

13051 Saupstadbrua

13051-OO-R-001 rev. 02

## Stabilitetsvurderinger for Saupstadbrua

Dokumentasjon av lokal- og globalstabilitet for Saupstadbrua

## REVISJONER

Rev.	Dato	Sign.	Kontr.	Godkj.
02	2021.04.16	MGB/ MYA	MGB/ MYA	MGB
01	2021.03.19	MGB/ MYA	MGB/ MYA	MGB
00	2021.03.05	MGB/ MYA	MGB/ MYA	MGB

## ENDRINGSHISTORIKK

Rev.	Referanse	Beskrivelse
02	50-0137_dok 9	Optimalisering av formulering i diverse avsnitt ut ifra kommentarer fra vdt.
01	-	Optimalisering av rekkefølgeskrav og forslag om poretrykksmålineger



## SAMMENDRAG

Kruse-Smith er totalentreprenør for bygging av Saupstadbrua, en g/s-bru mellom Saupstad og Rosten sør i Trondheim. Brua skal krysse Fv6682 og Dovrebanen (ved om lag KM543). Trondheim kommune er byggherre. AFRY er rådgivende ingeniører for Kruse-Smith, og har engasjert Dr.techn. Olav Olsen (i det videre omtalt som OO) som rådgiver innen kvikkleire- og sprøbruddoppførsel og område- og lokalstabilitet.

Brua har tre spenn og fire akser. Landkarene i akse 1 og 4 er forutsatt kompensert direktefundamentert ved at fundamentene ligger ca. 4-5 meter under eksisterende terreng med kombinasjon av sprengstein og lette masser over landkarene. Fremtidig veifylling bak landkarene er kompensert med masseutskifting med lette masser. Søyleksene i akse 2 og 3 skal direktefundamenteres med 1 meter masseskifting med sprengstein under fundamentene. Søylefundamentene er ikke fullt kompensert.

Foreliggende rapport dokumenterer tilstrekkelig sikkerhet for både lokal- og områdestabilitet i alle faser av gjennomføringen ut ifra dagens forutsetninger. I anleggsfasen er det lagt til grunn ca. 4-5 meter nedplanering/avlastning på topp skråning på både vestsiden og østsiden, og ca. 2,5 meter motfylling i dalbunnen. Nedplanering på topp av skråningene blir hovedsakelig oppnådd gjennom å etablere byggegropene for akse 1 og 4. Nedplanering på topp skråningene og motfylling i dalbunnen må utføres først. For østre skråning skal landkaret i akse 4 etableres i stor grad før alt betongarbeid ved akse 2 er utført. For vestre skråning skal betongarbeid for landkaret i akse 1 ikke gjennomføres før alt anleggsarbeid i akse 2 er ferdig. Motfylling i dalbunnen er permenanet, og alle laster fra landkarene og veifyllingen skal bli fullt kompensert med lette masser.

Framlagt geoteknisk vurdering av stabilitetsforhold må oppdateres dersom det oppstår endringer som kan forverre stabiliteten, spesielt i anleggsfase. Dette inkluderer f.eks forhold som behov for større omfang av skjæringer høyere enn 1,5 m for å etablere anleggsveier, terrengendringer før spunten kan installeres, og forverring i drenering- og poretrykkforholdene.

# INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning .....	5
2	Topografi og grunnforhold .....	6
2.1	Topografi .....	6
2.2	Utførte grunnundersøkelser .....	6
2.3	Grunnforhold .....	7
3	Myndighetskrav .....	9
3.1	Geoteknisk kategori .....	9
3.2	Tiltaksklasse .....	9
3.3	Pålitelighets- og konsekvensklasse .....	10
3.4	Tiltakskategori og krav til områdestabilitet .....	10
3.5	Seismisk klasse og grunntype .....	11
3.6	Krav til sikkerhetsfaktor for lokalstabilitet .....	11
4	Materialparametere .....	13
4.1	Generelt .....	13
5	Stabilitetsanalyser .....	15
5.1	Generelt .....	15
5.2	Forutsetninger for konstruksjoner .....	15
5.3	Lokalstabilitetsberegninger og -vurderinger .....	17
5.4	Områdestabilitetsvurderinger .....	17
	Referanseliste .....	20

## VEDLEGG

Vedlegg A: Designprofil for poretrykk

Vedlegg B: Tolkning av CPTU-sonderingene og designprofil for udrenert skjærfasthet (C-Profil)

Vedlegg C: Tolkning av Treksialforsøkene

Vedlegg D: Tolkning av Ødometerforsøkene

## TEGNINGER

<b>Tegningsnummer</b>	<b>Navn</b>	<b>Målestokk</b>	<b>Revisjon</b>
13051-00-TEG-101	Situasjonsplan	1:1000	00
13051-00-TEG-102	Lagdeling profil A-A	1:600	00
13051-00-TEG-103	Profil A-A Dagens situasjon AFI Vest	1:400	00
13051-00-TEG-104	Profil A-A Dagens situasjon Su Vest	1:400	00
13051-00-TEG-105	Profil A-A Anleggsfasen AFI Vest	1:400	01
13051-00-TEG-106	Profil A-A Anleggsfasen Su Vest	1:400	01
13051-00-TEG-107	Profil A-A Permanetfasen AFI Vest	1:400	01
13051-00-TEG-108	Profil A-A Permanetfasen Su Vest	1:400	01

13051-00-TEG-109	Profil A-A Dagens situasjon AFI Øst	1:400	01
13051-00-TEG-110	Profil A-A Dagens situasjon Su Øst	1:400	01
13051-00-TEG-111	Profil A-A Anleggsfasen AFI Øst	1:400	01
13051-00-TEG-112	Profil A-A Anleggsfasen Su Øst	1:400	01
13051-00-TEG-113	Profil A-A Permanetfasen AFI Øst	1:400	01
13051-00-TEG-114	Profil A-A Permanetfasen Su Øst	1:400	01
13051-00-TEG-115	Situasjonsplan med tiltak	1:1000	01
13051-00-TEG-116	Profil B-B Senterlinje bru, anleggsfase	1:500	00
13051-00-TEG-117	Profil B-B Senterlinje bru, permanentfase	1:500	00
13051-00-TEG-118	Profil C-C Lette masser	1:100	00

## FIGURER

Figur 1 Saupstadbrua fra BIM-modellen.....	5
Figur 2 Utsnitt fra NGUs løsmassekart.....	6
Figur 3 Utsnitt fra skrednett.no.....	7
Figur 4 Tabell B1 fra NS-EN 1990 NA:2016.....	10
Figur 5 Krav til sikkerhetsfaktor for lokalstabilitet.....	11

## TABELLER

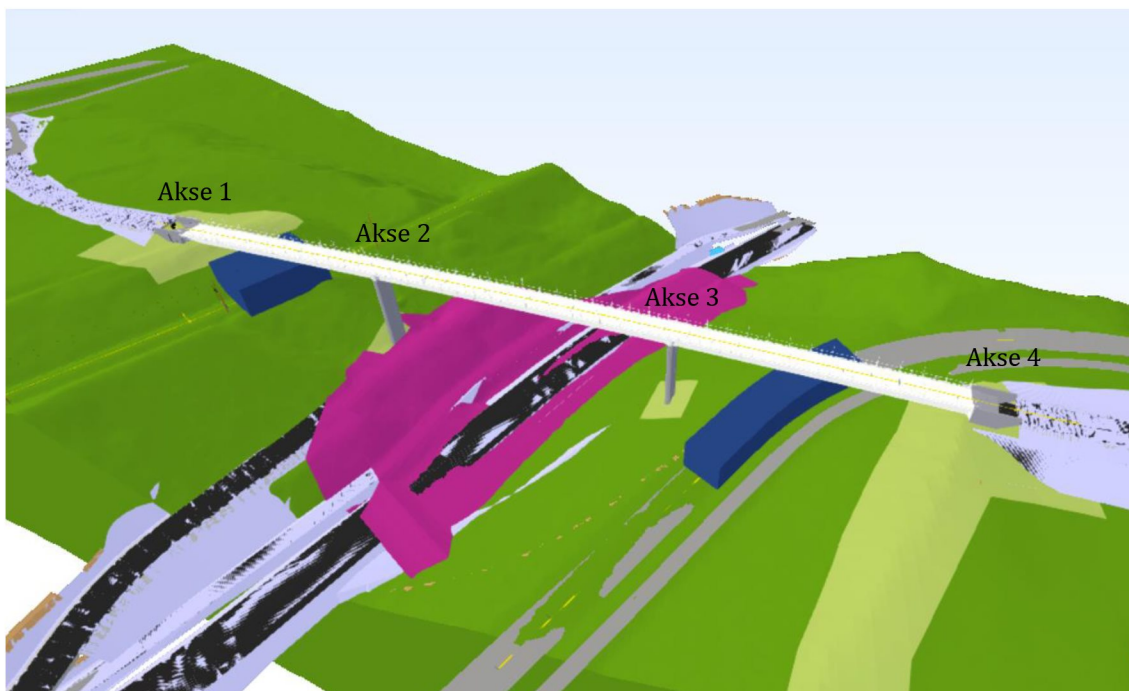
Tabell 1 Utførte grunnundersøkelser.....	6
Tabell 2 Myndighetskrav.....	9
Tabell 3 Kvalitet av utførte treaksialforsøkene og ødometerforsøkene.....	12
Tabell 4 Materialparametere lagt til grunn for vestsiden.....	14
Tabell 5 Materialparametere lagt til grunn for østsiden.....	14
Tabell 6 Resultat for lokalstabilitet.....	17
Tabell 7 Resultat for områdestabilitet.....	18

# 1 INNLEDNING

Kruse-Smith er totalentreprenør for bygging av Saupstadbrua, en g/s-bru mellom Saupstad og Rosten sør i Trondheim. Brua skal krysse Bjørndalen Fv6682, John Aaes veg og Dovrebanen (ved om lag KM543). Trondheim kommune er byggherre. AFRY er rådgivende ingeniører for Kruse-Smith, og har engasjert Dr.techn. Olav Olsen (i det videre omtalt som OO) som rådgiver innen kvikkleire- og sprøbruddoppførsel og område- og lokalstabilitet.

Brua har tre spenn (56+70+56=182m) og fire akser. Inkludert brukonstruksjonen vil anlegget få en lengde på ca 550 meter. På det høyeste ligger brubanen ca 30 meter over terreng. Det er forutsatt ett allsidig bevegelig lager og et sidestyrt lager i landkarakse 1, et fastlager og et sidestyrt lager i søyleaksene 2 og 3, samt to allsidige lagre og ett sentrisk fastlager i landkarakse 4. Landkarene og søyleaksene er forutsatt direktefundamentert.

Figur 1 viser et utsnitt fra gjeldene BIM-modell som en prinsippskisse. I modellen framkommer det at landkar og søylefundamenter direktefundamenteres. Motfylling i dalbunn er vist i rosa, og tilbakefylling i lys grønn.



Figur 1 Saupstadbrua fra BIM-modellen



## 2 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD

### 2.1 Topografi

Saupstadbrua skal krysse Bjørndalen og knytte sammen bydelene Saupstad i vest og Rosten i øst. I bunn av dalbunnen går Fv.6682 på rundt kote +102 og elva Søra. Elva ligger i kulvert like sør for brulinja.

Topp skråning på vestsiden ligger rundt kote 130. Terrenget fra topp skråning på vestsiden og ned til dalbunnen er tydelig ravinert. Dovrebanen ligger midt i skråningen rundt kote +120. Fra Dovrebanen og ned til dalbunnen ligger skråningen med en gjennomsnittlig helning på 1:3.3. Det ligger en eldre skredgrop like nord for den planlagte brulinja, se Figur 2.

Topp skråning på østsiden ligger rundt kote +130. John Aaes veg går opp gjennom skråningen. Fra John Aaes veg og ned til dalbunnen ligger skråningen med en gjennomsnittlig helning på 1:3.4.



Figur 2 Utsnitt fra NGUs løsmassekart

### 2.2 Utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser er oppsumert i tabellen under:

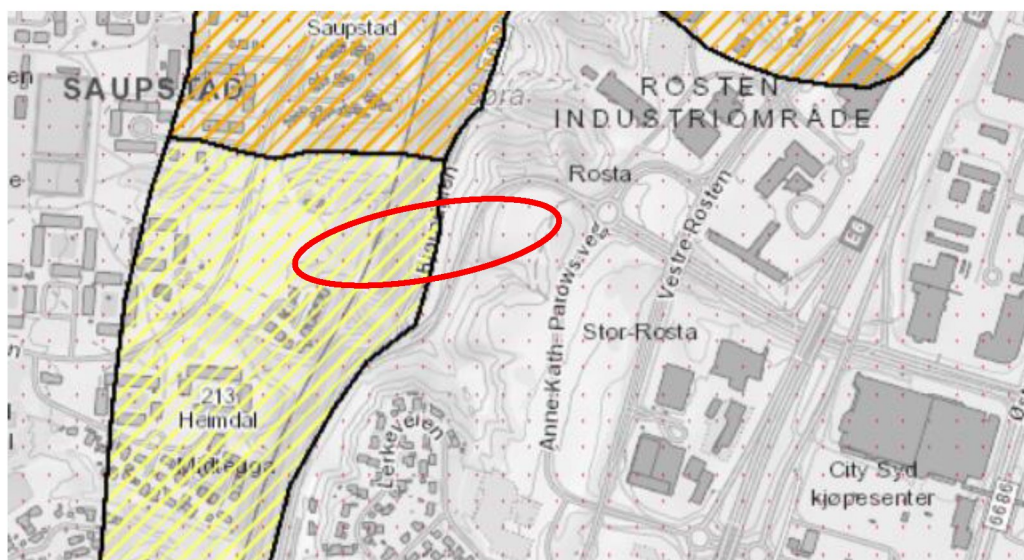
Tabell 1 Utførte grunnundersøkelser

Rapportnummer	Rapportnavn	Firma	År
R.643-2	John Aaes vei	Trondheim kommune	1990
O.1182	Gangbro Bjørndalen Orienterende grunnundersøkelse	Kommeneje	1973
R.1507	Bjørndalen Ny gang og sykkelveg	Trondheim kommune	2011

R.1507-2	Bjørndalen Ny gang og sykkelbru	Trondheim kommune	2013
415556-RIG-RAP-002	Gang- og sykkelbru Bjørndalen Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	Multiconsult	2015
415556-RIG-RAP-002	Gang- og sykkelbru Bjørndalen Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	Multiconsult	2018
G-rap 001 1350041818	Saupstadbrua Datarapport Grunnundersøkelser	Rambøll	2020

## 2.3 Grunnforhold

Brua ligger under marin grense, og i et område hvor NGUs løsmassekart indikerer tykk havavsetning, se Figur 2. Det er flere raviner og skredgroper i området. Som vist i Figur 3 ligger brua helt nord i kvikkleiresonen 213 Heimdal. I skrednett.no ligger denne sonen klassifisert som lav faregrad, men den er oppgradert til middels faregrad i geoteknisk vurdering for reguleringsplan [1], [2].



Figur 3 Utsnitt fra skrednett.no

### 2.3.1 Løsmasser

Det er rimelig å forutsette at elva Sørå har erodert seg ned i det som i dag er Bjørndalen, og at terrenget tidligere har vært relativt flatt på nivå med platåene på vestlig og østlig side av Bjørndalen. Dette tilsier at det er rimelig å anta lagdelingen på vest- og østsiden tidligere har vært sammenhengende.

Løsmassene består i hovedsak av leire med et tørrskorpelag på toppen. På topp av vestre dalside ligger et silt/ finsandlag (med en mektighet opp til ca. 10 meter) fra ca. 7-11 meter fra terreng. På østsiden av dalen gjenfinnes dette finsandlaget fra ca. 2-5 meter fra terreng. Mektighet av sandlaget reduseres langs skråningen mot dalbunn. Ellers er leiren sandig og siltig.

På platået på vestsiden av dalen har leiren sprøbruddegenskaper fra ca. 25 meter dybde under terreng. Det er påvist et tynt sandig lag i ca. 28 meter dybde, og sprøbruddmateriale gjenfinnes fra

ca. 30 meter dybde. Under dalbunnen ligger sprøbruddmateriale mer enn 30 meter dypt.

Det er ikke påvist sprøbruddmateriale på østsiden av dalen.

### 2.3.2 Berg

Det er sondert til 54 meters dybde i dalbunnen og til 70 meters dybde i akse 2 og 3, uten at berg er påtruffet.

### 2.3.3 Poretrykk

Poretrykket er målt hydrostatisk og grunnvannstand ligger grunt fra toppen av vestre skråning til ca. 20 meter under terreng i september 2020, mens det er målt mye mindre hydrostatisk i desember 2020, august 2011 og januar 2013. I forprosjekt er grunnvannstand forutsatt å ligge 4 m under terreng [2]. I beregningene er det konservativt forutsatt at grunnvannstanden ligger hydrostatisk fra toppen av vestre skråningen, se kap. 4.1.2 og vedlegg A.

På toppen av østre skråning og østre siden av dalbunnen er poretrykket målt kontinuerlig med elektroniske piezometer fra november 2020 – februar 2021. På toppen av østre skråning er det registrert tydelig poreundertrykk, og evt. at grunnvannstand ligger veldig lavt. I østre side av dalbunnen er det registrert et tydelig poreovertrykk.

Det er planlagt 4 elektroniske piezometer i 2 punkter mht. etablering av spuntgropene og kontroll for skråningsstabiliteten, se TEG-115 og kap. 6.



### 3 MYNDIGHETSKRAV

I det følgende presenteres myndighetskrav som framlagt i AFRYs prosjekteringsforutsetninger.

Tabell 2 Myndighetskrav

Myndighetskrav		Kravedokument
Geoteknisk kategori	2	NS-EN 1997-1:2004+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler
Tiltaksklasse	2	SAK10 §9
Pålitelighetsklasse	RC3	NS-EN 1990:2002+NA:2016 Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
Konsekvensklasse	CC3	NS-EN 1990:2002+NA:2016 Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
Tiltakskategori	K2	Veileder 7 <sup>1</sup> : Sikkerhet mot kvikkleireskred (2014), TEK17 §7
Krav til områdestabilitet	Sikkerhetsfaktor $F \geq 1.4$ eller «ikke forverring»	Veileder 7: Sikkerhet mot kvikkleireskred (2014), TEK17 §7
Seismisk klasse og grunntype	S2	NS 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning
Sikkerhetsfaktor lokalstabilitet (effektiv-/totalspenning)	1.4/1.4	NS-EN 1997-1:2004+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler

#### 3.1 Geoteknisk kategori

Eurokode 7 stiller krav til prosjektering ut fra tre geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering». Prosjektet plasseres i geoteknisk kategori 2, med bakgrunn i «konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold».

Statens vegvesens håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging krever at i områder med kvikkleire (sprøbruddmaterialer) skal vegprosjekter plasseres i geoteknisk kategori 3. Det beskrives videre at «Prosjektene kan nedklassifiseres til geoteknisk kategori 2 dersom det er spesielt gunstige forhold, begrunnelsen for nedklassifiseringen skal dokumenteres skriftlig.»

Kategori 2 kan her legges til grunn da omfanget av sprøbruddmateriale er begrenset og laget med sprøbruddegenskaper ligger dypt og påvirker således bruddmekanismene lite.

#### 3.2 Tiltaksklasse

I henhold til tabell 2 «Kriterier for tiltaksklasseplassering for prosjektering» i «Veiledning om

<sup>1</sup> Den oppdaterte NVE-veilederen 1/2019 kom desember 2020, etter at prosjekteringsarbeidene var startet opp.



byggesak» (SAK10 § 9-4), vurderes grave- og fundamenteringsarbeidene å kunne plasseres i tiltaksklasse 2.

Regler om uavhengig kontroll er også gitt i plan- og bygningsloven (pbl.) kap. 24 og byggesaksforskriften (SAK 10) kap. 14. For geoteknikk i tiltaksklasse 2 og 3 skal det utføres uavhengig kontroll både av prosjektering og utførelse.

For geoteknikk i tiltaksklasse 2 er det dermed krav om uavhengig kontroll av prosjektering og utførelse, i henhold til SAK10 § 14-2 punkt c.

### 3.3 Pålitelighets- og konsekvensklasse

I forprosjektet og reguleringsplanen er RC/CC 2 lagt til grunn for prosjekteringen. Grunnlag for valg av pålitelighets- og konsekvensklasse kommer fra NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, se Tabell B2 i ref. [1].

Tabell B1 – Definisjon av konsekvensklasser

Konsekvens-klasse	Beskrivelse	Eksempler på bygg og anlegg
CC3	<b>Stor</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller <b>svært store</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Tribuner, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er store (f.eks. en konserthall)
CC2	<b>Middels stor</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv, <b>betydelige</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Boliger og kontorbygg, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er betydelige (f.eks. et kontorbygg)
CC1	<b>Liten</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv og <b>små eller uvesentlige</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Landbruksbygninger der mennesker vanligvis ikke oppholder seg (f.eks. lagerbygninger), drivhus

Figur 4 Tabell B1 fra NS-EN 1990 NA:2016

I detaljfasen legges RC/CC3 til grunn for prosjekteringen.

### 3.4 Tiltakskategori og krav til områdestabilitet

Brua klassifiseres i tiltakskategori K2: «Tiltak som er nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliseres tiltak utenom selve tiltaket».

I henhold til NVEs veileder 7/2014 tilsier tiltakskategori K2 og middels faregrad krav til stabilitetsanalyser som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet  $F \geq 1.4$  eller «ikke forverring» av områdestabiliteten. Faregradsvurderingen fra reguleringsplanen er lagt til grunn for detaljeringsfasen.

Tiltakene som må gjennomføres for å oppnå tilstrekkelig lokalstabilitet bidrar til at man oppstår forbedring for de dype glideplanene gjennom sprøbruddlaget.

Vurderingene i denne rapporten er basert på at skillet mellom lokal stabilitet og områdestabilitet som er lagt til grunn for reguleringsplanen videreføres, dvs at de dype glidesirkelene gjennom sprøbruddmaterialet representerer områdestabilitet, og følgelig ikke må oppfylle krav til absolutt

sikkerhetsfaktor.

Det vises videre til at sikkerheten blir forbedret i alle faser, sammenlignet med i dagens situasjon. Om sikkerheten ikke berøres/forverres, må følgelig de gjenstående relevante stabilitetsvurderingene være områdestabilitetsproblematikk.

Det er en begrenset del av glideplanet som går gjennom laget med sprøbruddmateriale. Dermed er heller ikke faren for bakovergripende skredutvikling til stede.

### 3.5 Seismisk klasse og grunntype

Grunntype er fastsatt etter tabell NA.3.1 NS 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Eurokode 8 og settes basert på grunnundersøkelser og løsmasseegenskaper til S2, «Avleiringer av jord som kan gå over i flytefase (liquefaction), sensitive leirer eller annen grunnprofil som ikke er med i typene A – E eller S1.»

Gang- og sykkelbruer klassifiseres i utgangspunktet i seismisk klasse 1, ihht til NS-EN 1998-1 NA.2(901).

### 3.6 Krav til sikkerhetsfaktor for lokalstabilitet

Krav til til absolutt sikkerhetsfaktor som definert i Statens vegvesens vegnormal N200 og ihht Eurocode er presentert i Figur 5. For seig bruddmekanisme og konsekvensklasse 3 (CC3) er kravet på både total- og effektivspenningsbasis 1.4.

Tabell 205.1 Partialfaktorer for  $\gamma_{M, \phi}$  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 Krav til sikkerhetsfaktor for lokalstabilitet

#### 3.6.1 Bruddmekanisme

Basert på treaksialforsøkene er seig bruddmekanisme langt til grunn. SUPX-punktene er fra

grunnundersøkelsen utført i 2020 [4]. TKX-punktene er fra kommunens undersøkelser i 2011 og 2013 [5], [6]. Treaksialforsøkene fra 2018 er rapportert i ref. [7].

Tabell 3 Kvalitet av utførte treaksialforsøkene og ødometerforsøkene

ØSTSIDEN							
Borpunkt	Dybde	$s_{uA}$ , 2%	$d_e/e_0$	OCR	Oppførsel	Kvalitet bp porevann	
SUP1 (2020)	12,4	110	0,071	1-2	D	Dårlig	Leire finsand silt
SUP1 (2020)	14,5	80	0,066	1-2	D	God til brukbar	Leire finsand silt
SUP4 (2020)	17,5	71	0,051	1-2	D	God til brukbar	Leire
SUP4 (2020)	21,5	81	0,056	1-2	K	God til brukbar	Leire
SUP9 (2020)	6,5	40	0,022	2-4	D	God	Leire siltig
SUP9 (2020)	12,5	53	0,043	2,4	K	God til brukbar	Leire siltig

VESTSIDEN							
Borpunkt	Dybde	$s_{uA}$ , 2%	$d_e/e_0$	OCR	Oppførsel	Kvalitet bp porevann	
TK8 (2013)	5,3	22	$dv=7,2\text{cm}^3$		K	Akseptabelt	Leire, siltig, sandkorn
TK8 (2013)	7,3	38	$dv=7,9\text{cm}^3$		K	Akseptabelt	enk. skjellrester
SUP8 (2020)	5,5	27	0,026	1,9	K	Veldig god	Leire
SUP8 (2020)	7,6	39	0,037	1-2	D	Veldig god	Leire
2 (2018)	13,3	90	0,15	1-2	D	Veldig dårlig	Leire, siltig
2 (2018)	15,3	85	0,12	1-2	D	Dårlig	Leire, skjellrester
TK2 (2011)	23,3	105	$dv=7,5\text{cm}^3$		K	Akseptabelt	Leire, siltig
SUP5 (2020)	6,4	49	0,027	2-4	D	Veldig god	Leire, siltig
SUP5 (2020)	18,5	78	0,053	2,3	K	Dårlig	Leire

Det skal avlastes i betydelig omfang på topp av skråningene, og vi vurderer derfor resultatene fra de grunneste treaksialforsøkene (TK8 og SUP8) i akse 1 som mindre relevante. Prøvene i store dybder under dalbunnen (TK2 og SUP5) ligger dypere enn bruddflatene fra stabilitetsberegningene og er slik sett ikke representative for de kritiske bruddflatene. Dilatant oppførsel er vurdert å være mest aktuell for de kritiske bruddflatene i stabilitetsberegningene, og seigt brudd er derfor lagt til grunn for å bestemme kravene til sikkerhet for stabilitetsberegninger.

## 4 MATERIALPARAMETERE

### 4.1 Generelt

#### 4.1.1 Lagdeling og utbredelse av sprøbruddmateriale

Lagdeling og utbredelse av sprøbruddmateriale er vist i tegning 102. På vestsiden av dalen er det tolket sprøbruddmateriale fra ca. 25 m dybde fra terreng. På østsiden ligger leira med sprøbruddegenskaper dypere enn glideplanene.

#### 4.1.2 Poretrykk

Det er laget designprofiler for poretrykk (på toppen av dalskråningene på begge sider/ midt i dalskråningene på begge sider/ i dalbunn). Designprofil for poretrykk er dokumentert i Vedlegg A.

#### 4.1.3 Tolkning av CPTU

Trykksonderingene som er benyttet i beregningene har anvendelseklasse 1.

Trykksonderingene er tolket ut fra CPTU-regneark utviklet av Statens Vegvesen. Det er benyttet formler introdusert av Lunne et al. 1990 (der N-faktorer er korrelert mot Bq) for å tolke skjærfasthet ut fra trykksonderingene. Tolkning er sammenstilt i Vedlegg B.

#### 4.1.4 Tolkning av treaksialforsøk og ødometerforsøk

Det er i 2020 utført treaksialforsøk i pkt SUP8 og SUP5 på vestsiden, pkt SUP1 og SUP4 på østsiden og , SUP9 i dalbunnen. Kvaliteten av utførte forsøkene er oppsummert i tabell 2 under avsnitt 3.6.1.

Tolkning av treaks- og ødometerforsøkene er dokumentert i Vedlegg C og Vedlegg D.

#### 4.1.5 Valg av geotekniske parametere

Valg av geotekniske parametere er gjort ut fra tilgjengelige data fra grunnundersøkelser, anbefalte parametere i Statens vegvesens håndbok V220 samt godt faglig skjønn.

I våre stabilitetsberegninger benytter vi følgende parametere:

Tabell 4 Materialparametere lagt til grunn for vestsiden

Lag	Tyngdetetthet [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kPa]	$s_u$ [kPa]	Merknad
Tørrskorpeleire	20	30	0	-	Anbefalt fra Håndbok V220
Leire 1	20	31	3	c-profil	Tolket fra treaks
Sandig 1/ Sandig 2	20	35	5	-	Tolket, Håndbok V220
Leire 2	20	26	8,5	c-profil	Tolket, Håndbok V220
Sprøbruddmateriale	18	22	5	c-profil	Tolket, Håndbok V220
Leire 3	20	26	5	c-profil	Tolket, Håndbok V220
Sprøbruddmateriale	18	22	5	c-profil	Tolket, Håndbok V220

Tabell 5 Materialparametere lagt til grunn for østsiden

Lag	Tyngdetetthet [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kPa]	$s_u$ [kPa]	Merknad
Tørrskorpeleire	20	30	0	-	Anbefalt fra Håndbok V220
Leire 1	20	31	3	c-profil	Tolket fra treaks.
Sandig 1/ Sandig 2	20	35	5		Tolket, Håndbok V220
Leire 2	20	29,5	8,5	c-profil	Tolket fra treaks.
Leire 3	20	26	5	c-profil	Tolket, Håndbok V220
Sprøbruddmateriale	18	22	5	c-profil	Konservativ antatt i store dybder, påvirker ikke beregninger

C-profil for udrenert skjærfasthet er basert på, tolkning av CPTU-sonderingene, tolkning av treaksialforsøkene og resultater fra konus og enaksialforsøk i lab. Konus- og enaksialforsøkene er tolket som direkte skjærfasthet og omregnet til aktiv skjærfasthet når de er sammenstilt. Dokumentasjon er vist i Vedlegg B.



## 5 STABILITETSANALYSER

### 5.1 Generelt

I beregningene er det hensyntatt at leire er et anisotrop materiale, dvs. at skjærfastheten vil variere med glideflatens helning. I beregningene er følgende anisotropiforhold benyttet [8]:

$s_{uD} = 0.63 \times s_{uA}$  (styrke for den plane delen av glideflaten)

$s_{uP} = 0.35 \times s_{uA}$  (passiv styrke der glideflaten har negativ helning i forhold til horisontalplanet)

I stabilitetsanalysene er likevektsprogrammet GeoSuite Stability version 22.0.0.0 med regnemodell BEAST 2003 benyttet.

