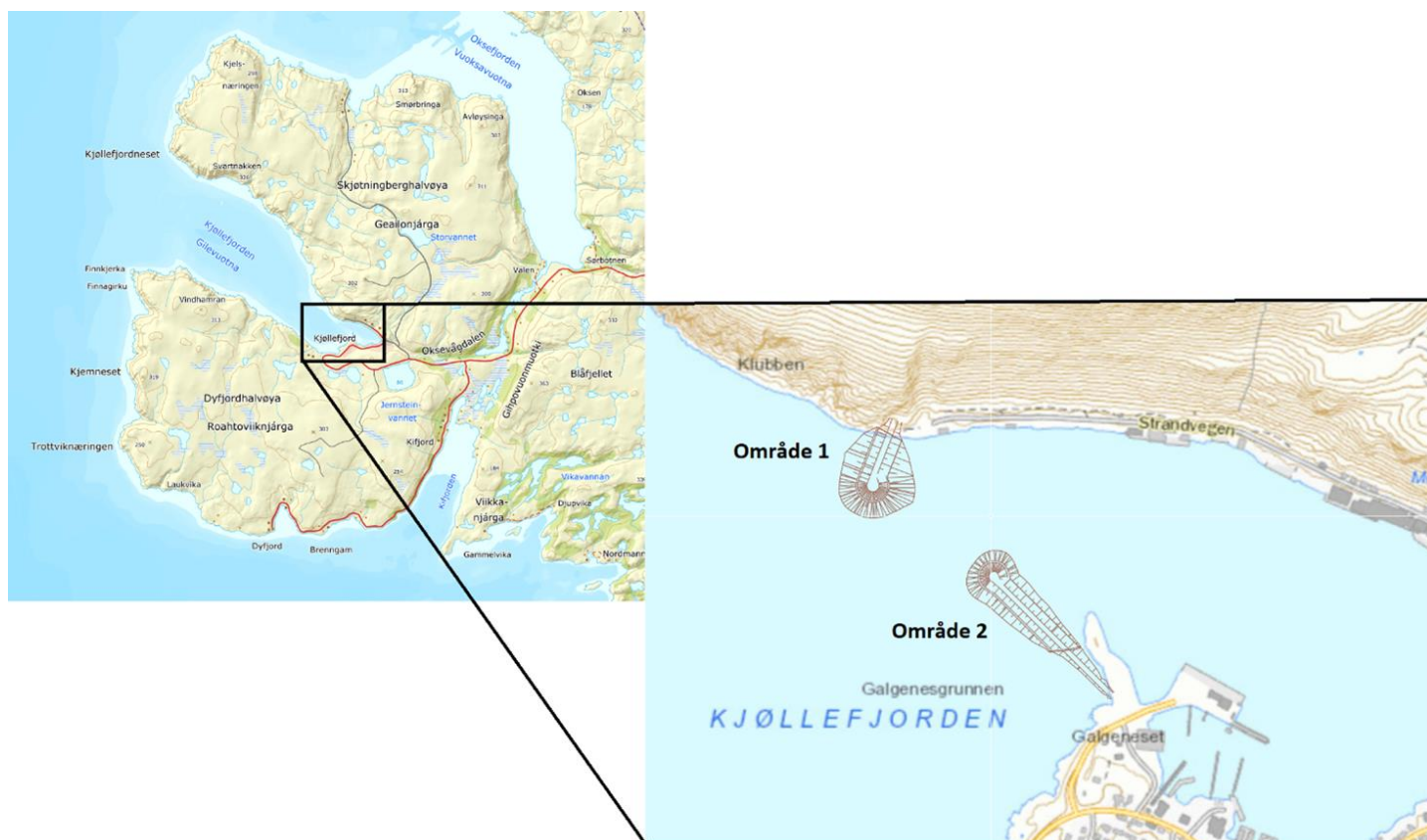


Kystverket

## ► Innseiling Kjøllefjord

Geoteknisk detaljprosjekteringsrapport for molo

Oppdragsnr.: 52209179 Dokumentnr.: 52209179-RIG-02 Versjon: 1 Dato: 2023-09-21



**Oppdragsgiver:** Kystverket  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Trym Hauge Nilsen  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim  
**Oppdragsleder:** Athul Sasikumar  
**Fagansvarlig:** Egil A. Behrens  
**Andre nøkkelpersoner:** Tellef Kydland

## ► Sammendrag

Norconsult er kontrahert av Kystverket for geoteknisk vurdering av de planlagte moloene ved Kjøllefjord. Stabilitet av fyllingsarbeider, i anleggsfase og i permanent fase er vurdert i prosjekteringen.

Moloene vil få fyllingshøyder på rundt 25-50 meter. Mesteparten av fyllingsvolumet må etableres fra flytende redskap (lekter). Det er stedvis et lag med bløt silt/sand som kan utgjøre et glidesjikt ved brå fylling, særlig der sjøbunnen har helning.

Moloen må bygges iht. føringene gitt i denne rapporten, samt iht. havnetekniske tegninger og øvrig prosjektering. Ved søndre molo må det etableres motfylling 5-10 m bred til kote -10. Ved nordre molo må det etableres 15 m bred motfylling til kote -40 i det dypeste partiet øst for moloen.

1	2023-09-21	Ferdig prosjekteringsrapport	Egil A. Behrens	Tellef Kydland	Athul Sasikumar
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Terreng og grunnforhold</b>	<b>5</b>
2.1	Terreng	5
2.2	Utførte grunnundersøkelser	6
2.3	Grunnforhold	7
<b>3</b>	<b>Regelverk og klassifisering</b>	<b>9</b>
3.1	Styrende dokumenter	9
3.2	Klassifisering	9
3.3	Sikkerhet mot naturpåkjenninger	10
3.4	Krav til materialfaktorer	11
<b>4</b>	<b>Geotekniske hovedproblemstillinger og kritiske beregningsnitt</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Grunnlag for beregninger</b>	<b>14</b>
5.1	Løsmassenes tyngde- og styrkeverdier	14
5.2	Dimensjonerende laster	14
5.3	Dimensjonerende tidevannstand	15
5.4	Beregningsprogram og analysemetode	15
<b>6</b>	<b>Beregningsresultater</b>	<b>16</b>
6.1	Snitt E1 (søndre molo)	16
6.2	Snitt E2 (søndre molohode)	17
6.3	Snitt E3 (nordre molo)	20
6.4	Andre snitt som ikke er beregnet eller kun overslagsberegnet	22
6.5	Diskusjon rundt beregningsresultater	23
<b>7</b>	<b>Rekkefølgekrav og utfyllingsmetode</b>	<b>25</b>
7.1	Generelt om utfylling	25
7.2	Rekkefølge	25
7.3	Andre krav	26
<b>8</b>	<b>SHA og restrisiko</b>	<b>27</b>
<b>9</b>	<b>Plan for kontroll og oppfølging</b>	<b>28</b>
9.1	Kontroll av prosjektering	28
9.2	Oppfølging i byggefase	28
<b>10</b>	<b>Referanser</b>	<b>29</b>
<b>11</b>	<b>Tegninger</b>	<b>30</b>

# 1 Innledning

Norconsult er kontrahert av Kystverket for geoteknisk detaljprosjektering av planlagt molo og mudring ved Kjøllefjord i Lebesby kommune (Finnmark). Moloen er tenkt oppført som skissert i Figur 1. Denne rapporten omhandler geoteknisk prosjektering for de 2 moloarmene (område 1 og 2 i figuren).



Figur 1: Oversiktsbilde over planlagt molo. Nordorientert.

Vi har tidligere gjort prosjektering av moloen for Lebesby kommune. Siden den gang er det gjort supplerende grunnundersøkelser for å redusere usikkerheter i grunnforholdene. Detaljprosjektert molo beskrevet i denne rapporten har enkelte små justeringer ift tidligere prosjektert molo. Rapporten gjentar store deler fra tidligere prosjekteringsrapport, slik at denne rapporten kan leses uavhengig av tidligere rapport.

Alle kotehøyder i rapporten refererer til høydesystem LAT (sjøkartnull, laveste astronomiske tidevann) med mindre annet er angitt.

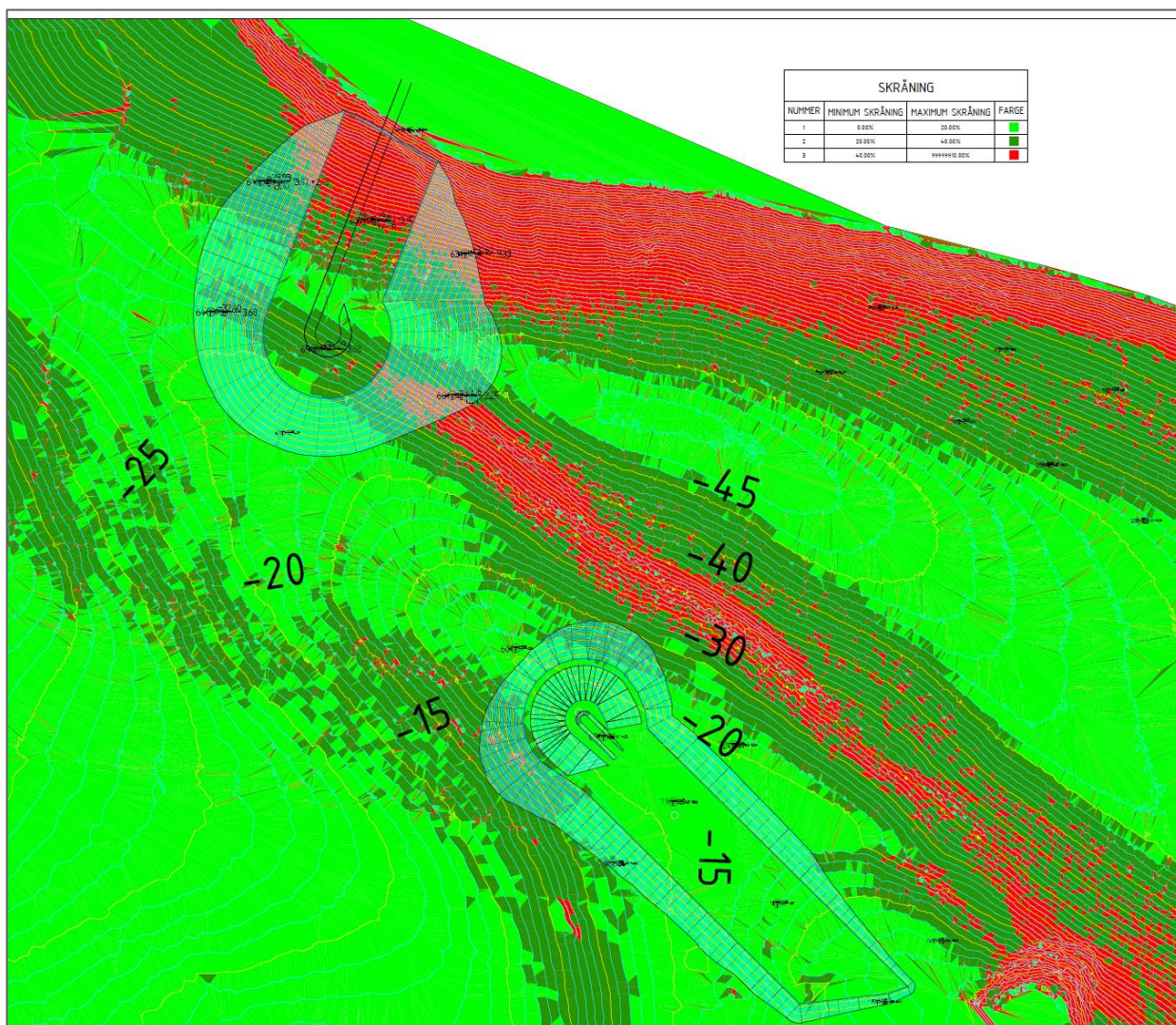
## 2 Terreng og grunnforhold

### 2.1 Terreng

Det har blitt utført sjøbunnskartlegging av området. Terrenganalyse i figur 2 viser med rødt hvor det er brattest sjøbunn (1:1-1:1.5) helning). Området med lysegrønt representerer slakest område, mens mørkegrønt viser helning mellom 1:2-1:3. Sjøbunnen går helt ned til kt. -48 øst for nordre moloarm.

**Område 1 (nordre):** Området ligger i en dalbunn, men helning fra 1:1-1:3 ned til kt. -45, før det går oppover til kt. -30. Moloen i dette området får en total fyllingshøyde på ca. 50-55 meter.

**Område 2 (søndre):** Moloen skal etableres på en bergrygg som strekker seg mot nord-vest med relativt bratte skråninger langs moloen både i sør-vest og nord-øst-retning. Maksimum fyllingshøyde ligger på rundt 25-30 meter.



Figur 2 Terrenganalyse over plassering av de to moloarmene. Fargene representerer skråningshelning (rødt er bratt, lys grønt er slakt). Tegningen er nordorientert.

