

# 10232437-RIG-R01

## Verket Moss - Områdestabilitetsvurdering

<b>Sweco Norge AS</b>	Organisasjonsnr. 967032271		
<b>Prosjekt</b>	Verket Moss - områdestabilitet		
<b>Prosjektnummer</b>	10232437	<b>Kontrollert av</b>	Tassos Mousiadis
<b>Kunde</b>	Höegh Eiendom AS		
<b>Rev</b>	02	<b>Godkjent av</b>	Pernille Aas
<b>Dato</b>	19.12.2022		
<b>Opprettet av</b>	Gard Hofshagen		
<b>Dokumentnummer</b>	10232437-RIG-R01		
<b>Dokumentreferanse</b>	p:\31123\10232437_verket_moss_-_områdestabilitet\000\05 dokumenter\01 rapport notat\10232437-rig-r01 rev.02 verket moss - områdestabilitetsvurdering.docx		

## Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Godkjent av
00	11.10.2022	Første leveranse	NOGARH	NOTAMO
01	08.12.2022	Revidert etter uavhengig kontroll	NOGARH	NOTAMO
02	19.12.2022	Presisering av planområde og omfang av utredning	NOGARH	NOTAMO

Signatur

*Gard Hofshagen*  
 Digitally signed by Gard Hofshagen  
 DN: cn=Gard Hofshagen, c=NO,  
 o=Sweco Norge AS, ou=Gaebakknk,  
 email=gard.hofshagen@sweco.no  
 Reason: I am the author of this  
 document  
 Location: Oslo  
 Date: 2022.12.19 12:07:09 +01'00'

*Tassos Mousiadis*  
 Digitally signed by Tassos  
 Mousiadis  
 DN: cn=Tassos Mousiadis, c=NO,  
 o=Sweco Norge AS, ou=1123,  
 email=tassos.mousiadis@sweco.no  
 Date: 2022.12.19 12:16:46 +01'00'

## Innholdsfortegnelse

Sammendrag .....	4
1 Innledning .....	5
2 Regelverk og krav .....	6
2.1 Sikkerhetskrav .....	6
3 Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løsneområde .....	7
3.1 Topografi .....	7
3.2 Grunnforhold .....	10
3.2.1 Grunnlagsmateriale .....	12
3.3 Kvikkleire og sprøbruddmateriale .....	13
3.4 Kritiske skråninger og løsneområde .....	15
4 Befaring .....	16
5 Grunnundersøkelser .....	16
6 Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone .....	17
7 Klassifisering av faresone .....	18
7.1 Faregradsvurdering .....	18
7.2 Konsekvensklassevurdering .....	19
8 Kritiske snitt og materialparametere .....	20
8.1 Materialparametere .....	20
8.1.1 Udrenert skjærstyrke .....	21
8.2 Lastsituasjon .....	22
9 Stabilitetsvurderinger .....	22
10 Stabiliserende tiltak .....	24
11 Konklusjon .....	26
12 Referanser .....	27

Vedlegg 1 - Tolkning av data fra CPTU

Vedlegg 2 – Tegninger

## Tegninger

Tegningsnr.	Tegningsnavn	Skala	Rev.
G-001	Oversiktsplan Verket Beregningsprofiler Grunnundersøkelser	1:1500	01
G-002	Oversiktsplan Verket Løsne- og utløpsområde	1:1500	01
G-101	Beregningsprofil A Verket Bruksgrensetilstand – Dagens situasjon	1:1000	01
G-102	Beregningsprofil A Verket Bruddgrensetilstand – Dagens situasjon	1:1000	01
G-103	Beregningsprofil A Verket Bruksgrensetilstand – Forutsatt fremtidig utgravingsnivå	1:1000	00
G-104	Beregningsprofil A Verket – Bruddgrensetilstand – Forutsatt fremtidig utgravingsnivå	1:1000	00

## Sammendrag

Sweco Norge AS har på oppdrag for Höegh Eiendom utført en vurdering av områdestabiliteten for felt BK\_2B-1/2/3 og BK\_2C på Verket i Moss. Utbyggingsplanene medfører valg av tiltakskategori K4, og vurderingen er utført etter prosedyren i NVEs kvikkleireveileder 1/2019. Det er evaluert aktuelle skråninger og brudd-/skredmekanismer basert på omfattende grunnlagsmateriale fra hele det relevante området. Stabilitetsberegninger som er vurdert for relevante kritiske skråninger viser at det med dagens situasjon ikke er tilfredsstillende beregningsmessig sikkerhet etter sikkerhetskravene i veileder 1/2019 for aktuell tiltakskategori. Dette medfører krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor ved topografiske endringer.

Det er foreslått aktuelt løsne- og utløpsområde for en ny sone som angitt i vedlagt tegning G-002. Denne sonen har dokumentert beregningsmessig sikkerhet  $< 1.2$  i et representativt snitt for kritisk skråning nord på Verket Brygge, som gjør at det ikke tilfredsstiller gjeldende sikkerhetskrav etter veileder 1/2019 for aktuelt K4-tiltak.

Med forutsetningen om krav til prosentvis forbedring av beregnet sikkerhet som følge av stabilitetsforbedrende tiltak, er det gjennomført beregning der det er medtatt planlagt avlasting av terrenget ifb. gravearbeidene for Verket Brygge 2, fase 2, samt at jernbanen er fjernet og gravd vekk. Beregnet sikkerhet for denne situasjonen tilfredsstiller kvikkleireveiledningens krav om forbedring av sikkerhetsfaktor. Det må derfor være en forutsetning for videre planprosess at disse tiltakene er utført før byggearbeidene på felt 2B-1 og 2B-3 kan påbegynnes.

Delplanområde 2B-2 og 2C er ikke definert som en del av løsneområdet for et skred ved kaien, og det er derfor ikke samme krav til dokumentasjon av stabilitet som for 2B-1 og 2B-3. Forutsetning om avlasting av terreng før anleggsfasen gjelder derfor ikke for disse områdene, dersom anleggsarbeidene ikke overlapper med løsneområdet.

Usikkerheten i beregningene kan reduseres ved å utføre supplerende grunnundersøkelser. Andre stabilitetsforbedrende tiltak eller løsninger kan også være aktuelle og bør vurderes i en senere fase av prosjektet, dersom utbygger ønsker dette.

Vurderingene i denne rapporten omhandler stabilitetsvurdering for dagens situasjon og fremtidig avlasting av terrenget ved kaien for tilstøtende skråninger, men det er ikke medtatt betraktning av lokal stabilitet i kritiske skråninger, for eksempel ifb. byggearbeidene ved kaien på Verket. Dette må ivaretas i de enkelte prosjektenes detaljprosjektering.

Denne rapporten rev. 01 er kontrollert av uavhengig foretak iht. krav i NVE veileder 1/2019. Se eget kontrollnotat 13669-OO-RIG-N-001.

# 1 Innledning

Sweco er engasjert av Høegh Eiendom AS i forbindelse med detaljregulering av tomter BK2B og BK2C på Verket i Moss. NVE fremmet innsigelse, datert 13.07.2022, mot gjeldende detaljreguleringsplan for felt BK2B og BK2C, herunder Rambølls notat 1350040399 Notat 1 rev. 01 (17.06.2020) [1]. Dette notatet viser til NVEs veileder 7/2014, og innsigelsen fra NVE retter seg bl.a. mot at byggteknisk forskrift §7-3 ikke er tilfredsstillt og at notatet må oppdateres etter ny veileder av 1/2019. Aktuelt område er vist i Figur 1.



Figur 1: Oversiktskart som viser plasseringen av Verket i Moss med rød sirkel ([www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no)).

Foreliggende rapport omfatter en videre utredning av områdestabilitet for reguleringsområdet etter NVEs veileder 1/2019 [2], med grunnlag i tidligere vurderinger og data fra området, bl.a. det ovennevnte notatet fra Rambøll<sup>1</sup>. Rapporten er utformet etter retningslinjene i vedlegg 1 i veileder 1/2019. Øvrige geotekniske problemstillinger i prosjektet må ivaretas i detaljprosjekteringen, og er ikke en del av denne vurderingen.

<sup>1</sup> Rapporten har gjennomgått uavhengig kontroll av Dr.techn. Olav Olsen, ref. dok.nr. 13005-OO-N-001 rev. 01. Dette er i henhold til kravet i NVE veileder 7/2014 for tiltakskategori K4.

Denne rapporten rev. 01 har gjennomgått uavhengig kontroll av uavhengig foretak iht. krav i NVE veileder 1/2019, se kapittel 2.1. Det vises til eget kontrollnotat fra Dr.techn. Olav Olsen 13669-OO-RIG-N-001.

## 2 Regelverk og krav

Følgende lover, forskrifter og retningslinjer er aktuelle for den planlagte utbyggingen:

- Plan- og bygningsloven (PBL) [3]
- Byggeteknisk forskrift (TEK 17) [4], med veiledning
- Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften, SAK 10) [5], med veiledning
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7 – Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler
- NVEs retningslinjer 2/2011 «Flaum- og skredfare i arealplanar» [6], med tilhørende veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [2] (kvikkleireveilederen)

Plan- og bygningsloven §28-1 angir sikkerhetskrav for byggegrunn: «*Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.*» [3]

TEK 17 kapittel 7 stiller krav til sikkerhet for byggverk mot naturpåkjenninger, herunder sikkerhet mot flom, stormflo og skred. §7-3 angir at tilstrekkelig sikkerhet mot kvikkleireskred kan oppnås i alle faser av utbygging og for ferdig bygg ved å følge metoder og prosedyrer gitt i NVEs retningslinjer 2/2011 med tilhørende veileder 1/2019. [4]

Det understrekes at denne rapporten kun vurderer områder som potensielt kan ramme aktuelt tiltaksområde på Verket, som beskrevet i veileder 1/2019.

### 2.1 Sikkerhetskrav

Tiltaket plasseres i kategori K4, etter veiledningen i Figur 2. Dette begrunnes primært med at prosjektet innebærer boligutbygging med flere boenheter over et større område. Regulering av tomtene medfører en full gjennomgang av prosedyren fra NVE veileder 1/2019.

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 vegger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdele)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedeponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre masseflyttinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsboliger 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 2: Valg av tiltakskategori fra veiledning i NVE veileder 1/2019, kap. 3.3 [2].

K4 medfører følgende krav til sikkerhet iht. veilederens kapittel 3.3.6:

*«Faresonen(e) som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare, iht. kap. 4 Soneutredning. Krav til utredning gjelder også hvis tiltaket ligger i et utløpsområde. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges. For vurdering av erosjon, se NVE Ekstern rapport 9/2020 (15). For tiltakskategori K3 ved lav faregrad er kravene til sikkerhet lik som for tiltakskategori K1, kap. 3.3.4.*

*Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , hvor  $f_s$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene, se kap. 5.3.3.*

*For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Ved lavere sikkerhet må  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3.*

*For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , samt krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1,20$ . Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal  $F_{c\phi}$  og  $F_{cu}$  økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3. Kriteriene for hva som kan regnes som skråninger utenfor influensområdet til tiltaket fremgår av kap. 3.3.7.*

*Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller ved bruk av lette masser. Dersom man velger å bedre områdets stabilitet ved grunnforsterkning, må en oppnå sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  etter at sikringstiltaket er utført.*

*Kravet til prosentvis forbedring gjelder for alle skredmekanismer som kan berøre tiltaket, og gjelder for alle potensielle glideflater som før tiltak har lavere sikkerhet enn kravet. Ved særlig stor kompleksitet, spesielt ugunstige grunnforhold, utfordrende topografi og stor konsekvens bør større forbedring vurderes. Se for øvrig kap. 5.4 vedrørende beregningsmetodikk for prosentvis forbedring.*

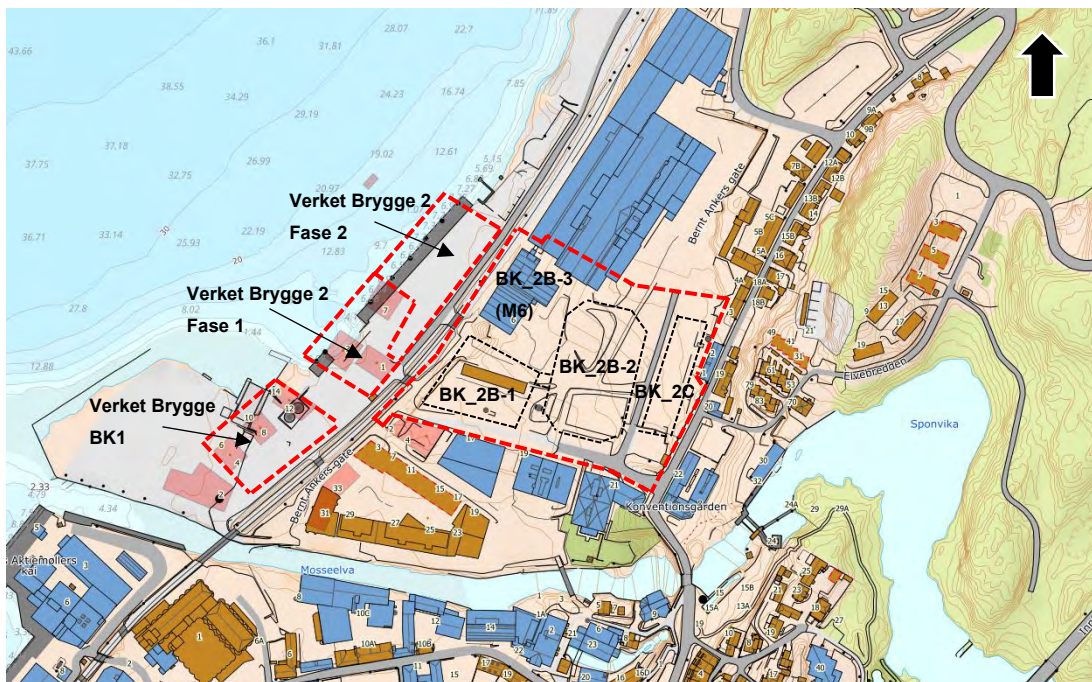
*Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse som angitt i kap. 3.1. Kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak (også for K3 lav faregrad).»*

Med grunnlag i dette er det behov for en uavhengig kvalitetssikring av denne rapporten. Kontrollen skal gjennomføres av et uavhengig foretak med geoteknisk kompetanse og med grunnlag i NVEs veileder 1/2019 [2].

## 3 Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løsneområde

### 3.1 Topografi

Aktuelt reguleringsområde befinner seg på Verket i Moss, like nord for Mosseelvas munning ut i Mossesundet, som vist i Figur 3. Området avgrenses av jernbanen mot vest, og mot øst av lokalvegen «Verket». Tegning 613425-02 (datert 19.12.2019) vedlagt 1350040399 Notat 1 rev. 01 [1] viser området i større detalj. Verket har historisk vært preget av mye industri og ulike utbygginger i flere omganger.



Figur 3: Kart som viser plassering av aktuelt reguleringsområde (forenklet markert med rød stiptet linje). (www.norgeskart.no). Forenklet omriss av p.t. planlagte bygg BK\_2B-1, BK\_2B-2, BK\_2B-3 og BK-2C er tegnet med sort stiptet linje. Det er i tillegg markert ut omtrentlig avgrensning av noen tilstøtende reguleringsstomter på Verket Brygge.

Terrenghøyden innenfor reguleringsområdet varierer mellom ca. kote 14.3 i nordøst til ca. kote 2.7 ved jernbanen i sørvest. Terrenget faller forholdsvis jevnt av mot vest, sør-vest og sør på tomten, som vist i Figur 4. En kan se en grov sjøbunnstopografi utenfor kaifronten ved Verket Brygge (vest for reguleringsområdet i Figur 3. Det har også blitt utført sjøbunnskartlegging (batymetri) av Digital Geologi AS ifb. prosjektet Verket Brygge 2 der det i tillegg ble gjort en vurdering av bergoverflatens kontur og sediment-stratigrafi rundt Verket. Det vises til separat rapport [7].

Reguleringsområdet slik det står i dag inkluderer eksisterende bygg M6 (felt BK\_2B-3), som er markert i Figur 3. Dette bygget er antatt fundamentert på berg eller peler til berg. Bygget inkluderer en kjeller som er antatt å ligge på nivå rett under jernbanen (ca. kote +4.0).





