

Til: Elkem AS Thamshavn  
v/ Frode Haltland  
Kopi til: Per Rønning (Multiconsult)  
Dato: 2021-05-12  
Rev.nr. / Rev.dato: 0  
Dokumentnr.: 20210281-01-TN  
Prosjekt: Ny transportør T3, Thamshavn  
Prosjektleder: Thi Minh Hue Le  
Utarbeidet av: Thi Minh Hue Le  
Kontrollert av: Vidar Gjelsvik

## Stabilitetsvurdering i forbindelse med nytt transportbelte T3 ved Thamshavn

### Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelser og grunnforhold</b>	<b>4</b>
2.1	Område	4
2.2	Grunnforhold	6
<b>3</b>	<b>Utfylling for pelerigg</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Myndighetskrav</b>	<b>8</b>
4.1	Områdestabilitet - NVE veileder nr. 1/2019	8
4.2	Lokal stabilitet – Eurokode 0 og 7	9
<b>5</b>	<b>Stabilitetsvurderinger</b>	<b>9</b>
5.1	Materialparametere	9
5.2	Laster	10
5.3	Stabilitetsberegninger	10
5.4	Bæreevne	11
5.5	Oppdrift	12
<b>6</b>	<b>Anleggsfase</b>	<b>13</b>
6.1	Utførelse	13
6.2	Bestemmelser	14
6.3	Kontroll og overvåking	14
<b>7</b>	<b>Konklusjoner</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>Referanser</b>	<b>15</b>

## Kart og tegninger

Tegn. nr. 001	Oversiktskart
Tegn. nr. 010	Borplan med eksisterende og supplerende grunnundersøkelser
Tegn. nr. 011	Borplan med profiler
Tegn. nr. 100	Profil A – Lagdeling
Tegn. nr. 101	Profil A – Stabilitetsberegning, eksisterende situasjon
Tegn. nr. 102	Profil A – Stabilitetsberegning, med fylling
Tegn. nr. 111	Prinsippskisser for oppfylling i anleggsfase

## Vedlegg

Vedlegg A	Supplerende grunnundersøkelser (utført april 2021)
Vedlegg B	Tolkning av supplerende grunnundersøkelser
Vedlegg C	Bæreevneberegninger, utfylling til pelerigg

## Kontroll- og referanseside

# 1 Innledning

Elkem Thamshavn vil bygge et nytt transportbelte (T3) langs betongbrua på søndre del av kaianlegget (Figur 1 og Figur 2). Det nye transportbeltet vil fundamenteres på peler.

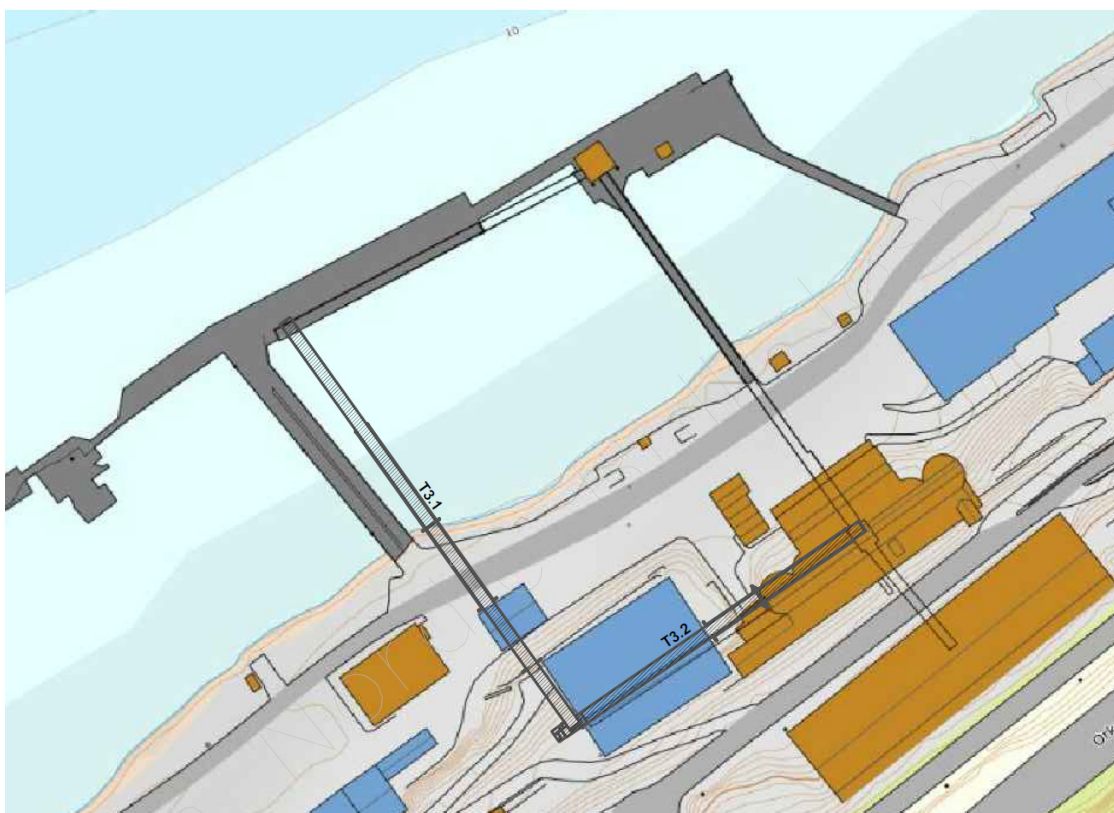
NGI har tidligere utført geotekniske grunnundersøkelser og prosjektering av pelefundamenter i området ifm. refundamentering av transportbånd og omlasterstasjon (se ref. [1] [2] [3]). Tiltaksområdet ligger innenfor kvikkleiresone nr. 1068 Thameshavn med middels faregrad og risikoklasse 4. Tidligere vurderinger viser at stabiliteten i området er relativt lav inne ved land [1].

Arbeidene med de nye fundamentene for T3.1 vil pågå i området ca. sørvest for eksisterende transportbånd. Stabiliteten langs T3.1 (Figur 1 og Figur 2) ned mot sjø må vurderes. Det er utført supplerende grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering på ett profil (profil 2) langs T3.1 (tegn. nr. 010 og 011). Grunnundersøkelsene består av 2 totalsonderinger, 1 CPTU, poretrykksmålinger på ett punkt på 8 og 16 meter dybde. Resultatene fra supplerende grunnundersøkelser er presentert i vedlegg A.

Dette notatet omfatter stabilitetsvurdering for profil 2 langs T3.1, samt prosjektering av utfylling/etablering av oppstillingsplass for pelerigg. Stabilitetsvurderingen utføres iht. NVEs veiledning 1/2019 [4].



Figur 1. Planlagt nytt transportbelte på Thamshavn (Utklipp fra tegning 20021-T-102, Nordic Bulk AS. Dato. 21.10.2020)



Figur 2. Plantegning av ny transportørline (Utklipp fra tegning 20021-T-100, Nordic Bulk AS, dato. 21.10.2020)

## 2 Områdebeskrivelser og grunnforhold

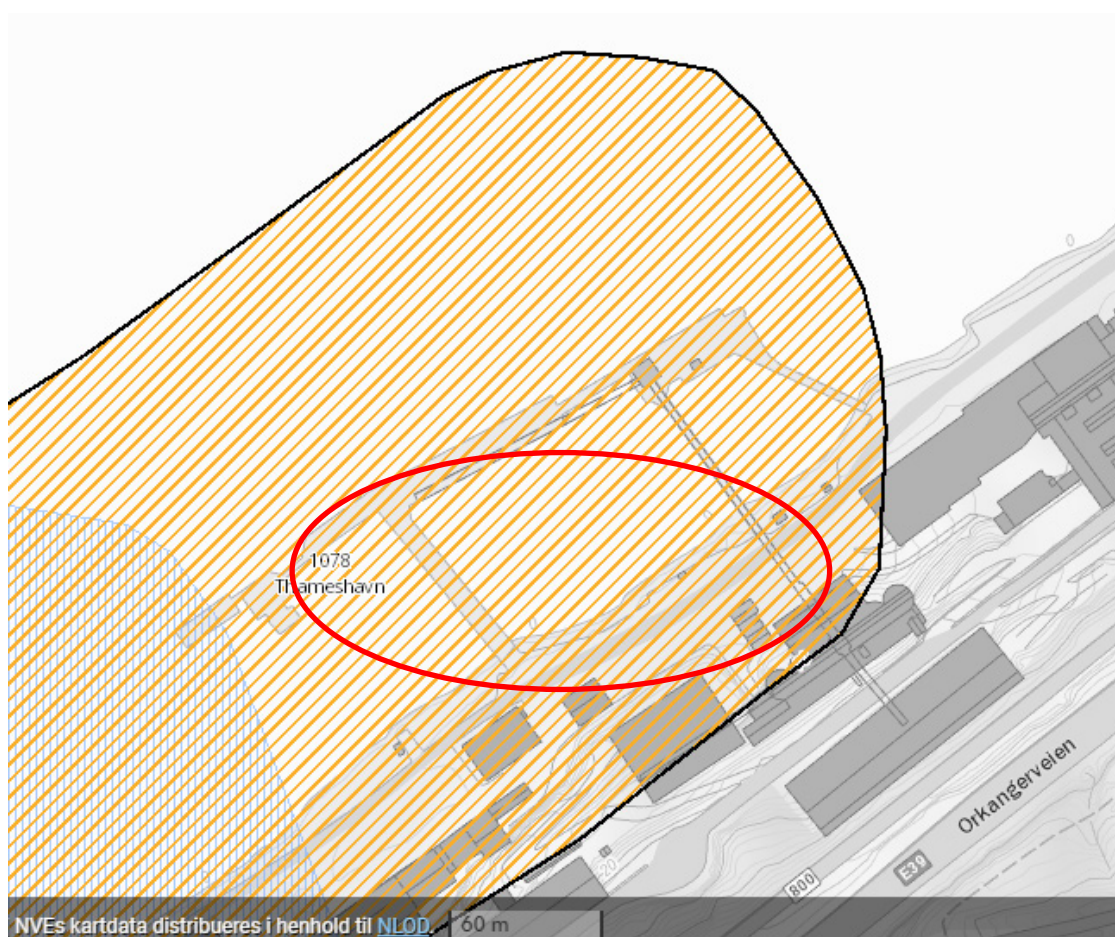
### 2.1 Område

Tiltaket ligger innenfor et område hvor stabilitet mot sjø antas å være anstrengt. Nord for fabrikken på Thamshavn gikk det et enormt skred i mai 1930. Stabilitetsvurdering for profil 1 langs eksisterende transportbånd viser lave sikkerhetsfaktorer for glideflater ved strandkanten og fjæresonen [1]. Tiltaket ligger innenfor eksisterende kvikkleiresone, 1078 Thameshavn med middels faregrad og risikoklasse 4 (Figur 3).

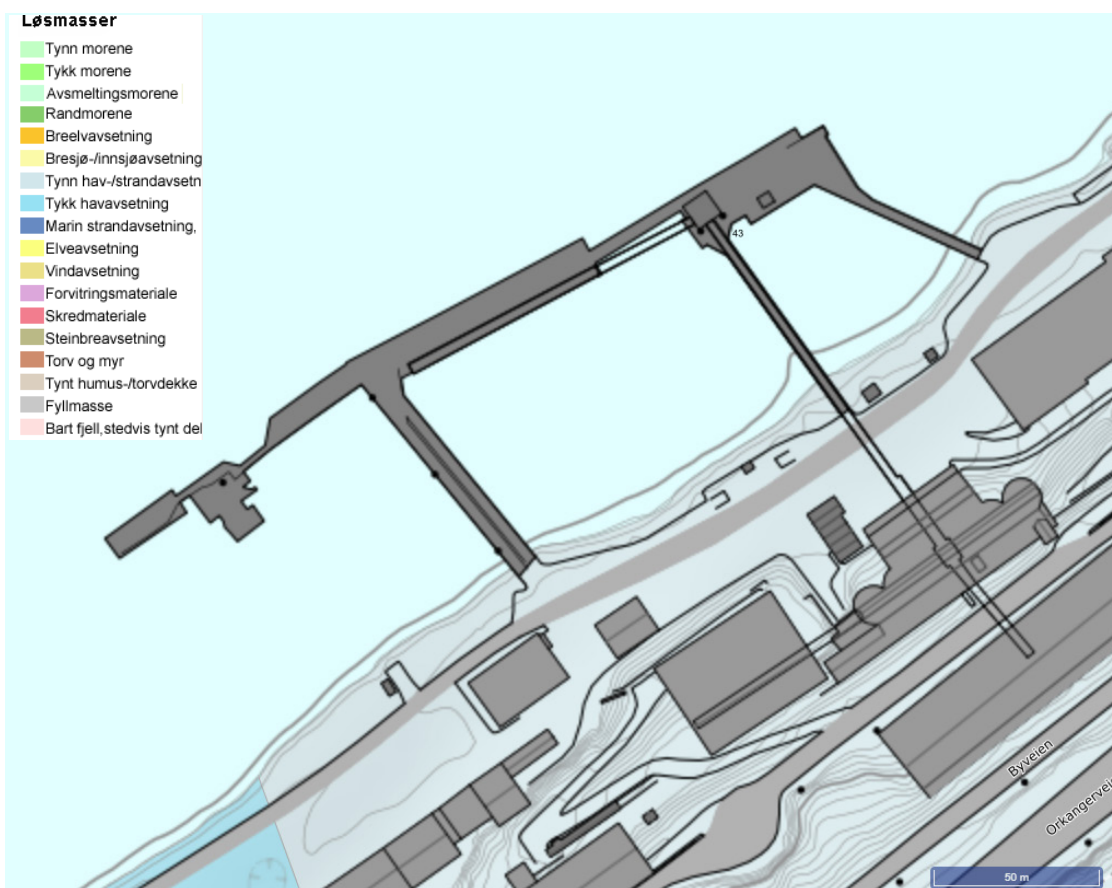
Grunnlaget for terrenget er skannet 3D-kart av sjøbunn med ekvidistanse 0,5 m, samt 3D-kart for terreng med ekvidistanse 1 m. De er mottatt fra oppdragsgiveren og brukt i tidligere vurdering i 2017 (ref. [1]).

Terrenget bak kaianlegget går bratt opp mot E39 i sørøstre retning. Området hvor T3.2 ligger antas å være dekket av tynn hav- og fjordavsetning og/eller strandavsetning basert på NGUs løsmasseskart (Figur 4). Tykkelsen på avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men den kan helt lokalt være noe større.

Sjøbunnen har en liten helning i fjæresonen (<1:10), men ved kaifronten er det en ca. 7 meter høy skråning med helning 1:1,8.



Figur 3. Beliggenhet av tiltaket (markert med rød ellipse) innenfor kvikkleiresone 1078 Thamshavn med middels faregrad og risikoklasse 4. Utklipp fra NVEs kart for kvikkleirefasesoner.



Figur 4. NGUs løsmasseskart tyder på tynn hav-/strandavsetning i sørøstre del av området på land.

## 2.2 Grunnforhold

Grunnforholdet er tolket ut fra supplerende grunnundersøkelser utført 26-28.04.2021 (vedlegg B), samt tidligere grunnundersøkelser utført i forbindelse med geoteknisk prosjektering av refundamentering av transportbånd og omlasterstasjon (ref. [2]). I området nord for fabrikken på Thamshavn gikk det et enormt skred i mai 1930 (ref. [2]). Sondringer 5 og 6 utenfor marbakken tyder på at det er en viss grad av overkonsolidering i leira (se ref [1] [2]). Dette kan skyldes effekter knyttet til tidligere skredaktivitet [1]. Leira som ligger på innsiden av kaia antas å være upåvirket av tidligere skredhendelser og oppfører seg tilnærmet normalkonsolidert.

Grunnen i området består av marine normalkonsoliderte sedimenter, i hovedsak leire og siltig leire. Langs betongbru i vest består grunnforholdene av et øvre sandlag med omlag 2 meters mektighet i fjæresonen (tegn. nr. 100). Sandlaget er avtagende mot kaifronten og forsvinner ved kaifronten. Under sandlaget er det normalkonsolidert leire til fjell. Fra ca. 15-20 m dybde i fjæresonen antas det et sammenhengende sensitivt leirelag på ca. 8 meter tykkelse. Prøveseriene fra tidligere grunnundersøkelser tyder på at leiren er lite plastisk, med plastisitet mellom 5 og 12 [1].