## 2.2 Utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser er presentert i foreliggende rapporter:

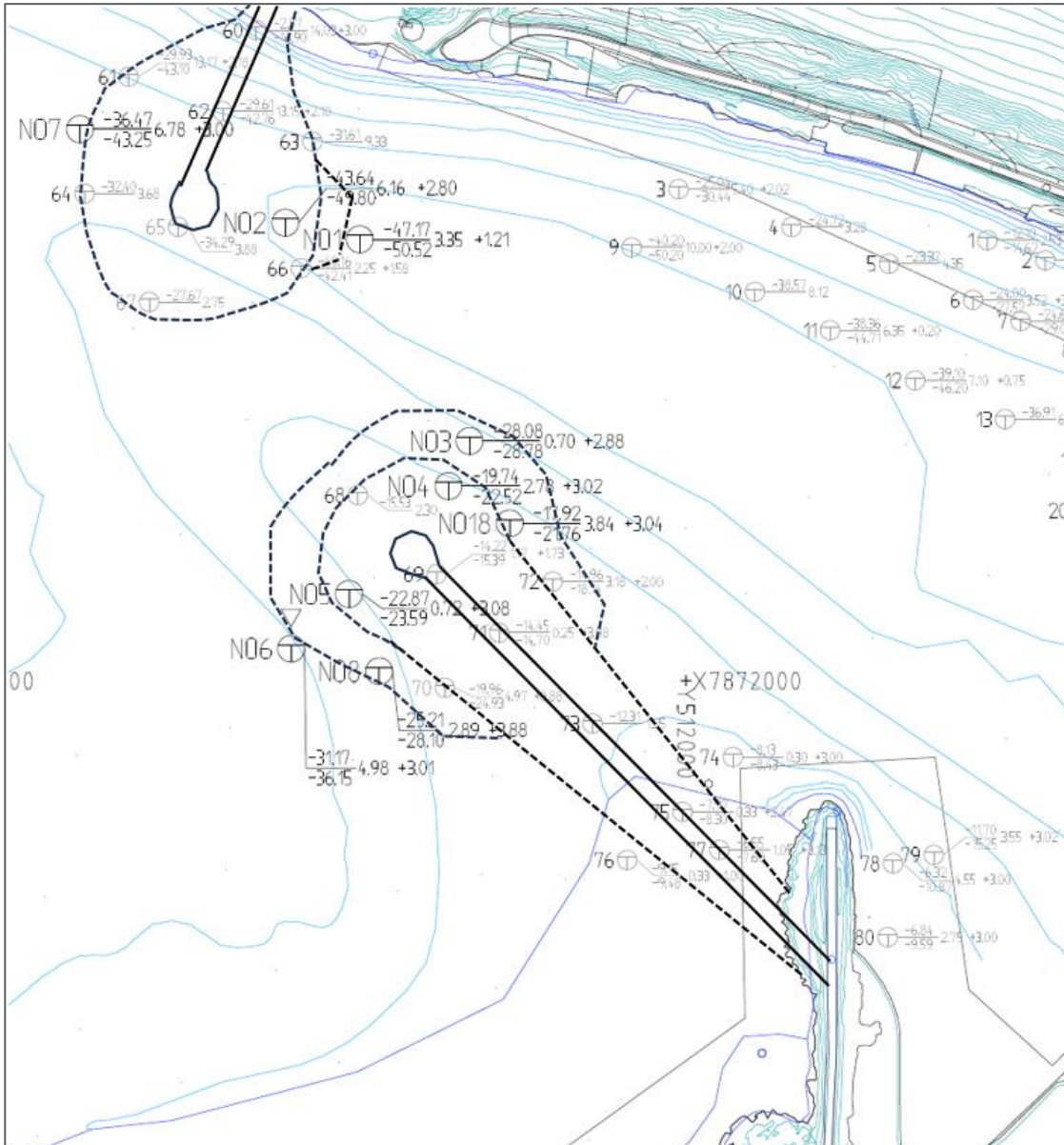
- Multiconsult: 712625-RIG-RAP-001\_REV.01(Ref. 8)
- Multiconsult: 711999-RIG-RAP-001 inkl. vedlegg (Ref. 9)
- Rapport Løvlien Georåd (Ref. 10)
- Rapport Grunnundersøkelse 2005 – Rambøll (Ref. 11)
- Norconsult: Supplerende grunnundersøkelser for molo, mudring og fyllinger, 2023 (Ref. 12)

Utsnitt fra ny borplan med alle relevante sonderinger for moloen er vist i Figur 3.

Det er utført mange totalsonderinger (boringer) i områdene for planlagt molo, samt andre steder lenger inn i havnebassenget i Kjøllefjord. Først ble 40 sonderinger utført i 2014, deretter supplerende 21 sonderinger i 2017(ref. 1) og 20 supplerende sonderinger for molo og fyllinger i mai 2023.

I tillegg er det tatt opp 2 + 3 + 2 prøveserier med 54 mm prøvetakingsutstyr. Det har blitt gjennomført kornfordelingsanalyse, måling av skjærstyrke ved konusforsøk og måling av massenes vanninnhold. Prøvene fra 2023 inneholdt mange korallrester som medførte at prøvene ikke var egnet for ødometerforsøk (stivhetsforsøk). I 2023 ble det dessuten utført 4 trykksonderinger (CPTU).

Bølgeforhold (dønninger) vanskeliggjorde prøvetakning ved moloområdet i 2023, men det ble tatt prøver av noenlunde tilsvarende masser lenger inn i havnebassenget. Trykksondering ved moloen gir utydelige resultater på grunn av sterk påvirkning fra dønninger.



Figur 3 Borplan for molo. Boringer 2023 merket NOxx. Tidl. Boringer Multiconsult 2017 også vist. Molo og fyllingsutslag skissert inn omtrentlig i sort.

### 2.3 Grunnforhold

Utførte grunnundersøkelser tilknyttet molo-prosjekteringen er vist i Figur 3.

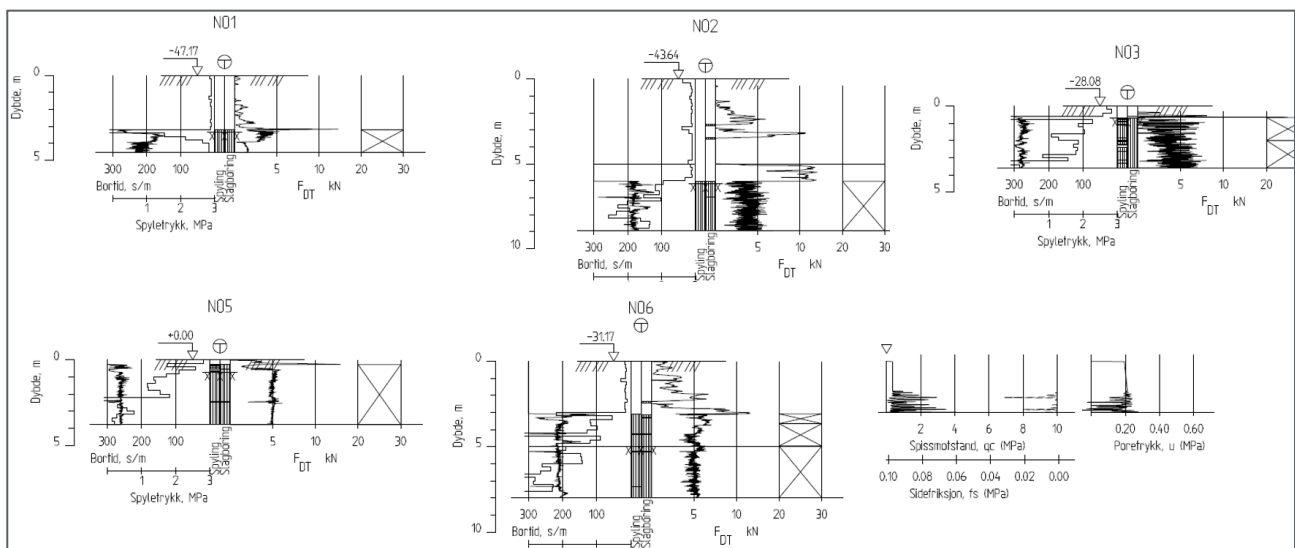
**Nordre molo:** Alle sonderingene er avsluttet i antatt berg eller faste masser. Bergoverflaten varierer mellom kote minus 51 og kote minus 17 i borpunktene (sistnevnte nærmest land). Berget faller i hovedsak mot sør med helning ca. 1:2. Massene består hovedsakelig av 2 lag bestående av sand, korall- og skjellrester med varierende silt/leir innhold med dybden. Sonderingsmotstanden tyder på at det øverstbefinner seg et lag med

antatt silt/sand, før den økende motstanden kan indikere sand/grus. Prøveserie av det øverste laget ved borpunkt 62 som er avsluttet 1.8 m under sjøbunnen viser et øvre lag bestående av leirig sand med korall- og skjellrester med høyt vanninnhold (30-40 %). Stedvis (blant annet i NO2 og NO7) er det funnet et bløtt lag under fastere masser.

**Søndre molo:** Moloen skal prosjekteres langs en bergrygg med løsmasseykkelse mellom 1-8 meter langs de bratte helningene på sør-vest- og nord-øst side av moloen. Totalsonderingene og prøvetaking tyder på sand/silt med varierende innhold av skjell- og korallrester over berg. Bergryggen har helninger rundt 1:3-1:4 i sør-vest og nord-øst-retning.

Det er i 2023 supplert med flere totalsonderinger i dette området. Resultatet fra disse viser noe varierende løsmasseykkelse, men i hovedsak liten tykkelse. Ytterst ved planlagt molohode er det generelt mindre løsmasseykkelse enn like innenfor (sydøst for) molohodet. Se vedlagte profiltegninger med grunnundersøkelingsprofiler inntegnet.

Typiske sonderingsprofiler fra moloområdet er vist i Figur 4. Se også datarapporter og vedlagte tegninger for komplett oversikt.



Figur 4: Typiske/utvalgte sonderingsprofiler ved molo nord (NO1 og NO2) og sør (NO3, 5 og 6).



## 3 Regelverk og klassifisering

### 3.1 Styrende dokumenter

Geoteknisk prosjektering utføres med bakgrunn i gjeldende regelverk, standarder og håndbøker, samt andre relevante publikasjoner. De viktigste for det aktuelle oppdrag er oppsummert i det etterfølgende. De standarder, håndbøker og regelverk som benyttes direkte for geoteknisk prosjektering blir også henvist til direkte under de aktuelle kapitler.

- FOR-2017-06-19-840: Byggteknisk forskrift (TEK 17)
- FOR-2010-03-26-488: Byggesaksforskriften (SAK 10)
- NS-EN 1990:2002+NA:2008 + A1:2005 + NA:2016: Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.
- NS-EN 1991-1-1:2002: NA:2008: Eurocode 1: Laster på konstruksjoner. Del 1-1: Allmenne laster – Tetthet, egenvekt og nyttelaster i bygninger.
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020: Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler.
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021: Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger.

### 3.2 Klassifisering

Klassifisering av tiltaket ut fra gjeldende regelverk er gitt i Tabell 1. Prosjekteringen er gjort i henhold til Eurokodene (NS-EN 1990-serien) for prosjektering av konstruksjoner som preakseptert løsning for å oppfylle de mer generelle kravene i forskrifter (Ref. 2 og Ref. 3) hjemlet i Plan- og bygningsloven (Ref. 1).

Tabell 1 – Prosjekteringsforutsetninger, klassifisering

Klassifisering	Kategori og begrunnelse	Kilde
Pålitelighetsklasse: (grunn- og fundamentering)	CC/RC2 Tabell NA.A1 (901) i Ref. 4 angir veiledende eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler i pålitelighetsklasser (CC/RC) 1-4.  Grunnarbeidene (utfyllingen) for moloen anses som middels vanskelig, da det er viktig med fylling i riktig rekkefølge, men ellers få spesielle forhold. Grunnforholdene er rimelig godt kartlagte ved grunnundersøkelser i flere omganger. Det skal gjøres inntil cirka 55 m oppfylling. Moloer/havneanlegg plasseres typisk i pålitelighetsklasse 2, og dette anses som et normalt tilfelle (noe mindre konsekvenser ved brudd enn på en kai, ettersom det er mindre personopphold, men fyllingshøyde/vekt er stor).	NS-EN1990 (ref. 7)
Kontrollklasse – prosjektering og utførelse:	PKK2/UKK2 Pålitelighetsklasse CC/RC2 medfører minst kontrollklassene PKK2/UKK2. Utvidet kontroll etter Eurokode 0 (NS-EN 1990) er påkrevd, men kan begrenses	NS-EN1990 (ref. 7)

	til kontroll av at prosjekterende og utførende har gjort kvalitetssikring innen de tema som NS-EN 1990 spesifiserer.	
Tiltaksklasse for geoteknisk prosjektering:	2 De geotekniske arbeidene (prosjekteringen av grunnarbeidene) har liten kompleksitet (få grensesnitt mot andre fag) og er middels vanskelige, geoteknisk sett. Eventuelle realistiske mangler eller feil ved prosjekteringen kan få middels til store konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet. Følgelig vurderer vi at utbyggingsprosjektet vil havne i tiltaksklasse 2 for geoteknisk prosjektering, jfr. SAK10 §9-4. Dette medfører krav om uavhengig kontroll av geoteknisk prosjektering iht. SAK10. Kontrollomfanget erstattes imidlertid av den utvidede kontrollen iht. NS-EN 1990, jfr. SAK10 §14-2, 3.ledd.	Byggesaksforskriften SAK10
Geoteknisk kategori:	2 Ut fra de kartlagte, middels krevende grunnforholdene i sjøområdet anser vi geoteknisk kategori 2 i henhold til Eurokode 7 (NS-EN 1997) å være aktuell. Det må gjøres beregninger, dog tradisjonelle sådanne.	NS-EN1997 (ref. 8)
Seismisk klasse	2 Planlagt molo vil være en molo for å beskytte næringsbåter og skip (Hurtigruten) mot naturpåkjenninger (særlig bølger og vind). Den vil til en viss grad være samfunnskritisk i en krisesituasjon. Kai/havneanlegg plasseres normalt i seismisk klasse 1 eller 2 iht. NS-EN 1998-1 tabell NA.4(902). I og med vurdert samfunnsviktighet velges seismisk klasse 2.	NS-EN1998 (ref. 5)

### 3.3 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

Ifølge TEK17 § 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger, skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger som flom, stormflo og ras. Det er foretatt vurderinger med tanke på ras og løsmasseskred, samt jordskjelvpåvirkning.