Figur 4: Visualisert terrenghøyde over området rundt Verket (hoydedata.no).

Fra kaifronten ved Verket Brygge går det en steil skråning ned mot Mossesundet fra ca. kote +2.0 ned til ca. kote -13.0, som innebærer at skråningen ned i sjøen er inntil ~15 m høy. Herfra slakes sjøbunnen betraktelig ut mot midten av sundet. Ved den søndre delen av kaien går ikke skråningen like dypt ned i sundet [8], og her reduseres total skråningshøyde til ca. 10 m. Ifølge rapport fra Digital Geologi AS indikerer sjøbunnmålinger at det har gått mindre, lokale utglidninger under vann som også har rammet inn mot kaien [7].

På landsiden er Verket generelt sterkt nedbygd og preget av den industrielle historikken på området. I sin områdestabilitetsvurdering på oppdrag fra Bane Nor har NGI utført en terrengdata-analyse der det har blitt identifisert hvilke områder i Moss som faller innenfor helningskriteriet på 1:15 fra veileder 1/2019 [9]. Utklippet i Figur 5 viser at det kan identifiseres en skråning med helning  $> 1:15$  over tiltaksområdet som går ned fra ca. kote +14 til kote +3 ved jernbanen og ved Rebækkas gate.



Figur 5: Utklipp fra tegning 101 rev. 02 i rapport 20190539-11-R Rev.Nr. 5 [9]. Områder markert i rødt har en helning > 1:15. Omtrentlig helningsretning for aktuelle skråninger er angitt med sorte piler.

## 3.2 Grunnforhold

Grunnforholdene i Moss generelt, og området rundt Verket er blitt nøye kartlagt gjennom flere runder med grunnundersøkelser. Dette inkluderer blant annet dreietrykksonderinger, totalsonderinger, trykksonderinger (CPTU) og opptak av prøveserier for analyse i geoteknisk laboratorium. For oppsummering av grunnlaget for tolkning av grunnforhold vises det til kap. 3.2.1.

NGUs løsmassekart angir at området preges av tilførte fyllmasser etter at opprinnelig strandlinje har blitt utvidet mot sjøen for etablering av jernbanen og industrielle foretak langs dagens kailinje. Utklipp fra Nasjonal løsmassedatabase er vist i Figur 6 [10]. En kan her imidlertid skimte at en marin strandavsetning (i blått) strekker seg ut fra fyllmasselaget (i grått på Figur 6) og avsluttes mot områder med bart fjell eller tynt løsmassedekke (lyst grått). Det antas at dette marine laget er avsatt naturlig før industriell aktivitet på Verket begynte, og løper mer eller mindre kontinuerlig under det antropogene fyllmasselaget som senere er tilført i overkant.

De omfattende rundene med grunnundersøkelser indikerer at tykkelsen og sammensetningen av fyllmasselaget varierer betraktelig over havneområdet, og det er sannsynlig at de naturlig avsatte marine leireforekomstene har gjennomgått en omfattende konsolideringsprosess på landsiden ved Verket Brygge som følge av belastningen fra overliggende masser. De mekaniske egenskapene til fyllmassene i overkant av leiren er knyttet til hva slags type masser som er benyttet. Det foreligger lite eller ingen dokumentasjon på historiske utfyllinger ved kaien og hvilken sammensetning fyllmassene har, med unntak av geotekniske laboratorieundersøkelser i enkelte løsmassesjikt. Under leirelaget er det påtruffet fast morene. Ved kaien under fyllmassene utviser leiren større fasthetsegenskaper, og den er her tidligere tolket som moreneleire over fast morene ned til berg [11]. Lengre mot sør finner man israndavsetningen «Raet» som strekker seg over Oslofjorden i øst-vestlig retning gjennom Moss sentrum [10].

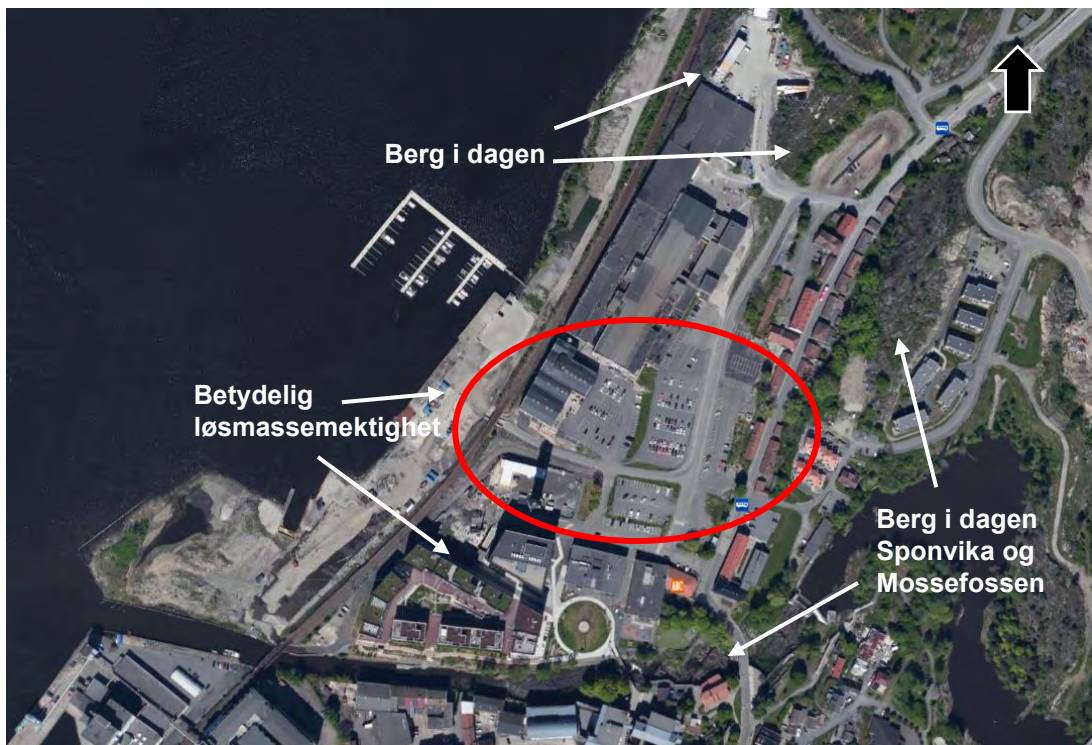


Figur 6: NGUs løsmassekart som viser forventede kvartærgeologiske jordarter i området rundt Verket i Moss [10].

På reguleringsområdet ved tomt 2B og 2C synes grunnforholdene å skille seg noe fra kaiområdet. Lagtykkelsen for de ulike avsetningene/fyllingene varierer, men generelt er det antydning at en har et tynt fyllmasselag over en leiravsetning med innhold av mer grovkornete materialer mot dybden. Under leiren er det fastere friksjonsmasser over bergoverflaten, der den er påtruffet. Deler av leiren er dokumentert med sprøbruddegenskaper/kvikkleire med antatt mektighet mellom ca. 2 og 10 m, og grunnundersøkelsene indikerer en kontinuitet i dette sprøbruddlaget over store deler av området øst for jernbanen.

Fra flyfoto i Figur 7 kan en bekrefte at det er berg i dagen øst og sør-øst for tiltaksområdet, nord for Sponvika og i Mossefossen. Det kan også skimtes at det er flere bergblotninger rett nord for fabrikkområdet. Innenfor planavgrensningen er det også dokumentert kort bergdybde nord på området. Antydningen fra grunnundersøkelsene er at bergoverflaten faller brått av mot sør og vest, noe som understøttes ved at det i flere sonderinger i denne delen av området er boret flere titalls meter før man har påtruffet fastere masser. I flere av borepunktene har man ikke sikker påvisning av bergoverflate under morenen.

Grunnvannstanden i området antas generelt rundt havnivå, med en økning på landsiden som følger terrenget. Det antas at de drenerende lagene som er fylt ut på industriområdene medfører et hydrostatisk vanntrykk under overflaten. Det er tidligere målt et poreovertrykk på 20 kPa i ett prøvepunkt i underliggende leir/siltlag mellom kote -10 til -12 ved gammel kaifront nord på Verket Brygge [11]. Poreovertrykk er også registrert rundt kote -18 like ved [12].



Figur 7: Flyfoto fra 2021 viser at det er berg i dagen ved Mossefossen og nord for Sponvika (kart.finn.no).

### 3.2.1 Grunnlagsmateriale

Det er utført grunnundersøkelser på Verket i flere omganger. Rambøll referer til følgende rapporter i sitt notat:

- 1670210-4 Verket Moss
- 125046-RIG-RAP-001 Peterson fabrikkområde
- 950019-1 Grunnundersøkelser for oljetank, kai og flishugg
- 512619-1-RIG-RAP-001
- 69063 Grunnundersøkelser i branntomt. Cellulosefabrikken
- 69048 Grunnundersøkelser for kontinuerlig koker
- 980107-1 Grunnundersøkelser under eksisterende lager
- 69047 Grunnundersøkelser for ny fordampereffekt
- 69071 Sondring til fjell for elektrofilter

Nummerering av borpunkter er oppsummert i notatets Tabell 1 [1]. Deler av grunnlagsrapportene nevnt over er ikke gjort tilgjengelige i prosjektorganisasjonen, foruten borpunkt plassering og boret dybde (ev. bergdybde). Det er likevel vurdert at grunnlaget som foreligger er tilstrekkelig for områdestabilitetsvurderingen. I tillegg er det flere grunnundersøkelser rapporter fra området rundt som er relevante for arbeidet, blant annet:

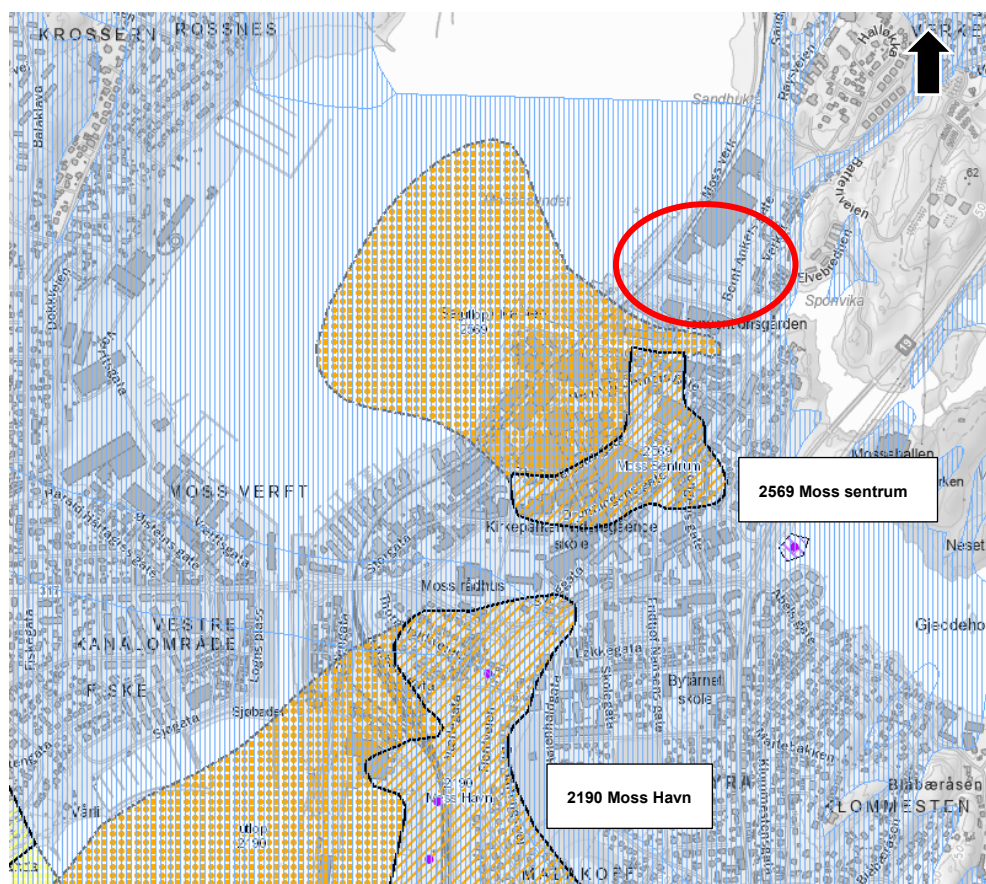
- 970052-2 Peterson Moss Grunnundersøkelser for kai og lager
- Geoteknisk rapport 11-90 nr. 1 Peterson AS Rehabilitering av kai, Moss Grunnundersøkelser
- 21004 Verket Moss, GU Papirhuset, Moss Labresultater
- 21004 rapport nr. 2 Verket Moss, GU, Moss kommune
- 21004 rapport nr. 3 Verket Moss, GU, Moss kommune
- 21004 rapport nr. 4 Verket Moss, GU, Moss kommune
- 21004 rapport nr. 5 Verket Moss, GU, Moss kommune

Det refereres generelt til nevnte rapporter over for utfyllende informasjon om sonderingsresultater og laboratorieundersøkelser, samt en bredere oversikt over grunnforhold som ikke er diskutert her.

I tillegg til tradisjonelle geotekniske grunnundersøkelser er det også utført refraksjonsseismikk [13] og lett seismikk [7] på Verket for kartlegging av løsmassenes lagdeling. Disse modellene er nøye gjennomgått og er innarbeidet i tolkningen av grunnforhold og beregning av stabilitet, i den grad det har vært mulig. Det er viktig å påpeke at disse avviker flere steder fra det som vises i utførte borer og prøvetakinger i grunn, og her er det derfor lagt størst vekt på de geotekniske grunnundersøkelsene ved uoverensstemmelse mellom seismikk og prøver/sonderinger. Det må understrekes at tolkningen av grunnforholdene medtar og vurderer alt tilgjengelig grunnlag for å avdekke helheten i de komplekse grunnforholdene på Verket.

### 3.3 Kvikkleire og sprøbruddmateriale

Tilnærmet hele Moss by ligger under marin grense, og det må derfor forventes at det vil forekomme marine avsetninger i området. Dette bekreftes av tidligere kartlegging av grunnforhold, som er kort beskrevet over i kapittel 3.2. Det er ved flere separate grunnundersøkelser påvist leiravsetninger med sprøbruddegenskaper fra laboratorieforsøk, primært omdannet til kvikkleire.



Figur 8: Oversikt over områdets plassering i forhold til registrerte kvikkleiresoner i Moss i NVEs database (atlas.nve.no).

I NVE atlas kan en se at det aktuelle området også er definert under områder med mulige sammenhengende forekomster av marine avsetninger (blå skravur i Figur 8). Dette stemmer

godt overens med tilgjengelige erfaringer fra grunnundersøkelser. Tiltaksområdet for byggetomtene i dette prosjektet ligger ikke direkte innenfor en eksisterende kvikkleiresone i NVEs database. Av Figur 8 synes to store kvikkleiresoner i Moss: 2569 Moss Sentrum og 2190 Moss Havn, begge klassifisert med middels faregrad og meget alvorlig konsekvens. Derav risikoklasse 4 etter NVEs metode [14].

I tillegg er det registrert én kvikkleiresone (lilla skravur) hos Statens Vegvesen ned mot Vansjø på østsiden av riksvei 19 Innfartsveien, samt noen kvikkleirepunkter (lilla) innenfor NVE-sone 2190 Moss Havn. SVV-kvikkleiresonen baserer seg på utredning av fundamenteringsforholdene ved nedre Vansjø for utbygging av firefelts veg på Innfartsveien på 60-tallet. Se rapport 476-B 117 (09.05.1964) og B117D (03.05.1968) fra Veglaboratoriet.

Begge NVE-sonene er nylig kartlagt av NGI ifb. byggingen av IC Sandbukta-Moss-Såstad [9]. Sistnevnte av disse vil blant annet på grunnlag av topografien i området ikke interferere med tomtene på Verket. Sone 2569 Moss Sentrum er som løsnemråde lokalisert på sørsiden av Mosseelva, mens det er kartlagt en utløpssone som vil naturlig munne ut i elven og Mossesundet. Utløpet er avgrenset noe opp på nordsiden av Mosseelva, rett sør for utbyggingstomtene som vurderes i denne rapporten. NGI beskriver i sin rapport at stabilitetsberegninger i kritiske snitt for denne sonen resulterer i en beregnet sikkerhetsfaktor mot brudd over kravet på 1.4 fra veileder 1/2019<sup>2</sup>. Her er det forenklet og konservativt antatt at all kartlagt leireforekomst også er kvikkleire.