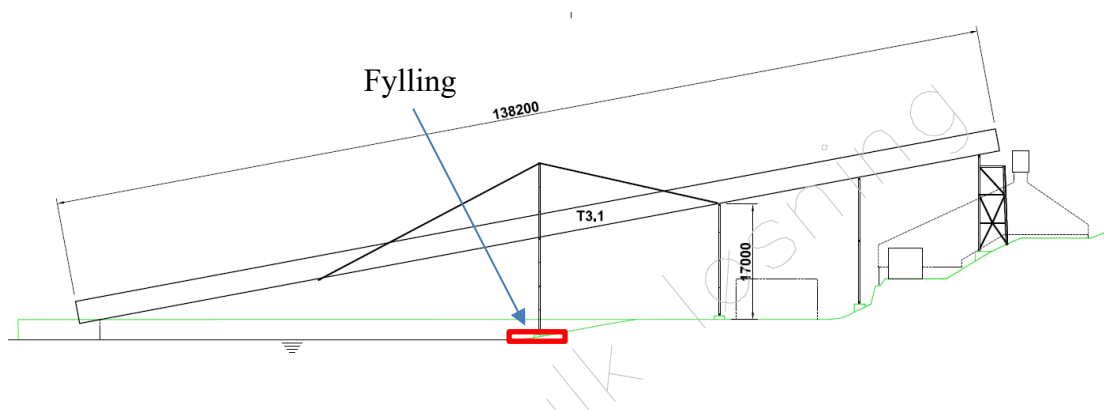
Fra land skråner berget utover mot sjøen. Dybden til berg øker fra berg-i-dagen bratt opp mot E39 til ca. 30 meter ved kaifronten.

Det antas noe poreovertrykk basert på poretrykksmåler i borhull 9 og borhull 1 fra tidligere grunnundersøkelser [2]. I stabilitetsberegningene er vannstand tilsvarende laveste astronomiske tidevann (LAT9 benyttet, kote -1,6), med hydrostatisk fordeling med dybden fra fjæresonen ut mot sjø.

### 3 Utfylling for pelerigg

For å kunne installere hovedpeler til transportør T3.1 som skissert i Figur 5 er det for pelerigg nødvendig med tilkomst fra land (Figur 5). For å hindre at peleriggen blir stående under vann må det bygges opp en mindre utfylling som arbeidsplattform for peleriggen.

Det vurderes stabilitet ved oppbygging av en fylling på maks 1,5 meter høy. På toppen antas fyllingen å ha 6 meter bredde og ca. 8 meter lengde (dvs. langs profil 2). På siden har fyllingen slak helning på 1:3 ut mot sjø, og 1:2 mot sider.



Figur 5. Opprisstegning av transportør T3.1 og sannsynlig beliggenhet for pelerigg. Utklipp fra tegning 20021-T-101 fra Nordic bulk AS.

## 4 Myndighetskrav

### 4.1 Områdestabilitet - NVE veileder nr. 1/2019

Ny transportør ligger som nevnt innenfor eksisterende kvikkleiresone 1078 Thamshavn. Tiltaket er derfor underlagt krav gitt i NVE veileder 01/2019 (ref. [4]). Fundamentet til transportøren innebærer bygging av ny infrastruktur, og innebærer ingen økt aktivitet eller opphold av mennesker. Det plasseres i tiltakskategori K1. Utfyllingen for pelerigg innebærer en liten terrengendring. Utfyllingen plasseres i tiltakskategori K2 i henhold til Tabell 3.2 (Figur 6) i NVE veileder nr. 1/2019 [4].

Tabell 3.2 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepionier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 6. Beskrivelser av tiltakskategori (Utklipp fra NVE veileder nr.1/2019 [4])

For tiltakskategori K1 og K2 er krav til sikkerhet oppfylt dersom en av følgende punkter er tilfredsstillt:

- Tiltaket forverrer ikke stabiliteten.
- Tiltaket forverrer stabiliteten, men absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , hvor  $f_s = 1,15$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene. I praksis betyr det at det kreves  $F_{cu} \geq 1,61$ .

For tiltakskategori K1 kreves det at erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges. For tiltakskategori K2 er det ikke krav til soneutredning eller erosjons-sikring.



Vurderingen utarbeidet av foretak med geoteknisk kompetanse må kvalitetssikres internt i foretaket [4].

Utfyllingen for pelerigg vil forverre stabiliteten for enkelte glideflater, da kreves det at sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,61$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  for områdestabilitet i tråd med krav i NVEs veileder nr. 01/2019.

## 4.2 Lokal stabilitet – Eurokode 0 og 7

Utfyllingen til pelerigg er et lite tiltak. Det plasseres i CC/RC1 i henhold til Eurokode 0 (NS-EN 1990:2002+NA:2008) [5]. Det er da krav i Eurokode 7 [6] gjeldende for lokale glideflater som ikke går gjennom kvikkleire og har ikke potensiale for å utløse et kvikkleireskred.

Det anses nøytral bruddmekanisme for lokale glideflater ved utfyllingen som ikke går gjennom kvikkleira. Det kreves da at sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,4$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  for lokal stabilitet i tråd med krav i Eurokode 7 [6].

For vurdering mot oppdrift kreves Eurokode 7 partialfaktor lik 1,1 for destabiliserende og 0,9 for stabiliserende laster.

Vurdering av fundamentet til transportøren iht. Eurokode 0 og 7 ligger utenfor arbeidsomfanget i dette notatet.

# 5 Stabilitetsvurderinger

## 5.1 Materialparametere

Det er beregnet stabilitet for profil 2 som ligger parallelt med profil 1 beregnet i forbindelse med geoteknisk prosjektering utført i 2016-2017 (ref. [1] [2]). Lagdelingen langs profil 2 baseres på borepunkt 9 og 10 utført ifm. denne vurderingen (vedlegg A), samt borepunkt 7 og 8 utført tidligere (se ref. [2]). Det ble ikke utført flere CPTU enn på borepunkt 9 ved land i supplerende grunnundersøkelse. Det benyttes derfor CPTU på punkt 9, samt CPTU på punkt 5 og 6 utført i 2016 [2]. Dette anses å være tilstrekkelig, da totalsonderingsprofiler for punkt 7 og 8 er sammenlignende med totalsonderingsprofiler for henholdsvis punkt 6 og 5.

Geotekniske dimensjoneringsparametere er bestemt ut fra samlet vurdering av tolkning av CPTU i borepunkt 9 (se vedlegg B), og tolkede CPTUer fra borepunkt 5 og 6 (se ref. [1]). Innledende beregninger viser at det ikke kan oppnås tilstrekkelig sikkerhetsfaktorer ved å bruke sprengstein for hele utfyllingen. Det forutsettes å bruke lette masser (f.eks. lettklinker) med ca. 0,75 m tykkelse i utfyllingen, som gjør at gjennomsnittlig tyngde-tetthet for fyllingen blir ca. 13 kN/m<sup>3</sup>. Benyttede parametere er vist i Tabell 1.

Tabell 1. Materialparametere benyttet i stabilitetsberegninger.

Materiale	Attraksjon, kPa	Friksjonsvinkel, °	Tyngdetetthet, kN/m <sup>3</sup>	Anisotropi
Fylling (sprengstein og lette masser)	0	40	13	
Sand	0	35	18	
Leire, øvre	0	32	19	1,00/0,63/0,35
Kvikkleire	0	32	19	1,00/0,63/0,35
Leire, nedre	0	32	19	1,00/0,63/0,35

## 5.2 Laster

Det er utført beregninger for pålasting av et forsterkningslag som vil være nødvendig for tilkomst av pelerigg for å installere fundamentene til transportør T3.1 (Figur 2). Det benyttes anleggslast tilsvarende en pelerigg på 27 tonn fordelt over 4 m x 4 m stiv plate av stokkmatte eller magerbetong.

$$\text{Lasten langs profil 2 blir: } q_d = \frac{270 \text{ kN} \cdot 1,3}{4 \text{ m} \cdot 4 \text{ m}} = 21,9 \text{ kPa}$$

Lasten settes inn som jevnt fordelt last i Geosuite over en bredde på 4 meter.

## 5.3 Stabilitetsberegninger

Geosuite Stabilitet versjon 16.0.0 med beregningsmodulen BEAST 2003 er benyttet. Det er gjort beregninger både for sirkulære og sammensatte skjærflater.

Stabilitetsberegning er utført for profil 2, vist på oversiktskartet (tegn.nr. 011). Resultatene fra stabilitetsberegningene er vist i Tabell 2. Tegn.nr 101 viser glideflater for eksisterende situasjon, og tegn.nr. 102 viser glideflater i anleggsfasen med fyllingen.

Tabell 2. Oppsummering av resultatene fra stabilitetsberegningene

Glideflater	Drenert Eksisterende	Drenert Etter	Udrenert Eksisterende	Udrenert Etter
Ved kaifront	2,07	2,07	2,09	2,09
Ved kaifront, sammensatt			2,51	2,51
Global sirkulær			1,65	1,61
Global sammensatt			1,79	1,77
I fjæresone – lokal 1			1,24	2,70
I fjæresone – lokal 2			1,39	1,73
I fjæresone – lokal, mest kritisk	> 2,00	1,98	> 2,00	1,53*

\*Kreves ikke å tilfredsstille NVE veileder nr.1/2019

Resultatene viser at dagens globale stabilitet og stabiliteten ved kaifronten er tilstrekkelig, med beregnet sikkerhet  $F_c > 1,61$  og  $F_{c\phi} > 1,25$ . Noen lokale glideflater i fjæresonen har  $F_c$  mindre enn kravene i eksisterende situasjon, men disse glideflatene blir forbedret og oppnår  $F_c > 1,4$  med fyllingen. Det anbefales at fyllingen blir liggende i permanentfasen for å sikre strandkanten mot erosjon og øke stabiliteten i fjæresonen.

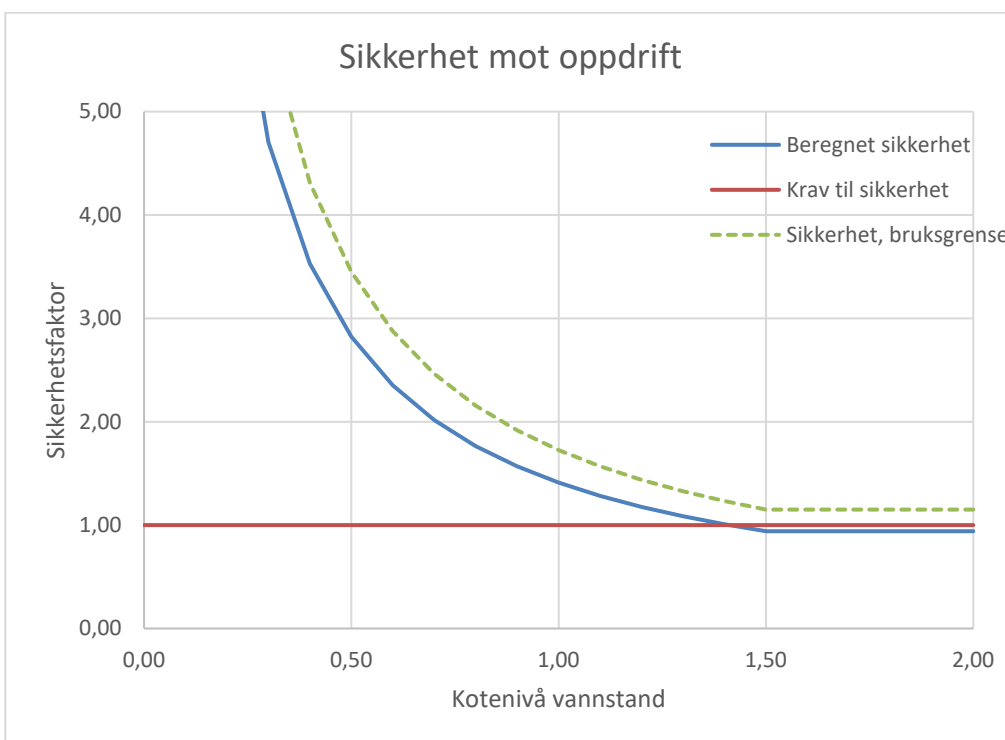
Den mest kritiske lokale glideflaten gjennom fyllingen har  $F_c = 1,53$ , forverret fra eksisterende situasjon som antatt å være  $F_c > 2$ . Denne glideflaten går ikke gjennom kvikkleirlaget, da er kravet i Eurokode 7 ( $F_c > 1,40$ ) som er gjeldende, og ikke NVE veileder nr. 1/2019 ( $F_c > 1,61$ ). Det anses at stabiliteten av tiltaket og fyllingen er i tråd med gjeldende myndighetskrav i både anleggs- og permanentfaser.

## 5.4 Bæreevne

Det er utført beregning av lokal bæreevne for fyllingen (se vedlegg C). Beregningene er gjort for oppfylling til nivå over høyvann, kote +1,5. Det forutsettes å bruke lette masser med ca. 0,75 m tykkelse i fyllingen. Beregningene viser at dimensjonerende bæreevne for grunnen er ca. 50 kPa. Bæreevner anses å være tilfredsstillende forutsatt at det ikke brukes pelerigg eller anleggsmaskin som overskrider denne verdien (dvs. at pelerigg eller anleggsmaskin ikke må være tyngre enn ca. 30 tonn).

## 5.5 Oppdrift

Det er utført beregninger for kontroll av oppdrift for fyllingen med lette masser (ref. [1]). Figur 7 viser sikkerhet mot oppdrift både i bruksgrense og bruddgrensetilstand, der bruksgrensetilstanden er beregnet uten materialfaktorer for romvekt fra ref. [1]. Beregningene viser tilstrekkelig sikkerhet mot oppdrift i bruksgrensetilstand. I bruddgrensetilstand er sikkerheten tilfredsstillende med vannstand opptil ca. kote +1,4. Ved full flo (dvs. vannstand på kote +1,5) er sikkerhetsfaktoren like under 1.



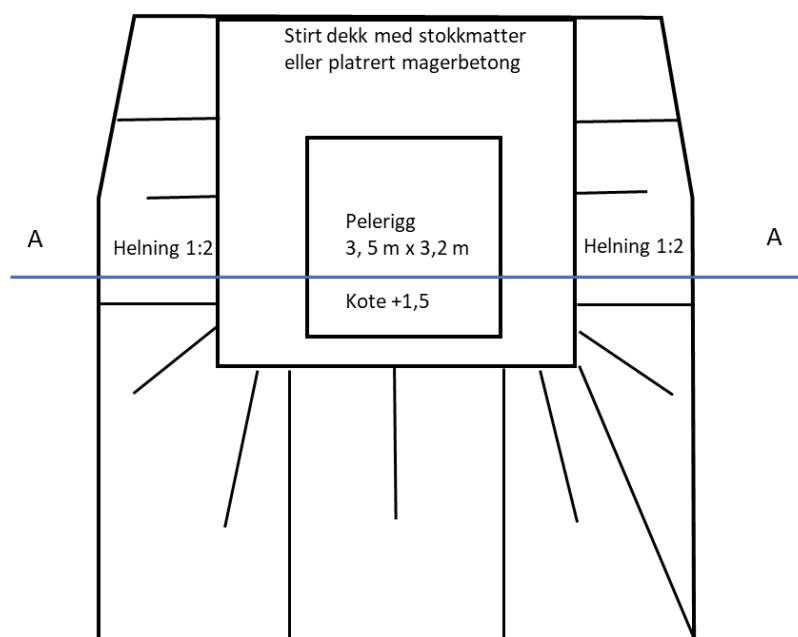
Figur 7 Sikkerhet mot oppdrift som funksjon av vannstand.

## 6 Anleggsfase

### 6.1 Utførelse

Figur 8 viser planskisse for fyllingen, men prinsippskisser for oppfylling er vist i tegn. nr. 111. Fyllingen skal utføres i følgende rekkefølge:

1. Fiberduk legges under planlagt oppfylling.
2. Ranker av fyllmasser legges til kote +0,75.
3. Lettklinker fylles i bassenget mellom rankene. Utføres ved fjære sjø.
4. Fyllmasser legges over lettklinker. Fyllmassene og lettklinkerfyllingen separeres av fiberduk klasse 3.
5. Dekke av stokkmatte eller magerbetong støpes for å sikre bred lastspredning.
6. Maksimalt oppfyllingsnivå er til kote +1,5.



Figur 8. Planskisse for fyllingen

## 6.2 Bestemmelser

- Det skal tilstrebes å gjøre så lite utfylling som mulig. Det tillates ikke å overskrive anbefalt høyde på 1,5 meter.
- For å begrense innvirkningen av utfyllingens virkning på stabiliteten tillates det ikke at det fylles ut flere enn en utfylling over en viss tid. Om det blir nødvendig med flere utfyllinger (f.eks. på forskjellige sider av pelegruppe), må fyllingen på den andre siden fjernes før ny utfylling kan finne sted.
- Dagens terreng ved kanten er på kote +3, ca. 1,5 meter høyere enn utfyllingstoppene. Det anbefales å heise pelerigg fra terrenget ned til utfyllingen. Alternativt kan det lages anleggsvei ved terrengtilpasninger. Det kan gjøres ved at deler av skråningen fra terrenget ned mot fyllingen graves bort og slakes ut. Anleggsveien kan også etableres fra side, men det er ikke tillatt fylles ut mer masser enn beskrevet utfylling uten å rådføre fra geoteknikere.
- I en avstand på 0,5 meter til planlagte peler fylles det kun med fyllmasser, slik at det uten problemer kan bores gjennom disse massene i ettertid.
- Det tillates ikke mellomlagring av masser i bakkant av pelearbeidene. Masser mellomlagres på anvist sted.