Ifølge NVEs karttjeneste er det aktsomhetsområde for steinsprang og snøskred i nordre del av nordre moloarm, dvs nærmest land. Dette pga bratt terreng på land. Vi har vurdert at et eventuelt ras i dette området ikke vil kunne gi vesentlig skade på moloen. Moloen er ikke planlagt som oppholdssted for mennesker og følgelig mener vi at denne ikke trenger å sikres mot snøskred og steinsprang.

Det er ikke registrert sprøbruddmateriale under grunnundersøkelsene på eller i nærheten av planlagt molo og i høyreliggende terreng er det i hovedsak bart fjell. Fare for kvikkleireskred kan derfor utelukkes.

Utenom dette er det ingen registrerte faresoner eller aktsomhetsområder for naturfarer.

Seismisk grunnakselerasjon er lav i området, jordskjelvstandarden NS-EN 1998-1 gir  $a_{gr} = 0,20 \text{ m/s}^2$ . Løsmassene tilsvarer grunntype A, B eller E i området for moloen. For seismisk klasse 2 er da  $a_g = 0,20 \text{ m/s}^2 < \text{grenseverdi } 0,30 \text{ m/s}^2$  og seismisk dimensjonering kan utelates på grunnlag av lav seismisitet i området, moderat seismisk klasse og grunntype.

Ut fra de vurderingene som er utført anses kravene i TEK 17 § 7 å være oppfylt med tanke på sikkerhet mot naturpåkjenninger. (ref. 6).

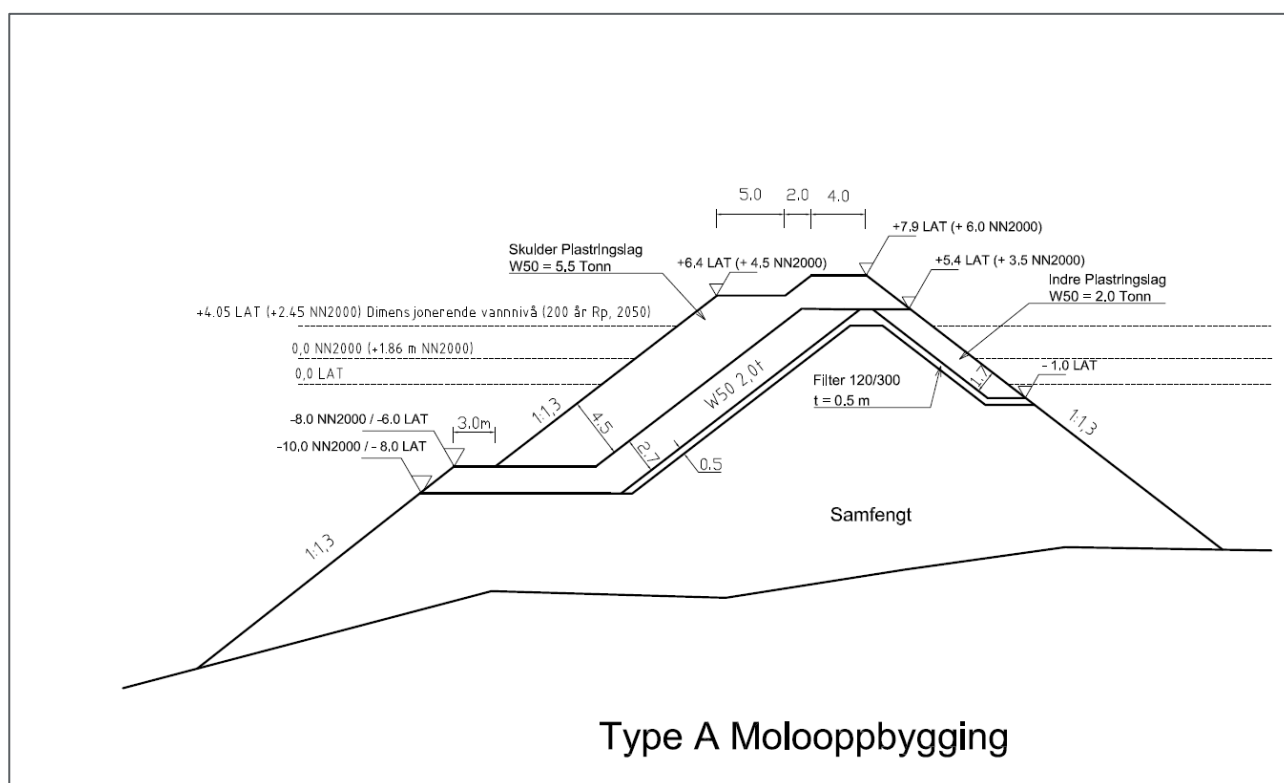
### 3.4 Krav til materialfaktorer

Prosjekteringsstandarden NS-EN 1997-1 for geoteknisk prosjektering stiller minstekrav til materialfaktor 1,25 på friksjonsvinkel i drenerte analyser (effektivspenningsanalyser) og 1,4 på udrenert skjærstyrke (totalspenningsanalyse). Vi legger dette til grunn som minimumskrav. (Kun effektivspenningsanalyse er aktuell for moloen).

Det er ingen offentlige veier / jernbane i direkte tilknytning til molofyllingen som medfører krav til høyere sikkerhetsfaktorer.

## 4 Geotekniske hovedproblemstillinger og kritiske beregningsnitt

Grunnforholdene i sjøen forventes å bestå av sand-/siltlag med innhold av skjell og korallrester over sand/grusmateriale. Utført prøvetaking ved moloen i 2017 og lenger inn i fjorden i 2023 har påvist bløt sand/silt. Løsmassetykkelsen er inntil 10-13 meter i begge moloområdene, mens kun deler av løsmassetykkelsen er bløte masser.



Figur 5: Mologeometri (tverrsnitt), uten motfyllinger. Hentet fra forrige fase av prosjektet.

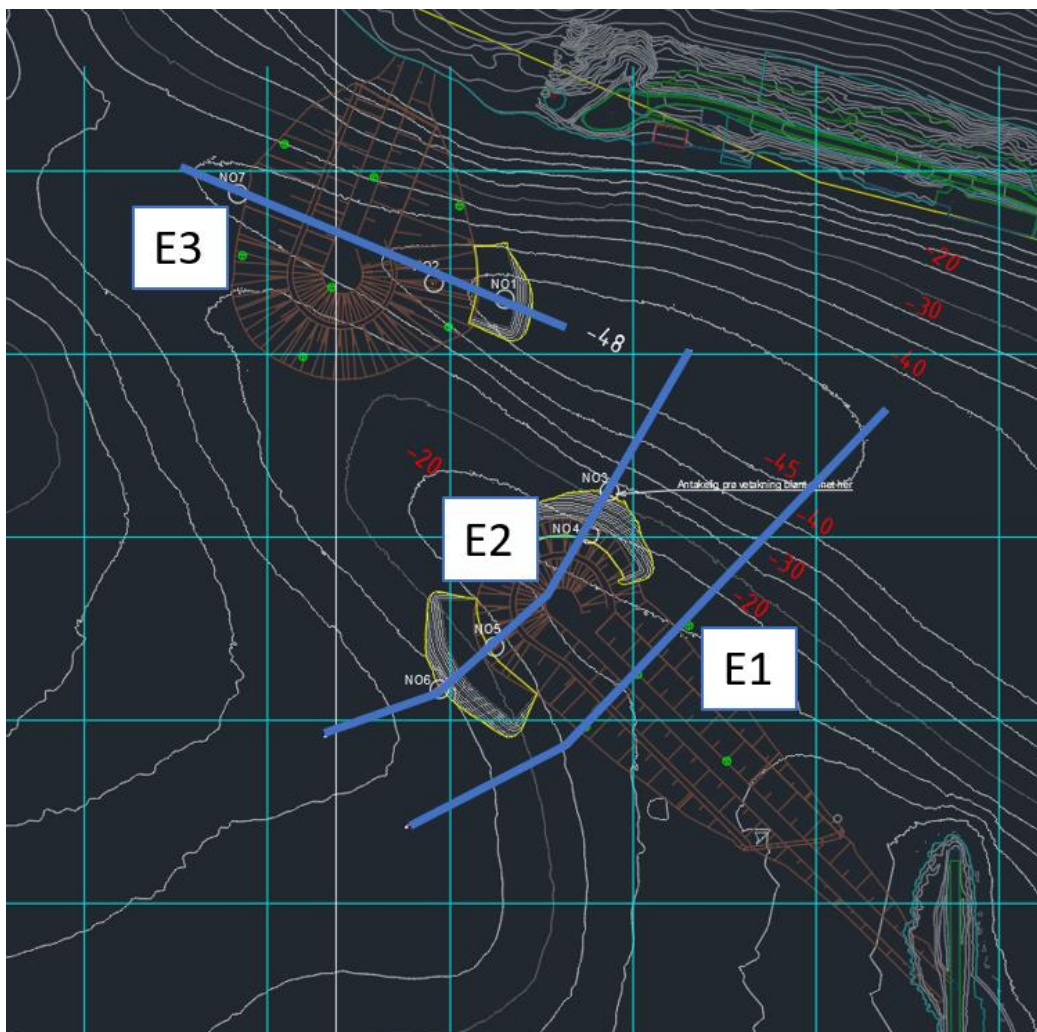
Mologeometrien (tverrsnitt) som er forutsatt for alle beregningene er vist i Figur 5. Fyllingstoppen skal opp til kt. +7,9 LAT.

Geoteknisk hovedutfordring er ikke løsmassenes beskaffenhet i seg selv, men den bratte sjøbunns- og fjellhelningen ved moloens fyllingsfot kombinert med stor fyllingshøyde (belastning) og noe finstoffholdige løsmasser.

Ut fra sjøbunnskartet, planlagt utfyllingsrekkefølge og de påtruffede grunnforholdene er det sortert ut 3 beregningsnitt E1-E3 som vurderes som kritiske/dimensjonerende for moloen. Se oversikt i Figur 6.

Snitt E1 og E2 er i området med brattest sjøbunns- og fjellhelning i ytre del av søndre molo, mens snitt E3 er der fyllingshøyden er størst (nordre molo).

Grunnforholdene i beregningsnittene vises på vedlagte tegninger V101, V201 og V301-V302, som er grunnlaget for lagdeling benyttet i beregningene.



Figur 6: Plassering av kritiske beregningsnitt ift. planlagt molo og tidligere skisserte motfyllinger.

## 5 Grunnlag for beregninger

### 5.1 Løsmassenes tyngde- og styrkeverdier

De utførte grunnundersøkelsene gir en samlet god oversikt over grunnforholdene og et tilstrekkelig grunnlag for detaljprosjektering og bygging. Grunnundersøkelsene ved planlagt molo-fotavtrykk viser hovedsakelig faste masser, og massene er i hovedsak drenerende.

Løsmassenes tyngde- og styrkeverdier er bestemt ut fra erfaringstall, blant annet fra Statens vegvesens veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging (Ref. 7), samt fra de utførte laboratorieforsøkene.

Styrken av sand-, grus, morene og steinmasser er vurdert ut fra erfaringstall og sammenlignet relativt med styrken av de bløtere massene som er undersøkt i laboratoriet.

Tabell 2 viser tyngde- og styrkeverdiene som er lagt til grunn i beregningene.

Tabell 2. Beregningsparametere for løsmassene.

Material	Friksjonsvinkel [Grader]	Attraksjon [kPa]	Tyngdetetthet(tørr/våt) [kN/m <sup>3</sup> ]
Fylling/sprengstein (også plastring)	42	5 (kohesjon 4,5)	19/21
Silt /siltige masser	30	0-2	19/9
Silt/sand	32-33	0-2	19/9
Morene	36	10 (kohesjon 7)	20

Laget av silt / siltige masser har ved trykksonderinger lenger inn i havnebassenget (sydøst for hurtigrutekaia) vist moderat poretrykksoppbygning, det vil si at ved brå belastning kan det bli noe poreovertrykk i dette laget. Poreovertrykket er målt til inntil 30% av spissmotstanden ( $B_q=0,3$ ), det vil si at laget i stor grad virker drenerende. Bormotstandskurver og tidligere prøvetakning ved molo viser at det er svært lite sannsynlig at løsmassene ved moloen er mer finstoffholdige enn de undersøkte massene lenger inn i havnebassenget.