Retten sør for tiltaksområdet er det tidligere utført områdestabilitetsvurdering<sup>3</sup> av Multiconsult for boligutbygging på området rett nord for Mosseelven, nedenfor Mossefossen. I denne rapporten er det evaluert skråningsstabilitet i fire snitt langs elvepromenaden mot sør, samt ett snitt i skråningen opp mot Verket (veien), for å ivareta en potensiell retrogressiv bruddutvikling inn på tiltaksområdet. Løsnemrådet er avgrenset på sørsiden av Bernt Ankers gate basert på kriteriet på 15 x skråningshøyde fra elven [15]. Stabilitetsberegninger ned mot elven viser at den beregningsmessige sikkerheten ikke tilfredsstillende kravene i NVEs veileder 7/2014 og at det må gjennomføres tiltak for at dette skal ivaretas under og etter utbyggingen. Flyfoto fra området antyder at det er gjort utbedringer langs elven i tråd med anbefalingene som er gitt i Multiconsults rapport.

I sin områdestabilitetsrapport henviser Rambøll til at det ble gjennomført en omfattende kalksementstabilisering av grunnen ved oppføring av Støperiet og Anker hus på sørsiden av Bernt Ankers gate. Omfanget av dette kan en se i tegning nummer 1001 i nevnte rapport [1]. Grunnstabiliseringen ble gjennomført etter at det ble påvist en betydelig mengde sprøbruddmateriale på utbyggingsområdet.

Det er avdekket sprøbruddmateriale og kvikkleire i flere grunnundersøkelser. Primær påvisning av sprøbruddegenskaper er gjort gjennom konusforsøk<sup>4</sup>. Der det foreligger CPTU-data er det blant annet gjort en jordartsklassifisering fra soneringsdataene for å antyde om det finnes forekomster av sprøbruddmateriale. Dette er spesielt relevant for punktene som er utført av Sweco i sjøen utenfor Verket Brygge i 2022, der det ikke har blitt tatt opp prøver av det antatte leirelaget som befinner seg under sjøbunnen.

Tegning G-001 vedlagt denne rapporten inkluderer en oversikt over alle kjente punkter som er tilgjengelige i prosjektet der det er påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire fra

<sup>2</sup> Veileder 1/2019 presiserer at det ikke skal foretas korreksjon for sprøbruddoppførsel ved uendret eller forbedret stabilitet bl.a. dersom det bygges kompensert, noe NGIs rapport påpeker at er tilfellet for aktuell utbygging for IC-SMS [9]. Derav er gjeldende krav til sikkerhetsfaktor i stabilitetsberegninger for udrenerte situasjon > 1.4 for deres beregninger.

<sup>3</sup> Vurderingen er utført etter NVE veileder 7/2014 (nå erstattet av 1/2019) [2].

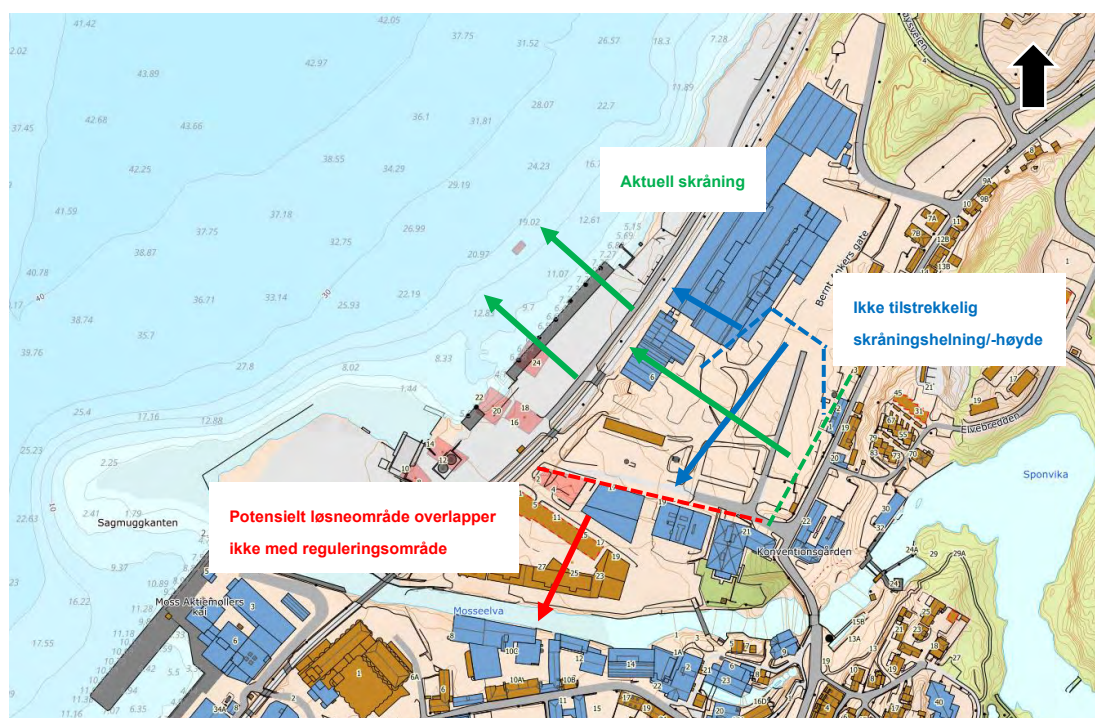
<sup>4</sup> Detektering av sprøbruddmateriale i grunnlaget er vurdert etter gjeldende standard for utførelse av konusforsøk. Skjærfasthet  $c_{u,r} < 2$  kPa i henhold til NS8015 (dvs. «gammel konusstandard»), og for ISO 17892-6:2017 tilsvarer dette omrørt skjærfasthet på 1,27 kPa [2].

laboratorieforsøk. Antatt sprøbruddmateriale, bl.a. fra kategorisering etter data fra CPTU-sonderinger, er også markert.

### 3.4 Kritiske skråninger og løsneområde

Basert på terrenginformasjonen ved Verket er det identifisert 3 aktuelle naturlige skråninger rundt tiltaksområdet – mot Mosseelven i sør, skråning innenfor tiltaksområdet og fra kaien ved Verket Brygge og ned i Mossesundet. Disse vurderes iht. innvirkning på tiltaket og potensielt løsneområde.

Skråningen ned mot Mosseelven sør for tiltaksområdet er ca. 6 m høy, og er tidligere vurdert av Multiconsult ifb. boligutbygging langs elvebredden [15]. Aktuell tomteutbygging ligger derfor utenfor influensområdet til skråningen etter prinsippet i kapittel 3.3.7 i veileder 1/2019 (2 x skråningshøyde) [2]. Største potensielle løsneområde basert på veiledende avgrensning på 15 x skråningshøyde er også avgrenset sør for Bernt Ankers vei, og inkluderer derfor ikke felt 2B og 2C på Verket. Kombinert med at det har blitt iverksatt stabilitetsforbedrende tiltak ifb. utbygging på dette området, eksempelvis kalksementstabilisering under Ankers hus og Støperiet [1] samt sikring av selve elveskråningen, er det vurdert at skråningen ikke er aktuell for å inngå videre i denne områdestabilitetsvurderingen.



Figur 9: Aktuelle skråninger som kan inngå i en områdestabilitetsvurdering for felt 2B og 2C. Enkel avgrensning av influensområde basert på kjennskap til topografi og overordnet vurdering av grunnforhold. Skråningens hovedretning er vist med pil. (www.norgeskart.no)

Som nevnt i et avsnitt i kapittel 3.1 heller terrenget jevnt brattere enn 1:15 over et større areal innenfor reguleringsområdet, inkludert en total skråningshøyde > 5 m. Denne skråningen er avgrenset innenfor tiltaksområdet. Det er i tidligere runder dokumentert at grunnforholdene nord og øst på tomten, tilsvarende aktuell skråningstopp, består av relativt faste friksjonsmasser med kort bergdybde. Den bratteste delen av skråningen, med helling mot vest ned mot Mossesundet er preget av kort bergdybde og faste masser nær skråningens topp. Eventuell skredutvikling i skråningen vil derfor naturlig avgrenses her, og forhindre videre utbredelse mot bebyggelsen til nord og øst fra eventuelle lokale initialbrudd i skråningståen. Skråningshellingen mot sør er generelt mer ujevn og viser ikke tegn til

sammenhengende helning > 1:15 med høyde > 5 m. Denne skråningen er derfor ikke aktuell for en områdeskredvurdering. Utbyggingsplanene for tomtene vil p.t. innebære gravearbeider som omfatter store deler av denne skråningen. Dette medfører blant annet stabilitetsmessige problemstillinger som følge av utgravinger og byggearbeider på tomten må ivaretas lokalt gjennom detaljprosjekteringen.

Kaifronten fra Verket Brygge er beskrevet kort i kapittel 3.1 og har en skråningshøyde og helning som faller innenfor kriteriene til kvikkleireveilederen. Det er også her avdekket sprøbruddmateriale langs kaien. Kaiskråningen har en total høyde på ca. 15 m, og dermed et teoretisk løsneområde som strekker seg ca. 225 m (15 x H) inn på Verket. Skråningen ligger utenfor influensområdet til tiltaket på felt 2B og 2C etter avgrensningen basert på 2 x skråningshøyde.

Sweco Norge har tidligere dokumentert stabilitetsforholdene i to beregningsprofiler ved den søndre delen av kaifronten, og det er her funnet beregningsmessig tilstrekkelig sikkerhet mot dyperegående bruddflater lokalt i kaien. Beregnet udrenert sikkerhetsfaktor > 1.20 og drenert > 1.25 for begge beregningsprofilene, som er tilstrekkelig for en skråning utenfor influensområdet til tiltaket. Disse beregningene er utført mht. lokalstabiliteten for Verket Brygge ifb. byggearbeidene [16]. For å ivareta sikkerhetskravet til et K4-tiltak vil det være behov for å dokumentere tilsvarende stabilitetsforhold i sjøbunnskråningen lengre nord ved kaifronten og om det foreligger mulighet for retrogressiv bruddutvikling inn forbi jernbanen til tiltaksområdet.

## 4 Befaring

Sweco har tidligere utført befaring på området ifb. utbyggingene ved Verksplassen og Verket Brygge. Befaringen har bekreftet informasjonen fra det omfattende grunnlagsmateriale som er tilgjengelig knyttet til bl.a. terrengdata, bergblotninger i nord og øst og sammensetning av øvre lag av fyllmasser.

## 5 Grunnundersøkelser

Det er ikke foretatt nye grunnundersøkelser ifb. denne områdestabilitetsvurderingen. Det vises til oppsummering av grunnforhold og utførte grunnundersøkelser i kapittel 3.2. Løvlien Georåd AS utfører geoteknisk detaljprosjektering for utbyggingen av reguleringsområdet, og det er i denne forbindelse utført en del supplerende grunnundersøkelser innenfor området, inkludert laboratorieanalyse av optatte prøver.

De nylig foretatte undersøkelsene har påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire i alle optatte prøveserier. Dette laget synes fra sonderingsprofilene å variere i sammensetning og mektighet, og det er knyttet usikkerhet til kontinuiteten av laget som utviser sprøbruddegenskaper over reguleringsområdet. I flere av prøvepunktene er det påvist sprøbruddmateriale ca. mellom 4-8 m dybde med varierende mektighet under et topplag av fyllmasser. I ett punkt, L13, er kvikkleiren påvist noe dypere, mellom ca. 10-13 m. Denne avsetningen synes å sammenfalle med tidligere prøveresultater fra samme område. Resultatene fra grunnundersøkelsene er presentert i Løvliens rapport 22280 nr. 1.

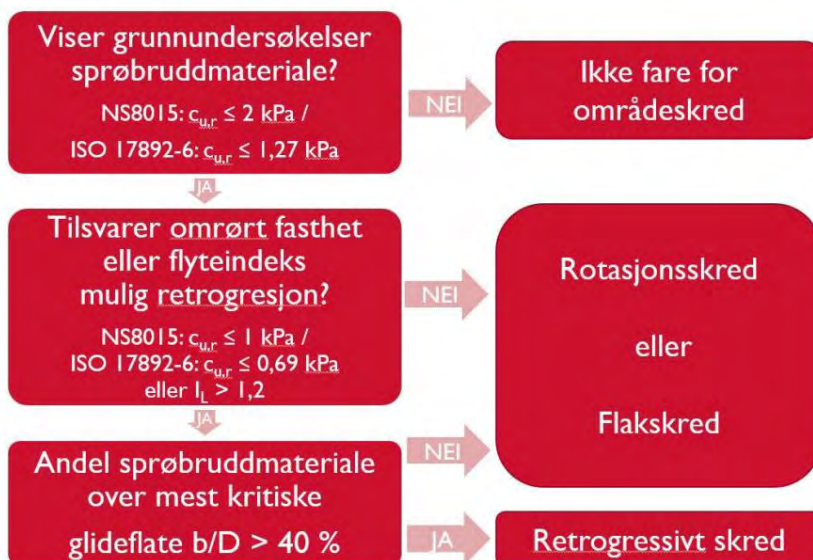
Selv om det p.t. foreligger et betydelig grunnlag av grunnundersøkelser som benyttes til tolkning av grunnforholdene på hele Verket, gjenstår det fortsatt en viss restusikkerhet når det kommer til lokale variasjoner i løsmassene. Kombinasjonen av naturlig avsatte masser, og menneskelige utfyllinger og bygningsarbeider gjør at det stedvis må påregnes store avvik i lagdelingen i grunn og jordens fasthetsegenskaper. Det anbefales derfor at behovet for supplerende grunnundersøkelser vurderes fortløpende fremover under byggearbeidene på området for å ivareta de ulike grunnforholdene som skal graves ut og bygges på.



## 6 Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone

Aktuell skredmekanisme for kritiske skråninger nært tiltaket vurderes etter figur 4.3 i NVE veileder 1/2019, gjengitt i Figur 10.

For kaifronten og kritisk skråning ned mot Mossesundet er det avdekket sprøbruddmateriale i flere prøvepunkter langs eksisterende kai. Dette laget er avdekket fra ca. 11 m dybde og varierer i tykkelse langs kaifronten. For den nordlige delen av kaien er dette laget antatt avgrenset ned mot ca. 14 m dybde. Det er påvist en antatt fast leiravsetning i et dypere lag, mulig moreneleire, som tidligere tolket av NGI [11]. Egenskapene til denne leiren er ukjent, men kan forventes sterkt konsolidert i forhold til opprinnelig avsetning, og omdannet etter overliggende belastning og masseinntrenging fra fyllmassene. Lengre inn på kaien tyder grunnundersøkelsene på at dette laget øker i omfang. CPTU-sonderinger i sjø<sup>5</sup> antyder at deler av leiravsetningen under sjøbunnen kan ha sprøbruddegenskaper, se Vedlegg 1. Klassifiseringsmetoden for detektering av sprøbruddmateriale i CPTU-sonderingen er utført etter anbefaling i [17].



Figur 10: Figur 4.3 i NVE veileder 1/2019 for vurdering av aktuell skredmekanisme.

Tidligere undersøkelser viser ikke entydighet knyttet til om det er et kontinuerlig lag med sprøbruddegenskaper som strekker seg fra sjøen og inn under kaien, og videre inn på Verket mot planområdet. Det er stedvis påvist ved laboratorieundersøkelser at det finnes løsmasser i grunnen med lave fasthetsegenskaper som tilsier et potensiale for retrogresjon bakover fra et mulig initialskred i kaien. Dette er ikke avdekket på nordenden av kaien, og andelen sprøbruddmateriale i denne delen av skråningen virker fra flere undersøkelser å være begrenset til et ca. 2-4 m tykt lag.

Dette betyr at det, etter utredningsprosedyren i veileder 1/2019 (Figur 10) og basert på en omfattende mengde tilgjengelig data, ikke er aktuelt at et eventuelt skred som starter i skråningen ned fra kaien ved Verket Brygge vil resultere i en retrogressiv bruddutvikling bak mot felt 2B og 2C. Aktuell skredmekanisme for denne skråningen vil være et rotasjonsskred.