## 6.3 Kontroll og overvåking

Grunnet relativt lav stabilitet i området vil det være viktig med tett oppfølging av arbeidene i anleggsfasen. Spesielt viktig er det å ha kontroll på grave- og utfyllingsarbeider, samt installasjon av pelene. Følgende momenter skal kontrolleres i anleggsfasen. En mer detaljert beskrivelse er gitt i 20150124-01-TN *Instruks for geotekniske arbeider* ref. [8].

- Overvåking av poretrykk i alle anleggsfaser
- Kontroll av borsystem
- Kontroll av høyde på utfylling
- Kontroll av peleprotokoller
- Kontroll av lekkasje inn i pelene før utstøping

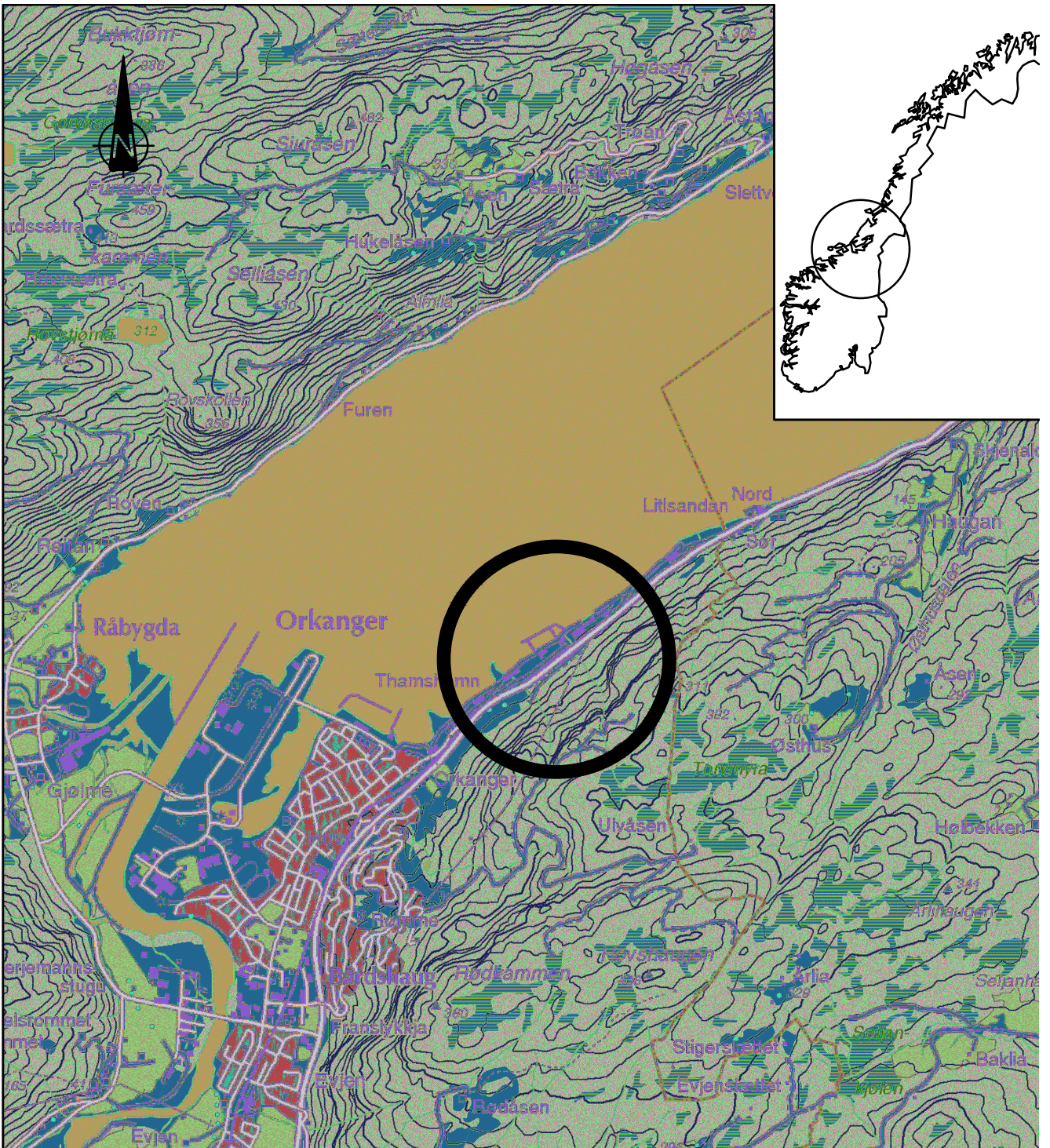
## 7 Konklusjoner


Det aktuelle området for den planlagte transportøren T3 ligger innenfor kvikkleiresone nr. 1078 *Thameshavn*. Grunnen i området består i hovedsak av et fastere sandig lag over bløt leire og kvikkleire til fjell. Beregningene viser at stabiliteten er tilfredsstillende med en utfylling opptil 1,5 m høyde. Tiltak i form av utfylling må derfor gjøres med bruk av lette masser for å minimere tilleggsbelastningen i området. Det anbefales at fyllingen blir liggende i permanentfasen for å sikre strandkanten mot erosjon og øke stabiliteten i fjæresonen.

Arbeider knyttet til peleinstallasjon må utføres så skånsomt som mulig, da de stedlige massene er sensitive og vil kunne svekkes ved vibrasjoner og økt poretrykk i grunnen som følge av installasjon av peler. Krav til utførelse er beskrevet i NGI-notat 20150124-01-TN ref. [8].

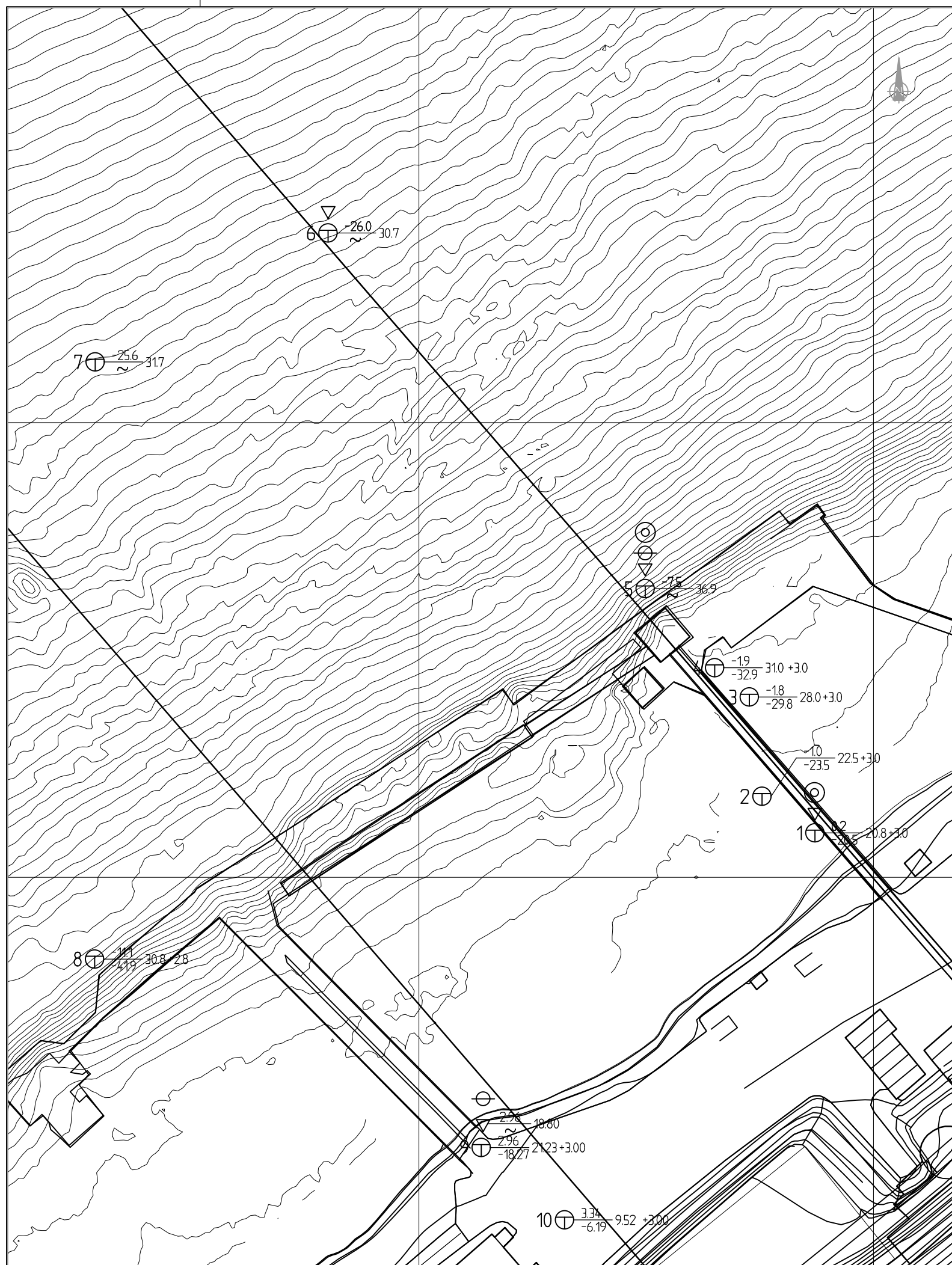
## 8 Referanser

- [1] NGI, «Elkem AS Thamshavn - Grunnundersøkelser og kaifundamentering, geoteknisk prosjekteringsrapport. Dok. nr. 20150124-02-R. Rev. 01. Dato: 31.05.2017,» 2017.
- [2] NGI, «Elkem AS Thamshavn - Grunnundersøkelser datarapport. Dok. nr. 20150124-01-R. Rev 0. Dato: 19.02.2016,» 2016.
- [3] NGI, «Instruks for geotekniske arbeider. Dok. nr. 20150124-01-TN. Rev 1. Dato: 31.05.2017,» 2017.
- [4] NVE, «Veileder nr. 1/2019. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Norges vassdrags- og energidirektorat,» 2020.
- [5] Standard Norge, Norsk Standard-NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016-Eurocode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, 2016.
- [6] Standard Norge, Norsk Standard-NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016-Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering-Del 1: Allmenne regler, 2016.
- [7] SVV, «Vegbygging - Håndbok N200,» 2018.
- [8] Norges Geotekniske Institutt, «20150124-01-TN Instruks geotekniske arbeider,» NGI, 2016.
- [9] Norges Geotekniske Institutt, «20150124-02-R Elkem AS Thamshavn - Geoteknisk prosjekteringsrapport,» NGI, 2016.



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	God
Elkem Thamshavn		Status Rapportvedlegg			
		Original format A-4			
		Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20210281\AUTOGRAF.RIT			
Oversiktskart		Målestokk 1:50 000			
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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		12.05.2021	TLe	VG	TLe
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20210281	001		





## FORKLARINGER:

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚓ Fjell i dagen
- ⦿ Skovlprøve

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Borhullnr.	Koordinater EUREF89, NTM sone 10, - NN2000			Metode								
	N-koord.	Ø-koord.	Høyde	Feltundersøkelser					Laboratorieanalyser			
				TOT	DRT	CPTU	PZ	PR	CAUA	Salt- innhold	CRS	
1 (eks.)	7021609,8	544087,1	0,247	X		X		X				X
2 (eks.)	7021617,8	544075,5	-0,991	X								
3 (eks.)	7021639,6	544072,7	-1,802	X								
4 (eks.)	7021646,1	544065,1	-1,888	X								
5 (eks.)	7021663,5	544049,8	-7,489	X		X	X	X	X	X	X	X
6 (eks.)	7021741,7	543980,0	-25,952	X		X						
7 (eks.)	7021713,3	543928,8	-25,558	X								
8 (eks.)	7021582,0	543928,7	-11,119	X								
9 (supp.)	7021540,6	544013,7	2,956	X		X	X					
10 (supp.)	7021524,6	544032,1	3,339	X								

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
------	-------------	------	-------	--------	--------

Elkem AS Thamshavn  
Ny transportør T3

Eksisterende og supplerende grunnundersøkelser  
Eksisterende utført i 2016  
Supplerende utført i apr. 2021

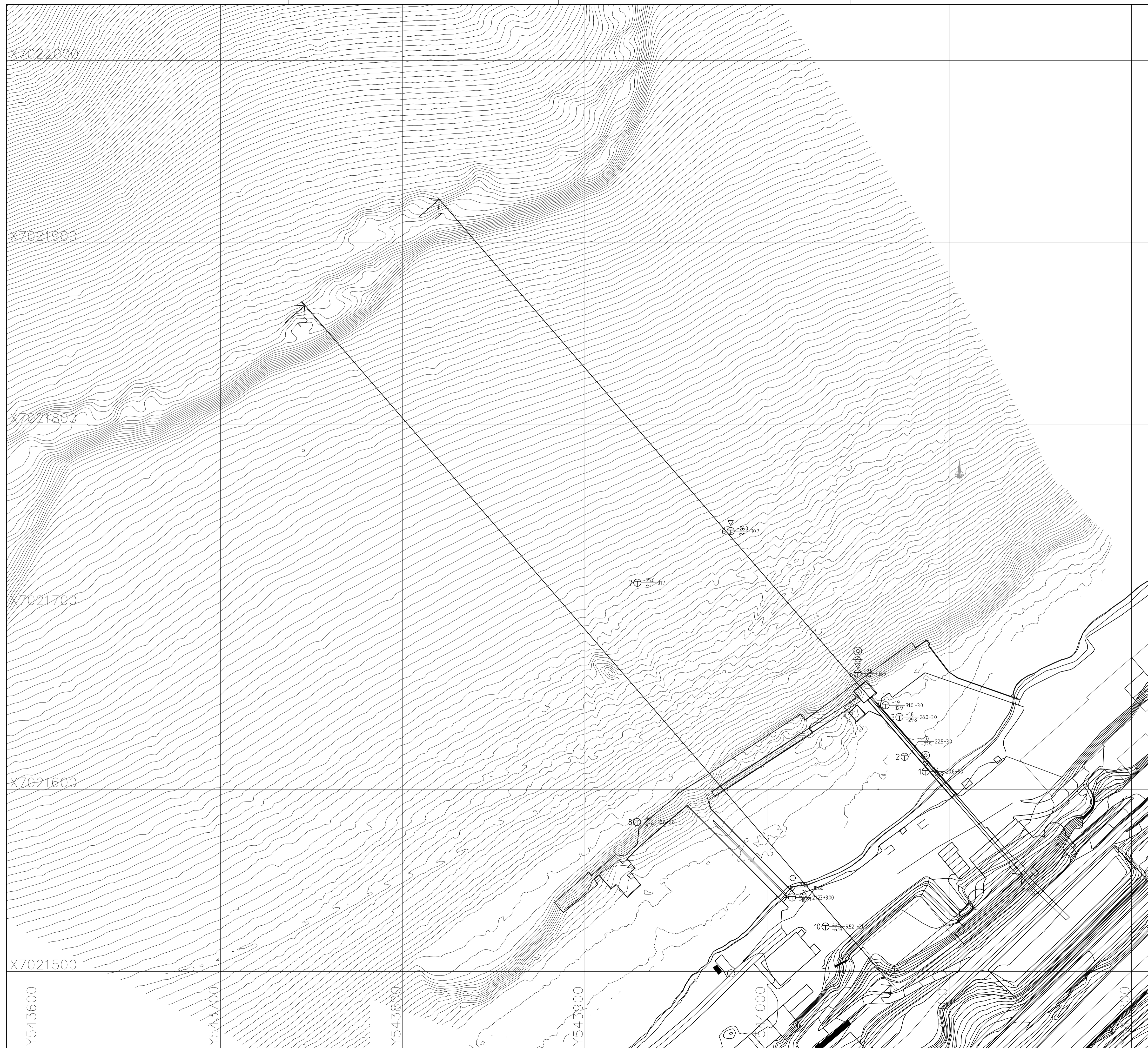
Status  
—  
Original format  
A-3  
Tegningens filnavn  
Oversiktskart:23.04.2021.dwg  
Målestokk

1:1000



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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
11.05.2021	TLe	VG	TLe
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
20210281	010	0	



X7022000  
X7021900  
X7021800  
X7021700  
X7021600  
X7021500  
Y543600  
Y543700  
Y543800  
Y543900  
Y544000  
Y544100