I beregninger har vi derfor regnet laget som drenert materiale, men med poreovertrykk tilsvarende 30% av trykkøkningen fra molooppfyllingen der lagtykkelsen er større enn 1-2 meter. Poreovertrykket nullstilles for hvert oppfyllingstrinn i og med at poreovertrykkene vil dreneres ut i løpet av noen dager eller i verste fall få uker.

Prøver og kornfordelingskurver fra NO10 og NO15 viser at de bløte massene lenger inne i havnebassenget er sandig silt og grovere masser. Graderingstall  $C_u > 8$ . Graderingstall over 5 indikerer at flyteskred ikke er relevant, verken ved molo eller ved fyllinger i havnebassenget.

### 5.2 Dimensjonerende laster

For å hensynta anleggskjøretøy og eventuell fremtidig trafikk på moloen, er det lagt til grunn en dimensjonerende trafikklaster 13 kPa på toppen av moloen i beregningene for ferdig oppfylt molo. Lasten forutsettes å virke i full bredde, dog ikke nærmere enn 1 m fra moloens kant. Lasten tilsvarer vekten av normale vogntog/massetransportkjøretøy delt på arealet av kjøretøyet, med sikkerhetsfaktor (lastfaktor 1,3) og tar høyde for at flere kjøretøy kan stå tett etter hverandre.

Trafikklasten utgjør svært lite i forhold til belastningen som moloens egenvekt gir. Egenvekten av steinmassene er valgt som et forsiktig anslag (konservativt, dvs noe over gjennomsnittlig tyngdetetthet for steinmasser). Steinmassens tyngdetetthet vil avhenge av bergart, steinstørrelse/fraksjon.  $19 \text{ kN/m}^3$  tørr tyngdetetthet (over dimensjonerende vannstand) og  $11 \text{ kN/m}^3$  neddykket effektiv tyngdetetthet ( $21 \text{ kN/m}^3$  totalt) ansees å være på forsiktig side og i tråd med prosjekteringsstandardens anvisninger (Ref. 5).

### 5.3 Dimensjonerende tidevannstand

For stabilitetsberegningene vil laveste vannstand være kritisk. Moloen vil bygges med permeable masser slik at vannstanden i molo-fyllingen vil følge tidevannet uten nevneverdig forsinkelse.

I beregningene er det i tråd med vanlig praksis lagt til lavvann med 1 års gjentaksintervall i bruddgrensesituasjon. Ved Kjøllefjord er denne 194 cm under normalnull NN2000 som i stabilitetssammenheng er tilnærmet lik sjøkartnull.

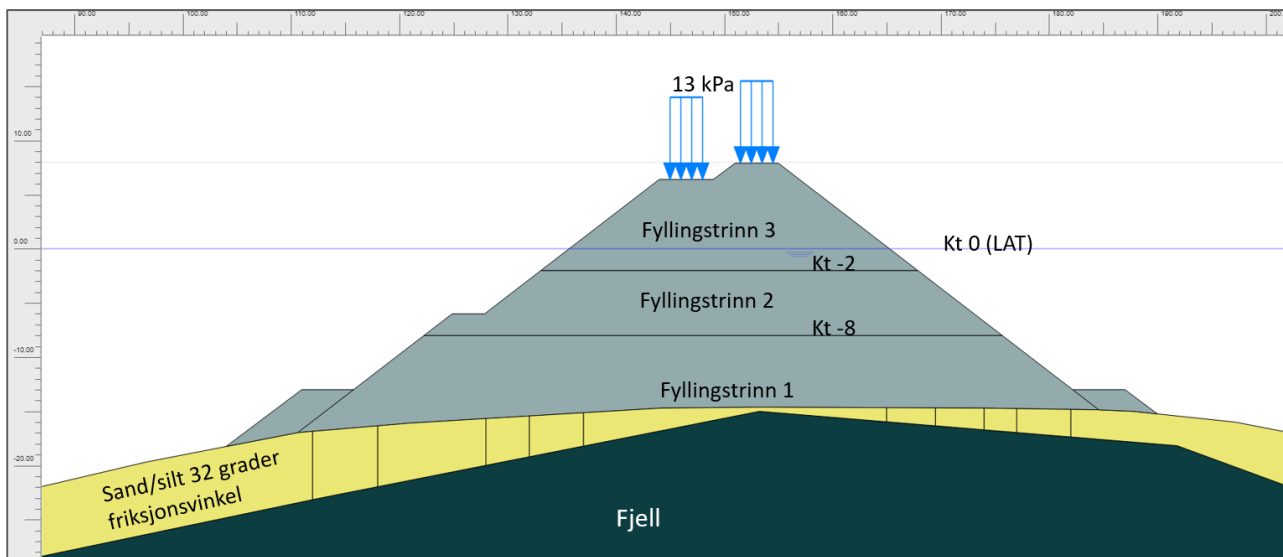
### 5.4 Beregningsprogram og analysemetode

Stabilitetsberegningene er gjennomført med uavhengige beregninger i beregningsprogrammene Plaxis 2D og Geosuite Stability. Det er gjennomført beregninger på materiale med drenert oppførsel (effektivspenningsanalyse), men med noe poreovertrykk der konsolideringen ikke nødvendigvis vil skje momentant.

## 6 Beregningsresultater

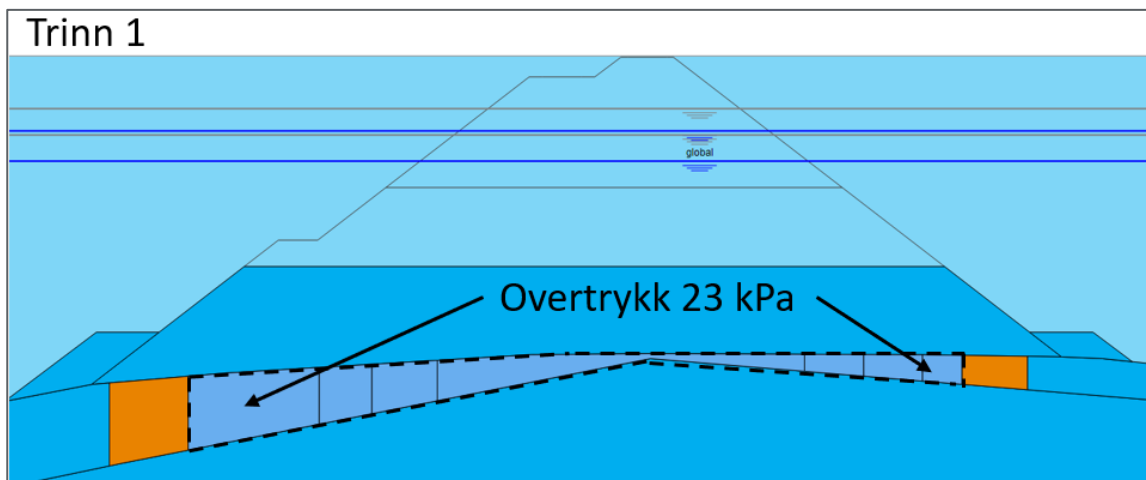
### 6.1 Snitt E1 (søndre molo)

I snitt E1 viser grunnundersøkelsene liten løsmassemekthet under moloen, mens tykkelsen er betydelig ved foten av moloen (på begge sider). Massene er silt- og sandmasser med varierende innhold av grus.



Figur 7: Snitt E1, beregningsnitt i Plaxis. Løsmassetykkelse interpolert konservativt og noe forenklet fra grunnundersøkelser.

På grunn av den betydelige lagtykkelsen av siltholdige masser er beregningen utført med poreovertrykk tilsvarende 30% av effektivtrykket som påføres i hvert fyllingstrinn. Under vannoverflaten blir dette 3,3 kPa poreovertrykk per meter fylling, over vannoverflaten: 5,7 kPa/m. Poreovertrykket modelleres som jordvolum med forhøyet vanntrykk og interpolering i overgangssonen nær kanten av molo-fyllingen. Poreovertrykket nullstilles for hvert fyllingstrinn. Se Figur 8.



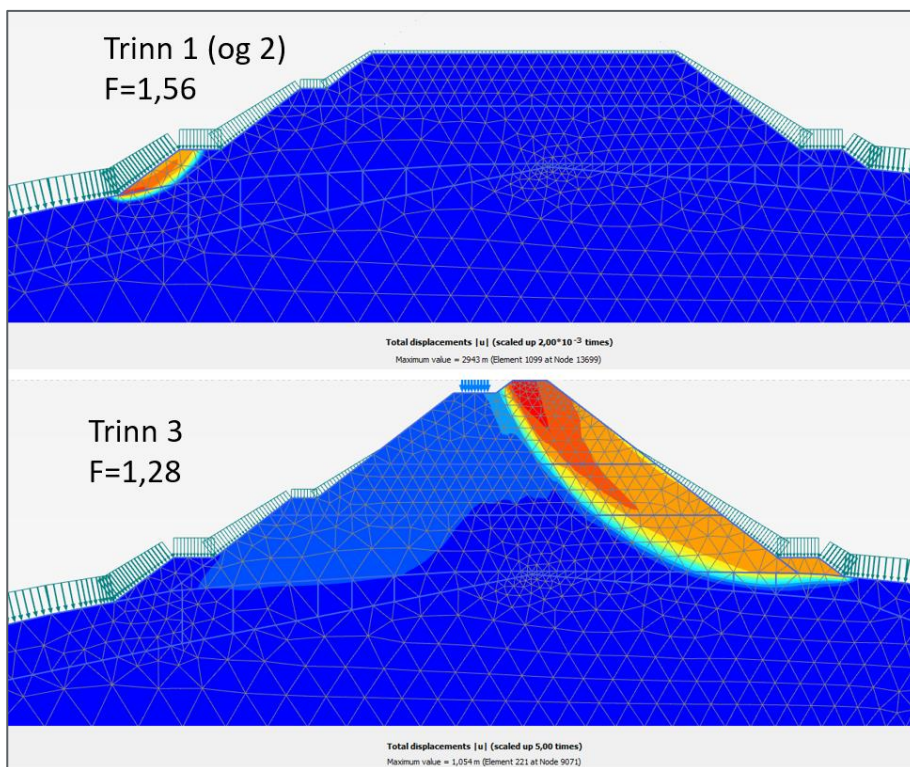
Figur 8: Poretrykk ved første fyllingstrinn. Interpolering av poretrykk i oransje felt. 23 kPa overtrykk under fyllingen.



Beregningen viser at kritisk bruddform for trinn 1 og 2 av fyllingen er et grunt brudd i ytterkant av moloen. Uten den lille motfyllingen (5 m bredde i snitt E1) som er modellert inn, er stabilitetsmarginen utilstrekkelig i siste trinn.

I siste trinn (trinn 3) er kritisk bruddform et middels dypt brudd. Mesteparten av bruddflaten går naturlig nok gjennom selve fyllingen. Uten motfylling fås en grunnere kritisk bruddflate.

Beregnete bruddformer er såpass grunne at de er lite påvirket av poreovertrykket, ettersom poretrykkene er størst der fyllingen er mektig hvor skjærstyrken også er størst pga høyere effektivspenninger.



Figur 9: Beregningsresultat snitt E1. Tilstrekkelig sikkerhet mot grunnbrudd. Grunnbrudd illustreres som grensen mellom rødt og blått.

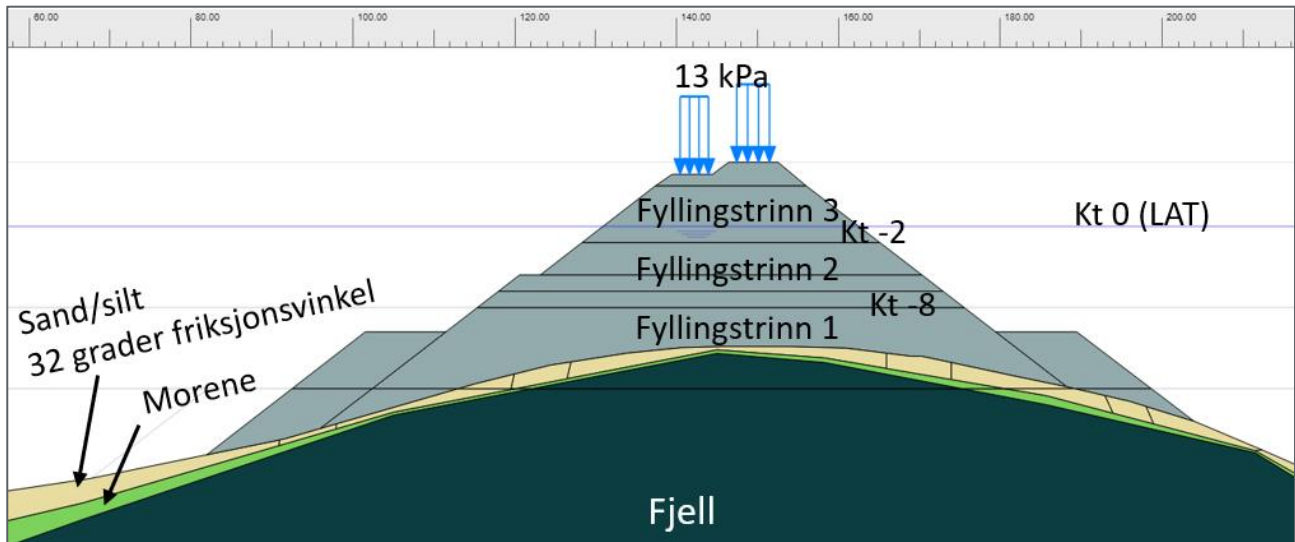
For å tilfredsstille minstekravet til stabilitet er det nødvendig å fylle lagvis slik at poreovertrykk får tid til å slippe ut før neste lag med fyllmasser (slik beregningen forutsetter).