<sup>5</sup> Oppnådd anvendelsesklasse 1.

For avgrensning av løsneområdet for rotasjonsskred ved kaifronten er det naturlig å bruke metoden for avgrensning av faresoner i sjø, som er presentert bl.a. i NVE ekstern rapport 9/2020 [14]. I og med at den naturlige sjøbunnsavsetningen er sterkt omdannet etter flere utfyllinger i sjøen og på land, er det vanskelig å identifisere en tydelig marbakke på sjøsiden som angitt i NVE-rapportens figur 9. Sjøbunnsnelingen i Mossesundet slakker ut etter den bratte skråningen ned fra kaien og ut mot midten av sundet. Dette betyr at det vil være mer aktuelt å vurdere omfang av løsneområde etter vanlig kriterium for rotasjonsskred med mindre enn 40% sprøbruddmateriale over kritisk glideflate. Dette er beskrevet i veileder 1/2019 kap. 4.5.3, og defineres ved at løsneområdets lengde avgrenses til mindre enn 5 x skråningshøyde [2]. Dette løsneområdet overlapper med jernbanen og den vestre delen av felt 2B i reguleringsområdet, samt med deler av eksisterende bebyggelse mot nord.

Tilsvarende kan en erfaringsmessig avgrense utløpsområdet i Mossesundet for et slikt rotasjonsbrudd til 0.5 x løsneområdets lengde [2]. Til sammen betyr dette at teoretisk avgrensning på løsne- og utløpsområdet vil være hhv. 75 m og 37.5 m. Det er ikke vanlig praksis å definere utløpsområder for skred som munner ut i sjøen [14]. I realiteten vil et eventuelt skred flyte utover i Mossesundet med et større omfang enn det den teoretiske avgrensningen tilsier, så utløpsområdet som angis i denne rapporten bør her anses som illustrativt.

Løsneområdet vil avgrenses naturlig mot nord-nordøst pga. forekomstene av friksjonsmasser og kort bergdybde. Mot øst og sør-sørøst er det derimot stor løsmassemekthet, og sonegrensen settes i sør pga. utslaking av kaiskråningen mot Sagmuggkanten og indikasjon på fastere masser i utførte grunnundersøkelser. Basert på tilgjengelig grunnlag er det tegnet opp et forslag til løsneområde for aktuell sone i tegning G-002.

Løsneområdet i tegning G-002 overlapper med områdene BK\_2B-1 og BK\_2B-3, men avgrenses vest for BK\_2B-2 og BK\_2C. I henhold til prosedyren i kvikkleireveilederen vil det derfor være behov for videre utredning av skredfare for 2B-1 og 2B-3, mens 2B-2 og 2C ikke må vurderes nærmere.

## 7 Klassifisering av faresone

Faresonen klassifiseres og utredes etter prosedyre og kriterier i NVE ekstern rapport 9/2020 [14]. Sonen er vurdert med middels faregrad og konsekvensklasse «meget alvorlig». Poengsummen fra klassifiseringen medfører risikoklasse 3.

### 7.1 Faregradsvurdering

Tabell 1: Vurdering av faregradsklasse etter NVE ekstern rapport 9/2020, kap. 4.1.

Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekttall	Poeng
Skredaktivitet	Det er tidligere registrert noen lokale overflateglidninger lokalt i skråningen ned fra kaifronten. Ingen kjennskap til større skredhendelser i området.	Noe	2	1	2
Skråningshøyde i meter	Aktuell skråningshøyde ned i sjøen er ca. 15 m. Antas noe konservativt pga. usikkerhet ved sjøbunnsmålinger.	~15 m	1	2	2

Forkonsolidering pga. terrengsenkning	Området er utfyllt i flere omganger og over flere år, og løsmassene er antatt tilnærmet normalkonsolidert etter denne fyllingsbelastningen.	1,0-1,2	3	2	6
Poretrykk	Tidligere grunnvannsmålinger indikerer et poreovertrykk på ca. 2 kPa. Dette er antatt noe økt siden utfylling i sjø ved kaien.	0-10	1	3	3
Kvikkleiremektighet et	Det er avdekket sprøbruddmateriale med antatt inntil 4 m mektighet under skråningen. Antas konservativt.	H/2-H/4	2	2	4
Sensitivitet	Sprøbruddmassene virker fra laboratorieundersøkelsene å være forstyrret, og har derfor lav sensitivitet. Antar noe konservativt.	20-30	1	1	1
Erosjon	Antar noe erosjon langs kaien fra bølgepåkjenning fra sjø. Ingen betydelige indikasjoner på pågående erosjon i skråningen.	Litt	1	3	3
Inngrep	Inngrepet på tomt 2B og 2C medfører i prinsippet en forbedring gjennom en avlastning bak skråningstopp. Da tiltaket ligger utenfor skråningens influensområde anses inngrepet å ikke ha noen effekt.	Ingen	0	3	0
<b>Total poengsum</b>					<b>21</b>
Prosent av maks					41.2%
<b>FAREGRADSKLASSE: MIDDELS</b>					
Sist oppdatert 03.10.2022					

## 7.2 Konsekvensklassevurdering

Tabell 2: Vurdering av skadekonsekvensklasse etter NVE ekstern rapport 9/2020, kap. 4.2.

Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekttall	Poeng
Boligheter	Utbyggingen medfører tilflytting av flere personer.	Tett > 5	3	4	12
Næringsbygg	Flere næringsbygg på området.	> 50	3	3	9
Annen bebyggelse	Mangfoldig bebyggelse på Verket. Antatt betydelig.	Betydelig	2	1	2
Veier	Antatt ÅDT.	1001-5000	2	2	4
Toglinje	Jernbanen går i dag rett på oversiden av aktuell skråning, og omfattes av nye sone.	Persontrafikk	2	2	4

Kraftnett	Ukjent. Antatt distribusjon.	Distribusjon	1	1	1
Oppdemming	Flodbølge i Mossesundet fra skredhendelse antatt liten pga. begrenset masseforflytning fra rotasjonsskred.	Liten	1	2	2
<b>Total poengsum</b>					<b>34</b>
Prosent av maks					75.6%
<b>KONSEKVENSKLASSE: MEGET ALVORLIG</b>					
Sist oppdatert 03.10.2022					

## 8 Kritiske snitt og materialparametere

Aktuell skråning ned fra kaien har generelt en jevn helning ned mot den slakere delen av sjøbunnen mot midten av Mossesundet. På grunn av stor variasjon i grunnforhold og utbredelse av sprøbruddmateriale langs kaien og vil det være aktuelt å vurdere flere kritiske snitt ut i sjøen. Basert på grunnlaget fra grunnundersøkelsene kan man forenklet representere den nordlige delen av kaiskråningens variasjon i løsmassesammensetning og egenskaper ved ett representativ snitt. Mellom prøvepunkter i aktuelle snitt er det foretatt en skjønnsmessig, konservativ tolkning av lagdeling med fokus på områdehistorikk og aktuelle skredmekanismer.

Terrengoverflaten er tolket konservativt gjennom vurdering av data hentet fra Høydedata ([www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no)) og Dybdedata ([dybdedata.kartverket.no](http://dybdedata.kartverket.no)) kombinert med batymetri som er utført i prosjektet av Digital Geologi AS [7], samt gjennom kjennskap til områdets topografi. Det gjenstår en viss usikkerhet for sjøbunnsmålingen nært kaien, da eksisterende konstruksjoner ved kaien kan ha forstyrret innmålingen og maskert skråningens egentlige topografi. Skråningstopp for beregningssnittet er derfor antatt til ca. bakkant av eksisterende kai, se også tegn. G-001. Antatt skråning er lagt mellom ca. kote -6/-8 ved kaifronten og opp til ca. kote +2 ved bakkant kai.

Ved bygg M6 er det tidligere gravd ut for etablering av kjeller til antatt kote +4.0. Bygget er antatt fundamentert på berg eller peler til berg, og vil derfor ikke gi noen tilleggslast på terrenget. Terrengoverflaten i beregningsprofil A er tilpasset antatt omfang av kjeller under M6.

### 8.1 Materialparametere

Fyllmassene som er benyttet til utfylling på området og ut mot eksisterende kai er generelt veldig varierende i sammensetning og fasthet, og det er her antatt en forenklet gjennomsnittlig lagdeling i profilet med representative beregningsparametere. Det er primært benyttet erfaringsparametere fra beregninger på Verket Brygge 2 samt Statens Vegvesen håndbok V220 [18]. Det vises også til tidligere vurdering av NGI [19]. Her ble det gjennomført stabilitetsberegninger for datidens kai som viste en beregnet sikkerhetsfaktor mot brudd på 1.0-1.2.

Tabell 3: Drenerte materialparametere for beregninger av stabilitet.

Løsmasselag	$\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ] <sup>6</sup>	$c'$ [kPa]	$\phi$ [°]
Gytje	14.0	0.0	20
Fyllmasser	18.0	0.0	35
Sand/flis	16.0	0.0	32
Silt	18.0	0.0	27
Sand	18.0	0.0	33
Fyllmasser	20.0	3.0	36
Leire <sup>7</sup>	18.0 20.0	0.0 2.0	23 28
Morene	22.0	5.0	40

### 8.1.1 Udrenert skjærstyrke

NIFS-rapport 14/2014 beskriver leirens anisotrope egenskaper ved belastning, og presenterer ADP-faktorer for å ta høyde for dette i skråningsstabilitetsanalyser [20]. Da flyteindeksen  $I_L$  ikke er kjent, er følgende faktorer benyttet i denne beregningen:

$$s_{uA}/s_{uA} = 1.00$$

$$s_{uD}/s_{uA} = 0.63$$

$$s_{uP}/s_{uA} = 0.35$$

Design skjærstyrkeprofil for beregningene er vurdert etter sammenfatting av omfattende datagrunnlag fra laboratorieprøver og CPTU-sonderinger. Fra laboratorieundersøkelsene er det benyttet resultater fra konus- og enaksialt trykkforsøk for tolkning av direkte skjærstyrke. For de andre udrenerte lagene i løsmasseprofilen er det ikke aktuelt med denne samme anisotrope oppførselen, og her regnes derfor ikke ADP-faktorene med langs kritisk glideflate. Dette gjelder også for leirelaget under kaien.

CPTU-sonderingene i sjø kan brukes for tolkning av aktiv skjærstyrke i finkornete materialer ved hjelp av erfaringsbaserte korrelasjoner mot sonderingsdata. Valgt designprofil for udrenerte lag under sjøbunnen baserer seg på en konservativ tolkning av flere kjente korrelasjoner presentert i Vedlegg 1. Leirelaget under den øvre sjøbunnavsetningen viser en god overensstemmelse mellom flere uavhengige metoder for tolkning av skjærstyrke fra CPTU.

Leirelaget under kaifyllingen utviser i ulike grunnundersøkelser en betydelig høyere fasthet enn den i sjøen, og er stedvis angitt som moreneleire. Det er derfor vurdert som hensiktsmessig å benytte en økt skjærstyrke for dette laget, som vil avta lenger inn på landsiden der fastheten er forventet å være noe lavere. Nærmeste prøveserie av underliggende leirlag på landsiden av kaien er fra punkt VB2-2<sup>8</sup>, som ligger lengre sør på kaien. Her er det dokumentert en varierende direkte skjærstyrke mellom ca. 8-50 kPa mellom kote -14 til -21. Sonderingsprofilen i punkt VB2-9 synes å ha større innslag av faste friksjonsmasser i et leirrikt lag som befinner seg i tilsvarende dybdeintervall.

<sup>6</sup>  $\gamma_{\text{unsat}} = \gamma_{\text{sat}} - 10 \text{ kN/m}^3$

<sup>7</sup> Basert på langtidig utfylling over den naturlige avsatte leiren er det benyttet fastere materialeegenskaper i både drenerte og udrenerte beregninger for en leire. Denne leiren er også tidligere tolket som moreneleire [19].

<sup>8</sup> Tilsvarende avstand bak kaien som punkt VB2-9 i beregningsprofil A

Langs beregningsprofilen under kaien og jernbanen er det interpolert generelt forventede konservative verdier for skjærstyrken basert på lagdeling og konsolidering av udrenerte lag, ved nødvendighet. Det er forenklet og konservativt benyttet en tilbakeberegning av forventet fasthet i leiren ved bruk av SHANSEP-metoden<sup>9</sup> for overkonsolidert leire. I tillegg medregnes en viss fasthetsøkning som følge av innhold av friksjonsmasser i leiren. Dette regnestykket er kvalitetssjekket mot konservative erfaringsverdier for moreneleire.

## 8.2 Lastsituasjon

I stabilitetsberegningene vil det måtte tas hensyn til dimensjonerende lastsituasjon for skråningen. I dag benyttes denne delen av kaien ved Verket Brygge til parkeringsplass for personbiler, og det er derfor ikke aktuelt å regne med full trafikklast på terrenget i beregningen. Det er derfor antatt er en lastpåkjenning i bruksgrensetilstand på 10 kPa etter anbefaling i håndbok N200 [21] påført ca. 10 m bak kaifronten, altså omtrent ved beregningsprofilens skråningstopp. Denne fordeles over et område på 10 m.

For store bruddflater som strekker seg under jernbanen i profil A vil denne terrenglasten ha en mindre ugunstig innvirkning på beregnet sikkerhetsfaktor. Det er kontrollert i innledende beregninger av stabilitet at denne lasten ikke opptrer gunstig i beregning av sikkerhetsfaktor ved store bruddflater.

Last fra jernbanen ivaretas gjennom Bane Nors tekniske regelverk [22]. Karakteristisk linjelast for enkeltsporet jernbane er 110 kN/m fordelt over bredde 2.5 m som resulterer i en fordelt last på 44 kPa i bruksgrensetilstand.  $\alpha$ -faktor for Østfoldbanen Vest er på 1.33.

For beregninger i bruddgrensetilstand er det benyttet en partialfaktor for ugunstig lastpåkjenning,  $\gamma_f = 1.3$ , som samsvarer med tabell NA.A1.2(C) i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. Denne faktoren benyttes på alle terrenglastene.

Det er ikke medtatt last i skråningstopp fra fremtidig anleggsarbeid eller bygningsmasse på Verket Brygge, da disse byggene er planlagt pelefundamentert til morene/berg. Stabilitet i driftsfasen på Verket Brygge må ivaretas i egen detaljprosjektering. Inngrep på tomt 2B og 2C er ikke medtatt i stabilitetsberegningene da tiltaket ligger utenfor skråningens influensområde.

## 9 Stabilitetsvurderinger

Veileder 1/2019 understreker at alle skredmekanismer må dokumenteres med samme sikkerhetskrav som beskrevet i kap. 2.1. For skråningen ned fra kaifronten ved Verket Brygge er det krav til sikkerhet  $F_{\text{op}} \geq 1.25$ , samt krav til robusthet  $F_{\text{cu}} \geq 1.20$  siden tiltaket ved felt 2B og 2C ligger utenfor skråningens influensområde.

Antatt grunnvannsnivå er beskrevet i kapittel 3.2. Det forutsettes et poreovertrykk på 20 kPa gjennom vannførende silt/leirelag under øvrige fyllmasser, som målt av NGI [11]. Dette poreovertrykket er konservativt lagt inn for dette laget langs hele beregningsprofilen, med avtagende mektighet utenfor kaifyllingen. For stabilitetsberegningene er det tatt hensyn til laveste sjøvannstand etter data fra www.sehavniva.no med 20 års gjentaksintervall. Dette tilsvarer en vannstand på  $\sim -1.0$  m fra normalt nullnivå.

Stabilitet i skråningen beregnes for tre representative beregningsprofiler langs kaifronten ved bruk av grenselikevektprogrammet Geosuite Stability med beregningsmetoden Beast 2003. Beregningene utføres i 2D-profiler der løsmassefordeling i grunnen er tolket etter utførte grunnundersøkelser i området, samt kjennskap og antagelser knyttet til områdets historikk. Det er tatt høyde for bruk av et positivt bidrag fra sidefriksjon langs kritisk glideflate i profilen,

<sup>9</sup> Blant annet vist i veileder 1/2019, kap. 5.3.2 [2].

da en todimensjonal beregning av stabilitet ikke i seg selv tar høyde for økt stabiliserende moment i den 3-dimensjonale skråningen. Innledende vurderinger viser at selv et konservativt anslag av mobilisert sidefriksjon har stor positiv innvirkning på beregnet sikkerhetsfaktor, og det er derfor besluttet at denne forutsetningen ikke brukes i dette tilfellet. Dette gjøres blant annet for å ivareta usikkerheten knyttet til grunnforholdene.