Det er benyttet jevnt fordelt trafikklaster  $F_{ret} = 15$  kPa for hele vegens bredde med lastkoeffisient  $\gamma_f = 1.3$  ihht. Håndbok N200 fra Statens Vegvesen, der trafikklaster er ikke-konservativt. Det er benyttet jernbanelast 110 kN/m over sporbredde 2.5 m og med lastkoeffisient  $\gamma_f = 1.3$ , ihht BaneNor sitt Teknisk regelverk.

Aktuell bruddmekanisme er vurdert for hver situasjon. Alle situasjoner er vurdert til å ha sirkulær bruddmekanisme som gjeldende, men det er også kontrollert stabilitet for plane glideflater. Øvrige geotekniske tema som bunnoppressing, hydraulisk grunnbrudd, bæreevne og setninger er vurdert av AFRY.

Stabilitetsberegningene er utført for korttids udrenert totalspenningsanalyse (ADP) og langtids drenert effektivspenningsanalyse ( $\alpha\phi$ -analyse). Udrenert aktiv skjærfasthet er i henhold til vanlig praksis redusert med 15% i sprøbruddmateriale når skjærfastheten er tolket fra CPTU.

Det er regnet på lokal- og global stabilitet for både vestsiden og østsiden. Det er regnet for dagens situasjon, anleggssituasjon og permanentsituasjon.

Profil A-A er valgt som er et kritisk snitt med hensyn til terrenggeometri. Plassering av konstruksjonsaksene, jernbanen og fylkesveien er lagt inn i tilsvarende høyde i profilen. Stabilitetsberegningene er dermed konservative.

Stabilitetsberegningene viser de meste kritiske bruddflatene for begge lokalstabilitet og områdestabilitet. Beregninger med sammensatte skjærflater som gir høyere sikkerhetsfaktorer er ikke presentert.

### 5.2 Forutsetninger for konstruksjoner

Konstruksjonene og fundamenteringen av disse er prosjektert av AFRY. Stabilitetsvurderingene er basert på løsningene slik de er beskrevet 01.03.2021.

#### 5.2.1 Landkarer

Fremtidig tiltak i akse 1 og akse 4 skal bli fullt kompensert. Dette inkluderer laster på landkarene og veifylling innen 30 m bak fra landkarene. En kombinasjon av ca. 5-7 m lette masser og 1 m sprengstein bak landkarene er valgt som tilbakefylling over landkarene for kompensering (detaljer

er vist i tegning *K105 Oppfylling, AFRY*). Veifyllingen er kompensert med masseskifting med lettemasser under topplaget (ca. 0,7 m). Foran landkaret skal terrenget nedplaneres ca. 0,5-2 m i skråningskantene.

Uk. fundament i akse 1 skal ligge på kote +122.8. Dette tilsvarer over 5 meter under eksisterende terreng. Totallast (SLS, tilnærmet permanent) under landkar (inkluderer vekten av landkaret, tilbakefylling over landkaret og trafikklaster) er ca. 5400 kN som er angitt av AFRY. Fundamentet har en størrelse på 7,3 m x 7,3 m, og dette tilsvarer ca. 101 kPa (5400 kN/7,3 m/7,3 m) total spenning under landkaret i permanent fase. Betongarbeid for landkaret i akse 1 skal ikke utføres før alt anleggsarbeid i akse 2 er ferdig. Anleggsfase er ikke mer kritisk enn permanent fase med tanke på lastforutsetninger.

Uk. fundament i akse 4 skal ligge på kote +120.3. Dette tilsvarer ca. 4,7 – 6,5 m under eksisterende terreng. Totallast under landkar er ca. 5800 kN. Fundamentet har en størrelse på 8 m x 8 m, og dette tilsvarer ca. 90 kPa (5800 kN/8 m/8 m) total spenning under landkaret i permanent fase.

Landkaret i akse 4 skal etableres i stor grad før alt betongarbeid ved akse 2 er utført. Lanseringsbanen i akse 4 skal ferdigstilles før alt betongarbeid og tilbakefylling i akse 2 blir utført. Vertikallast i den kritiske anleggsfasen er ca. 5000 kN. Dette tilsvarer ca. 80 kPa (5000 kN/8 m/8 m) total spenning under landkaret i anleggsfase.

I beregningene er det forutsatt nevnte laster i aksene. Landkarene er forutsatt å ligge grunnere (4,5 m for akse 1 og 4,7 – 5,2 m for akse 4 fra eksisterende terreng) enn beskrevet over. Forutsetningene for beregningene er derfor noe konservative.

## 5.2.2 Søylefundamenter og spunt

Søylefundamenter i akse 2 og akse 3 er forutsatt direktefundamentert. Fundamenter er oppgitt til å være 9 m x 15 m. Terrenget er hellende i disse to aksene, og fundamentene ligger ca. 2 - 7 m under eksisterende terreng. Tillegglaster er beregnet til ca. 50 kPa under fundament som er angitt av AFRY. Det skal graves 1 m under uk. fundament for masseskifting med sprengstein.

Byggegrøpene skal etableres med tradisjonelle rammede spunkasser. For akse 2 skal det graves ca. 3 m på den grunneste siden og ca. 7 m for den dypeste siden, og spunten har en lengde på 9-13 m. For akse 3 skal det graves ca. 3 m på den grunneste siden og ca. 9 m for den dypeste siden, og spunten har en lengde på 8-14 m. Detaljer er vist i *Modell 50-0137\_dok32 Underbygning og spunt, AFRY*.

I beregningene er det forutsatt 5 m utgraving på en side og 7 m utgraving for den andre siden for akse 2. For akse 3 er det forutsatt 5,5 m og 9,5 m. Spunten har en lengde på 9-13 m i akse 2 og 8-14 m i akse 3. Forutsetningene for beregningene er derfor konservative.

Uk. fundament av akse 2 ligger på kote 107,1, og uk. fundament av akse 3 ligger på kote 106,7. Det skal graves 1 m under fundament for masseskifting med sprengstein/ pukk. Det skal ikke graves særlig dypere enn den potensielle grunnvannstanden tolket ut fra poretrykksmålingene fra punkt G2 (2020-2021), punkt 4 (2013) og punkt 3 (2011). Basert på disse tolkningene skal det ikke rammes inn i det dype laget hvor det er tolket poreovertrykk (rundt kt. +90 og kt. 95 ift. målinger fra G2 i 2020-2021). Det er forutsatt at ramming av spunt ikke skal forverre stabiliteten av skråningen siden de massene i de øverste meterne dreneres relativt godt med innslag av finsandig innhold, og spuntene ikke skal penetreres inn i det dype laget hvor det kan være poreovertrykk. Det er derfor antatt

begrenset påvirkning av poretrykket ved ramming av spunten.

Mellom akse 2 og 3 er det etableres motfylling fra akse 2 og over dalbunnen. I beregningen er det lagt til grunn tilleggslast i akse 3 i permanentfase. Det er ikke regnet med tilleggslast i akse 2. Forutsetningene er konservative siden tilleggslast i akse 2 ville kunne øke sikkerhetsfaktoren.

### 5.3 Lokalstabilitetsberegninger og -vurderinger

Det er utført beregninger av lokalstabilitet for begge dalsider:

Tabell 6 Resultat for lokalstabilitet

LOKALSTABILITET	Totalspenningsanalyse		Effektivspenningsanalyse	
	Vestsiden	Østsiden	Vestsiden	Østsiden
Dagens tilstand	1,17	1,22	1,32	1,55
Anleggsfase	*	1,40	*	1,96
Permanent fase	1,41	1,40	1,50	2,07

\* Grunne bruddflater som går gjennom spunten er ikke realistisk, og sikkerheten ivaretas av spunten. Dype bruddflater er vurdert som områdestabilitet, se Tabell 7.

Beregninger viser at det er behov for 2,5 m motfylling i dalbunnen og ca. 1-1,5 m motfylling fra dalbunnen til akse 2. Motfyllingen er påkrevd for både anleggsfase og permanentfase. I tillegg er det forutsatt nedplanering på topp av skråningene og masseskifting med lette masser under fremtidig veifylling bak landkarene for å oppnå tilfredstillende sikkerhet. Omfanget av tiltaket er vist i tegning 115-118.

Utlekking av motfylling kan medføre poreovertrykksoppbygging i dalbunnen. I beregningene er det forutsatt 20-50 kPa poreovertrykk fra eksisterende grunnvannsnivå i anleggsfase. Poreovertrykket jevnes ut i de øverste 5 meterne.

Påvirkning fra ramming av spunten er vurdert å være begrenset basert på dagens forutsetninger, dvs at det ikke skal rammes til det dype laget hvor det er poreovertrykk. Massene i de øverste meterne dreneres relativt godt pga. innslag av finsandig innhold, og det bør ikke bygges opp noe betydelig poreovertrykk.

Det er angitt restriksjoner i anleggsrekkefølge som er beskrevet i kap. 6.

### 5.4 Områdestabilitetsvurderinger

Det er påvist sprøbruddmateriale på vestre dalsiden. Det er ikke påviskt sprøbruddmateriale på østsiden av dalen.

Det er utført beregninger for å dokumentere områdestabilitet for vestre dalside. Resultatene viser at kravet til områdestabilitet er oppfylt ift. kravet fra NVEs veileder 7/2014 for både tiltakskategori K2



og tiltakskategori K3 ved middels faregrad.

Tabell 7 Resultat for områdestabilitet

<b>OMRÅDESTABILITET</b>	<b>Totalspenningsanalyse</b>	<b>Effektivspenningsanalyse</b>
Dagens tilstand	1,04	1,20
Anleggsfase	1,26	1,43
Permanent fase	1,20	1,54
Krav til områdestabilitet for tiltakskategori K3 og middels faregrad (gjelder også K2)	Prosentvis forbedring hvis sikkerhetsfaktor $F < 1.2$	Ikke forverring hvis sikkerhetsfaktor $F \geq 1.2$
Krav til prosentvis forbedring for tiltakskategori K3 og middels faregrad	9%	/
Oppnådd prosentvis forbedring	21% i anleggsfase og 15% i permanent fase	/

## 6 FREMTIDIG ARBEID OG REKKEFØLGEKRAV

Det er per i dag installert elektriske poretrykksmålere med fjernavlesning nedenfor akse 3 og på topp av østre skråning nær akse 4. Nå som fundamenteringsløsningene og -dimensjonene i aksene er klare og skal det installeres tilsvarende poretrykksmålere også ved akse 1 og 2, samt eventuelt supplere målerne i akse 3 og 4 dersom dagens plassering kommer i konflikt med planlagte tiltak.

**Poretrykksmålerne må installeres i god tid før oppstart av anleggsarbeider for å etablere best mulig kontroll på forutsetningene i prosjekteringene, slik som at byggegrøper kan etableres relativt tørt og at spunt ikke skal rammes i dypere lag med poreovertrykk.**

**Omfanget av poretrykksmålerne er angitt i TEG-115. Akseptkriterier for poretrykksnivåer etableres etter at poretrykksmålinger er etablert.** Om poretrykksmålinger viser mer kritiske forhold enn definert av akseptkriteriene må tiltak vurderes. Tiltak kan f.eks være at det utføres prøveramming tidlig, settes restriksjoner i anleggsarbeid med hensyn til frekvens av rammingarbeid. Alternativt kan spunten etableres som boret rørsput.

**Det må settes ut deformasjonsmålere eller måles inn fastpunkter på jernbanen og John Aaes veg i god tid før anleggsarbeid starter.** Akseptkriterier for deformasjoner må utarbeides før oppstart, samt plan for tiltak dersom akseptkriteriene overstiges. Dette kan f.eks være oppukking av spor. Detaljer angående målingsinstruksjoner angis av AFRY.

**Anleggsarbeid må startes med nedplanering på topp av skråningene og utlegging av motfylling i dalbunnen.** Disse to arbeidene kan gjennomføres parallelt.

**Det er forutsatt at terrenget må omarbeides for å etablere anleggsveien for akse 3. Foreløpig er det antatt at det skal graves maks. ca. 1,5 m dybde fra eksisterende terreng.** Om det er behov for et større omfang av graving, må geoteknisk vurdering oppdateres med hensyn til stabilitet.

**Landkaret med lanseringsbanen i akse 4 kan gjennomføres før alt betongarbeid og tilbakefylling i akse 3 blir utført.**

**Anleggsarbeid i akse 2 må ferdigstilles før arbeidet i akse 1 kunne gjennomføres. Dette inkluderer tilbakefylling over søylefundamentene tilsvarende dagens terreng.** Det betyr at etter at nedplanering i akse 1 er gjennomført, kan man ikke jobbe videre med støping av landkaret i akse 1 før anleggsarbeid i akse 2 er ferdig.

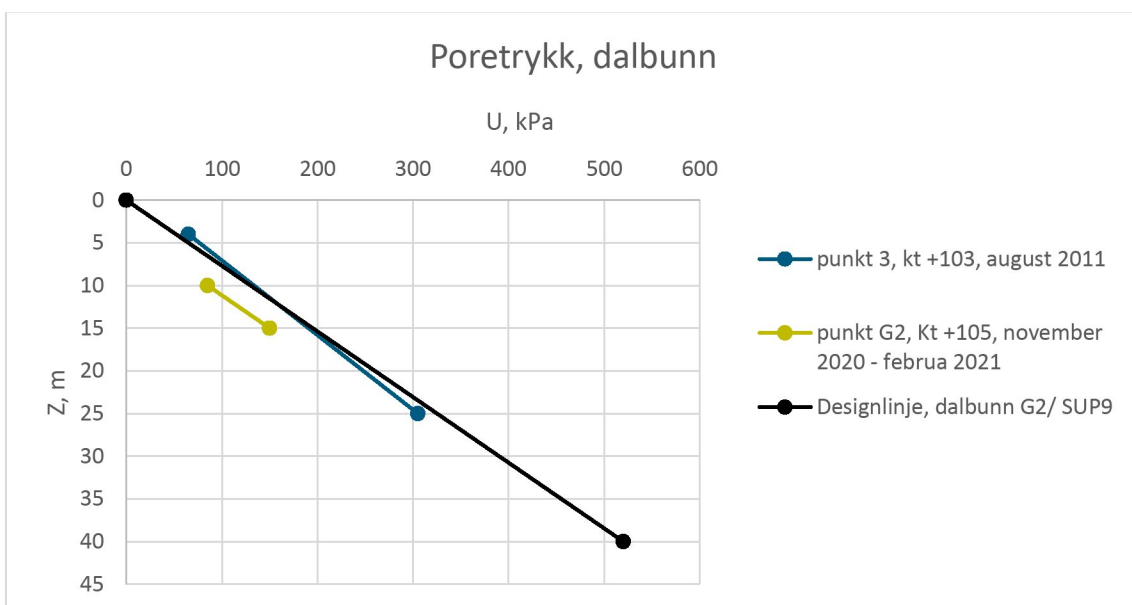
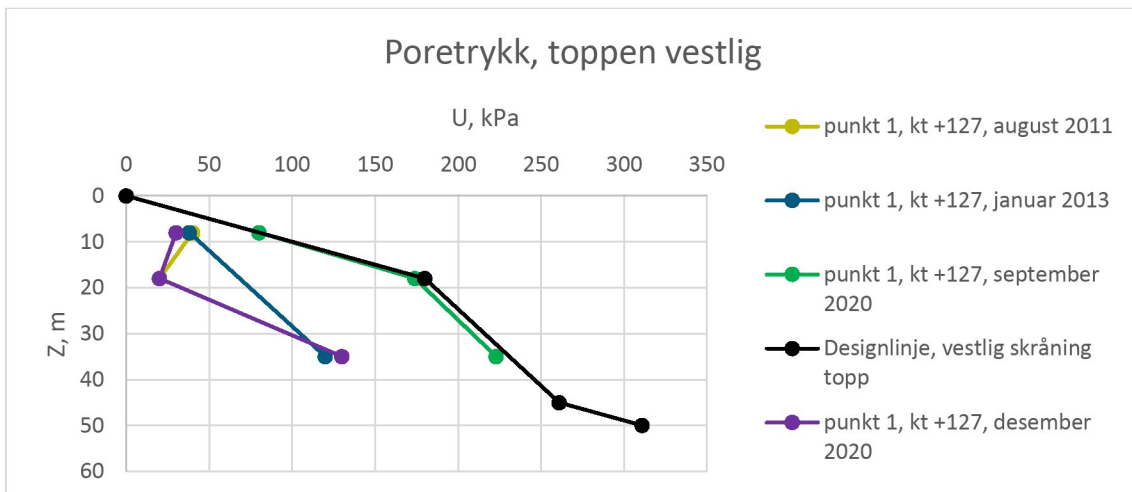
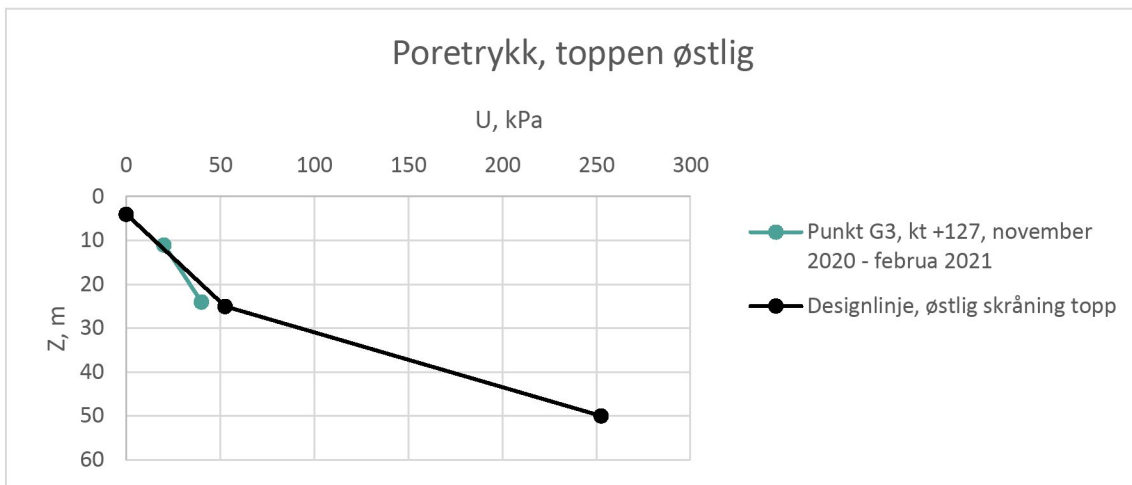
**Fremtidige veifyllinger på begge sider skal kompenseres med lette masser. Fremtidig tilbakefylling foran landkarene spesifiseres av AFRY.**

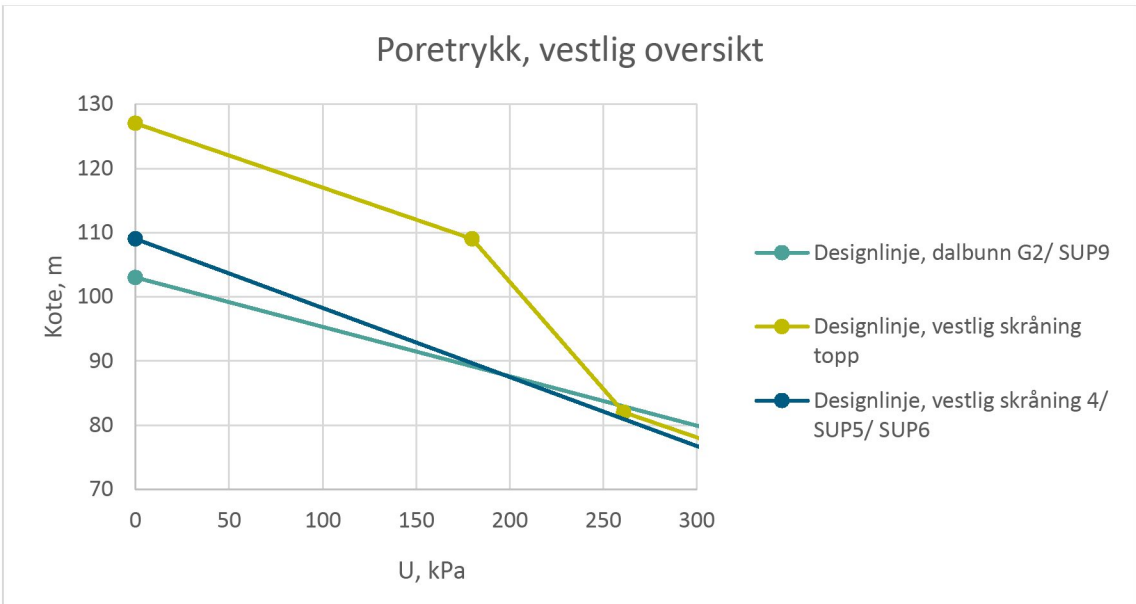
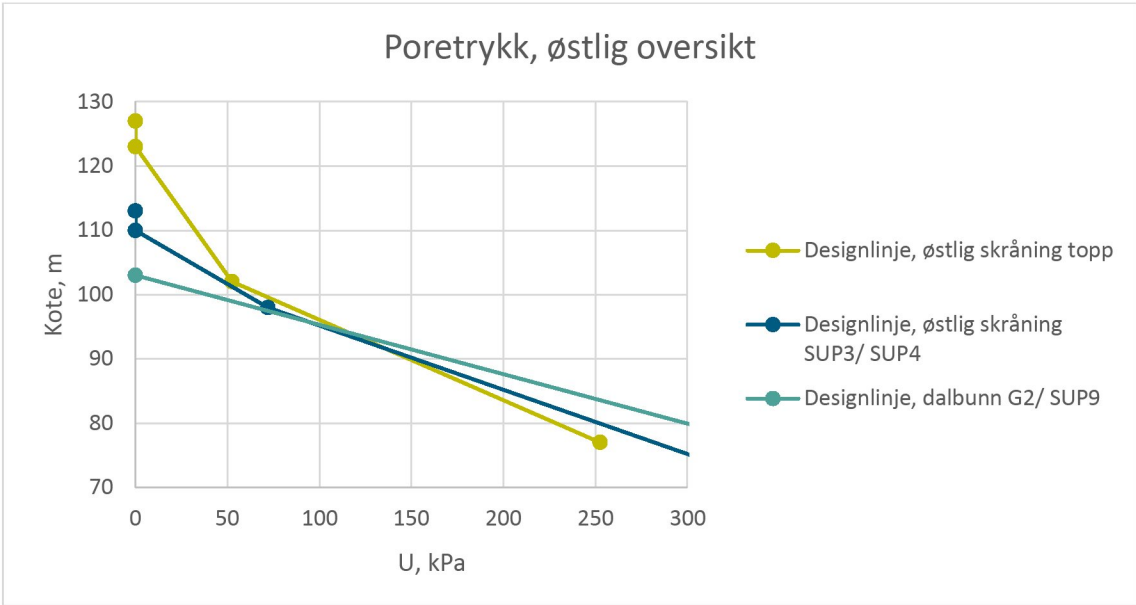
Omfanget av nevnte tiltak (nedplanering, motfylling og lette masser) er vist i tegninger TEG 115-118.

## REFERANSELISTE

- [1] Multiconsult AS, 415556-RIG-NOT-003 Gang- og sykkelbru Bjørndalen. Vurdering av områdestabilitet og gjennomførbarhet., 30.01.2017.
- [2] Multiconsult AS, 415556-RIG-NOT-006 Gang- og sykkelbru Bjørndalen. Oppdatert vurdering av område- og lokalstabilitet, 26.04.2018.
- [3] NS-EN 1990-1:2002 A1:2005 NA:2016 (Eurocode 0).
- [4] Rambøll, G-rap-001 Bjørndalsbrua. Datarapport fra grunnundersøkelse., 11.01.2021.
- [5] Trondheim kommune, R.1507 Bjørndalen Ny gang og sykkelveg. Grunnundersøkelser. Datarapport., 24.10.2011.
- [6] Trondheim kommune, R.1507-2 Ny gang og sykkelbru Bjørndalen. Grunnundersøkelse. Datarapport., 06.02.2013.
- [7] Multiconsult AS, 415556-RIG-RAP-002 Gang- og sykkelbru Bjørndalen. Datarapport geotekniske grunnundersøkelser., 27.04.2018.
- [8] NIFS, «Rapport nr. 14/2014 En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» 2014.
- [9] *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*, Standard Norge.
- [10] «NS-EN 1991-1:2002 NA:2019 (Eurokode 1)».
- [11] NS-EN 1997-1:2004 A1:2013 NA:2016 (Eurokode 7).
- [12] NS-EN 1998-1:2004 A1:2013 NA:2014 (Eurokode 8).
- [13] Norsk Geoteknisk Forening, Peleveiledningen 2019, 2019.
- [14] NVE, «Retningslinje nr. 2/2011 "Flam- og skredfare i arealplanar",» 2011.
- [15] SAK 10: Veiledning om byggesak.
- [16] NVE, Sikkerhet om kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddsegenskaper 7/2014, 2014.
- [17] TEK 17: Veiledning om tekniske krav til byggverk.
- [18] NGF, «Veiledning for prøvetaking,» 2013.

## VEDLEGG A: DESIGNPROFIL FOR PORETRYKK





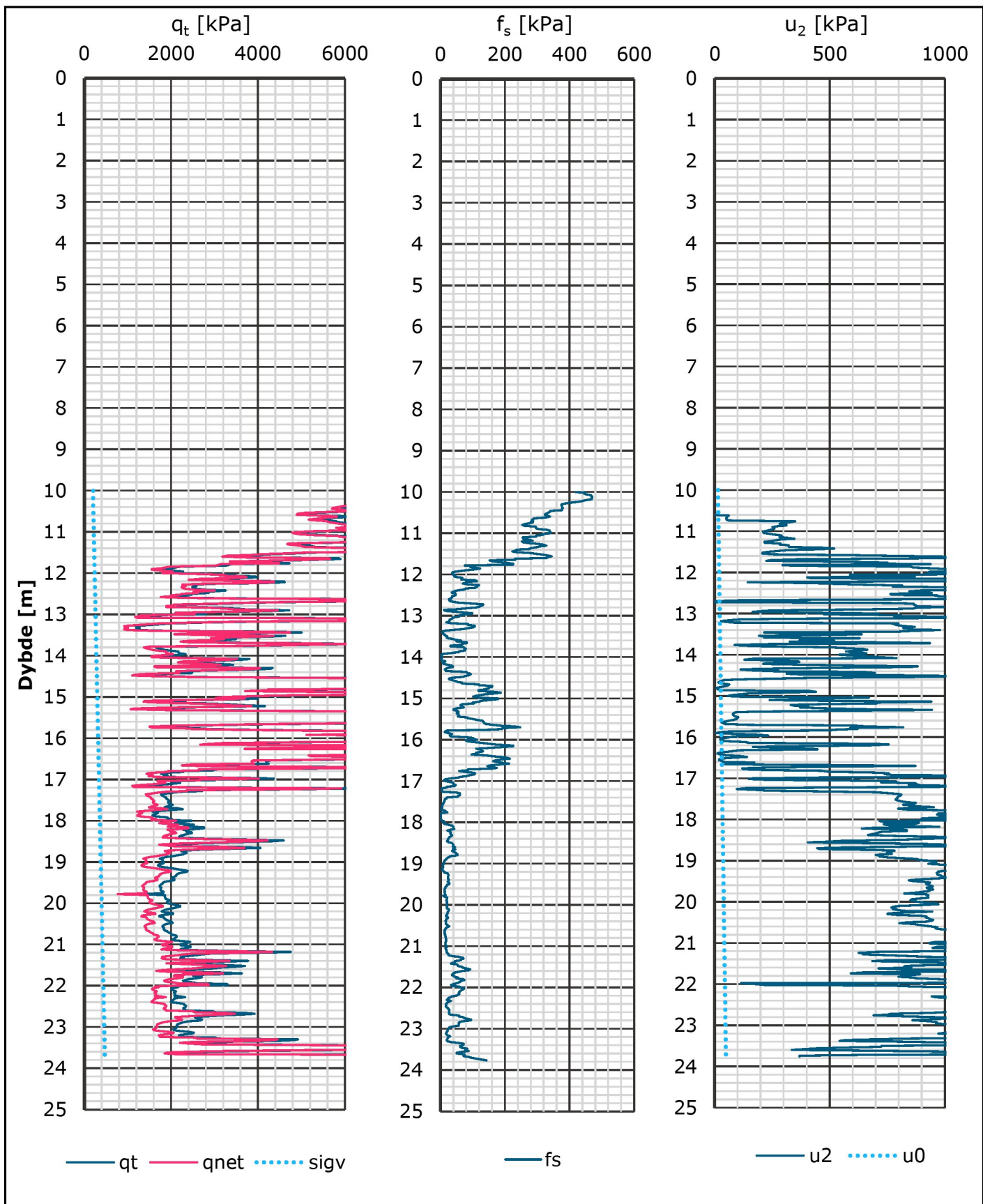



---

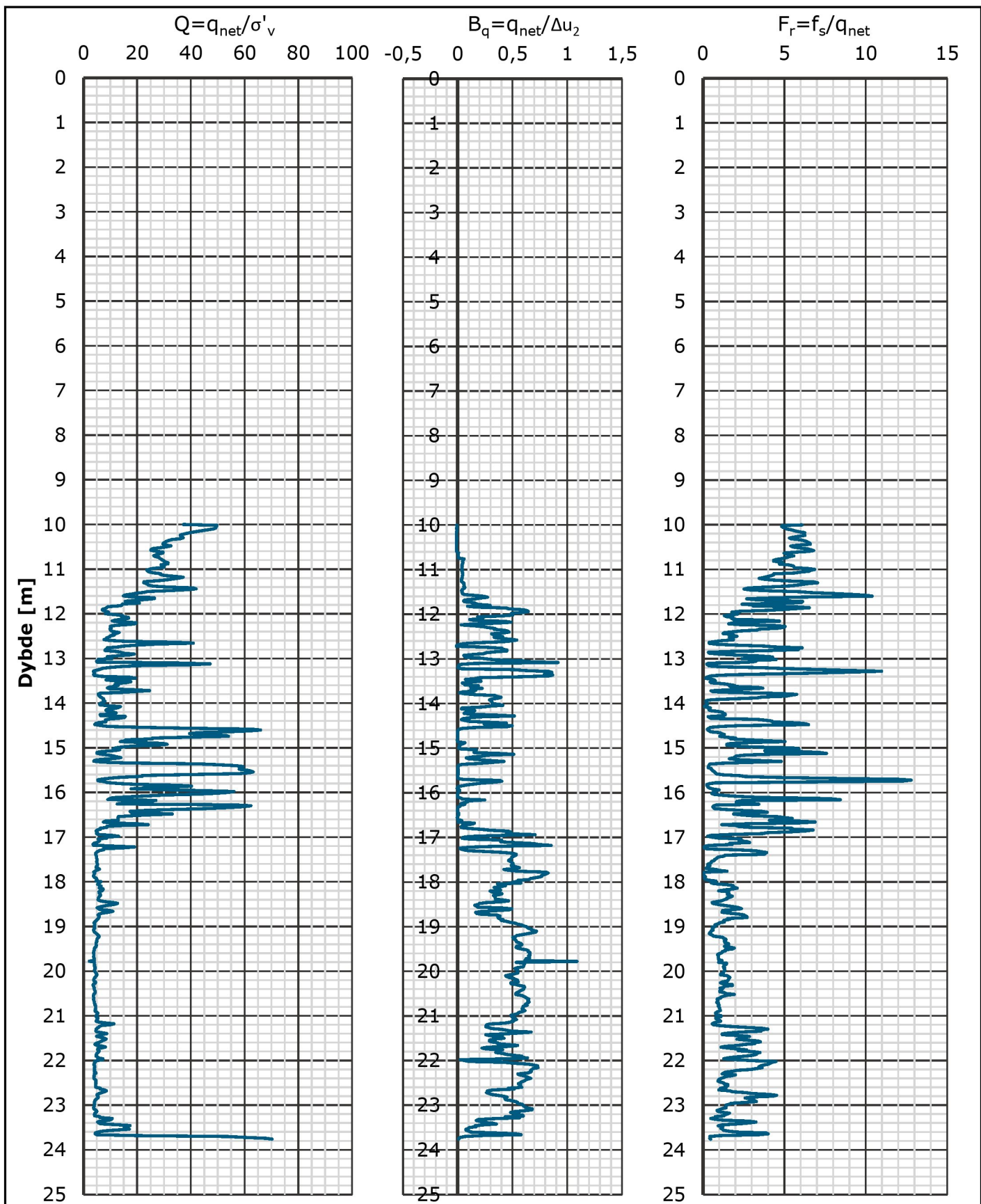
**VEDLEGG B: TOLKNING AV CPTU-SONDERINGENE OG DESIGNPROFIL  
FOR UDRENERT SKJÆRFASTHET (C-PROFIL)**