- FORKLARINGER:**
- Dreiesonering
  - ☆ Fjellkontrollboring
  - ⊙ Prøveserie
  - ⊖ Poretrykksmåling
  - Enkel sonering
  - ⚡ Dreietrykksonering
  - Prøvegrav
  - ⚡ Fjell i dagen
  - ▽ Trykksonering
  - ⊕ Totalsonering
  - + Vingeboering
  - ⊖ Skovlprøve

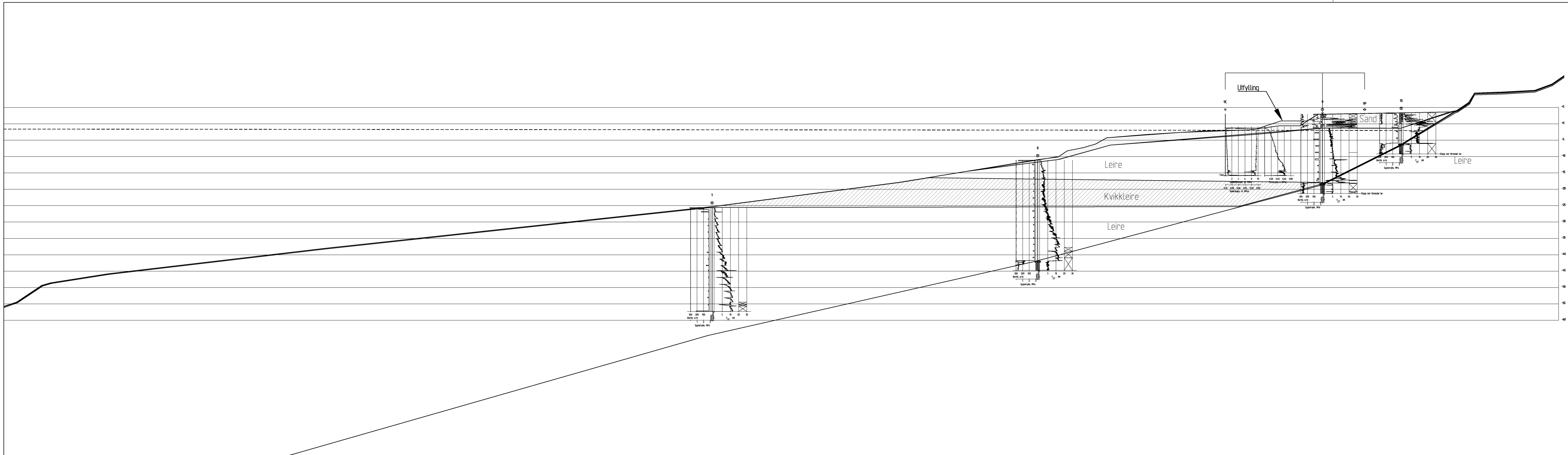
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Koordinatsystem: EUREF89, UTM sone 32  
Høydereferanse: NN2000

Tegningsfil:	Tegning:	Rev.
Oversiktskart med stabilitetsprofil	011	



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kont.	Godk.
	Elkem Thamshavn Ny transportør T3				
	Stabilitetsvurdering Oversiktskart med stabilitetsprofil				
					Original format A1 Tegningens filnavn Oversiktskart_23.04.2021.dwg Målestokk
					1:1000
	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 Oppdragsnr. 11.05.2021 20210281	Kontr./Tegnet TLe Tegning:	Kontrakt VG 011	Godkjent TLe Rev. 0



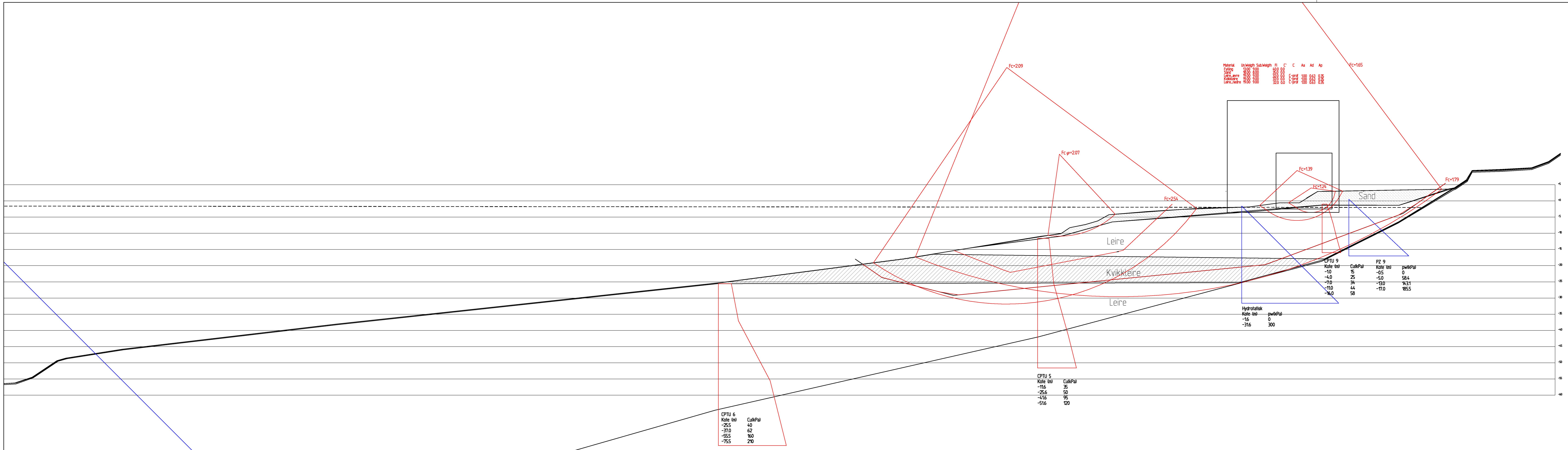
**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen
- Skovlprøve

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Koordinatsystem: EUREF89, UTM sone 32  
 Høydereferanse: NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>Elkem Thamshavn</b> <b>Ny transportør T3</b>		Status Original format <b>A3-0</b> Tegningsnavn AUTOGRAF-RIT/profiler/Profil 1 - Lagdeling.dwg Målestokk <b>1500</b>			
<b>STABILITETSVURDERING</b> <b>Profil 2</b> <b>Lagdelling</b>					
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 11.05.2021 Oppdragsnr. <b>20210281</b>	Konstr./Tegnet TLe Tegningsnr. <b>100</b>	Kontrollert VG	Godkjent TLe Rev. <b>0</b>



**FORKLARINGER:**

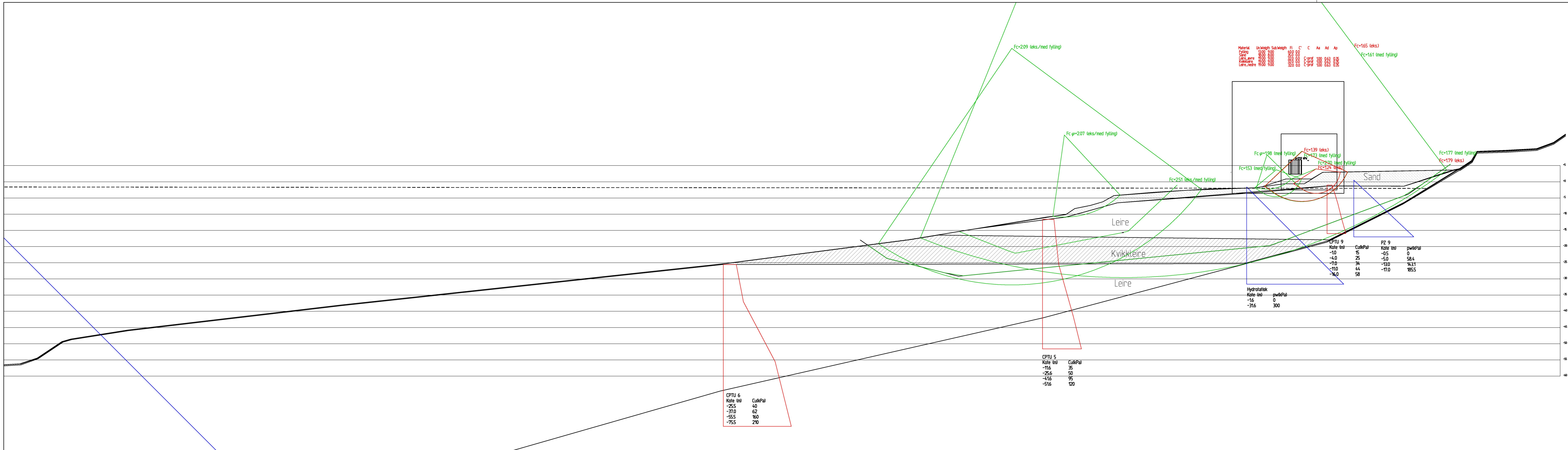
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen
- Skovlprøve

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Koordinatsystem: EUREF89, UTM sone 32  
 Høydereferanse: NN2000

Tegningen er redusert til halv målestokk uten at målestokkangivelsen er redusert tilsvarende.

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>Elkem Thamshavn</b> <b>Ny transportør T3</b>		Status Original format A3-0 Tegningens filnavn AUTOGRAF.RIT/profiler/Profil 1 - Lagdeling.dwg			
<b>STABILITETSVURDERING</b> <b>Profil 2</b> <b>Eksisterende situasjon</b>		Målestokk <b>1500</b>			
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 11.05.2021	Konstr./Tegnet TLe	Kontrollert VG	Godkjent TLe
		Oppdragsnr. <b>20210281</b>	Tegningsnr. <b>101</b>	Rev. <b>0</b>	



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen
- ⦿ Skovlprøve

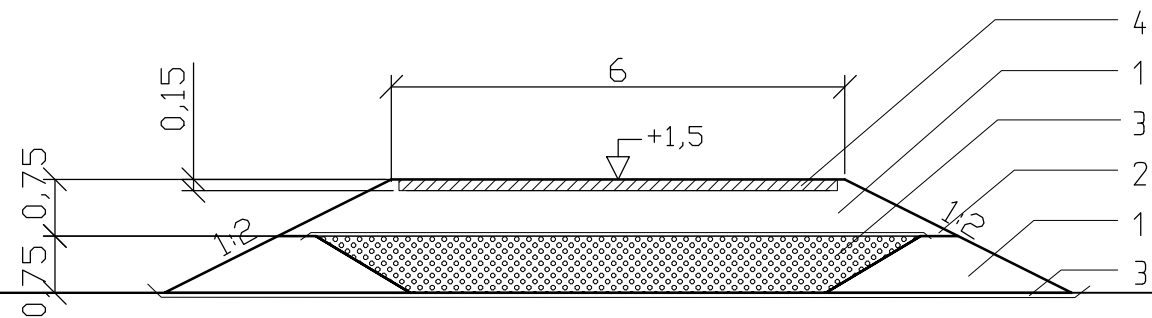
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Koordinatsystem: EUREF89, UTM sone 32  
 Høydereferanse: NN2000

Tegningen er redusert til halv målestokk uten at målestokkangivelsen er redusert tilsvarende.

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Elkem Thamshavn Ny transportør T3		Status			
STABILITETSVURDERING Profil 2 Med utfylling		1500			
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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		11.05.2021	TLe	VG	TLe
		Oppdragsnr:	Tegningsnr:	Rev.	
		20210281	102	0	

Profil 1 - På tvers av fylling, prinsipp for oppfylling



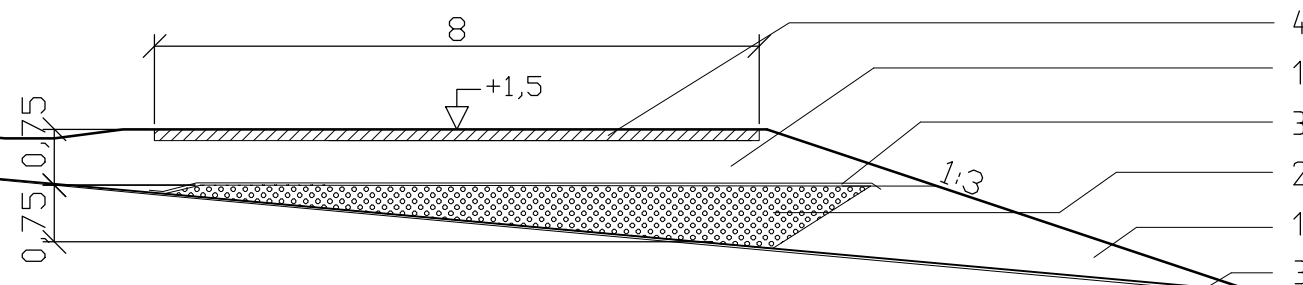
## FORKLARINGER:

- 1 - Fyllmasser
- 2 - Lettklinker
- 3 - Fibrduk klasse 3
- 4 - Magerbetongdekke, tykkelse 100-150mm

### Rekkefølger:

- Fiberduk legges under planlagt oppfylling
- Ranker av fyllmasser legges til kote +0,75.
- Lettklinker fylles i bassenget mellom rankene. Utføres ved fjære sjø.
- Fyllmasser legges over Lettklinker. Fyllmassene og Lettklinkerfyllingen separeres av fiberduk klasse 3.
- Dekke av magerbetong støpes for å sikre bred lastspredning.
- Maksimalt oppfyllingsnivå er til kote +1,5

Profil 2 - På langs av fylling, prinsipp for oppfylling



01	Oppdatert i 2021	12.05.2021	TLe	VG	TLe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Elkem Thamshavn Fylling med lette masser		Status			
Prinsippskisser for oppfylling anleggsfase		Original format A3			
		Tegningens filnavn AUTOGRAFRIT/Anleggfaser/Fylling med lette masser_2021.dwg			
		Målestokk 1:100	NGI		
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 16.03.2016	Konstr./Tegnet BKB	Kontrollert VG	Godkjent JSL
		Oppdragsnr. 20210281	Tegningsnr. 111	Rev. 01	

# Vedlegg A

## OVERSIKT OVER TIDLIGERE OG SUPPLERENDE GRUNNUNDERSØKELSER

### Innhold

<b>A1</b>	<b>Innledning</b>	<b>1</b>
<b>A2</b>	<b>Feltundersøkelser</b>	<b>2</b>
	A2.1 Generelt	3
	A2.2 Sonderinger	3
<b>A3</b>	<b>Referanser</b>	<b>4</b>

### Tabeller

Tabell A1	Oversikt grunnundersøkelser
-----------	-----------------------------

## A1 Innledning

Elkem Thamshavn vil bygge et nytt transportbelte (T3) langs betongbrua på søndre del av kaianlegget. Det nytt transportbeltet vil fundamenteres på peler.

NGI har tidligere utført geotekniske grunnundersøkelser og prosjektering av pelefundamenter i området ifm. refundamentering av transportbånd og omlasterstasjon (se ref. [1] [2] [3]). De nye fundamentene for T3.1 vil pågå i området ca. sørvest for eksisterende transportbånd. Stabiliteten lang T3.1 ned mot sjø må vurderes. Det er utført supplerende grunnundersøkelser for stabilitetsvurderingen. Supplerende grunnundersøkelser består av 2 totalsonderinger, 1 CPTU, poretrykksmålinger på ett punkt på 8 og 16 meter dybde. Tabell A1 viser en oversikt over de tidligere utførte grunnundersøkelsene (eks.) og de supplerende grunnundersøkelsene utført i april 2021. I tillegg er koordinatene bestemt for alle borpunkt. Koordinatene er gitt i koordinatsystem EUREF 89 UTM sone 32. Høydereferansesystemet er NN2000.

Resultatene fra supplerende grunnundersøkelser er presentert i dette vedlegget.

**Tabell A1 – Oversikt grunnundersøkelser**

Borhullnr.	Koordinater EUREF89, NTM sone 10, - NN2000			Metode								
	N-koord.	Ø-koord.	Høyde	Feltundersøkelser					Laboratorieanalyser			
				TOT	DRT	CPTU	PZ	PR	CAUA	Salt- innhold	CRS	
1 (eks.)	7021609,8	544087,1	0,247	X		X		X				X
2 (eks.)	7021617,8	544075,5	-0,991	X								
3 (eks.)	7021639,6	544072,7	-1,802	X								
4 (eks.)	7021646,1	544065,1	-1,888	X								
5 (eks.)	7021663,5	544049,8	-7,489	X		X	X	X	X	X	X	X
6 (eks.)	7021741,7	543980,0	-25,952	X		X						
7 (eks.)	7021713,3	543928,8	-25,558	X								
8 (eks.)	7021582,0	543928,7	-11,119	X								
9 (supp.)	7021540,6	544013,7	2,956	X		X	X					
10 (supp.)	7021524,6	544032,1	3,339	X								



## A2 Feltundersøkelser

### A2.1 Generelt

Undersøkelsene i felt (borpunkt 9 og 10) er utført av NGI ved borformann Håvard Saur den 26. – 28. april 2021. Undersøkelsene i disse borhullene er gjort med borerigg fra land. Koordinater til borpunktene er målt inn og gitt i koordinatsystemet EUREF 89, UTM sone 32, høydereferansesystem NN2000.