## 6.2 Snitt E2 (søndre molohode)

I snitt E2 viser grunnundersøkelsene antydning til at silt-/sandmasser kan være sammenhengende, men lagtykkelsen er vesentlig mindre enn i snitt E1. Se geometri i Figur 10.

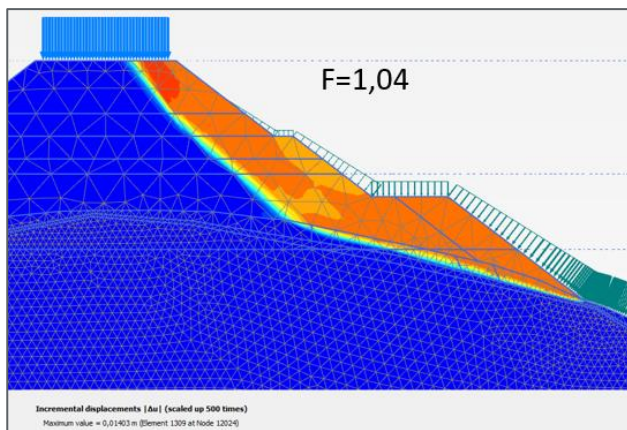
Innledende beregning utført som drenert beregning i Geosuite Stability med poreovertrykksprofiler 3 kPa per meter fyllingshøyde (tilsvarer  $B_q=0,2-0,3$  som trykksondering lenger øst antyder) medfører beregnet sikkerhetsfaktor (materialfaktor) 1,20 for fylling i ett trinn, som er så vidt under minstekravet på 1,25. Beregningen er sensitiv for små variasjoner i poreovertrykket og utstrekning av svake lag. Det er forutsatt at moloen bygges med motfylling. Utfylling av moloen vil i virkeligheten ta tid, og forutsettes fylt trinnvis, som

medfører reduksjon av poreovertrykk underveis og dermed blir reell sikkerhetsfaktor større enn beregnet. På grunn av sensitiviteten for bruddflategeometri og poreovertrykk har vi også gjort beregninger med Plaxis 2D.



Figur 10: Snitt E2, beregningsnitt i Plaxis. Løsmasseykkelse interpolert konservativt og noe forenklet fra grunnundersøkelser.

Med modellering av poreovertrykk i Plaxis slik som for snitt E1, oppnås ikke tilstrekkelig beregningsmessig stabilitet. Beregnet sikkerhetsfaktor blir cirka  $F=1,04$  (siste fyllingstrinn er kritisk). Se Figur 11.



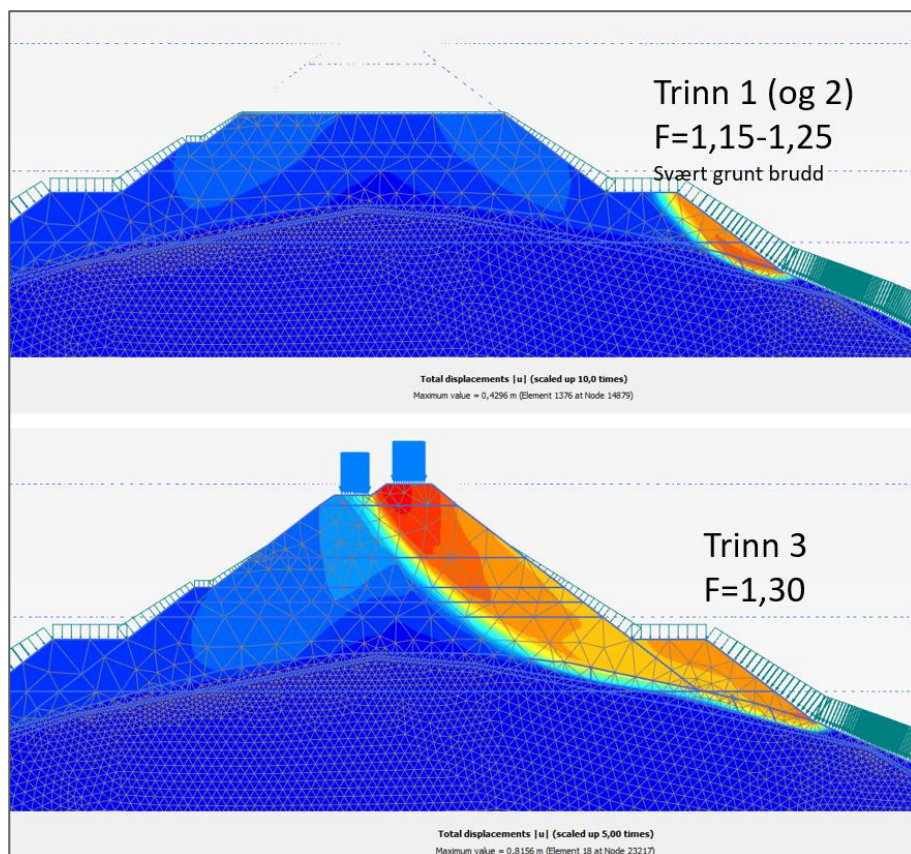
Figur 11: Kritisk bruddflate med poreovertrykk.

Sand-/siltlaget som er utsatt for poreovertrykk er i snitt E2 svært tynt i forhold til fyllingshøyden, og laget vil tape poreovertrykk underveis ved normalt rask utfylling fra lekter. Poreovertrykk tilsvarende 30% av fyllingstrykket for et helt fyllingstrinn anses i dette snittet som en overdrivelse.

Uten poreovertrykk, dvs ved drenert løsmasseoppførsel, oppnås minstekravet til beregningsmessig stabilitet. For siste fyllingstrinn, oppnås materialfaktor (sikkerhetsfaktor)  $F=1,30$ . For grunne brudd helt i ytterkant av motfyllingen, er stabiliteten ned mot 1,15. Dette er imidlertid små «skalker» av fyllingen under vann, som verken vil utgjøre fare for personer eller gi vesentlige skader (bølger e.l.). Årsaken til den lave

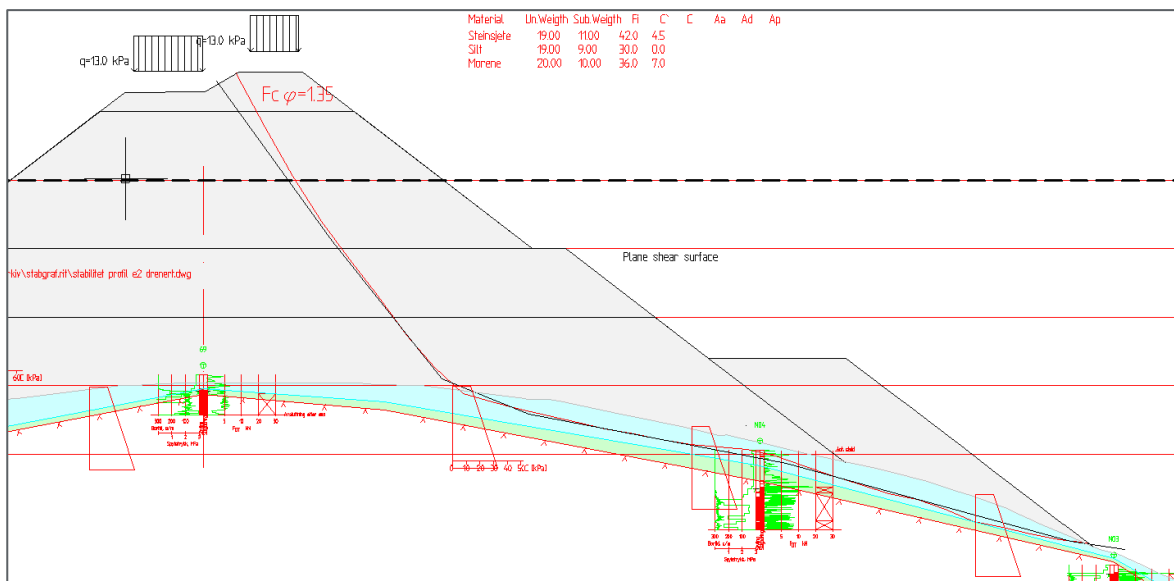
beregningsmessige stabiliteten i ytterkanten av motfyllingene, er at sjøbunnen er bratt i området ved molofoten.

Uten motfyllingen (10 m bredde i snitt E2) som er modellert inn, er stabilitetsmarginen utilstrekkelig i siste trinn (F=1,08).



Figur 12: Beregningsresultat snitt E2. Tilstrekkelig sikkerhet mot grunnbrudd (unntatt aller grunneste bruddflater). Grunnbrudd illustreres som grensen mellom rødt og blått.

Beregning uten poreovertrykk med GeoSuite Stability gir materialfaktor F=1,35 for trinn 3, som samsvarer greit med resultatet fra Plaxis (F=1,30). Se Figur 13. Beregningsresultatet viser at det er margin for noe poreovertrykk før sikkerheten faller under minstekravet.

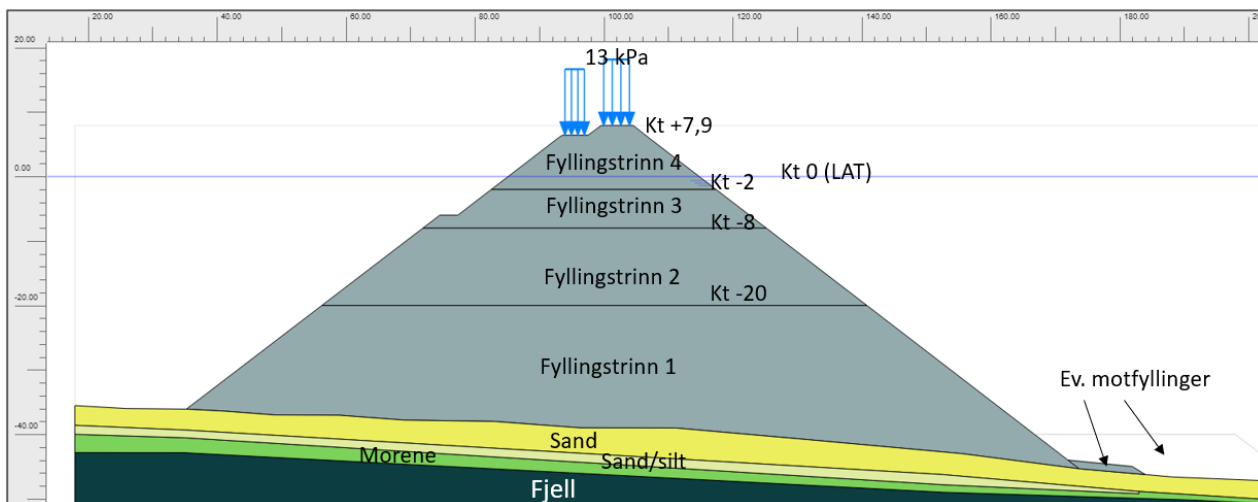


Figur 13: Beregningsresultat fra Geosute, uten poreovertrykk.  $F=1,35$ .

### 6.3 Snitt E3 (nordre molo)

Snitt E3 går på tvers av nordre molo på det dypeste partiet av fjorden. Sjødybden er inntil cirka -48 LAT på østsiden av moloen og noe mindre på vestsiden. Total fyllingshøyde er her på det maksimale 50 - 55 m. Se geometri i Figur 14.

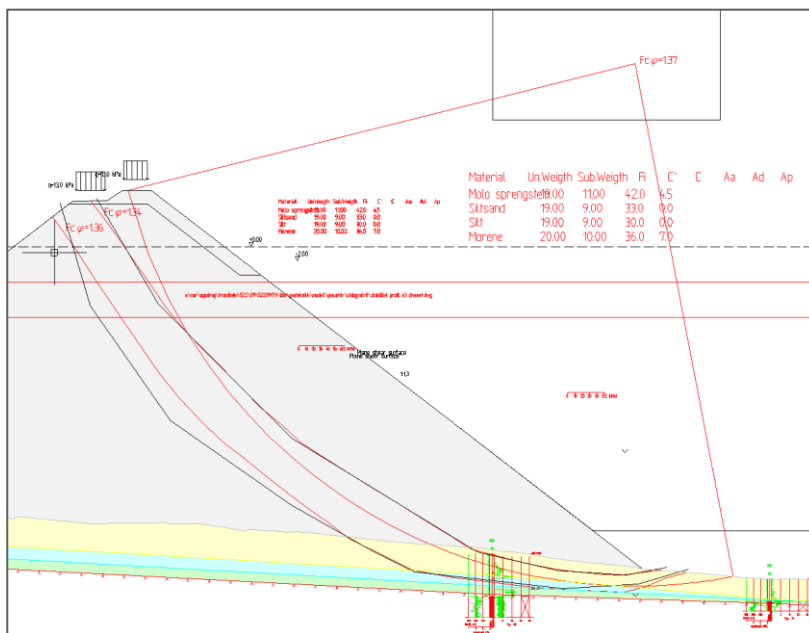
I dette snittet viser nylig utførte grunnundersøkelser et løsmasselag med liten bormotstand mellom 2 fastere lag. Dette laget er antatt å være siltig slik som øvrige påtruffede bløte lag i moloområdet om lenger inn i fjorden. Sjøbunnshelningen er liten og dybden til fjell er begrenset. Dette laget med liten bormotstand finnes ved nordre molo kun i enkelte borpunkt hovedsakelig på det dypeste partiet.