To beregningsprofiler sør på kaien er tidligere dokumentert ifb. detaljprosjekteringen på Verket Brygge. Stabilitetsberegninger lokalt i kaiskråningen foretatt i Plaxis 2D viser at det her ivaretas nevnte krav til sikkerhet og robusthet i skråningen [16].

Ifb. denne vurderingen er det i tillegg utført stabilitetsberegning i beregningsprofil A, som er et representativt kritisk snitt mot nord på kaien med forutsetningene nevnt over og tidligere i rapporten. Resultater fra beregningene er oppsummert i Tabell 4. Beregningsmessig sikkerhet dokumenteres for ulike lokale bruddmekanismer i skråningen med forskjellig omfang.

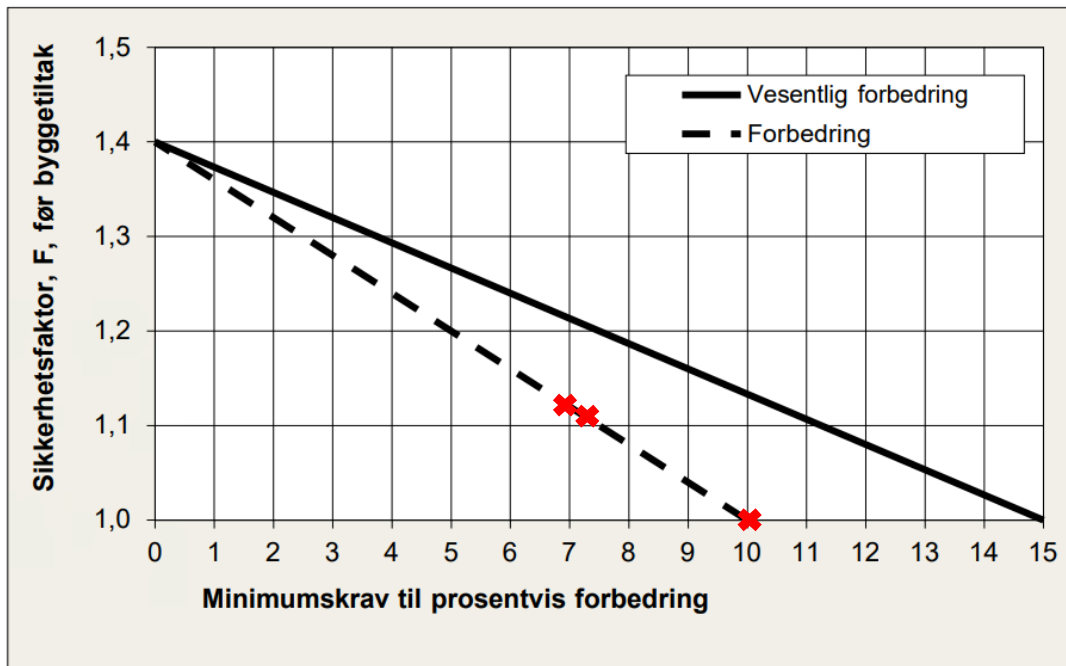
Siden skråningshelningen overstiger dimensjonerende friksjonsvinkel for fyllmassene ved kaien, og det dessuten er noe usikkerhet knyttet til kaiskråningens nøyaktige utforming er det lagt inn en skjærflateavgrensning for å unngå bruddflater som konsentreres helt i skråningens overflate. Øvre avgrensning er satt til overkant silt-/leirlaget ca. mellom kote -10 og -12 under kaifronten (se tegning G-101 og G-102). Skjærflater over dette vil i hovedsak kun gå gjennom drenerte fyllmasser uten sprøbruddegenskaper, og utgjør derfor ikke et områdestabilitetsproblem. For vurdering av dyperegående bruddflater mot jernbanen er det satt en skjærflateavgrensning i leirelaget under kaifronten.

Tabell 4: Oppsummering av beregnede sikkerhetsfaktorer i aktuelt kritisk snitt.

Beregningsfase	Bruksgrensetilstand		Bruddgrensetilstand	
	Drenert	Udrenert	Drenert	Udrenert
<i>Sirkulær skjærflate</i>				
Lokalt brudd ved kaien	1.48	1.13	1.48	1.11
Bruddflate gjennom leirelag under kaifylling og opp mot jernbanen	2.17	1.01	2.45	1.01
<i>Sammensatt skjærflate</i>				
Bruddflate gjennom påvist sprøbruddlag i kaifylling mot jernbanen	1.51	1.62	1.44	1.47

For visualisering av beregnede kritiske bruddflater med sikkerhetsfaktor vises det til tegninger G-101 og G-102. Beregnet drenert sikkerhet er tilstrekkelig etter de krav veileder 1/2019 stiller til et K4-tiltak utenfor influenssonen til skråningen. Den udrenerte sikkerheten er dimensjonerende for alle sirkulære bruddflater som er vurdert her og ligger under kravet på  $F_{cu} \geq 1.20$ . Dette tilsvarer tidligere beregninger av lav sikkerhet av NGI [19] og Rambøll [23].

Beregnet sikkerhetsfaktor under kravet i kvikkleireveilederen utløser krav om prosentvis forbedring fra topografiske endringer. Grunnforsterkning har høyere krav til beregnet sikkerhet, se kapittel 2.1. For et K4-tiltak med middels faregrad er det krav til «forbedring» iht. tabell 3.3 i veilederen. Aktuelt behov for forbedring av de udrenerte beregningene er markert i Figur 11.



Figur 3.3 Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor,  $F_{cu}$  og  $F_{cp}$ .

Figur 11: Krav til prosentvis forbedring av beregnet udrenert sikkerhetsfaktor for dagens situasjon, der sikkerheten ligger under kravet som stilles i kvikkleireveilederen [2]. Aktuell forbedring for beregningene fra Tabell 4 er markert med røde kryss.

Det er små forskjeller i beregnet sikkerhet for bruks- og bruddgrensetilstand, noe som tyder på at dagens lastpåkjenning ikke har stor innvirkning på skråningsens stabilitet.

Kritisk skjærflate ved lokalt brudd i kaien for drenert situasjon ligger nært øvre skjærflateavgrensning ved overkant silt-/leirlaget, og en kan dermed anta at beregnet drenert sikkerhet vil avta ved grunnere bruddsirkler nært kaien. En slik problemstilling vil være aktuell og må ivaretas i detaljprosjekteringsfasen for denne delen av Verket Brygge.

## 10 Stabiliserende tiltak

For å oppnå tilstrekkelig forbedring av sikkerhetsfaktor er det i samråd med byggherre vurdert planlagt fremtidige topografiske endringer som virker positivt for beregnet stabilitet. Dette inkluderer gravearbeider ifb. Verket Brygge 2 fase 2 og fjerning av jernbanelinjen. Resultatet blir at store deler av kaien senkes til kote +0.0 og jernbanefyllingen senkes til kote ca. +4.0. Lasten på jernbanen fjernes også. Det er antatt at grunnvannet da vil senkes til under fremtidig terrengnivå.

Som en konservativ vurdering benyttes det en anleggslast på 15 kPa i bruksgrensetilstand i topp av kaiskråningen for å ivareta fremtidige anleggsarbeider ved Verket Brygge 2 fase 2. Dette er iht. Statens Vegvesen Håndbok N200 - Vegbygging [21].



Tabell 5: Oppsummering av beregnede udrenerte sikkerhetsfaktorer i aktuelt kritisk snitt, med forutsetning om avlastning ved kaien og fjerning av jernbanen. Nødvendig beregnet sikkerhetsfaktor iht. Figur 11 er også vist i tabellen.

Beregningsfase	Bruksgrensetilstand		Bruddgrensetilstand	
	Krav	Beregnet	Krav	Beregnet
<i>Sirkulær skjærflate</i>				
Lokalt brudd ved kaien	1.21	1.33	1.19	1.33
Bruddflate gjennom leirelag under kaifylling og opp mot jernbanen	1.11	1.22	1.11	1.19

De planlagte topografiske endringene gir tilstrekkelig økning i beregnet sikkerhetsfaktor. Det må derfor anses som en forutsetning at denne avlastingen utføres før byggearbeidene på felt 2B-1 og 2B-3 kan påbegynnes. Det kan eventuelt vurderes andre stabilitetsforbedrende tiltak før byggestart senere i prosjektet.

Lokal stabilitet og eventuelle tiltak ifb. byggearbeidene på kaien må vurderes separat, da det er oppdaget lav beregnet udrenert sikkerhetsfaktor for lokal utglidning mot sjøen og for større bruddflater. Det vil være aktuelt å vurdere behov for stabilitetsforbedrende tiltak for å redusere risiko for lokale utglidninger, og implementere disse før arbeidene ved felt 2B-1 og 2B-3 igangsettes.

For å dokumentere fortsatt stabilitet i skrånningen gjennom anleggsfasen på Verket Brygge, anbefales det at det foretas grunnundersøkelser med prøveserier fra det underliggende leirlaget, samt i skråningståen i sjøen, for å få kjennskap til materialsammensetningen i grunnen og fasthetsegenskapene.

Det vil også være spesielt aktuelt å undersøke massene rundt og under jernbanelinjen, samt ved bygg M6 (felt 2B-3) nært beregningsprofilen da det p.t. foreligger lite grunnlag for å vurdere lagdeling og fasthetsegenskaper her. Det er derfor gjort konservative antagelser i beregningene i denne rapporten. I og med at en betydelig del av kritisk beregnet bruddsirkel under jernbanen avhenger av fastheten i dette området, vil supplerende undersøkelser her kunne redusere usikkerheten i beregningene.

## 11 Konklusjon

Sweco Norge AS har på oppdrag for Höegh Eiendom utført en vurdering av områdestabiliteten for felt BK\_2B-1/2/3 og BK\_2C på Verket i Moss. Utbyggingsplanene medfører valg av tiltakskategori K4 og vurderingen er utført etter prosedyren i NVEs kvikkleireveileder 1/2019.

Det er vurdert aktuelle skråninger og brudd-/skredmekanismer basert på omfattende grunnlagsmateriale fra hele det relevante området. Stabilitetsberegninger som er vurdert for relevante kritiske skråninger viser at det med dagens situasjon ikke er tilfredsstillende beregningsmessig udrenert sikkerhet etter sikkerhetskravene veileder 1/2019 for aktuell tiltakskategori. Dette medfører krav til prosentvis forbedring av beregnet sikkerhetsfaktor ved topografiske endringer.

Det er i samråd med byggherre utført beregninger av stabilitet med planlagt fremtidig avlasting ved kaien og fjerning av jernbanen, til henholdsvis kote +0.0 og kote +4.0. Dette tiltaket gir tilstrekkelig økning i beregnet sikkerhetsfaktor. Det må derfor anses som en forutsetning videre i prosjektet at denne avlastingen utføres før eventuelle byggearbeider på tomt 2B-1 og 2B-3 kan påbegynnes.

Delplanområde 2B-2 og 2C er ikke definert som en del av løснеområdet for et skred ved kaien, og det er derfor ikke samme krav til dokumentasjon av stabilitet som for 2B-1 og 2B-3. Forutsetning om avlasting av terreng før anleggsfasen gjelder derfor ikke for disse områdene, dersom anleggsarbeidene ikke overlapper med løsnakeområdet.

Rapporten kan derfor konkludere med at områdestabiliteten i denne fasen av prosjektet er ivaretatt. Beregnet udrenert sikkerhet er generelt veldig lav, og har en viss usikkerhet bl.a. ved skråningshelning og massesammensetning under kaien og jernbanen. Det bør derfor vurderes om det skal iverksettes ytterligere tiltak som grunnforsterkning eller andre stabilitetsforbedrende tiltak ved utbygging på Verket Brygge 2, fase 2.

Det gjenstår en viss restrisiko knyttet til den varierende fyllmassesammensetningen ved kaien og skjærfastheten i leirelaget/moreneleiren som er naturlig avsatt i underkant. I denne rapporten forsøkes dette ivaretatt blant annet med konservative antagelser knyttet til denne leirens skjærfasthet og utbredelse. Det anbefales likevel at det planlegges og utføres supplerende grunnundersøkelser for å kunne bestemme sammensetningen av disse jordmaterialene og redusere usikkerheten i tolkning av grunnforhold.


Forslag til løсне- og utløpsområdet for den nye kvikkleiresonen er vedlagt rapporten som tegning G-002. Vurderingene i denne rapporten omfatter ikke vurdering av lokal stabilitet ifb. byggearbeidene. Dette må ivaretas i de enkelte prosjektenes detaljprosjektering.