---





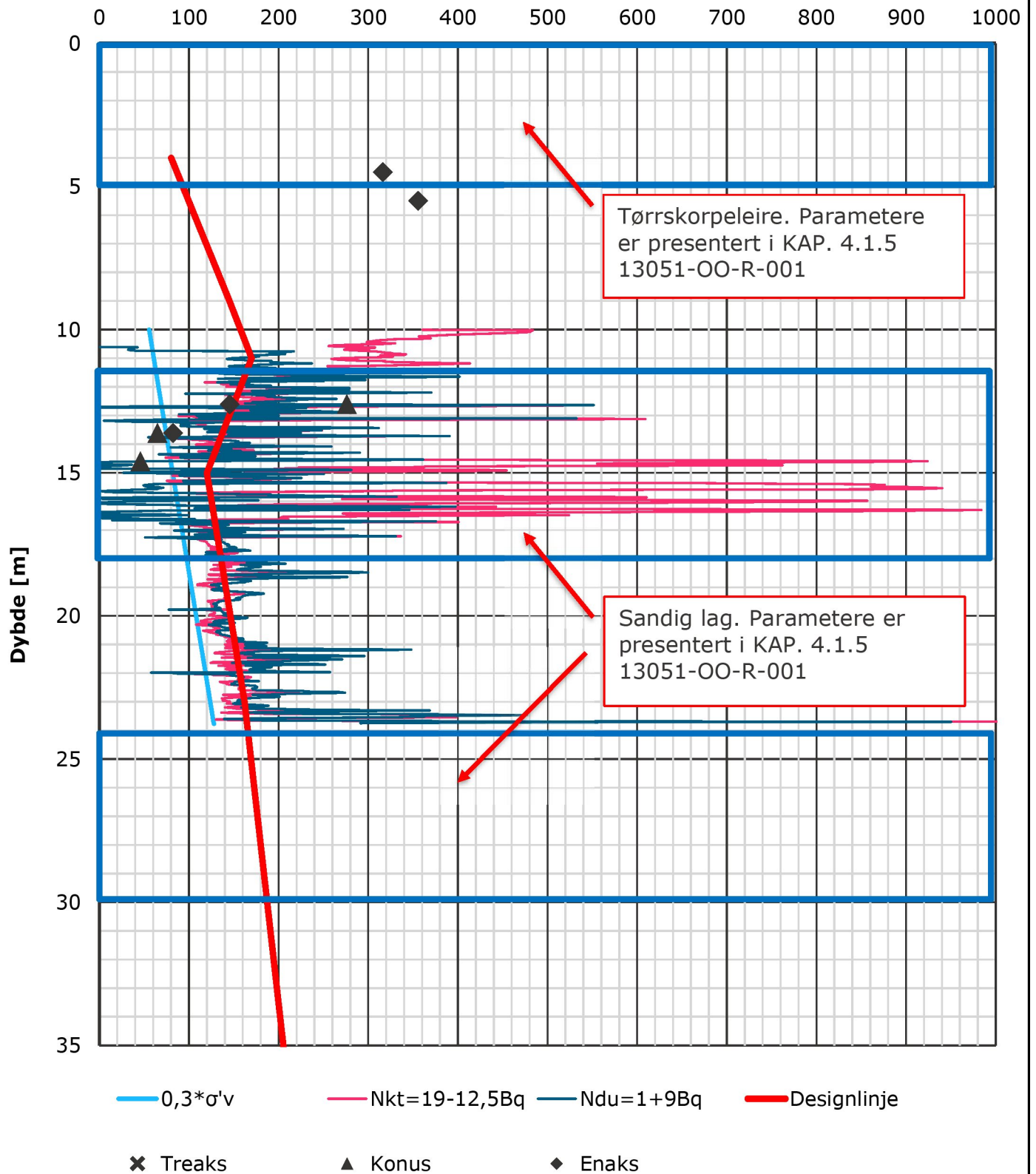
<b>CPTU målinger med in situ spenninger</b>		Sondert dato	18.09.2020	Borpunkt	<b>SUP1</b>	
		Sonde nr.	4224			
OPPDRAG NR.	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>			DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>			TEGN.	CFD
 <b>DR. TECHN. OLAV OLSEN</b>					KONTR.	MYA
					GODKJ.	MGB
					TEGNING NR.	<b>201 (1)</b>
Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no						




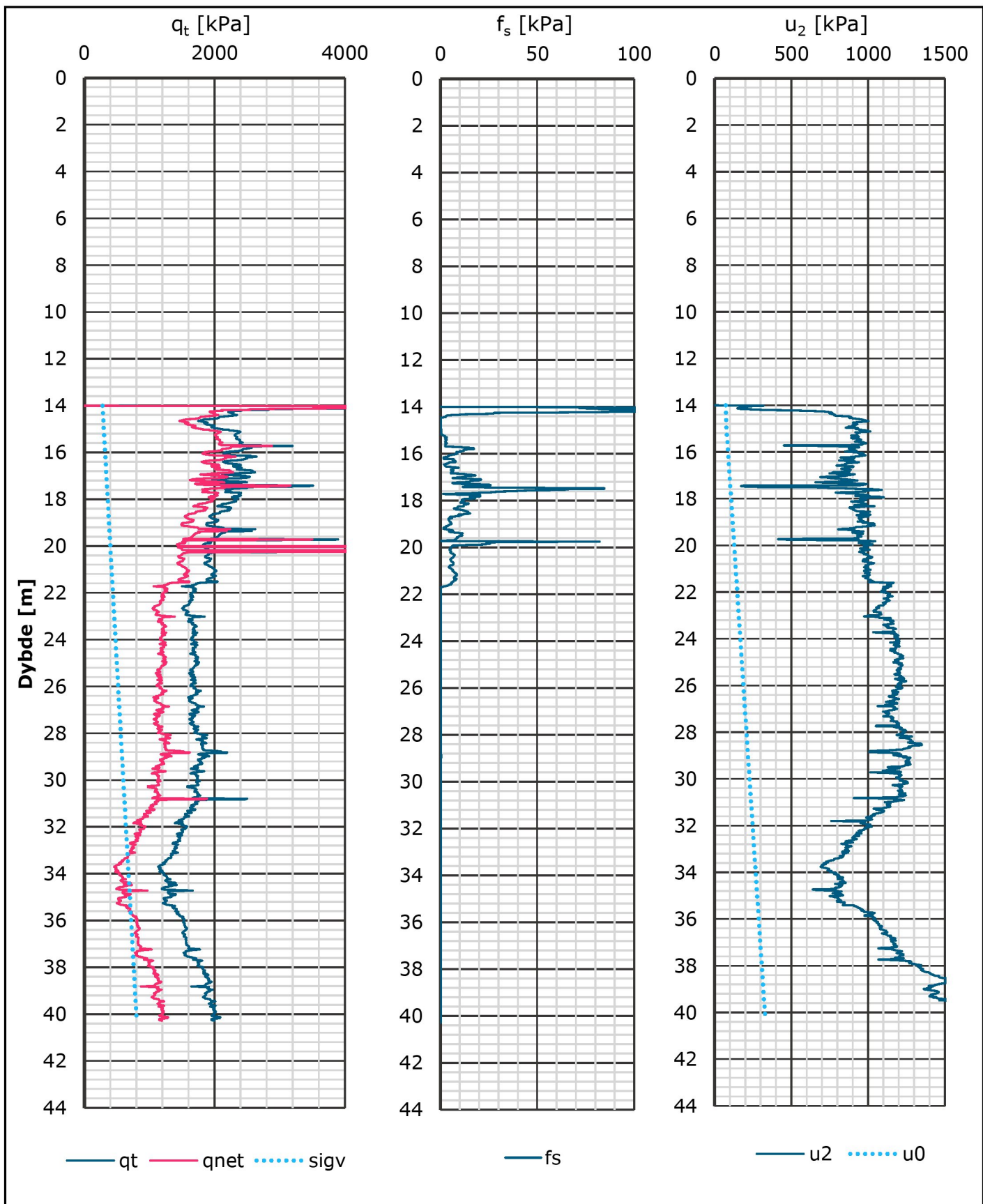
<b>Normaliserte CPTU målinger</b>		Sondert dato	18.09.2020	Borpunkt	<b>SUP1</b>
		Sonde nr.	4224		
OPPDRAG NR.	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
 <b>DR. TECHN. OLAV OLSEN</b> Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>201 (2)</b>




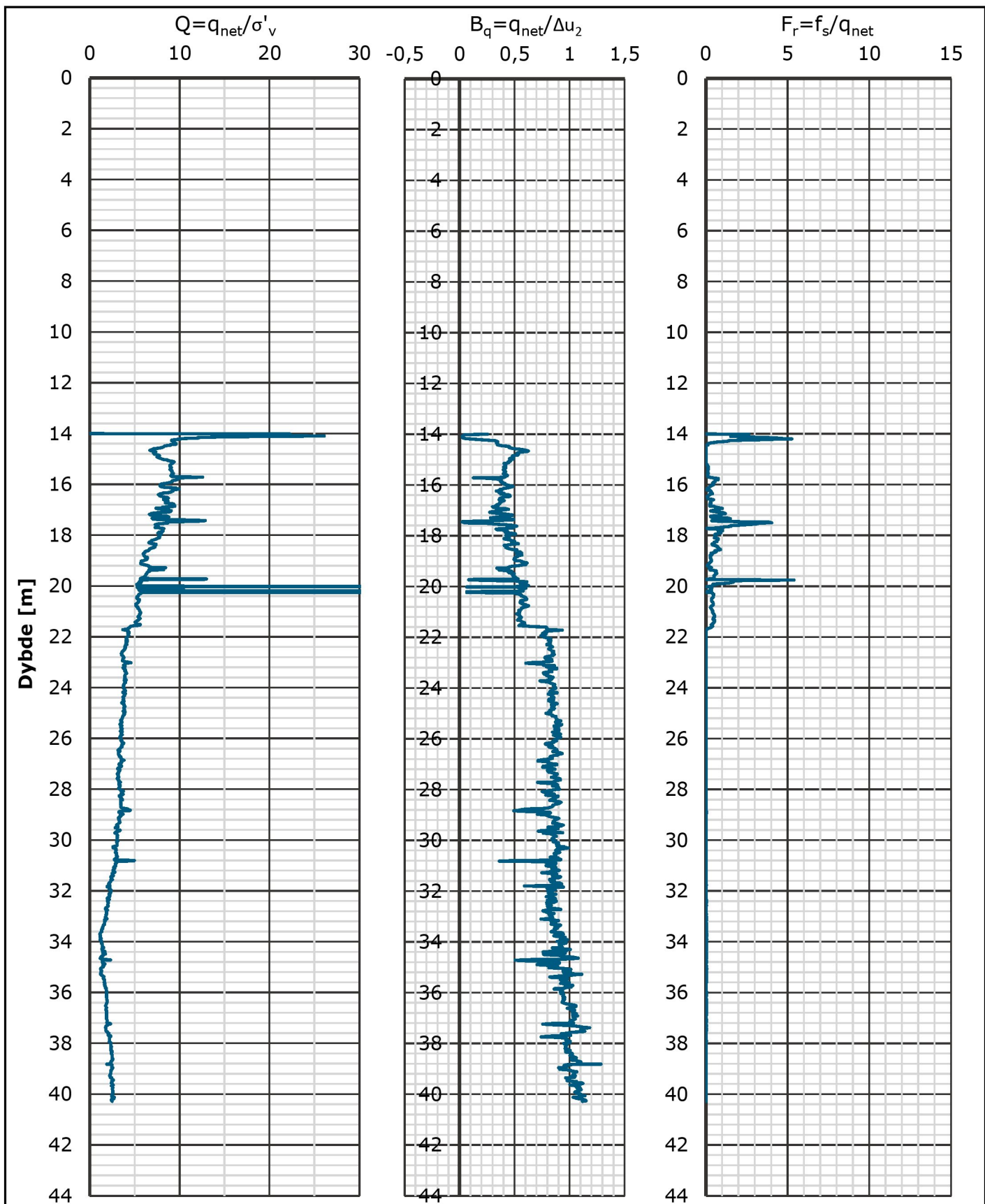
# Udrenert aktiv skjærfasthet, $s_u$ [kPa]




<b>Tolkning av udrenert skjærfasthet</b>		Sondert dato	18.09.2020	Borpunkt	<b>SUP1</b>
		Sonde nr.	4224		
OPPDRAG NR. <b>13051</b>	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>201 (3)</b>
Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no					

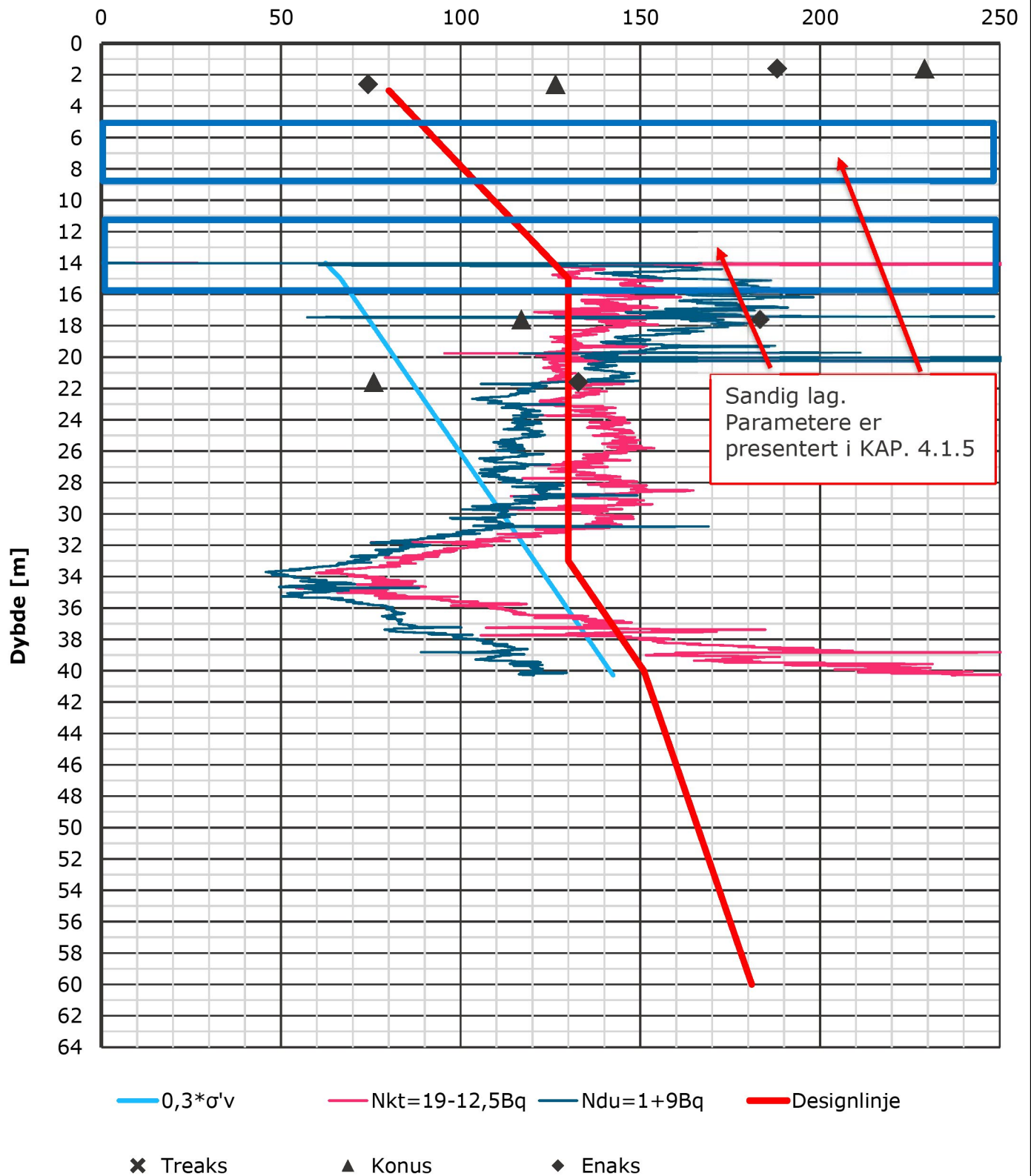



<b>CPTU målinger med in situ spenninger</b>		Sondert dato	22.10.2020	Borpunkt	<b>SUP4</b>
		Sonde nr.	4224		
OPPDRAG NR.	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>202 (1)</b>
Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no					



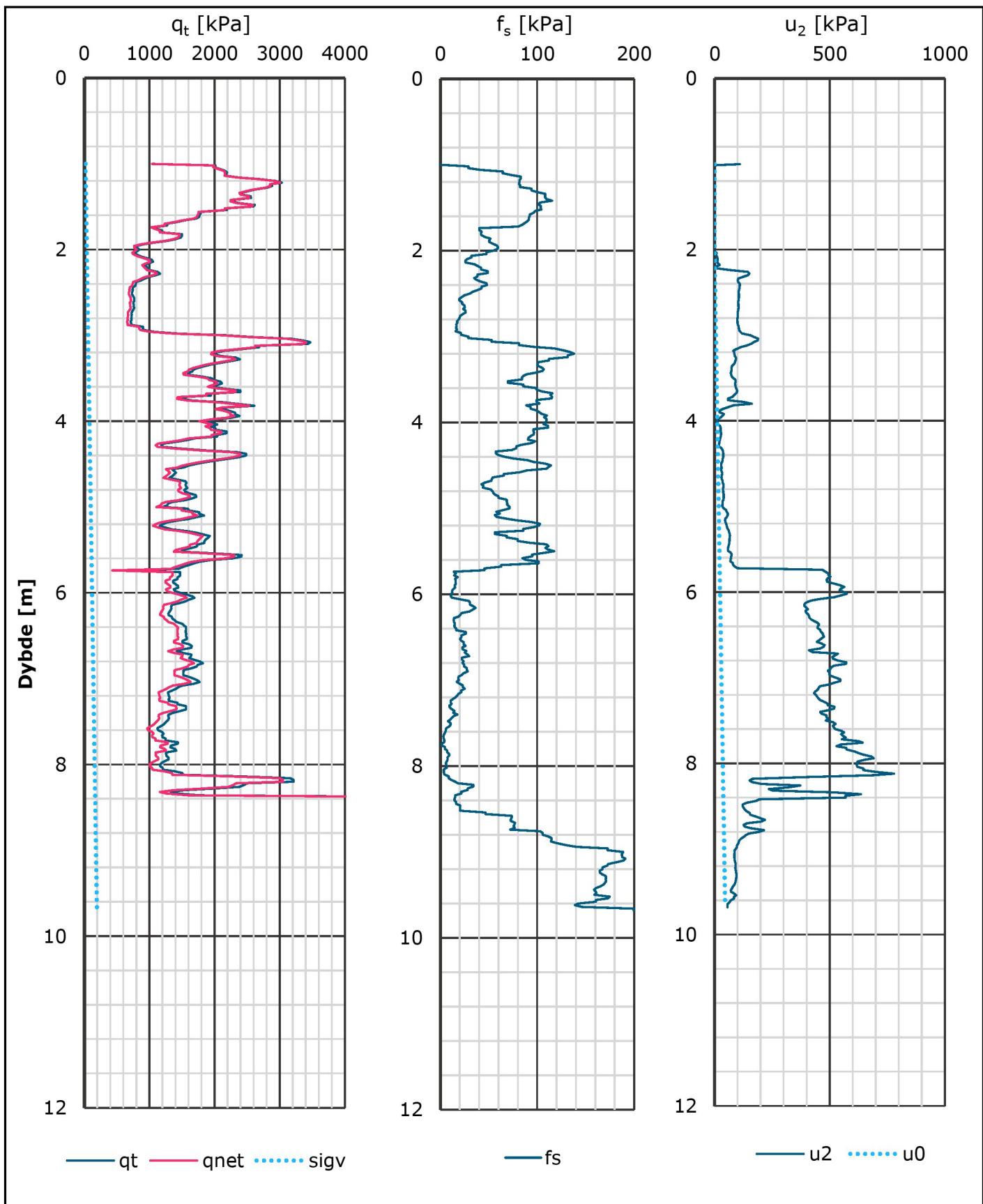
<b>Normaliserte CPTU målinger</b>		Sondert dato	22.10.2020	Borpunkt	<b>SUP4</b>
		Sonde nr.	4224		
OPPDRAG NR.	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
 <b>DR. TECHN. OLAV OLSEN</b> Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>202 (2)</b>


# Udrenert aktiv skjærfasthet, $s_u$ [kPa]

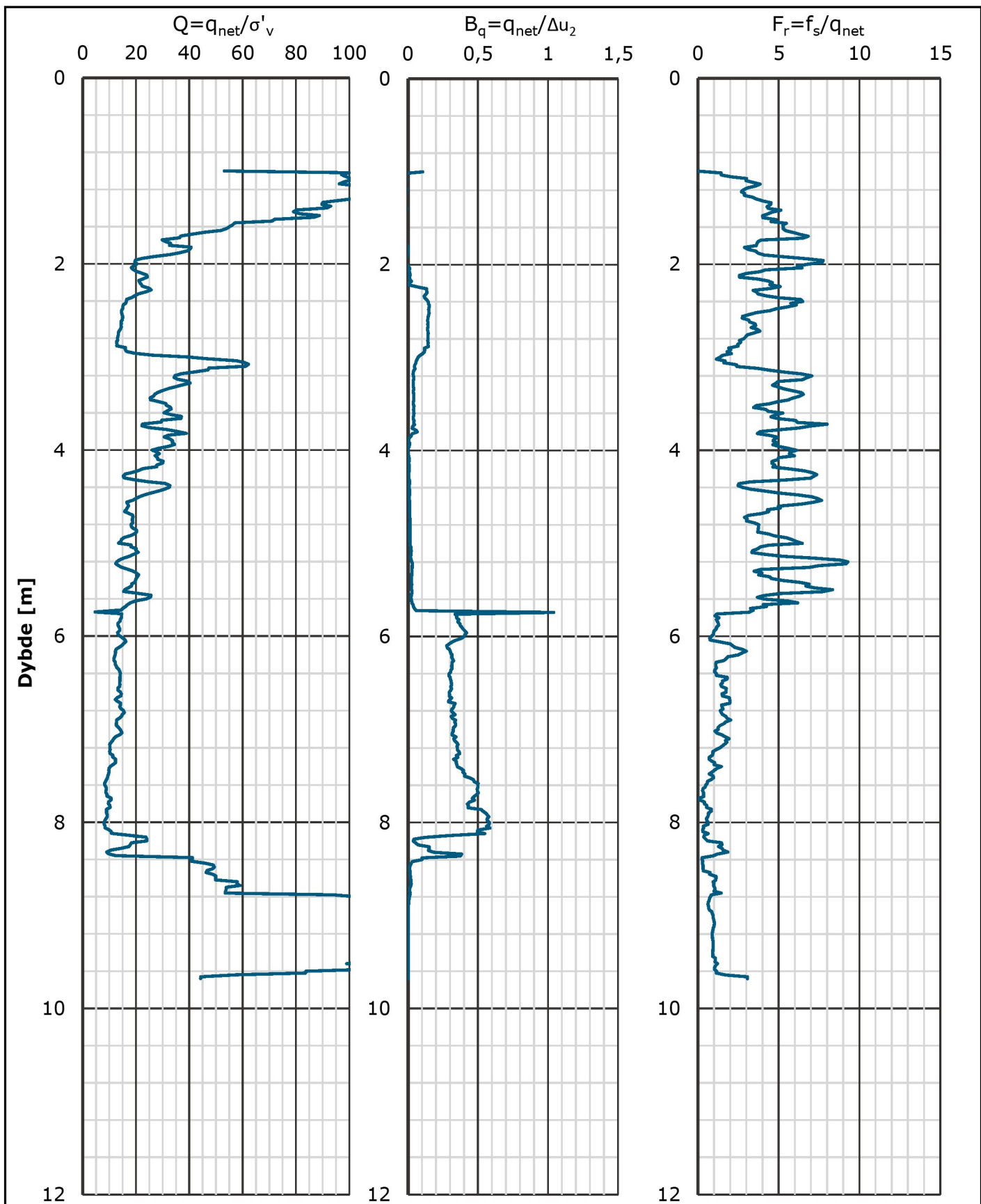



<b>Tolkning av udrenert skjærfasthet</b>		Sondert dato	22.10.2020	Borpunkt	<b>SUP4</b>
		Sonde nr.	4224		
OPPDRAG NR.	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>202 (3)</b>
Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no					



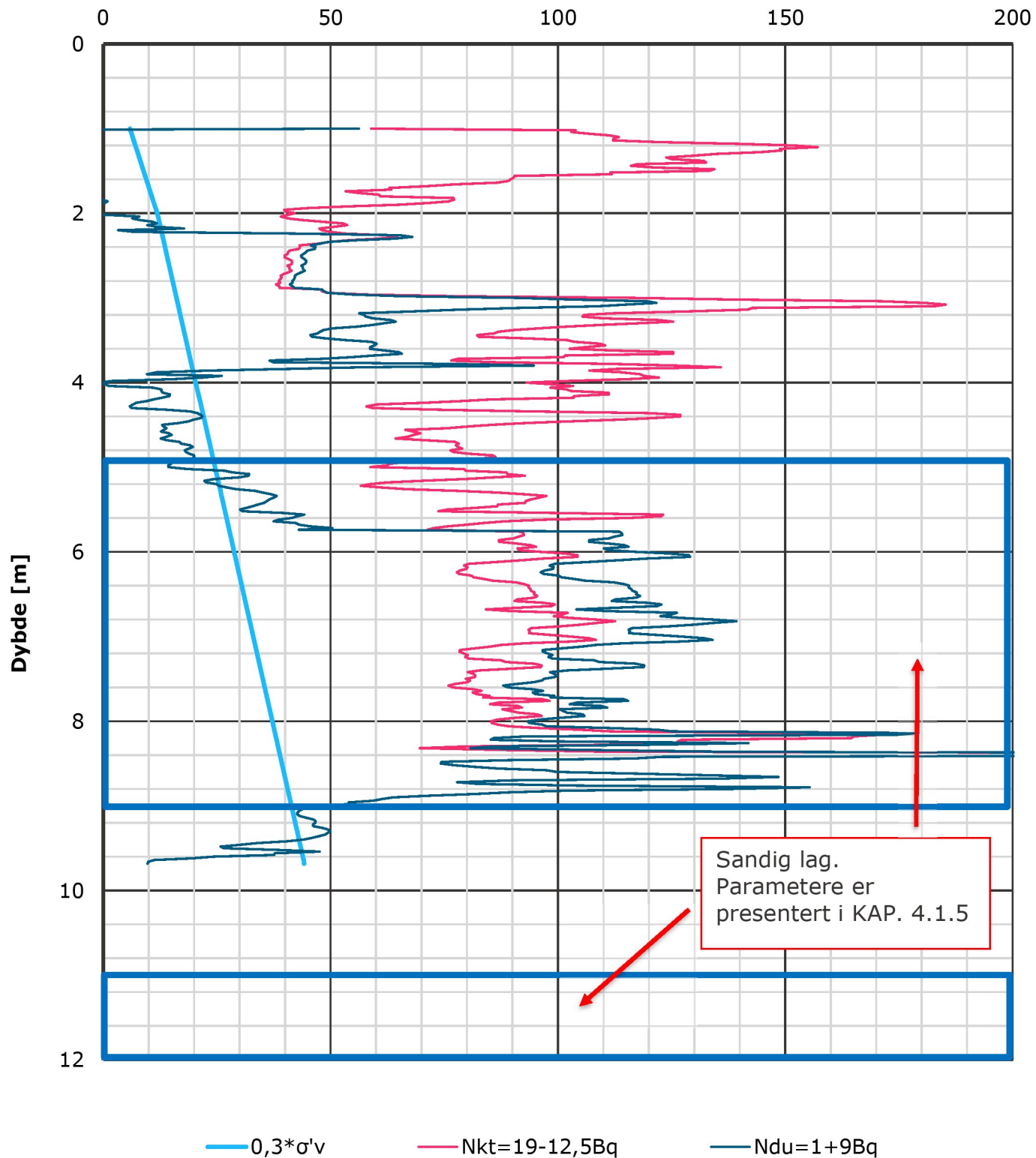



<b>CPTU målinger med in situ spenninger</b>		Sondert dato	22.10.2020	Borpunkt	<b>SUP4a</b>	
		Sonde nr.	4224			
OPPDRAG NR.	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>			DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>			TEGN.	CFD
 <b>DR. TECHN. OLAV OLSEN</b> Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no					KONTR.	MYA
					GODKJ.	MGB
					TEGNING NR.	<b>203 (1)</b>