Figur 14: Snitt E3 (nordre molo), beregningssnitt i Plaxis. Løsmassetykkelse interpolert konservativt fra grunnundersøkelser.

Innledende beregning utført som drenert beregning i Geosuite Stability med poreovertrykksprofiler 3 kPa per meter fyllingshøyde (tilsvarer  $B_q=0,2-0,3$  som trykksondering lenger sydøst antyder) medfører beregnet sikkerhetsfaktor (materialfaktor) lik minstekravet på 1,25 for fylling i ett trinn, uten motfylling. Reell situasjon vil ha høyere sikkerhet på grunn av poretrykksfall underveis i den langvarige utfyllingsoperasjonen.

Sand-/siltlaget (antatt siltholdig) som er utsatt for poreovertrykk er i snitt E3 svært tynt i forhold til fyllingshøyden, og laget vil tape poreovertrykk underveis ved normalt rask utfylling fra lekter. Poreovertrykk tilsvarende  $B_q = 30\%$  av fyllingstrykket for et helt fyllingstrinn anses i dette snittet som en overdrivelse. I Geosuite fås minste materialfaktor  $F=1,34$  for fylling uten poreovertrykk (siste trinn er kritisk). Se Figur 15.



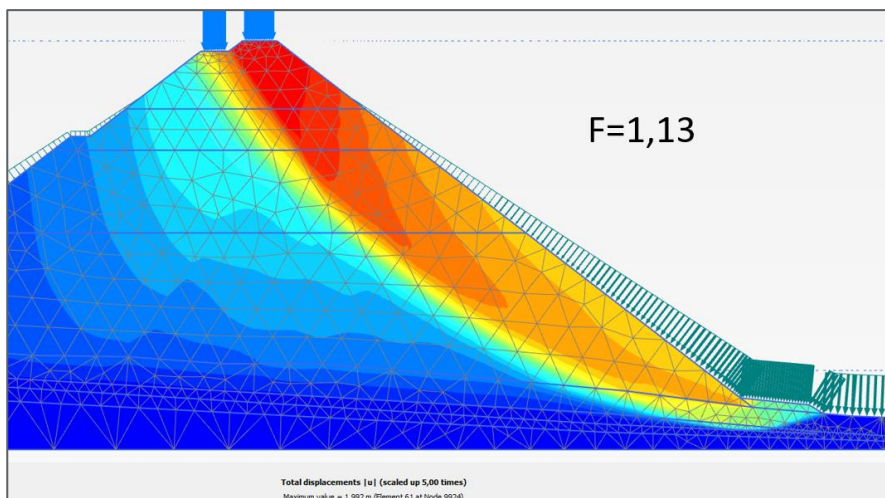
Figur 15: Utsnitt av beregningsresultat fra GeoSuite Stability for snitt E3 uten poreovertrykk.

Utfylling av denne spesielt store molofyllingen vil i virkeligheten ta tid, som medfører reduksjon av poreovertrykk underveis og dermed blir reell sikkerhetsfaktor et sted mellom de ovennevnte ytterpunkter (1,25 og 1,34). På grunn av sensitivitet for bruddflategeometri har vi også gjort beregninger med Plaxis 2D.

Ved modellering uten poreovertrykk, dvs ved drenert løsmasseoppførsel, oppnås det med Plaxis en materialfaktor (sikkerhetsfaktor)  $F=1,13$ , som er under minstekravet på 1,25. Se Figur 16. Bruddflaten er tilnærmet identisk med den som i Geosuite har beregningsmessig materialfaktor  $F=1,34$ , dvs programmene gir sprikende resultater. Storparten av bruddflaten går gjennom fyllmassene (samfengt sprengstein).

Med en motfylling cirka 15 m bred til kote -40, beregnes materialfaktor cirka 1,2 i Plaxis (ganske nær minstekravet).

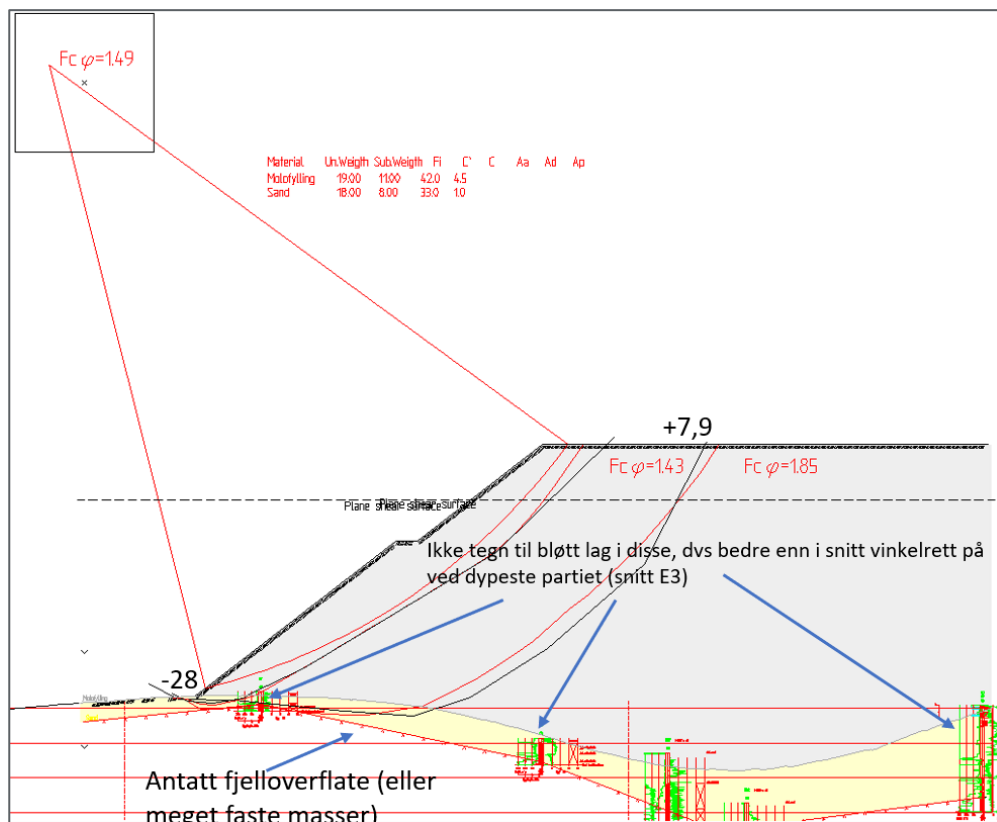
Erfaringsmessig kan Plaxis gi urealistiske resultater ved store fyllinger med høy friksjonsvinkel, slik som i dette tilfellet. Plott for maksimal skjærspenning i Plaxis indikerer numeriske vanskeligheter og upålitelig resultat. Vi vektlegger derfor resultatet fra GeoSuite, som tilsier god stabilitetsmargin, men legger til motfylling 15 m bred til kote -40 for ekstra robusthet. I tillegg er beregnet snitt klart mer påkjent enn tilstøtende deler av fyllingen. Dette medfører en liten, men gunstig trykkbueeffekt.



Figur 16: Beregningsresultat snitt E3 i Plaxis, uten poreovertrykk. Materialfaktor beregnes til  $F=1,13$ . Grunnbrudd illustreres som grensen mellom rødt og blått. Ved å legge til motfylling 15 m bred på kote -40, som planlagt, fås omtrentlig  $F=1,2$ .

#### 6.4 Andre snitt som ikke er beregnet eller kun overslagsberegnet

Nordre molo: Vi har gjort en overslagsberegning på snitt i moloens lengderetning ut mot det dypeste sjøpartiet sydvest for moloenden. Beregningen (i GeoSuite) viser god stabilitet (materialfaktor minst 1,43) til tross for konservativisme ettersom det 2-dimensjonale snittet regner på full molo høyde (men uten trafikklast). Se Figur 17. Ved den nordre moloen vil dermed stabiliteten i lengderetningen være uproblematisk så lenge det fylles først der sjøen er dypest, og lagvis med tilnærmet horisontal lag oppover. Grunnundersøkelsene viser dessuten ikke bløtt lag ved foten av moloen i dette snittet.



Figur 17: Stabilitetsberegning av snitt i lengderetningen av nordre molo (snitt E4).

**Søndre molo:** Det er ikke regnet på snitt i moloens lengderetning. Ved det søndre molohodet er sjøbunnsheiningen vesentlig slakere i forlengelsen av moloen enn på tvers. Det er dessuten nokså lite og nokså faste løsmasser (sondering nr. 68). Snitt E2 vil derfor være mest kritisk (dette snittet har størst sjødybde ved molofoten).

Mellom snitt E1 og E2 er det mellomliggende dybde og bredde av terrengryggen. Løsmassene er tilsvarende med tanke på tykkelse og fasthet. Så lenge både E1 og E2 har tilstrekkelig stabilitet, er stabiliteten tilstrekkelig også mellom disse.

Innenfor (sydøst for) snitt E1 er det grunnere sjø og dermed mindre belastning (mindre fyllingshøyde). Dessuten bredere terrengrygg og slakere sjøbunn, dvs mindre kritisk. Motfylling kan derfor avsluttes der sjøbunnen blir like grunn som toppnivået av motfyllingen (kote -10).

## 6.5 Diskusjon rundt beregningsresultater

Beregningene viser generelt at tilstrekkelig stabilitet vil oppnås så lenge utfyllingsarbeidene strekker seg over noe tid.

Nødvendig ventetid mellom hvert trinn estimeres som følger:

- Løsmassene er i verste fall sandig silt, det vil si nokså permeabel silt. Drenasjetall er da i størrelsesorden  $cv=1000 \text{ m}^2/\text{år}$ .
- Største lagtykkelse av antatt sandig silt er 2-3 m. Konservativt antas 1-veisdrenering
- Konsolideringstiden er da  $T = 3\text{m} * 3\text{m} / 1000 \text{ m}^2/\text{år} = 0,009 \text{ år} = 0,1 \text{ måneder (3-4 dager)}$ . Legger til grunn minst 2 uker for å ha noe margin mtp usikkerheten i permeabiliteten.

Beregningene er basert på grunnundersøkellesdata så langt det har vært praktisk mulig å få gjennomført. Det er liten usikkerhet rundt fjellforløpet og sjøbunnsdelingen, mens styrken av løsmassene er mer usikker. Utbyggingen planlegges på en måte som sørger for robusthet mot evt variasjoner i løsmassestyrken. For å sikre tilstrekkelig stabilitetsmargin og robusthet, må det legges motfylling ved og bak søndre molohode, samt øst for nordre molo der sjødybden er størst.

For søndre del av moloen er stabiliteten i snitt E2 mest påkjent. Her viser flere av grunnundersøkelsene så liten løsmassetykkelse at fyllingen høyst sannsynlig vil fortrenge eller penetrere de bløte, stedlige løsmassene underveis i oppfyllingen. Dette vil gjøre reell stabilitet bedre enn beregnet stabilitet.

Beregning med elementmetodeprogrammet Plaxis 2D har generelt gitt lavere beregningsmessig stabilitet enn hva beregninger fra lamellemetodeprogrammet GeoSuite Stability gir. Selv om vi «tvinger» sistnevnte til å regne på samme geometri som kritisk bruddflate fra Plaxis, fås en betydelig høyere sikkerhet. Dette kan være fordi Plaxis har noe utfordring med å konvergere til en bruddform (og i realiteten ikke har nådd fullstendig bruddsituasjon). I og med at Geosuite Stability er mest vanlig å bruke for slike beregninger (bransjestandard), mener vi at så lenge denne viser god stabilitetsmargin og Plaxis viser nesten tilstrekkelig, er stabiliteten over det egentlige minimumskravet.

Molofyllingen er som vanlig praksis forutsatt med sidehelninger 1:1,3. Spesielt for den meget høye fyllingen i nordre molo, vil stabiliteten av fyllmassene kunne bli påkjent. Steinmassene er regnet med friksjonsvinkel 42 grader og attraksjon 5 kPa som vanlig for samfengt sprengstein. Mesteparten av moloen planlegges med samfengt sprengstein. Ved store fyllingshøyder vil attraksjonen gi lite bidrag. Ved fyllinger på sjø vil mye finstoff i steinmassene forsvinne og noe høyere styrkeverdier kunne slik sett diskuteres. Vi har vurdert å beskrive slakere sidehelninger for å øke beregningsmessig sikkerhet og robusthet, men med fylling fra lekter og store vanddyp er det ikke realistisk å få fyllingen til å legge seg slakere enn 1:1,3. Beregningsmessig har det også nokså liten effekt.

