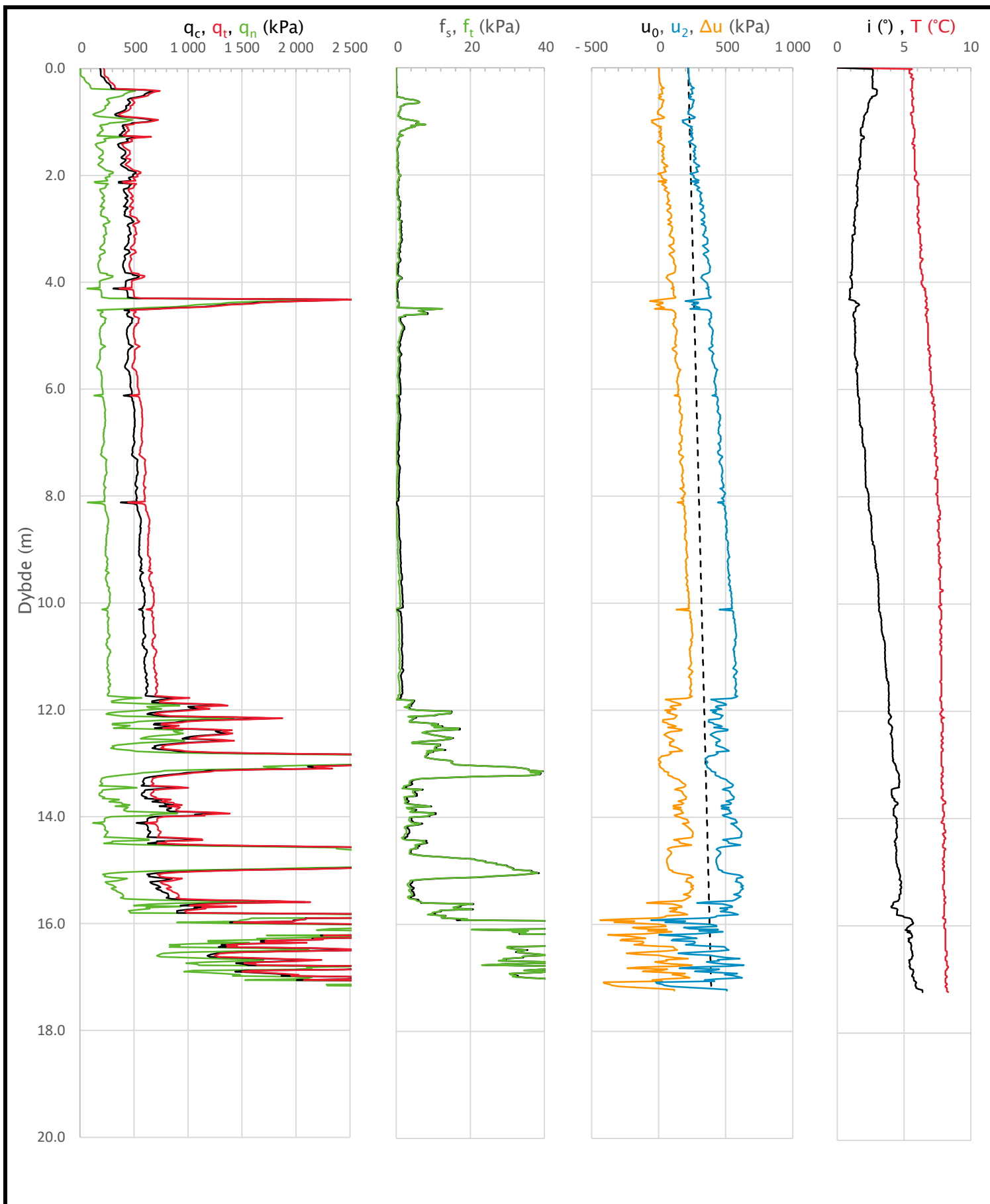


Prosjekt			Prosjektnummer: 10211245 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
Konsekvensutredning Langstein					9-CPTU
Innhold					Sondennummer
Avledede dimensjonsløse forhold					4357
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	PERNW	RK	RK	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	09.04.2019	Rev. dato		
					501.4

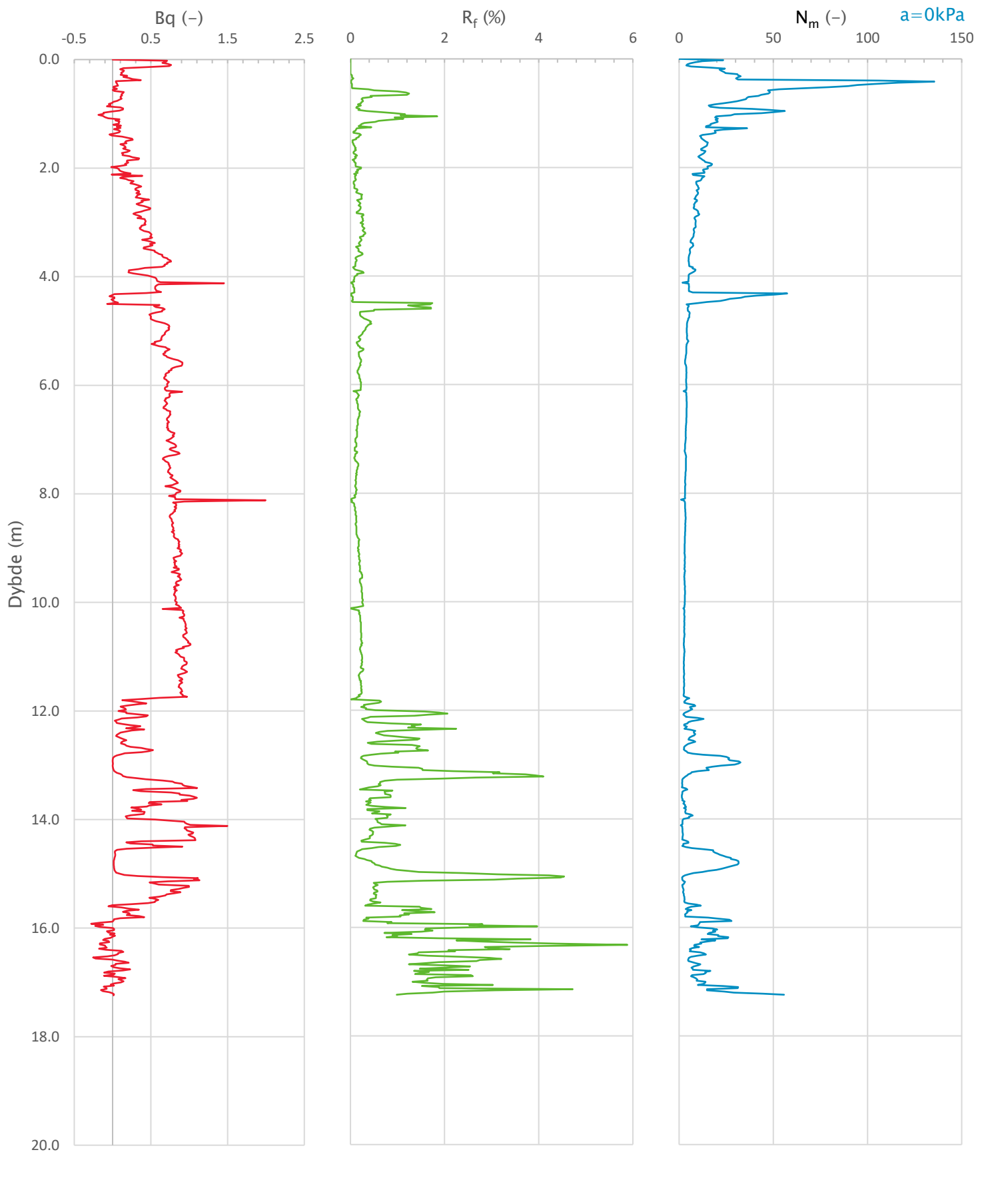
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4357		Boreleder		GKA	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		8.3	
Kalibreringsdato	05.04.2018		Maks helning (°)		6.4	
Dato sondering	08.04.2019		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1310		3755		3742	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.5824		0.0102		0.0204	
Arealforhold	0.8430		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	34.341		0.67		0.611	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7503.9		126.7		471.2	
Registrert etter sondering (kPa)	7.6		-0.3		-0.1	
Avvik under sondering(kPa)	7.6		0.3		0.1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	7.1		0.1		0.1	
Maksverdi under sondering (kPa)	9006.1		133.5		515.3	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	15.3	0.2	0.4	0.3	0.2	0.0
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 10211245 Rapportnummer: RIG-RAP-001			Borhull
Konsekvensutredning Langstein						10-CPTU
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4357	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	PERNW	RK	RK		1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG	
	Multiconsult	08.04.2019	Rev. dato		502.1	



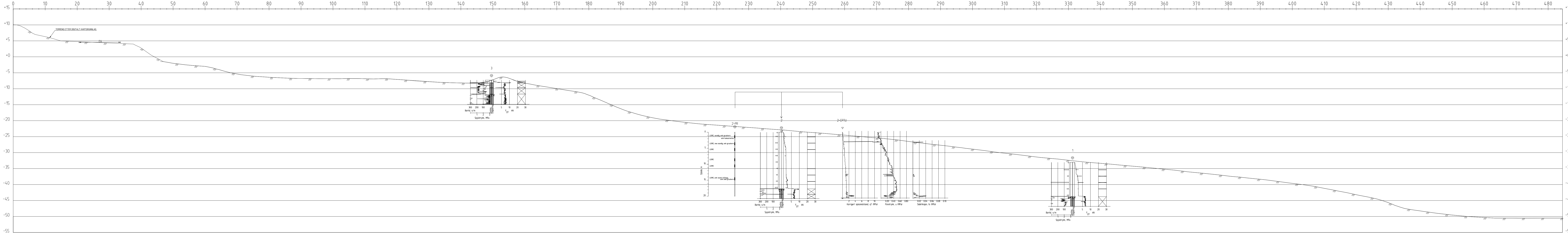
Prosjekt			Prosjektnummer: 10211245 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
Konsekvensutredning Langstein					10-CPTU
Innhold					Sondennummer
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					4357
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	PERNW	RK	RK		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	502.2
	Multiconsult	08.04.2019	Rev. dato		