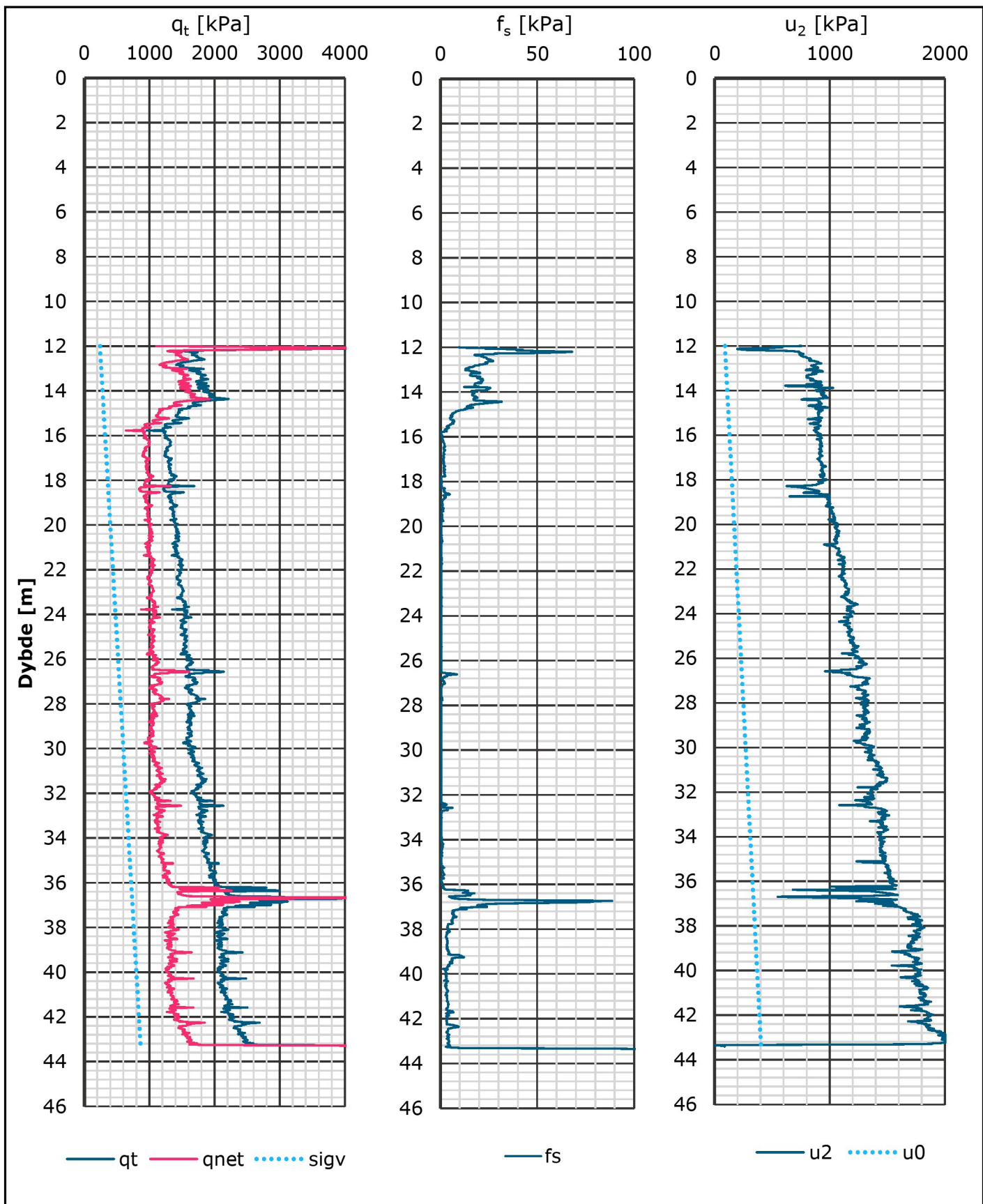



<b>Normaliserte CPTU målinger</b>		Sondert dato	22.10.2020	Borpunkt	<b>SUP4a</b>
		Sonde nr.	4224		
OPPDRAG NR.	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>203 (2)</b>
Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no					

# Udrenert aktiv skjærfasthet, $s_u$ [kPa]

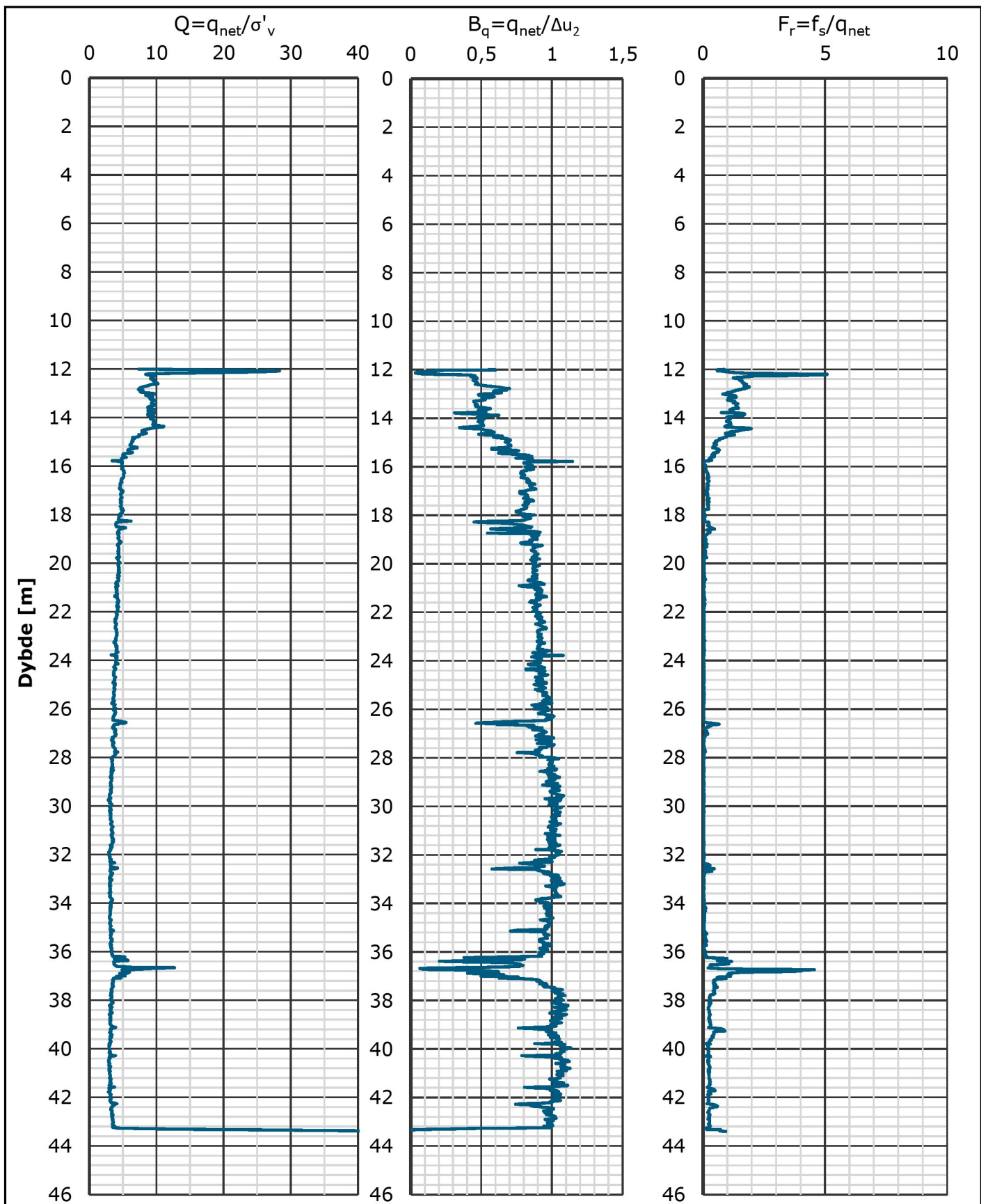



<b>Tolkning av udrenert skjærfasthet</b>		Sondert dato	22.10.2020	Borpunkt	<b>SUP4a</b>
		Sonde nr.	4224		
OPPDRAG NR.	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>203 (3)</b>
Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no					



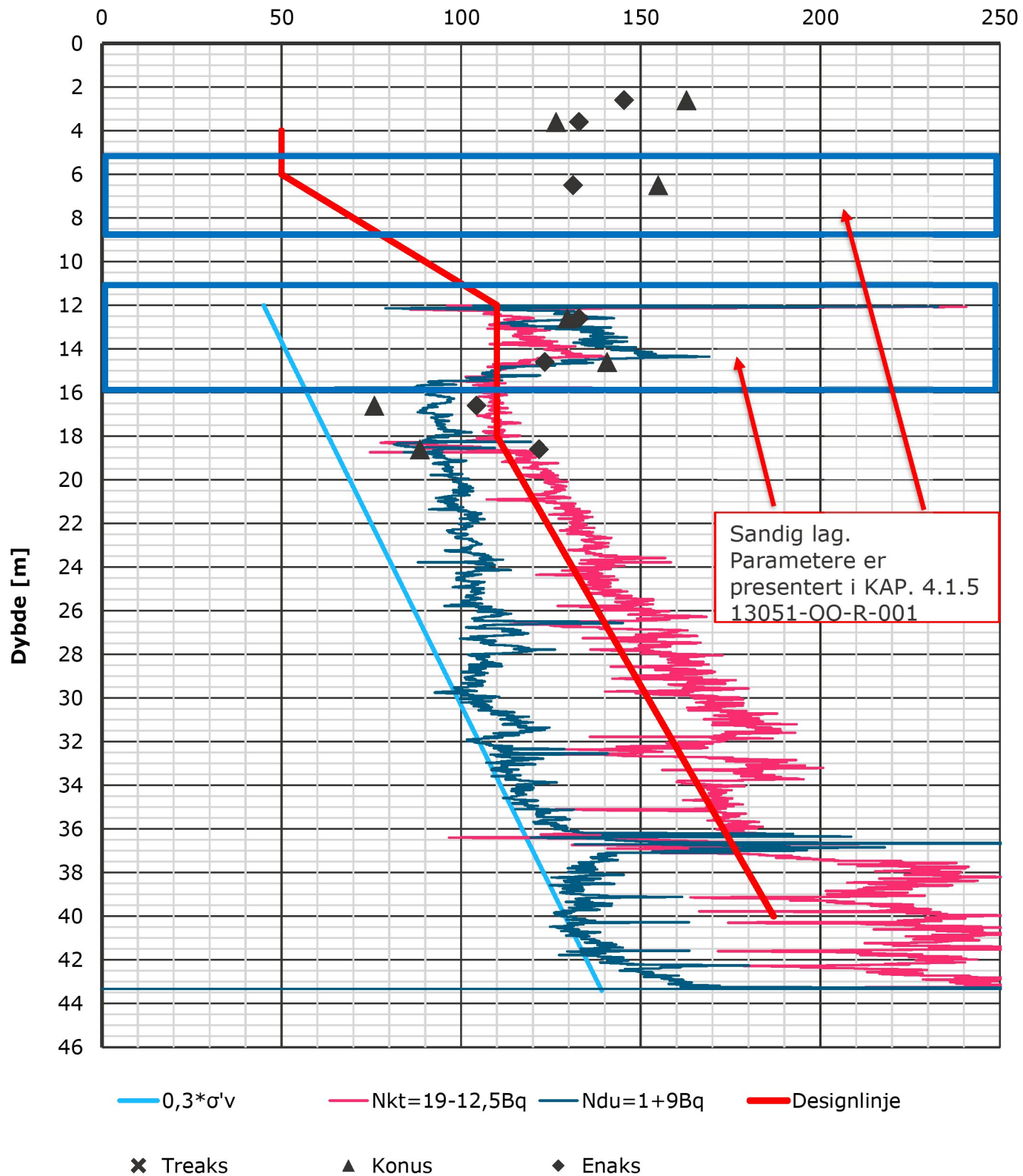
<b>CPTU målinger med in situ spenninger</b>		Sondert dato	28.10.2020	Borpunkt	<b>SUP5</b>
		Sonde nr.	4224		
OPPDRAG NR.	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>204 (1)</b>
Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no					




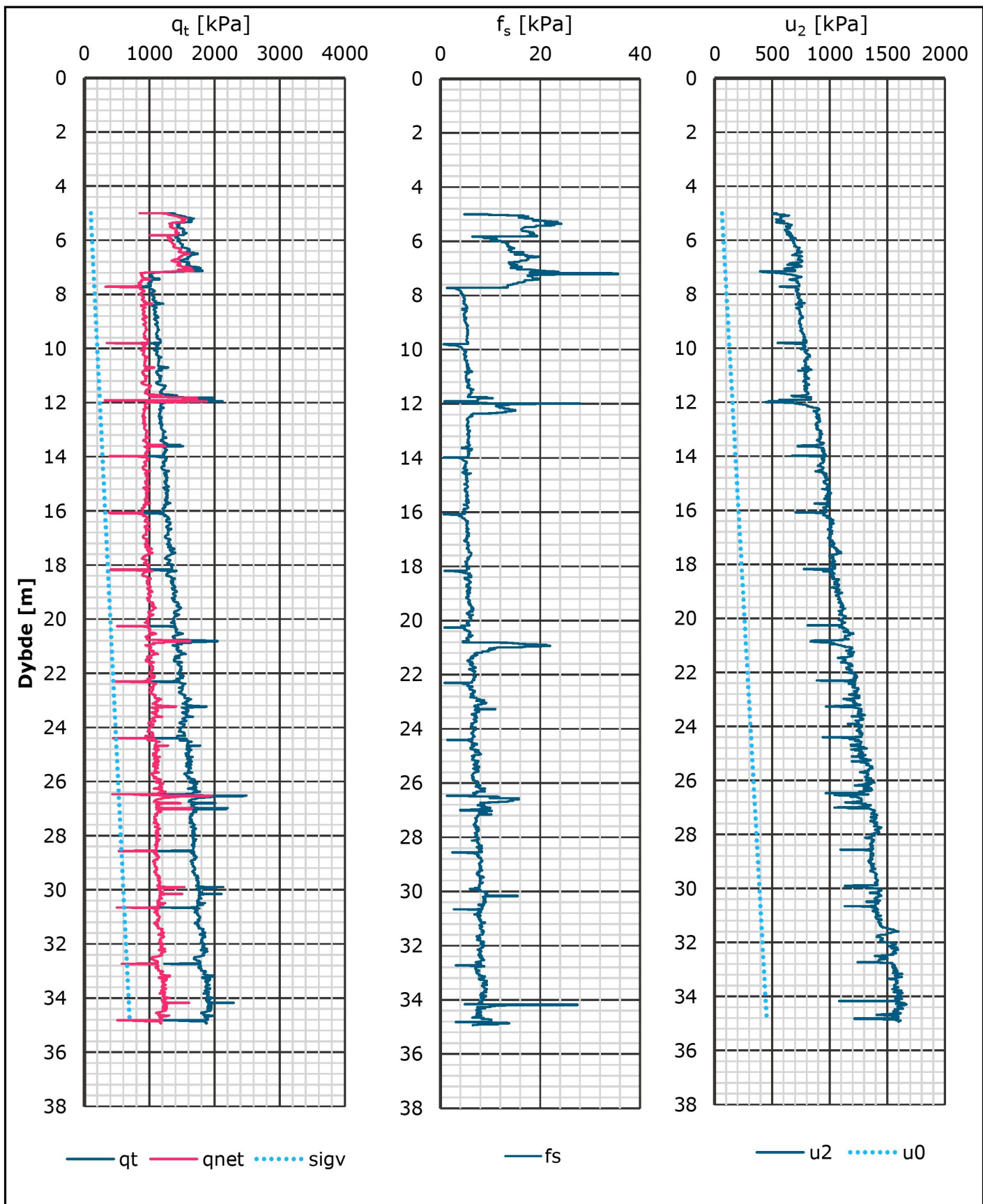



<b>Normaliserte CPTU målinger</b>		Sondert dato	28.10.2020	Borpunkt	<b>SUP5</b>
		Sonde nr.	4224		
OPPDRAG NR.	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
 <b>DR. TECHN. OLAV OLSEN</b> Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>204 (2)</b>

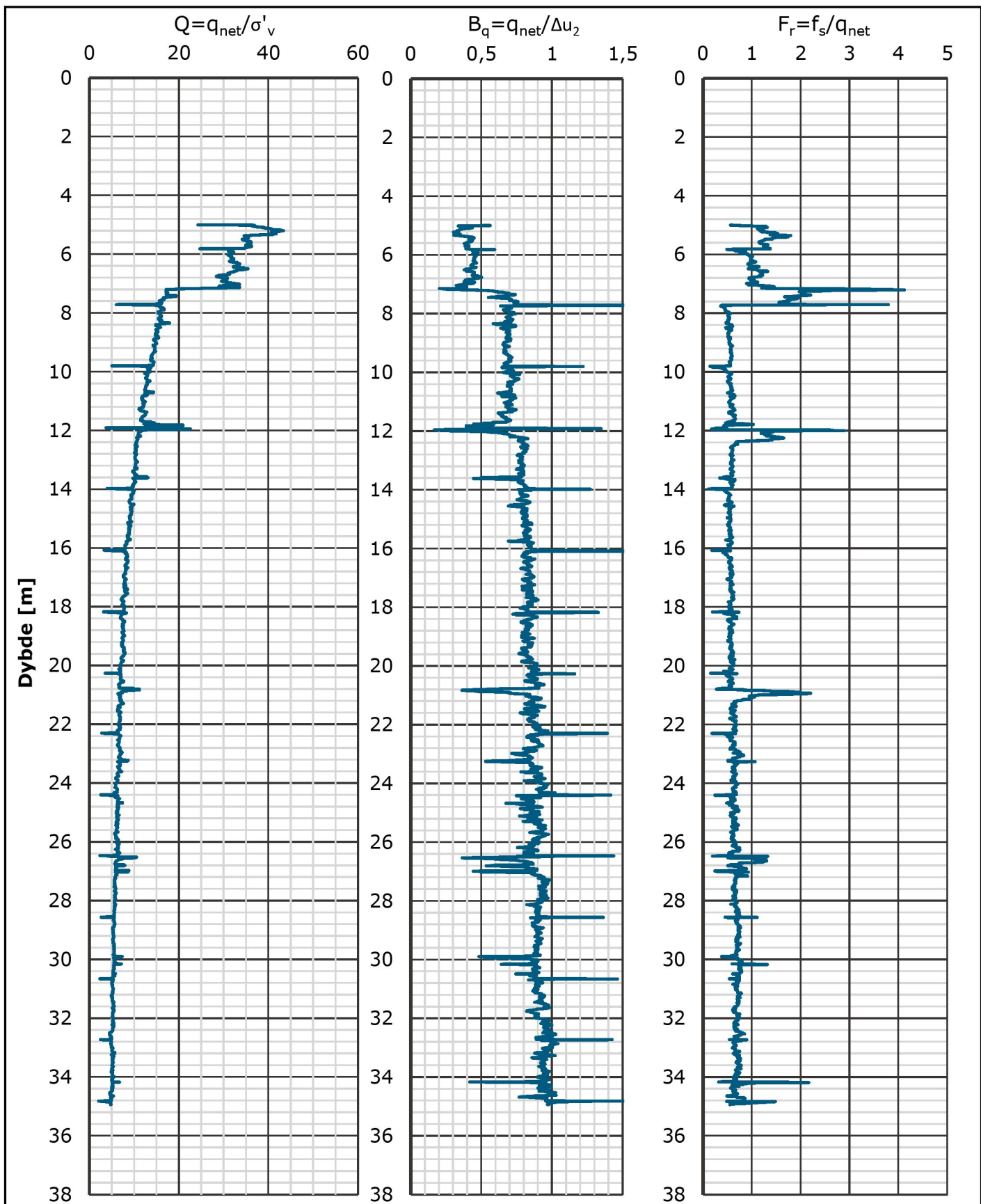
# Udrenert aktiv skjærfasthet, $s_u$ [kPa]




<b>Tolkning av udrenert skjærfasthet</b>		Sondert dato	28.10.2020	Borpunkt	<b>SUP5</b>	
		Sonde nr.	4224			
OPPDRAG NR. <b>13051</b>	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>			DATO	05.03.2021
	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>			TEGN.	CFD
				KONTR.	MYA	
				GODKJ.	MGB	
				TEGNING NR.	<b>204 (3)</b>	
Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no						



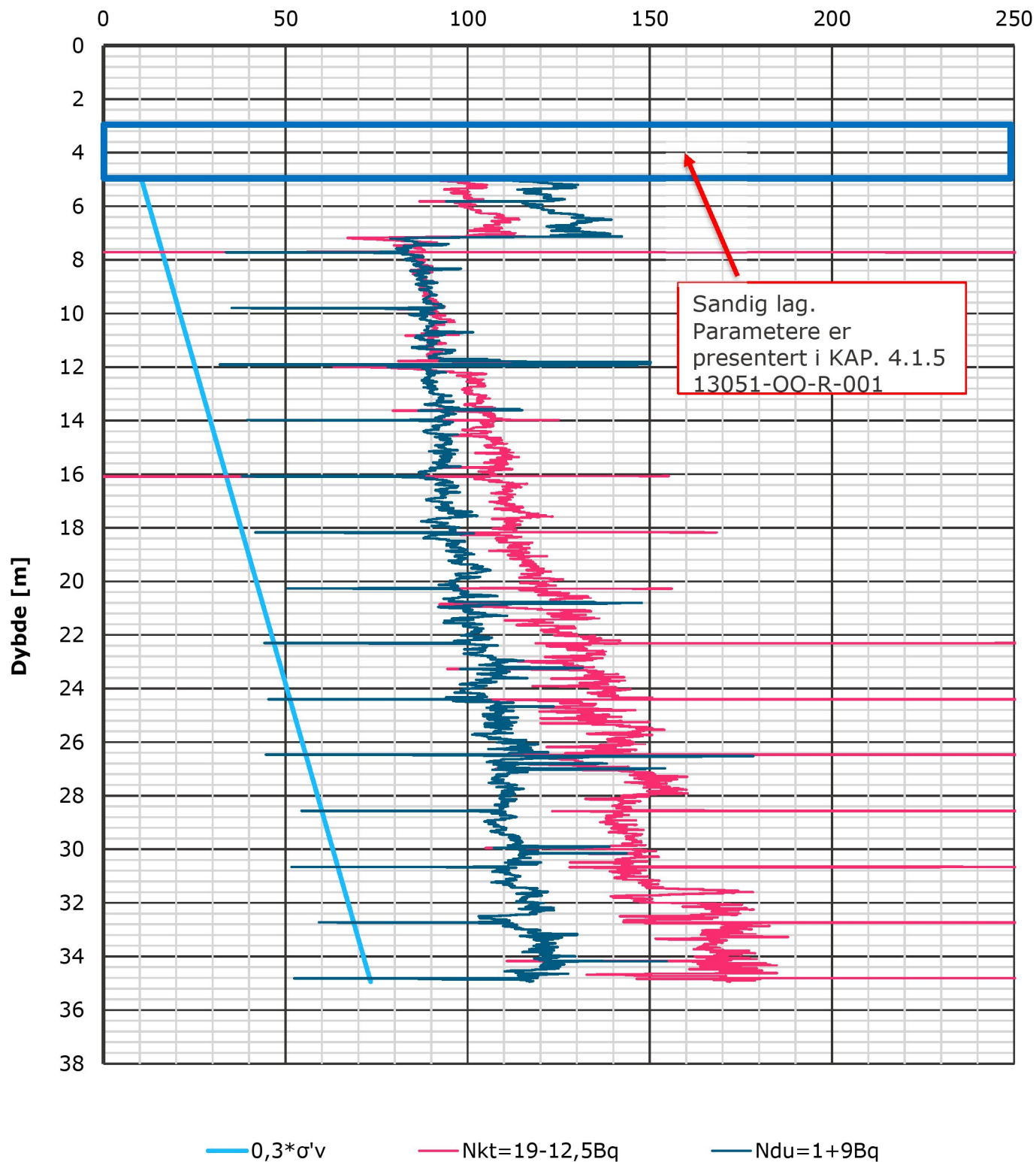
<b>CPTU målinger med in situ spenninger</b>		Sondert dato	30.01.2013	Borpunkt	<b>TK1-5</b>
		Sonde nr.	4352		
OPPDRAG NR.	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>205 (1)</b>
Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no					




<b>Normaliserte CPTU målinger</b>		Sondert dato	30.01.2013	Borpunkt	<b>TK1-5</b>
		Sonde nr.	4352		
OPPDRAG NR.	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
 <b>DR. TECHN. OLAV OLSEN</b> Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>205 (2)</b>

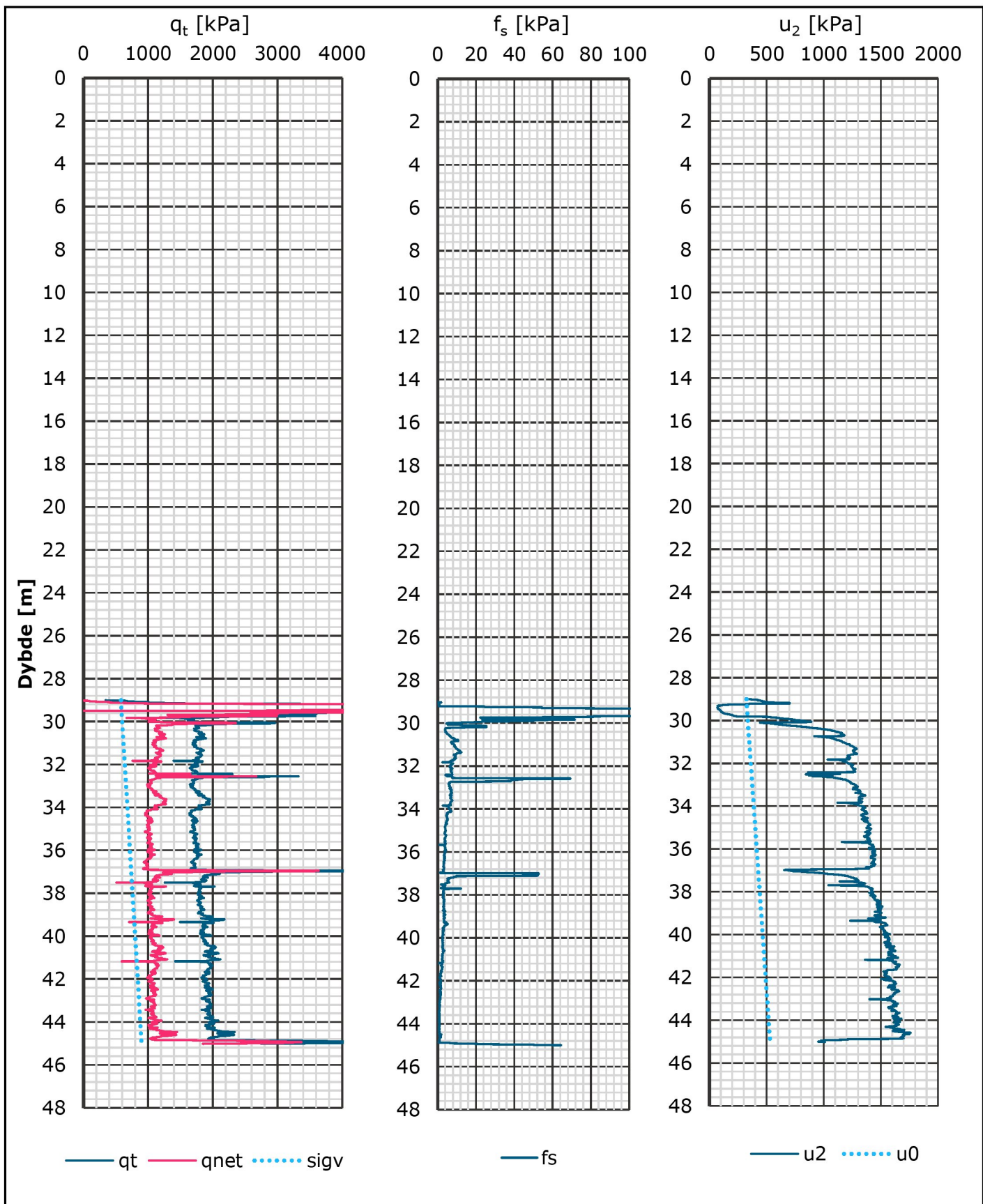



# Udrenert aktiv skjærfasthet, $s_u$ [kPa]

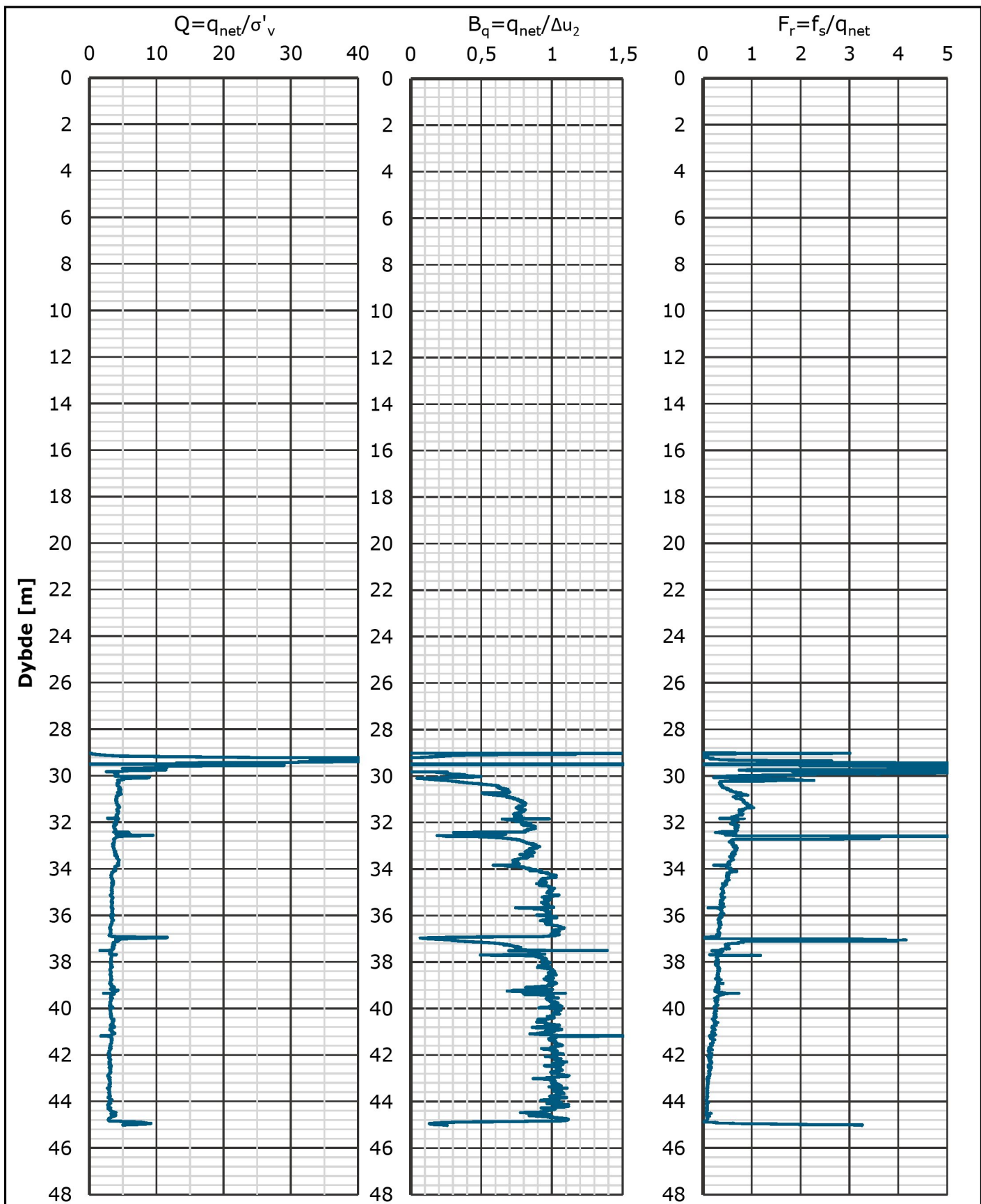



<b>Tolkning av udrenert skjærfasthet</b>		Sondert dato	30.01.2013	Borpunkt	<b>TK1-5</b>
		Sonde nr.	4352		
OPPDRAG NR.	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>205 (3)</b>
Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no					