De beregnede kritiske stabilitetsbruddene vil eventuelt medføre at steinmassene etter noen meter bruddbevegelse, vil komme i direkte kontakt med fast grunn eller fjell. Det vil si at bløte masser fortrenses og skredet stopper opp. Det legges ikke opp til at slike skred skal skje. Men dersom det skjer, ventes det ikke å oppstå skredforplantning, og stabiliteten av molofyllingen etter en slik fortrenning vil være bedre enn før.

I og med at beregninger i GeoSuite viser tilstrekkelig sikkerhet og beregninger i Plaxis ikke er veldig langt unna tilstrekkelig sikkerhet, mener vi at prosjektert løsning er så stabil som standarden (NS-EN 1997-1) krever, til tross for enkelte resultat under minsteverdien for materialfaktor. Avviket mellom beregningene skyldes sannsynligvis numeriske beregningsproblemer i Plaxis, ikke reelt stabilitetsproblem.

Det legges motfylling opp til kote -10 ved søndre molo. Ved snitt E2 må motfyllingen være 10 m bred (toppbredde), mens den kan reduseres lineært mot 5 m ved snitt E1 og avsluttes der sjødybden går under/over -10 (LAT). Motfyllingen legges med sidehelning 1:1,3 som moloen for øvrig. Motfyllingen legges kontinuerlig rundt molohodet.

Motfylling øst for nordre molo legges opp til kote -40 og med 15 m toppbredde. Sidehelning 1:1,3.



## 7 Rekkefølgekrav og utfyllingsmetode

### 7.1 Generelt om utfylling

Ved fylling i sjø/vann er det viktig å være oppmerksom på at det går med mer masse enn teoretisk beregnet fyllingsvolum, opp til anslagsvis 20 % tillegg. Spesielt vil massefortrengning og setninger av underliggende løsmasser, samt egensetninger av fyllingen, medføre økte mengder sprengstein. Unøyaktig fylling og sterk strøm vil også påvirke masseforbruket.

Fyllingsarbeidene for nordre molo må utføres fra flytende redskap (lekter) opp til cirka kote -2. Ytterste cirka halvdel av søndre molo må fylles fra flytende redskap (lekter) opp til kote -2. Resterende kan fylles fra land.

Det anbefales å benytte kvalitetsmasser med god steinkvalitet og kubisk kornform. Dette for å kunne opprettholde 1:1,3 helning for de aktuelle fyllingshøydene. Det er lagt til grunn fylling med samfengt stein av god kvalitet. Organisk innhold i fyllmassene må ikke forekomme.

For å følge med på hvilke poretrykk som oppstår under fyllingsarbeidene, kan man (i hvert fall i teorien) installere poretrykksmålere og sanntidsavlesning. Det er imidlertid stor risiko for at målerne skades under utlegging eller ikke kan installeres i det hele tatt (jfr utfordringer med grunnundersøkelser pga dønninger). Vi har derfor ansett det mer hensiktsmessig å legge inn noen ukers venting og trinnvis oppfylling for å være på forsiktig side.

### 7.2 Rekkefølge

Moloen i nordre område må fylles fra flytende redskap (lekter) opp til cirka kote -2. Oppfylling skal gjøres trinnvis og jevnt, slik at lokale overbelastninger unngås. Fylling skal starte i det dypeste området og fortsette slik at man etter hvert jobber mot områder med mindre vanndybde. Dette er stabilitetsmessig fordelaktig, da allerede utfylte og delvis konsoliderte masser vil støtte opp mot grunnbrudd i retning større vanddyb.

#### Fyllingsrekkefølge nordre molo:

- 1) Fylle til kote -20 (inkludert motfylling i øst til kote -40)
- 2) Etter minst 2 uker, fylle videre til -8
- 3) Etter minst 2 uker, fylle videre til cirka -2
- 4) Etter minst 4 uker, fylle fra land til ferdig nivå. Over vannstanden skal det fylles lagvis og komprimeres.

Sydøstre del av moloen i søndre område kan utfylles ved tipp til prosjektert nivå. Dette gjelder strekningen der sjøbunnen er grunnere enn kote -10. Her er også sjøbunnen tilnærmet flat og det er svært lite løsmasser på sjøbunnen. Ytre del av søndre molo (der sjødybden er større), etableres trinnvis fra flytende redskap som følger:

#### Fyllingsrekkefølge søndre molo der sjøbunnen er dypere enn -10 LAT:

- 1) Fylle til kote -8 (inkludert motfylling til kote -10)
- 2) Etter minst 2 uker, fylle videre til cirka -2
- 3) Etter minst 4 uker, fylle fra land til ferdig nivå. Over vannstanden skal det fylles lagvis og komprimeres.

Ved seksjonsvis fylling kan nytt trinn igangsettes når det er gått minst det angitte antall uker fra forrige gang det ble fylt i samme område. For eksempel kan man veksle mellom å fylle ved nordre eller søndre molo. Det trenger ikke være 2-4 uker stillstand i fyllingsarbeidene som helhet.

### **7.3 Andre krav**

Etter hvert fyllingstrinn må det utføres en scanning for å kartlegge overflaten og tilpasse neste fyllingstrinn. Eventuelle overheng/bratte partier i fyllingen må forsøkes slaket ut så langt det er mulig.

Ved utfylling fra land må det kontinuerlig foretas kontroll av fyllingsgeometrien for å hindre utrasing på tipp. Dette medfører blant annet systematisk kontroll av skråningshelningen. Bratte partier eller overheng må slakes ned.

Utfylte masser anlagt over sjøvannstand komprimeres. Fylling under sjønivået vil vanskelig kunne komprimeres i praksis. Når fyllingen er etablert til over havnivået bør overflaten komprimeres iht. beskrivelse for Normal komprimering i NS 3458. Videre oppfylling komprimeres lagvis (Normal komprimering). Dette for å gi en fylling med minst mulig gjenværende egensetninger og dermed bedre utgangspunkt for å bygge en nøyaktig plastring av moloen.

Arbeidstegninger utarbeides av og i samråd med havneteknisk rådgiver (også Norconsult). Arbeidene skal utføres i tråd med disse, som er basert på konklusjonene blant annet fra den geotekniske prosjekteringen.

## 8 SHA og restrisiko

Vi har gjennomført en fareidentifikasjon av tekniske løsninger i vårt (Norconsults) oppdrag. Risiko er søkt redusert så langt som mulig gjennom tekniske valg i oppdraget.

Av spesielle sikkerhetsutfordringer knyttet til de geotekniske arbeidene (utfyllingsarbeidene) kan nevnes relativt svakt løsmasselag på sjøbunnen som kan virke som glidesjikt ved brå og store belastninger. Dette er årsaken til at utfyllingen må gjøres lagvis. Ved tvil om stabiliteten pga. uforutsette forhold, må geotekniker kontaktes uten ugrunnet opphold. Sannsynligheten for at det skjer brudd i fyllingen er liten, men det kan ikke utelukkes fullstendig, og er avhengig av presis utlegging for å unngå overheng, mv.

Før fyllingsarbeidene starter bør det gjennomføres en gjennomgang av de planlagte arbeidene, med hovedvekt på HMS/SJA. Prosjekterende foreslår følgende kontrollpunkt:

- På moloen bør det anlegges fysiske barrierer for å hindre at trafikkering nær skråningskant
- Vurdere behov for beredskap i tilfelle utforkjøring med bil/maskin, eksempelvis bør det være en båt tilgjengelig
- Trafikkering på moloen bør gjennomføres med åpne dører i anleggsmaskinene, og flyteutstyr bør være tilgjengelig i maskinene.
- Personell på moloen benytter reflekterende arbeidsklær

Foreslåtte kontrollpunkt må ikke anses som dekkende for de tiltenkte arbeidene, entreprenør må selv supplere med aktuelle kontrollpunkt.

## 9 Plan for kontroll og oppfølging

### 9.1 Kontroll av prosjektering

Den geotekniske prosjekteringen i byggeprosjektet er plassert i tiltaksklasse 2, som medfører krav om uavhengig kontroll av prosjektering i henhold til SAK 10.

Prosjekteringen er utført iht. europeiske prosjekteringsstandarder, blant andre NS-EN 1990 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. Iht. denne standarden havner den geotekniske prosjekteringen i pålitelighetsklasse 2, dermed prosjekteringskontrollklasse og utførelseskontrollklasse 2. Dette medfører krav om en tredjepartskontroll, kalt Utvidet kontroll, i tillegg til den uavhengige kontrollen iht. Plan- og bygningsloven / Byggesaksforskriften. Begge kontrollene kan forestås av samme foretak (som må være uavhengig av Norconsult) og kontrollene slås gjerne sammen slik at kontrollaktivitetene gjøres iht. NS-EN 1990 og rammene rundt kontrollen i samsvar med SAK10. Vi ber om å bli holdt orientert om eventuelle funn i kontrollen, slik at vi om nødvendig kan revidere prosjekteringen.

### 9.2 Oppfølging i byggefase

Vi viser generelt til gjeldende (bransje)standarder for kontroll av aktuelle grunnarbeider. Komprimeringsstandard NS3458 vil være relevant for den delen av fyllingen som ligger over havnivået. For generelle fyllingsarbeider, som er aktuelt her, finnes det få standarder. Statens vegvesens veileder V221 om fyllinger, skjæringer og skråninger, samt Kystverkets molohåndbok, inneholder en del nyttige råd og tips.

De deler av grunnarbeidene som plasseres i tiltaksklasse 2 eller 3 blir gjenstand for uavhengig kontroll av utførelse i henhold til SAK10. Utfylling av steinmasser til molo er del av prosjekteringen i pålitelighetsklasse 2 og utførelseskontrollklasse 2, som medfører krav til utvidet kontroll iht NS-EN 1990 (tredjepartskontroll) av utførelsen.

Noen viktige kontrollpunkt for utførelsen er listet i tabellen under.

Kontrollpunkt	Beskrivelse	Ansvarlig
Lagvis utlegging	Molofyllingen skal fylles som beskrevet i rekkefølgekapittelet. Dette er viktig for å sikre tilstrekkelig stabilitet underveis i fyllingsarbeidene.	Entreprenør
Scanning av fylling	Etter hvert fyllingstrinn må det utføres en scanning for å kartlegge overflaten og tilpasse neste fyllingstrinn. Utfyllingen skal ha sidehelninger og reposer/hyller som prosjektert.	Entreprenør
Steinkvalitet	Det anbefales å benytte kvalitetsmasser med god steinkvalitet og kubisk kornform. Dette for å kunne opprettholde 1:1,3 helning for de aktuelle fyllingshøydene. Det er lagt til grunn fylling med samfengt stein av god kvalitet (utenom plastringsmassene). Organisk innhold i fyllmassene må ikke forekomme.	Entreprenør
Komprimering	Fylling over havnivået (ca +2 LAT) og oppover komprimeres lagvis iht NS3458 Normal komprimering. Komprimeringstidspunkt tilpasses plastringsarbeidene.	Entreprenør

## 10 Referanser

Ref. 1: Lov om planlegging og byggesaksbehandling (PBL), tilgjengelig fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>

Ref. 2: Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17), tilgjengelig fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>

Ref. 3: Forskrift om byggesak (SAK10), tilgjengelig fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>

Ref. 4: NS-EN 1990:2002+ A1:2005 + NA:2016: Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner

Ref. 5: NS-EN 1997-1: 2004+A1:2013+NA:2020: Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler

Ref. 6: NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021: Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger

Ref. 7: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», 2018

Ref. 8: Multiconsult AS, 2017. «712625-RIG-RAP-001\_REV.01, Kjøllefjord-Utdyping av havn». Grunnundersøkelser og orienterende geoteknisk vurdering.

Ref. 9: Multiconsult AS. «71199-RIG-RAP-1.Grunnundersøkelser og orienterende geoteknisk vurdering.

Ref. 10: Rapport Løvlien. Molo Q, Kjøllefjord, Geoteknisk rapport og grunnundersøkelser. Løvlien Georåd AS, 2002.

Ref. 11: Rapport Grunnundersøkelse 2005-Rambøll. Kai og fylling Kjøllefjord. Rambøll AS, 2005.

Ref. 12: Norconsult 2023. Innseiling Kjøllefjord. Datarapport geotekniske grunnundersøkelser. 52302076-RIG-R01, datert 2023-09-14

## 11 Tegninger

Følgende tegninger vedlegges rapporten for å gi oversikt over grunnforholdene.