Prosjekt		Prosjektnummer: 10211245 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
Konsekvensutredning Langstein				10-CPTU
Innhold				Sondennummer
Måledata og korrigerte måleverdier				4357
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	PERNW	RK	RK	1
Multiconsult	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	08.04.2019	Rev. dato	502.3

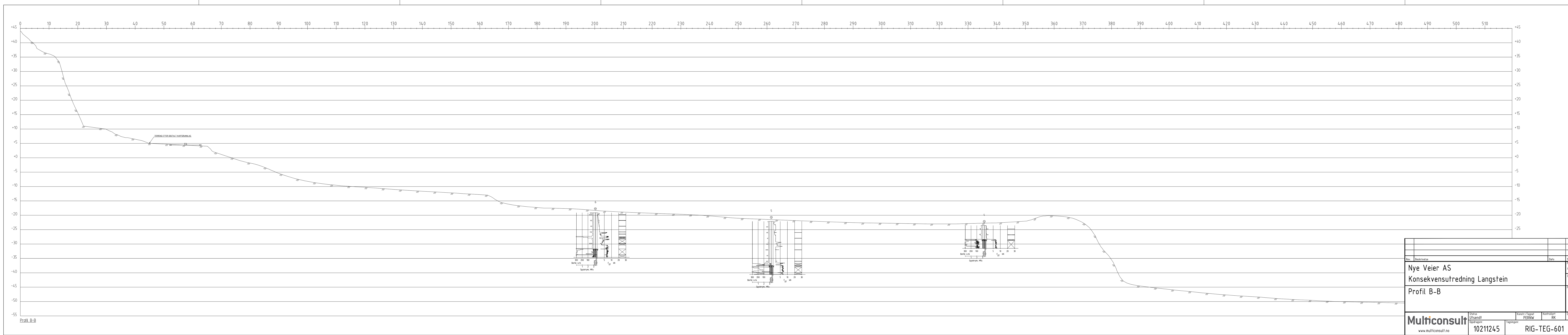


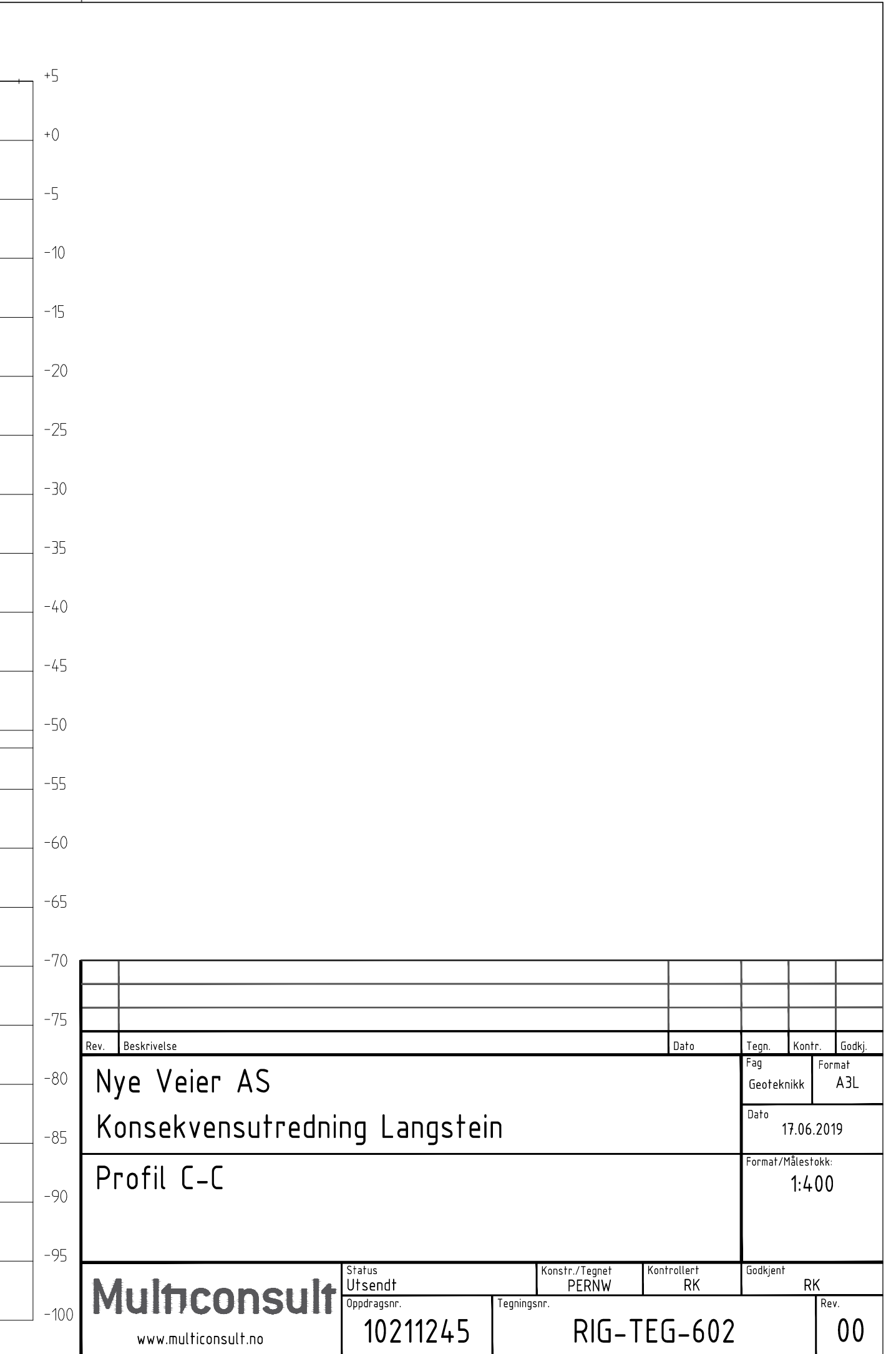
Prosjekt			Prosjektnummer: 10211245 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull
Konsekvensutredning Langstein					10-CPTU
Innhold					Sondennummer
Avledede dimensjonsløse forhold					4357
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	PERNW	RK	RK	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	08.04.2019	Rev. dato	502.4	



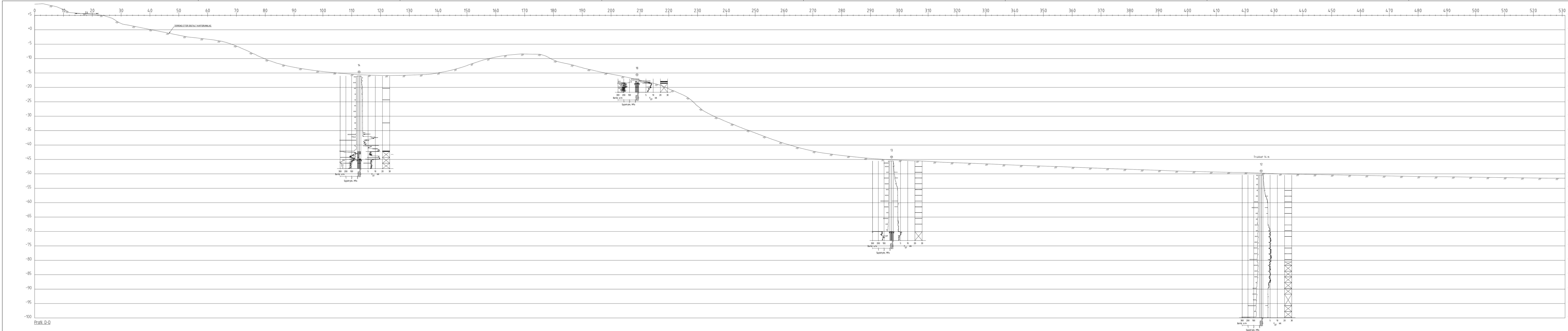
Profil A-A

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nye Veier AS Konsekvensutredning Langstein Profil A-A			Pag	Formet	A3L
			Dato	17.06.2019	
			Format/Målestokk:	1:400	
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Utsendt	Konstr./Tegnet PERNW	Kontrallert RK	Godkjent RK
		Oppdragsnr. 10211245	Tegningsnr. RIG-TEG-600	Rev. 00	