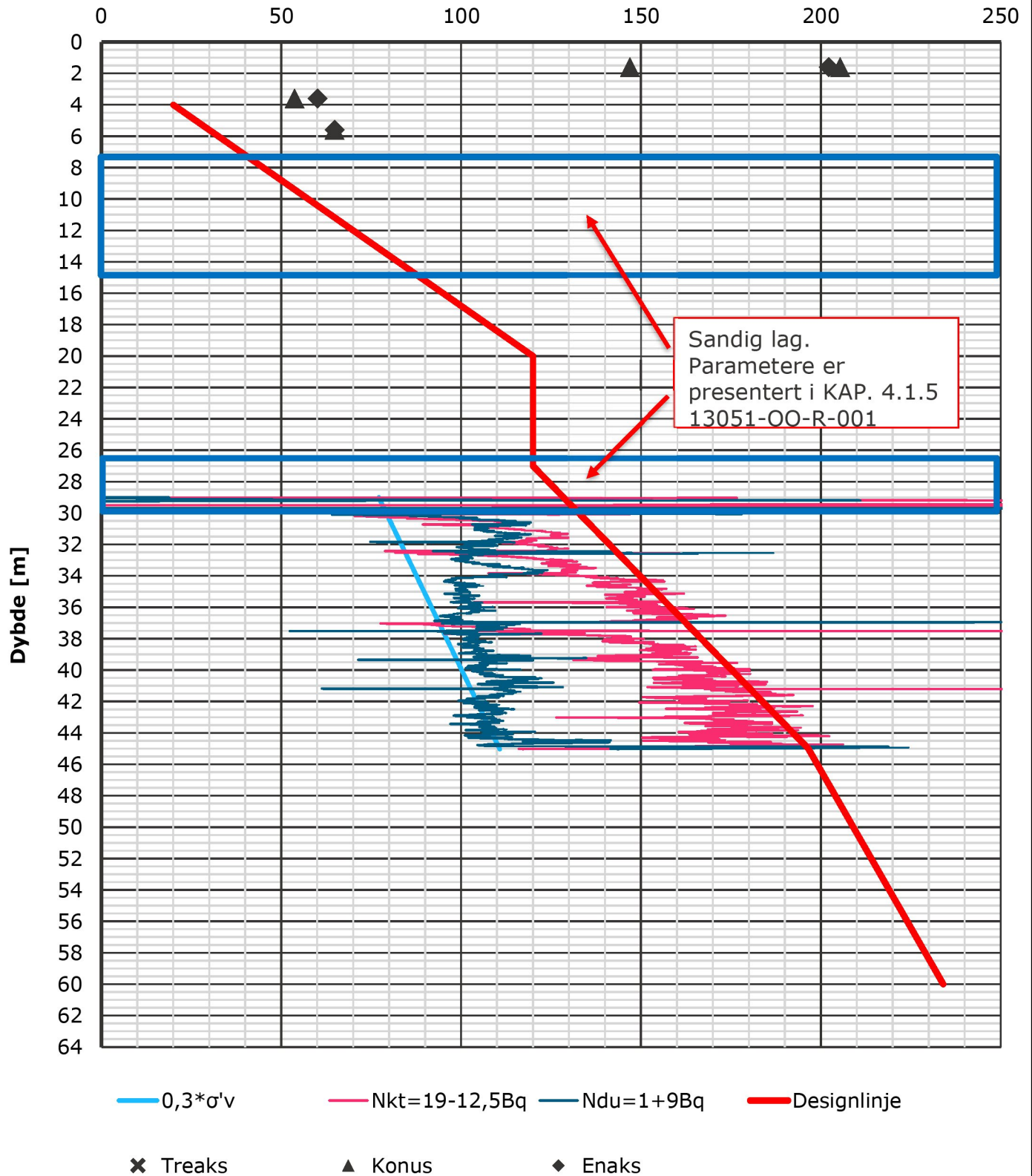


<b>CPTU målinger med in situ spenninger</b>		Sondert dato	08.08.2011	Borpunkt	<b>TK2-1</b>
		Sonde nr.	4352		
OPPDRAG NR.	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
 <b>DR. TECHN. OLAV OLSEN</b> Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>206 (1)</b>



<b>Normaliserte CPTU målinger</b>		Sondert dato	08.08.2011	Borpunkt	<b>TK2-1</b>
		Sonde nr.	4352		
OPPDRAK NR.	OPPDRAK	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
<b>13051</b>	OPPDRAKSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
 <b>DR. TECHN. OLAV OLSEN</b> Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>206 (2)</b>

# Udrenert aktiv skjærfasthet, $s_u$ [kPa]



<b>Tolkning av udrenert skjærfasthet</b>		Sondert dato	08.08.2011	Borpunkt <b>TK2-1</b>	
		Sonde nr.	4352		
OPPDRAG NR. <b>13051</b>	OPPDRAG	<b>Saupstadbru</b>		DATO	05.03.2021
	OPPDRAGSGIVER	<b>AFRY</b>		TEGN.	CFD
<b>DR. TECHN. OLAV OLSEN</b> Pirsenteret 7010 Trondheim TLF.: 67 82 80 00 www.olavolsen.no				KONTR.	MYA
				GODKJ.	MGB
				TEGNING NR.	<b>206 (3)</b>

---

## VEDLEGG C: TOLKNING AV TREAKSIALFORSØKENE

---

Treaksialforsøkene er delt inn i 3 grupper. Resultat og tolkningen er presentert under.

### GRUPPE 1, 5-8 METER

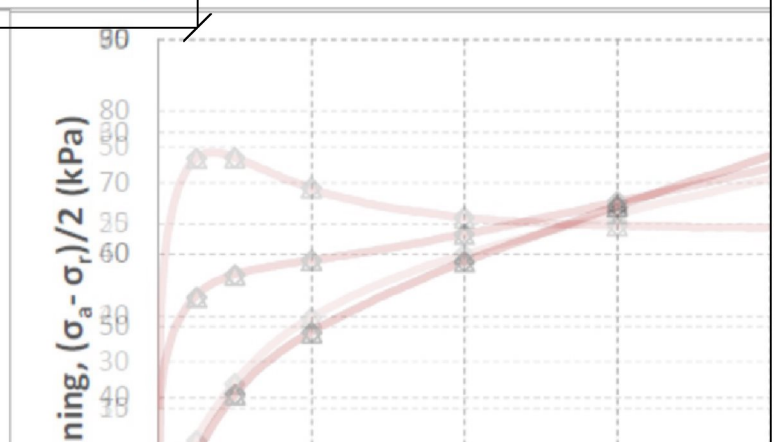
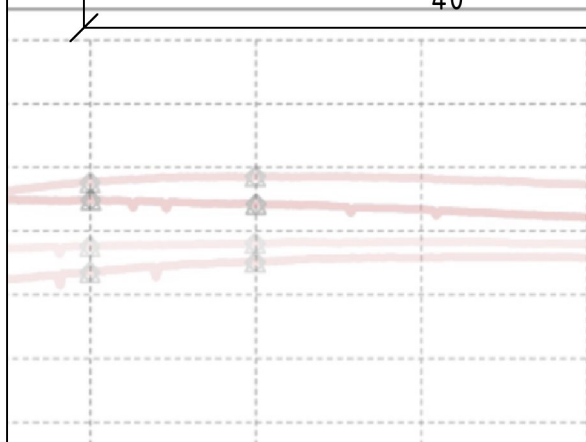
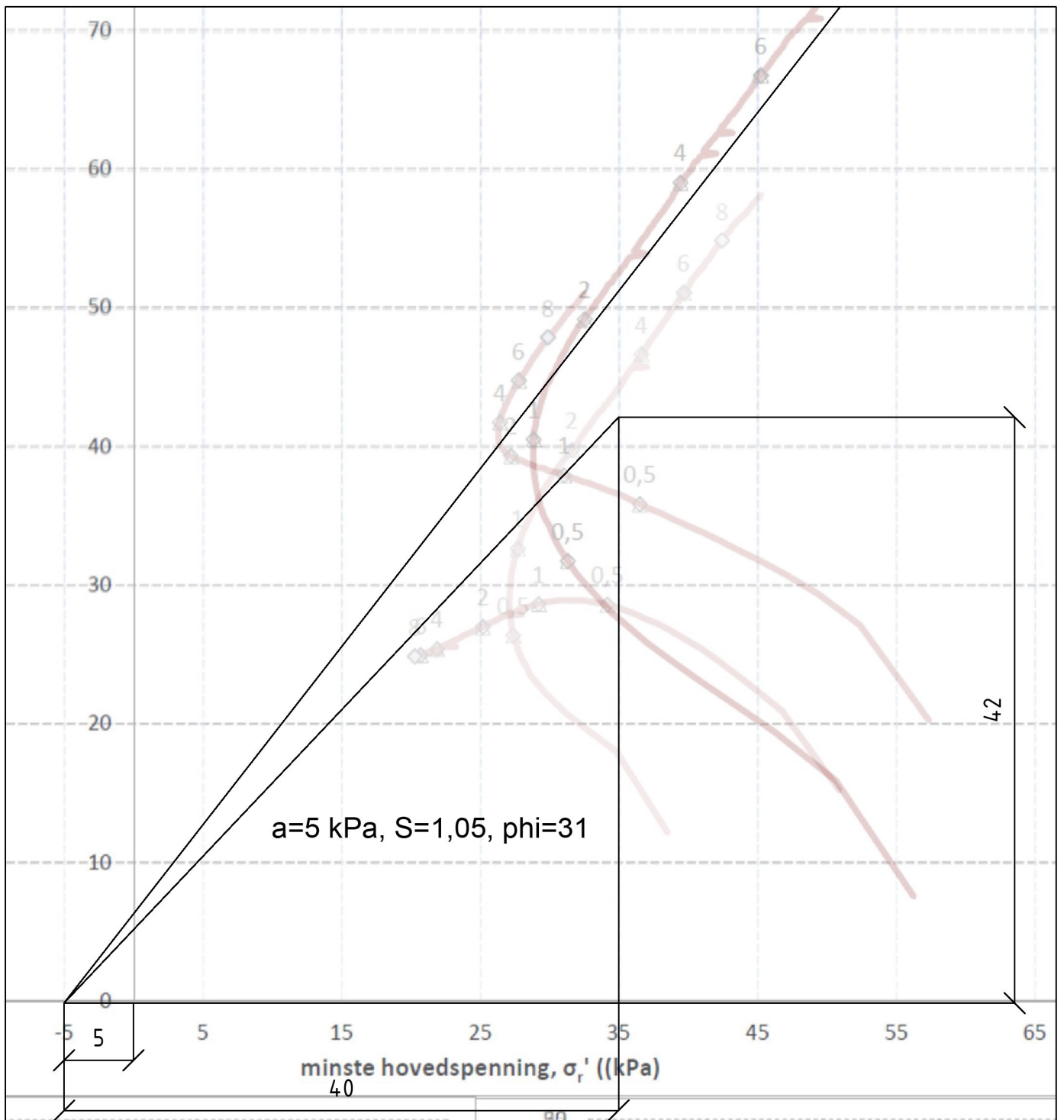
Borhull	Dybde [m]	Kvalitet
SUP5	6,4	Veldig god
SUP8	5,5	Veldig god
SUP8	7,6	Veldig god
SUP9	6,5	God

### GRUPPE 2, 12-14 METER

Borhull	Dybde [m]	Kvalitet
SUP1	12,4	Dårlig
SUP1	14,5	God til brukbar
SUP9	12,5	God til brukbar

### GRUPPE 3, 17-22 METER

Borhull	Dybde [m]	Kvalitet
SUP4	17,5	God til brukbar
SUP4	21,5	God til brukbar
SUP5	18,5	Dårlig



DR. TECHN.  
**OLAV OLSEN**

TLF: 67 82 80 00  
www.olavolsen.no

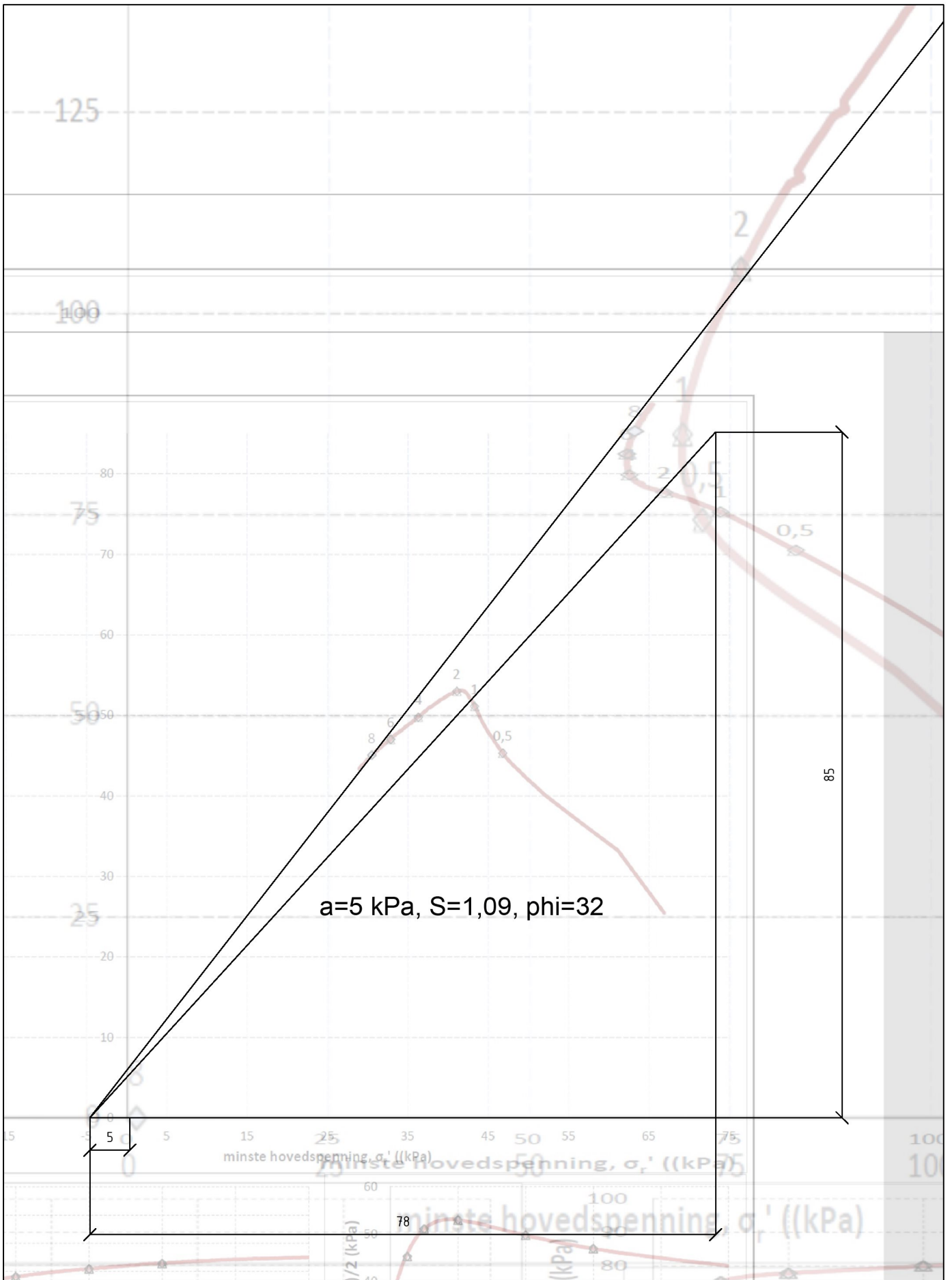
Saupstadbrua  
AFRY

Tolkning av traaksialforsøkene  
Gruppe 1, 5-8 meter

Oppdrag nr: 13051 Målestokk: Ikke aktuelt Status:

Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj
	2021-03-05		MYA	MGB	MGB
Tegning nr:					Rev:





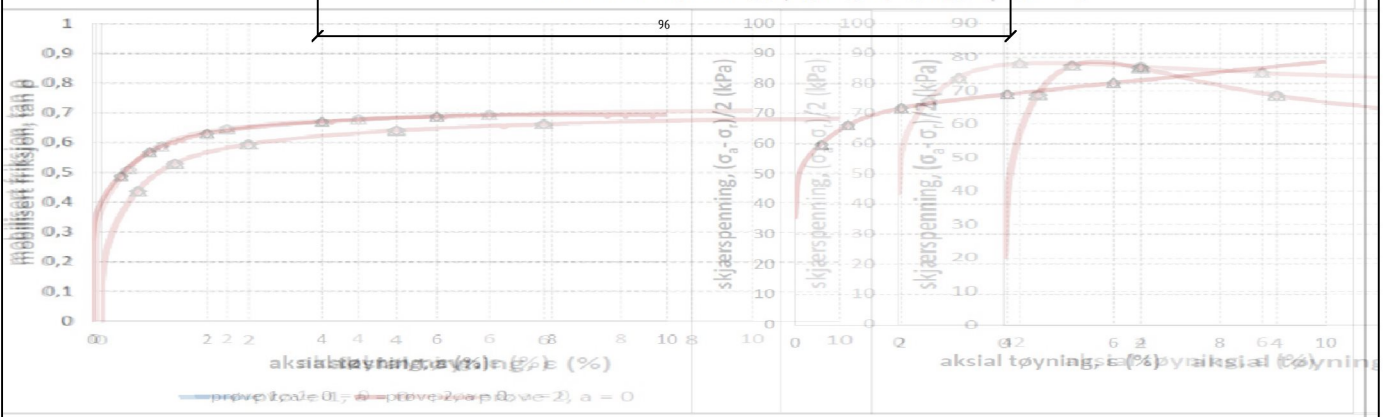
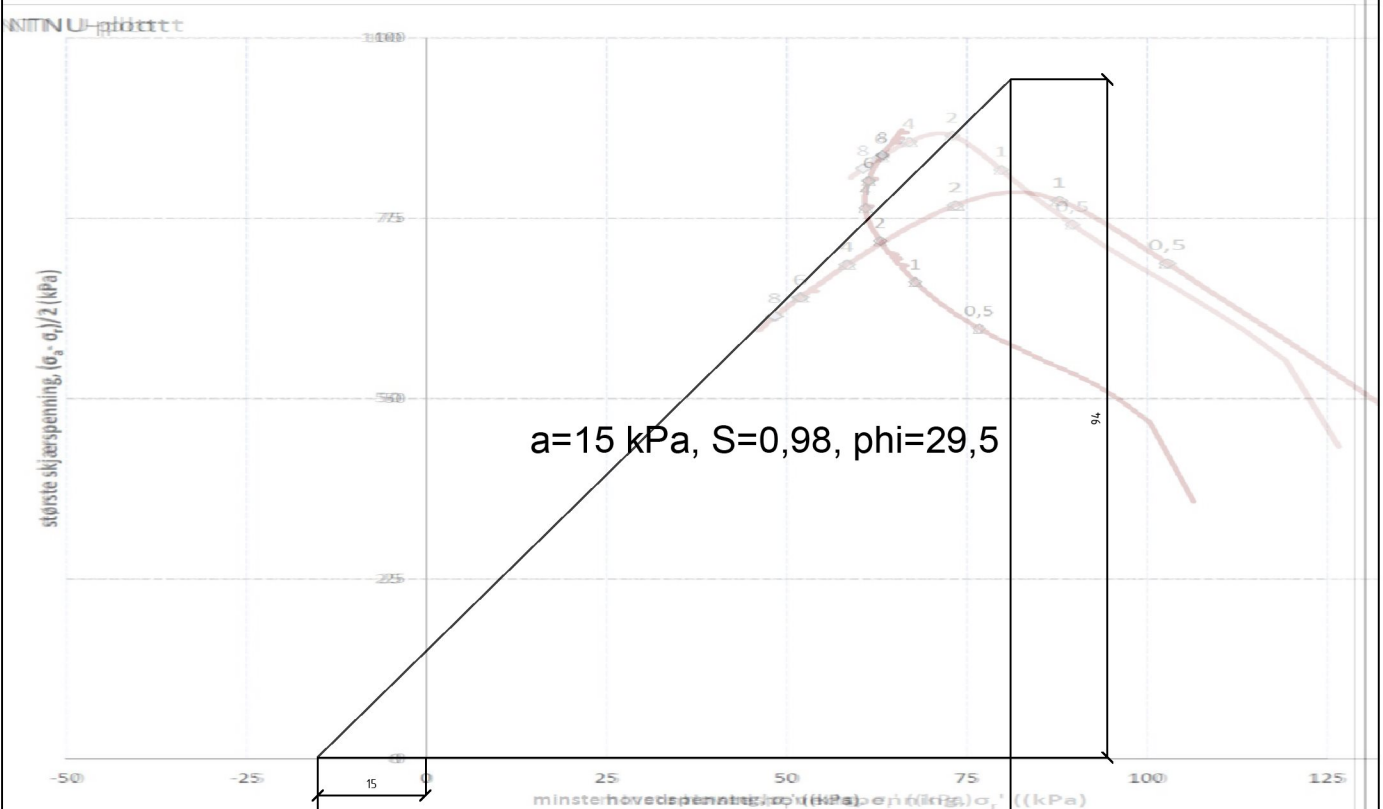
TLF: 67 82 80 00  
www.olavolsen.no

Saupstadbrua  
AFRY

Tolkning av traaksialforsøkene  
Gruppe 2, 12-14 meter

Oppdrag nr: 13051 Målestokk: Ikke aktuelt Status:

Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj
	2021-03-05		MYA	MGB	MGB
Tegning nr:			Rev:		



Konsolideringspressinger (kPa) / Consolidation pressures (kPa): 0, 0,5, 1, 2, 5  
 Konsolideringspressinger (kPa) / Consolidation pressures (kPa): 0, 0,5, 1, 2, 5

Bjørndalsbrua / Saupstadbrua

**DR. TECHN. OLAV OLSEN**  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

Saupstadbrua  
 AFRY  
 Tolkning av traaksialforsøkene  
 Gruppe 3, 17-22 meter

Oppdrag nr: 13051      Målestokk: Ikke aktuelt      Status:

Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj
	2021-03-05		MYA	MGB	MGB

Tegning nr: \_\_\_\_\_      Rev: \_\_\_\_\_

---

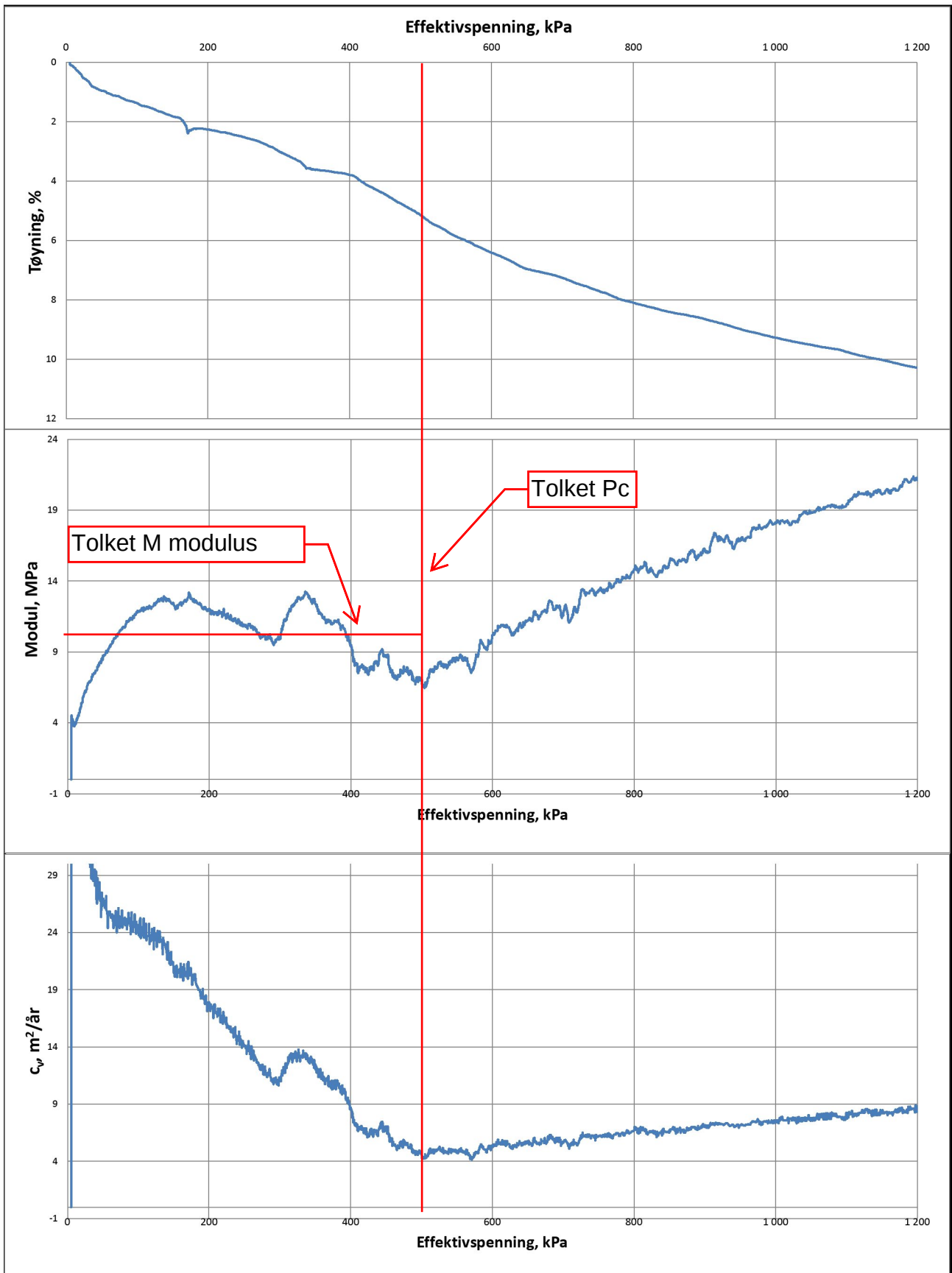
## VEDLEGG D: TOLKNING AV ØDOMETERFORSØKENE

---

Ødometerforsøkene fra Rambøll 2021 [4] er tolket. Resultat og tolkningen er presentert under.