Utførte grunnundersøkelser kan sees på situasjonsplan, tegn.nr. 010. Koordinater for borpunktene er gitt i tabell A1.

### A2.2 Sonderinger

#### A2.2.1 Totalsonderinger

Det er utført totalsonderinger i totalt 2 punkter for å kartlegge grunnens relative fasthet, eventuelle laggrenser og dybde til fjell. Det er påtruffet fjell i begge borpunkt. Fjellpåvisning regnes som sikker ved boring 3 meter inn i fjell. Boret lengde varierer fra 13 – 25 m.

Resultatene fra totalsonderingene er vist som enkeltboringer i figur B1-B2.

#### A2.2.2 Trykksonderinger (CPTU)

Det er utført trykksonderinger med poretrykksmålinger (CPTU) i borpunkt 9. Formålet med CPTU-sonderingen er en mer nøyaktig kartlegging av laggrenser, samt at de benyttes som et grunnlag for å tolke geotekniske jordartsparemetere som udrenert skjærfasthet og friksjonsvinkel.

Resultatene fra trykksonderingene er vist som enkeltboringer i figur B3.

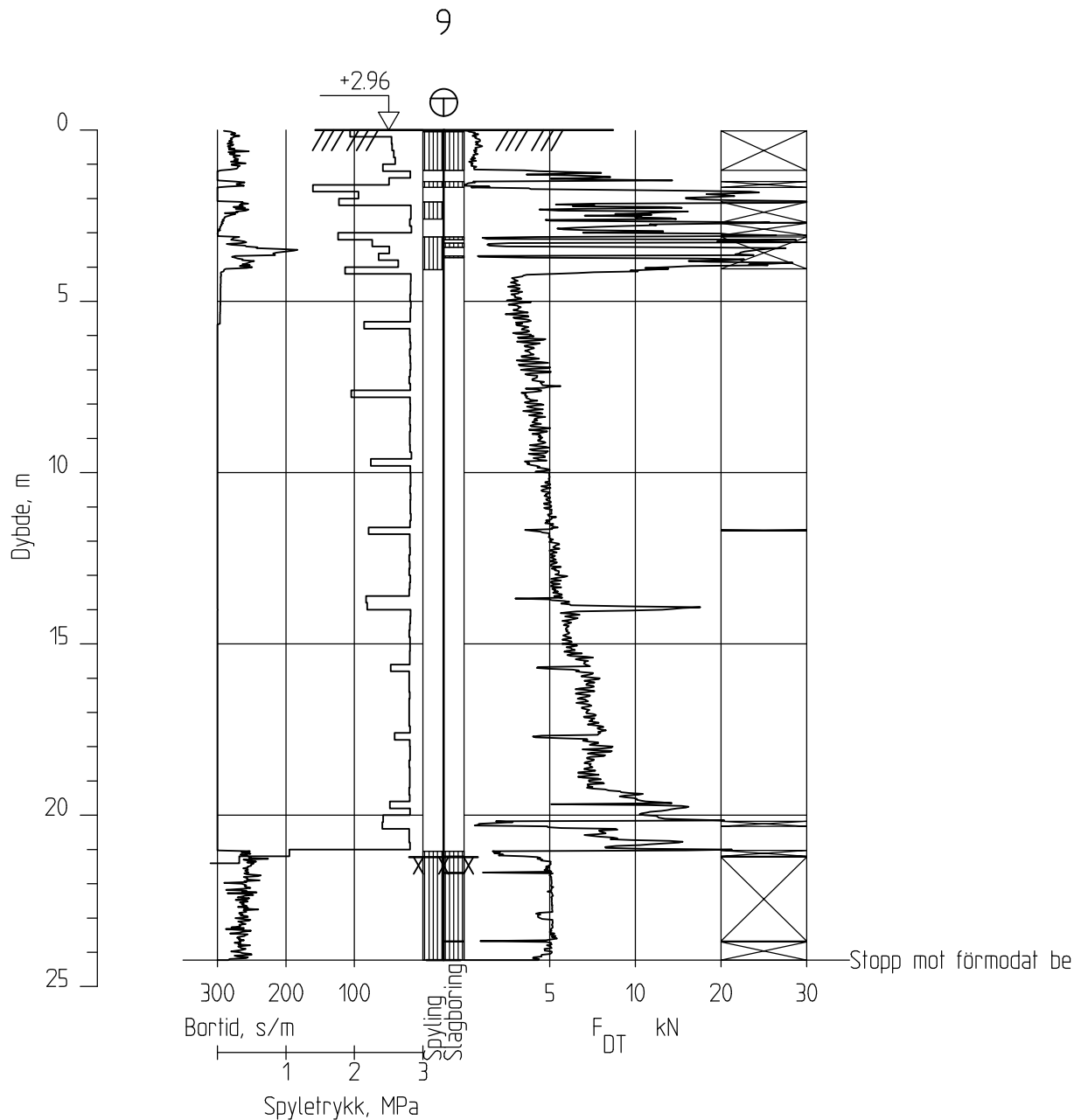
#### A2.2.3 Poretrykksmålinger

Det er installert poretrykksmålere i to dybder i borpunkt 9, ved 8 m og 16 m dybde. Poretrykksmålerne er av typen Geotech PVT med minne.

Opptegning av poretrykksmålere, samt avleste resultater, kan sees i figur B4.

### A3 Referanser

- NGI. (2016). *Elkem AS Thamshavn - Grunnundersøkelser datarapport. Dok. nr. 20150124-01-R. Rev 0. Dato: 19.02.2016.*
- NGI. (2017). *Elkem AS Thamshavn - Grunnundersøkelser og kaifundamentering, geoteknisk prosjekteringsrapport. Dok. nr. 20150124-02-R. Rev. 01. Dato: 31.05.2017.*
- NGI. (2017). *Instruks for geotekniske arbeider. Dok. nr. 20150124-01-TN. Rev 1. Dato: 31.05.2017.*



## Thamshavn- Ny transportør T3

Rapport nr.  
20210281

Figur nr.  
A1

Totalsondering  
M = 1 : 200  
Dato boret :27.04.2021  
Borhull 9  
Posisjon: X 7021540.58 Y 544013.73

Försök nr. :  
Sonde nr. :

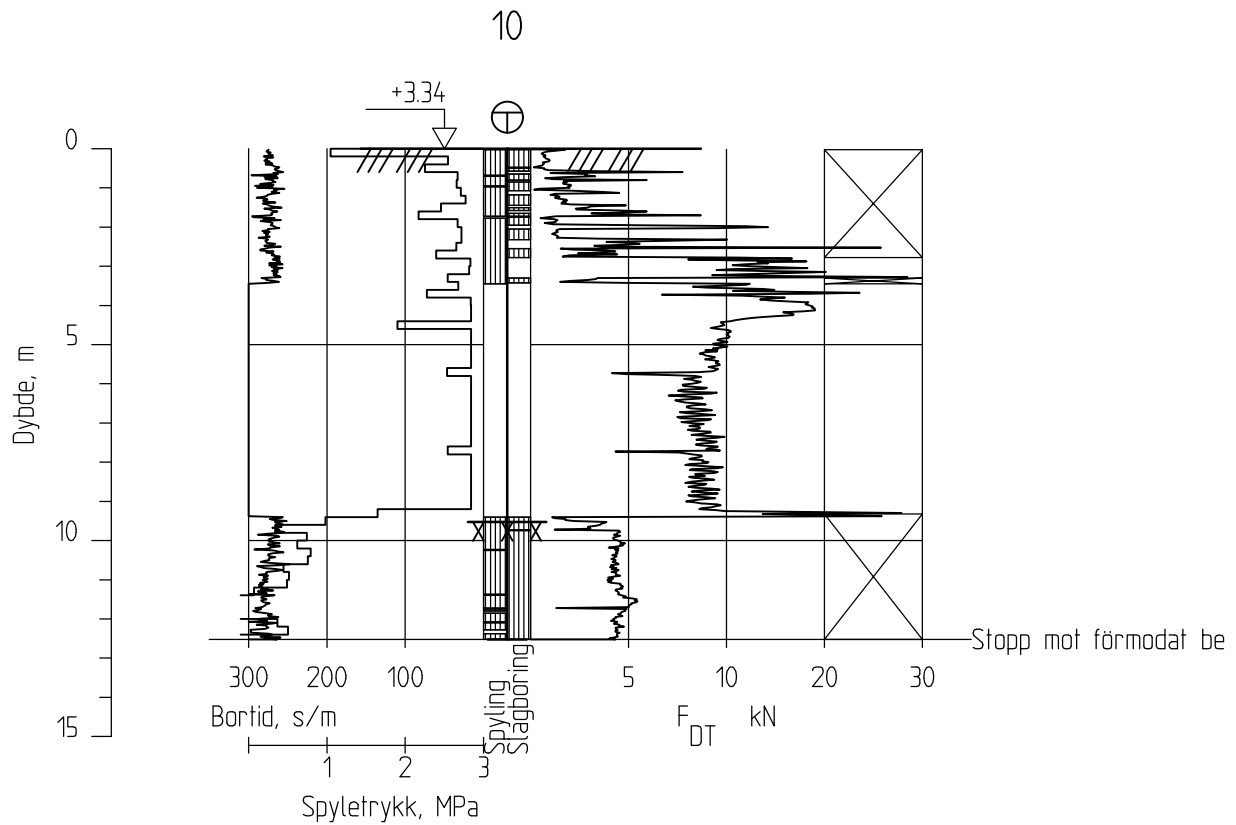
Tegner  
TLe

Dato:  
11.05.2021

Kontrollerat  
VG

Godkjent  
VG

**NGI**



## Thamshavn- Ny transportør T3

Rapport nr.  
20210281

Figur nr.  
A2

Totalsondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TLe

Dato:  
11.05.2021

Dato boret :27.04.2021

Borhull 10

Forsök nr. :

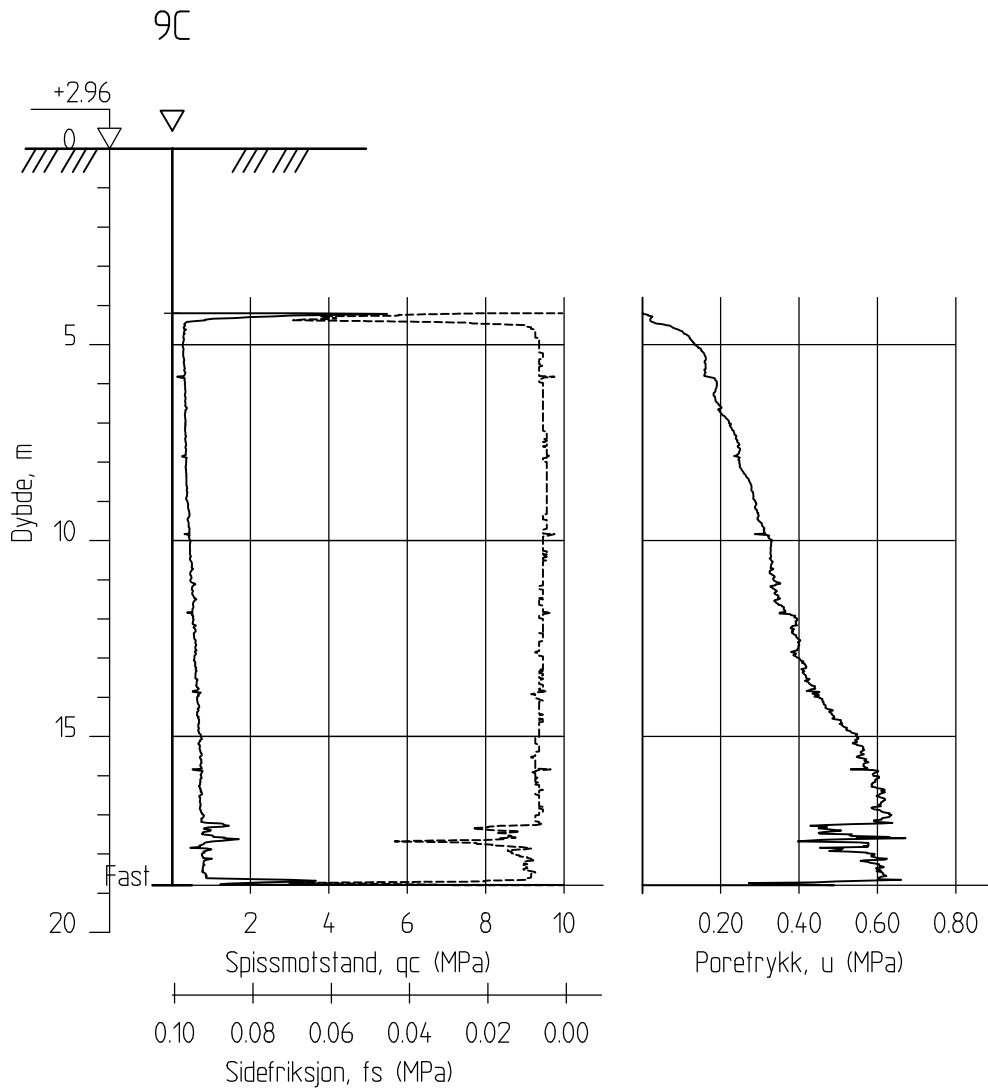
Sonde nr. :

Kontrollert  
VG

Godkjent  
VG

**NGI**

Posisjon: X 7021524.64 Y 544032.05



## Thamshavn- Ny transportør T3

Rapport nr.  
20210281

Figur nr.  
A3

CPT-sondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TLe

Dato:  
11.05.2021

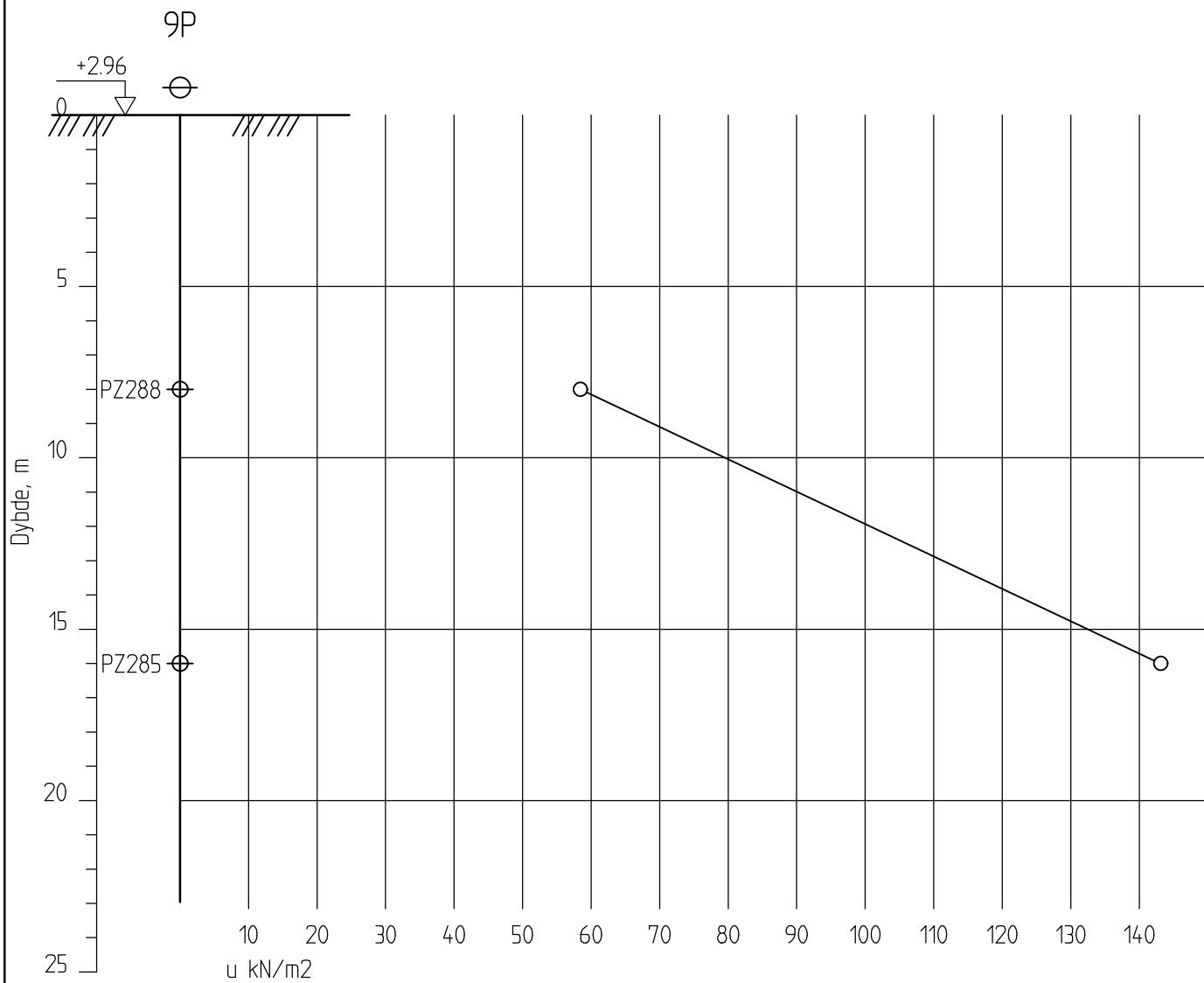
Dato boret :  
Borhull 9C  
Posisjon: X 7021540.58 Y 544013.73