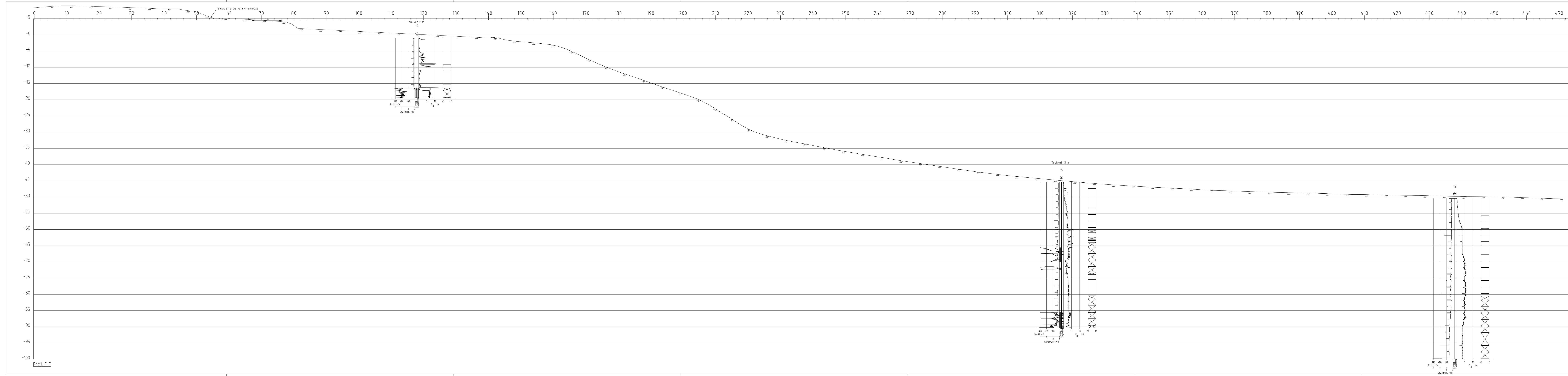




70									
-75									
-80	Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godek.			
-85	Nye Veier AS						Fag	Format	
	Konsekvensutredning Langstein						Geoteknikk	A3L	
-90	Profil C-C						Date	17.06.2019	
-95							Format/Målestokk:	1:400	
-100	Status		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godekent	RK			
	Utsendt		PERNW	RK					
	Oppdragst.		Tegningst.						
	10211245		RIG-TEG-602					Rev.	00
	www.multiconsult.no								



Rev.	Beskrivelse					Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nye Veier AS Konsekvensutredning Langstein							Fag	Format	
							Geoteknikk	A3L	
Profil D-D							Dato	17.06.2019	
							Format/Målestokk:		1:400
Status			Konstr./Tegnet		Kontrollert	Godkjent		RK	
Utsendt			PERNW		RK				
Oppdragsnr.			Tegningsnr.		Rev.				
10211245			RIG-TEG-603			00			
www.multiconsult.no									



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nye Veier AS Konsekvensutredning Langstein			Fag	Format	
			Gestechnik	A3L	
Profil F-F			Dato	17.06.2019	
			Format/Målestokk:	1:400	
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Utsendt	PERNW	RK	RK
		Oppdragsgiver	Tegningsnr.	Rev.	
www.multiconsult.no		10211245	RIG-TEG-605		00

VEDLEGG 1

Kalibreringsskjema CPTU-sonde

(2 sider)

CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4357

Probe No 4357
 Date of Calibration 2018-04-05
 Calibrated by Christoffer Hurtig.....
 Run No 683
 Test Class: ISO 1

Point Resistance**Tip Area 10cm²**

Maximum Load	50	MPa
Range	50	MPa
Scaling Factor	1310	
Resolution	0,5824	kPa
Area factor (a)	0,843	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 34,341 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Local Friction**Sleeve Area 150cm²**

Maximum Load	0,5	MPa
Range	0,5	MPa
Scaling Factor	3755	
Resolution	0,0102	kPa
Area factor (b)	0	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,67 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure

Maximum Load	2	MPa
Range	2	MPa
Scaling Factor	3742	
Resolution	0,0204	kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,611 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Tilt Angle.**Scaling Factor: 0,93**

Range	0 - 40	Deg.
-------	--------	------

Backup memory
Temperature sensor



Specialists in
 Geotechnical
 Field Equipment

Cptlog Cone data base information

Göteborg: 2018-04-05

Cone name	4357	Serial number	4357	Date of purchase	User.
Ranges					
Point resistance	50 (Mpa)	Geometric parameters		Scaling factors	
		Area factor a	0,843	Point resistance	1310
Local friction	0,5 (Mpa)	Area factor b	0	Local friction	3755
Pore pressure	2 (Mpa)	Tip area	10 (cm ²)	Pore pressure	3742
Tilt sensor	40 (Deg)	Sleeve area	150 (cm ²)	Tilt sensor	0,93
temperature	©			temperature	1
Elect. Conductivity	(mS/m)			Elect. Conductivity A	
				Elect. Conductivity B	
Type					
NOVA cone					
Memory option					
With memory					



Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

BILAG 1

Geotekniske bilag - feltundersøkelser

(2 sider)

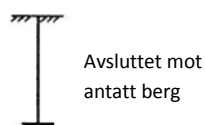
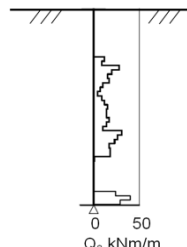
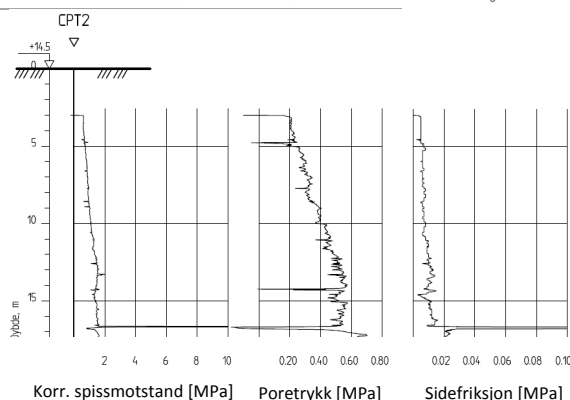


Diagram illustrating the relationship between the number of half-turns per meter sink (Halve omdreninger pr. m synk) and the time taken to sink a pile (Slått med slegge).

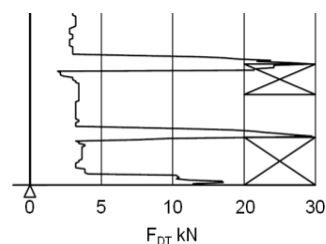
The y-axis represents the number of half-turns per meter sink, ranging from 0.25 to 1.00. The x-axis represents time in minutes.

The diagram shows a series of horizontal bars representing the time taken to sink a pile for different numbers of half-turns per meter sink. The bars are labeled "Forboret" and "Slått med slegge".

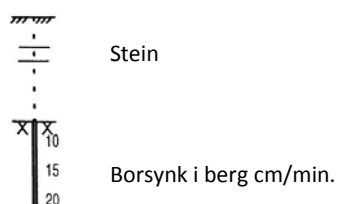
Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 ½-omdreining. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.


$$Q_0 = \text{loddets tyngde} * \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$$


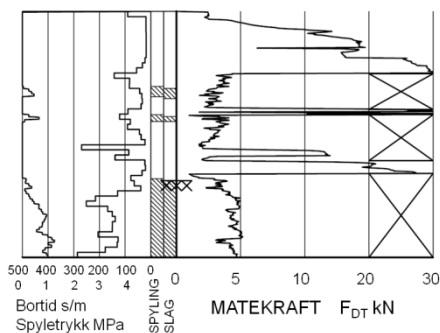
Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).



Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



Utføres med skjøtbare ø45 mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.



TOTALSONDERING

Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag presses boret ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten (markeres som kryss til høyre). Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen.

Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



Prøvemarkering



PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

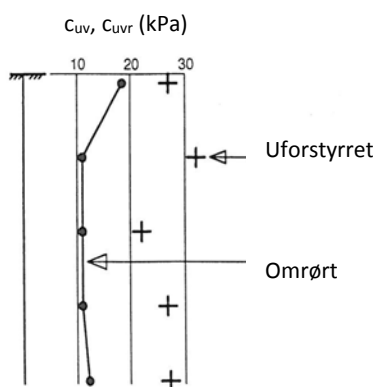
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhjelp kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.

Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

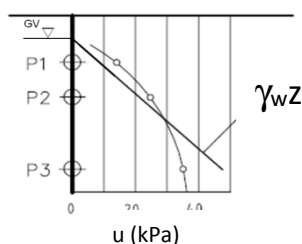
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom $\phi 54$ mm (vanligst) og $\phi 95$ mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel rampprøvetakere og blokkprøvetakere.

Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet.



HINGEBORING

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet C_{uv} og C_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = C_{uv}/C_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



PORETRYKSMÅLING

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stighøyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene.

Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

BILAG 2

Geotekniske bilag - laboratorieforsøk

(4 sider)

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
Fibrig torv	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
Delvis fibrig torv, mellomtorv	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
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 øvre 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.

VANNINNHold

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).

HUMUSINNHold

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

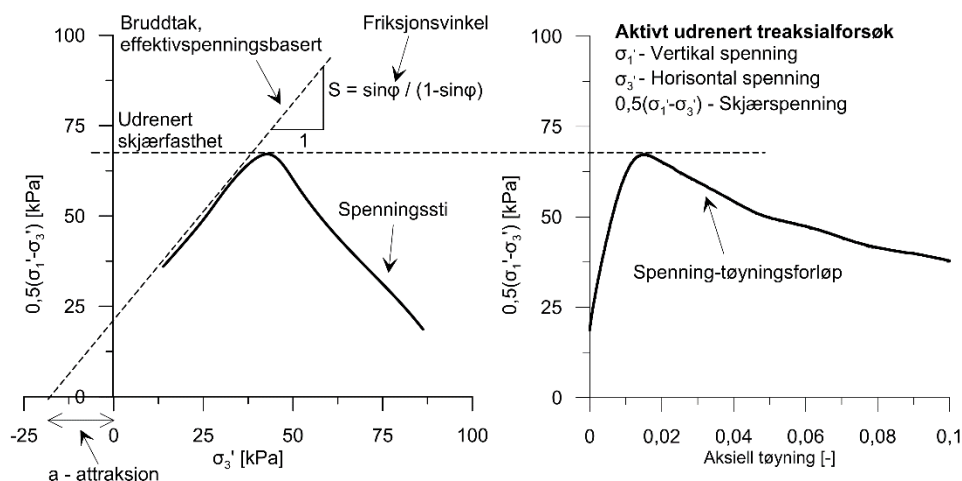
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, 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 tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