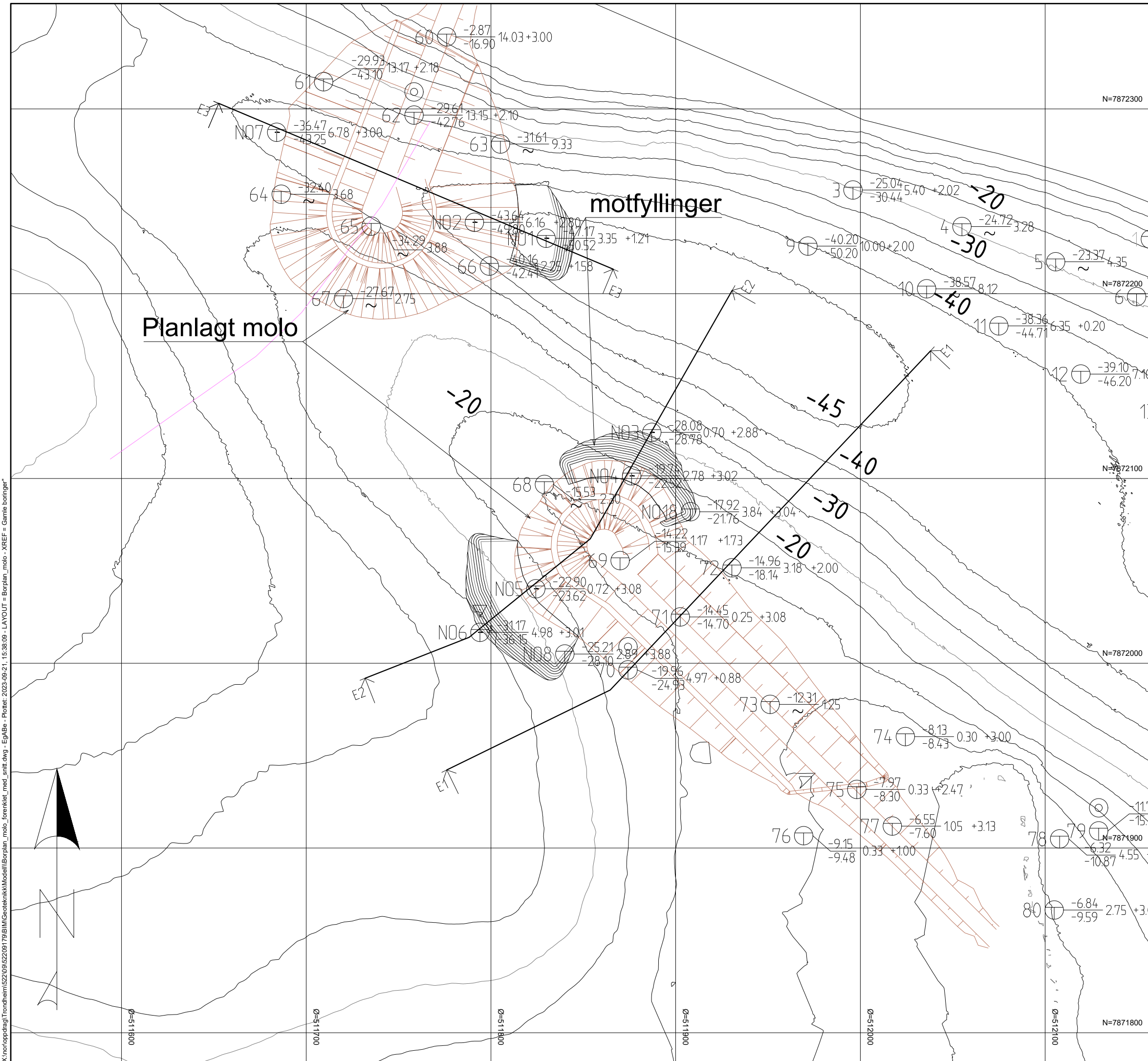
Havneteknisk rådgiver utarbeider arbeidstegninger for moloen.

Tegning nr	Beskrivelse
V101	Situasjonsplan utførte grunnundersøkelser – beregningssnitt for stabilitet inntegnet
V201	Sonderingsprofiler ved søndre molohode
V301	Snitt E1 søndre molo – med grunnundersøkelsesprofiler inntegnet
V302	Snitt E2 søndre molohode – med grunnundersøkelsesprofiler (sonderingsprofiler) inntegnet

Koordinatsystem: EUREF89,UTM 35  
 Høydesystem: LAT

Grunnundersøkelser Norconsult 2023 er navngitt NOxx  
 Tidligere grunnundersøkelser (Multiconsult) er navngitt kun med nummer.

Skissert utstrekning av motfyllinger stemmer ikke med endelig løsning. Kun til illustrasjon.



Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
0	2023-09-15	For bruk	EgABe	TelKyD	AtsAs

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Kystverket Målestokk (gjelder A1)  
1:1000

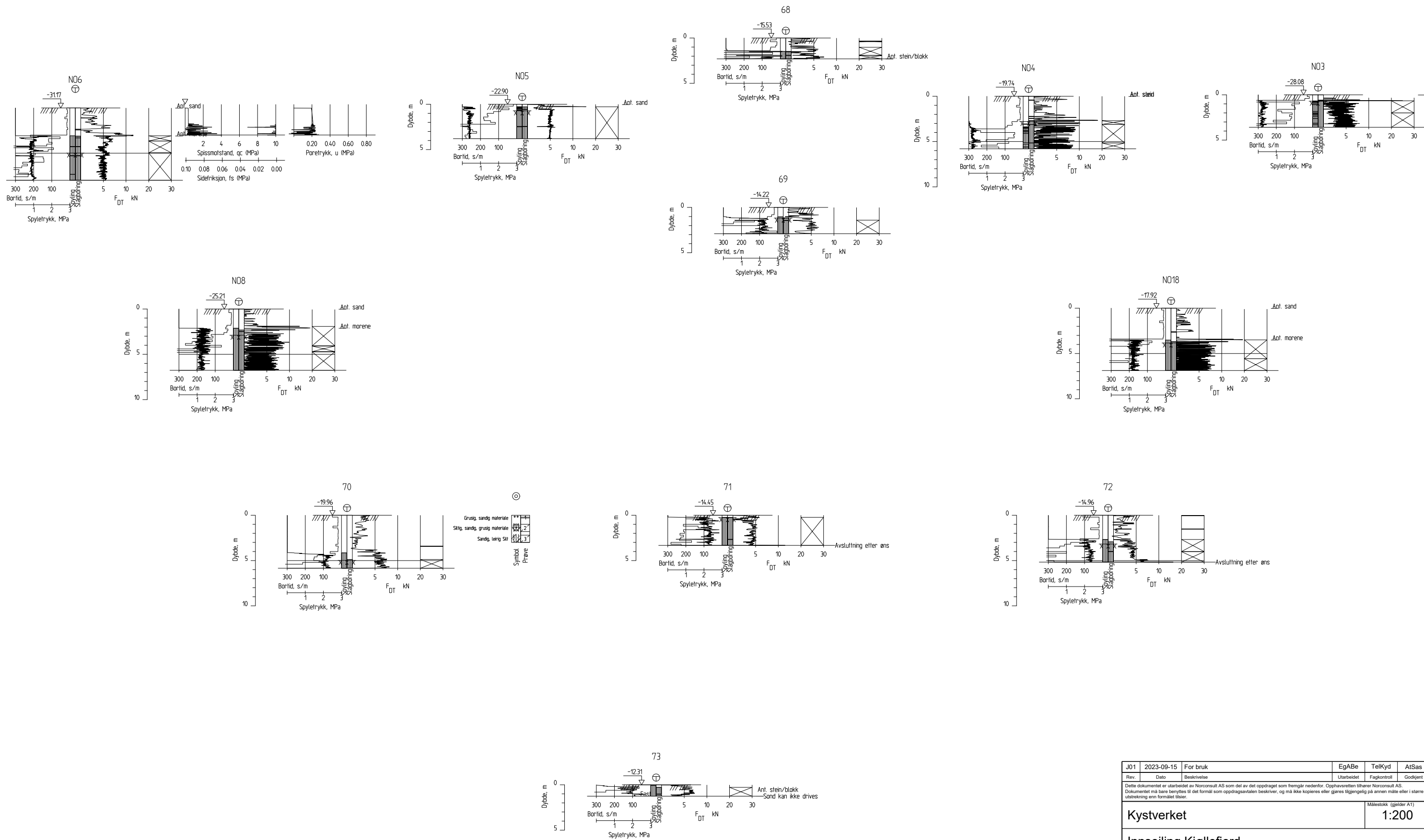
Innseiling Kjøllefjord

Situasjonsplan utførte grunnundersøkelser  
 Beregningsnitt for stabilitet inntegnet

Norconsult	Oppdragsnummer 52209179	Tegningsnummer V101	Revisjon 0
------------	----------------------------	------------------------	---------------

X:\tron\oppdrag\Tromsheim\52209179\BIM\Geoteknikk\Modell\Borplan\_molo - XREF = Gamle boringer

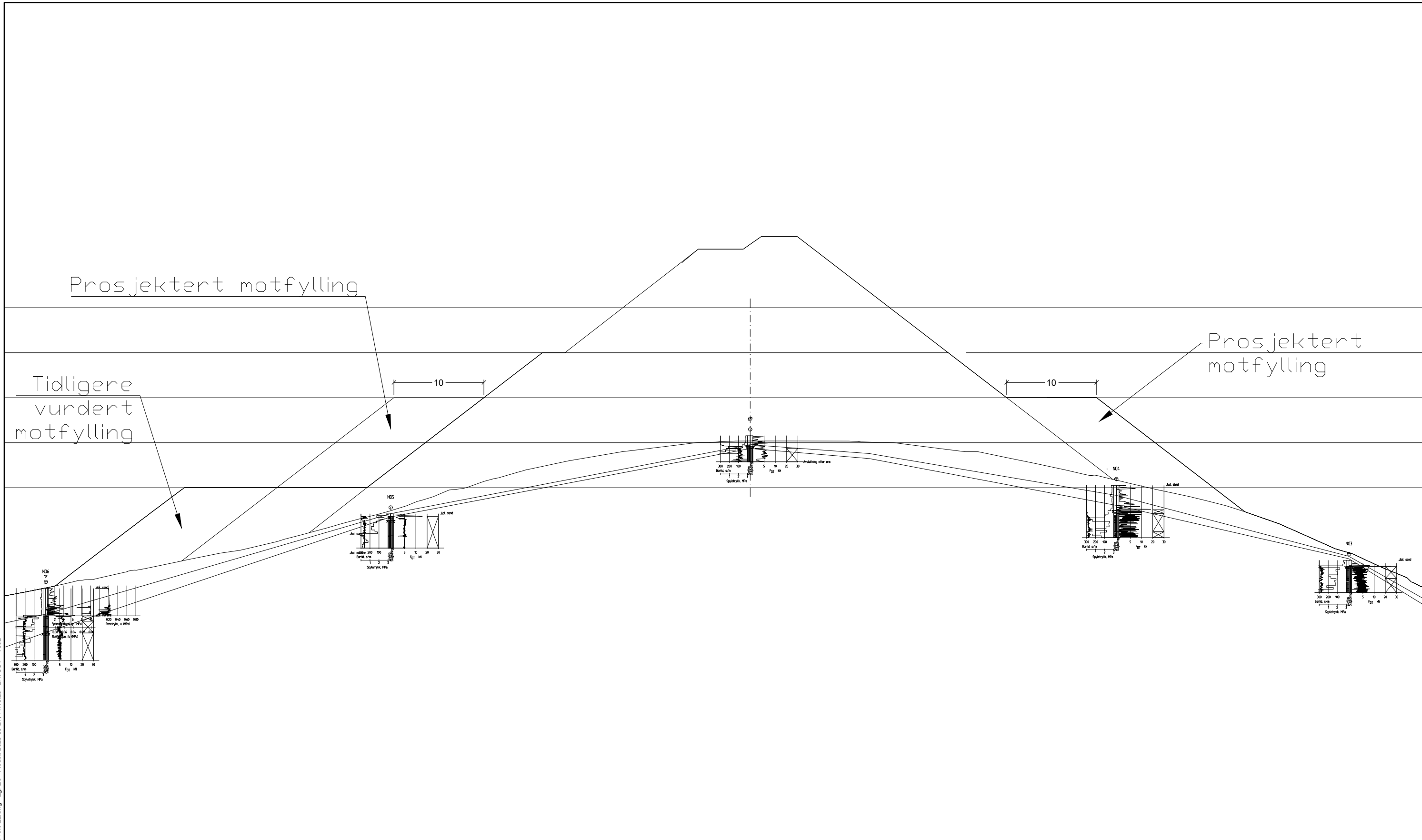
X:\tron\oppdrag\Trondheim\52209179\BIM\Geoteknik\Modell\sonderingsprofiler ved søndre molohode E1 og E2.dwg - EgABe - Plottet: 2023-09-15, 10:45:05 - LAYOUT = V201\*



J01	2023-09-15	Før bruk	EgABe	TelKyd	AtSas
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A1)
<b>Kystverket</b>					<b>1:200</b>
<b>Innseiling Kjøllefjord</b>					
<b>Sonderingsprofiler ved søndre molohode</b>					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52209179	V201	J01	







X:\prosjektdrag\Trondheim\52209179\BIM\Geoteknikk\Modell\Profil E2.dwg - EgAbe - Plottet: 2023-09-21, 11:16:28 - LAYOUT = V302

Rev.	Dato	Beskrivelse	EgAbe	TeiKyd	AtSas
J01	2023-09-21	Før bruk			
			Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tillater.					Målestokk (gjelder A1)
<b>Kystverket</b>					1:200
<b>Innseiling Kjøllefjord</b>					
Snitt E2 søndre molohode Med sonderingsprofiler inntegnet					
<b>Norconsult</b>		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52209179	V302	J01	