Forsök nr. :  
Sonde nr. :

Kontrollert  
VG

Godkjent  
VG

**NGI**



# Thamshavn- Ny transportør T3

Rapport nr.  
20210281

Figur nr.  
A4

Poretrykksmåling

M = 1 : 200

Dato målt :

Borhull 9P

Posisjon: X 7021540.58 Y 544013.73

Målertype :

Tegner

TLe

Kontrollert

VG

Godkjent

VG

Dato:

11.05.2021

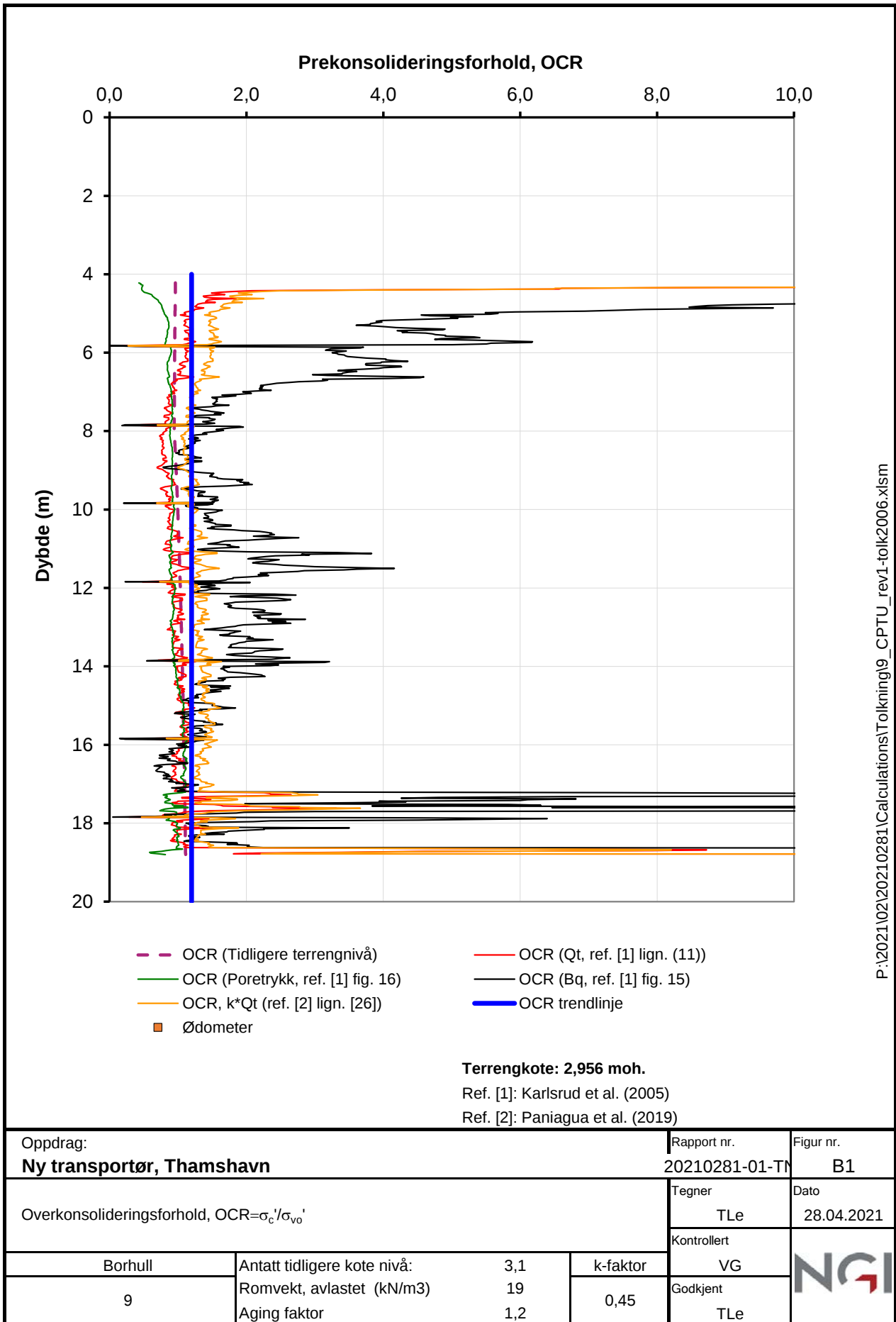
**NGI**

# Vedlegg B

## TOLKNING AV GRUNNUNDERSØKELSER

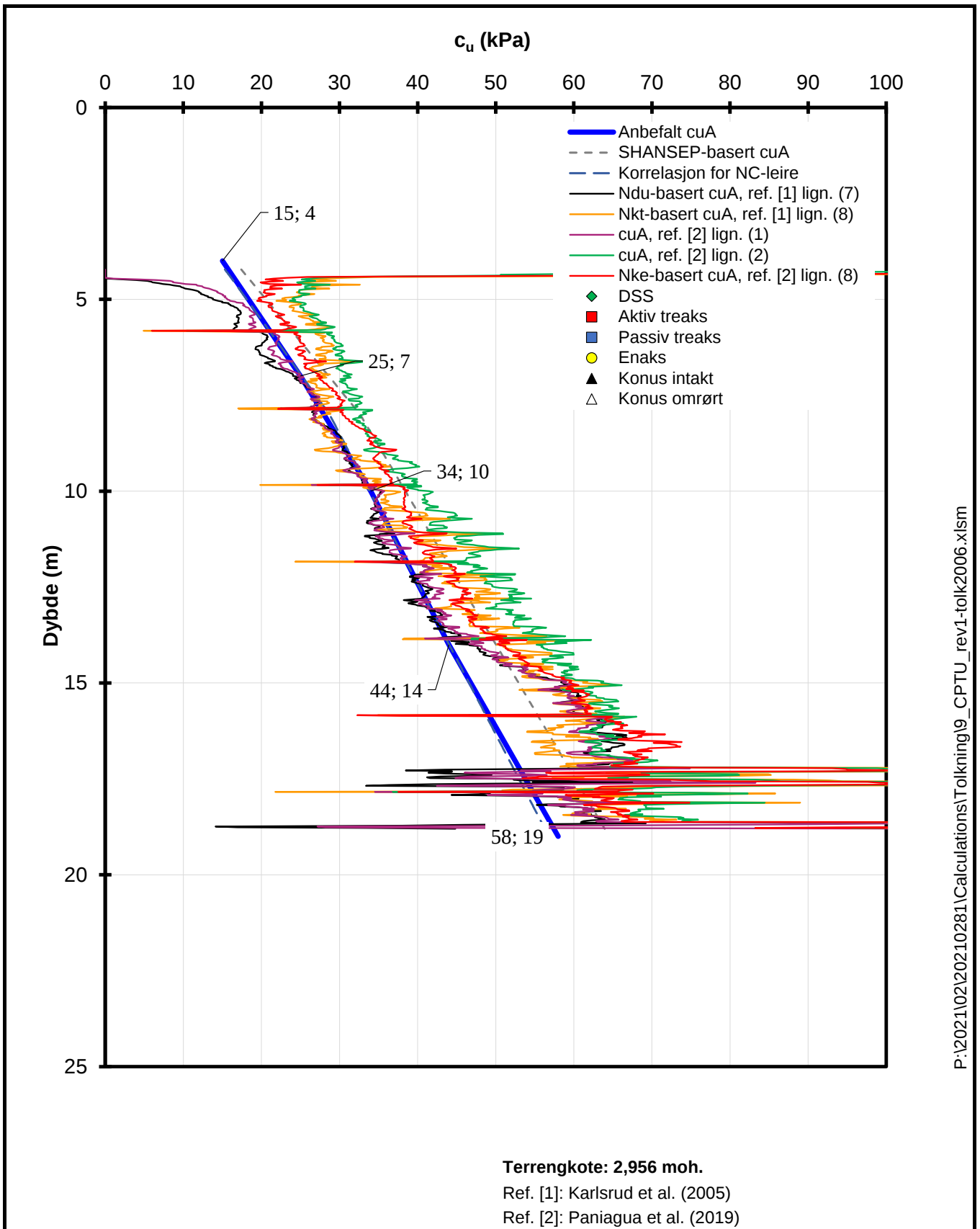
### Innhold

- B1 Prekonsolideringsforhold, OCR – Borpunkt 9
- B2 Tolkning av su – Borpunkt 9
- B3 Tolkning av su – Borpunkt 5 (utdrag fra 20150124-01-R)
- B4 Tolkning av su – Borpunkt 6 (utdrag fra 20150124-01-R)
- B5 Tolkning av treaksialforsøk, borpunkt 5, 9,42 m dybde
- B6 Tolkning av treaksialforsøk, borpunkt 5, 14,93 m dybde
- B7 Tolkning av poretrykk - variasjon, borpunkt 9
- B8 Tolkning av poretrykk - grunnvannstand, borpunkt 9



P:\2021\02\20210281\Calculations\Tolkning9\_CPTU\_rev1-tolk2006.xlsm



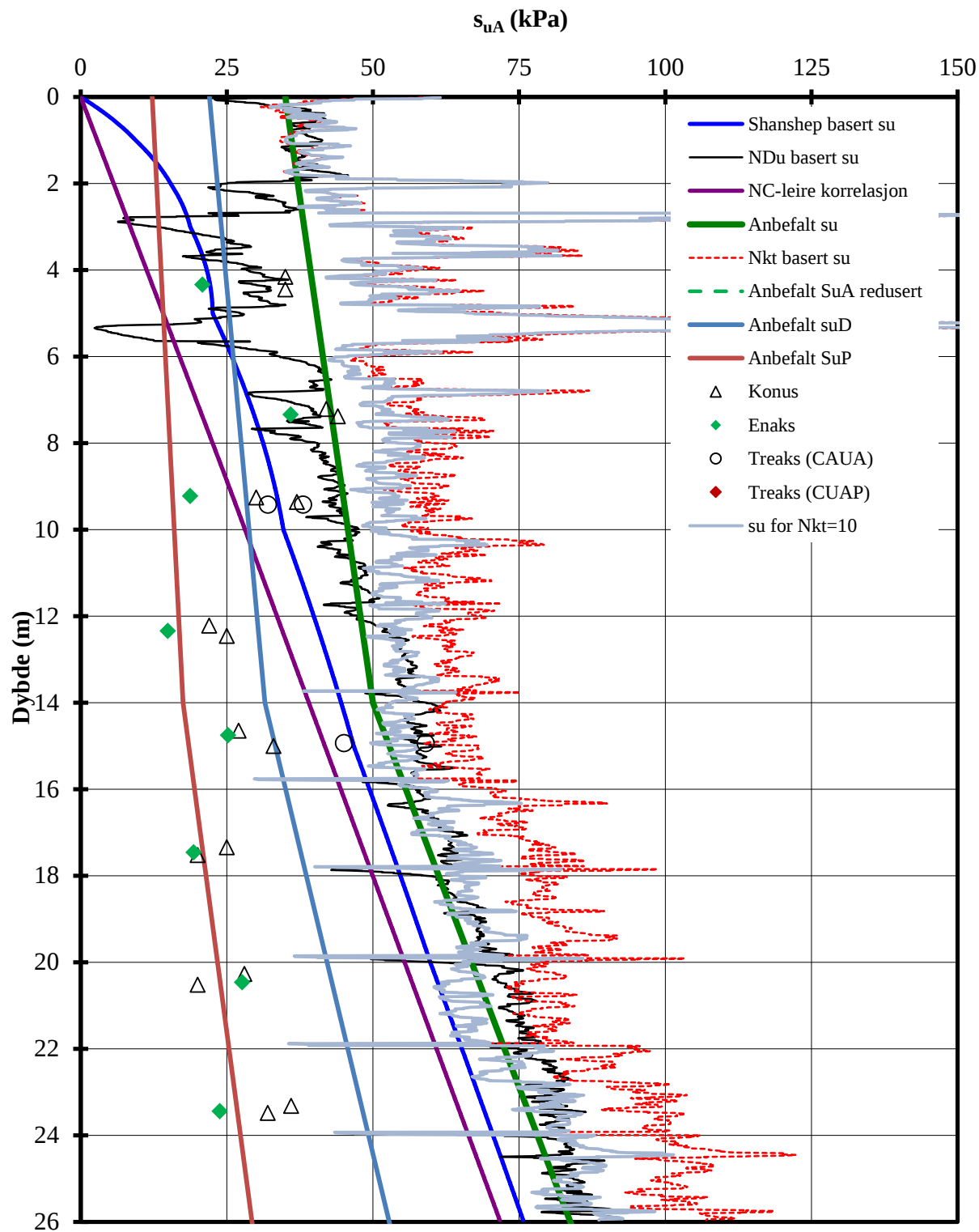


**Terrengkote: 2,956 moh.**

Ref. [1]: Karlsrud et al. (2005)


Ref. [2]: Paniagua et al. (2019)

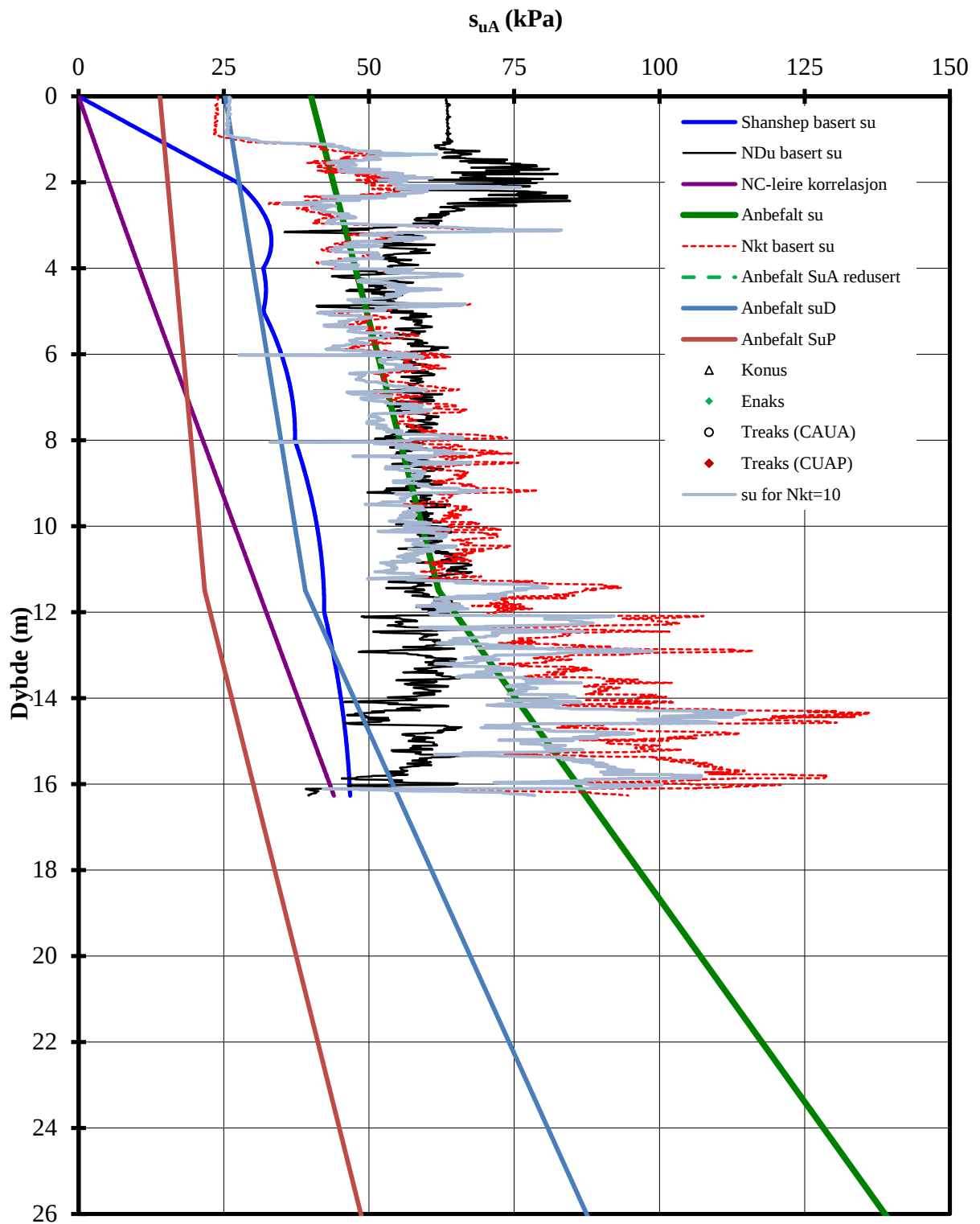
Oppdrag: <b>Ny transportør, Thamshavn</b>			Rapport nr. 20210281-01-TT	Figur nr. B2
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering, SHANSEP og labforsøk			Tegner TLe	Dato 28.04.2021
Borhull	SHANSEP-parametre:		Kontrollert VG	
9	$\alpha$ -faktor    0,3	m-faktor    0,7	Godkjent TLe	



Terrengkote : -10,5 m


P:\2015\01\20150124\Beregninger og prosjektering\CPTU-tolk\CPTU-tolk\_1\_mme.xls\sua profil

<b>Elkem - Tamshavn</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20150124	B3
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.	Tegner	Dato
	BKB	20.10.2015
Borhull5	Kontrollert	
	Godkjent	
	JSL	



Terrengekote : -26 m

P:\2015\01\20150124\Beregninger og prosjektering\CPTU-tolk\CPTU-tolk 5\_mme.xls\sua profil

<b>Elkem - Tamshavn</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20150124	B4
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull6	Tegner	Dato
	BKB	16.10.15
	Kontrollert	
Godkjent		
	JSL	

# Tolkning av treaksialforsøk

Utdrag fra dok. nr. 20150124-01-R

## Innhold

**F1 Metode**

**2**

### **Tabeller**

Tabell F1 Sammenstilling treaksialforsøk.