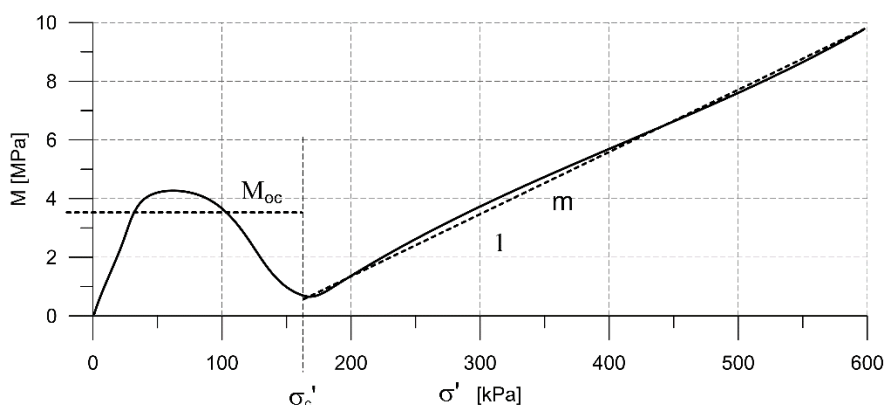
Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , 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_{ucptu}) 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), 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

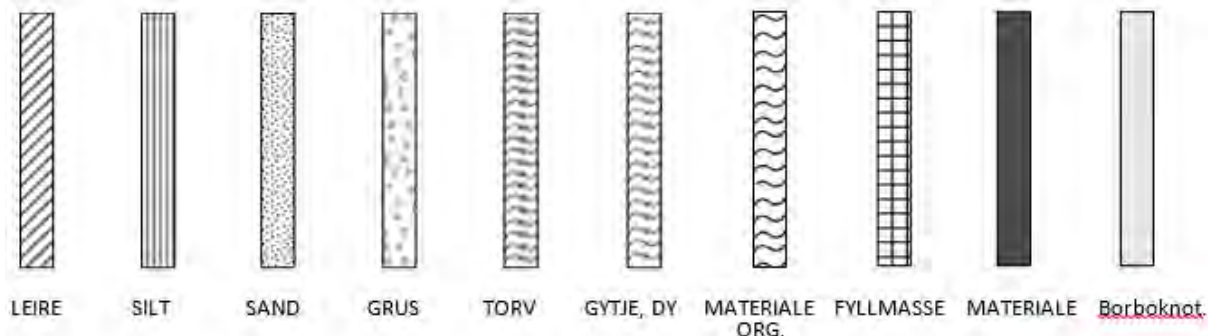
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr 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: Silteinnholdet 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 maksgrænse 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 maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

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

BILAG 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

(2 sider)

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på gjeldende versjon av følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NGF Melding 1	SI-enheter
NGF Melding 2, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Symboler og terminologi
NGF Melding 3	Dreiesondering
NGF Melding 4	Vingeboring
NGF Melding 5, NS-EN ISO 22476-1	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF Melding 6	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF Melding 7	Dreietrykksondering
NGF Melding 8	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF Melding 9	Totalsondering
NS-EN ISO 22476-2	Ramsondering
NGF Melding 10	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF Melding 11, NS-EN ISO 22475-1	Prøvetaking
Statens vegvesen Håndbok R211	Feltundersøkelser
NS 8020-1	Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

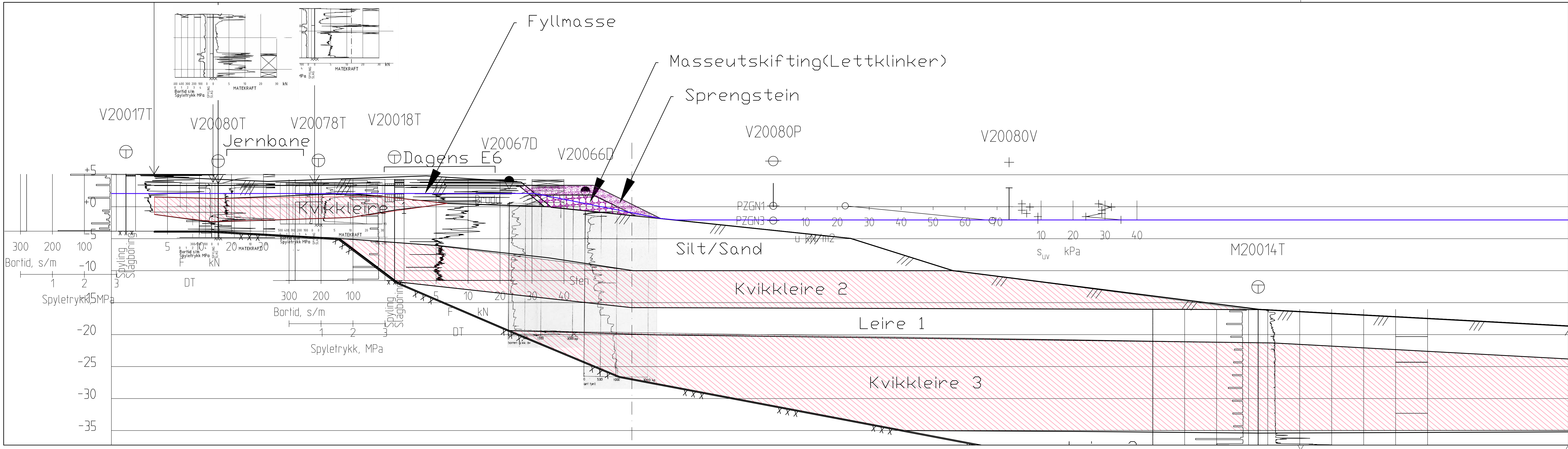
Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001	Støtflytegrense
NS8002	Konusflytegrense
NS8003	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinngrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser

Vedlegg B

BEREGNINGSRESULTATER FRA STABILITETSBEREGNINGER

Innhold

Tegning 20180628-100 rev 0	Profil lagdeling
Tegning 20180628-101 rev 0	Profil med boringer
Tegning 20180628-102 rev 0	Eksisterende situasjon - drenerte beregninger
Tegning 20180628-103 rev 0	Etter utfylling – drenerte beregninger
Tegning 20180628-104 rev 0	Eksisterende situasjon - udrenerte beregninger
Tegning 20180628-105 rev 0	Etter utfylling udrenerte beregninger



FORKLARINGER:

● Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering

⊕ Boring avsluttet

⊕ Antatt fjell, berg

⊕ Antatt fjellforløp

☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering

⬇ Antatt stein, blokk eller fast grunn

⊕ Boret i fjell

⊕ Prøveserie

□ Prøvegrop

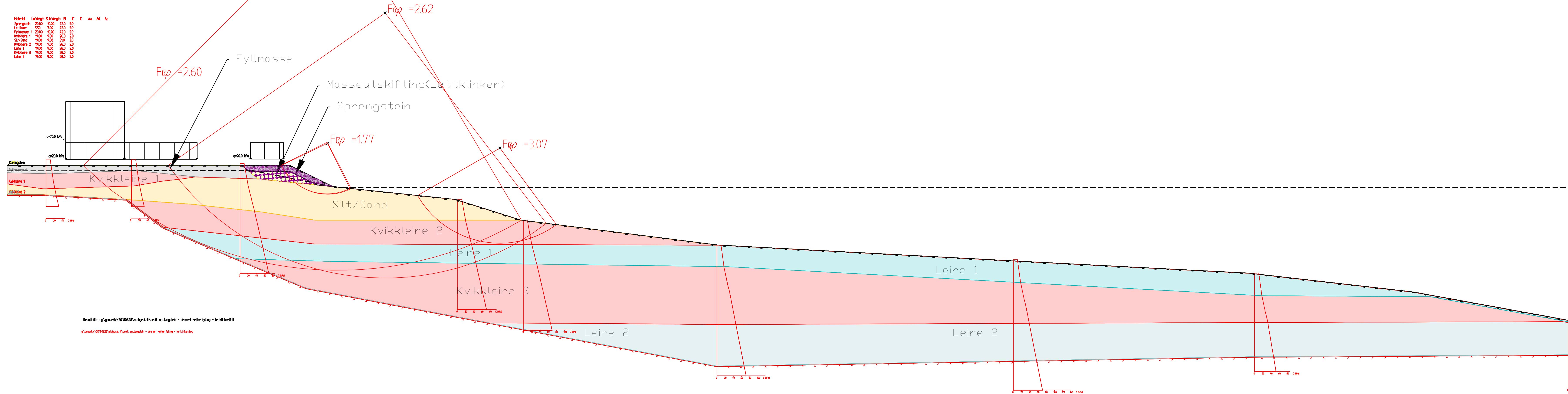
⊕ Vingeboring

⊕ Poretrykksmåling

⊕ Fjell i dagen

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Kvithammar - Åsen		Original format		A-3.0	
Langsteinrundkjøring, Stjørdal		Tegningens filnavn		Tegn 100_Profil_Sn...dwg	
Områdestabilitet		Målestokk		1:250	
Profil Sn				NGI	
Eksisterende boringer					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2019-10-11 Oppdragsnr. 20180628	Konstr./Tegnet TLe Tegningsnr. 101	Kontrollert SRo	Godkjent SRo
				Rev.	0

Material	Un.Weight	Sub.Weight	FI	C	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	20,00	10,00	42,0	5,0				
Lettinglin	5,50	7,00	42,0	5,0				
Fyllmasser 1	20,00	10,00	42,0	5,0				
Kvikkløse 1	19,00	9,00	26,0	2,0				
Silt/Sand	19,00	9,00	31,0	3,0				
Kvikkløse 2	19,00	9,00	26,0	2,0				
Løse 1	19,00	9,00	26,0	2,0				
Kvikkløse 3	19,00	9,00	26,0	2,0				
Løse 2	19,00	9,00	26,0	2,0				