Borhull	Dybde [m]	M [MPa]	P' <sub>c</sub> [kPa]	P' <sub>0</sub> [kPa]	OCR[-]
SUP1	12,8	forstyrret			
SUP1	14,4	forstyrret			
SUP5	6,5	forstyrret			
SUP5	18,4	10	500	214	2,3
SUP8	5,4	5	180	94	1,9
SUP8	7,7	forstyrret			
SUP9	6,4	forstyrret			
SUP9	12,3	8	300	123	2,4

---



pkt S5 lab 24 dybde 18,4 m Leire, siltig m/ enkelte små gruskorn



Bjørndalsbrua

Ødometerforsøk

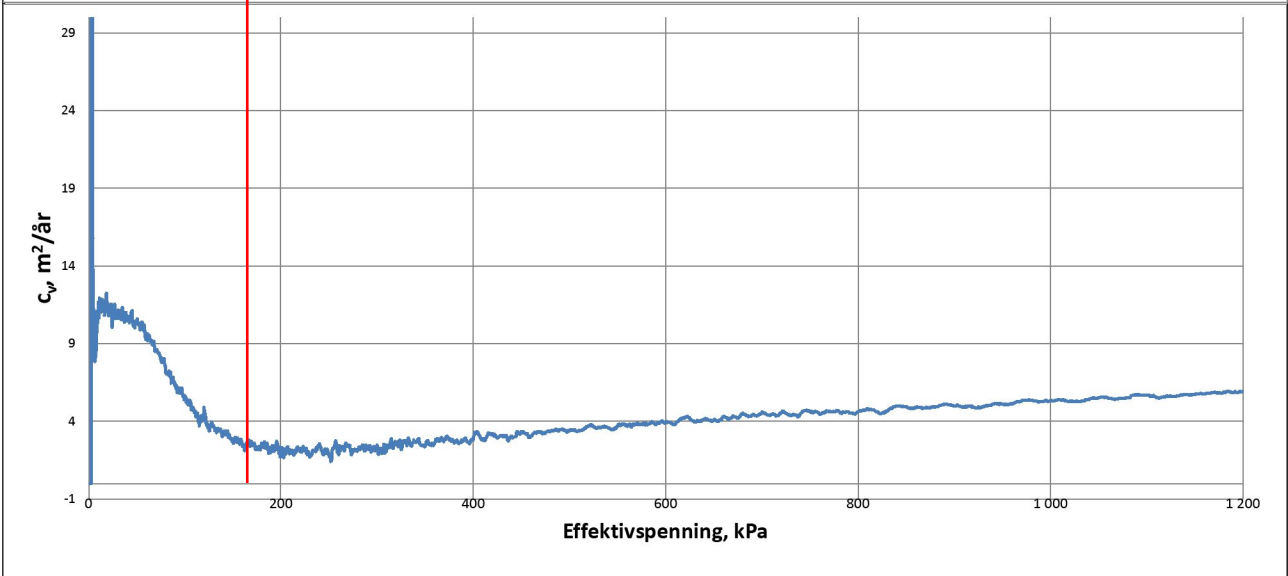
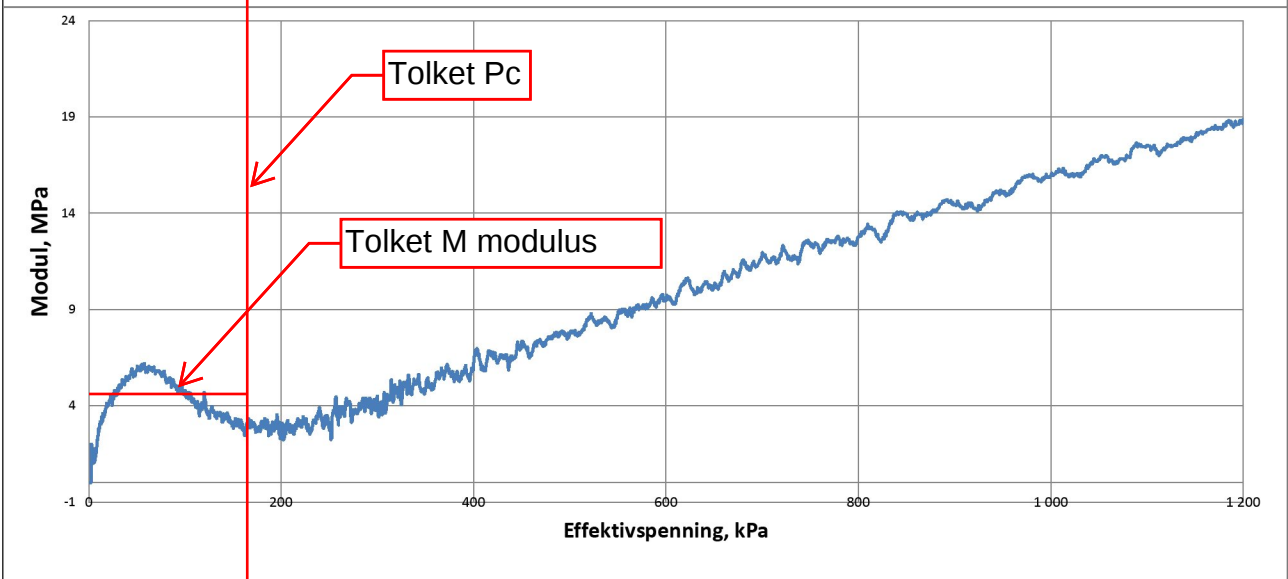
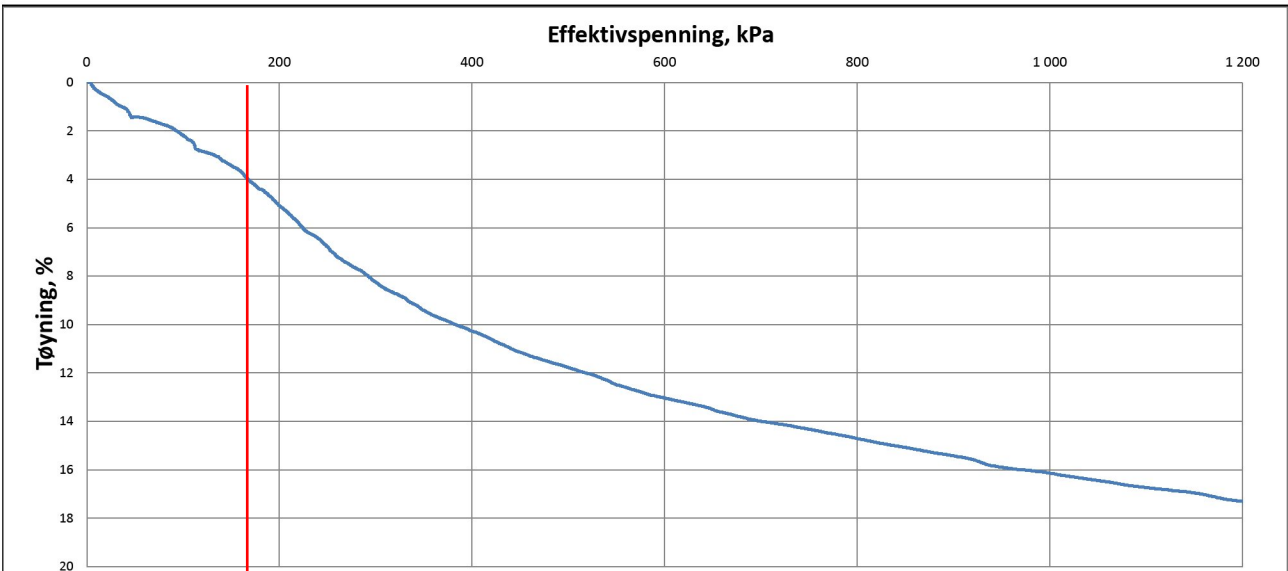
Oppdrag  
1350041818

Tegn./kontr.

Bilag

Dato

Tegn. Nr.



pkt S8 lab 8 dybde 5,4 m Leire m/ enk små gruskorn



Bjørndalsbrua

Ødometerforsøk

Oppdrag  
1350041818

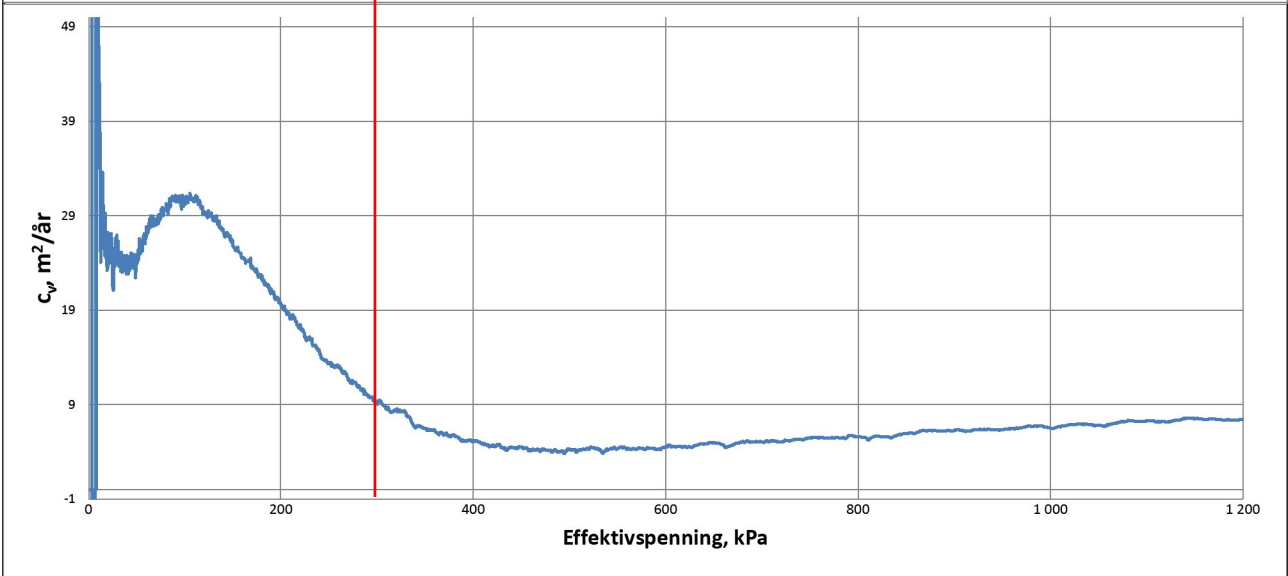
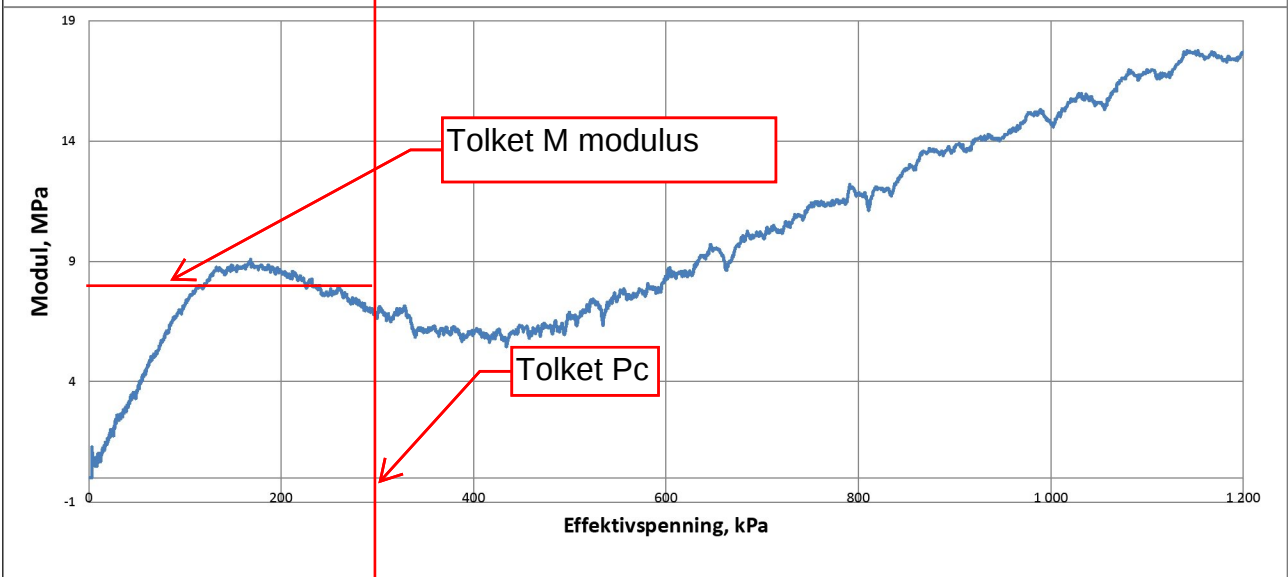
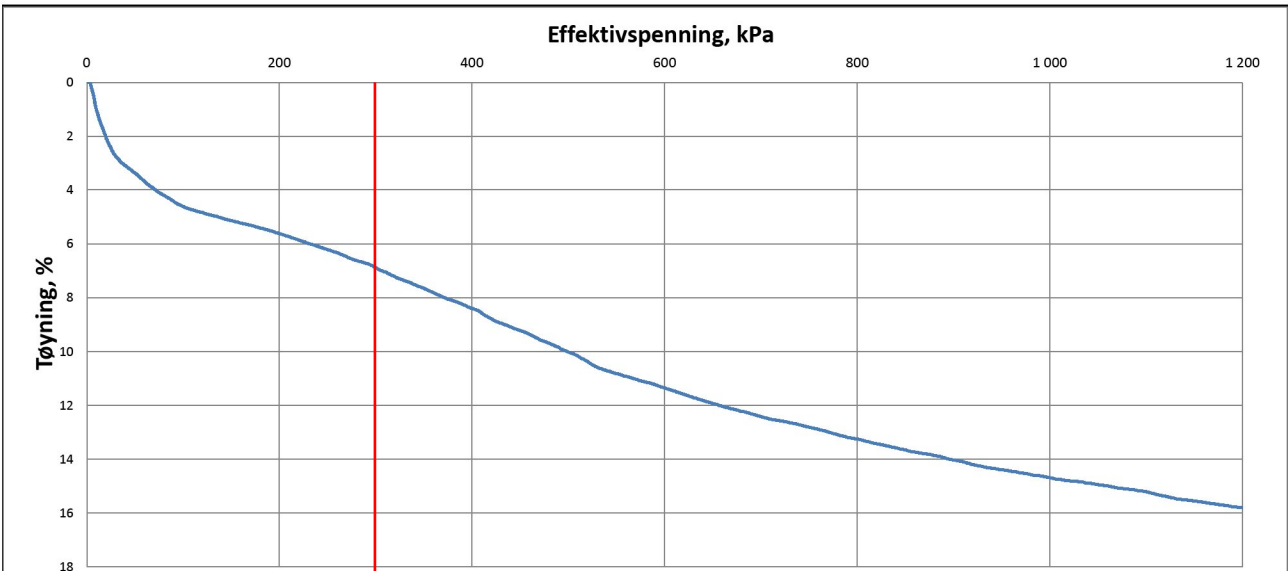
Tegn./kontr.  
GBR/LETL

Dato

Bilag  
-

Tegn. Nr.  
125





pkt S9 lab 31 dybde 12,35 m Leire, siltig m/ små gruskorn og enkelte siltlag



Bjørndalsbrua

Ødometerforsøk

Oppdrag  
1350041818

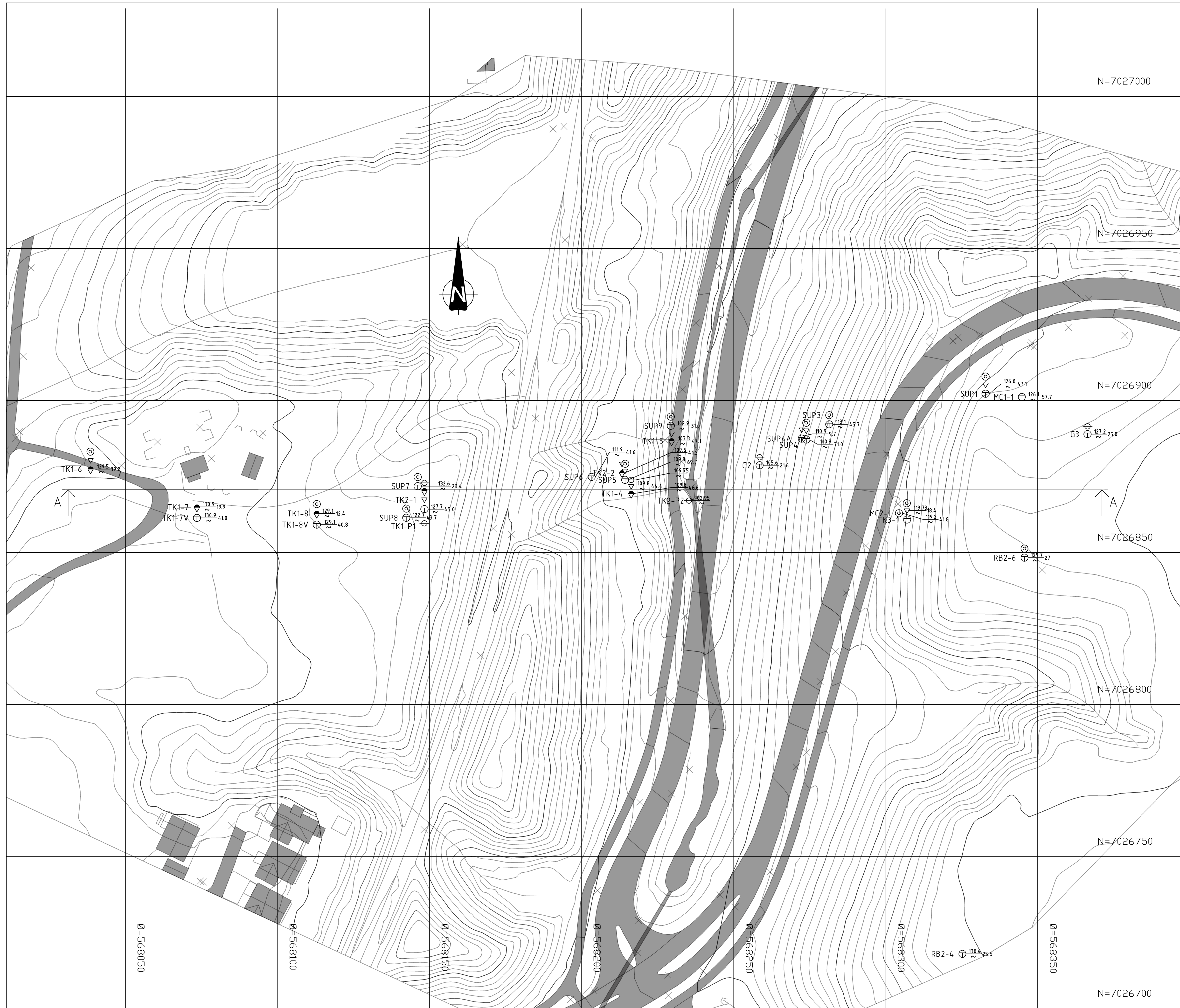
Tegn./kontr.

Bilag

Dato

Tegn. Nr.





**TEGNFORKLARING:**

▽ CPTU	⊙ PRØVESERIE
⬇️ DREIETRYKKSØNDERING	⊖ PORETRYKKMÅLING
⊕ TOTALSØNDERING	⚡ FJELLKONTROLLBORING

**EKSEMPEL**

BP1-1  $\frac{24.1}{12.1}$  TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE  
 12.0 +0.9 BORET DYBDE + BORET I BERG  
 ANTATT BERGKOTE

⊕ BORPUNKTNR  
 INDEKS

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA OPPDRAGSGIVER

KOORDINATSYSTEM: UTM SONE 32

HØYDEREFERANSE: N2000

NYE BORINGER HAR NR SUP1-SUP9 OG G2-G3 OG ER UTFØRT AV RAMBØLL 2020

TIDLIGERE BORINGER  
 TIDLIGERE BORINGER ER OPPTEGNET FRA TIDLIGERE RAPPORTER OG KAN HA NOE AVVIK. TIDLIGERE BORINGER ER ANGITT MED INDEKSER FORAN BORHULLSNR

INDEKS	RAPPORT	UTFØRENDE	ÅR
MC1-x	4.15556	MULTICONSULT	2015
TK1-X	R.1507-2	TRONDHEIM KOMMUNE	2013
TK2-X	R.1507	TRONDHEIM KOMMUNE	2011
TK3-X	R.1721	TRONDHEIM KOMMUNE	2017
RB2-X	UD 251A	STATENS VEGVESEN	1997

Prosjektnavn:	RIG Tegningsnummer	Rev. index
Saupstadbrua	13051-OO-TEG-101	

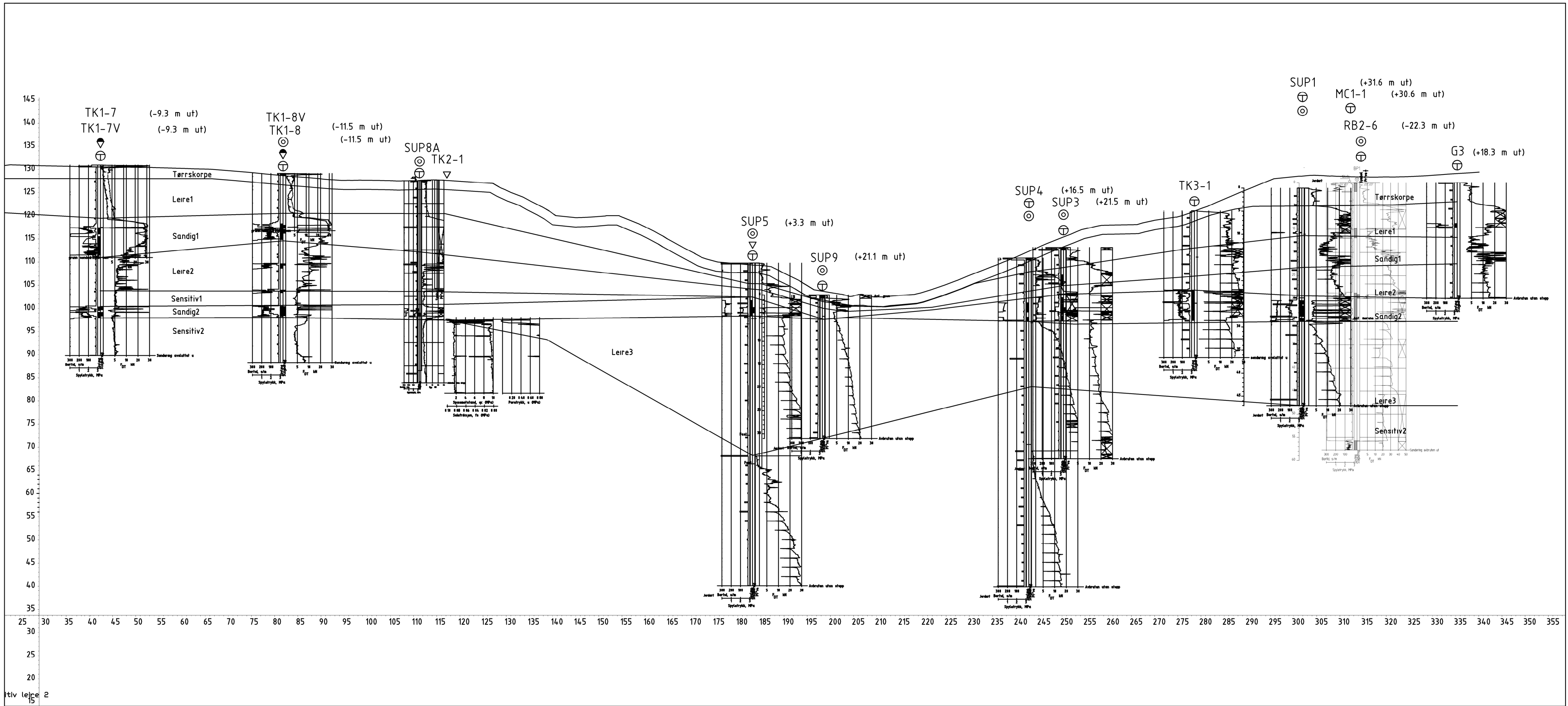
Henvisninger:

Merknader:

Index	Beskrivelse av endringer	Dato	Tegner	Kontrollert

<b>RIG</b>	<b>DR. TECHN. OLAV OLSEN ARTELIA GROUP</b>	RIG prosj. nr. <b>13051</b>
Første utstedelse Dato: 2021.03.05	Tegningsstilt <b>Saupstadbrua</b> <b>Situasjonsplan</b>	Mål (i A1) <b>1:600</b>
Designer: CFD		
Tegner: CFD		
Kontrollert Godkjent		Rev. index
MYA MGB	Denne tegningen skal ikke kopieres eller distribueres uten tillatelse av Dr. Techn. Olav Olsen a.s.	<b>13051-OO-TEG-101</b>





ttiv leire 2

REV.	05.03.2021	ENDRING	CFD	MYA	MGB
			TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

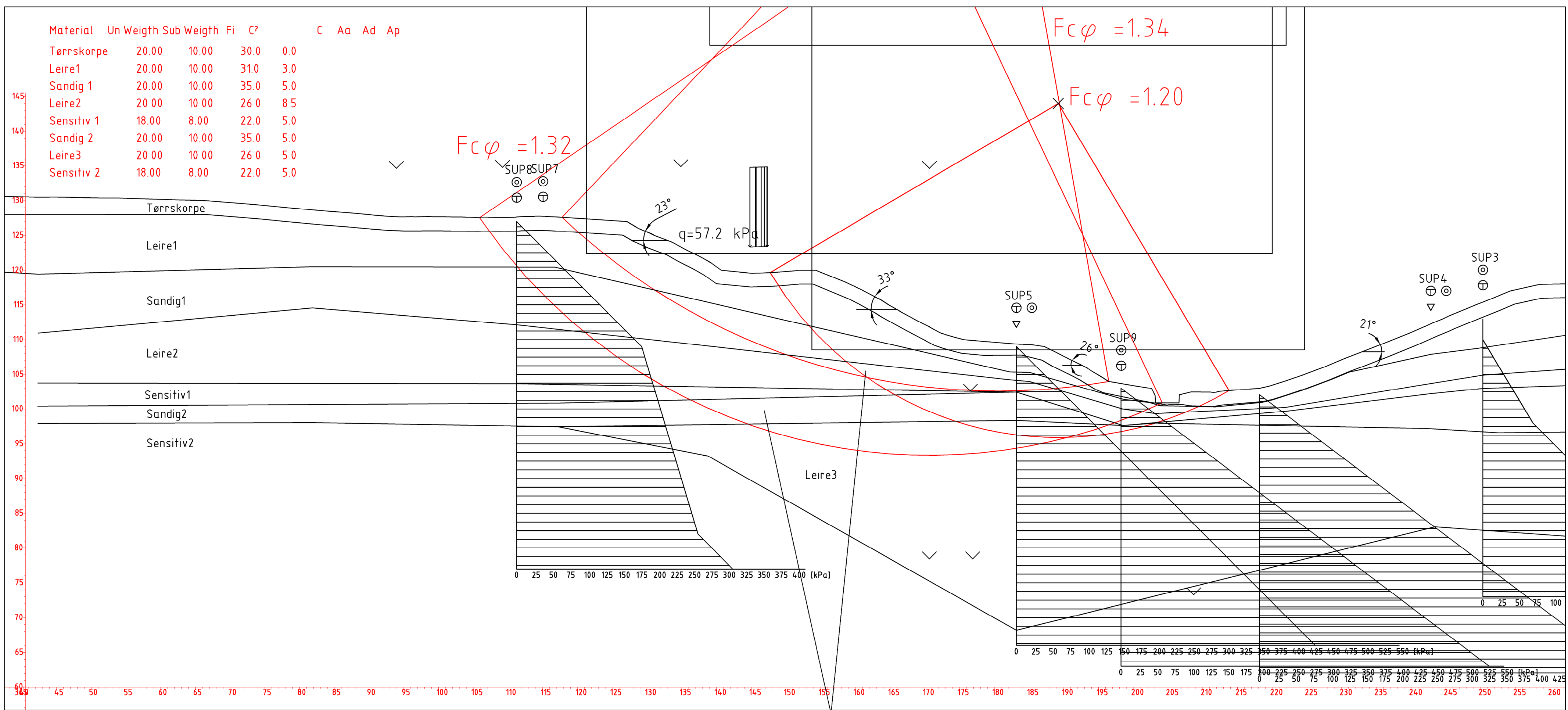
INNHOOLD	PROFIL A-A
	Lagdelling

OPPDRAG	Saupstadbrua
OPPDRAGSGIVER	AFRY

**DR. TECHN. OLAV OLSEN**  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

OPPDRAG NR.	13051	MÅLESTOKK	1:600	BLAD NR.	01	AV	01
TEGNING NR.						REV.	
13051-OO-TEG-102							

Material	Un Weigth	Sub Weigth	Fi	C?	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire1	20.00	10.00	31.0	3.0				
Sandig 1	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire2	20.00	10.00	26.0	8.5				
Sensitiv 1	18.00	8.00	22.0	5.0				
Sandig 2	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire3	20.00	10.00	26.0	5.0				
Sensitiv 2	18.00	8.00	22.0	5.0				



0	05.03.2021	0	CFD	MYA	MGB
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

INNHOOLD  
**PROFIL A-A**  
 Dagens situasjon Effektivspenningsbasis Vest

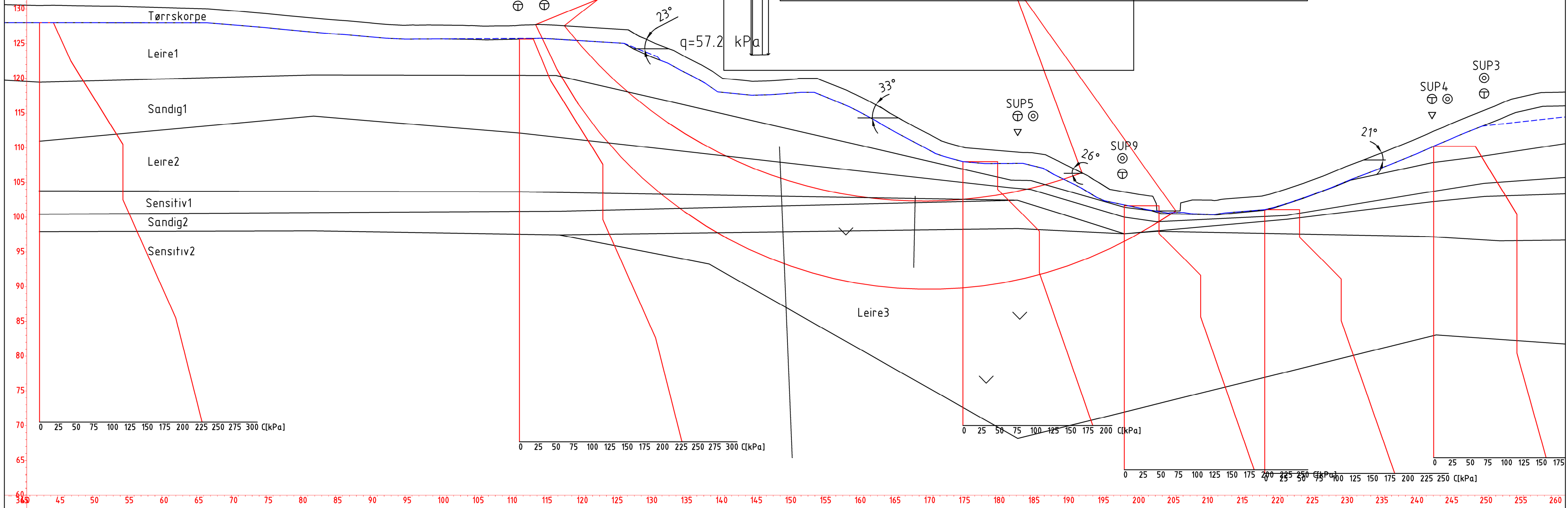
**Anmerkninger:**  
 Sikkerhetsfaktor for lokalstabilitet (grunne bruddflater): 1,20  
 Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet (dype bruddflate): 1,32

OPPDRAG  
**Saupstadbrua**  
 OPPDRAGSGIVER  
**AFRY**

**DR. TECHN. OLAV OLSEN**  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

OPPDRAG NR. 13051	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. <b>13051-OO-TEG-103</b>			
REV.			

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C?	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire1	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sandig 1	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire2	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sensitiv 1	18.00	8.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Sandig 2	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire3	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sensitiv 2	18.00	8.00			C-prof	0.85	0.63	0.35



REV.	DATE	ENDRING	CFD	MYA	MGB
	05.03.2021		TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

INNHOLD  
**PROFIL A-A**  
 Dagens situasjon Totalspenningsbasis Vest

**Anmerkninger:**  
 Sikkerhetsfaktor for lokalstabilitet (grunne bruddflater): 1,17  
 Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet (dype bruddflate): 1,04

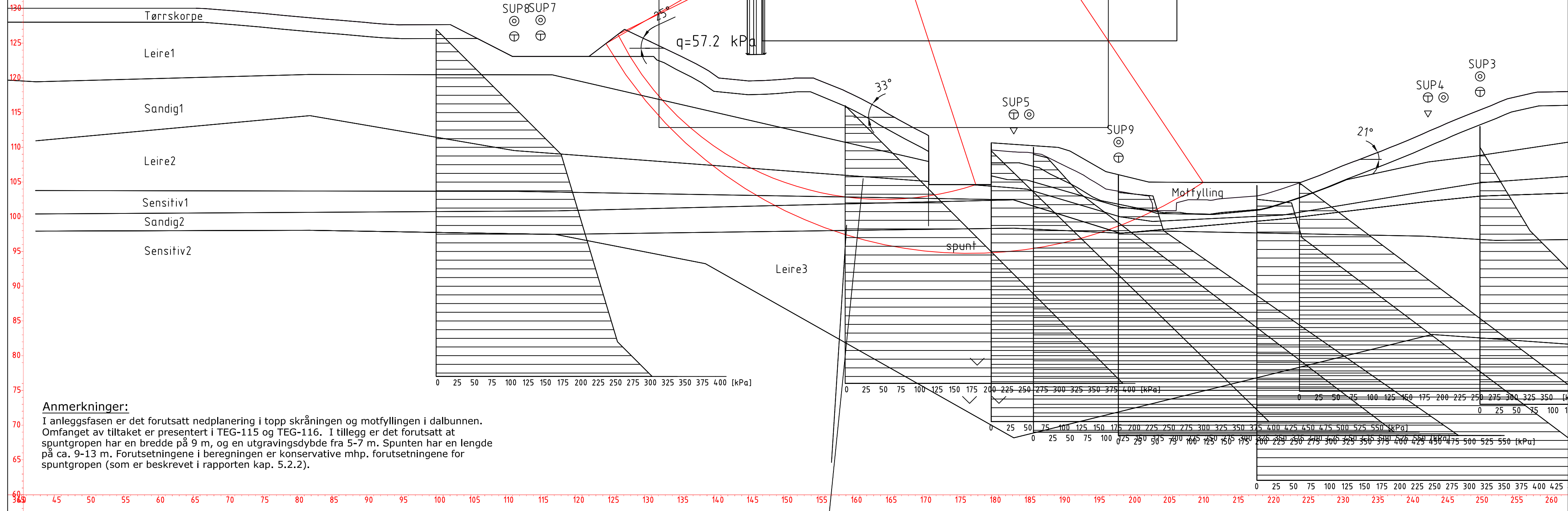
OPPDRAG  
**Saupstadbrua**  
 OPPDRAGSGIVER  
**AFRY**

**DR. TECHN. OLAV OLSEN**  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

OPPDRAG NR. 13051	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. <b>13051-OO-TEG-104</b>			REV.