### **Figurer**

Figur F1 - F2 Treaksialforsøk borhull 5, dybde 9,42 m

Figur F3 - F4 Treaksialforsøk borhull 5, dybde 14.93 m

## F1 Metode

Det er utført 2 anisotropt konsoliderte, udrenerte, treaksialforsøk skjært i trykk (CAUA). Forsøkene er utført ved NGIs laboratorium i Oslo, og er utført i henhold til gjeldende norsk standard.

Prøvene er konsolidert til antatt in-situ spenninger.  $K_0'$  er antatt å være 0,6.

Resultatene fra hvert forsøk er vist i figur F1 og F2. Sammenstillingstabell med prøve kvalitet er vist i Tabell F1.

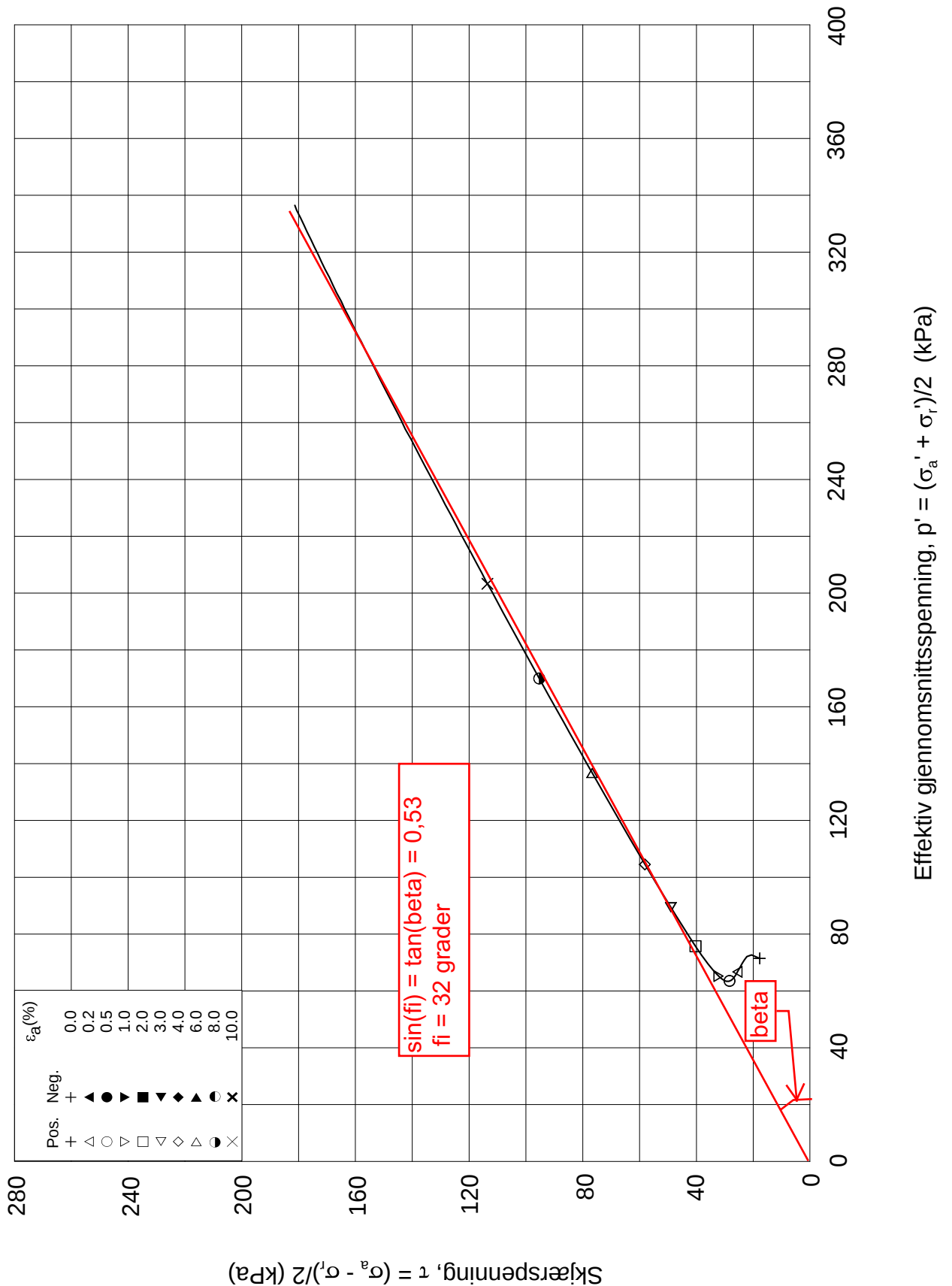
20150124

Thamshavn

Tabell F1

## Sammenstilling av treksialforsøk

Prøveidentifisering			Indeksegenskaper						Konsolidering				Prøve kvalitet	
Hull nr	Prøve diameter mm	Dybde	w <sub>i</sub> %	w <sub>c</sub> %	w <sub>l</sub> %	w <sub>p</sub> %	l <sub>p</sub> -	γ <sub>tot</sub> kN/m <sup>3</sup>	σ' <sub>ac</sub> kPa	σ' <sub>rc</sub> kPa	ε <sub>vc</sub> %	K <sub>0</sub> ' -	Δe/e <sub>0</sub> %	Prøve kvalitet
5	54	9,42	31,4	30,5	22	32	10	19,1	89,5	53,8	1,724	0,60	0,0316	1
5	54	14,93	27,7	25,6	20	27	7	19,2	135	81	3,350	0,60	0,0590	2
w <sub>i</sub>	In-situ vanninnhold								<b>Klassifisering</b>	<b>OCR</b>	<b>Δe/e<sub>0</sub></b>	<b>Prøve kvalitet</b>		
w <sub>l</sub>	Flytegrense								1	1-2	<0,04	Meget god, utmerket		
w <sub>p</sub>	Utrullingsgrense									2-4	<0,03			
l <sub>p</sub>	Plastisitetsindeks, l <sub>p</sub> = w <sub>l</sub> - w <sub>p</sub>								2	1-2	0,04-0,07	God, brukbar		
σ' <sub>ac</sub>	Vertikal konsolideringsspenning									2-4	0,03-0,05			
σ' <sub>rc</sub>	Horisontal konsolideringsspenning									1-2	0,07-0,14	Dårlig		
Δe/e <sub>0</sub>	Δe = ε <sub>vol</sub> (1+e <sub>i</sub> ) og e <sub>i</sub> = 2.75 * w <sub>i</sub>									2-4	0,04-0,10			
ε <sub>vc</sub>	Volumtøyning under konsolidering									1-2	>0,14	Meget dårlig		
										2-4	>0,10			



Date/Rev.: 2014-12-23/02

**Elkem Thamshavn**

Dokument nr.  
20150124-01-R

Treaksial forsøk: **CAUA**

Figur nr.  
B5

Boring: **5**

Dybde = **9.42** m

Konsolidering-spenninger

Dato  
2015-12-04

Tegnet av / kontr.  
MAS / GS

Sylinder: **5**

$p_{o'}$  = **89.6** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Del: **A**

$w_i$  = **31.4** %

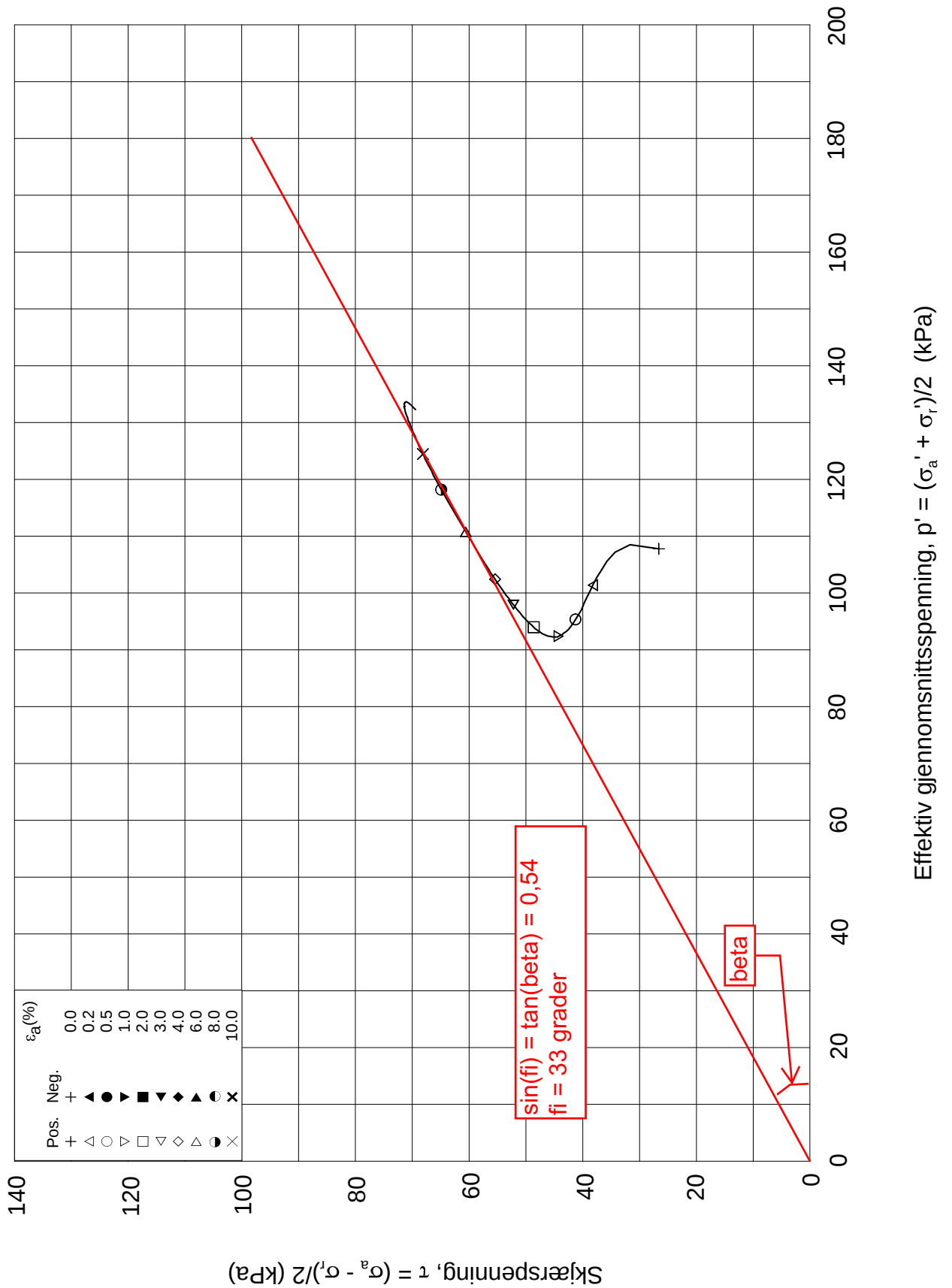
$\sigma_{ac}' =$  - - **89.5**

Test: **1**


$w_c$  = **30.5** %

$\sigma_{rc}' =$  - - **53.8**

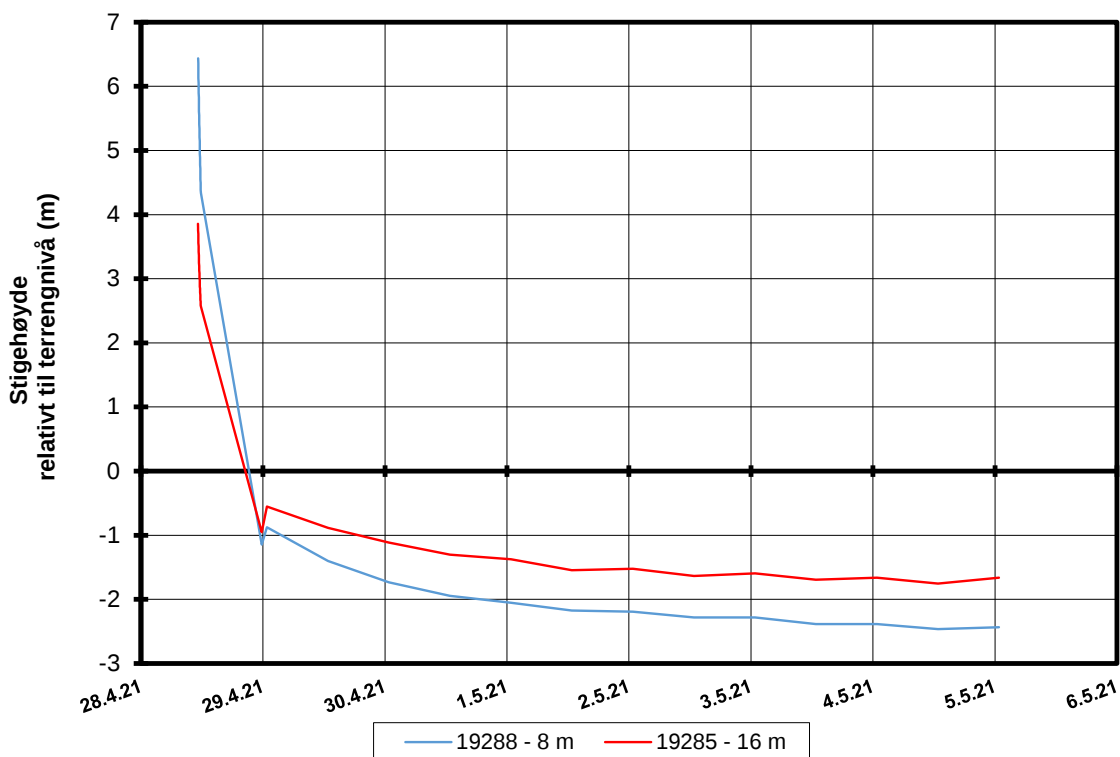
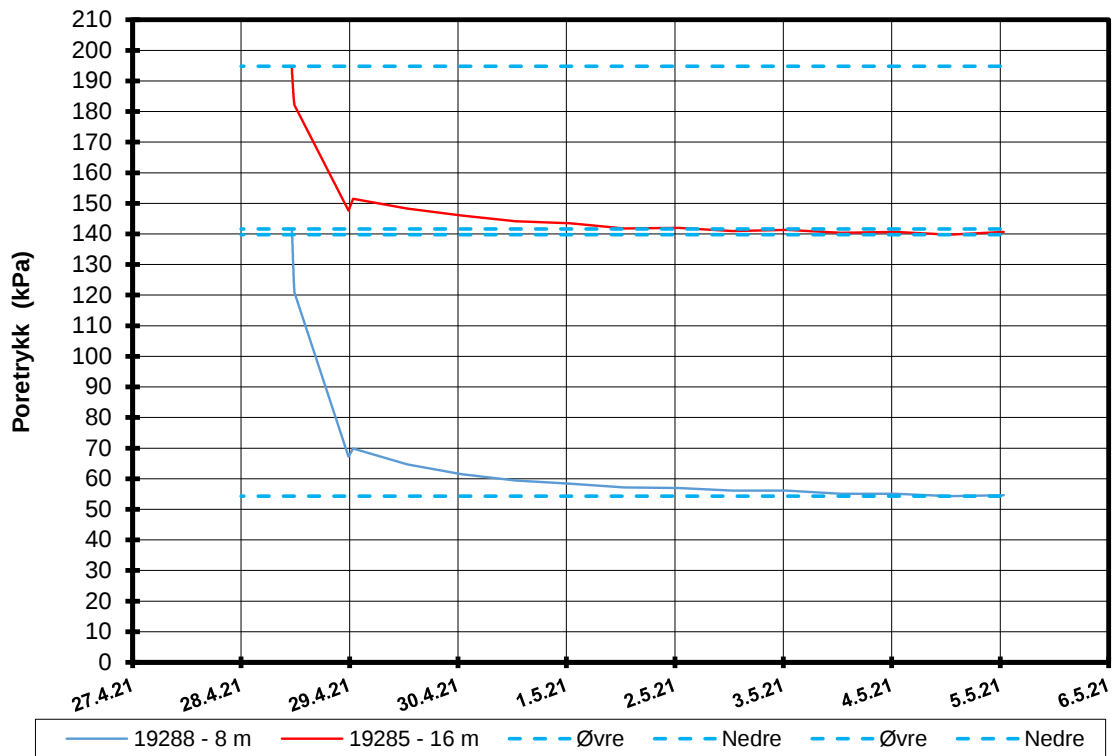




Date/Rev.: 2014-12-23/02

<b>Elkem Thamshavn</b>			Dokument nr. 20150124-01-R	
Treaksial forsøk: <b>CAUA</b>			Figur nr. B6	
Boring: <b>5</b>	Dybde = <b>14.93</b> m	Konsolidering-spenninger		Dato 2015-12-04
Sylinder: <b>7</b>	$p_{o'}$ = <b>135.0</b> kPa	(kPa)	maks. min. endelig	Tegnet av / kontr. MAS / GS
Del: <b>A</b>	$w_i$ = <b>27.7</b> %	$\sigma_{ac}' =$	- - <b>135.0</b>	
Test: <b>1</b>	$w_c$ = <b>25.6</b> %	$\sigma_{rc}' =$	- - <b>81.0</b>	





### Ny transportør, Thamshavn

Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT)

Borhull: 9  
 Terrenkote målere: 3,0 moh  
 Dato for installasjon: 2021-04-28

Rapport nr.