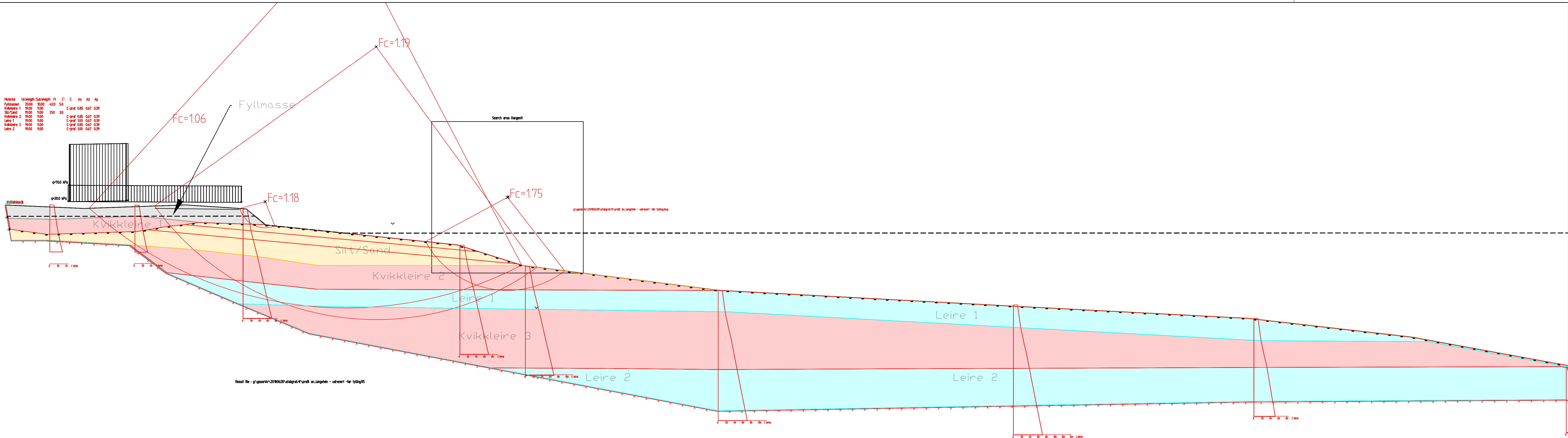


FORKLARINGER:

- | | | | |
|-------------------|-----------------------|----------------|--------------------|
| ● Driesondering | ☆ Fjellkontrollboring | ⊙ Prøveserie | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sondering | ◆ Dreietrykksondering | □ Prøvegrop | ^^ Fjell i dagen |
| ▽ Trykksondering | ⊕ Totalsondering | + Vinge-boring | |
-
- | | |
|--|--|
|  Boring avsluttet |  Antatt stein, blokk eller fast grunn |
|  Antatt fjell, berg |  Boret i fjell |
|  Antatt fjellforløp | |

[illegible]

Material	Un	Wegh	Sub	Wegh	R	C	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse	20.00	9.00	420	5.0		C-prof	0.85	0.67	0.39	
Kvikkleire 1	19.00	9.00								
Silt/Sand	19.00	9.00	310	30		C-prof	0.85	0.67	0.39	
Kvikkleire 2	19.00	9.00								
Leire 1	19.00	9.00				C-prof	1.00	0.67	0.39	
Kvikkleire 3	19.00	9.00				C-prof	0.85	0.67	0.39	
Leire 2	19.00	9.00				C-prof	1.00	0.67	0.39	



FORKLARINGER:

● Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering

⊥ Boring avsluttet

xxx Antatt fjell, berg

☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering

⊥ Antatt stein, blokk eller fast grunn

⊥ Boret i fjell

⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

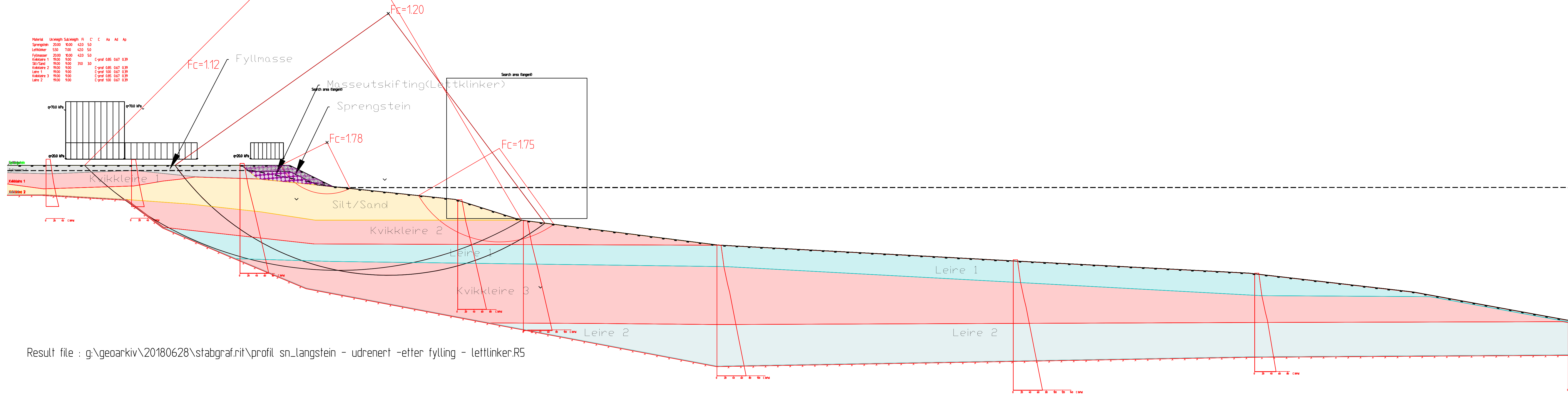
+ Vingeboring

⊕ Poretrykksmåling

⌘ Fjell i dagen

— Antatt fjellforløp

Rev.		Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
		Status				
		Original format				
		A-3.0				
		Tegningens filnavn				
		Tegn 104_Profil Sn...				
		Målestokk				
		1400				
		NGI				
		E6 Kvithamar - Åsen				
		Langsteinrundkjøring, Stjørdal				
		Områdestabilitet - STABILITETSBEREGNING				
		Profil Sn				
		Eksisterende borer				
		Dagens situasjon - UDRENER				
		NGI				
		Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion				
		NO-0806 Oslo, Norway				
		T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48				
		www.ngi.no				
		Dato	2019-10-11	Konstr./Tegnet	TL	Godkjent
		Oppdragsnr.	20180628	Tegningsnr.	104	SRo
		Rev.				0



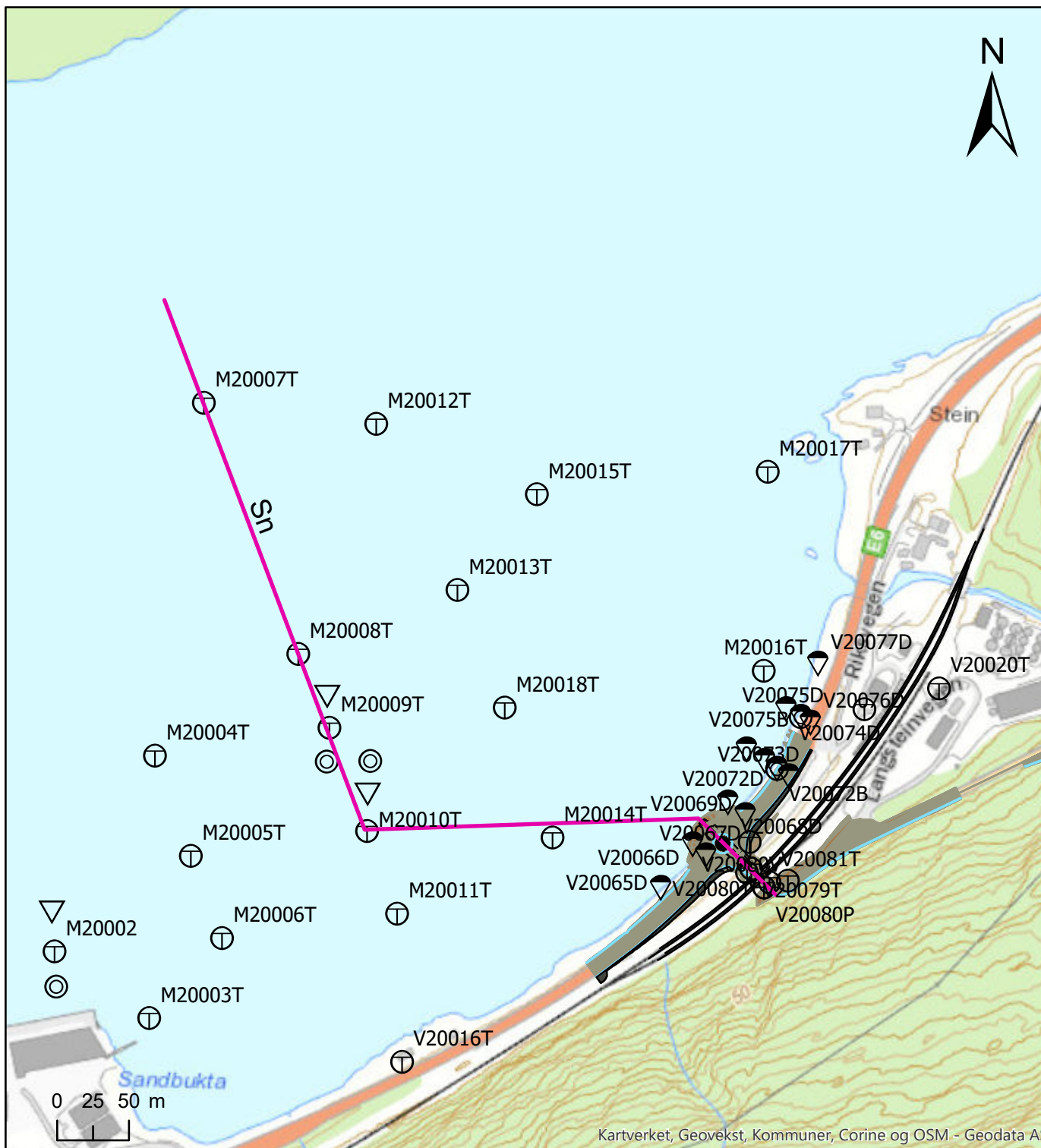
Vedlegg C

BORPLANER

Innhold

Tegning 20180628-001 rev 0
Tegning 20180628-002 rev 0
Tegning 20180628-003 rev 0

Oversiktskart
Borplan rundkjøring
Plassering av profil



Grunundersøkelser metoder:

- ⊕ Total
- Enkelsondering
- ▽ CPTU
- ⋈ Bergkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊙ Prøve
- ⊖ PZ
- ▲ Bergblotninger
- Kvikkleiresone (løs- og utløpsområde)
- Foreslåtte beregningsprofiler
- Eksisterende beregningsprofiler
- Tiltak

E6 Kvithammar-Åsen

Boreplan - Langstein

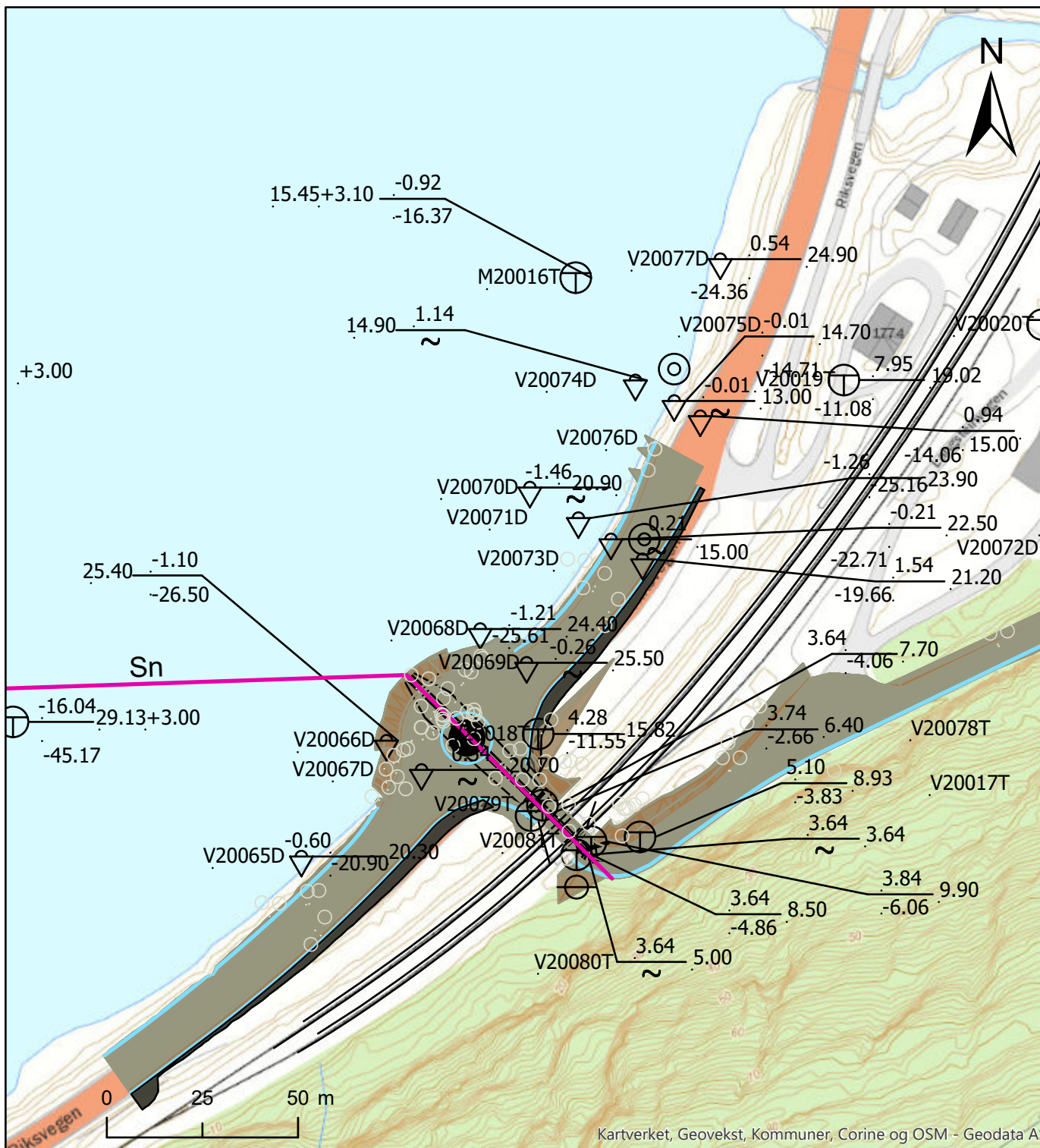
Oversiktskart

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2019-10-10	TLe	SRo	SRo
Original format og målestokk	Kartprojeksjon		
A4 1:4 000	ETRS 1989 NTM Zone 10		
Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.	
20180628	001	0	

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
Sognsveien 72
Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
www.ngi.no





Grunundersøkelser metoder:

- ⊕ Total
- Enkelsondering
- ▽ CPTU
- ⊗ Bergkontrollboring
- ◆ Dreietrykkssondering
- ⊙ Prøve
- ⊖ PZ
- ▲ Bergblotninger
- Kvikkleiresone (løs- og utløpsområde)
- Foreslåtte beregningsprofiler
- Eksisterende beregningsprofiler
- Tiltak

E6 Kvithammar-Åsen

Boreplan - Langstein

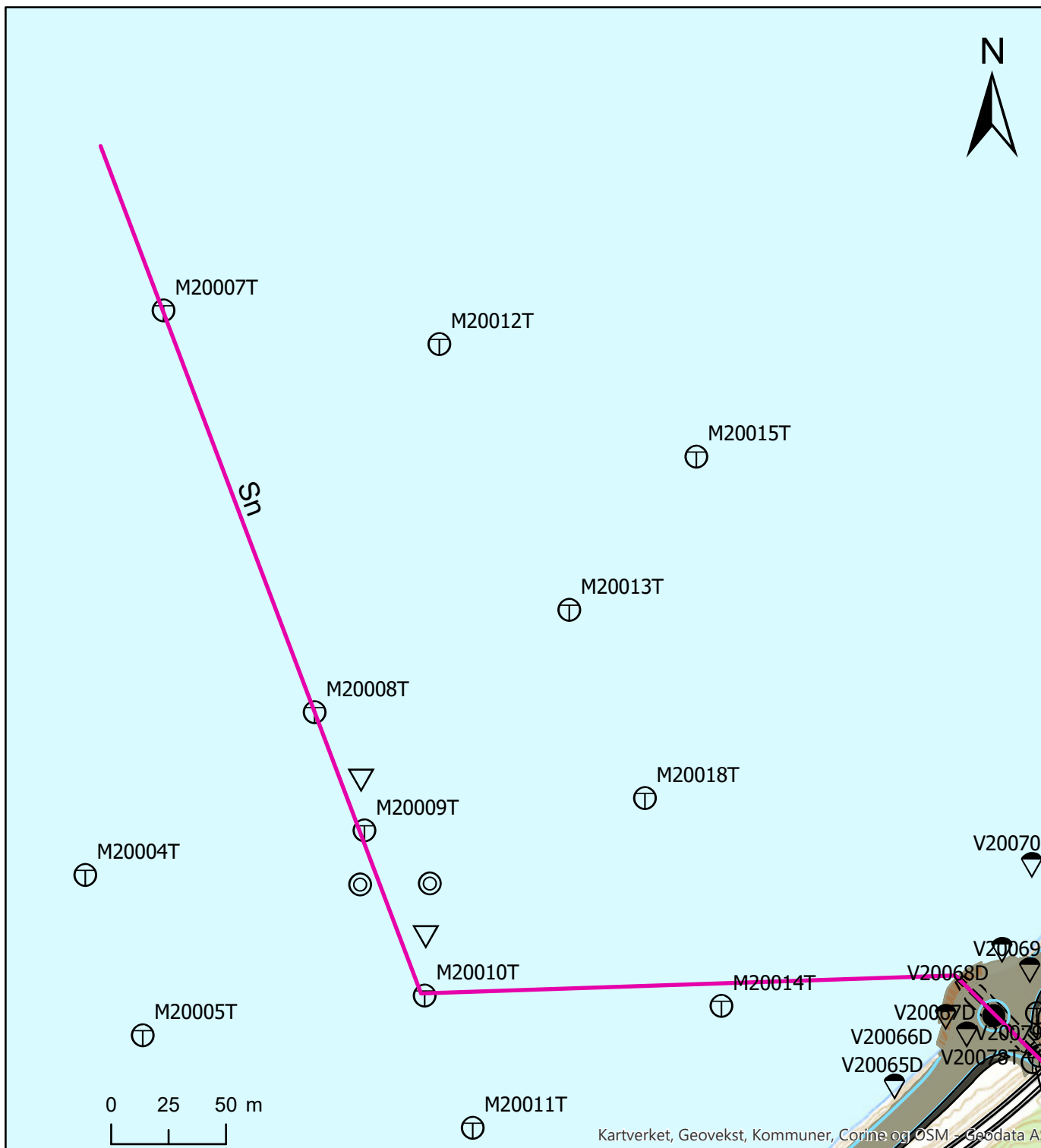
Rundkjøring

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2019-10-10	TLe	SRO	SRO
Original format og målestokk	Kartprojeksjon		
A4 1:1 500	ETRS 1989 NTM Zone 10		
Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.	
20180628	002	0	