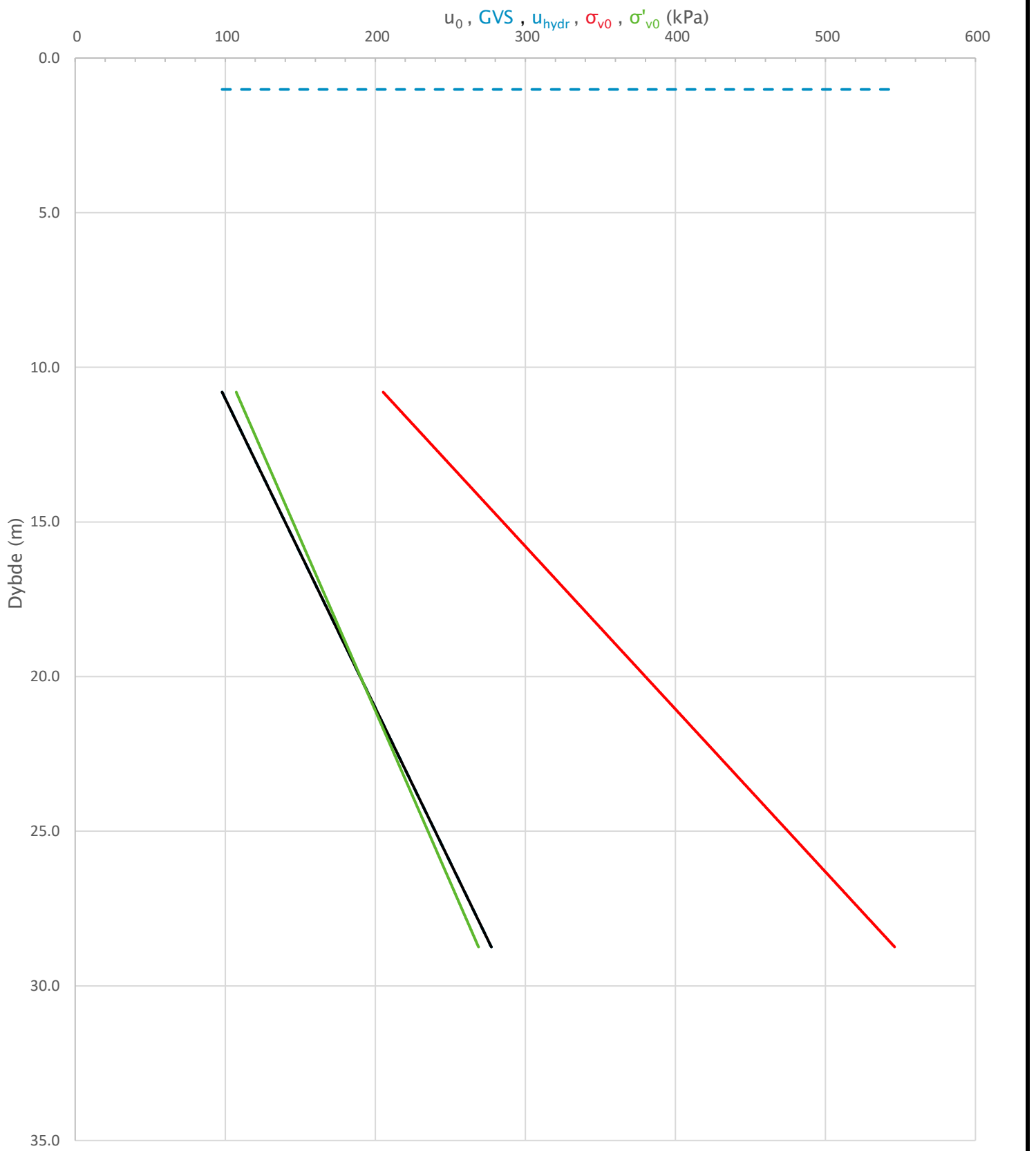
## 12 Referanser

- [1] Rambøll Norge AS, 1350040399 Verket Moss, Bk\_2B-2C-3B Notat nr. 1 Rev01, 2020.
- [2] NVE, «Veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2020.
- [3] Plan- og bygningsloven, «Lov om planlegging og byggesaksbehandling [LOV-2021-06-18-130],» 2008. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>.
- [4] Byggteknisk forskrift, «Forskrift om tekniske krav til byggverk [FOR-2021-04-28-1315],» 2017. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>.
- [5] Byggesaksforskriften, «Forskrift om byggesak [FOR-2021-02-09-410],» 2010. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-488>.
- [6] NVE, «Retningslinjer 2/2011 Flaum- og skredfare i arealplanar,» Oslo, 2014.
- [7] Digital Geologi AS, «Utvidet geologisk tolkning østsiden av Mossesundet,» Digital Geologi AS, Ranheim, 2021.
- [8] Statens Kartverk, «Norgeskart,» Statens Kartverk, 2022. [Internett]. Available: <https://www.norgeskart.no/>.
- [9] NGI, «20190539-11-R Rev.Nr. 5 IC Sandbukta-Moss-Såstad - Vurdering av områdestabilitet og forslag til stabilitetsforbedrende tiltak,» BaneNor, 2021.
- [10] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» 2022. [Internett]. Available: [http://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/).
- [11] NGI, «970052-2 Peterson Moss Grunnundersøkelser for kai og lager,» NGI, 1997.
- [12] Golder Associates AS, «Verket, Moss - Geoteknisk undersøkelse Datarapport,» 2017.
- [13] MRM Konsult AB, «Refraksjonsseismikk Mossverket, Moss, Norge,» Luleå, 2017.
- [14] NVE, «Ekstern rapport nr. 9/2020: Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred,» NVE, Oslo, 2020.
- [15] Multiconsult, «512395-RIG-NOT-002 Verket Moss. Støperiet - Utredning av områdestabilitet,» Oslo, 2017.
- [16] Sweco Norge AS, «10230487 RIG-N01-A01-05072021\_rev. 02 Geoteknisk forprosjekt - Verket Brygge 2, Moss,» Sweco Norge AS, 2022.
- [17] NVE, «Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire Rapport nr. 126-2015: Detektering av kvikkleire - Sluttrapport,» NVE, Oslo, 2015.
- [18] Statens Vegvesen, «Håndbok V220 - Geoteknikk i vegbygging,» Vegdirektoratet, Oslo, 2022.
- [19] NGI, «970052-3 Peterson Moss Geotekniske vurderinger for kai og lagerbygg,» NGI, Oslo, 1997.
- [20] NVE, «Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire Rapport nr. 14/2014: En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» NVE, 2014.
- [21] Statens Vegvesen, *Håndbok N200 - Vegbygging*, Oslo: Vegavdelingen, 2022.
- [22] Bane NOR, «Teknisk regelverk,» 15 9 2022. [Internett]. Available: <https://trv.banenor.no/wiki/Forside>.
- [23] Rambøll Norge AS, «1350038062 Notat nr. 001 Verket Brygge BK2 - Geoteknisk notat for forprosjekt,» 2021.


# Vedlegg 1 - Tolkning av data fra CPTU

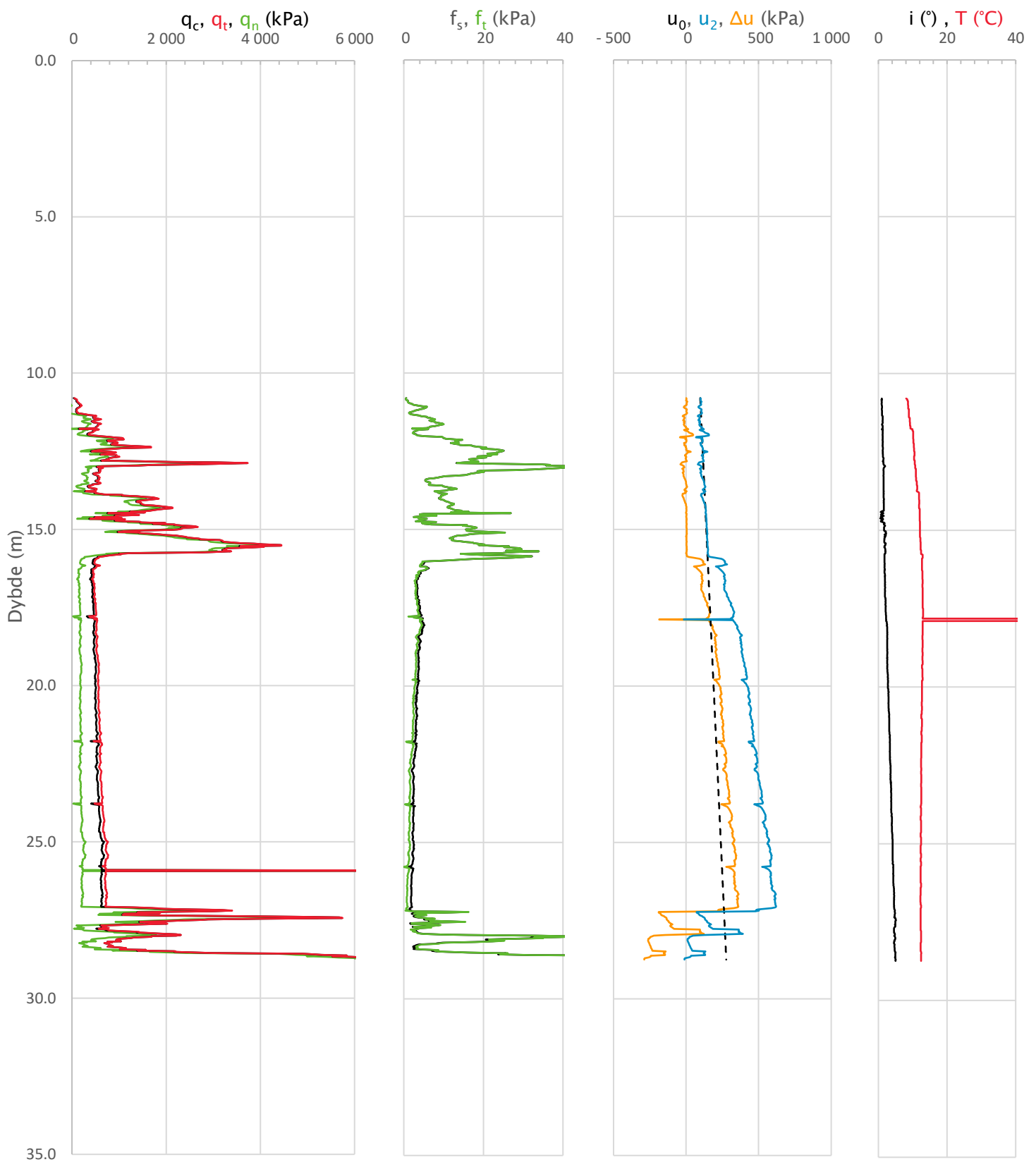
# Vedlegg 2 – Tegninger

Sonde og utførelse						
Sondennummer	5559		Boreleder	Alexander S.		
Type sonde	Nova		Temperaturrendring (°C)	265		
Kalibreringsdato	27.06.2020		Maks helning (°)	5.1		
Dato sondering	06.12.2021		Maks avstand målinger (m)	0.02		
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1284		4182		3416	
Oppløsning 2 <sup>12</sup> bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 <sup>18</sup> bit (kPa)	0.5942		0.0091		0.0223	
Arealforhold	0.8510		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	18.409		0.355		0.558	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7312.1		114.4		271.9	
Registrert etter sondering (kPa)	-3.0		0.6		-0.4	
Avvik under sondering (kPa)	3.0		0.6		0.4	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	122.0		2.4		3.7	
Maksverdi under sondering (kPa)	8580.4		170.6		621.1	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
<b>Samlet nøyaktighet (kPa)</b>	<b>125.6</b>	<b>1.5</b>	<b>3.0</b>	<b>1.7</b>	<b>4.1</b>	<b>0.7</b>
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	3	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
<b>Anvendelsesklasse</b>	<b>1</b>					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
					Ikke OK	
Kommentarer:						
Inkludert prøveresultater fra nærliggende punkt MC29 i plot av design skjærstyrkeprofil						
Prosjekt	Prosjektnummer: 10225299 Rapportnummer: 10232437-RIG-R01				Borhull	Kote +1.01
<b>Verket Brygge-BT2</b>					<b>BT4</b>	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					<b>5559</b>	
	Utført NOGARH		Kontrollert NOTAMO		Godkjent NOPEAA	
	Divisjon Utbygging		Dato sondering 06.12.2021		Revisjon <b>01</b> Rev. dato <b>04.11.2022</b>	
					Anvend.klasse	<b>1</b>
					Figur	<b>1</b>




Inkludert prøveresultater fra nærliggende punkt MC29 i plot av design skjærstyrkeprofil

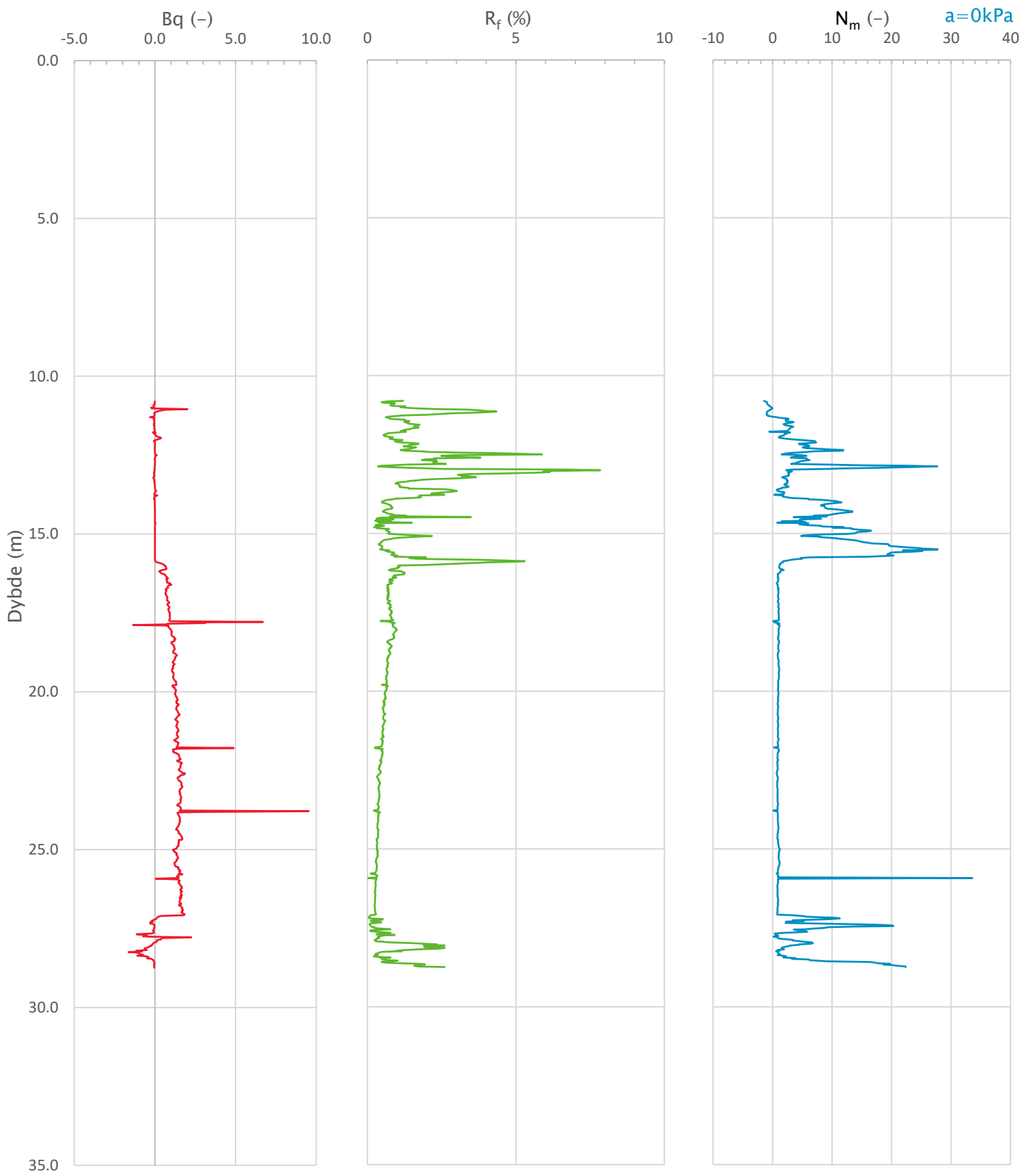
Prosjekt	Prosjektnummer: 10225299 Rapportnummer: 10232437-RIG-R01			Borhull	Kote +1.01
<b>Verket Brygge-BT2</b>				<b>BT4</b>	
Innhold	In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			Sondennummer	<b>5559</b>
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	NOGARH	NOTAMO	NOPEAA		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	<b>2</b>
Utbygging	06.12.2021	Rev. dato	04.11.2022		




Inkludert prøveresultater fra nærliggende punkt MC29 i plot av design skjærstyrkeprofil

Prosjekt		Prosjektnummer: 10225299 Rapportnummer: 10232437-RIG-R01		Borhull	Kote +1.01
<b>Verket Brygge-BT2</b>				<b>BT4</b>	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerede måleverdier				<b>5559</b>	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	NOGARH	NOTAMO	NOPEAA		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	<b>3</b>
	Utbygging	06.12.2021	01 Rev. dato 04.11.2022		





Inkludert prøveresultater fra nærliggende punkt MC29 i plot av design skjærstyrkeprofil

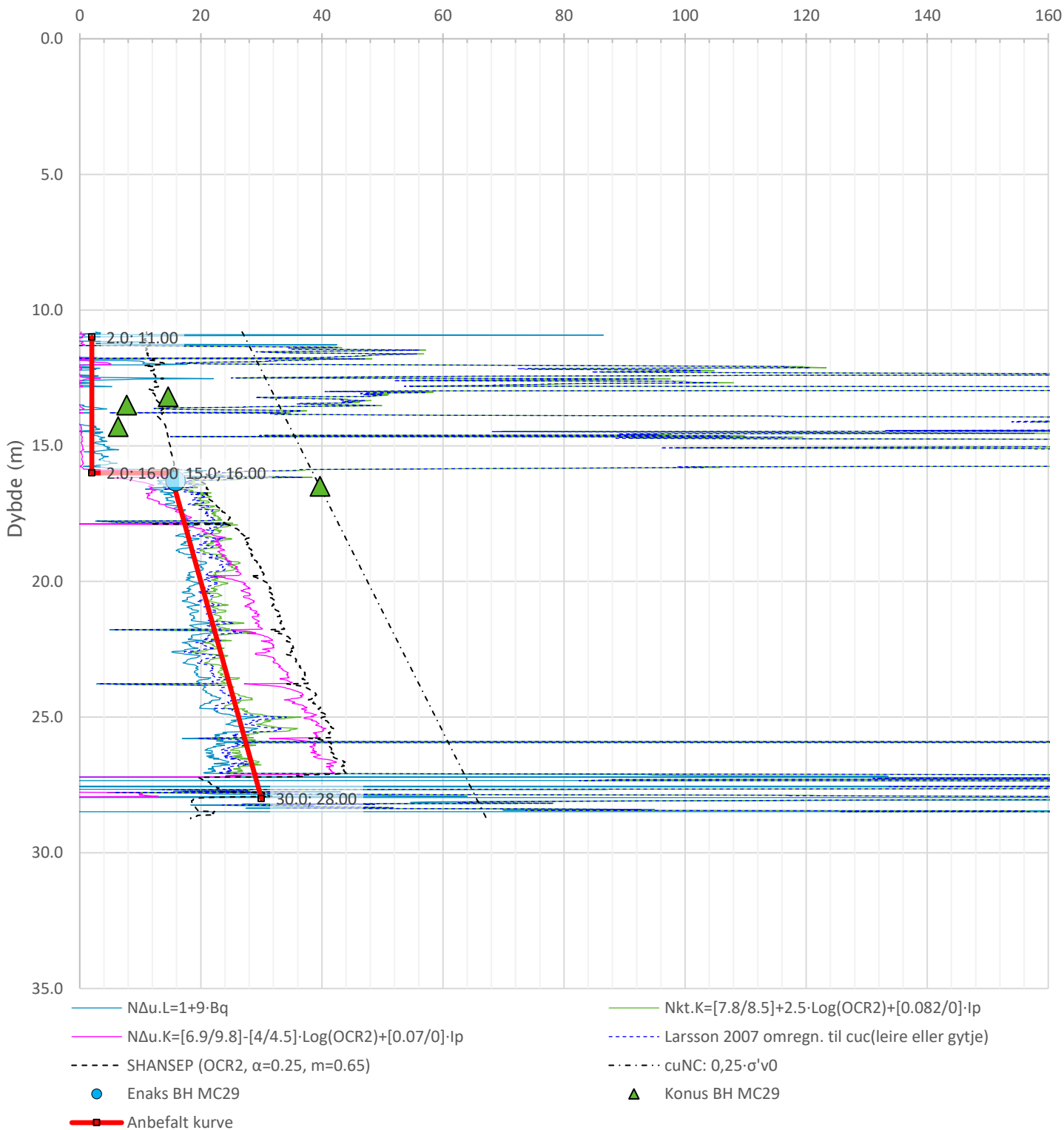
Prosjekt		Prosjektnummer: 10225299 Rapportnummer: 10232437-RIG-R01		Borhull	Kote +1.01
<b>Verket Brygge-BT2</b>				<b>BT4</b>	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>5559</b>	
<b>SWECO</b> 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	NOGARH	NOTAMO	NOPEAA		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	4
	Utbygging	06.12.2021	01 Rev. dato 04.11.2022		