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C?	C	Aa	Ad	Ap
Motfylling	18.50	8.50	30.0	0.0				
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire1	20.00	10.00	31.0	3.0				
Sandig 1	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire2	20.00	10.00	26.0	8.5				
Sensitiv 1	18.00	8.00	22.0	5.0				
Sandig 2	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire3	20.00	10.00	26.0	5.0				
Sensitiv 2	18.00	8.00	22.0	5.0				



**Anmerkninger:**

I anleggsfasen er det forutsatt nedplanering i topp skråningen og motfyllingen i dalbunnen. Omfanget av tiltaket er presentert i TEG-115 og TEG-116. I tillegg er det forutsatt at spuntgropen har en bredde på 9 m, og en utgravingsdybde fra 5-7 m. Spunten har en lengde på ca. 9-13 m. Forutsetningene i beregningen er konservative mhp. forutsetningene for spuntgropen (som er beskrevet i rapporten kap. 5.2.2).

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	18.03.2021	OPPDATERT SPUNTLÆNGDE	CFD	MYA	MGB
	05.03.2021		CFD	MYA	MGB

INNHOLD  
**PROFIL A-A**  
 Anleggsfasen Effektivspenningsbasis Vest

**Anmerkninger:**  
 Lokalstabilitet: Grunne bruddflater som går gjennom spunt er ikke realistisk og blir ivarettatt av spunten. Bunnoppressing, brudd ved løfting, og hydraulisk grunnbrudd er vurdert av AFRY. Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet (dype bruddflate): 1,43

OPPDRAG <b>Saupstadbrua</b>
OPPDRAGSGIVER <b>AFRY</b>

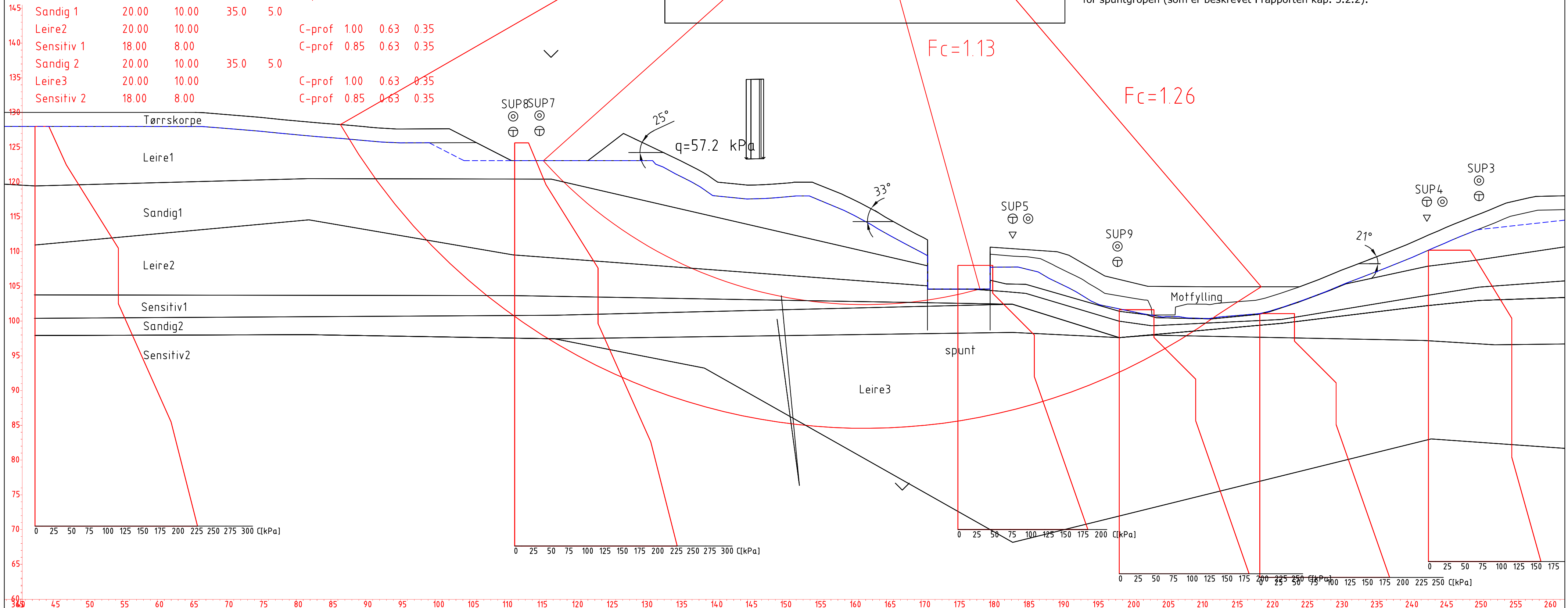
**DR. TECHN. OLAV OLSEN**  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

OPPDRAG NR. 13051	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 13051-OO-TEG-105			REV. 1

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C?	C	Aa	Ad	Ap
Motfylling	18.50	8.50	30.0	0.0				
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire1	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sandig 1	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire2	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sensitiv 1	18.00	8.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Sandig 2	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire3	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sensitiv 2	18.00	8.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

**Anmerkninger:**

I anleggsfasen er det forutsatt nedplanering i topp skråningen og motfyllingen i dalbunnen. Omfanget av tiltaket er presentert i TEG-115 og TEG-116. I tillegg er det forutsatt at spuntgropen har en bredde på 9 m, og en utgravingsdybde fra 5-7 m. Spunten har en lengde på ca. 9-13 m. Forutsetningene i beregningene er konservative mhp. forutsetningene for spuntgropen (som er beskrevet i rapporten kap. 5.2.2).



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	18.03.2021	OPPDATERT SPUNTLENGDE	CFD	MYA	MGB
	05.03.2021		CFD	MYA	MGB

INNHOLD  
**PROFIL A-A**  
 Anleggsfasen Totalspenningsbasis Vest

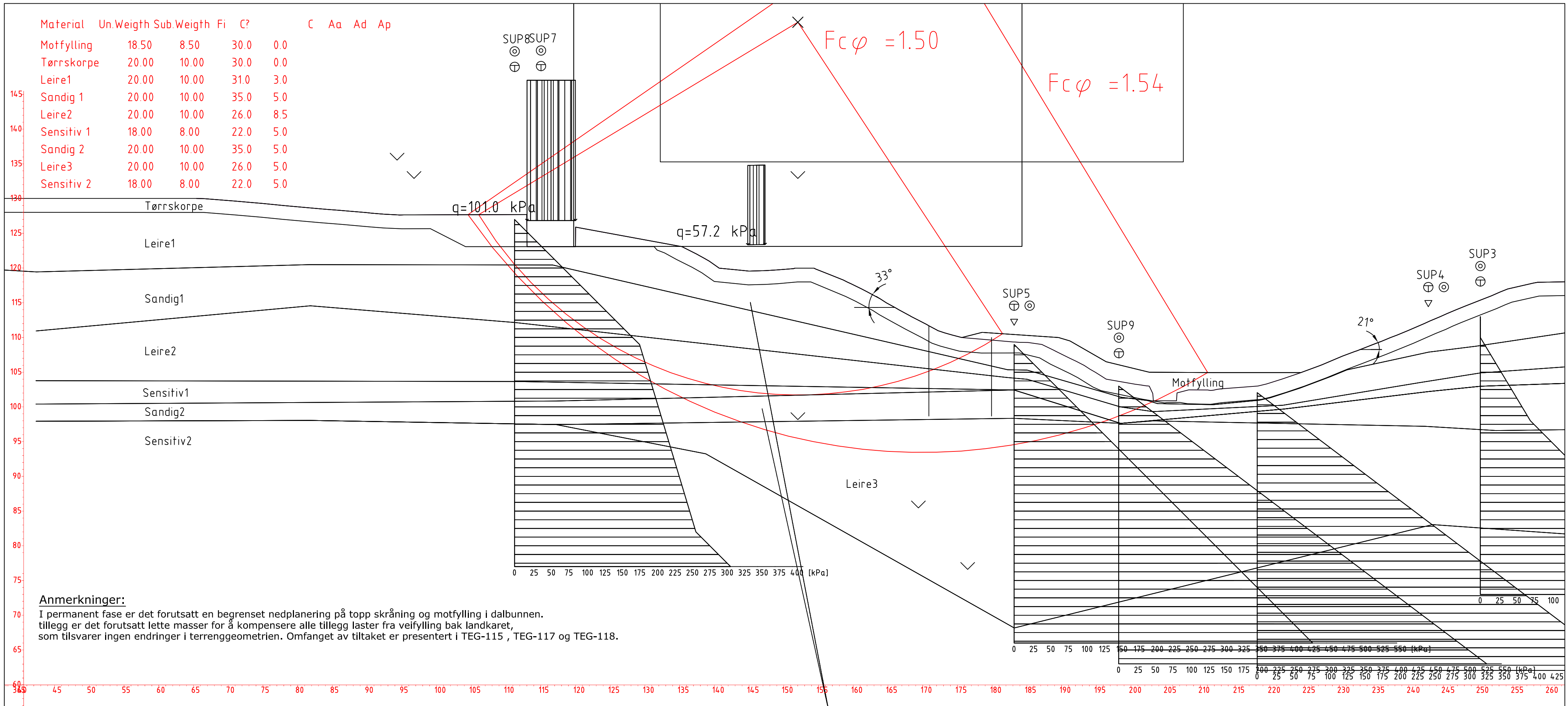
**Anmerkninger:**  
 Lokalstabilitet: Grunne bruddflater som går gjennom spunt er ikke realistisk blir ivaretatt av spunten. Bunnoppressing, brudd ved løfting, og hydraulisk grunnbrudd er vurdert av AFRY. Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet (dype bruddflate): 1,26

OPPDRAG  
**Saupstadbrua**  
 OPPDRAGSGIVER  
**AFRY**

**DR. TECHN. OLAV OLSEN**  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
13051	1:400	01	01
TEGNING NR.			REV.
13051-OO-TEG-106			1

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C?	C	Aa	Ad	Ap
Motfylling	18.50	8.50	30.0	0.0				
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire1	20.00	10.00	31.0	3.0				
Sandig 1	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire2	20.00	10.00	26.0	8.5				
Sensitiv 1	18.00	8.00	22.0	5.0				
Sandig 2	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire3	20.00	10.00	26.0	5.0				
Sensitiv 2	18.00	8.00	22.0	5.0				



**Anmerkninger:**  
 I permanent fase er det forutsatt en begrenset nedplanering på topp skråning og motfylling i dalbunnen. tillegg er det forutsatt lette masser for å kompensere alle tillegg laster fra veifylling bak landkaret, som tilsvarer ingen endringer i terrenggeometrien. Omfanget av tiltaket er presentert i TEG-115 , TEG-117 og TEG-118.

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	18.03.2021	OPPDATERT SPUNTLÆNGDE	CFD	MYA	MGB
	05.03.2021		CFD	MYA	MGB

INNHOLD  
**PROFIL A-A**  
 Permanentfasen Effektivspenningsbasis Vest

**Anmerkninger:**  
 Sikkerhetsfaktor for lokalstabilitet (grunne bruddflate): 1,50  
 Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet (dype bruddflate): 1,54

OPPDRAG  
**Saupstadbrua**  
 OPPDRAGSGIVER  
**AFRY**

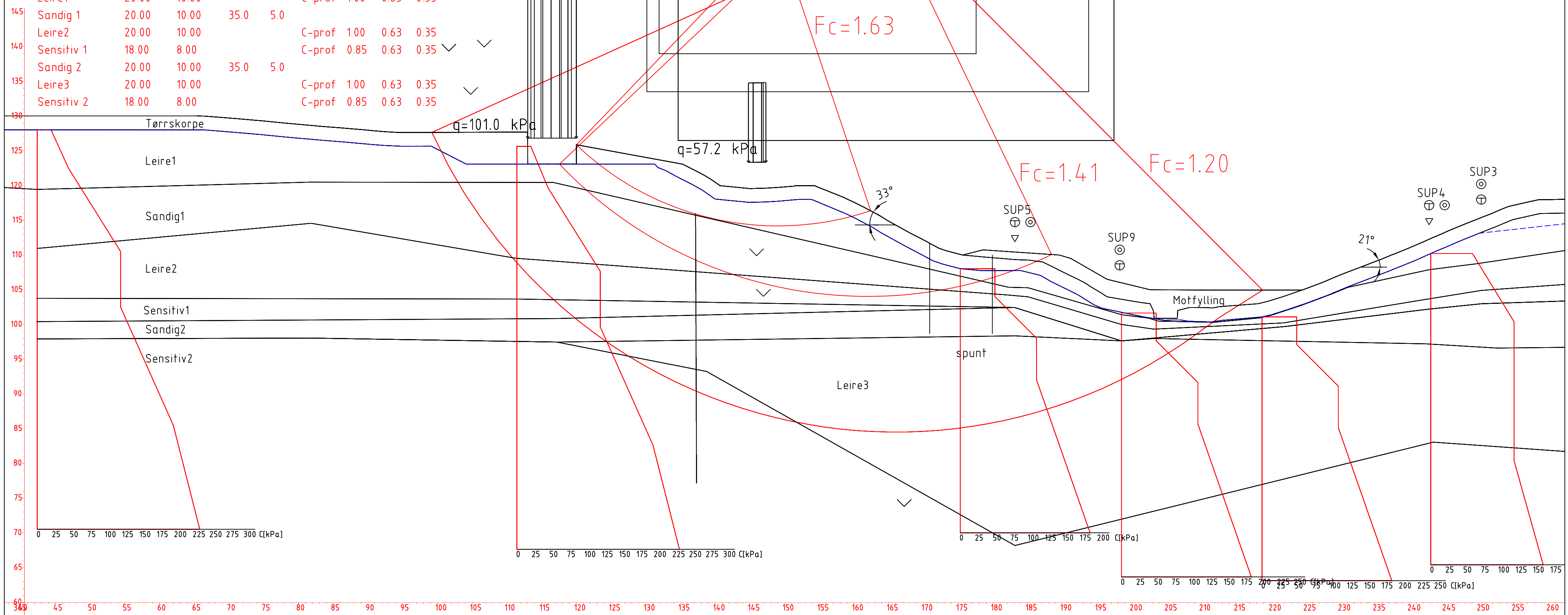
**DR. TECHN. OLAV OLSEN**  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
13051	1:400	01	01
TEGNING NR.			REV.
13051-OO-TEG-107			1

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C?	C	Aa	Ad	Ap
Motfylling	18.50	8.50	30.0	0.0				
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire1	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sandig 1	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire2	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sensitiv 1	18.00	8.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Sandig 2	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire3	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sensitiv 2	18.00	8.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

**Anmerkninger:**

I permanent fase er det forutsatt en begrenset nedplanering på topp skråning og motfylling i dalbunnen. tillegg er det forutsatt lette masser for å kompensere alle tillegg laster fra veifylling bak landkaret, som tilsvarer ingen endringer i terrenggeometrien. Omfanget av tiltaket er presentert i TEG-115 , TEG-117 og TEG-118.



REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	18.03.2021	OPPDATERT SPUNTLÆNGDE	CFD	MYA	MGB
	05.03.2021		CFD	MYA	MGB

INNHOOLD  
**PROFIL A-A**  
 Permanentfasen Totalspenningsbasis Vest

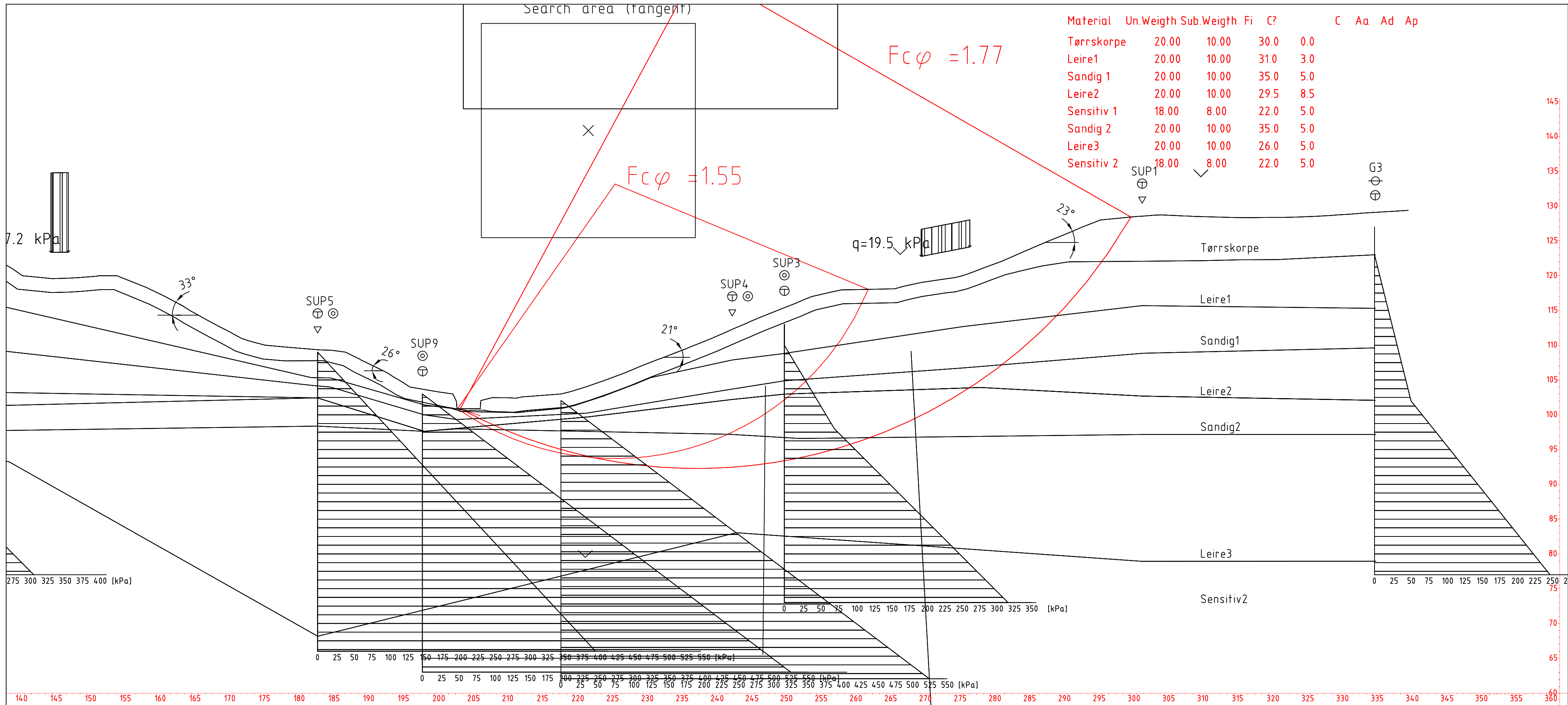
**Anmerkninger:**  
 Sikkerhetsfaktor for lokalstabilitet (grunne bruddflate): 1,41  
 Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet (dype bruddflate): 1,20

OPPDRAG  
**Saupstadbrua**  
 OPPDRAGSGIVER  
**AFRY**

**DR. TECHN. OLAV OLSEN**  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

OPPDRAG NR. 13051	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 13051-OO-TEG-108			REV. 1





Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C?	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire1	20.00	10.00	31.0	3.0				
Sandig 1	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire2	20.00	10.00	29.5	8.5				
Sensitiv 1	18.00	8.00	22.0	5.0				
Sandig 2	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire3	20.00	10.00	26.0	5.0				
Sensitiv 2	18.00	8.00	22.0	5.0				

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	19.03.2021	OPPDATERT BORSYMBOL	CFD	MYA	MGB
	05.03.2021		CFD	MYA	MGB
TEGNINGSSTATUS					

INNHOLD  
**PROFIL A-A**  
 Dagens situasjon Effektivspenningsbasis Øst

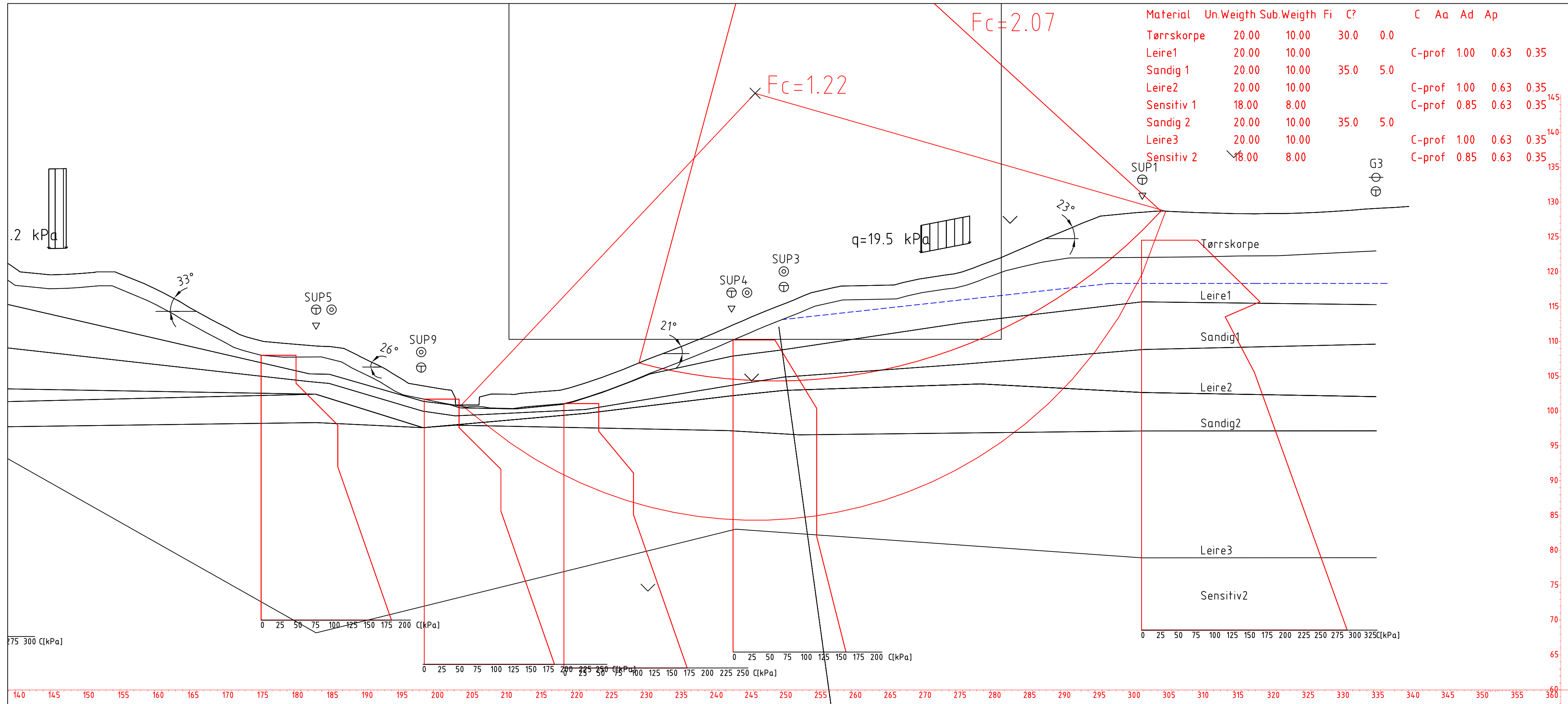
**Anmerkninger:**  
 Sikkerhetsfaktor for stabilitet: 1,55

OPPDRAG  
**Saupstadbrua**  
 OPPDRAGSGIVER  
**AFRY**

**DR. TECHN. OLAV OLSEN**  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
13051	1:400	01	01
TEGNING NR. 13051-OO-TEG-109			REV. 1





Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C?	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire1	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sandig 1	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire2	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sensitiv 1	18.00	8.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Sandig 2	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire3	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sensitiv 2	18.00	8.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	19.03.2021	OPPDATERT BORSYMBOL	CFD	MYA	MGB
	05.03.2021		CFD	MYA	MGB

INNHOLD  
**PROFIL A-A**  
 Dagens situasjon Totalspenningsbasis Øst

**Anmerkninger:**  
 Sikkerhetsfaktor for stabilitet: 1,22

OPPDRAG  
**Saupstadbrua**  
 OPPDRAGSGIVER  
**AFRY**

**DR. TECHN. OLAV OLSEN**  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

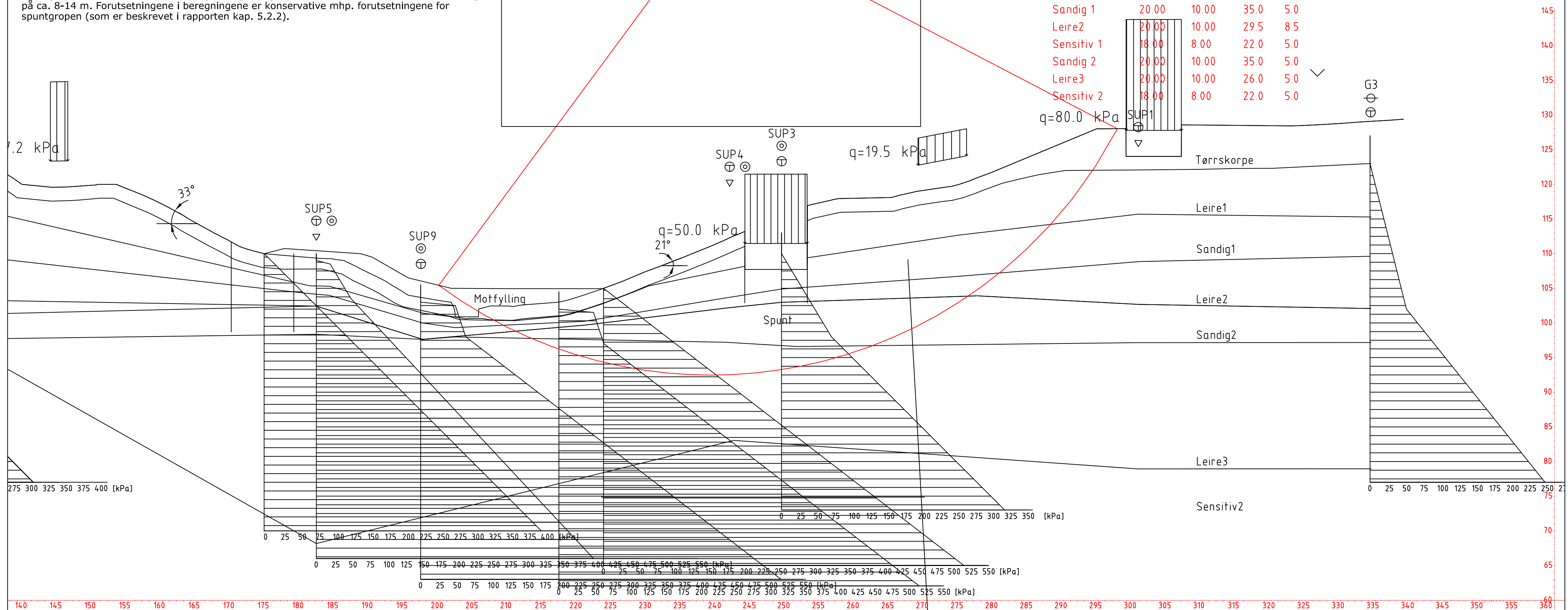
OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
13051	1:400	01	01
TEGNING NR.			REV.
13051-OO-TEG-110			1

**Anmerkninger:**

I anleggsfasen er det forutsatt nedplanering i topp skråningen og motfyllingen i dalbunnen. Omfanget av tiltaket er presentert i TEG-115 og TEG-116. For østre skråningen skal landkaret i akse 4 etableres i stor grad før alt betongarbeid ved akse 2 er utført. Lastforutsetninger for den kritiske fasen for lansering av brua er angitt av Afry og er konservativ tilpasset i beregningen. I tillegg er det forutsatt at spuntgropen har en bredde på 9 m, og en utgravingsdybde fra 5,5-9,5 m. Spunten har en lengde på ca. 8-14 m. Forutsetningene i beregningene er konservative mhp. forutsetningene for spuntgropen (som er beskrevet i rapporten kap. 5.2.2).