R1-GEOT-08

Figur nr.

B7

Tegner

Tle

Dato

2021-04-28

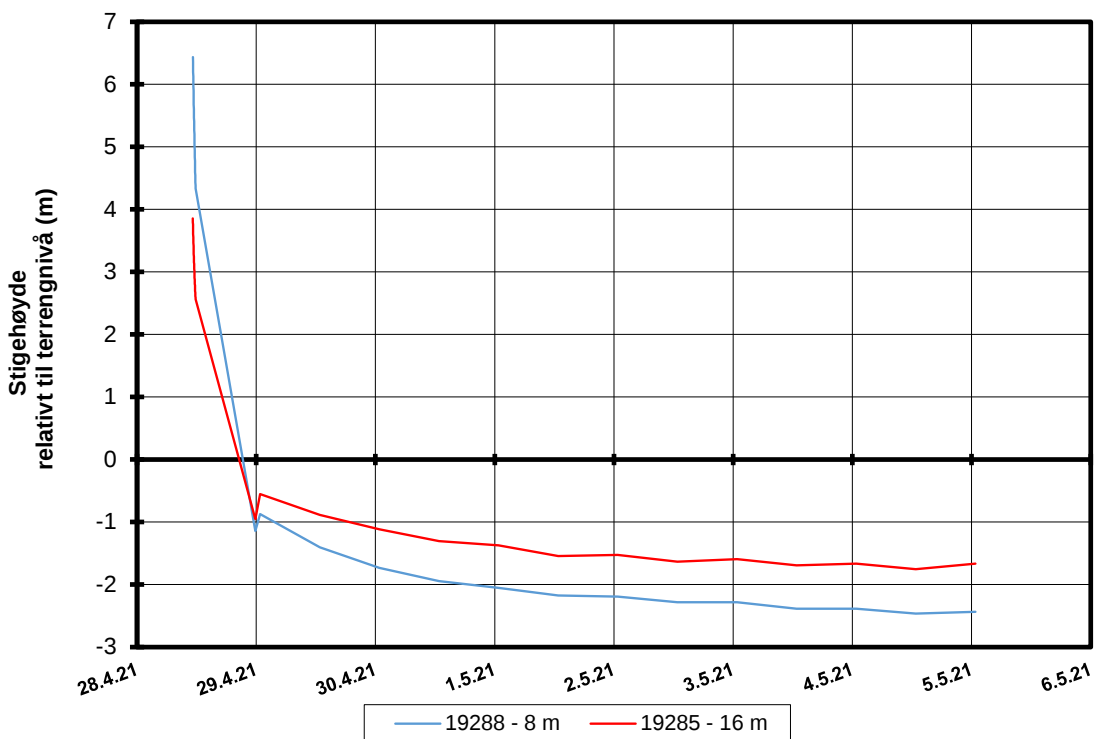
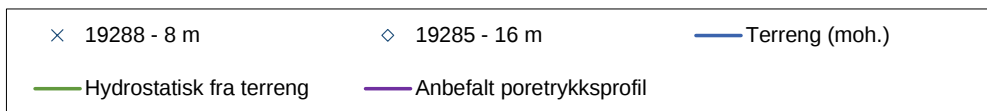
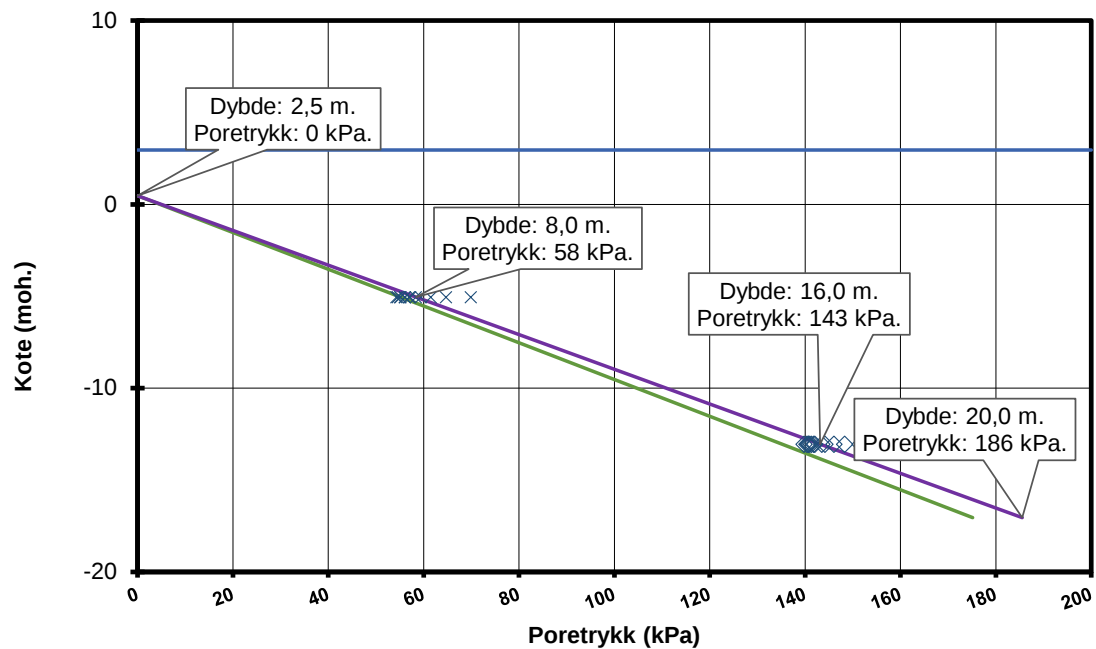
Kontrollert

VG

Godkjent

TLe

**NGI**



**Ny transportør, Thamshavn**

Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT)

Borhull: 9  
 Terrengkote målere: 3,0 moh  
 Dato for installasjon: 2021-04-28

Rapport nr. R1-GEOT-08	Figur nr. B8
Tegner Tle	Dato 2021-04-28
Kontrollert VG	NGI
Godkjent TLe	

# Vedlegg C

## BEREGNINGSARK FOR BÆREEVNE

### Innhold

Beregningsark for bæreevne ifm. utfylling til pelerigg  
Skisser, utfyllingsgeometri

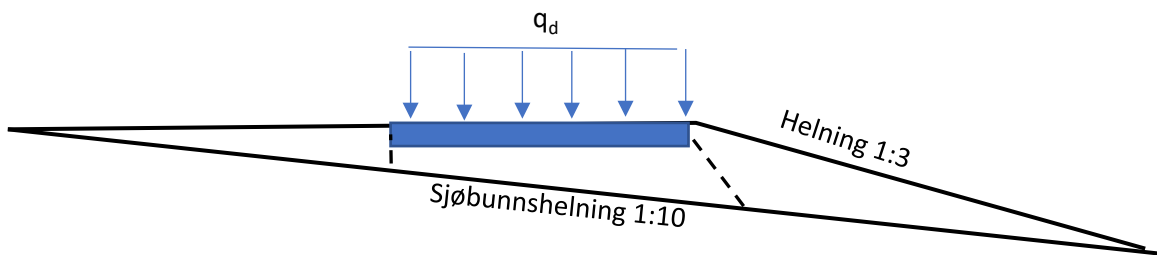
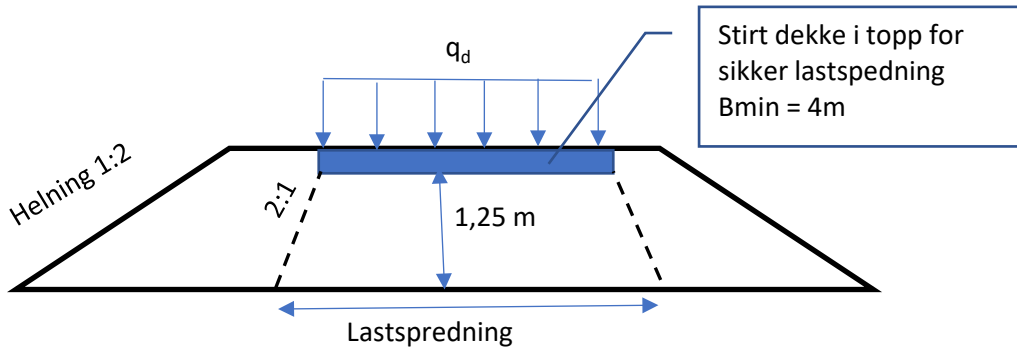
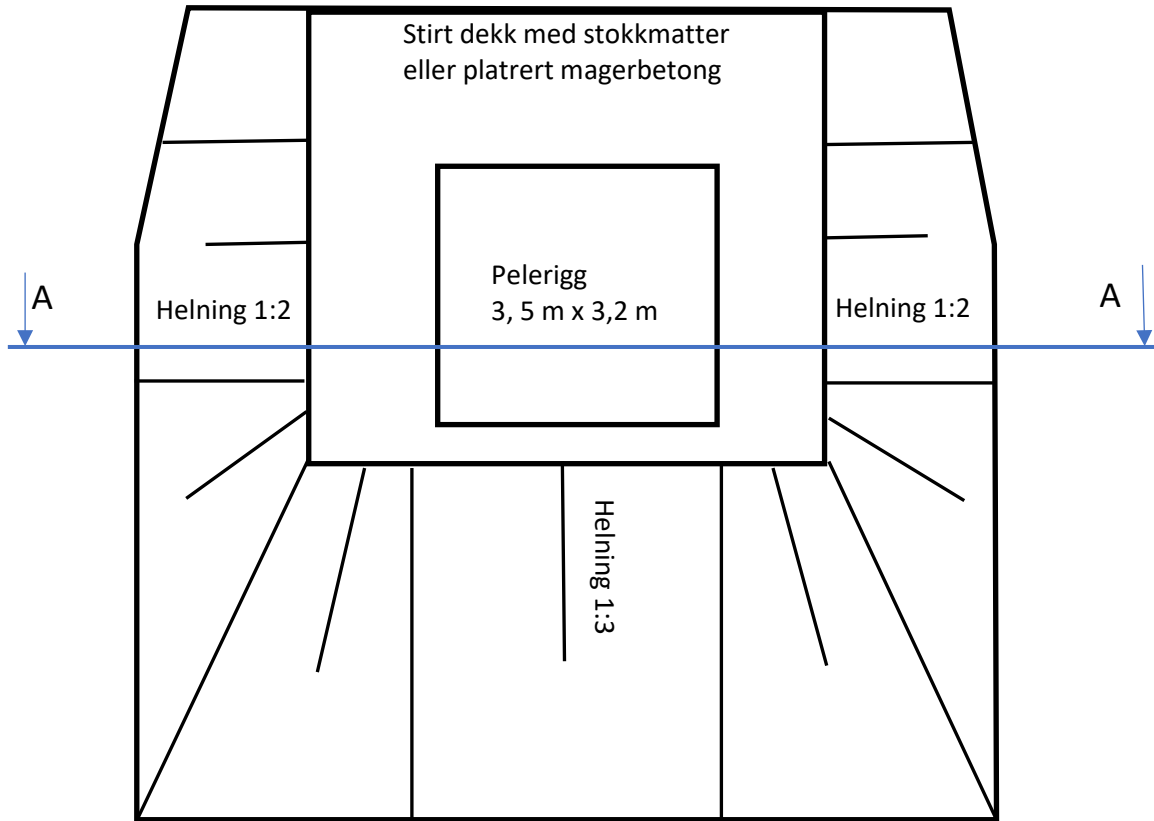
## Fyllingsgeometri og laster

Borigg (f.eks. KR	Vekt (tonn)	V	27
	Lengde (m)	L	3,2
	Bredde (m)	B	3,5
	Lastefaktor	$\gamma_{last}$	1,3
	Last fra borigg (kPa)	$q_d$	<b>24,11</b>
	Bredd av stirt dekk	B	4
	Lastspredning 2:1 fra borigg	$q_{d,fordelt}$	<b>12,73</b>
Fylling	Total høyde (m)	Hmax	1,5
	Tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$	18
	Last fra fylling (kPa)	$q_{fyll}$	<b>27</b>
Grunntrykk	Ved sjøbunn	$q_{tot}=q_{d,fordelt}+q_{fyll}$	<b>39,73</b>
Bærevne	Ved sjøbunn (kPa)	$s_{u,d}$	15
på tverrs	Materialsfaktor	$\gamma_M$	1,4
	Bæreevnesfaktor	$N_c$	5,14
	Bæreevne (kPa)	$\sigma_v = s_{u,d} \times N_c / \gamma$	<b>55,07</b>
Sjekk	$q_{tot} < \sigma_v$ OK		
	$q_{tot} > \sigma_v$ Ikke OK		
Bærevne	Ved sjøbunn (kPa)	$s_{u,d}$	15
lengderetning	Materialsfaktor	$\gamma_M$	1,4
	Sjøbunn helning (1:10)	$\tan(\beta)$	0,1
	Ruhet		0,09
	Bæreevnesfaktor for hellende terreng	$N_c$	4,4
	Økning bæreevne faktor (B=L)	$N_{c,korr}$	5,28
	Bæreevne (kPa)	$\sigma_v = s_{u,d} \times N_c / \gamma$	<b>56,57</b>
Sjekk	$q_{tot} < \sigma_v$ OK		
	$q_{tot} > \sigma_v$ Ikke OK		

**Konklusjon:** Bæreevne er OK.

Bæreevne for utfyllingen kan sikres ved lastfordeling på topp av fylling med utstrekning på minst 4m x4 m ved å bruke stokkmatter eller pastret magerbetong. Ved behov kan størrelse av lastfordelende arealet kan økes for å redusere grunntrykk

Geometri til fylling



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Stabilitetsvurdering i forbindelse med nytt transportbelte T3 ved Thamshavn		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20210281-01-TN
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Teknisk notat / Technical note	<b>Oppdragsgiver/Client</b> Elkem Thamshavn AS	<b>Dato/Date</b> 2021-05-12
<b>Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract</b> NGI		<b>Rev.nr. &amp; dato/Rev.no. &amp; date</b> 0
<b>Distribusjon/Distribution</b> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
<b>Emneord/Keywords</b> kvikkleire, Thamshavn, stabilitet, pelar		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b> Norge, Trøndelag	<b>Havområde/Offshore area</b>
<b>Kommune/Municipality</b> Orkland	<b>Feltnavn/Field name</b>
<b>Sted/Location</b> Thamshavn	<b>Sted/Location</b>
<b>Kartblad/Map</b>	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: UTM32 Øst: 511087 Nord: 7021609	<b>Koordinater/Coordinates</b> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

<b>Dokumentkontroll/Document control</b> Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns- kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter- disciplinary review by:
0	Originaldokument	2021-05-12 Thi Minh Hue Le	2021-05-12 Vidar Gjelsvik		

<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 12. mai 2021	<b>Prosjektleder/Project Manager</b> Thi Minh Hue Le
--	----------------------------------	---

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 datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

[www.ngi.no](http://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 laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten 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.