Anisotropiforhold i figur:


Enaks BH MC29:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH MC29:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)

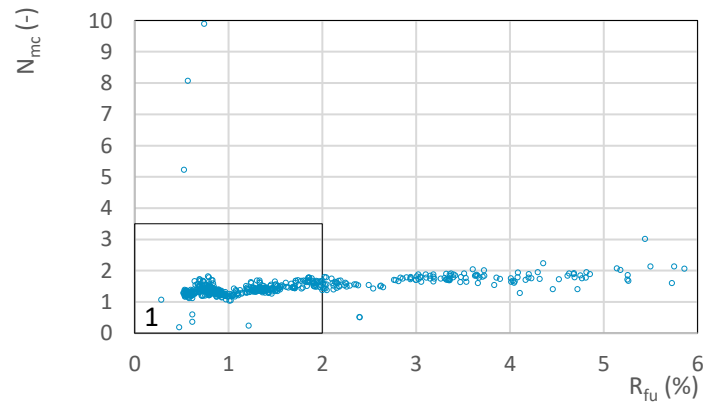
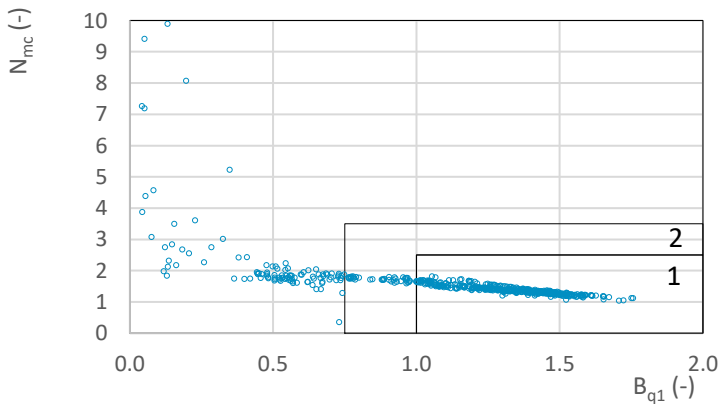
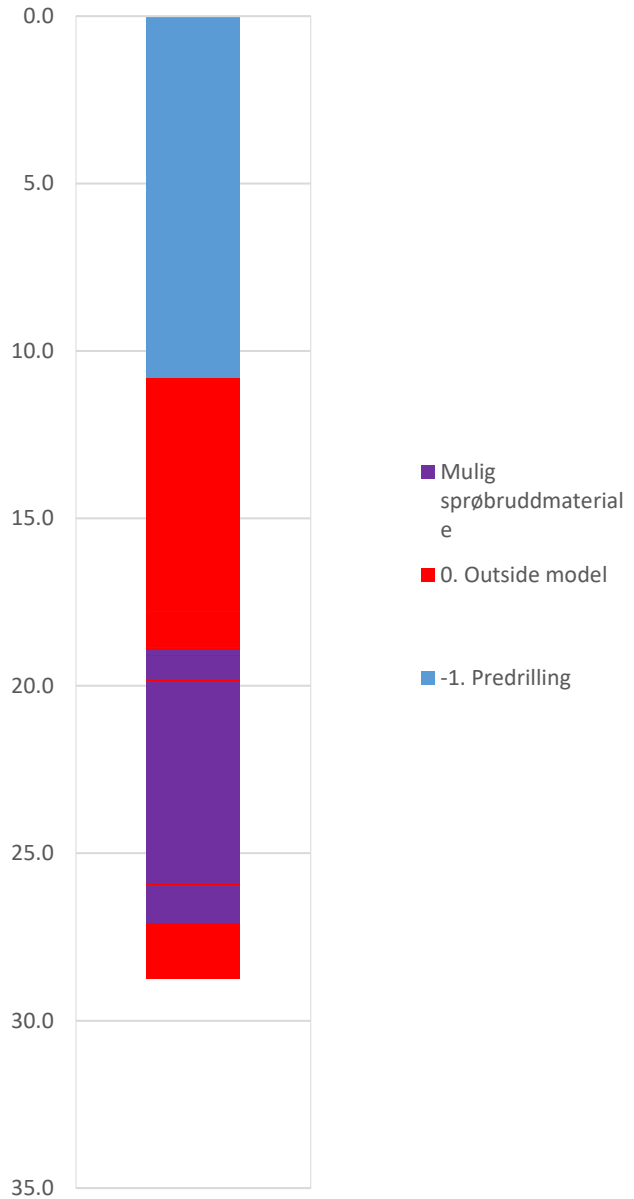
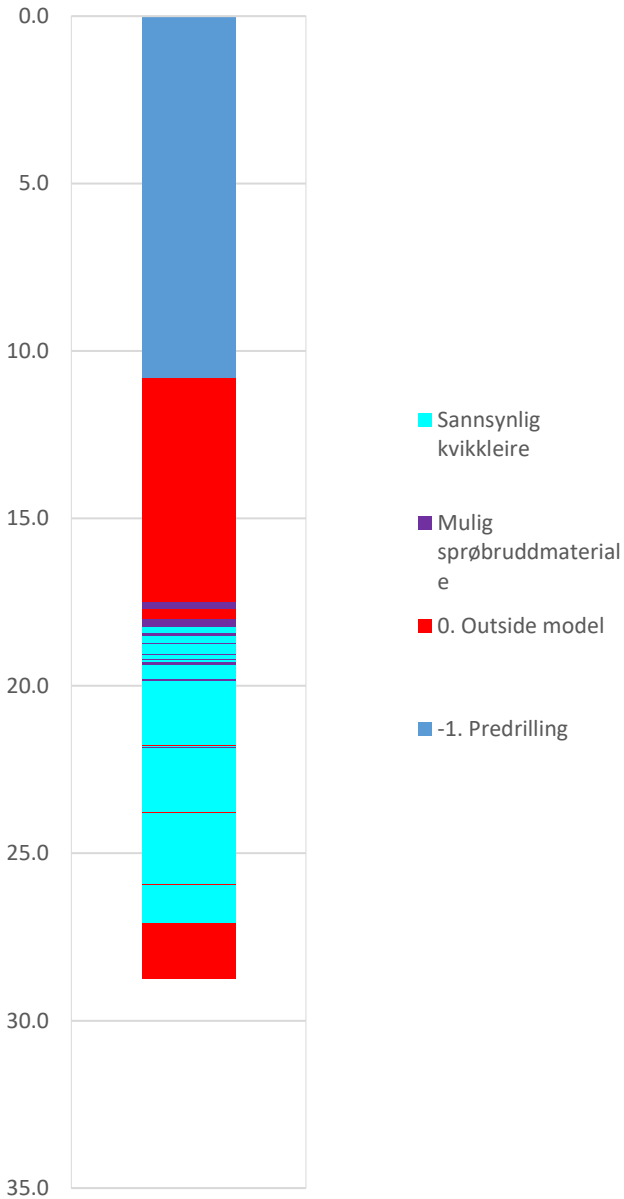


Inkludert prøveresultater fra nærliggende punkt MC29 i plot av design skjærstyrkeprofil

Prosjekt	Prosjektnummer: 10225299 Rapportnummer: 10232437-RIG-R01		Borhull	Kote +1.01
<b>Verket Brygge-BT2</b>			<b>BT4</b>	
Innhold	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		Sondennummer	<b>5559</b>
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	NOGARH	NOTAMO	NOPEAA	<b>1</b>
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
Utbygging	06.12.2021	01	<b>5</b>	
		Rev. dato	04.11.2022	

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Inkludert prøveresultater fra nærliggende punkt MC29 i plot av design skjærstyrkeprofil

Prosjekt		Prosjektnummer: 10225299 Rapportnummer: 10232437-RIG-R01		Borhull	Kote +1.01
<b>Verket Brygge-BT2</b>				<b>BT4</b>	
Innhold				Sondenummer	
Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 - detektering av sensitive materialer				<b>5559</b>	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	NOGARH	NOTAMO	NOPEAA	Figur	6
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
Utbygging	06.12.2021	01	Rev. dato 04.11.2022		

Beregningsprofil A og B Verket Brygge 2, se Sweco-rapport 10225299 RIG-N01-A01-05052021\_rev. 02

A

Antatt bakkant kai

Anleggsområde

Verket Brygge 1

Hotel

Støperiet

Verket Scene

- TEGNFORKLARING :**
- Dreiesondring
  - Enkel sondring
  - ▽ Trykksondring
  - ★ Fjellkontrollboring
  - ⊙ Dreietrykksondring
  - ⊕ Totalsondring
  - ⊙ Praveserier
  - ⊖ Prøvegrøp
  - ⊕ Poretrykksmåling
  - ⊕ Berg i dagen

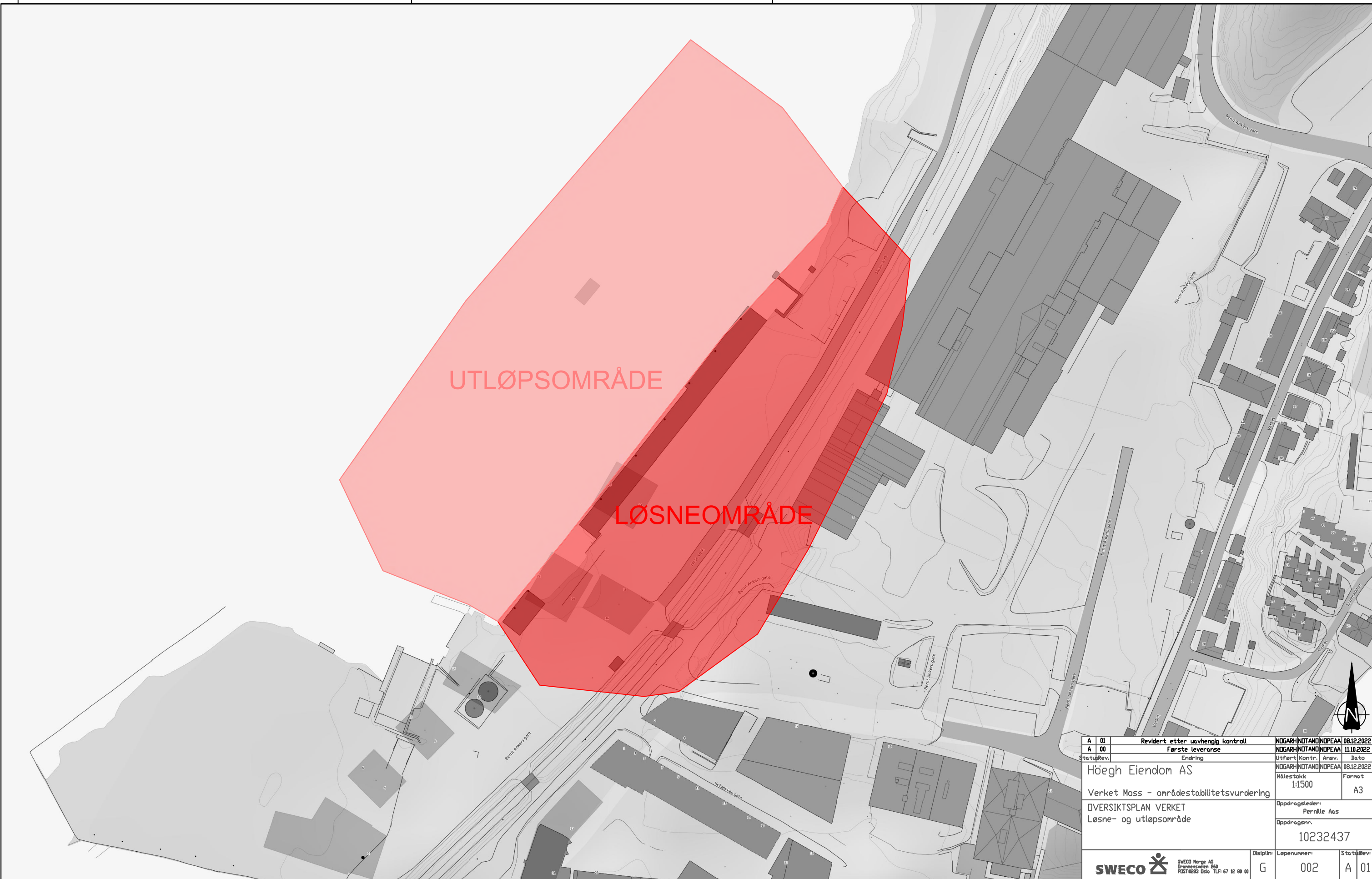
Borhull nr. Terreng (søbunns) kote  
Antatt bergkote

Boret i løsnasser + (boret i berg)

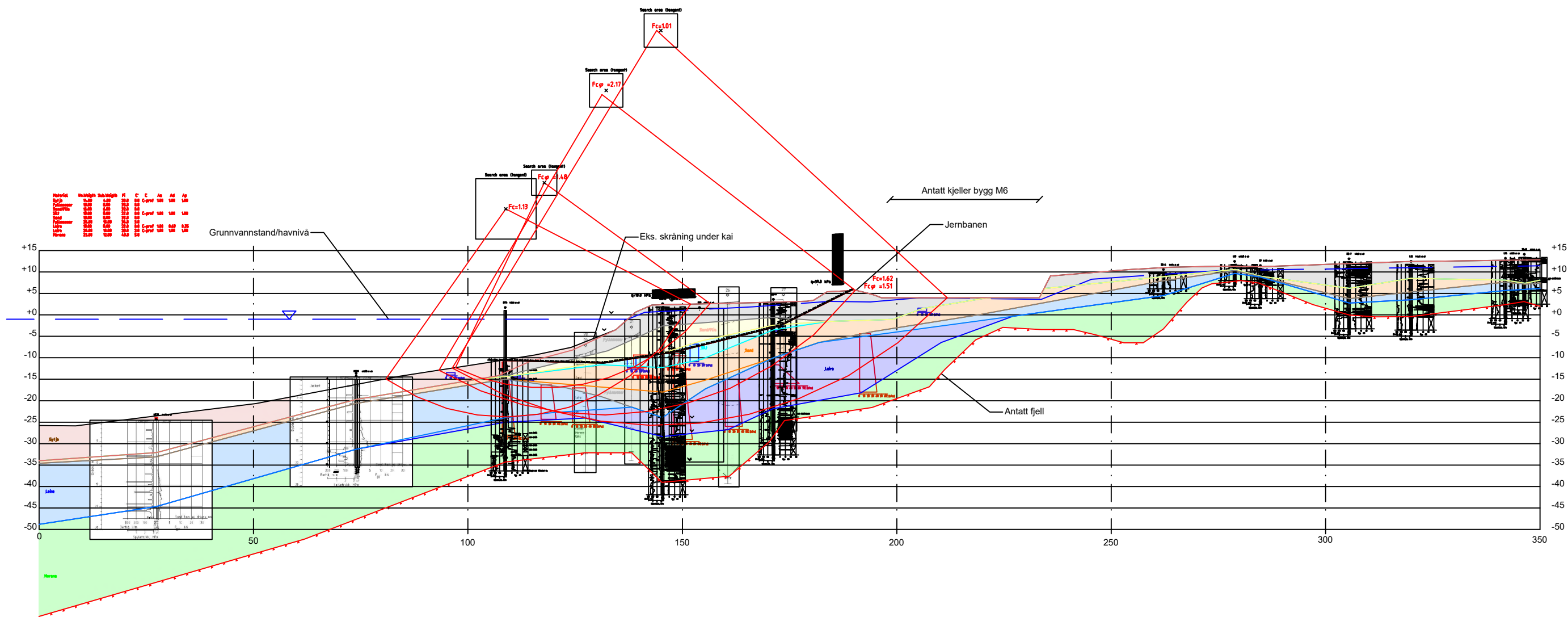
Kartgrunnlag : ETRS89 NTH-SDNE 10  
Utgangspunkt for nivåenett : NN2000