$F_c \varphi = 1.96$

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C?	C	Aa	Ad	Ap
Motfylling	18.50	8.50	30.0	0.0				
Tørreskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire1	20.00	10.00	31.0	3.0				
Sandig 1	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire2	20.00	10.00	29.5	8.5				
Sensitiv 1	18.00	8.00	22.0	5.0				
Sandig 2	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire3	20.00	10.00	26.0	5.0				
Sensitiv 2	18.00	8.00	22.0	5.0				



1	19.03.2021	OPPTIMALISERING AV ANLEGGSFASEN	CFD	MYA	MGB
	05.03.2021		CFD	MYA	MGB
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

INNHOLD  
**PROFIL A-A**  
 Anleggsfasen Effektivspenningsbasis Øst

**Anmerkninger:**  
 Lokalstabilitet: Grunne bruddflater som går gjennom spunt er ikke realistisk og blir ivaretatt av spunten. Bunnoppressing, brudd ved løfting, og hydraulisk grunnbrudd er vurdert av AFRY. Sikkerhetsfaktor for stabilitet (dype bruddflate): 1,97

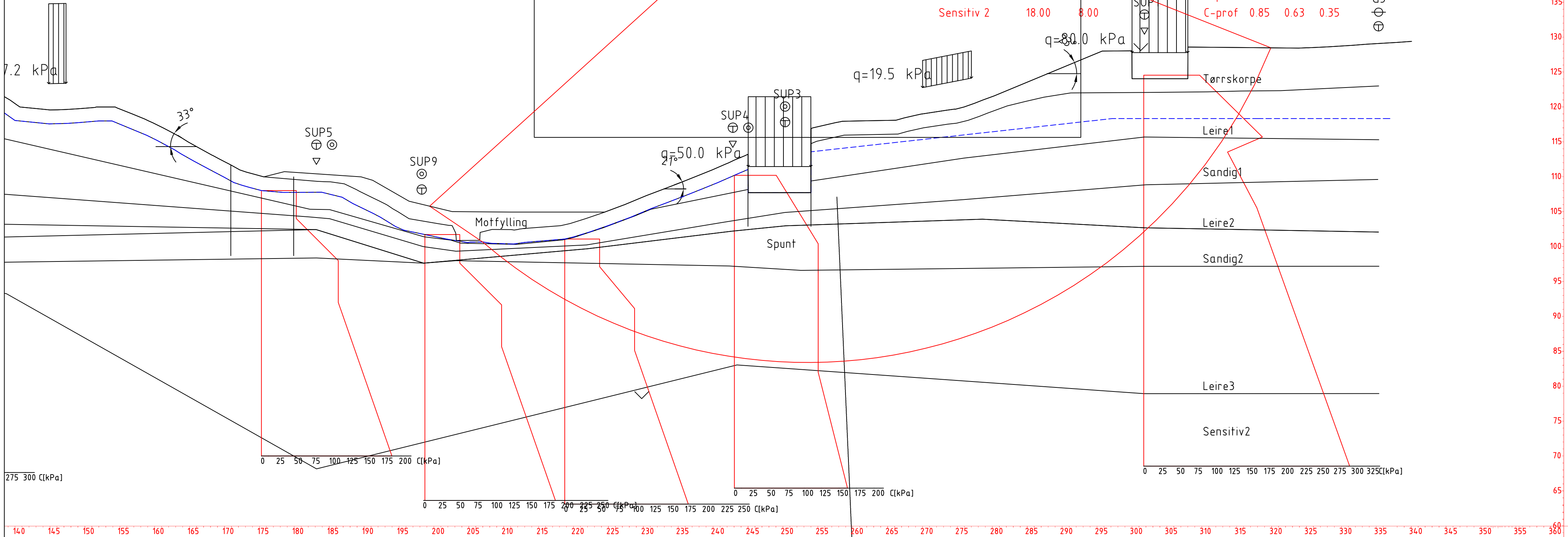
OPPDRAG  
**Saupstadbrua**  
 OPPDRAGSGIVER  
**AFRY**

**DR. TECHN. OLAV OLSEN**  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

OPPDRAG NR. 13051	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 13051-OO-TEG-111			REV. 1

**Anmerkninger:**

I anleggsfasen er det forutsatt nedplanering i topp skråningen og motfyllingen i dalbunnen. Omfanget av tiltaket er presentert i TEG-115 og TEG-116. For østre skråningen skal landkaret i akse 4 etableres i stor grad før alt betongarbeid ved akse 2 er utført. Lastforutsetninger for den kritiske fasen for lansering av brua er angitt av AFRY og er konservativ tilpasset i beregningen. I tillegg er det forutsatt at spuntgropen har en bredde på 9 m, og en utgravingsdybde fra 5,5-9,5 m. Spunten har en lengde på ca. 8-14 m. Forutsetningene i beregningene er konservative mhp. forutsetningene for spuntgropen (som er beskrevet i rapporten kap. 5.2.2).



**Anmerkninger:**

Lokalstabilitet: Grunne bruddflater som går gjennom spunt er ikke realistisk og blir ivaretatt av spunten. Bunnoppressing, brudd ved løfting, og hydraulisk grunnbrudd er vurdert av AFRY. Sikkerhetsfaktor for stabilitet (dype bruddflate): 1,46

1	19.03.2021	OPPTIMALISERING AV ANLEGGSPHASEN	CFD	MYA	MGB
	05.03.2021		CFD	MYA	MGB
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

INNHOLD	PROFIL A-A
Anleggsfasen Totalspenningsbasis Øst	

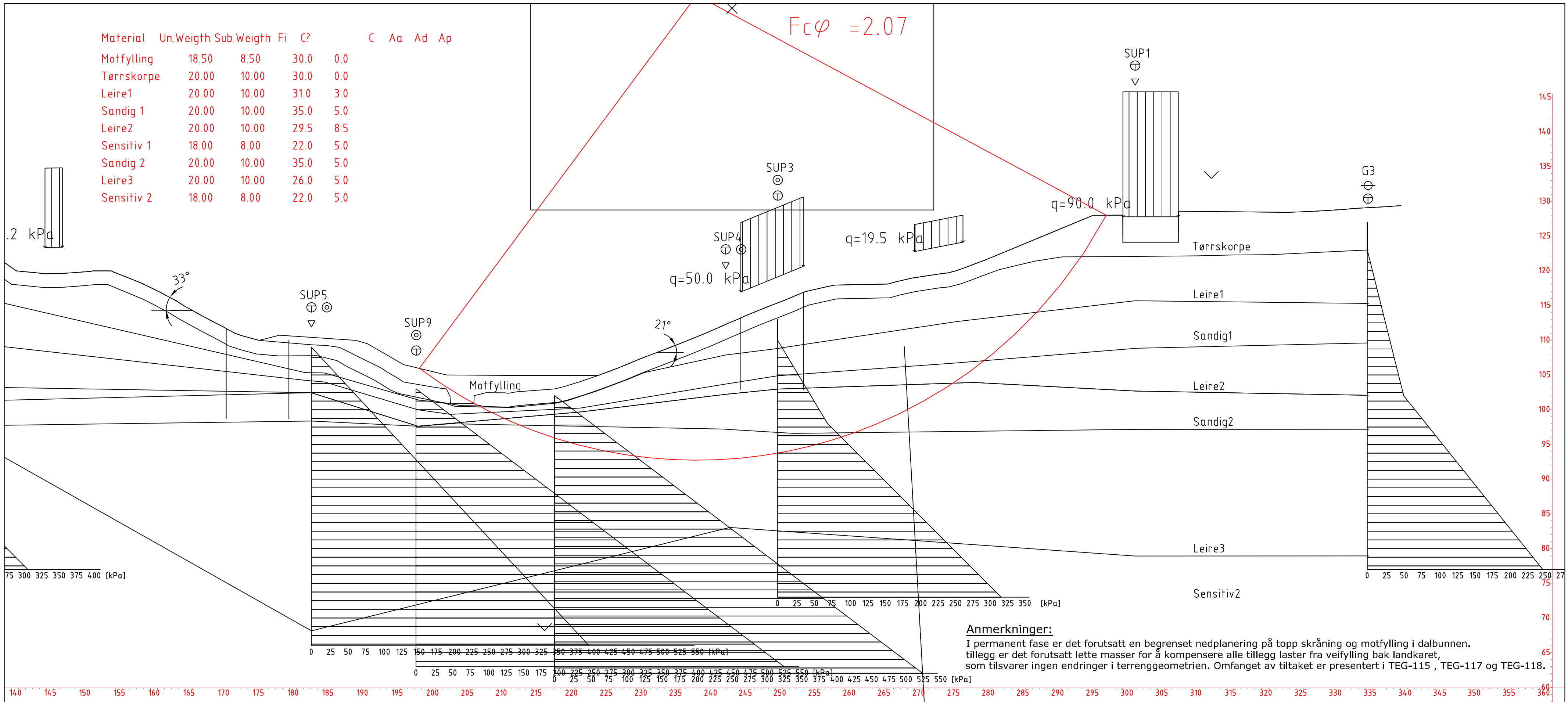
OPPDRAG	Saupstadbrua
OPPDRAGSGIVER	AFRY

**DR. TECHN. OLAV OLSEN**  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

OPPDRAG NR.	13051	MÅLESTOKK	1:400	BLAD NR.	01	AV	01
TEGNING NR.						REV.	1
13051-OO-TEG-112							1

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C?	C	Aa	Ad	Ap
Motfylling	18.50	8.50	30.0	0.0				
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire1	20.00	10.00	31.0	3.0				
Sandig 1	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire2	20.00	10.00	29.5	8.5				
Sensitiv 1	18.00	8.00	22.0	5.0				
Sandig 2	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire3	20.00	10.00	26.0	5.0				
Sensitiv 2	18.00	8.00	22.0	5.0				

$$F_c \phi = 2.07$$



**Anmerkninger:**  
 I permanent fase er det forutsatt en begrenset nedplanering på topp skråning og motfylling i dalbunnen. tillegg er det forutsatt lette masser for å kompensere alle tillegg laster fra veifylling bak landkaret, som tilsvarer ingen endringer i terrenggeometrien. Omfanget av tiltaket er presentert i TEG-115 , TEG-117 og TEG-118.

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	19.03.2021	OPPDATERT SPUNTLENGDE	CFD	MYA	MGB
	05.03.2021		CFD	MYA	MGB

INNHOLD  
**PROFIL A-A**  
 Permanent situasjon Effektivspenningsbasis Øst

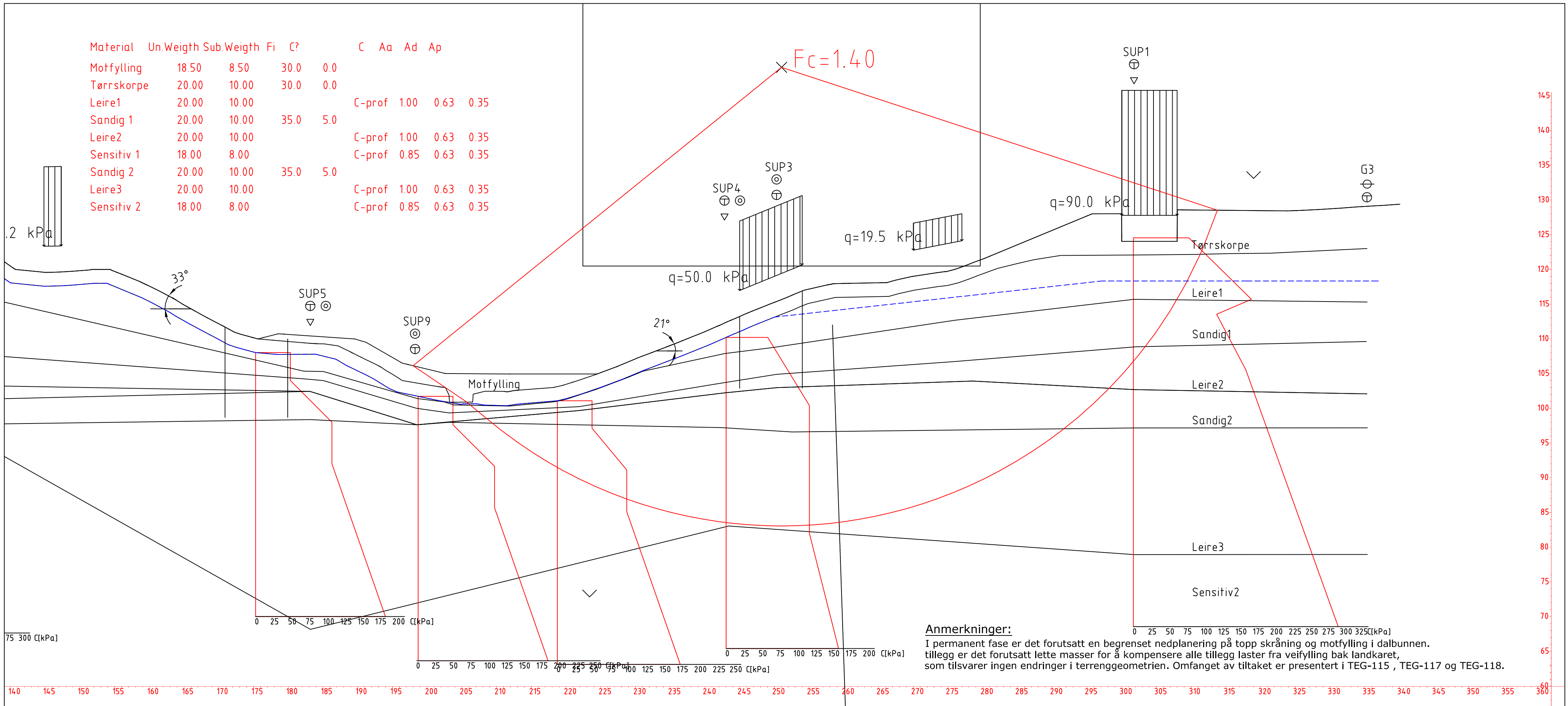
**Anmerkninger:**  
 Sikkerhetsfaktor for stabilitet: 2,07

OPPDRAG  
**Saupstadbrua**  
 OPPDRAGSGIVER  
**AFRY**

**DR. TECHN. OLAV OLSEN**  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
13051	1:400	01	01
TEGNING NR.			REV.
13051-OO-TEG-113			1

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C?	C	Aa	Ad	Ap
Motfylling	18.50	8.50	30.0	0.0				
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire1	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sandig 1	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire2	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sensitiv 1	18.00	8.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Sandig 2	20.00	10.00	35.0	5.0				
Leire3	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sensitiv 2	18.00	8.00			C-prof	0.85	0.63	0.35



**Anmerkninger:**  
 I permanent fase er det forutsatt en begrenset nedplanering på topp skråning og motfylling i dalbunnen. tillegg er det forutsatt lette masser for å kompensere alle tillegg laster fra veifylling bak landkaret, som tilsvarer ingen endringer i terrenggeometrien. Omfanget av tiltaket er presentert i TEG-115 , TEG-117 og TEG-118.

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	19.03.2021	OPPDATERT SPUNTLENGDE	CFD	MYA	MGB
	05.03.2021		CFD	MYA	MGB

INNHOLD  
**PROFIL A-A**  
 Permanent situasjon Totalspenningsbasis Øst

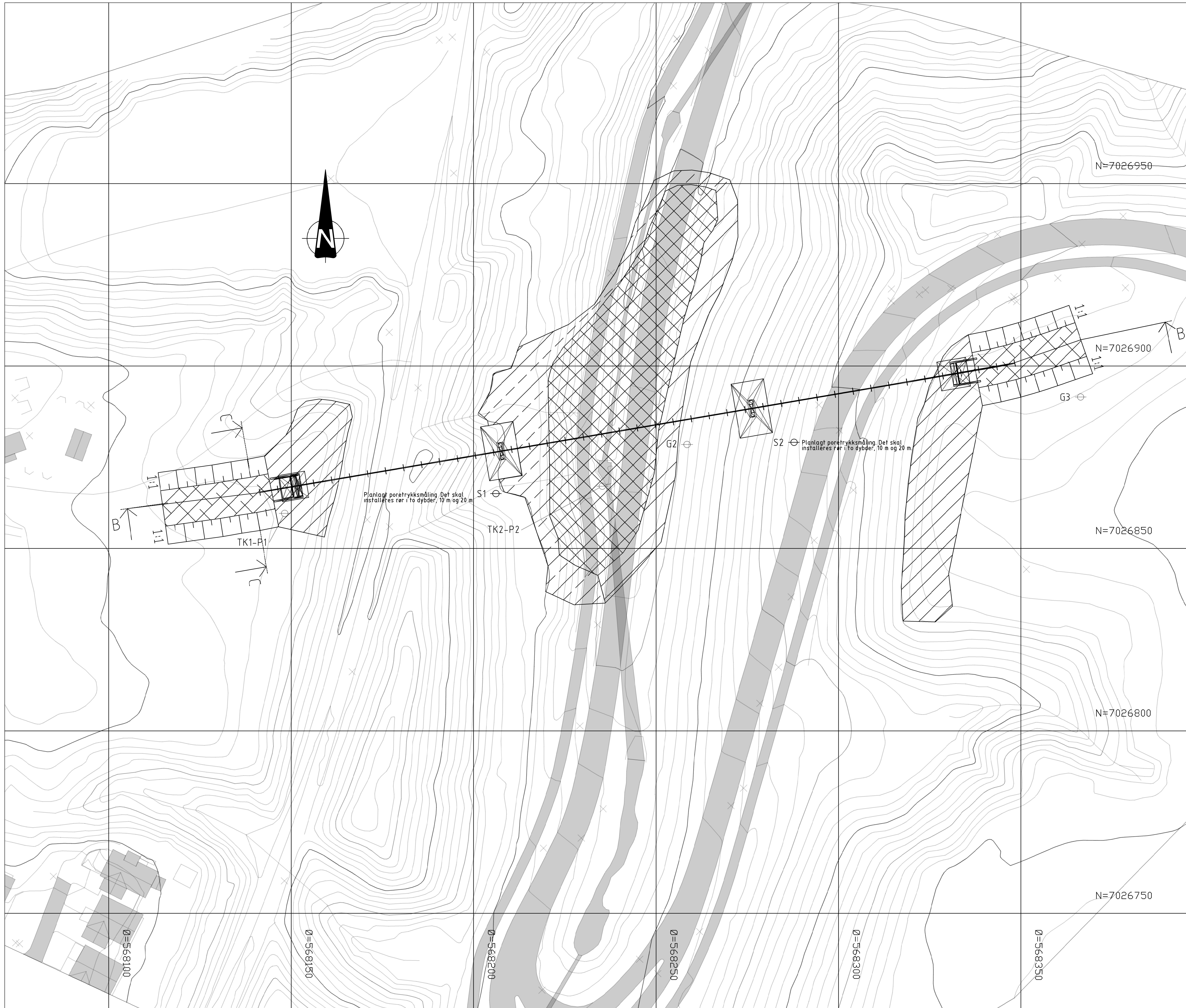
**Anmerkninger:**  
 Sikkerhetsfaktor for stabilitet: 1,40

OPPDRAG  
**Saupstadbrua**  
 OPPDRAGSGIVER  
**AFRY**

**DR. TECHN. OLAV OLSEN**  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
13051	1:400	01	01
TEGNING NR.			REV.
13051-OO-TEG-114			1





- Anmerkninger**
- 1 Dette er en prinsippsskisse, ikke en arbeidstegning
  - 2 Skissen presenterer alle geotekniske tiltak med tanke på områdestabilitet
  - 3 Tiltak består av motfylling i dalbunnen, nedplanering i topp av skrånningene, og masseutskifting med lette masser
  - 4 For anleggsfase er tiltak henvist til TEG-116
  - 5 For permanent fase er tiltak henvist til TEG-117 og TEG-118
  - 6 Eksisterende poretrykkmålinger og planlagte poretrykkmålinger er vist i tegningen. Utgangspunktet skal nye poretrykkmålinger installeres bak spunten i skrånningen. Plassering er tilpasset med hensyn på ankomlighet i skrånningen. Plassering avtales med geotekniker om det er andre plassering som passer bedre i praktisk gjennomføring.

- TEGNFORKLARING**
- Nedplanering vest 2,4m, nedplanering øst 1,8m mens nedplanering av området i nærhet av landkar spesifiseres av AFRY.
  - 2,5m motfylling over eksisterende terreng
  - Masseutskifting/ vegkropp med lette masser. Dimensjoner er spesifisert i 13051-00-TEG-118. Dimensjoner er spesifisert i 13051-00-TEG-118
  - Motfylling avsluttes horisontalt mot datside.
  - 1m motfylling over eksisterende terreng.
  - Eksisterende poretrykkmålinger (TK1-P1, G2 og G3)
  - Planlagte poretrykkmålinger (S1 og S2)

Prosjektnavn:	RIG Tegningsnummer	Rev. index
<b>Saupstadbrua</b>	13051-00-TEG-115	1

Henvisninger:

13051-00-TEG-116  
13051-00-TEG-117  
13051-00-TEG-118

Merknader:

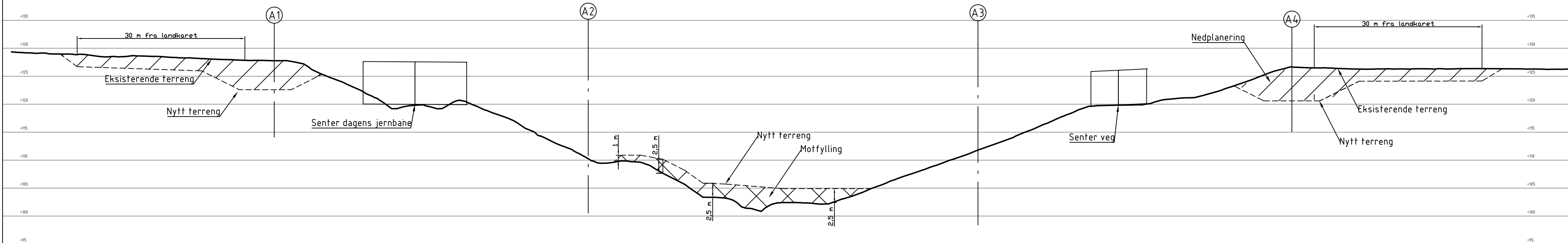
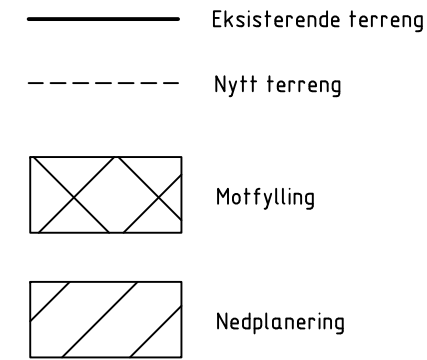
Index	Beskrivelse av endringer	Dato	Tegner	Kontrollert
1	Supplering av poretrykkmålinger	18.03.2021	CFD	MYA

<b>RIG</b>	<b>DR. TECHN. OLAV OLSEN ARTELIA GROUP</b>	RIG prosj. nr.
Første utstedelse	Tegningsstilt	13051
Dato: 2021.03.05	<b>Saupstadbrua</b>	Mål (i A1)
Designer: CFD	<b>Situasjonsplan med tiltak</b>	13051
Tegner: CFD		
Kontrollert Godkjent		Rev. index
MYA MGB	Denne tegningen skal ikke kopieres eller distribueres uten tillatelse av Dr.techn.Olav Olsen a.s.	13051-00-TEG-115
		1



ANMERKNINGER:

1. Dette er en prinsippskisse, ikke en arbeidstegning.
2. Skissen viser senterlinje bru.
3. Skissen viser tiltak i anleggsfasen med tanke på områdestabilitet.
4. Tiltak består av motfylling i dalbunnen og nedplanering i topp av skråningene.
5. Motfylling er permanent.
6. Nedplanering er oppnådd med å etablere byggegroper for landkarene og utlegging av lette masser, og avlastning i kantene av skråningene.



REV.	DATO	ENDRING	MYA TEGN	CFD KONTR	MGB GODKJ
	26.02.2021				
TEGNINGSSTATUS					

INNHOLD  
**PROFIL B-B SENTERLINJE BRU**  
 Tiltak i anleggsfase med hensyn til områdestabilitet

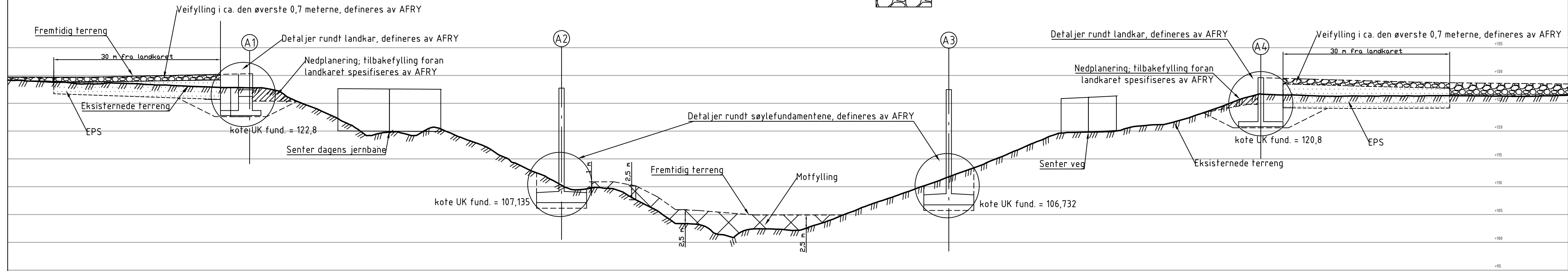
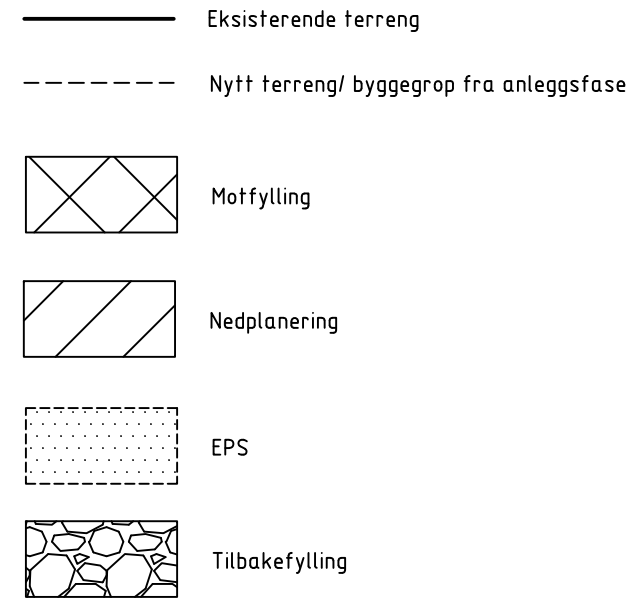
OPPDRAG  
**Saupstadbrua**  
 OPPDRAGSGIVER  
**AFRY**

 DR. TECHN.  
**OLAV OLSEN**  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

OPPDRAG NR. 13051	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. <b>13051-OO-TEG-116</b>			REV.

ANMERKNINGER:

1. Dette er en prinsippskisse, ikke en arbeidstegning.
2. Skissen viser senterlinje bru.
3. Skissen viser tiltak i permanentfase med tanke på områdestabilitet.
4. Tiltak består av motfylling i dalbunnen (ingen endring fra anleggsfase) og utlegging av EPS (innen 30 m fra landkarene).
5. Skissen angir ikke detaljer eller forutsetninger rundt landkarene eller søylefundamentene.



01	16.04.2021	Retting, tykkelse av veifyllingen	MYA	CFD	MGB
	02.03.2021		MYA	CFD	MGB
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

INNHOLD <b>PROFIL B-B SENTERLINJE BRU</b> Tiltak i permanentfase med hensyn til områdestabilitet
--

OPPDRAG <b>Saupstadbrua</b> OPPDRAGSGIVER <b>AFRY</b>
--

  
 Pirsenteret  
 7010 Trondheim  
 TLF: 67 82 80 00  
 www.olavolsen.no

OPPDRAG NR. 13051	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 13051-OO-TEG-117			REV. 01

ANMERKNINGER:

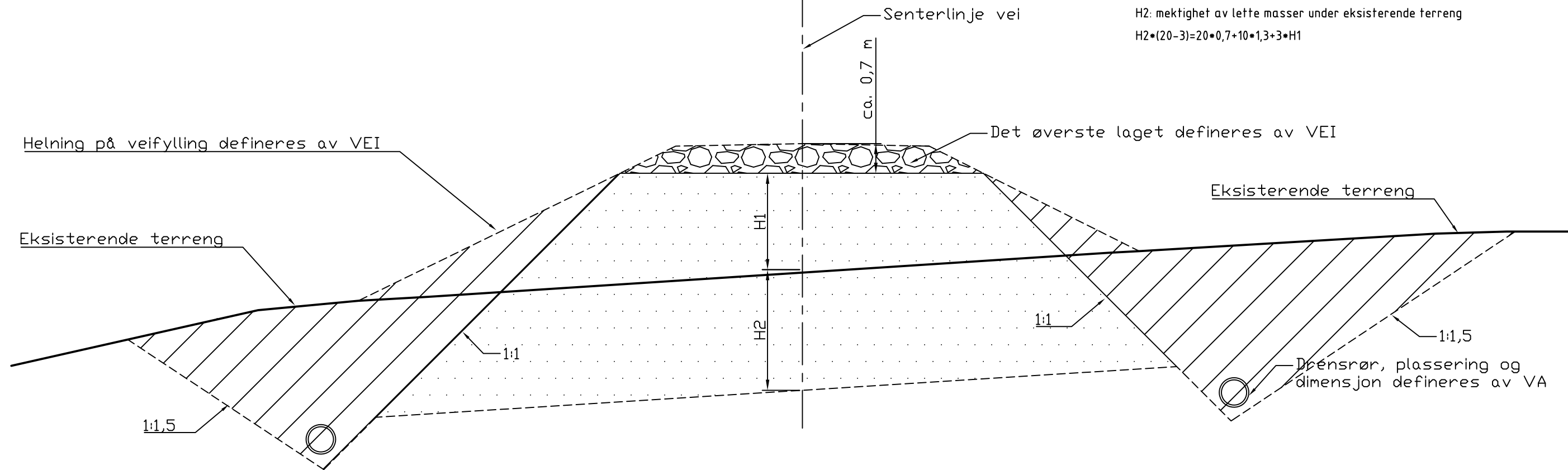
1. Dette er en prinsippskisse, ikke en arbeidstegning.
2. Skissen er laget av tverrsnitt av vegkropp bak landkaret.
3. Omfanget av masseutskiftning med lette masser er presentert i tabellen under.
4. Drensør skal ligge lavere enn foten av lette masser. Plassering og dimensjon defineres av VA.
4. Det øverste laget defineres av VEI.

Tabell, Dimensjon (m)					
H1	2,5	2	1,5	1	<=0,5
H2	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8

H1: mektighet av lette masser over eksisterende terreng

H2: mektighet av lette masser under eksisterende terreng

$$H2 \cdot (20-3) = 20 \cdot 0,7 + 10 \cdot 1,3 + 3 \cdot H1$$



TEGNINGFORKLARING:

- Eksisterende terreng
- - - Nytt terreng og byggegrop
- Det øverste laget defineres av VEI
- Tilbakefylling som konvensjonelle fyllmasser av sprengstein/ puk; beskyttende jordlag/ sprøybetong
- EPS

TEGNINGSSTATUS			INNHOLD Profil C-C Lette masser			KOORDINATSYSTEM	OPPDRAG Saupstadbrua	 DR. TECHN. <b>OLAV OLSEN</b> Pirsenteret 7010 Trondheim TLF: 67 82 80 00 www.olavolsen.no	OPPDRAG NR. 13051	MÅLESTOKK 1:100	BLAD NR. 01	AV 01
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	HØYDESYSTEM	OPPDRAGSGIVER AFRY		TEGNING NR. 13051-OO-TEG-118		REV.	