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
Sognsveien 72
Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
www.ngi.no





Grunundersøkelser metoder:

- ⊕ Total
- Enkelsondering
- ▽ CPTU
- ☆ Bergkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊙ Prøve
- ⊖ PZ
- ▲ Bergblotninger
- Kvikkleiresone (løs- og utløpsområde)
- Foreslåtte beregningsprofiler
- Eksisterende beregningsprofiler
- Tiltak

E6 Kvithammar-Åsen

Boreplan - Langstein

Profil Sn

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2019-10-10	TLe	SRo	SRo
Original format og målestokk	Kartprojeksjon		
A4 1:2 500	ETRS 1989 NTM Zone 10		
Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.	
20180628	003	0	

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
Sognsveien 72
Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
www.ngi.no



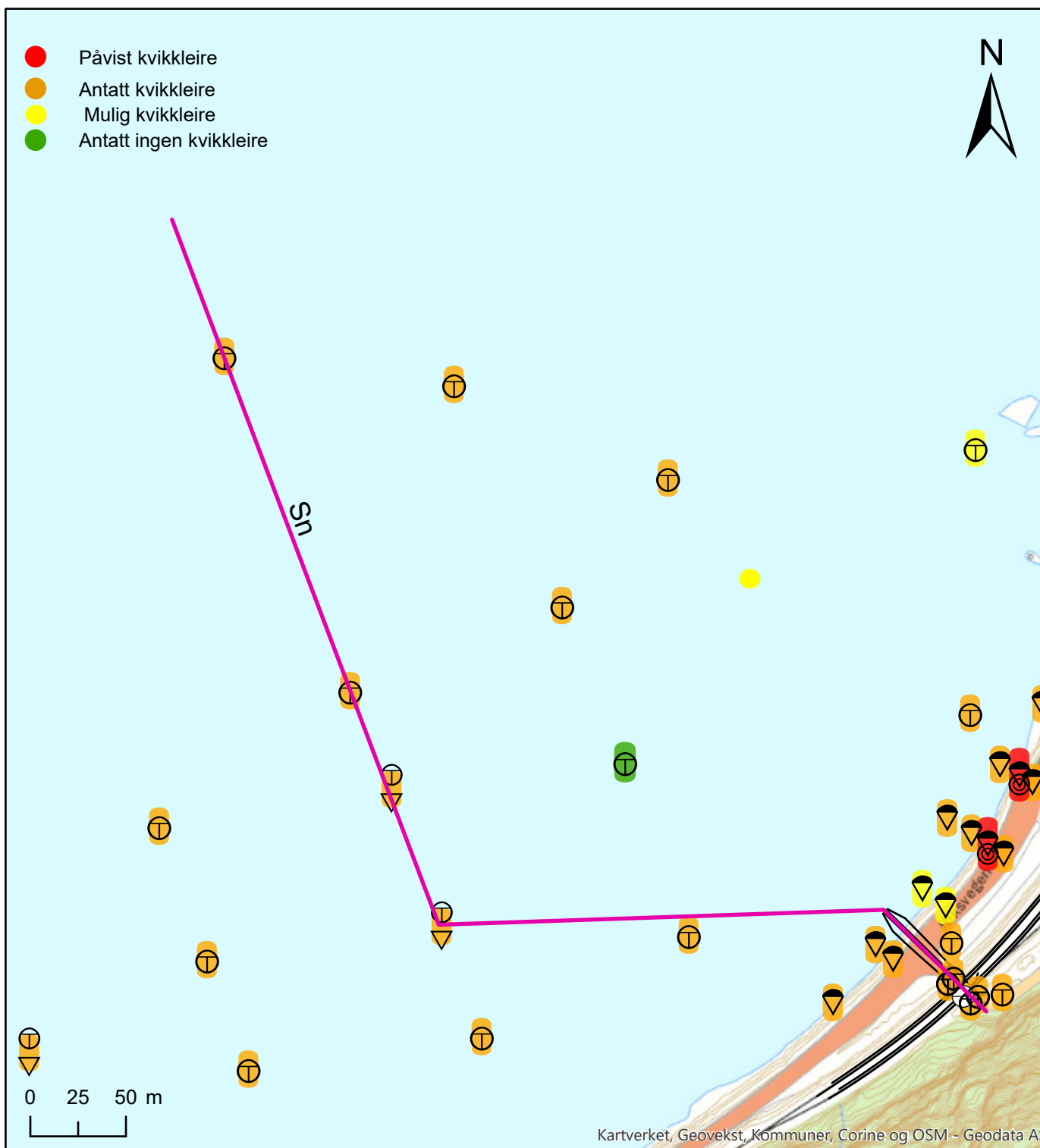
Vedlegg D

KVIKKLEIREKART

Innhold

Tegning 20180628-004 rev 0

Kvikkleirekart



Grunnundersøkelser metoder:

- ⊕ Total
- Enkelsondering
- ▽ CPTU
- ☆ Bergkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊙ Prøve
- ⊖ PZ
- ▲ Bergblotninger
- Kvikkleiresone (løs- og utløpsområde)
- Foreslåtte beregningsprofiler
- Eksisterende beregningsprofiler
- Tiltak

E6 Kvithammar-Åsen

Boreplan - Langstein

Kvikkleirekartlegging - Oversikt (uten punktnavn)

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2019-10-14	TLe	SRo	SRo
Original format og målestokk	Kartprojeksjon		
A4 1:3 000	ETRS 1989 NTM Zone 10		
Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.	
20180628	004A	0	

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
Sognsveien 72
Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
www.ngi.no



Vedlegg E

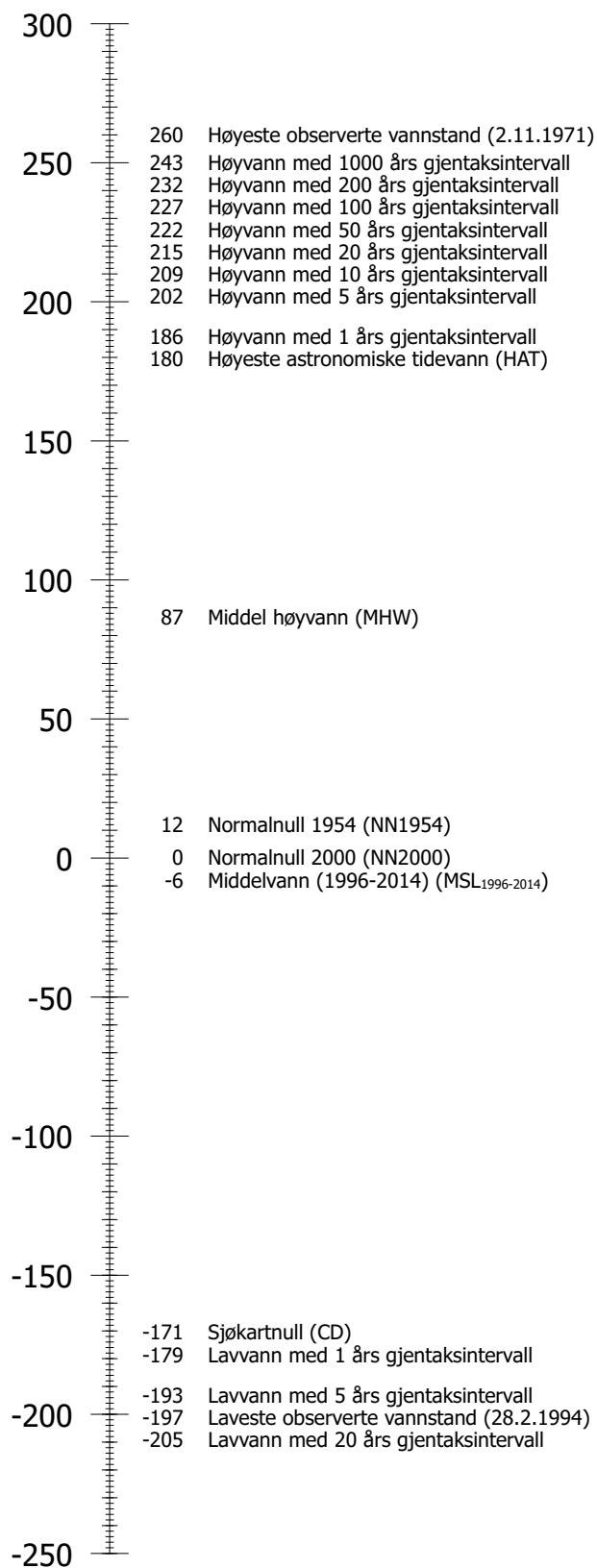
VANNSTANDSDATA LANGSTEIN

Innhold

Vannstandsdata fra Statens kartverk

Langstein kai

Nivåskisse med de viktigste vannstands nivåene og ekstremverdier



Lavvann med 20 års gjentakintervall (20YMIN)

Statistiske beregninger av hvor hyppig et ekstremt lavvann av en viss størrelse vil opptre. I gjennomsnitt når lavvannet dette nivået en gang i løpet av gjentakintervallet. Det betyr at et ekstremt lavvann med for eksempel 50 års gjentakintervall i gjennomsnitt vil opptre en gang per 50 år. Gjentakintervall kalles også returperiode.