- Mulig sprebrudmateriale
- Påvist sprebrudmateriale

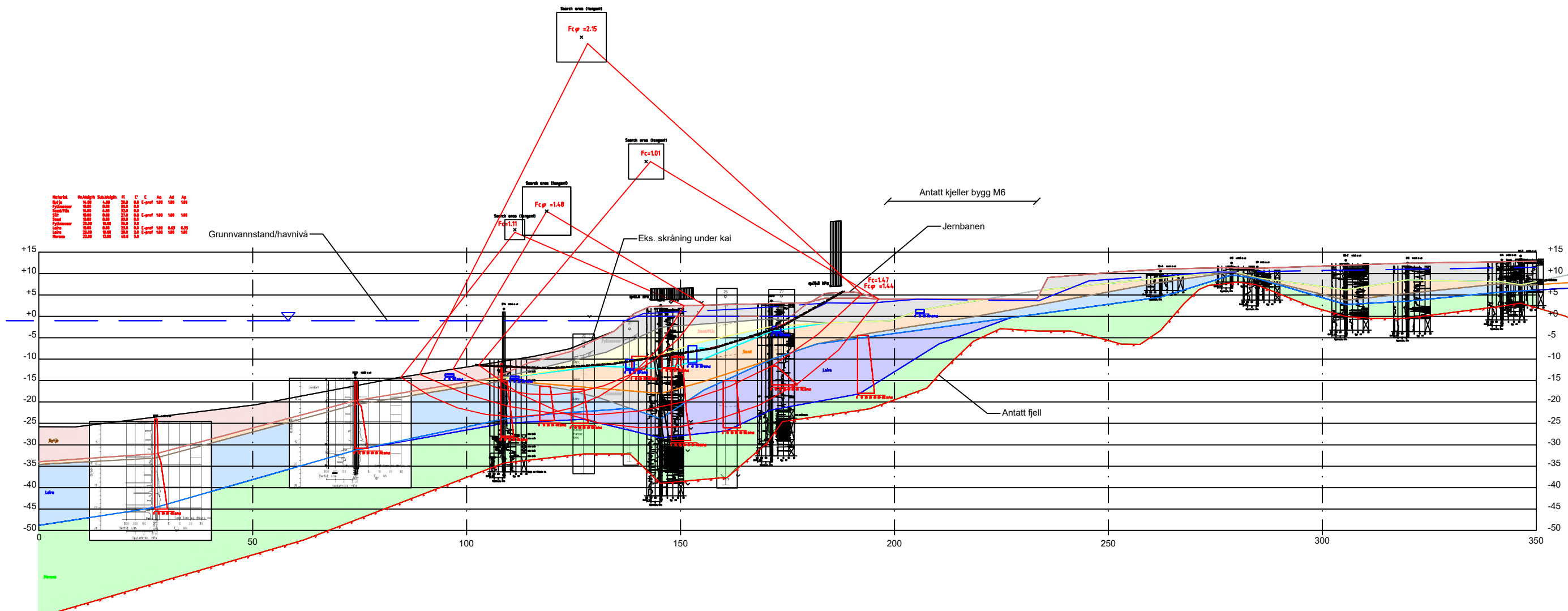
A 01	Revidert etter uavhengig kontroll	NOGARH/NOTAMO/NOPEAA	08.12.2022
A 00	Første leveranse	NOGARH/NOTAMO/NOPEAA	11.10.2022
Status/Rev.	Endring	Utført Kontr.	Ansv. Dato
Høegh Eiendom AS		NOGARH/NOTAMO/NOPEAA	08.12.2022
Verket Moss - områdestabilitetsvurdering		Målestokk	Format
OVERSIKTSPLAN VERKET		1:1500	A3
Beregningsprofiler		Oppdragstleder	
Grunundersøkelser		Pernille Aas	
		Oppdragsnr.	10232437
SWECO	SWECO Norge AS Brønnøysletta 25B POB 10283 Oslo TLF: 67 12 80 00	Disiplin	Løpernummer
		G	001
		Status/Rev.	A 01



A 01	Revidert etter uavhengig kontroll	NOGARH\NOTAMO\NOPEAA	08.12.2022
A 00	Første leveranse	NOGARH\NOTAMO\NOPEAA	11.10.2022
Status/Rev.	Endring	Utført Kontr. Ansv.	Dato
Høegh Eiendom AS		NOGARH\NOTAMO\NOPEAA	08.12.2022
Verket Moss - områdestabilitetsvurdering		Målestokk	Format
		1:1500	A3
ØVERSIKTSPLAN VERKET		Oppdragsleder	
Løsne- og utløpsområde		Pernille Aas	
		Oppdragsnr.	
		10232437	
SWECO 		Disiplin	Løpernummer
SWECO Norge AS Brønnøysveien 254 PDS10283 Oslo TLF: 67 12 00 00		G	002
		Status/Rev.	
		A	01

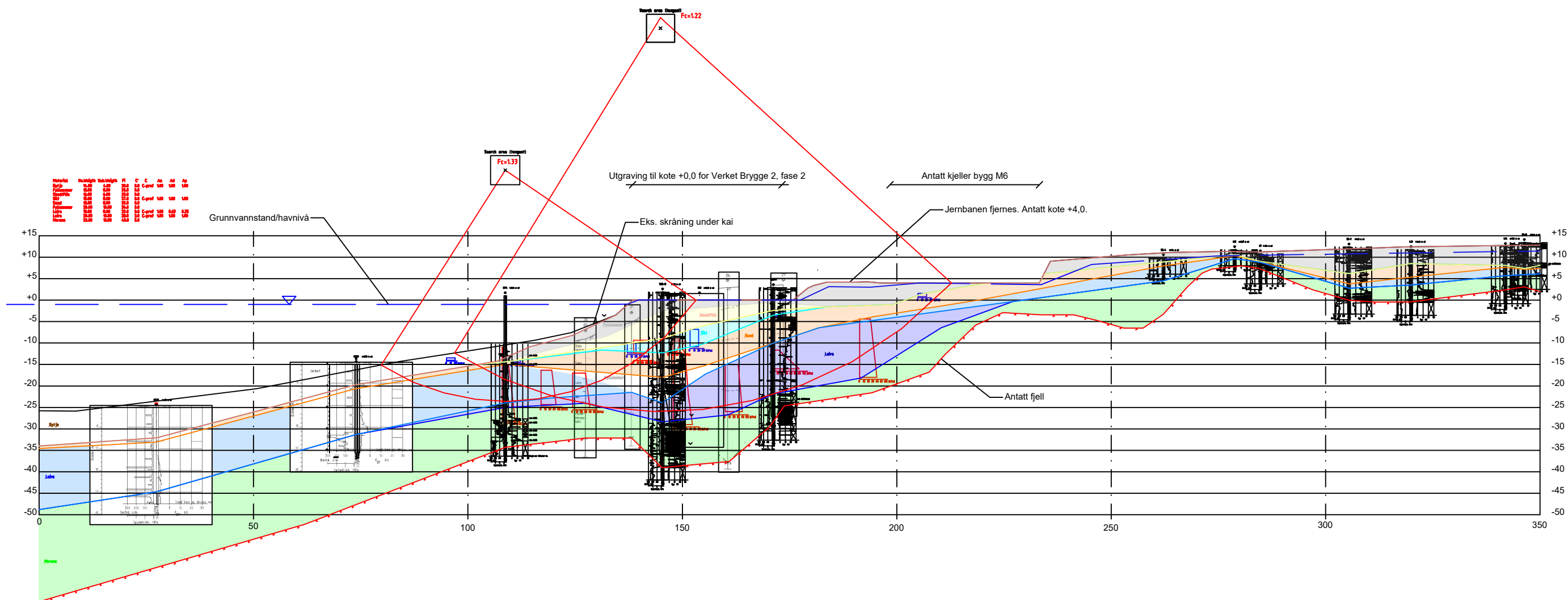


A	01	Revidert etter uavhengig kontroll	NOGARH	NOTAMG	NOPEAA	08.12.2022
A	00	Første leveranse	NOGARH	NOTAMG	NOPEAA	11.10.2022
Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
Høegh Eiendom AS			NOGARH	NOTAMG	NOPEAA	08.12.2022
Verket Moss - områdestabilitet			Målestokk	Format		
			1:1000	A3		
BEREGNINGSPROFIL A			Oppdragsleder:			
VERKET			Pernille Aas			
Bruksgrensefilstand - Dagens situasjon			Oppdragsnr.			
Udreneret og dreneret beregning			10232437			
SWECO		SWECO Norge AS Strandveien 120 POST: 0283 Oslo TLF: 67 12 80 00	Disiplin	Løpenummer:	Status	Rev:
			G	101	A	01



A	01	Revidert etter uavhengig kontroll	NOGARH	NOTAMG	NOPEAA	08.12.2022
A	00	Første leveranse	NOGARH	NOTAMG	NOPEAA	11.10.2022
Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
Høegh Eiendom AS			NOGARH	NOTAMG	NOPEAA	08.12.2022
Verket Moss - område stabilitet			Målestokk	Format		
			1:1000	A3		
BEREGNINGSPROFIL A			Oppdragsleder: Pernille Aas			
VERKET			Oppdragsnr.: 102324-37			
Bruddgrensefilstand - Dagens situasjon						
Udrenert og drenert beregning						
SWECO		SWECO Norge AS Strandveien 220 POST: 0283 Oslo TLF: 67 12 80 00	Disiplin	Løpenummer:	Status	Rev.
			G	102	A	01

p:\311231\102324-37\_verket\_moss\_-\_områdestabilitet\1000\06 modell og tegning\01 modell\gerssure\kvg\_102 beregningsprofil a - bruddgrensefilstand.dwg  
Plottet dato: onsdag 7. desember 2022 21:01:26

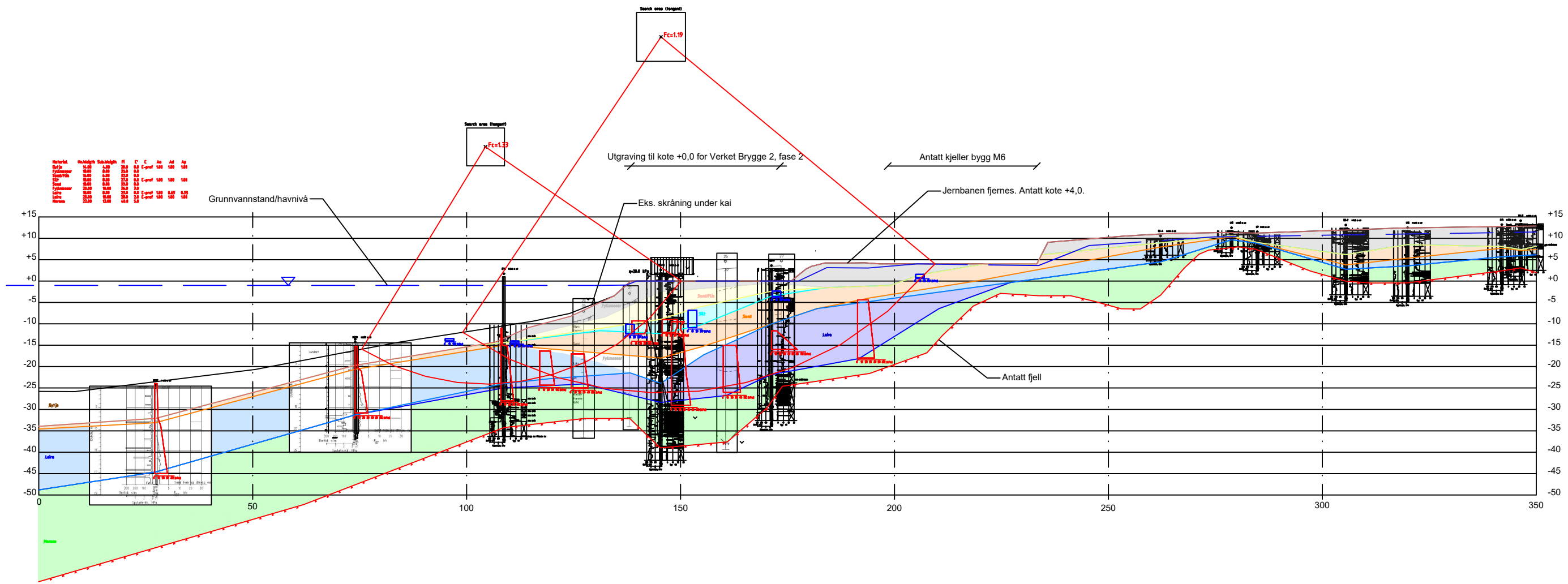


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

A	00	Utarbeidet til rev. 01 av rapport	NOGARH	NOTAMG	NOPEAA	08.12.2022
Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Date
Høegh Eiendom AS			NOGARH	NOTAMG	NOPEAA	08.12.2022
Verket Moss - områdestabilitet			Målestokk	Format		
			1:1000	A3		
BEREGNINGSPROFIL A VERKET Bruksgrensetilstand - Forutsatt fremtidig utgravingsnivå Udrenert beregning			Oppdragsleder: Pernille Aas			
			Oppdragsnr.: 10232437			
SWECO		SWECO Norge AS Strandveien 220 POST: 0283 Oslo TLF: 67 12 80 00	Disiplin	Løpenummer	Status	Rev.
			G	103	A	00

p:\31123\10232437\_verket\_moss\_-\_områdestabilitet\1000\06 modell og tegning\01 modell\gesufile\g\_03 beregningsprofil a - bruksgrensetilstand avl.dwg  
Påttredato: torsdag 8. desember 2022 13:31:00





Material	Modul	Skive	ν	γ	c	φ	σ <sub>lim</sub>	σ <sub>lim</sub>	σ <sub>lim</sub>
Sjete	1000	0.05	0.45	18	0	0	100	100	100
Lete	1000	0.05	0.45	18	0	0	100	100	100
Fjell	10000	0.05	0.45	18	0	0	1000	1000	1000

A	00	Utarbeidet til rev. 01 av rapport	NOGARH	NOTAMG	NOPEAA	08.12.2022
Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Date
Høegh Eiendom AS			NOGARH	NOTAMG	NOPEAA	08.12.2022
Verket Moss - område stabilitet			Målestokk	1:1000	Format	A3
BEREGNINGSPROFIL A VERKET Bruddgrensetilstand - Forutsatt fremtidig utgravningsnivå Udrenert beregning			Oppdragsleder:	Pernille Aas		
			Oppdragsnr.:	102324-37		
SWECO		SWECO Norge AS Strandveien 220 POST: 0283 Oslo TLF: 67 12 80 00	Disiplin:	Løpenummer:	Status:	Rev:
			G	102	A	00

p:\311231\102324-37\_verket\_moss\_-\_områdestabilitet\1000\06 modell og tegning\01 modell\gersulf\lg\104 beregningsprofil a - bruddgrensetilstand\svl.dwg  
Plottet dato onsdag 7. desember 2022 22:19:27