Laveste observerte vannstand (LOWL)

Den laveste observerte vannstanden for denne målestasjonen. Kombinasjonen av lavt tidevann og værrets virkning (vind, lufttrykk og temperatur) kan resultere i ekstra lav vannstand.

Sjøkartnull (CD)

Nullnivå for dybder i sjøkart og høyder i tidevanntabellen. Sjøkartnull er fra 1. januar 2000 lagt til laveste astronomiske tidevann (LAT). Langs Sørlandskysten og i Oslofjorden er tidevannsvariasjonene små i forhold til værrets virkning på vannstanden (vind, lufttrykk og temperatur). Sjøkartnull er derfor av sikkerhetsmessige grunner lagt 20 cm lavere enn LAT langs kysten fra svenskegrensen til Utsira og 30 cm lavere enn LAT i indre Oslofjord (innenfor Drøbaksundet).

Middelvann (1996-2014) (MSL)

Gjennomsnittlig høyde av sjøens overflate på et sted over en periode på 19 år. Middelvann beregnes som gjennomsnittet av vannstandsobservasjoner foretatt med faste tidsintervall - fortrinnsvis over en periode på 19 år. Dagens middelvann er beregnet over perioden 1996-2014.

Normalnull 2000 (NN2000)

Nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000

Normalnull 1954 (NN1954)

Nullnivå i og navn på det nasjonale høydesystemet fra 1954 som fortsatt er i bruk i Norge. Normalnull 1954 (NN1954) er også fysisk knyttet til et bestemt fastmerke ved Tregde vannstandsmåler (nær Mandal). Høyden på dette fastmerket er basert på en utjevning fra 1954 av middelvannstandsberegningene for vannstandsmålerne i Oslo, Nevlundhavn, Tregde, Stavanger, Bergen, Kjølssdal og Heimsjø. NN1954 avløses innen år 2017 av Normalnull 2000 (NN2000).

Middel høyvann (MHW)

Gjennomsnittet av alle observerte høyvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann pluss amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

Høyeste astronomiske tidevann (HAT)

Høyeste mulige vannstand under midlere meteorologiske forhold, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes HAT ved å lage tidevanntabeller for 19 år og plukke ut det høyeste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.

Høyeste observerte vannstand (HOWL)

Den høyeste observerte vannstanden for denne målestasjonen. Dette er summen av tidevannet og værrets virkning (vind, lufttrykk og temperatur) på dette tidspunktet. Effekten av eventuelle vindbølger vil komme i tillegg.

Vedlegg F

BØLGEVURDERING

Innhold

F1	Beregning av vindbølger	2
F2	Referanser	3

F1 Beregning av vindbølger

For å beregne vindgenererte bølger og oppskylling av disse, brukes det avanserte modeller som beregner bølgehøyde i et definert område basert på vindfelt dvs. hastighet og retning, samt topografi. For enkel vurdering av vindgenererte bølger og påfølgende oppskylling, kan man estimere dette ved å bruke formler gitt av Retningslinjer for laster og dimensjonering, NVE (2003) [1]. Disse retningslinjene er primært gitt for bølger i forbindelse med fyllingsdammer, men har direkte overføringsverdi for vindbølger også i andre sammenhenger. Det er viktig å påpeke at det vil være en del usikkerheter knyttet til en slik vurdering basert på formelverk. For å redusere usikkerheter vil vi anbefale å gjøre beregninger med mer avanserte modeller.

I det aktuelle området ved Langstein kommer de kraftige vindene som kan gi de største bølgene vestfra. Vi deler beregningene opp i to faser, beregning av 1) bølgehøyde i fjorden før oppskylling og 2) oppskylling av bølgene. Vindstyrke for 1000 års hendelsen er antatt å være 30 m/s (se NVE, 2003) [1]. Ved å anta en effektiv strøklengde (lengden på området som vinden får virke på, F_e i formelen under) på 10 km og en vindhastighet på 30 m/s vil vi ha bølger i fjorden (før oppskylling) med signifikant bølgehøyde:

$$H_S \approx 0,001917 \cdot F_e^{0,45} \cdot U^{1,353} = 3,0 \text{ m}$$

hvor F_e (km) er effektiv strøklengde og U (km) er vindhastigheten. Signifikant bølgehøyde er gjennomsnittlig bølgehøyde (vertikal høyde fra bunn til topp) for de høyeste 1/3 av alle bølger. Den signifikante bølgehøyden tilsvarer bølger opp til 1,5 m over vannstanden, dvs kote +3,77. De høyeste bølgene vil kunne nå opp til dobbel høyde, dvs. opp til kote +5,27. For å utvikle en stasjonær bølgetilstand må vinden har en viss varighet, nødvendig varighet vil avhenge av både vindhastighet og effektivt strøk.

I fjorden utenfor steinfylling viser profilet at helningen er ca. 1:10. Dette er en gunstig vinkel siden bølger som kommer inn vil bryte og miste energi på vei inn mot fyllingen. Formelverket for beregning av oppskylling er basert på en gitt helningsvinkel og ikke to helningsvinkler som vi grovt sett har langs profilet inn mot rundkjøringen (dvs. terrenghelning utenfor fyllingen og selv fyllingen). Hvis helningen hadde vært 1:10 hele veien fram til rundkjøringen ville vi fått en estimert oppskylling:

$$R_u = \frac{4,1 \cdot H_S}{n} \cdot 1,8 = 2.2 \text{ m}$$

hvor $n=10$ tilsvarer stigningstallet 1:10. Denne formelen er gyldig for helning slakere enn 1:2,7. Estimert oppskylling ville da gå opp til kote +4,47. Brattere helning gir høyere oppskylling. Hadde helningen på utfyllingen (1:1,4 med $n=1,4$) fortsatt videre ut i fjorden (altså mye brattere terreng utenfor fyllingen) ville oppskyllingen blitt:

$$R_u = \frac{2,4 \cdot H_S}{n^{0,44}} = 6.2 \text{ m}$$

Dette er et altfor konservativt anslag som ikke tar hensyn til bølgebrytningen det siste strekket i fjorden inn mot fyllingen. Den siste formelen er gyldig for helning brattere enn 1:2,7. Basert på dette kan man anslå at 1000 års hendelsen for vindbølger vil gi en oppskylling i området 2-4 m, dvs. kote +4,3 til +6,3.

For å redusere oppskylling av vindgenererte bølger er det flere tiltak som kan iverksettes. Det kan etableres bølgebrytere utenfor fyllingen, enten som sprengstein eller som støpte spesialformede elementer, se Figur 1. Størst effekt vil disse ha om de plasseres litt ute i fjorden som bølgene må passere for å komme inn mot land (som vist i Figur 1), alternativt at det plasseres i bunn av fyllingen, ved strandlinjen. Man kan også redusere oppskyllingen ved å utforme fyllingen slik at den blir slakere.



Figur 1: Eksempler på bølgebrytere. Støpte elementer til venstre og sprengstein til venstre

F2 Referanser

- [1] NVE, *Retningslinjer for laster og dimensjonering til paragraf 4-1 og 4-2 i forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg*, 2003.

Dokumentinformasjon/ <i>Document information</i>		
Dokumenttittel/<i>Document title</i> R1-GEOT-03 Geoteknisk fagrapport for reguleringsplan, Kryss E6 - Langsteinvegen		Dokumentnr./<i>Document no.</i> 20180628-08-R
Dokumenttype/<i>Type of document</i> Rapport / Report	Oppdragsgiver/<i>Client</i> Aas-Jakobsen Trondheim AS	Dato/<i>Date</i> 2019-10-15
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/<i>Proprietary rights to the document according to contract</i> Oppdragsgiver / Client		Rev.nr.&dato/<i>Rev.no.&date</i> 3 / 2020-01-20
Distribusjon/<i>Distribution</i> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/<i>Keywords</i> Sand, Leire, sprøbruddmateriale, fylling, strandsone		

Stedfesting/ <i>Geographical information</i>	
Land, fylke/<i>Country</i> Norge, Trøndelag	Havområde/<i>Offshore area</i>
Kommune/<i>Municipality</i> Stjørdal	Feltnavn/<i>Field name</i>
Sted/<i>Location</i> Langstein	Sted/<i>Location</i>
Kartblad/<i>Map</i>	Felt, blokknr./<i>Field, Block No.</i>
UTM-koordinater/<i>UTM-coordinates</i> Sone: 32 Øst: 594378 Nord: 7047847	Koordinater/<i>Coordinates</i> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/ <i>Document control</i> Kvalitetssikring i henhold til/ <i>Quality assurance according to NS-EN ISO9001</i>					
Rev/<i>Rev.</i>	Revisjonsgrunnlag/<i>Reason for revision</i>	Egenkontroll av/<i>Self review by:</i>	Sidemanns-kontroll av/<i>Colleague review by:</i>	Uavhengig kontroll av/<i>Independent review by:</i>	Tverrfaglig kontroll av/<i>Inter-disciplinary review by:</i>
0	Originaldokument	2019-10-15 Sigbjørn Rønning	2019-10-14 Alf Kristian Lund		
1	Rettet opp etter uavhengig kontroll	2019-10-29 Sigbjørn Rønning / Thi Minh Hue le	2019-10-29 Alf Kristian Lund		
2	Rettet opp etter kommentarer fra Stjørdal kommune	2019-12-16 Sigbjørn Rønning	2019-12-16 Alf Kristian Lund		
3	Rettet opp kap. 4.7 med hensyn til senking av vegbane etter kommentar fra Stjørdal kommune.	2020-01-20 Sigbjørn Rønning	2020-01-20 Alf Kristian Lund		

Dokument godkjent for utsendelse/<i>Document approved for release</i>	Dato/<i>Date</i> 20. januar 2020	Prosjektleder/<i>Project Manager</i> Alf Kristian Lund
--	--	--

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

